Dyce/Sack/Wensing

Anatomía veterinaria

EDITORIAL MEDICA panamericana

LIBRO DONADO POR:
Dr. VALDEZ CORTEZ VICTOR
2004 - 07 - 30

E24-B24

Anatomía veterinaria

UNIVERSIDAD CENTRAL
CONTROL DE BIENES
5097047
636.089
D994

Anatomía veterinaria

K. M. DYCE, D.V.M. & S., B.Sc., M.R.C.V.S.
Profesor Emérito de Anatomía Veterinaria, Royal (Dick) School of Veterinary Studies, Universidad de Edimburgo, Edimburgo, Escocia

W. O. SACK, D.V.M., Ph.D.
Profesor de Anatomía Veterinaria, New York State College of Veterinary Medicine, Universidad de Cornell, Ithaca, Nueva York

C. J. G. WENSING, D.V.M., Ph.D.
Profesor de Anatomía y Embriología Veterinaria, School of Veterinary Medicine, Universidad Estatal de Utrecht, Holanda

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA U. C.
BIBLIOTECA
No.
Precio Donación

EDITORIAL MEDICA
panamericana

MARCELO T. DE ALVEAR 2145 - BUENOS AIRES
BOGOTÁ - CARACAS - MADRID - MÉXICO - SÃO PAULO

Título del original en inglés
TEXTBOOK OF VETERINARY ANATOMY
© 1987 W. B. Saunders Company. Philadelphia
© Libermed Verlag

1ª edición, 1991
1ª reimpresión de la 1ª edición, marzo de 1996
2ª reimpresión de la 1ª edición, noviembre de 1996
3ª reimpresión de la 1ª edición, diciembre de 1997
4ª reimpresión de la 1ª edición, mayo de 1998

Traducción de
EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA S.A.
efectuada por el
Dr. MARIO A. MARINO

Supervisión a cargo del
Dr. EDUARDO MARTIN
Profesor titular de Anatomía Veterinaria
Facultad de Agronomía y Veterinaria
Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba

"Este libro está especialmente destinado a los estudiantes de América Latina y se publica dentro del Programa Ampliado de Libros de Texto y Materiales de Instrucción (PALTEX) de la Organización Panamericana de la Salud, organismo internacional constituido por los países de las Américas, para la promoción de la salud de sus habitantes. Se deja constancia de que este programa está siendo ejecutado con la cooperación financiera del Banco Interamericano de Desarrollo."

ISBN 950-06-0540-6

IMPRESO EN LA ARGENTINA

Queda hecho el depósito que dispone la ley 11.723.
Todos los derechos reservados.
Este libro o cualquiera de sus partes
no podrán ser reproducidos ni archivados en sistemas recuperables,
ni transmitidos en ninguna forma o por ningún medio,
ya sean mecánicos o electrónicos, fotocopiadoras, grabaciones
o cualquier otro, sin el permiso previo
de Editorial Médica Panamericana S.A.

© 1991. EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA S.A.
Marcelo T. de Alvear 2145 - Buenos Aires
© Libermed Verlag

Esta edición se terminó de imprimir
en el mes de mayo de 1998
en los talleres de Editorial Médica Panamericana S.A.
Av. Amancio Alcorta 1695, Buenos Aires

Prefacio

Lo que no se entiende, no se posee

(GOETHE)

No estaría de más decir algunas palabras para explicar la finalidad y la organización de este libro. La finalidad fue satisfacer las necesidades del estudiante de veterinaria, aportando primero los conocimientos generales de la estructura de los mamíferos que son indispensables para entender las otras ciencias básicas y, segundo, la información más detallada que halla aplicación directa en el ejercicio de la medicina veterinaria. Aunque es lógico que nos agrade que otros lectores encuentren de utilidad nuestro libro, para nosotros es de primordial importancia el interés del lector estudiante.

El papel dual de la anatomía hizo que dividiésemos esta obra en dos partes. La primera comprende diez capítulos, uno de introducción general y los restantes dedicados a los diversos sistemas corporales. Para éstos tomamos como modelo el perro, animal que mejor se presta para este fin por su anatomía relativamente no especializada y su uso generalizado como sujeto inicial de disección. Señalamos las diferencias sobresalientes que existen en otras especies domésticas pero no las comentamos en esta parte porque lo que interesa es destacar conceptos generales y la función, sin entrar en detalles específicos. Los comentarios sobre desarrollo están encaminados a exponer a grandes rasgos la anatomía del animal adulto y no a realizar una descripción completa del tema. Como estos capítulos versan en gran medida sobre aspectos elementales, bien establecidos y no controvertidos, decidimos que sería una afectación cargarlos con referencias bibliográficas.

La segunda parte del libro presupone que se tiene un conocimiento práctico de la primera. Consiste en varias series de capítulos refiriéndose cada una a la anatomía regional de una determinada especie o grupo de especies, ya que hemos dispuesto al gato con el perro y a los rumiantes pequeños con los bovinos. En esta parte se procura destacar los rasgos y temas que atañen de modo directo al trabajo clínico. Aunque los diversos capítulos que versan sobre la misma región del cuerpo de distintos animales siguen un plan común, esto no es riguroso; hemos ampliado, limitado y diversificado las explicaciones de acuerdo con nuestras nociones de la preocupación clínica actual por distintas especies y a veces según la disponibilidad de información relevante. Esta manera de proceder produce cierta repetición, pero esperamos que la compensación estè en la independencia de estos capítulos, que se pueden leer o consultar en cualquier orden y sin referencia entre sí. Por último, ofrecemos un único capítulo sobre anatomía aviaria sistemática cuyo sujeto principal es la gallina, aunque se presta cierta atención a los pájaros de jaula y a otras especies de importancia en veterinaria. Como los capítulos de esta segunda parte se ocupan de temas de importancia práctica inmediata, ofrecemos una selección de referencias para quienes desean una información más completa.

Fue inevitable que la dificultad que tuvimos al redactar este libro estuviese en la selección del material más indicado. Como en la mayoría de las escuelas los cursos de anatomía han sido abreviados de manera progresiva y a veces despiadada en los últimos años, tenemos la obligación de identificar y retener el material "central", pero podando rigurosamente los asuntos de interés más periférico. Sin embargo, existe el inconveniente de que no hay unanimidad sobre lo que se entiende por "central", en tanto que el incesante desarrollo y la creciente especialización en medicina veterinaria asignan significación a muchos detalles que antes carecían de importancia. La reconciliación de estas presiones antagónicas coloca a los docentes y autores en un dilema que

no es fácil resolver, de manera que, aunque esperamos haber elegido con acierto, anticipamos que algunos colegas nos reprocharán por haber sido demasiado tímidos en lo que suprimimos, mientras que otros nos habrán de considerar demasiado audaces. Los lectores que adopten la primera opinión hallarán que la subdivisión del texto les permitirá utilizar o saltear material con buen juicio, mientras que los más exigentes hallarán cierto consuelo en las referencias. Esperamos que ambos grupos de lectores encuentren oportunas las digresiones respecto de la anatomía convencional, que hicimos con el propósito de impartir mayor amenidad a las descripciones, porque no se podría negar que la especificación anatómica no siempre hace que el texto sea más fácil de leer.

Aunque cada uno de nosotros hemos sido responsables de la redacción inicial de partes de la obra, la versión final representa el consenso de los tres. Creemos que es ventajoso el habernos formado en distintas escuelas y hemos tratado de no hacer que el texto concuerde con demasiada exactitud con ningún curso en particular. Los problemas de nomenclatura han sido objeto de cierta atención en el capítulo 1, pero bien podríamos decir que empleamos siempre las versiones comunes de los términos contenidos en la versión más reciente (1983) de la *Nomina Anatomica Veterinaria*.

Tales han sido nuestras intenciones. Que hayan sido bien concebidas o puestas en práctica correctamente o no, queda librado al juicio de cada lector.

K. M. DYCE
W. O. SACK
C. J. G. WENSING

Agradecimientos

Es para nosotros un verdadero placer el aprovechar esta oportunidad para agradecer a todos los que nos ayudaron en la redacción y preparación de este libro.

Todos sabemos bien la importancia que tienen las ilustraciones en una obra de este tipo, y nuestra primera y más obvia deuda de gratitud es hacia los artistas que prepararon los numerosos diseños originales. Sería una impertinencia que elogiásemos su pericia, pero debemos señalar su exactitud y dedicación en un trabajo que muchas veces tiene que haber sido tedioso. La mayoría de los diseños pertenecen a Henry Schifferstein, pero también han hecho contribuciones sustanciales Henk Halsema y Bert Janssen en Utrecht y William Hamilton. Michael Simmons, David Geary, Lewis Sadler y Bud Kramer en Ithaca. También tenemos una deuda similar con el Dr. W. Th. C. Wolvenkamp y con Aart van der Woude, quienes nos cedieron la mayoría de las radiografías, en su mayoría preparadas especialmente para esta obra; asimismo con Harry Otter y Onno van Veen, quienes tomaron las fotografías. La mayoría de las ilustraciones se basan en piezas disecadas por Piet Hoogeveen y Gerard Hol.

Algunas ilustraciones se basan en trabajos (publicados o inéditos) de otros colaboradores y también agradecemos a los artistas y autores respectivos. De igual modo quedamos reconocidos a los titulares de los derechos autorales por su autorización para copiar o reproducir directamente una pequeña cantidad adicional de diseños. Algunas de estas colaboraciones y fuentes se reconocen en las leyendas y otras en lista aparte.

Nos hemos basado en ciertas publicaciones nuestras para tomar otras figuras y partes del texto; algunos pasajes fueron incorporados sin cambios cuando no creímos necesario modificarlos o no pudimos mejorarlos, en tanto que otros fueron traducidos y corregidos como correspondía. Agradecemos muy en particular a los editores de tales obras: Oosthoek's Uitgeversmaatschappij de Utrecht y Lea & Febiger de Filadelfia (Essentials of Bovine Anatomy); Bohn, Scheltema y Holkema de Utrecht (Anatomie van het Paard; Anatomie van het Rund), y Veterinary Textbooks de Ithaca (Essentials of Pig Anatomy), por esta generosa licencia.

Por supuesto, también nos hemos beneficiado con innumerables conversaciones con colegas de nuestro propio departamento y de otras partes. A veces procuramos específicamente su asistencia, pero otras informaciones e ideas surgieron durante los encuentros espontáneos. Parece ser inevitable que los pensamientos y comentarios, y quizás hasta frases, que en la actualidad consideramos como propios, deriven de estas pláticas. Así, como ahora no podemos reconocer lo nuestro de lo ajeno, esperamos que muchos de los que nos han ayudado acepten este reconocimiento general como suficiente descargo de nuestra deuda. Sin embargo, debemos mencionar a quienes han leído y criticado partes del texto en preparación para nuestro beneficio: en Edimburgo, el Dr. W. M. Stokoe leyó una versión inicial del capítulo 1 y el Dr. S. A. Kempson, una versión del capítulo 3; en Ithaca, el Dr. C. J. Murphy revisó la sección sobre el ojo en el capítulo 9, el Dr. M. C. Peckam asesoró sobre el capítulo 39 y el Dr. P. H. McCarthy proporcionó una recomendación general sobre anatomía del cerdo y aplicada; en Utrecht, el Dr. D. M. Badoux, el Dr. B. Colenbrander, el Dr. J. M. Fentener van Vlissingen, el Dr. W. Hartman, el Dr. J. Hasselaar, el Dr. J. Meijer y el Dr. F. Stades han prestado una gran ayuda cediendo ilustraciones y leyendo partes de los originales. Casi no haría falta agregar que si bien agradecemos mucho a todos esta asistencia, la responsabilidad de los errores, omisiones y excentricidades es nuestra con exclusividad

Por último, aunque no menos importante, debemos agradecer muy sinceramente a nuestras secretarias –Christine Aitken en Edimburgo, Cindy Westmiller y Robin Wakeman en Ithaca y Louise Michielsen en Utrecht– por su paciencia y dedicación, porque sin su optimista y decidida colaboración jamás se habría podido completar este trabajo.

KEITH DYCE
WOLFGANG SACK
KEES WENSING

Fuentes de ilustraciones

FAC. MED. VETERINARIA Y ZOOTECNIA QUITO

Fig 1-11: Brookes, M., A. C. Elkin, R. G. Harrison y C. B. Heald: A new concept of capillary circulation in bone cortex. Lancet 1:1078-1081, 1961.

Figs. 2-13, 2-56: Taylor, J. A.: Regional and applied anatomy of the domestic animals. Parte 3: Pelvic limb. Edinburgh, Oliver & Boyd, 1970.

Figs. 2-21, 2-26, 2-45, 2-46, 3-6: Horowitz, A.: The Fundamental Principles of Anatomy; Dissection of the Dog. Saskatoon, Canada, University of Saskatchewan, 1970. (Publicado por el autor.)

Fig. 2-25: Bradley, O. C.: Topographical Anatomy of the Dog, 6ª ed. Edinburgh, Oliver & Boyd, 1959.

Fig. 2-34: Horowitz, A.: Guide for the Laboratory Examination of the Anatomy of the Horse. Columbus, The University of Ohio, Dept. of Veterinary Anatomy, 1965. (Publicado por el autor.)

Figs. 3-37, 10-16: Ellenberger, W. y H. Baum: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, 18ª ed. Berlin, Springer, 1943.

Figs. 4-8*B*, 5-41: Nickel, R., A. Schummer, E. Seiferle y W. O. Sack: The Viscera of the Domestic Mammals, 2ª ed. New York, Springer Verlag, 1979.

Fig. 7-2: Noden, D. M. y A. deLahunta: The Embryology of Domestic Animals. Baltimore, WIlliams & Wilkins, 1985.

Fig. 7-22: Moore, K. L.: The Developing Human: Clinically Oriented Embryology, 3ª ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1982.

Figs. 7-37*A*, 7-41: Budras, K.-D y W. Fricke: Atlas der Anatomie des Hundes, Kompendium für Tierärzte und Studierende. Hannover, Schlütersche Verlagsanstalt, 1983.

Fig. 7-37*A*: Simoens, P., N. E. de vos, H. Lauwers y M. Nicase: Illustrated Anatomical Nomenclature of the Arteries of the Thoracic Limb in the Domestic Mammals. State University of Ghent, Faculty of Veterinary Medicine, ca. 1980.

Figs. 7-39, 7-41, 7-42: Evans, H. E. y A. deLahunta: Miller's Guide to the Dissection of the Dog, 2ª ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1980.

Figs. 7-46, 7-52: Getty, R. (ed.): Sisson and Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals, 5ª ed. Vol. 2. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1975.

Fig. 7-50: Baum, H.: Das Lymphgefässsystem des Hundes. Berlin, Hirschwald Verlag, 1918.

Fig. 7-51: Vollmerhaus, B.: *En* Nickel, R., A. Schummer y E. Seiferle (eds.): The Anatomy of the Domestic Animals. Vol. 3. Berlin, Paul Parey Verlag, 1981.

Fig. 7-53: Steger, G.: Zur Biologie der Milz der Haussäugetiere. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 39:609-614, 1939.

Figs. 8-21, 8-32, 8-45: Romer, A. S.: The Vertebrate Body, 3ª ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1962.

Fig. 8-72: deLahunta, A.: Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology, 2ª ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1983.

Fig. 8-87: Mizeres, N. J.: The anatomy of the autonomic nervous system in the dog. Am. J. Anat. 96:285-318, 1955.

Fig. 9-27: Kratzing, J.: The structure of the vomeronasal organ in the sheep. J. Anat. 108:247-260, 1971, y Houpt, K. A.: Review of some research areas of applied and theoretical interest in domestic animal behavior. Appl. Anim. Ethol. 6:111-119, 1980.

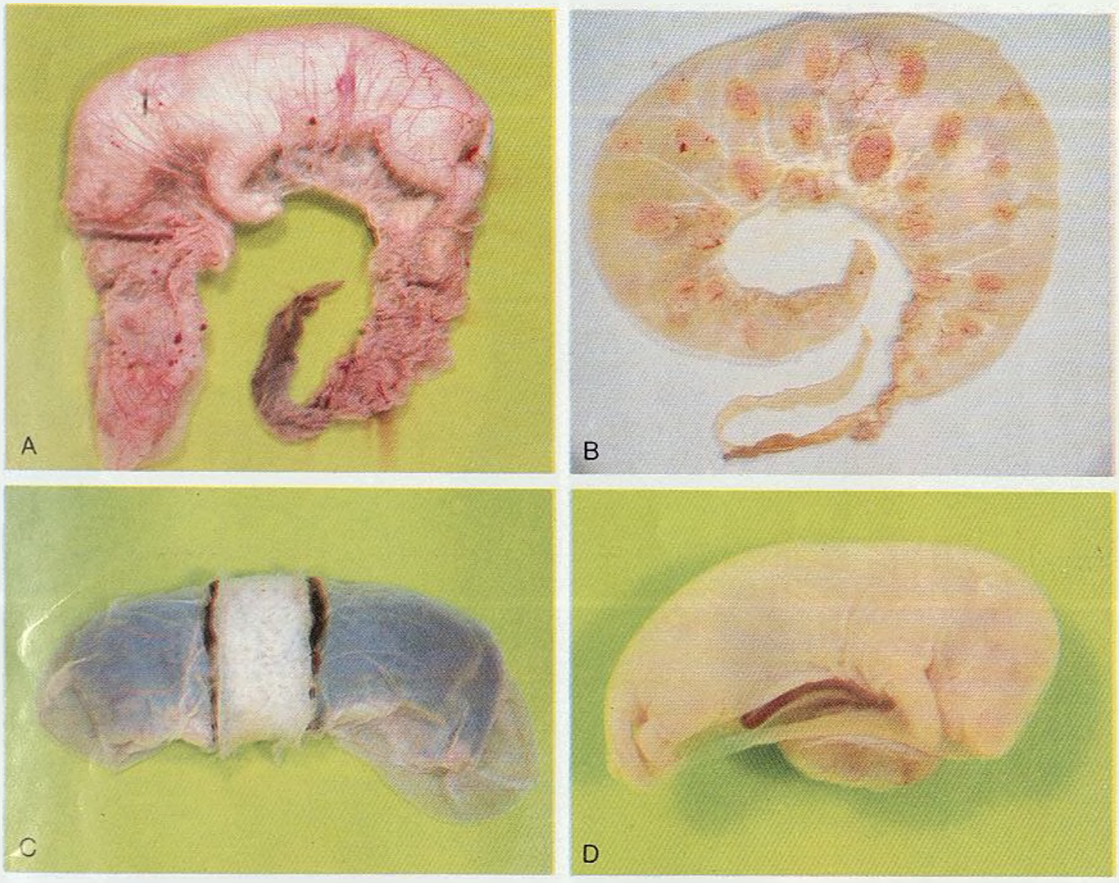


Lámina 1. Placentas de cerdo (*A*), buey (*B*), perro (*C*) y rata (*D*) que representan cuatro tipos macroscópicos de placentas de mamíferos. *A*, placenta difusa (equinos, porcinos), *B*, placenta cotiledónea [placenta múltiple] (rumiantes). *C*, placenta zonal (carnívoros). *D*, placenta discoidea (primates, murciélagos, roedores).

VETERINARIA Y ZOOTECNIA
QUITO

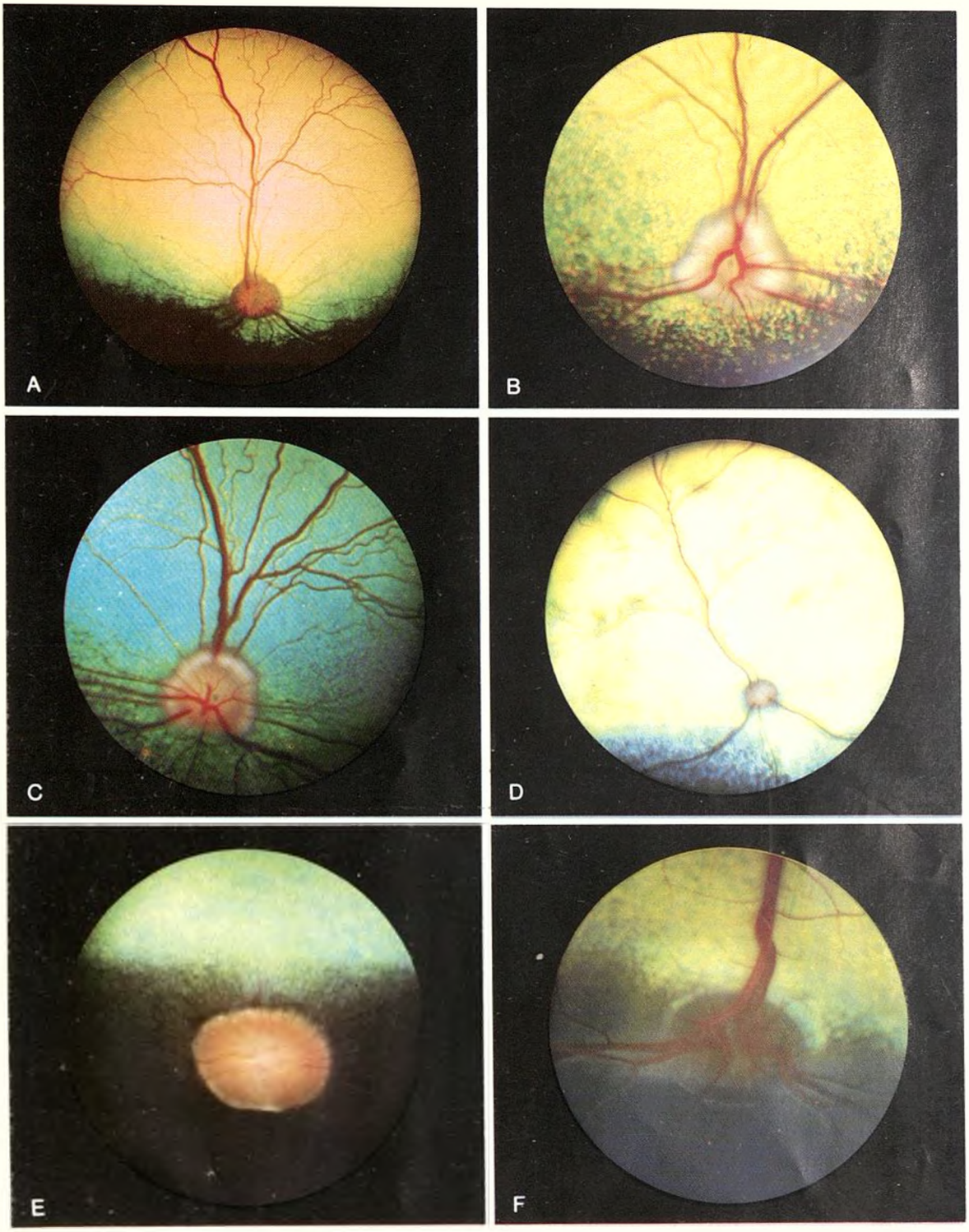
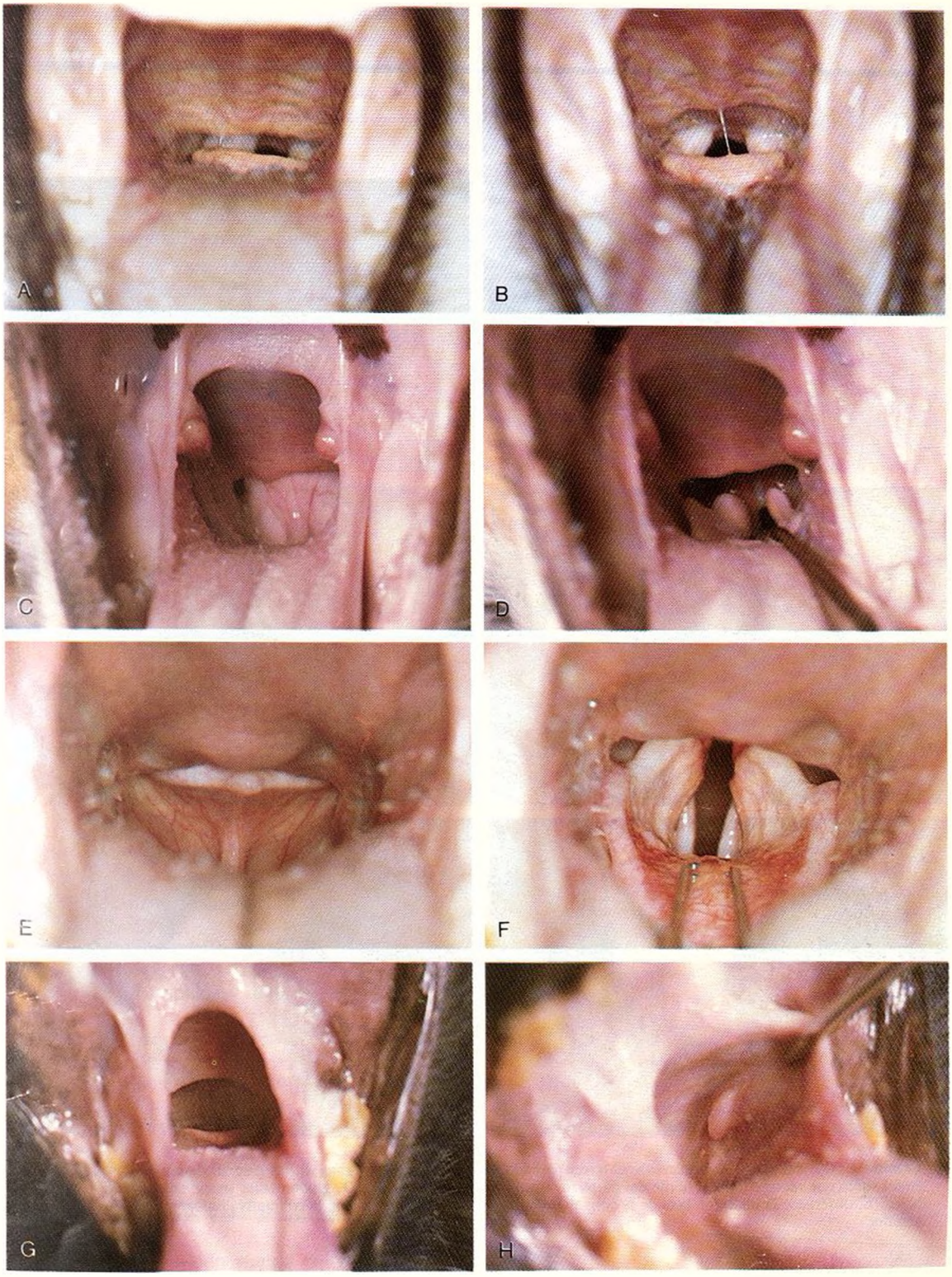


Lámina 2. *A-C*, fondo de ojo del perro; nótense las variantes normales de su aspecto. *D*, fondo de ojo del gato. *E*, fondo de ojo del caballo. *F*, fondo de ojo del buey.

Lámina 3. Orofaringe del perro (*A-D*) y del gato (*E-F*). *A*, perro. El paladar blando está elevado y expone la superficie dorsal de la epiglotis y detrás de ella las apófisis cuneiformes de los cartílagos aritenoides. *B*, perro. Se ha traccionado hacia adelante la epiglotis para exponer las apófisis cuneiformes. *C*, perro joven. Las amígdalas palatinas se destacan justo a medial de los arcos palatoglosos; la punta de la epiglotis descansa sobre el paladar blando. *D*, perro joven. Se ha deprimido



la epiglotis para exponer la entrada de la laringe. *E*, gato. El paladar blando descansa sobre la epiglotis. *F*, gato. Se ha deprimido la epiglotis para exponer por completo la entrada de la laringe y los pliegues vocales blancos en el centro. *G*, gato. Al traccionar la lengua hacia adelante se destacan los arcos palatoglosos y se crea un pliegue dorsal que está a nivel del último diente malar: a caudal del pliegue, de dorsal a ventral, se observan el paladar blando, la pared dorsal de la nasofaringe y la epiglotis. *H*, gato. La sonda retrae el arco palatogloso izquierdo para exponer la amígdala palatina izquierda. (Gentileza de los doctores Venker y Hellenbreker y el doctor John M. King.)

Lamina 4. Ojo del perro. *A*, obsérvense el tercer párpado y la ausencia de pestañas. *B*, las glándulas tarsales desembocan en un surco que recorre todo el borde del párpado. *C*, curvatura de la córnea. *D*, globo ocular seccionado a través de los polos. *E*, obsérvese la inserción laxa de la conjuntiva bulbar. *F*, vascularización de la conjuntiva bulbar y de la esclerótica anterior

Índice

1. Algunos hechos y conceptos básicos 17
2. Aparato locomotor 46
3. Aparato digestivo 114
4. Aparato respiratorio 162
5. Aparato urogenital 181
6. Glándulas endocrinas 224
7. Sistema cardiovascular 231
8. Sistema nervioso 274
9. Órganos de los sentidos 347
10. Tegumento común 372
11. Cabeza y cuello ventral de los carnívoros 390
12. Cuello, espalda y columna vertebral de los carnívoros 411
13. Tórax de los carnívoros 419
14. Abdomen de los carnívoros 433
15. Pelvis y órganos reproductores de los carnívoros 451
16. Miembro torácico de los carnívoros 464
17. Miembro pelviano de los carnívoros 475
18. Cabeza y cuello ventral del caballo 484
19. Cuello, espalda y columna vertebral del caballo 511
20. Tórax del caballo 517
21. Abdomen del caballo 526

22. Pelvis y órganos reproductivos del caballo 546

23. Miembro torácico del caballo 566

24. Miembro pelviano del caballo 601

25. Cabeza y cuello ventral de los rumiantes 621

26. Cuello, dorso y cola de los rumiantes 642

27. Tórax de los rumiantes 648

28. Abdomen de los rumiantes 658

29. Pelvis y órganos reproductores femeninos de los rumiantes 682

30. Pelvis y órganos reproductores masculinos de los rumiantes 703

31. Ubre de los rumiantes 713

32. Miembro torácico de los rumiantes 722

33. Miembro pélvico de los rumiantes 742

34. Cabeza y cuello del cerdo 754

35. Columna vertebral, dorso y tórax del cerdo 766

36. Abdomen del cerdo 771

37. Pelvis y órganos reproductores del cerdo 784

38. Miembros del cerdo 793

39. Anatomía aviaria 797

Índice analítico 825

1

Algunos hechos y conceptos básicos

ALCANCES DE LA ANATOMÍA

La anatomía es la rama del conocimiento que se ocupa de la forma, disposición y estructura de los tejidos y órganos que constituyen el cuerpo. Esta palabra, que es de origen griego, significa literalmente "descuartizar" y la disección del cadáver es su método tradicional y continúa siendo su método primario. Sin embargo, desde hace mucho, los anatomistas se valen de otras técnicas auxiliares para suplementar el conocimiento de la *anatomía macroscópica*, que se obtiene empleando el bisturí. En efecto, detalles que no se ven a simple vista aparecen gracias a la microscopia óptica y electrónica y constituyen la subdivisión que se conoce como *anatomía microscópica*. La disciplina también se amplía mediante el estadio de las etapas por las cuales pasa el organismo desde la concepción, el nacimiento, la juventud y la madurez hasta la senectud; este estudio, que se conoce como *anatomía del desarrollo*, es de alcances bastante más amplios que la embriología que confina su atención al neonato. Pocos anatomistas actuales se conforman con la mera descripción del cuerpo y sus partes y la mayoría procura entender las relaciones entre la estructura y la función. El estudio de estas relaciones se combina con claridad con la fisiología, la bioquímica y otras ciencias de la vida; aunque a esto se lo podría describir como anatomía funcional, preferimos considerar el enfoque funcional como una actitud que debe existir en todas las ramas y no como un estudio casi independiente.

Esta obra se ocupa en particular de la anatomía macroscópica, limitación ésta que se justifica por la práctica general de presentar la anatomía microscópica y la anatomía del desarrollo en cursos aparte. Sin embargo, nos hemos permitido explayarnos sobre aspectos microscópicos y del desarrollo cuando pareció ser conveniente para entender mejor la anatomía macroscópica o como medio para animar una exposición que de otro modo sería un tanto insulsa.

La información que se obtiene mediante disección se puede ordenar y organizar de dos maneras principales y complementarias. En la primera, *anatomía sistemática*, se presta atención sucesivamente a grupos de órganos que se hallan tan íntimamente emparentados en sus actividades que constituyen sistemas corporales que cumplen una función común evidente, como el sistema digestivo, el sistema cardiovascular y otros. La anatomía sistemática se presta para adoptar un enfoque comparativo que combina con facilidad aspectos macroscópicos, microscópicos, del desarrollo y funcionales y provee la base para el estudio de las otras ciencias médicas. Además, para el principiante es más fácil que la anatomía regional. Es el enfoque que se adopta en el siguiente grupo de capítulos.

El enfoque alternativo, la *anatomía regional*, se adopta en la segunda parte, más grande, de esta obra. La anatomía regional (o topográfica) se ocupa directamente de la forma y relaciones de todos los órganos que están en determinadas partes o regiones del cuerpo. Presta menos atención a la estructura y la función, salvo las funciones mecánicas más simples, que la anatomía sistemática, pero obtiene una importancia compensadora por su aplicación inmediata en clínica. Como muchas veces los detalles que carecen de interés teórico a menudo son relevantes para el clínico, es necesario considerar por separado la anatomía regional de las distintas especies. La anatomía regional es uno de los cimientos de la práctica clínica y los distintos aspectos que se estudian con fines específicos se conocen a veces como anatomía de superficie, aplicada, quirúrgica y radiológica, térmi-

nos éstos cuyas connotaciones se superponen pero no requieren definición.

EL LENGUAJE EN LA ANATOMÍA

El lenguaje anatómico debe ser exacto y exento de ambigüedades. En un mundo ideal cada término debería tener un solo significado y cada estructura un solo nombre, pero lamentablemente desde antiguo existe una alarmante cantidad de términos y muchas inconstancias en su uso. Con la intención de reducir esta confusión, en 1968 se introdujo un vocabulario convenido internacionalmente. *Nómina Anatómica Veterinaria* (N.A.V.).* que ha hallado amplia aceptación. Esta nomenclatura se revisa periódicamente, la última vez en 1983 y hemos tratado de utilizarla en la medida de lo posible en esta obra, aunque a veces incluimos una segunda alternativa más antigua y no oficial cuando ésta parece estar tan arraigada en clínica que es improbable que se la abandone por decreto. Aunque los términos de la N.A.V. están en latín, se los puede traducir a los equivalentes vernáculos de los distintos idiomas, cosa que se suele hacer. Hemos dado preferencia a las traducciones que se parecen tanto al latín original que se reconocen al instante. Por lo tanto, únicamente consignamos el nombre en latín cuando la traducción podría suscitar duda, pero entonces sólo en la primera referencia a la estructura. En los casos en que no existen equivalentes prácticos en inglés o español para algunos términos oficiales, es convencional usar los términos en latín, tal vez en forma abreviada, como si fuesen palabras o frases en los respectivos idiomas. De esto surge una notoria e impactante mezcla de lenguaje que no es fácil de evitar, en particular en los referente a grupos de músculos. De todos modos los nombres, están en latín o no, tienen la finalidad de ser informativos y de facilitar su entendimiento. Lo más sensato es buscar en un diccionario anatómico o médico los términos que no se entienden antes que "repetirlos como loros".

Aunque los nombres que se dan a las estructuras en particular irán apareciendo en forma gradual, los términos que indican posición y dirección deben aprenderse bien desde el comienzo. Estos términos oficiales son más precisos que las alternativas comunes porque conservan su relevancia cualquiera que sea la postura real del sujeto. Los presentamos a continuación e ilustramos su uso en la figura 1-1. Consideramos que no corresponde usarlos con pedantería cuando no hay ninguna posibilidad razonable de malentendido. Cuando empleamos términos comunes (arriba, detrás, etc.) nos referimos a la posición anatómica estándar, que para el animal cuadrúpedo despierto es estar de pie sobre sus cuatro extremidades. Esto difiere de la posición anatómica humana. Pueden surgir otras dificultades terminológicas al consultar libros que se refieren en particular a la anatomía humana. Los anatomistas médicos utilizan muchos términos como anterior y posterior, superior e inferior, todos los cuales tienen connotaciones muy distintas en relación con los cuadrúpedos. En consecuencia, conviene evitar estos términos, salvo en unas pocas aplicaciones específicas en anatomía de la cabeza.

Los términos principales que se recomiendan para posición y dirección están dispuestos de a pares y hay que destacar que aluden a una posición relativa y no absoluta. La mayoría de estos adjetivos forman los respectivos adverbios agregando el sufijo *-mente*.

Las estructuras (o posiciones) *dorsales* están hacia la espalda (dorso) del tronco o, por extensión, hacia la respectiva superficie de la cabeza o cola.

Las estructuras *ventrales* están hacia el vientre o la respectiva superficie de la cabeza o cola.

Las estructuras *craneales* están hacia la cabeza (cráneo) y las *caudales* hacia la cola *cauda*. Dentro de la cabeza las estructuras situadas hacia el hocico (rostrum) son *rostrales* y también rige el término *caudal*.

Las estructuras *mediales* están hacia el plano mediano (línea media) que divide al cuerpo en dos "mitades" simétricas, derecha e izquierda.

Las estructuras *laterales* están hacia afuera al costado del animal (latus, flanco).

Para los miembros rigen convenciones distintas. Los elementos situados cerca de la unión con el cuerpo son *proximales* (proximus) y los distantes de ella son distales (distantia). Dentro de la parte proximal del miembro (que para este fin llega hasta el límite proximal del carpo [muñeca] o tarso [corvejón, tobillo]), se dice que las estructuras que miran hacia "adelante" son *craneales* y que las que miran hacia "atrás" son *caudales*. Dentro de la parte distal remanente del miembro las estructuras que miran hacia "adelante" son *dorsales* (dorso de la mano) y las que miran hacia "atrás" son palmares (palma de la mano) en el miembro torácico y *plantares* (planta del pie) en el miembro pelviano. A la anatomía de los dedos se les pueden aplicar términos adicionales: las estructuras *axiles* están cerca del eje de un dedo central o junto al eje del miembro si éste pasa entre dos dedos y las estructuras *abaxiles* (ab. lejos de) están más lejos del eje de referencia.

* Existe un vocabulario aparte, pero similar (*Nomina Anatomica Avium*) que concierne a la anatomía de las aves.

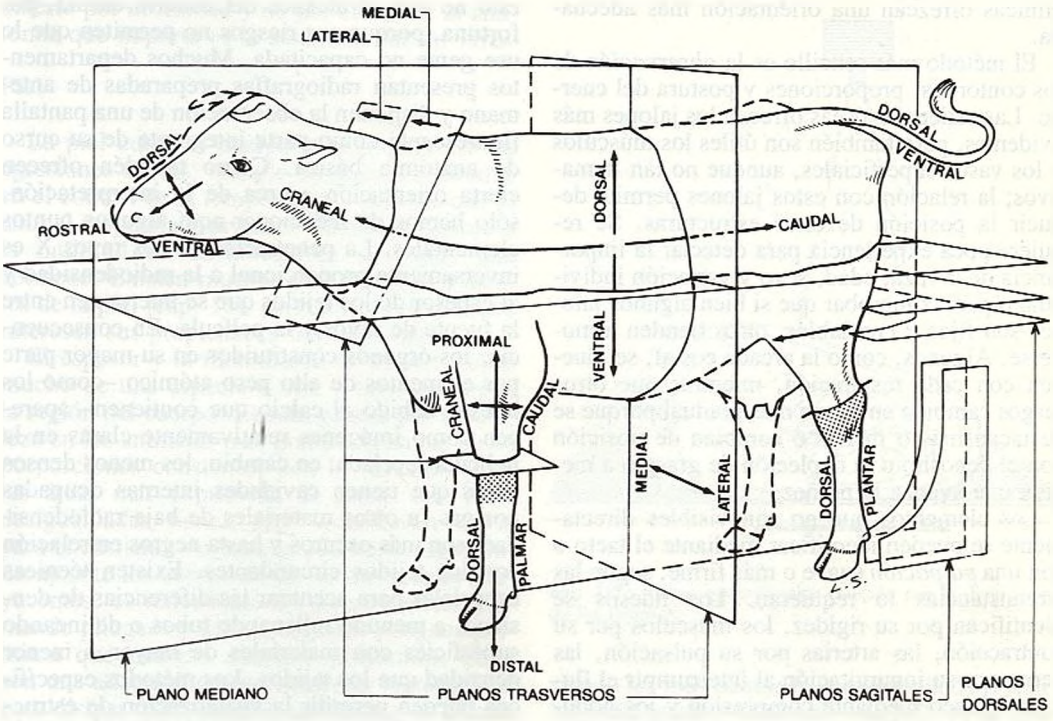


Fig. 1-1. Términos direccionales y planos del cuerpo del animal. Las áreas punteadas representan el carpo y el tarso de los miembros torácico y pelviano, respectivamente.

Los términos *externo* e *interno*, *superficial* y *profundo* difícilmente requieren explicación o definición.

A veces hay que aludir a un corte que atraviesa el cuerpo o parte de él (fig. 1-1). El *plano mediano* divide el cuerpo en dos "mitades", derecha e izquierda, simétricas. Todo plano paralelo a éste es un *plano sagital* y los que están cerca del mediano a veces se denominan *planos paramedianos*. El *plano dorsal* corta el tronco u otra parte paralelamente a la superficie dorsal. El *plano transverso* corta el tronco, cabeza, miembro u algún otro anexo perpendicularmente a su propio eje mayor.

INTRODUCCIÓN A LA ANATOMÍA REGIONAL

Aunque los nueve capítulos siguientes tratan sobre anatomía sistemática, los lectores que están por iniciar un curso de laboratorio se darán cuenta de que requieren un conocimiento elemental de varios sistemas al mismo tiempo. Por lo tanto, en el resto de este capítulo nos proponemos aportar este conocimiento de fondo, aunque primero haremos algunas observaciones sobre la utilidad de prestar cierta atención al animal vivo.

Estudio del animal vivo

La anatomía regional se estudia mejor disecando el cadáver embalsamado, aunque esto tiene sus limitaciones obvias cuando se procura conocer la anatomía del animal vivo. Cuando están embalsamados, los órganos exhiben una monotonía general y una considerable alteración del color y consistencia respecto del estado vivo. Por lo tanto, las impresiones recogidas en el anfiteatro de disección se deben modificar y corregir mediante comparaciones frecuentes con el material vivo y observando intervenciones quirúrgicas siempre que sea posible. Como la mayoría de los que estudian la anatomía de los animales domésticos tienen en mente una futura carrera profesional, hallarán estimulante y ventajoso aprender a aplicar los métodos más sencillos de examen clínico a los animales normales en esta etapa de su capacitación. En algunos departamentos se imparte una instrucción elemental sobre estos métodos pero otros estudiantes deben crear sus propias oportunidades, tal vez recurriendo a la ayuda de compañeros más adelantados. La experiencia directa habrá de resultarles mucho más fructífera que la lectura no acompañada de aplicación práctica. Simplemente hemos de enumerar algunos métodos y dejaremos que nuestros colegas de las

clínicas ofrezcan una orientación más adecuada.

El método más sencillo es la *observación* de los contornos, proporciones y postura del cuerpo. Las saliencias óseas ofrecen los jalones más evidentes, pero también son útiles los músculos y los vasos superficiales, aunque no tan llamativos; la relación con estos jalones permite deducir la posición de otras estructuras. Se requiere poca experiencia para detectar la importancia de la raza, edad, sexo y variación individual o para comprobar que si bien algunos jalones son fijos y confiables, otros tienden a moverse. Algunos, como la arcada costal, se mueven con cada respiración, mientras que otros rasgos cambian en forma más gradual porque se destacan más o menos o cambian de posición con el depósito o la depleción de grasa o a medida que avanza la preñez.

Los elementos que no son visibles directamente se pueden identificar mediante el tacto o con una *palpación* suave o más firme, según las circunstancias lo requieran. Los huesos se identifican por su rigidez, los músculos por su contracción, las arterias por su pulsación, las venas por su ingurgitación al interrumpir el flujo sanguíneo mediante compresión y los nódulos linfáticos y órganos internos por su tamaño, configuración y consistencia. Pero la variación es grande y es influida por muchos factores, de modo que es difícil saber si se podrán identificar ciertos órganos en todos los sujetos normales, lo cual es otra lección útil. La palpación a través de la piel se puede suplementar con una exploración digital o manual por vía *rectal*.

Ciertos órganos pueden identificarse mediante *percusión* para suscitar resonancia cuando se aplica un golpe seco (de la manera prescrita) en la piel que los cubre. Los distintos materiales generan sonidos diferentes; el de un órgano ocupado por gas es más resonante que el sonido mate que se obtiene de un órgano sólido u ocupado por líquido. Las actividades de algunos órganos producen sonidos en forma continua o intermitente. Aunque los pulmones y el corazón (sin olvidar el corazón fetal) son los ejemplos primordiales de órganos cuya posición puede determinarse mediante *auscultación*, el movimiento de la sangre dentro de los vasos o del gas o la ingesta en el estómago o los intestinos también puede ser una fuente útil de información anatómica. Al aplicar estas dos técnicas no hay que olvidar que las variaciones de la conducción del sonido a través de materiales de densidades distintas pueden proveer una noción distorsionada de la posición y dimensiones de la fuente que la origina.

Los métodos precedentes requieren poco o nada de aparatos, pero la anatomía radiográfica entra en una categoría bastante distinta. El aparato no está al alcance del usuario casual, por fortuna, porque sus riesgos no permiten que lo use gente no capacitada. Muchos departamentos presentan radiografías preparadas de antemano y disponen la observación de una pantalla fluorescente como parte integrante de su curso de anatomía básica. Como también ofrecen cierta orientación acerca de la interpretación, sólo hemos de mencionar aquí algunos puntos elementales. La penetración de los rayos X es inversamente proporcional a la radiodensidad y al espesor de los tejidos que se interponen entre la fuente de rayos y la película. En consecuencia, los órganos constituidos en su mayor parte por elementos de alto peso atómico –como los huesos debido al calcio que contienen– aparecen como imágenes relativamente claras en la película revelada; en cambio, los menos densos o los que tienen cavidades internas ocupadas por gas (u otros materiales de baja radiodensidad) son más oscuros y hasta negros en relación con los tejidos circundantes. Existen técnicas especiales para acentuar las diferencias de densidad, a menudo rellenando tubos o delineando superficies con materiales de mayor o menor densidad que los tejidos. Los métodos específicos pueden permitir la visualización de estructuras tan distintas como el árbol bronquial, la vesícula biliar o el espacio subaracnoideo. Más adelante, en los contextos apropiados, se presentarán radiografías obtenidas con algunos de estos métodos.

Los estudiantes deben tener en mente dos principios generales para no interpretar erróneamente muchos rasgos de las películas que ven. El tamaño de la imagen siempre está magnificado y depende de la relación entre las distancias foco-película y objeto-película. La divergencia de los rayos que emergen del foco produce una desviación aparente de la posición o un cambio en las dimensiones de todas las partes que no están verticalmente debajo del foco y la distorsión es máxima si el objeto está a cierta distancia de la película. Esto se comprueba en dos sencillas ilustraciones (figs. 1-2 y 1-3).

También mencionaremos en forma ocasional ciertas otras técnicas de aplicación más específica. La mayoría permite examinar el interior de un órgano con medios no invasivos; por ejemplo, el fondo de ojo se puede examinar con el oftalmoscopio, y el interior del estómago, la vagina y la cavidad peritoneal (para elegir tres ejemplos) con distintos tipos de endoscopias, como se suele llamar a estos instrumentos.

No se pretende que todo estudiante de anatomía tenga la oportunidad de recurrir a todos estos métodos, pero es útil estar familiarizado, al menos un poco, con uno o dos porque hay que recordar que la anatomía se estudia en el animal

muerto por necesidad y no por elección; la anatomía que importa es la anatomía del ser vivo.

Piel

La piel cubre el cuerpo y lo protege de las agresiones físicas; cumple un papel importante en el control de la temperatura y permite que el animal responda a diversos estímulos merced a la multitud de terminaciones nerviosas que contiene. Existen muchas modificaciones locales de la piel (cap. 10), pero por ahora sólo nos interesan sus propiedades más generales.

El espesor y la flexibilidad de la piel varían mucho de una especie a otra y también según la región del cuerpo. Es más gruesa por naturaleza en los animales más grandes (aunque no en porporciones constantes con su tamaño) y en las áreas más expuestas, de modo que estas desigualdades tienen una importancia obvia para el cirujano. Aunque la piel suele seguir íntimamente los contornos de las estructuras subyacentes, es redundante en algunas áreas, formando pliegues y surcos; algunos pliegues permiten que ocurran cambios posturales, otros son una adaptación para aumentar la superficie para disipar calor hacia el ambiente y otros más son una simple expresión de los caprichos de los criadores.

La piel consiste en dos capas, una epidermis externa y una dermis interna. En la mayoría de los casos descansa sobre un tejido conectivo más laxo conocido como subcutis, tejido subcutáneo, hipodermis o fascia superficial (fig. 1-4). La epidermis es un epitelio pavimentado estratificado cuyo espesor concuerda con el trato que recibe porque responde rápidamente al uso rudo, como sucede con la formación de callos en las palmas y las plantas humanas. Existen numerosas modificaciones de esta capa,

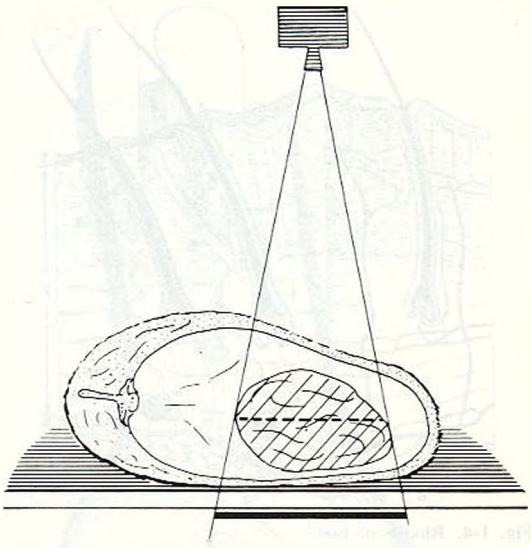


Fig. 1-2. Efecto magnificador causado por la divergencia de los rayos X.

siendo las más comunes la presencia de glándulas sudoríparas y sebáceas y de pelos. Las glándulas sudoríparas son muy importantes para disipar el calor mediante evaporación superficial pero también cumplen una función secundaria en la excreción de desechos. Las glándulas sebáceas producen una secreción oleosa que impermeabiliza la superficie e imparte a ciertas áreas relativamente desnudas, como la ingle de los caballos, un brillo característico. Ambos tipos de glándulas suelen tener una distribución amplia, aunque no ubicua. El pelaje, que es un rasgo exclusivo del mamífero, es un protector mecánico y un aislante térmico, dependiendo esto último de la retención de aire entre los pe-

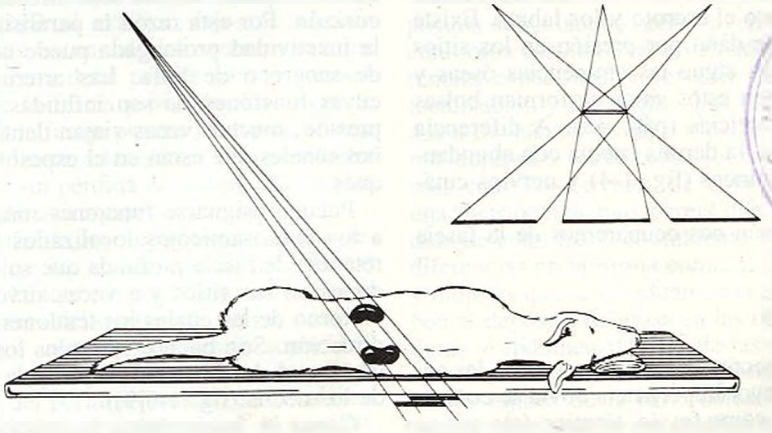


Fig. 1-3. Desviación aparente en la posición de un órgano que no está directamente debajo del foco.

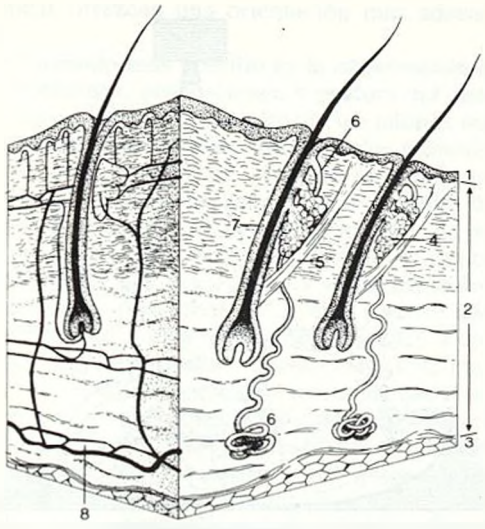


Fig. 1-4. Bloque de piel

1, epidermis; 2, dermis; 3, subcutis; 4, glándula sebácea; 5, músculo erector del pelo, 6, glándula sudorípara; 7, folículo piloso; 8, redes arteriales.

los. Por lo general cubre todo el cuerpo. De las especies más familiares, sólo el hombre y el cerdo son relativamente desnudos, aunque en otras especies pueden ocurrir individuos así como "fenómenos" ocasionales.

La dermis, que, en esencia, consiste en un manto de fibras de tejido conectivo, es la materia prima del cuerpo. Está sujeta a la epidermis por medio de unas papilas entrelazadas que son más pronunciadas en los sitios donde el roce normal podría causar una separación. En la mayoría de las situaciones la piel se desliza con facilidad sobre los tejidos subyacentes y esta laxitud facilita el desollado de una res. En cambio, se halla sujeta con mayor firmeza en algunos sitios, donde se continúa con una fascia subyacente más fuerte de lo común; son buenos ejemplos de esto el escroto y los labios. Existe cierto riesgo de daño por presión en los sitios donde la dermis sigue las eminencias óseas y muchas veces en estos sitios se forman bolsas sinoviales adventicias (pág. 38). A diferencia de la epidermis, la dermis cuenta con abundantes vasos sanguíneos (fig. 1-4) y nervios cutáneos.

A continuación nos ocuparemos de la fascia superficial.

Fascia y grasa

El tejido conectivo que separa y rodea las estructuras de mayor importancia obvia se conoce genéricamente como *fascia*, término éste que se usa con bastante flexibilidad; muchas de sus acumulaciones más grandes, en particular en láminas, tienen nombres específicos. Muchas veces el disector presta escasa atención a este tejido, lo cual es un desacierto porque cumple funciones importantes. Además, más adelante se lo ha de encontrar en cirugía, cuando habrá que anticipar su índole y extensión en distintas situaciones.

La *fascia superficial* (subcutis) es un tejido laxo (areolar) que se extiende ampliamente debajo de la piel de los animales que poseen pelaje. Un tejido similar rodea a muchos órganos profundos y en ambas situaciones permite que las estructuras adyacentes cambien de forma y se desplacen con facilidad las unas respecto de las otras. Su laxitud hace que la fascia superficial sea un sitio conveniente para hacer inyecciones y la variación en la cantidad de líquido que contiene puede significar mal estado de salud. La fascia superficial es uno de los sitios principales donde se almacena la grasa. En las especies desnudas la grasa forma un estrato continuo que se llama panículo adiposo.

La *fascia profunda* suele estar organizada en láminas fibrosas mucho más fuertes. Debajo de la fascia superficial hay una capa que se extiende por la mayor parte del cuerpo y se fusiona con las eminencias óseas. En muchos sitios emite unos tabiques que penetran entre los músculos para envolverlos individualmente o en grupos (fig. 1-5); a veces el periostio, cobertura fibrosa de los huesos, participa en la delimitación de estos compartimientos. Esta división en compartimientos fasciales u osteofasciales es muy prominente en el antebrazo y la pierna y participa en la circulación porque contribuye al retorno de sangre y linfa al corazón. Los músculos se engruesan al contraerse y, como están contenidos dentro de paredes inflexibles, comprimen todas las otras estructuras que comparten su espacio. Si existen tubos con válvulas (venas y vasos linfáticos), su contenido se desplaza en una sola dirección, hacia el corazón. Por esta razón la parálisis muscular o la inactividad prolongada puede causar estasis de sangre o de linfa. Las arterias y nervios cuyas funciones no son influidas por la compresión, muchas veces viajan dentro de pequeños túneles que están en el espesor de los tabiques.

Pueden asignarse funciones más específicas a los engrosamientos localizados (retináculos; retenes) de fascia profunda que sujetan los tendones en sus sitios y a veces sirven de poleas en torno de las cuales los tendones cambian de dirección. Son buenos ejemplos los retináculos de la cara dorsal del corvejón y la cara palmar de los dedos (fig. 1-6[9]).

Como la fascia densa es relativamente impermeable, determina la dirección que siguen

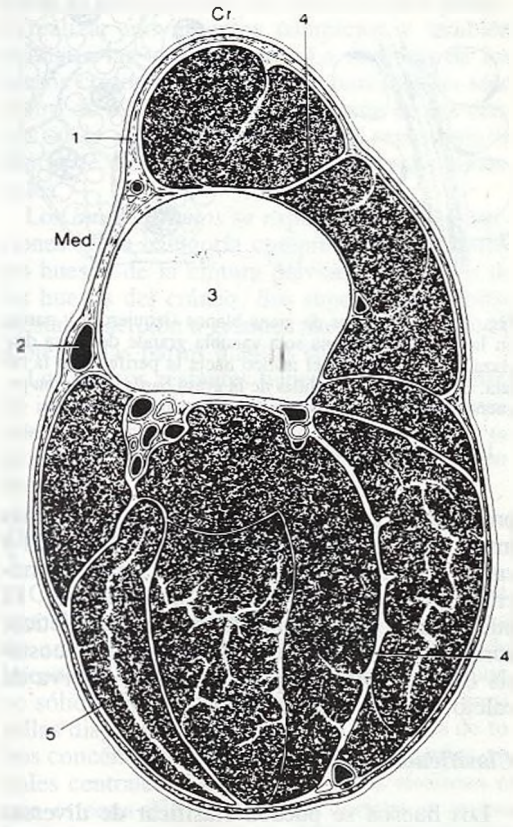


Fig. 1-5. Compartimientos fasciales del antebrazo del caballo

1, fascia superficial; 2, vena cefálica; 3, radio; 4, tabiques de fascia profunda que rodean un músculo o grupos de músculos; 5, fascia profunda. (En los cortes transversales de los miembros se identifican las partes craneal (Cr.) y medial (Med.)

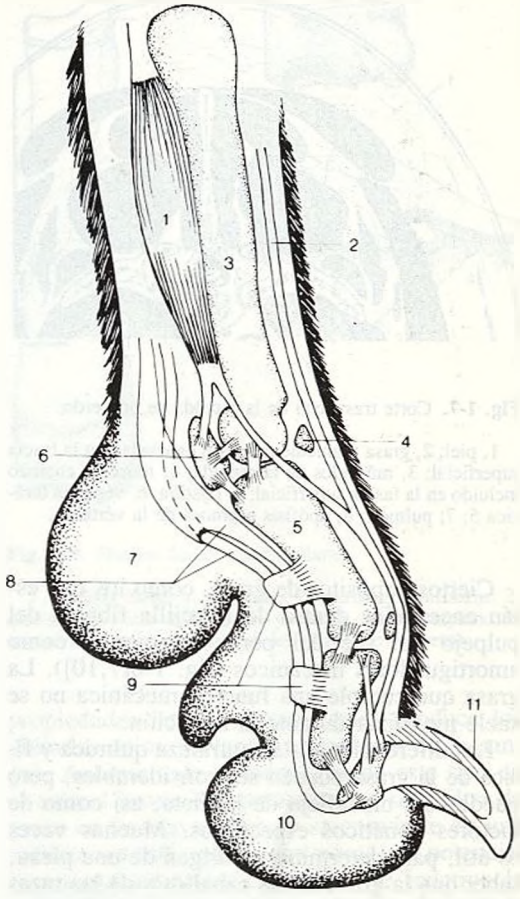


Fig. 1-6. Corte axil de una mano de perro; el pulpejo metacarpiano (7) toma contacto con el piso cuando el perro está de pie.

1, interóseo; 2, tendón extensor; 3, hueso metacarpiano;4, hueso sesamoide dorsal; 5, falange proximal; 6, hueso sesamoide proximal; 7, pulpejo metacarpiano; 8, tendones flexores; 9, retináculos; 10, pulpejo digital; 11, uña.

los líquidos derramados, como el pus que a veces se extiende debajo de una lámina fascial antes de irrumpir al exterior, lejos de su sitio de origen. Éste es uno de los motivos por los cuales el cirujano debe poseer ciertos conocimientos sobre la fascia profunda. Un segundo motivo es que la fascia provee planos de clivaje que permiten llegar a las partes más profundas prácticamente sin pérdida de sangre durante los procedimientos quirúrgicos.

A la mayoría de los depósitos de *grasa* (tejido adiposo) se los puede considerar reservas de alimento. Aunque un poco de grasa existe en todos los lugares del cuerpo, la mayor parte se halla en tres o cuatro sitios: fascia superficial (fig. 1-7[2]), entre los músculos y dentro de ellos, debajo del peritoneo (delicada membrana que reviste la cavidad abdominal) y en las cavidades medulares de los huesos largos. Los depósitos subcutáneos contribuyen a moldear los contornos corporales y a menudo exhiben diferencias específicas y sexuales en cuanto a su localización y desarrollo. Los animales adaptados a los hábitat tórridos muchas veces adquieren depósitos localizados (bovinos cebú jibosos, camellos, ovinos de cola gorda) porque una distribución más pareja dificultaría la pérdida de calor hacia el ambiente. Algunas de las diferencias en la forma corporal de los hombres y mujeres que se acentúan en la pubertad se deben al depósito de grasa en las mamas y las caderas y abdomen inferior de las niñas. En muchos animales machos se deposita mucha grasa en los tejidos de la parte dorsal del cuello; un buen ejemplo es la cresta engrosada de los sementales.

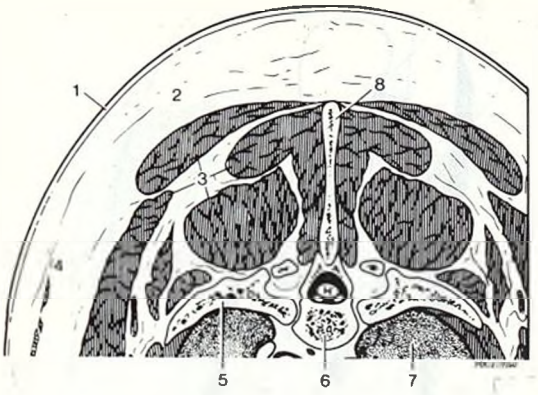


Fig. 1-7. Corte trasversal de la espalda de un cerdo.

1, piel; 2, grasa (panículo adiposo) asociada con la fascia superficial; 3, músculos de la espalda; 4, músculo cutáneo incluido en la fascia superficial; 5, costilla; 6, vértebra torácica 5; 7; pulmón; 8, apófisis espinosa de la vértebra.

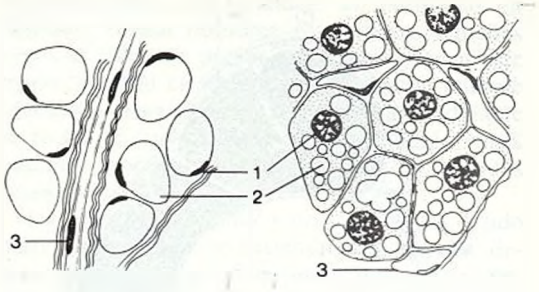


Fig. 1-8. Adipocitos de grasa blanca (izquierda) y parda. En la grasa blanca una sola vacuola grande de grasa desplaza el citoplasma y el núcleo hacia la periferia de la célula. En cambio, las células de la grasa parda contienen pequeñas vacuolas de grasa distribuidas en forma pareja.

1, núcleos; 2, vacuolas de grasa; 3, capilares.

Ciertos depósitos de grasa, como los que están encerrados dentro de la rejilla fibrosa del pulpejo del pie del perro, funcionan como amortiguadores mecánicos (fig. 1-6[7,10]). La grasa que cumple una función mecánica no se suele movilizar durante la inanición.

Las diferencias en la naturaleza química y física de la grasa pueden ser considerables, pero pueden ser un reflejo de la dieta, así como de factores genéticos específicos. Muchas veces es útil, para determinar el origen de una pieza, saber que la grasa de los caballos y de las razas de bovinos de Channel Island es amarilla, que la de los ovinos es dura y blanca y la de los cerdos blanda y grisácea. También hay que recordar que a la temperatura corporal la grasa es más blanda (semilíquida) que la expuesta a los ambientes fríos.

Todos estos comentarios conciernen a la grasa común, pero existe una segunda variedad, la *grasa parda*, de distribución mucho más restringida en el tiempo y en el espacio. La grasa parda difiere en cuanto a estructura (fig. 1-8), función y color. En las especies domésticas se encuentra en particular durante los períodos fetal y neonatal, mientras que en las silvestres se destaca en particular en las que invernan. Esta grasa provee una fuente fácilmente disponible de calor que es de igual utilidad en los animales neonatos con termorregulación imperfecta y en los invernantes que deben despertar rápidamente de su profundo sueño invernal.

Huesos

Las funciones primarias del esqueleto consisten en sostener el cuerpo, proveer el sistema de palancas que se utiliza en la locomoción y proteger las partes blandas. Por lo tanto, lo más importante en el modelamiento de los huesos y en la determinación de sus características microscópicas son los factores biomecánicos. El hueso, que es el principal tejido esquelético, cumple una función secundaria en la homeostasis de los minerales porque es una reserva de calcio, fosfato y otros iones.

Clasificación de los huesos

Los huesos se pueden clasificar de diversas maneras. La clasificación topográfica reconoce un esqueleto cefálico (el de la cabeza) y un esqueleto poscefálico consistente en dos divisiones: el esqueleto axil del tronco y el esqueleto apendicular de los miembros. Una segunda clasificación, basada en la ontogenia distingue el esqueleto somático, formado en la pared corporal del esqueleto visceral, derivado de los arcos branquiales. Un tercer sistema, también basado en el desarrollo, distingue las partes preformadas en cartílago (que después son sustituidas en gran medida por hueso) respecto de las que se osifican directamente en el tejido conectivo fibroso. Esta clasificación refleja la filogenia porque los huesos que se desarrollan en membranas son homólogos de los huesos dérmicos de los vertebrados inferiores.

Los huesos individuales se clasifican por su forma de acuerdo con un sistema bastante ingenuo (fig. 1-9). Los *huesos largos*, que son típicos de las extremidades, son cilíndricos y están bien adaptados para funcionar como palancas. Más importante, empero, sería saber que se desarrollan por lo menos a partir de tres centros de osificación: uno para la diáfisis y uno para cada extremo (epífisis) (p. 86).

Los *huesos cortos* no tienen ninguna dimensión que sea mucho mayor que las otras. Muchos están agrupados en el carpo y el tarso,

donde la multiplicidad de articulaciones permite realizar movimientos complejos y también atenuaría las trepidaciones. La mayoría de los huesos cortos se desarrollan a partir de un solo centro de osificación; la replicación de los centros suele significar que el hueso representa la fusión de elementos distintos en formas ancestrales.

Los *huesos planos* se expanden en dos direcciones. Esta categoría comprende la escápula, los huesos de la cintura pelviana y muchos de los huesos del cráneo. Sus superficies amplias prestan inserción a grandes masas musculares y protegen las partes blandas subyacentes.

Los huesos restantes tienen formas demasiado irregulares como para categorizarlos con nitidez. Los huesos planos y los irregulares no muestran ninguna uniformidad en su desarrollo.

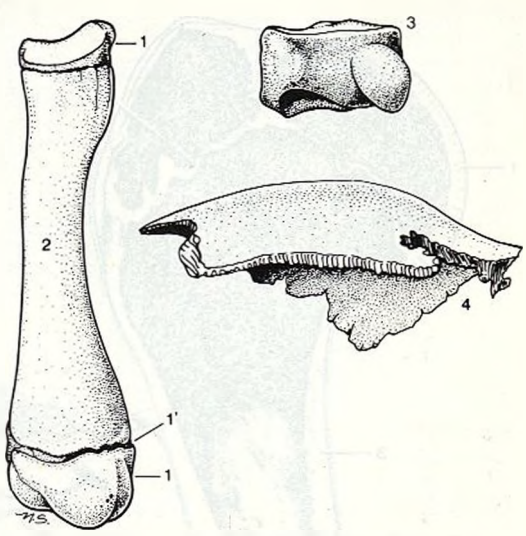


Fig. 1-9. Huesos largo, corto y plano.

1, epífisis distal y proximal; 1', cartílago epifisario; 2, diáfisis del radio de un perro joven; 3, hueso carpiano de un caballo; 4, hueso parietal del cráneo de un perro.

Organización de un hueso largo

Conviene enfocar muchos rasgos de la constitución ósea examinando un corte longitudinal de un hueso largo (fig. 1-10*A*). La forma del hueso está dada por una vaina o *corteza* de hueso sólido (compacto) consistente en finas laminillas dispuestas principalmente en series de tubos concéntricos en torno de unos pequeños canales centrales. Cada uno de estos sistemas es una osteona (fig. 1-10*B*). La corteza es gruesa hacia la parte media de la diáfisis pero se afina a medida que se expande hacia cada extremo, sobre el cual se continúa como una costra. La superficie externa es lisa salvo en los sitios donde hay unas irregularidades que sirven para que se inserten músculos y ligamentos; estas irregularidades pueden ser elevadas o deprimidas y en ambos casos permiten una inserción concentrada. Estos rasgos son generalmente más pronunciados en los machos más viejos y de mayor tamaño. Se les asignan diversos nombres de significado convencional; la mayoría de las elevaciones se conocen como líneas, crestas, tubérculos, tuberosidades o espinas y la mayoría de las depresiones como fosas o surcos.

La superficie interna de la diáfisis delimita una cavidad medular central y es áspera; las irregularidades son bajas, indiscriminadas carentes de significación.

Los extremos están ocupados por hueso trabecular o *esponjoso* que forma una rejilla tridimensional de espículas, placas y tubos entrelazados de densidad variable.

La capacidad medular y los espacios intersticiales del hueso esponjoso están ocupados por *médula ósea*, que se presenta en dos formas intergraduadas. La médula ósea roja es un tejido gelatinoso ricamente vascularizado que posee propiedades hemopoyéticas, pues produce los glóbulos rojos y blancos granulares de la sangre. Aunque toda la médula es de este tipo en el animal joven, con posterioridad se infiltra de grasa en su mayor parte y se convierte en una médula amarilla cérea que posee un potencial hemopoyético latente. Primero se inactiva la médula de los espacios más grandes, después la del hueso esponjoso de los huesos distales de los miembros y, por último, la médula ósea activa queda confinada a los extremos proximales del húmero y fémur, los huesos de la cintura escapular y pelviana y los del esqueleto axil. No se ha establecido con exactitud la cronología de estos acontecimientos en los animales domésticos.

Las partes que se articulan con huesos vecinos son lisas. Estas superficies articulares son más extensas que el área de contacto de cualquier articulación, a los efectos de abarcar una gama de movimiento (excursión). Estas partes están tapizadas por un *cartílago articular* hialino que, a los efectos de esta exposición, podría considerarse un residuo del molde cartilaginoso a partir del cual se ha desarrollado el hueso. La estructura del cartílago no es uniforme ya que está calcificado en su capa más profunda, firmemente unida a la corteza subyacente, y se torna fibrosa hacia la periferia, donde se fusiona con el periostio y la cápsula articular.

El *periostio* es una membrana fibrosa dura que envuelve el resto de la superficie exterior,

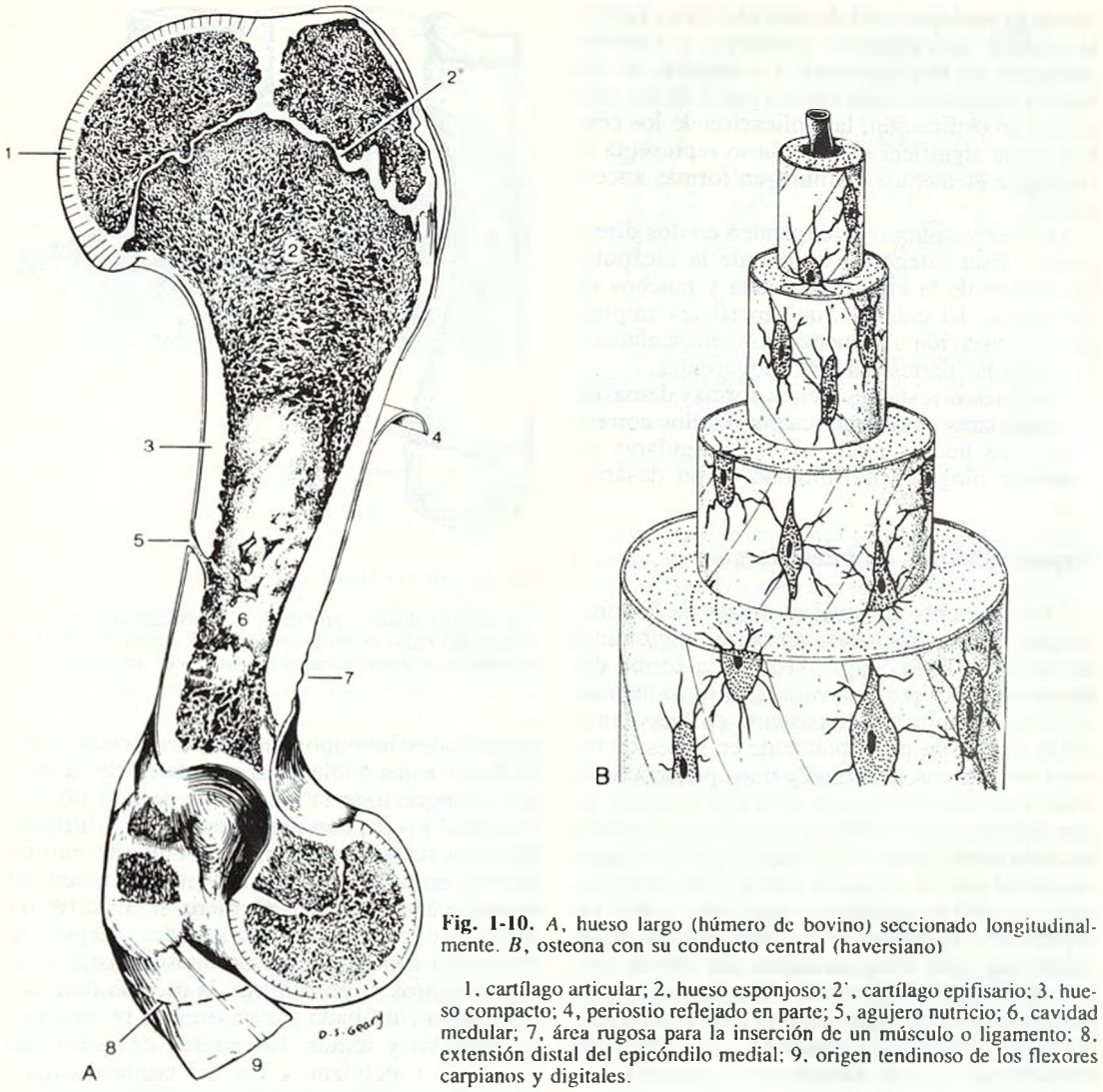


Fig. 1-10. *A*, hueso largo (húmero de bovino) seccionado longitudinalmente. *B*, osteona con su conducto central (haversiano)

1, cartílago articular; 2, hueso esponjoso; 2', cartílago epifisario; 3, hueso compacto; 4, periostio reflejado en parte; 5, agujero nutricio; 6, cavidad medular; 7, área rugosa para la inserción de un músculo o ligamento; 8, extensión distal del epicóndilo medial; 9, origen tendinoso de los flexores carpianos y digitales.

de la cual se puede desprender con facilidad, salvo donde es penetrado por tendones y ligamentos que van a fijarse en la corteza. Su aspecto es un tanto engañoso porque la capa más profunda es celular e incluso en los adultos conserva la capacidad para formar hueso que ejerciera durante el desarrollo (pág. 85). Esta función osteogénica se reactiva en la curación de una fractura.

Los huesos poseen una abundante *irrigación sanguínea* que representaría el 5 al 10% del volumen minuto cardíaco. Existen varios conjuntos de vasos; la llamada arteria nutricia, que suele ser la que más sangre aporta, en realidad contribuiría menos que todas las otras arterias juntas. La arteria nutricia penetra hacia el centro de la diáfisis en una posición bastante constante para cada hueso. Suele encaminarse hacia uno de los extremos del hueso y el agujero por el cual pasa, puede simular una fractura oblicua en las radiografías. La arteria se divide en dos ramas divergentes dentro de la médula y éstas, así como las divisiones ulteriores, siguen trayectorias muy tortuosas que tendrían la finalidad de reducir la presión dentro de los vasos de la delicada médula (fig. 1-11). Las ramas más pequeñas irrigan los sinusoides del tejido medular y también nutren las arteriolas y capilares que penetran en un sistema de minúsculos canales centrales (conductos haversianos) dentro de las osteonas de hueso compacto. Otra fuente de nutrición para la corteza proviene de los sinusoides medulares. Las ramas de la arteria nutricia que llegan a la región metafisaria (parte de la diáfisis adyacente a la epífisis) se anastomosan allí con ramas de los vasos meta-

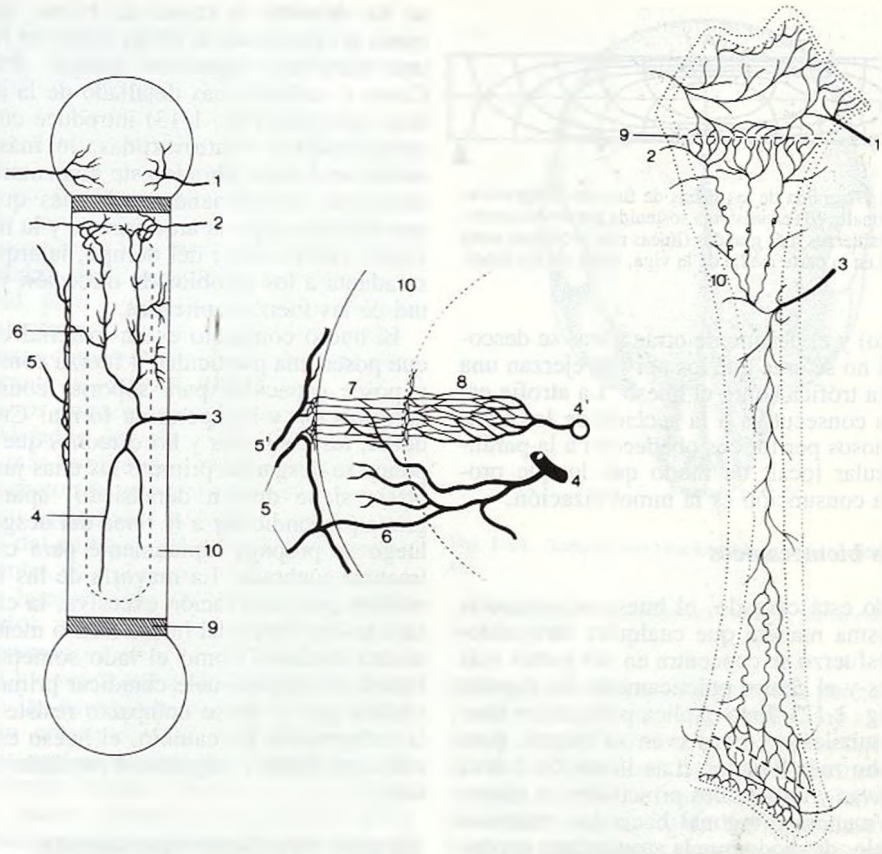


Fig. 1-11. Esquema de la irrigación sanguínea de un hueso largo. En el centro se ilustra la irrigación de la corteza (agrandada).

1, arterias epifisarias; 2, arterias metafisarias; 3, arteria nutricia; 4, 4', arteria y vena de la médula ósea; 5, arterias periósticas; 5', vena perióstica; 6, anastomosis entre arterias perióticas y medulares; 7, capilares de la corteza; 8, sinusoides en la médula ósea; 9, cartílago del crecimiento; 10; corteza. (Brookes y col., 1961.)

fisarios y epifisarios que entran en el hueso cerca de su extremo. La región central de esta parte de la diáfisis dependería principalmente de la arteria nutricia y la parte periférica de las arterias metafisarias. Aunque la eficiencia de las anastomosis es variable, la circulación colateral suele ser suficiente para permitir que el hueso soporte la privación de una parte de su irrigación sanguínea usual cuando se fractura. Una técnica (enclavijamiento intramedular) que se utiliza para reparar las fracturas sería más nociva todavía para los vasos que el traumatismo inicial y su éxito sirve para destacar la utilidad de las anastomosis. Algunos autores describen una irrigación adicional que entra en la corteza desde numerosas arterias periósticas pequeñas. La mayoría de los autores niegan su presencia en los huesos jóvenes sanos.

El drenaje principal de la médula se cumple por medio de grandes venas de paredes finas que acompañan a las arterias principales y emergen por los agujeros nutricios, epifisarios y metafisarios. Los capilares del tejido cortical drenan hacia vénulas que están en el espesor del periostio. En consecuencia, la circulación cortical normal es centrífuga porque se cumple desde adentro hacia afuera. Dentro del hueso no hay vasos linfáticos, aunque las infecciones no tardan en propagarse a los linfáticos que drenan a los tejidos de las cercanías.

Una diferencia importante es la que ocurre en la circulación de los huesos jóvenes que están en crecimiento. En ellos la circulación en las epífisis forma compartimientos separados e independientes porque, salvo algunas excepciones, las arterias no atraviesan el cartílago de crecimiento (epifisario).

Los nervios acompañan a los vasos más grandes y sus ramas están dentro de los conductos centrales de las osteonas. Algunos (fibras vasomotoras) van a los vasos, pero otros son sensitivos del tejido óseo (en especial del

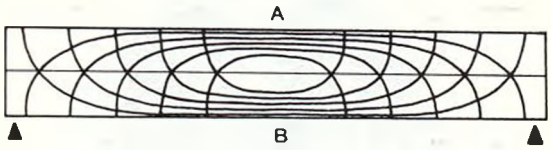


Fig. 1-12. Diagrama de las líneas de fuerzas compresivas (*A*) y tensionales (*B*) en una viga sostenida por ambos extremos. Los esfuerzos más grandes (líneas más próximas entre sí) ocurren en la parte media de la viga, cerca de las superficies.

perióstico) y el destino de otras fibras se desconoce. Ya no se cree que los nervios ejerzan una influencia trófica sobre el hueso. La atrofia esquelética consecutiva a la sección de los troncos nerviosos periféricos obedecería a la parálisis muscular local, de modo que lo que promueve la consunción es la inmovilización.

Aspectos biomecánicos

Cuando está cargado, el hueso se comporta de la misma manera que cualquier otro material. El esfuerzo se concentra en sus partes más exteriores y el centro prácticamente no soporta estrés (fig. 1-12). Esto explica por qué los huesos son tubulares y conservan su fuerza, pero son mucho más livianos. Las líneas de fuerza compresivas y tensionales principales se intersecan de manera ortogonal hacia los extremos del modelo, de modo que la arquitectura esponjosa concuerda mucho con el patrón teórico de los esfuerzos que soporta el hueso. En efecto, se ha descrito la trama de hueso trabecular como la cristalización de las líneas de fuerza en una metáfora ingeniosa aunque deficiente. Como el análisis más detallado de la arquitectura esponjosa (fig. 1-13) introduce cuestiones complicadas y controvertidas, lo más conveniente será dejar librado este comentario al especialista, mencionando nada más que existe una relación entre la arquitectura y la mecánica y que, con el correr del tiempo, la arquitectura se adapta a los cambios de dirección y magnitud de las fuerzas aplicadas.

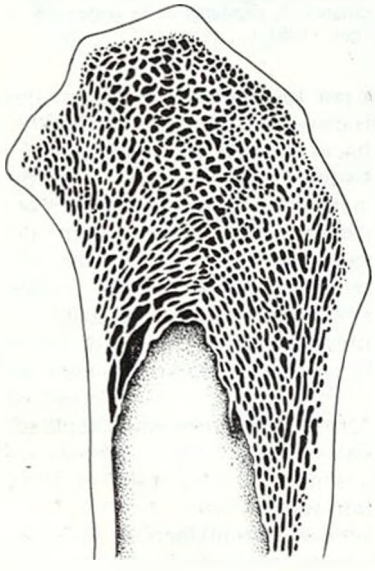


Fig. 1-13. Extremo proximal de la tibia de un caballo, seccionado en un plano sagital, como ejemplo de la arquitectura del hueso esponjoso.

El hueso compacto es un material complejo que posee una plasticidad y fuerza considerable y posee capacidad para soportar considerable deformación y recuperar su forma. Cuando se dobla, las laminillas y las osteonas que lo componen se desgarran primero las unas junto a las otras; si se doblan demasiado, aparece una grieta perpendicular a la línea del desgarro que luego se propaga rápidamente para crear una fractura quebrada. La mayoría de las fracturas ocurren por incurvación excesiva, la cual fuerza a ambos lados del hueso más o menos en la misma medida. Como el lado sometido a esfuerzo de tensión suele claudicar primero, esto sindica que el hueso compacto resiste mejorar la compresión. En cambio, el hueso esponjoso suele aplastarse e impactarse mediante compresión.

Algunas variedades especializadas de hueso

Muchas veces existen huesos dentro de los tendones o, más raramente, dentro de ligamentos, en los sitios donde éstos cambian de dirección sobre eminencias que los expondrían a una presión o roce excesivo. Estos huesos, conocidos como *sesamoides* forman articulaciones sinoviales comunes con los huesos principales con los cuales están en contacto. Además de prevenir el desgaste del tendón, el hueso sesamoide desplaza el tendón más lejos del eje de la articulación adyacente y sirve así para aumentar el brazo de palanca del músculo. El ejemplo mejor conocido es la patella (rótula), que se forma en el músculo principal que extiende la articulación de la rodilla (fig. 2-56). En el perro también se forman sesamoides más pequeños en los músculos de la corva, en los tendones que transcurren detrás de las articulaciones metacarpofalángicas (en las bases de los dedos) y los tendones extensores dentro de los dedos (fig. 1-6). La importancia práctica principal de estos sesamoides menores es el riesgo de que se los identifique erróneamente como fracturas astilladas al observar una radiografía. En los animales grandes uno o más sesamoides adicionales se forman en el lado dorsal del ten-

dón flexor profundo antes de su inserción en la falange o falanges distales. En el perro esta reacción se limita a la formación de un botón de cartílago en cada rama del tendón.

Aunque los sesamoides son un recurso que sirve para proteger de daño a los tendones, los sesamoides mayores se forman en el embrión antes de que puedan ocurrir movimientos, de modo que tienen que ser de origen genético. Estos sesamoides no se vuelven a formar luego de extirparlos si se mantiene inmovilizada la extremidad, pero si en caso de que se permita el movimiento; esto significa que también pueden formarse como reacción a un estímulo adecuado durante la vida del animal.

Los *huesos esplácnicos* se forman en órganos blandos alejados del resto del esqueleto. Los ejemplos más familiares y los únicos de importancia en anatomía veterinaria son el hueso peniano (y su equivalente femenino, el hueso clitoridiano) del perro y gato y los huesos cardíacos existentes en el corazón de los rumiantes.

Ciertos huesos están excavados para contener espacios aéreos. En los mamíferos estos *huesos neumáticos* sólo están en el cráneo y contienen los senos paranasales, que se comunican con las cavidades nasales. Los senos se desarrollan principalmente después de nacer, cuando las prolongaciones de la mucosa nasal invaden ciertos huesos craneanos y reemplaza al diploe, hueso esponjoso comprendido entre las láminas externa e interna (''tablas'') de compacta. La separación de las láminas puede ser muy considerable y originar un importante remodelamiento posnatal del cráneo, hecho que se manifiesta bien en los bovinos y porcinos. El esqueleto poscefálico de las aves desarrolla un extenso sistema de cavidades llenas de aire que se comunican con los órganos respiratorios.

Articulaciones

Los huesos están unidos los unos con los otros por medio de junturas o articulaciones, algunas de las cuales tienen la finalidad de mantenerlos firmemente unidos y otras, en cambio, permiten que se muevan libremente entre sí. Por esta razón y a causa de diferencias en el desarrollo, existe una variación enorme en la estructura articular que dificulta mucho la preparación de una clasificación satisfactoria. Merced a las revisiones periódicas de la terminología se han definido categorías nuevas y, en cambio, las categorías anteriores han sido fusionadas o han recibido nombres nuevos, de modo que en la actualidad reina cierta confusión y abundan los términos superfluos. El sistema oficial actual reconoce tres categorías principales: articulaciones fibrosas en los que los huesos están unidos por tejido conectivo denso; articulaciones cartilaginosas,

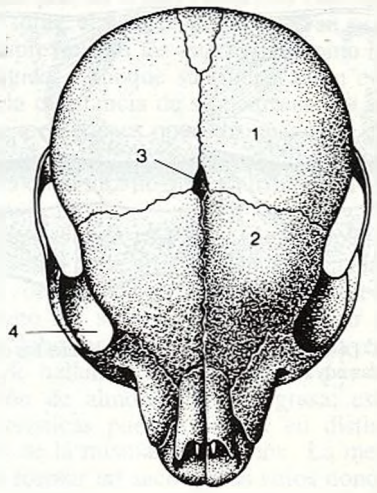


Fig. 1-14. Suturas entre los huesos del cráneo de un cachorro.

1, hueso parietal; 2, hueso frontal; 3, fontanela (fonticulus); 4, órbita.

en las que los huesos están unidos por cartílago, y articulaciones sinoviales, en los que existe una cavidad entre los huesos ocupada por líquido. Es obvio que la mayoría de las articulaciones de las categorías primera y segunda son relativamente inmóviles y hasta rígidas; a estas clases se las conocía antes como sinartrosis. En cambio, la mayoría de las articulaciones de la tercera categoría son libremente móviles; antes se las llamaba diartrosis. Estos términos, aunque obsoletos suelen aparecer con bastante frecuencia.

Articulaciones fibrosas

La mayoría de las articulaciones fibrosas están en el cráneo y se conocen como *suturas* (fig. 1-14). Las estrechas bandas de tejido fibroso que delinean los márgenes de los huesos y los unen representan restos de una membrana continua original en la que habían aparecido centros de osificación aparte. Las suturas cumplen un papel importante en el animal joven porque permiten que el cráneo crezca mediante extensión de los huesos individuales en sus márgenes mientras la proliferación de la membrana continúa. Las suturas desaparecen poco a poco cuando la osificación se extiende a través de la membrana una vez que ésta ha dejado de crecer. Este proceso es lento y desparejo y no se completa ni siquiera en la senectud. La modificación gradual de las suturas se utiliza en antropología y medicina forense como guía –aunque no muy segura– para juzgar la edad del individuo. Si bien no se requiere ni puede ocurrir movimiento entre los huesos del cráneo del

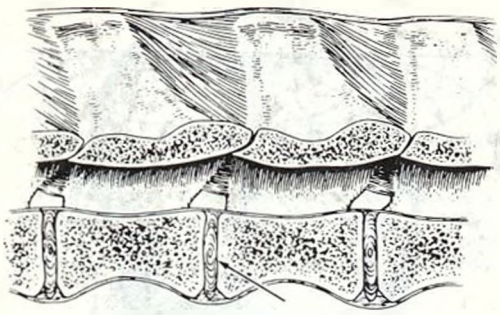


Fig. 1-15. Disco intervertebral (flecha) que une los cuerpos de vértebras adyacentes.

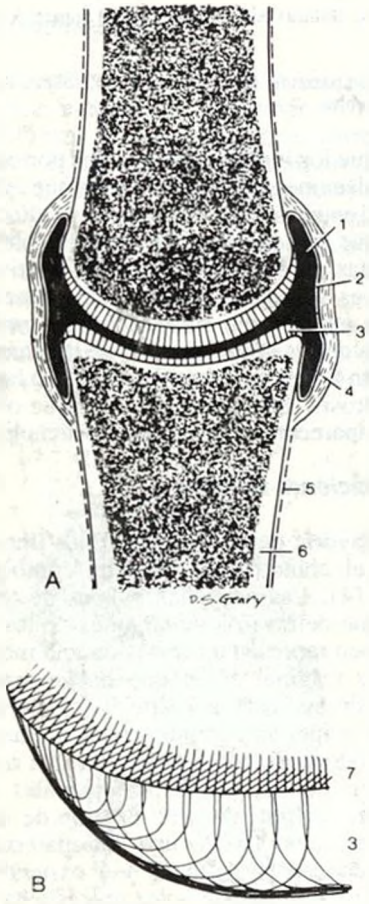


Fig. 1-16. *A*, corte de una articulación sinovial. *B*, segmento de cartílago articular que muestra la trama de fibras arqueadas. (Diseños esquemáticos.).

1, cavidad articular; 2, membrana sinovial; 3, cartílago articular; 4, estrato fibroso de la cápsula articular; 5, periostio; 6, hueso compacto; 7, hueso subcondral.

adulto, las suturas más anchas del cráneo fetal permiten que se produzca cierta deformación pasiva, de utilidad durante el parto en ciertas especies, incluso la humana.

Las otras articulaciones fibrosas se conocen como *sindesmosis*. En ellas las áreas coincidentes de dos huesos están unidas por ligamentos de tejido conectivo. En algunas sindesmosis existen áreas de hueso relativamente anchas unidas por ligamentos cortos y es inevitable que el movimiento sea muy limitado; son ejemplos las articulaciones entre los huesos mayores y menores del metacarpo del caballo. En otras los ligamentos son más largos y sus inserciones son más estrechas, de manera que puede ocurrir un movimiento más apreciable; un ejemplo es la articulación entre las diáfisis del radio y una en el antebrazo del perro.

La inserción del diente en el hueso de su alvéolo podría incluirse entre las articulaciones fibrosas con el nombre de *gonfosis*.

Articulaciones cartilaginosas

La mayoría de las articulaciones cartilaginosas se conocen como *sincondrosis*. Comprenden las articulaciones entre las epífisis y las diáfisis de los huesos largos juveniles y las respectivas articulaciones de la base del cráneo. La mayoría son temporarias y desaparecen una vez que cesa el crecimiento, en que el cartílago es sustituido por hueso. Las pocas sincondrosis permanentes comprenden la articulación entre el cráneo y el aparato hioides (pág. 79), que permite que ocurra un movimiento apreciable en algunas especies.

En la *sínfisis*, que es más complicada, los huesos articulados son divididos por una sucesión de tejidos; por lo general existe cartílago aplicado contra los huesos y fibrocartílago o tejido fibroso en el medio. Esta categoría comprende las articulaciones situadas entre las mitades simétricas de la mandíbula de la cintura pelviana y las articulaciones comprendidas entre los cuerpos de vértebras sucesivas (fig. 1-15). Cada una de estas articulaciones tiene sus propios rasgos, en ocasiones específicos, que hemos de considerar más adelante.

Articulaciones sinoviales

Estructura. En las articulaciones sinoviales los huesos articulados se hallan separados entre sí por un espacio ocupado por líquido, la cavidad articular (fig. 1-16). Los límites de este espacio son completados por un manguito de delicado tejido conectivo, la membrana sinovial. Esta membrana se inserta en la periferia de las superficies articulares, que están cubiertas por finas capas de cartílago. Aunque no existen

otros rasgos esenciales, en la mayoría de las articulaciones sinoviales la membrana sinovial está reforzada por fuera por una capa fibrosa, en tanto que existen bandas fibrosas adicionales (ligamentos) situadas estratégicamente para unir los huesos y restringir el movimiento en las direcciones y grados debidos. Hemos de describir con cierto detalle cada uno de estos componentes a causa de la prevalencia de lesiones y estados patológicos articulares en los animales domésticos. Puede decirse con seguridad que ninguna otra rama de la anatomía depara un estudio más provechoso.

La *superficie articular* se halla tapizada por un cartílago articular que suele ser hialino, aunque en algunos sitios se halla sustituido por fibrocartílago e incluso tejido fibroso denso. El cartílago tiene más o menos un milímetro de espesor en las articulaciones del perro, pero puede tener varios milímetros en las articulaciones más grandes de los equinos y bovinos. Este cartílago acentúa la curvatura del hueso subyacente porque es más gruesa en el centro de las superficies convexas y en la periferia de las superficies cóncavas. Es un material plegable de aspecto vidrioso traslúcido que, aunque suele ser blanco y de tinte celeste o rosa en animales jóvenes, se torna amarillento con la edad, lo cual indica pérdida de elasticidad. La superficie es lisa al tacto y a simple vista, aunque muy irregular si se la observa con poco aumento con el microscopio.

El cartílago posee una estructura compleja consistente en finas fibras dentro de su matriz, dispuestas en arcos cuyos vértices se aproximan a la superficie (fig. 1-16*B*). Como la división del cartílago, que es común en las enfermedades articulares, tiende a seguir el trayecto de las fibras, las lesiones superficiales ocasional desflecamiento superficial, en tanto que las más profundas ocasionan grietas más o menos verticales.

El cartílago articular es insensible y avascular. La insensibilidad explica por qué las lesiones articulares pueden progresar mucho hasta que el paciente adquiere noción de su existencia. Los requerimientos de oxígeno y nutrición se satisfacen mediante difusión proveniente de tres fuentes: el líquido que está en la cavidad articular, los vasos de los tejidos que se hallan en la periferia del cartílago y los vasos de los espacios medulares subyacentes. La difusión es ayudada por la porosidad de la matriz cartilaginosa, que capta líquido y lo libera al descargarse y comprimirse alternadamente el cartílago durante los movimientos articulares.

Ciertos cartílagos articulares grandes son interrumpidos por áreas deprimidas que pueden indentar la periferia o aparecer como islotes. Estas áreas desnudas (fossae nudatae) están revestidas por un tejido conectivo fino que descansa sobre el hueso subyacente; en ocasiones los desprevenidos las interpretan como lesiones patológicas. Aunque su significación es discutible, la constancia de su ocurrencia y su coincidencia en huesos opuestos cuando la articulación está en determinadas posiciones, ha motivado la conjetura de que contribuyen a extender la sinovia.

La *membrana sinovial*, que completa el revestimiento de la articulación, es una lámina de tejido conectivo rosa brillante. Puede estar por completo sin sostén, puede descansar directamente sobre una capa fibrosa externa resistente o puede hallarse separada de ésta por la interposición de almohadillas de grasa; estas tres características pueden ocurrir en distintas regiones de la misma articulación. La membrana puede formar un saco en los sitios donde no se halla sostenida y estos divertículos pueden llegar muy lejos, lo cual puede revestir importancia porque explica cómo se pueden afectar las articulaciones por heridas que aparentan ser remotas. La superficie interna de la membrana tiene gran cantidad de prolongaciones de diversos tamaños y grados de permanencia que acrecientan mucho su superficie. A diferencia de las membranas mucosas, la membrana sinovial carece de una cobertura celular continua; las partes más celulares, que sólo están en sitios relativamente protegidos, son responsables de la producción del componente lubricante (aminoglicanos) del líquido sinovial. Los otros componentes provienen del plasma sanguíneo. La membrana es vascular y sensible.

La *sinovia*, líquido que está dentro de la cavidad, recibe su nombre de su semejanza con la clara de huevo. Se trata de un líquido viscoso y adherente cuyo color varía desde pajizo pálido hasta pardo. Suele decirse que existe en cantidades muy pequeñas, pero en realidad es muy abundante en las articulaciones más grandes, ya que en las articulaciones de las extremidades de los equinos y bovinos pueden aspirarse a veces 20 a 40 ml. La cantidad es máxima en los animales que pueden realizar ejercicio con libertad.

La sinovia cumple funciones lubricantes y nutritivas. Aunque se discuten las maneras en que actúa como lubricante, no cabe duda de que es muy eficiente porque la fricción prácticamente no ocasiona ningún desgaste en las articulaciones sanas. El líquido contribuye a nutrir el cartílago articular, todas las estructuras intraarticulares y quizás el estrato superficial de la propia membrana sinovial.

La cápsula suele completarse con una *capa fibrosa* externa. Esta cápsula se inserta en torno de los márgenes de las superficies articulares y presenta unos engrosamientos locales que se

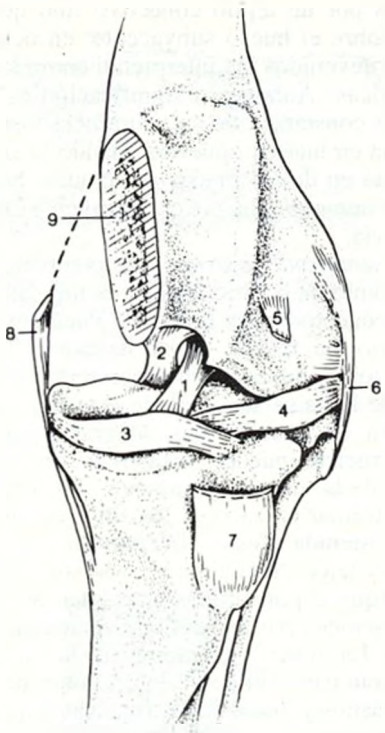


Fig. 1-17. Vista craneal de la articulación de la rodilla izquierda del perro resecada para mostrar los ligamentos intracapsulares y extracapsulares.

1, ligamento cruzado craneal; 2, ligamento cruzado caudal; 3, menisco medial; 4, menisco lateral; 5, tendón de origen del extensor digital largo; 6, ligamento colateral lateral; 7, ligamento patelar; 8, ligamento colateral medial; 9, cóndilo medial eliminado en parte.

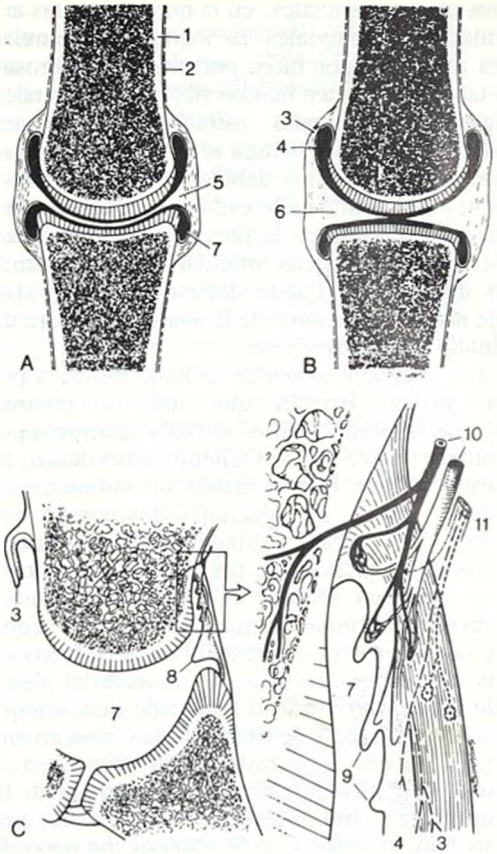


Fig. 1-18. *A*, articulación sinovial con disco articular. *B*, articulación sinovial con menisco. *C*, vasos sanguíneos y nervios de una articulación.

1, hueso compacto; 2, periostio; 3, estrato fibroso de la cápsula articular; 4, membrana sinovial; 5, disco articular; 6, menisco; 7; cavidad articular; 8, pliegue sinovial; 9, vellosidad sinovial; 10, vasos sanguíneos que nutren la epífisis y la cápsula articular; 11, nervio con fibras eferentes para los vasos sanguíneos y fibras aferentes para la sensibilidad dolorosa y propioceptiva.

llaman *ligamentos* cuando están bien desarrollados y son individuales. Algunos, de los cuales los ligamentos cruzados de la rodilla son buenos ejemplos, aparentan correr de hueso a hueso dentro de la articulación. En ocasiones a estos ligamentos se los denomina intracapsulares para distinguirlos de la mayoría en posiciones extracapsulares, pero en realidad están excluidos de la cavidad por una cubierta de membrana sinovial (fig. 1-17). La capa fibrosa y los ligamentos cuentan con terminaciones nerviosas propioceptivas que registran la posición y la celeridad del cambio de posición de la articulación; también existen otros receptores que registran el dolor.

Unas pocas articulaciones poseen *discos* o *meniscos* que en realidad son intracapsulados (fig. 1-18*A*,*B*). El disco, como sucede en la articulación temporomandibular existente entre la mandíbula y el cráneo, se fusiona con la membrana sinovial en torno de su periferia y divide así la cavidad en compartimientos superior e inferior. En la articulación de la rodilla existe un par de meniscos, que son semilunares, como su nombre lo sugiere. Estos meniscos sólo se insertan en sus bordes convexos y, por ende, dividen a la cavidad en forma incompleta. Ambas estructuras consisten en cartílago hialino, fibrocartílago y tejido fibroso en proporciones que varían según la zona, la especie y la edad. Los meniscos y los discos imparten congruencia a las superficies articulares incompatibles, pero esto difícilmente podría ampliar su presencia porque en otras articulaciones la congruencia se consigue de manera más sencilla. La explicación alternativa más probable los considera un recurso para resolver movimientos complicados en componentes más sencillos que se asignan a distintos niveles de la articulación. Así, en la articulación temporomandibular el movimiento de bisagra requerido para abrir la

boca ocurre en el nivel inferior (entre el disco y la mandíbula), mientras que los movimientos de traslación que avanzan, retraen o deslizan la mandíbula de contado, tienen lugar en el nivel superior (entre el disco y el cráneo).

El *labrum articular* es un rodete u orla fibroartilaginosa que rodea la circunferencia de ciertas superficies articulares cóncavas, entre ellas el acetábulo (cavidad profunda de la cadera). El labrum sirve para extender y profundizar la superficie articular, acrecentando el área de sustentación y contribuyendo a distribuir el líquido sinovial. Como el labrum es deformable, permite que la superficie se adapte a las disparidades en la curvatura del hueso con el cual está en contacto.

Las *almohadillas sinoviales* se forman en los sitios en que existen masas adiposas entre las capas sinovial y fibrosa de la cápsula articular. En ocasiones se interpreta que serían hisopos que diseminan la sinovia sobre la superficie, pero su finalidad principal es permitir que la membrana sinovial acomode su forma a la parte del hueso con la cual está en contacto momentáneamente.

Movimientos. Aunque muchos movimientos articulares aparentan ser complicados, siempre se pueden resolver en componentes simples. Además, muchas actividades son el resultado de un movimiento coordinado en varias articulaciones vecinas; la suma de cambios puede ser considerable cuando el movimiento en cada articulación individual es escaso.

El movimiento más sencillo es la *traslación*. En su forma pura, la traslación consiste en una superficie plana que se desliza sobre otra, mientras que los cuerpos a los cuales pertenecen las superficies mantienen su orientación original. Es probable que nunca ocurran movimientos de traslación verdaderos porque los prerrequisitos son que las superficies sean perfectamente planas y no ocurra rotación. Sin embargo, se define una categoría de articulación (articulación plana) en la cual se presume que el movimiento es de este tipo. Estas articulaciones tienen unas superficies articulares pequeñas que parecen ser planas a primera vista, cuando en realidad las superficies articulares siempre son curvas.

Todos los otros movimientos entrañan cambios angulares. En algunos el hueso gira en torno de un eje perpendicular a su superficie en un movimiento que se describe como rotación. Como la rotación siempre se puede invertir, es necesario especificar su rotación. Por convención, la rotación interna de un miembro lleva la superficie craneal hacia medial y la rotación externa lo hace hacia lateral.

Otros movimientos consisten en la oscilación del hueso sobre un eje paralelo a su superficie articular en un movimiento pendular. Se trata de un deslizamiento entre superficies curvas que puede describirse como una oscilación. La mayoría de las oscilaciones entrañan cierta rotación, aunque a menudo esto pasa inadvertido.

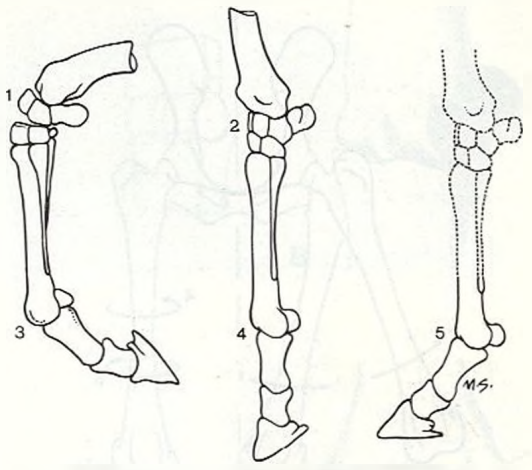


Fig. 1-19. Flexión, extensión e hiperextensión ilustradas mediante la parte distal del miembro torácico del caballo.

1, articulación carpiana flexionada; 2, articulación carpiana extendida; 3, articulación del menudillo flexionada; 4, articulación del menudillo extendida; 5, articulación del menudillo hiperextendida.

Los movimientos pendulares en los planos sagitales predominan en las articulaciones de los miembros y se conocen como flexión y extensión. La *flexión* reduce el ángulo entre los dos segmentos del miembro, en tanto que la *extensión*, movimiento contrario, abre el ángulo y hace que ambos segmentos queden más alineados (fig. 1-19). Sin embargo, el movimiento de algunas articulaciones abarca desde la posición flexionada hasta la extensión completa (180°) y una segunda posición flexionada en dirección contraria. El menudillo del caballo es un buen ejemplo de una articulación que tiene un movimiento de excursión tan amplio. En estos casos las dos posiciones terminales pueden distinguirse como hiperextensión (o dorsiflexión), postura en que el animal permanece de pie en reposo, y flexión palmar, postura que adopta el pie al elevarlo pasivamente. En la figura 1-19 se aprecia bien esta distinción, que puede ser un tanto confusa.

La aducción y la abducción son movimientos pendulares sobre un plano transversal al tronco (fig. 1-20). La *aducción* lleva la parte móvil hacia el plano mediano y la *abducción* lo aleja más de este plano. Aplicadas a los dedos, la aducción y abducción describen movimientos en relación con el eje del miembro e indican la convergencia o la separación de los dedos respectivamente.

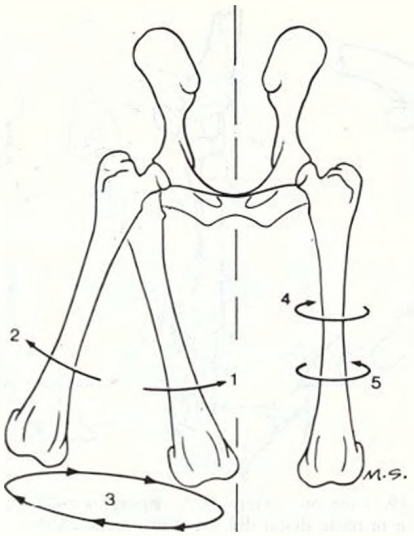


Fig. 1-20. Movimientos del miembro ilustrados por los fémures del perro, vista craneal.

1, aducción; 2, abducción; 3, circunducción; 4, rotación interna; 5, rotación externa.

La combinación de flexión y extensión, aducción y abducción, permite que el extremo del miembro describa un círculo o elipse en un movimiento que se conoce como *circunducción*.

Los movimientos de las articulaciones están sometidos a ciertas limitaciones. Existen varios factores limitantes en potencia y no es fácil determinar su importancia relativa. Obviamente tiene importancia la forma de las superficies articulares. Es necesario cierto grado de incongruencia para mantener una cuña de sinovia lubricante entre las superficies. Esta cuña se reduce cuando el radio de curvatura de la superficie convexa aumenta hacia su borde para aproximarse al radio de la curvatura de la superficie cóncava oponente. De este modo las superficies adquieren congruencia en la posición terminal íntimamente apretada y todo movimiento adicional es detenido por esta compresión.

No cabe duda de que la tensión de los ligamentos extracapsulares puede detener el movimiento, aunque no se sabe con certeza si este método de frenado es necesario en circunstancias normales. Algunos ligamentos se mantendrían en moderada tensión durante toda la excursión del movimiento, mientras que otros suelen estar relajados y sólo se tensan cuando el movimiento amenaza con continuar más allá del límite normal.

En algunas situaciones puede ser importante el contacto entre estructuras extraarticulares; obviamente el olécranon impide la hiperextensión forzada del codillo, en tanto que la aposición de los músculos caudales del muslo y la pantorrilla impide la hiperflexión de la rodilla humana. La tensión en los músculos y otras estructuras blandas de las cercanías de una articulación puede desacelerar el movimiento primero y detenerlo después; la incapacidad para estirar más allá de cierto límite –insuficiencia pasiva– los músculos de la parte caudal del muslo humano impide que mucha gente se toque los dedos de los pies con la punta de los dedos de la mano. La contracción de los músculos antagonistas de un movimiento dado sería el factor más importante, como se comenta en el próximo apartado.

Clasificación. Las articulaciones sinoviales pueden clasificarse de acuerdo con criterios numéricos y geométricos. El sistema numérico distingue las articulaciones simples que tienen un par de superficies articulares de las articulaciones compuestas que tienen más de dos superficies y en las cuales ocurre movimiento en más de un nivel dentro de una cápsula compartida. Las articulaciones del hombro y del codillo son ejemplos del primero y la articulación carpiana del segundo.

En la versión actual del sistema geométrico existen siete categorías. Una, la *articulación plana* (fig. 1-21*A*), se mencionó antes (pág. 32).

La *articulación en bisagra* (ginglymus, fig. 1-21*B*) tiene una superficie articular que semeja un segmento de cilindro y la otra es excavada para recibirla. Sólo puede ocurrir movimiento pendular en un plano; la imposibilidad de que ocurran otros movimientos puede reforzarse por fuertes ligamentos colaterales (uno a cada lado) y quizás por la presencia de crestas y surcos concordantes en la superficies articulares. Un ejemplo es la articulación del codillo entre el húmero y los huesos del antebrazo.

La *articulación en pivote* (articulatio trochoidea, fig. 1-21*C*), consiste en una clavija situada en un anillo. El movimiento tiene lugar en torno del eje mayor de la clavija. En algunas articulaciones (p. ej. radioulnar proximal) la clavija rota dentro del anillo fijo, mientras que en otras (articulación atlantoaxoidea entre las dos primeras vértebras) el anillo rota en torno de la clavija fija.

La *articulación condílea* (fig. 1-21*D*) consiste en dos cóndilos en forma de nudillos que se deslizan dentro de sus respectivas superficies cóncavas. Ambos complejos pueden estar cerca entre sí, como en la articulación femorotibial, o ampliamente separados, con cápsulas articulares independientes, como sucede con las articulaciones gemelas de las mandíbula. En ambos casos se considera que todo el conjunto constituye una sola articulación condílea. El

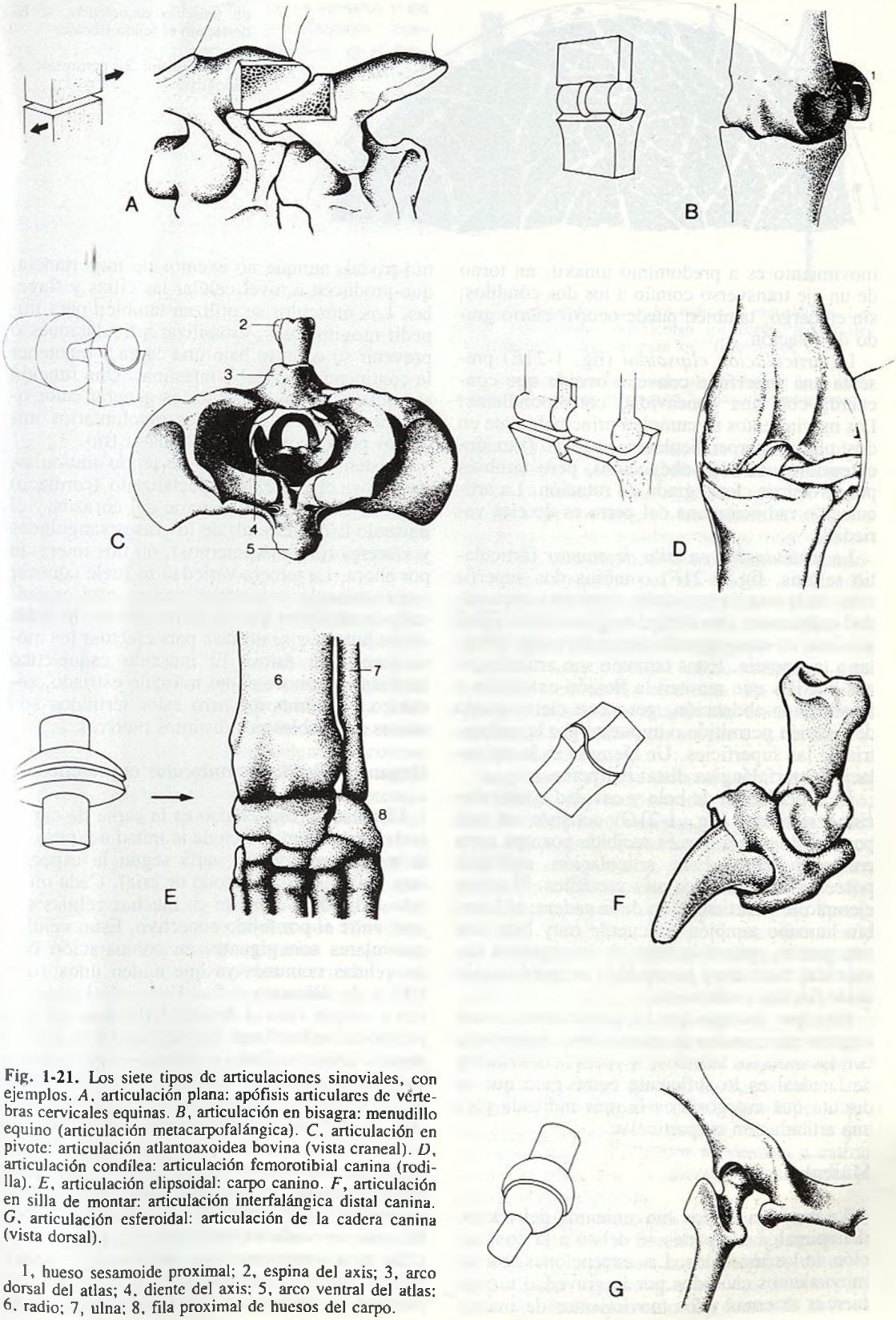


Fig. 1-21. Los siete tipos de articulaciones sinoviales, con ejemplos. *A*, articulación plana: apófisis articulares de vértebras cervicales equinas. *B*, articulación en bisagra: menudillo equino (articulación metacarpofalángica). *C*, articulación en pivote: articulación atlantoaxoidea bovina (vista craneal). *D*, articulación condílea: articulación femorotibial canina (rodilla). *E*, articulación elipsoidal: carpo canino. *F*, articulación en silla de montar: articulación interfalángica distal canina. *G*, articulación esferoidal: articulación de la cadera canina (vista dorsal).

1, hueso sesamoide proximal; 2, espina del axis; 3, arco dorsal del atlas; 4, diente del axis; 5, arco ventral del atlas; 6, radio; 7, ulna; 8, fila proximal de huesos del carpo.

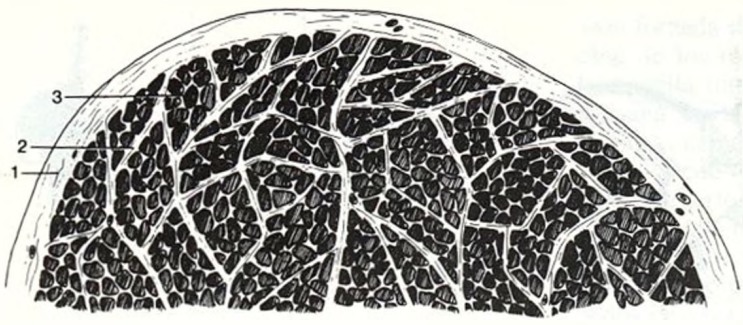


Fig. 1-22. Corte transversal de un músculo esquelético; se ha destacado el tejido fibroso.

1, epimisio; 2, perimisio; 3, endomisio.

movimiento es a predominio uniaxil, en torno de un eje transverso común a los dos cóndilos; sin embargo, también puede ocurrir cierto grado de rotación.

La *articulación elipsoidal* (fig. 1-21*E*) presenta una superficie convexa ovoide que concuerda con una concavidad correspondiente. Los movimientos se cumplen principalmente en dos planos perpendiculares entre sí (flexión-extensión, aducción-abducción), pero también puede ocurrir cierto grado de rotación. La articulación radiocarpiana del perro es de esta variedad.

La *articulación en silla de montar* (articulatio sellaris, fig. 1-21*F*) combina dos superficies, cada una de las cuales tiene una convexidad máxima en una dirección y una concavidad máxima en una segunda dirección perpendicular a la primera. Éstas también son articulaciones biaxiles que remiten la flexión-extensión y la aducción-abducción, pero con cierto grado de rotación permitido o impuesto por la geometría de las superficies. Un ejemplo es la articulación interfalángica distal del perro.

La articulación de bola y cavidad o articulación esferoidal (fig. 1-21*G*) consiste en una porción de esfera que es recibida por una copa correspondiente. Esta articulación multiaxil posee los movimientos más versátiles. El mejor ejemplo es la articulación de la cadera; el hombro humano también concuerda muy bien con este patrón, pero el hombro de las especies domésticas tiene muy restringido su movimiento al de flexión y extensión.

Hay que destacar que las articulaciones anatómicas concuerdan de manera muy imperfecta con los modelos teóricos. A veces la desviación de la ideal es lo suficiente como para que se discuta qué categoría es la más indicada para una articulación en particular.

Músculos

La mayoría de los movimientos del cuerpo del animal y sus partes se deben a la contracción de los músculos. Las excepciones son los movimientos causados por la gravedad u otras fuerzas externas y los movimientos de magnitud trivial, aunque no exentos de importancia, que producen a nivel celular las cilias y flagelas. Los músculos se utilizan también para impedir movimientos, estabilizar articulaciones o prevenir su colapso bajo una carga y mantener la continencia vesical e intestinal. Una función subsidiaria de los músculos es generar calor tiritando, es decir, temblores involuntarios iniciados por exposición repentina al frío.

Existen tres variedades de tejido muscular, pero dos, el músculo especializado (cardíaco) que constituye la mayor parte del corazón y el músculo liso (visceral) de los vasos sanguíneos y vísceras (órganos internos), no nos interesan por ahora. La tercera variedad se suele conocer como músculo esquelético porque está organizado en unidades que en su mayoría se insertan en los huesos y se utilizan para efectuar los movimientos de éstos. El músculo esquelético también se conoce como músculo estriado, somático o voluntario, pero estos términos son menos aceptables por distintos motivos.

Organización de los músculos esqueléticos

El músculo esquelético es la carne de carnicería y representa cerca de la mitad del peso de la res (la proporción varía según la especie, raza, edad, sexo y método de cría). Cada músculo individual consiste en muchas células sujetas entre sí por tejido conectivo. Estas células musculares son gigantes en comparación con las células comunes ya que miden unos 10 a 100 μ de diámetro y 5 a 10 cm de largo. Se ven a simple vista al desprenderlas una por una y también se las llama fibras musculares por su tamaño y forma. Todo el músculo está rodeado por una densa fascia laminar, el epimisio (fig. 1-22); debajo de esta lámina hay una capa más laxa, el periostio, que reviste unos haces pequeños (fascículos) en los cuales se hallan agrupadas las fibras y, por último, cada fibra posee su cubierta delicada propia, el endomisio. Estos componentes de tejido conectivo se fusionan en cada extremo del "vientre" muscular y se continúan como tendones por medio de los cuales el músculo hace su inserción. La cantidad y calidad del tejido conectivo expli-

can en parte las variaciones en el aspecto y en las cualidades culinarias de los distintos "cortes" de carne (otro factor importante es el grado de acortamiento que se permite manteniendo colgada la res durante el rigor post mortem). El consumidor está dispuesto a pagar más por algunos cortes que otros y se han realizado muchos esfuerzos encaminados a criar animales en los cuales la mayor parte de la res consista en los grupos musculares más deseables, pero la falta de éxito en este sentido ha sido desalentadora.

Variaciones en la arquitectura muscular. Existe mucha variación en la forma en que las fibras musculares están dispuestas dentro del vientre del músculo y esta variación puede explicarse invocando dos principios. El acortamiento (un 50%) que el músculo puede experimentar al contraerse depende de la longitud de las fibras componentes. La fuerza que el músculo es capaz de generar depende de la suma del área transversal de sus fibras. En consecuencia, el desplazamiento máximo ocurre en el llamado músculo acintado (fig. 1-23), cuyas fibras corren paralelamente al eje mayor a lo largo de todo el músculo y éste se completa con tendones de inserción muy cortos.

Los músculos cuyas fibras se unen a los tendones en diagonal tienden a ser fuertes en relación con su volumen porque así pueden acomodarse más fibras y el corte transversal total es mayor. Aunque los músculos de este tipo son potentes, derrochan una proporción de su fuerza y de su potencial para desplazarse, de modo que sólo una parte –correspondiente al coseno del ángulo de inserción de las fibras– se aplica a la línea de tracción. Para calcular la potencia que tales músculos generan hay que sustituir el corte transversal "anatómico" simple por el corte transversal "fisiológico", complejo plano que divide el músculo de manera tal que cada fibra componente es seccionada transversalmente a su eje. Los músculos con fibras anguladas suelen ordenarse en varias categorías, de complejidad arquitectónica creciente: pennados, bipennados, circumpennados y multipennados (fig. 1-23).

Muchos músculos de las extremidades son pennados y, a diferencia de los acintados, poseen unos largos tendones cordiformes que permiten que sus gruesos vientres estén cerca del tronco; así, como únicamente los livianos tendones llegan a los dedos para accionar las articulaciones, se requiere menos energía para producir los movimientos de vaivén de los miembros. Ciertos músculos de la pared corporal consisten en unas finas láminas planas que se continúan con anchas hojas tendinosas (que se denominan aponeurosis), lo cual es una adaptación evidente para sostener los órganos

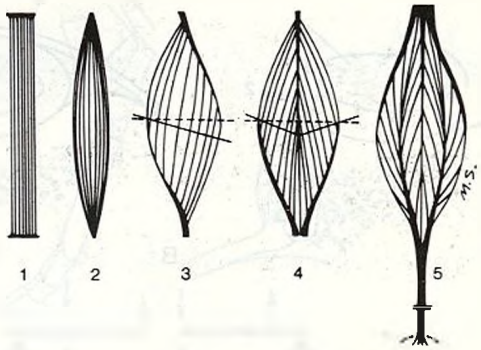


Fig. 1-23. Arquitectura de los músculos esqueléticos. Las líneas entrecortadas representan los cortes trasversales "anatómicos" y las continuas los "fisiológicos".

1, músculo acintado; 2, músculo fusiforme; 3, músculo pennado; 4, músculo bipennado; 5, músculo multipennado.

abdominales. Otros músculos nacen en dos, tres o cuatro cabezas aparte que se unen en un tendón común, lo cual se indica con los términos descriptivos bíceps (dos cabezas), tríceps o cuadríceps en los nombres de los músculos.

En otra variedad, dos o más unidades carnosas están separadas por un tendón intermedio que forma unidades digástricas (dos vientres) o poligástricas. Otros más están dispuestos en anillos que rodean orificios naturales, como la boca o el ano, y actúan como esfínteres para estrechar o cerrar las aberturas. En todos estos ejemplos existe una adaptación evidente de la arquitectura del músculo acorde con las funciones que debe cumplir.

Tendones. Los músculos siempre se insertan por medio de tendones de tejido conectivo; cuando estos tendones son tan cortos que casi no se notan, se dice que las inserciones de estos músculos son carnosas. Los tendones consisten casi con exclusividad en haces de colágeno dispuestos con regularidad y poseen gran fuerza tensional. En efecto, la tensión excesiva tiende más a romper el vientre muscular o a desprender un fragmento de hueso en la inserción que a alterar el tendón mismo. Además, los tendones son más elásticos de lo que se suele creer y son capaces de absorber y almacenar energía al estirarse. Trabajos recientes sugieren que el retroceso elástico de los tendones hace una contribución sustancial a la locomoción y que una buena fracción del trabajo metabólico que realizan muchos músculos se destina a estirar tendones para que la energía almacenada se pueda liberar después.

Aunque son duros, los tendones pueden dañarse por presión o fricción excesiva, en particular si se desplazan contra tejidos duros o cambian de dirección sobre las eminencias óseas. Se ha mencionado una forma de protec-

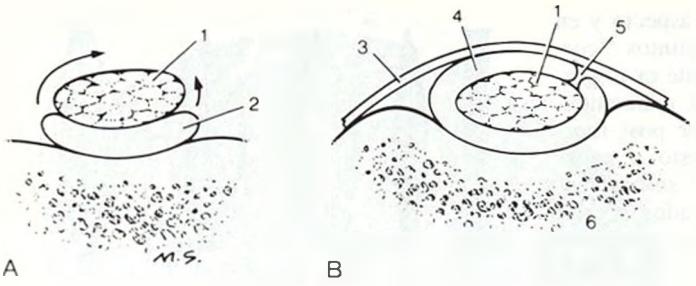


Fig. 1-24. Cortes de una bolsa sinovial (*A*) y de una vaina tendinosa (*B*). La bolsa permite que el tendón (1) se deslice sin fricción sobre el hueso, la vaina permite el movimiento del tendón sobre el hueso y debajo de un retináculo, respectivamente. Las flechas muestran que a la vaina tendinosa se la puede considerar una bolsa grande que ha envuelto un tendón.

1, tendón; 2, bolsa; 3, retináculo; 4, vaina tendinosa; 5, mesotendón por el cual los vasos sanguíneos llegan al tendón; 6, hueso.

ción que adquieren en tales sitios, la condrificación u osificación local (huesos sesamoides) (pág. 28). Una alternativa es la formación de unas almohadillas ocupadas por líquido en los sitios peligrosos. Si sólo peligra una cara del tendón, puede interponerse de ese lado un saco (bolsa sinovial) (fig. 1-24*A*); si, en cambio, es vulnerable una parte mayor de la circunferencia, la almohadilla envuelve el tendón con una vaina tendinosa (vagina synmovialis, fig. 1-24*B*). Las paredes de estas bolsas y vainas y el líquido que contienen son semejantes a los componentes de las articulaciones sinoviales. Cuando los tendones se mueven, el roce ocurre entre las capas sinoviales lubricadas.

La inflamación de las bolsas y vainas sinoviales es común y hay que conocer sus posiciones y extensiones pero esto no es difícil ya que se encuentran con exactitud en los sitios donde son necesarias.

Irrigación sanguínea e inervación de los músculos. Los músculos reciben una irrigación sanguínea relativamente abundante de las arterias de las vecindades. En ocasiones una única arteria entra en el vientre muscular, en cuyo caso el bienestar del músculo depende de la integridad de ella, pero con mayor frecuencia entran en él dos o más arterias por separado, lo cual es más seguro porque las arterias se comunican entre sí dentro del músculo. Lamentablemente estas conexiones (anastomosis) no siempre alcanzan para que el músculo soporte la interrupción de una de sus fuentes de nutrición sin sufrir daños. Las arterias intramusculares se ramifican dentro del perimisio para continuarse con capilares que siguen a las vainas abdominales de las fibras individuales.

Las venas son satélites de las arterias. Es probable que la actividad normal, cuando sólo se contrae una fracción de las fibras musculares, promueva la circulación dentro del músculo manejando los capilares y las venas más pequeñas. Las contracciones masivas exprimen estos vasos desde todos los lados, deteniendo la circulación y pueden ser nocivas si duran mucho tiempo.

Los tendones tienen escasas necesidades metabólicas, están poco vascularizados y no sangran al cortarlos. La escasa irrigación sanguínea hace que tarden en curar cuando se lesionan. Dentro de los tractos más grandes de tejido conectivo del vientre muscular corren vasos linfáticos.

La mayoría de los músculos están inervados por un solo nervio, pero los del tronco, que se forman a partir de varios somitos (pág. 48), conservan su inervación múltiple. El nervio que entra en un músculo, por lo general acompañado por los vasos principales, se ramifica dentro de los tabiques de tejido conectivo. Consiste en fibras de varios tipos: las grandes fibras motoras alfa inervan las fibras musculares de la masa principal; las fibras motoras gamma, más pequeñas, inervan las células musculares modificadas que están en los husos musculares sepultados en el músculo; las fibras vasomotoras amielínicas inervan los vasos sanguíneos y, por último, las fibras sensitivas inervan los husos, órganos tendinosos y otros receptores. La relación entre fibras motoras y sensitivas varía considerablemente, lo cual es una de las muchas complicaciones para determinar el tamaño de la unidad motora.

Las neuronas motoras que inervan un músculo en particular están agrupadas en su mayor parte en las astas ventrales de sustancia gris de la médula espinal (o dentro de los núcleos motores del tronco cerebral). El axón de cada neurona se ramifica repetidas veces en su trayecto, dentro del mismo tronco nervioso y también en los tabiques intermusculares, hasta que termina en las placas terminales motoras de muchas fibras musculares. Cada neurona y las fibras que envía se conoce como unidad motora, concepto éste que es importante porque se trata de la unidad fisiológica de la contracción muscular. Estos grupos, no las fibras individuales, son los que entran en acción o se inactivan cuando el músculo modifica su fuerza de contracción. Las fibras musculares pertenecientes a una unidad están entremezcladas con las de otras unidades y no concuerdan con ninguna porción discerni-

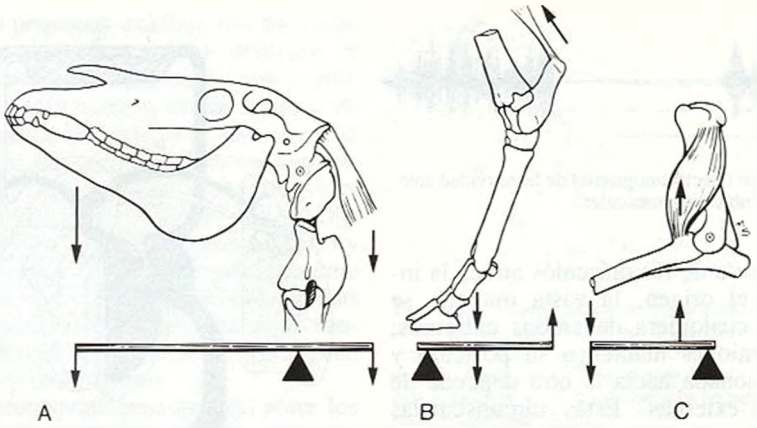


Fig. 1-25. La sección de los músculos sobre el esqueleto puede compararse con distintos sistemas de palancas. *A*, sostén de la cabeza por los músculos dorsales del cuello. *B*, extensión de la articulación del corvejón. *C*, flexión de la articulación del codo.

ble del músculo; es decir, no concuerda con los fascículos, como se podría suponer.

En el hombre la cantidad de fibras que contiene cada unidad varía entre cinco y diez en los músculos que mueven el globo ocular, está en unas 200 en los músculos de los dedos de las manos y en cerca de 2000 en los músculos de los miembros. Aunque las cifras exactas no tienen importancia, los músculos de unidades más pequeñas suelen ser los capaces de realizar los ajustes más delicados. El tamaño de la unidad motora depende de la relación de inervación, que es la relación entre la cantidad de fibras que tiene un músculo y la cantidad de neuronas motoras que las inervan.

Acciones musculares

Cuando un músculo se activa, sus fibras intentan acortarse. Al producirse el acortamiento, la tensión del músculo puede aumentar, mantenerse invariable o disminuir, según las circunstancias. Cuando fuerzas externas impiden que el músculo se acorte, su tensión interior aumenta y se dice que esta actividad es isométrica.

La actividad usual de la mayoría de los músculos entraña cambios en el ángulo de la articulación o articulaciones salvadas por ese músculo. En consecuencia, el aparato musculoesquelético funciona como un sistema de palancas en el cual las articulaciones actúan como fulcros. Las ventajas mecánicas de este sistema dependen de las posiciones (en relación con el fulcro) de la inserción muscular y de la carga aplicada (fig. 1-25). Mientras que un músculo que se inserta cerca de un fulcro desarrolla menos fuerza que otro que lo hace a mayor distancia, ejerce su efecto con mayor rapidez; por lo tanto, los requisitos de velocidad y fuerza están en conflicto. Cuando existen varios músculos disponibles para mover una articulación de una determinada manera, las inserciones de algunos los capacitan más para iniciar el movimiento, mientras que las de otros los capacitan más para completarlo.

Los músculos biarticulares o poliarticulares (que cruzan dos o más articulaciones) pueden ser incapaces de acortarse lo suficiente como para producir la excursión completa del movimiento en ambas o en todas las articulaciones respectivas al mismo tiempo. Se dice que tales músculos son activamente insuficientes.

A todo músculo que produce un determinado efecto se lo puede denominar agonista o motor primario, en tanto que el músculo capaz de oponerse activamente a ese movimiento se llama antagonista. Es evidente que estos términos sólo tienen vigencia en relación con un movimiento dado. Así, en la flexión del codillo, el braquial, que produce el movimiento, es agonista, en tanto que el tríceps braquial, que se opone al movimiento, es antagonista, pero en la extensión de la misma articulación el tríceps es agonista y el braquial antagonista. Puede ser que otros músculos no facilitan ni se opongan directamente a un movimiento, sino que modifiquen la acción del agonista, tal vez eliminando un efecto colateral indeseable. Se dice que tales músculos son sinergistas. Cuando se emplean músculos para estabilizar articulaciones y no para promover su movimiento, se los conoce como fijadores. La fijación o estabilización de una articulación muchas veces entraña la concentración de músculos que se oponen entre sí al mover esa articulación.

Hasta ahora los términos origen e inserción han quedado sin definir. Lo mejor es considerar que su significado es puramente convencional porque origen denota la inserción más proximal o central, en tanto que inserción es la más distal o periférica. Si bien es cierto que en su empleo

Fig. 1-26. Registro (electromiograma) de la actividad eléctrica durante la contracción muscular.

común la mayoría de los músculos atraen la inserción hacia el origen, la vasta mayoría se acortan hacia cualquiera de ambos extremos; cuál de sus uniones mantenga su posición y cuál sea fraccionada hacia la otra depende de circunstancias externas. Estas circunstancias siempre se deben tener en cuenta al considerar las posibles acciones de un músculo.

La acción muscular puede deducirse considerando las inserciones en relación con el eje o ejes de la articulación o articulaciones. Si estas deducciones son correctas, indican lo que un músculo es capaz de hacer pero no cómo se lo usa habitualmente en el animal vivo. La estimulación directa de un músculo o de su nervio revela lo que es capaz de hacer cuando actúa solo, pero no revela cómo se lo usa naturalmente porque muchas veces existen varios músculos alternativos para realizar un movimiento dado y normalmente no se usan todos.

La técnica más ingeniosa y promisoria para estudiar las acciones musculares es la electromiografía, registro de la actividad eléctrica que acompaña la contracción muscular. Se aplican electrodos encima o se los inserta dentro de los músculos para cronometrar su actividad y cuantificar a grandes rasgos la intensidad de ésta (fig. 1-26). Esta técnica ha echado por tierra muchas creencias antiguas sobre las acciones y uso de los músculos en el humor, pero todavía se ha hecho relativamente poco en los animales. Este método debe usarse con cautela. Revela cuándo un músculo es activo, pero el experimentador debe interpretar la actividad como agonista, antagonista o un simple ajuste a la alteración del ángulo articular causado por otras fuerzas.

Vasos sanguíneos periféricos

Los vasos sanguíneos periféricos comprenden arterias que llevan sangre desde el corazón, venas que retornan la sangre al corazón y capilares que son minúsculas conexiones entre las arterias y las venas más pequeñas dentro de los tejidos. Estos vasos están dispuestos en dos circuitos (fig. 1-27). Una, la circulación mayor o sistémica, se origina en el ventrículo izquierdo, lleva sangre oxigenada (arterial) a todos los órganos y partes del cuerpo, excepto el tejido pulmonar intercambiador de gases y luego

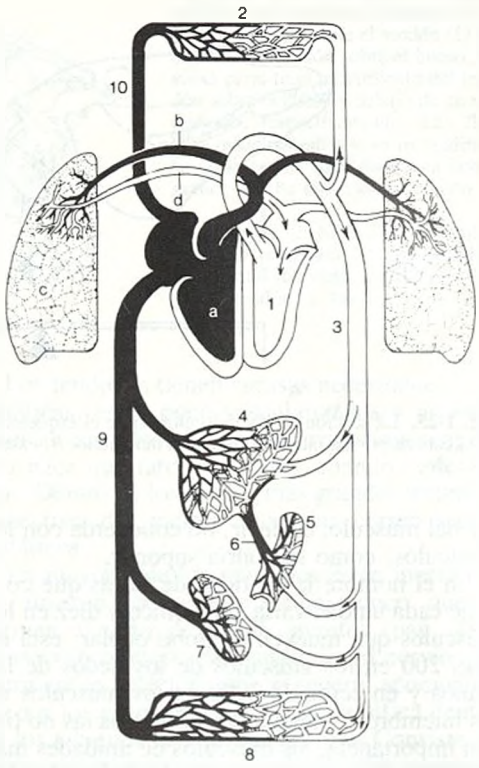


Fig. 1-27. Esquema de la circulación; los vasos que trasportan sangre oxigenada aparecen en blanco y los que llevan sangre desoxigenada en negro.

Circulación sistémica: 1, corazón izquierdo; 2, vasos de la parte craneal del cuerpo; 3, aorta; 4, hígado; 5, intestinos; 6, vena porta; 7, riñones; 8, vasos de la parte causal del cuerpo; 9, vena cava caudal; 10, vena cava craneal.
Circulación pulmonar: a, corazón derecho; b, "arteria" pulmonar; c, pulmón; d, "vena" pulmonar.

transporta la sangre, ahora desoxigenada (venosa), al atrio derecho; el segundo circuito, circulación menor o pulmonar, lleva la sangre desoxigenada del ventrículo derecho al tejido intercambiador de los pulmones, donde se reoxigena antes de volver al atrio izquierdo por medio de un juego de venas especial. Las circulaciones sistémica y pulmonar, junto con las cámaras del corazón, forman un solo recorrido complejo por el cual la sangre circula en forma incesante.

Arterias

En la mesa de disección las arterias pueden distinguirse de los otros vasos por sus paredes blancas, gruesas y relativamente rígidas y por su luz vacía (a menos que hayan sido rellenadas inyectándoles alguna sustancia para conveniencia del disector). Las arterias más grandes siguen una trayectoria bastante constante, pero

sus ramas más pequeñas exhiben mucha variación, tanto que algunos recorridos descritos en los libros de texto, si bien son los más comunes, en realidad sólo ocurren en una minoría de los sujetos. Cuando las arterias se ramifican, el área conjunta de las secciones transversales de los vasos ramificados siempre es mayor que el área trasversal del tronco original (fig. 1-28). Este aumento hace que la velocidad del flujo y la presión periférica disminuyan gradualmente a medida que la sangre se aleja del corazón. Las pulsaciones rítmicas impartidas al torrente sanguíneo por el corazón también se amortiguan eventualmente y desaparecen.

Existe una correspondencia general entre los tamaños absolutos y relativos de los vasos originales y sus ramas y los ángulos en que estas últimas divergen del tronco principal. Aunque existen excepciones, las ramas más grandes divergen en ángulos más agudos para reducir a un mínimo la resistencia. Los factores hemodinámicos son menos importantes en el caso de las ramas pequeñas, que a menudo siguen el camino más corto hasta sus destinos (fig. 1-28).

Otro factor que influye en la trayectoria de las arterias es la preferencia por las situaciones protegidas; esta se ilustra bien en los miembros, donde los vasos principales tienden a correr por el lado medial y también a reorientarse para cruzar las caras flexoras de articulaciones sucesivas. De modo comparable, las arterias que irrigan órganos que cambian mucho de tamaño o posición están protegidas del estiramiento porque siguen cursos sinuosos.

Aunque en última instancia las arterias descargan su sangre en lechos capilares, la mayoría también tiene conexiones más proximales y más sustanciales con sus vecinas. Estas conexiones interarteriales (anastomosis) proveen vías colaterales alternativas o puentes por medio de los cuales se puede mantener la circulación cuando la vía más directa se bloquea. Las circulaciones colaterales comienzan a funcionar inmediatamente cuando un tronco principal se obstruye, pero se tornan más eficientes con el correr del tiempo.

La posibilidad de que ocurra circulación colateral en distintas regiones y órganos tiene una importancia obvia para el clínico y el patólogo y más adelante se ha de prestar más atención a este tema (pág. 250). Mientras tanto, esto sugiere que no haría falta conocer los detalles de todos los vasos más pequeños.

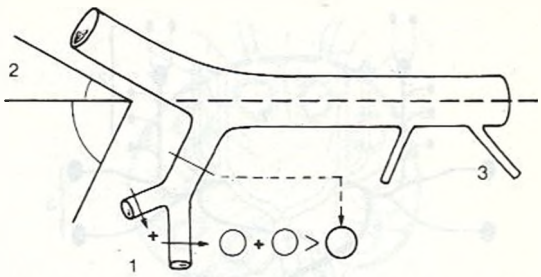


Fig. 1-28. Ramificación de las arterias. Nótese que (1) la suma de las superficies de corte trasversal de las ramas siempre es mayor que la del tronco original; (2) las ramas grandes emergen del tronco a un ángulo más agudo que las más pequeñas, y (3) las ramas más pequeñas de todas lo hacen en cualquier dirección.

Venas

En la mesa de disecciones las venas se distinguen por sus paredes más finas, su aspecto a menudo colapsado y su capacidad, que siempre es mayor que la de las arterias respectivas. Cuando están llenas de sangre coagulada son azules. La mayoría de las venas también se distinguen porque tienen válvulas, distribuidas a intervalos en toda su extensión, que aseguran un flujo unidireccional e impiden el reflujo de sangre cuando la circulación se estanca (fig. 1-29). Cada válvula consiste en dos o tres cúspides semilunares que se miran la una hacia la otra. Las válvulas son más numerosas en las venas expuestas a cambios intermitentes de presión externa y, en cambio, faltan por completo en las que no están sometidas a tales influencias. Por lo tanto, son comunes en las venas que corren entre los músculos y faltan en las del conducto vertebral y cavidad craneana; en parte por esta razón, las venas de este último sitio se conocen con el término especial de "senos venosos".

Las arterias y venas más grandes corren por separado, pero la mayoría de las venas de tamaño mediano y menor acompañan a las respectivas arterias, de las cuales se dice que son satélites, pero exhiben más variantes todavía

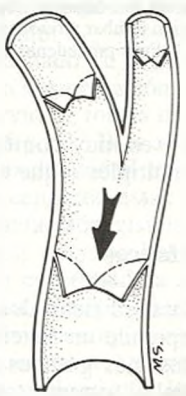


Fig. 1-29. Se ha abierto una ramificación venosa para exponer las válvulas. La flecha indica la dirección del flujo sanguíneo.

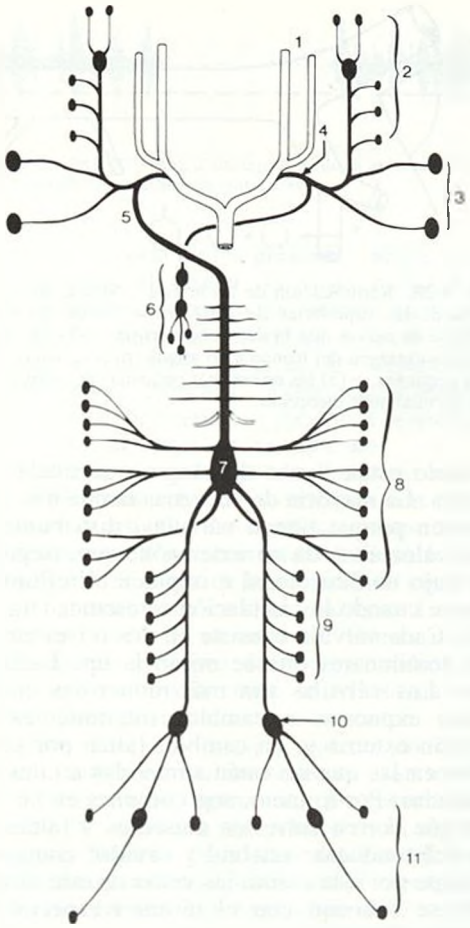


Fig. 1-30. Esquema generalizado de los nódulos linfáticos y vasos linfáticos (vista dorsal). La parte superior del diagrama representa la región del cuello.

1, venas yugulares externa e interna; 2, linfa procedente de la cabeza; 3, linfa procedente del hombro y miembro torácico; 4, conducto traqueal; 5, conducto torácico; 6, linfa procedente de los órganos torácicos; 7, cisterna del quilo; 8, linfa procedente de los órganos abdominales; 9, linfa procedente de la región lumbar y riñones; 10, nódulos linfáticos de la pelvis; 11, linfa procedente del miembro pelviano.

que las arterias y es muy común que sean dobles, que sean múltiples o que estén dispuestas en plexos.

Estructuras linfáticas

El sistema linfático tiene dos componentes. El primero comprende un sistema de capilares y vasos linfáticos más grandes que devuelven líquido intersticial al torrente sanguíneo. El segundo comprende una variedad de aglomeraciones de tejido linfoide ampliamente diseminadas que comprenden los muchos nódulos linfáticos; en cuanto a las aglomeraciones linfoides que no forman nódulos, como las amígdalas, hemos de considerarlas más adelante (pág. 266).

Vasos linfáticos

Un plexo de capilares linfáticos, distribuido en la mayoría de los tejidos, recoge una fracción del líquido intersticial, pero esta fracción tiene una gran importancia, porque comprende las proteínas y otras moléculas grandes que no pueden entrar en los vasos sanguíneos, que son menos permeables. La mayor permeabilidad de los vasos linfáticos también les permite captar partículas, incluso a veces microorganismos. Los capilares linfáticos nacen en fondo de saco y forman plexos en los cuales se originan vasos linfáticos más grandes. Estos vasos más grandes tienen una estructura muy similar a la de las venas, pero son más delicados. Como el líquido (linfa) que contienen suele ser pálido, es raro que sean conspicuos, aunque, una vez que se los encuentra, es fácil identificarlos porque las válvulas espaciadas a intervalos breves les imparten un aspecto de sarta de cuentas distintivo cuando están bien llenos. Los vasos más grandes siguen cursos independientes, pero muchos de los más pequeños acompañan a los vasos sanguíneos y a los nervios. Eventualmente el árbol vascular linfático converge en dos o tres troncos grandes que desembocan de modo un tanto caprichoso en las grandes venas situadas en la unión del cuello con el tórax (fig. 1-30).

Nódulos linfáticos

Los nódulos linfáticos están dispuestos a lo largo de las vías linfáticas de acuerdo con un patrón que exhibe considerables variaciones específicas y algunas individuales. Los grupos de nódulos vecinos constituyen centros linfáticos cuya ocurrencia y cuyos territorios son más constantes que en el caso de los nódulos individuales. Existen diferencias importantes en los centros linfáticos de las distintas especies porque los de los carnívoros y rumiantes domésticos contienen más bien pocos nódulos individuales, pero grandes, en particular los bovinos, mientras que los de los cerdos, y, en particular, los caballos, contienen muchos nódulos pequeños densamente aglomerados.

Los nódulos linfáticos son firmes, de superficie lisa y por lo general ovoides o reniformes. Algunos, que son superficiales, se pueden identificar palpándolos a través de la piel. Naturalmente, es más fácil encontrarlos cuando están agrandados y, por lo tanto, es importante saber qué nódulos se suelen identificar en el animal sano. Cada nódulo está delimitado por

una cápsula, debajo de la cual existe un espacio abierto (seno subcapsular) en el cual desembocan vasos aferentes en diversos sitios. Las ramas del seno subcapsular conducen a un seno medular próximo a un hilio por lo general indentado, del cual emergen unos pocos vasos eferentes (fig. 1-31*A*). El tejido del nódulo se divide en dos regiones, la cortical y la medular. La corteza contiene los centros germinales donde se producen linfocitos incesantemente, en tanto que la médula consiste en unos cordones celulares ramificados más laxos, y ambos elementos están sostenidos por una armazón reticular que contiene muchas células fagocíticas. La organización de los nódulos linfáticos del cerdo (fig. 1-31*B*) exhibe una inversión del patrón usual porque los vasos aferentes entran juntos, mientras que los eferentes tienen orígenes dispersos.

Salvo muy pocas excepciones, las cuales son discutibles, toda la linfa pasa por lo menos por un nódulo en su recorrido desde los tejidos hasta el torrente sanguíneo. A medida que pasa a través del nódulo recibe linfocitos y también está expuesta a las actividades de los fagocitos. Estos últimos retiran y destruyen o tratan de retirar y destruir las partículas, incluso todo microorganismo que llegue con la linfa. Por lo tanto, el nódulo linfático opone una barrera a la propagación de las infecciones y tumores, algunas de cuyas variedades se diseminan con preferencia por vía linfática. Muchas veces la tumefacción de un nódulo linfático indica que existe un proceso patológico en el territorio que drena. Es evidente que el papel del sistema linfático en las enfermedades es ambiguo porque, por una parte, la linfa facilita la propagación de microorganismos o de células tumorales, pero, por la otra, la intervención del nódulo ofrece la oportunidad de contenerlos y destruirlos. Obviamente existen razones de peso por las cuales el clínico, el patólogo y el veterinario dedicado a la inspección de carnes tienen que estar familiarizados con la posición, la accesibilidad, el territorio de drenaje y el destino del flujo eferente de todos los nódulos principales.

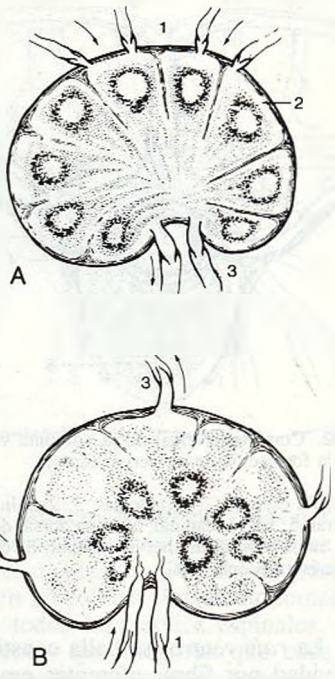


Fig. 1-31. Estructura de un nódulo linfático (*A*) cuyos centros germinales ocupan la región cortical. En el cerdo (*B*) los centros germinales son centrales. Las flechas indican la dirección del flujo linfático.

1, linfáticos aferentes; 2, seno subcapsular; 3, linfáticos eferentes.

Nervios periféricos

El sistema nervioso central –encéfalo y médula espinal– se halla en comunicación bidireccional con prácticamente todos los tejidos del cuerpo por medio de un sistema de nervios periféricos ramificados. Estos nervios consisten en fibras aferentes (sensitivas), que envían información al sistema nervioso central desde los receptores periféricos y fibras eferentes (motoras), que trasmiten instrucciones desde el sistema nervioso central hasta los órganos efectores periféricos. Los nervios periféricos comprenden los 12 pares de nervios craneanos y una cantidad mucho mayor de pares de nervios espirales cuyo total varía según la fórmula vertebral. En el perro hay 8 pares cervicales, 13 torácicos, 7 lumbares y unos 5 caudales. En esta exposición nos limitamos a los nervios espirales, que son bastante uniformes; los nervios craneanos, en cambio, difieren de éstos y entre ellos en muchos aspectos y hemos de considerarlos más adelante.

El origen ordenado de los nervios espirales corresponde a la segmentación de la médula espinal. Cada nervio se forma mediante la unión de dos raíces (fig. 1-32). La *raíz dorsal* consiste casi con exclusividad en fibras aferentes cuyos cuerpos celulares están agrupados para formar una tumefacción visible, el ganglio espinal (de la raíz dorsal). Las prolongaciones centrales entran en la médula a lo largo de un surco dorsolateral. Las prolongaciones periféricas provienen de una amplia variedad de terminaciones exteroceptivas, propioceptivas e interceptivas que responden a los estímulos externos, a los cambios que ocurren dentro de los músculos y otros órganos de la locomoción y cambios en los órganos internos, respectiva-

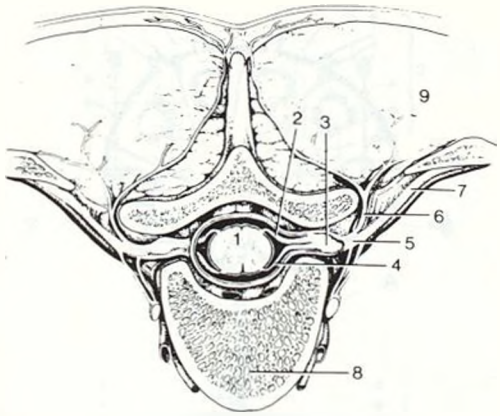


Fig. 1-32. Corte transversal de la columna vertebral que muestra la formación de un nervio espinal.

1, médula espinal; 2, raíz dorsal; 3, ganglio espinal; 4, raíz ventral; 5, nervio espinal; 6, rama dorsal del nervio espinal; 7, rama ventral del nervio espinal; 8, cuerpo vertebral; 9, músculos epiaxiles.

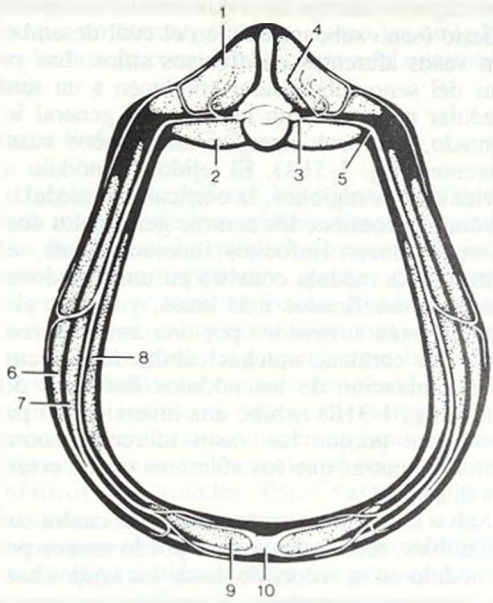


Fig. 1-33. Distribución de un nervio espinal (lumbar).

1, músculos epiaxiles; 2, músculos sublumbares; 3, nervio espinal; 4, rama dorsal del nervio espinal; 5, rama ventral del nervio espinal; 6, 7, músculos oblicuos abdominales externo e interno; 8, músculo trasverso del abdomen; 9, músculo recto del abdomen; 10, línea blanca.

mente. La *raíz ventral* se halla constituida con exclusividad por fibras eferentes emitidas por las neuronas motoras que están en el asta ventral de la sustancia gris y salen de la médula a lo largo de una banda ventrolateral en busca de sus órganos efectores, los músculos y las glándulas.

Las raíces dorsales y ventrales se unen en la periferia respecto del ganglio de la raíz dorsal para formar el *nervio espinal* mixto (fig. 1-32[5]), que emerge del canal vertebral por el respectivo agujero intervertebral. En la región cervical cada nervio emerge en el lado craneal de la vértebra de la misma designación numérica que el nervio, pero el octavo emerge entre la última vértebra cervical y la primera torácica; en otras regiones, cada nervio emerge por el lado caudal de la vértebra de la misma designación.

El tronco mixto formado por la unión de las raíces dorsales y ventrales se divide casi inmediatamente en ramas dorsales y ventrales. La *rama dorsal* se distribuye en las estructuras del dorso: los músculos epiaxiles del tronco (a grandes rasgos, las dorsales respecto de la línea de apófisis trasversas), y la piel de la espalda (fig. 1-33). La *rama ventral*, mucho más grande, se distribuye en los músculos hipoaxiles (a grandes rasgos, los ventrales respecto de las apófisis trasversas), los músculos de los miembros (salvo contadas excepciones) y la parte remanente de la piel, incluso la de los miembros. Las ramas dorsales y ventrales tienen con sus vecinas unas conexiones que forman plexos dorsales y ventrales continuos. Estos plexos no suelen ser obvios ni importantes, salvo por las porciones agrandadas de los plexos ventrales que están frente a los orígenes de los miembros. Éstos, los plexos braquial y lumbosacro, dan origen a nervios que se distribuyen en estructuras de los miembros torácico y pelviano respectivamente.

El *plexo braquial* (fig. 1-34) suele estar formado por contribuciones de los tres últimos nervios cervicales y los dos primeros torácicos (C6-T2) y el *plexo lumbosacro* por contribuciones de los últimos nervios lumbares y los dos primeros sacros. Los plexos de los miembros permiten el reagrupamiento y reasociación de las fibras nerviosas constituyentes, de modo que los troncos nerviosos que emergen distalmente consisten cada uno en fibras provenientes de dos o tres segmentos espinales; así, el nervio mediano consiste en fibras procedentes de los nervios espinales C8 y T1 y el nervio femoral en fibras procedentes de L4-L6.

Es necesario conocer el recorrido de los troncos periféricos principales para no hacer peligrar innecesariamente los nervios durante las operaciones. Sus conexiones centrales son importantes en dos contextos. Primero, los anestésicos locales inyectados cerca de determinados nervios espinales surten efectos previsibles porque paralizan músculos y privan de sensibilidad determinadas áreas de piel. Ade-

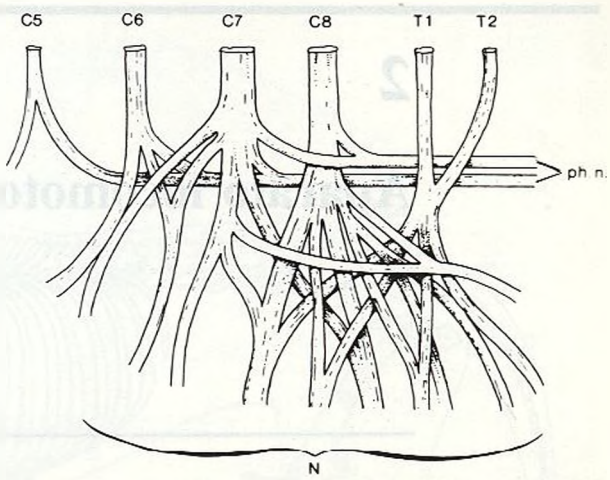


Fig. 1-34. Plexo braquial. Las divisiones ventrales de los nervios espinales (C6-T2) que contribuyen al plexo están en la parte superior del esquema y las ramas periféricas (N) que inervan el miembro torácico en la parte inferior. La contribución de C5, C6 y C7 forma el nervio frénico (ph.n.).

más, la parálisis de determinados músculos o la sensibilidad ausente o alterada de determinadas áreas de piel puede indicar con exactitud el sitio de una lesión central.

Hasta aquí hemos evitado aludir a las fibras nerviosas que intervienen en la inervación de vasos sanguíneos, glándulas y órganos internos. Estas estructuras son inervadas por la división autónoma del sistema nervioso que se describe en el capítulo 8. Por ahora, basta decir que si bien no existen fibras autónomas en las raíces de todos los nervios espinales, existen ordenamientos que aseguran que cada nervio periférico reciba la cuota que necesita.

FAC. MED. VETERINARIA Y ZOOTECNIA
BIBLIOTECA
QUITO

2

Aparato locomotor

Este capítulo trata sobre la anatomía descriptiva de los huesos, articulaciones y músculos, cuyos estudios se conocen como osteología, artrología y miología.* Las descripciones de estas tres clases de órganos han sido agrupadas de acuerdo con las divisiones principales del cuerpo –tronco, cabeza, miembro torácico y miembro pelviano– porque de esta manera se las subdivide en fragmentos más manejables y quizá más accesibles. Este sistema tiene la ventaja adicional de que cubre mejor las necesidades de todo lector que esté haciendo una disección. Las descripciones se basan en las estructuras del perro y sólo se mencionan los rasgos comparativos más sobresalientes. Se ha omitido mucho de lo que se suele incluir en los libros de anatomía sistemática, pero en los capítulos regionales se hallarán muchos detalles adicionales, en particular los que tienen valor práctico. En la introducción de cada sección se mencionan los rasgos del desarrollo que pueden ser de utilidad inmediata para entender la anatomía del adulto. Estas disgresiones están destinadas a recapitular y no a suplantar las descripciones que aparecen en los textos de embriología convencionales.

TRONCO

Plan básico y desarrollo

El tronco es la parte grande de la res que queda después de haber eliminado la cabeza y cuello, la cola y los miembros torácicos y pelvianos; dicho en términos sencillos, es el cuerpo del animal (fig. 2-1). Consiste en tres segmentos –tórax, abdomen y pelvis– que no se hallan claramente divididos por fuera. Cada uno está delimitado por la pared corporal y cada uno contiene una cavidad o cavidad potencial porque en el ser vivo el espacio está más o menos obliterado por la íntima aposición de las paredes y el contenido. La cavidad torácica es craneal respecto del diafragma, lámina cupuliforme de músculo y tendón que se inserta en su periferia en la pared corporal y tiene un centro libre que se abulta en dirección craneal. La cavidad abdominal es caudal respecto del diafragma y corresponde al vientre. Se comunica libremente con la cavidad pelviana, que está rodeada por la pelvis ósea (fig. 2-2).

La *parte dorsal de la pared corporal*, que sirve de techo para las cavidades torácica, abdominal y pelviana, se conoce como espalda. Contiene la columna vertebral y sus respectivos músculos, estructuras éstas que también se extienden por el cuello y la cola. Por lo tanto, será conveniente, aunque no del todo correcto, considerar las vértebras y las respectivas estructuras del cuello y la cola en esta sección. Las estructuras de la parte ventral del cuello, en cambio, se incluyen junto con la cabeza.

El cuello, la espalda y la cola exhiben una repetición seriada de elementos similares, en particular las vértebras. Esta segmentación aparente, como la referencia con el embrión joven demuestra (fig. 2-3*A*), es un legado de los somitos, bloques en los cuales el mesodermo paraaxil se segrega a cada lado del tubo neural y notocorda. El aspecto en el adulto es un tanto engañoso porque en realidad las vértebras se forman por contribuciones de los somitos a cada lado y, en consecuencia, es más exacto describirlas como intersegmentarias. Junto con las costillas y el esternón, se producen a partir de las porciones mediales de los somitos que se

* Osteología deriva de *osteon* (Gr. hueso), artrología de *artron* (Gr. articulación) y miología de *mys* (Gr. músculo). Estos términos, no los equivalentes latinos, proveen la raíz de muchos términos médicos: osteona, artrosia, miositis, etc.

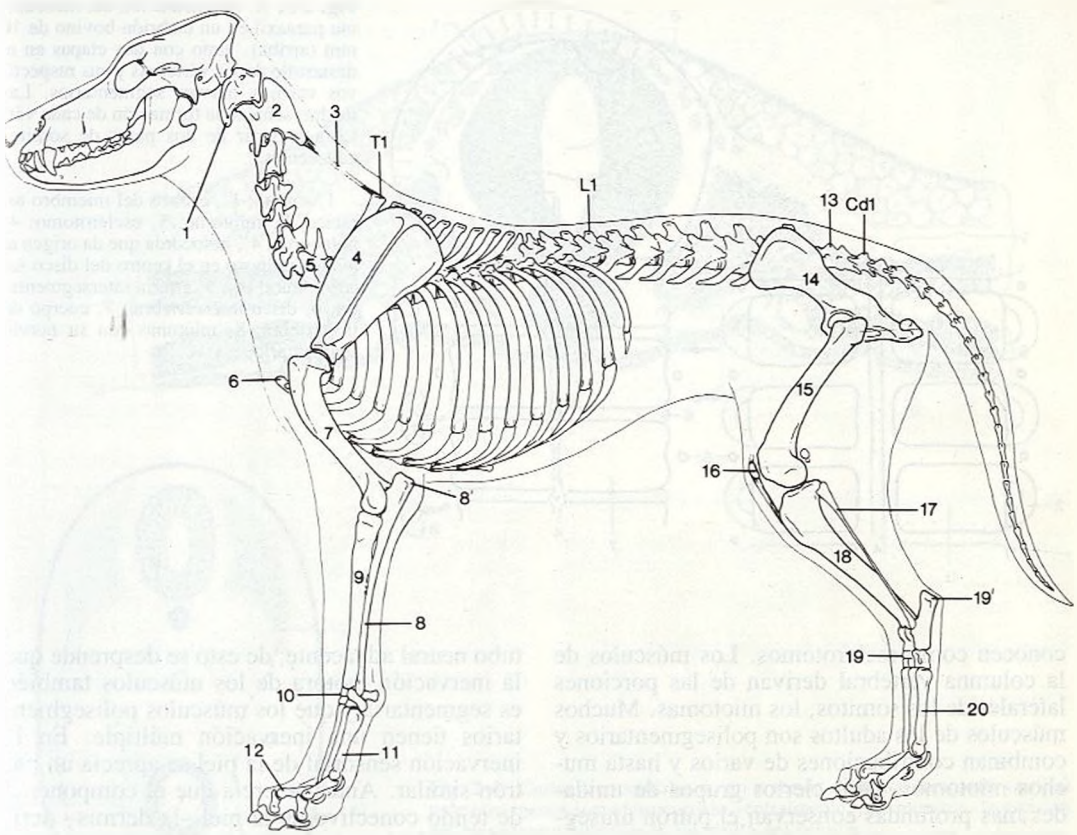


Fig. 2-1. Esqueleto del perro.

1, ala del atlas, primera vértebra cervical (C1); 2, apófisis espinosa del axis (C2); 3, ligamento nucal; 4, escápula; 5, última vértebra cervical (C7); 6, extremo craneal (manubrio) del esternón; 7, húmero; 8, ulna; 8', olécranon (punta del codillo); 9, radio; 10, huesos carpianos; 11, huesos metacarpianos; 12, falanges proximal, media y distal; 13, sacro; 14, hueso de la cadera (coxal); 15, fémur; 16, rótula; 17, peroné; 18, tibia; 19, huesos tarsianos; 19', calcáneo (punta del corvejón); 20, huesos metatarsianos; T1, L1 y Cd1, primeras vértebras torácica, lumbar y caudal (cola).

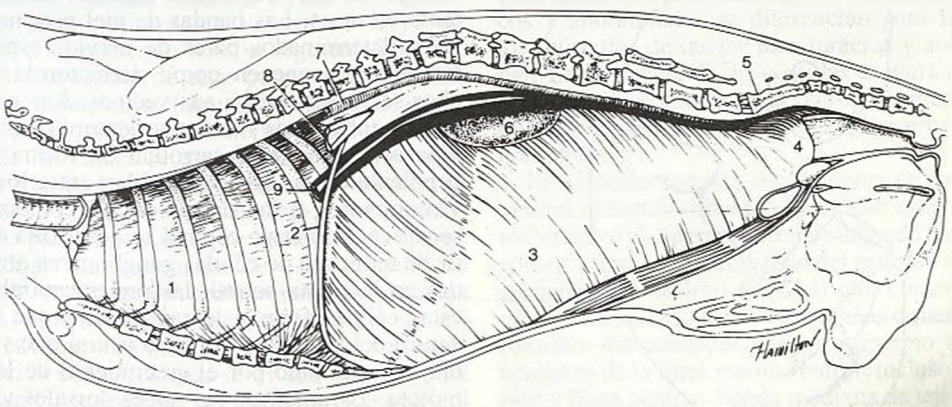


Fig. 2-2. Cavidades torácica, abdominal y pelviana del perro, visto desde la izquierda.

1, cavidad torácica; 2, diafragma; 3, cavidad abdominal; 4, cavidad pelviana; 5, sacro; 6, riñón derecho; 7, aorta; 8, esófago; 9, vena cava caudal.

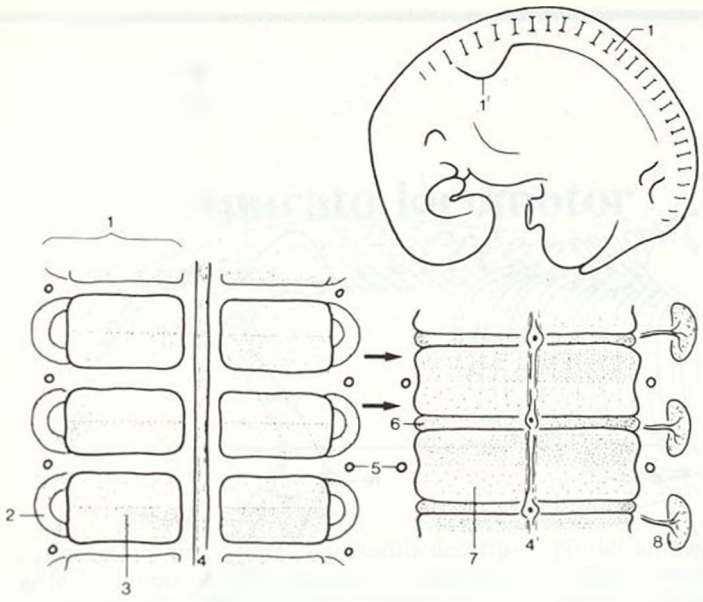


Fig. 2-3. *A*. Segmentación del mesodermo paraaxil en un embrión bovino de 10 mm (arriba), junto con dos etapas en el desarrollo de las vértebras y sus respectivos vasos y nervios segmentarios. Las flechas señalan la formación de cada vértebra a partir de dos pares de somitos adyacentes.

1, somito; 1', esbozo del miembro torácico; 2, miotomo; 3, esclerotomo; 4, notocorda; 4', notocorda que da origen al núcleo pulposo en el centro del disco intervertebral (6); 5, arteria intersegmentaria; 6, disco intervertebral; 7, cuerpo de la vértebra; 8, miotomo con su nervio segmentario.

conocen como esclerotomos. Los músculos de la columna vertebral derivan de las porciones laterales de los somitos, los miotomas. Muchos músculos de los adultos son polisegmentarios y combinan contribuciones de varios y hasta muchos miotomos, pero ciertos grupos de unidades más profundas conservan el patrón unisegmentario. Como las vértebras son intersegmentarias, hasta los músculos más cortos cruzan y, por ende, pueden mover la articulación entre dos huesos sucesivos.

Cada miotomo atrae tempranamente a un solo nervio (fig. 2-3*A*[8]) que crece a partir del tubo neural adyacente; de esto se desprende que la inervación motora de los músculos también es segmentaria y que los músculos polisegmentarios tienen una inervación múltiple. En la inervación sensorial de la piel se aprecia un patrón similar. Antes se creía que el componente de tejido conectivo de la piel –la dermis– derivaba exclusivamente de las terceras porciones de los somitos, los dermatomos. Se presumía que las células de éstos migraban hacia regiones específicas del ectodermo superficial, pero en la actualidad se cuestiona esta migración ordenada y se piensa que la dermis se produciría en parte mediante diferenciación in situ del mesénquima. Sea como fuera, en el adulto existe una inervación segmentaria de la piel (fig. 2-3*B*) que es muy regular en algunos sitios y no tanto en otros. Las bandas de piel pertenecientes a determinados pares de nervios espinales también se conocen como dermatomas. Muchos se superponen a sus vecinos. Las asociaciones entre estas bandas y determinados nervios sensitivos se desarrollan en forma independiente de las que se entablan entre los nervios motores y los músculos. El componente sensitivo del nervio espinal se desarrolla a partir de un grupo de células ganglionares originadas en la cresta neural; las ramas centrales de estas células forman la raíz dorsal, que crece dentro del segmento del tubo neural que ya había sido definido por el crecimiento de la raíz motora. La unión de las raíces dorsales y ventrales constituye los nervios espinales mixtos.

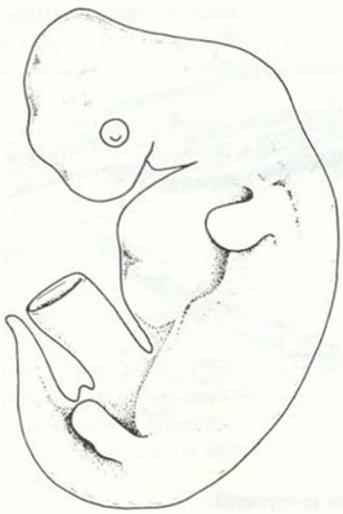


Fig. 2-3. *B*. Embrión con "dermatomas" que indican la inervación segmentaria de la piel.

A diferencia del patrón segmentario de los nervios, las arterias de la pared corporal son ramas de la aorta que primero transcurren inter-

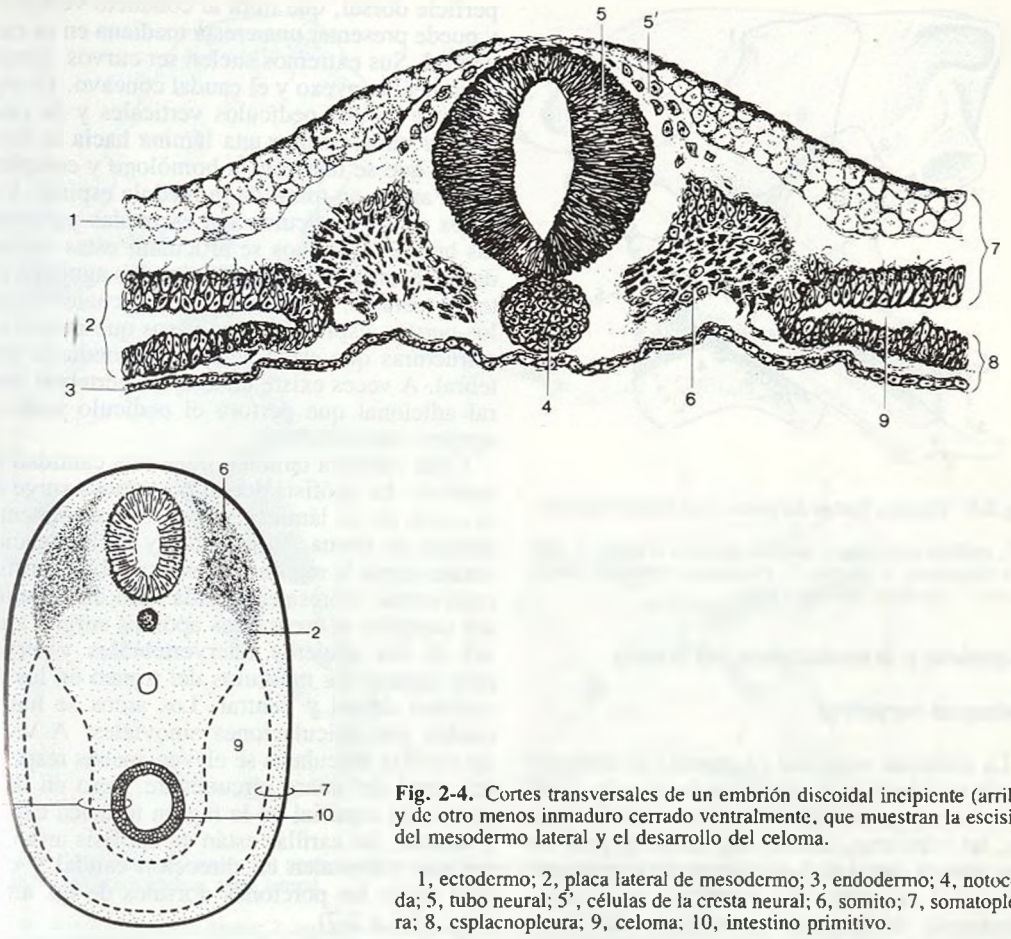


Fig. 2-4. Cortes transversales de un embrión discoidal incipiente (arriba) y de otro menos inmaduro cerrado ventralmente, que muestran la escisión del mesodermo lateral y el desarrollo del celoma.

1, ectodermo; 2, placa lateral de mesodermo; 3, endodermo; 4, notocorda; 5, tubo neural; 5', células de la cresta neural; 6, somito; 7, somatopleura; 8, esplacnopleura; 9, celoma; 10, intestino primitivo.

mentariamente entre los somitos (fig. 2-[5]). A pesar de esto, las arterias y los ner- se asocian después de una manera que no refleja los patrones distintos de sus orígenes.

Las *partes laterales y ventral de la pared corporal* al principio no son segmentadas (fig. 2-3A). Los tejidos de estas partes se desarrollan en la somatopleura, formada por asociación del ectodermo con la parte externa de las dos láminas de las cuales se escinde la placa mesodérmica lateral. La lámina interna del mesodermo lateral se combina, por supuesto, con el endodermo para constituir la esplacnopleura o pared intestinal. La separación de estas láminas se cumple mediante la coalescencia de espacios que al principio están diseminados y forman así una cavidad continua (fig. 2-4). La cavidad, conocida como celoma, se divide después para producir los espacios pericárdico y pleural del tórax y el espacio peritoneal del abdomen y pelvis. Con posterioridad la somatopleura es invadida por células que migran ventralmente desde los somitos locales. Las células que migran desde los esclerotomos de los somitos torácicos se diferencian para formar las costillas y el esternón, mientras que las células que migran desde los miotomos de los somitos torácicos y abdominales se diferencian para formar los músculos de las paredes torácica y abdominal. La presencia de las costillas asegura que la pared torácica conserve su patrón segmentario, que en la pared abdominal desaparece casi por completo.

El embrión todavía está abierto en su cara ventral mientras se desarrollan todos estos acontecimientos. La parte ventral de la pared corporal sólo se cierra en la etapa final del proceso de plegamiento (inversión) (p. 114) que convierte el disco embrionario en un cuerpo más o menos cilíndrico. En consecuencia, al principio las estructuras de la línea media ventral, incluso esternón y línea blanca –banda mediana de tejido conectivo del piso del abdomen–, están representados en ambos lados. La cicatriz umbilical –"botón" umbilical en el hombre– representa el sitio del cierre final de la pared corporal.

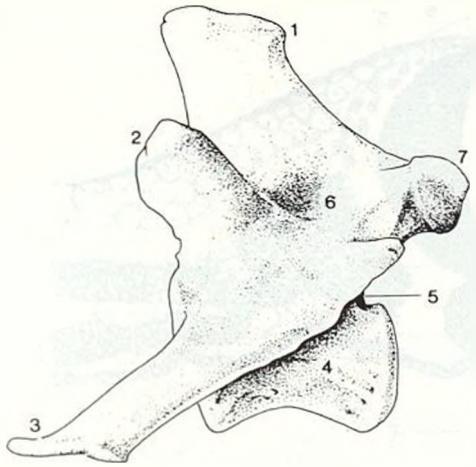


Fig. 2-5. Vértebra lumbar del perro, vista lateral izquierda.

1, apófisis espinosa; 2, apófisis articular craneal; 3, apófisis transversa; 4, cuerpo; 5, escotadura vertebral caudal; 6, arco; 7, apófisis articular caudal.

Esqueleto y articulaciones del tronco

Columna vertebral

La columna vertebral (o espina) se extiende desde el cráneo hasta la punta de la cola. Consiste en una gran cantidad de huesos individuales, las vértebras, unidos con firmeza, pero no con rigidez, entre sí. La columna sirve para endurecer el eje corporal y contribuir así al mantenimiento de la postura; mediante flexión y extensión alternadas y, a veces, mediante torsión, cumple una función importante en la progresión y en otras actividades. La columna vertebral encierra y protege la médula espinal y elementos accesorios que están dentro de un conducto central; de una manera más general, blinda las estructuras del cuello, tórax, abdomen y pelvis (fig. 2-1).

La mayoría de las vértebras exhibe un patrón común al cual se superponen rasgos que distinguen a las diversas regiones: cervical (cuello), torácica (espalda en un sentido estricto), lumbar (lomos), sacra (anca) y caudal (cola). La cantidad de vértebras que componen estas regiones varía mucho de una especie a otra y también, aunque de manera muy restringida, de un individuo a otro. Se la puede representar con una fórmula que, para el perro, es C7, T13, L7, S3 y Cd20-23.

La vértebra típica (fig. 2-5) consiste en un cuerpo cubierto por un arco que completa el cierre de un agujero vertebral; la suma de todos estos agujeros constituye el conducto vertebral. El cuerpo de la vértebra, que es más o menos cilíndrico, se halla un tanto aplanado en su superficie dorsal, que mira al conducto vertebral, y puede presentar una cresta mediana en su cara ventral. Sus extremos suelen ser curvos, siendo el craneal convexo y el caudal cóncavo. El arco consiste en dos pedículos verticales y de cada uno de ellos emerge una lámina hacia la línea media que se une con su homólogo y completa así el anillo en torno de la médula espinal. Las bases de los pedículos son escotadas y cuando los huesos sucesivos se articulan, estas escotaduras se cambian para delimitar los agujeros intervertebrales, aberturas por las cuales pasan los nervios espinales y los vasos que nutren las estructuras que están dentro del conducto vertebral. A veces existe un agujero vertebral lateral adicional que perfora el pedículo junto al agujero intervertebral.

Cada vértebra también tiene una cantidad de apófisis. La apófisis dorsal o espinosa surge de la unión de las láminas y suele ser prominente, aunque su forma, su longitud y su inclinación varían según la región y la especie. Las apófisis transversas sobresalen a cada lado en la unión del cuerpo y el arco; estas apófisis surgen a nivel de los agujeros intervertebrales y sirven para separar los músculos del tronco en las divisiones dorsal y ventral. Los arcos se hallan unidos por articulaciones sinoviales. A veces las carillas articulares se elevan apenas respecto del nivel del hueso circundante, pero en otras partes, en especial en la región torácica caudal y lumbar, las carillas están en apófisis articulares que sobresalen en dirección caudal y craneal desde las porciones dorsales de los arcos (figs. 2-5 a 2-7).

En los animales domésticos, como en casi todos los mamíferos, existen siete *vértebras cervicales*. Las dos primeras –atlas y axis– están muy modificadas para permitir la libertad de movimientos de la cabeza y requieren una descripción individual. Las cinco restantes, en cambio, son más típicas. El atlas es la más inusual de todas las vértebras porque no posee cuerpo, sino que consiste en dos masas laterales unidas por un arco dorsal y otro ventral (fig. 2-6*A*). Esta forma se debe a la fusión (al comienzo de la vida embrionaria) del centro de osificación para su cuerpo con la parte correspondiente del hueso siguiente, el axis. Esta adición provee el axis una prolongación craneal (dens; fig. 2-6*B*), que encaja en el agujero vertebral del atlas y sirve de pivote en torno del cual el atlas (y la cabeza) puede rotar. Una lámina ósea, el ala del atlas (ala atlantis, apófisis transversa), sobresale hacia afuera desde cada masa constituyendo un jalón que a veces se ve y siempre se palpa en el animal vivo. La cara craneal del arco ventral y las áreas adyacentes de las alas presentan dos excavaciones profundas que reciben a los cóndilos occipitales del

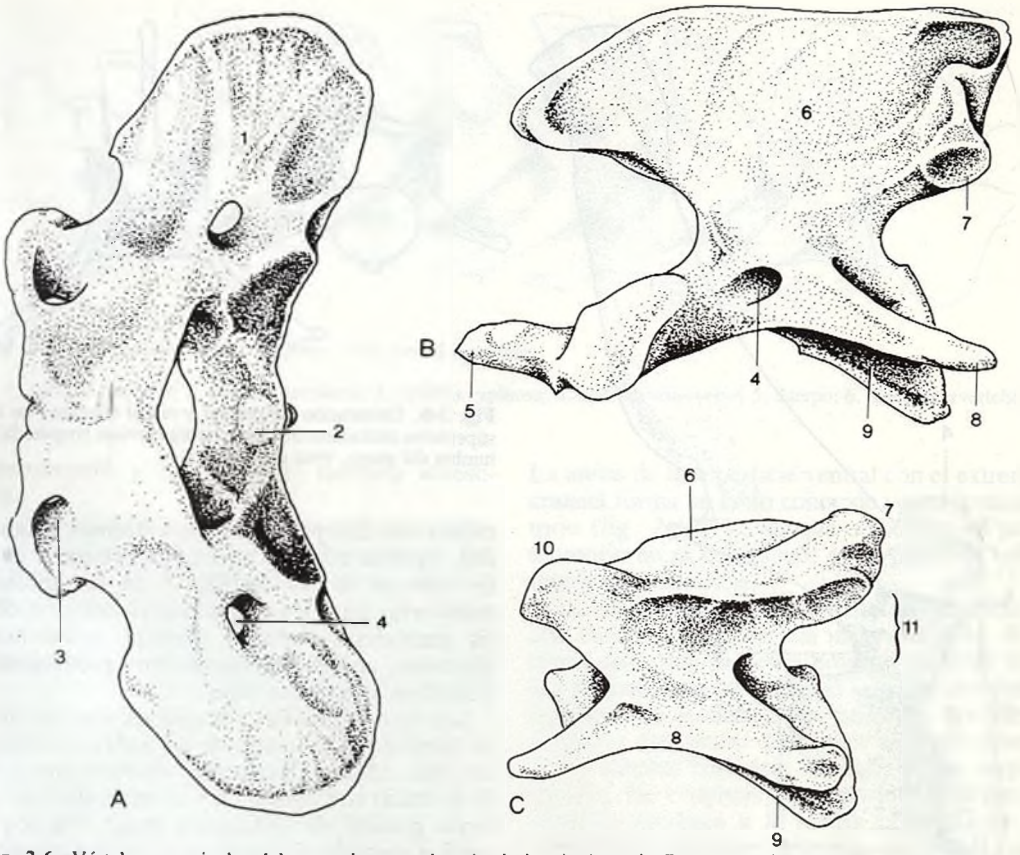


Fig. 2-6. Vértebras cervicales del perro; la craneal está a la izquierda en la figura. *A*, atlas, vista dorsal. *B*, axis, vista lateral. *C*, quinta vértebra, vista lateral.

1, ala de atlas; 2, fovea dentis; 3, agujero vertebral lateral; 4, agujero transverso; 5, dens (odontoides); 6, apófisis espinosa; 7, apófisis articular caudal; 8, apófisis transversa; 9, cuerpo; 10, apófisis articular craneal; 11, posición del agujero vertebral.

áneo. Estas carillas se aproximan ventralmente y en algunas especies están fusionadas. La cara caudal del arco ventral está ahuecada transversalmente para proveer una superficie articular que corresponde al extremo craneal del axis. Una prolongación (fovea dentis, fig. 2-6*A*[2]) de esta carilla dentro de la superficie dorsal del arco ventral, da cabida al dens. El arco dorsal es perforado por aberturas que corresponden a los agujeros transversos e intervertebrales de las vértebras cervicales más típicas; en algunas especies existe un tercer agujero (alar) que perfora el ala.

El axis suele ser la vértebra más larga. En su extremo craneal está el dens, que tiene la forma de un bastón en los carnívoros pero semeja más un pico en otras especies. El extremo craneal del cuerpo y la superficie ventral del dens contribuyen a formar una sola articulación ancha para el atlas. En su lado dorsal el dens presenta una rugosidad para la inserción de los ligamentos que lo mantienen sujeto en su sitio. El arco emite una apófisis espinosa muy alta, que en el perro también es larga, que posee carillas articulares en su extremo caudal; estas carillas se articulan con las respectivas carillas de la tercera vértebra cervical. Las apófisis transversas son grandes y cada una es perforada hasta su raíz por un agujero trasverso por el cual pasan la arteria, vena y nervio vertebrales.

El resto de las vértebras cervicales se acortan progresivamente a medida que se sigue la serie hacia su unión con el tórax. Los extremos del cuerpo son más curvos que en otras regiones y presentan una inclinación oblicua. La superficie ventral tiene una cresta grande. El arco es fuerte y ancho, pero la apófisis espinosa está poco desarrollada, con excepción de la última (aunque con considerable variación entre las especies). La gran apófisis transversa (fig. 2-6[8]). En las vértebras tercera a sexta la apófisis es perforada por un agujero transverso por el cual pasan los vasos y el nervio vertebrales. Las carillas articulares son grandes y planas,

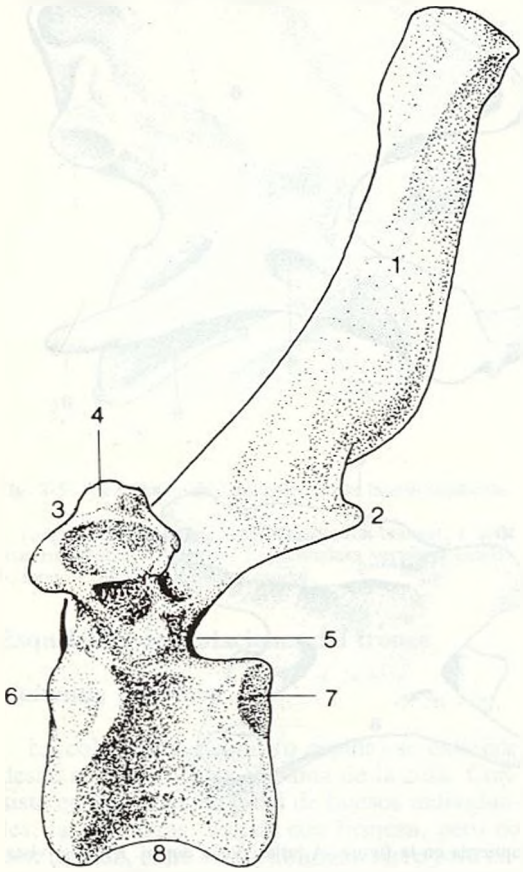


Fig. 2-7. Vértebra torácica del perro; vista lateral izquierda. (Véase también fig. 2-15).

1, apófisis espinosa; 2, apófisis articular caudal; 3, apófisis transversa con fóvea costal; 4, apófisis mamilar; 5, escotadura vertebral caudal; 6, 7, fóveas costales; 8, cuerpo.

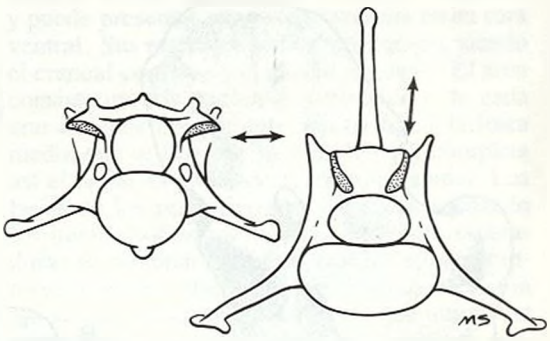


Fig. 2-8. Orientación tangencial y radial (flechas) de las superficies articulares de una vértebra cervical (izquierda) y lumbar del perro, vista caudal.

pero no se eleva por encima del nivel circundante. La séptima vértebra cervical, transicional respecto de las torácicas, se distingue por su apófisis espinoso más alto, por sus apófisis transversas no perforadas y por la presencia de carillas en el extremo caudal de su cuerpo, las cuales se articulan con el primer par de costillas.

Las *vértebras torácicas* (fig. 2-7) se articulan con las costillas y se numeran de la misma manera que éstas. Sin embargo, no son infrecuentes las pequeñas variaciones en su cantidad, pero a menudo se compensan con un cambio inverso en la región lumbar, de modo que el total toracolumbar es el mismo. Aunque todas las vértebras torácicas comparten rasgos comunes, también existen cambios seriados que en forma gradual, pero en algunos puntos abrupta, distinguen a los huesos más craneales de los más caudales. Los rasgos torácicos comunes son cuerpos cortos de extremos aplanados, carillas costales en ambos extremos para las cabezas de las costillas y en las apófisis transversas para los tubérculos costales, apófisis transversas cortas y gruesas, arcos muy ajustados, apófisis espinosas muy prominentes y apófisis articulares bajas.

Los rasgos seriados conspicuos son un rápido aumento en la altura de las apófisis espinosas, que culmina unas pocas vértebras más allá de la unión corticotrópica y después declina en forma gradual; simplificación progresiva de las carillas costales, de modo que las de las apófisis transversas se aproximan a las del extremo craneal y finalmente se fusionan con ellas; reducción (y eventual desaparición) de las carillas costales caudales, y aparición de una apófisis adicional (mamilar) como prolongación de la apófisis transversa y su gradual migración para unirse con la apófisis articular craneal. Los cambios más abruptos hacia el final de la serie torácica comprenden alteración súbita de la orientación caudodorsal hacia la craneodorsal de las apófisis espinosas y un cambio en el carácter de las carillas articulares desde el patrón tangencial cervical hacia el radial lumbar (fig. 2-8). En algunas especies, incluso el perro, los últimos miembros de la serie torácica poseen otras apófisis más (accesorias) que surgen de la parte caudal del arco para superponerse al hueso siguiente.

Las *vértebras lumbares* (fig. 2-9) difieren de las torácicas en que sus cuerpos son más largos y de forma más pareja. Otros rasgos regionales comprenden: ausencia de las carillas costales, apófisis espinosas menos altas y por lo general inclinados hacia adelante; apófisis transversas largas y aplanadas que sobresalen hacia afuera, a veces (como en el perro) con una inclinación craneoventral; apófisis articulares interarticuladas y apófisis mamilares

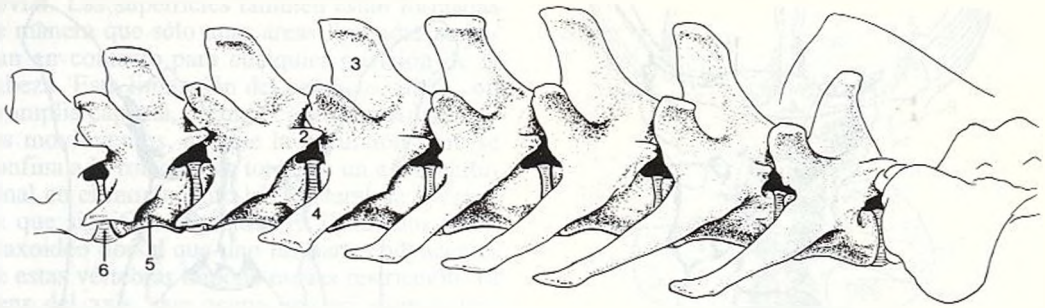


Fig. 2-9. Vértebras lumbares del perro, vista lateral izquierda.

1, apófisis mamilar; 2, apófisis accesoria; 3, apófisis espinosa; 4, apófisis transversa; 5, cuerpo; 6, disco intervertebral.

prominentes y en ocasiones también accesorias.

Caudalmente a los lomos la columna vertebral se continúa con el *sacro*, hueso único formado por la fusión de varias vértebras. El sacro establa una firme articulación con la cintura pelviana, a través de la cual el empuje de los miembros pelvianos se transmite al tronco. Por lo general sólo una o dos de las vértebras constituyentes participan de modo directo en la articulación. Los huesos más caudales sobresalen detrás de ésta para proveer la mayor parte del techo de la cavidad pelviana. En algunos animales (los cerdos en especial) una o más vértebras de la cola pueden fusionarse con el sacro a edad más avanzada. En el perro casi siempre hay tres vértebras sacras que forman un corto bloque cuadrilátero (fig. 2-10).

El sacro suele estrecharse desde su extremo craneal hasta el caudal y está inervado todo a lo largo para presentar una cara lisa y un tanto cóncavo hacia la cavidad pelviana. En la mayoría de las especies la superficie dorsal presenta una cantidad apropiada de apófisis espinosas, aunque pueden estar muy disminuidas e incluso faltar (cerdo). Cuando las hay, pueden preservar su independencia (perro, caballo) o fusionarse para formar una cresta continua (rumiantes). Lateralmente a éste, una cresta irregular más baja suele señalar al sitio de las apófisis articulares. El margen del hueso está formado por las apófisis transversas fusionadas y en su extremo craneal tiene la superficie articular para el ilion; a menudo esta superficie tiene la forma de una "oreja" y de ahí que se llame superficie auricular (fig. 2-10[2]).

El grado de fusión de las vértebras sacras varía según las especies y es manos completo en el cerdo. Aunque la fusión sea total, la composición del sacro se reconoce por la cantidad de agujeros que presenta en ambas superficies; las ramas dorsales y las ventrales de los nervios sacros emergen por separado por estos agujeros.

La unión de la superficie ventral con el extremo craneal forma un labio conocido como promontorio (fig. 2-10[1]); aunque a menudo el promontorio no es conspicuo, es un punto de referencia en obstetricia.

La cantidad de *vértebras caudales* varía mucho incluso dentro de una misma especie. Exhiben una simplificación progresiva en su forma de modo que las primeras semejan vértebras lumbares en miniatura, en tanto que las intermedias y las finales de la serie quedan reducidas a simples bastones. Además de los rasgos usuales, las vértebras más craneales de algunas especies protegen a la arteria principal de la cola formando arcos ventrales (hemales), pequeños huesos en cabrio (en V) conectados con las superficies inferiores de los cuerpos o pares de apófisis centrales (hemales) entre las cuales corre el vaso (fig. 2-10*E*).

Los *contornos de la columna vertebral* varían según la postura, la especie y la raza. En general, las vértebras que van desde la región torácica caudal hasta el muslo de la cola forman una línea más o menos horizontal. Las vértebras torácicas más craneales descienden con suavidad hasta que llegan a su punto más bajo a la entrada del tórax, donde un cambio abrupto de dirección imparte a la columna un curso ascendente hacia la cabeza. La inclinación ventral de las vértebras torácicas craneales es enmascarada en el animal vivo por la altura de las apófisis espinosas; en efecto, en algunas especies, en particular el caballo, las espinas son tan largas que el contorno de esta parte de la espalda está elevado y constituye la cruz. Salvo en la nuca, las vértebras cervicales pasan a cierta distancia de la piel dorsal. Esto no se evidencia en el sujeto vivo y en los animales más grandes a veces no es tan fácil determinarlo ni siquiera mediante palpación. La mayor parte de la cola pende en los animales grandes, pero su postura es más variable en los perros y los gatos porque expresa emoción en

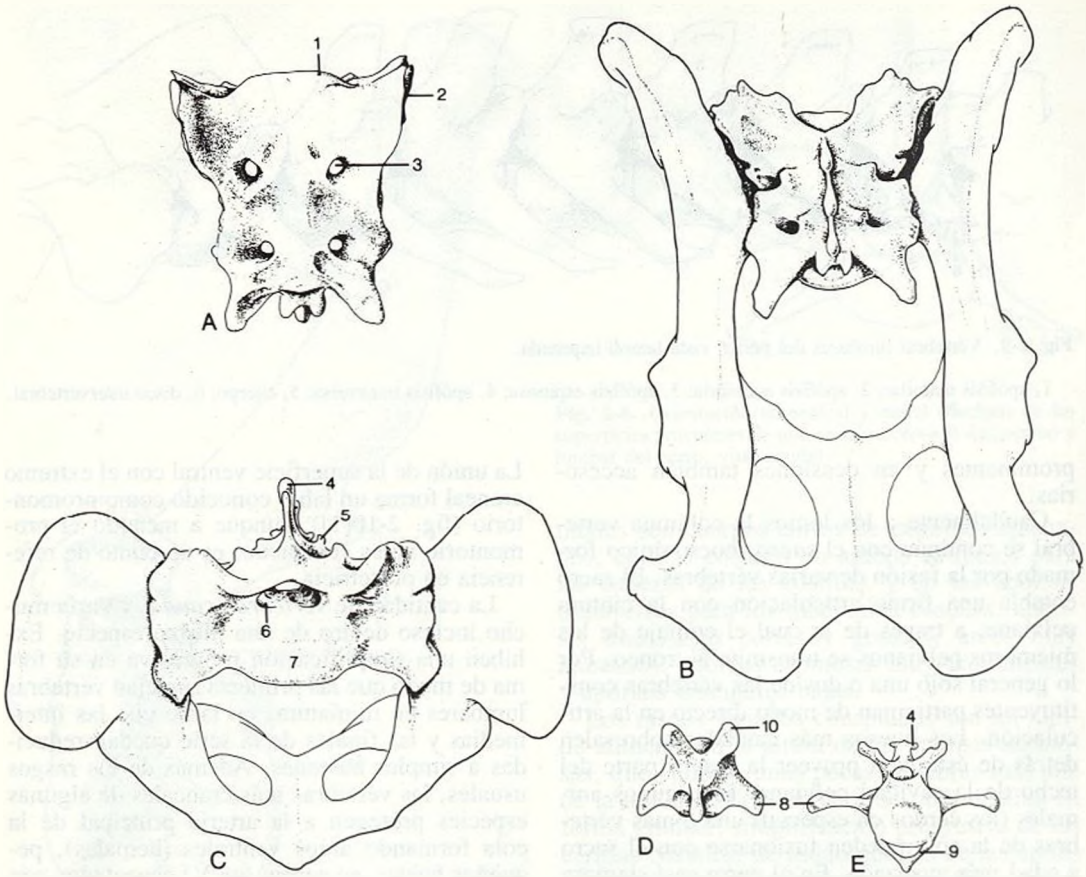


Fig. 2-10. Sacro y vértebras caudales del perro. *A*, sacro, vista ventral. *B*, sacro vista dorsal. *C*, sacro, vista craneal. *D*, vértebra caudal, vista dorsal. *E*, vértebra caudal, vista craneal.

1, promontorio; 2, superficie articular auricular; 3, agujero para la rama ventral del nervio espinal; 4, apófisis espinosa; 5, apófisis articular rudimentaria; 6, conducto vertebral; 7, cuerpo; 8, apófisis transversa; 9, arco hemal; 10, apófisis articular craneal.

ambas especies y es influida por la raza en los primeros.

Articulaciones de la columna vertebral

Las vértebras forman dos juegos de articulaciones, uno cartilaginoso, que establece la conexión directa entre los cuerpos vertebrales, y otro sinovial, entre las carillas que tienen los arcos vertebrales. Además, sobre muchas vértebras se extienden ciertos ligamentos largos. Este patrón está modificado en dos regiones porque en la parte craneal permite la libertad de movimientos de la cabeza, en tanto que en la región pelviana está la fusión sacra.

Primero describiremos las dos articulaciones del atlas. La *articulación atlantooccipital* (fig. 2-11) está entre los cóndilos del cráneo y las respectivas concavidades del atlas. Aunque las superficies articulares derecha e izquierda convergen ventralmente, no llegan a unirse siempre, pero a pesar de esto suele haber una sola cavidad sinovial. La membrana sinovial se inserta en torno de las carillas del occipital y del atlas. Por fuera esta membrana es reforzada por las membranas atlantooccipital dorsal y ventral, que van desde los arcos del atlas hasta las respectivas partes del margen del foramen magnum, y por los ligamentos laterales menores, que transcurren entre el atlas y las regiones adyacentes del cráneo. A pesar de su extraño carácter, la articulación funciona como un gínglimo cuyo movimiento prácticamente se restringe a la flexión y extensión en el plano sagital: movimiento de asentimiento que en el hombre significa aceptación.

La *articulación atlantoaxoidea* es más peculiar todavía. Las extensas superficiales articulares del arco ventral del atlas y del cuerpo y dens del axis miran hacia una sola cavidad si-

novial. Las superficies también están formadas de manera que sólo unas áreas limitadas se hallan en contacto para cualquier posición de la cabeza. Esta limitación del contacto, junto con la amplia cápsula, permite cierta versatilidad de los movimientos, aunque la excursión libre se confina a la rotación en torno de un eje longitudinal en el movimiento laterolateral de la cabeza que significa negación. El ligamento atlantoaxoideo dorsal que une las partes adyacentes de estas vértebras impone escasa restricción. El dens del axis, que ocupa una posición potencialmente peligrosa para la médula espinal, esta asegurado por uno o más ligamentos que lo sujetan a la parte adyacente de la superficie superior del arco atlántico ventral y a veces también al hueso occipital (como en el perro). La rotura de estos ligamentos o la fractura del mismo dens permite que el axis tope con la médula causa la muerte en el ahorcamiento judicial.

Una sola descripción habrá de servir para las rticulaciones de la mayoría de las otras vértebras. Las *articulaciones intervertebrales* combinan sínfisis entre los cuerpos y articulaciones sinoviales entre las apófisis articulares. Los cuerpos de los huesos adyacentes están unidos entre sí por unas almohadillas gruesas pero flexibles, los discos intervertebrales, que hacen una contribución a la columna articulada. Representan un 10% de la longitud de la columna n los ungulados, un 16% en los perros y un 25% en el hombre, proporciones éstas que concuerdan claramente con distintos grados de flebilidad del tronco. Los discos figuran entre s órganos que con mayor frecuencia exhiben teraciones degenerativas en la senectud; las siones discales son un motivo común de proemas de espalda, reconocidos desde antiguo el hombre y en el perro, pero que ahora también se diagnostican en otros animales domésticos y los silvestres. En consecuencia, su estructura reviste una importancia considerable; nvendrá señalar que los detalles anatómicos la naturaleza de los trastornos que pueden urrir no son los mismos en el hombre y en los uadrúpedos.

Cada disco consta de dos partes, un núcleo pulposo y un anillo fibroso (fig. 2-12). El núcleo ocupa una posición un tanto excéntrica. En el animal joven consiste en un tejido semilíquido inusual derivado de la notocorda embrionaria, que conserva cierta semejanza con la estructura de ésta. Se halla a presión y escapa si se le da la oportunidad de hacerlo. El anillo fibroso consiste en unas haces circundantes de tejido fibroso que transcurren oblicuamente de una vértebra a otra, fusionándose en la mayoría de las especies con unas láminas cartilaginosas que cubren los huesos. La orientación de las fibras se modifica entre las laminillas sucesivas,

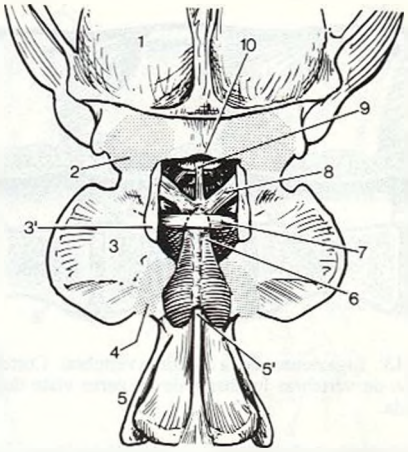


Fig. 2-11. Articulación atlantooccipital canina, vista dorsal; se ha retirado el arco dorsal del atlas.

1, cráneo; 2, cápsula articular atlantooccipital; 3, ala del atlas; 3', arco dorsal del atlas resecado; 4, cápsula articular atlantoaxoidea; 5, axis; 5', apófisis espinosa del axis, se ha retirado su porción craneal sobresaliente; 6, dens (odontoides); 7, ligamento transverso del atlas; 8, ligamentos alares; 9, ligamento apical de la odontoides; 10, borde dorsal del foramen magnum.

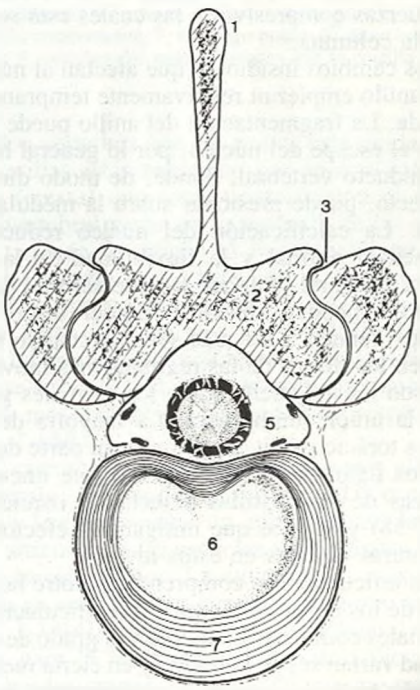


Fig. 2-12. Disco intervertebral lumbar de bovino.

1, apófisis espinosa; 2, lámina; 3, articulación intervertebral sinovial; 4, apófisis articular de la vértebra adyacente; 5, conducto vertebral con su contenido (médula espinal y meninges rodeadas por grasa epidural); 6, núcleo pulposo; 7, anillo fibroso.

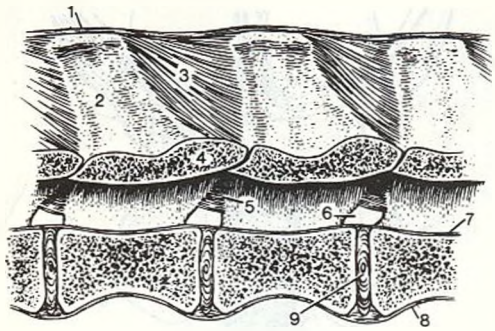


Fig. 2-13. Ligamentos de la columna vertebral. Corte paramediano de vértebras lumbares de un perro visto desde la izquierda.

1, ligamento supraespinoso; 2, apófisis espinosa; 3, ligamento interespinoso; 4, arco de la vértebra; 5, ligamento interarqueado (lig. amarillo); 6, agujero intervertebral; 7, ligamento longitudinal dorsal; 8, ligamento longitudinal ventral; 9, disco intervertebral. (Taylor, 1970.)

de las cuales existe una veintena. La distinción entre el anillo y el núcleo no siempre es muy nítida, en particular en las especies más grandes. La retención del núcleo dentro del anillo fibroso sirve para absorber los golpes y para distribuir con mayor amplitud en las vértebras las fuerzas compresivas a las cuales está sometida la columna.

Los cambios insidiosos que afectan al núcleo y al anillo empiezan relativamente temprano en la vida. La fragmentación del anillo puede permitir el escape del núcleo, por lo general hacia el conducto vertebral, donde, de modo directo indirecto, puede presionar sobre la médula espinal. La calcificación del núcleo reduce la elasticidad normal y la flexibilidad de la columna vertebral. Aunque las alteraciones degenerativas pueden afectar cualquier disco, los efectos tienden a ser más severos cuando ocurren en los discos de las regiones más móviles, que son las del cuello y, en los animales grandes, la unión lumbosacra. La mayoría de los discos torácicos son cruzados en su parte dorsal por los ligamentos intercapitales que unen las cabezas de las costillas derechas e izquierdas (pág. 58) y se dice que mitigan los efectos de las roturas discales en estos niveles.

Las articulaciones comprendidas entre las carillas de los arcos vertebrales son articulaciones sinoviales comunes. La índole y el grado de movilidad varían según la región y en cierta medida también según la especie. En las regiones cervical y torácica craneal las superficies articulares están dispuestas tangencialmente a la circunferencia de un círculo centrado en el cuerpo vertebral (fig. 2-8); en estas regiones puede ocurrir rotación, además de la flexión y extensión usuales. En las regiones torácica caudal y lumbar las superficies tienen una alineación radial y el movimiento se halla más o menos restringido al plano mediano. El movimiento es más libre en el cuello, donde las superficies articulares son más grandes y las cápsulas más laxas. Los ligamentos interarqueados elásticos (Ligg. flava)* que llenan los espacios dorsales entre los arcos de las vértebras sucesivas pueden considerarse accesorios de estas articulaciones y su extensión es inversamente proporcional al ancho de los arcos. En ciertas regiones también existen ligamentos interespinosos e intertransversos, pero su importancia es menor.

Tres *ligamentos largos* corren a lo largo de porciones sustanciales de la columna. Un ligamento longitudinal dorsal (fig. 12-13[7]) va desde el axis hasta el sacro a lo largo del piso del conducto vertebral. Estrecho sobre la parte media de cada cuerpo vertebral, se ensancha en el sitio donde cruza cada disco intervertebral y allí se fusiona con esta estructura y la sostiene. Un ligamento longitudinal ventral sigue la cara ventral de las vértebras desde la región mediotorácica hasta el sacro; en la parte más craneal su función es cumplida por los músculos largos del cuello. También se ensanchan sobre los discos intervertebrales, con los cuales se fusiona.

Un tercer ligamento común (supraespinoso) corre encima o a cada lado de las cimas de las apófisis espinosas de las vértebras torácicas y lumbares. Este ligamento se fusiona con los tendones de los músculos epiaxiles de manera tan completa que algunos dudan de su existencia independiente. Salvo en el cerdo y el gato, una continuación craneal de este ligamento parte de las espinas más altas de la cruz y sigue el camino más corto para ir a insertarse en la superficie nucal del cráneo o, como en el perro, en la apófisis espinosa del axis (fig. 2-14). Este ligamento de la nuca (ligamento nucal) transita cerca del contorno superior del cuello y en la mayor parte de su extensión está a bastante distancia del curso más ventral que siguen las vértebras cervicales. A diferencia de otros ligamentos largos, este es elástico y, por ende, puede soportar gran parte de la carga de la cabeza cuando se la mantiene en alto, sin comprometer la capacidad para bajarla cuando el animal come o bebe en el suelo. Existe una correlación obvia entre la fuerza de este ligamento y el peso de la cabeza y la longitud del brazo de palanca del cuello; por lo tanto, el ligamento nucal está mucho más desarrollado en las especies más grandes (fig. 19-3), en las cuales también posee una estructura más complicada.

* *N. de T.* Los aquí llamados ligamentos interarqueados o interarcuales son los ligamentos amarillos (Ligg. flava) de la N.A.V.

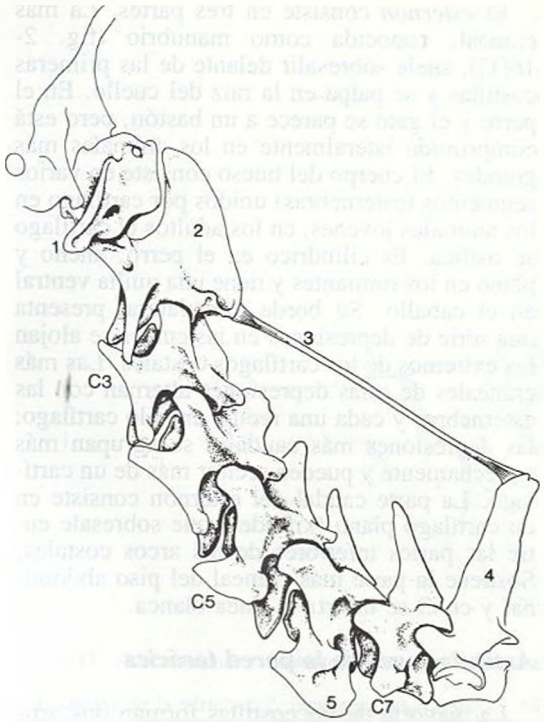


Fig. 2-14. Ligamento nucal del perro.

1, ala del atlas; 2, apófisis espinosa del axis; 3, ligamento nucal; 4, apófisis espinosa de la primera vértebra torácica; 5, extensión en placa de la apófisis transversa.

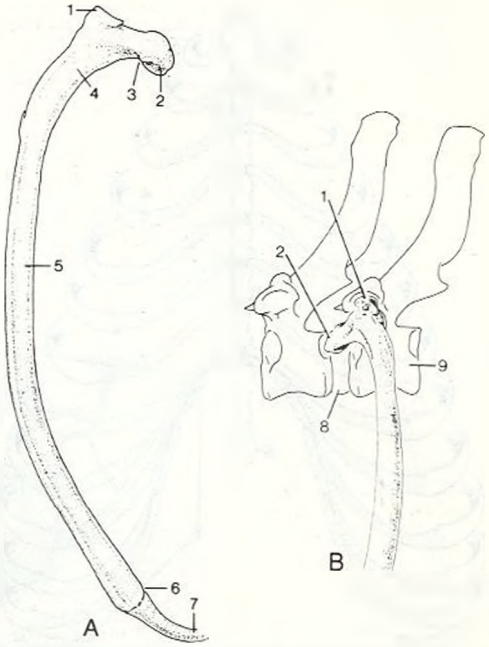


Fig. 2-15. *A*, costilla de un perro, vista caudal. *B*, costilla de un perro articulada con dos vértebras, vista lateral izquierda.

1, tubérculo; 2, cabeza; 3, cuello; 4, ángulo; 5, cuerpo; 6, unión costocondral; 7, cartílago costal; 8, disco intervertebral; 9, vértebra del mismo número que la costilla.

Costillas y esternón

El esqueleto torácico es completado por las costillas y el esternón. Las *costillas* están dispuestas de a pares y se articulan con las vértebras torácicas identificadas por el mismo número. Cada costilla consiste en una parte dorsal ósea, la costilla propiamente dicha, y una parte ventral cartilaginosa, el cartílago costal (fig. 2-15*A*). Las dos partes se unen en una unión costocondral. La parte dorsal de la costilla se articula con la columna vertebral, en tanto que el cartílago lo hace con el esternón, sea en forma directa como sucede con las primeras ocho costillas esternales o "verdaderas" o en forma indirecta mediante conexión con el cartílago que está delante, como sucede con las costillas esternales o "falsas". De esta manera los cartílagos de las costillas esternales se combinan para formar el arco costal (fig. 2-16[6]), que es el límite craneal del flanco. El cartílago de la última costilla a veces no toma contacto con su vecina y entonces se dice que esta costilla es "flotante".

El extremo dorsal de la costilla termina en una cabeza redondeada que posee dos carillas que se articulan con el cuerpo de cada una de las dos vértebras con las cuales está unida. Estas carillas están separadas por un área más áspera (cresta) que toma contacto con el disco intervertebral y que en la mayoría de las costillas también da origen al ligamento intercapital. La cabeza está unida con el cuerpo de la costillas por un cuello corto y estrechado en cuya parte inferior hay un tubérculo lateral. Este tubérculo tiene una tércera carilla articular que se articula con la de la apófisis transversa de la más caudal de las vértebras respectivas (fig. 2-15*B*).

El cuerpo de la costilla empieza más allá del tubérculo. Es largo y curvo en toda su extensión y suele presentar un aplanamiento lateral, en particular en las especies más grandes hacia su extremo inferior. La curvatura es más acentuada en una región que se conoce como ángulo (fig. 2-15[4]), donde la superficie lateral es rugosa para la inserción del músculo iliocostal. Los bordes craneal y caudal del cuerpo muchas veces están muy bien definidos y prestan inserción a los músculos intercostales que rellenen el espacio entre las costillas sucesivas. El borde caudal también puede tener un surco que protege al paquete vasculonervioso del espacio intercostal.

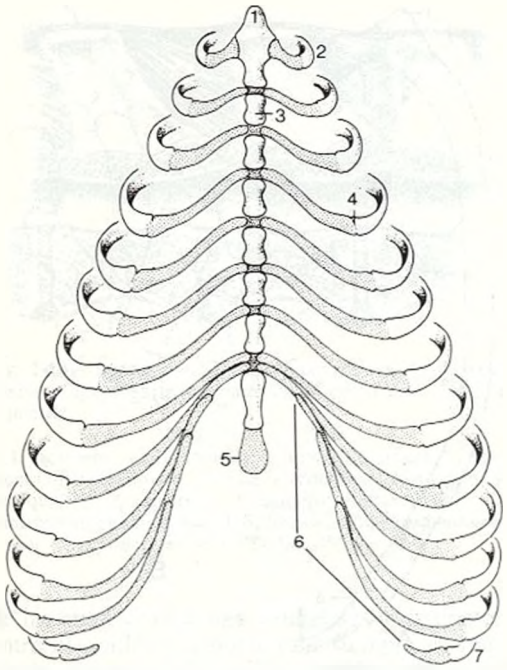


Fig. 2-16. Esternón y cartílagos costales caninos, vista ventral.

1, manubrio; 2, primera costilla; 3, esternebra; 4, unión costocondral; 5, cartílago xifoides; 6, arco costal; 7, costilla flotante.

El cartílago costal es flexible en el animal joven, en particular si es largo y fino como en el perro, pero se torna más rígido a medida que se calcifica con el envejecimiento. El cartílago forma un ángulo en su unión con la costilla ósea (rodilla, genu) o se halla flexionado en dirección craneoventral en cierto trayecto más allá de la unión condrocostal.

Las modificaciones seriadas son obvias. La primera costilla siempre es relativamente fuerte, corta y recta. Su cartílago también es corto y grueso y se articula con el esternón en una articulación firme que fija la costilla; esto le permite servir de sólida base hacia la cual se pueden traccionar las otras costillas durante la inspiración. Las costillas sucesivas exhiben un aumento progresivo de su longitud, curvatura e inclinación caudoventral, la cual es más pronunciada en la parte caudal de la pared torácica, aunque las dos o tres últimas también pueden ser algo más cortas. Las tres carillas articulares del extremo superior se aproximan y eventualmente se fusionan en las costillas hacia el fin de la serie. Los cartílagos de las costillas esternales son cortos y casi tan gruesos como las costillas óseas, en cambio, los de las costillas asternales son más delgados y se afinan hacia sus extremos ventrales.

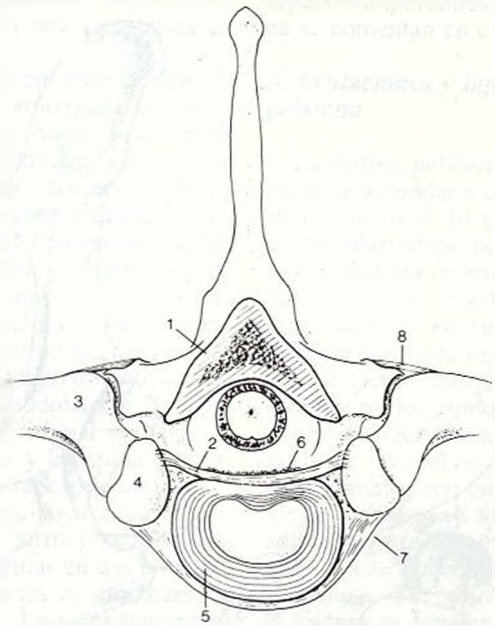
El *esternón* consiste en tres partes. La más craneal, conocida como manubrio (fig. 2-16[1]), suele sobresalir delante de las primeras costillas y se palpa en la raíz del cuello. En el perro y el gato se parece a un bastón, pero está comprimida lateralmente en los animales más grandes. El cuerpo del hueso consiste en varios segmentos (esternebras) unidos por cartílago en los animales jóvenes; en los adultos el cartílago se osifica. Es cilíndrico en el perro, ancho y plano en los rumiantes y tiene una quilla ventral en el caballo. Su borde dorsolateral presenta una serie de depresiones en las cuales se alojan los extremos de los cartílagos costales. Las más craneales de estas depresiones alternan con las esternebras y cada una recibe un solo cartílago; las depresiones más caudales se agrupan más estrechamente y pueden recibir más de un cartílago. La parte caudal del esternón consiste en un cartílago plano (xifoides) que sobresale entre las partes inferiores de los arcos costales. Sostiene la parte más craneal del piso abdominal y en él se inserta la línea blanca.

Articulaciones de la pared torácica

La mayoría de las costillas forman dos articulaciones aparte con la columna vertebral. La cabeza participa en una *articulación costovertebral*, de bola y cavidad, de movilidad muy restringida. La cavidad articular es dividida en dos compartimientos por el ligamento intercapital (fig. 2-17[2]), que nace en la cresta interarticular. Este ligamento pasa por el agujero intervertebral, cruza el piso del conducto vertebral y termina insertándose en la región correspondiente de la costilla del otro lado. En este pasaje envía fibras que se fijan en el disco intervertebral y las partes adyacentes de las vértebras. Transcurre debajo del ligamento longitudinal dorsal (fig. 2-17[6]) y ofrece cierta protección frente a la protrusión dentro del conducto vertebral del material nuclear de un disco roto. No hay ligamento intercapital en la primera articulación costovertebral ni en las últimas. Otros ligamentos cortos y tensos sostienen la articulación y sus caras dorsal y ventral.

La *articulación costotransversa* en la que participa el tubérculo, es de tipo deslizante. La sostiene un ligamento que pasa entre el cuello de la costilla y la apófisis transversa de la vértebra (fig. 1-17[8]).

Las *articulaciones costoesternales* son sinoviales en pivote. Las *articulaciones intercondrales* de las costillas esternales son sindesmosis de una índole bastante elástica. Las *articulaciones interesternales* son en su mayoría sincondrosis no permanentes, si bien en algunas especies el manubrio se articula con el cuerpo o por medio de una articulación sinovial.



ig. 2-17. Articulaciones costovertebrales; corte transversal de la columna vertebral del perro (más o menos en T8).

1, lámina de la vértebra; 2, ligamento intercapital; 3, tubérculo de la costilla; 4, cabeza de la costilla; 5, disco intervertebral; 6, ligamento longitudinal dorsal; 7, articulación costovertebral; 8, articulación costotransversa cubierta por el ligamento costotransverso.

Los movimientos posibles en estas articulaciones se comentarán con las acciones de los músculos de la pared torácica.

Cintura pelviana

Aunque formalmente la cintura pelviana es parte del esqueleto del miembro pelviano, es más lógico comentarla aquí porque se halla plenamente integrada en la arquitectura del tronco. La cintura consiste en mitades simétricas constituidas por los coxales (ossa coxarum), que se unen en la sínfisis pelviana ventralmente y establecen con el sacro articulaciones firmes, aunque no rígidas, en su parte dorsal. Aumentada por el sacro y las primeras vértebras de la cola forma un anillo, que se conoce como pelvis ósea en torno de la cavidad pelviana. La íntima asociación con los órganos de la pelvis expone la cintura pelviana a influencias viscerales, de las cuales las más importantes son las relacionadas con la parición, en consecuencia, la forma de la pelvis ósea refleja un término medio entre estas influencias y las exigencias de la locomoción y la postura.

Cada coxal está constituido por tres huesos que se desarrollan a partir de osificaciones aparte dentro de una sola placa de cartílago. Aunque en el animal joven los límites están delimitados por bandas de cartílago que permiten el crecimiento, estas bandas desaparecen una vez que el crecimiento se completa. Por lo tanto, es un artificio describir los tres componentes –ilion, pubis e isquion– como unidades aparte; esta práctica sólo se justifica por razones de conveniencia para facilitar la descripción. El ilion (fig. 2-18[1]) es la parte craneodorsal que se extiende oblicuamente hacia adelante desde la articulación de la cadera para ir a articularse con el sacro. El pubis (fig. 2-18[6]) se extiende en dirección medial desde la articulación para formar la parte craneal del piso pelviano. El isquion (fig. 2-18[8]) es más caudal y constituye la mayor parte del piso, aunque también envía una rama a la articulación. El pubis y el isquion participan en la articulación sinfisaria en las especies domésticas, aunque en el humano esto sólo ocurre con el pubis.

El *ilion* consiste en una expansión craneal o ala y una barra caudal o cuerpo. El ala varía mucho de una especie a otra, es oblonga y adopta una orientación más o menos sagital en el perro y el gato, es triangular y casi vertical en el caballo y los rumiantes (fig. 2-19). Su margen forma unas saliencias, por lo general engrosadas, en ciertos puntos. Dorsalmente (dorsomedialmente en las especies más gran-

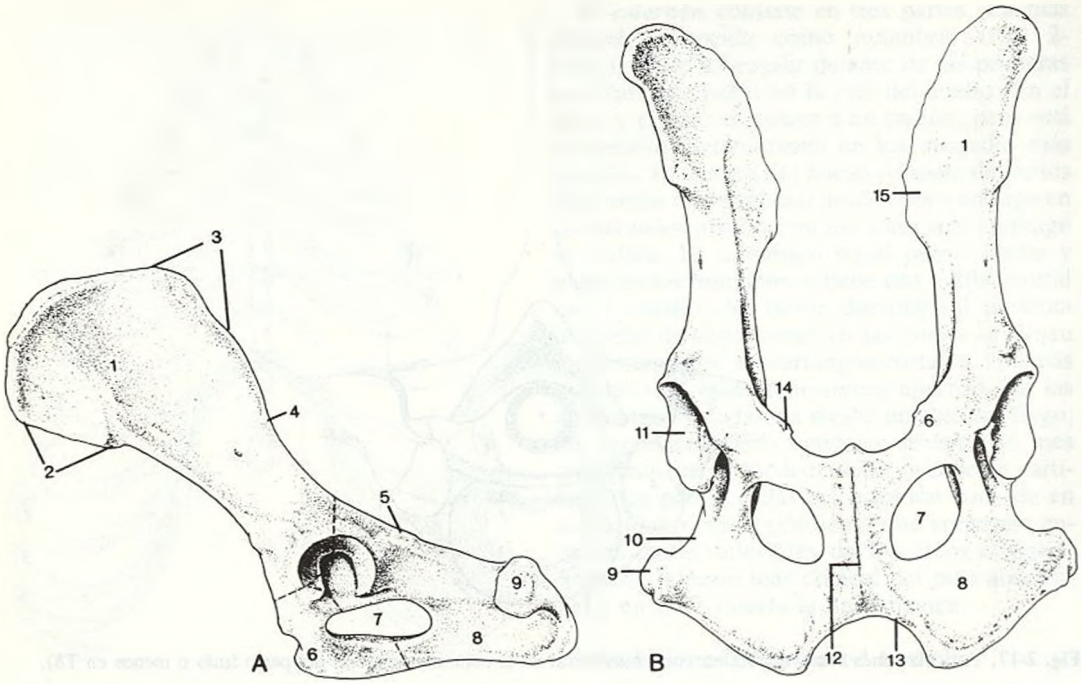


Fig. 2-18. Huesos de la cadera del perro, vistas lateral izquierda (*A*) y ventral (*B*). Las líneas entrecortadas indican la extensión aproximada del ilion, pubis e isquion.

1, ala del ilion; 2, 3, espinas ilíacas ventral y dorsal; 4, escotadura ciática mayor; 5, espina isquiática; 6, pubis; 7, agujero obturador; 8, isquion; 9, tuberosidad isquiática; 10, escotadura ciática menor; 11, acetábulo; 12, sínfisis pelviana; 13, arco isquiático; 14, eminencia iliopubiana; 15, superficie articular auricular.

des) forma una tuberosidad sacra que en el perro y el gato ha quedado reducida a dos espinas bajas (espinas ilíacas dorsales craneal y caudal) pero es prominente en los animales grandes, en los cuales está cerca de las apófisis espinosas de las vértebras. Ventralmente (ventralateralmente en los espacios más grandes) el ilion forma una tuberosidad coxal, que también ha quedado reducida a una espina baja y alargada (espina ilíaca ventral craneal) en los carnívoros pero es muy prominente en las especies grandes, formando la punta de la cadera en el ángulo dorsocaudal del flanco. Incluyendo estas saliencias, el margen del ala se conoce como cresta ilíaca; engrosada y convexa en los carnívoros, es fina y cóncava en los animales más grandes. Algunos de estos rasgos constituyen jalones importantes en el animal vivo.

La superficie lateral (dorsolateral) está excavada y en su mayor parte da origen al glúteo medio, este origen puede dar lugar a una o más crestas muy prominentes. La superficie medial (ventromedial) mira hacia la cavidad corporal. La parte ventral da origen al ilíaco, en tanto que en la parte más dorsal presenta la superficie articular auricular rugosa (fig. 2-18[15]) para el sacro. El borde dorsal del ala está recortado en su unión con el cuerpo, formando la escotadura (incisura) ciática mayor (fig. 2-18[4]) sobre la cual pasa el nervio ciático en su recorrido hacia el miembro pelviano.

El cuerpo del ilion es robusto y columnar. Su extremo caudal contribuye a formar el acetábulo, profunda cavidad que recibe la cabeza del fémur. Su borde ventral es la línea arqueada baja que sirve como parte del límite arbitrario (''línea terminal'') cubre las cavidades abdominal y pelviana. Excepto en el perro, esta línea tiene al tubérculo del psoas en el punto medio de su longitud; aquí se inserta el psoas menor.

El *pubis* (fig. 2-18[6]), que prácticamente tiene la forma de una L, consiste en una rama transversal , ramus cranealis acetabular, y otra sagital, ramus caudalis, (sinfisaria). El extremo lateral de la rama acetabular contribuye a formar el acetábulo y se conoce como el cuerpo. Su borde craneal, conocido como pecten del pubis, tiene la eminencia iliopubiana y presta inserción a los músculos abdominales. Entre ambas, las dos ramas representan cerca de la mitad de la circunferencia del agujero obturador, gran abertura del piso de la pelvis de la

cual emerge el nervio obturador. El agujero está cerrado por músculo y una membrana en el animal vivo.

El *isquion* (fig. 2-18[8]) consiste en una lámina horizontal (tubular) prolongada en dirección craneal por una rama; ramus ossis ischii (sinfisaria) y una parte acetabular, una a cada lado del agujero obturador. La prolongación que contribuye a formar la copa articular se conoce como cuerpo. La parte craneal del cuerpo está coronada por una cresta, la espina isquiática (fig. 2-18[5]), que también se extiende dentro de la parte caudal del ilion. Identificada por el origen del glúteo profundo, es relativamente baja en el perro y particularmente alta en los rumiantes. El ángulo caudolateral de la lámina forma la tuberosidad isquiátrica (fig. 2-18[9]) y el borde entre ésta y la espina está indentado por la escotadura ciática menor (fig. 2-18[10]). La tuberosidad isquiática es un engrosamiento horizontal en el perro y un agrandamiento notoriamente triangular en los bovinos. En la mayoría de las especies es subcutánea y puede ser un jalón visible. La parte remanente del borde caudal forma con su homóloga la arcada isquiática, que es una escotadura ancha y, con excepción del caballo, profunda.

El *acetábulo* es una profunda copa articular a cuya formación contribuyen los tres huesos; en animales jóvenes puede haber un pequeño hueso acetabular adicional. El acetábulo está dentro de una orla prominente interrumpida por una escotadura en su porción caudoventral. Por dentro tiene una superficie articular semilunar pero la profundidad de la copa es no articular y áspera.

Las diferencias en la forma general de la *cintura pelviana* son muy importantes de una especie a otra. El ilion en las especies más grandes y pesadas es más vertical y esta conformación hace que la articulación sacroilíaca y, por ende, el peso del tronco, quede más encima de la articulación de la cadera. En las especies más pequeñas, en las cuales esta consideración es menos importante, el ilion es muy oblicuo (fig. 2-1). Esto desplaza el piso de la pelvis en dirección caudal respecto de la columna vertebral y aumenta la eficiencia de los músculos abdominales que flexionan la columna en las marchas saltantes. El desplazamiento caudal de la tuberosidad isquiática también aumenta el efecto de palanca que pueden ejercer los músculos de al curva, potentes extensores de la cadera que se originan aquí.

Las dimensiones de la cintura pelviana son más importantes en las especies que producen un hijo en cada parición, de modo que éste es grande en relación con su madre. En cambio, son de escasa importancia en las especies politocas (que normalmente producen una camada), cuyos fetos de término son relativamente pequeños. Estos aspectos importantes de la conformación pelviana se comentan en capítulos ulteriores.

Articulaciones y ligamentos de la cintura pelviana

La sínfisis pelviana es una articulación cartilaginosa secundaria que se osifica a medida que avanza la edad. El proceso de esta osificación es irregular; empieza a distintas edades y avanza con distinta celeridad, incluso dentro de una misma especie. Suele comenzar antes, y estar más avanzada en cualquier etapa, en la parte pubiana que en la isquiática. A veces se afirma que en ciertas especies domésticas se detectan cambios en los tejidos de la sínfisis (y en la articulación sacroilíaca) antes de la parición. Si así fuese, la cual no halla aceptación universal, estos cambios son menores en comparación con los que ocurren en los cobayos y muchos otros animales pequeños en este momento porque en ellos puede haber una disolución completa de la sínfisis, que permite que las dos mitades de la cintura se separen para ampliar el canal del parto.

Las *articulaciones sacroilíacas* son curiosas porque combinan una articulación sinovial con una región adyacente de extensa unión fibrosa. Esto parece estar destinado a combinar la firmeza de la inserción con cierta capacidad absorbente de los golpes, porque estas articulaciones deben transmitir el peso del tronco a los miembros pelvianos durante la estancia de pie y el empuje de los miembros al tronco en la progresión. El sacro está acuñado entre las dos mitades de la cintura pelviana, de modo que cada ala sacra tiene una superficie articular que es ancha y plana (pero irregular en sus detalles) y concuerda con la respectiva superficie ilíaca. La cápsula es ceñida y se halla rodeada y sostenida por unos cortos fascículos de tejido conectivo que unen las partes adyacentes de ambos huesos. Es cuestión de preferencias si a ciertos ligamentos sacroilíacos más largos, que están a mayor distancia de la articulación sinovial, se los debe considerar componentes de una articulación o estructuras independientes. Pueden comprender ligamentos dorsales largos y cortos que pasan entre el ala del ilion y las apófisis espinosas y otros elementos del sacro. Un ligamento ventral ofrece un sostén más inmediato a la articulación.

El *ligamento sacrotuberoso* (fig. 2-19[4]) reviste un interés considerablemente mayor. En el perro es un fuerte cordón redondeado que corre entre el ángulo caudolateral del sacro y la parte lateral de la tuberosidad isquiática, pero no existe en el gato. En los ungulados se le conoce con el nombre más apropiado de ligamento sacrociático porque está expandido en una

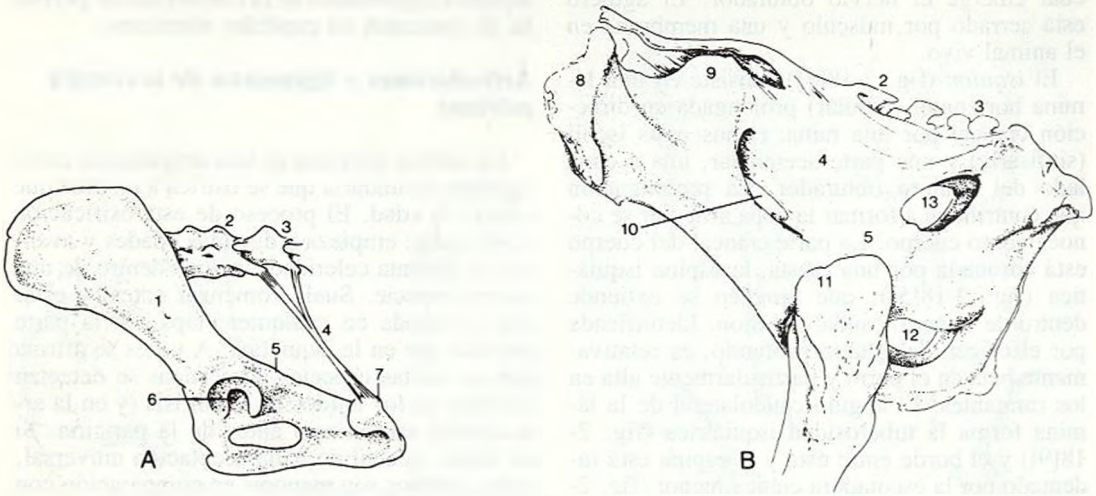


Fig. 2-19. Ligamento sacrotuberoso canino (*A*) y ligamento sacrociático (lig. sacrotuberoso ancho) bovino (*B*), vistas laterales izquierdas.

1, ilion; 2, sacro; 3, vértebras caudales; 4, ligamento sacrotuberoso (en *A*) y ligamento sacrociático (en *B*); 5, espina isquiática; 6, acetábulo; 7, tuberosidad isquiática; 8, tuberosidad coxal; 9, tuberosidad sacra; 10, agujero ciático mayor; 11, trocánter mayor; 12, agujero obturador; 13, agujero ciático menor.

ancha lámina que ocupa en gran medida el espacio comprendido entre el borde lateral del sacro y el borde dorsal del ilion e isquion, dejando abiertos dos agujeros adyacentes a las escotaduras ciáticas mayor y menor. El borde caudal se palpa en el perro y en el bovino.

Músculos del tronco

Músculo cutáneo del tronco (fig. 2-20)

El espesor relativo y la extensión de este músculo varían, pero por lo general cubre la cara lateral del tórax y abdomen con fascículos cuyo curso es a predominio horizontal. Está contenido en la fascia superficial y su función principal es tensar y sacudir la piel. En algunos animales envía ramas al prepucio y en el caballo y el buey existen laminillas aparte que cubren las regiones del hombro y del brazo. La inervación proviene del plexo braquial.

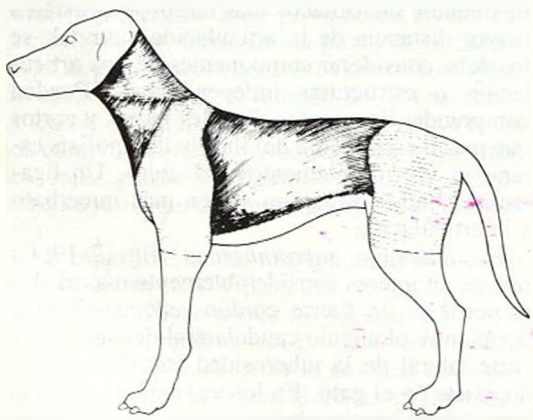
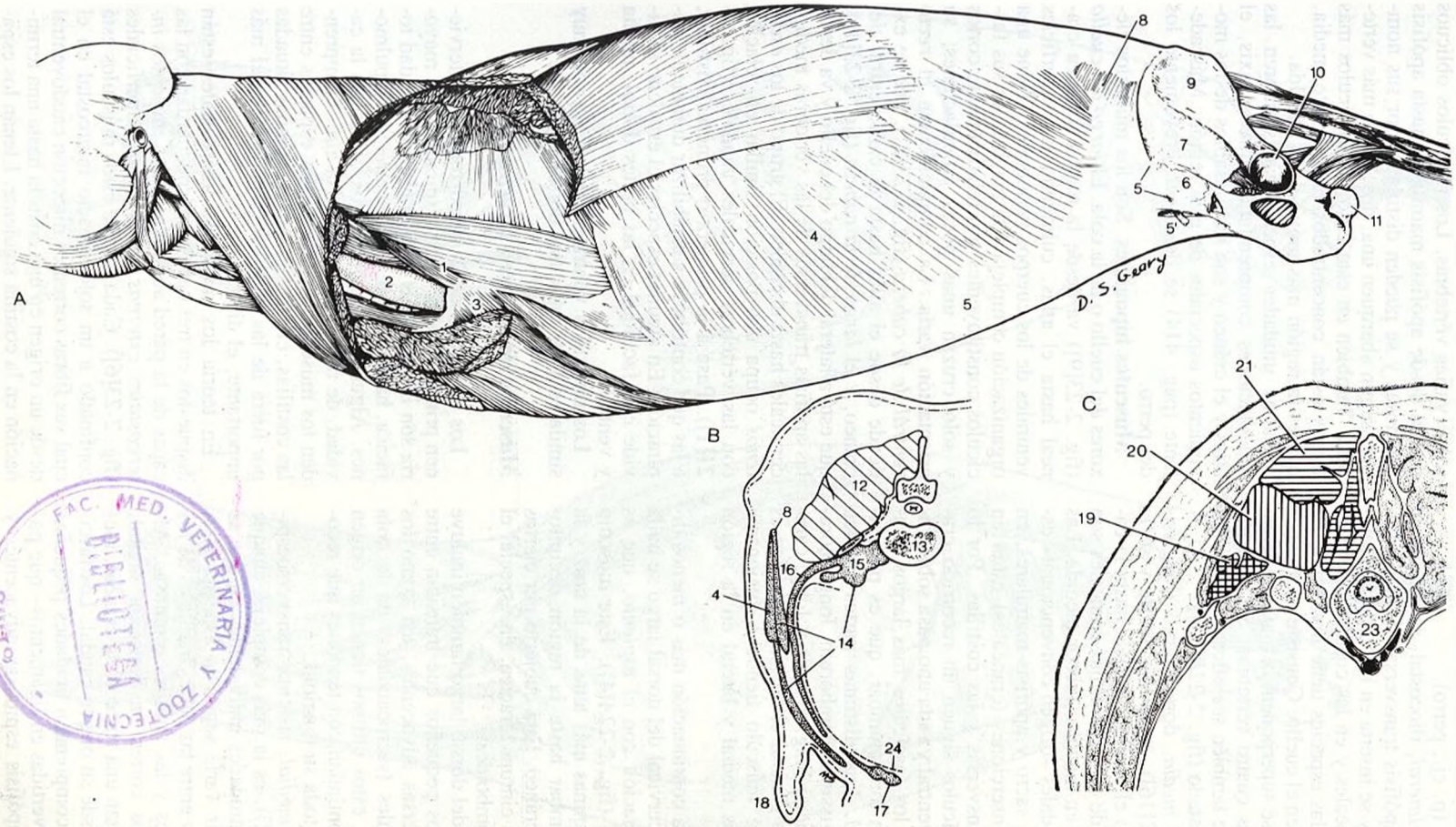


Fig. 2-20. Músculo cutáneo del perro.

Músculos de la columna vertebral

Se les puede dividir en dos partes de acuerdo con su posición e inervación. La parte epiaxil (fig. 2-21*B*[12]) es dorsal respecto de la línea de las apófisis transversas de las vértebras y recibe su inervación de las ramas dorsales de los nervios espinales. La parte hipoaxil (fig. 2-21*B*[14]) es ventral respecto de las apófisis transversas y está inervada por las ramas ventrales de estos nervios; comprende los músculos de las paredes torácica y abdominal, además de los que están íntimamente aplicados a las vértebras. Los músculos torácicos y abdominales se consideran en apartados ulteriores.

Músculos epiaxiles. Aunque son numerosos y complicados, por fortuna no requieren una descripción detallada porque es raro que tengan importancia clínica, excepto en el perro (pág. 394). Los músculos principales están dispuestos en tres columnas paralelas (fig. 2-21*C*[19-21]), que exhiben cierta tendencia a fusionarse en los lomos y a dividirse en unidades adicionales en el cuello. Son extensores de la columna vertebral, sea localmente o en forma más general, de acuerdo con su extensión y son re-



FAC. MED. VETERINARIA Y ZOOTECNIA
BIBLIOTECA
CUSCO

Fig. 2-21. *A*, músculos del tronco del perro, vista lateral; se han eliminado los miembros. *B*, músculos epiaxiles (rayado) e hipoaxiles (punteado) en un corte transversal de la región lumbar. *C*, los tres sistemas de músculos epiaxiles a nivel del tórax.

1, escaleno; 2, esófago; 3, recto torácico; 4, oblicuo externo del abdomen y, 5, su aponeurosis, pilar lateral y ligamento inguinal; 5', pilar medial; 6, lagunilla vascular; 7, psoasilíaco; 8, oblicuo interno del abdomen; 9, ala del ilion; 10, acetábulo; 11, tuberosidad isquiática; 12, músculos epiaxiles; 13, vértebra lumbar con apófisis transversa; 14, músculos hipoaxiles; 15, músculo psoas; 16, transverso del abdomen; 17, recto del abdomen; 18, pliegue del flanco; 19, sistema iliocostal (cuadriculado); 20, sistema del dorsal largo (longissimus) (rayado vertical); 21, sistema transversoespinal (rayado horizontal); 23, vértebra torácica y costillas; 24, peritoneo. (*A*, Horowitz, 1970.)

lativamente más potentes en animales que saltan para correr (p. ej., perro).

La *columna lateral*, iliocostal, se origina en el ilion y las apófisis transversas de las vértebras lumbares y se inserta en las vértebras lumbares más craneales y en las costillas, pero en la mayoría de las especies tiene una continuación más débil en el cuello. Consiste en muchos fascículos que se superponen; la mayoría de éstos cubren unas cuatro vértebras. Su posición lateral hace que también sea eficaz para doblar el tronco de costado (fig. 2-22*B*[17]).

La *columna media*, dorsal largo (longissimus) (fig. 2-22[16]), es la más fuerte y se la puede seguir en el cuello e incluso hasta la cabeza. Algunas de sus partes más craneales son independientes en mayor o menor medida. Las inserciones caudales –origen convencional– están en el ilion, sacro y apófisis mamilares, en tanto que las inserciones (craneales) están en las apófisis transversas y las costillas. Por lo tanto, los fascículos siguen un recorrido craneal, lateral y ventral y cada uno pasa sobre varias vértebras; los fascículos más largos atraviesan la unión toracolumbar, que es particularmente móvil. Las distintas partes pueden designarse longissimus lumborum, long. thoracis, long. cervicis, long. atlantis y long. capitis, pero por lo general el término genérico es suficiente. Este músculo tiende a fusionarse con sus vecinos medial y lateral en la región lumbar.

Además de la continuación más o menos directa, la parte cervical del dorsal largo se halla en íntima asociación con el *esplenio*, que es más superficial (fig. 2-22*A*[4]). Este músculo va desde las espinas más altas de la cruz y la fascia toracolumbar hasta la región occipitomastoidea del cráneo. Está cubierto por ciertos músculos de la cintura torácica, en especial el trapecio y el romboides.

El complejo del dorsal largo también incluye ciertos músculos pequeños que transitan entre apófisis transversas adyacentes, así como los músculos dorsales (sacrocaudales) de la cola (fig. 2-22[14]); estos últimos tienen un origen carnoso y se continúan con tendones que recorren la cola en toda su longitud.

La *columna medial*, sistema transversoespinal (fig. 2-23[2]), es la más compleja, aunque la cantidad de unidades individuales en que se la puede dividir varía según la especie. Está aplicada sobre y entre las partes mediales de los arcos vertebrales y las apófisis espinosas. Algunos fascículos corren en dirección sagital, pero otros adoptan una trayectoria craneal, medial y dorsal desde su origen caudal. Los fascículos sagitales comprenden unidades pequeñas –a menudo convertidas en ligamentos– que pasan entre las apófisis espinosas adyacentes y también unidades más grandes que se extienden sobre varias vértebras. Los fascículos oblicuos corren desde apófisis mamilares hasta apófisis espinosas y se pueden distinguir por sus nombres según abarquen una, dos, tres o más vértebras. También en este caso los fascículos más largos están concentrados en la parte media, que es la región más móvil de la espalda.

Varias unidades especializadas cubren las articulaciones comprendidas entre el axis, el atlas y el cráneo y son responsables de los movimientos especiales de esta región. Más adelante (pág. 414) se describen brevemente los del perro.

Músculos hipoaxiles. Son los músculos flexores del cuello o de la cola. El *largo del cuello* (fig. 2-23[9]) va desde la región torácica craneal hasta el atlas, cubriendo las superficies ventrales de los cuerpos vertebrales. Tiene una organización compleja y la mayoría de sus fascículos constituyentes son relativamente cortos y sólo cruzan unas pocas articulaciones; su orientación varía. La complementan el *recto ventral de la cabeza* (fig. 2-23[8]), que se extiende desde el atlas hasta la cara ventral del cráneo, y el *largo de la cabeza* (fig. 2-23[1]), que está a lateral del largo del cuello y va desde las apófisis transversas de las vértebras mediocervicales hasta el cráneo. El grupo de los *escalenos* ocupa una posición similar en relación con las vértebras cervicales caudales (fig. 2-21[1]). Pasa a la primera o primeras costillas, a las que contribuye a estabilizar durante la inspiración. En algunas especies el escaleno se divide con facilidad en las partes dorsal, media y ventral.

Los músculos ventrales de la cola son muy similares a los músculos dorsales.

Músculos de la pared torácica

Los músculos de la pared torácica intervienen principalmente en la respiración. La mayoría son inspiratorios y ensanchan la cavidad torácica, haciendo que el aire entre en los pulmones. Algunos son espiratorios y reducen la cavidad, de modo que se expulsa aire. Comprenden los músculos que llenan los espacios entre las costillas, ciertas unidades pequeñas situadas por fuera de las costillas y, por mucho el más importante, el diafragma.

En teoría los músculos intercostales están dispuestos en tres capas que concuerdan con las capas de la pared abdominal. Los músculos *intercostales externos* son los más superficiales (fig. 2-23[6]). Cada uno de estos músculos está confinado a un solo espacio intercostal en el cual sus fibras corren en dirección caudoventral desde un origen en una costilla hasta una terminación en la costilla siguiente. Llenan los espa-

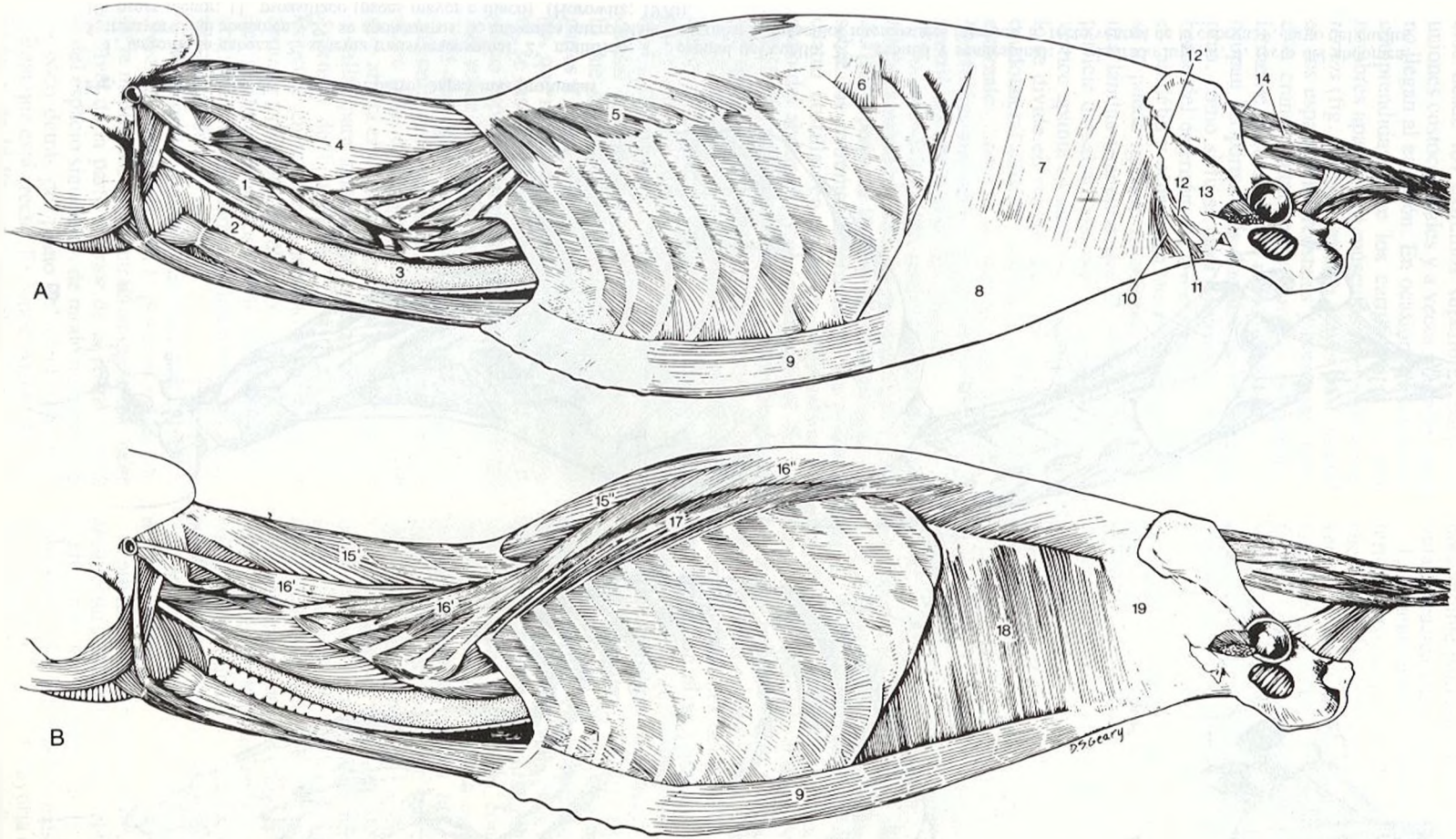


Fig. 2-22. Músculos del tronco del perro, capas profundas.

1, largo de la cabeza; 2, tráquea; 3, esófago; 4, esplenio; 5,6 serrato dorsal craneal y caudal; 7, oblicuo interno del abdomen y, 8, su aponeurosis; 9, recto del abdomen; 10, borde libre caudal del oblicuo interno del abdomen; 11, cremáster; 12, ligamento inguinal; 12', aponeurosis del oblicuo externo del abdomen seccionada y reflejada; 13, psoasilíaco; 14, músculos sacrocaudales dorsales; 15, sistema transversoespinal; 15', semiespinal de la cabeza; 15'', espinal y semiespinal, 16, sistema del dorsal largo; 16', dorsal largo de la cabeza y cuello; 16'', dorsal largo del tórax; 17, iliocostal; 18, transverso del abdomen; 19, fascia transversalis, (Horowitz, 1970.)

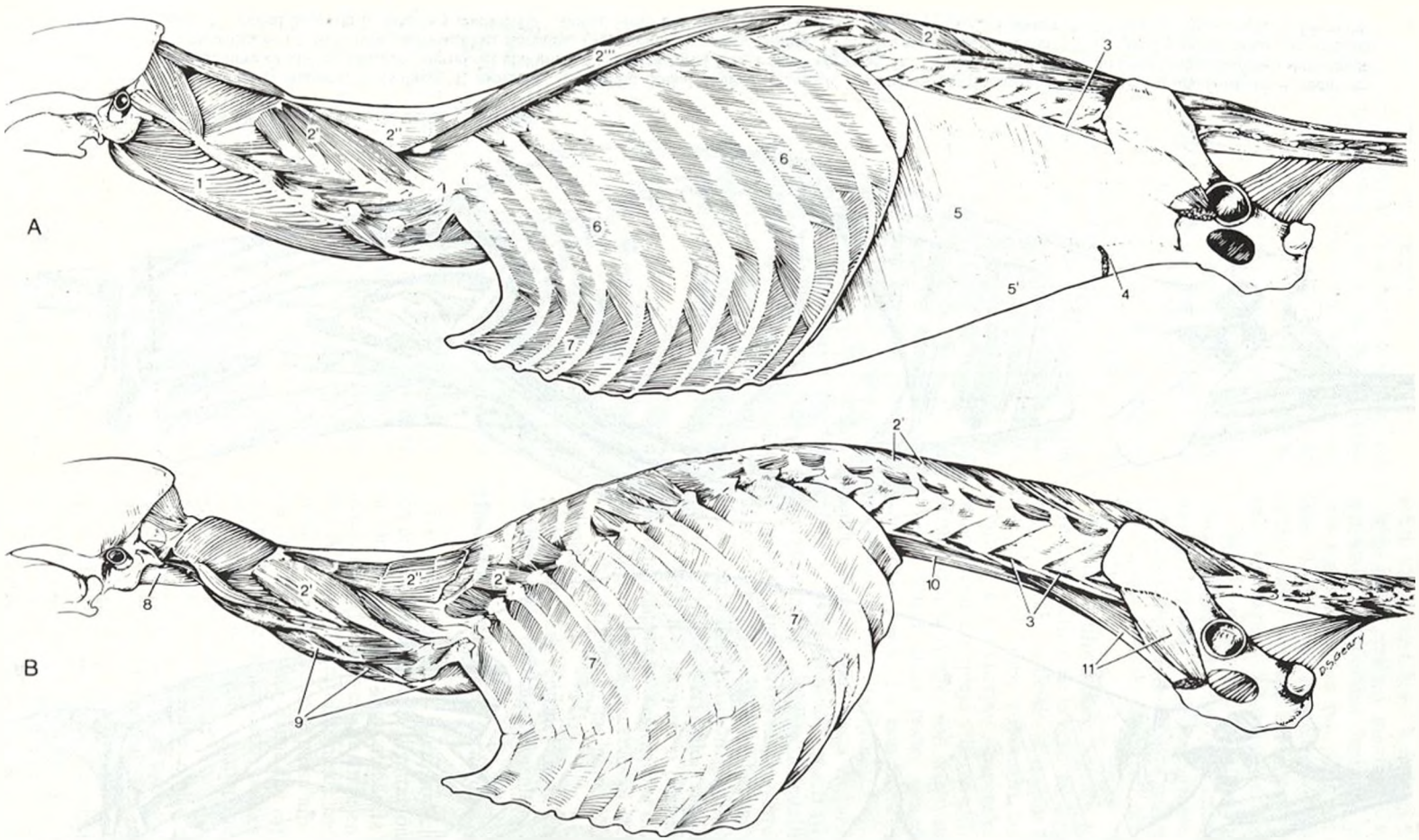


Fig. 2-23. Músculos del tronco del perro, capas más profundas.

1, largo de la cabeza; 2, sistema transversoespinal; 2', multífido; 2'', espinal del cuello; 2''', espinal y semiespinal; 3, cuadrado lumbar; 4, recto del abdomen; 5, transverso del abdomen y 5', su aponeurosis; 6, músculos intercostales externos; 7, músculos intercostales internos; 8, recto ventral de la cabeza; 9, largo del cuello; 10, psoas menor; 11, psoasilíaco (psoas mayor e ilíaco). (Horowitz, 1970).

cios desde los extremos superiores hasta las uniones costocondrales y a veces más allá, pero no llegan al esternón. En ocasiones a las partes comprendidas entre los cartílagos se les dan nombres aparte. Los músculos *intercostales internos* (fig. 2-23[7]) están a mayor profundidad en los espacios intercostales y corren en dirección craneoventral, más o menos perpendicularmente al curso de los músculos externos. No ocupan las partes más dorsales de los espacios pero, como si fuese para compensar, llegan al borde del esternón. La tercera capa (subcostal) es tan débil y ocurre con tanta inconstancia que se la puede ignorar. El *transverso del tórax* es una lámina triangular que se origina en la superficie dorsal del esternón, a la cual cubre. Su vértice apunta en dirección craneal y el músculo se divide en riendas que corren en dirección caudolateral para ir a insertarse en las costillas esternales, cerca de las uniones costocondrales. Morfológicamente es el equivalente de la parte ventral del transverso del abdomen.

Dos músculos están sobre la superficie lateral de la pared torácica, el *recto del tórax* (fig. 2-21[3]), pequeña lámina cuadrilátera aplicada sobre los extremos inferiores de las primeras cuatro costillas en aparente continuación del recto del abdomen, y el *serrato dorsal* (fig. 2-22*A*[5,6]), aplicado sobre las partes dorsales de las costillas. Este último se origina en la fascia de la espalda y se inserta en las costillas mediante una serie de riendas. Las riendas de la parte craneal del músculo descienden en dirección caudoventral, en tanto que las de la parte caudal descienden en dirección craneoventral, lo que sugiere funciones antagónicas. Las dos partes a veces están muy separadas. El *escaleno*, que mencionamos en el apartado precedente, se inserta en la primera costilla, pero en algunas especies también transcurre mucho más allá sobre la parrilla costal.

El *diafragma* separa las cavidades torácica y abdominal. Es un músculo cupuliforme convexo en todas direcciones en su superficie craneal y se abulta en dirección craneal cubierto por las costillas para agrandar la cavidad abdominal a expensas de la torácica (figs. 2-2 y 2-24*A*). Consiste en un centro tendinoso en forma del corazón (trifoliada en el perro) (fig. 2-24[7]) y una periferia musculosa divisible en porciones originadas en las vértebras lumbares, las costillas caudales y el esternón.

El centro tendinoso es la parte más craneal y constituye el vértice. En la posición neutra entre la inspiración y la espiración máximas, llega al nivel de la parte inferior de la sexta costilla (o del espacio siguiente), de modo que sólo está un poco detrás del plano del olécranon en el animal que está erecto. El conocimiento de este hecho y de la línea de inserción costal es imprescindible para apreciar la extensión de la cavidad torácica (fig. 2-24*B*).

La potente porción lumbar del músculo periférico consiste en los pilares izquierdo y derecho (fig. 2-24[1,2]) que se originan en la cara ventral de las primeras tres o cuatro vértebras lumbares por medio de unos fuertes tendones. El pilar derecho es mucho más grande y se divide en tres ramas que se irradian ventralmente para unirse al centro tendinoso. El pilar izquierdo, en cambio, no está dividido.

La parte costal, mucho más fina, nace mediante digitaciones seriadas procedentes de las superficies internas de las costillas y cartílagos costales. La rienda más caudal, que también es la más dorsal, nace cerca del extremo dorsal de la última costilla; las que están adelante se originan en niveles sucesivamente más ventrales, de modo que la última digitación costal sigue el cartílago de la octava costilla hasta el esternón. Una última rienda esternal empieza en la superficie dorsal del esternón y corre dorsalmente al encuentro del tendón, que, por lo tanto, está rodeado de músculo por todos lados.

El diafragma presenta tres aberturas. La más dorsal, hiato aórtico (fig. 2-24[3]), está entre las vértebras lumbares y los tendones de los pilares. Por él pasan la aorta, la vena ácigos y el conducto torácico. El hiato esofágico (fig. 2-24[4]) es más ventral, pues está entre las dos divisiones mediales del pilar derecho. Por esta abertura pasan el esófago, los troncos vagales dorsal y ventral que acompañan al esófago y los vasos que lo irrigan. La tercera abertura, orificio de la cava (fig. 2-24[9]), se halla en el centro tendinoso, en un sitio un tanto dorsal respecto del vértice y a la derecha del plano mediano. Por él pasa la vena cava caudal y es algo distinto a las otras aberturas porque la adventicia de la vena se fusiona con el tendón, de modo que no queda ningún espacio circundante. Los márgenes de las otras aberturas, en cambio, pueden deslizarse sobre las estructuras que pasan por ellas.

El diafragma es inervado por los nervios frénicos, formados mediante contribuciones de las ramas ventrales de los nervios cervicales caudales (por lo general C5-C7). A pesar de la índole aparentemente involuntaria de la respiración, éstos suelen ser nervios somáticos de composición mixta. Los otros músculos de la pared torácica son inervados por los nervios intercostales (ramas ventrales de los nervios espinales torácicos).

Consideraciones funcionales. La forma y la arquitectura del tórax representan un término medio entre los requisitos de la postura y la locomoción y las necesidades más especializadas de la respiración. En la mayoría de los animales domésticos las ventajas que depara para la res-

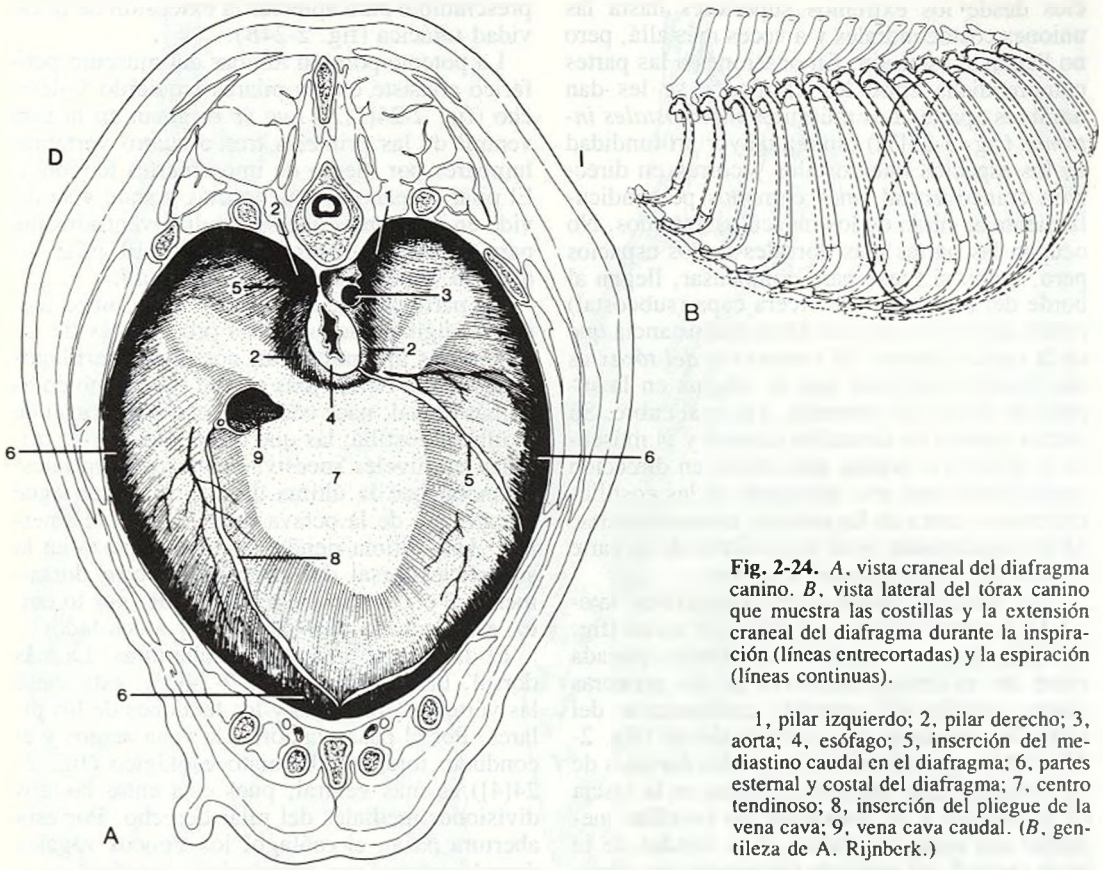


Fig. 2-24. *A*, vista craneal del diafragma canino. *B*, vista lateral del tórax canino que muestra las costillas y la extensión craneal del diafragma durante la inspiración (líneas entrecortadas) y la espiración (líneas continuas).

1, pilar izquierdo; 2, pilar derecho; 3, aorta; 4, esófago; 5, inserción del mediastino caudal en el diafragma; 6, partes esternal y costal del diafragma; 7, centro tendinoso; 8, inserción del pliegue de la vena cava; 9, vena cava caudal. (*B*, gentileza de A. Rijnberk.)

piración un tórax en tonel, se sacrifican en gran medida para facilitar el movimiento de las escápulas aplanando la parte craneal de la caja torácica. El movimiento potencial de las costillas también se reduce a favor de la arquitectura más rígida que provee un origen estable para los músculos que transcurren entre el tronco y los miembros torácicos.

En consecuencia, la actividad respiratoria es más evidente en los cambios que tienen lugar en la forma de la parte caudal de la caja torácica y del abdomen. Todas las especies exhiben respiración costal y abdominal (es decir, diafragmática), pero su importancia relativa varía según la especie, de acuerdo con las circunstancias que prevalezcan y según el individuo, porque el patrón respiratorio es tan distintivo como la estancia o la marcha. Se suele decir que en el ser humano un 70% del flujo aéreo es atribuible a los movimientos del diafragma; es improbable que esta proporción sea muy distinta en las especies domésticas, aunque se ha prestado escasa atención a estas cuestiones. No cabe duda de que se puede llegar a la conclusión de que la respiración normal siempre se acompaña de contracciones diafragmáticas, mientras que la participación de los músculos respiratorios intercostales y otros accesorios es menos segura.

El diafragma se contrae venciendo la resistencia de las vísceras abdominales; en la práctica a éstas se las puede considerar incompresibles, de modo que deben desplazarse en dirección caudal, en el espacio provisto por la relajación del piso y los flancos del abdomen. En este movimiento la parte central de la cúpula diafragmática se desplaza hacia atrás –quizás en la distancia de la mitad de una vértebra durante la respiración tranquila–, mientras que se obtiene un agrandamiento adicional del tórax mediante el aplanamiento de sus partes periféricas. La contracción de las partes esternocostales del diafragma, que se insertan en las últimas costillas, tiende a traccionar estas costillas hacia adentro, en oposición a la tracción hacia afuera y adelante que ejercen sobre ellas los músculos intercostales. Una observación común (fácil de confirmar observando a un perro dormido) es que la última costilla en realidad se retrae hacia adentro durante la inspiración, mientras que las otras costillas más craneales se mueven hacia afuera para ensanchar el tórax.

Los movimientos reales que realizan las costillas y las fuerzas que los producen son controvertidos. La inclinación caudal de la parte inferior de la costilla (antes de que vire hacia adelante por el cartílago) hace que la costilla describa un movimiento comparable al de levantar el mango de un balde. La manera exacta en que las superficies articulares se coaptan durante este movimiento y por dónde pasan los ejes de rotación son temas discutibles, pero no cabe duda de que el efecto global consiste en ensanchar y acortar al mismo tiempo la caja torácica. En el hombre y en algunos cuadrúpedos (incluso el perro) existe un desplazamiento ventral concomitante del esternón.

Por su geometría, una considerable cantidad de músculos que se insertan en las costillas y el esternón parecen ser capaces de producir los movimientos necesarios. Los estudios electromiográficos, aunque se realizaron principalmente en el hombre, han revelado que durante la respiración tranquila este potencial se aprovecha muy poco. En la inspiración la capa superficial de la musculatura intercostal participa con mayor constancia, es decir, los intercostales externos y las partes intercondrales de los intercostales internos. El escaleno (y quizá también los músculos que corren hacia adelante desde el manubrio) contribuirían a fijar la entrada torácica. La espiración es principalmente pasiva porque la fuerza principal es el retroceso elástico de los pulmones. Los músculos de la pared abdominal pueden contraerse para reforzar la tensión pasiva en las partes tendinosas, que eleva las vísceras y contribuye indirectamente a hacer que el diafragma vuelva a la posición que ocupaba. A veces también participa la capa más profunda de los músculos intercostales; es decir, las partes interóseas de los intercostales internos y el transverso del tórax.

Contrariamente a lo que se suele creer, el diafragma no es indispensable. Las evidencias obtenidas de sujetos experimentales y clínicos (perros y rumiantes) en que se seccionan o se paralizan ambos nervios frénicos, indican una escasa pérdida obvia de la eficiencia respiratoria, incluso en condiciones de estrés moderado. Esto, por supuesto, no niega el papel primordial que cumple el diafragma en los animales normales, sino que confirma que existe una amplia reserva de músculo inspiratorio.

Músculos de la pared abdominal

Los músculos de la pared abdominal pueden dividirse, por razones de conveniencia, en los grupos ventrolateral y dorsal (sublumbar) (fig. 2-21*B*). El primero comprende los músculos de los flancos y del piso abdominal, músculos que poseen particular importancia porque se los encuentra y deben ser incididos en la mayoría de los abordajes quirúrgicos para los órganos abdominales. La mayoría de los músculos del segundo grupo, en cambio, pertenecen a la división de músculos de la cintura del miembro pelviano. Los incluimos aquí porque forman parte de la pared corporal, es decir, el techo del abdomen a cada lado de la columna vertebral.

Grupo ventrolateral. La musculatura intrínseca del flanco comprende tres anchas láminas carnosas superpuestas las unas sobre las otras y cuyas fibras tienen orientaciones diferentes. Cada una se continúa ventralmente por medio de un tendón aponeurótico cuya inserción principal es una cuerda fibrosa, la línea blanca, que corre en la línea media ventral desde el cartílago xifoides hasta el extremo craneal de la sínfisis pelviana (por medio del tendón prepubiano). Al hacer esto los tendones envuelven a un cuarto músculo, el recto del abdomen, que tiene una trayectoria sagital en el piso del abdomen, inmediatamente al costado de la línea blanca (fig. 2-25).

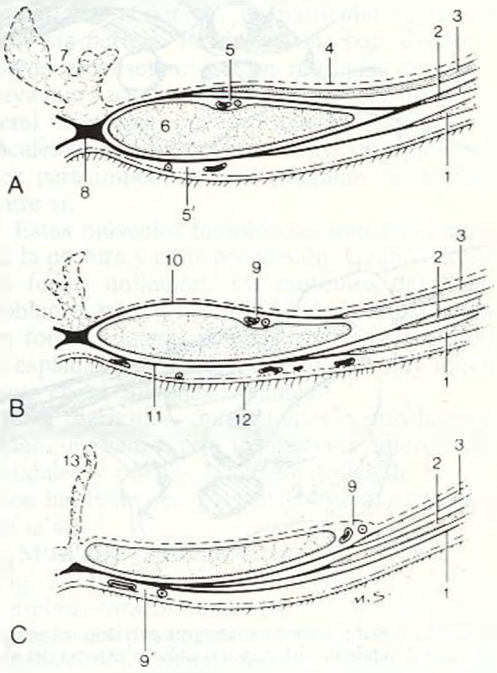


Fig. 2-25. Vaina del recto del perro en cortes transversales craneal (*A*) y caudal (*B*) respecto del ombligo y cerca del pubis (*C*).

1, oblicuo externo del abdomen; 2, oblicuo interno del abdomen; 3, transverso del abdomen; 4, peritoneo; 5, vasos epigástricos craneales; 5', vasos epigástricos superficiales craneales; 6, recto del abdomen; 7, ligamento falciforme adiposo; 8, línea blanca; 9, vasos epigástricos caudales; 9', vasos epigástricos superficiales caudales; 10, lámina interna de la vaina del recto; 11, lámina externa de la vaina del recto; 12, piel; 13, ligamento mediano de la vejiga. (Bradley, 1959.)

El músculo *oblicuo externo del abdomen* (fig. 2-21[4]) se origina en las superficies laterales de las costillas y en la fascia lumbar. Aunque la mayoría de sus fibras corren en dirección caudoventral, existe cierta radiación que hace que los fascículos más dorsales sigan un recorrido más horizontal. La aponeurosis (fig. 2-21[5]) que sigue a la parte carnosa se divide en dos partes o pilares antes de llegar a su inserción. El pilar medial, más grande, termina en la línea blanca después de haber transcurrido ventralmente respecto del músculo recto, mientras que el pilar lateral, más pequeño, va a insertarse en la fascia que cubre al psoasilíaco y en el reborde pubiano, a lateral de la inserción del recto (fig. 2-26[3]).

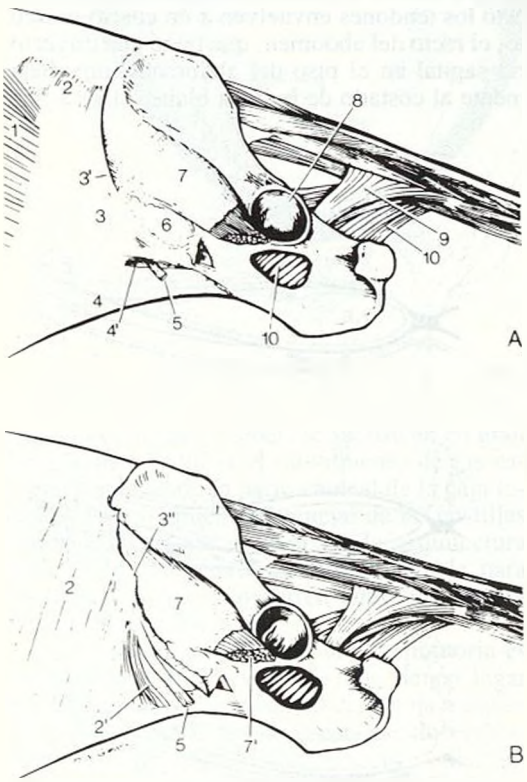


Fig. 2-26. Canal inguinal y diafragma pelviano del perro, vista lateral izquierda. El músculo oblicuo externo del abdomen, que está en *A*, ha sido retirado en *B*.

1, oblicuo externo del abdomen; 2, oblicuo interno del abdomen; 2', borde libre caudal del oblicuo interno que forma el borde del anillo inguinal profundo; 3, pilar lateral de la aponeurosis del oblicuo externo; 3', borde caudal de 3 (ligamento inguinal) que termina en 7; 3'', muñón de la aponeurosis del oblicuo externo reflejada en dirección caudal (*B*); 4, pilar medial de la aponeurosis del oblicuo externo; 4', anillo inguinal superficial; 5, cremáster derivado del oblicuo interno; 6, lagunilla vascular; 7, fascia ilíaca que cubre al psoasilíaco; 7', psoasilíaco; 8, acetábulo; 9, coccígeo; 10, elevador del ano. (Horowitz, 1970.)

El segundo músculo, *oblicuo interno del abdomen* (fig. 2-22[7]), nace principalmente en la tuberosidad coxal, pero en menor medida en la inserción del pilar lateral del oblicuo externo, la fascia toracolumbar y las puntas de las apófisis transversas lumbares. Este músculo se abre en abanico de manera más obvia de forma tal que sus fascículos más caudales corren en dirección ventrocaudal, el grupo siguiente lo hace en forma más o menos transversal en el plano de la tuberosidad coxal y la mayoría adopta una dirección ventrocraneal. Algunos fascículos craneales se insertan directamente en la última costilla, pero la mayoría se continúa con una aponeurosis (fig. 2-22[8]) que pasa por el lado ventral del recto para llegar a la línea blanca. Hacia la línea media suele haber algún intercambio de fibras entre las aponeurosis de los dos músculos oblicuos. El origen en el pilar lateral permite que el músculo tenga un borde caudal libre (fig. 2-22[10]) que hemos de mencionar de nuevo un poco más adelante en relación con el canal inguinal. Una rienda caudal (cremáster, fig. 2-22[11]) desprendida del oblicuo interno entra en el cordón espermático (p. 206).

El músculo más profundo del flanco, *trasverso del abdomen* (fig. 2-23[5]), se origina en las superficies internas de las últimas costillas y en las apófisis transversas de las vértebras lumbares. Sus fibras transitan en dirección más o menos transversal y se continúan con una aponeurosis (fig. 2-23[5']) que pasa por el lado dorsal del recto del abdomen antes de terminar en la línea blanca. Este músculo no llega más allá de la tuberosidad coxal y, en consecuencia, la porción más caudal del recto queda al descubierto en la parte dorsal.

El cuarto músculo, *recto del abdomen* (fig. 2-22[9]), forma una ancha banda que está al costado de la línea blanca en el piso abdominal. Se origina en las superficies ventrales de los cartílagos costales y del esternón y se inserta en el reborde pubiano por medio de un fuerte tendón prepubiano. Su parte carnosa, que es más ancha hacia la parte media del abdomen, está dividida en una serie de segmentos por unos tabiques transversales irregulares (intersecciones tendinosas) que, aunque no lo reproducen con exactitud, recuerdan su origen polisegmentario. El tendón prepubiano sirve de inserción común para los músculos abdominales y la línea blanca.

La *vaina del recto* (vagina m. recti abdominis), conjunto de tendones aponeuróticos de los músculos del flanco que rodean al recto del abdomen, varía en cuanto a los detalles según las especies y, en una misma especie, según las regiones. Dejando de lado estas diferencias, por ahora, puede decirse que los tendones de los

dos músculos oblicuos forman un estrato sobre la superficie externa (ventral) del recto, mientras que el del transverso está aplicado contra la superficie interna; ambas capas se fusionan con la línea blanca para completar el cierre (fig. 2-25*B*).

En la región de la ingle la pared abdominal es perforada por un pasaje que se conoce como canal inguinal (figs. 2-26 y 21-5). Antes de nacer o poco después, por este espacio pasa el testículo en su descenso al escroto; en el macho adulto el canal contiene el cordón espermático, que consiste en el conducto deferente, proveniente del testículo, y otros elementos asociados, dentro de una evaginación de peritoneo. En ambos sexos por este canal también pasa la arteria pudenda externa y por lo general también su vena, los vasos eferentes de los nódulos linfáticos inguinales superficiales y el nervio genitofemoral, que son elementos asociados con la ingle.

El término "canal" no es apropiado porque sugiere que el pasaje es más amplio de lo que es. En realidad el canal es la hendidura comprendida entre la parte carnosa del oblicuo interno de un lado y el pilar lateral de la aponeurosis del oblicuo externo del otro (fig. 2-26[2,3]). Las paredes están adosadas y unidas por tejido areolar, excepto en el sitio donde los elementos que pasan por este trayecto las mantienen separadas. La hendidura abdominal que señala la entrada del canal (anillo inguinal profundo) está a lo largo del borde caudal libre del músculo oblicuo interno (fig. 2-26[2']). La salida del canal (anillo inguinal superficial; fig. 2-26[4']) está contenida entre los dos pilares en los cuales se divide la aponeurosis del oblicuo externo. En capítulos ulteriores se mencionan diferencias entre las especies que serán de gran importancia porque algunas explican por qué es más fácil que escapen órganos dentro del canal y a través de él (hernia inguinal) en ciertos animales. Otras diferencias tienen una relevancia quirúrgica inmediata en esta área, en particular en relación con la castración, sea del macho normal o del que tiene los testículos no descendidos, que han quedado ocultos dentro del abdomen o en el canal mismo (estado que se conoce como criptorquidia).

Consideraciones funcionales. La observación y la palpación sugieren que los animales que están de pie en reposo utilizan poco los músculos abdominales para sostener las vísceras y que este sostén se obtiene mediante tensión pasiva. Algunos estudios electromiográficos han revelado una actividad escasa pero continua en el oblicuo interno, con salvas ocasionales en otros músculos del flanco. Una observación similar en el hombre ha inspirado la proposición de que el músculo oblicuo interno vigila la entrada del conducto inguinal. La actividad de los músculos abdominales puede acentuarse hacia el final de la espiración tranquila y es más pronunciada si la respiración es laboriosa porque entonces los músculos se contraen para acelerar el desplazamiento anterógrado del diafragma.

Cuando los músculos abdominales se contraen frente a un diafragma fijo se dice que el animal "puja". El consiguiente aumento de la presión intraabdominal refuerza la acción de los músculos viscerales para expulsar orina, heces o un feto. El uso que se da al pujo varía según las especies y las condiciones. Los animales que adoptan la postura sentada para orinar (p. ej., cabra) o defecar (p. ej., perro) utilizan obviamente los músculos abdominales para facilitar la expulsión, pero otras especies no adoptan ninguna postura especial para cumplir estas funciones y es probable que no requieran esta asistencia.

La rigidez de la pared abdominal producida por la contracción de estos músculos puede servir para proteger las vísceras. Esta defensa se observa en el perro nervioso cuando se intenta palparle el abdomen, en particular si esto se hace sin pericia. Puede ser que para disipar el miedo y conseguir que los músculos se relajen haya que hacerle un masaje suave. El dolor visceral abdominal puede provocar contracciones locales o generales espontáneas con rigidez, tal vez para impedir que los órganos se deslicen entre sí.

Estos músculos también se usan en el ajuste de la postura y en la progresión. Cuando actúan en forma unilateral, los músculos del flanco doblan el tronco hacia ese lado, pero si actúan en forma bilateral pueden contribuir a arquear la espalda, movimiento éste que es muy importante en las marchas saltantes.

Los músculos abdominales ventrolaterales están inervados por los nervios intercostales caudales y por las ramas ventrales de los nervios lumbares, en particular los más craneales de la serie.

Músculos sublumbares. El *psoas menor* (fig. 2-23[10]) se origina en los cuerpos de las vértebras toracolumbares y se inserta en el tubérculo del psoas menor en el ilion. Como el músculo tiene abundante componente tendinoso entremezclado, se supone que este músculo se emplearía en particular para estabilizar la columna vertebral. También puede rotar la pelvis a nivel de la articulación sacroilíaca.

Los músculos *psoas mayor* e *ilíaco* pueden considerarse las porciones vertebral y pelviana de un solo músculo (psoasilíaco, fig. 2-23[11]) que termina en el trocánter menor del fémur. El psoas mayor nace en los cuerpos y superficies ventrales de las apófisis transversas de las vér-

tebras lumbares, a lateral del psoas menor. El ilíaco nace en la cara ventral del ala y cuerpo del ilion. Los tendones de las dos porciones se combinan poco antes de su inserción. El psoasilíaco es un flexor de la cadera y rotador externo del muslo. Es probable que la porción del psoas también contribuya a estabilizar la columna vertebral.

El *cuadrado lumbar* (fig. 2-23[3]) se origina en las últimas costillas y en las apófisis transversas de las vértebras lumbares y se inserta en el ala del sacro (a veces también en el ilion). Estabiliza la porción lumbar de la columna vertebral.

Estos músculos son inervados principalmente por ramitos directos provenientes de las ramas ventrales de los últimos nervios torácicos y de los nervios lumbares. Otros ramitos se desprenden de ramas, designadas con nombres, del plexo lumbosacro, en particular el nervio femoral.

Músculos de la salida pelviana

La salida pelviana está cerrada en torno de las partes terminales de los tractos digestivo y urogenital por una porción de la pared corporal que se conoce como periné. La proyección del periné en la piel delinea la región perineal, cuyos rasgos principales son el ano y la vulva (en la hembra, a la cual hemos de referirnos principalmente aquí). Como la parte ventral de al vulva está debajo del nivel del piso de la pelvis, se suele ampliar el concepto de modo que la región perineal incluye toda la vulva y con mucha frecuencia también se incluye la parte dorsocaudal de la ubre (en animales como la vaca). Varios músculos y fascias se entrelazan en un nudo comprendido entre el ano y la vulva y vestíbulo, de modo que a esta formación se la conoce correctamente como cuerpo o centro del periné; sin embargo, en la bibliografía clínica, en particular obstétrica, muchas veces al cuerpo perineal se lo denomina simplemente "periné". Es necesario mantener separados los tres conceptos: periné, región perineal y cuerpo del periné. También existe otra fuente de confusión en potencia. En el ser humano se dice que las estructuras que ocupan la salida de la pelvis forman un "piso" para la cavidad pelviana, pero en los cuadrúpedos el "piso" está dado por la cintura pelviana. La diferencia postural no sólo afecta el uso correcto de los términos sino que lo más importante es que también modifica la función de estructuras homólogas. El componente principal de la parte dorsal del periné es el diafragma pelviano,* conjunto de músculos estriados contenidos dentro de fascias que se cierra en torno de la unión anorrectal. Un conjunto similar, pero menos conspicuo, en la parte ventral del periné, el diafragma urogenital, se cierra en torno del vestíbulo.

El *diafragma pelviano* se inserta por lateral en la pared de la pelvis y se propaga en dirección caudomedial para cerrarse alrededor del conducto anal. El término "diafragma" describe con propiedad la disposición en el ser humano, que forma una cuenca en la cual descansan los órganos pelvianos. En cambio, el término no es tan apropiado en las especies domésticas, en las cuales las dos "mitades" del diafragma tienen una trayectoria más sagital y convergen con mayor suavidad sobre el ano como consecuencia de la longitud relativamente mayor de la cintura pelviana.

El más lateral de los dos músculos del diafragma, el *coccígeo* (fig. 2-26[9]), es, en esencia, un músculo de la cola. De contorno romboidal, se origina en la espina isquiática, cruza el ligamento sacrotuberoso por medial y se inserta en las apófisis transversas de las primeras vértebras de la cola o cerca de ellas.

El músculo medial, *elevador del ano,* es más fino y más extenso y corre más oblicuamente en dirección dorsocaudal; sólo está cubierto en parte por el coccígeo. Estos dos músculos también se originan cerca el uno del otro o mediante un tendón común en los ungulados. En el perro, el elevador tiene un origen más amplio que continúa desde el cuerpo ilíaco sobre la rama craneal (acetabular) del pubis para seguir la sínfisis pelviana (fig. 2-26[10]). La inserción está dividida entre la fascia y las vértebras de la cola (extendiéndose más allá de la inserción del coccígeo) y la fascia que rodea el ano y el esfínter externo del ano. La inserción en la cola predomina en los carnívoros y la anal en los ungulados, en los que existe un considerable intercambio de fascículos con los músculos esfínter anal y constrictor del vestíbulo.

El coccígeo flexiona la cola lateralmente o, si actúa en concierto con su homólogo, la atrae ventralmente para cubrir el periné, en una actitud común en el perro nervioso. La acción del elevador del ano se conoce mejor por un estudio electromiográfico realizado en la cabra y es probable que existan diferencias importantes entre las especies. En la cabra es activo siempre que aumenta la presión intraabdominal, tal vez para oponerse a la tendencia al desplazamiento caudal de los órganos pelvianos. Aunque también interviene en otras funciones viscerales, guarda una relación muy franca con la defeca-

* Muchos autores excluyen explícitamente del periné al diafragma porque lo consideran más craneal. En cambio, al diafragma urogenital se lo considera una estructura perineal (véase más adelante). Esta práctica común no parece contar con la sanción de la lógica ni de la Nomina Anatómica y de la Nomina Anatómica Veterinaria.

ción; es activo antes de este acontecimiento (cuando fijaría la posición del ano frente a la contracción de la musculatura lisa del colon), se inactiva durante al acontecimiento y reanuda su actividad después (cuando haría que las partes vuelvan a su posición de reposo). Las sacudidas de la cola del perro después de la defecación indicarían la actividad del elevador en esta especie. Ambos músculos son inervados por ramas ventrales de los nervios sacros.

El *diafragma urogenital* más pequeño, con atiene músculos más delgados que hemos de describir más adelante junto con los órganos de la reproducción. La fascia del diafragma urogenital se origina en la arcada isquiática y se incurva en dirección craneal, dorsal y medial para ir a fusionarse con el borde ventral del diafragma pelviano y rodear el vestíbulo. Contribuye a fijar el tracto reproductivo frente a la tracción anterógrada cuando el útero grávido desciende dentro del abdomen y frente al desplazamiento retrógrado durante el parto.

Ahora se hace evidente que a cada lado hay un espacio rodeado por la cintura pelviana pero excluido de la cavidad pelviana por el diafragma pelviano. Este espacio es piramidal y tiene un vértice craneal, una pared lateral, constituida por la tuberosidad isquiática y el ligamento sacrotuberoso, una pared medial, constituida por el diafragma pelviano, una pared ventral consistente en el piso pelviano y una base orientada hacia la piel. Se lo conoce como *fosa isquiorrectal* (fig. 29-12) y normalmente está ocupado por grasa. Cuando esta grasa se agota se evidencia un profundo hundimiento de la piel al costado del ano (salvo en el caballo y en el cerdo, en que la región está cubierta por la cabeza vertebral del semimembranoso).

CABEZA Y PARTE VENTRAL DEL CUELLO

Plan básico y desarrollo

Basta realizar un examen superficial de la cabeza intacta, o de un corte sagital, para darse cuenta de que consiste en dos partes principales. Una, la parte neural, comprende el encéfalo y las estructuras que lo envuelven; la otra, la parte facial, es mucho más grande en la mayoría de los mamíferos adultos y está constituida por las quijadas y las partes superiores de los aparatos respiratorio y digestivo. La distinción entre las partes neural y facial ya se evidencia en los embriones en la etapa de los somitos (fig. 2-27).

En esta etapa del desarrollo predominan las estructuras dorsales, y el tamaño y la forma de la cabeza están dados principalmente por el encéfalo. La parte dorsal se halla alineada con los somitos del tronco pero difiere en que no exhibe segmentación obvia; la serie de somitos aparenta terminar de pronto detrás del encéfalo, pero la extensión de la notocorda hasta el nivel del mesencéfalo conserva cierta continuidad.

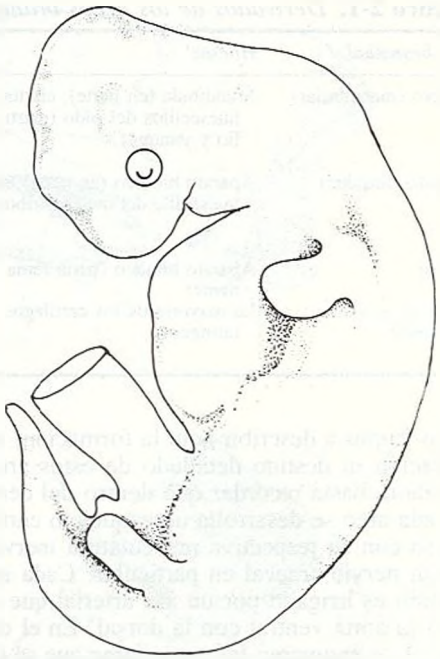


Fig. 2-27. Embrión de cerdo (1,5 cm) que ilustra el predominio de la parte neural sobre la facial de la cabeza.

La parte neural (cráneo) de la cabeza tiene su primordio en una serie de cartílagos que se forman en el lado ventral del encéfalo y son suplementadas por unas cápsulas cartilaginosas que contienen los esbozos de los órganos olfatorios, globos oculares y laberintos de los oídos. Con posterioridad aparecen "huesos dérmicos" mediante osificación dentro de la membrana que cubre el encéfalo por los costados y encima, hasta que, por último, todos estos elementos se fusionan entre ellos y con los huesos de la cara.

La parte ventral de la cabeza –futura cara– es mucho más pequeña y en esta etapa se fusiona con suavidad con el cuello, que está ocupado en gran medida por el corazón. Su patrón de segmentación es totalmente distinto porque está dado por los arcos branquiales, engrosamientos seriados del mesodermo no dividido que son laterales y ventrales respecto de la parte rostral del intestino anterior, que se convierte en faringe. No se sabe con claridad cuántos de estos arcos se forman; de ellos persisten cuatro, pero uno y quizá dos más caudales tendrían una existencia efímera.

Cuadro 2-1. *Derivados de los arcos branquiales*

Arco branquial	*Huesos*	*Músculos*	*Inervación motora*
Primero (mandibular)	Mandíbula (en parte); ciertos huesecillos del oído (martillo y yunque)	Músculos de la masticación; milohioideo; digástrico (en parte); tensor del velo del paladar; tensor del tímpano	División mandibular del nervio trigémino (V3)
Segundo (hioideo)	Aparato hioideo (en parte); huesecillo del oído (estribo)	Músculos de la expresión facial; digástrico (en parte); stapedius (músculo del estribo)	Nervio facial (VII)
Tercero	Aparato hioideo (parte remanente)	Estilofaríngeo caudal; tal vez otros músculos faríngeos	Nervio glosofaríngeo (IX)
Cuarto (y arcos siguientes)	La mayoría de los cartílagos laríngeos	Músculos de la faringe y laringe; músculos del territorio del nervio accesorio	Nervio vago (X); parte medular del nervio accesorio (XI)

No vamos a describir aquí la formación, significación ni destino detallado de estos arcos; por ahora basta recordar que dentro del centro de cada arco se desarrolla un esqueleto cartilaginoso con su respectiva musculatura inervada por un nervio craneal en particular. Cada arco también es irrigado por un asa arterial que conecta la aorta ventral con la dorsal. En el cuadro 2-1 se enumeran las estructuras que se forman dentro de los diversos arcos branquiales; de esto se verá que en última instancia los cartílagos branquiales sólo hacen una pequeña contribución al esqueleto de la cara. El esqueleto facial definitivo es aportado principalmente por huesos dérmicos formados en el tejido conectivo de las quijadas, aunque por un tiempo ciertos elementos cuentan con el apoyo de precursores cartilaginosos como el cartílago del primer arco y la cápsula nasal.

La cabeza del adulto humano preserva en cierta medida el plan y las proporciones del embrión, pero en la mayoría de los mamíferos la parte facial se agranda desproporcionadamente y se sitúa muy por delante y debajo del encéfalo. A pesar de muchas diferencias cualitativas y cuantitativas, el ordenamiento básico es el mismo en todas las especies. Antes de considerar temas más detallados es necesario estudiar los relaciones y la topografía de los principales órganos y cavidades de la cabeza. Los puntos necesarios se elucidarán consultando las figuras 4-2 y 4-3.

Calavera

El esqueleto completo de la cabeza comprende la cabeza ósea,* la mandíbula, el aparato hioideo, los huesillos del oído medio y los cartílagos del oído externo, nariz y laringe.

* A veces este término se usa en sentido más amplio (calavera) para incluir la mandíbula y hasta el aparato hioideo. Como la práctica contemporánea es inconstante, muchas veces la intención del autor debe deducirse por el contexto.

La *cabeza* (en el sentido estrecho) es un mosaico de muchos huesos que en su mayoría son pares, aunque existen algunos medianos que no lo son, y concuerdan íntimamente entre sí para formar una sola armazón rígida. Los elementos constituyentes, que reciben nombres individuales, se desarrollan a partir de centros de osificación independientes y, en su mayor parte, tienen homologías bien establecidas. En el animal joven están separados entre sí por estrechas bandas de tejido fibroso –cartílago en algunas situaciones– y este patrón de articulaciones o suturas permite que tenga lugar el crecimiento. Una vez que el crecimiento cesa, las suturas dejan de ser necesarias y la osificación se propaga al tejido conectivo, de modo que por último los huesos quedan soldados entre sí. Este proceso es largo y puede ser que no se llegue a completar, de modo que hasta en cráneos de animales viejos se disciernen los contornos de la mayoría de los huesos. Es esencial conocer bien los nombres, posiciones y extensiones aproximadas de los huesos individuales (fig. 2-28) porque proveen un sistema útil de referencia para las regiones de la cabeza, pero el conocimiento detallado de las unidades desarticuladas posee escaso valor práctico; para la mayoría de los lectores será mejor que hagamos una apreciación de la cabeza en conjunto.

Las descripciones convencionales se basan en vistas obtenidas desde diversas direcciones con la cabeza apoyada en una superficie plana aunque ésta no sea la orientación habitual que tiene en el animal vivo. En la mayoría de las vistas se destacan al instante las dos porciones de la cabeza, la parte caudal que encierra el encéfalo y la parte rostral que sostiene a la cara. Las órbitas, fosas para los globos oculares, forman parte de la cara pero están en el límite. En la mayoría de los animales domésticos la parte facial de la cabeza es más grande que la neural y está principalmente delante de ésta, pero la relación varía de una especie a otra y también según la raza, edad y conformación individual.

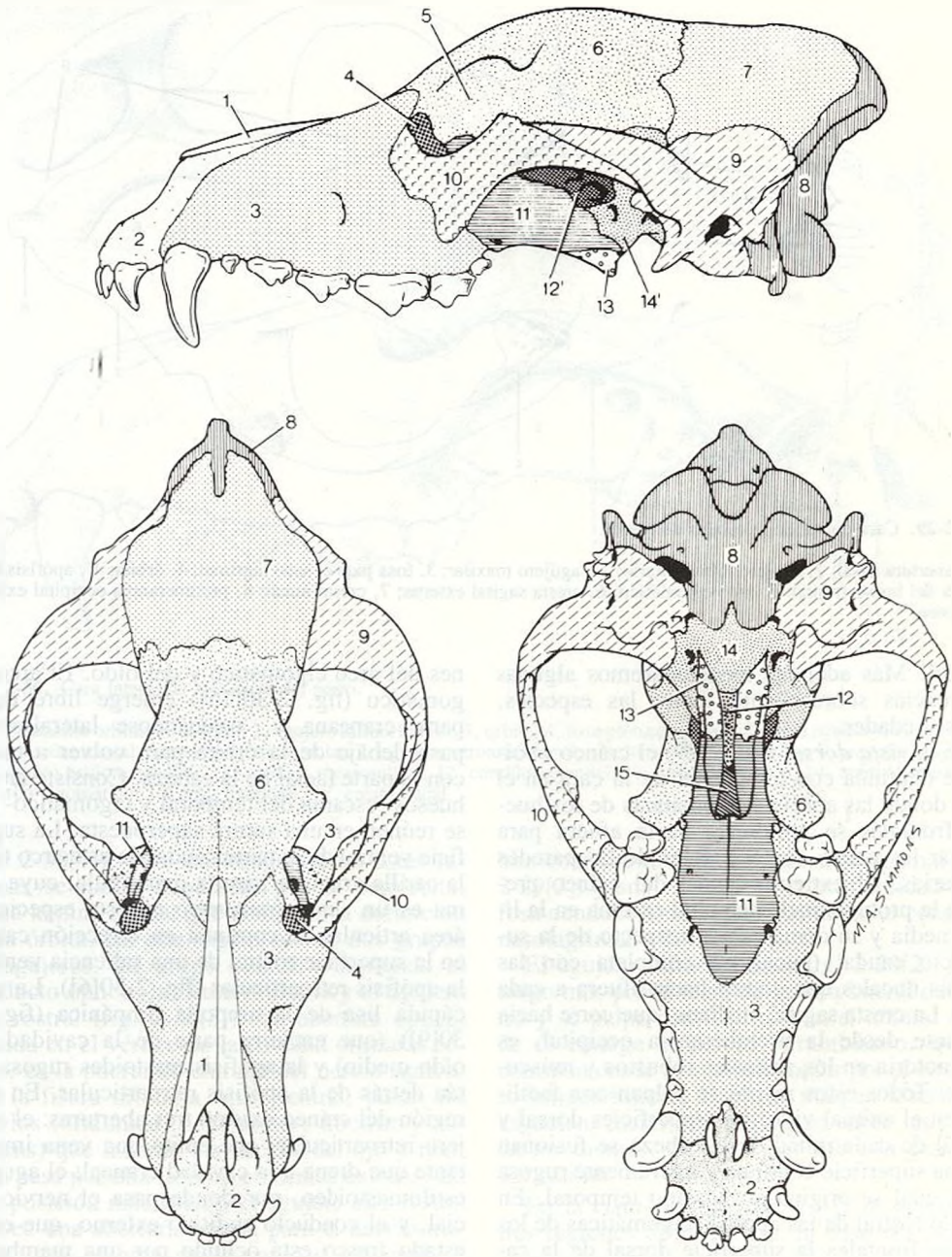


Fig. 2-28. Vistas lateral, dorsal y ventral de la cabeza del perro que ilustran la extensión de los huesos craneanos

1, hueso nasal; 2, hueso incisivo; 3, maxilar; 4, hueso lagrimal; 5, órbita; 6, hueso frontal; 7, hueso parietal; 8, hueso occipital; 9, hueso temporal; 10, hueso cigomático; 11, hueso palatino; 12, preesfenoides; 12', ala del preesfenoides; 13, hueso pterigoides; 14, basiesfenoides; 14', apófisis pterigoides del basiesfenoides; 15, vómer.

Cabeza del perro

Existen muchas diferencias particulares, lo que no permite ofrecer ni siquiera una descripción general que sea valedera para todas las especies. Esta versión inicial corresponde a la cabeza de un perro adulto de conformación término medio (mesaticéfalo); es decir, que no es de cabeza corta (braquicéfalo), como el pekinés, ni de cabeza larga (dolicocéfalo), como el

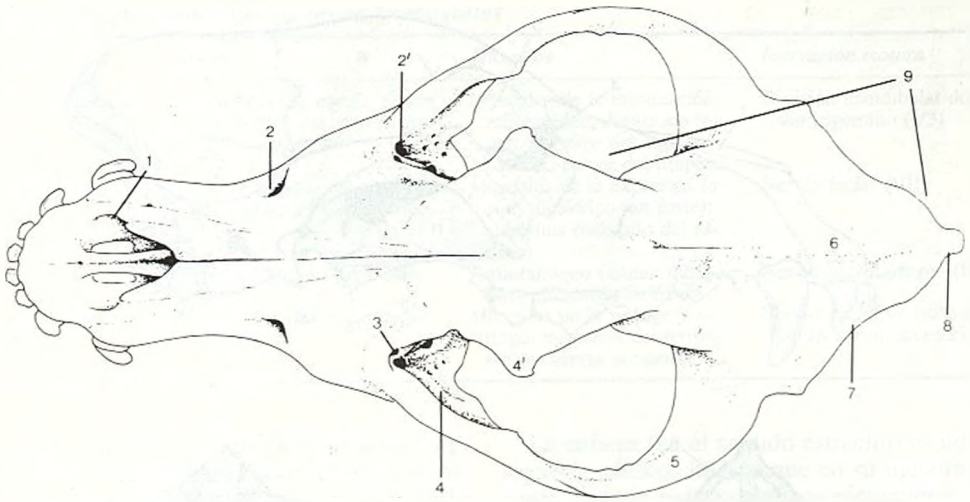


Fig. 2-29. Cara dorsal de la cabeza del perro.

1, abertura nasal; 2, agujero infraorbitario; 2', agujero maxilar; 3, fosa para el saco lagrimal; 4, órbita; 4', apófisis cigomática del hueso frontal; 5, arco cigomático; 6, cresta sagital externa; 7, cresta nucal; 8, protuberancia occipital externa; 9, cráneo.

Borzoi. Más adelante mencionaremos algunas diferencias sobresalientes entre las especies, razas y edades.

En la *vista dorsal* (fig. 2-29) el cráneo ovoide se continúa con los huesos de la cara en el sitio donde las apófisis cigomáticas de los huesos frontales se prolongan hacia afuera para formar las partes dorsocaudales de las paredes orbitarias. El extremo caudal del cráneo presenta la protuberancia occipital externa en la línea media y su demarcación respecto de la superficie caudal (nucal) se completa con las crestas nucales que corren hacia afuera a cada lado. La cresta sagital mediana, que corre hacia adelante desde la protuberancia occipital, es más notoria en los animales robustos y musculosos. Todos estos rasgos se palpan con facilidad en el animal vivo. Las superficies dorsal y lateral de cada mitad de la cabeza se fusionan en una superficie continua y ligeramente rugosa en la cual se origina el músculo temporal. En el lado rostral de las apófisis cigomáticas de los huesos frontales la superficie dorsal de la cabeza desciende, a veces de manera muy pronunciada, antes de continuarse con el dorso recto y estrecho de la nariz. Ésta termina en la amplia abertura nasal, más allá de la cual la cabeza ósea se prolonga mediante unos cartílagos nasales flexibles.

La órbita es el rasgo más destacado de la *vista lateral* (fig. 2-30). Detrás de la órbita la parte dorsolateral del cráneo forma la pared de la fosa temporal (fig. 2-30[16]). La parte ventrolateral es más complicada y presenta las regiones del arco cigomático y del oído. El arco cigomático (fig. 2-30[15]) emerge libre de la parte craneana y, arqueándose lateralmente, pasa debajo de la órbita para volver a unirse con la parte facial de la cabeza. Consiste en dos huesos -escama del temporal y cigomático- que se reúnen en una sutura superpuesta. La superficie ventral de la parte caudal de este arco tiene la carilla articular para la mandíbula, cuya forma es un surco transverso en esta especie; el área articular se continúa en dirección caudal en la superficie rostral de una saliencia ventral, la apófisis retroarticular (fig. 2-30[6]). La gran cúpula lisa de la ampolla timpánica (fig. 2-30[9]) (que encierra parte de la cavidad del oído medio) y la apófisis mastoides rugosa están detrás de la apófisis retroarticular. En esta región del cráneo existen tres aberturas: el agujero retroarticular, que emite una vena importante que drena a la cavidad craneal; el agujero estilomastoideo, por donde pasa el nervio facial, y el conducto auditivo externo, que en el estado fresco está ocluido por una membrana (membrana timpánica) que separa al conducto del oído externo respecto de la cavidad del oído medio. La apófisis paracondílea (fig. 2-30[11]) es sobresaliente en el límite caudal del cráneo.

La órbita es infundibuliforme y en el estado macerado sus paredes son muy incomplejas. En el animal vivo el reborde orbitario se completa con un ligamento (fig. 2-30[1]) que conecta la apófisis cigomática del hueso frontal con el arco cigomático. Ventralmente la cavidad orbitaria se continúa con la fosa pterigopalatina

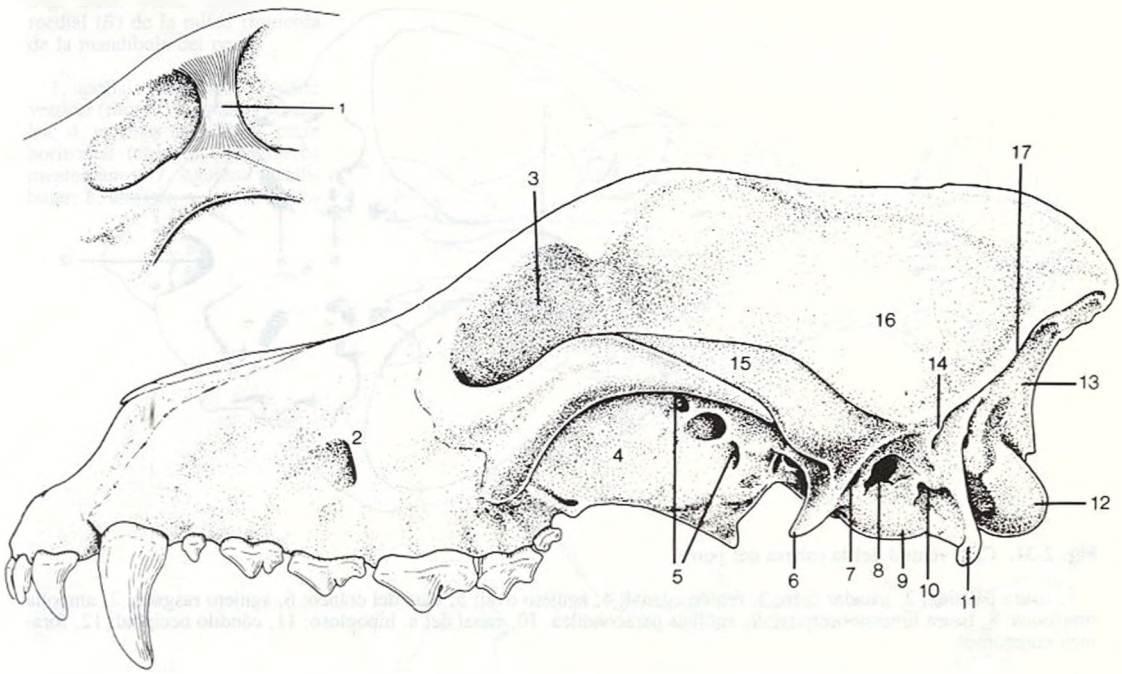


Fig. 2-30. Cara lateral de la cabeza del perro.

1, ligamento orbitario (detalle); 2, agujero infraorbitario; 3, órbita; 4, fosa pterigopalatina; 5, canal óptico, fisura orbitaria y agujero alar rostral; 6, apófisis retroarticular; 7, agujero retroarticular; 8, conducto auditivo externo; 9, ampolla timpánica; 10, agujero estilomastoideo; 11, apófisis paracondílea; 12, cóndilo occipital; 13, superficie nucal; 14, apófisis mastoides; 15, arco cigomático; 16, fosa temporal; 17, cresta nucal.

(fig. 2-30[4]), pero en estado fresco estas regiones se hallan separadas por la periórbita, densa lámina fascial que completa la definición de la órbita. En esta región se ven dos grupos de agujeros. El grupo caudal comprende el conducto óptico, la fisura orbitaria y el agujero alar rostral (fig. 2-30[5]). La abertura óptica, situada en el vértice de la cavidad orbitaria cónica, es la puerta de entrada del nervio óptico. Por la fisura orbitaria, más ventral, pasan los nervios (oftálmico, oculomotor, troclear y abducens) que inervan los anexos del ojo y también pasa por ella la vena oftálmica externa. En una posición más ventral el agujero alar rostral provee una abertura común para el nervio maxilar, que emerge de la cavidad craneana, y para la arteria maxilar, que recorre un canal (canal alar) en el hueso esfenoides.

El grupo rostral de agujeros comprende los agujeros maxilar, esfenopalatino y palatino caudal. El agujero maxilar (fig. 2-29[2']) conduce al canal infraorbitario, el agujero esfenopalatino a la cavidad nasal y el palatino caudal al conducto palatino que emerge en el paladar duro; cada abertura transmite ramas con nombres similares de la arteria y nervio maxilares. En un sitio más dorsal la pared rostral de la órbita contiene la fosa para el saco lagrimal (fig. 2-29[3]) y una abertura en la profundidad de la fosa conduce a un pasaje que envía el conducto nasolagrimal a la nariz.

El agujero infraorbitario (fig. 2-29[2]) es el rasgo más prominente de la cara lateral del rostro y se palpa con facilidad en el animal vivo; de él emerge el nervio infraorbitario, que se continúa desde el nervio maxilar por el conducto infraoarbitario. Hacia el margen alveolar el esqueleto facial está moldeado sobre las raíces de los dientes, en particular sobre la gran raíz del canino.

En la *vista ventral* (fig. 2-31) se distinguen tres regiones de la cabeza: la base del cráneo, la región coanal, donde las cavidades nasales se abren en la faringe, y el paladar duro. La primera exhibe en su límite caudal los cóndilos occipitales ovoides, orientados oblicuamente, que flanquean el foramen magnum (fig., 2-31[12]), por el cual la médula espinal se conecta con el encéfalo. Hacia el lado rostral de éste el área mediana suele ser plana, aunque a mitad de camino de su extensión están los tubérculos para la inserción de los músculos que flexionan la cabeza sobre el cuello. La ampolla timpánica y la apófisis paracondílea ocupan mucho espa-

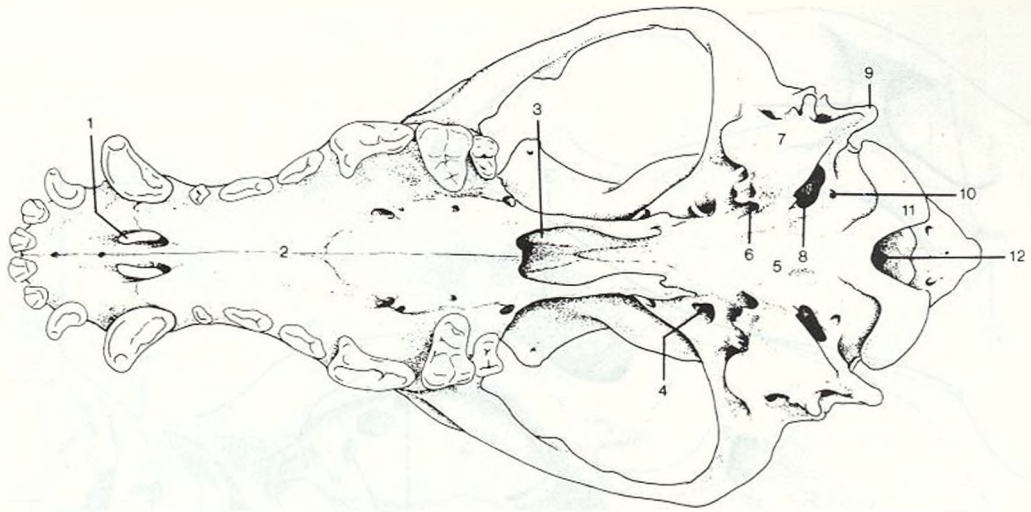


Fig. 2-31. Cara ventral del la cabeza del perro.

1, fisura palatina; 2, paladar duro; 3, región coanal; 4, agujero oval; 5, base del cráneo; 6, agujero rasgado; 7, ampolla timpánica; 8, fisura timpanooccipital; 9, apófisis paracondílea; 10, canal del n. hipogloso; 11, cóndilo occipital; 12, foramen magnum.

cio a cada lado. La cara medial de la ampolla se une con el hueso occipital y esta fusión separa dos aberturas que son confluentes en algunas otras especies (p. ej. equina); la fisura timpanooccipital, más caudal, y el agujero rasgado, más rostral (fig. 2-31[8,6)]. De la fisura emergen los nervios glosofaríngeo, vago y accesorio, junto con una gran vena que drena al interior del cráneo. Entre la fisura y el cóndilo está el conducto del hipogloso, por el cual pasa el nervio hipogloso.

Por fuera del agujero rasgado existen unas fisuras pequeñas que dan salida a la cuerda del tímpano (rama del nervio facial) y comunican la trompa auditiva cartilaginosa con la cavidad del oído medio. En situación rostrolateral respecto de ellas existe un agujero oval prominente (fig. 2-31[4]) del cual emerge el nervio mandibular.

Las aberturas (coanas) que conducen de las cavidades nasales a la nasofaringe son los rasgos principales de la parte media de la cara ventral. La región coanal está delimitada en su parte dorsal por el piso del cráneo y por fuera por las finas láminas óseas cuyas superficies externas, como mencionamos antes, forman las paredes mediales de las fosas pterigopalatinas. El paladar blanco, que nace en el borde libre del paladar duro, sirve en el animal vivo como piso para el espacio –en esencia la primera parte de la nasofaringe– rodeado por estas formaciones. El paladar, que es rostral respecto de éste, es ancho por detrás y más angosto por delante. Se halla marginado por los alvéolos o cavidades donde están implantados los dientes superiores. Hacia su extremo rostral es horadado por las grandes fisuras palatinas bilaterales. Varios orificios más pequeños hacia el extremo caudal del paladar son aberturas rostrales del conducto palatino.

La *superficie nucal* (fig. 2-30[13]), a grandes rasgos triangular, se halla limitada dorsalmente por la protuberancia occipital externa y por las crestas nucales. Su parte inferior presenta el foramen magnum, los cóndilos occipitales y las apófisis paracondíleas. El resto de la superficie es rugosa debido a que en ella nacen los músculos dorsales del cuello.

El *ápice* de la cabeza está formado por la abertura nasal, situada a dorsal de los extremos rostrales de las quijadas, que tienen los dientes incisivos.

Las cavidades de la cabeza se describen junto con el aparato respiratorio (cap. 4), el sistema nervioso central (cap. 8) y el oído (cap. 9).

La *mandíbula* comprende dos mitades (fig. 2-32). En el perro ambas mitades se hallan firmemente unidas, pero no con rigidez, por los tejidos conectivos de la sínfisis mandibular. Cada mitad está dividida entre un cuerpo o parte horizontal y una rama o parte vertical. El cuerpo tiene los alvéolos de los dientes inferiores y se halla comprimido lateralmente. Con excepción de su extremo rostral, diverge de su homólogo para delimitar el espacio intermandibular. Hacia su extremo rostral la superficie lateral presenta varios agujeros mentonianos, por

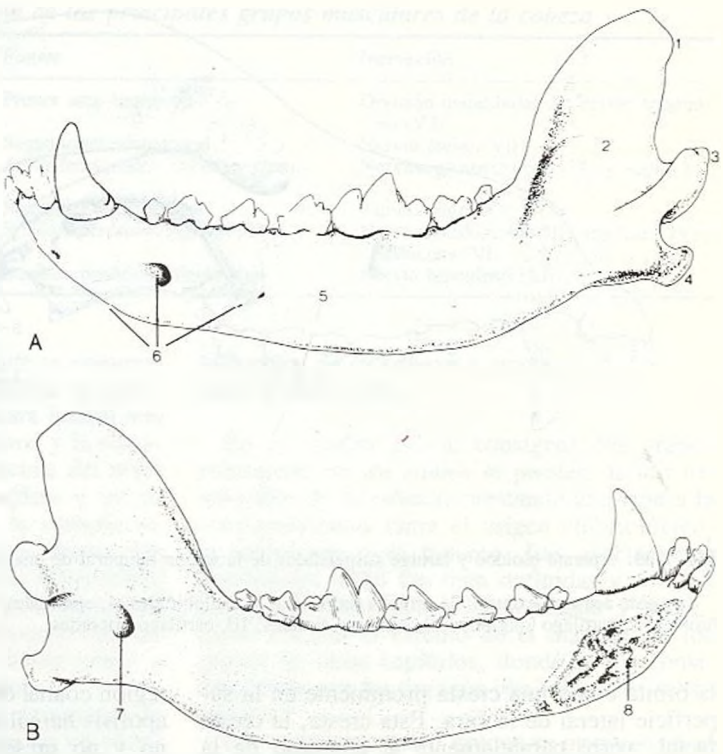


Fig. 2-32. Vistas lateral (*A*) y medial (*B*) de la mitad izquierda de la mandíbula del perro.

1, apófisis coronoides; 2, parte vertical (rama); 3, apófisis condílea; 4, apófisis angular; 5, parte horizontal (cuerpo); 6, agujeros mentonianos; 7, agujero mandibular; 8, sínfisis.

lo general uno de ellos mucho más grande que los restantes; por estos agujeros emergen las ramas mentonianas del nervio y los vasos alveolares inferiores. La rama (fig. 2-32[2]) es más ancha pero menos robusta. Su extremo dorsal termina en una apófisis coronoides recurvada alta, que sobresale dentro de la fosa temporal y sirve para prestar inserción al músculo temporal, y en la apófisis condílea, más baja y más caudal (fig. 2-32[3]), que tiene una cabeza articular que semeja una porción de un cono truncado. La parte inferior del margen caudal de la rama tiene la apófisis angular sobresaliente en la cual se inserta el músculo digástrico, que abre la boca. La superficie lateral se halla excavada para formar una depresión áspera en la cual se inserta el masetero. La superficie medial presta inserción a los músculos pterigoideos y también presenta el gran agujero mandibular (fig. 2-32[7]) donde entran en el hueso los vasos y nervios alveolares inferiores.

El *aparato hioideo* consiste en una serie de varillas óseas unidas entre sí, que mantienen suspendida la lengua y la laringe respecto del cráneo. En la figura 2-33 se consignan los nombres de las diversas partes y se ilustran su disposición y la unión del aparato en conjunto con la región temporal del cráneo. El basihioides, situado transversalmente, se palpa dentro del espacio intermandibular, pero otras partes son palpables y hasta se ven sus posiciones al inspeccionar la pared de la faringe a través de la boca.

Algunos rasgos comparativos de la cabeza ósea

La *cabeza del caballo* (fig. 18-5) se caracteriza por una cara relativamente larga, rasgo éste que se desarrolla todavía más a medida que el tamaño del animal es mayor; por lo tanto, es más pronunciado en los animales maduros que en los jóvenes y en los adultos de razas pequeñas. El cráneo es relativamente estrecho y en general no es distinto al del perro. La cresta sagital externa es más débil. La frente es ancha entre los orígenes de las apófisis cigomáticas de los huesos frontales, que se fusionan ventralmente para unirse a los arcos cigomáticos.

El arco cigomático es muy fuerte, incluso sin tener en cuenta el sostén extra que obtiene de la apófisis cigomática que lo conecta con el hueso frontal. No está arqueado hacia afuera y en su cara caudoventral tiene una superficie articular bastante complicada, que comprende una tuberosidad rostral, una fosa intermedia y una apófisis retroarticular saliente. La órbita mira casi hacia afuera y tiene un reborde óseo completo; dentro de su cavidad sobresale la gran tuberosidad maxilar que parece continuarse directamente con la apófisis alveolar. El arco cigomático se continúa rostralmente más allá de

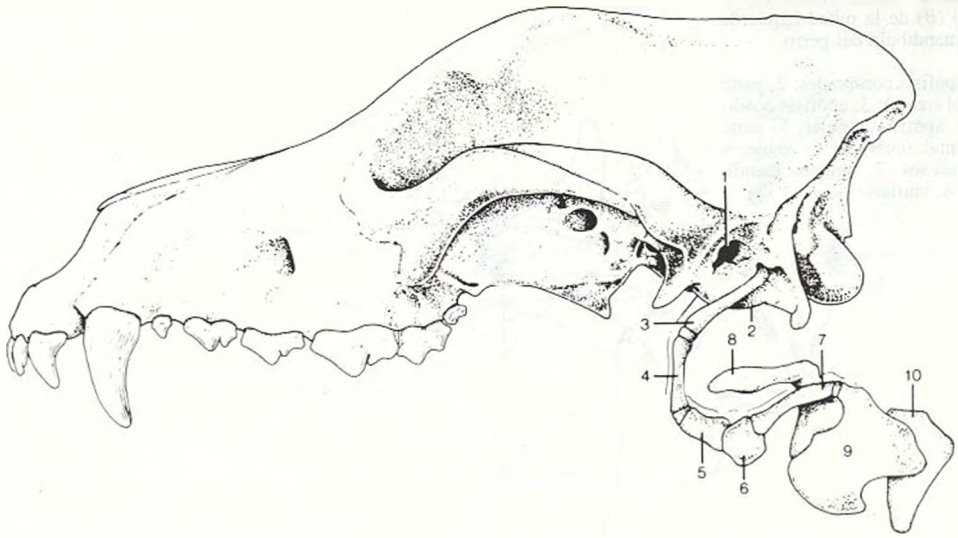


Fig. 2-33. Aparato hioideo y laringe suspendidos de la región temporal de una cabeza de perro.

1, meato acústico externo; 2, ampolla timpánica; 3, estilohioides; 4, epihioides; 5, ceratohioides; 6, basihioides; 7, tirohioides; 8, cartílago epiglótico; 9, cartílago tiroides; 10, cartílago cricoides.

la órbita como una cresta prominente en la superficie lateral de la cara. Esta cresta, la cresta facial, corre paralelamente al contorno de la nariz y termina encima de un tabique comprendido entre los alvéolos de los dientes malares tercero y cuarto.

Una profunda escotadura (nasoincisiva) separa el hueso nasal aguzado del hueso incisivo. Esta escotadura y el límite rostral de la cresta facial son jalones muy fáciles de identificar que se toman como guías para conocer la posición del agujero infraorbitario, que es un poco más caudal que el centro de la línea comunicante.

Los rasgos identificables en la vista ventral están más o menos en un mismo nivel. La parte caudal de esta superficie se distingue por las grandes y muy sobresalientes apófisis paracondíleas y los contornos anfractuosos de las grandes aberturas a cada lado del hueso occipital. Cada abertura se debe a que el hueso temporal no llega al margen lateral del hueso occipital, lo cual permite la confluencia de varios agujeros que son distintos en el perro. La parte caudal es el equivalente de la fisura timpanooccipital y la parte craneal (agujero rasgado) se combina con los orificios oval y carotídeo. En el animal vivo la mayor parte de la gran abertura está ocluida por una membrana que deja apenas el espacio suficiente para el paso de diversos vasos y nervios. La ampolla timpánica no es prominente pero las apófisis estiloides (para el aparato hioideo) y musculares del hueso temporal están bien desarrolladas.

Las coanas están casi en el plano del paladar duro. La placa vertical de hueso que separa la región coanal de la pterigopalatina presenta una apófisis hamular prominente. El paladar es plano y no presenta particularidades. La mayor parte de su margen está ocupada por los alvéolos de los dientes incisivos y malares.

Existe una protuberancia occipital externa bien pronunciada en la superficie nucal, a mitad de camino entre la cresta nucal y el borde dorsal del foramen magnum.

La mandíbula es maciza y sus mitades derecha e izquierda divergen a un ángulo relativamente pequeño. La sínfisis se oblitera muy pronto, por lo general a los dos años. El margen inferior tiene una prominente escotadura vascular donde los nervios faciales viran hacia la cara. La rama es alta; las apófisis coronoides sobresalen muy dentro de la fosa temporal y la apófisis articular lleva la superficie articular ovoidea bien por encima del plano oclusal de los dientes malares.

Las partes del aparato hioideo (fig. 4-7) presentan proporciones distintas que en el perro y están comprimidas lateralmente. Una sustancial apófisis lingual sobresale del basihioides dentro de la raíz de la lengua.

La *cabeza bovina* (fig. 25-6) es relativamente corta y ancha y tiene una forma general piramidal. Las apófisis cornuales sobresalen de los huesos frontales en las razas con astas en los sitios donde confluyen las superficies dorsal, lateral y nucal; su tamaño y dirección varían mucho según la raza, la edad y el sexo. La región frontal, muy ancha y plana está limitada por una línea temporal prominente que sobresale sobre la profunda fosa temporal y la confina a

Cuadro 2-2. *Fuente e inervación de los principales grupos musculares de la cabeza*

Grupo	*Fuente*	*Inervación*
Musculatura trigeminal	Primer arco branquial	División mandibular del nervio trigémino (V3)
Musculatura facial	Segundo arco branquial	Nervio facial (VII)
Músculos de la faringe y paladar blando	Arcos branquiales tercero y cuarto	Nervios glosofaríngeo (IX) y vago (X)
Músculos de la laringe	Sexto arco branquial	Nervio vago (X)
Músculos oculares externos	Somitos preóticos hipotéticos	Nervios oculomotor (III), troclear, (IV) y abducens (VI)
Músculos de la lengua	Somitos posóticos hipotéticos	Nervio hipogloso (XII)

la cara lateral del cráneo. La frente se continúa con suavidad con el contorno dorsal de la nariz.

Los rasgos principales de la cara lateral son el confinamiento de la fosa temporal y la elevación del reborde orbitario por encima del nivel circundante. El reborde es completo y en su parte caudal está formado por la reunión de apófisis de los huesos cigomático y frontal. No existe cresta facial, sino sólo una tuberosidad facial aislada de la cual parte la porción rostral del masetero. El agujero infraorbotario está directamente encima del primer diente malar y está bastante bajo hacia el paladar.

La superficie ventral es muy despareja, de modo que la base del cráneo está en un plano mucho más dorsal que el paladar. Los huesos temporal y occipital están separados por una estrecha fisura, en un término medio entre la sutura del perro y la ancha abertura que hay en el caballo y el cerdo. La ampolla timpánica es prominente y está comprimida lateralmente. Las coanas se hallan separadas por la prolongación caudal de la parte ventral del tabique nasal y se hallan encerradas lateralmente por láminas óseas muy extensas. El paladar, largo y estrecho, está delimitado por apófisis alveolares altas. Por supuesto, no existen alvéolos para dientes incisivos ni caninos superiores porque faltan en los rumiantes.

La sínfisis mandibular se osifica tarde, si lo hace, en los rumiantes. En general, la mandíbula es más débil que la del caballo, lo cual se evidencia muy bien en el cuerpo del hueso, con su borde ventral de suave convexidad. La apófisis coronides es alta y tiene una inflexión caudal. La superficie articular es cóncava y está ensanchada lateralmente.

Articulaciones de la cabeza

Las articulaciones entre la cabeza y la mandíbula (temporomandibulares) y entre las dos mitades de la mandíbula (sínfisis mandibular) se consideran en el próximo capítulo (pág. 128) porque los dientes, los músculos de la masticación y las articulaciones forman un solo complejo funcional.

Músculos de la cabeza y parte ventral del cuello

En el cuadro 2-2 se consignan los grupos principales en los cuales se pueden dividir los músculos de la cabeza, prestando atención a la correspondencia entre el origen embriológico, la inervación y la función. Las asociaciones funcionales están tan bien definidas y son tan específicas que es más conveniente y provechoso encarar el estudio de la mayoría de los grupos en otros capítulos, donde se los considera junto con los órganos con los cuales se relacionan.

Los primeros cuatro grupos se originan en el mesodermo indiviso que cubre las paredes lateral y ventral de la faringe y se condensa para formar los centros de los arcos branquiales. A esto se lo considera mesodermo visceral, aunque los músculos poseen la estructura y los atributos de los músculos esqueléticos típicos. Los músculos y, más en particular, los nervios que los inervan, pueden describirse como viscerales especiales teniendo en cuenta este estado ambiguo (pág. 280).

En los vertebrados inferiores se sabe que los músculos equivalentes a los dos últimos grupos del cuadro 2-2 se desarrollan a partir de somitos que aparecen a cada lado del romboencéfalo, algunos rostrales respecto del otocisto, primordio del oído interno, y otros más caudales que él. Cabe presumir un origen similar en los mamíferos aunque las evidencias para la formación de estos somitos no son convincentes en los últimos. Por supuesto, son músculos somáticos dotados del tipo de inervación apropiado.

Musculatura trigeminal

Los músculos de la masticación constituyen la mayor parte de la musculatura inervada por la división mandibular del nervio trigémino, que es el nervio motor del primer arco branquial. Estos músculos se describen en el capítulo sobre el aparato digestivo (pág. 130). En ese mismo capítulo se comentan el digástrico,

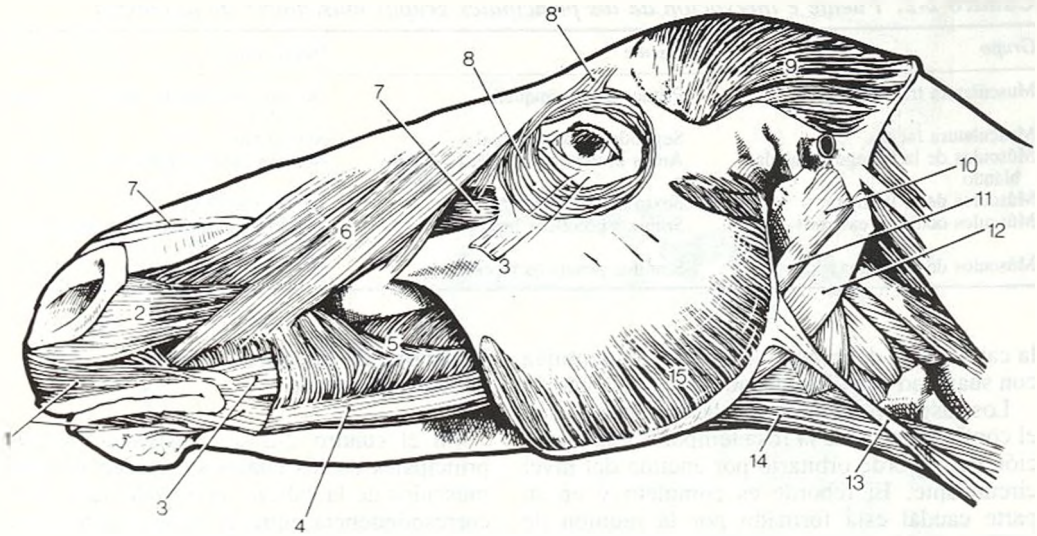


Fig. 2-34. Músculos superficiales de la cabeza equina. El músculo cutáneo ha sido eliminado.

1, orbicular de la boca; 2, canino; 3, muñones del músculo cutáneo; 4, depresor del labio inferior; 5, buccinador; 6, elevador nasolabial; 7, elevador del labio superior; 8, orbicular del ojo; 8', elevador del ángulo medial del ojo; 9, temporal; 10, occipitohioideo; 11, estilohioideo; 12, parte occipitomandibular del digástrico; 13, esternocefálico; 14, esternohioideo y omohioideo. (Horowitz, 1965.)

músculo compuesto al cual el campo mandibular hace una contribución, el milohioideo (pág. 120), que sujeta la lengua en el medio de la mandíbula, y uno de los músculos del paladar blando (tensor del velo del paladar) (pág. 115). El tensor del tímpano se considera con el oído medio (pág. 363).

Musculatura facial

La musculatura inervada por el nervio facial, nervio del segundo arco branquial, puede describirse en dos divisiones. La división superficial comprende el músculo cutáneo de la cabeza y cuello, además de muchas unidades pequeñas que controlan la postura de los labios, mejillas, narinas, párpados y oídos externos. La división profunda es un tanto dispersa, pero comprende algunos músculos asociados con el aparato hioideo, una contribución al digástrico (pág. 130) y el músculo del estribo (pág. 363) del oído medio.

División superficial. Se conjetura que los músculos de esta división se originan en un músculo esfinteriano profundo ancestral del cuello al que se lo podría contemplar como dispuesto en tres capas superpuestas incompletas. La capa más externa, consistente en fascículos trasversales, ha quedado reducida a una insignificancia o falta por completo en las especies domésticas. En el perro ha quedado un resto (el esfínter del cuello). Una porción más sustancial de la capa media suele persistir como una lámina de fibras longitudinales que cubre la parte ventral de la cara y corre hacia el cuello, llegando a la nuca en el perro. Se la conoce como músculo platysma (cutáneo del cuello). Se cree que sus riendas desprendidas proveen los pequeños músculos que se insertan en la cara caudal del oído externo.

La tercera capa, más profunda, también es transversal. Aunque poco ha quedado de ella en forma de láminas, se cree que es el origen de muchos músculos individuales de la cara del mamífero. Estos músculos varían mucho de una especie a otra pero, por fortuna, pocas unidades y menos diferencias todavía requieren atención detallada. Por su influencia sobre el aspecto de la cara se los conoce colectivamente como *músculos de la expresión facial* o musculatura de la mímica.

Los músculos principales de los labios y las mejillas son el buccinador, orbicular de la boca, canino, elevador nasolabial, elevador del labio superior y depresor del labio inferior (figs. 2-34 y 11-2). El *buccinator* (fig. 2-34[5]) corre entre los márgenes de maxilar y la mandíbula y está cubierto en parte por el masetero. Forma la base de la mejilla y actúa en oposición a la lengua impidiendo que se acumule alimento en el vestíbulo al enviarlo de nuevo a la cavidad central de la boca. Las glándulas salivales yugales o de la mejilla (GLL, bucales) están diseminadas entre sus fascículos y la descarga de su secreción dentro de la boca sería ayudada por la contacción de este múscu-

lo. El *orbicularis oris*, orbicular de la boca (fig. 2-34[1]) rodea la abertura bucal, donde está íntimamente fijado a la piel y a la mucosa de los labios. Cierra la abertura de la boca apretando los labios y es importante en la succión. El *canino* (caninus) (fig. 2-34[2]) se origina en un sitio ventral respecto del agujero infraorbitario y se irradia en el ala nasal y el labio superior. Dilata la narina y, en particular en el perro, eleva la comisura de la boca en el gesto de amenaza. El *levator nasolabialis* (elevador nasolabial, (fig. 2-34[6]) se origina en el dorso de la nariz y se inserta en parte en el ala de la nariz y en parte en la porción lateral del labio superior. Dilata la narina y eleva y retrae el labio superior. La elevación de la porción medial del labio superior está a cargo de un músculo aparte, el *elevador del labio superior* (levator labii superioris) (fig. 2-34[7]). Este músculo nace en la cara lateral de la cara y corre en dirección dorsorrostral para formar un tendón común con su compañero; éste desciende hasta el labio entre las narinas. En el labio inferior de ciertas especies (excepto del perro y el gato) existe un músculo especial *depressor labbi inferioris* (depresor del labio inferior) (fig. 2-34[4]) que lo deprime. Este músculo parece ser un desprendimiento del músculo buccinador. Otros músculos asociados con los labios y las narinas no merecen mención específica, aunque algunos se identifican en diversas ilustraciones.

Los músculos de los párpados comprenden uno, el elevador del párpado superior, que es evidentemente ajeno al grupo porque se origina dentro de la órbita y es inervado por el nervio oculomotor. Se lo describe en la página 355. Los músculos de los párpados inervados por el nervio facial comprenden un esfínter –orbicularis oculi –(orbicular de los párpados) (fig. 2-34[8])– que rodea la hendidura palpebral (rimapalpebrarum), que es la abertura entre los párpados. Este músculo está fijado en las comisuras medial y lateral y, por ende, estrecha la abertura, reduciéndola a una hendidura horizontal, cuando se contrae. Existen otros músculos que elevan el párpado superior (elevador del ángulo ocular medial) y deprimen el inferior (malar), de modo que amplían la abertura del ojo.

Los músculos del oído externo son especialmente numerosos pero de poca importancia individualmente. Ya mencionamos un grupo caudal. Otros músculos convergen en la oreja –"trompeta" cartilaginosa cubierta de piel–desde las direcciones medial, rostral y lateral; transitan entre la piel y el músculo temporal y el cráneo y forman una lámina fina e incompleta que comprende una placa cartilaginosa (escutiforme). Los orígenes dispersos y sus inserciones situadas con exactitud, permiten el desplazamiento y rotación de la oreja en todas las direcciones. Uno, el *parotidoauricular*, es de una importancia un poco más grande porque se lo encuentra en la operación para drenar infecciones del oído externo en el perro (pág. 404). Como su nombre sugiere, se origina en la fascia que cubre la glándula parótida y llega a la oreja desde la dirección ventrolateral.

Además de las funciones individuales mencionadas o implícitas en los párrafos precedentes, estos músculos cumplen una función colectiva de comunicación, en particular dentro de las mismas especies pero también entre especies distintas. Los observadores humanos pueden interpretar intuitivamente o, merced a la experiencia, muchos gestos faciales de los animales; basta recordar la expresión –alicaída–de sumisión, la amenaza evidente del gruñido o la erección de las orejas o la expresión intrigada que puede adoptar un perro. Todavía no se puede hacer el análisis de las expresiones más sutiles en términos de la actividad muscular en las especies domésticas.

La parálisis de estos músculos no es infrecuente cuando se daña el nervio facial. Como los distintos grupos son inervados por ramas que nacen en diferentes niveles del nervio, el tipo de distorsión en particular puede resultar valioso para localizar la lesión nerviosa (pág. 331).

División profunda. Los músculos que se insertan en el aparato hioideo son bastante heterogéneos (fig. 2-34[10,11]). Ciertas unidades pequeñas son inervadas por el nervio facial y elevan el hioides, de manera que desplazan la lengua hacia atrás. Aunque no se puede negar que estas actividades son importantes en la deglución, estos músculos no parecerían merecer una descripción. El digástrico, derivado en parte de la musculatura facial, se describe en la página 112 y el músculo del estribo (m. stapedius) del oído medio en la página 363.

Músculos de la faringe y paladar blando

Se los considera a partir de la página 131.

Músculos de la laringe

Se los considera a partir de la página 168.

Músculos externos del globo ocular

Se los considera a partir de la página 355.

Músculos de la lengua

Se los considera a partir de la página 118.

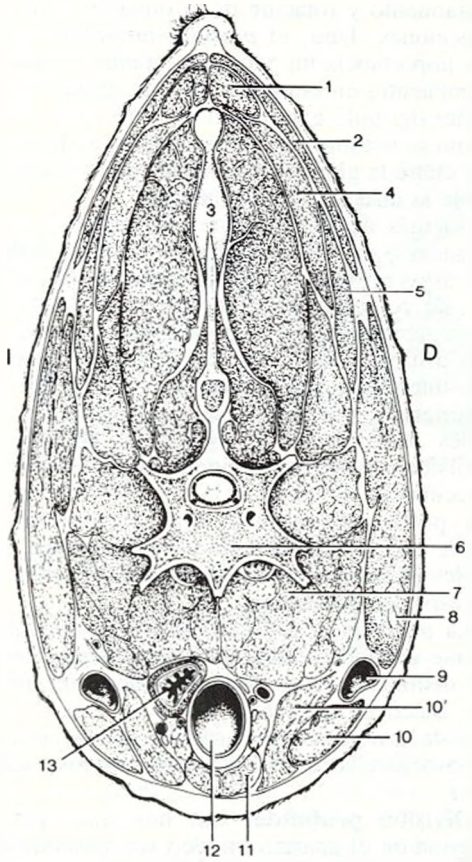


Fig. 2-35. Corte transversal del cuello del bovino.

1, romboides; 2, trapecio; 3, ligamento nucal; 4, esplenio; 5, omotransversario; 6, vértebra; 7, largo del cuello; 8, braquiocefálico; 9, vena yugular externa en el surco yugular; 10, 10', esternocefálico, partes mandibular y mastoidea; 11, esternohioideo y esternotiroideo combinados; 12, tráquea; 13, esófago (debajo de él, nervios, vasos sanguíneos y timo).

Músculos de la parte ventral del cuello

El cuello conecta la cabeza con el tronco y se lo suele distinguir por su relativa delgadez, aunque esto difícilmente sucede en el cerdo (fig. 36-1). Suele tener una forma cilíndrica en el perro y el gato pero es muy evidente que está comprimido en forma laterolateral en los animales más grandes, en los cuales se profundiza considerablemente hacia su unión con el tórax (fig. 2-35). Las estructuras centrales del cuello –vértebras cervicales y músculos íntimamente adosados a ellas– se describieron junto con el tronco (pág. 62). Ciertos músculos superficiales se considerarán bajo el encabezamiento de músculos de la cintura del miembro torácico (pág. 96). En este apartado, por lo tanto, sólo nos ocupamos de la parte ventral del cuello, región de considerable importancia clínica por los numerosos elementos viscerales, vasculares y nerviosos que lo recorren en camino de la cabeza y del tórax.

Estos elementos –con la importante excepción de las venas yugulares externas (fig. 2-35[9])– ocupan un espacio visceral central. El techo de este espacio consiste en los músculos que están justo debajo de las vértebras: largo del cuello, largo de la cabeza, recto ventral de la cabeza y escaleno (pág. 64). Las paredes laterales y ventral se fusionan entre sí y poseen unos músculos más finos dispuestos en sentido sagital y unidos por fascias muy fuertes.

La parte cervical del *músculo cutáneo* (m. cutáneo del cuello) no tiene importancia en el perro ni en el gato, pero está mucho más desarrollada en los ungulados, en los cuales se irradia desde un sólido origen en el manubrio del esternón; se afina a medida que transcurre en dirección craneal y lateral y eventualmente desaparece. En el caballo el músculo cutáneo provee una cobertura relativamente gruesa al tercio caudal, más o menos, del surco yugular.

El *esternocefálico* (sternocephalicus) (fig. 2-36[2]) tiene la forma de una banda y es el más ventral de todos los músculos. También se origina en el manubrio del esternón y primero está adosado a su homólogo, pero a medida que avanza en el cuello diverge hacia afuera en busca de su inserción, que varía según las especies pero comprende el ángulo de la mandíbula, la apófisis mastoides del cráneo por separado o ambos al mismo tiempo. La divergencia de los músculos derecho o izquierdo expone la parte superior de la tráquea a la palpación a través de la piel, aunque todavía se interpone una capa muy fina de músculo más profunda. El esternocefálico está inervado por la rama ventral del nervio accesorio. La contracción unilateral desvía la cabeza y el cuello hacia el mismo lado, en tanto que la contracción bilateral flexiona la cabeza y el cuello en dirección ventral. En las especies en que la inserción es mandibular, el esternocefálico puede contribuir a la apertura de la boca.

El esternocefálico delimita el borde ventral del surco yugular. El borde dorsal del surco está dado por el *braquiocefálico* (brachicephalicus), que se describe con mayor detalle más adelante (pág. 97). Muchas veces este surco se ve en el animal vivo, en particular hacia la parte superior del cuello. Por él pasa la vena yugular externa (fig. 2-35[9]).

Los músculos más profundos constituyen un grupo infrahioideo íntimamente integrado en cuanto a disposición y función. Proveen una cobertura incompleta para las caras laterales y ventral de la tráquea y se insertan, de modo directo o indirecto, en el aparato hioideo, al cual

estabilizan y retraen hacia el tórax durante la deglución. Los miembros obvios de este grupo son el esternotiroideo, esternohioideo y omohioideo; al tirohioideo, que está sobre la cara lateral de la laringe, se lo puede considerar un miembro desprendido. La inervación proviene en principal medida, aunque quizá no del todo, de los nervios cervicales primero y segundo.

El *esternohiodes* (sternothyroideus) *esternohioideo* (sternohyoideus) (fig. 2-35[11]) son unos músculos acintados muy finos que tienen un origen común en el manubrio del esternón. Las partes caudales de los músculos derecho e izquierdo no siempre están divididas de manera evidente y en la porción media del cuello pueden compartir un tendón intermedio común desde el cual divergen tres o cuatro riendas en dirección craneal. El esternotiroideo se inclina lateralmente para ir a terminar en la cara lateral del cartílago tiroides. El esternohioideo, no siempre separable de su compañero, corre junto a la línea media para ir a insertarse en el basihioides.

El *omohioideo* (omohyoideus) también es fino y acintado. En el caballo se origina en la fascia subescapular, en los rumiantes en la fascia profunda del cuello; desde su origen se desvía hacia medial para unirse al borde lateral del esternohioideo, junto con el cual se inserta. En el caballo provee un piso para la parte caudal del surco yugular, separando la vena de las estructuras que están dentro del espacio visceral. El omohioideo no existe en los carnívoros, en los cuales su ausencia se compensa mediante el agrandamiento relativo de los otros músculos.

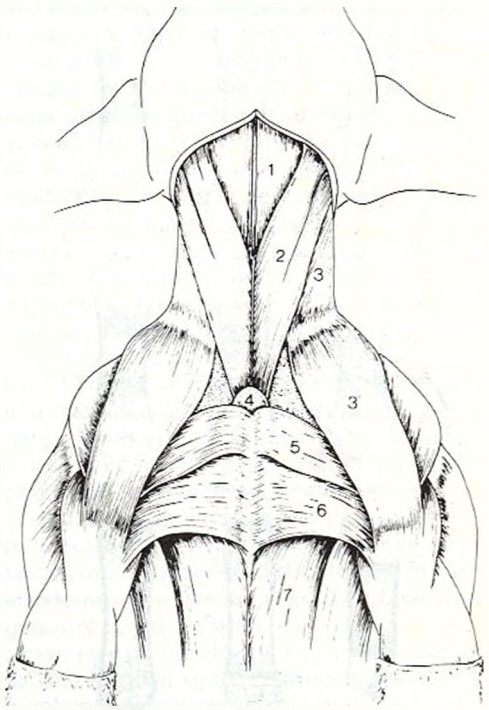


Fig. 2-36. Músculos ventrales del cuello y tórax del perro.

1, esternohioideo y esternotiroideo combinados; 2, esternocefálico; 3, 3', braquiocefálico: cleidocervical, cleidobraquial; 4, manubrio del esternón; 5, pectoral descendente; 6, pectoral transverso; 7, pectoral profundo (ascendente).

MIEMBROS

Plan básico y desarrollo

Aunque los miembros torácicos y pelvianos no son homólogos, su organización y segmentación son similares, de modo que existe una gran concordancia de partes análogas. Cada miembro hace su aparición como un brote que crece a partir de la superficie ventrolateral del embrión joven en un nivel que concuerda con el origen de los nervios que después habrán de inervarlo. El esbozo del miembro torácico aparece antes que el del pelviano y por un tiempo su desarrollo conserva esta ventaja, incluso hasta después del nacimiento en los cachorros y otros animales que nacen en un estado bastante inmaduro. Al principio estos animales confinan sus actividades locomotoras a arrastrarse hacia las tetas de la madre usando solamente los miembros torácicos.

Cuando se empiezan a formar, los brotes de los miembros consisten en una masa de mesénquima, tejido conectivo y embrionario laxo, cubierta por el ectodermo. El ectodermo se convierte en la epidermis y sus anexos, en tanto que el mesénquima se diferencia para formar tejidos esqueléticos, músculos y tendones, fascias y vasos sanguíneos. Por lo tanto, sólo los nervios de los miembros invaden a éstos desde afuera, porque todas las otras estructuras se desarrollan in situ. El brote del miembro se alarga y su parte distal libre se expande para formar una placa de la mano (pie) aplanada, en tanto que la parte más proximal adquiere una forma más columnar. En esta placa no tardan en aparecer unos engrosamientos correspondientes a los rayos digitales, que se acentúan cuando los tejidos intermedios se reducen. Los detalles de este desarrollo varían según la especie, por supuesto, porque únicamente algunas retienen el patrón pentadáctilo (5 dedos) primitivo y muy pocas exhiben una separación completa de los dedos. Es interesante mencionar que en la mayoría de las especies aparecen cinco dedos; en los casos en que la evolución ha reducido el número definitivo a una cantidad menor, el estado adulto se suele alcanzar me-

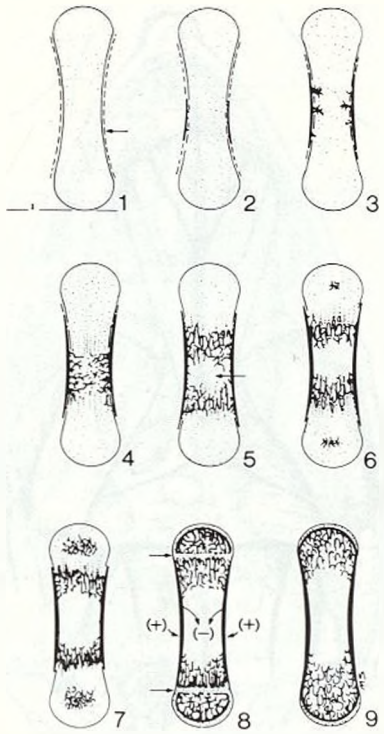


Fig. 2-37. Desarrollo esquemático de un hueso largo.

1, molde cartilaginoso con membrana pericondral (flecha); 2, osificación intramembranosa de la diáfisis; 3,4 la osificación endocondral (primaria) de la diáfisis sustituye el cartílago; 5, comienzo de la cavidad medular (flecha); 6, aparecen los centros de osificación epifisarios; 7, osificación endocondral (secundaria) de las epífisis; 8, los estrechos cartílagos epifisarios (flechas) separan el cuerpo de las epífisis; éstos y los cartílagos articulares son todo lo que queda del molde cartilaginoso (1) y ocurre crecimiento circunferencial del cuerpo mediante remoción (–) y adición (+) de hueso compacto; 9, hueso maduro que consiste en cartílago articular, hueso esponjoso y hueso compacto; los cartílagos epifisarios han desaparecido. (Si la etapa final representa un hueso de tamaño natural, el tamaño natural de la primera etapa es más o menos 1/40 del que tiene la etapa.)

diante la regresión fetal de algunos dedos. Los surcos formados en la parte proximal del brote no tardan en permitir el reconocimiento de segmentos correspondientes a las regiones del brazo y antebrazo (o muslo y pierna) del adulto.

La primera indicación del esqueleto del futuro miembro consiste en una condensación axil del mesodermo que produce un centro más denso. En las etapas iniciales del desarrollo –aunque no siempre más tarde– existe un franco gradiente de diferenciación proximodistal. Esto establece y luego mantiene los elementos de la cintura adelantados en relación con los del brazo o muslo y a estos últimos adelantados en relación con las partes más distales.

En la etapa siguiente del desarrollo el mesodermo se transforma localmente para crear una serie de modelos cartilaginosos semejantes a la conformación de los huesos adultos. Estos precursores no tardan en parecerse a las formas finales a grandes rasgos, pero permanecen envueltos por unas fibras cubiertas de mesodermo no modificado, que ahora se conocen apropiadamente como pericondrio. También queda mesodermo denso entre los cartílagos donde se habrán de formar las articulaciones.

Los modelos cartilaginosos crecen principalmente mediante crecimiento intersticial, en que cada parte se expande de manera más o menos uniforme para mantener la forma general. La etapa siguiente es el reemplazo del cartílago por tejido óseo y no su transformación en hueso, distinción ésta que hay que señalar. El proceso no tiene lugar de manera idéntica ni sincrónica en distintos huesos y los siguientes comentarios conciernen al concepto hipotético de "hueso largo típico".

En la clasificación inicial intervienen dos procesos. En uno el pericondrio que rodea la porción media de la diáfisis deposita hueso sobre el cartílago. Este proceso de la formación ósea se conoce como osificación intramembranosa porque ocurre dentro de la membrana de tejido conectivo. Sus detalles deben buscarse en los libros de texto de histología. De esta manera, en torno del centro de la diáfisis se forma una vaina ósea tubular, el collar perióstico, que se extiende gradualmente hacia cada extremo del futuro hueso (fig. 2-37). En el otro proceso el cartílago del centro de la diáfisis exhibe alteraciones seniles o degenerativas porque sus células se hipertrofian, pasan a ocupar unas lagunillas agrandadas (espacios) en la matriz y luego mueren, en tanto que la matriz se impregna de sales de calcio. Esta placa central de cartílago muerto es invadida ahora por un brote de tejido conectivo que empuja hacia adentro desde el periostio (nombre que recibe ahora el pericondrio) en la región del collar. El progreso de este brote, que es bastante celular y bien vascularizado, se facilita por la textura esponjosa que le dieron al cartílago muerto las lagunillas agrandadas. Algunas de las células que penetran en la profundidad poseen capacidad para englobar y eliminar matriz calcificada, otras depositan hueso sobre la armazón sobreviviente y un tercer grupo son precursoras de células de la médula ósea. Los procesos de construcción y destrucción continúan paralelamente y convierten toda la porción media de la diáfisis es una porción de hueso que se conoce como centro de osificación primario o diafisario.

Con posterioridad, mucho más tarde en algunas especies y en particular después de nacer en el hombre, unos brotes similares procedentes

del pericondrio invaden los centros de los dos extremos, donde establecen centros de osificación secundarios o epifisarios. Los centros secundarios no están precedidos de una formación equivalente al collar perióstico de la diáfisis. En la figura 2-37[8]) se ilustra la etapa general del desarrollo del hueso largo en este momento. Esto revela que el cartílago original ahora sólo sobrevive como dos placas, los cartílagos epifisarios o del crecimiento, que se hallan entre los centros primarios y secundarios. Estos cartílagos revisten particular importancia porque son los responsables del crecimiento longitudinal del hueso. Existe una polarización evidente porque la división celular y la expansión de la matriz se confinan a la parte epifisaria, en tanto que la degeneración, calcificación y reemplazo ocurren en el lado central o diafisario. El reemplazo se suma continuamente a la diáfisis y la alarga, en tanto que el cartílago sigue alejando a las epífisis de ella. Ambos procesos están equilibrados hasta que, por último, el crecimiento se retrasa en relación con el reemplazo, la placa se afina y por último se destruye por completo; ahora la epífisis y la diáfisis se han fusionado en una sola pieza y no puede ocurrir ningún crecimiento longitudinal adicional. Ni la velocidad del crecimiento ni los momentos de la desaparición final son necesariamente iguales en los dos cartílagos de crecimiento de un hueso largo, pero mientras tanto el hueso también ha venido aumentando su diámetro como consecuencia del depósito adicional de laminillas sucesivas en el hueso existente dentro de la vaina perióstica.

Poco hace falta reflexionar para darse cuenta de que el crecimiento óseo tiene que ser más complicado que esto. La forma establecida por el modelo original no podría mantenerse mediante aumento incesante, sino que tiene que haber un proceso simultáneo de destrucción, en especial para mantener la forma de las metáfisis (regiones de la diáfisis adyacentes a los cartílagos de crecimiento), para que los rasgos superficiales mantengan la misma relación entre ellos y para establecer la cavidad medular y luego agrandarla. Aunque no contamos con espacio para comentar con mayor detalle lo que acabamos de decir, se puede señalar un punto. El hueso crece mediante aposición, que es el depósito de material nuevo sobre el preexistente. En esto difiere del periostio, que crece intersticialmente como si se estirase con uniformidad. Por lo tanto, ocurre un deslizamiento de la vaina perióstica sobre el hueso, que arrastra los vasos que entran en el hueso y afecta la orientación de éstos (se tornan oblicuos); además desplaza las inserciones musculares que se establecen con el periostio. Sólo una vez que el crecimiento lineal ha cesado, las inserciones musculares se fijan directamente en la compacta. Antes de dejar este tema, debemos decir que el desarrollo del esqueleto empieza antes y continúa mucho después del nacimiento. En algunas especies (precoces) el proceso está bien avanzado al nacer, de modo que casi todas las epífisis están plenamente establecidas en los ungulados, que entran en actividad casi al instante, pero están retardadas en el perro y más todavía en el humano porque estas especies nacen en un estado menos avanzado de madurez locomotora. La celeridad individual del desarrollo del esqueleto es influida por muchos factores: hereditarios, nutricionales y hormonales, abarcando este último una situación compleja en la que intervienen hormonas de origen hipofisario, tiroideo, suprarrenal y gonadal. Difícilmente debería sorprender que la anormalidad del desarrollo esquelético sea común.

Los rasgos importantes del desarrollo de las articulaciones se pueden consignar de manera más sucinta. Los tejidos articulares derivan del mesodermo que queda entre los esbozos cartilaginosos de los huesos. Los espacios que se forman en este tejido confluyen para establecer una sola cavidad sinovial limitada por cartílago articular y membrana sinovial. El primero se produciría mediante condrificación tardía del mesodermo que bordea los modelos cartilaginosos; las diferencias estructurales sugieren que no es la cubierta externa de este modelo la que queda después de completarse la osificación epifisaria. La membrana sinovial es una trasformación más directa del mesodermo que bordea el espacio. La parte fibrosa de la cápsula y los ligamentos periarticulares se desarrollan a partir del mesodermo más periférico.

En la actualidad se coincide en general en que los músculos de los miembros se desarrollan dentro de los esbozos; la atrayente noción de que partes de los miotomos migran dentro de estos esbozos traccionando al mismo tiempo los nervios respectivos, ha sido desechada. Ciertas células mesenquimáticas que están fuera del centro axil más denso se diferencian en células musculares precursoras (mioblastos) que luego se multiplican mediante mitosis mientras el reclutamiento a partir del mesénquima continúa. Entonces estos mioblastos forman miocitos o células musculares mediante una maduración en que la cantidad de núcleos aumenta y estos núcleos migran a la periferia de las células. En la mayoría de las especies parece ser que la cantidad final de células musculares se establece antes de nacer, quizá mucho antes. En consecuencia, el crecimiento ulterior de los músculos depende del aumento de tamaño de los elementos existentes y no de un aumento de su cantidad (aunque también contribuye al mayor volumen el crecimiento del tejido conectivo intramuscular).

Cuadro 2-3. *Términos en uso para las partes y huesos de los miembros*

Miembro torácico			*Miembro pélvico*	
Parte corporal	*Huesos*	*Término común*	*Huesos*	*Parte corporal*
Región del somero (hombro)	Escápula y clavícula	Cingulum (cintura)	Hueso coxal Ilion Pubis Isquion	Pelvis
Brazo (brachium)	Húmero	Stylopodium	Fémur (os femoris)	Muslo (fémur)
Antebrazo (antebrachium)	Radio y ulna	Zeugopodium	Tibia y peroné	Pierna (crus)
[**Manus**]		[**Autopodium**]		[**Pes**]
Carpo, muñeca	Huesos carpianos	Basipodium	Huesos tarsianos	Corvejón, *tobillo* (tarso)
Metacarpo	Huesos metacarpianos	Metapodium	Huesos metatarsianos	Metatarso
dedo	Falanges proximal, media y distal	Acropodium	Falanges proximal, media y distal	*dedo*

Los nervios de los miembros crecen dentro de los esbozos desde las ramas ventrales de ciertos nervios espinales, por lo general C6 a T2 en el miembro torácico y L4 a S2 en el miembro pelviano. El patrón segmentario se perturba por el desarrollo de los plexos de los miembros, en que las fibras de las diversas ramas ventrales se redistribuyen antes de combinarse para formar los troncos periféricos de los miembros. Por consiguiente, todos los músculos, salvo unos pocos muy pequeños, son inervados por fibras provenientes de neuronas que están en más de un segmento espinal. Las fibras sensitivas para la piel se disponen de manera que determinadas regiones pertenecen aproximadamente al territorio de determinados segmentos espinales. La base de esto se ha tornado un poco más difícil de entender ahora que se sabe que la dermis del miembro se forma a partir de células de origen local y no de células que han migrado desde determinados somitos.

En el cuadro 2-3 se consignan en columnas paralelas los huesos del miembro torácico y las partes a las cuales sostienen; con fines comparativos también se incluyen columnas para los huesos y partes correspondientes del miembro pelviano (las cuales, como se recordará, son análogas pero no homólogas). Una columna central ofrece términos adicionales, más comu enes en bibliografía zoológica que veterinaria, que son comunes para ambos miembros; estos términos quizá no se usen en este texto, pero pueden aparecer en otras obras.

Algunas de las entradas de las columnas primera y última pueden incluir tres términos. Los que están en letra común son palabras técnicas que se emplean para aludir a los animales domésticos y que suelen emplear los veterinarios; los términos en bastardilla son las palabras que se usan en el hombre y los que aparecen entre paréntesis son los nombres en latín. El rasgo más asombroso de este cuadro sería la aparente ausencia de términos vernáculos para ciertas regiones de los animales, pero en realidad la situación es mejor o peor de lo que parece, según el parecer de cada cual. Existen muchos términos vernáculos que por razones de costumbre se restringen a determinadas especies; por ejemplo, el metacarpo del caballo se conoce como la caña, pero el del perro no. Una dificultad particular se plantea por la falta de equivalentes sencillos de "garra" o "pata" en la descripción de los animales de granja; manus y pes son demasiado pedantes (de ahí que figuran entre corchetes) y se prefiere hablar de pata delantera y pata trasera (aunque no es del todo lógico); sin embargo, para el caballo pie suele significar nada más que el casco y su contenido. No se pueden evitar todas estas incongruencias.

En este libro emplearemos los términos más elevados en los casos en que los equivalentes vernáculos puedan ser ambiguos, aun a riesgo de ser pedante. Por supuesto, es más sensato utilizar los términos cotidianos al conversar con los profanos.

Esqueleto del miembro torácico

Cintura pectoral

La *escápula* es un hueso plano que está aplicado sobre la parte craneodorsal, comprimida lateralmente, del tórax, donde está sujeta en su sitio por un conjunto de músculos (sin sarcosis) sin entablar una articulación convencional con el tronco. Este hueso es la base de la región del hombro, término que abarca mucho más que la vecindad inmediata de la articulación del hombro. En los ungulados la escápula se prolonga

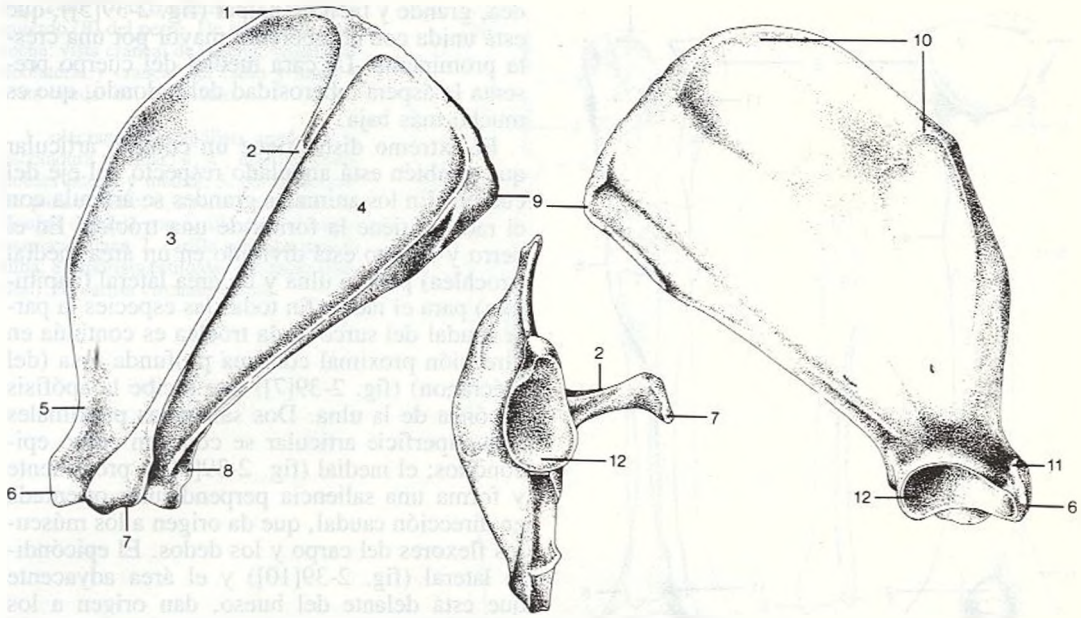


Fig. 2-38. Escápula izquierda del perro; vistas lateral, ventral y medial.

1, ángulo craneal; 2, espina; 3, fosa supraespinosa; 4, fosa infraespinosa; 5, cuello; 6, tubérculo supraglenoide; 7, acromion; 8, tubérculo infraglenoideo; 9, ángulo caudal; 10, facies serrata; 11, apófisis coracoides; 12, cavidad glenoidea.

dorsalmente por medio de una porción no osificada, el cartílago escapular, que amplía el área para las inserciones musculares. El cartílago se calcifica en medida creciente, de modo que se torna más rígido, a medida que avanza la edad.

El hueso es más o menos triangular, aunque menos en el perro y el gato que en otras especies domésticas (fig. 2-38). Su superficie lateral se halla dividida por una espina prominente en dos partes desiguales: las fosas supraespinosa e infraespinosa, cada una de las cuales está ocupada por un músculo del mismo nombre. La espina corre desde el borde dorsal casi hasta el ángulo articular y puede presentar un engrosamiento para la inserción de la parte torácica del trapecio; por lo general se palpa a través de la piel. En todas las especies, excepto en el caballo y en el cerdo, termina en una apófisis prominente (acromion), aplanada lateralmente en el perro y en el gato (fig. 2-38[7]). La superficie medial del hueso está ocupada en su mayor parte por el origen del subescapular, que ocupa una fosa poco profunda; un área áspera más dorsal, donde se origina el serrato ventral se extiende sobre el cartílago en las especies más grandes.

El borde caudal está engrosado y es casi recto. El borde craneal más fino y sinuoso, está escotado hacia su extremo distal para dar paso al nervio supraescapular. El borde dorsal también suele ser recto y se extiende entre los ángulos craneal y caudal, siendo este último más grueso y más fácil de identificar a la palpación. El ángulo ventral o articular está unido al cuerpo del hueso por un cuello un tanto estrechado. Su parte caudal presenta una cavidad glenoidea poco profunda (fig. 2-38[12]) que se articula con la cabeza del húmero. La cavidad, un tanto extendida en dirección sagital, mira en dirección más o menos ventral. Una gran apófisis muscular, el tubérculo supraglenoideo, sobresale delante de la cavidad; en este tubérculo se origina el bíceps braquial.

La *clavícula* ha quedado reducida a una intersección fibrosa en el braquiocefálico. En el perro hay un botón de hueso y en el gato una delicada varilla incluida en la intersección; su única importancia radica en el riesgo de hacer una interpretación errónea al examinar las radiografías.

Esqueleto de la extremidad libre

El *húmero* (fig. 2-39) forma el esqueleto del brazo. Este hueso largo está dispuesto oblicuamente contra la parte ventral del tórax y es más horizontal en las especies grandes que en las pequeñas. También es relativamente más corto y más robusto en los equinos y bovinos que en los rumiantes pequeños y los carnívoros. El extremo proximal tiene una gran cabeza articular (fig. 2-39[2]) que mira hacia la cavidad glenoidea de la escápula y, por lo tanto, está desviada respecto de la diáfisis, a la cual está unida por

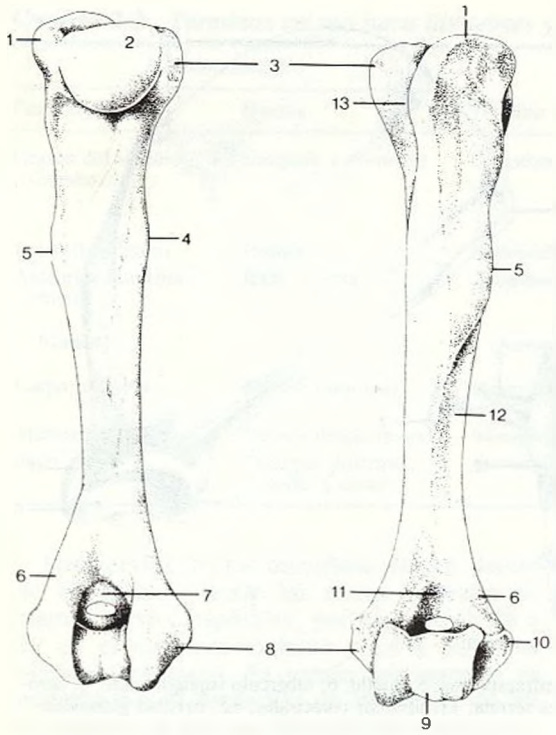


Fig. 2-39. Húmero izquierdos del perro; vistas caudal (izquierda) y craneal.

1, tubérculo mayor; 2, cabeza; 3, tubérculo menor; 4, tuberosidad del redondo mayor; 5, tuberosidad deltoidea; 6, cresta supracondílea lateral; 7, fosa olecraneana con agujero supratroclear; 8, epicóndilo medial; 9, cóndilo; 10, epicóndilo lateral; 11, fosa radial; 12, surco para el braquial; 13, surco intertubercular.

un cuello. La cabeza tiene la forma de un segmento de esfera y es mucho más grande que la fosa con la cual se articula. Dos apófisis, los tuberculos mayor (lateral) y menor (medial), están delante y al costado del área articular, separados por el surco intertubercular (fig. 2-39[13]) por el cual pasa el tendón del bíceps. Estas apófisis son más o menos iguales, como en el caballo, pero con mayor frecuencia la lateral, que es la base del rasgo superficial que se conoce como punta del hombro, es más grande, como sucede en el perro. En el equino y el bovino ambas apófisis están divididas en una parte craneal y otra caudal; el surco intertubercular también es moldeado por un tubérculo intermedio en el caballo. El troquín y el troquínter dan inserción a los músculos que envuelven y sostienen la articulación del hombro, sustituyendo a los ligamentos colaterales.

El cuerpo tiene un aspecto terminado a causa de un surco (fig. 2-39[12]) que desciende en espiral y contiene el músculo braquial y el nervio radial. Por fuera, hacia su extremo proximal, el cuerpo presenta la tuberosidad deltoidea, grande y fácil de palpar (fig. 2-39[5]), que está unida con el tubérculo mayor por una cresta prominente. La cara medial del cuerpo presenta la áspera tuberosidad del redondo, que es mucho más baja.

El extremo distal tiene un cóndilo articular que también está angulado respecto del eje del cuerpo. En los animales grandes se articula con el radio y tiene la forma de una tróclea. En el perro y el gato está dividido en un área medial (trochlea) para la ulna y un área lateral (capitulum) para el radio. En todas las especies la parte caudal del surco de la tróclea es continúa en dirección proximal con una profunda fosa (del olécranon) (fig. 2-39[7]) que recibe la apófisis ancónea de la ulna. Dos saliencias proximales a la superficie articular se conocen como epicóndilos; el medial (fig. 2-39[8] es prominente y forma una saliencia perpendicular orientada en dirección caudal, que da origen a los músculos flexores del carpo y los dedos. El epicóndilo lateral (fig. 2-39[10]) y el área adyacente que está delante del hueso, dan origen a los músculos extensores del carpo y los dedos. Al costado, cada epicóndilo origina el respectivo ligamento colateral de la articulación del codo. En el perro el piso de la fosa olecraneana es perforado por un agujero supratroclear que se abre en una fosa radial mucho menos profunda en la cara craneal del cuerpo (fig. 2-39[7,11]). En el gato solamente, la parte mediodistal del húmero es horadada por un segundo agujero (supracondílea) por el cual pasan el nervio mediano y la arteria braquial.

El *esqueleto del antebrazo* consiste en dos huesos, el radio y la ulna (fig. 2-40). En posición de pie, están dispuestos de modo que la ulna es caudal respecto del radio en la parte proximal del antebrazo pero lateral en la parte distal. En el estado primitivo estos huesos sólo se articulan en sus extremos y dejan un espacio interóseo entre sus cuerpos; en el hombre los huesos del antebrazo permiten realizar movimientos de rotación, de modo que se puede hacer girar la mano para que la palma mire hacia adelante (supinación) o atrás (pronación). En la mayoría de los animales domésticos la capacidad para realizar estos movimientos está disminuida o se ha perdido y los dos huesos están firmemente sujetos entre sí por ligamentos o por fusión en pronación. Cuando se puede hacer la supinación, consiste en la rotación del extremo proximal del radio dentro de la envoltura que lo une a la ulna, de modo que el extremo distal describe un arco en torno de la ulna.

Es evidente que este movimiento no puede ocurrir si los huesos están fusionados, como sucede en los ungulados y cuyo ejemplo extremo es el caballo, en que sólo se distingue el extremo proximal de la ulna. El perro puede reali-

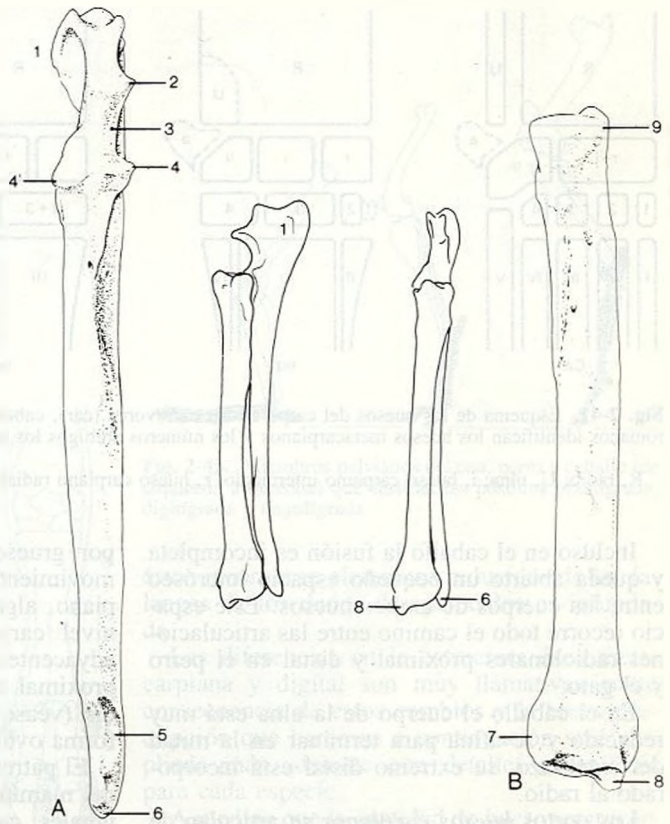


Fig. 2-40. Ulna izquierda (*A*) y radio izquierdo (*B*) del perro. De izquierda a derecha: vista craneal de la ulna, vistas craneolateral y craneal del radio y ulna, y vista caudal del radio solo.

1, olécranon; 2, apófisis ancónea; 3, escotadura troclear; 4, 4', apófisis coronoides lateral y medial; 5, carilla articular para el radio; 6, apófisis estiloides de la ulna (lateral) con carilla para el hueso carpiano ulnar; 7, carilla articular para la ulna; 8, apófisis estiloides del radio (medial); 9, carilla circunferencial.

zar unos 45 grados de supinación y algo más el gato. (La rotación en el carpo aparta un importante componente adicional al movimiento que se interpreta subjetivamente como supinación.)

El radio es un hueso en bastón bastante sencillo, por lo general mucho más fuerte que la ulna en los ungulados pero menos dominante en los carnívoros. Su extremo proximal presenta un ensanchamiento transversal, aunque tiende a ser más circular en los carnívoros, en los que persiste cierta capacidad para la supinación. Se articula con la superficie distal del húmero y su forma concuerda con la de ésta. Una carilla marginal (fig. 2-40[9]) que está en la parte caudal de la circunferencia se articula con la ulna y existe aunque no pueda ocurrir supinación. El cuerpo está comprimido en dirección craneocaudal y se halla un tanto arqueado en su longitud. La parte distal de la superficie craneal tiene surcos para el pasaje de los tendones extensores, en tanto que la superficie caudal es rugosa para las inserciones musculares. El borde medial es subcutáneo y, por lo tanto, se palpa.

El extremo distal del radio se halla un tanto expandido. Tiene una superficie articular cóncava en su parte craneal y convexa en su parte caudal en los ungulados; en los carnívoros adopta una forma ovoide un tanto cóncava que permite cierta abducción, aducción y rotación de la articulación antebraquiocarpiana, además de los principales movimientos de flexión y extensión. A medial de la articulación el radio se prolonga para formar una apófisis estiloides (fig. 2-40[8)]; la respectiva saliencia lateral corresponde a la ulna y, en el caballo, a la porción del radio que representa la ulna incorporada.

La ulna tiene un aspecto inusual porque su extremo proximal se prolonga más allá de la superficie articular para formar el olécranon, la punta del codo, que es un jalón alto y muy prominente en el animal vivo. En esta apófisis se inserta el tríceps. A distal de ella el borde craneal presenta la apófisis anconea a modo de un pico (fig. 2-40[2]) que encaja en la fosa olecraneana del húmero, encima de una escotadura articular que se capta con la tróclea del húmero; más abajo todavía desde este extremo existe una carilla para el área articular marginal del radio. El cuerpo suele estar reducido y corre junto al radio, con el cual está unido mediante una membrana o por fusión. El extremo distal presenta una pequeña carilla articular para el radio y más allá de esto se continúa como apófisis estiloides lateral, que toma contacto con el hueso carpiano ulnar.

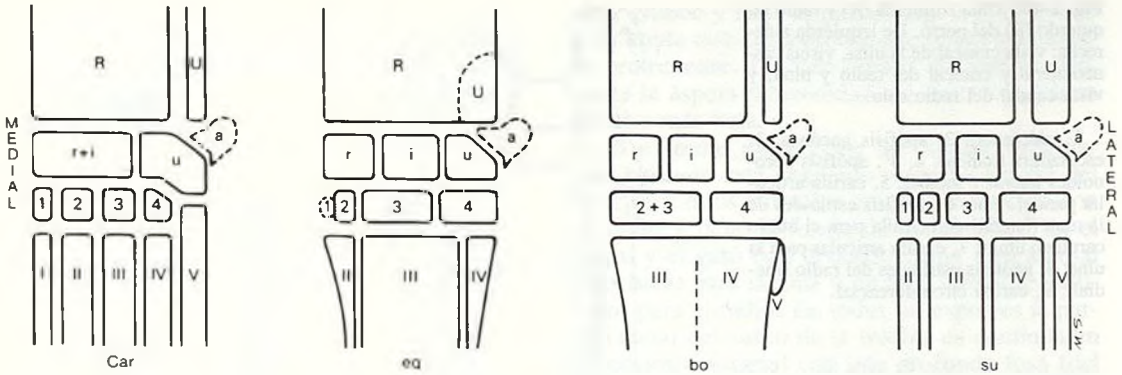


Fig. 2-41. Esquema de los huesos del carpo en los carnívoros (car), caballo (eq), buey (bo) y cerdo (su). Los números romanos identifican los huesos metacarpianos y los números arábigos los huesos distales del carpo.

R, radio; U, ulna; i, hueso carpiano intermedio; r, hueso carpiano radial; u, hueso carpiano ulnar.

Incluso en el caballo la fusión es incompleta y queda abierto un pequeño espacio interóseo entre los cuerpos de ambos huesos. Este espacio recorre todo el camino entre las articulaciones radiolunares proximal y distal en el perro y el gato.

En el caballo el cuerpo de la ulna está muy reducido y se afina para terminar en la mitad del antebrazo; su extremo distal está incorporado al radio.

Los cortos *huesos carpianos* se articulan de manera compleja. La disposición del esqueleto carpiano primitivo no se conoce con certeza, pero en las especies domésticas los huesos están dispuestos nítidamente en dos filas (fig. 2-41). La fila proximal comprende (en secuencia mediolateral) los huesos radial, intermedio, ulnar y accesorio; esto último aparece como un apéndice que se proyecta detrás del carpo y es un jalón prominente en el animal vivo. Los carpianos radial e intermedio se fusionan en el perro y el gato. Los elementos de la fila distal se numeran de uno a cinco (también en secuencia mediolateral), si bien el quinto nunca aparece como hueso aparte sino que está suprimido o se ha fusionado con el cuarto. Muchas veces también falta el primero, mientras que el segundo y el tercero están fusionados en los rumiantes. Los diagramas ilustran las fórmulas carpianas en distintas especies. Aparte del hueso carpiano accesorio, que sería de origen sesamoide, hay un pequeño hueso sesamoide incluido en los tejidos medibles de la articulación del perro. Aunque sin importancia en sí mismo, puede confundir la interpretación radiográfica sugiriendo erróneamente fracturas "astilladas".

Visto en conjunto, el carpo es convexo de lado a lado en su cara dorsal y plano y muy irregular en su cara palmar, aunque en el animal vivo estas irregularidades son emparejadas por gruesos ligamentos. La mayor parte del movimiento tiene lugar a nivel antebraquiocarpiano, algo a nivel intercarpiano y casi nada a nivel carpometacarpiano y entre los huesos adyacentes de una fila. La superficie articular proximal conjunta es la recíproca de la del radio (véase antes) y en los carnívoros tiene una forma ovoide convexa.

El patrón primitivo del esqueleto de la mano del mamífero exhibe cinco rayos más o menos iguales, cada uno de los cuales consiste en un hueso metacarpiano y sus respectivas falanges proximal, media y distal alineadas (fig. 2-42*A*). Este patrón se ha modificado en las especies domésticas, cada una de las cuales (sin exceptuar al cerdo) se ha especializado en cierta medida para la carrera veloz. La especialización inicial consiste en la elevación de la mano (y del pie) respecto de la postura de "pie plano" (plantígrada) que exhiben los osos (fig. 2-43). Una etapa intermedia, la postura digitígrada, se observa en los perros, que se sustentan sobre los dedos solamente y la especialización culmina en la postura ungulígrada que adoptan los rumiantes, cerdos y caballos, en que la sustentación sólo está a cargo de las puntas de los dedos protegidos por cascos (uñas). Este proceso hace que les dedos abaxiles pierdan primero su contacto permanente con el suelo, pero los dedos remanentes experimentan un desarrollo compensador que les permite soportar una mayor proporción del peso. Este proceso no ha progresado mucho en el perro y el gato, en los cuales únicamente el dedo más medial (primero) ha perdido el contacto y se retiene como un dedo rudimentario no funcional (fig. 2-44*B*). Los cuatro dedos funcionales son más o menos iguales, de modo que el eje de la mano pasa entre los dedos tercero y cuarto (en una posición paraaxil). Los cerdos han perdido por completo

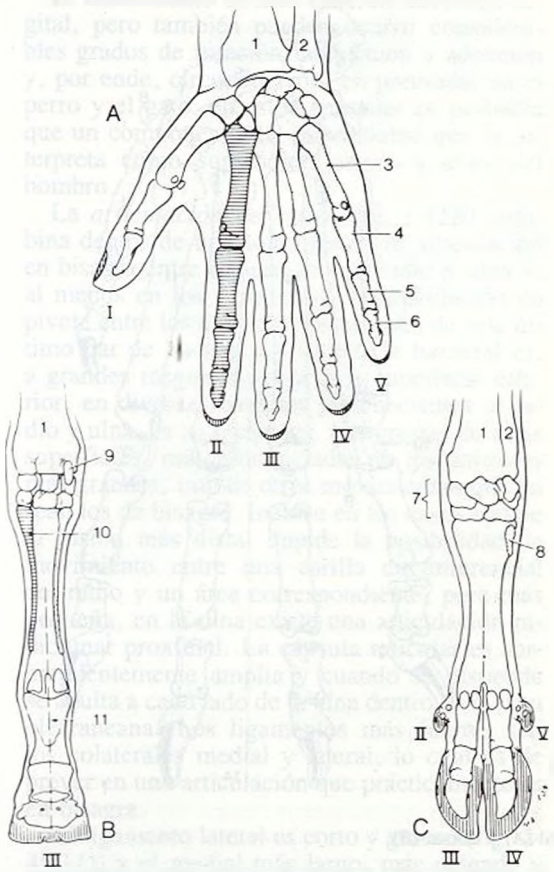


Fig. 2-42. Mano derecha del hombre (*A*), caballo (*B*) y rumiante (*C*), vista palmar. Los números romanos indican los rayos.

1, radio; 2, ulna; 3, metacarpiano; 4,5,6, falanges proximal, media y distal; 7, huesos carpianos; 8, metacarpiano V rudimentario; 9, hueso carpiano accesorio; 10, metacarpianos rudimentarios II y IV (medial y lateral); 11, eje en línea con el rayo III (mesaxónico) y en C paraxónico.

el primer dedo y los dedos segundo y quinto están muy reducidos, aunque cada uno conserva todos sus huesos. En los rumiantes el proceso ha avanzado más todavía y, aunque tienen cuatro dedos, los del par abaxil son vestigiales; los huesos metacarpianos de los dedos funcionales tercero y cuarto se han fusionado en un solo hueso que conserva evidencias de su origen compuesto (fig. 2-42*C*).

En el caballo (fig., 2-42*B*) sólo sobrevive como forma funcional el tercer rayo, cuyo eje coincide con el de la extremidad; se dice que esta mano es mesaxil. Los restos de los huesos metacarpianos segundo y cuarto sobreviven como unos huesos rudimentarios que flanquean al tercer metacarpiano o hueso de la caña; terminan en nódulos, pero la suposición de que

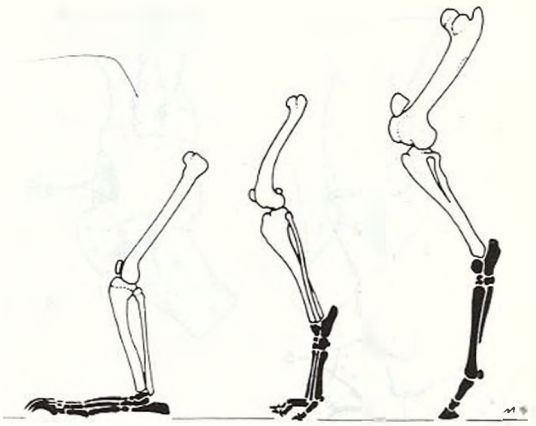


Fig. 2-43. Miembros pelvianos del oso, perro y caballo (de izquierda a derecha) que ilustran las posturas plantígrada, digitígrada y ungulígrada.

éstos incorporan elementos reducidos de las falanges de los dedos desaparecidos es infundada.

Las diferencias en la estructura ósea metacarpiana y digital son muy llamativas como consecuencia de estos cambios y la breve descripción que haremos a continuación será ampliada más adelante con detalles específicos para cada especie.

A medida que la cantidad de *huesos metacarpianos* disminuye, la fortaleza relativa de los miembros persistentes de la serie va en aumento. El único hueso metacarpiano (tercero) del caballo, por lo tanto, tiene un cuerpo particularmente fuerte, mientras que los metacarpianos individuales del perro son relativamente mucho más débiles. Los huesos del perro también han sido modelados por sus contactos mutuos porque el tercero y cuarto son de sección cuadrada y el segundo y quinto, que flanquean a los otros dos, son triangulares. En conjunto, el esqueleto metacarpiano de todas las especies se halla un tanto comprimido en dirección dorsopalmar. Cada hueso tiene un extremo proximal (base), un cuerpo y un extremo distal (cabeza). La base tiene una superficie aplanada para la fila distal de los huesos carpianos y, de acuerdo con su posición en la serie metacarpiana, puede presentar carillas mediales y laterales que entablan contacto con las vecinas. El extremo distal se articula con la falange proximal por medio de una superficie hemicilíndrica dotada de una cresta central. Existen diversas rugosidades para las inserciones ligamentosas en ambos extremos.

La *falange proximal* es un corto hueso cilíndrico cuyo extremo proximal está adaptado para la cabeza del hueso metacarpiano y posee una articulación distal en forma de tróclea poco

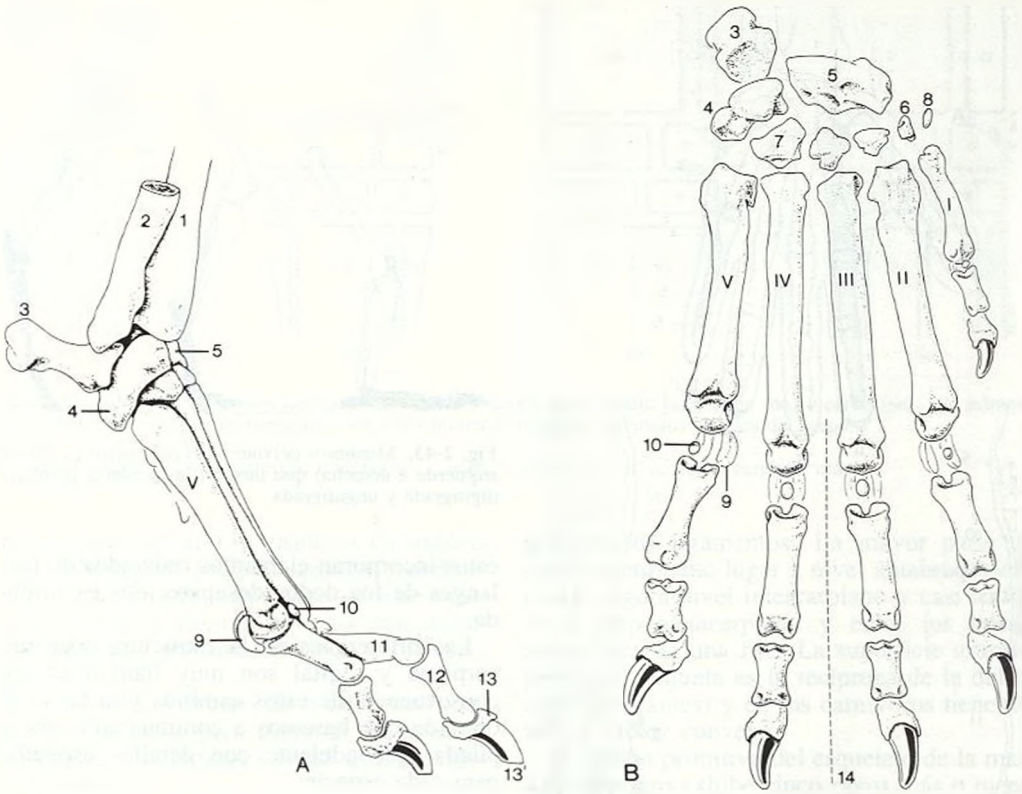


Fig. 2-44. Huesos de la mano derecha del perro, vistas lateral (*A*) y dorsal (*B*).

1, radio; 2, ulna; 3, carpiano accesorio; 4, carpiano ulnar; 5, carpiano radial (os carpi intermedioradiale); 6,7 primero y cuarto de la fila distal de huesos carpianos; 8, hueso sesamoide; 9, huesos sesamoides proximales; 10, hueso sesamoide dorsal; 11,12,13, falanges proximal, media y distal; 13', uña; 14, eje de la mano.

pronunciada. También este hueso puede ser modelado por su posición en la serie digital.

La *falange media* es más corta que la primera pero prácticamente muy similar a ella. La *falange distal* corresponde a la forma de casco o garra en la cual está contenida. La parte esquelética es completa con un par de *huesos sesamoides proximales* en la cara palmar de la articulación metacarpofalángica y por un *hueso sesamoide distal* (cartílago en el perro) en la cara palmar de la articulación interfalángica distal. En el perro también existen pequeños sesamoides dentro de los tendones extensores sobre la cara dorsal de las articulaciones metacarpofalángicas.

Articulaciones del miembro torácico

La *articulación del hombro* (fig. 2-45*A*) vincula la escápula con el húmero y, si bien tiene los atributos de la variedad esferoide, en la práctica predominan las excursiones sagitales. La cavidad glenoidea de la escápula es mucho más pequeña que la cabeza del húmero. En los animales grandes ambas superficies pueden estar indentadas en la periferia por áreas denudadas que para el inexperto simulan lesiones del cartílago. La cápsula articular es espaciosa y se halla fusionada de tanto en tanto con los tendones de los músculos circundantes, en particular el subescapular. En todos los animales, excepto el equino y el bovino, envía una prolongación o divertículo en torno del tendón de origen del bíceps braquial donde éste pasa dentro del surco intertubercular. El divertículo protege al tendón a la manera de una vaina sinovial y en las dos especies grandes se halla sustituido por una bolsa intertubercular independiente. Aunque la capa fibrosa de la cápsula se halla reforzada localmente, se suele decir que la articulación carece de ligamentos pericapsulares. Los tendones de los músculos contiguos, en particular el subescapular por dentro y el infraespinoso por fuera, hacen las veces de ligamentos para sujetar la articulación.

El movimiento es más libre en dirección sagital, pero también pueden ocurrir considerables grados de rotación, abducción y aducción y, por ende, circunducción, en particular en el perro y el gato; en estos animales es probable que un componente del movimiento que se interpreta como supinación ocurra a nivel del hombro.

La *articulación del codo* (fig. 2-45*B*) combina dentro de una sola cápsula la articulación en bisagra entre el húmero y el radio y ulna y, al menos en los carnívoros, la articulación en pivote entre los extremos proximales de este último par de huesos. La superficie humeral es, a grandes rasgos, troclear y la superficie inferior, en diversas medidas pertenecientes al radio y ulna, es su recíproca. Las crestas de estas superficies, más pronunciadas en los animales más grandes, impide otros movimientos que no sean los de bisagra. Incluso en los casos en que la fusión más distal impide la posibilidad de movimiento entre una carilla circunferencial del radio y un área correspondiente, pero más pequeña, en la ulna existe una articulación radiolunar proximal. La cápsula articular es sorprendentemente amplia y cuando se distiende se abulta a cada lado de la ulna dentro de la fosa olecraneana. Los ligamentos más fuertes son los colaterales medial y lateral, lo cual es de prever en una articulación que prácticamente es en bisagra.

El ligamento lateral es corto y grueso (fig. 2-45[11]) y el medial más largo, más delgado y divisible en dos partes (fig. 2-45[21]): radial y ulnar en el perro y el gato, superficial y profundo en los animales más grandes. Un ligamento oblicuo adicional corre sobre la cara flexora de la articulación en el perro y el gato. En estas especies también existe un ligamento anular (fig. 2-45[12]) que se extiende entre los ligamentos colaterales y completa la envoltura de la cabeza del radio con un anillo osteoligamentoso.

En las especies grandes, en particular la equina, la curvatura de la superficie humeral no es uniforme. Este rasgo, combinado con la inserción proximal excéntrica de los ligamentos colaterales, hace que la articulación sea más estable en la posición de sostén normal (que se aproxima a la extensión máxima, pero sin llegar a ella) y se requiere cierto esfuerzo para "destrabar" la articulación y flexionarla.

Los cuerpos del radio y ulna están unidos por una membrana interósea que se osifica a temprana edad en los ungulados. En el perro y gato la membrana es lo suficientemente larga como para permitir la rotación limitada que se observa en estas especies.

La *articulación carpiana* comprende los niveles articulares antebraquiocarpiano, mediocarpiano y carpometacarpiano y también una articulación radioulnar distal. Las articulaciones antebraquiocarpiana y radioulnar comparten una cavidad articular común. Las cavidades articulares mediocarpiana y carpometacarpiana se hallan interconectadas. En las especies con casco a la articulación proximal se la puede considerar en bisagra (aunque la forma de las superficies introduce cierta oblicuidad del movimiento en los rumiantes), pero en los perros y gatos es más versátil y se la puede considerar una articulación elipsoidal, si bien es un mal ejemplo de este tipo. El movimiento en bisagra es muy libre a nivel antebraquiocarpiano (caba-

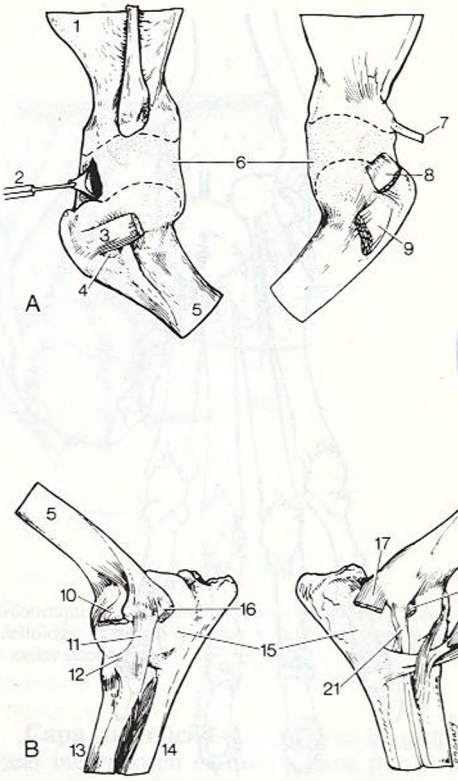


Fig. 2-45. Articulaciones del hombro (*A*) y codo (*B*) izquierdos del perro. Los diseños de la izquierda son vistas laterales y los otros son mediales.

1, escápula; 2, cápsula articular abierta para exponer el tendón del bíceps; 3, tendón del infraespinoso; 4, bolsa del infraespinoso; 5, húmero; 6, cápsula articular estirada traccionando los huesos; 7, tendón del coracobraquial; 8, tendón del subescapular reflejado en dirección ventral; 9, tendón del bíceps que emerge del surco intertubercular; 10, muñón del extensor carpi radialis y del extensor digital común; 11, ligamento colateral lateral; 12, ligamento anular del radio; 13, radio; 14, ulna; 15, cápsula articular; 16, muñón del ulnar lateral; 17, muñón común de los flexores carpianos y digitales; 18, muñón del pronador redondo; 19, bíceps; 20, braquial; 21, ligamento colateral medial. (Modificado de Horowitz, 1970.)

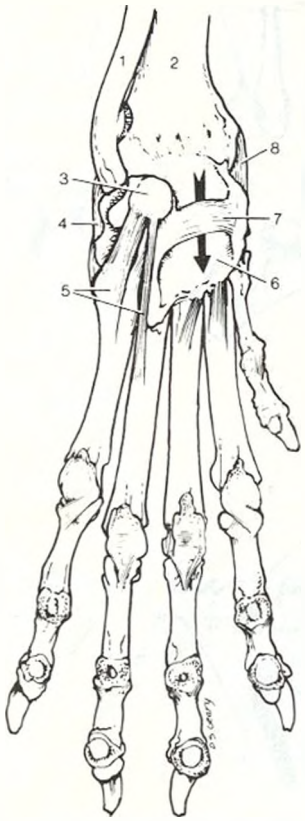


Fig. 2-46. Articulación carpiana izquierda del perro, vista palmar.

1, ulna; 2, radio; 3, carpiano accesorio; 4, ligamento colateral lateral; 5, ligamentos distales del carpiano accesorio; 6, ligamento carpiano palmar; 7, retináculo flexor; 8, ligamento colateral medial, la flecha está en el canal carpiano. (Modificado de Horowitz, 1970.)

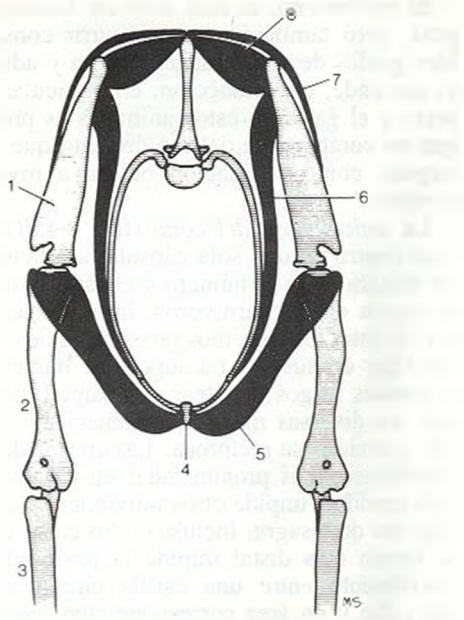


Fig. 2-47. Suspensión muscular del tórax entre los miembros torácicos (perro).

1, escápula; 2, húmero; 3, radio y ulna; 4, esternón; 5, pectoral profundo (ascendente); 6, serrato ventral; 7, trapecio; 8, romboides.

llo, unos 90 grados). También puede ocurrir considerable movimiento a nivel mediocarpiano (unos 45 grados), pero prácticamente ninguno a nivel carpometacarpiano. Los ligamentos colaterales medial y lateral están bien desarrollados en los ungulados pero son necesariamente mucho más débiles en el perro y el gato para permitir cierta aducción y abducción. En la cara dorsal, varios ligamentos cortos unen los huesos contiguos de la misma fila y los de la fila distal con el metacarpo. Los ligamentos más robustos están en la cara palmar, donde un ligamento profundo (fig. 2-46[6]) cubre toda la superficie palmar emparejando la irregularidad de los huesos. Un segundo ligamento transverso superficial (retináculo flexor) corre oblicuamente desde el extremo libre del hueso carpiano accesorio hasta la cara medial del carpo (fig. 2-46[7]) completando el cierre de un pasaje detrás del carpo. Este pasaje, el túnel o canal carpiano, da paso a los tendones flexores y otras estructuras que se continúan en la mano desde el antebrazo. Otros ligamentos pequeños (fig. 2-45[5]) unen el hueso accesorio con los huesos carpianos y metacarpianos adyacentes. Estos ligamentos palmares no entorpecen la flexión pero contribuyen a impedir la hiperextensión.

Hemos de diferir la descripción de las articulaciones más distales porque existen grandes variaciones entre las distintas especies.

Músculos del miembro torácico

Los músculos del miembro torácico comprenden la musculatura de la cintura escapular, que transcurre entre el tronco y el miembro y la musculatura intrínseca.

Músculos de la cintura escapular

Los músculos de la cintura escapular unen el miembro torácico con el tronco, formando una conexión que se conoce como sinsarcosis, que sustituye a una articulación convencional. Cuando el animal está de pie, ciertos músculos de la sinsarcosis (serrato ventral y pectoral profundo) sostienen el cuerpo a modo de una cincha entre los miembros torácicos, a los cuales transmiten el peso de la cabeza, cuello y parte craneal del tronco (fig. 2-47). Estos y otros

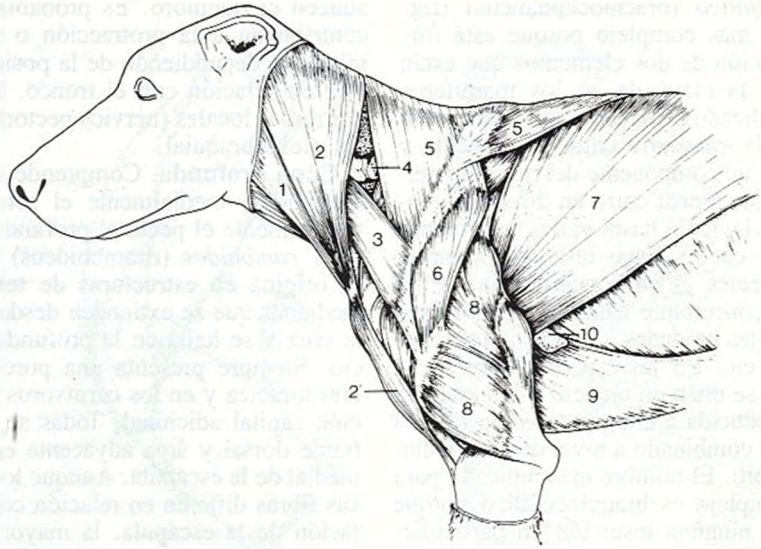


Fig. 2-48. Músculos superficiales del hombro y brazo.

1, esternocefálico; 2, 2', braquiocefálico: cleidocervical y cleidobraquial; 3, omotransversario; 4, nódulo linfático cervical superficial; 5,5', partes cervical y torácica del trapecio; 6, deltoides; 7, dorsal ancho; 8,8', cabezas larga y lateral del tríceps; 9, pectoral profundo (ascendente); 10, nódulo linfático axilar accesorio.

músculos de la cintura también pueden estabilizar la escápula frente a las fuerzas externas, impidiendo que se desplace o rote. Un buen ejemplo de esta función es el gato que atrapa un ratón o juega con un objeto con los miembros torácicos firmemente fijos contra el tronco. Durante la progresión estos mismos músculos se resuelven en grupos antagonistas que controlan la oscilación del miembro; un grupo avanza (protrae) el miembro y el otro lo retrae. Para entender estas acciones hay que apreciar que la escápula puede moverse contra la pared torácica de dos maneras distintas. En una el hueso rota sobre un eje transverso que está cerca de su extremo superior. La posición de este eje, imaginario, por supuesto, es fijado por el equilibrio de músculos oponentes, en particular el romboides y el serrato ventral, que se insertan en la parte dorsal de la escápula. En el otro movimiento todo el hueso se desplaza sobre la pared torácica. Se desliza hacia abajo y adelante al avanzar el miembro y hacia arriba y atrás durante la retracción. Este movimiento de la escápula, que prolonga la longitud del paso, puede ocurrir por la laxitud del tejido conectivo que se interpone entre la extremidad y el tronco, donde hay un espacio virtual, la axila, que corresponde a la axila humana. La axila también da paso a los nervios y vasos que entran al miembro desde el tronco y contiene los nódulos linfáticos axilares. Con fines descriptivos hemos de considerar los músculos de la cintura escapular en dos capas.

Capa superficial. Consiste en un grupo craneal inervado en su mayor parte por el nervio accesorio, el dorsal ancho más caudal y el pectoral superficial en la parte más ventral. El grupo craneal comprende el trapecio, omotransversario y braquiocefálico.

El *trapecio* (trapezius) (fig. 2-48[5,5']) es fino. Se origina en el rafe mediodorsal y en el ligamento supraespinoso y transcurre desde más o menos el nivel de la segunda vértebra cervical hasta el de la novena vértebra torácica, y converge para ir a insertarse en la espina de la escápula. Consiste en dos porciones carnosas, cervical y torácica, por lo general separadas por una aponeurosis intermedia. Las fibras de la porción cervical corren en dirección caudoventral para insertarse a lo largo de la mayor parte de la longitud de la espina escapular; las de la porción torácica corren en dirección craneoventral hasta una inserción más confinada en el engrosamiento tuberoso de la espina escapular. Actuando juntas, ambas porciones elevan la escápula contra el tronco, pero actuando solo la porción cervical contribuye a desviar el ángulo ventral de la escápula hacia adelante y, por ende, avanza el miembro, en tanto que la porción torácica rota la escápula en dirección contraria.

El *omotransversario* (omotransversarius) (fig. 2-48[3]) es un músculo estrecho que se extiende entre las apófisis transversas del atlas (y quizá también de las vértebras siguientes) y el acromion y la parte adyacente de la escápula. Contribuye a avanzar el miembro.

El *braquicefálico* (brachiocephalicus) (fig. 2-48[2,2']) es más complejo porque está formado por la unión de dos elementos que están separados por la clavícula en los mamíferos menos especializados. En éstos la parte caudal (cleidobraquial) transcurre entre la clavícula y el húmero y es un componente del músculo deltoides. La parta craneal corre en dirección craneal desde la clavícula hasta varias inserciones en la cabeza y cuello. Estas inserciones varían según las especies y, en consecuencia, se ha dado una desconcertante cantidad de nombres para sus distintas unidades: cleidoocipital, cleidomastoideo, etc. En las especies domésticas las dos partes se unen en tándem y la clavícula ha quedado reducida a una intersección fibrosa en el músculo combinado a nivel de la articulación del hombro. El nombre más indicado para todo este complejo es braquiocefálico porque no especifica ninguna inserción en particular. El braquiocefálico avanza el miembro, tal vez extendiendo también la articulación del hombro, cuando la inserción craneal está fija y el miembro tiene libertad para moverse; en cambio, si el miembro está fijo y la cabeza es libre, atrae la cabeza y el cuello en dirección ventral cuando actúa en ambos lados y hacia un costado cuando actúa en un solo lado.

Los músculos inervados por el accesorio se dividen a partir de un solo primordio en el embrión, pero la parte caudal del braquiocefálico, que se origina en el deltoides, conserva la inervación apropiada por el nervio axilar.

El *dorsal ancho* (latissimus dorsi) (fig. 2-48[7]) tiene un origen muy amplio en la fascia toracolumbar y converge hasta una inserción en la tuberosidad redonda del húmero. Las fibras más craneales, que también son las más verticales, cubre el ángulo caudal de la escápula y lo sostienen contra el tórax. El músculo retrae el miembro libre y también puede flexionar la articulación del hombro. En cambio, cuando el miembro ha avanzado y el pie se halla firmemente plantado en el piso, el dorsal ancho puede traccionar el tronco hacia adelante. Se lo puede considerar antagonista del braquiocefálico. Lo inerva una rama local (nervio toracodorsal) del plexo braquial.

El *pectoral superficial* (pectoralis superficialis) (fig. 2-36[5,6]) consiste en dos músculos que se originan el uno detrás del otro en la parte craneal del esternón. El músculo craneal (pectoral descendente) termina en la cresta del húmero, a distal de la tuberosidad deltoidea. El músculo caudal (pectoral transverso) desciende sobre la cara medial del brazo y en las especies más grandes continúa en dirección distal sobre la articulación del codo, cubriendo la arteria y nervio medianos, para ir a insertarse en la fascia medial del antebrazo. Ambos músculos aducen el miembro. Es probable que también contribuyan a la protracción o retracción del miembro dependiendo de la posición inicial de éste en relación con el tronco. Son inervados por ramas locales (nervios pectorales craneales) del plexo braquial.

Capa profunda. Comprende dorsalmente el romboides, medialmente el serrato ventral y ventralmente el pectoral profundo.

El *romboides* (rhomboideus) (fig. 2-47[8]) se origina en estructuras de tejido conectivo medianas que se extienden desde la nuca hasta la cruz y se halla en la profundidad del trapecio. Siempre presenta una porción cervical y otra torácica y en los carnívoros tiene una porción capital adicional. Todas se insertan en el borde dorsal y área adyacente en la superficie medial de la escápula. Aunque los recorridos de sus fibras difieren en relación con el eje de rotación de la escápula, la mayoría parecen ser capaces de arrastrar en dirección craneal la parte dorsal del hueso, de modo que retraen el miembro. El músculo también puede elevar el miembro y mantenerlo firmemente aplicado contra el tronco. En el perro está inervado por el plexo braquial, pero en algunas especies tiene la particularidad, inusual en un músculo de un miembro, de estar inervado también por ramas *dorsales* de los nervios espinales locales.

El *serrato ventral* (serratus ventralis) (fig. 2-47[6]) es un gran músculo abierto en abanico que tiene un origen extenso, mediante digitaciones individuales, que abarca desde la cuarta vértebra cervical hasta la décima costilla. Las fibras corren en dirección dorsal para ir a terminar en un área bien definida en la cara medial de la escápula y del cartílago escaspular. La dirección de las fibras indica que este músculo tiene que tener una participación importante en el sostén del peso del tronco y en las especies más grandes está mejor adaptado para esta función por medio de una cobertura e intersecciones fasciales. La porción cervical del músculo, que se inserta en un sitio craneodorsal respecto del eje de rotación de la escápula, puede retraer el miembro, en tanto que la porción caudal, que se inserta en un sitio craneocaudal respecto del eje, puede avanzarlo. Cuando actúa en un solo lado, las fibras cervicales también pueden desviar el cuello hacia ese lado, pero si actúa en forma bilateral elevan el cuello. La porción torácica es un músculo inspiratorio en potencia, aunque normalmente no se lo utiliza con esta finalidad. La inervación proviene en su mayor parte de una rama (nervio torácico largo) del plexo braquial.

El *pectoral profundo* (pectoralis profundus) (fig. 2-48[9]) puede considerarse constituido por una porción craneal y otra caudal. La porción craneal, que sólo está bien formada en el caballo y en el cerdo, correspondería al subclavio de

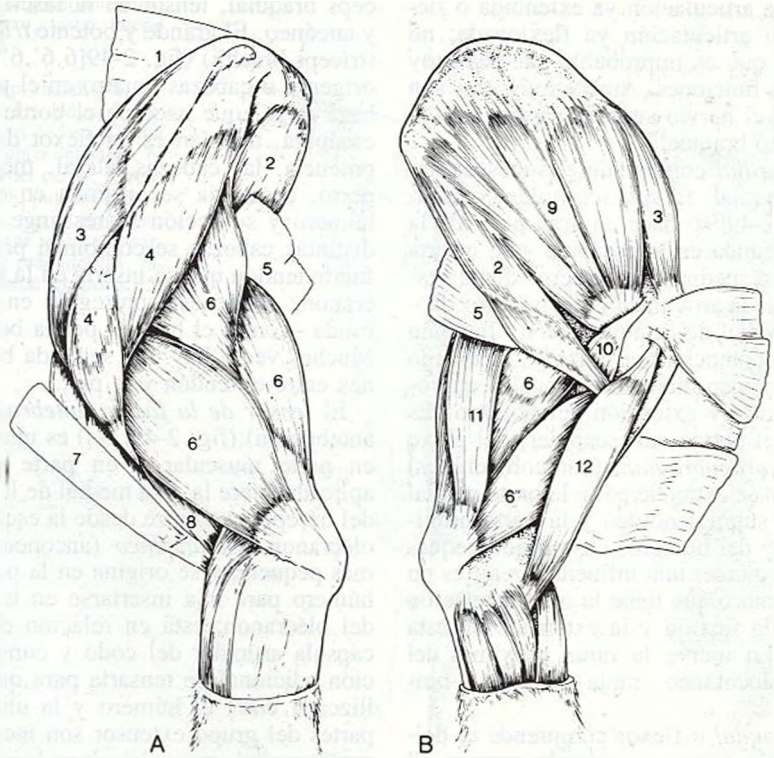


Fig. 2-49. Músculos intrínsecos del hombro y brazo izquierdos del perro, vistas lateral (*A*) y medial (*B*).

1, romboide; 2, redondo mayor; 3, supraespinoso; 4,4', porciones escapular y acromial del deltoides; 5, dorsal ancho; 6,6',6'', cabezas larga, lateral y medial del tríceps; 7, braquiocefálico; 8, braquial; 9, subescapular; 10, coracobraquial; 11, tensor de la fascia del antebrazo; 12, bíceps.

otros mamíferos y en la actualidad recibe oficialmente este nombre. Ambas porciones se originan en la cara ventral de todo el esternón y cartílagos adyacentes, en tanto que las fibras más caudales llegan más allá hasta el piso del abdomen. En el caballo y el cerdo el subclavio transcurre en dirección dorsal siguiendo el borde craneal de la escápula y se une al supraespinoso. La porción caudal, más grande, también conocida como pectoral ascendente, se inserta en el tubérculo menor del húmero. Ambas cumplen una función secundaria a la del serrato ventral en el sostén del tronco entre los miembros torácicos. También pueden actuar como retractores del miembro torácico cuando éste se halla libre. Cuando el miembro está avanzado y fijo, atraen el tronco hacia adelante, en dirección del miembro. Los nervios son ramas locales (nervios pectorales caudales) del plexo braquial.

Músculos intrínsecos del miembro torácico

Por razones de conveniencia, los músculos intrínsecos se agrupan según su localización, acciones e inervaciones comunes.

Músculos que actúan principalmente sobre la articulación del hombro. Los músculos que actúan sobre la articulación del hombro están dispuestos en los grupos lateral, medial y caudal.

El *grupo lateral* comprende el supraespinoso y el infraespinoso, que nacen en las respectivas fosas de la escápula y las rellenan. El *supra espinal* (supraspinatus) (fig. 2-49[3]) termina en las cimas de ambos tubérculos del húmero. El *infraespinoso* (infraspinatus) se inserta mediante un tendón que se divide en una parte profunda más corta que está fijada a la cima, y en una parte superficial más larga que está fijada a la cara lateral (parte caudal) del tubérculo mayor; entre el hueso y el tendón más largo existe una bolsa donde puede ocurrir una inflamación dolorosa. Ambos músculos abrazan la articulación por fuera. El tendón del supraespinoso pasa en situación craneal respecto del eje de rotación y, por lo tanto, también puede extender el hombro. El tendón del infraespinoso, en cambio, pasa por un sitio craneal o caudal respecto del eje de rotación según la posición de la articulación, de modo que puede extender

El *braquicefálico* (brachiocephalicus) (fig. 2-48[2,2']) es más complejo porque está formado por la unión de dos elementos que están separados por la clavícula en los mamíferos menos especializados. En éstos la parte caudal (cleidobraquial) transcurre entre la clavícula y el húmero y es un componente del músculo deltoides. La parta craneal corre en dirección craneal desde la clavícula hasta varias inserciones en la cabeza y cuello. Estas inserciones varían según las especies y, en consecuencia, se ha dado una desconcertante cantidad de nombres para sus distintas unidades: cleidoocipital, cleidomastoideo, etc. En las especies domésticas las dos partes se unen en tándem y la clavícula ha quedado reducida a una intersección fibrosa en el músculo combinado a nivel de la articulación del hombro. El nombre más indicado para todo este complejo es braquiocefálico porque no especifica ninguna inserción en particular. El braquiocefálico avanza el miembro, tal vez extendiendo también la articulación del hombro, cuando la inserción craneal está fija y el miembro tiene libertad para moverse; en cambio, si el miembro está fijo y la cabeza es libre, atrae la cabeza y el cuello en dirección ventral cuando actúa en ambos lados y hacia un costado cuando actúa en un solo lado.

Los músculos inervados por el accesorio se dividen a partir de un solo primordio en el embrión, pero la parte caudal del braquiocefálico, que se origina en el deltoides, conserva la inervación apropiada por el nervio axilar.

El *dorsal ancho* (latissimus dorsi) (fig. 2-48[7]) tiene un origen muy amplio en la fascia toracolumbar y converge hasta una inserción en la tuberosidad redonda del húmero. Las fibras más craneales, que también son las más verticales, cubre el ángulo caudal de la escápula y lo sostienen contra el tórax. El músculo retrae el miembro libre y también puede flexionar la articulación del hombro. En cambio, cuando el miembro ha avanzado y el pie se halla firmemente plantado en el piso, el dorsal ancho puede traccionar el tronco hacia adelante. Se lo puede considerar antagonista del braquiocefálico. Lo inerva una rama local (nervio toracodorsal) del plexo braquial.

El *pectoral superficial* (pectoralis superficialis) (fig. 2-36[5,6]) consiste en dos músculos que se originan el uno detrás del otro en la parte craneal del esternón. El músculo craneal (pectoral descendente) termina en la cresta del húmero, a distal de la tuberosidad deltoidea. El músculo caudal (pectoral transverso) desciende sobre la cara medial del brazo y en las especies más grandes continúa en dirección distal sobre la articulación del codo, cubriendo la arteria y nervio medianos, para ir a insertarse en la fascia medial del antebrazo. Ambos músculos aducen el miembro. Es probable que también contribuyan a la protracción o retracción del miembro dependiendo de la posición inicial de éste en relación con el tronco. Son inervados por ramas locales (nervios pectorales craneales) del plexo braquial.

Capa profunda. Comprende dorsalmente el romboides, medialmente el serrato ventral y ventralmente el pectoral profundo.

El *romboides* (rhomboideus) (fig. 2-47[8]) se origina en estructuras de tejido conectivo medianas que se extienden desde la nuca hasta la cruz y se halla en la profundidad del trapecio. Siempre presenta una porción cervical y otra torácica y en los carnívoros tiene una porción capital adicional. Todas se insertan en el borde dorsal y área adyacente en la superficie medial de la escápula. Aunque los recorridos de sus fibras difieren en relación con el eje de rotación de la escápula, la mayoría parecen ser capaces de arrastrar en dirección craneal la parte dorsal del hueso, de modo que retraen el miembro. El músculo también puede elevar el miembro y mantenerlo firmemente aplicado contra el tronco. En el perro está inervado por el plexo braquial, pero en algunas especies tiene la particularidad, inusual en un músculo de un miembro, de estar inervado también por ramas *dorsales* de los nervios espinales locales.

El *serrato ventral* (serratus ventralis) (fig. 2-47[6]) es un gran músculo abierto en abanico que tiene un origen extenso, mediante digitaciones individuales, que abarca desde la cuarta vértebra cervical hasta la décima costilla. Las fibras corren en dirección dorsal para ir a terminar en un área bien definida en la cara medial de la escápula y del cartílago escaspular. La dirección de las fibras indica que este músculo tiene que tener una participación importante en el sostén del peso del tronco y en las especies más grandes está mejor adaptado para esta función por medio de una cobertura e intersecciones fasciales. La porción cervical del músculo, que se inserta en un sitio craneodorsal respecto del eje de rotación de la escápula, puede retraer el miembro, en tanto que la porción caudal, que se inserta en un sitio craneocaudal respecto del eje, puede avanzarlo. Cuando actúa en un solo lado, las fibras cervicales también pueden desviar el cuello hacia ese lado, pero si actúa en forma bilateral elevan el cuello. La porción torácica es un músculo inspiratorio en potencia, aunque normalmente no se lo utiliza con esta finalidad. La inervación proviene en su mayor parte de una rama (nervio torácico largo) del plexo braquial.

El *pectoral profundo* (pectoralis profundus) (fig. 2-48[9]) puede considerarse constituido por una porción craneal y otra caudal. La porción craneal, que sólo está bien formada en el caballo y en el cerdo, correspondería al subclavio de

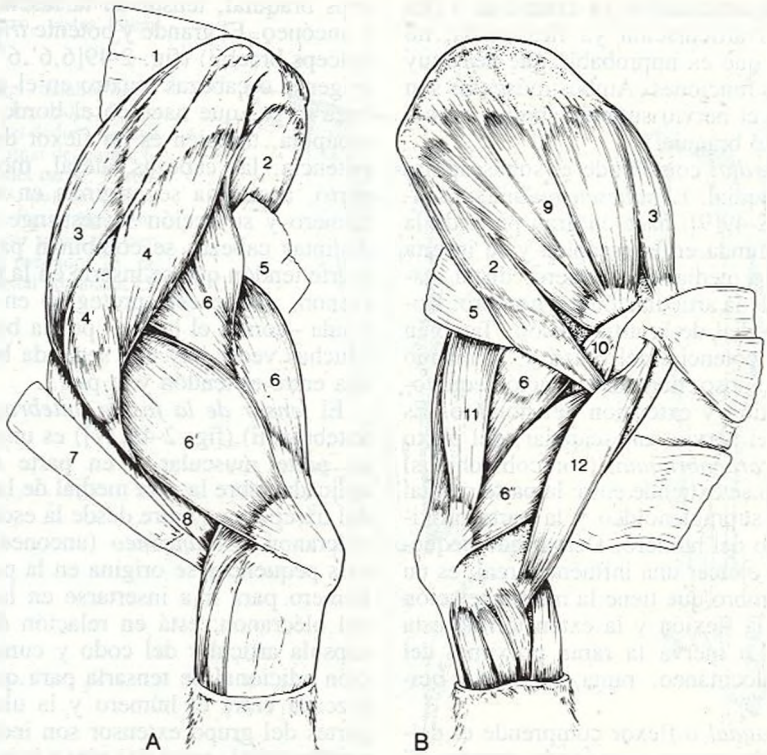


Fig. 2-49. Músculos intrínsecos del hombro y brazo izquierdos del perro, vistas lateral (*A*) y medial (*B*).

1, romboide; 2, redondo mayor; 3, supraespinoso; 4,4', porciones escapular y acromial del deltoides; 5, dorsal ancho; 6,6',6'', cabezas larga, lateral y medial del tríceps; 7, braquiocefálico; 8, braquial; 9, subescapular; 10, coracobraquial; 11, tensor de la fascia del antebrazo; 12, bíceps.

otros mamíferos y en la actualidad recibe oficialmente este nombre. Ambas porciones se originan en la cara ventral de todo el esternón y cartílagos adyacentes, en tanto que las fibras más caudales llegan más allá hasta el piso del abdomen. En el caballo y el cerdo el subclavio transcurre en dirección dorsal siguiendo el borde craneal de la escápula y se une al supraespinoso. La porción caudal, más grande, también conocida como pectoral ascendente, se inserta en el tubérculo menor del húmero. Ambas cumplen una función secundaria a la del serrato ventral en el sostén del tronco entre los miembros torácicos. También pueden actuar como retractores del miembro torácico cuando éste se halla libre. Cuando el miembro está avanzado y fijo, atraen el tronco hacia adelante, en dirección del miembro. Los nervios son ramas locales (nervios pectorales caudales) del plexo braquial.

Músculos intrínsecos del miembro torácico

Por razones de conveniencia, los músculos intrínsecos se agrupan según su localización, acciones e inervaciones comunes.

Músculos que actúan principalmente sobre la articulación del hombro. Los músculos que actúan sobre la articulación del hombro están dispuestos en los grupos lateral, medial y caudal.

El *grupo lateral* comprende el supraespinoso y el infraespinoso, que nacen en las respectivas fosas de la escápula y las rellenan. El *supra espinal* (supraspinatus) (fig. 2-49[3]) termina en las cimas de ambos tubérculos del húmero. El *infraespinoso* (infraspinatus) se inserta mediante un tendón que se divide en una parte profunda más corta que está fijada a la cima, y en una parte superficial más larga que está fijada a la cara lateral (parte caudal) del tubérculo mayor; entre el hueso y el tendón más largo existe una bolsa donde puede ocurrir una inflamación dolorosa. Ambos músculos abrazan la articulación por fuera. El tendón del supraespinoso pasa en situación craneal respecto del eje de rotación y, por lo tanto, también puede extender el hombro. El tendón del infraespinoso, en cambio, pasa por un sitio craneal o caudal respecto del eje de rotación según la posición de la articulación, de modo que puede extender

todavía más la articulación ya extendida o flexionar más la articulación ya flexionada; no cabe duda de que es improbable que sea muy eficaz en estas funciones. Ambos músculos son inervados por el nervio supraescapular, procedente del plexo braquial.

El *grupo medial* comprende el subescapular y el coracobraquial. El *subescaspular* (subscapularis) (fig. 2-49[9]) nace en gran parte de la superficie profunda en la escápula y se inserta en el tubérculo medial del húmero, distal respecto del eje de la articulación del hombro. Rodea la cara medial de la articulación. También es un aductor potencial del brazo y, lo mismo que el infraespinoso, tiene una relación equívoca con la flexión y extensión del hombro. Es inervado por el nervio subescapular, del plexo braquial. El *coracobraquial* (coracobrachialis) (fig. 2-49[10]) se extiende entre la parte medial del tubérculo supraglenoideo y la parte proximal del cuerpo del húmero. Demasiado pequeño como para ejercer una influencia real, es un fijador del hombro que tiene la misma relación ambigua con la flexión y la extensión de esta articulación. Lo inerva la rama proximal del nervio musculocutáneo, rama del plexo braquial.

El *grupo caudal* o flexor comprende el deltoides, redondo mayor y redondo menor. El *deltoides* (deltoideus) tiene un vientre de origen en el caballo y dos en las especies que poseen un acromion (fig. 2-49[4,4']). La porción constante nace en el borde caudal y la espina de la escápula y la segunda porción, inconstante, se origina en el acromion. Ambas se insertan en la tuberosidad deltoides del húmero. El *redondo mayor* (teres major) (fig. 2-49[2]) se origina en la parte dorsal del margen caudal de la escápula y termina en la tuberosidad redonda, a mitad camino del húmero. El *redondo menor* (teres minor), relativamente insignificante, está amplicado sobre la cara caudolateral de la articulación, entre el deltoides y el infraespinoso. Estos tres músculos son evidentemente flexores primarios, pero el deltoides también puede ser un abductor y rotador externo del brazo. El grupo es inervado por el nervio axilar, originado en el plexo braquial.

A diferencia del bien definido grupo de los flexores, parece ser que ningún músculo es extensor primario del hombro con exclusividad. Los candidatos en potencia –braquiocefálico, bíceps braquial, supraespinoso y pectoral ascendente– cumplen otras funciones que serían más importantes.

Músculos que actúan principalmente sobre la articulación del codo. Existen los grupos extensor y flexor. El *grupo extensor*, que ocupa en gran medida el ángulo comprendido entre la escápula y el húmero, consiste en el tríceps braquial, tensor de la fascia antebraquial y ancóneo. El grande y potente *tríceps braquial* (tríceps brachii) (fig. 2-49[6,6',6'']) posee tres orígenes o cabezas (cuatro en el perro). La cabeza larga, que nace en el borde caudal de la escápula, también es un flexor del hombro en potencia. las cabezas lateral, medial y, en el perro, accesoria se originan en el cuerpo del húmero y su acción se restringe al codo. Las distintas cabezas se combinan para formar un fuerte tendón que se inserta en la punta del olécranon, donde está protegido en su cara profunda –contra el hueso– por la bolsa tricipital. Muchas veces hay una segunda bolsa subcutánea entre el tendón y la piel.

El *tensor de la fascia antebraquial* (fasciae antebrachii) (fig. 2-49[11]) es una fina lámina, en parte muscular y en parte aponeurótica, aplicada sobre la cara medial de la cabeza larga del tríceps, que corre desde la escápula hasta el olécranon. El *ancóneo* (anconeus) es mucho más pequeño y se origina en la parte distal del húmero para ir a insertarse en la parte lateral del olécranon; está en relación directa con la cápsula articular del codo y cumpliría la función adicional de tensarla para que no sea pellizcada entre el húmero y la ulna. Todas las partes del grupo extensor son inervadas por el nervio radial, rama del plexo braquial.

El *grupo flexor* comprende el bíceps braquial y el braquial. El *bíceps braquial* (bíceps brachii) es un músculo biarticular (fig. 2-49[12]) que nace en el tubérculo supraglenoideo de la escápula y desciende por la cara craneal del húmero para insertarse en la tuberosidad medial del extremo proximal del radio y parte adyacente de la ulna, de modo que también es un extensor potencial del hombro. El *braquial* (brachialis) (fig. 2-49[8]) se origina en la parte proximocaudal del húmero y se desvía lateralmente en el surco espiral de este hueso antes de insertarse junto al bíceps. Ambos son inervados por el nervio musculocutáneo.

Músculos pronadores y supinadores del antebrazo. Los mamíferos no especializados poseen músculos cuya función primaria es la supinación o pronación, pero estos músculos tienden a tornarse vestigiales o a desaparecer cuando se reduce o se pierde la capacidad para ejecutar estos movimientos. De las especies domésticas, sólo están bien desarrollados en el perro y gato, que poseen dos músculos supinadores y dos pronadores. El *braquiorradial* (brachioradialis) o supinador largo es una fina cinta carnosa que va desde el epicóndilo lateral del húmero hasta la parte media distal del antebrazo, dentro de la fascia superficial. Es muy prominente en el gato, pero tenue y a menudo inexistente en el perro. El corto músculo *supinador* (supinator) es más constante. Se trata de

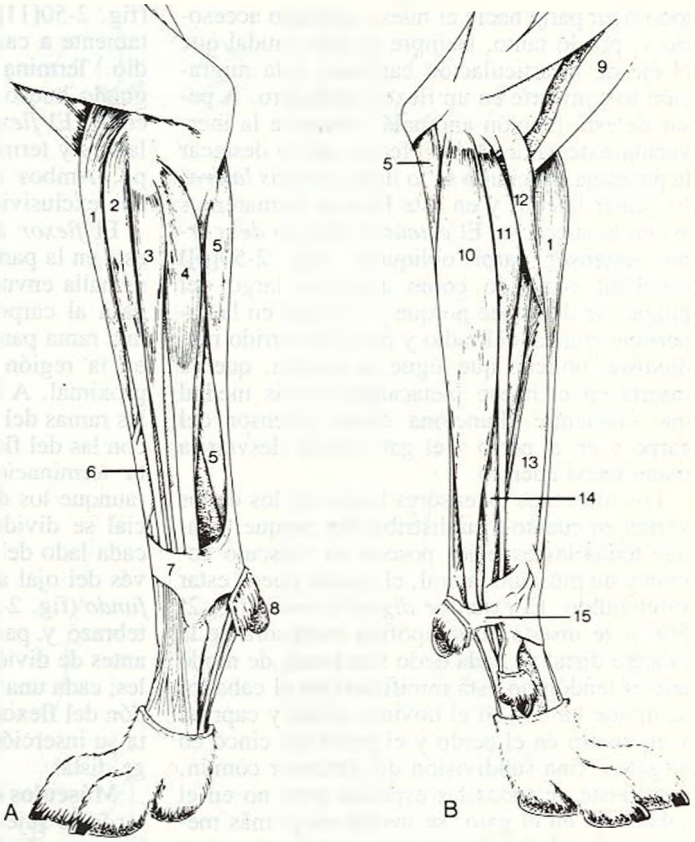


Fig. 2-50. Músculos del antebrazo izquierdo del perro, vistas lateral (*A*) y medial (*B*).

1, extensor carpi radialis; 2, extensor común de los dedos; 3, extensor lateral de los dedos; 4, ulnar lateral; 5, flexor ulnar del carpo; 6, extensor oblicuo del carpo; 7, retináculo extensor; 8, pulpejo carpiano; 9, bíceps; 10, flexor digital superficial; 11, flexor radial del carpo; 12, pronador redondo; 13, radio; 14, flexor digital profundo; 15, retináculo flexor.

un pequeño músculo fusiforme que está en la profundidad de los músculos extensores y corre oblicuamente sobre la cara flexora del codo desde el epicóndilo lateral del húmero hasta la cuarta parte superior del borde medial del radio. Los músculos supinadores son inervados por el nervio radial.

El *pronador redondo* (pronator teres) (fig. 2-50[12]) nace en el epicóndilo medial del húmero y converge sobre la inserción del supinador en el radio. Sólo funciona en el perro y el gato. El *pronador cuadrado* (pronator quadratus) que, únicamente existe en los carnívoros, va desde el cuerpo de la ulna hasta el cuerpo del radio, cruzando sobre la parte medial del espacio interóseo del antebrazo. Los músculos pronadores son inervados por el nervio mediano.

La rotación desde la posición neutra que estos músculos pueden producir es más libre estando el codo flexionado. Los movimientos se limitan a unos 40 grados de pronación y quizá 60 grados de supinación en el perro, aunque en el gato son un tanto más amplios.

Músculos que actúan principalmente sobre las articulaciones carpianas y digitales. Se los clasifica simplemente como flexores o extensores, aunque la acción de cada músculo en particular es equívoca.

Músculos extensores del carpo y dedo. Comprenden los músculos extensores digitales además de otros que sólo actúan sobre el carpo. Poseen en común los siguientes rasgos: una acción extensora en el carpo, una posición craneolateral en el antebrazo, un origen en la cara craneal del epicóndilo lateral del húmero y la inervación por el nervio radial. El extensor carpi radialis (fig. 2-50[1]) o *músculo radial*, miembro más medial del grupo, está directamente a craneal del borde subcutáneo del radio. Se inserta en el extremo proximal del tercer hueso metacarpiano (y a veces también del segundo). El *ulnar posterior* (extensor carpi ulnaris) (fig. 2-50[4]) es el miembro más lateral y corre paralelamente al flexor ulnar del carpo en la cara externa del miembro. En el perro se inserta en el extremo proximal del quinto hueso metacarpiano; extiende al carpo ya extendido, pero lo flexiona todavía más si está flexionado; puede también desviar lateralmente la mano. En otras especies su inserción se ha desviado en

todo o en parte hacia el hueso carpiano accesorio y, por lo tanto, siempre es más caudal que el eje de la articulación carpiana; esta migración lo convierte en un flexor verdadero. A pesar de esta función anómala, conserva la inervación extensora. A los efectos de no destacar la paradoja a menudo se lo llama *ulnaris lateralis* (ulnar lateral) y en este libro lo llamaremos así en lo sucesivo. El *extensor oblicuo del carpo* (extensor carpi obliquus) (fig. 2-50[6]) (también conocido como abductor largo del pulgar) se distingue porque se origina en la superficie craneal del radio y por el recorrido mediodistal oblicuo que sigue su tendón, que se inserta en el hueso metacarpiano más medial que encuentre. Funciona como extensor del carpo y en el perro y el gato puede desviar la mano hacia adentro.

Los músculos extensores largos de los dedos varían en cuanto a su distribución porque, aunque todas las especies poseen un músculo común y un músculo lateral, el común puede estar subdividido. El *extensor digital común* (fig. 2-50[2]) se inserta en la apófisis extensora de la falange distal de cada dedo funcional, de modo que el tendón no está ramificado en el caballo, se divide en dos en el bovino, ovino y caprino y en cuatro en el cerdo y el perro (en cinco en el gato). Una subdivisión del extensor común, que existe en todas las especies pero no en el caballo ni en el gato, se inserta en el más medial de los dedos funcionales; envía una rama oblicua al dedo rudimentario del perro. En ocasiones se lo denomina con acierto extensor digital medial, pero este término no es oficial. El *extensor digital lateral* (fig. 2-50[3]) corre a lo largo del borde lateral del extensor común; el tendón indiviso se inserta en la superficie dorsal de la falange proximal en el caballo. Este músculo también tiene un tendón de inserción en los rumiantes pero dos en el cerdo, tres en el perro y cuatro en el gato; en estas especies la inserción es común con la rama del extensor común para la falange distal de los dedos funcionales más laterales, que pueden ser de uno a cuatro. En las especies más pequeñas la separación de las divisiones digitales es más proximal y más completa.

Músculos flexores del carpo y dedos. El grupo de los flexores del carpo comprende músculos flexores digitales, además de músculos que sólo actúan en el carpo. Poseen ciertos rasgos en común: una acción flexora en el carpo, una posición caudal en el antebrazo, un origen, al menos en parte, en la parte caudal del epicóndilo medial del húmero y una inervación por el nervio mediano, ulnar o ambos. Algunos tienen orígenes adicionales –hasta principales– en el antebrazo y también actúan sobre las articulaciones digitales. El *flexor carpi radialis* (fig. 2-50[11]) es el más medial y corre directamente a caudal del borde subcutáneo del radio. Termina en el extremo proximal del segundo hueso metacarpiano (a veces en el tercero). El *flexor carpi ulnaris* (fig. 2-50[5]) es lateral y termina en el hueso accesorio del carpo. Ambos músculos son flexores carpianos con exclusividad.

El *flexor digital superficial* (fig. 2-50[10]) está en la parte caudomedial del antebrazo y no se halla envuelto por una vaina sinovial donde pasa al carpo; con posterioridad se divide en una rama para cada dedo funcional y se inserta en la región de la articulación interfalángica proximal. A los efectos de llegar a estos sitios las ramas del tendón deben cambiar su posición con las del flexor profundo, que continúan hasta terminaciones más distales. En principio (aunque los detalles varían), el tendón superficial se divide en dos riendas que divergen a cada lado del tendón profundo, que pasa a través del ojal así formado. El *flexor digital profundo* (fig. 2-50[14]) es más profundo en el antebrazo y pasa el carpo por el canal carpiano antes de dividirse en una a cuatro ramas digitales; cada una perfora la respectiva rama del tendón del flexor superficial y luego continúa hasta su inserción en la parte palmar de una falange distal.

Músculos digitales cortos. *Los músculos interóseos* sujetan las articulaciones metacarpofalángicas. Exhiben grandes diferencias de una especie a otra en cuanto a cantidad, estructura (son totalmente o en gran medida tendinosos en las especies grandes) y función. Nacen en la cara palmar de los extremos proximales de los huesos metacarpianos y encuentran su inserción inicial en los huesos sesamoides situados en las articulaciones metacarpofalángicas; desde aquí se continúan mediante ligamentos sesamoideos distales que se insertan en las falanges y mediante ramas extensoras que viran en torno de la cara dorsal del dedo para unirse a los tendones extensores. Más adelante se los considera en detalle para las especies en las cuales son importantes.

En los carnívoros y en el cerdo una cantidad de pequeños músculos digitales contribuyen a la extensión, flexión, abducción o aducción de los dedos abaxiles: 1, 2 y 5 en el perro y gato, 2 y 5 en el cerdo. No hace falta describirlos.

Esqueleto del miembro pelviano

Cintura pelviana

La cintura pelviana ha sido descrita junto con el tronco (p. 59) por el motivo expresado allí.

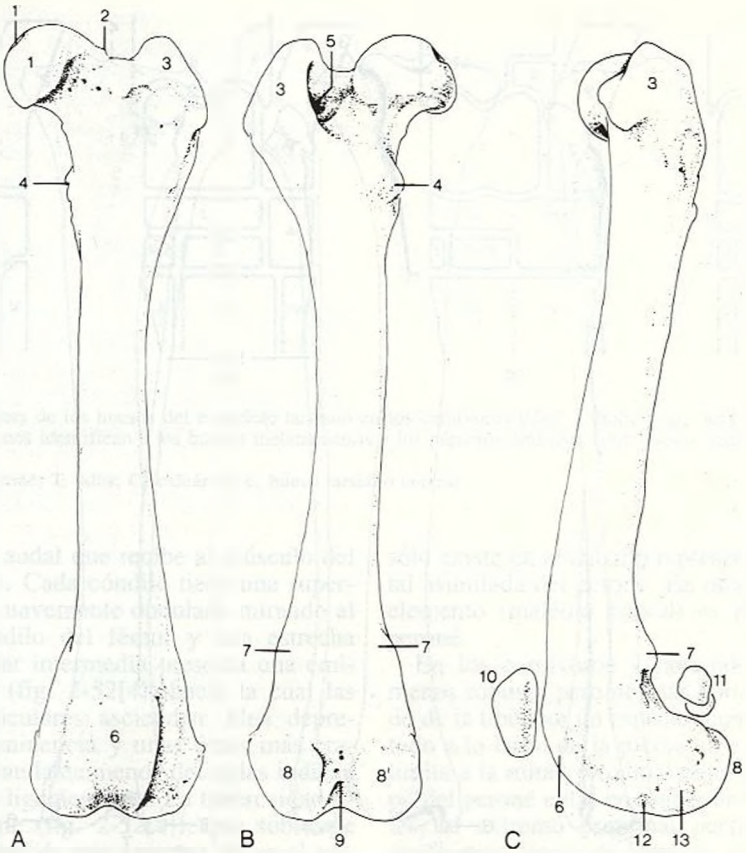


Fig. 2-51. Fémur izquierdo del perro, vistas craneal (*A*), caudal (*B*) y lateral (*C*).

1, cabeza; 1', fóvea; 2, cuello; 3, trocánter mayor; 4, trocánter menor; 5, fosa trocantérica; 6, tróclea; 7, tuberosidades supracondíleas; 8,8', cóndilos lateral y medial; 9, fosa intercondílea; 10, rótula; 11, huesos sesamoideos (en el gastrocnemio); 12, fosa extensora; 13, fosa para el poplíteo.

Esqueleto de la extremidad libre

El *fémur* (fig. 2-51), hueso del muslo, es el más fuerte de los huesos largos. Su extremo proximal se incurva hacia medial, de modo que la superficie articular proximal, la cabeza, está descentrada respecto del eje mayor del cuerpo. La cabeza femoral es hemisférica y se une al cuerpo por medio de un cuello que está mejor definido en las especies más pequeñas. La superficie articular se halla interrumpida por un área no articular (fóvea) en la cual se insertan uno o más ligamentos intracapsulares; es redonda y central en el perro y cuneiforme y está extendida hacia la periferia medial en el caballo. Una apófisis grande, el trocánter mayor (fig. 2-51[3]) está a lateral de la cabeza; esta apófisis asciende hasta la altura de la cabeza en los animales pequeños pero sube mucho más en las especies más grandes y presta inserción a los músculos glúteos, proporcionando un largo brazo de palanca a estos extensores de la cadera. Una placa ósea comprendida entre el trocánter y el cuello femoral contribuye a delimitar la fosa trocantérica (fig. 2-51[5]), excavación abierta hacia caudal donde se insertan los pequeños músculos rotadores de la cadera.

La cara caudal del cuerpo está aplanada, pero las otras superfices se combinan para formar una superficie lisa continua. Los bordes entre las áreas plana y redondeada se destacan por líneas ásperas que indican inserción muscular. Dos apófisis señalan la mitad proximal del cuerpo. El trocánter menor, bajo y áspero (fig. 2-51[4]), sobresale del borde medial y da inserción al músculo psoasilíaco. En la base del trocánter mayor hay una cresta poco sobresaliente que se conoce como tercer trocánter (trochanter tertius). Sólo sobresale en el caballo y en ella se inserta el glúteo superficial. En los animales grandes la parte caudodistal del cuerpo exhibe una profunda fosa supracondílea que

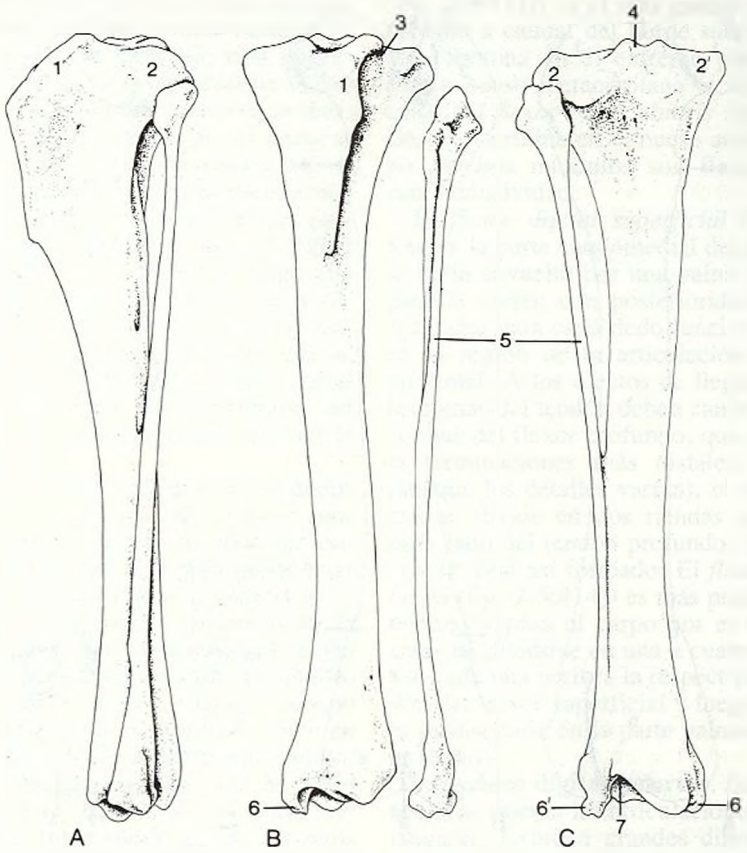


Fig. 2-52. Tibia y peroné izquierdos del perro, vistas lateral (*A*), craneal (*B*) y caudal (*C*).

1, tuberosidad tibial; 2,2', cóndilos lateral y medial; 3, surco extensor; 4, eminencia intercondílea; 5, peroné; 6,6', maléolos medial y lateral; 7, cóclea.

aumenta el área de origen del flexor digital superficial. Esta misma función es cumplida por tuberosidades en el perro.

El extremo distal se articula en la tibia y la rótula (patella). La articulación con la tibia se cumple con dos cóndilos orientados en dirección caudodistal separados entre sí por una profunda fosa intercondílea. Las superficies abaxiles de los cóndilos son ásperas y prestan inserción a los ligamentos colaterales de la rodilla. El cóndilo lateral también tiene dos depresiones cerca del borde articular; la craneal, fosa extensora (fig. 2-51[12]), da origen al extensor digital largo y al peroneus tertius, mientras que en la caudal (fig. 2-51[13]) se origina el poplíteo. En el perro y el gato la cara caudal de cada cóndilo es coronada por una pequeña carilla plana que se articula con uno de los pequeños huesos sesamoides (fig. 2-51[11]) en el origen del gastrocnemio. Una tróclea craneal (fig. 2-51[6]) se articula con la rótula y se extiende en dirección proximal sobre la superficie craneal. Las crestas limitantes son bajas y de tamaño más o menos parejo en el perro, pero relativamente más grandes y dispares en el caballo y el buey, en los cuales la cresta medial, más recia, termina con un agrandamiento proximal.

La *patella* es un hueso sesamoide formado dentro de la inserción del cuádriceps femoral, principal extensor de la rodilla. Es ovoide en el perro pero prismática en el caballo y el buey. Se prolonga hacia medial y lateral mediante cartílagos parapatelares en el estado fresco.

El *esqueleto de la pierna* consiste en la tibia y el peroné (fibula) (fig. 2-52), los cuales, a diferencia de los elementos análogos del miembro torácico, corren lado a lado sin ninguna tendencia a cruzarse. El hueso medial, la tibia, siempre es, por mucho, el más grande de los dos. El peroné no se articula con el fémur y sólo entabla un contacto restringido con el corvejón.

El extremo proximal expandido de la *tibia* presenta dos cóndilos divididos por una escota-

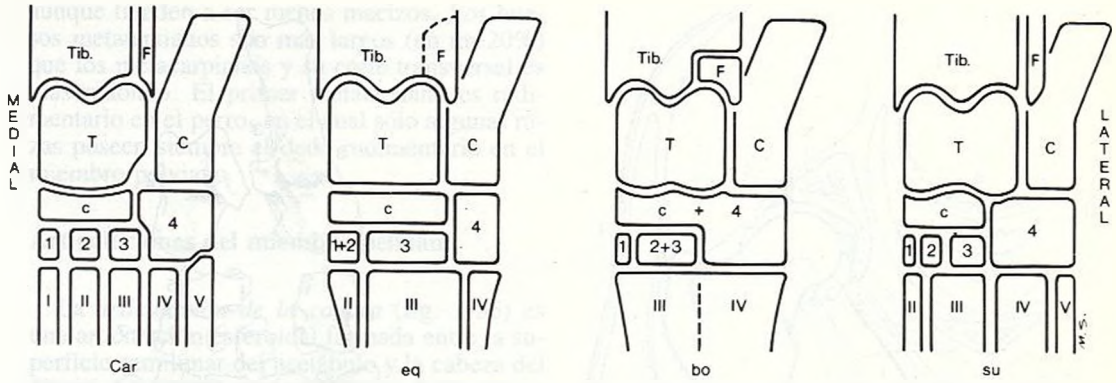


Fig. 2-53. Esquemas de los huesos del esqueleto tarsiano en los carnívoros (Car), caballo (eq), buey (bo) y cerdo (su). Los números romanos identifican a los huesos metatarsianos y los números arábigos a los huesos distales del tarso.

Tib., tibia; F, peroné; T, talus; C, calcáneo; c, hueso tarsiano central.

dura poplítea caudal que recibe al músculo del mismo nombre. Cada cóndilo tiene una superficie articular suavemente ondulada mirando al respectivo cóndilo del fémur y una estrecha área no articular intermedia presenta una eminencia central (fig. 2-52[4]) hacia la cual las superficies articulares ascienden. Una depresión en esta eminencia y unas áreas más craneales y más caudales menos definidas indican las inserciones ligamentosas. La tuberosidad tibial, muy fuerte (fig. 2-52[1]), que sobresale de la cara craneal de este extremo, es en el animal vivo un jalón prominente que se continúa con una cresta que se aplana gradualmente. La tuberosidad está separada de la cara craneal del cóndilo lateral por un surco (fig. 2-52[3]) que aloja los tendones de ciertos músculos de la pierna (crus). En un sitio más caudal, el borde del cóndilo presenta una pequeña carilla que se articula con el peroné, aunque en algunas especies este espacio articular está obliterado por fusión.

La parte proximal del cuerpo tibial presenta tres lados, pero más abajo el hueso se halla comprimido en sentido craneocaudal; este cambio se debe a la superficie lisa orientada en dirección craneolateral en su parte proximal, pero después gira para mirar directamente hacia craneal. Toda la superficie medial (borde en la parte más distal) es subcutánea y plana. La superficie caudal tiene crestas para inserciones musculares.

El extremo distal presenta un área articular, que se conoce como cóclea (fig. 2-52[7]), para recibir a la tróclea del talus. La cresta central y los surcos que la flanquean en la cóclea tienen una desviación craneolateral, aunque el ángulo varía según las especies. En el lado medial de la cóclea hay una saliencia ósea, el maléolo medial. Por lateral, una saliencia similar que sólo existe en el caballo representa la parte distal asimilada del peroné. En otras especies este elemento (maléolo lateral) es provisto por el peroné.

En los carnívoros y porcinos el peroné es menos robusto pero no más corto. Está separado de la tibia por un espacio interóseo que corre todo a lo largo de la pierna en el cerdo pero se limita a la mitad proximal en el perro. El cuerpo del peroné entra en regresión en los rumiantes, el extremo proximal persiste como una apófisis en forma de lágrima fusionada con el cóndilo lateral de la tibia y el extremo distal se halla aislado como un pequeño hueso maleolar compacto que forma una articulación ensamblada con la tibia para completar la superficie articular para el talus. La cabeza proximal aplanada del peroné del caballo se halla íntimamente adosada a la tibia y el delgado cuerpo que parte de ella converge sobre la tibia pero se extingue hacia la parte media de la pierna.

Los *huesos del tarso* están dispuestos en tres filas. La fila proximal consiste en dos huesos relativamente grandes, el talus por medial y el calcáneo por lateral; la fila intermedia sólo consta de un hueso tarsiano central, en tanto que la distal puede tener hasta cuatro huesos numerados desde medial hacia lateral. El cuarto hueso tarsiano, lateral, es constante y, como es mucho más profundo que los otros, se introduce en la fila intermedia (fig. 2-53).

El talus (astrágalo) (fig. 2-54[4]) tiene una superficie troclear proximal que concuerda con la superficie articular tibial. La superficie distal, que se articula con el hueso central, es aplanada en el caballo y más redondeada en otras especies. El calcáneo está principalmente hacia lateral del talus pero emite una apófisis en repisa que se superpone a él en su superficie plantar; esta apófisis (sustentaculum tali, fig.

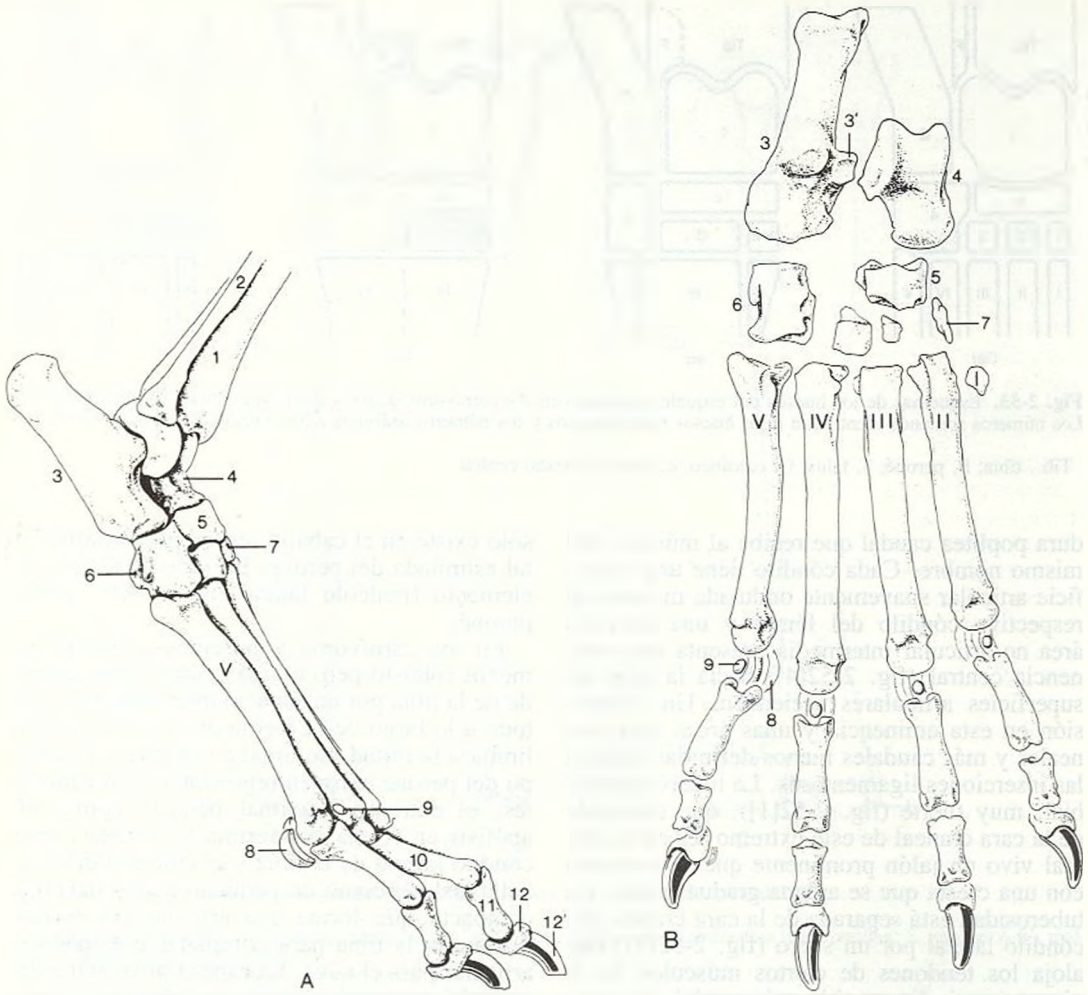


Fig. 2-54. Huesos del pie derecho del perro; vistas lateral (*A*) y dorsal (*B*). Los números romanos identifican a los huesos metatarsianos.

1, tibia; 2, peroné; 3, calcáneo; 3', sustentaculum tali; 4, talus; 5, tarsiano central; 6, cuarto tarsiano; 7, huesos tarsianos primero, segundo y tercero en la fila distal; 8, huesos sesamoides proximales; 9, huesos sesamoides dorsales; 10,11,12 falanges proximal, media y distal; 12', uña.

2-52[3']) sostiene el tendón del flexor digital profundo. La parte más grande del hueso sobresale en dirección proximal detrás de la tibia como brazo de palanca libre en el cual se inserta el tendón calcáneo común (de Aquiles). Termina en un engrosamiento que es la base de la punta del corvejón y corresponde al talón humano. El extremo distal del calcáneo descansa sobre el cuarto hueso tarsiano (fig. 2-52[6]). El hueso tarsiano central se interpone entre el talus proximal y los huesos tarsianos primero, segundo y tercero por distal; su superficie proximal concuerda con la del talus y es cóncava en la mayoría de los animales pero plana en el caballo; su superficie articular distal es aplanada. Los huesos tarsianos central y cuarto están fusionados en los rumiantes.

Los huesos tarsianos distales no están separados siempre, porque el primero y segundo se hallan fusionados en el cabello y el segundo y tercero en los rumiantes. Individualmente irregulares, estos huesos juntos forman un disco más o menos aplanado interpuesto entre los huesos tarsiano central y los metatarsianos. El cuarto hueso tarsiano, mucho más profundo, es cuboide y se interpone entre el calcáneo y los huesos metatarsianos laterales; en algunas especies también sostiene al talus.

Los huesos restantes del miembro pelviano se parecen mucho a los del miembro torácico,

aunque tienden a ser menos macizos. Los huesos metatarsianos son más largos (en un 20%) que los metacarpianos y su corte transversal es más redondo. El primer metatarsiano es rudimentario en el perro, en el cual sólo algunas razas poseen siempre el dedo rudimentario en el miembro pelviano.

Articulaciones del miembro pelviano

La *articulación de la cadera* (fig. 2-55) es una articulación esferoidal formada entre la superficie semilunar del acetábulo y la cabeza del fémur. La superficie acetabular se halla agrandada por un rodete articular (fig. 2-55[2]). Las paredes de la cavidad articular se completan con una membrana sinovial sostenida por fuera por una cubierta fibrosa. Aunque la cápsula fibrosa no tiene un espesor uniforme no existen engrosamientos tan definidos como para que haya que reconocerlos como ligamentos específicos, pero la cabeza del fémur está unida a la profundidad del acetábulo por el ligamento intracapsular de la cabeza femoral, cubierto por una reflexión de la membrana sinovial. En algunas especies este ligamento contiene vasos sanguíneos, pero no se conoce con certeza la importancia de éstos para la nutrición de la cabeza; los mencionamos por su presunta relevancia en un trastorno hereditario del crecimiento (p. 476). En el caballo un segundo ligamento (accesorio) se inserta en el área no articular de la cabeza (p. 601).

Aunque es una articulación esferoidal, la cadera no posee la excursión de movimiento completa que se anticiparía en esta clase de articulación. En los animales grandes el movimiento se limita en gran medida a la flexión y extensión, con capacidad limitada para la rotación, la abducción y, en particular, la aducción. De acuerdo con la dominancia del movimiento sagital, el área articular tiende a extenderse al cuello en los rumiantes. La restricción del movimiento se debe mucho al o los ligamentos intraarticulares, pero algo a los masivos músculos mediales del muslo. Esta articulación es más versátil en el perro.

La *articulación de la rodilla* (fig. 2-56) comprende las articulaciones femorotibial, femoropatelar y tibioperonea (tibiotibular) proximal, en el perro también comprende las articulaciones entre el fémur y un par de sesamoides en los orígenes del gastrocnemio y entre la tibia y el sesamoide que está en el tendón del poplíteo. En el perro todas estas articulaciones comparten una misma cavidad sinovial; en las especies grandes los compartimientos femoropatelar y femorotibiales medial y lateral tienen poco o ninguna comunicación entre sí.

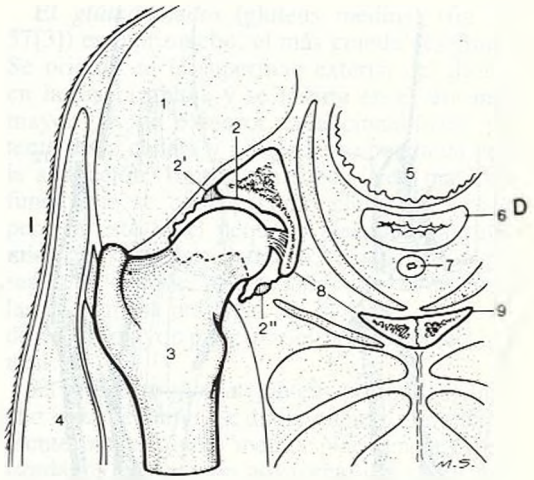


Fig. 2-55. Corte transversal a través de la articulación de la cadera izquierda de un perro. El fémur ha sido diseñado como realmente es.

1, glúteo medio; 2, acetábulo conectado con la cabeza femoral por el ligamento de la cabeza del fémur; 2', rodete fibroso (labrum) del acetábulo; 2'', ligamento acetabular transverso; 3, fémur; 4, bíceps; 5, recto; 6, vagina; 7, uretra; 8, agujero obturador; 9, piso de la pelvis.

La articulación femorotibial tiene la peculiaridad de presentar dos meniscos cartilaginosos (fig. 2-56[10,17]) interpuestos entre los cóndilos femorales y tibiales. Los meniscos, que compensan la incongruencia de las superficies articulares, son semilunares planos y cuneiformes al corte y tienen unas superficies proximales cóncavas y distales planas. Cada uno está sujeto por ligamentos que corren entre sus extremos craneal y caudal y el área no articular central del extremo proximal de la tibia; el menisco lateral también se inserta en su lado caudal en la fosa intercondílea del fémur.

Cuatro ligamentos unen al fémur con los huesos de la pierna. Un ligamento contralateral medial transcurre entre el epicóndilo femoral y la parte proximal de la tibia hacia la parte caudal de la articulación. El ligamento lateral correspondiente tiene una disposición similar, pero se inserta en la cabeza del peroné. Los ligamentos cruzados están en el centro de la articulación. El cruzado craneal (lateral) (fig. 2-56[16]) se origina en el cóndilo lateral del fémur dentro de la fosa intercondílea y corre en dirección craneodistal para insertarse en la tibia. El ligamento cruzado caudal (medial) (fig. 2-56[15]) es perpendicular al craneal y se inserta muy atrás en la tibia, cerca de la escotadura poplítea.

La articulación femoropatelar está entre la tróclea femoral y la rótula, extendida por sus cartílagos parapatelares, de los cuales el medial

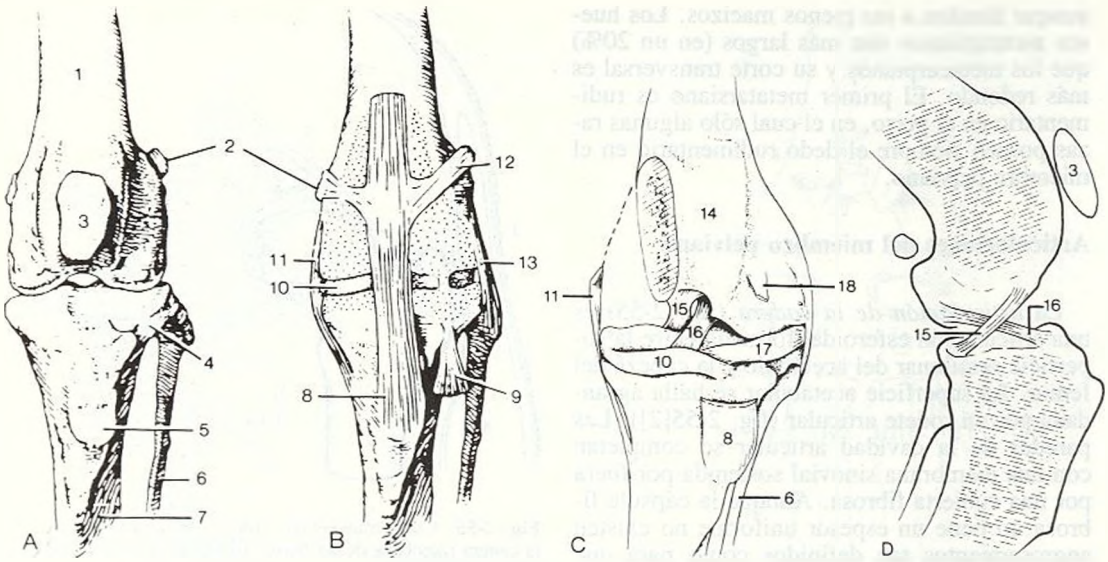


Fig. 2-56. Articulación de la rodilla izquierda del perro, vista craneal. La extensión de la cápsula articular se ilustra en *B*; en *C* se han retirado el cóndilo medial del fémur y la rótula; en *D* se ilustra el cruzamiento de los ligamentos cruzados en una vista medial.

1, fémur; 2, sesamoide en el gastrocnemio; 3, rótula; 4, surco extensor; 5, tuberosidad tibial; 6, peroné; 7, tibia; 8, ligamento patelar; 9, tendón del extensor digital largo que pasa por el surco extensor; 10, menisco medial; 11, ligamento colateral medial; 12, ligamento femoropatelar lateral; 13, ligamento colateral lateral; 14, tróclea; 15, ligamento cruzado caudal; 16, ligamento cruzado craneal; 17, menisco lateral; 18, muñón de 9. (*A* y *B* modificados de Taylor, 1970.)

está muy bien desarrollado en los animales grandes en particular. Entre los cartílagos y el fémur corren los ligamentos femoropatelares colaterales relativamente débiles (fig. 2-56[12]). En su parte distal la rótula está unida a la tuberosidad tibial por un solo ligamento patelar, salvo en el caballo y el buey, en los cuales existen tres engrosamientos ligamentosos –medial, medio y lateral– conectados por una lámina fibrosa. El ligamento patelar medio (o único) representa el tendón de inserción del cuádriceps femoral; los otros, si existen, representan la continuación de otros músculos que se insertan en torno de la articulación.

La membrana sinovial se inserta en toda la periferia de las superficies articulares y de los meniscos. Cubre los ligamentos cruzados y aquí forma un tabique, sólo completo en el caballo, entre las articulaciones femotoribiales medial y lateral. La porción femoropatelar de la cavidad se extiende en dirección proximal entre el fémur y el cuádriceps. En el caballo suele comunicarse únicamente con el compartimiento femorotibial medial, pero en otras especies se halla en libre comunicación con ambos. Los divertículos de la cápsula rodean las articulaciones menores con el peroné y los huesos sesamoides y se extienden a lo largo de los tendones de origen de los músculos extensor digital largo y poplíteo.

A pesar de su complejidad, la rodilla funciona como una bisagra cuyos movimientos libres se limitan a la flexión y extensión. Los cóndilos femorales ruedan sobre los meniscos y éstos, a su vez, se deslizan sobre el platillo tibial, cranealmente durante la extensión y caudalmente durante la flexión. El recorrido entre el fémur y los meniscos es unas tres veces mayor que entre los meniscos y la tibia. La configuración en espiral de los cóndilos femorales -vista de costado- tensa los ligamentos y retarda el movimiento cuando la articulación se aproxima a la posición extendida. La estabilidad de la articulación depende mucho de los ligamentos cruzados. La rotura de uno de ellos –hecho no infrecuente– imparte a la tibia una movilidad inusual porque puede deslizarse hacia adelante si se desgarra el ligamento craneal y hacia atrás si se desgarra el caudal. La rotación impuesta a la articulación, en particular si se halla extendida, aplica un gran esfuerzo sobre los meniscos y sus inserciones.

La *articulación tarsiana* de los cuadrúpedos suele conocerse como corvejón. Posee cuatro niveles de articulación, pero en la mayoría de las especies casi todo el movimiento ocurre a nivel crurotarsiano. Ésta es una articulación de bisagra, pero no típica porque la oblicuidad de las crestas y surcos entrelazados de la tibia y talus imparte una desviación lateral del pie al lle-

varlo hacia adelante en la flexión. En los rumiantes y carnívoros también puede ocurrir una flexión limitada en las superficies curvas de la articulación talocentral.

Los ligamentos son numerosos. Los más importantes son los ligamentos colaterales medial y lateral que, con inserciones intermedias, se extienden desde la tibia (y peroné) hasta el extremo proximal del metatarso. Cada uno comprende una larga parte superficial que abarca toda su extensión y una parte profunda más corta restringida al nivel proximal de la articulación. Otro ligamento largo está en el lado caudal, desde la superficie plantar del calcáneo sobre el cuarto hueso metatarsiano hasta el metatarso. Los ligamentos remanentes más pequeños sujetan firmemente los huesos tarsianos entre sí.

La articulación tiene varios compartimientos. El que está entre la tibia y el talus es el más grande y puede poseer varias bolsas o fondos de saco, como se llaman las partes menos sostenidas de las cápsulas articulares. Las otras bolsas sinoviales son mucho más tensas y a menudo se comunican entre ellas. Los detalles son muy importantes en el caballo (p. 609).

Las articulaciones restantes del miembro pelviano se considerarán en los capítulos regionales en la medida en que requieran diferenciación respecto de las correspondientes articulaciones del miembro torácico.

Músculos del miembro pelviano

La musculatura de la cintura pelviana se describió antes (p. 71).

Músculos intrínsecos del miembro pelviano

Músculos que actúan primariamente sobre la articulación de la cadera. Los músculos que actúan sobre la cadera están dispuestos en los grupos glúteo, medial, caudal (corva) y profundo y esta clasificación es principalmente topográfica.

El *grupo glúteo* comprende los músculos glúteos superficial, medio y profundo y el tensor de la fascia lata. El *glúteo superficial* (gluteus superficialis) es muy variable. En el perro es relativamente estrecho y cubre la parte caudal del glúteo medio que va desde la fascia glútea y caudal hasta el tercer trocánter del fémur (fig. 2-57[4]). En los ungulados una parte se incorpora dentro del bíceps femoral y a veces también en el semitendinoso, aportando a éstos las cabezas de origen vertebrales. Es un extensor de la cadera y, por ende, retractor de la extremidad. Es inervado por el nervio glúteo caudal.

El *glúteo medio* (gluteus medius) (fig. 2-57[3]) es, por mucho, el más grande del grupo. Se origina en la superficie externa del ilion y en la fascia glútea y se inserta en el trocánter mayor. Es un extensor excepcionalmente potente de la cadera y posee cierto potencial para la abducción. Existe una subdivisión más profunda que se conoce como glúteo accesorio, pero ni éste ni el pequeño piramidal (piriformis), más caudal, merecen consideración por separado porque sus acciones son similares a las de la masa principal. El músculo es inervado en su mayor parte por el nervio glúteo craneal.

El *glúteo profundo* (gluteus profundus), mucho más pequeño, se halla cubierto completamente por el glúteo medio. Nace en la espina isquiática y la región adyacente del coxal y se inserta en la parte craneal del trocánter mayor. También puede extender la cadera, pero como la mayoría de sus fibras corren más o menos transversalmente, está en mejores condiciones para abducir la extremidad. También es inervado por el nervio glúteo craneal.

El *tensor de la fascia lata* (tensor fasciae latae) (fig. 2-57[2]) es el más craneal de este grupo de músculos. Se origina en la tuberosidad del coxal y la parte adyacente del ilion y desciende por el borde craneal del muslo antes de ir a insertarse en la gruesa fascia femoral lateral que le sirve de tendón de inserción y lo conecta con la rótula y otros elementos de la región de la rodilla. Inervado por el nervio glúteo craneal, es primariamente un flexor de la cadera. En el caballo su parte más caudal se extiende hacia una rienda craneal del glúteo superficial, con la cual se fusiona.

El *grupo medial* se emplea principalmente para aducir el miembro pelviano, lo cual, por supuesto, también significa que previene la abducción indeseada. La mayoría de los músculos de este grupo son inervados por el nervio obturador y estos músculos –gracilis, pectíneo, aductor y obturador externo– se conocen específicamente como "los aductores". El sartorio tiene un origen y una relación bastante distintos.

El *gracilis* es un músculo ancho pero fino que tiene un origen aponeurótico en la región sinfisaria de la pelvis (fig. 2-57[15]). Su inserción, también aponeurótica, se fusiona con la fascia crural, mediante la cual termina en la cresta tibial y otras estructuras mediales de la región de la rodilla.

El *pectíneo* (pectineus) es un pequeño músculo fusiforme que en el perro forma una superficie prominente en la parte proximal del muslo (fig. 2-57[13]). Corre desde la parte medial del pectén del pubis hasta la parte proximal de la "línea áspera" medial del fémur.

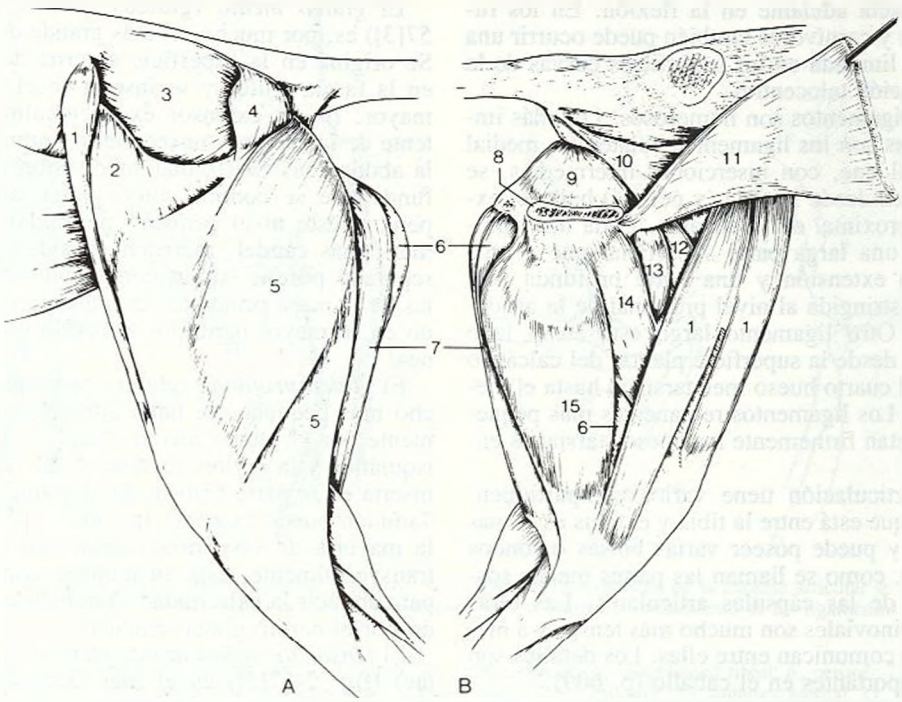


Fig. 2-57. Músculos de la pelvis y muslo del perro; vistas lateral (*A*) y medial (*B*).

1, sartorio; 2, tensor de la fascia lata; 3, glúteo medio; 4, glúteo superficial; 5, bíceps; 6, semimembranoso; 7, semitendinoso; 8, sínfisis pelviana; 9, obturador interno; 10, elevador del ano; 11, recto del abdomen; 12, cuádriceps; 13, pectíneo; 14, aductor; 15, gracilis.

El *aductor* (adductor) muchas veces está dividido en varias partes que tienen nombres individuales, pero estas distinciones no son necesarias. El músculo se origina en una extensa área de la cara ventral del piso de la pelvis y se inserta a lo largo de los dos tercios distales de la línea áspera medial del fémur y en la fascia y los ligamentos de la cara medial de la rodilla (fig. 2-57[14]).

Al *obturador externo* (obturator externus) lo incluimos aquí por razones de conveniencia, aunque tiene afinidades obvias con el grupo profundo siguiente. Nace en la cara ventral de la pelvis y cubre el agujero obturador y sus alrededores y se inserta dentro de la parte ventral de la fosa trocantérica. Además de ser un aductor, es en potencia un rotador externo del muslo.

El *sartorio* (sartorius) se diferencia de los otros músculos mediales en que es inervado por la rama safena del nervio femoral. Es superficial y sigue la cara craneomedial del muslo; en el perro consiste en dos vientres paralelos, uno de los cuales forma el contorno craneal del muslo (fig. 2-57[1]). Con excepción del caballo (en el cual se origina en la fascia ilíaca en el techo del abdomen), nace en la cresta ilíaca y se inserta en las estructuras mediales de la región de la rodilla. Su acción principal sería flexionar la cadera, pero posee cierta capacidad para aducir el muslo y extender la rodilla.

Los *músculos profundos de la cadera* forman un conjunto bastante heterogéneo de músculos pequeños y prácticamente triviales: obturador interno, gemelos, cuadrado femoral y articular de la coxa. La mayoría es inervada por el nervio ciático.

El *obturador interno* (obturator internus) (fig. 2-57[9]) es un fino músculo que nace en la superficie dorsal del coxal en las cercanías del agujero obturador; en los carnívoros y en el caballo su tendón emerge de la pelvis pasando sobre el isquion por el lado caudal del acetábulo, para ir a terminar en la fosa trocantérica. Es un rotador externo del muslo.

Los *gemelos* (gemelli) son dos pequeños haces "mellizos" que van desde la espina isquiática hasta la fosa trocantérica. También son rotadores externos.

El *cuadrado femoral* (quadratus femoris) va desde la cara ventral del isquion hasta el cuerpo femoral cerca de la fosa trocantérica. Se lo describe como un extensor, pero es probable que no sea importante en este sentido.

El *articular de la coxa* (articularis coxae), está aplicado sobre la cápsula en la cara craneal de la cadera y la protege del pinzamiento entre las superficies femoral y acetabular.

Los *músculos del grupo caudal (corva)* –bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso– representan la carne de la parte caudal del muslo. Corren desde la tuberosidad isquiática y la parte adyacente del ligamento sacrotuberoso hasta una amplia inserción proximal y distal respecto del eje de rotación de la articulación de la rodilla; ciertos componentes se continúan con el tendón calcáneo común hasta el calcáneo. En los ungulados uno o más de estos músculos también se extienden en dirección proximal mediante la adquisición de un origen (cabeza vertebral) en las vértebras sacrocaudales. Las cabezas vertebrales están mejor desarrolladas en el caballo y representan el contorno redondeado completo del anca de este animal, que contrasta con el aspecto más angulado en el buey o el perro. Por lo menos una parte de la extensión vertebral se debe a la asimilación de un componente glúteo superficial.

El *bíceps femoral* (bíceps femoris) es el más lateral (fig. 2-57[5]). En el caballo y los rumiantes, a diferencia del perro, tiene una cabeza vertebral y otra pelviana. En la parte inferior del muslo el músculo se divide en inserciones que, por medio de la fascia femoral y crural, terminan en la rótula y los ligamentos de la articulación de la rodilla proximal y distal del eje de la articulación; otra inserción en la punta del corvejón se obtiene mediante una contribución (tendón tarsiano) al tendón calcáneo común.

El *semitendinoso* (semitendinosus) (fig. 2-57[7]) forma el contorno caudal del muslo. Tiene una cabeza vertebral sólo en el caballo y el cerdo. La inserción se cumple en la cara medial del extremo proximal de la tibia y en el calcáneo. Las inserciones del bíceps y del semitendinoso, una a cada lado de la depresión (fosa poplítea) que está detrás de la rodilla, se palpan en el animal vivo; son las "cuerdas del jamón".

El *semimembranoso* (semimembranosus) (fig. 2-57[6]) es el más medial y posee una cabeza vertebral sólo en el caballo. La inserción está dividida entre una parte craneal que va al cóndilo medial del fémur y una parte caudal que va al cóndilo medial de la tibia.

En el perro, un *abductor cruris caudalis* acintado está en la cara profunda del bíceps y es probable que derive de él. No reviste mayor significación funcional.

Las cabezas vertebrales de estos músculos suelen ser inervadas por el nervio glúteo caudal y las pelvianas por el nervio ciático (o su división tibial).

Aunque ciertas funciones de estos músculos son difíciles de analizar, no cabe duda de que su papel principal es la extensión forzada de la articulación de la cadera para empujar al tronco hacia adelante. Además, el bíceps posee potencial para la abducción y el semimembranoso potencial para la aducción en la cadera.

Al considerar su acción sobre la rodilla, sería más útil dividir los músculos en una división craneal que se inserta por proximal del eje de la articulación y una división caudal que se inserta por distal de este eje, en lugar de considerar las unidades por su nombre. La división craneal extiende la rodilla cuando el pie está plantado en el suelo y la división caudal cumple la misma acción cuando el pie está fijado, pero flexiona la articulación cuando el pie está libre para moverse. Las partes del bíceps y del semitendinoso que se insertan en el calcáneo pueden extender obviamente el corvejón. Es evidente que no todos estos efectos pueden ocurrir simultáneamente porque aparte del antagonismo potencial de las divisiones craneal y caudal en la rodilla, es improbable que un animal desee flexionar la rodilla mientras extiende el corvejón. En efecto, en el caballo en particular esta combinación de acciones es excluida por el aparato recíproco (p. 614). Por lo tanto, las distintas partes de estos músculos tienen que usarse en distintos momentos y en diferentes combinaciones.

Músculos que actúan principalmente sobre la articulación de la rodilla. Existen los grupos extensor y flexor. El *cuádriceps femoral* (quedriceps femoris), principal extensor de la rodilla, forma la masa muscular craneal al fémur (fig. 17-2[10]). Consta de cuatro partes de orígenes distintos que se unen en su parte distal. Una, el recto femoral, nace en el cuerpo del ilion justo por craneal del acetábulo, y las otras –los vastos medial, intermedio y lateral– nacen en las caras medial, craneal y lateral del cuerpo femoral. La inserción común estaría en la rótula, pero en realidad se cumple en la tuberosidad tibial porque el músculo se continúa más allá de la rótula con los ligamentos patelares. El recto femoral posee la acción secundaria potencial de flexionar la cadera, aunque no está bien ubicado para este fin. El cuádriceps es inervado por el nervio femoral.

El pequeño músculo *poplíteo* (popliteus) está aplicado directamente sobre la cara caudal de la articulación. Tiene un origen tendinoso limitado al cóndilo lateral del fémur y se abre en abanico hasta llegar a una ancha inserción carnosa en el tercio proximal de la superficie caudal de la tibia (fig. 2-58[15]). Su tendón de origen contiene un sesamoide en el perro. Además de ser un flexor de la rodilla, el poplíteo rota la

parte distal del miembro. Lo inerva el nervio tibial.

Músculos que actúan principalmente sobre las articulaciones tarsianas y digitales. Comprenden los extensores y flexores del corvejón y los extensores y flexores de los dedos. Se agrupan en dos masas, una craneolateral respecto de la tibia y la otra caudal a la tibia.

Músculos craneolaterales de la pierna. El grupo craneolateral comprende músculos cuya acción se confina a la flexión del corvejón y otros que cumplen esta acción pero se continúan para extender los dedos. Este ordenamiento contrasta con el de los respectivos músculos del miembro torácico; aquí las unidades más largas extienden las articulaciones carpianas y distales al mismo tiempo. Además de su posición y de su acción, los músculos femorales craneolaterales tienen una inervación común por medio del nervio peroneo* (fig. 2-58[3]).

En ninguna especie doméstica existe un juego completo de músculos que sean flexores puros del corvejón; este conjunto comprendería al tibial craneal, tercer peroneo, peroneo largo y peroneo corto. El perro y el gato no tienen el tercer peroneo y a los ungulados les falta el peroneo corto; en el caballo también falta el peroneo largo y su tercer peroneo ha quedado reducido a un cordón tendinoso.

El *tibial craneal* (tibialis cranialis), siempre sustancial, está justo delante de la superficie subcutánea de la tibia (fig. 2-58[5]). Se origina en el cóndilo lateral de la tibia y se inserta en el esqueleto tarsiano mediodistal y metatarsiano adyacente. Es un flexor del corvejón que cumple una función supinadora secundaria. El *peroneo anterior* (peroneus tertius) es más importante en el caballo, en el cual constituye un componente esencial del llamado aparato recíproco.

El débil *peroneo lateral largo* (peroneus longus) nace en y alrededor de la parte distal del ligamento colateral lateral de la articulación de la rodilla (fig. 2-58[6]). Cruza la cara lateral del tarso antes de virar hacia medial sobre la cara plantar para ir a terminar en las partes proximales del hueso metatarsiano medial. Es principalmente un pronador del pie, pero también puede flexionar el corvejón. El peroneo lateral corto (peroneus brevis) no reviste importancia práctica.

La cantidad y disposición de los músculos extensores de los dedos concuerdan con el patrón digital, por supuesto. Un *músculo extensor digital largo* (fig. 2-58[9]) se origina en el extremo distal del fémur y sigue el borde lateral del tibial craneal. Su tendón cruza la superficie dorsal del corvejón, donde está sujeto por retináculos, y después se divide en ramas, una para cada dígito funcional. Cada rama se inserta en la apófisis extensora de una falange distal. En el perro los tendones adquieren unos pequeños huesos sesamoides similares a los del miembro torácico.

En ciertas especies, incluso el perro, existe un pequeño *extensor largo del dedo gordo* (extensor hallucis longus) individual, asociado con el dedo medial; nace en el borde craneal del peroné y se inserta en la parte proximal del dedo. Un *extensor digital lateral* (fig. 2-58[12]) empieza en la cabeza del peroné, cruza la cara lateral del corvejón y entra en el dedo funcional más lateral, donde termina sobre la falange media (perro) o uniéndose al tendón largo (caballo).

Músculos caudales de la pierna. El grupo caudal comprende el gastrocnemio, constituido por dos vientres gemelos, el sóleo y los flexores superficial y profundo de los dedos. Todos son inervados por el nervio tibial.

El gastrocnemio y el sóleo, este último siempre insignificante y ausente en el perro, a veces se conocen colectivamente como tríceps sural. Las dos cabezas del *gastrocnemio* (gastrocnemius) (fig 2-58[4]) nacen en la cara caudal del fémur, proximal a los cóndilos; en los carnívoros estos orígenes comprenden dos huesos sesamoides. Las dos cabezas se combinan en la parte superior de la pierna y originan un fuerte tendón único que se inserta en la punta del corvejón. Es el componente principal del tendón calcáneo común. A pesar de que se lo incluye entre los extensores del corvejón, el papel del gastrocnemio es enigmático porque su inserción proximal sugiere que puede ser un flexor de la rodilla; sin embargo, normalmente la rodilla y el corvejón se mueven al unísono. Aunque no es fácil explicar la aparente contradicción de estas acciones, hace poco se sugirió que la función primaria del músculo no es mover ninguna de ambas articulaciones, sino oponerse a la incurvación de la tibia asegurando que el esfuerzo siempre coincida con su eje mayor.

El *flexor digital superficial* (fig. 2-58[8]) se origina en una fosa supracondílea o tubérculo que está en la cara caudal del fémur, cerca del origen del gastrocnemio. Primero corre en la profundidad entre las dos partes de este último músculo, pero después su tendón vira en torno del borde medial del tendón del gastrocnemio para ser más superficial. Forma un ancho casquete sobre la punta del corvejón, donde se inserta en parte mediante unas riendas medial y lateral, antes de continuar sobre la cara plantar del calcáneo para entrar en el pie; luego se dis-

* El adjetivo fibular es sinónimo de peronal o peroneo y muchos autores lo utilizan, pero en la actualidad peroneo (del latín, *peroneus*) es oficial.

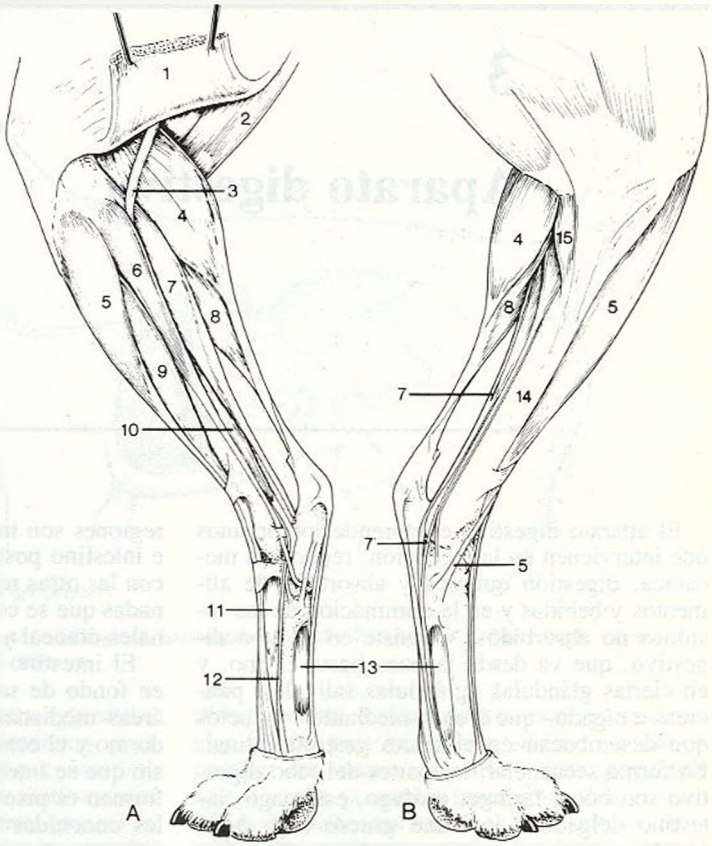


Fig. 2-58. Músculos de la pierna izquierda del perro, vistas lateral (*A*) y medial (*B*).

1, bíceps; 2, semitendinoso; 3, nervio peroneo; 4, gastrocnemio; 5, tibial craneal; 6, peroneo largo; 7, flexor digital profundo lateral; 7', tendón del flexor digital profundo medial más pequeño; 8, flexor digital superficial; 9, extensor digital largo; 10, peroneo corto; 11, extensor corto; 12, tendón del extensor digital lateral; 13, interóseos; 14, tibia; 15, poplíteo.

tribuye de la misma manera que el respectivo tendón del miembro torácico. Este músculo se halla densamente infiltrado por tejido conectivo, en especial en el caballo, en el cual se torna tendinoso casi con exclusividad y forma el componente caudal del aparato recíproco.

Existen tres *músculos flexores digitales profundos* cuya independencia varía según las especies. Los tres –flexores lateral y medial y tibial caudal– están juntos sobre la superficie caudal de la tibia (y peroné), en la cual se originan (fig. 2-58[7]). En los ungulados los tendones del músculo lateral y del tibial caudal se unen encima del tarso y luego corren sobre la cara plantar de la articulación, por medial del calcáneo; a este tendón común se le une luego en la parte superior del metatarso el tendón del músculo medial, que desciende sobre el maléolo medial. El tendón flexor profundo combinado termina de la misma manera que el tendón correspondiente del miembro torácico. En los carnívoros sólo se unen los músculos lateral (fig. 2-58[7]) y medial (fig. 2-58[7']); el tibial caudal, que es bastante pequeño, continúa solo y se inserta por separado en el corvejón; este recorrido trunco lo convierte en un extensor del corvejón y en un supinador del pie.

Los *músculos digitales cortos* más importantes son los interóseos (fig. 2-58[13]), que semejan los del miembro torácico. Varios otros músculos pequeños que se presentan, en especial en el perro, tienen una importancia trivial.

3

Aparato digestivo

El aparato digestivo comprende los órganos que intervienen en la recepción, reducción mecánica, digestión química y absorción de alimentos y bebidas y en la eliminación de los residuos no absorbidos. Consiste en el tubo digestivo, que va desde la boca hasta el ano, y en ciertas glándulas –glándulas salivales, páncreas e hígado– que drenan mediante conductos que desembocan en el tracto gastrointestinal. En forma secuencial, las partes del tubo digestivo son boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso (fig. 3-1). Ciertos órganos digestivos cumplen otras funciones, a veces no menos vitales, muy distintas al procesamiento de los alimentos ingeridos.

Estos órganos se forman originariamente en el endodermo, capa germinal que reviste el saco vitelino, aunque el músculo y los tejidos conectivos que sostienen el epitelio son de origen mesodérmico, al igual que en otras partes del organismo.

La separación del tubo digestivo respecto del saco vitelino se cumple en el proceso de plegamiento que convierte el disco embrionario plano en un cuerpo más o menos cilíndrico. El plegamiento se debe a que el disco crece con mayor rapidez que el tejido extraembrionario con el cual se continúa, de modo que, como consecuencia de la restricción ejercida en la periferia, se pliega hacia arriba y sus bordes se arrollan por debajo. Como el crecimiento es más rápido a lo largo del eje longitudinal, el plegamiento es más pronunciado en los extremos cefálico y caudal que en los bordes laterales. Esto asegura que la parte del saco vitelino que queda dentro del cuerpo presente dos astas que se extienden en dirección craneal y caudal desde una región media que conserva su libre comunicación con la parte más grande del saco vitelino que está fuera del embrión. La parte incluida del saco vitelino es el intestino y sus tres regiones son intestino anterior, intestino medio e intestino posterior. El intestino medio se une con las otras regiones mediante unas partes afinadas que se conocen como compuertas intestinales craneal y caudal (fig. 3-2).

El intestino anterior y el posterior terminan en fondo de saco en las placas oral y cloacal, áreas medianas circunscriptas donde el endodermo y el ectodermo entablan contacto directo sin que se interponga mesodermo. Estas placas forman el piso de unas depresiones superficiales conocidas como estomodeo y proctodeo. Estas depresiones se profundizan por el crecimiento relativamente rápido del tejido circundante y, cuando las placas se desintegran, confluyen con el intestino y lo prolongan en cada extremo mediante un corto pasaje tapizado por ectodermo. La prolongación craneal forma la mayor parte de la boca y la caudal el conducto o canal anal.

El intestino anterior se diferencia para formar la faringe, esófago, estómago y primera porción del duodeno, junto con los elementos formados mediante la evaginación de estas partes. El intestino medio constituye el resto del intestino delgado, ciego y mayor parte del colon, en tanto que el intestino posterior forma la parte distal del colon, el recto y, después de tabicarse, parte del tracto urogenital.

No podemos describir con mayor detalle aquí el desarrollo de estos órganos porque habría que mencionar partes y términos con los cuales es posible que el lector no esté familiarizado todavía.

LA BOCA

El término boca (os, genitivo: oris) no sólo designa la cavidad y sus paredes, sino también las estructuras que sobresalen dentro de ella

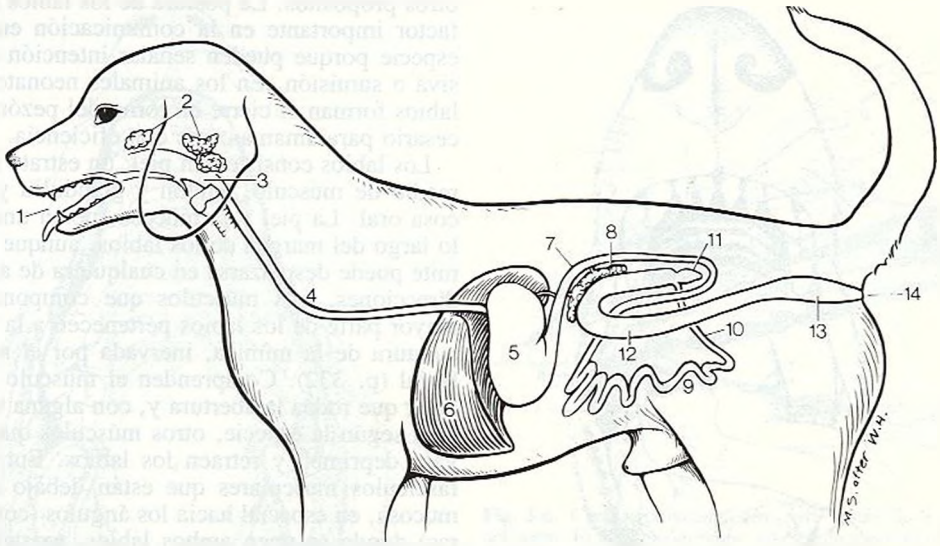


Fig. 3-1. Esquema del aparato digestivo del perro.

1, boca; 2, glándulas salivales; 3, faringe; 4, esófago; 5, estómago; 6, hígado; 7, duodeno; 8, páncreas; 9, yeyuno; 10, íleon; 11, ciego; 12, colon; 13, recto; 14, ano.

(dientes, lengua) y drenan en ella (glándulas salivales). La boca cumple las funciones principales de captación, masticación e insalivación del alimento. También puede intervenir en la agresión y la defensa, mientras que en el hombre es importante para articular los sonidos del lenguaje. En la mayoría de las especies funciona como vía aérea cuando se dificulta el flujo por la nariz.

La *cavidad bucal* (oral) comienza en los labios y se continúa con la faringe (fig. 3-3) por medio de un estrechamiento caudal que está a nivel de los arcos palatoglosos (véase más adelante). Los dientes y los bordes de las quijadas dividen la cavidad bucal en un vestículo, limitado externamente por los labios y las mejillas, y la cavidad bucal central propiamente dicha. Estando la boca cerrada, estas divisiones se comunican por medio de brechas existentes detrás de los dientes y entre éstos. El *vestíbulo* se extiende caudalmente hacia la rama de la mandíbula y el músculo masetero. La proporción de sus paredes constituida por los labios varía según los hábitos de alimentación porque la abertura tiene que ser más grande en las especies que comen con voracidad o usan los dientes para tomar la presa y pelear, mientras que una abertura más pequeña es suficiente en la mayoría de los herbívoros y roedores.

La dieta y los hábitos alimentarios también determinan la forma de los *labios* (labia oris). En algunas especies, como el caballo, los labios se utilizan para tomar el alimento e introducirlo en la boca; para este fin deben ser sensibles y móviles. Cuando hay otras partes más importantes para hacer la prensión, los labios pueden ser menos móviles y más pequeños (gato) o más gruesos e insensibles (buey). Los labios del perro son extensos pero finos y, aunque se los puede retraer respecto de los dientes, no son capaces de realizar movimientos con

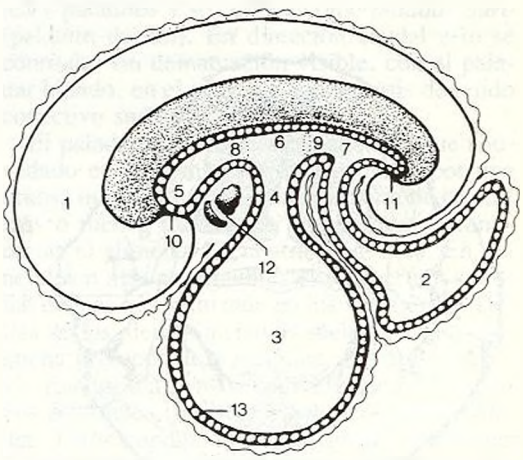


Fig. 3-2. Corte sagital de un embrión en etapa inicial. Parte del saco vitelino se ha introducido en el cuerpo durante el proceso de plegamiento.

1, cavidad amniótica; 2, cavidad alantoica; 3, saco vitelino; 4, tallo del saco vitelino; 5, intestino anterior; 6, intestino medio; 7, intestino posterior; 8, compuerta intestinal craneal; 9, compuerta intestinal caudal; 10, placa oral; 11, placa cloacal; 12, corazón y cavidad pericárdica; 13, endodermo.

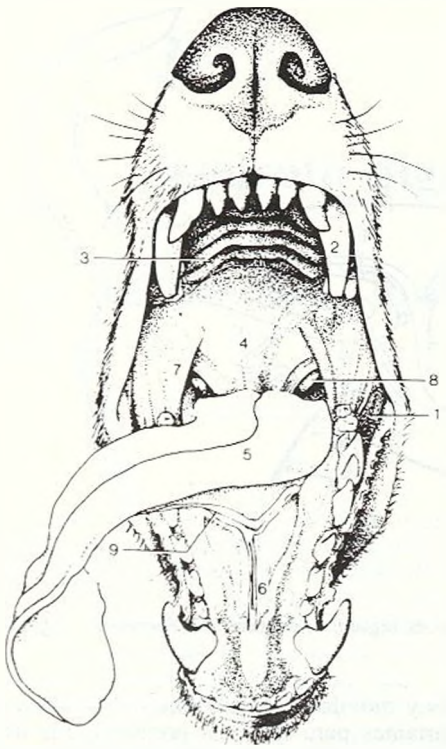


Fig. 3-3. Vista general de la cavidad oral del perro.

1, vestíbulo; 2, diente canino; 3, paladar duro; 4, paladar blando; 5, lengua; 6, carúncula sublingual; 7, arco palatogloso; 8, amígdala palatina; 9, frenillo.

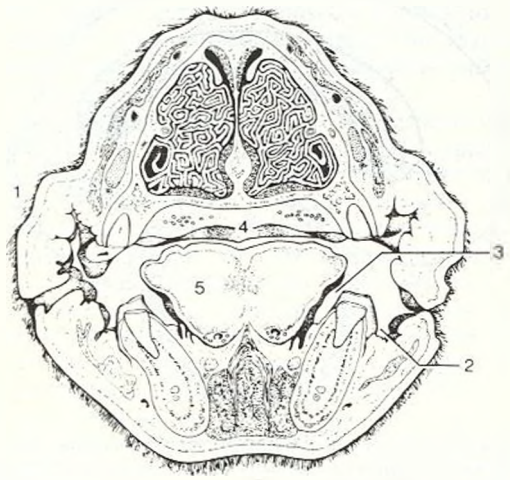


Fig. 3-4. Corte transversal de la cabeza del perro a nivel de P^3.

1, mejilla (con pliegues yugales); 2, vestíbulo; 3, cavidad oral propiamente dicha; 4, paladar duro (con plexo venoso); 5, lengua.

otros propósitos. La postura de los labios es un factor importante en la comunicación en esta especie porque pueden señalar intención agresiva o sumisión. En los animales neonatos los labios forman el cierre en torno del pezón, necesario para amamantarse con eficiencia.

Los labios consisten en piel, un estrato intermedio de músculo, tendón y glándulas y mucosa oral. La piel y la mucosa suelen unirse a lo largo del margen de los labios, aunque el límite puede desplazarse en cualquiera de ambas direcciones. Los músculos que componen la mayor parte de los labios pertenecen a la musculatura de la mímica, inervada por el nervio facial (p. 332). Comprenden el músculo orbicular que rodea la abertura y, con alguna variación según la especie, otros músculos que elevan, deprimen y retraen los labios. Entre los fascículos musculares que están debajo de la mucosa, en especial hacia los ángulos (comisuras) donde se unen ambos labios, existen pequeñas glándulas salivales diseminadas.

Es raro que haya algo digno de mención en la disposición del labio inferior. En el perro es bastante laxo, pero está asegurado a la mandíbula a nivel del diente canino y tiene un borde fino y serrado. En cambio, las modificaciones son más frecuentes en el labio superior porque a veces hay un área desnuda mediana que se continúa con piel modificada en torno de las narinas. La extensa placa nasolabial húmeda y glandular del buey y el disco rostral del cerdo son buenos ejemplos de esto. Muchas veces el área de piel modificada es mucho más estrecha y puede estar dividida por un surco mediano (philtrum), como en el perro. Los criadores de perros conocen esta región modificada como "cuero nasal" (fig. 3-3). En el hombre y el caballo existe un tegumento hirsuto que corre a través de todo el labio superior.

Las *mejillas* (buccae), que tienden a ser más amplias en los herbívoros, poseen una estructura similar. El sostén principal es el músculo buccinador, que cumple la importante función de devolver a la cavidad central el alimento que escapa hacia el vestíbulo. También poseen glándulas salivales adicionales, a veces agrupadas en masas muy grandes, como la glándula cigomática del perro (fig. 3-14), oculta debajo del arco cigomático, que se origina de esta manera. La mucosa yugal (de la mejilla) debe ser lo suficientemente laxa como para permitir la apertura máxima de la boca en algunas ocasiones, pero sin formar grandes pliegues que en otros momentos se prestarían para ser lesionados por los dientes (fig. 3-4); por lo tanto, tiende a estar firmemente fijada de tanto en tanto. En los rumiantes, cuyo alimento puede ser seco y áspero, se requiere protección adicional; como un epitelio muy grueso y cornificado li-

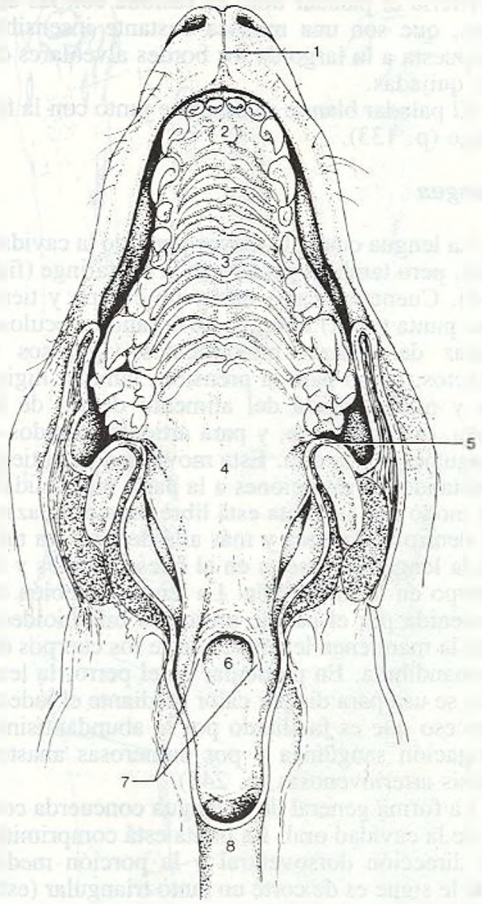


Fig. 3-5. Paladar duro y blando del perro.

1, philtrum; 2, papila incisiva; 3, paladar duro con rugosidades; 4, paladar blando; 5, arco palatogloso; 6, ostium intrafaríngeo; 7, arcos palatofaríngeos; 8, esófago.

mitaría la flexibilidad, la protección está a cargo de unas papilas grandes, aguzadas y muy próximas entre sí (fig. 3-7). Una pequeña papila (fácil de encontrar con la punta de la lengua en nosotros mismos) señala la desembocadura del conducto de la glándula parótida.

Ciertos roedores y monos tienen unos divertículos (sacos malares) en el vestíbulo oral. Estos elementos cumplen una función de almacenamiento y permiten que el animal recoja su alimento rápidamente y lo guarde para masticarlo después. Estos sacos alcanzan considerable tamaño en el criceto (hamster) porque llegan a bastante profundidad en el tórax; cuando se hallan tan desarrollados, cuentan con su propia musculatura de sostén.

Dentro de las arcadas dentarias –*cavidad bucal propiamente dicha*– la cavidad tiene un techo, el paladar, limitado lateralmente por los dientes, encías y bordes de las quijadas, y un

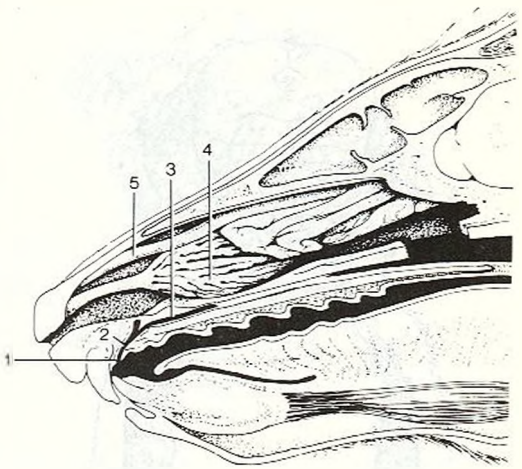


Fig. 3-6. Corte paramediano de la parte rostral de la cabeza del perro. El plano de corte no muestra la abertura del conducto incisivo en la cavidad nasal.

1, papila incisiva; 2, conducto incisivo; 3, órgano vomeronasal; 4, cornete nasal ventral; 5, cornete nasal dorsal.

piso representado por la lengua y la pequeña área de mucosa que la lengua deja en descubierto. La mayoría de las paredes son rígidas y cuando la boca está cerrada el tamaño de la cavidad sólo se puede alterar elevando o deprimiendo la lengua y el piso.

La parte rostral, más grande, del techo tiene su base en una repisa ósea formada por las apófisis palatinas de los huesos incisivos, maxilares y palatinos y se conoce como *paladar duro* (palatum durum). En dirección caudal esto se continúa, sin demarcación visible, con el paladar blando, en el cual una aponeurosis de tejido conectivo sustituye al hueso.

El paladar duro suele ser plano (aunque abovedado en el hombre) y está cubierto por una gruesa mucosa que presenta una serie de crestas más o menos transversas (rugae) que encaminarían el alimento hacia atrás (fig. 3-5). En general son más prominentes y su cobertura epitelial es más queratinizada en los herbívoros. Detrás de los dientes incisivos suele haber una pequeña protuberancia mediana, la papila incisiva, flanqueada por los orificios de unos pequeños conductos (incisivos) que perforan el paladar. Estos conductos se ramifican y conducen a la cavidad nasal y al órgano vomeronasal (fig. 3-6). Transmiten pequeña cantidad de líquido desde la boca para su percepción por la mucosa olfatoria del órgano vomeronasal (p. 369).

Una peculiaridad llamativa en los rumiantes es el pulpejo dental, almohadilla fuerte pero elástica que se halla en el sitio que suelen ocupar los dientes incisivos superiores (que faltan en estos animales); el pulpejo actúa como con-

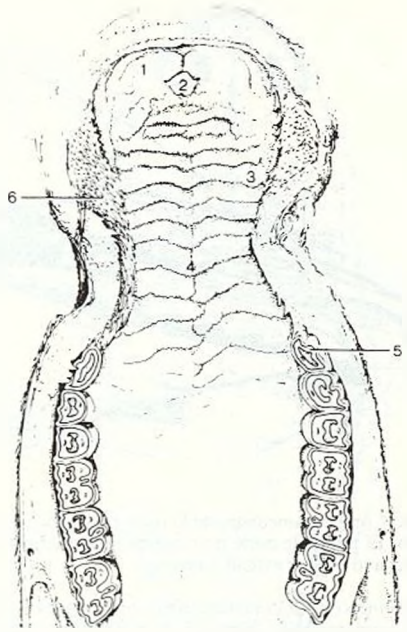


Fig. 3-7. Paladar duro del buey.

1, pulpejo o almohadilla dental; 2, papila incisiva; 3, rugosidades del paladar duro; 4, rafe palatino; 5, P^2; 6, papilas yugales.

traparte de los incisivos inferiores para pastar (fig. 3-7). En la profundidad del epitelio palatino existe un tejido denso y ricamente vascularizado que funciona como lámina propia de la mucosa y como periostio del hueso y se halla insertado con tanta firmeza que no se mueve ni siquiera con la más vigorosa masticación. En la periferia el paladar duro se fusiona con las encías, que son una mucosa bastante insensible dispuesta a lo largo de los bordes alveolares de las quijadas.

El paladar blando se describe junto con la faringe (p. 133).

Lengua

La lengua ocupa la mayor parte de la cavidad oral, pero también penetra en la orofaringe (fig. 3-8). Cuenta con una raíz y un cuerpo y tiene una punta (apex) libre; es un órgano musculoso capaz de realizar movimientos vigorosos y exactos, como para la prensión, lamida, higiene y manipulación del alimento dentro de la boca, por una parte, y para articular sonidos o lenguaje, por la otra. Esta movilidad se obtiene limitando las inserciones a la parte más caudal, de modo que la punta está libre para desplazarse dentro de la boca y más allá de ella. La raíz de la lengua se inserta en el hueso hioides y el cuerpo en la mandíbula. La lengua también es sostenida por el par de músculos milohioideos que la mantienen levantada entre los cuerpos de la mandíbula. En particular en el perro, la lengua se usa para disipar calor mediante el jadeo, proceso que es facilitado por la abundantísima irrigación sanguínea y por numerosas anastomosis arteriovenosas (p. 248).

La forma general de la lengua concuerda con la de la cavidad oral. La punta está comprimida en dirección dorsoventral y la porción media que le sigue es de corte un tanto triangular (está unida al piso de la boca por un pliegue mucoso o frenillo), en tanto que la raíz posee un ancho uniforme para permitir la entrada de los múscu-

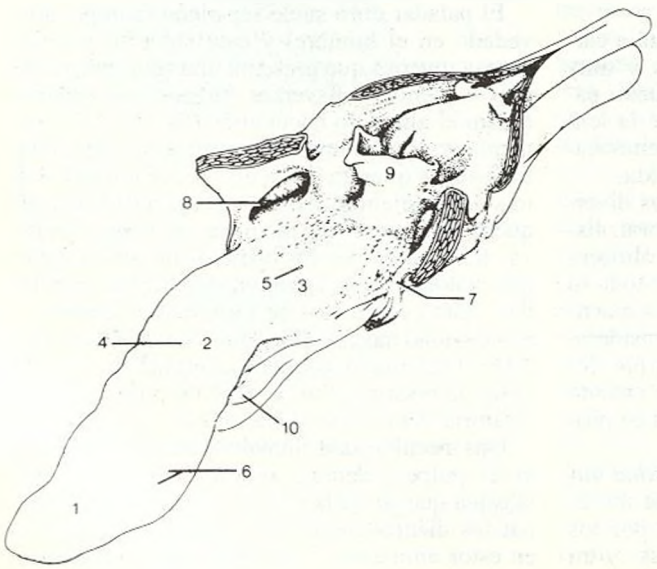


Fig. 3-8. Lengua del perro. El paladar blando y el esófago han sido seccionados en el plano mediano.

1, punta; 2, cuerpo; 3, raíz, forma el piso de la orofaringe; 4, surco mediano; 5, papilas circunvaladas; 6, papilas fungiformes; 7, arco palatogloso; 8, amígdala palatina en la fosa amigdalina; 9, epiglotis; 10, frenillo.

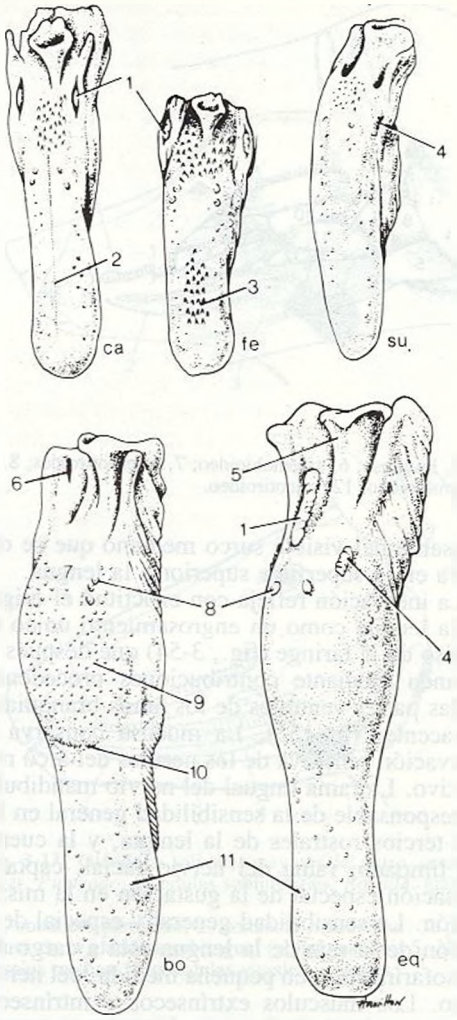


Fig. 3-9. Vista dorsal de la lengua y epiglotis del perro, gato, cerdo, buey y caballo.

1, amígdala palatina; 2, surco mediano; 3, papilas filiformes; 4, papilas foliadas; 5, epiglotis; 6, seno amigdalino; 7, raíz de la lengua; 8, papilas circunvaladas; 8, torus lingual; 10, fosa lingual; 11, papilas fungiformes.

los que corren hacia adelante desde el hueso hioides. También hay unas reflexiones de mucosa (arcos palatoglosos, fig. 3-8[7]) que transcurren desde cada lado de la raíz para unirse al paladar blando y delimitar la salida de la boca.

La mucosa es fuerte y está adherida con firmeza en los sitios donde ocurren contactos reiterados con alimentos abrasivos, pero es más laxa y menos queratinizada donde el alimento es más blando o existe protección. Gran parte de su superficie se halla cubierta por una variedad de papilas. Algunas, como las blandas papilas filiformes dispersas ampliamente en la

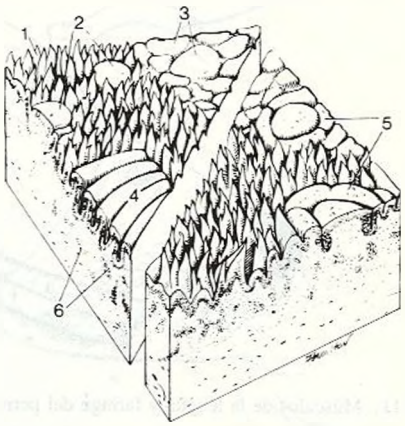


Fig. 3-10. Diversas papilas linguales.

1, papilas filiformes; 2, papilas fungiformes; 3, papilas lentiformes; 4, papilas foliadas; 5, papilas circunvaladas; 6, glándulas.

lengua humana, ofrecen protección adicional; las duras papilas cónicas de la lengua del gato tan eficientes para raspar, son una versión agrandada de las papilas filiformes. Otras papilas poseen yemas o botones gustativos y tienen una distribución más limitada característica de cada especie (fig. 3-9); sus nombres –fungiformes, foliadas y circunvaladas– describen bien sus formas (fig. 3-10). Debajo del epitelio existen unas pocas glándulas salivales pequeñas (fig. 3-10[6]).

La mayor parte de la lengua consiste en músculo, por lo general dividido en grupos intrínsecos y extrínsecos. Existen cuatro pares de músculos extrínsecos (fig. 3-11). Uno, el geniohioideo, está un tanto aparte y corre desde la parte incisiva de la mandíbula hasta el cuerpo del hueso hioides, de modo que está debajo de la lengua y no dentro de ella. Este músculo desplaza el hioides y, por ende, la lengua hacia adelante. El geniogloso tiene un origen más dorsal que el geniohioideo y primero transita hacia atrás debajo del piso de la boca para después dividirse en fascículos que se abren en abanico hacia arriba en el plano sagital. Los fascículos que van hacia adelante hasta la punta de la lengua, la retraen; los que van hacia la raíz arrastran toda la lengua hacia adelante y el grupo medio pasa hacia la superficie superior (dorso), a la cual puede deprimir. Los otros dos músculos se originan en el aparato hioideo. El hiogloso nace en el basihioides y corre hacia adelante, por lateral del geniogloso; el estilogloso se origina en el estilohioides, pero más afuera. Ambos músculos traccionan la lengua hacia atrás, pero de maneras bastante distintas

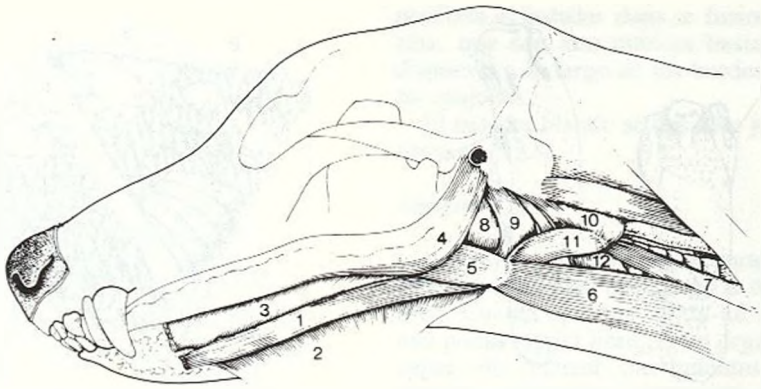


Fig. 3-11. Músculos de la lengua y faringe del perro.

1, geniohioideo; 2, milohioideo; 3, geniogloso; 4, ostilogloso; 5, hiogloso; 6, esternohioideo; 7, esternotiroideo; 8, 9, hiofaríngeo (dos partes); 10, tirofaríngeo; 10', cricofaríngeo; 11, tirohioideo; 12, cricotiroideo.

porque el estilogloso tiende también a elevarla simultáneamente. El músculo intrínseco está dispuesto en haces que corren en forma longitudinal, transversal y vertical (fig. 4-2). La contracción simultánea de los fascículos transversos y verticales endurece la lengua.

Los fascículos musculares se hallan entremezclados con considerable cantidad de grasa y esto imparte una consistencia y sabor característicos a la lengua cocida. Esta grasa es muy resistente a la movilización en la inanición.

El perro es el único animal doméstico en el cual la parte ventral de la lengua contiene una condensación fibrosa prominente, la lyssa, que se reconoce con facilidad a la palpación. Un tabique fibroso que parte de este elemento es responsable del visible surco mediano que se observa en la superficie superior a la lengua.

La inervación refleja con exactitud el origen de la lengua como un engrosamiento único en el piso de la faringe (fig., 3-54) que después se agranda mediante contribuciones procedentes de las partes ventrales de los arcos branquiales adyacentes (p. 155). La mucosa conserva la inervación sensitiva de los nervios del arco respectivo. La rama lingual del nervio mandibular es responsable de la sensibilidad general en los dos tercios rostrales de la lengua, y la cuerda del tímpano, rama del nervio facial, capta la sensación especial de la gustación en la misma región. La sensibilidad general y especial de la región de la raíz de la lengua está a cargo del glosofaríngeo y, en pequeña medida, del nervio vago. Los músculos extrínsecos e intrínsecos son inervados por el nervio hipogloso, aunque es probable que las fibras sensoriales que parten de los husos y otros receptores de estos músculos viajen principalmente por el nervio lingual.

Relativamente una pequeña parte del *piso de la boca* queda accesible en las áreas rostral y laterales respecto de las inserciones de la lengua. El área libre más grande está a ventral de la punta, detrás de los dientes incisivos. Aquí la mucosa cubre la parte incisiva de la mandíbula directamente, pero en otras partes está aplicada sobre el músculo y el piso cede. Los rasgos más destacados son unas protuberancias carnosas o carúnculas detrás de los incisivos centrales; en ellas están los orificios comunes de los conductos salivales mandibulares y sublinguales mayores (figs. 3-3 y 3-12). En algunas especies unas elevaciones seriadas mucho más pequeñas a cada lado del frenillo señalan la desembocadura de los conductos menores de la glándula sublingual. El músculo milohioideo

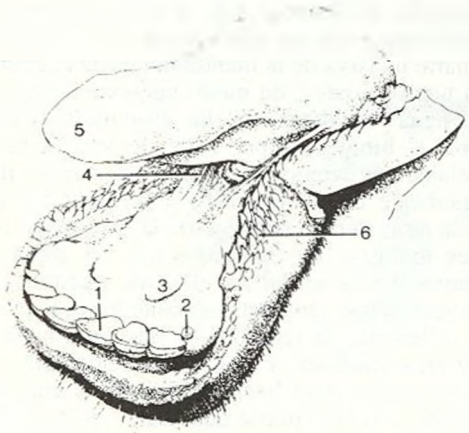


Fig. 3-12. Piso de la cavidad oral y punta de la lengua del buey.

1, primer diente incisivo; 2, cuarto diente incisivo (canino), 3, carúncula sublingual; 4, frenillo; 5, punta; 6, papila yugal.

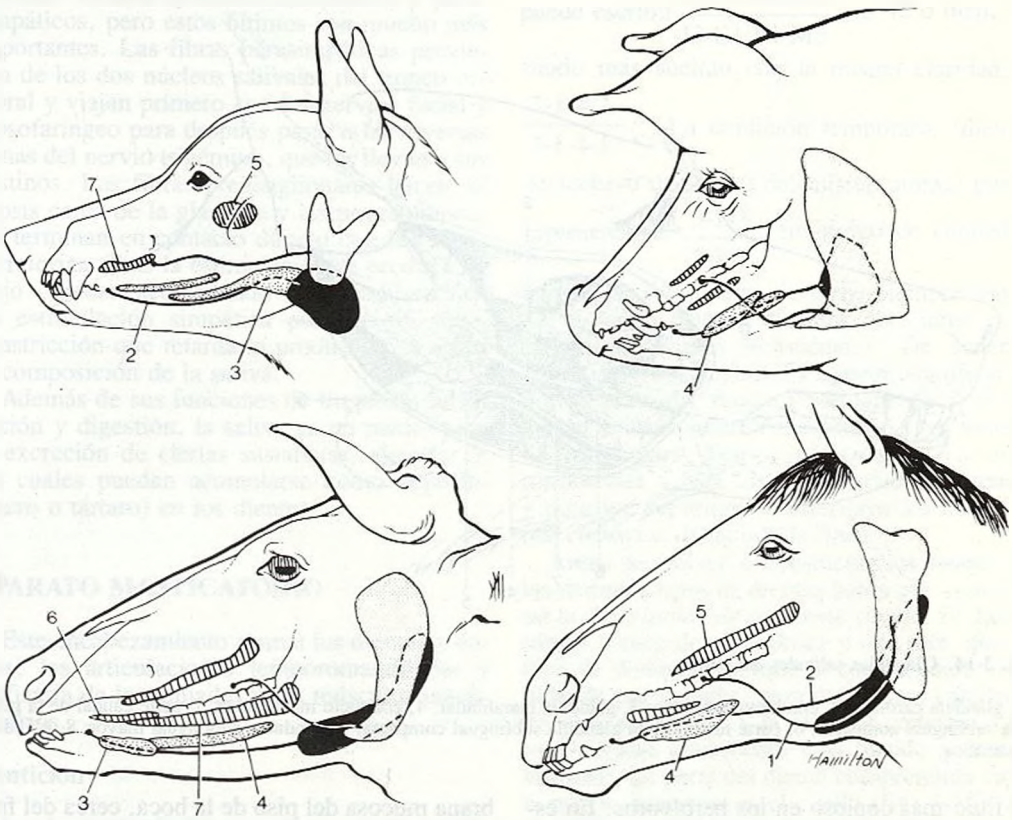


Fig. 3-13. Glándulas salivales mayores del perro, cerdos, buey y caballo. *Gris*: glándula parótida. *Negra*: glándula mandibular. *Punteado*: glándulas sublinguales. *Rayado*: glándulas yugales (gll. buccales).

1, conducto parotídeo; 2, conducto mandibular; 3, parte compacta de la glándula sublingual (monostomática); 4, parte difusa de la glándula sublingual (polistomática); 5, glándula cigomática (perro); glándulas yugales dorsales; 6, glándulas yugales medias; 7, glándulas yugales ventrales.

pasa debajo de la mucosa y de la lengua desde una inserción lineal en la cara medial de la mandíbula para ir al encuentro de su homólogo del otro lado en un rafe mediano; ambos músculos juntos suspenden la lengua en una hamaca muscular (fig. 3-23[4]). Este músculo es inervado por el nervio mandibular y tiene una participación importante en la iniciación de la deglución (p. 136).

Glándulas salivales

En la cavidad bucal desemboca gran cantidad de glándulas salivales. Su secreción, la saliva, mantiene húmedo el interior de la boca y al mezclarse con el alimento facilita la masticación; cuando eventualmente se forma el bolo de alimento listo para deglutir, la saliva lubrica su pasaje.

Se describieron pequeñas glándulas salivales en los labios, mejillas y lengua, pero también hay otras en el paladar blando, faringe y esófago. Aunque individualmente no tienen importancia, su contribución colectiva tiene que ser considerable. Sin embargo, la mayor parte de la saliva proviene de ciertas glándulas más grandes que están a mayor distancia de la cavidad bucal, en la cual drenan por medio de conductos más largos (fig. 3-13). A diferencia de las glándulas menores, que en su mayor parte producen una secreción mucosa, algunas de estas glándulas mayores elaboran un líquido más acuoso (seroso) que contiene la enzima tialina, que cumple un papel menor en la digestión de los hidratos de carbono.

La *glándula parótida*, que es puramente serosa en la mayoría de las especies, aunque no en el perro; se llama así por su relación con el oído ya que está moldeada en torno de la parte ventral del cartílago auricular (fig. 3-14). En el perro es pequeña y se confina a la vecindad del cartílago. Como la secreción serosa de la parótida es importante para humedecer y ablandar el alimento, la glándula es más grande y produce

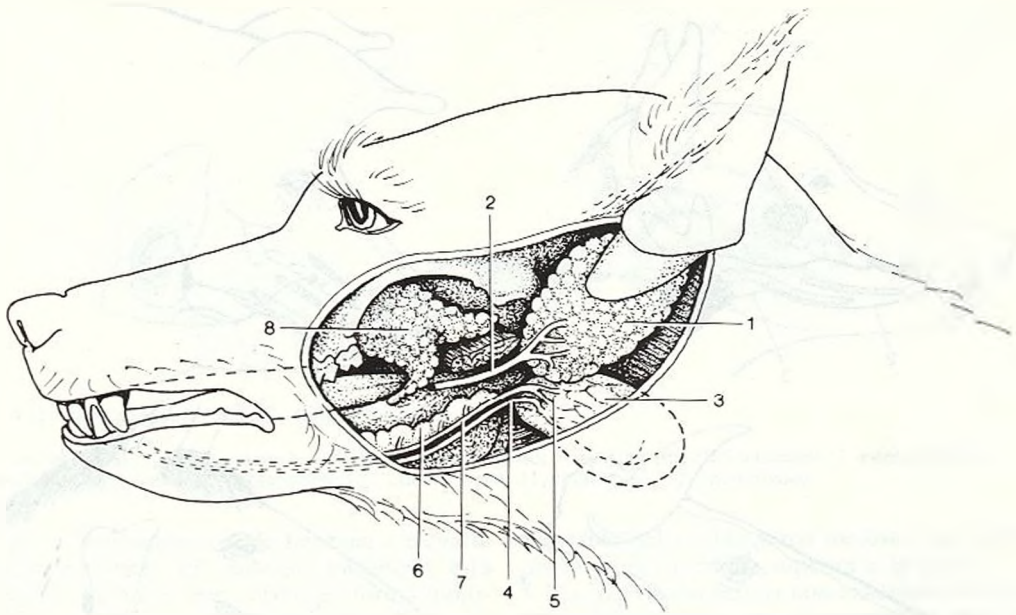


Fig. 3-14. Glándulas salivales del perro.

1, glándula parótida; 2, conducto parotídeo; 3, glándula mandibular; 4, conducto mandibular; 5, parte caudal de la glándula sublingual compacta; 6, parte rostral de la glándula sublingual compacta; 7, conducto sublingual mayor; 8, glándula cigomática.

un flujo más copioso en los herbívoros. En estas especies la parótida se prolonga rostralmente sobre el músculo masetero, ventralmente hacia el ángulo de la mandíbula y caudalmente hacia la fosa atlántica. En todas las especies está dentro de una cubierta aponeurótica que envía trabéculas hacia su espesor para dividirla en lobulillos bien delimitados.

Los conductos colectores principales acompañan a estas trabéculas y eventualmente convergen para formar un solo conducto que sale por la cara craneal de la glándula. En el perro este conducto toma por un atajo a través de la superficie lateral del masetero para desembocar en el vestíbulo de la boca frente al cuarto diente premolar superior. En los animales domésticos más grandes este conducto sigue un recorrido más largo, pero más protegido, por medial del ángulo de la mandíbula y entra en la cara a través del margen rostral del masetero.

La *glándula mandibular* produce una secreción mucosa y serosa mixta. En general es más pequeña que la parótida, más compacta y está cerca del ángulo de la mandíbula. Es un elemento ovoide moderadamente grande y muy regular en el perro. También es mucho más grande en los herbívoros, en los cuales adopta una posición más profunda. La glándula también drena por medio de un solo conducto grande que corre por el lado ventral de la membrana mucosa del piso de la boca, cerca del frenillo de la lengua, para desembocar en la carúncula sublingual (fig. 3-12).

La *glándula sublingual* también suele ser mixta y a veces consiste en partes, una compacta que desemboca por medio de un solo conducto (monostomática) y otra difusa que lo hace por medio de varios conductos pequeños (polistomática). En el perro la parte compacta está aplicada sobre el extremo rostral de la glándula mandibular, con la cual aparenta continuarse. El conducto que sale de esta parte corre cerca del conducto mandibular y descarga junto a él o por medio de una abertura común. La parte difusa, única que existe en el caballo, es una fina lonja que está debajo de la mucosa del piso oral y sus múltiples conductos desembocan junto al frenillo.

Normalmente el flujo de saliva es ininterrumpido, aunque su cantidad es influida por muchos factores. Disminuye por la ansiedad o el miedo y puede cesar del todo si el cuerpo está deshidratado, y la consiguiente sequedad de la boca acentúa la sensación de sed. Aumenta cuando se introducen sustancias en la boca, aunque no sean comestibles, pero el mejor estimulante es el alimento. También son estímulos eficaces los acontecimientos que indican una ingestión inminente. La magnitud de la secreción es regida por la inervación. Las glándulas

salivales reciben estímulos simpáticos y parasimpáticos, pero estos últimos son mucho más importantes. Las fibras parasimpáticas provienen de los dos núcleos salivales del tronco cerebral y viajan primero con los nervios facial y glosofaríngeo para después pasar a las diversas ramas del nervio trigémino, que las llevan a sus destinos. Las fibras preganglionares hacen sinapsis cerca de la glándula y las posganglionares terminan en contacto directo con las fibras secretorias. Tras la estimulación se produce un flujo copioso acompañado de vasodilatación. La estimulación simpática produce un vasoconstricción que retarda la producción y altera la composición de la saliva.

Además de sus funciones de limpieza, lubricación y digestión, la saliva es un medio para la excreción de ciertas sustancias, algunas de las cuales pueden acumularse como depósito (sacro o tártaro) en los dientes.

APARATO MASTICATORIO

Este encabezamiento abarca los dientes y encías, las articulaciones temporomandibular y sinfisaria de las quijadas y los músculos masticatorios.

Dentición

La *dentición* de los mamíferos posee ciertos rasgos que, en combinación, si no en forma individual, establecen el diagnóstico de la clase. El total de dientes se limita a una cantidad bastante pequeña porque raras veces es mayor de 44 en la dentición permanente, que es fija para cada especie, aunque pueden ocurrir variantes menores. A diferencia de lo que sucede en la mayoría de los otros vertebrados, los dientes se desarrollan de maneras muy distintas en las diferentes regiones de la boca para el mejor cumplimiento de funciones especiales; esto, que se conoce como heterodoncia, permite reconocer los grupos incisivo, canino, premolar y molar. Existe un solo reemplazo de los dientes que brotan primero por un segundo conjunto de dientes más fuertes y mejor adaptados para las quijadas más grandes y la masticación más vigorosa del adulto, estado que se denomina difiodoncia, a diferencia de la polifiodoncia (sucesión múltiple) de la mayoría de los otros vertebrados. Por último, los dientes están implantados en alvéolos dispuestos a lo largo de los bordes de las quijadas, lo cual se describe como tecodoncia.

La cantidad y la clasificación de los dientes en una especie en particular están representadas de manera conveniente en una fórmula. En el perro la fórmula de la dentición permanente se puede escribir $\frac{\text{I3-C1-P4-M2}}{\text{I3-C1-P4-M3}} = 42$ o bien, de modo más sucinto con la misma claridad, y $\frac{3\text{-}1\text{-}4\text{-}2}{3\text{-}1\text{-}4\text{-}3}$. La dentición temporaria (dientes de leche o deciduos) del mismo animal puede representarse $\frac{3\text{-}1\text{-}3}{3\text{-}1\text{-}3}$ sin riesgo de confusión porque en los dientes de leche siempre faltan los molares. Existen diversas notaciones para identificar dientes individuales. De acuerdo con la más conveniente, P^1 puede significar el primer premolar superior permanente, i_2 el segundo incisivo inferior temporario y así sucesivamente: para dientes permanentes se usan mayúsculas y para los temporarios minúsculas y para los superiores e inferiores los números por encima o debajo de la línea.

Antes de volver a considerar los rasgos de los distintos tipos de dientes habrá que considerar la *descripción de un diente simple*. El diente (dens) consta de una córnea y una raíz, que es fácil de distinguir porque la corona suele estar rodeada por esmalte, material blanco calcificado muy resistente, y la raíz por cemento, que es un tejido amarillento más blando y menos brillante. La parte del diente comprendida entre la raíz y la corona es el cuello (fig. 3-15). En el cuello pueden ocurrir ciertas variaciones de la estructura porque el cemento y el esmalte comúnmente están en contacto entre sí, pero el cemento puede cubrir al esmalte, mientras que en ocasiones ambos tejidos no se unen y queda expuesta una angosta franja de dentina, que es el tercer tejido calcificado del diente. La dentina, que también se conoce como marfil, provee la mayor parte de la sustancia del diente y posee una pequeña cavidad central que aloja la pulpa de tejido conectivo. La pulpa se continúa con un conducto que está en la raíz del diente, que se fusiona con el tejido conectivo de la profundidad del alvéolo dental.

En la figura 3-15 se ilustra el estado idealizado en el cual la encía (gingiva) rodea al cuello, y la corona corresponde a la parte expuesta del diente. Las encías pueden retraerse a medida que avanza la edad, exponiendo la parte cervical de la raíz, en un estado que es común en los ancianos, de los cuales se dice, por esta razón, que "son largos de dientes". El estado contrario, en el que parte de la corona cubierta por esmalte queda oculta debajo de la línea de la encía, ocurre en muchos mamíferos; en este caso gran parte de al corona se mantiene en reserva al principio para ser expelida poco a poco a medida que la superficie masticatoria se desgasta. Se dice que estos dientes de corona alta

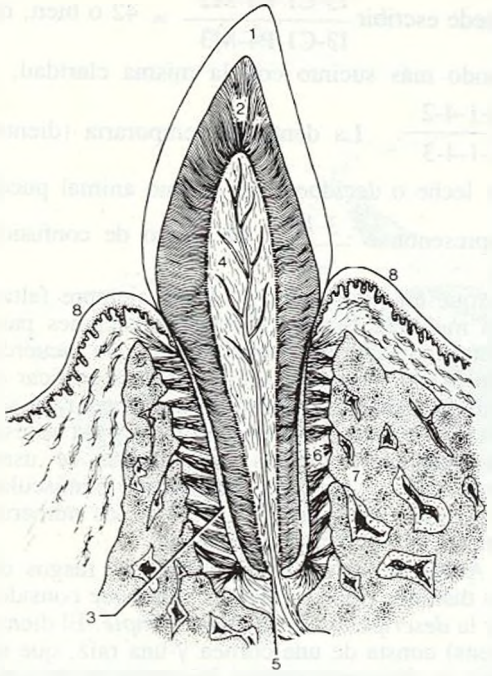


Fig. 3-15. Corte esquemático longitudinal de un diente simple.

1, esmalte; 2, dentina; 3, cemento; 4, pulpa; 5 agujero apical; 6, ligamento periodontal; 7, alvéolo; 8, encía.

son hipsodontos (o hipseledontos) y son característicos de los herbívoros, que consumen alimentos abrasivos. Hasta en especies como el hombre o el perro, que tienen dientes de corona baja (braquidontos) que se prestan para consumir dietas más blandas que causan menos desgaste, es común que una parte de la región cubierta por el esmalte esté debajo de la encía cuando se empieza a usar el diente. Por esta razón es útil distinguir a la "corona clínica" de la corona anatómica porque lo primero especifica la parte expuesta del diente cualquiera que sea su estructura, mientras que lo segundo indica la parte cubierta por esmalte, cualquiera que sea su localización (fig. 3-16).

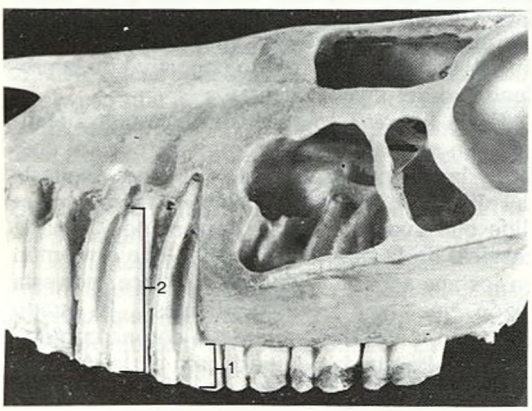


Fig. 3-16. Dientes premolares expuestos en el maxilar de un caballo. La parte que sobresale encima de la encía es la corona clínica (1) y toda la parte cubierta por esmalte es la corona anatómica o cuerpo (2) del diente.

Para hacer la descripción detallada de la corona se requiere algún sistema que indique sus diversas superficies. Los términos usuales de la posición relativa son inadecuados para este fin porque la línea curva que sigue la fila dentaria (arcada) altera la orientación de las superficies equivalentes de los dientes sucesivos de la serie. Los términos menos ambiguos son vestibular (labial, yugal) y lingual y mesial y distal, cuyo uso se indica en la figura 3-20. En los casos en que dientes adyacentes se tocan, las superficies mesial y distal respectivas pueden denominarse superficies de contacto. El área de trabajo, si es extensa y no un simple borde cortante, se conoce como superficie oclusal o masticatoria.

El *esmalte* es un tejido densamente calcificado de origen ectodérmico. Como es acelular, no puede reaccionar a los traumatismos; es decir, no puede regenerarse para cerrar un orificio ni reparar una fractura. Como está expuesto a un trato rudo tiene que ser muy duro; en realidad es el más duro de todos los materiales biológicos. Sin embargo, a pesar de esto la envoltura de esmalte puede violarse eventualmente y dejar expuesta la dentina, que es más blanda y se desgasta más pronto. Por lo tanto, el espesor y la resistencia del esmalte determinan en gran medida la duración útil del diente braquidonto. En las especies en que la corona dentaria es alta y sólo pasa gradualmente por encima de la línea de la encía, el esmalte puede plegarse de manera muy complicada; esto acrecienta la eficiencia de la superficie masticatoria porque la resistencia despareja de los tejidos expuestos al abrirse la cubierta de esmalte origina unas crestas irregulares (fig. 3-21).

El *cemento* es el menos duro de los tejidos calcificados del diente y por su estructura semeja hueso, aunque no tiene una organización tan regular. El depósito inicial sobre la raíz es fino, pero a medida que continúa depositándose más cemento durante la vida, puede formar una costra muy gruesa. Del cemento parten fibras colágenas hacia el ligamento o membrana periodontal (periodontium), tejido conectivo especializado que sujeta el diente en su alvéolo. Aunque es similar al hueso en cuanto a su estructura y desarrollo, el cemento difiere en un sentido importante porque es relativamente inmune a la erosión por la presión. Los ortodoncistas aprovechan esta característica para ajus-

tar la posición de un diente en su lugar colocando un aparato que presiona al diente contra la pared alveolar. Si se la ajusta correctamente, esta presión erosiona al hueso pero deja el diente intacto y libre para desplazarse hacia el espacio así creado. Esta falta de respuesta a la presión es relativa y no absoluta porque si la presión es excesiva se produce resorción; en efecto, las raíces de los dientes temporarios se resorben por la presión ejercida por los dientes permanentes que empujan desde bajo y habrán de reemplazarlos.

La *dentina* también es similar al hueso porque posee una matriz calcificada rica en colágeno. En el hueso los osteoblastos quedan aprisionados en la matriz, pero las células que producen dentina (odontoblastos) retroceden ante la dentina neoformada y quedan como una capa continua en la superficie que reviste la cavidad dental (pulpa). Los odontoblastos conservan su capacidad productiva para toda la vida y la producción lenta pero incesante de dentina secundaria, con la consiguiente reducción de la cavidad dental, continúa hasta la senectud. Este proceso puede acelerarse cuando el daño local o la abrasión de la corona amenaza con exponer la pulpa. La dentina secundaria se reconoce con facilidad porque es más oscura. Aunque se lo discutió por mucho tiempo, en la actualidad se suele creer que unas finas prolongaciones nerviosas penetran en la dentina desde la pulpa.

La *cavidad dental* refleja la forma externa del diente y envía una rama dentro de cada elevación importante de la corona y a través de un estrecho conducto en la raíz para desembocar en el agujero apical; en los casos en que existe más de una raíz, cada una contiene un conducto que se comunica con la cavidad central.

La *pulpa* que llena este espacio es un tejido conectivo muy delicado marginado por la capa de odontoblastos y ricamente vascularizado. También existe un plexo linfático, aunque es difícil demostrarlo. Dentro de la pulpa corren numerosos nervios; algunos son vasomotores, aunque la mayoría son sensoriales y poseen terminaciones que pueden estimularse de diversas maneras. Cualquiera que sea el estímulo –térmico, mecánico o químico– la sensación que se percibe es dolorosa; como la pulpa está contenida dentro de paredes rígidas, basta una tumefacción inflamatoria mínima para que suscite dolor inmediatamente.

Cada diente está implantado en un alvéolo individual en el margen de cada quijada. La forma del alvéolo concuerda con la forma de la raíz y, por ende, a menudo es ramificada e irregular. En los sitios donde los dientes están muy cerca entre sí, los tabiques que separan los alvéolos adyacentes pueden ser muy delicados y hasta defectuosos. Típicamente la cavidad está revestida por una fina lámina de hueso compacto perforado para dar paso a los vasos y nervios que nutren el alvéolo y el diente. La superficie externa de la lámina puede estar sujeta por trabéculas de hueso esponjoso que corren hacia la superficie del hueso o se irradian hacia las partes circundantes; en cambio, donde el margen alveolar es estrecho, la lámina se fusiona con la compacta externa del hueso. El diente se inserta en el alvéolo por medio del fuerte ligamento periodontal fibroso. Este último es particularmente rico en fibras colágenas que se insertan en el cemento y en el hueso alveolar y está orientado de manera que el diente se halla suspendido en una cincha; las fuerzas de la masticación, que tienden a introducir el diente a mayor profundidad en el alvéolo, se transforman en tensión sobre la pared alveolar. Esto permite que el diente posea cierta movilidad, aunque muy limitada, y es normal que ocurra una ligera rotación e inclinación al masticar.

Los vasos y nervios de los dientes provienen de los troncos principales (arterias, venas y nervios alveolares superiores* e inferiores) que corren por conductos en las quijadas.

La *erupción* de los dientes es un proceso complicado y controvertido en el que intervienen varios factores: crecimiento de la raíz, crecimiento del hueso, proliferación pulpar, presión de los tejidos y tracción periodontal. Aunque su importancia relativa es discutible, es probable que la última sea la más importante. Los dientes temporarios ascienden en las quijadas después de haberse completado la corona pero antes de que se forme la raíz; este proceso hace que el diente se aproxime más a la superficie y provea el espacio necesario para que se forme la raíz. El desplazamiento de la corona es facilitado por un aflojamiento del tejido conectivo del folícula dental (p. 156) y la encía y por la presencia de restos de epitelio de la lámina dental que definen la línea del pasaje. Sin embargo, si estos restos son grandes y quísticos, como sucede a veces, pueden obstruir el desplazamiento del diente y desviarlo de su recorrido, en lugar de facilitarlo, originando anomalías de localización y espaciamiento. La retención de una cobertura epitelial sobre la corona no erupcionada asegura que no ocurra ninguna solución de continuidad cuando el diente irrumpe hasta la superficie porque este resto del órgano del esmalte se fusiona con el epitelio de las encías en torno del diente (fig. 3-17).

La erupción de los dientes permanentes es más complicada porque se desarrollan dentro de unas criptas óseas que son profundas respecto de las raíces de los correspondientes dientes

* *N. del T.* Los nombres oficiales (N.A.V.) para los troncos principales son infraorbitario y alveolar inferior.

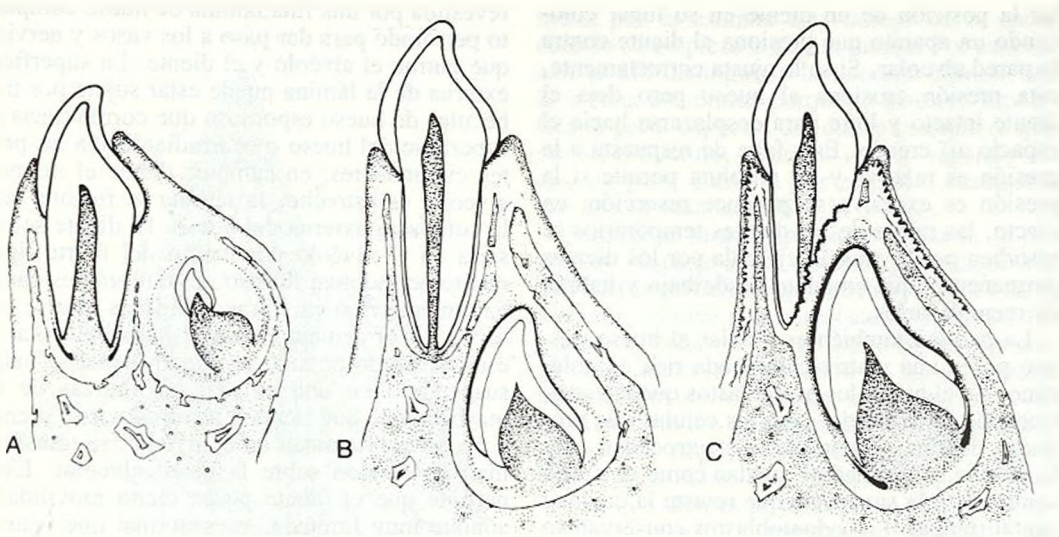


Fig. 3-17. Esquema de la erupción y reemplazo de los dientes. *A*, erupción de un diente deciduo. El primordio del diente permanente está en el lado lingual del diente deciduo. *B*, diente deciduo plenamente desarrollado dentro de un alvéolo óseo. Ya se ha formado la corona del diente permanente. *C*, el diente permanente está listo para erupcionar. Se ha resorbido la raíz del diente deciduo y progresa la formación de la raíz del diente permanente.

temporarios. A los efectos de erupcionar tienen que escapar de este confinamiento y desplazar a sus predecesores. La erosión del techo y el ajuste incesante de las paredes del alvéolo ocupado ocurren merced a los procesos usuales de remodelamiento óseo y no sería exagerado decir que el diente permanente y su alvéolo migran como una sola unidad a través del hueso para introducirse en el alvéolo del diente temporario. El diente de reemplazo presiona entonces contra la raíz del diente temporario, ocasionando su resorción. La inserción del diente temporario se afloja y esto permite que se desplace y adquiera creciente movilidad durante la masticación, de modo que no tarda en desprenderse y el diente permanente asciende entonces hasta su sitio. La erupción correcta de los dientes permanentes depende de que los dientes temporarios mantengan los lugares que ellos habrán de ocupar porque si estos últimos se pierden prematuramente los alvéolos se rellenan de hueso y esto hace que a los dientes permanentes les resulte difícil establecer sus relaciones oclusales correctas.

La *dentición del perro* es relativamente sencilla pero se adapta bien a los hábitos de alimentación de esta especie (fig. 3-18). Los incisivos son pequeños, a modo de clavijas, y están hacinados en la parte rostral de cada quijada. Al producirse la erupción, cada incisivo superior presenta una corona trilobulada dotada de un borde cortante labial. Los incisivos inferiores son bilobulados. Estos rasgos desaparecen a medida que el desgaste reduce el diente a una simple clavija prismática. El nombre "incisivo" sugiere que estos dientes se usan para dividir el alimento antes de introducirlo en la boca, pero en esta especie los dientes más posteriores de la boca producen un corte más eficiente y los incisivos se utilizan principalmente para mordisquear y limpiarse el pelaje.

Los *dientes caninos* están particularmente bien desarrollados, tanto que el nombre genérico (*Canis*), de los animales similares al perro, provee el nombre por el cual se conoce a este diente en todos los mamíferos. Los caninos son unos dientes grandes, curvos y comprimidos lateralmente, su forma es sencilla y pueden infligir una herida profunda; se usan con fines de agresión y sujeción. Gran parte de cada canino está implantada en la quijada; la extensión y posición de la parte incluida del canino superior se reconoce por una cresta ósea que está encima del alvéolo.

Los dientes premolares y molares constituyen en conjunto los "dientes malares", término más común y más útil en las descripciones de la dentición de las especies herbívoras, en las cuales ambos grupos se han asimilado mutuamente en cuanto a forma y función. En todos los mamíferos los primeros dientes malares (cuatro como máximo) están representados en ambas denticiones y pertenecen al grupo premolar, mientras que los restantes (tres como máximo) sólo están representados en la dentición permanente y se conocen como dientes molares. Los *premolares* del perro forman una serie irregular pero bastante próxima de piezas de creciente tamaño y com-

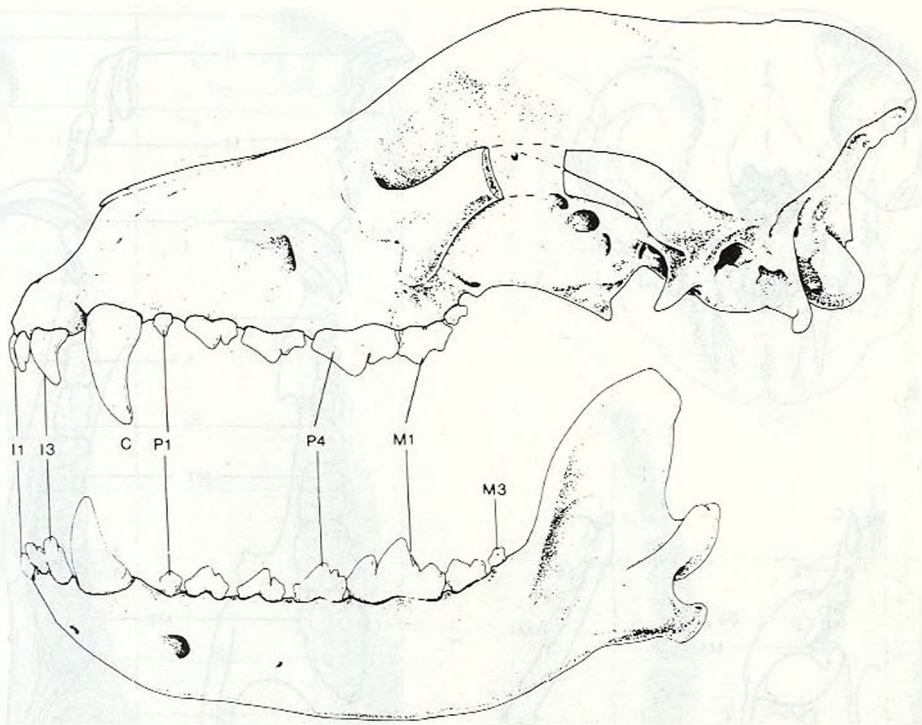


Fig. 3-18. Vista lateral de la dentición permanente del perro.

plejidad. Las cúspides o saliencias de las coronas individuales están alineadas la una detrás de la otra para formar un borde cortante serrado discontinuo que semeja más bien la tijera dentada de los modistos y es eficaz por la misma razón, porque la elongación de la hoja permite hacer un corte más rápido y neto, en tanto que las depresiones contribuyen a mantener el alimento en su sitio. Los *molares*, que son más caudales, también poseen potencial cortante, pero están desarrollados en particular para aplastar y se distinguen por sus superficies masticatorias más extensas y más anchas. Las cúspides o elevaciones están dispuestas de manera que se hallan reproducidas fielmente en los dientes de todos los miembros de cada especie; sus homólogos pueden reconocerse, aunque a veces sólo con gran dificultad, en los dientes de otros mamíferos.

La mayoría de los dientes malares, a diferencia de los incisivos y caninos, tienen más de una raíz. Las raíces múltiples, en especial si son divergentes, proveen una fijación más firme pero dificultan la extracción o la imposibilitan si no se secciona primero la corona en porciones correspondientes a las raíces individuales.

La *dentición del gato* está reducida $\frac{3\text{-}1\text{-}3\text{-}1}{3\text{-}1\text{-}2\text{-}1}$ en la dentición permanente (fig. 3-19). Se halla más adaptada todavía para una dieta a base de carne porque la reducción de la serie molar ha eliminado en gran medida la capacidad de aplastamiento que tiene la dentición del perro. La acción cortante de los dientes malares del gato ha hecho que se los describa como "secodontos"; la estructura de finalidad dual de los molares del perro se describe mejor como tubérculo sectorial. Los incisivos del gato son notablemente pequeños y los caninos relativamente grandes.

La dieta es mucho más abrasiva y requiere mucho más aplastamiento y molienda en otras especies domésticas, de modo que la dentición está modificada según corresponda. En los últimos capítulos presentamos los detalles; por ahora basta señalar solamente los rasgos más sobresalientes.

En la *dentición del cerdo* las anchas coronas de los dientes malares entrañan una intrincada formación de cúspides romas que las convierten en instrumentos trituradores muy eficaces; se dice que los dientes de este tipo son bunodontos (fig. 3-20). Los dientes caninos de esta especie permanecen abiertos en el extremo incluido (raíz), de modo que la acreción de tejidos dentarios continúa durante toda la vida del animal. Este crecimiento persistente, sumado a su forma curva, les permite adoptar formas muy llamativas en los individuos mayores, en particular los verracos.

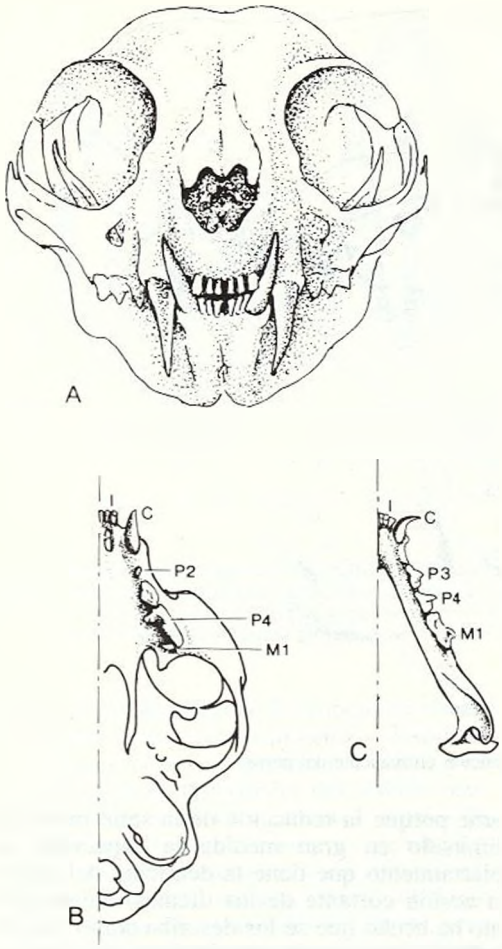


Fig. 3-19. Dentición permanente del gato. *A*, vista rostral. *B*, quijada superior. *C*, quijada inferior (mandíbula).

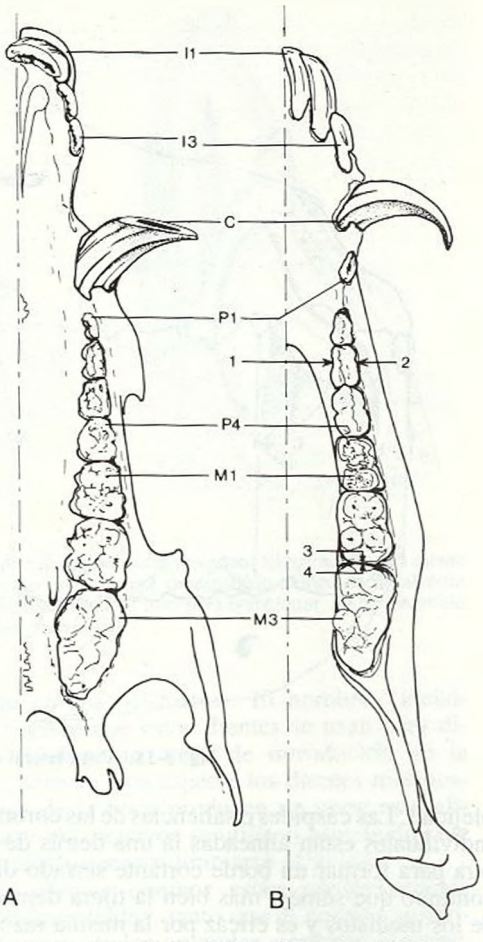


Fig. 3-20. Dentición permanente del cerdo; quijadas superior (*A*), e inferior (*B*) (mandíbula).

1, superficie lingual; 2, superficie vestibular; 3, superficie distal; 4, superficie mesial.

Las otras especies tienen una dieta herbívora más restringida que el cerdo, que es omnívoro, y la *dentición de los caballos y rumiantes* debe compensar un continuo y considerable desgaste en las superficies masticatorias. Este requisito se cubre con un agrandamiento de estas superficies, con una mayor altura de las coronas, que sólo se expelen gradualmente (el desarrollo tardío de las raíces permite que el crecimiento prosiga hasta algunos años después de haber empezado a desgastarse los dientes), y, más que nada, con un complicado plegamiento del esmalte. Este plegamiento acarrea dos consecuencias importantes: aumenta la cantidad del componente más duro y duradero del diente que está expuesto y reduce así la celeridad del desgaste, y, segundo, provee una alternancia de materiales más duros y más blandos que, por desgastarse con distinta celeridad, producen una superficie masticatoria despareja que permite el raspado (figs. 3-21 y 3-22).

Articulaciones de las quijadas

Aunque se acostumbra describir dos *articulaciones temporomandibulares*, es más correcto considerarlas dos mitades ampliamente separadas de una sola articulación condílea (p. 34). No cabe duda de que el movimiento de un lado debe acompañarse por movimiento, no idéntico, necesariamente, en el otro lado.

Las superficies articulares son provistas por la cabeza (caput mandibulae), que está en una apófisis dorsal de la rama de la mandíbula y la fosa mandibular del cráneo, carilla formada principalmente por la escama del hueso temporal, aunque a veces se extiende más allá de ella. Las formas de ambas superficies reflejan los hábitos de alimentación y, en especies como el perro, en que predominan los movimientos de bisagra de la mandíbula, la cabeza adopta la

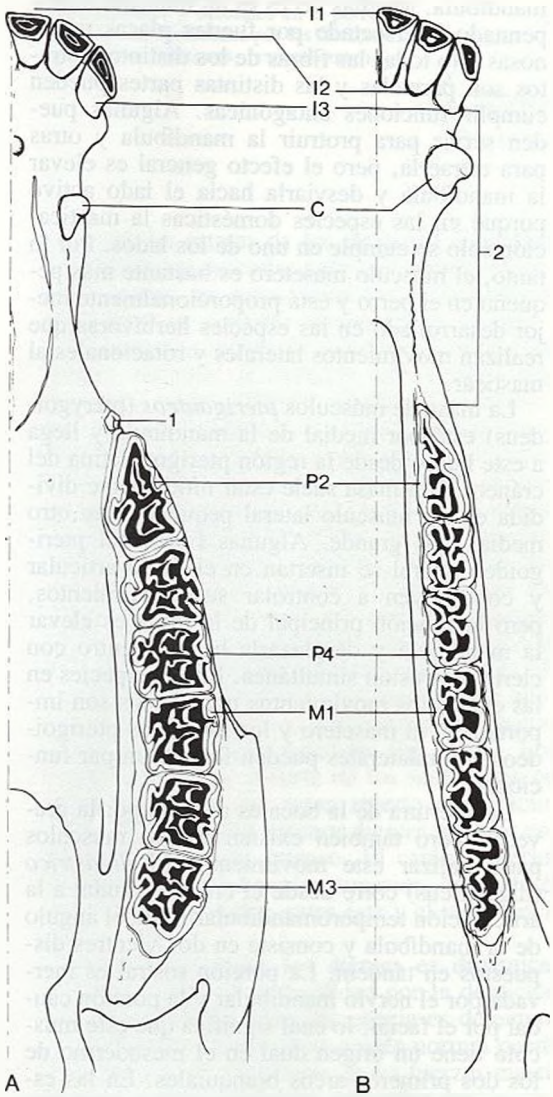


Fig. 3-21. Dentición permanente del caballo, quijadas superior (*A*) e inferior (*B*).

1, diente de lobo (P^1); 2, diastema.

forma de un cóndilo transversal al cual la fosa opone la respectiva gotera (fig. 3-18). La mandíbula no se puede luxar hacia atrás porque después de la fosa mandibular existe una prominente apófisis retroarticular. Una peculiaridad de esta articulación es la presencia de un disco articular fibroso o fibrocartilaginoso que divide la cavidad en un compartimiento superior y otro inferior. Aunque el origen filogenético de esta estructura es discutible, su importancia funcional radicaría en que resuelve los complejos movimientos de la articulación en componentes más simples porque ocurre un

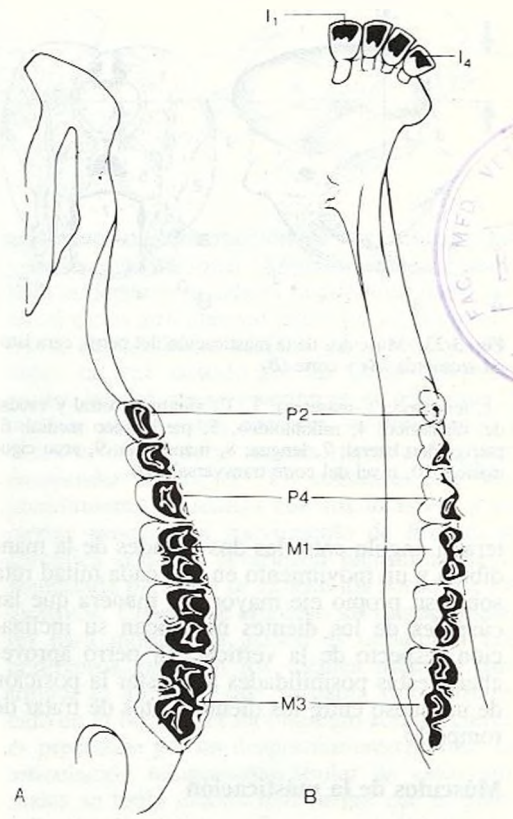


Fig. 3-22. Dentición permanente de los bovinos; quijadas superior (*A*) e inferior (*B*).

movimiento de bisagra entre la mandíbula y el disco, en tanto que en el nivel superior tienen lugar los movimientos de deslizamiento (traslaciones) de la mandíbula en relación con el cráneo. Tal vez porque los movimientos de la mandíbula del perro son tan simples, en este animal el disco es bastante fino y está poco desarrollado. En las especies en las cuales predominan los movimientos de trituración laterales la cabeza de la mandíbula es más grande, la superficie es más aplanada y el disco es más grueso, aunque existen considerables diferencias en los detalles.

En la mayoría de las especies las dos mitades de la mandíbula están firmemente fusionadas, pero en el perro (y los rumiantes) se articulan por medio de una *sínfisis*, que provee una tercera articulación. Esta articulación, a la que se le presta poca atención, permite que ocurran pequeños movimientos que serían importantes para asegurar un ajuste más exacto de las filas de dientes superiores e inferiores y, por ende, un mecanismo cortante más eficaz. Parece ser que pueden ocurrir dos tipos de movimiento en la sínfisis: un movimiento de separación que al-

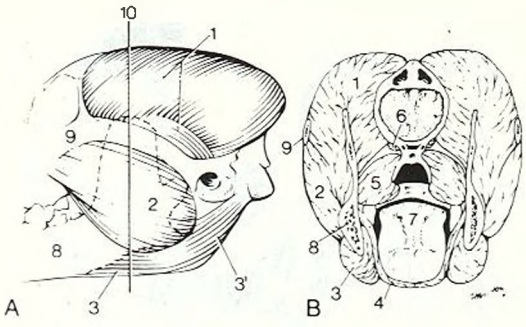


Fig. 3-23. Músculos de la masticación del perro; cara lateral izquierda (*A*) y corte (*B*).

1, temporal; 2, masetero; 3, 3', vientres rostral y caudal del digástrico; 4, milohioideo, 5, pterigoideo medial; 6, pterigoideo lateral; 7, lengua; 8, mandíbula; 9, arco cigomático; 10, nivel del corte transversal (*B*).

tera el ángulo entre las dos mitades de la mandíbula y un movimiento en que cada mitad rota sobre su propio eje mayor, de manera que las cúspides de los dientes modifican su inclinación respecto de la vertical. El perro aprovecharía estas posibilidades al ajustar la posición de un hueso entre los dientes antes de tratar de romperlo.

Músculos de la masticación

Los músculos que aportan las fuerzas masticatorias derivan del primer arco branquial y, de acuerdo con esto, son inervados por el nervio mandibular. Comprenden el temporal, el masetero, el pterigoides mediano y el pterigoideo lateral (fig. 3-23). Normalmente no se incluye en el grupo de los músculos masticatorios a otros músculos que tienen cierta intervención en los movimientos de la mandíbula, en particular para abrir la boca.

El *temporal* (temporalis) se origina en una extensa área de la superficie lateral del cráneo y converge hasta una inserción en la apófisis coronoides de la mandíbula. Al contraerse, la fuerza resultante tracciona la mandíbula hacia arriba y el músculo es particularmente grande en las especies, como perro y gato, en que el movimiento principal de la mandíbula equivale al de una tijera; la saliencia del arco cigomático da una noción de su desarrollo, porque el arco amplio ofrece más espacio para este músculo. Aunque la acción principal consiste en elevar la mandíbula, algunas fibras tienden a arrastrarla hacia adelante y otras a traccionar el cóndilo contra la apófisis retroarticular.

El *masetero* (masseter) está por lateral de la mandíbula. Nace en la región maxilar de la cabeza y del arco cigomático y termina en una amplia inserción en la parte más caudal de la mandíbula. Muchas veces es un músculo multipennado intersectado por fuertes placas tendinosas. No todas las fibras de los distintos estratos son paralelas y las distintas partes pueden cumplir funciones antagónicas. Algunas pueden servir para protruir la mandíbula y otras para retraerla, pero el efecto general es elevar la mandíbula y desviarla hacia el lado activo porque en las especies domésticas la masticación sólo se cumple en uno de los lados. Por lo tanto, el músculo masetero es bastante más pequeño en el perro y está proporcionalmente mejor desarrollado en las especies herbívoras que realizan movimientos laterales y rotacionales al masticar.

La masa de músculos *pterigoideos* (pterygoideus) está por medial de la mandíbula y llega a este hueso desde la región pterigopalatina del cráneo. Esta masa suele estar nítidamente dividida en un músculo lateral pequeño y en otro medial más grande. Algunas fibras del pterigoideo lateral se insertan en el disco articular y contribuyen a controlar sus movimientos, pero la función principal de la masa es elevar la mandíbula y desplazarla hacia adentro con cierta protrusión simultánea. En las especies en las cuales los movimientos transversos son importantes, el masetero y los músculos pterigoideos contralaterales pueden formar un par funcional.

La apertura de la boca es asistida por la gravedad pero también existen ciertos músculos para realizar este movimiento. El *digástrico* (digastricus) corre desde el cráneo, caudal a la articulación temporomandibular hasta el ángulo de la mandíbula y consiste en dos vientres dispuestos en tándem. La porción rostral es inervada por el nervio mandibular y la porción caudal por el facial, lo cual significa que este músculo tiene un origen dual en el mesodermo de los dos primeros arcos branquiales. En las especies en las cuales el esternocefálico tiene una inserción mandibular puede servir para abrir la boca.

En la mayoría de los mamíferos la boca se mantiene cerrada en reposo con la mandíbula sostenida por la actividad tónica de los músculos masticatorios, tal vez asistidos por el cierre hermético creado por la aplicación del dorso de la lengua en el paladar. Las mandíbulas se hallan situadas simétricamente en relación con el plano mediano y las filas de dientes superiores e inferiores están apenas separadas o en suave contacto discontinuo. La arcada que forman los dientes superiores suele ser más ancha que la de los inferiores y las filas de dientes sólo se superponen en parte de su ancho. En algunas especies como la rata, es imposible la oclusión simultánea en las regiones incisiva y molar; en ellas la mandíbula debe avanzar y descender

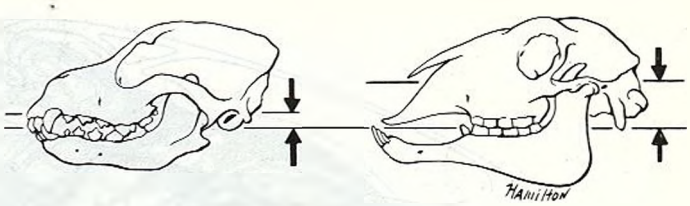


Fig. 3-24. Relaciones de las superficies articulares y oclusales en el perro y en el ovino (indicadas por las flechas superiores e inferiores, respectivamente).

para que las puntas de los incisivos se toquen y retroceder y ascender para que ocurra el contacto molar; en estos animales la mandíbula suele estar en posición intermedia en reposo.

Al aumentar apenas la actividad muscular los dientes entablan un contacto más extenso que se conoce como oclusión céntrica. Las relaciones entre los dientes en esta posición son variables, incluso en el mismo individuo a distintas edades, porque los dientes se coaptan de manera alterada a medida que el desgaste reduce las saliencias más importantes. Es usual encontrar que cada diente malar se coapta con dos dientes de la serie opuesta, de modo que los dientes inferiores suelen ser un poco mesiales respecto de sus equivalentes superiores. En el perro los dientes más grandes, que son el último premolar superior y el primer molar inferior, muerden juntos y constituyen los dientes sectoriales, la cizalla principal (fig. 3-18). Los dientes que están delante de los sectoriales no concuerdan sino que dejan abierto un espacio, en tanto que los dos últimos dientes malares entablan un contacto extenso. El canino inferior asienta delante del canino superior, llenando el espacio comprendido entre éste y el tercer incisivo.

La relación entre los dientes es dinámica, como se aprecia con facilidad por la dentición humana, que con tanta frecuencia es defectuosa. El diente privado de su sostén normal puede desplazarse por influencia de las fuerzas masticatorias, y las presiones ejercidas por los labios, mejillas y lengua también son importantes para mantener el contacto y la alineación normales. De los estudios sobre el desarrollo se desprende con claridad que estas asociaciones se establecen antes de la erupción y que existen factores comunes que controlan el crecimiento de las quijadas y el desarrollo de los dientes, de modo que normalmente existe una relación armoniosa en todas las etapas del desarrollo. Sin embargo, no son raras las anormalidades y la mandíbula "sobresaliente" y "reducida" se ilustra muy bien en los bulldogs y en muchos perdigueros afganos.

La actividad más simple común a todas las especies, cualquiera que sean sus hábitos masticatorios, es el bostezo, que ocurre al deprimir la mandíbula. Esto ocurre mediante el aflojamiento o cese de la actividad de los músculos masticatorios, contracción de sus antagonistas y acción gravitacional. A medida que la mandíbula se deprime la cabeza mandibular rueda sobre el disco articular, en tanto que el disco mismo se desliza hacia adelante en la fosa mandibular, tal vez asistido por las fibras del pterigoideo lateral que se insertan en él. Para que la boca se cierre estos procesos se invierten y a veces el cierre debe ser tan fuerte como para desprender un bocado. En ocasiones este desprendimiento se realiza con los incisivos y en ciertas especies el movimiento de bisagra se complica con una protrusión preliminar de la mandíbula para que se alineen los bordes de los incisivos. Cuando se emplean los dientes malares para morder, la acción es unilateral. Los herbívoros emplean los dientes malares para triturar el alimento que ya había sido introducido en la boca, y el movimiento activo (cierre) es precedido por un desplazamiento lateral. La articulación temporomandibular de estos animales se halla mucho más arriba que el plano oclusal y los dientes inferiores son desplazados hacia adelante respecto de sus homólogos superiores a medida que se acercan a ellos. Esto introduce un componente triturador que falta cuando la articulación y las superficies oclusales se hallan más cerca de un mismo nivel. Los ovinos y los caninos, ejemplos típicos de herbívoro y carnívoro, exhiben estas diferencias en la posición de la articulación en relación con los dientes (fig. 3-24).

FARINGE Y PALADAR BLANDO

La faringe está detrás de la boca y se continúa con el esófago. Se trata de una cámara infundibuliforme contenida entre la base del cráneo y el primer par de vértebras cervicales dorsalmente, la laringe ventralmente y los músculos pterigoideos, la mandíbula y la parte dorsal del aparato hioideo lateralmente. Como se comunica libremente con otras cavidades de la cabeza es bastante difícil concebir con claridad sus límites y su extensión, pero se puede obtener una primera impresión con las figuras 3-25, 3-26 y 4-2. La figura 3-27 ilustra el cruce de las vías aérea y alimentaria y nos advierte que la faringe posee una función respiratoria, además de la alimentaria.

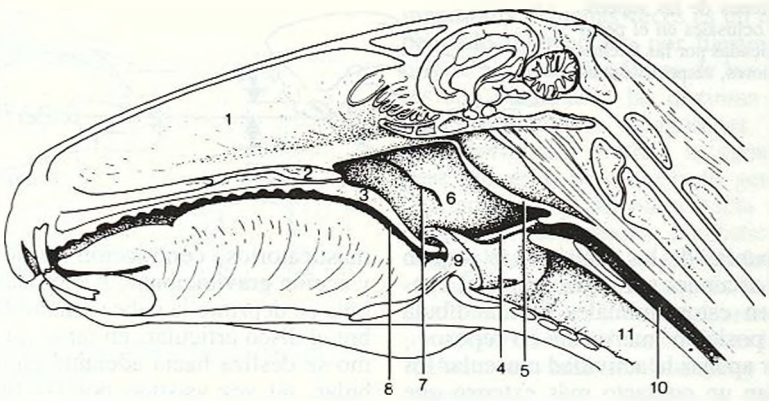


Fig. 3-25. Corte paramediano a través de la cabeza del caballo.

1, tabique nasal; 2, paladar duro; 3, paladar blando; 4, arco palatofaríngeo; 5, techo de la nasofaringe; 6, nasofaringe; 7, entrada de la trompa auditiva; 8, orofaringe; 9, epiglotis; 10, esófago; 11, tráquea.

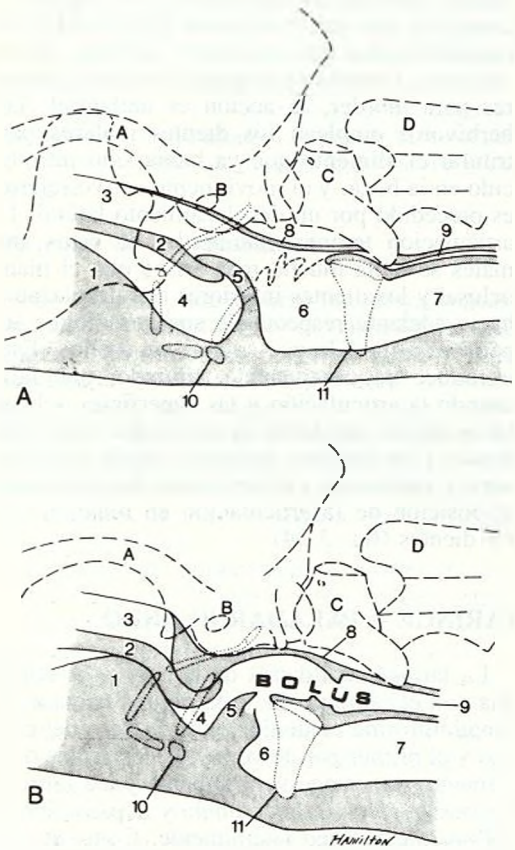


Fig. 3-26. Faringe del perro. *A*, respirando por la nariz. *B*, durante la deglución. (Diseñado de radiografías).

A, arco cigomático; B. meato auditivo externo; C, atlas; D, axis. 1, lengua; 2, paladar blando; 3, nasofaringe; 4, orofaringe; 5, epiglotis; 6, laringe; 7, tráquea; 8, techo de la nasofaringe; 9, esófago; 10, basihioides; 11, cartílago cricoides. (Wastrous y Suter, gentileza de V. Rendano, DVM.)

La clave para entender la faringe está dada por el paladar blando, que ya mencionamos como continuación del paladar duro más allá del margen coanal. En reposo el paladar blando está aplicado sobre la lengua, pero cuando el animal deglute se eleva para adoptar una posición más horizontal y luego divide de manera más evidente a la faringe en una parte dorsal y otra ventral. Dos pares de arcos conectan el paladar blando con las estructuras adyacentes. El par caudal, consistente en los arcos palatofaríngeos, pasa a la pared lateral de la faringe y puede ser lo suficiente largo como para reunirse encima de la entrada del esófago (fig. 3-25). Junto con el borde libre del paladar estos arcos circunscriben la constricción de la luz –ostium intrafaríngeo– que señala la separación de la faringe en los compartimientos dorsal y ventral. El compartimiento dorsal se conoce como nasofaringe. Los arcos palatoglosos, más rostrales, pasan sobre los costados de la lengua a nivel de la raíz de ésta y delimitan el pasaje de la boca a la orofaringe (fig. 3-3). La orofaringe se halla dividida en forma un tanto arbitraria de la tercera subdivisión, la laringofaringe, a nivel de la epiglotis. La laringofaringe está encima de la laringe y su extensión se corresponde con la de ésta.

Las consideraciones funcionales sugieren que a la *nasofaringe* bien se la podría considerar parte de la cavidad nasal. No entra alimento en ella y no participa en el proceso de la deglución, sino que sirve para conducir el aire pasivamente. La topografía de la conexión con la cavidad nasal varía mucho de una especie a otra; en el perro existe una comunicación simple, en forma de tubo. Además de las conexiones principales, la nasofaringe se comunica con las cavidades de los oídos medios por medio de las trompas auditivas (de Eustaquio). El

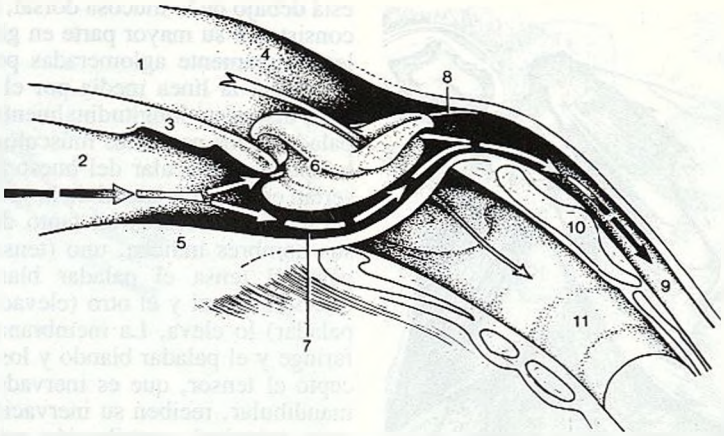


Fig. 3-27. Esquema de la conexión rostral de la faringe con las cavidades nasal oral y su conexión caudal con el esófago y la laringe.

1, cavidad nasal; 2, cavidad oral; 3, paladar blando; 4, nasofaringe; 5, raíz de la lengua; 6, laringe (sobresale a través del piso de la faringe); 7, laringofaringe (receso piriforme); 8, arco palatofaríngeo; 9, esófago; 10, lámina del cartílago cricoides; 11, tráquea.

par de aberturas tubáricas está sobre las cúspides de unas pequeñas elevaciones en el perro. Desde la abertura se irradian unos pequeños fascículos musculares hacia la pared de la faringe que proveen un mecanismo para dilatar el orificio y permitir que el aire entre y salga del oído medio, de modo que la presión en ambos lados de la membrana timpánica sea pareja. Gran parte de la pared de la nasofaringe ha quedado reducida a una fina mucosa que es sostenida mediante inserción en elementos vecinos, en particular la base del cráneo y los músculos rectos ventrales de la cabeza. La mucosa posee un epitelio respiratorio típico y contiene numerosas glándulas mucosas y mucho tejido linfoide, en parte disperso y en parte en aglomeraciones; las aglomeraciones linfoides, que constituyen elevaciones visibles a simple vista, se conocen como amígdalas faríngeas (adenoides en el hombre) y forman parte del anillo de tejido linfoide que vigila el pasaje desde la nariz y la boca hacia la faringe y más allá; al igual que otras formaciones linfoides, son más grandes en la infancia. Las amígdalas muy agrandadas dificultan el flujo aéreo.

La estrechez de la *orofaringe* limita el tamaño de los bocados que se pueden deglutir. Sus paredes laterales son sostenidas por una fascia y en ellas están las amígdalas palatinas. Estos elementos se hallan dispuestos de distinta manera en diferentes especies; en algunas (caballo) son difusos, aunque un tanto elevados, mientras que en otras constituyen una masa compacta que sobresale desde o hacia la luz, como en el buey y en el perro, respectivamente. Las amígdalas que sobresalen dentro de la luz están cubiertas por pliegues de mucosa que las ocultan en parte al hacer la inspección a través de la boca abierta (fig. 3-8[8]).

La *laringofaringe* es la parte más grande de la faringe. Es ancha por delante pero se estrecha antes de unirse con el esófago en un límite que está bien definido por un pliegue mucoso en el perro pero es más difícil de reconocer en la mayoría de las otras especies. En reposo, la luz de la parte caudal de la laringofaringe se halla cerrada por la aposición de las paredes laterales y el techo con el piso. El piso se halla ocupado en gran medida por la entrada de la laringe y está moldeado sobre la epiglotis, los cartílagos aritenoides y los pliegues ariepiglóticos. La epiglotis sirve de vertedero para desviar los líquidos a los costados en goteras (recesos piriformes) que corren junto a la saliente de la laringe (fig. 3-27).

Debajo de una fascia externa, la mayor parte de la pared de la faringe está cubierta por un conjunto de músculos estriados que se dividen en tres grupos –constrictor, dilatador y acortador– aunque ningún músculo individual posee una acción tan sencilla como estos términos sugieren (fig. 3-28). Los músculos constrictores se originan en ciertos puntos fijos situados de manera conveniente a cada lado y corren hacia el techo de la faringe; con sus homólogos forman una serie de arcos que rodean la luz en sus caras laterales y dorsal. Para la mayoría de los fines es suficiente reconocer los músculos constrictores rostral, medio y caudal, aunque a cada uno se lo puede dividir en unidades menores. El constrictor rostral nace en la región pterigoidea del cráneo (pterigo faríngeo) y en la aponeurosis del paladar blando (palatofaríngeo) y rodea la faringe a nivel del arco palatofaríngeo; muchas fibras

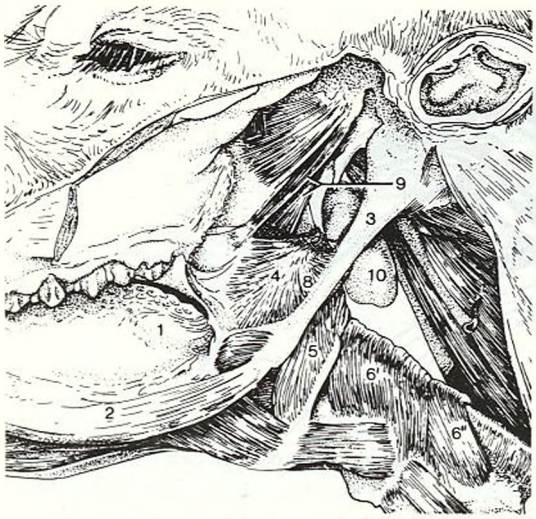


Fig. 3-28. Vista lateral de la conexión de la faringe con la base del cráneo en el buey.

1, raíz de la lengua; 2, estilogloso; 3, estilohioides; 4, constrictor rostral de la faringe; 5, constrictor medio de la faringe; 6, constrictor caudal de la faringe (6', tirofaríngeo; 6'' cricofaríngeo); 7, esófago; 8, dilatador de la faringe (estilofaríngeo caudal); 9, tensor y elevador del velo del paladar; 10, nódulo linfático retrofaríngeo medial.

siguen un curso casi longitudinal, de modo que también contribuyen a acortar la faringe desplazándola hacia el bolo recibido de la boca y sobre él. El constrictor medio (hipofaríngeo) se origina en las partes vecinas del hueso hioides. El constrictor caudal nace en dos porciones en los cartílagos tiroides (tirofaríngeo) y cricoides (cricofaríngeo). Cuando los tres constrictores se contraen en sucesión aceleran el pasaje del bolo hacia el esófago. El músculo dilatador (estilofaríngeo caudal) también se origina en el aparato hioideo pero sigue un recorrido más transversal para abrirse en abanico en la pared faríngea; cuando entra en actividad, ensancha la parte rostral de la faringe permitiéndole recibir con mayor facilidad el bolo.

La mucosa está sostenida por una aponeurosis fibroelástica interna en relación con los músculos. Esta aponeurosis también provee un rafe mediano en el cual se insertan muchas fibras de los músculos pares y, al continuarse hasta el cráneo, sirve para fijar todo el órgano en su posición. La membrana mucosa de las partes oral y laríngea de la faringe está cubierta por un epitelio pavimentoso estratificado y posee muchas glándulas salivales pequeñas que proveen lubricación adicional al pasaje de los alimentos.

El *paladar blando* (velo del paladar) está limitado por una mucosa respiratoria en su superficie dorsal y una mucosa oral en su cara ventral. Lo sujeta una fuerte aponeurosis que está debajo de la mucosa dorsal; la parte ventral consiste en su mayor parte en glándulas salivales íntimamente aglomeradas pero interrumpidas hacia la línea media por el músculo palatino, dispuesto longitudinalmente, que acorta el paladar. Dos pequeños músculos originados en la apófisis muscular del hueso temporal se insertan en la parte lateral de la aponeurosis luego de seguir recorridos un tanto distintos. Como sus nombres indican, uno (tensor del velo del paladar) tensa el paladar blando ejerciendo tracción lateral y el otro (elevador del velo del paladar) lo eleva. La membrana mucosa de la faringe y el paladar blando y los músculos, excepto el tensor, que es inervado por el nervio mandibular, reciben su inervación de un plexo cuya principal contribución está a cargo del vago, seguida por la del nervio glosofaríngeo.

ESÓFAGO

El esófago conduce al alimento desde la faringe hasta el estómago. Este tubo relativamente estrecho empieza dorsalmente al cartílago cricoides de la laringe y sigue a la tráquea en el cuello, primero desviándose a la izquierda pero recuperando su oposición simétrica encima de la tráquea antes o poco después de entrar en el tórax (fig. 3-29). Dentro del tórax corre por el mediastino (p. 173) y, continuando más allá de la bifurcación traqueal, pasa sobre el corazón antes de penetrar en el hiato esofágico del diafragma. Luego transita sobre el borde dorsal del hígado para unirse con el estómago en el cardias. Por lo tanto, consta de las porciones cervical, torácica y abdominal, aunque la última es muy corta.

Sólo hemos de mencionar aquí algunos de los rasgos más importantes de su topografía. La parte cervical transcurre dentro del espacio visceral del cuello, en relación con los músculos subvertebrales dorsalmente y el lado izquierdo de la tráquea por medial y ventral (fig. 3-29). En gran parte de su extensión lo acompañan la arteria carótida común izquierda y los nervios vagosimpático y laríngeo recurrente.

La parte torácica pasa a la derecha del cayado aórtico, al que puede desplazar de su recorrido sagital; en una parte más caudal sus bordes dorsal y ventral son seguidos por los troncos en los cuales se reagrupan los nervios vagos derecho e izquierdo.

La estructura del esófago concuerda con un patrón que es común para el resto del tubo digestivo. La túnica externa es tejido conectivo laxo (adventicia) en el cuello, pero en gran medida este tejido es sustituido por serosa en el tórax y abdomen. El músculo es estriado en el origen del esófago, pero en muchas espe-

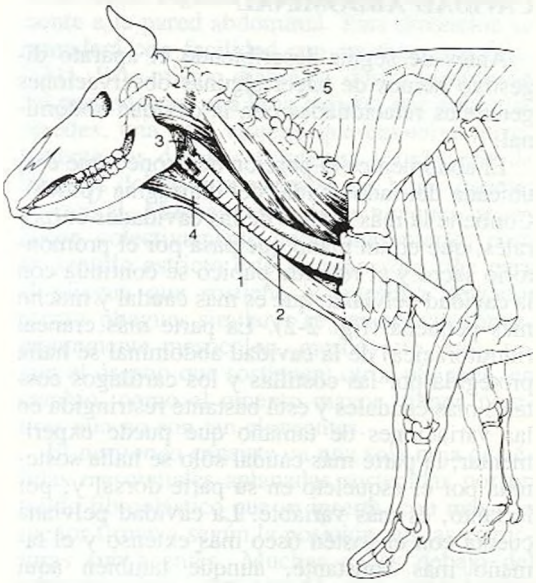


Fig. 3-29. Vista lateral del cuello del buey. En la mitad del cuello el esófago está sobre la cara dorsolateral izquierda de la tráquea.

1, esófago; 2, tráquea; 3, musculatura faríngea; 4, músculo esternocefálico; 5, ligamento nucal.

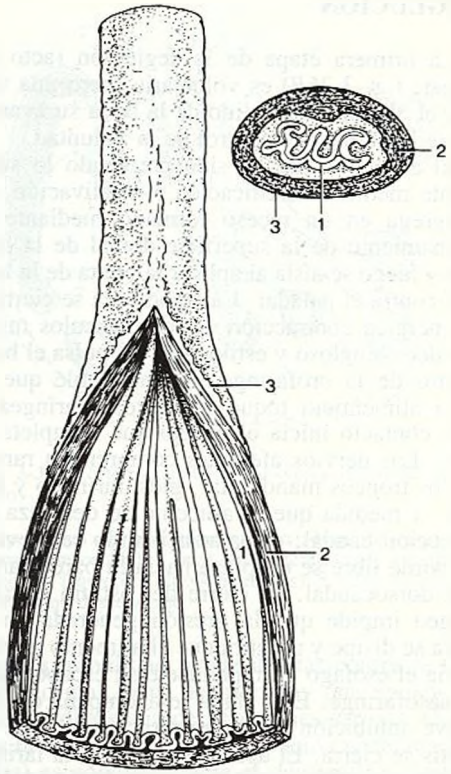


Fig. 3-30. Dibujo semiesquemático de la estructura del esófago seccionado en forma longitudinal y transversal.

1, mucosa; 2, capa muscular (longitudinal y circular); 3, adventicia.

cies, aunque no en el perro, es sustituido por músculo liso en algún punto dentro del tórax. Se suelen describir dos estratos musculares, ambos espiralados y dispuestos en direcciones contrarias en la primera parte del esófago; más cerca del estómago la túnica externa se torna más longitudinal y la interna más circular (fig. 3-30). Los detalles de esta disposición son muy complicados y existe considerable entrelazamiento de fascículos musculares que se intercambian entre los dos estratos. Aunque no se cuenta con evidencias morfológicas convincentes de su existencia, los estudios funcionales sugieren la presencia de varios esfínteres. Éstos comprenden un esfínter craneal, quizá formado por fibras del músculo cricofaríngeo, y quizás otros dentro del tórax, donde el pasaje del alimento tiende a retardarse. Existe un engrosamiento sugestivo de un esfínter en la unión del esófago con el estómago, aunque es obvio que el paso del alimento se impide más en un nivel algo más craneal, justo antes del diafragma. Sin embargo, no existen evidencias anatómicas de que haya un esfínter prediafragmático.

La parte interna de la pared esofágica se halla separada entre la submucosa y la mucosa por una muscular de la mucosa fenestrada que suele destacarse más en la porción torácica; la muscular de la mucosa contribuye a hacer que el revestimiento del órgano vacío forme unos pliegues longitudinales. El epitelio superficial suele ser pavimentoso estratificado y el grado de queratinización varía de una especie a otra según la dureza de la dieta habitual. El límite entre los epitelios esofágico y gástrico es neto y puede estar desplazado hacia cualquiera de ambos lados del cardias. En el hombre la exposición prolongada o repetida al jugo gástrico (p. ej., pirosis) puede hacer que el epitelio estratificado del esófago inferior se transforme en la variedad gástrica columnar.

El esófago recibe su inervación de los nervios simpático y vago, incluso ramas del nervio laríngeo recurrente. La inervación vagal es la más importante. El músculo estriado de la parte craneal se origina en el mesodermo branquial y, de acuerdo con esto, recibe una inervación visceral especial (p. 280); el músculo de la parte más caudal recibe una inervación parasimpática a pesar de que puede ser estriado como en el perro.

La irrigación sanguínea, procedente de diversas arterias locales, no ofrece rasgos de interés particular.

DEGLUCIÓN

La primera etapa de la deglución (acto de tragar, fig. 3-26*B*) es voluntaria, pero una vez que el alimento ha salido de la boca su avance no se halla bajo el control de la voluntad.

El alimento que ha sido preparado lo suficiente mediante masticación e insalivación, se congrega en un receso formado mediante el acopamiento de la superficie dorsal de la lengua y luego se aísla al aplicar la punta de la lengua contra el paladar. La mandíbula se cierra y la enérgica contracción de los músculos milohioideo, hiogloso y estilogloso propulsa el bolo dentro de la orofaringe. Es inevitable que el bolo alimenticio toque la mucosa faríngea y este contacto inicia el reflejo que completa el acto. Los nervios aferentes comprenden ramas de los troncos mandibular, glosofaríngeo y vagal. A medida que el alimento se desplaza en dirección caudal, el paladar blando se eleva y su borde libre se desplaza hacia la pared faríngea dorsocaudal. El cierre del ostium intrafaríngeo impide que la presión generada en la boca se disipe y asegura que el alimento circule hacia el esófago al impedírsele su escape hacia la nasofaringe. Esta etapa se acompaña de una breve inhibición de la respiración porque la glotis se cierra. El aparato hioideo y la laringe son desplazados simultáneamente hacia adelante y la epiglotis, al reunirse con la lengua, se inclina hacia atrás para proveer cierta cobertura a la entrada de la laringe; sin embargo, no cabe duda de que concuerda con la abertura (como se presume muchas veces) y se sabe que en el hombre la resección quirúrgica de la mayor parte de la epiglotis no compromete mayormente la eficiencia de la deglución. El alimento pasa sobre la epiglotis o al costado de ella con el ímpetu mantenido por la contracción coordinada sucesiva y rápida de los músculos constrictores. La faringe, que se había dilatado para recibir el bolo por acción del músculo estilofaríngeo caudal, se acorta entonces y es traccionada hacia y sobre el bolo por las fibras longitudinales de los músculos constrictores. El extremo caudal de la faringe se relaja para recibir el alimento, que entonces es propulsado a lo largo del esófago por una onda peristáltica que comienza justo más allá de las fibras del cricofaríngeo. Es probable que este último movimiento sea coordinado por un reflejo local, a diferencia de los acontecimientos precedentes, que son regidos por un centro de la deglución que está en el tronco cerebral.

El líquido se deglute prácticamente de la misma manera. Pasa principalmente por los recesos piriformes y el ímpetu inicial puede ser suficiente para proyectarlo bien adentro del esófago.

CAVIDAD ABDOMINAL

Antes de seguir describiendo el aparato digestivo hemos de hacer algunas observaciones generales relacionadas con la cavidad abdominal.

El abdomen es la porción del tronco que está ubicada del lado caudal del diafragma (p. 46). Contiene la más grande de las cavidades corporales, que en un plano que pasa por el promontorio sacro y el reborde púbico se continúa con la cavidad pelviana, que es más caudal y mucho más pequeña (fig. 2-2). La parte más craneal (intratorácica) de la cavidad abdominal se halla protegida por las costillas y los cartílagos costales más caudales y está bastante restringida en las variaciones de tamaño que puede experimentar; la parte más caudal sólo se halla sostenida por el esqueleto en su parte dorsal y, por lo tanto, es más variable. La cavidad pelviana cuenta con el sostén óseo más extenso y el tamaño más constante, aunque también aquí existe cierta variación por los cambios en los componentes de tejido blando de sus paredes (p. 221).

La estructura de las paredes del abdomen y de la pelvis se describió con el aparato locomotor y sus rasgos específicos se comentarán en capítulos ulteriores, donde también se describirán la conformación y los factores que influyen sobre ellos en las distintas especies. Las cavidades abdominal y pelviana contienen el saco peritoneal; el estómago, el intestino delgado y grueso junto con el hígado y páncreas; el bazo; los riñones, uréteres, vejiga y uretra (en parte); los ovarios y la mayor parte del tracto reproductor de la hembra y una parte más pequeña del tracto reproductor del macho, las glándulas suprarrenales y muchos nervios, vasos sanguíneos y nódulos y vasos linfáticos.

Estructuras peritoneales

Al incidir todo el espesor de la pared abdominal se entra en la cavidad peritoneal, división del celoma limitada por una delicada membrana serosa, el peritoneo. La *cavidad peritoneal* es una cavidad completamente cerrada en el macho, pero en la hembra existe una comunicación virtual con el exterior en la abertura abdominal de cada trompa uterina. La cavidad abdominal sólo contiene una pequeña cantidad de líquido seroso porque los órganos abdominales están excluidos del espacio por su cubierta peritoneal. Sin embargo, se suele llamar intraperitoneales a los órganos que están suspendidos del techo del abdomen dentro de reflexiones de peritoneo. Aunque se presta a equívocos, este término es útil para destacar la diferencia entre estos y la distribución retroperitoneal alternati-

va de otros órganos que están unidos directamente a la pared abdominal. Esta distinción se entenderá con facilidad con un diagrama (fig. 3-31). Este mismo diagrama ilustra la división del peritoneo en una hoja parietal que cubre las paredes, una hoja visceral que envuelve directamente los órganos (vísceras) y una serie de pliegues dobles que conectan las hojas parietal y visceral. Muchas veces estos pliegues se conocen colectivamente como mesenterio, pero en sentido estricto este término sólo rige para el pliegue que sostiene al intestino delgado; ciertos pliegues similares se denominan convenientemente mesocolon, mesoovario, etc., según el órgano que sostienen; otros pliegues, en cambio, como el omento mayor, tienen nombres que no son tan elocuentes.

El *peritoneo* consiste en una sola hoja de células mesoteliales aplanadas sostenidas por un tejido fibroelástico que se inserta, con mayor o menor firmeza según la posición, en las estructuras subyacentes. Muchas veces debajo del peritoneo hay almacenada una considerable cantidad de grasa, en particular en algunos sitios. En el animal sano la cavidad peritoneal está reducida a una serie de hendiduras comprendidas entre órganos abdominales íntimamente adosados. La mayoría de las hendiduras son de dimensiones capilares y el volumen de todo el líquido peritoneal es, por lo tanto, pequeño pues sólo llega a unos pocos mililitros en el perro. Sin embargo, este líquido tiene una importancia primordial porque lubrica las vísceras, permitiendo que se deslicen libremente entre ellas o contra la pared abdominal en el cumplimiento de sus funciones o al ser desplazadas por otras actividades. Este líquido se renueva incesantemente, aunque los mecanismos de su resorción son discutibles. Cualquiera que sea su naturaleza, la gran superficie del peritoneo (2 m^2 en el hombre) contribuye a su eliminación rápida y a veces se pueden administrar drogas mediante inyección intraperitoneal. Las toxinas también se absorben con facilidad y como el ambiente caliente y húmedo de la cavidad peritoneal ofrece condiciones ideales para la proliferación bacteriana, la inflamación del peritoneo nunca debe considerarse con ligereza.

Las láminas serosas inflamadas tienden a adherirse entre sí y con el correr del tiempo estas adherencias pueden organizarse y tornarse permanentes. Por este motivo muchas veces el cirujano dobla los bordes de la herida para adosar las superficies serosas al cerrar una incisión. La adherencia entre órganos que normalmente están en libertad para desplazarse el uno sobre el otro son una secuela posible e indeseable de las infecciones o traumatismos del peritoneo. Es indudable que toda sujeción que limite la movilidad puede atentar contra la función normal, pero también hay que mencionar que la adherencia de superficies serosas adosadas (con obliteración del espacio existente entre ellas) es común durante el desarrollo y explica la posición y distribución definitiva de muchos órganos y mesos (fig. 3-32).

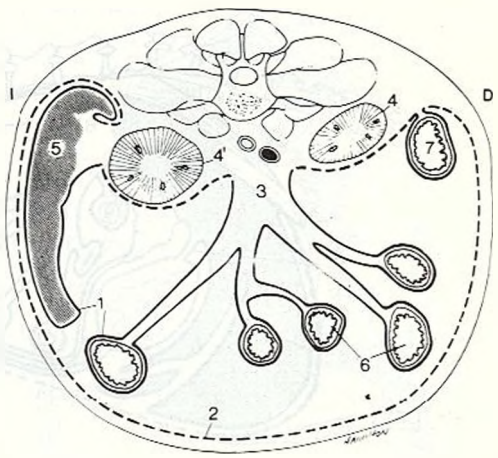


Fig. 3-31. Corte esquemático transversal del abdomen del perro.

1, peritoneo visceral (línea continua); 2, peritoneo parietal (línea entrecortada); 3, raíz del mesenterio; 4, 4', riñones derecho e izquierdo (retroperitoneales); 5, bazo; 6, yeyuno; 7, duodeno descendente.

Al comienzo de su desarrollo, el tracto intestinal sigue un curso sagital en la cavidad corporal. En toda su extensión está unido al techo del tronco embrionario por un "mesenterio" dorsal primitivo, pero sólo una porción del intestino anterior (que se convierte en estómago y primera parte del duodeno) y una breve porción caudal del intestino posterior tienen inserciones ventrales similares. Las partes del mesenterio dorsal relacionadas con los órganos en vías de diferenciación se conocen con nombres apropiados y pueden numerarse en sucesión: mesogastrio (dorsal), mesoduodeno, mesoyeyuno, mesoíleon, mesocolon y mesorrecto. La conexión ventral del estómago se conoce como mesogastrio ventral. El mesoyeyuno y mesoíleon juntos constituyen el (gran) mesenterio de la anatomía del adulto. La mayoría de las porciones del mesenterio dorsal persisten en una forma más o menos intacta (al menos en el perro) pero los mesogastrios tienen un destino más complicado que depende del desarrollo ulterior del estómago.

El mesogastrio dorsal se estira y se pliega sobre sí mismo durante el desarrollo y entonces se conoce como omento mayor. Este plegamiento crea un saco, la bolsa omental, que encierra una porción de la cavidad peritoneal,

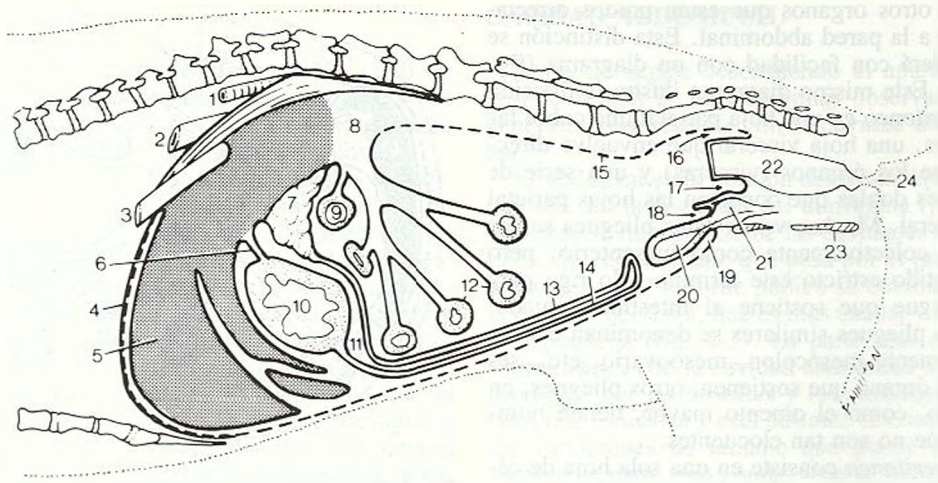


Fig. 3-32. Corte paramediano de la cavidad abdominal de un perro que muestra la disposición del peritoneo (esquemática).

1, aorta; 2, esófago; 3, vena cava caudal; 4, diafragma; 5, hígado; 6, omento menor; 7, páncreas; 8, raíz del mesenterio; 9, colon transverso; 10, estómago; 11, bolsa omental; 12, intestino delgado; 13, pared profunda del omento mayor; 14, pared superficial del omento mayor; 15, peritoneo parietal; 16, fosa pararrectal; 17, saco rectogenital; 18, saco vesicogenital; 19, saco pubovesical; 20, vejiga urinaria; 21, próstata; 2, recto; 23, isquion; 24, ano.

pero esta bolsa es aplanada y sus paredes se hallan en íntimo contacto, de modo que la cavidad es virtual y no real. El omento mayor del perro está rotado en dirección caudal entre las vísceras y el piso del abdomen y sus paredes se describen como parietal (ventral) y visceral (dorsal)* por su relación con la pared abdominal y las vísceras. Es la primera estructura que aparece al abrir el piso del abdomen. El crecimiento ulterior del hígado reduce el acceso al interior de la bolsa a una estrecha abertura, el agujero epiploico (omental), a través de la cual la bolsa omental se mantiene abierta, en comunicación restringida con la mayor parte de la cavidad peritoneal. Los rasgos principales de esto se ilustran en las figuras 3-32 y 3-57. El crecimiento diferencial y las inserciones secundarias que determinan la disposición en el adulto varían mucho según las especies y en el contexto hemos de mencionar los detalles que poseen importancia práctica. En la mayoría de las especies el omento mayor tiene el aspecto de un encaje y esto se debe al depósito de grasa en cordones a lo largo de los vasos sanguíneos; en los rumiantes puede haber tanta grasa que el omento aparenta consistir exclusivamente en este tejido. El omento carece de capacidad intrínseca para moverse, pero puede ser desplazado dentro del abdomen por los movimientos de otras estructuras. Como posee la tendencia común de las membranas serosas a adherirse cuando se inflaman, muchas veces se lo ve adherido en regiones de infección, a las cuales contribuye a circunscribir; por este motivo muchas veces, aunque en forma absurda, se lo describía como el "policía del abdomen". El cirujano puede suturar el omento mayor sobre una incisión cerrada de una víscera para asegurarse de que no ocurra ninguna filtración.

La disposición no menos cumplida de pliegues peritoneales que se forman, en particular en la cavidad pelviana, en relación con los órganos urogenitales se describirá junto con estos órganos.

Topografía visceral

La distribución general de las vísceras está dada por la forma de la cavidad en la cual se alojan; su distribución detallada es influida por las características individuales de inserción, movilidad y distensión. Como la cavidad peritoneal se halla herméticamente cerrada y la mayor parte del contenido abdominal es incomprensible, todo cambio en la posición o los contornos de un órgano tiene que alterar la pared abdominal o producir un cambio recíproco en un órgano vecino. Así, un cambio muy trivial en un órgano puede poner en marcha una reacción en cadena que abarca todas las partes del abdomen. El peso del contenido abdominal es considerable, en especial en los herbívoros más grandes. Este contenido "flota" dentro del líquido seroso y a las fuerzas gravitacionales se les oponen la tensión activa y pasiva de las estructuras de la pared abdominal, la tracción craneal ejercida sobre el

* N. de S.: las paredes aquí descritas como parietal y visceral se llaman, según la N.A.V., superficial y profunda, respectivamente.

diafragma por la presión negativa en el tórax y, en menor medida y de manera incierta, los mesenterios y los vasos que sostienen determinados órganos.

Esta situación puede resumirse esquemáticamente (fig. 3-33). Se observará que la presión interna varía a distintas alturas del abdomen; es menor que la presión ambiental en la parte más dorsal, igual a ella en un determinado nivel y aumenta por encima de ella hacia el piso del abdomen. Esto explica la concavidad de la parte superior del flanco y también la tendencia del aire a introducirse en el recto cuando se lo explora con torpeza. Es indudable que las presiones internas locales también varían de acuerdo con las modificaciones respiratorias de la presión intratorácica y según la postura.

La importancia de los mesenterios y de otras inserciones como determinantes de la topografía visceral es discutible. Algunas inserciones más fuertes, como las que están entre el hígado y el diafragma, fijan los órganos con mucha firmeza, pero otras son demasiado débiles como para influir mayormente y los órganos respectivos deben ser mantenidos en su lugar por contacto mutuo y mediante la "elevación" del diafragma. No cabe duda de que caen apenas ingresa aire en la cavidad peritoneal. Se dice que el vientre hinchado, que es común en muchos ancianos, se debería en parte a la pérdida de la elasticidad de los pulmones, con la consiguiente reducción de la "tracción" diafragmática. Algunas ramas arteriales de la aorta que irrigan los órganos abdominales poseen una adventicia inusitadamente gruesa y esto les permitiría soportar cierto peso cuando los mesos que las contienen se estiran al máximo.

En el animal muerto las vísceras suelen concordar con un patrón fijo; si se tienen en cuenta factores tan obvios como la ingestión reciente de alimento, se puede hacer un pronóstico bastante exacto de su distribución antes de abrir el abdomen, aunque al hacer esto se introduce aire y, por lo tanto, es inevitable que ocurra cierta caída. Por lo tanto, en otros tiempos había buenas razones para creer que cada órgano hueco posee una forma "normal" bastante constante, pero con el advenimiento de la radiografía en los primeros años de este siglo se empezó a dudar y finalmente se desvirtuó en esta cómoda ilusión, aunque no antes de que en muchos pacientes se "recortasen" los órganos de acuerdo con las preconcepciones de los cirujanos formados en la anatomía tradicional. Lamentablemente, todavía los estudiantes de veterinaria no tienen suficiente conciencia de las incesantes alteraciones de tamaño y conformación y, por ende, también de la posición y relaciones de los órganos abdominales. Difícilmente se podría insistir demasiado en que las descripciones detalladas de la forma y posición "normales" no hallan cabida en el estudio de los órganos huecos.

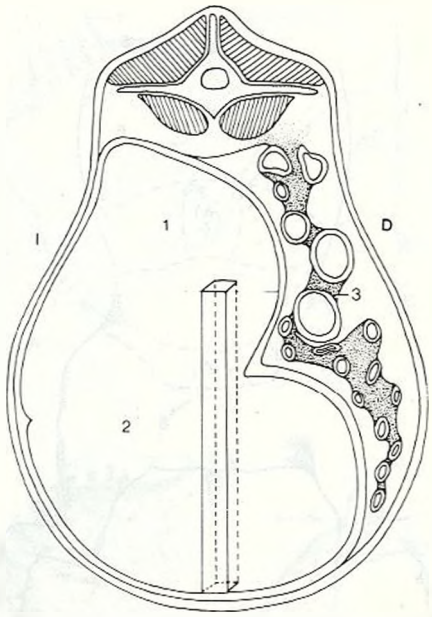


Fig. 3-33. Corte del abdomen de una cabra. La mayor presión en la parte inferior del abdomen produce la forma convexa de la parte inferior de la pared abdominal. En la parte superior del abdomen la presión es menor que la atmosférica y el flanco está hundido.

1, gas en la parte superior del rumen; 2, ingesta de la parte inferior del rumen; 3, intestinos.

Muchas veces para describir las posiciones de los órganos abdominales es suficiente relacionarlos con la pared abdominal por medio de expresiones cotidianas, pero si se requiere mayor precisión se puede recurrir a los términos convencionales que se ilustran en la figura 3-34.

ESTÓMAGO

El estómago, interpuesto entre el esófago y el intestino delgado, es la parte dilatada del tubo digestivo donde se inician los procesos de la digestión. Le sigue el intestino, que consiste en un intestino delgado proximal (en la mayoría de las especies el principal órgano de la digestión y absorción) y un intestino grueso distal (por lo general mucho más corto y dedicado en particular a la deshidratación del residuo de los alimentos).

Sin embargo, entre los mamíferos existe considerable diversidad en la forma y estructura de estas dos partes del aparato digestivo, que están en íntima relación funcional y que colec-

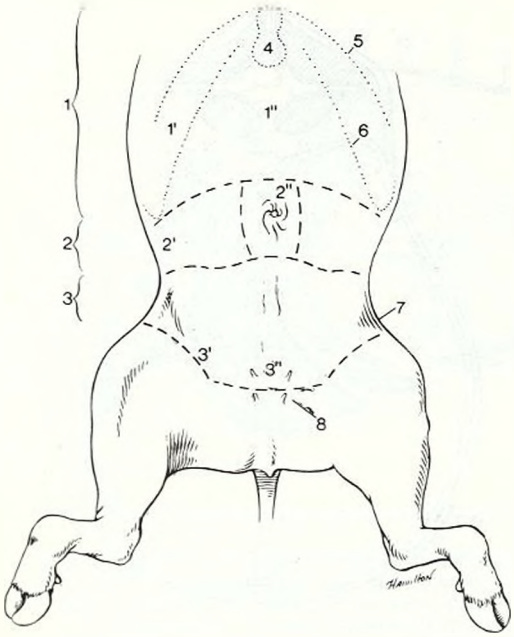


Fig. 3-34. Regiones abdominales en una vaquillona.

1, región abdominal craneal; 1', hipocondrio; 1'', región xifoidea; 2, región abdominal media; 2', flanco; 2'', región umbilical; 3, región abdominal caudal; 3', región inguinal; 3'', región pubiana; 4, cartílago xifoides; 5, extensión craneal del diafragma; 6, arco costal; 7, pliegue del flanco; 8, ubre juvenil.

tivamente se las conoce como tracto gastrointestinal. No cabe duda de que en gran parte esta diversidad es adaptativa y refleja la dieta habitual de los diversos grupos. La dieta concentrada de los carnívoros se digiere con mayor facilidad y estos animales tienen un estómago pequeño y sencillo y un intestino relativamente corto y no complicado. El forraje de los herbívoros, en cambio, se maneja con menos facilidad porque tiene un valor nutritivo más bajo y debe consumirse en gran cantidad. Además, la mayor parte consiste en celulosa y otros carbohidratos complejos que no son susceptibles a la acción de las enzimas digestivas de los mamíferos. Estas sustancias sólo se pueden utilizar si primero son degradadas por microorganismos simbióticos, pero este proceso es relativamente lento y requiere una gran cámara de fermentación donde los alimentos permanecen en un ambiente favorable para la multiplicación y actividad de los microorganismos. En algunas especies de herbívoros esta cámara es provista por un estómago muy agrandado y subdividido y en otras por un intestino grueso voluminoso y complicado. Los rumiantes ilustran la primera alternativa y los equinos la segunda. En la figura 3-35 se ofrece una noción de la gama de

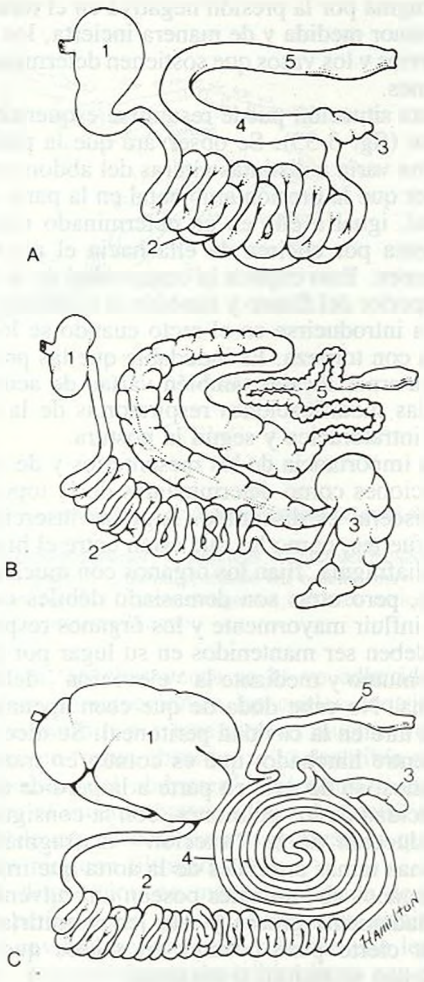


Fig. 3-35. Tractos gastrointestinales del perro (*A*), caballo (*B*), y buey (*C*) desplegados en un plano.

1, estómago; 2, intestino delgado; 3, ciego; 4, colon ascendente; 5, colon descendente.

variación de la anatomía gastrointestinal en las especies domésticas. En los capítulos que versan sobre las especies individuales se hallarán descripciones detalladas; a continuación hemos de confinarnos en gran medida a describir los sencillos órganos del perro y el gato.

El *estómago* (ventriculus)* recibe el alimento del esófago y lo retiene por un tiempo antes de descargarlo en el duodeno, primera parte del intestino delgado. El perro tiene un estómago de capacidad relativamente escasa –0,5 a 6 litros, según la raza– y concuerda con un patrón común a la mayoría de los carnívoros y a mu-

* El término alternativo *gaster*, derivado del griego, es la raíz de la mayoría de los términos clínicos, como gastritis, gastrectomía.

chos otros mamíferos, incluso el hombre. Consiste en dos partes que convergen y se unen en un ángulo ventral (fig. 3-36). La parte más grande, en la cual desemboca el esófago a nivel del cardias, está en su mayor parte a la izquierda del plano mediano, bien adelante y cubierta por las costillas y en contacto directo con el hígado y el diafragma. La segunda parte es más estrecha, de pared más gruesa y de aspecto más constante porque está menos influida por la presencia de alimento; esta parte se desplaza a la derecha para continuarse con el duodeno a nivel del píloro. La cara craneal (parietal) de ambas partes está principlamente en contacto con el hígado, mientras que las numerosas relaciones de la superficie caudal (visceral) comprenden la masa intestinal, riñón izquierdo, páncreas y omento mayor. La parte izquierda del borde está aplicada contra la región del hilio del bazo.

Existen otros términos para designar determinadas regiones del estómago con mayor exactitud. El gran saco izquierdo se halla dividido en una cúpula en fondo de saco (fondo) que se eleva por encima del cardias y en un cuerpo que va desde el cardias hasta el ángulo ventral. La parte derecha o pilórica, más tubular, está dividida en un antro pilórico más proximal y un canal pilórico más distal y la distinción entre ambos se basa en el engrosamiento muscular terminal. El margen que separa ambas superficies se halla dividido en las curvaturas mayor y menor, cada una de las cuales corre entre las aberturas cardíaca y pilórica. La curvatura mayor convexa presta inserción al omento mayor, una parte del cual (ligamento gastroesplénico) conecta el bazo con el estómago. La curvatura menor, cóncava y más corta, está conectada con el hígado por el omento menor. Esta curvatura presenta un brusco cambio de dirección que se conoce como escotadura angular (incisura).

La *pared del estómago* consiste en capas que concuerdan con las del esófago e intestino. El peritoneo externo o serosa cubre todo el órgano y está adherido al músculo subyacente, excepto a lo largo de las curvaturas, donde se refleja para continuar con los omentos. Su ausencia en las curvaturas hace que éstas sean las partes que tienen mayor probabilidad de estallar cuando el órgano se distiende demasiado.

La capa siguiente es de músculo liso y está dispuesta en tres estratos, cada uno incompleto pero con las deficiencias compensadas mutuamente. El estrato externo es más o menos longitudinal y es la continuación del músculo externo del esófago; se halla concentrado a lo largo de las curvaturas, aunque se propaga con mayor amplitud sobre la parte pilórica. El estrato medio está dispuesto en zunchos, de modo

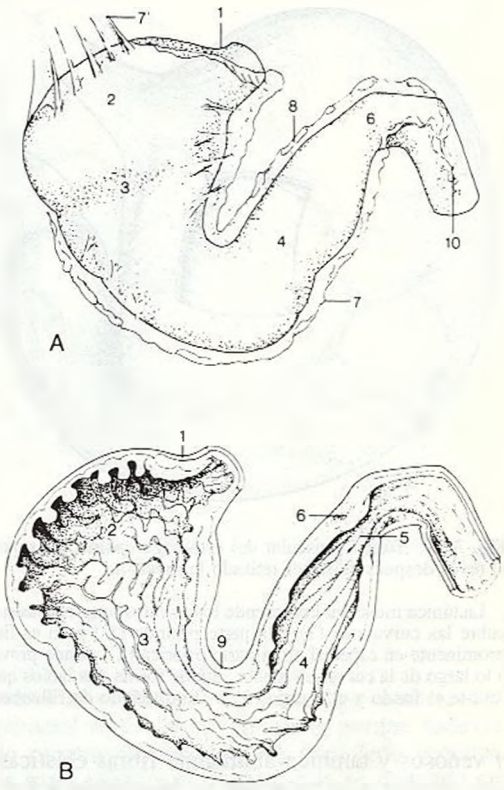


Fig. 3-36. Vista caudal del estómago del perro. *A*, exterior. *B*, interior.

1, cardias; 2, fondo; 3, cuerpo; 4-6, parte pilórica; 4, antro pilórico; 5, canal pilórico; 6, píloro; 7, omento mayor; 7', ligamento gastroesplénico; 8, epiplón menor; 9, escotadura angular; 10, fusión de la inserción del omento mayor y menor.

que el más proximal forma un débil esfínter en torno del cardias; más allá de éste esta disposición se halla interrumpida por la saliencia del fondo, pero se reanuda en un nivel inferior. Luego continúa hasta el canal pilórico, donde los zunchos están agrupados sobre la curvatura menor formando un nudo muscular (que en algunas especies sobresale dentro de la luz) y se abren en abanico sobre la curvatura mayor; a veces los bordes de este "abanico" constituyen los esfínteres pilóricos proximal y distal. El estrato interno es muy incompleto pero compensa las deficiencias del músculo circular; unos fascículos particularmente fuertes se arquean sobre el cardias antes de continuar en dirección distal a cada lado de la curvatura menor extendiéndose hacia la escotadura angular, pero no más allá (fig. 3-37).

La fina submucosa que está por dentro del músculo se halla separada de la mucosa propiamente dicha por una muscular de la mucosa plexiforme. Contiene grandes plexos arteriales

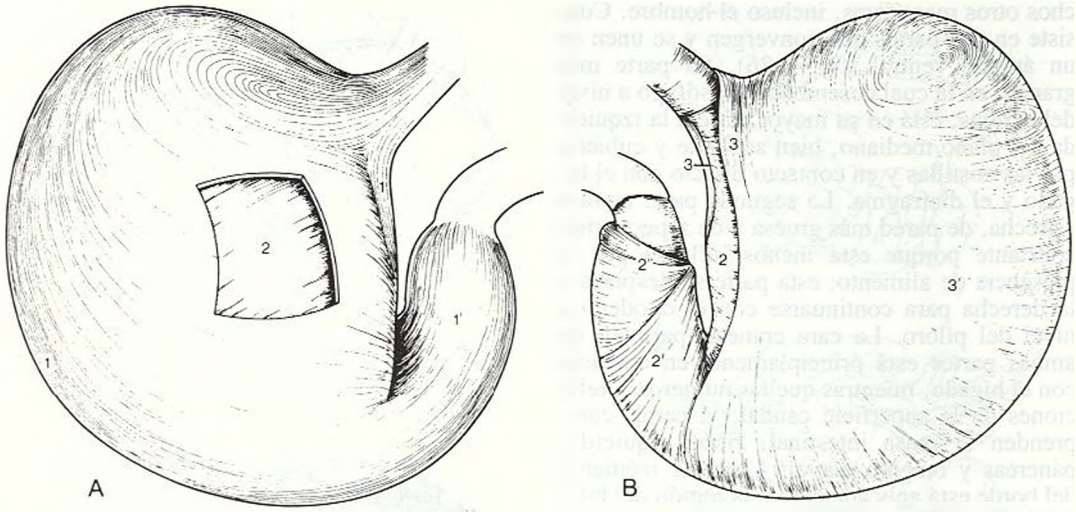


Fig. 3-37. Túnica muscular del estómago canino. *A*, superficie visceral después de retirar la serosa. *B*, estómago vuelto al revés después de haber retirado la mucosa.

La túnica muscular comprende los estratos longitudinales externo, circular medio y oblicuo interno. La *capa longitudinal* cubre las curvaturas (1) y la parte pilórica (1') pero es fina sobre el cuerpo. La *capa circular* rodea el cuerpo (2) y es prominente en especial en la parte pilórica (2') donde provee los esfínteres pilóricos (2''). La *capa oblicua* es más gruesa a lo largo de la curvatura menor, donde forma dos labios que se fusionan sobre el cardias (asa cardíaca), pero es fina donde reviste el fondo y el cuerpo (3''). (Rediseñado de Ellenberger y Baum, 1943.)

y venosos y también abundante fibras elásticas que ayudan a la muscular de la mucosa a formar, cuando el órgano está vacío, los pliegues de mucosa que proveen el característico relieve de su superficie (fig. 3-36). La orientación de estos pliegues es a predominio longitudinal, aunque individualmente son tortuosos; sólo se borran por completo cuando el estómago está distendido al máximo.

La superficie luminal está tapizada por un epitelio columnar cubierto de un moco que lo torna lodoso al tacto. Tiene un tinte rosado cuya intensidad varía de una parte a otra, de acuerdo con la índole de las glándulas gástricas locales. Estas glándulas son de tres tipos –cardíacas, gástricas propiamente dichas (fúndicas) y pilóricas– pero hay que señalar que en el perro (así como en muchas otras especies) su distribución no concuerda con exactitud con las regiones macroscópicas que llevan los mismos nombres. Las glándulas cardíacas y pilóricas producen una secreción totalmente mucosa, mientras que las glándulas gástricas propiamente dichas elaboran el jugo gástrico que cumple una función activa en la digestión en virtud de la enzima (pepsina) y ácido clorhídrico que contiene. La región glandular gástrica propiamente dicha del órgano fresco muchas veces se reconoce por su tono un tanto más oscuro. En todas las regiones las glándulas desembocan en la profundidad de un sinnúmero de minúsculas fositas y hendiduras diseminadas por toda la superficie, aunque no se ven a simple vista.

La *irrigación sanguínea* del estómago proviene de las tres ramas principales de la arteria celíaca y es muy abundante, en particular a lo largo de las dos curvaturas (fig. 3-38). Las arterias entablan abundantes anastomosis afuera y también adentro de la pared del estómago. En su mayor parte, las arterias que penetran en la pared van a la submucosa antes de ramificarse para formar un intrincado plexo que nutre las túnicas muscular y mucosa. Las ramas para la mucosa terminan en unos capilares insólitamente anchos debajo del epitelio y en torno de las glándulas.

Las venas están dispuestas de manera similar y finalmente se combinan para formar troncos que desembocan en la vena porta. Numerosas anastomosis arteriovenosas proveen un medio para regular la irrigación sanguínea de la mucosa, de modo que gran cantidad de sangre se desvía y no llega al lecho capilar del órgano en ayunas.

Existen abundantes vasos linfáticos, en particular en la submucosa. Estos vasos conducen a varios nódulos gástricos, cada uno encargado de drenar un determinado territorio.

El estómago es inervado por fibras parasimpáticas que llegan con los dos tronco vagales y por fibras simpáticas que acompañan a las arterias. Las fibras eferentes de ambos sistemas nerviosos se acompañan de fibras aferentes más

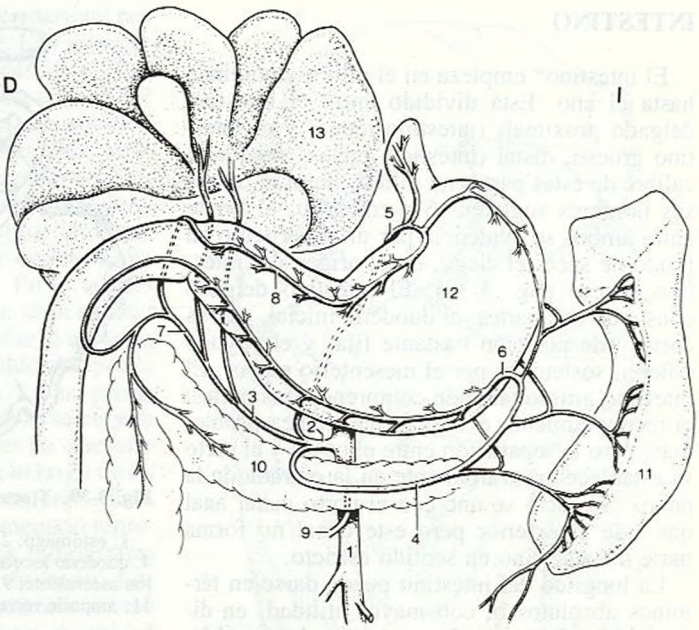


Fig. 3-38. Distribución de la arteria celíaca (vista ventral).

1, aorta; 2, arteria celíaca; 3, arteria hepática; 4, arteria esplénica; 5, arteria gástrica izquierda; 6, arteria gastroepiploica izquierda; 7, arteria gastroduodenal; 8, arteria gástrica derecha; 9, arteria mesentérica craneal; 10, páncreas; 11, bazo; 12 estómago; 13, hígado.

numerosas. Las fibras eferentes parasimpáticas acrecientan la actividad del músculo gástrico y las simpáticas la inhiben; no existen diferencias en sus efectos sobre el esfínter pilórico ni sobre el resto del músculo gástrico, como se alega a veces. Las fibras vagales preganglionares hacen sinapsis con células ganglionares de los plexos intramurales, en especial dentro de la submucosa y entre las túnicas musculares. Estos plexos intervienen en los reflejos locales en los cuales la pared gástrica reacciona a la estimulación directa. Las fibras simpáticas y parasimpáticas también inervan el epitelio superficial y las glándulas, pero sólo llegan fibras parasimpáticas a las células endocrinas intragástricas. La división de los nervios vagales –sean los troncos principales o determinadas ramas– reduce la actividad y la secreción gástrica y es una modalidad terapéutica para la úlcera gástrica humana.

La *topografía* y la forma del estómago en el animal vivo, están muy influidas por los cambios funcionales. El estómago vacío es pequeño y está contraído hacia el punto fijo de la entrada esofágica. Se halla por entero dentro de la parrilla costal y no llega al piso del abdomen. La pared suele ser inerte, salvo por algunas contracciones peristálticas débiles ocasionales y existe escasa secreción de las glándulas. Toda actividad peristáltica residual cesa apenas se ofrece alimento. La secreción aumenta como respuesta refleja a la gustación del alimento o al esfuerzo masticatorio y parece ser que no depende de la llegada real de alimento al estómago. Cuando llega el alimento, primero se congrega en capas porque todavía no existen movimientos de mezclado y ocupa en gran medida el cuerpo, que se expande en todas direcciones, pero principalmente hacia ventral y caudal. La respuesta motora tarda en iniciarse, y cuando los hace llega a una culminación con relativa lentitud. Las contracciones peristálticas comienzan cerca del cardias y corren en dirección distal, acelerándose y tornándose más enérgicas cuando llegan al antro pilórico musculoso. El segmento terminal se contrae en masa y, por lo tanto, la introducción de la ingesta en el duodeno ocurre cuando la onda todavía está a cierta distancia de píloro. Los estudios radiográficos sugieren que el píloro permanece abierto más o menos la tercera parte del tiempo; es probable que el vaciamiento dependa más del aumento intermitente de la presión intragástrica que de la actividad peristáltica regular.

Los efectos que provoca la alimentación sobre la topografía y las relaciones son considerables, en particular en animales que son mantenidos con regímenes que les permiten alimentarse con poca frecuencia pero hasta saciar su apetito. El estómago distendido por completo puede llegar casi hasta el ombligo y más allá todavía en un cachorro, empujando la masa intestinal en dirección dorsal y caudal. El hígado es desplazado hacia la derecha y el bazo, sujeto a la parte izquierda de la curvatura mayor, sigue la expansión de ese lado del estómago.

INTESTINO

El intestino* empieza en el píloro y continúa hasta el ano. Está dividido entre el intestino delgado proximal, (intestino tenue) y el intestino grueso, distal (intestino craso), aunque el calibre de estas partes no difiere siempre, como sus nombres sugieren. Sin embargo, el límite entre ambos se evidencia por un divertículo en fondo de saco, el ciego, en el origen del intestino grueso (fig. 3-39). El intestino delgado consta de tres partes: el duodeno inicial, que es corto y de posición bastante fija, y el yeyuno e íleon, sostenidos por el mesenterio mayor. El intestino grueso también comprende tres partes: el reconocimiento del ciego no plantea problemas, pero la separación entre el colon y el recto se establece arbitrariamente en la entrada de la pelvis. El recto se une con el corto canal anal que sale al exterior pero este canal no forma parte del intestino en sentido estricto.

La longitud del intestino puede darse en términos absolutos o, con mayor utilidad, en dimensiones del largo corporal, pero lamentablemente las cifras que se suelen mencionar no se pueden tomar demasiado al pie de la letra porque existen grandes dificultades para medirlo en el animal vivo y por la incertidumbre que introduce la relajación intestinal después de la muerte. De acuerdo con su dieta, el perro tiene un intestino relativamente corto, tal vez de tres a cuatro veces su longitud corporal. La longitud intestinal en el herbívoro varía según la índole de la adaptación gastrointestinal, pero puede medir hasta 25 veces la longitud corporal en el ovino.

Intestino delgado

El *duodeno* es corto y se halla estrechamente adherido al techo abdominal por un corto mesoduodeno. La primera porción se continúa desde la parte pilórica del estómago y corre hacia la pared derecha del cuerpo antes de desviarse en dirección caudal para descender a un punto comprendido entre el riñón derecho y la entrada de la pelvis. Después pasa hacia medial, detrás de la raíz del mesenterio, antes de ascender una corta distancia; termina virando ventralmente para entrar en el mesenterio, donde se continúa como yeyuno. Las relaciones más constantes del duodeno del perro con el hígado en su origen, y en forma sucesiva, con la pared corporal derecha lateralmente, el páncreas y después el riñón derecho por medialmente y, en particular, otras partes de la masa intestinal. Aunque la primera parte del duodeno no está expandida para formar un "bulbo duodenal" bien evidente, donde con tanta frecuencia ocurren úlceras en el ser humano, conserva su independencia funcional.

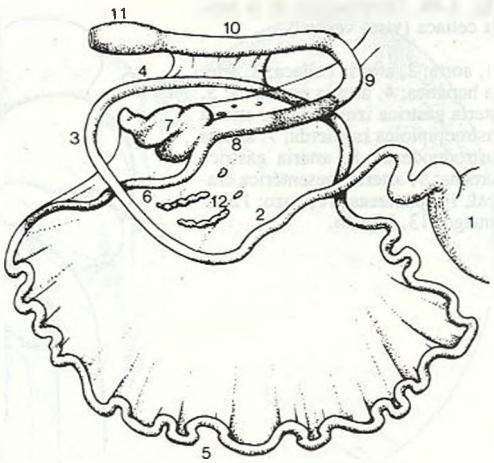


Fig. 3-39. Tracto intestinal del perro. (Esquemático.)

1, estómago; 2, duodeno descendente; 3, flexura caudal; 4, duodeno ascendente; 5, yeyuno; 6, íleon; 7, ciego; 8, colon ascendente; 9, colon transverso; 10, colon descendente; 11, ampolla rectal; 12, nódulos linfáticos yeyunales.

La posición del *yeyuno* e *íleon* es menos fija pero, aunque la disposición de sus asas individuales se ajusta continuamente, en conjunto este intestino ocupa una posición más o menos constante en la parte ventral de la cavidad abdominal (fig. 3-40). Las asas están sujetas por el mesenterio, que transmite los vasos y nervios; el mesenterio forma un manojo en su raíz, en torno del origen aórtico de la arteria mesentérica craneal y se ensancha en toda la longitud del intestino en su otro margen. Las porciones inicial y final del mesenterio son las más cortas y sirven para facilitar las transiciones con el duodeno relativamente fijo en un extremo y el colon ascendente en el otro (fig. 3-39). La distinción entre yeyuno o íleon es arbitraria y tal vez innecesaria porque si bien existen ciertos cambios estructurales progresivos, no permiten reconocer un límite neto. La convención que seguimos nosotros limita el íleon a una corta porción final relativamente más muculosa (y, por ende, más firme) que tiene una conexión peritoneal directa con el ciego. Muchos anatomistas anglosajones adoptan una división más o menos similar entre las dos partes.

El yeyuno llena las partes del abdomen que no están ocupadas por otras vísceras. En el perro, en el cual el intestino grueso es relativamente pequeño, se halla dispuesto más o menos simétricamente respecto de la línea media, entre el hígado y el estómago por craneal y la vejiga urinaria por caudal. Descansa en el piso del abdo-

* También aquí la palabra griega *enteron* provee la raíz para muchos términos, como enteritis, mesenterio, etc.

men, aunque separado del peritoneo parietal por la interposición del omento mayor. Las asas son muy móviles y a primera vista aparentan estar dispuestas al azar, pero observando con mayor detenimiento se comprueba que esta disposición sigue cierto patrón. Las asas a predominio sagital de la parte proximal son en su mayoría craneales respecto de las asas más transversas de la parte distal (fig. 3-40). El íleon sigue un curso craneal, dorsal y derecho bastante directo hacia su unión con el intestino grueso. En el animal vivo el intestino no está lleno con uniformidad y en cualquier momento en particular la mayoría de las partes están aplanadas y moldeadas por la presión de las vísceras adyacentes. La luz puede estar obliterada localmente y, cuando se retiene un pasaje, la mayoría de las veces ha quedado reducido a un estrecho conducto a lo largo de un margen formando un "ojo de cerradura". Esto explica los estrechos trazos que a menudo representan el intestino delgado en las radiografías obtenidas tras la administración de bario. Los movimientos segmentarios y peristálticos alteran constantemente la configuración en el animal vivo.

El intestino está constituido por las cuatro túnicas usuales (fig. 3-45). La superficie luminal tiene un aspecto aterciopelado porque está cubierta por unas salientes digitiformes densamente aglomeradas, las vellosidades intestinales, cada una de más o menos 1 mm de largo en el perro. En la superficie comprendida entre las bases de las vellosidades desembocan las glándulas intestinales microscópicas (criptas). La gran longitud y la superficie vellosa del intestino delgado se combinan para acrecentar el área de absorción. En algunos animales una modificación adicional en este sentido adopta la forma de unos pliegues longitudinales y espirales permanentes; estos pliegues no son pronunciados en el perro y el relieve de la mucosa visible en ocasiones en las radiografías se debe a crestas temporarias. El hígado y el páncreas descargan sus secreciones en el duodeno. En el perro el conducto biliar y un conducto pancreático desembocan mediante aperturas independientes en una papila duodenal mayor pocos centímetros más allá del píloro, mientras que el segundo y más grande conducto pancreático desemboca en una papila más pequeña un poco más lejos. Ninguna de estas dos papilas es sobresaliente. La mucosa es rica en nódulos de tejido linfoide solitarios y agrupados; los grupos más grandes, a veces conocidos como placas de Peyer, causan depresiones y elevaciones visibles de la mucosa que se tornan más obvias por la ausencia de una cobertura de vellosidades. Estas aglomeraciones tienden a tornarse más numerosas e individualmente más grandes hacia la unión con el intestino grueso.

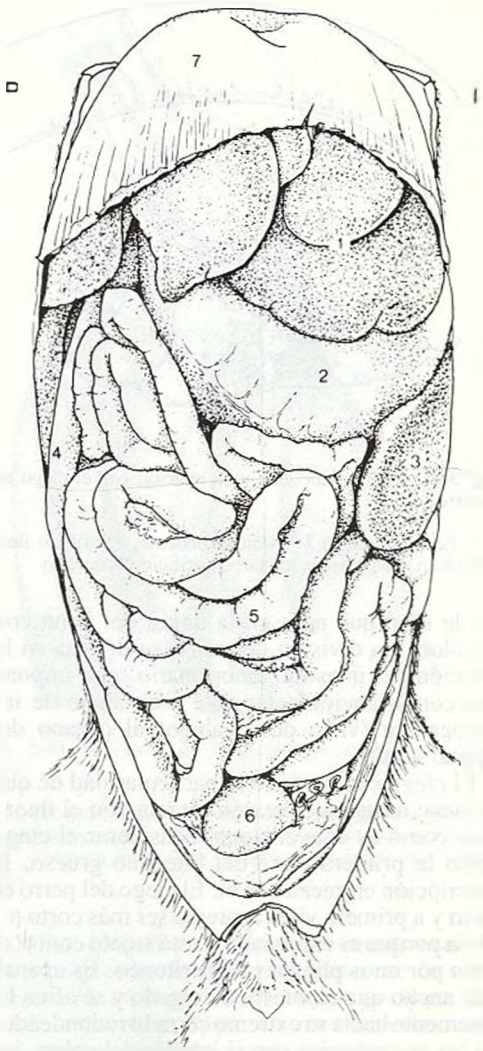


Fig. 3-40. Vista ventral de los órganos abdominales del perro después de haber retirado el omento mayor.

1, hígado; 2, estómago; 3, bazo; 4, duodeno descendente; 5, yeyuno; 6, vejiga; 7, diafragma.

Intestino grueso

En su forma más elemental, el intestino grueso del mamífero es un tubo corto un poco más ancho que el intestino delgado en el cual se origina y sigue un curso directo hasta el ano. El intestino grueso del perro es un poco más complicado, aunque todavía conserva su sencillez si se lo compara con el de los herbívoros. Al igual que en la mayoría de las especies, está claramente dividido en ciego, colon y recto, en tanto que el colon mismo se diferencia en las porciones ascendentes, transversa y descendente. El ciego es un trozo de intestino de fon-

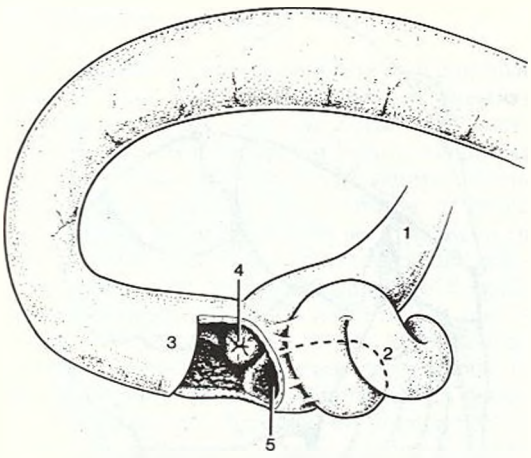


Fig. 3-41. Unión ileocólica y su relación con el ciego en el perro.

1, íleon; 2, ciego; 3, colon ascendente; 4, orificio ileal rodeado por un pliegue anular; 5, orificio cecocólico.

do de saco que nace en la unión del íleon con el colon. La división del colon se origina en la rotación del intestino embrionario, que impone una conformación semejante a un signo de interrogación (visto desde abajo) al órgano del animal adulto.

El *ciego* canino tiene la particularidad de que no tiene ninguna conexión directa con el íleon, pero como es convencional considerar el ciego como la primera parte del intestino grueso, la descripción empieza con él. El ciego del perro es corto y a primera vista aparenta ser más corto todavía porque es espiralado y está sujeto contra el íleon por unos pliegues de peritoneo. Es apenas más ancho que el intestino delgado y se afina ligeramente hacia su extremo cerrado redondeado. La luz se comunica con el interior del colon, inmediatamente más allá de la unión ileocecocólica, por medio de una abertura custodiada por un anillo musculoso interno, el esfínter cecocólico (M. sphincter ceci) (fig. 3-41).

El *colon* que es liso y por fuera carece de rasgos característicos, tiene un calibre uniforme y significativamente mayor que el del intestino delgado, aunque no mucho. En toda su extensión se halla suspendido por un mesocolon moderadamente largo que le permite cierta movilidad; su posición y sus relaciones varían dentro de ciertos límites; las flexuras que lo dividen en las porciones ascendente, transversa y descendente no son fijas con exactitud. La corta porción ascendente sigue el eje del íleon a partir de una unión definida por dentro por una abertura ileocólica de aspecto y construcción similares a las del origen del ciego. La porción transversa corre a través del abdomen de derecha a izquierda entre el estómago cranealmente y la masa de intestino delgado y la arteria mesentérica craneal caudalmente. La porción descendente es la más larga; sigue el flanco izquierdo antes de desviarse hacia la línea media para entrar en la cavidad pelviana, donde se continúa como recto sin otra demarcación visible que el pasaje a través del límite abdominopelviano. El término recto implica un curso recto, pero muchas veces esta parte del intestino está desviada hacia un lado por la presión de otras vísceras, la mayoría de las veces la vejiga urinaria distendida. El *recto* es la más dorsal de las vísceras pelvianas y está encima de los órganos de la reproducción, la vejiga y la uretra. Su parte craneal guarda la misma relación con el peritoneo que el colon, pero esto se modifica a medida que el mesorrecto se acorta y que la cubierta serosa se refleja lateralmente para continuar con el peritoneo parietal de la cavidad pelviana y hacia ventral para continuar sobre los órganos urogenitales. La porción terminal es por completo retroperitoneal y se halla unida directamente con la vagina en la hembra, con la uretra en el macho y con el diafragma pelviano en ambos sexos.

La mucosa del intestino grueso suele ser lisa ya que carece de vellosidades. No existen pliegues de mucosa permanente pero sí numerosos nódulos linfáticos dispersos, en especial en el recto, donde tienden a ser sobresalientes; esto sucede porque aquí las cúspides de los nódulos están deprimidas y forman minúsculas fositas. En muchas especies, entre ellas el caballo y el cerdo entre los animales domésticos, la túnica muscular externa del intestino grueso se concentra en particular en una cantidad de bandas (tenia) que, al acostarse, pliegan el intestino de modo que se forma una serie lineal de sacos (haustra) (fig. 21-10).

El *canal anal* comunica el intestino con el exterior. Es un trayecto corto derivado del proctodeo, la invaginación del ectodermo superficial. Su luz se halla constreñida en la unión rectoanal, donde la mucosa forma unos pliegues longitudinales que normalmente están comprimidos entre sí para ocluir el orificio (fig. 3-42). Sin embargo, la continencia anal depende principalmente de la presencia de dos esfínteres; el esfínter anal interno es simplemente un engrosamiento del músculo liso circular del intestino, pero el esfínter externo es estriado, de origen somático y está bajo control voluntario (fig. 3-43).

Siempre existen muchas glándulas en la región anal, tanto en la mucosa como en la piel circundante. La mayoría de estas glándulas son pequeñas, pero el perro y el gato también tienen dos llamados *sacos paraanales*. Cada saco tiene más o menos el tamaño de una avellana (en el perro) y está en un sitio ventrolateral res-

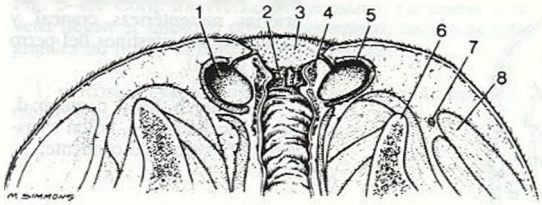


Fig. 3-42. Corte dorsal (horizontal) a través del ano del perro, vista dorsal.

1, saco paranasal; 2, zona columnar del canal anal; 3, zona cutánea; 4, esfínter anal interno; 5, esfínter anal externo; 6, isquion; 7, ligamento sacrotuberoso; 8, glúteo superficial.

pecto del ano, entre los esfínteres interno y externo (fig. 10-28). El fondo del saco secreta un líquido maloliente que drena mediante un solo conducto en una abertura próxima a la unión anocutánea. Este saco se comprime al defecar y omite la secreción, que tal vez serviría de marcador territorial. Estos sacos existen en la mayoría de los carnívoros y son más notorios en el zorrillo.

La *irrigación sanguínea* del tracto intestinal está principalmente a cargo de las arterias mesentéricas craneal y caudal, pero la parte inicial del duodeno recibe a partir de la rama hepática de la arteria celíaca y la parte caudal del recto por medio de las ramas rectales de la arteria pudenda interna. La arteria mesentérica craneal nutre la mayor parte del intestino delgado, la región de la unión ileocecocólica y la parte media del colon por medio de sus tres divisiones primarias; los detalles de las ramificaciones varían según las especies y también de un individuo a otro, aunque en menor medida. La arteria mesentérica caudal, más pequeña, tiene una distribución restringida al colon descendente y la parte craneal del recto. En las figuras 3-44 y 3-45 se ilustran las arterias intestinales en el perro; aunque su relevancia en cirugía sugiere que hay que conocer el patrón de las ramificaciones arteriales, más importante todavía es la abundancia de las anastomosis, que aseguran que, en condiciones normales, el intestino soporte la obstrucción de un vaso nutricio importante. La cadena de anastomosis continúa más allá de los territorios de las arterias mesentéricas para comunicarse con las de las arterias celíaca y pudenda interna.

A grandes rasgos las venas son comparables a las arterias y se unen para formar las venas mesentéricas craneal y caudal, que son dos de las tributarias principales –la tercera es la vena esplénica– de la vena porta (fig. 3-46). Ciertas venas tributarias se comunican con venas sistémicas en los extremos de sus territorios, el esófago torácico y el conducto anal, que normalmente drenan por vía sistémica. La congestión

Fig. 3-43. Músculos de la región perineal del perro (macho).

1, coccígeo; 2, elevador del ano; 3, esfínter anal externo; 4, obturador interno; 5, bulboesponjoso; 6, isquiocavernoso; 7, retractor del pene; 8, semimembranoso; 9, semitendinoso.

en la circulación portal (p. 151) puede ocasionar un agrandamiento de las venas de la submucosa en estas partes y en otras, pero esto es mucho más importante en medicina humana que en veterinaria.

El drenaje linfático del intestino delgado en particular es abundante porque algunos de los productos de la digestión se absorben por esta vía. Cuando estos productos comprenden grasa la linfa es lechosa y los vasos linfáticos intestinales (''lactíferos'') son muy notorios. El flujo se encamina hacia ciertos nódulos en los cuales la linfa se filtra antes de pasar a la cisterna del quilo, origen dilatado del conducto torácico, que es el vaso linfático más importante (p. 268). En el perro estos nódulos son grandes pero poco numerosos y están centralizados hacia la raíz del mesenterio (fig. 3-39); en otras especies pueden ser más numerosos y estar diseminados con mayor amplitud y comprender muchos que son periféricos y están cerca del intestino propiamente dicho.

El intestino recibe nervios simpáticos y parasimpáticos. Las vías simpáticas van por los ganglios celíaco, mesentérico craneal y mesen-

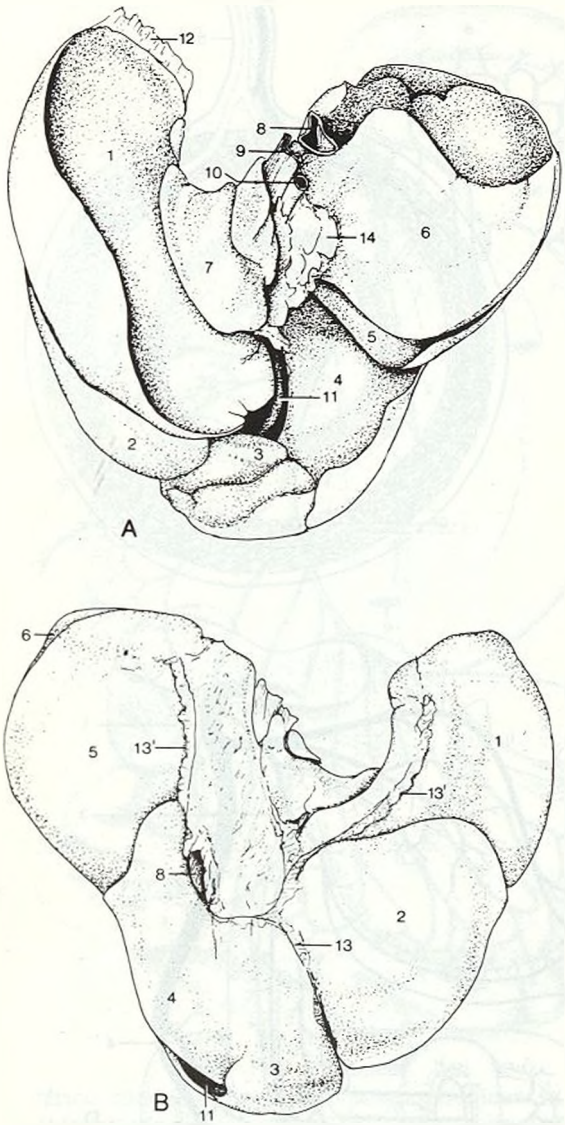


Fig. 3-47. Superficies visceral (*A*) y diafragmática (*B*) del hígado del perro.

1, lóbulo lateral izquierdo; 2, lóbulo medial izquierdo; 3, lóbulo cuadrado; 4, lóbulo medial derecho; 5, lóbulo lateral derecho; 6, proceso caudado del lóbulo caudado; 7, proceso papilar del lóbulo caudado; 8, vena cava caudal; 9, vena porta; 10, arteria hepática; 11, vesícula biliar; 12, ligamento triangular izquierdo; 13, ligamento falciforme; 13', ligamento coronario; 14, omento menor.

El hígado del adulto está entre el diafragma en el lado craneal y el estómago y la masa intestinal en el lado caudal. Aunque se extiende a través del plano mediano, la mayor parte está a la derecha en todas las especies (fig. 3-49). No es tan asimétrico en el perro ya que en él las proporciones a la derecha y la izquierda del plano mediano son 3:2, más o menos. En la mayoría de las especies, incluso el perro, el hígado se halla dividido macroscópicamente en lóbulos por una serie de fisuras que corren hacia la profundidad desde el borde ventral. Las lobulaciones exhiben muchos rasgos similares entre los distintos mamíferos y se ha trabajado mucho para determinar las homologías de los lóbulos y fisuras individuales. El patrón teórico –que concuerda con los lóbulos lateral izquierdo, medial izquierdo, lateral derecho, medial derecho, cuadrado y caudado, este último ensanchado por los procesos papilar y caudado del hígado del perro– se ilustra en la figura 3-47. A esto no se le debe considerar más que una ficción conveniente para facilitar la descripción. Los estudios recientes restan importancia a las fisuras externas y asignan más valor a las ramificaciones internas de los vasos para establecer homologías. En el hombre estos estudios han conducido al útil resultado de proporcionar al cirujano un conocimiento detallado de la arquitectura vascular, necesario para escindir sin peligro partes enfermas.

En el animal vivo el hígado se adapta a la forma de los órganos vecinos y cuando está fijo in situ conserva la conformación y las impresiones que éstos le imponen. El hígado bastante grande del perro, por lo tanto, es un cono redondeado cuya superficie craneal concuerda con la curvatura del diafragma, contra la cual se halla aplicado. La superficie caudal es cóncava; a la izquierda presenta una gran escavación para el estómago, que luego se extiende sobre el plano mediano para convertirse en un estrecho surco duodenal. El borde dorsal es más caudal y llega más dorsalmente en el lado derecho, donde es prolongado todavía más por el proceso caudado, que tiene una profunda impresión para el polo craneal del riñón derecho. Hacia el plano mediano este borde tiene un surco para el pasaje de la vena cava caudal y, a la izquierda de éste, una escotadura para el esófago. La vesícula biliar está entre los lóbulos cuadrado y medial derecho; en parte se halla insertada y en parte es libre, pero en algunos perros es tan profunda que llega a la superficie parietal y, por ende, toma contacto con el diafragma (fig. 3-47).

El hígado está cubierto por peritoneo, salvo en áreas relativamente pequeñas de la "porta" (hilio), en la fosa para la vesícula, y en el origen de ciertas reflexiones peritoneales. Los ligamentos triangulares derecho e izquierdo, el coronario y el ligamento falciforme que van al diafragma, desde la superficie parietal tienen unos centros fibrosos que fijan el hígado con firmeza; el omento menor, que transcurre desde la superficie visceral hasta el estómago y el duodeno, en más frágil. Una túnica fibrosa encierra el parénquima debajo de la serosa, entra

en la sustancia hepática a nivel de la porta (porta hepatis) y emite prolongaciones que llevan los vasos sanguíneos hacia adentro, dividiéndose donde se dividen los vasos y afinándose con cada división. Las trabéculas más finas recorren todo el órgano y lo dividen en un sinnúmero de unidades pequeñas, los lobulillos hepáticos de la descripción clásica. Aunque es muy acentuada en el hígado del cerdo, la trama lobulillar también es muy notoria en el del perro, en el que los lobulillos se presentan como áreas hexagonales (de 1 mm de espesor) en la superficie intacta y en los cortes macroscópicos e histológicos.

El hígado recibe un *aporte sanguíneo* muy abundante de la arteria hepática, rama de la arteria celíaca y de la vena porta. La importancia relativa de estos dos aportes varía según la especie. Aunque no se conocen con exactitud las proporciones para el perro, en el hombre la arteria hepática aporta únicamente la quinta parte de la sangre pero cerca de las tres quintas partes del oxígeno. Las ramas de la arteria hepática que realmente entran en el hígado son arterias terminales, pero existe una disposición tal que permite establecer una circulación colateral fuera del hígado entre la arteria hepática y las otras ramas de la arteria celíaca que irrigan el estómago y duodeno (fig. 3-38). Las arterias intrahepáticas se dividen acompañadas por ramas de la vena porta y tributarios del conducto hepático. Nutren los elementos de tejido conectivo en camino hacia los sinusoides hepáticos, en los cuales ellas y las ramas de la vena porta descargan eventualmente su sangre.

La vena porta se forma mediante la confluencia de tributarias que drenan el tracto digestivo, páncreas y bazo (fig. 3-46). Se comunican con venas sistémicas en las regiones cardioesofágica y rectoanal en los extremos de su territorio. Estas conexiones proveen salidas alternativas para la sangre portal cuando el flujo a través del hígado se obstruye o se dificulta. Los efectos de la obstrucción varían según las especies y reflejan la capacidad variable de las arterias hepáticas para aportar oxígeno. En el perro la obstrucción completa causa la muerte a corto plazo.

Toda la sangre aportada al hígado se colecta en un juego de venas del cual las venas centrales de los lobulillos hepáticos constituyen las raíces más pequeñas. Finalmente forma unas pocas venas hepáticas, grandes, que se abren en la vena cava caudal cuando ésta pasa en una excavación del tejido hepático. La circulación intrahepáticas posee numerosas anastomosis interarteriales, intervenosas y arteriovenosas; está, además, controlada por varios mecanismos de esfínter, lo que en conjunto permite una regulación muy sutil de la circulación.

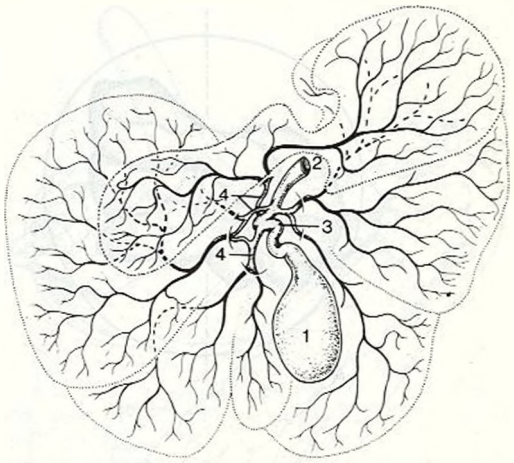


Fig. 3-48. Sistema de drenaje biliar.

1, vesícula biliar; 2, conducto colédoco; 3, conducto cístico; 4, conductos hepáticos.

El hígado recibe nervios simpáticos y parasimpáticos por medio de los plexos periarteriales y los troncos vagales, respectivamente.

El *sistema canalicular del hígado* empieza con conductillos microscópicos que están dentro de los lobulillos. Estos conductillos desembocan en otros más grandes que mediante confluencias sucesivas en el tejido conectivo comprendido entre los lobulillos, finalmente forman unos pocos conductos hepáticos grandes. Antes o poco después de emerger del hígado en la porta (hilio) estos conductos se combinan en un solo tronco que va al duodeno (fig. 3-48). Una rama colateral tortuosa (conducto cístico) que brota del tronco común va a la vesícula biliar, que es piriforme. La parte del tronco común distal respecto del origen del conducto cístico se conoce como conducto colédoco. Las variaciones del sistema de conductos son frecuentes; algunos conductos hepáticos desembocan directamente en la vesícula y otros pueden unirse al colédoco más allá del conducto cístico. La vesícula biliar no sólo almacena bilis, sino que también la concentra mediante absorción de agua a través de su mucosa plegada. Como se sabe bien, la vesícula no es esencial; falta en el caballo, la rata y ciertas otras especies, que compensan su ausencia mediante agrandamiento del sistema canalicular (fig. 3-49).

El músculo de la pared de la vesícula y su conducto, incluso el esfínter que está a la entrada del duodeno, es inervado por nervios parasimpáticos. El dolor originado en el sistema canalicular, común en el ser humano, desaparece mediante la sección de los nervios esplácnicos (simpáticos).

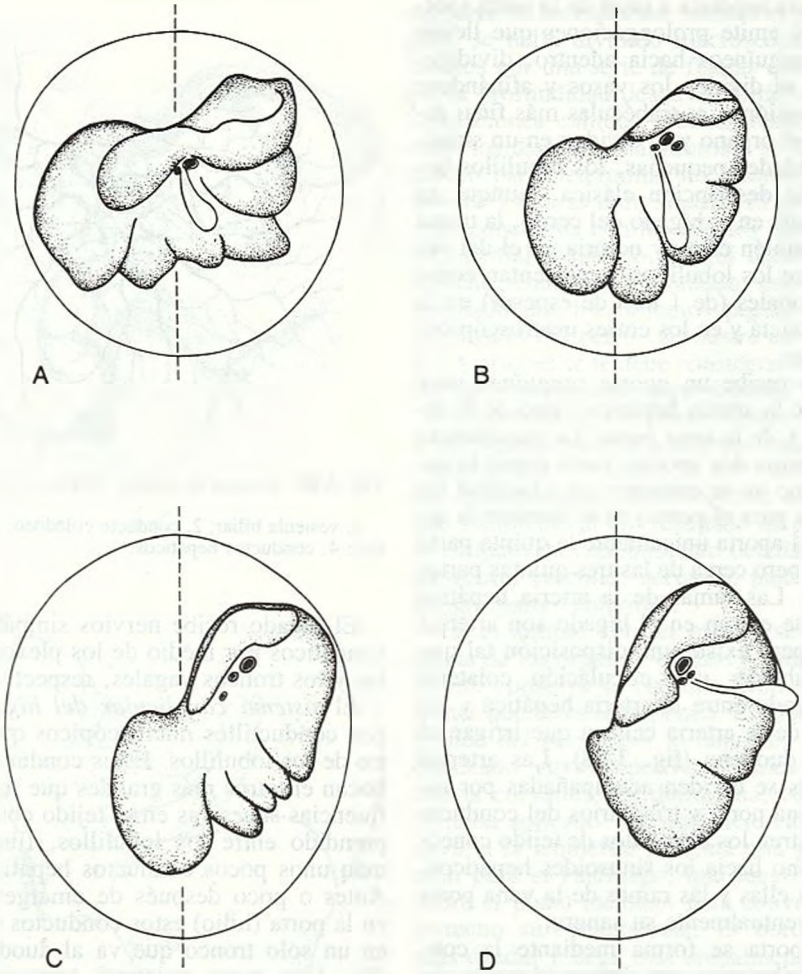


Fig. 3-49. Superficie caudal del hígado del perro (*A*), cerdo (*B*), caballo (*C*) y buey (*D*). Se indican los planos medianos. El hígado es asimétrico, menos en el perro y más en el cerdo y el caballo, pero más todavía en el buey, en que la mayor parte del órgano está desplazada a la derecha. Nótese la ausencia de vesícula biliar en el hígado del caballo.

PÁNCREAS

El páncreas es una glándula mucho más pequeña que se encuentra en íntima relación con el duodeno en la parte dorsal de la cavidad abdominal. Es amarillenta y tiene cierta semejanza con una glándula salival, aunque es de consistencia más blanda y de textura más laxa que la mayoría de éstas. Posee funciones exocrinas y endocrinas.

El componente exocrino es, por mucho, el más grande; produce un jugo digestivo que se descarga en la parte proximal del duodeno por medio de uno o dos conductos. El jugo contiene enzimas que desdoblan proteínas, carbohidratos y grasas. El componente endocrino comprende los islotes pancreáticos, aglomeraciones celulares diseminadas entre los acinos exocrinos en las cuales se elabora insulina, glucagón y gastrina; en consecuencia, los islotes revisten una importancia primordial en el metabolismo de los hidratos de carbono (p. 229).

Conviene considerar el páncreas como consistente en un cuerpo y dos lóbulos, descripción ésta que es apropiada para el páncreas canino pero menos apta para el de algunas otras especies (fig. 3-50). Cuando se ha endurecido in situ, el páncreas canino está agudamente flexionado de modo que la punta de la V está cerca de la flexura craneal del duodeno. El delgado lóbulo derecho corre dentro del mesoduodeno y el lóbulo izquierdo, más grueso pero más corto, se extiende sobre la superficie caudal del estómago hacia el bazo dentro del omento mayor (fig. 3-32[7]).

El páncreas se origina en dos primordios que brotan de la parte proximal del duodeno. Con posterioridad los brotes se fusionan, pero en muchas especies el sistema canalicular del páncreas aporta la evidencia de su origen dual. Por lo común un conducto pancreático más grande drena la parte del páncreas originada en el primordio ventral y desemboca en el duodeno junto con el colédoco o por lo menos justo a su lado. Un conducto menor (accesorio) emerge de la parte del páncreas formada por el primordio dorsal y desemboca en la cara opuesta del intestino. Esto es lo que suele verse en el perro, aunque la parte terminal de un conducto a veces regresa; como los sistemas canaliculares de los dos lóbulos se comunican dentro de la glándula, la ausencia de una de las dos desembocaduras no tiene importancia. En algunas especies suele subsistir un solo conducto.

La abundante irrigación sanguínea del páncreas proviene de las arterias pancreaticoduodenales craneal y caudal, la primera es rama de la celíaca y la segunda de la arteria mesentérica craneal. Las venas drenan en la vena porta. La glándula es inervada por nervios simpáticos y parasimpáticos.

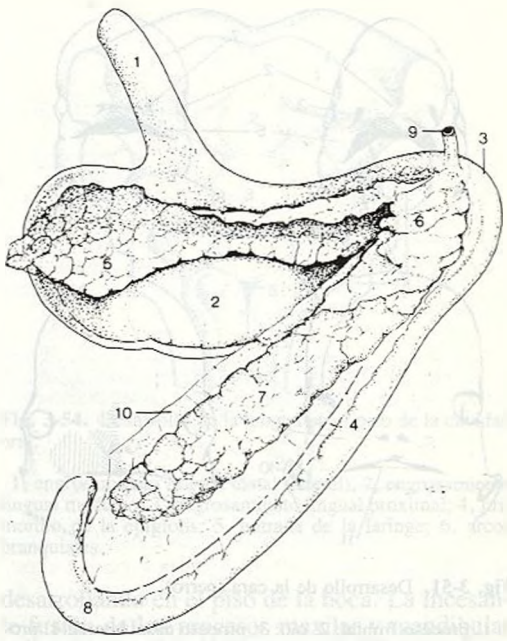


Fig. 3-50. Páncreas del perro (vista caudal)

1, esófago; 2, estómago; 3, flexura craneal del duodeno; 4, duodeno descendente; 5, lóbulo izquierdo del páncreas; 6, cuerpo; 7, lóbulo derecho; 8, flexura caudal del duodeno; 9, conducto colédoco; 10, mesoduodeno.

DESARROLLO DEL APARATO DIGESTIVO

Ahora corresponde ampliar la brevísima descripción que se hiciera al comienzo de este capítulo. Consúltese de nuevo la ilustración respectiva (fig. 3-2).

La boca

El estomodeo o depresión que revelaba la posición de la futura boca es arrastrado hacia el lado ventral en el proceso de plegamiento, de modo que se sitúa entre la protuberancia del prosencéfalo por dorsal y la que cubre al corazón en vías de desarrollo por ventral. La depresión todavía está separada del extremo rostral cerrado del intestino anterior por la placa oral, pero poco después ésta se desintegrará y al desaparecer no se podrá reconocer la extensión de la contribución ectodérmica al revestimiento de la boca. Un pequeño divertículo dorsal del ectodermo crece justo delante de la placa y se extiende hacia la superficie inferior del encéfalo. Este divertículo (saco hipofisario) se asocia con una prolongación del prosencéfalo que crece hacia abajo, pierde su conexión con el ectodermo oral y con posterioridad se convierte en la adenohipófisis (lóbulo anterior de la hipófisis) (p. 225).

La boca se forma mediante el crecimiento anterógrado de ciertas prolongaciones que aparecen en torno de los bordes de la placa oral; dorsalmente aparece una prolongación frontal como consecuencia de una aceleración del crecimiento del mesodermo paraaxil alrededor del prosencéfalo; por lateral y ventralmente, el margen de la boca es formado por el arco mandibular, primero de los engrosamientos (véase más adelante) que se desarrollan en el mesodermo por lateral de la presunta faringe, que es la parte más rostral del intestino anterior.

Al principio la prolongación frontal es una simple prominencia pero poco después, en la cobertura ectodérmica que limita inmediatamente la depresión oral, aparecen unos engrosamientos bilaterales, las placodas olfatorias. Estas placodas se hunden debajo de la superficie cuando el crecimiento del mesoderno circundante produce un reborde en torno de cada una. El reborde tiene la forma de una herradura con una interrupción ventral que conduce un surco que se extiende hasta la boca. La interrupción divide las partes lateral y medial del reborde, que en lo sucesivo se conocen como procesos nasales lateral y medial. Los arcos mandibulares también se expanden y crecen el uno hacia el otro en este momento, de modo que no tardan en fusionarse en el lado ventral de la depresión oral, formando la saliente continua de la mandíbula y el piso de la boca. Ade-

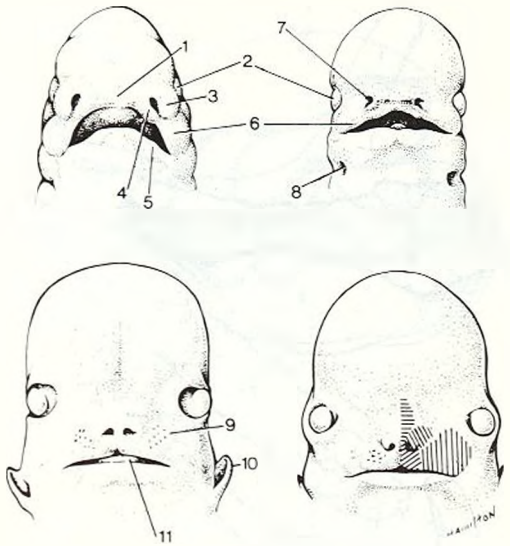


Fig. 3-51. Desarrollo de la cara (perro).

1, proceso frontal; 2, ojo; 3, proceso nasal lateral; 4, proceso nasal medial; 5, arco mandibular; 6, proceso maxilar; 7, narina; 8, meato acústico externo; 9, papilas de pelos tactiles (vibrisas); 10, oreja, 11 lengua.

Origen la quijada superior y la nariz: *Rayado horitontal*: proceso frontal; *rayado vertical*: proceso maxilar; *rayado oblicuo encima de la narina*: proceso nasal lateral; *rayado oblicuo debajo de la narina*: proceso nasal medial.

más, el extremo superior de cada arco mandibular emite un proceso maxilar que se extiende hacia adelante entre los procesos frontal y mandibular para rodear la boca lateralmente. Los diversos engrosamientos se fusionan gradualmente.

La fusión de los procesos mandibular y maxilar en la comisura de la boca forma la mejilla. Los detalles de la reunión de los procesos maxilar y nasal son muy complicados y pueden variar de una especie a otra. Se alega que en algunas especies los dos procesos maxilares se aproximan y se unen directamente, con exclusión de los procesos nasales procedentes del margen dorsal de la boca; que en otras especies los procesos maxilares crecen a través y sumergen a los procesos nasales mediales y que en un tercer grupo no se reúnen, permitiendo que los procesos nasales mediales formen toda la región central del labio superior. A veces se asegura que la piel modificada que rodea las narinas revela un origen en el ectodermo que cubre los procesos nasales, en tanto que la piel hirsuta común revela un origen en el ectodermo que está encima de los procesos maxilares. En la figura 3-51 se ofrece una interpretación de las diversas contribuciones al patrón final de la cara.

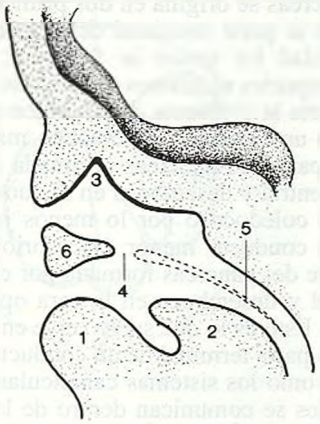


Fig. 3-52. Corte sagital a través de la cavidad nasal y oral en un embrión joven.

1, labio inferior; 2, lengua; 3, cavidad nasal; 4, coana primitiva (futuro conducto incisivo); 5, posición del futuro paladar secundario; 6, paladar primario.

Las depresiones donde están las placodas olfatorias se comunican originariamente con la cavidad oral, pero estas conexiones desaparecen cuando las placodas se hunden a mayor profundidad dentro de las fositas ciegas, las fosas nasales, que ahora excavan el maxilar superior. El tejido que queda entre estas fosas y la boca constituye el paladar primario. La comunicación entre la nariz y la boca reaparece cuando finalmente las fosas irrumpen dentro de la cavidad bucal en dos aberturas que se conocen como coanas primitivas (fig. 3-52). La rotura es considerable y sólo sobrevive la parte más rostral del techo original de la boca, el paladar primario.

Las cavidades nasales definitivas se originan a partir de una subdivisión nueva de los espacios nasal y oral combinados temporariamente. La cara interna de cada proceso maxilar emite una pestaña. La apófisis palatina, que primero cuelga ventralmente al costado de la lengua en vías de desarrollo. En una determinada etapa experimenta una reorientación muy rápida en que se desvía hacia adentro y arriba para reunirse con su homóloga del lado opuesto (fig. 3-53) con la cual se fusiona, además de fusionarse con el resto del paladar primario y con el borde inferior del tabique comprendido entre las fosas nasales; queda formada así una repisa horizontal entre las fosas nasales y la boca. La fusión del paladar primario residual (región de la papila incisiva) con las apófisis palatinas es casi completa, pero deja abiertos los pequeños pasajes que se convierten en los conductos incisivos. Ahora la repisa que divide las cavidades nasal y oral constituye el paladar secundario (definitivo) que después se diferencia en las

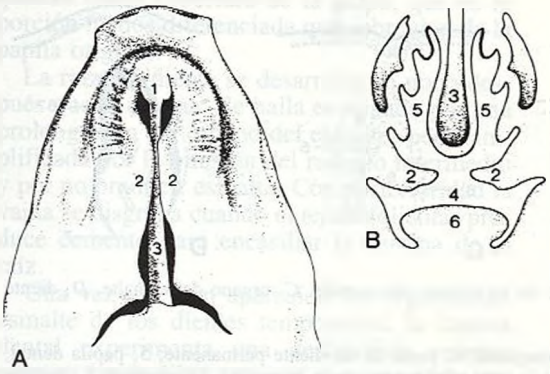


Fig. 3-53. *A*, vista ventral del desarrollo del paladar (cerdo). *B*, corte transverso a través de la cavidad oral y nasal antes del cierre del paladar secundario.

1, paladar primario; 2, proceso palatino (paladar secundario); 3, tabique nasal; 4, cavidad oral; 5, cavidad nasal; 6, lengua.

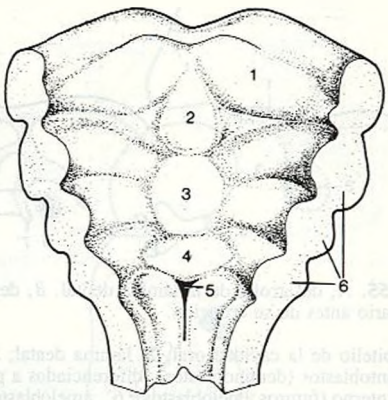


Fig. 3-54. Desarrollo de la lengua en el piso de la cavidad oral.

1, engrosamiento lingual distal (lateral); 2, engrosamiento lingual mediano; 3, engrosamiento lingual proximal; 4, primordio de la epiglotis; 5, entrada de la laringe; 6, arcos branquiales.

partes dura rostral y la blanda caudal. El mecanismo de esta formación es complicado y no ha sido elucidado del todo; su cronología tiene una importancia crítica porque normalmente justo después de la etapa en que se forma el paladar secundario se produce un pronunciado ensanchamiento de la cabeza, de modo que si la reorientación de las apófisis palatinas se atrasa quedan demasiado cortas para cubrir la brecha y no se fusionan entre sí ni con el borde ventral del tabique nasal, dejando un paladar secundario dividido por una fisura mediana por la cual las cavidades nasal y oral se comunican. Las consecuencias de esta anomalía (paladar hendido) pueden ser severas, como la dificultad para mamar.

El esqueleto de la cara y quijadas se forma mediante osificación intramembranosa dentro del mesodermo. La mandíbula es precedida por una barra cartilaginosa que no tarda en ser cubierta y envuelta por hueso de origen membranoso; en consecuencia, esta barra no hace ninguna contribución importante a la mandíbula definitiva.

La división de la cavidad bucal en sus partes vestibular y central se anuncia con la aparición de unos engrosamientos ectodérmicos paralelos a los bordes de los procesos maxilar y mandibular. Estos engrosamientos no tardan en convertirse en unos surcos que se conocen como surcos labiogingivales porque señalan la división de los labios respecto de la cara externa de las encías; la profundización de los surcos crea el espacio vestibular y después lo agranda. Una segunda formación similar más interna que el surco labiogingival del proceso mandibular separa la cara interna de la encía respecto del margen lateral de la lengua, que ahora se está desarrollando en el piso de la boca. La incesante fusión de los procesos maxilar y mandibular en el ángulo de la boca agranda la parte de la pared vestibular formada por la mejilla a expensas de la formada por los labios.

Las glándulas salivales mayores y menores se forman a partir de unas proliferaciones sólidas de epitelio que presionan sobre el mesénquima subyacente. Estas formaciones se ramifican repetidamente y después se canalizan para formar los acinos y conductos de las glándulas. Es tentador suponer que sus sitios de origen concuerdan con los puntos de entrada de los conductos del adulto, pero existen ciertas evidencias sugestivas de que las aberturas cambiarían de lugar al cerrarse unos surcos en el epitelio oral, de tal modo que los conductos se alargan.

La *lengua* se desarrolla en el piso de la boca. Su origen es complicado porque se forma por la fusión de varios engrosamientos (fig. 3-54). Uno de ellos, el engrosamiento lingual mediano, aparece en el piso de la faringe entre los extremos inferiores de los arcos mandibulares y después se fusiona con engrosamientos más laterales que aparecen sobre las partes adyacentes de estos arcos. Un engrosamiento más caudal (proximal) se extiende desde el piso hacia las partes ventrales de los arcos branquiales segundos, tercero y quizá cuarto. El engrosamiento caudal se divide de modo que su parte caudal se convierte en epiglotis y su parte rostral se fusiona con las otras contribuciones para la lengua. La glándula tiroides se desarrolla a partir del piso de la faringe entre los engrosamientos mediano y proximal. Al principio tiene una conexión (conducto tirogloso) con el epitelio faríngeo, aunque después esta conexión desapa-

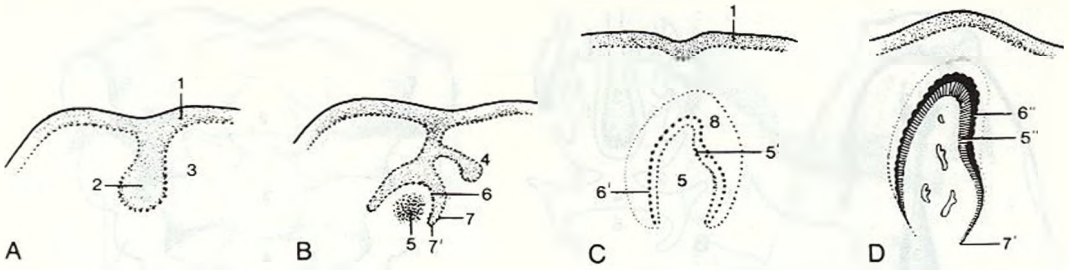


Fig. 3-55. *A*, desarrollo de la lámina dental. *B*, desarrollo de un órgano del esmalte. *C*, órgano del esmalte. *D*, diente temporario antes de su erupción.

1, epitelio de la cavidad oral; 2, lámina dental; 3, mesénquima; 4, yema de un diente permanente; 5, papila dental; 5', odontoblastos (dentinoblastos) (diferenciados a partir de la capa celular externa de la papila); 5'', dentina; 6, epitelio dental interno (futuros ameloblastos); 6', ameloblastos; 6'', esmalte; 7, epitelio dental externo; 7'', transición de los epitelios dental interno y externo (donde se forma la raíz).

rece y en ocasiones queda una fosita (agujero ciego) que señala el límite de las contribuciones rostral y caudal de la lengua del adulto humano, pero esto no se observa nunca en las especies domésticas. Se presume que la sustancia de la lengua deriva principalmente de miotomos de somitos occipitales. Se alega que el material originado en estos miotomos migra hacia adelante debajo del piso de la boca y, aunque las evidencias no son del todo convincentes, la teoría explica satisfactoriamente la inervación de los músculos linguales por el nervio hipogloso, que es específico de los somitos occipitales. La inervación sensitiva del epitelio lingual comprende los nervios mandibular, facial, glosofaríngeo y vago, que se asocian con los arcos primero, segundo, tercero y cuarto.

La lengua se separa del piso de la boca de manera gradual; la separación es más completa para la parte derivada del engrosamiento mediano y del primer arco (punta y cuerpo) que para la parte derivada del engrosamiento proximal (raíz).

Los primeros indicios de los *dientes* son unos engrosamientos acintados del epitelio, paralelos pero internos respecto de los engrosamientos labiogingivales que describimos antes. Los engrosamientos se extienden como placas, láminas dentales, dentro del mesénquima subyacente (fig. 3-55) y muy poco después brota del margen profundo de cada uno una serie lineal de engrosamientos a modo de botones. Estos engrosamientos representan los órganos del esmalte de los dientes temporarios y su número concuerda con la fórmula dental de la respectiva especie, aunque en ocasiones su número es mayor y la disparidad tiene lugar cuando aparecen esbozos –que quizá se desarrollan bastante– para dientes que después involucionan sin erupcionar. Los incisivos superiores de los rumiantes son ejemplos de dientes cuyo desarrollo se frustra de esta manera.

El mesénquima se condensa contra las superficies libres de cada brote y cuando éste (el brote) se invagina poco después, el mesodermo denso, que ahora se conoce como papila dental, rellena la copa resultante. Todo el germen dentario -órgano del esmalte junto con la papila dental- es encerrado por un engrosamiento mesenquimático que se fusiona con la papila en su base, formando el saco dental o folículo que después da origen a la membrana periodontal y al cemento de la raíz.

El órgano del esmalte consiste en un epitelio dental interno (sobre la superficie cóncava aplicada a la papila dental), en un epitelio dental externo (sobre la superficie convexa que mira al folículo dental) y un tejido intermedio laxo y células poco abundantes (retículo estrellado) semejante a la gelatina de Wharton (Textus mucoideus connexens) del cordón umbilical (fig. 3-55). Las células del epitelio dental interno se conocen como ameloblastos porque producen esmalte. La formación del esmalte empieza sobre el centro de la corona pero poco después se propaga hacia afuera desde este foco. A medida que la capa se engruesa, los ameloblastos se repliegan en dirección centrífuga hasta que por último alcanzan el epitelio dental externo y se fusionan con él para formar una cutícula o membrana epitelial que cubre la corona completada y persiste hasta que se desgasta después de la erupción.

Mientras tanto, ciertas células de la papila mesodérmica se han dispuesto en una lámina que mira hacia los ameloblastos. Como producen dentina, se conocen como odontoblastos. La primera dentina también aparece hacia el centro de la corona un poco detrás del primer depósito de esmalte. En lo sucesivo el depósito de dentina también se propaga en todas direcciones. A medida que la capa se engruesa, los odontoblastos se retiran en dirección centrípeta y cuando la producción de dentina ha cesado

quedan como cobertura de la pulpa, que es la porción menos diferenciada que sobrevive de la papila original.

La raíz del diente se desarrolla un poco después que la corona. Se halla envainada por una prolongación del órgano del esmalte, pero simplificada por la omisión del retículo intermedio y por no producir esmalte. Con posterioridad la vaina se disgrega cuando el tejido folicular produce cemento para encasillar la dentina de la raíz.

Una vez que han aparecido los órganos del esmalte de los dientes temporarios, la lámina dental experimenta una destrucción extensa pero su borde libre persiste para producir una segunda serie de brotes, los órganos del esmalte de los dientes permanentes; estos brotes se mantienen inactivos por un tiempo, pero al activarse la secuencia de acontecimientos se repite lo que se observa en el desarrollo de los dientes temporarios.

Faringe

Muchos detalles del desarrollo de la región faríngea se consideran mejor en los capítulos 2 y 6. Al principio la faringe tiene un aplanamiento dorsoventral y su ancho es máximo justo detrás de la placa oral, pero la sencilla forma inicial se altera por el crecimiento desigual del mesordemo que flanquea el tubo endodérmico (fig. 3-56). Este mesodermo forma unos engrosamientos seriados –los arcos branquiales– que sobresalen dentro de la luz de la faringe y se abultan en la superficie del cuello. El modelamiento interno de la luz define una serie de bolsas faríngeas que concuerdan con sus respectivos surcos externos (fig. 3-56). La cantidad de arcos y, por ende, de sacos es discutible y es probable que varíe en las distintas especies de mamíferos. Se suele presumir que existen cinco arcos y que representan los cuatro primeros y el sexto de una serie un tanto más larga que ocurre en otros vertebrados; parece ser que el quinto arco siempre se suprime. Cada arco adquiere un esqueleto y una musculatura interna con la cual se asocia un nervio craneal en particular; en otra parte (p. 74) se consideraron los destinos de estos elementos. Cada bolsa de la luz faríngea también tiene su destino específico (fig. 6-4). Los rasgos de interés inmediato comprenden la contribución de la primera bolsa y quizá de la segunda a la cavidad del oído medio, destino que en el adulto se reconoce por el sitio de entrada de la trompa auditiva en la nasofaringe. La parte ventral del segundo saco forma el seno amigdalino, jalón que en el adulto ofrece cierta orientación acerca del sitio del límite entre las partes ectodérmica y endodérmica del revestimiento oral.

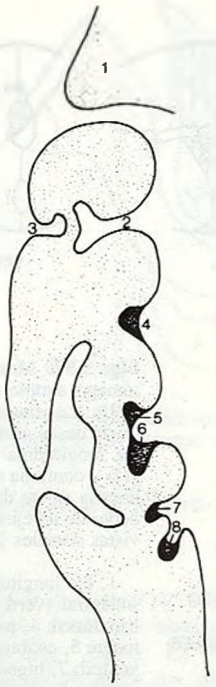


Fig. 3-56. Corte dorsal del lado izquierdo de la faringe que muestra el desarrollo de los arcos branquiales y de las bolsas faríngeas.

1, proceso maxilar; 2, tubo faringotimpánico (futura trompa auditiva); 3, meato acústico externo; 4, amígdala palatina (en el seno amigdalino); 5, glándula paratiroides III; 6, timo; 7, glándula paratiroides IV; 8; cuerpo ultimobranquial.

En el próximo capítulo se considera el crecimiento del tracto respiratorio inferior en el límite caudal de la faringe.

Parte caudal del intestino anterior

En una etapa incipiente el estómago se identifica por un agrandamiento fusiforme. La porción del intestino anterior comprendida entre éste y el límite caudal de la faringe se convierte en el esófago que al principio es muy corto pero se alarga a medida que el corazón desciende desde el cuello hacia el tórax. El esófago interviene en el origen del tracto respiratorio inferior (p. 179), pero aparte de esto su desarrollo reviste escaso interés. En una etapa la rápida proliferación del revestimiento endodérmico obstruye por completo la luz pero después el esófago se recanaliza.

El desarrollo del estómago entraña desplazamiento, reorientación y agrandamiento diferencial. El desplazamiento lleva al estómago desde el cuello hasta un sitio ventral respecto de los segmentos torácicos caudales. Aunque la reo-

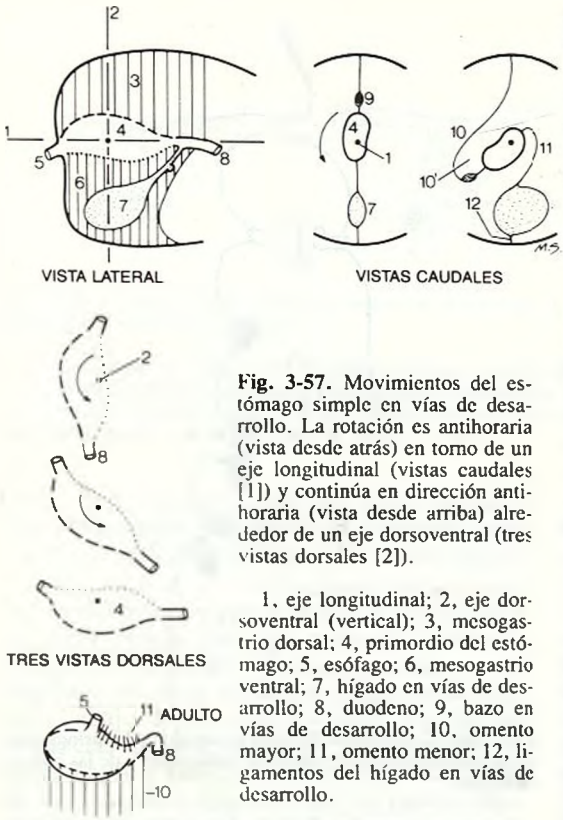


Fig. 3-57. Movimientos del estómago simple en vías de desarrollo. La rotación es antihoraria (vista desde atrás) en torno de un eje longitudinal (vistas caudales [1]) y continúa en dirección antihoraria (vista desde arriba) alrededor de un eje dorsoventral (tres vistas dorsales [2]).

1, eje longitudinal; 2, eje dorsoventral (vertical); 3, mesogastrio dorsal; 4, primordio del estómago; 5, esófago; 6, mesogastrio ventral; 7, hígado en vías de desarrollo; 8, duodeno; 9, bazo en vías de desarrollo; 10, omento mayor; 11, omento menor; 12, ligamentos del hígado en vías de desarrollo.

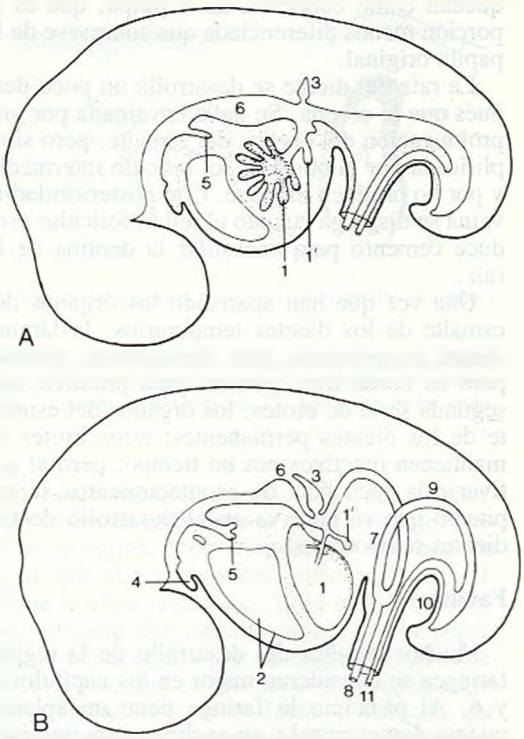


Fig. 3-58. Desarrollo del hígado. *A*, desarrollo inicial; una rama craneal (1) del divertículo endodérmico invade el septum transversum; una rama caudal (1') forma la vesícula biliar y el conducto cístico. *B*, etapa ulterior en que el hígado en vías de desarrollo se expande en dirección caudal dentro de la cavidad abdominal.

1, hígado; 1', vesícula biliar; 2, pericardio y corazón; 3, primordio dorsal del páncreas; 4, lengua; 5, divertículo traqueobronquial; 6, estómago; 7, asa de intestino medio; 8, conducto vitelino; 9, intestino posterior; 10, placa cloacal; 11, tallo alantoido.

rientación implicaría rotaciones sobre dos ejes, es probable que se deba al crecimiento desigual de la pared del estómago. Sin embargo, es usual y más sencillo presumir que ocurren rotaciones. La rotación sobre el eje mayor del huso gástrico desplaza hacia la izquierda la parte que al principio era dorsal, donde después se la distingue como la curvatura mayor convexa. En este proceso participa el mesogastrio dorsal, que se convierte en omento mayor. La segunda rotación, sobre un eje dorsoventral, desplaza el extremo craneal (cardial) hacia la izquierda y el caudal (pilórico) hacia la derecha (fig. 3-57). En el perro el cambio más notable de la forma es un agrandamiento asimétrico hacia la izquierda del cardias, que produce el fondo; en los rumiantes se requiere un remodelamiento mucho más radical para producir los cuatro compartimientos del estómago. Las diversas túnicas de la pared gástrica se diferencian en una etapa muy temprana; en el feto humano las glándulas gástricas se establecen y son capaces de producir secreción hacia la mitad del período gestacional.

La porción corta del intestino anterior comprendida entre el huso gástrico y el intestino medio forma la parte inicial del duodeno, que termina donde está la desembocadura de los conductos colédoco y pancreático. Los sitios de origen de los primordios del hígado y páncreas son los jalones respectivos en el embrión de corta edad. Esta parte del duodeno se traslada a la derecha al producirse la rotación del estómago.

Hígado y páncreas

El hígado aparece como un divertículo endodérmico en la unión del intestino anterior y medio y rápidamente se divide en una rama craneal que forma el tejido glandular y los conductos hepáticos y en una rama caudal que forma la vesícula biliar y el conducto cístico (fig. 3-58).

La rama craneal emite unas digitaciones que penetran en el mesodermo esplácnico del septum transversum adyacente, traído aquí con la formación del pliegue cefálico. A medida que

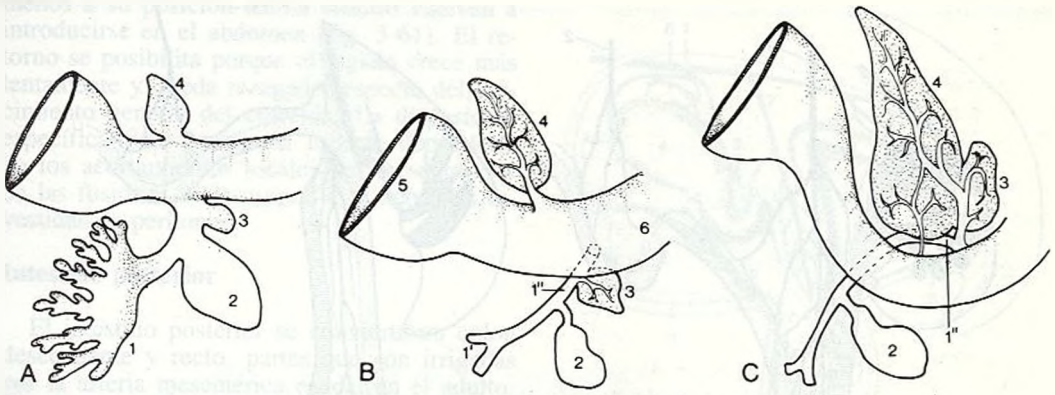


Fig. 3-59. Desarrollo del páncreas. *A*, etapa inicial. *B*, etapa ulterior que muestra los sistemas canaliculares independientes en los dos primordios. *C*, los dos primordios se han fusionado después de la migración del páncreas ventral. Ahora el páncreas dorsal drena principalmente por el sistema canalicular ventral.

1, primordio hepático; 1', conductos hepáticos; 1'' conducto colédoco; 2, vesícula biliar; 3, primordio ventral del páncreas; 4, primordio dorsal del páncreas; 5, estómago; 6, duodeno.

estas digitaciones penetran en el mesodermo se combinan con el sistema viteloumbilical de venas que sigue esta ruta desde las membranas extraembionarias. Muy poco después se forma una esponja tridimensional de cordones y placas de hepatocitos rodeados por todos lados por unos vasos sanguíneos de paredes finas, en una versión temprana del ordenamiento existente en el adulto. El hígado en vías de desarrollo se confina a la parte dorsal del septum transversum ya que su rápido crecimiento hace que se aleje de la parte ventral (que origina gran parte de la sustancia del diafragma). La conexión entre las partes dorsal y ventral del septum subsiste en forma modificada como los ligamentos parietales del hígado. Una atenuación similar de la conexión entre el hígado y el intestino se convierte en el omento menor.

La canalización de la rama caudal del primordio crea la vesícula y el sistema canalicular distal, cuya entrada en el intestino es desviada en dirección dorsal por el crecimiento diferencial de la pared duodenal.

El crecimiento del hígado, extraordinariamente rápido en los embriones más jóvenes, es un factor primordial en el desplazamiento caudal del estómago y la herniación temporaria del intestino medio (véase más adelante). Aunque su crecimiento se retrasa después, el hígado continúa siendo desproporcionadamente grande (en comparación con el del adulto) hasta bastante después de nacer. Un factor relevante es que antes del nacimiento cumple una función eritropoyética que luego cesa. Las funciones secretoria y metabólica se establecen en el feto humano hacia la mitad de la gestación.

El páncreas se origina en la misma porción del intestino anterior que el hígado. El desarrollo inicial adopta la forma de dos primordios, uno dorsal y otro ventral y asociado con el esbozo hepático (fig. 3-59). El agrandamiento del esbozo ventral lo pone en contacto con el brote dorsal, con el cual se fusiona. Esto suele entrañar la combinación de los dos sistemas canaliculares después de lo cual el uno o el otro puede perder su conexión con el intestino. El tejido de los islotes se desarrolla mediante brotes, a partir de los conductos. Los componentes endocrino y exocrino son competentes mucho antes de nacer.

La arteria celíaca se asocia con la parte posfaríngea del intestino anterior.

Intestino medio

El intestino medio constituye la mayor parte del intestino, desde la desembocadura del colédoco hasta la unión de las porciones transversa y descendente del colon. Su amplia conexión inicial con el saco vitelino queda reducida rápidamente a un estrecho conducto (vitelino) a mitad camino de su longitud hasta que, por último, también esta conexión desaparece, si bien en ocasiones el sitio reconoce por un pequeño divertículo (de Meckel)* en el yeyuno del adulto.

Al principio el intestino medio crece con gran rapidez, de modo que pende formando un asa a partir de un mesenterio elongado por el cual corre la arteria del intestino medio (mesentérica craneal). El hígado, que también se expande con rapidez, no tarda en ocupar una parte tan grande de la cavidad abdominal que no queda suficiente espacio para el intestino.

* *N. del R.* Vestigium pedunculi vitellini.

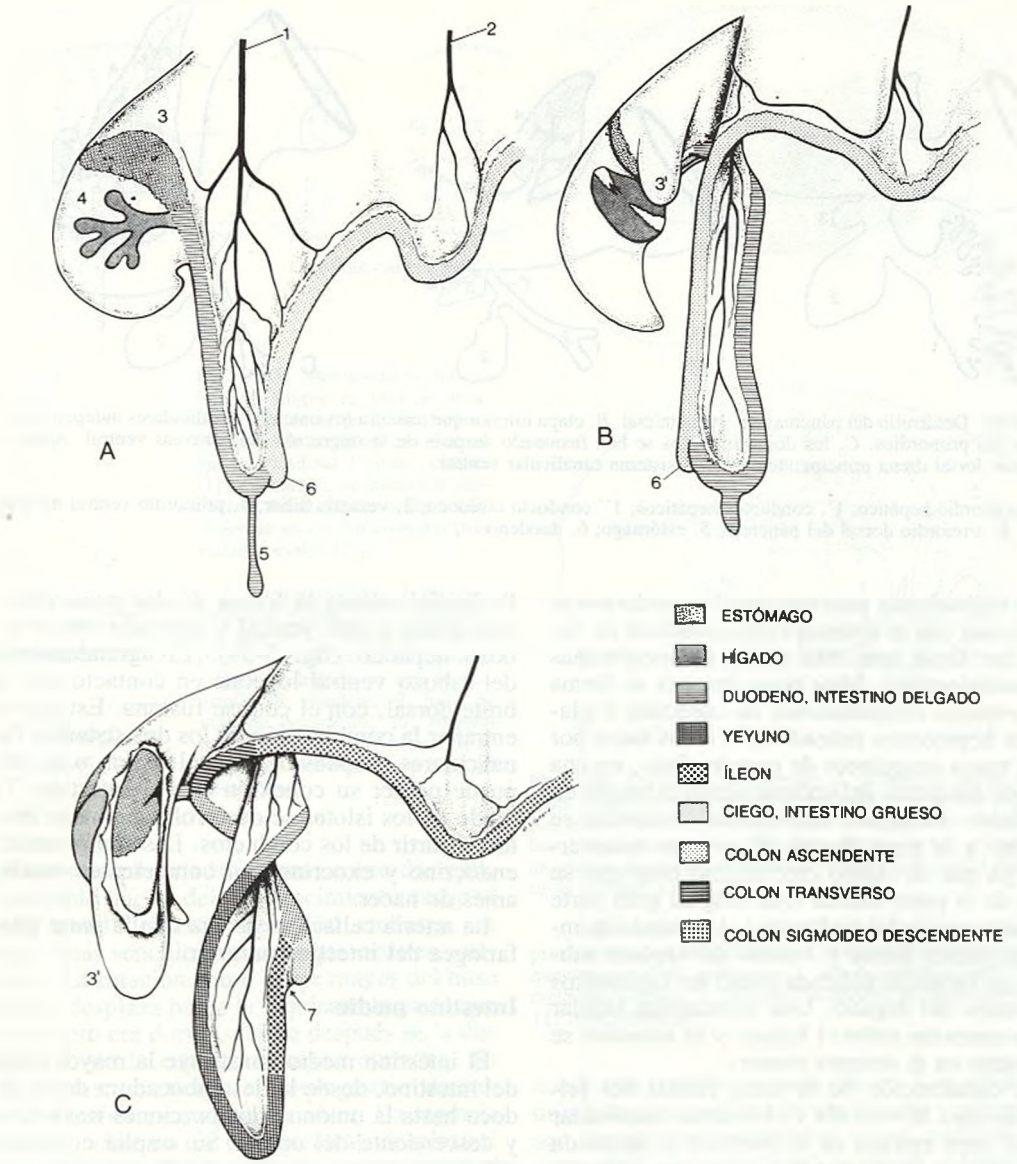


Fig. 3-60. Crecimiento y rotación del intestino medio (perro), vista lateral izquierda.

1, arteria mesentérica craneal; 2, arteria mesentérica caudal; 3, mesogastrio dorsal; 3', omento mayor fenestrado para exponer el estómago en *C*; 4, mesogastrio ventral; 5, saco vitelino; 6, primordio cecal; 7, pliegue ileocecal. (Horowitz, 1970.)

El largo mesenterio permite que el intestino medio escape de la cavidad abdominal hacia el cordón umbilical –proceso que se conoce como herniación fisiológica–, donde su crecimiento continúa. La rama craneal del asa herniada (que en su punta tiene la inserción del conducto vitelino) se convierte en el intestino delgado y la aparición de un divertículo –futuro ciego– indica la división de la rama caudal en la parte terminal del intestino delgado y la parte inicial del colon. La rama craneal crece con mayor rapidez y no tarda en formar gran cantidad de asas. El acontecimiento clave es la rotación del asa inicial sobre el eje arterial (fig. 3-60), rotación que arrastra la rama que primero era caudal hacia adelante y a la izquierda y luego a través del abdomen, antes de pasar en dirección caudal a la derecha para completar una rotación de unos 270 grados, es decir, tres cuartas partes de una vuelta completa. Esta rotación, que se cumple en dirección horaria vista desde arriba, lleva los intestinos más o

menos a su posición adulta cuando vuelven a introducirse en el abdomen (fig. 3-61). El retorno se posibilita porque el hígado crece más lentamente y queda rezagado respecto del crecimiento general del embrión. La disposición específica final para cada especie dependería de los acortamientos locales del mesenterio y de las fusiones de las superficies adosadas revestidas de peritoneo.

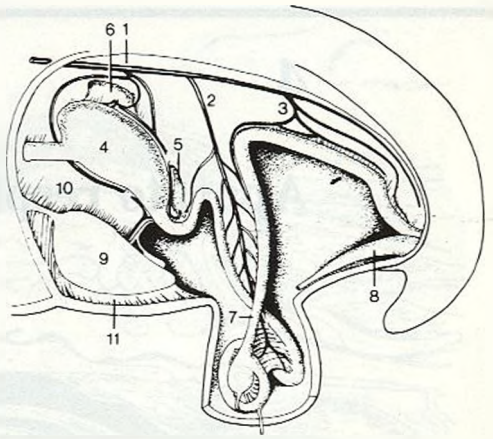


Fig. 3-61. Desarrollo del tracto intestinal durante el proceso de rotación. El asa de intestino medio se hernia dentro del celoma extraembrionario.

1, arteria celíaca; 2, arteria mesentérica craneal; 3, arteria mesentérica caudal; 4, estómago; 5, páncreas; 6, bazo; 7, asa de intestino medio; 8, expansión vesical del seno urogenital; 9, hígado; 10, omento menor; 11, ligamento falciforme.

Intestino posterior

El intestino posterior se convierte en colon descendente y recto, partes que son irrigadas por la arteria mesentérica caudal en el adulto. Al principio esta parte del intestino termina en fondo de saco contra la placa cloacal, membrana que forma el piso del proctodeo, fosa análoga al estomodeo. Con excepción del caballo, en el cual el colon descendente experimenta un considerable alargamiento secundario, los cambios importantes sólo afectan la parte terminal del intestino posterior. Un brote, la alantoides, crece a partir de su cara ventral hacia la abertura umbilical y a través de ella en la pared abdominal y, una vez afuera del embrión, se agranda para formar el amplio saco alantoico, importante componente de las membranas fetales. Una cuña de tejido (tabique urorrectal) que se agranda en el ángulo comprendido entre el intestino y este divertículo se abre paso en dirección de la membrana cloacal (fig. 3-62). Al tomar contacto con ésta, divide el intestino en dos tubos separados por completo: el dorsal se continúa con el colon descendente y el ventral se continúa con la alantoides y está destinado a formar el tracto urogenital inferior (cap. 5). Mientras tanto, la proliferación del mesodermo debajo del ectodermo que rodea al proctodeo ha profundizado la fosa; cuando la parte dorsal (membrana anal) de la membrana cloacal se disgrega, esta profundización se suma al intestino y le provee el canal anal que lo comunica con el exterior.

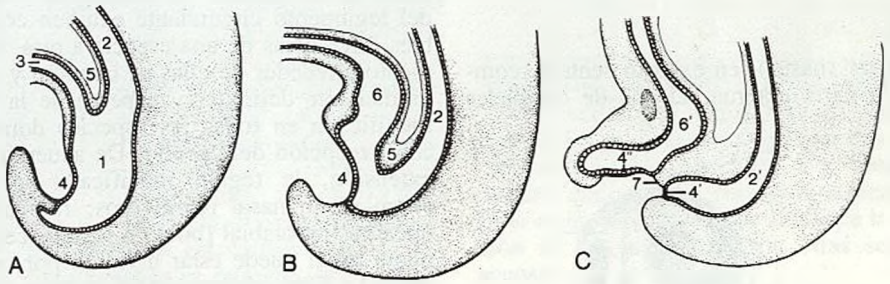


Fig. 3-62. División de la parte distal del intestino posterior en recto y seno urogenital. *A*, formación de la alantoides y comienzo de la expansión caudal del tabique urogenital (5). *B*, ahora el tabique urogenital se aproxima a la placa cloacal. *C*, división completa del seno urogenital y canal anorrectal.

1, cloaca; 2, intestino posterior; 2', canal anorrectal; 3, alantoides; 4, placa cloacal; 4', membrana anal; 4'', membrana urogenital; 5, tabique urorrectal; 6, seno urogenital primitivo; 6', seno urogenital; 7, puente de tejido ventral respecto del futuro ano.

4

Aparato respiratorio

Los órganos esenciales de la respiración son los pulmones, pues en ellos tiene lugar el intercambio gaseoso entre el aire inspirado y el torrente sanguíneo. Los órganos auxiliares de la respiración comprenden los pasajes por los cuales el aire va a los pulmones y vuelve de ellos. Entre estos órganos se incluye la nariz, aunque también se la puede considerar un órgano sensitivo especializado porque ha evolucionado como órgano de la olfación. La faringe, donde se cruzan el aire y los alimentos, pertenece más a los órganos digestivos, aunque su porción superior (nasofaringe) es puramente respiratoria. Luego de describir la anatomía del adulto hemos de ofrecer una breve explicación sobre el desarrollo del aparato respiratorio.

NARIZ

La nariz* (nasus), en extenso sentido, comprende la nariz externa, el par de cavidades nasales y los senos paranasales, aunque podría decirse que también incluye la nasofaringe.

Fig. 4-1. Hocico del perro.

1, plano nasal; 2, filtro.

La *nariz externa*, que se destaca tanto en la cara humana, difícilmente podría reconocerse como tal en las especies domésticas, en las cuales está fusionada con los contornos generales del hocico (fig. 4-1). Su extensión se determina mejor con la palpación porque concuerda más o menos con la parte del esqueleto del hocico que es cartilaginoso y, por ende, flexible. Por dentro está dividida en dos cavidades, los vestíbulos nasales, en cada una de las cuales se entra por una narina y se pasa por una región estrechada hasta la cavidad nasal mucho más amplia que está más hacia craneal. La forma y tamaño de las narinas, su orientación y la índole del tegumento circundante exhiben considerables diferencias de una especie a otra. El tegumento alrededor de ellas es lampiño y se halla nítidamente delimitado respecto de la piel no modificada en todas las especies domésticas, con excepción del caballo. De acuerdo con su extensión, la región modificada se conoce como plano nasal (carnívoros, rumiantes pequeños), nasolabial (buey) o rostral (cerdo). El plano nasal puede estar dividido por un surco medial o filtro (philtrum) (fig. 4-1[2]). El plano se mantiene húmedo en el buey, cerdo y perro; en las dos primeras especies la humedad proviene de las glándulas subyacentes que están densamente aglomeradas, mientras que en el perro proviene de la secreción de glándulas de la mucosa nasal, en particular las glándulas nasales laterales.

Los cartílagos que sostienen la nariz externa varían en cuanto a forma, tamaño relativo y hasta cantidad. El extremo rostral del tabique

* La palabra griega que significa nariz, *rhin*, es la raíz de muchos términos médicos, como rinitis.

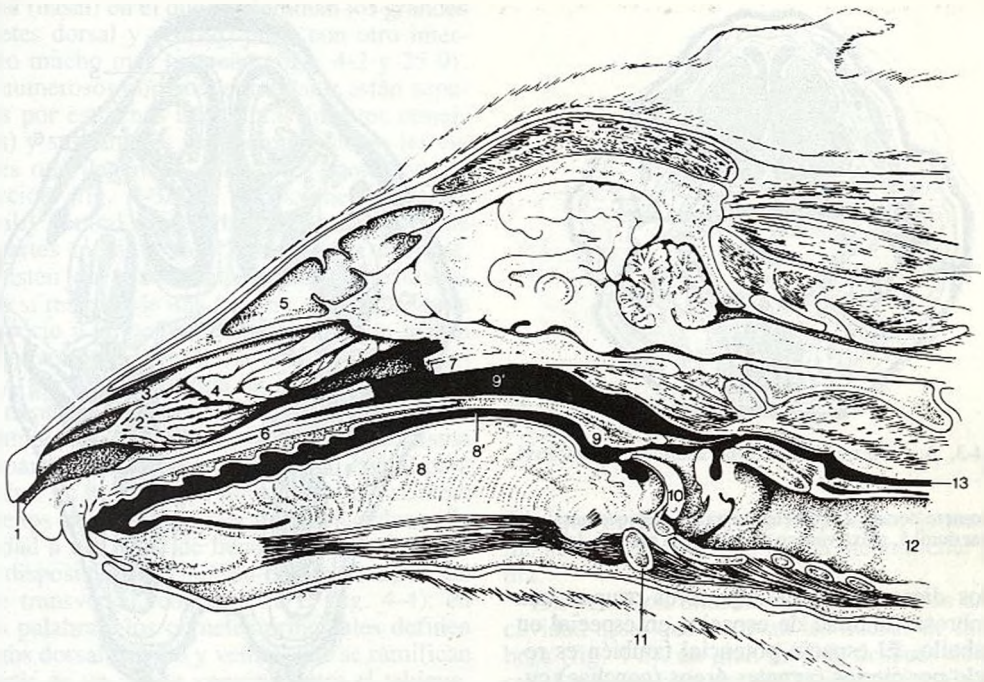


Fig. 4-2. Corte paramediano de la cabeza del perro; se ha eliminado el tabique nasal

1, narina derecha; 2, cornete nasal ventral; 3, cornete nasal dorsal; 4, cornetes etmoidales; 5, seno frontal; 6, paladar duro; 7, vómer resecado; 8, lengua; 8', orofaringe; 9, paladar blando; 9', nasofaringe; 10, epiglotis; 11, basihioides; 12, tráquea; 13, esófago.

nasal forma la división mediana entre los vestíbulos derecho e izquierdo y comprende un pequeño hueso (os rostrale) en el cerdo. El borde libre del tabique presta inserción a otros cartílagos que sostienen los bordes dorsal y lateral de la narina y sirven para determinar la forma de la abertura. Uno de ellos, el cartílago alar, es particularmente grande en el caballo y produce la curiosa forma en coma de la narina, que en esta especie está dividida en una parte ventral, la llamada narina verdadera, que conduce a la cavidad nasal, y en una parte dorsal, la falsa narina, que termina en un divertículo cubierto de piel que ocupa la escotadura nasoincisiva (fig. 18-3). La narina es redonda en el cerdo, pero en la mayoría de las otras especies se halla prolongada lateralmente por una extensión en hendidura. La forma de la narina puede alterarse, en particular elevando el "ala" lateral, sea en forma activa por ciertos músculos faciales o pasivamente cuando el flujo aéreo aumenta en la respiración masiva o al olisquear. Estos cambios pueden ser muy pronunciados en el caballo y conducen a la compresión y obliteración casi completa del divertículo.

El tegumento penetra hasta cierta distancia en el vestíbulo, donde se une con la mucosa nasal en una línea bien nítida cerca de la cual pueden desembocar varios conductos. En el caballo estos conductos comprenden el nasolagrimal, cuya abertura se distingue muy bien al inspeccionar el piso vestibular en el animal vivo; en cambio, la abertura no es tan notoria en otras especies, sea porque los tejidos son menos plegables (buey) o porque es más profunda (perro). En esta área también desembocan los conductos largos, mucho más pequeños, de las glándulas nasales laterales, serosas. Esta disposición contribuye a la humectación del aire que ingresa, porque la aceleración del flujo en el sitio entrechado favorece la evaporación de las lágrimas y de otras secreciones acuosas.

Las dos *cavidades nasales* ocupan gran parte de la cara, ya que se extienden en dirección caudal hasta el tabique óseo transverso situado en el extremo rostral de la cavidad craneana (fig. 4-2). Su tamaño puede deducirse por la conformación de la cabeza, pero la primera impresión tiende a ser engañosa. Varios rasgos reducen mucho la extensión de las cavidades a menos de lo previsto. En primer lugar, ciertos huesos que delimitan la cavidad están engrosados por espacios aéreos (senos paranasales) que se comunican con la cavidad pero no forman parte de ella. Segundo, las porciones incluidas

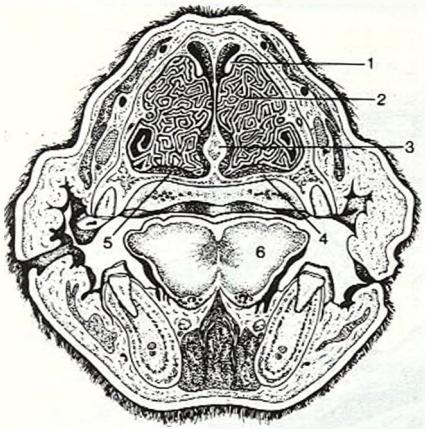


Fig. 4-3. A. Corte transversal de la cabeza del perro a nivel de P^2.

1, cornete dorsal; 2, cornete ventral; 3, tabique nasal; 4, paladar duro; 5, plexo venoso en la mucosa nasal; 6, lengua.

de los dientes malares superiores ocupan una asombrosa cantidad de espacio, en especial en el caballo. El espacio potencial también es reducido por ciertos cornetes óseos (conchae) cubiertos por una mucosa muy delicada que sobresale hacia el interior desde las paredes dorsal y lateral. Por último, las paredes están cubiertas por una mucosa engrosada localmente por plexos vasculares (figs. 4-3*A*, 4-3*B* y 4-4).

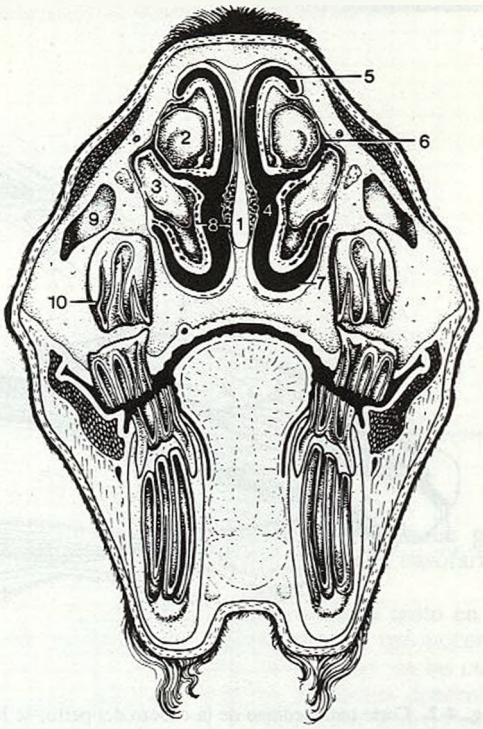


Fig. 4-4. Corte transversal de la cabeza del caballo a nivel de P^4.

1, tabique nasal; 2, cornete dorsal; 3, cornete ventral; 4, meato común; 5, meato dorsal; 6, meato medio; 7, meato ventral; 8, plexo venoso en la mucosa nasal; 9, seno maxilar rostral; 10, P^4.

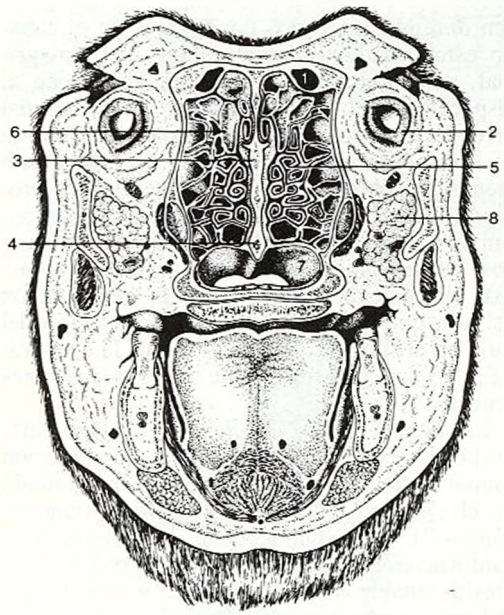


Fig. 4-3. B. Corte transversal de la cabeza del perro a nivel del globo ocular.

1, seno frontal; 2, globo ocular; 3, hueso etmoides; 4, vómer; 5, cornete ventral; 6, cornetes etmoidales; 7, coana; 8, glándula cigomática.

Las cavidades derecha e izquierda están divididas por el tabique nasal, que en gran parte es cartilaginoso pero se halla osificado en su porción más caudal (lámina perpendicular del hueso etmoides). El tabique se une con la superficie superior del paladar duro que separa las cavidades nasal y bucal, pero los detalles varían mucho en las distintas especies (fig. 4-4). En el caballo el tabique cubre toda la extensión del paladar duro, de manera que cada cavidad nasal se comunica con la faringe por medio de una abertura aparte (coana) (fig. 18-10). En otras especies, en cambio, como el buey y el perro, la parte caudal del tabique no toma contacto con el paladar y existe una sola abertura compartida por los dos lados (figs. 4-3*B*[7] y 25-10).

Los cornetes que sobresalen dentro de la cavidad tienen una disposición complicada y variable. Comprenden un sistema caudal (de cornetes etmoidales que constituyen la masa lateral o laberinto del hueso etmoides) y un sistema

rostral (nasal) en el que predominan los grandes cornetes dorsal y ventral, junto con otro intermedio mucho más pequeño (figs. 4-2 y 25-9). Los numerosos cornetes etmoidales están separados por estrechas hendiduras (meatos etmoidales) y su trama es más complicada en las especies que dependen mucho del sentido de la olfacción (fig. 4-3*B*[6]. Los cornetes nasales dorsal y ventral determinan el patrón meatal de las partes media y más rostral de la cavidad. Consisten en unas frágiles láminas arrolladas sobre sí mismas de una manera que varía según la especie y la localización. En su parte rostral la lámina no se dobla hasta unirse consigo misma y, por ende, delimita un receso de la cavidad nasal: en la parte más caudal, en cambio, la lámina está doblada hasta unirse a sí misma o tomar contacto con la pared nasal lateral para encerrar un espacio que forma parte del sistema de senos paranasales. Los cornetes reducen la cavidad a una serie de hendiduras o meatos en una disposición que podría compararse, en un corte transversal, con la letra E (fig. 4-4); en otras palabras, los cornetes principales definen meatos dorsal, medio y ventral que se ramifican a partir de un meato común contra el tabique. El meato dorsal va directamente al fondo de la cavidad nasal y lleva aire a la mucosa olfatoria; el meato medio suele dar acceso al sistema sinusal y el meato ventral es la vía aérea principal que conduce a la faringe. El espacio más ancho, situado en la unión de los meatos ventral y común, es la vía que se elige para introducir un instrumento como una sonda gástrica.

La mucosa nasal se fusiona con el periostio subyacente y su espesor es variable. En algunas partes, en efecto, es fina, pero en otras, en particular en el lado ventral, se halla muy engrosada por la inclusión de espacios sanguíneos cavernosos que la convierten en un tejido semieréctil (fig. 4-4[8]). El espesor de la mucosa varía de acuerdo con el grado de congestión vascular; cuando los vasos están congestionados al máximo reducen mucho el flujo aéreo y causan la obstrucción característica de los "resfríos".

Aparte de la olfacción, la cavidad nasal cumple la importante función de modificar el aire inspirado antes de presentarlo a las vías respiratorias inferiores. El aire se entibia pasando sobre la mucosa muy vascularizada, se humedece mediante la evaporación de las lágrimas y de la secreción nasal serosa y se limpia mediante el contacto con la secreción de numerosas glándulas mucíparas dispersas. Estas glándulas tienden un manto de moco sobre la mucosa nasal, que atrapa a las partículas y gotitas que entablan contacto con él. El manto se desplaza hacia la faringe mediante la acción ciliar del epitelio de revestimiento y luego se deglute. Se

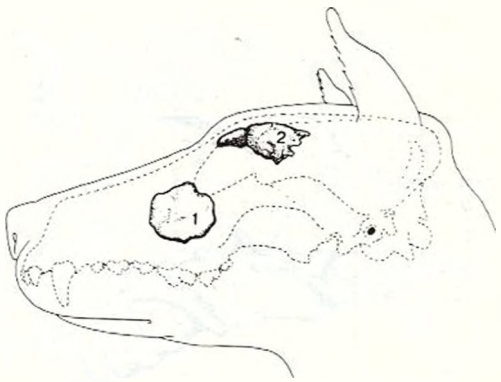


Fig. 4-5. Senos paranasales en el perro.

1, receso maxilar; 2, seno frontal.

dice que en el hombre se deglute por lo menos medio litro de moco en forma inconsciente por día.

Los *senos paranasales* son divertículos de la cavidad nasal que excavan los huesos de la cabeza (fig. 4-5), en gran medida después de nacer. La separación de las láminas interna y externa de los huesos altera la conformación de la cabeza y es muy llamativa en particular en el cerdo y el buey (fig. 4-6 y 25-11), en los cuales ciertos senos eventualmente se extienden encima de la cavidad craneana. Los senos conservan sus conexiones con la cavidad nasal, pero en vista de que sus aberturas suelen ser estrechas, el intercambio de aire es relativamente lento. La estrechez y los sitios de las aberturas las torna propensos a bloquearse cuando la mucosa está engrosada por inflamación o congestión. No todos los senos revisten la misma importancia clínica; en los capítulos topográficos

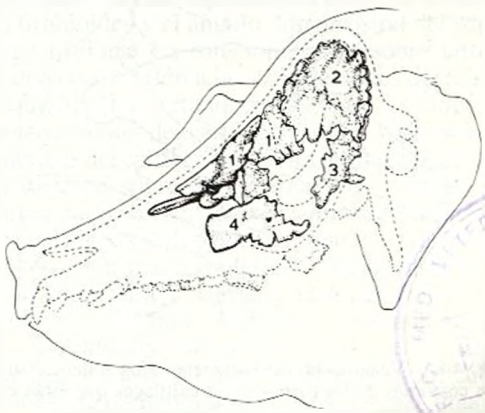


Fig. 4-6. Senos paranasales en el cerdo.

1, seno frontal rostral; 2, seno frontal caudal; 3, seno esfenoidal; 4, seno maxilar.

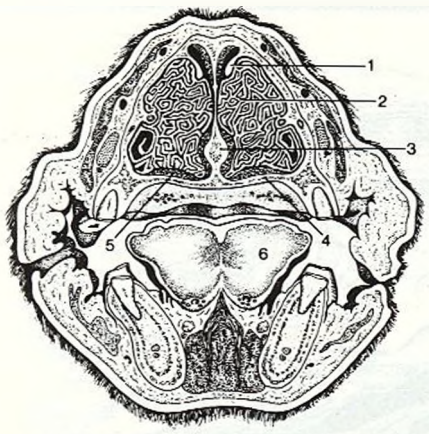


Fig. 4-3. **A**. Corte transversal de la cabeza del perro a nivel de P^2.

1, cornete dorsal; 2, cornete ventral; 3, tabique nasal; 4, paladar duro; 5, plexo venoso en la mucosa nasal; 6, lengua.

de los dientes malares superiores ocupan una asombrosa cantidad de espacio, en especial en el caballo. El espacio potencial también es reducido por ciertos cornetes óseos (conchae) cubiertos por una mucosa muy delicada que sobresale hacia el interior desde las paredes dorsal y lateral. Por último, las paredes están cubiertas por una mucosa engrosada localmente por plexos vasculares (figs. 4-3*A*, 4-3*B* y 4-4).

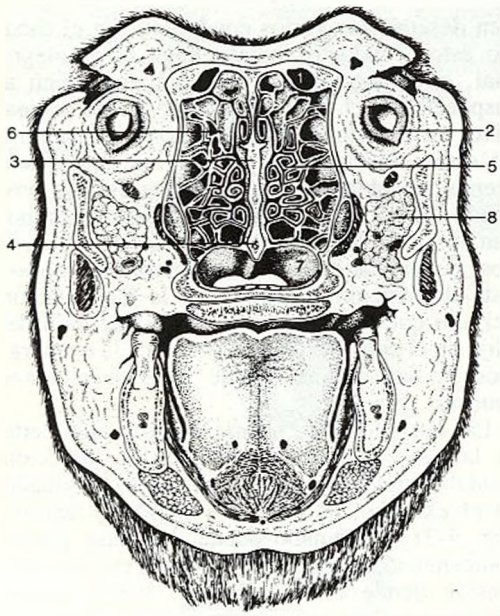


Fig. 4-3. **B**. Corte transversal de la cabeza del perro a nivel del globo ocular.

1, seno frontal; 2, globo ocular; 3, hueso etmoides; 4, vómer; 5, cornete ventral; 6, cornetes etmoidales; 7, coana; 8, glándula cigomática.

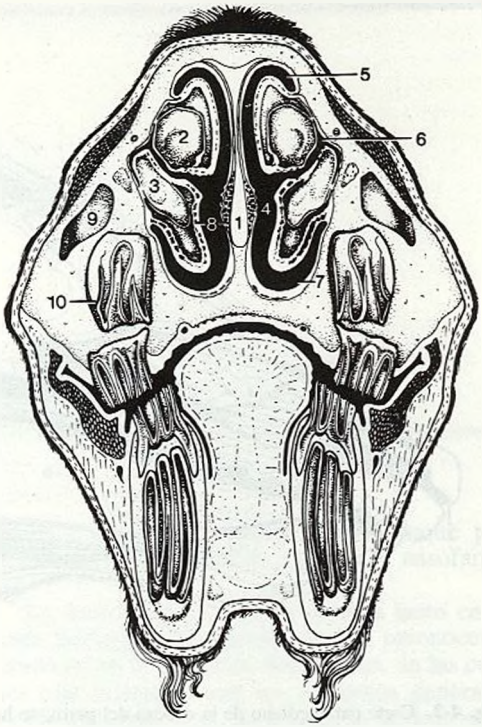


Fig. 4-4. Corte transversal de la cabeza del caballo a nivel de P^4.

1, tabique nasal; 2, cornete dorsal; 3, cornete ventral; 4, meato común; 5, meato dorsal; 6, meato medio; 7, meato ventral; 8, plexo venoso en la mucosa nasal; 9, seno maxilar rostral; 10, P^4.

Las cavidades derecha e izquierda están divididas por el tabique nasal, que en gran parte es cartilaginoso pero se halla osificado en su porción más caudal (lámina perpendicular del hueso etmoides). El tabique se une con la superficie superior del paladar duro que separa las cavidades nasal y bucal, pero los detalles varían mucho en las distintas especies (fig. 4-4). En el caballo el tabique cubre toda la extensión del paladar duro, de manera que cada cavidad nasal se comunica con la faringe por medio de una abertura aparte (coana) (fig. 18-10). En otras especies, en cambio, como el buey y el perro, la parte caudal del tabique no toma contacto con el paladar y existe una sola abertura compartida por los dos lados (figs. 4-3*B*[7] y 25-10).

Los cornetes que sobresalen dentro de la cavidad tienen una disposición complicada y variable. Comprenden un sistema caudal (de cornetes etmoidales que constituyen la masa lateral o laberinto del hueso etmoides) y un sistema

rostral (nasal) en el que predominan los grandes cornetes dorsal y ventral, junto con otro intermedio mùcho más pequeño (figs. 4-2 y 25-9). Los numerosos cornetes etmoidales están separados por estrechas hendiduras (meatos etmoidales) y su trama es más complicada en las especies que dependen mucho del sentido de la olfacción (fig. 4-3*B*[6]. Los cornetes nasales dorsal y ventral determinan el patrón meatal de las partes media y más rostral de la cavidad. Consisten en unas frágiles láminas arrolladas sobre sí mismas de una manera que varía según la especie y la localización. En su parte rostral la lámina no se dobla hasta unirse consigo misma y, por ende, delimita un receso de la cavidad nasal: en la parte más caudal, en cambio, la lámina está doblada hasta unirse a sí misma o tomar contacto con la pared nasal lateral para encerrar un espacio que forma parte del sistema de senos paranasales. Los cornetes reducen la cavidad a una serie de hendiduras o meatos en una disposición que podría compararse, en un corte transversal, con la letra E (fig. 4-4); en otras palabras, los cornetes principales definen meatos dorsal, medio y ventral que se ramifican a partir de un meato común contra el tabique. El meato dorsal va directamente al fondo de la cavidad nasal y lleva aire a la mucosa olfatoria; el meato medio suele dar acceso al sistema sinusal y el meato ventral es la vía aérea principal que conduce a la faringe. El espacio más ancho, situado en la unión de los meatos ventral y común, es la vía que se elige para introducir un instrumento como una sonda gástrica.

La mucosa nasal se fusiona con el periostio subyacente y su espesor es variable. En algunas partes, en efecto, es fina, pero en otras, en particular en el lado ventral, se halla muy engrosada por la inclusión de espacios sanguíneos cavernosos que la convierten en un tejido semieréctil (fig. 4-4[8]). El espesor de la mucosa varía de acuerdo con el grado de congestión vascular; cuando los vasos están congestionados al máximo reducen mucho el flujo aéreo y causan la obstrucción característica de los "resfríos".

Aparte de la olfacción, la cavidad nasal cumple la importante función de modificar el aire inspirado antes de presentarlo a las vías respiratorias inferiores. El aire se entibia pasando sobre la mucosa muy vascularizada, se humedece mediante la evaporación de las lágrimas y de la secreción nasal serosa y se limpia mediante el contacto con la secreción de numerosas glándulas mucíparas dispersas. Estas glándulas tienden un manto de moco sobre la mucosa nasal, que atrapa a las partículas y gotitas que entablan contacto con él. El manto se desplaza hacia la faringe mediante la acción ciliar del epitelio de revestimiento y luego se deglute. Se

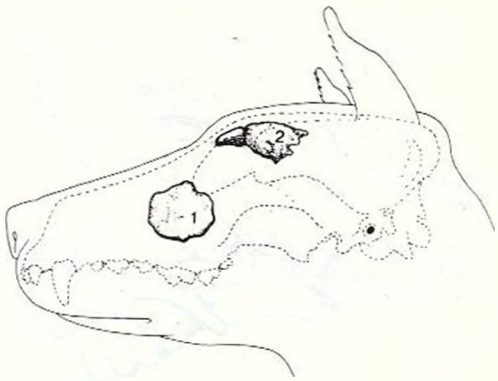


Fig. 4-5. Senos paranasales en el perro.

1, receso maxilar; 2, seno frontal.

dice que en el hombre se deglute por lo menos medio litro de moco en forma inconsciente por día.

Los *senos paranasales* son divertículos de la cavidad nasal que excavan los huesos de la cabeza (fig. 4-5), en gran medida después de nacer. La separación de las láminas interna y externa de los huesos altera la conformación de la cabeza y es muy llamativa en particular en el cerdo y el buey (fig. 4-6 y 25-11), en los cuales ciertos senos eventualmente se extienden encima de la cavidad craneana. Los senos conservan sus conexiones con la cavidad nasal, pero en vista de que sus aberturas suelen ser estrechas, el intercambio de aire es relativamente lento. La estrechez y los sitios de las aberturas las torna propensos a bloquearse cuando la mucosa está engrosada por inflamación o congestión. No todos los senos revisten la misma importancia clínica; en los capítulos topográficos

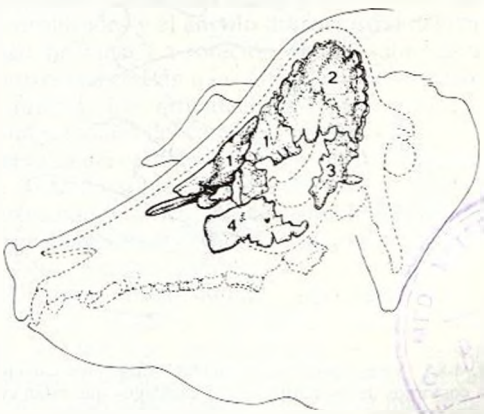


Fig. 4-6. Senos paranasales en el cerdo.

1, seno frontal rostral; 2, seno frontal caudal; 3, seno esfenoidal; 4, seno maxilar.

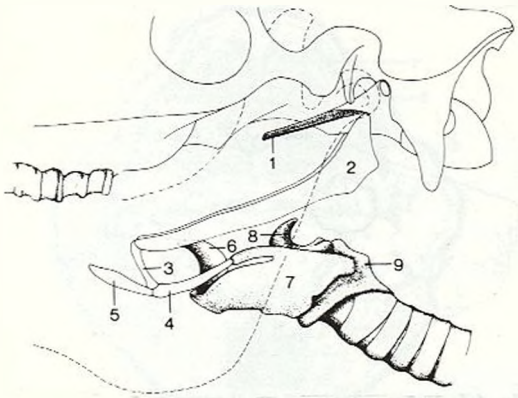


Fig. 4-7. Aparato hioideo que suspende la laringe de la base del cráneo (caballo). La línea entrecortada indica la mandíbula.

1, cartílago de la trompa auditiva; 2, estilohoides; 3, queratohioides; 4, tirohioides; 5, apófisis lingual del basihioides; 6, epiglotis; 7, cartílago tiroides; 8, cartílago aritenoides; 9, cartílago cricoides.

se consideran las proyecciones superficiales de los que suelen interesarse en los procesos patológicos.

En todas las especies existen sistemas sinusales frontales y maxilares, ninguno de los cuales se comunica con sus homólogos contralaterales. El sistema frontal consiste en uno o más espacios dentro de los huesos, en el borde comprendido entre las cavidades nasal y craneana. En la mayoría de las especies los diversos compartimientos frontales desembocan por separado en los meatos etmoidales del fondo nasal pero en el caballo el seno frontal se comunica con la cavidad nasal indirectamente por medio del seno maxilar caudal.

El sistema de senos maxilares ocupa la parte caudolateral del maxilar, encima de los dientes malares caudales; en algunas especies envía prolongaciones, descritas de diversas maneras como senos aparte o como divertículos, al paladar duro, los huesos esfenoides, la cara medial de la órbita y los cornetes ventrales. En el caballo el seno maxilar está dividido en las porciones caudal y rostral, ambas en comunicación con el meato medio. En el perro la cavidad se comunica libremente con la cavidad nasal y se conoce como receso maxilar.

No se ha elucidado bien la función que cumplen los senos; ofrecen cierta protección térmica y mecánica a la órbita y a las cavidades nasal y craneana, agrandan las áreas craneanas disponibles para la inserción muscular sin acrecentar indebidamente el peso y afectan la resonancia de la voz. Las distinciones por especies revisten una importancia clínica muy considerable y serán objeto de una atención más detallada en capítulos ulteriores.

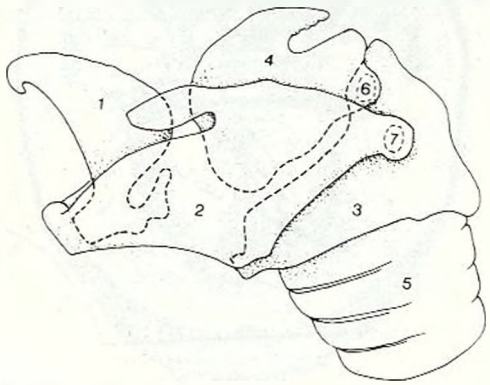


Fig. 4-8A. Vista lateral del esqueleto laríngeo del caballo. Los contornos de las partes de los cartílagos que están cubiertas por otras se indican con líneas entrecortadas.

1, epiglotis, 2, cartílago tiroides; 3, cartílago cricoides; 4, cartílago aritenoides; 5, tráquea; 6, articulación cricoaritenoidea; 7, articulación cricotiroidea.

LARINGE

La laringe establece la conexión entre la faringe y el árbol traqueobronquial. Está debajo de la faringe y detrás de la boca, suspendida de la base del cráneo por el aparato hioideo; en la mayoría de las especies está contenida en parte entre las ramas de la quijada inferior y en parte se prolonga en el cuello, donde su esqueleto cartilaginoso se reconoce con facilidad mediante palpación en el animal vivo (fig. 4-7). Por su conexión con la lengua y el aparato hioideo, la laringe cambia de posición cuando el animal deglute.

Cartílagos

Las formas de los cartílagos laríngeos y hasta la cantidad de elementos menores varían de una especie a otra, pero algunas diferencias revisten gran importancia práctica. Los grandes cartílagos que existen siempre comprenden en la línea media la epiglotis, y los cartílagos tiroides y cricoides, y el par de cartílagos aritenoides (figs. 4-8*A* y 4-8*B*).

La *epiglotis* es el más rostral. Consiste en un pequeño tallo y una gran lámina que tiene la forma de una hoja. El tallo está incluido entre la raíz de la lengua, el basihioides y el cuerpo del cartílago tiroides y se inserta en todas estas estructuras. En reposo la hoja se inclina en dirección dorsorrostral detrás del paladar blando (posición retrovelar), pero puede inclinarse hacia atrás para cubrir en parte la entrada de la la-

ringe cuando el animal deglute. Consiste en cartílago elástico y es flexible.

El *cartílago tiroides* es el más grande de la serie. Consiste en dos láminas laterales unidas en el lado ventral, donde se fusionan en diversa medida, constituyendo la mayor parte del piso de la laringe (fig. 4-8*B*[3]). El cuerpo, formado por esta fusión ventral, es menos extenso en el caballo, en el cual existe una gran escotadura que apunta hacia adelante y ofrece una vía de abordaje conveniente para cirugía laríngea. La parte más rostral del cuerpo suele estar engrosada y corresponde a la "nuez de Adán", más sobresaliente en el hombre que en las especies domésticas. Los extremos rostral y caudal del borde dorsal de cada lámina se articulan con el tirohioides y el arco del cartílago cricoides, respectivamente. El cartílago tiroides es hialino y está expuesto a las alteraciones seniles que afectan a este tejido; en efecto, a medida que avanza la edad los islotes de calcificación y hasta osificación lo tornan más quebradizo.

El *cartílago cricoides* tiene la forma de un anillo de sello y consiste en un "sello" dorsal expandido (lámina) y un arco ventral más estrecho (fig. 4-8[4]). La parte dorsal presenta una cresta mediana y, en su borde rostral, dos carillas para los cartílagos aritenoides. El arco tiene a cada lado una carilla para articular con el cartílago tiroides. El cartílago cricoides también es hialino y está sujeto a alteraciones seniles.

Los *cartílagos aritenoides* tienen una forma muy irregular que se describiría mejor como piramidal (fig. 4-8[2]), pero los detalles son de escasa importancia y es suficiente reconocer sólo unos pocos rasgos. Una carilla caudal se articula con el margen rostral de la lámina del cricoides y desde aquí se irradian tres apófisis; una apófisis vocal, en la cual se inserta el pliegue vocal, sobresale ventralmente dentro de la luz de la laringe, una apófisis muscular que corre hacia lateral y una apófisis corniculada que se extiende en dirección dorsomedial formando el borde caudal de la entrada de la laringe con su homóloga del otro lado. El cartílago aritenoides es principalmente hialino pero la *apófisis corniculada* es elástica.

Entre los cartílagos más pequeños y menos prominentes están las *apófisis cuneiformes*, elásticas, que sostienen los pliegues mucosos que van desde la epiglotis hasta los aritenoides. Estas apófisis no están presentes en todas las especies y, si existen, pueden ser libres o estar fusionados con la epiglotis o con los cartílagos aritenoides. Un nódulo aislado de cartílago hialino, el *cartílago interaritenoideo*, se presenta a veces entre los cartílagos aritenoides en el lado dorsal.

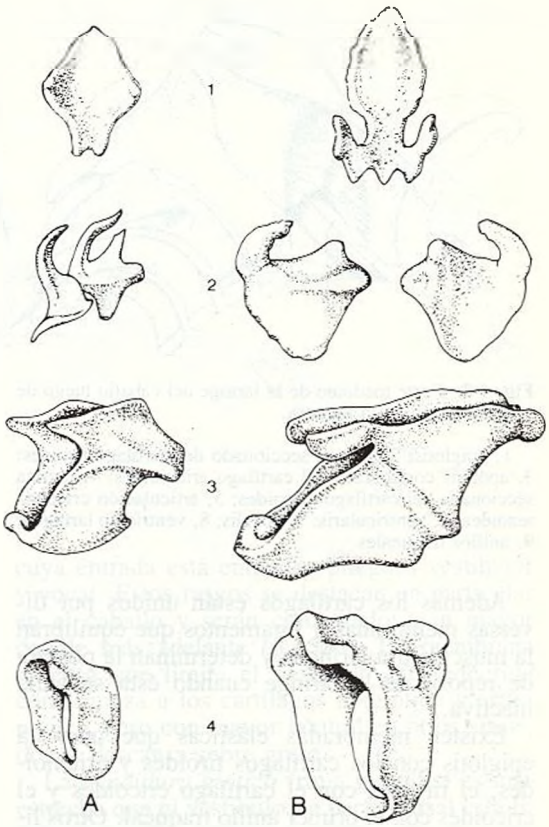


Fig. 4-8B. Cartílagos laríngeos del perro (*A*) y caballo (*B*).

1, epiglotis, 2, cartílago aritenoides; 3, cartílago tiroides; 4, cartílago cricoides. (Nickel, Schummer, Seiferle. 1979.)

Articulaciones, ligamentos y membranas

En la mayoría de los mamíferos, aunque no en el hombre, existe una articulación sinovial entre el tirohioides y el ángulo dorsorrostral del cartílago tiroides. La rotación ocurre sobre un eje transversal común a las articulaciones derecha e izquierda. Las articulaciones entre los ángulos dorsocaudales del cartílago tiroides y las carillas laterales del cartílago cricoides también permiten la rotación sobre un eje transverso común. El tercer par de articulaciones sinoviales está entre los cartílagos aritenoides y cricoides (fig. 4-8*A* y 4-9). Son más complejas y permiten la rotación sobre un eje sagital y otro transverso, así como movimientos deslizantes que aproximan los dos cartílagos aritenoides entre sí o los separan todavía más. El movimiento de las articulaciones cricoaritenoideas es el factor más importante en la regulación del tamaño de la abertura glótica, que es el sector estrecho de la luz de las laringe. Todas estas articulaciones poseen los atributos usuales de las articulaciones sinoviales.

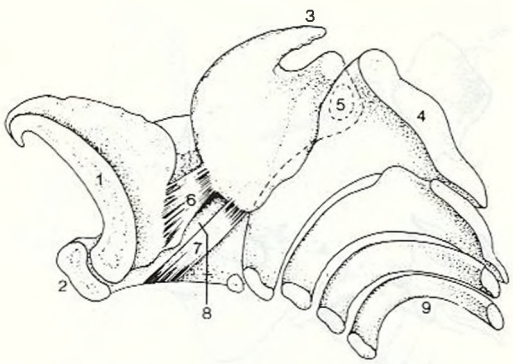


Fig. 4-9. Corte mediano de la laringe del caballo luego de la eliminación de la mucosa.

1, epiglotis; 2, cuerpo seccionado del cartílago tiroides; 3, apófisis corniculada del cartílago aritenoides; 4, lámina seccionada del cartílago cricoides; 5, articulación cricoaritenoidea; 6, ventricularis; 7, vocalis; 8, ventrículo laríngeo; 9, anillos traqueales.

Además los cartílagos están unidos por diversas membranas y ligamentos que equilibran la musculatura laríngea y determinan la postura de reposo de la laringe cuando ésta se halla inactiva.

Existen membranas elásticas que unen la epiglotis con los cartílagos tiroides y aritenoides, el tiroides con el cartílago cricoides y el cricoides con el primer anillo traqueal. Otros ligamentos menos elásticos son la base de los pliegues vocales (y de los pliegues vestibulares, cuando éstos existen) que transcurren entre los cartílagos aritenoides y el piso de la laringe.

Musculatura

Además de los músculos laríngeos extrínsecos que corren entre este órgano y la faringe, lengua, hueso hioides y esternón, existe un conjunto de pequeños músculos intrínsecos pares que unen los cartílagos laríngeos e influyen sobre sus relaciones mutuas (fig. 4-10).

Uno de estos músculos, el *cricotiroideo* (fig. 4-10[1]), está un tanto separado de los restantes por su posición superficial y su inervación por el nervio laríngeo craneal, que es una rama del vago. Se extiende entre las superficies laterales de la lámina del tiroides y el arco del cricoides en el lado ventral de la articulación cricotiroidea; al contraerse aproxima estas inserciones y arrastra así en dirección caudal la parte dorsal del cricoides (junto con los cartílagos aritenoides unidos a él), de modo que tensa los pliegues vocales.

Los músculos más profundos se insertan en el cartílago aritenoides y son inervados por el nervio laríngeo caudal (recurrente) el cual es también una rama del vago. El *cricoaritenoideo dorsal* (fig. 4-10[2]), se origina en la superficie dorsal de la lámina del cricoides y sus fibras convergen en dirección rostrolateral para insertarse en la apófisis muscular del cartílago aritenoides. Al contraerse abduce la apófisis vocal y, por ende, el pliegue vocal y ensancha así la glotis. El *cricoaritenoides lateral* (fig. 4-10[3]) se origina la parte rostroventral del arco del cricoides y corre en dirección dorsal para insertarse en la apófisis muscular. Por lo tanto, es un aductor de las apófisis vocales y, por ende, estrecha la glotis. El *tiroaritenoideo* nace en la parte craneal del piso de la laringe (principalmente en el cartílago tiroides) y corre en dirección dorsocaudal para insertarse en la apófisis muscular y parte adyacente del cartílago aritenoides. En ciertas especies (equinos y caninos inclusive) se divide en dos unidades, un ventricular rostral (fig. 4-10[5]) y un vocal caudal (fig. 4-10[4]) que ocupan los pliegues vestibular y vocal. Este músculo ajusta la tensión de los pliegues y forma parte del dispositivo esfín-

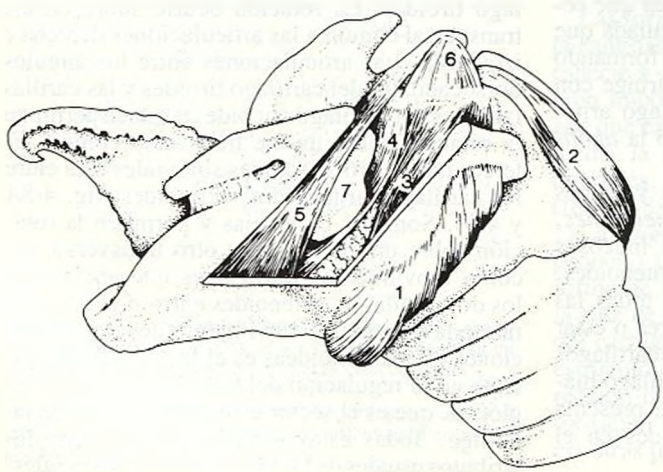


Fig. 4-10. Músculos intrínsecos de la laringe del caballo.

1, cricotiroideo; 2, cricoaritenoideo dorsal; 3, cricoaritenoideo lateral; 4, músculo vocal; 5, músculo ventricular (4 + 5 = tiroaritenoideo); 6, aritenoideo transverso; 7, ventrículo laríngeo.

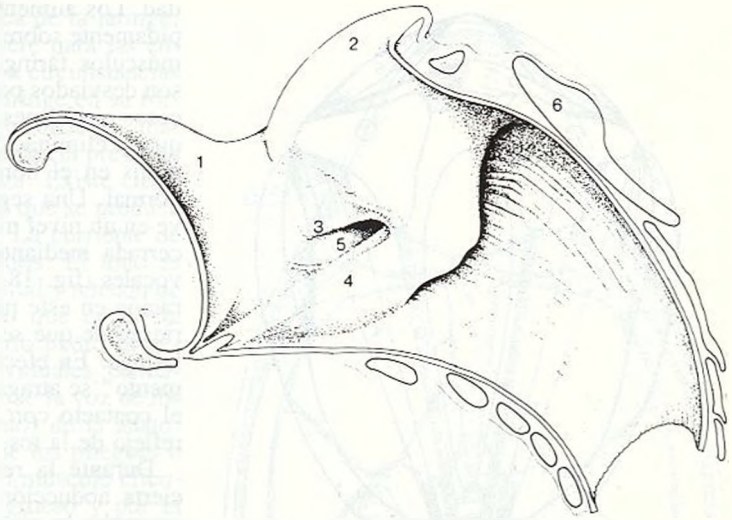


Fig. 4-11. Corte mediano de la laringe del caballo.

1, epiglotis; 2, apófisis corniculada del cartílago aritenoides; 3, pliegue vestibular; 4, pliegue vocal; 5, ventrículo laríngeo; 6, lámina del cartílago cricoides.

teriano. El *aritenoideo transverso* (fig. 4-10[6]) corre desde la apófisis muscular del cartílago aritenoides hasta un rafe mediano (que a veces contiene el nódulo interaritenoideo); algunas fibras pueden cruzar la línea media para llegar al cartílago aritenoides del otro lado. Aproxima los cartílagos aritenoides y completa el esfínter.

Cavidad de la laringe

La cavidad de la laringe puede dividirse en tres secciones dispuestas en serie (figs. 4-11 y 18-25). El vestíbulo se extiende desde la entrada de la laringe hasta el margen rostral de los cartílagos aritenoides y pliegues vocales; la hendidura glótica es delimitada por los cartílagos aritenoides en el lado dorsal y por los pliegues vocales en los lados ventrolaterales, y su tamaño varía; la tercera cavidad, infraglótica, tiene un tamaño fijo y conduce suavemente a la luz de la tráquea.

Las estructuras que limitan la *entrada de la laringe* (aditus laryngis) sobresalen dentro de la luz de la faringe y también pueden penetrar en la nasofaringe a través del ostium intrafaríngeo. La parte rostral de la pared de la entrada es la epiglotis, las partes laterales son los pliegues ariepiglóticos que corren entre la epiglotis y los cartílagos aritenoides y la parte caudal, las apófisis corniculadas, de los cartílagos aritenoides. El interior del *vestíbulo* puede presentar una cantidad de rasgos importantes pero ninguno de ellos ocurre en todas las especies. En algunos animales existe un pliegue vestibular que corre más o menos paralelamente al pliegue vocal pero en un nivel más rostral (fig. 4-11[3]). Este pliegue se aparea con una evaginación de la mucosa para formar un ventrículo o divertículo cuya entrada está entre los pliegues vestibular y vocal. Estos rasgos se destacan en particular en el caballo y serán comentados con mayor detalle más adelante (p. 503). La membrana mucosa que limita el vestíbulo está adherida con firmeza a los cartílagos epiglótico y aritenoides, pero con mayor laxitud en otros sitios, donde descansa sobre grasa.

La *hendidura glótica* (rima glottidis) es más estrecha que el vestíbulo; la parte dorsal está limitada por las apófisis vocales y partes adyacentes de los cartílagos aritenoides, la parte ventral por los pliegues vocales (los pliegues y los cartílagos aritenoides forman la glotis). La hendidura, comprimida lateralmente y rombal, varía en sus dimensiones y desaparece cuando la glotis está cerrada. Los pliegues vocales corren en dirección caudodorsal desde la parte rostral del piso de la laringe hasta sus inserciones en los cartílagos aritenoides. Cada pliegue contiene un ligamento en su borde libre y por lateral de éste se halla el músculo vocal, que está rodeado en la mayoría de sus lados por grasa. Los pliegues vestibulares, cuando existen, tienen un arquitectura similar pero no forman parte de la glotis en sentido estricto. La mucosa está adherida con firmeza a los cartílagos aritenoides y al borde libre de los pliegues, pero es mucho más laxa en otras partes.

La *cavidad infraglótica* presenta pocos rasgos de interés y su forma refleja la del cartílago cricoideo. Su tamaño puede estar un poco disminuido donde se continúa con la tráquea. La mucosa se halla insertada con relativa firmeza.

La *membrana mucosa laríngea* contiene numerosas glándulas mucíparas (en especial agrupadas dentro de los ventrículos cuando éstos existen) y también agregados linfoides (en particular en la región infraglótica). El carácter de

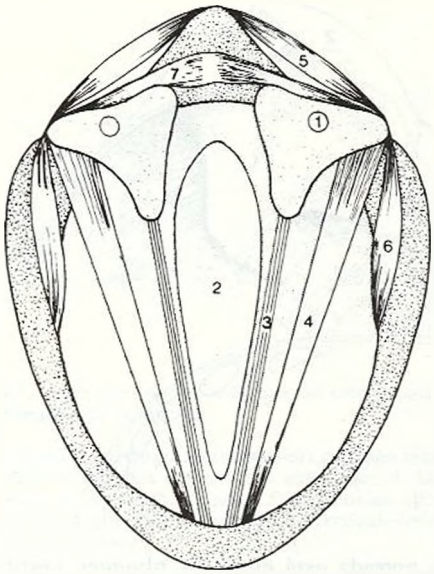


Fig. 4-12. Corte transversal esquemático de la laringe.

1, sitio de la articulación cricoaritenoidea; 2, hendidura glótica; 3, músculo vocal en el pliegue vocal; 4, ventricularis; 5, cricoaritenoideo dorsal; 6, cricoaritenoideo lateral; 7, aritenoideo transverso.

su epitelio varía de una región a otra según su uso. Este epitelio es pavimentoso estratificado en torno de la entrada, donde puede sufrir abrasiones por el paso del alimento, y también en los bordes libres de los pliegues, que en ocasiones se adosan bruscamente; en otras partes, en cambio, es seudoestratificado y ciliado de la misma manera que el epitelio que tapiza la mayoría de las vías respiratorias. La inervación sensorial está a cargo de los nervios laríngeos craneal y caudal (recurrente) y el límite entre ambos territorios coincide con la glotis.

Mecanismo de la laringe

En un principio la laringe se desarrolló como un dispositivo encargado de proteger las vías respiratorias inferiores para que no se llenen de líquido. La protección continúa siendo su función primordial, aunque lo que suele acudir primero a la mente es la fonación; es decir, la emisión de la voz.

La protección de las vías inferiores frente a la entrada de alimentos y líquidos se consigue de dos maneras. Al deglutir, la laringe se desplaza hacia adelante y la epiglotis se inclina un poco hacia atrás y topa con la raíz de la lengua para formar una cobertura parcial sobre la entrada de la laringe; la semejanza entre los contornos de la epiglotis y del aditus sugiere un encaje mucho más exacto del que ocurre en realidad. Los alimentos sólidos son propulsados rápidamente sobre la entrada de la laringe por los músculos faríngeos, en tanto que los líquidos son desviados por la epiglotis a través de los recesos piriformes del piso de la faringe. Se sabe que la eliminación de la mayor parte de la epiglotis en el hombre no dificulta la deglución normal. Una segunda protección activa se preve en un nivel más profundo porque la glotis es cerrada mediante la aducción de los pliegues vocales (fig. 18-25). La inhibición de la inspiración en este momento reduce todavía más el riesgo de que se arrastre alimento dentro de la laringe. En efecto, es bastante raro que el alimento "se atragante", pero cuando sucede esto el contacto con la mucosa vestibular inicia el reflejo de la tos.

Durante la respiración normal puede haber cierta abducción de los pliegues vocales que ensancha la glotis en la inspiración, pero este movimiento sólo es pronunciado si la respiración es vigorosa. La abducción está a cargo del cricoaritenoideo dorsal y la aducción ulterior se produce al contraerse el músculo cricoaritenoideo lateral (fig. 4-12[5,6]) y se observará que estos músculos antagonistas son inervados por el mismo nervio, contrariamente a lo que suele suceder.

La glotis también se cierra en otros contextos funcionales en los cuales se debe impedir el libre paso del aire hacia los pulmones y desde ellos. La acumulación de fuerzas espiratorias contra la glotis cerrada permite hacer una expulsión forzada cuando finalmente el aire puede salir; éste es el mecanismo que se emplea para toser y limpiar así las vías inferiores del moco o sustancia extraña acumulada. También se emplea el cierre sostenido con elevación de la presión intratorácica para pujar, como en la defecación, la micción y el parto; al bloquearse la salida del aire se contribuye a mantener la presión intratorácica y esta estabilización del diafragma favorece la acción de los músculos de la pared abdominal.

El esqueleto del tórax también se puede fijar con mayor eficacia para proveer una base firme para los músculos que se insertan en las costillas manteniendo cerrada la glotis. Esta combinación de actividades se ilustra bien en nosotros mismos cuando tratamos de levantar un objeto muy pesado o de elevar el tronco hacia un asidero que está encima de la cabeza.

La emisión de la voz es otra función importante. Los sonidos del lenguaje humano son más complejos que los producidos por otras especies, pero la complejidad de nuestra estructura laríngea no es mayor. En efecto, no cabe duda de que el complejo mecanismo laríngeo no es esencial para esta función porque los pacientes humanos aprenden a producir voz des-

pués de la extirpación quirúrgica de la laringe, operación que a veces se requiere para las enfermedades malignas. Incluso en circunstancias normales la voz no sale de la laringe en su forma final, sino que es muy reformada o "matizada" por las cámaras de resonancia previstas por otras cavidades de la cabeza. Existe cierta controversia sobre la manera en que se produce el sonido básico en la laringe. La corriente de aire vibra a su paso por la glotis. El tono es controlado por el espesor, longitud y tensión de los pliegues vocales, de modo que en cierta medida es variable y hasta cierto punto es determinado por los rasgos individuales permanentes o semipermanentes (ya que la voz de los niños cambia con el crecimiento) de la anatomía de la laringe. La tensión de los pliegues o parte de ellos se modifica por el músculo cricotiroideo que realiza el ajuste grueso y por el músculo vocal que hace el ajuste fino de la voz. La mayoría de los autores consideran que las vibraciones de las cuerdas son inducidas pasivamente por la corriente de aire que pasa entre ellas, como sucede con los labios del trompetista. Otra teoría sostiene que los músculos se contraen y relajan a una frecuencia apropiada, pero como algunas notas de la voz humana superan los 200 ciclos por segundo y puesto que al repetir los estímulos 67 veces por segundo se produce la contracción tónica del músculo vocal, esta teoría parece ser insostenible.

Los estudios electromiográficos revelan que el ronroneo de los gatos se produce mediante rápidas fasciculaciones de los músculos laríngeos y del diafragma. Los músculos laríngeos estrechan y ensanchan rápidamente la glotis y esto hace que el aire respiratorio vibre y genere el sonido.

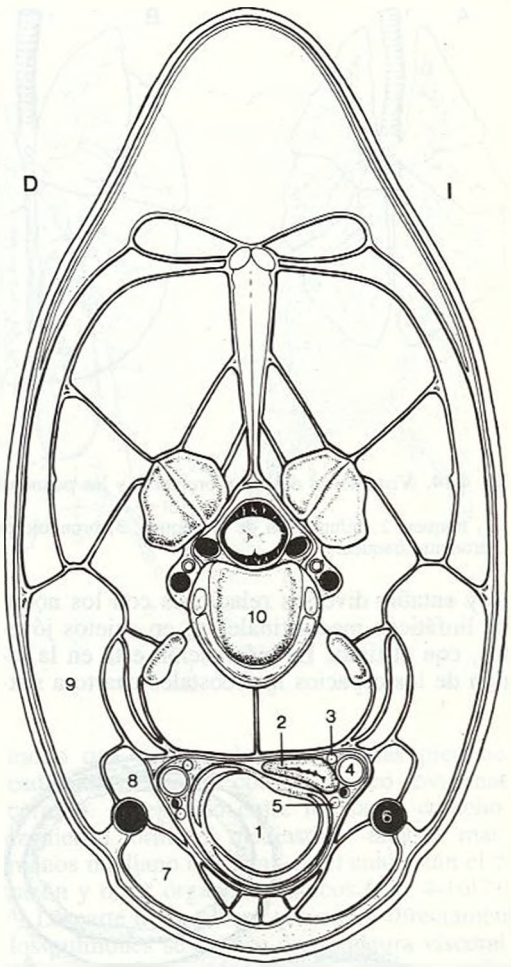


Fig. 4-13. Corte transversal del cuello (caballo) a nivel de la cuarta vértebra cervical.

1, tráquea; 2, esófago; 3, tronco vagosimpático; 4, arteria carótida común; 5, nervio laríngeo caudal; 6, vena yugular externa; 7, esternocefálico; 8, omohioideo; 9, braquiocefálico; 10, cuerpo de la cuarta vértebra cervical.

TRÁQUEA

La tráquea y los bronquios forman un sistema continuo de tubos que conducen el aire entre la laringe y las vías más pequeñas (bronquiolos) en los pulmones. Su construcción es muy similar y en conjunto se los denomina a veces árbol traqueobronquial.

La tráquea parte desde la laringe por el espacio visceral del cuello y entra en el mediastino a la entrada del tórax para continuar hasta su bifurcación terminal encima del corazón. Los dos bronquios principales divergen respecto de la línea de la tráquea para entrar en los respectivos pulmones en su raíz. En los rumiantes y los porcinos hay un bronquio traqueal aparte que nace antes de la bifurcación traqueal y ventila por separado el lóbulo craneal del pulmón derecho. La parte cervical de la tráquea mantiene una posición más o menos mediana, aunque su relación con el esófago se altera en distintos niveles y según las posturas de la cabeza y cuello (figs. 3-29 y 4-13[1]). Otras relaciones en el cuello comprenden la banda de músculos ventrales del cuello y la vaina carotídea y su contenido; la arteria carótida común empieza en un sitio ventrolateral pero trepa gradualmente a una posición dorsolateral donde nace la tráquea en la laringe.

La porción torácica de la tráquea se encuentra un poco desviada hacia la derecha en el sitio donde cruza el cayado aórtico. Ventralmente se relaciona con la vena cava craneal, con las arterias originadas en el cayado aórtico y con diversas tributarias y ramas de estos vasos; en el lado dorsal se relaciona con el esófa-

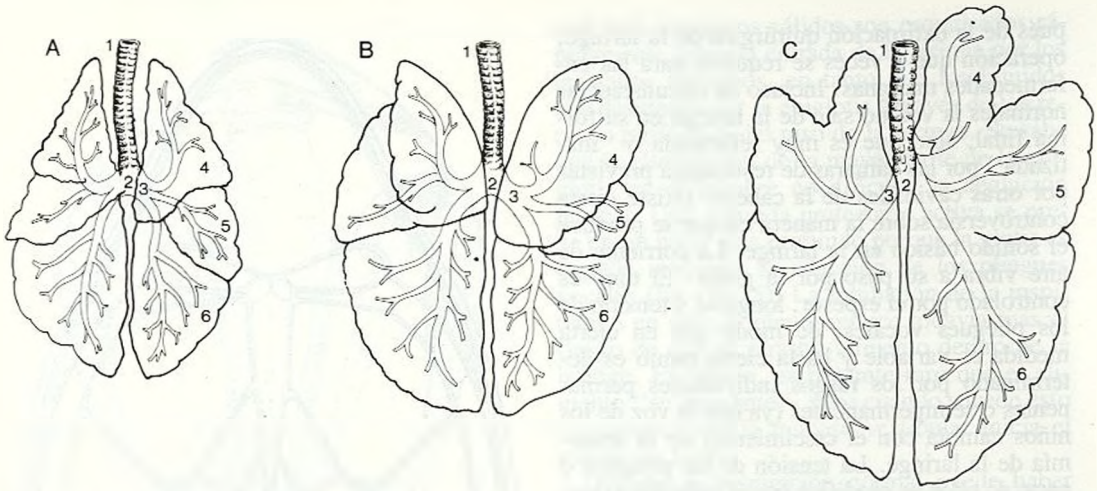


Fig. 4-14. Vista dorsal del árbol bronquial y los pulmones del gato (*A*), perro (*B*) y cerdo (*C*). (Esquemática.)

1, tráquea; 2, bifurcación de la tráquea; 3, bronquio principal; 4, lóbulo craneal; 5, lóbulo medio; 6, lóbulo caudal; 7, bronquio traqueal.

go y entabla diversas relaciones con los nódulos linfáticos mediastinales y, en sujetos jóvenes, con el timo. La bifurcación está en la región de los espacios intercostales cuarto a sexto, pero varía según la especie y la fase de la respiración.

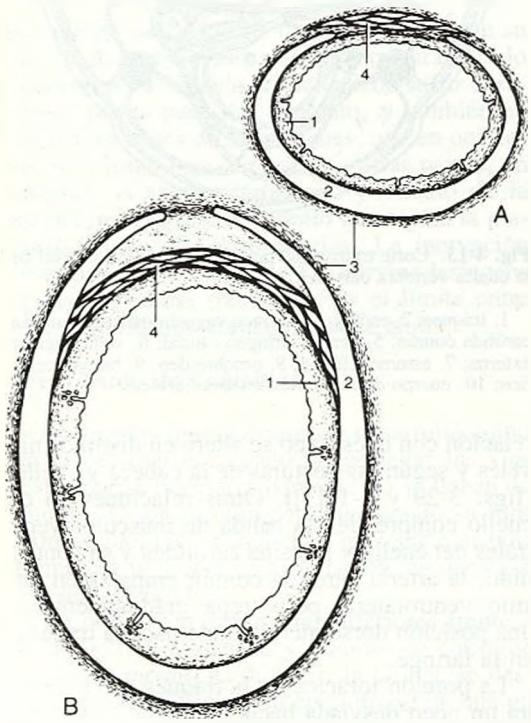


Fig. 4-15. Corte transverso de la tráquea del perro (*A*) y del buey (*B*).

1, membrana mucosa; 2, cartílago traqueal; 3, adventicia; 4, músculo traqueal (externo en el perro, interno en el buey).

Los *bronquios* principales entran rápidamente en los pulmones, en los cuales se ramifican de acuerdo con un patrón que es relativamente constante para cada especie y se describe en el próximo apartado (fig. 4-14).

La pared de la tráquea consiste en una mucosa interna, una capa media fibrocartilaginosa y una adventicia (en el cuello) o serosa (en el tórax) (fig. 4-15). La mucosa es la continuación del revestimiento de la parte infraglótica de la laringe y puede exhibir unos ligeros pliegues longitudinales cuando la luz está estrechada. Contiene glándulas mucíparas unicelulares y multicelulares que producen una cubierta protectora de moco que es desplazada continuamente hacia la laringe por la acción ciliar del epitelio. Este moco llega a la faringe y se deglute inadvertidamente La acumulación excesiva de moco puede irritar la mucosa y estimular la tos para limpiar la vía aérea. La túnica fibrocartilaginosa consiste en numerosas bandas de cartílago dobladas en unos "anillos" incompletos en el lado dorsal, donde sus extremos pueden no llegar a unirse o bien pueden superponerse. Los bordes de las bandas están conectados entre sí por láminas de un tejido conectivo bastante elástico que se continúa con el pericondrio. Los extremos están unidos por el músculo liso traqueal (fig. 4-15[4]) que puntea la brecha dentro del "anillo" en la mayoría de las especies, pero es externo en el perro y el gato.

La arquitectura de la tráquea no permite que se colapse y posibilita el ajuste necesario de su longitud al extender el cuello y también al contraerse el diafragma. Se inserta indirectamente

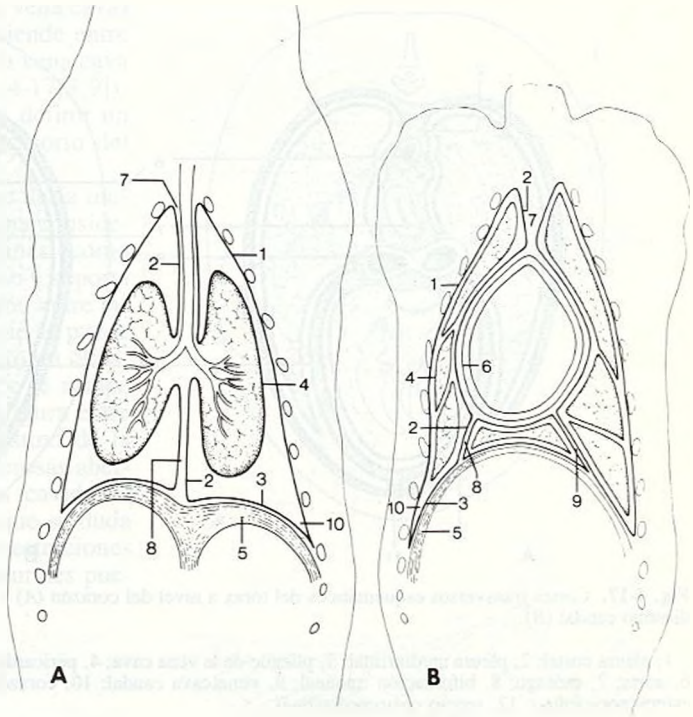


Fig. 4-16. Cortes dorsales esquemáticos de las cavidades pleurales (perro) a nivel de la bifurcación traqueal (*A*) y a nivel del corazón (*B*).

1, pleura costal; 2, pleura mediastinal; 3, pleura diafragmática; 4, pleura visceral, 5, diafragma; 6, pericardio parietal; 7, mediastino craneal; 8, mediastino caudal; 9, pliegue de la vena cava; 10, receso costodiafragmático.

en el diafragma por medio de los ligamentos pulmonares y el tejido conectivo mediastinal y además, de modo más eficaz, es sujeta por la presión intrapleural negativa que acopla los pulmones a la pared torácica, incluso el diafragma. Las variaciones de su diámetro son reguladas por el músculo traqueal. Además de estos cambios funcionales existen variaciones regionales y por especies más permanentes en la forma y el área transversal de la tráquea.

La estructura de los bronquios más grandes es idéntica a la de la tráquea si se tiene en cuenta que sus superficies externas están fusionadas con el tejido conectivo peribronquial y, por medio de éste, con el estroma del pulmón. En los bronquios más pequeños los anillos cartilaginosos son sustituidos gradualmente por unas placas irregulares y la desaparición de éstas define la transición broncobronquiolar. Las variaciones en el diámetro de los bronquios y bronquiolos son relativamente mayores y más significativas que las que tienen lugar en la tráquea.

Antes de continuar, convendrá que el lector repase el apartado sobre la forma y función de la cavidad torácica (p. 67).

PLEURA

Cada pulmón está cubierto por una membrana serosa, la pleura, que también tapiza la respectiva "mitad" de la cavidad torácica, de modo que existen dos membranas pleurales, cada una dispuesta como un saco invaginado cerrado. El espacio entre los sacos derecho e izquierdo forma el mediastino, tabique más o menos mediano del tórax en el cual están el corazón y otros órganos torácicos (fig. 4-16[7]).

La parte de la pleura que cubre directamente los pulmones se conoce como pleura visceral o pulmonar (fig. 4-16[4]). Esta pleura se refleja alrededor y también detrás de la raíz del pulmón para continuarse con la pleura mediastinal la cual, a su vez, se continúa con la pleura costal y diafragmática; estas tres últimas partes juntas se denominan pleura parietal.

En el animal sano la cavidad pleural es un espacio virtual más que real, que contiene escasa cantidad (pocos mililitros) de un líquido seroso finamente diseminado sobre la superficie pleural, que facilita el suave deslizamiento del pulmón contra la pared torácica y de un lóbulo pulmonar contra otro. La presión en la cavidad pleural, que es del orden de los –5 cm de agua en posición de reposo del tórax, representa la diferencia entre las fuerzas que tienden a retraer el pulmón y las que tienden a expandir el tórax. Esta presión no es uniforme en toda la cavidad pleural y además del gradiente dorsoventral previsto existen diferencias locales en parte inexplicables; estas variaciones de la presión intrapleural explican las diferencias regionales que ocurren en la expansión y acreación de los pulmones. La presión negativa predomi-

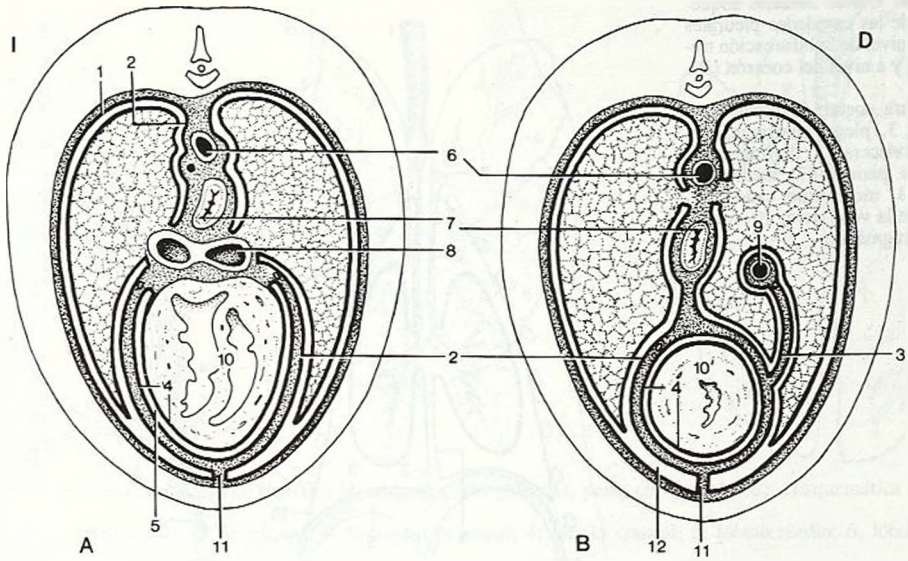


Fig. 4-17. Cortes transversos esquemáticos del tórax a nivel del corazón (*A*) y con la transición entre el corazón y el mediastino caudal (*B*).

1, pleura costal; 2, pleura mediastinal; 3, pliegue de la vena cava; 4, pericardio parietal y visceral; 5, espacio pericárdico; 6, aorta; 7, esófago; 8, bifurcación traqueal; 9, vena cava caudal; 10, corazón; 10', vértice del corazón; 11, ligamento esternopericárdico; 12, receso costomediastinal.

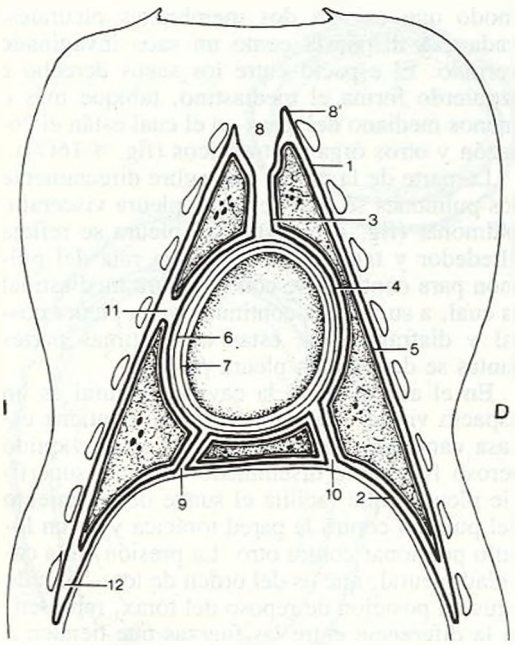


Fig. 4-18. Distribución de la pleura y pericardio (esquemática). Las líneas gruesas indican la pleura.

1-4, pleura parietal: 1, pleura costal; 2, pleura diafragmática; 3, pleura mediastinal; 4, pleura pericárdica; 5, pleura pulmonar: 6, pericardio fibroso; 7, pericardio seroso, lámina parietal; 8, mediastino craneal; 8' cúpula pleural; 9, mediastino caudal; 10, pliegue de la vena cava; 11, escotadura cardíaca izquierda; 12, receso costodiafragmático.

nante explica porqué una abertura quirúrgica o traumática en la pared torácica hace que entre aire en la cavidad pleural y el pulmón se colapse, produciendo el estado que se conoce como neumotórax.

El saco pleural siempre es más extenso que el pulmón y en ciertas regiones las superficies opuestas de pleura parietal están aplicadas directamente entre sí. El ejemplo más importante de esto ocurre caudalmente al borde basal del pulmón, donde la parte periférica de la pleura diafragmática está aplicada contra la pleura costal que reviste la pared torácica (receso costodiafragmático, fig. 4-16[10]); aunque la extensión de este receso varía según la fase de la respiración, continúa siendo considerable incluso durante la inspiración completa, de manera que el potencial de esta porción del saco pleural nunca se llega a aprovechar (fig. 4-17[12]). En el lado ventral del pulmón hay un receso costomediastinal similar pero más pequeño (fig. 4-17[12]).

Hacia craneal, las porciones costal y mediastinal de la pleura se reúnen para formar una cúpula, la cúpula pleural, que puede extenderse por delante de la primera costilla, donde obviamente es vulnerable a las lesiones traumáticas (fig. 4-18[8']). El mediastino no es simétrico sino que está desviado a la izquierda en ciertos niveles. La importante desviación del mediastino caudal se debe al mayor tamaño de la base del pulmón derecho (fig. 4-18[9]).

Un pliegue especial (pliegue de la vena cava) de la pleura del saco derecho se extiende entre el diafragma y el pericardio y lleva la vena cava caudal en su borde dorsal libre (fig. 4-17[3,9]). Este tabique triangular contribuye a definir un receso en el cual está el lóbulo accesorio del pulmón derecho (fig. 4-18).

A la fortaleza del mediastino, que varía mucho de una especie a otra, se le asigna considerable importancia práctica. En algunas, como los rumiantes, el mediastino es grueso y soporta una considerable diferencia de presión entre las dos cavidades pleurales, de modo que se puede tolerar el colapso de un pulmón, pero en otras, como el caballo, es muy delicado y se rompe con facilidad. En efecto, el equino figura entre las especies en las cuales el mediastino de la pieza muerta siempre presenta numerosas aberturas pequeñas que comunican las cavidades pleurales derecha e izquierda. Aunque se duda acerca de la presencia de estas fenestraciones en el tórax intacto, los derrames pleurales pueden pasar de un lado al otro.

PULMONES

Los pulmones derecho e izquierdo* están invaginados dentro del respectivo saco pleural y están libres, salvo en sus raíces, donde se insertan en el mediastino. La forma y el tamaño no son invariables ya que se adaptan a los cambios de dimensiones que experimenta el tórax con la respiración. Normalmente los pulmones se mantienen expandidos por la presión del aire que está en el árbol respiratorio y a causa de su elasticidad se retraen y se colapsan apenas ingresa aire en las cavidades pleurales por un traumatismo, cirugía o disección. Su textura es blanda y esponjosa y el aire residual que contienen, incluso estando colapsados, hace que crepiten al oprimirlos o que floten al ponerlos en agua. En cambio, los pulmones no expandidos del feto o del animal mortinato son sólidos a la palpación, se hunden en el agua y esto ofrece al patólogo un recurso fácil para establecer que el animal no había empezado a respirar. El color de los pulmones sanos es más o menos intenso según la cantidad de sangre que contiene y, por ende, según la forma de la muerte; es rosado carnoso en muchas piezas de matadero, pero de un rojo mucho más oscuro en los pulmones obtenidos de animales que no murieron desangrados. La coloración en placas que se observa a menudo se debe a la distribución despareja de la sangre, con frecuencia por acción gravitacional, después de la muerte. Los pulmones de animales que vivieron en atmósferas muy contaminadas adquieren un tinte grisáceo por depósito de hollín o de otras partículas inhaladas.

Las descripciones anatómicas suelen basarse en piezas que se endurecieron in situ antes de abrir el tórax; al morir estos pulmones conservan su tamaño, que es intermedio entre el que se adopta en la inspiración máxima y la espiración máxima (fig. 4-19). Macroscópicamente los dos pulmones son similares y su for-

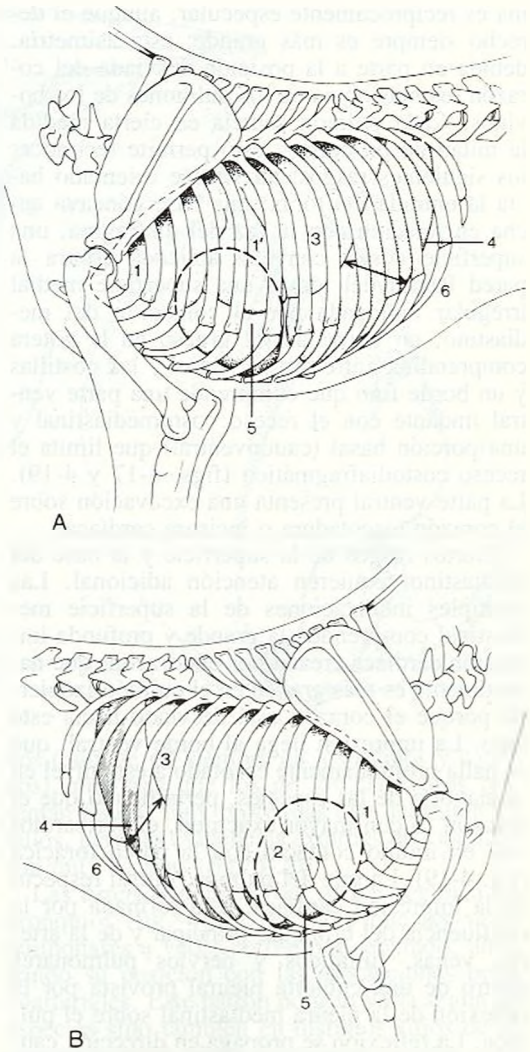


Fig. 4-19. Dibujos semiesquemáticos de los órganos torácicos del perro, lados izquierdo (*A*) y derecho (*B*). La línea entrecortada indica el contorno del corazón.

1, lóbulo craneal; 1', porción caudal del lóbulo craneal izquierdo; 2, lóbulo medio; 3, lóbulo caudal; 4, diafragma; 5, corazón; 6, receso costodiafragmático (flecha)

* El término latino, *pulmo*, y su equivalente griego, *pneumon*, se emplean como raíces en términos médicos, como pulmonía y neumonía, que describen inflamación de los pulmones.

ma es recíprocamente especular, aunque el derecho siempre es más grande; esta asimetría, debida en parte a la posición desviada del corazón, es más obvia en los pulmones de los bovinos. Cada pulmón semeja en cierta medida la mitad de un cono y esto permite reconocer los siguientes rasgos: un vértice orientado hacia la entrada del tórax; una base cóncava ancha en relación con la faz del diafragma, una superficie costal convexa aplicada contra la pared lateral del tórax, una superficie medial irregular moldeada por el contenido del mediastino, un borde dorsal grueso en la gotera comprendida entre las vértebras y las costillas y un borde fino que comprende una parte ventral lindante con el receso costomediastinal y una porción basal (caudoventral) que limita el receso costodiafragmático (figs. 4-17 y 4-19). La parte ventral presenta una excavación sobre el corazón (escotadura o incisura cardíaca).

Ciertos rasgos de la superficie y la base del mediastino requieren atención adicional. Las múltiples indentaciones de la superficie mediastinal comprenden la grande y profunda impresión cardíaca creada por el corazón, que naturalmente es más grande en el pulmón izquierdo porque el corazón está desviado hacia este lado. La impresión llega al borde ventral, que se halla profundamente escotado a este nivel en la mayoría de las especies, permitiendo que el corazón (o con mayor exactitud, el pericardio) esté en íntimo contacto con la pared torácica (fig. 4-19). La raíz del pulmón, dorsal respecto de la impresión cardíaca, está formada por la confluencia del bronquio principal y de la arteria, venas, linfáticos y nervios pulmonares dentro de una cubierta pleural provista por la reflexión de la pleura mediastinal sobre el pulmón. La reflexión se propaga en dirección caudal a la raíz en forma afinada, de modo que queda un área de pulmón descubierta que se continúa directamente con el tejido conectivo mediastinal hasta la parte correspondiente del otro pulmón. En algunas especies, entre ellas el perro y el gato, la parte vacía de la reflexión, conocida como ligamento pulmonar, llega hasta la base del pulmón, el cual encuentra así una inserción adicional en el diafragma (fig. 4-20[10]). En los rumiantes y en los cerdos el bronquio que nace en la tráquea antes de la bifurcación de ésta y los vasos respectivos, crea una segunda raíz más pequeña en el pulmón derecho.

La base del pulmón derecho presenta el pequeño lóbulo accesorio, separado de la superficie medial del lóbulo caudal por una fisura que se ensancha en su límite dorsal para acomodar la vena cava caudal que transcurre entre el agujero de la vena cava del diafragma y el atrio derecho. Es como si el lóbulo accesorio se asentase a horcajadas sobre la vena (fig. 4-20[5,6]).

En la mayoría de las especies una o más fisuras penetran en la sustancia hacia la raíz, dividiendo cada pulmón en partes que suelen corresponder a los lóbulos. Los lóbulos son definidos correctamente por la ramificación del árbol bronquial y esto se presta a confusión porque en muchos textos antiguos se utilizaban las demarcaciones externas para este fin. De acuerdo con la práctica actual, el pulmón izquierdo consiste en los lóbulos craneal y caudal, el derecho en los lóbulos craneal, medio, caudal y accesorio, pero el lóbulo craneal suele estar subdividido por una fisura externa, mientras que en el pulmón derecho del caballo falta el lóbulo medio. Las fisuras son mucho más profundas en los pulmones del perro y del gato que en los de otras especies, pero es difícil hallar una significación funcional convincente en tales diferencias; las fisuras más profundas permitirían que las partes se deslicen con mayor facilidad las unas sobre las otras y facilitarían la adaptación de los pulmones a los pronunciados cambios de la forma torácica que ocurren en los animales que galopan a saltos.

La mayor parte de la sustancia del pulmón consiste en los bronquios, vasos pulmonares y tejido conectivo peribronquial y perivascular. Los bronquios principales derecho e izquierdo nacen en la bifurcación traqueal encima del corazón y después de entrar en el pulmón por la raíz de éste, cada uno emite un bronquio para el lóbulo craneal antes de continuar en dirección caudal (figs. 4-14 y 4-23). Las dos generaciones de subdivisiones que vienen a continuación tienen un patrón de origen bastante constante, pero las ramificaciones ulteriores son menos previsibles. La cantidad de generaciones bronquiales hasta que los bronquios más pequeños se subdividen en bronquíolos varía según las especies y también entre diversas partes de un mismo pulmón; en los ratones y otros animales pequeños sólo existen cuatro o cinco generaciones de bronquios, mientras que en los animales grandes pueden requerirse más de doce. La constancia en el patrón de las primeras ramificaciones permite reconocer los llamados segmentos broncopulmonares, que son porciones específicas de pulmón aireadas por bronquios identificables y definidas en parte por tabiques de tejido conectivo que van desde el tejido peribronquial y perivascular (y son responsables del mosaico superficial en los sitios donde llegan a la pleura visceral). Aunque se ha estudiado la segmentación broncopulmonar en las especies domésticas, todavía no se le ha encontrado ninguna aplicación importante; en veterinaria todavía no es común que se resequen porciones de pulmones enfermos. La

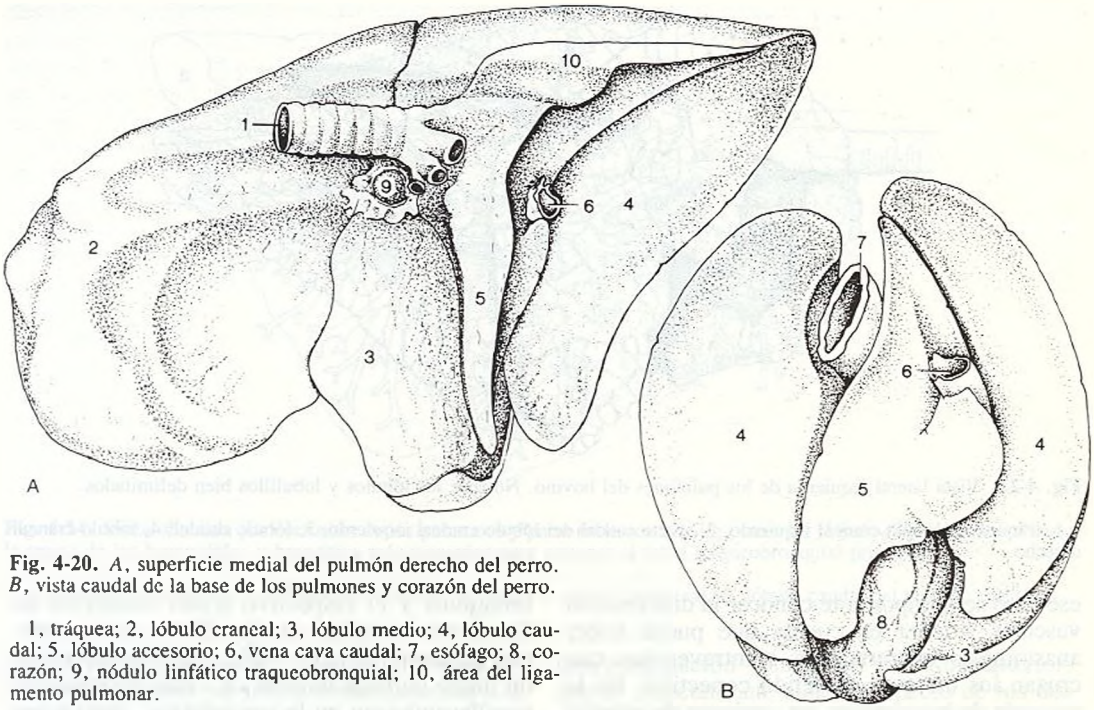


Fig. 4-20. *A*, superficie medial del pulmón derecho del perro. *B*, vista caudal de la base de los pulmones y corazón del perro.

1, tráquea; 2, lóbulo craneal; 3, lóbulo medio; 4, lóbulo caudal; 5, lóbulo accesorio; 6, vena cava caudal; 7, esófago; 8, corazón; 9, nódulo linfático traqueobronquial; 10, área del ligamento pulmonar.

elasticidad del estroma de tejido conectivo es lo que permite que los pulmones se expandan al inspirar y se colapsen durante la espiración. La pérdida de esta elasticidad, que ocurre naturalmente con el envejecimiento, aunque también en determinados estados patológicos, reduce la eficiencia respiratoria.

Lo más conveniente es basar la identificación de los pulmones de especies individuales en los grados de lobulación y lobulillos. Los pulmones de los caballos casi no presentan lobulación y por fuera los lobulillos son poco sobresalientes (fig. 4-21); los de los rumiantes (fig. 4-22) y cerdos presentan conspicuos lóbulos y lobulillos (aunque no siempre en los ovinos y caprinos), mientras que los de los carnívoros presentan fisuras muy profundas que delimitan lóbulos, pero las evidencias externas de lobulillos son muy escasas (fig. 4-20).

Las *arterias pulmonares* suelen seguir a los bronquios (fig. 4-23), en tanto que las venas pulmonares a veces corren por separado, alternando su posición con las asociaciones broncoarteriales. Este patrón no sólo varía según las especies sino también en distintos sitios de un mismo pulmón. Estas diferencias podrían tener significación clínica si la cirugía pulmonar se tornara más común en medicina veterinaria. En

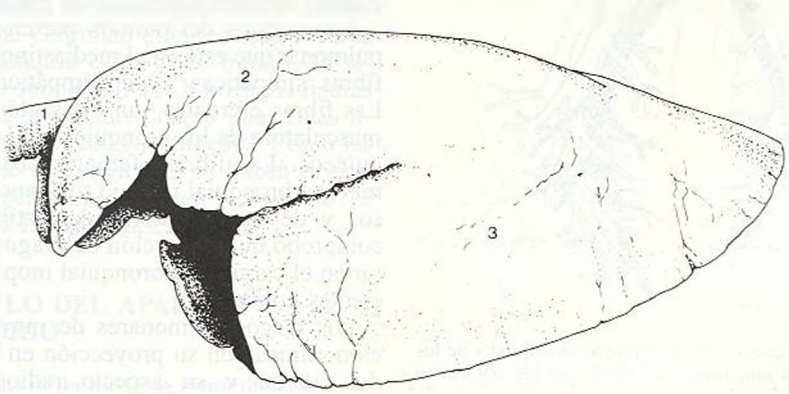


Fig. 4-21. Vista lateral izquierda de los pulmones del caballo. Nótese la escasez de lóbulos y lobulillos.

1, tráquea; 2, lóbulo craneal; 3, lóbulo caudal.

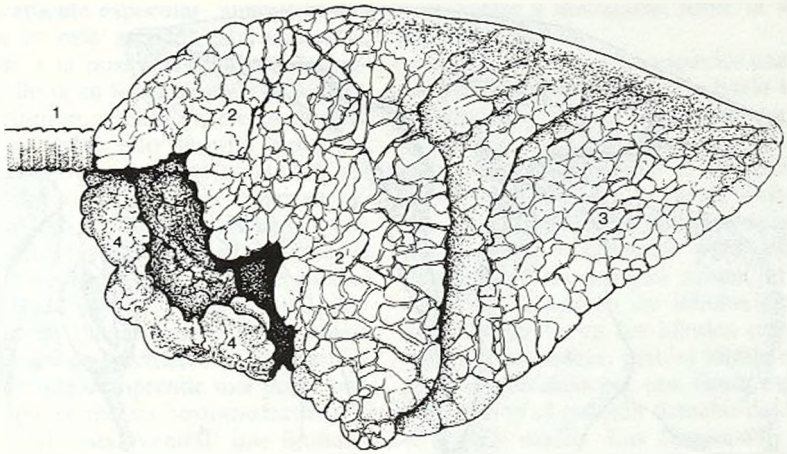


Fig. 4-22. Vista lateral izquierda de los pulmones del bovino. Nótense los lóbulos y lobulillos bien delimitados.

1, tráquea; 2, lóbulo craneal izquierdo; 2', parte caudal del lóbulo craneal izquierdo; 3, lóbulo caudal; 4, lóbulo craneal derecho.

ese caso será importante conocer la distribución vascular y tener en cuenta que puede haber anastomosis interarteriales e intravenosas que cruzan los tabiques de tejido conectivo. En la mayoría de las especies un conjunto de arterias bronquiales parte de la aorta para irrigar los bronquios y el respectivo tejido conectivo en forma por completo independiente de las arterias pulmonares (fig. 4-24). En ocasiones hay un juego correspondiente de venas bronquiales que desembocan en la vena ácigos, pero a menudo el flujo sanguíneo bronquial retorna al corazón por las venas pulmonares. No parece haber anastomosis arteriovenosas y esto convierte al pulmón en un filtro eficaz que impide la propagación de émbolos y células tumorales. Esto explica la frecuencia de abscesos y metástasis tumorales en el tejido pulmonar como consecuencia de enfermedades en otros órganos.

La linfa drena hacia los nódulos linfáticos traqueobronquiales y mediastinales, sea directamente o tras un pasaje inicial a través de pequeños nódulos pulmonares dispuestos a lo largo del árbol bronquial dentro de la sustancia pulmonar; los detalles son complicados, varían según las especies y se les presta atención cuando revisten significación patológica.

Los nervios del pulmón parten de un plexo pulmonar que está en el mediastino y que recibe fibras simpáticas y parasimpáticas (vagales). Las fibras eferentes van a las glándulas y a la musculatura de los bronquios y a los vasos sanguíneos. Las fibras aferentes provienen de la mucosa bronquial (reflejo tusígeno), de los vasos y de los receptores del estiramiento. Se comprobó que la sección del vago alivia el dolor en el carcinoma bronquial inoperable de pacientes humanos.

Los rasgos pulmonares de mayor significación clínica son su proyección en la superficie del cuerpo y su aspecto radiográfico. Las proyecciones varían según las especies y se describen más adelante, pero mientras tanto mencionaremos que obviamente varían según

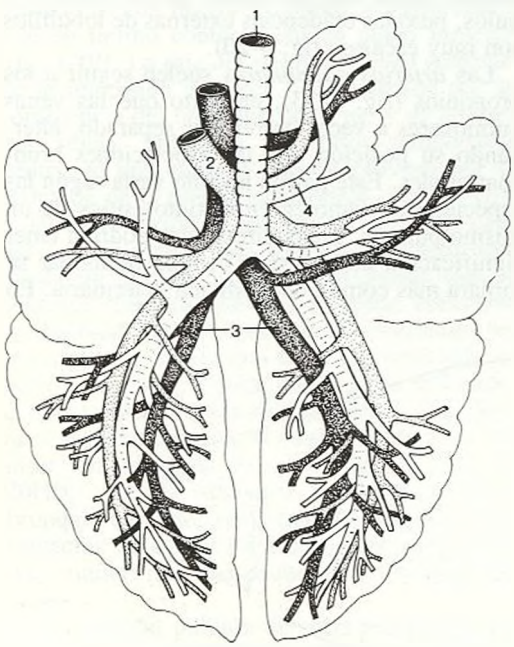


Fig. 4-23. Vista dorsal del árbol traqueobronquial y de los respectivos vasos sanguíneos del cerdo (molde por corrosión).

1, tráquea; 2, tronco pulmonar; 3, venas pulmonares; 4, bronquio traqueal.

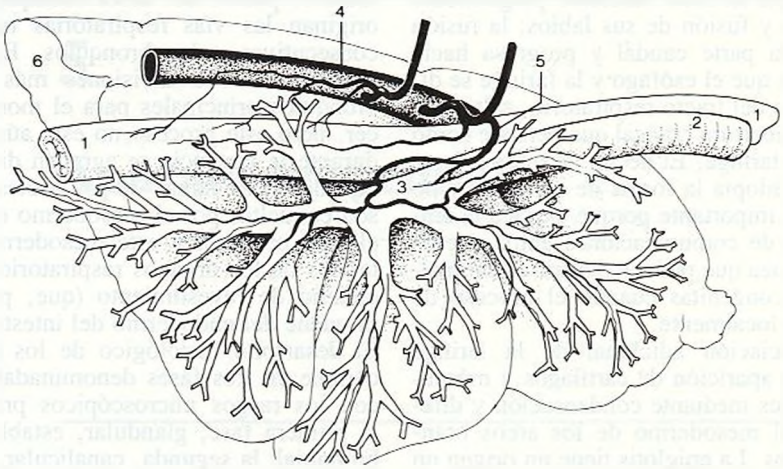


Fig. 4-24. Pieza obtenida por corrosión de los pulmones y parte de la aorta de un perro. En el lado derecho se ha retirado la resina de los bronquíolos y bronquios más pequeños para exponer el árbol traqueobronquial principal.

1, esófago; 2, tráquea; 3, bifurcación traqueal; 4, aorta; 5, arteria bronquial; 6, lóbulo caudal del pulmón izquierdo.

la fase de la respiración. Además, las áreas en las cuales pueden ser útiles la auscultación y la percusión son más limitadas de lo que se podría suponer a primera vista; esto se debe en parte a que la interposición de la porción superior del miembro torácico impide tener acceso a un sector del campo pulmonar, y en parte a que el borde inferior del pulmón es demasiado fino como para aportar alguna información útil.

Los rasgos radiográficos más destacados se deben a los vasos sanguíneos radiodensos que aparecen como unos trazos finos que parten de la raíz, en las regiones hiliares. Los bronquios ocupados por aire contrastan menos con el tejido respiratorio y en su mayor parte se reconocen por la mayor densidad de sus paredes, que parecen como finas bandas que bordean las luces más negras (cuando el bronquio aparece visto de costado) o como unos finos anillos blancuzcos que delimitan círculos más oscuros (cuando el bronquio es visto de frente). El tejido conectivo subpleural que bordea las fisuras también puede presentarse como unas finas líneas si es enfocado tangencialmente. Como las radiografías de los pulmones se hacen principalmente en perros y gatos, en el capítulo 13 se hallarán las figuras respectivas.

DESARROLLO DEL APARATO RESPIRATORIO

El desarrollo de la nariz se comentó en el capítulo precedente en relación con el desarrollo de la boca y la cara (p. 153). La laringe, tráquea y pulmones tienen un origen común en una evaginación ventral del intestino anterior, que es directamente caudal respecto de los dos engrosamientos que forman la lengua (fig. 4-25). El primordio se extiende en dirección caudal como un surco traqueobronquial en el piso faringoesofágico; con posterioridad este surco

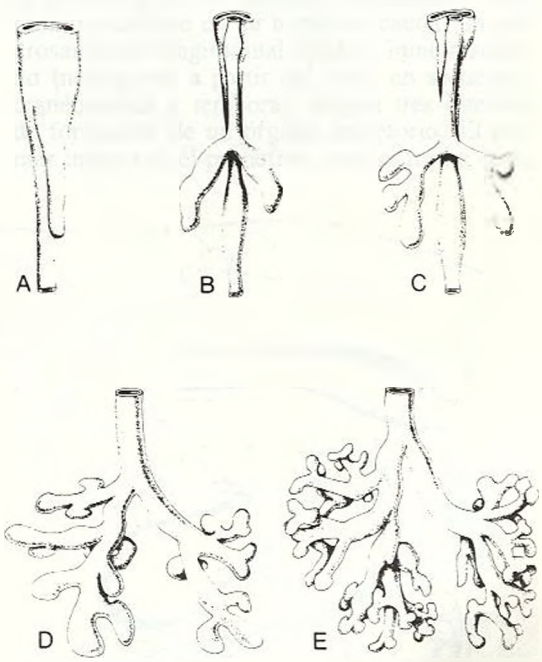


Fig. 4-25. *Cinco etapas del desarrollo de la tráquea y pulmones (vista ventral). A*, crecimiento caudal del tubo traqueobronquial. *B*, su división en dos largos brotes. *C*, división adicional en tres bronquios derechos y dos izquierdos. *D, E*, desarrollo adicional del árbol bronquial.

se convierte en un tubo mediante plegamiento hacia adentro y fusión de sus labios; la fusión empieza en la parte caudal y progresa hacia adelante hasta que el esófago y la faringe se dividen respecto del tracto respiratorio, salvo por una pequeña abertura craneal que persiste como entrada de la laringe. El hecho de que el desarrollo inicial adopta la forma de un surco y no de un tubo es importante porque explica la amplia variedad de comunicaciones entre el esófago y la tráquea que pueden ocurrir como malformaciones congénitas cuando el proceso de división falla localmente.

La diferenciación adicional de la laringe comprende la aparición de cartílagos y músculos individuales mediante condensación y diferenciación del mesodermo de los arcos branquiales vecinos. La epiglotis tiene un origen un tanto distinto porque se desarrolla como una división caudal del segundo de los dos engrosamientos medianos que dan origen a la lengua.

Después de separarse del esófago, el extremo caudal del tracto respiratorio crece por el cuello y se sitúa en el mesodermo mediano que se interpone entre las dos extensiones anterógradas del celoma que se convierten en las cavidades pleurales. El vértice del tracto se divide en dos brotes pulmonares (fig. 4-25*B*), cuyas divisiones adicionales reproducen primero el patrón del árbol bronquial y después originan las vías respiratorias más pequeñas consecutivas a los bronquios. En el hombre existen unas 18 divisiones más allá de los bronquios principales para el momento de nacer, pero este proceso no está aún completo y durante la lactancia se agregan divisiones adicionales. Las ramas de los brotes pulmonares son envueltas por el mesodermo esplácnico en el cual penetran y este mesodermo forma los tejidos de los órganos respiratorios, aparte del epitelio de revestimiento (que, por supuesto, proviene del endodermo del intestino anterior). El desarrollo histológico de los pulmones se cumple en tres fases denominadas de acuerdo con los rasgos microscópicos predominantes; la primera fase, glandular, establece la trama bronquial; la segunda, canalicular, establece la porción respiratoria del pulmón y la tercera y última, alveolar, concierne al desarrollo de los alvéolos.

La producción de surfactante, sustancia secretada por ciertas células alveolares que es necesaria para reducir la tensión superficial y permitir así la expansión de los alvéolos cuando se inicia la respiración, es un acontecimiento bastante tardío. El síndrome de dificultad respiratoria del recién nacido se asocia con inmadurez de este rasgo del desarrollo.

5

Aparato urogenital

La nomenclatura oficial agrupa a los órganos urinarios y de la reproducción bajo un solo encabezamiento: aparato urogenital. El justificativo de esta convención es el origen común de los elementos esenciales de ambos complejos orgánicos en el mesodermo intermedio y la parte adyacente del epitelio celómico. Además los sistemas urinario y reproductivo del adulto comparten las porciones finales de los tractos que llevan sus productos al exterior; la parte que se usa en común se limita a la uretra en el macho y al vestíbulo en la hembra.

Dadas las íntimas asociaciones del desarrollo de los sistemas urinario y reproductor hemos decidido reseñar su desarrollo antes de describir la anatomía del adulto. Por lo tanto, convendrá que el lector no iniciado consulte primero las figuras 5-1 y 5-2, que muestran la distribución general del aparato urogenital en cada sexo.

DESARROLLO DEL APARATO UROGENITAL

Órganos urinarios

El mesodermo intermedio refleja, de manera menos evidente, la segmentación que tan bien se evidencia en los somitos adyacentes. Muy pronto establece en su territorio caudal un engrosamiento longitudinal sólido e ininterrumpido (nefrógeno) a partir del cual, en secuencia craneocaudal y temporal, surgen tres intentos de formación de un órgano excretorio. El primer intento es el pronefros, que se forma en la

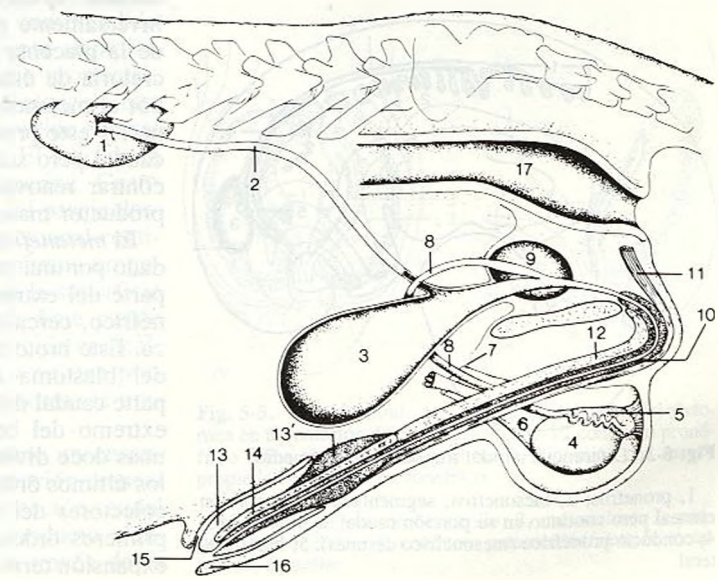


Fig. 5-1. Órganos urinarios y reproductores masculinos (perro).

1, riñón derecho; 2, uréter; 3, vejiga; 4, testículo; 5, epidídimo; 6, cordón espermático; 7, anillo vaginal; 8, conducto deferente; 9, próstata; 10, cuerpo esponjoso; 11, retractor del pene; 12, cuerpo cavernoso; 13, glande; 13', bulbo del glande; 14, os penis; 15, cavidad prepucial; 16, prepucio; 17, recto.

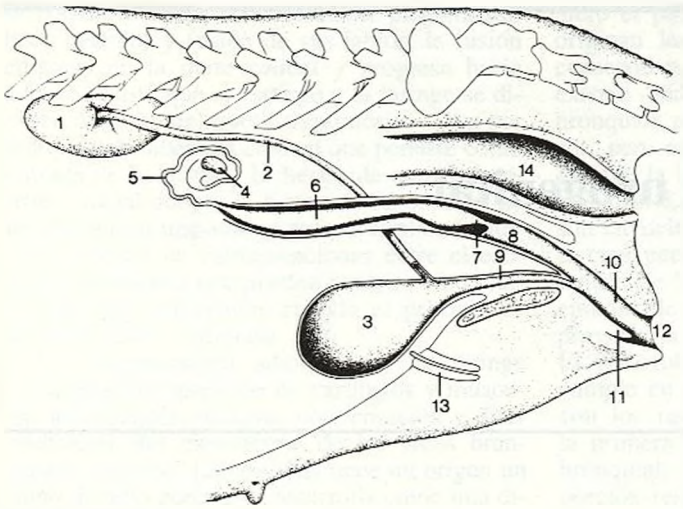


Fig. 5-2. Órganos urinarios y reproductores femeninos (perra).

1, riñón derecho; 2, uréter; 3, vejiga; 4, ovario; 5, trompa uterina; 6, cuerno uterino; 7, cuello; 8, vagina; 9, uretra; 10 vestíbulo; 11, clítoris; 12, vulva; 13, proceso vaginal; 14, recto.

región presuntiva del cuello, pero esta estructura tiene una existencia pasajera y no es funcional en los mamíferos. El segundo intento, mesonefros, se forma en las regiones torácica y lumbar y perdura más ya que funciona durante gran parte de la vida embrionaria. El tercer intento, metanefros, se forma en la región lumbar, donde se convierte en el riñón del adulto (fig. 5-3).

Las tres estructuras tienen como rasgo histológico esencial una serie de túbulos excretorios. En el *pronefros* un extremo de cada túbulo vira en dirección caudal para ir al encuentro de su vecino y de esta manera se forma un conducto pronéfrico continuo (fig. 5-4[6]) que en su extremo caudal crece hacia la cloaca, en la cual se abre. Este conducto sobrevive a la regresión de los túbulos pronéfricos y se adopta como recurso para el drenaje de los túbulos mesonéfricos que aparecen en ese momento (fig. 5-5 y 5-6). Como los túbulos pronéfricos no son funcionales, no hace falta señalar las peculiaridades de su construcción.

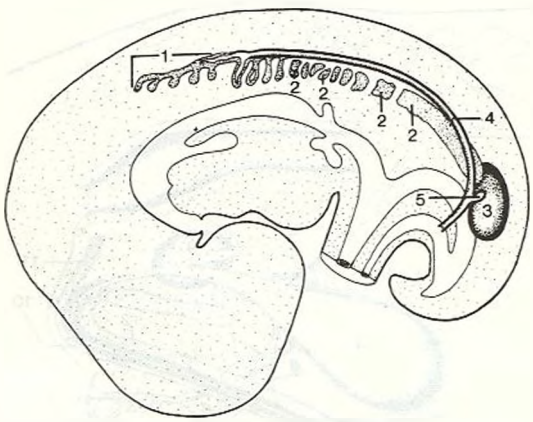


Fig. 5-3. Diferenciación del mesodermo intermedio.

1, pronefros; 2, mesonefros, segmentado en su porción craneal pero continuo en su porción caudal; 3, metanefros; 4, conducto pronéfrico (mesonéfrico después); 5, brote ureteral.

Los túbulos mesonéfricos son mucho más numerosos. La estructura y función de cada uno de ellos representa una versión bastante sencilla del nefrón del riñón adulto. El extremo cerrado es invaginado por un penacho capilar para formar un mecanismo filtrante, mientras que la conexión del otro extremo con el conducto pronéfrico, que ahora se denomina con mayor propiedad *conducto mesonéfrico*, da salida a la orina que se forma (fig. 5-6). El *mesonefros* puede ser un órgano muy prominente durante su apogeo, cuando sobresale del techo del abdomen. Su tamaño varía según las especies y es inversamente proporcional a la permeabilidad de la placenta (y, por ende a la eficiencia excretoria de ésta). El mesonefros es suplantado por el metanefros cuando empieza a involucionar, y este proceso ocurre en dirección craneocaudal pero subsisten partes que habrán de encontrar renovada aplicación en el sistema reproductor masculino (fig. 5-7).

El *metanefros* tiene dos primordios. Uno está dado por una excrecencia, el brote ureteral, que parte del extremo inferior del conducto mesonéfrico, cerca de su desembocadura en la cloaca. Este brote crece en dirección craneal dentro del blastoma metanéfrico constituido por la parte caudal del cordón nefrógeno (fig. 5-7). El extremo del brote experimenta más o menos unas doce divisiones dicotómicas. La ramas de los últimos órdenes se convierten en los túbulos colectores del riñón, mientras que las de dos primeros órdenes se reabsorben después en la expansión terminal del conducto de una manera

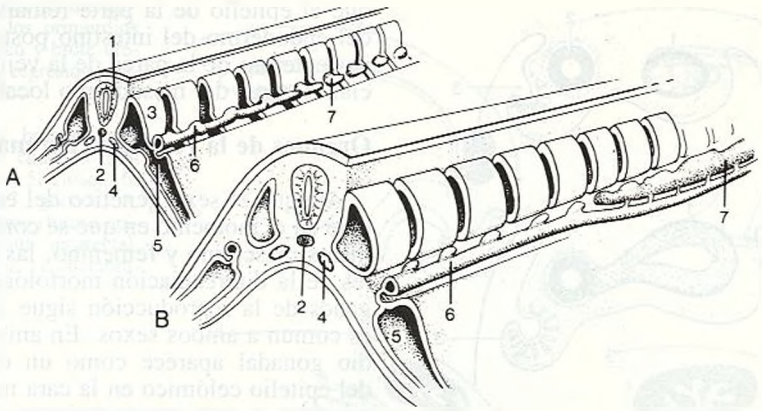


Fig. 5-4. Desarrollo del conducto pronéfrico (mesonéfrico después). *A*, cada túbulo formado por el mesodermo intermedio segmentado vira en dirección caudal para unirse con su vecino y crear así un conducto continuo que se extiende en dirección caudal, el conducto pronéfrico. *B*, ahora el conducto pronéfrico recibe a los túbulos mesonéfricos.

1, tubo neural; 2, notocorda; 3, mesodermo paraaxil dividido en somitos; 4, aorta dorsal; 5, celoma; 6, conducto pronéfrico; 7, componentes mesonéfricos segmentados (*A*), cordón mesonéfrico sólido (*B*).

variable que explica las formas específicas de la pelvis y los cálices renales (fig. 5-8). La parte externa de la masa metanéfrica forma la cápsula y el intersticio del riñón, en tanto que la condensación celular de la parte interna crea los cordones celulares que se convierten en nefrones. Un extremo de cada cordón celular toma contacto con un conducto conector y una vez que se ha producido la canalización se establece un pasaje continuo (fig. 5-9). El otro extremo del nefrón en invaginado por un penacho vascular irrigado por una rama local de la aorta; esto forma el glomérulo.

Las vías urinarias inferiores se forman mediante división horizontal de la región cloacal del intestino posterior. La división se efectúa mediante el crecimiento caudal de una cuña de mesodermo que está en el ángulo comprendido entre el intestino posterior y el brote alantoico (fig. 5-7[9]). Esta cuña, el tabique urorrectal, llega finalmente a la membrana cloacal, que entonces es dividida en una porción dorsal (anal) y otra ventral (urogenital). El sitio de la fusión corresponde al cuerpo del periné. Cuando la membrana anal se disgrega, el pasaje dorsal se convierte en un conducto rectoanal continuo. Una rotura similar de la membrana urogenital provee una abertura aparte en la superficie del cuerpo para el pasaje ventral. Este pasaje urogenital se diferencia en una porción craneal, la futura vejiga y la alantoides, y en una porción caudal a partir de la cual se forma la uretra.

La vejiga aparece entonces como un ensanchamiento que se continúa en dirección craneal con el conducto alantoico y en dirección caudal con una uretra no dilatada. El conducto alantoico o *uraco* se puede seguir a través de la abertura umbilical hasta una expansión extraembrionaria (la alantoides) en la cual se acumula orina, que se descarta al nacer. La parte del conducto que está dentro del feto luego se atrofia y por último sólo es representada por la cicatriz que está en el vértice de la vejiga. La parte caudal del primordio se convierte en uretra, toda la uretra en la hembra pero sólo la corta uretra pelviana en el macho (en el cual la uretra peniana se desarrolla junto con el sistema genital). Las posiciones definitivas de las aberturas de los conductos mesonéfrico y metanéfrico se deben a la incorporación de sus extremos inferiores dentro del pasaje más grande. Con este reordenamiento la abertura del conducto metanéfrico (uréter) se sitúa en la vejiga,

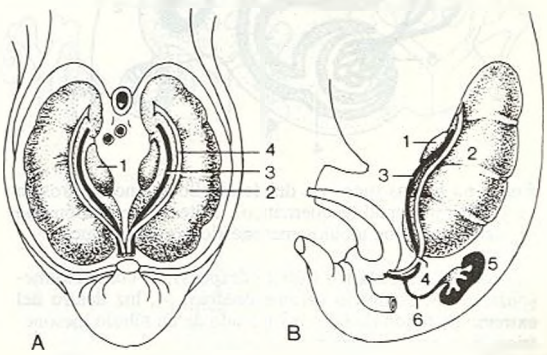


Fig. 5-5. Vistas ventral (*A*) y lateral (*B*) del techo del abdomen en un embrión de cerdo de 2.5 cm. El conducto pronéfrico drena el mesonefros y ahora se denomina con mayor propiedad conducto mesonéfrico.

1, gónada en vías de desarrollo; 2, mesonefros; 3, conducto mesonéfrico; 4, conducto paramesonéfrico; 5, metanefros; 6, uréter.

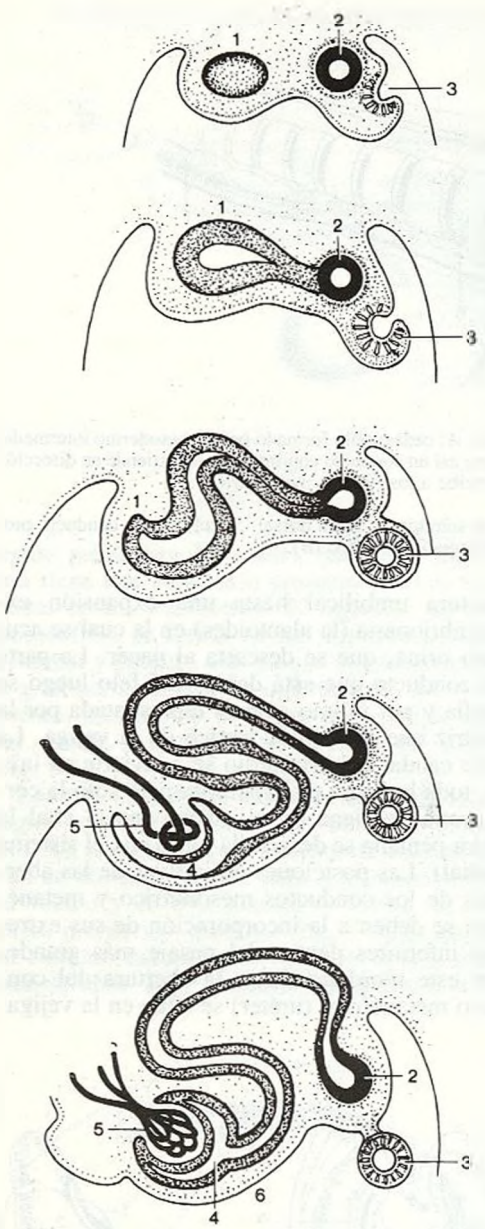


Fig. 5-6. Etapas sucesivas del desarrollo del mesonefros en un corte transversal (esquemático). Nótese la conexión que se forma entre los túbulos mesonéfricos y el conducto.

1, cordón mesonéfrico (túbulo después); 2, conducto mesonéfrico; 3, conducto paramesonéfrico; 4, luz dentro del extremo en fondo de saco invaginado de un túbulo mesonéfrico; 5, penacho capilar; 6, celoma.

mientras que la del conducto mesonéfrico (conducto deferente) adopta una situación más caudal dentro del seno urogenital (figs. 5-7 y 5-10). En este proceso el mesodermo del conducto mesonéfrico provee el epitelio de la región trigonal dorsal (p. 200) de la vejiga, en tanto que el epitelio de la parte remanente proviene del endodermo del intestino posterior. Las capas externas de la pared de la vejiga se diferencian a partir del mesodermo local.

Órganos de la reproducción masculinos

Aunque el sexo genético del embrión se decide en el momento en que se combinan los gametos masculino y femenino, las etapas iniciales de la diferenciación morfológica de los órganos de la reproducción sigue un patrón que es común a ambos sexos. En ambos el primordio gonadal aparece como un engrosamiento del epitelio celómico en la cara medial del mesonefros y este engrosamiento sobresale una vez que el mesénquima subyacente prolifera (fig. 5-11*A*[5]). Luego unos cordones de células que se desarrollan a partir de la cobertura epitelial penetran en el interior del engrosamiento (fig. 5-11*B*[5]). Estos cordones no tardan en incorporar las células germinales primordiales que, de manera bastante sorprendente, tienen un origen distante en el endodermo de una porción restringida del saco vitelino donde se identifican por su gran tamaño (fig. 5-12). Todavía no se sabe bien si llegan a la gónada migrando sobre el intestino y su meso, arrastradas por el torrente sanguíneo o por ambas vías.

Una indicación inicial de que la gónada se habrá de convertir en testículo es la pronunciada condensación mesenquimática (túnica albugínea) que se forma debajo del epitelio celómico. Aislados ahora del epitelio superficial, los cordones se agrandan y adquieren complejidad (fig. 5-13[3]) y se conectan con un plexo formado a partir de los cordones de la rete dentro del testículo. En el otro lado el plexo entabla contacto con los extremos cerrados de los pocos túbulos que han sobrevivido a la regresión general del mesonefros (fig. 5-13*B*,[3-5)]. La diferenciación dentro de los cordones celulares permite reconocer dos linajes de células. Uno provee las células sustentaculares (de Sertoli) de los túbulos seminíferos y el otro, aportado por las células germinales primordiales, provee el epitelio germinal. Entre estos cordones celulares puede reconocerse un tercer tipo celular, la célula intersticial (de Leydig). Estas células están incluidas dentro de un intersticio de origen mesenquimático (fig. 5-14).

En una etapa ulterior la canalización de los cordones crea una serie de pasajes que conducen al conducto mesonéfrico, que ahora da salida a los gametos que producen los testículos. Las partes periféricas de los cordones se convierten en túbulos seminíferos, las partes centrales en la rete testis y los túbulos mesonéfricos en conductillos eferentes (fig. 5-13*C*). La

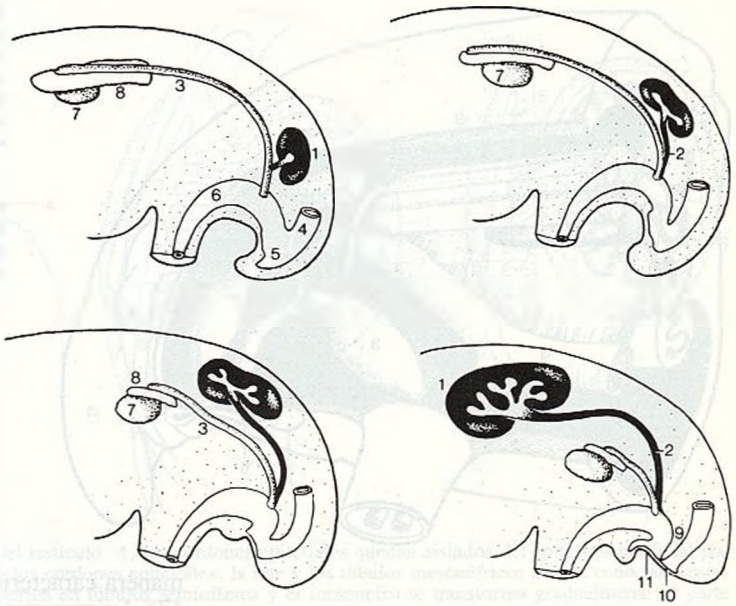


Fig. 5-7. Desarrollo del metanefros a partir de dos primordios (cordón metanéfrico y brote ureteral). Nótese la regresión gradual del mesonefros.

1, metanefros; 2, brote ureteral (futuro uréter); 3, conducto mesonéfrico; 4, recto; 5, cloaca; 6, seno urogenital; 7, gónada; 8, resto del mesonefros (futuro epidídimo); 9, tabique urorrectal; 10, membrana anal; 11, membrana urogenital.

primera parte del conducto mesonéfrico se contornea y forma el conducto epididimario dentro del tejido conectivo denso de ese órgano, la parte remanente conserva un curso más recto y como conducto deferente desemboca en la parte de la cloaca que se convierte en seno urogenital (fig. 5-15). La proliferación glandular del revestimiento del conducto hacia su terminación produce un engrosamiento ampollar, mientras que en la mayoría de las especies, pero no en los carnívoros, un brote subterminal se agranda como glándula vesicular (fig. 5-15[3]). En algunas especies persiste un corto pasaje final, el conducto eyaculador, pero en otras ocurren ajustes ulteriores que hacen que los conductos deferente y vesicular desemboquen por separado. El agrandamiento gonadal hace que el testículo cuelgue dentro de un pliegue (mesorquio) originado en el mesonefros en vías de involución. El conducto es arrastrado dentro de este pliegue de sostén, que en su tramo caudal se desvía hacia la línea media para formar con su vecino el pliegue genital de peritoneo que contribuye a subdividir la cavidad peritoneal de la pelvis (fig. 5-16). Con posterioridad el testículo migra fuera del abdomen (p. 191).

En la página 160 se describió la división de la cloaca. La porción caudal del seno constituye la parte pelviana de la uretra. A partir de crecimientos de su revestimiento se diferencian la próstata y las glándulas bulbouretrales de una

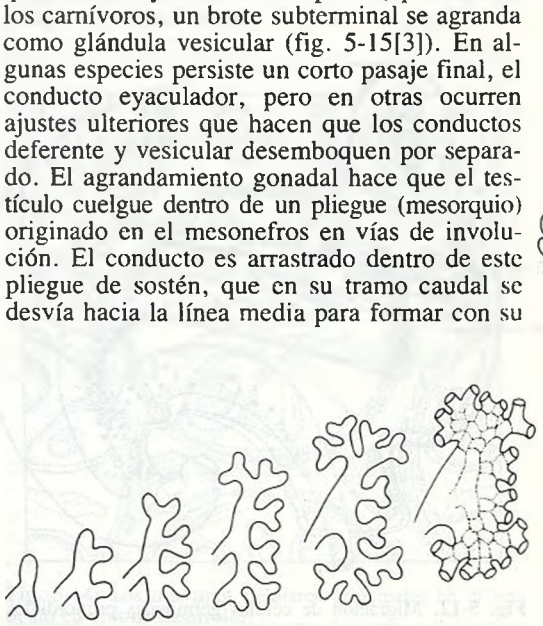


Fig. 5-8. División dicotómica del brote ureteral con resorción ulterior de los primeros órdenes de ramas y formación de la pelvis renal. Se han omitido los órdenes finales por razones de claridad.

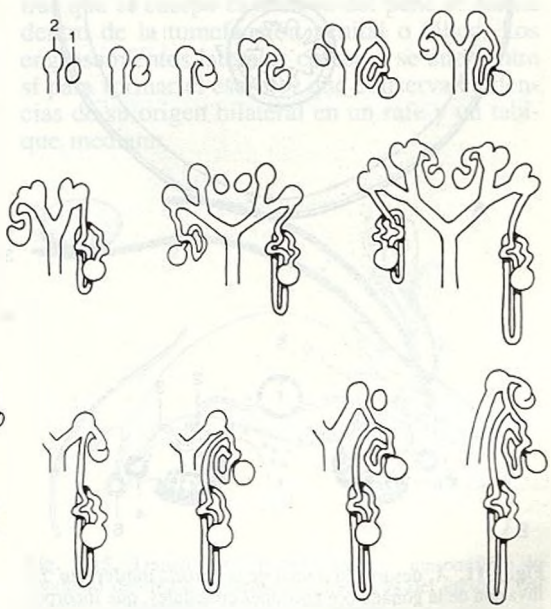


Fig. 5-9. Esta serie de diseños esquemáticos representa las conexiones entre los nefrones en vías de desarrollo (1) y las ramas (2) del brote ureteral. Nótese la división dicotómica del sistema de drenaje (brote ureteral).

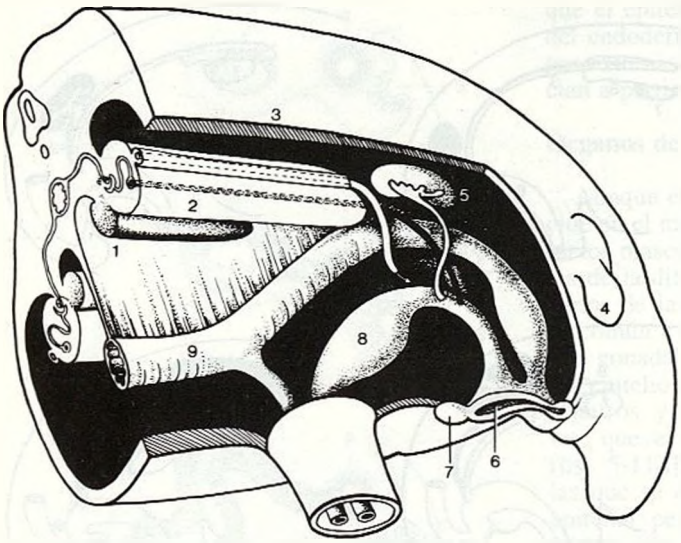


Fig. 5-10. Dibujo esquemático de una etapa intermedia del desarrollo del aparato urogenital. Nótese que ahora el uréter (originado en el metanefros) se ha separado del conducto mesonéfrico y desemboca independientemente en la vejiga (compárese con la fig. 5-7).

1, mesenterio; 2, mesonefros; 3, pared corporal lateral; 4, brote del miembro pélvico; 5, metanefros; 6 cloaca; 7, tubérculo genital; 8, vejiga; 9, intestino.

manera característica para cada especie (fig. 5-17). La mayor parte de la uretra masculina está en el pene y posee un origen distinto. En la etapa indiferente aparecen unos engrosamientos alrededor del margen de la membrana urogenital (fig. 5-18) y uno de ellos, ventral y mediano, constituye el tubérculo o *tumefacción genital* (fig. 5-18[1]) que da origen a la mayor parte del pene, mientras que otros engrosamientos más laterales aportan el escroto. Otro *pliegue urogenital* más, que aparece por medial de cada tumefacción escrotal, hace una contribución

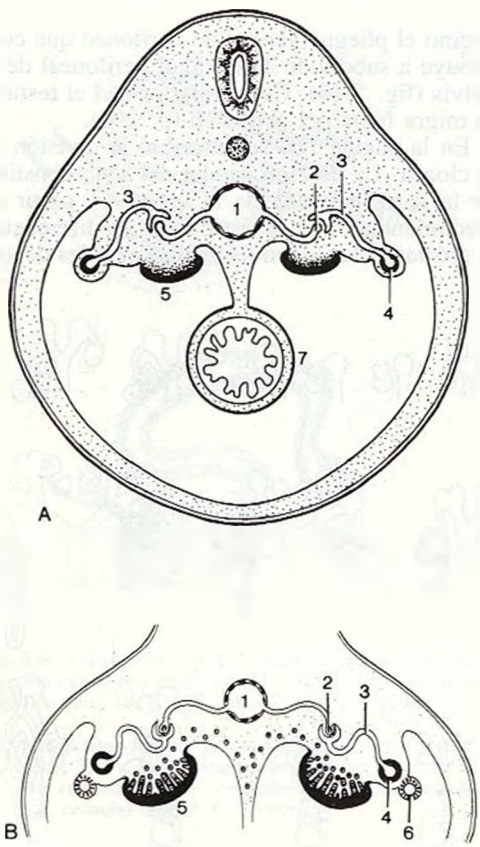


Fig. 5-11. *A*, desarrollo inicial de la gónada indiferente. *B*, invasión de la gónada por cordones epiteliales, que incorporan entonces las células germinales primordiales.

1, aorta; 2, penacho capilar (en el nefrón); 3, nefrón (túbulo); 4, conducto mesonéfrico; 5, gónada, 6, conducto paramesonéfrico; 7, intestino.

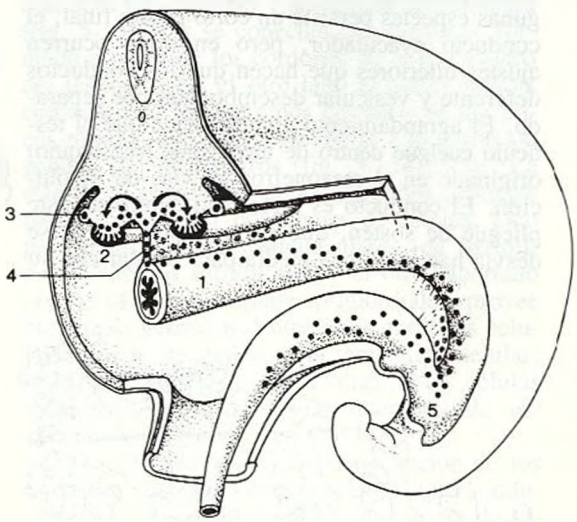


Fig. 5-12. Migración de células germinales primordiales desde el saco vitelino por el tallo alantoico y el intestino posterior hasta la gónada indiferente.

1, intestino; 2, gónada; 3, conducto mesonéfrico; 4, mesenterio; 5, cloaca.

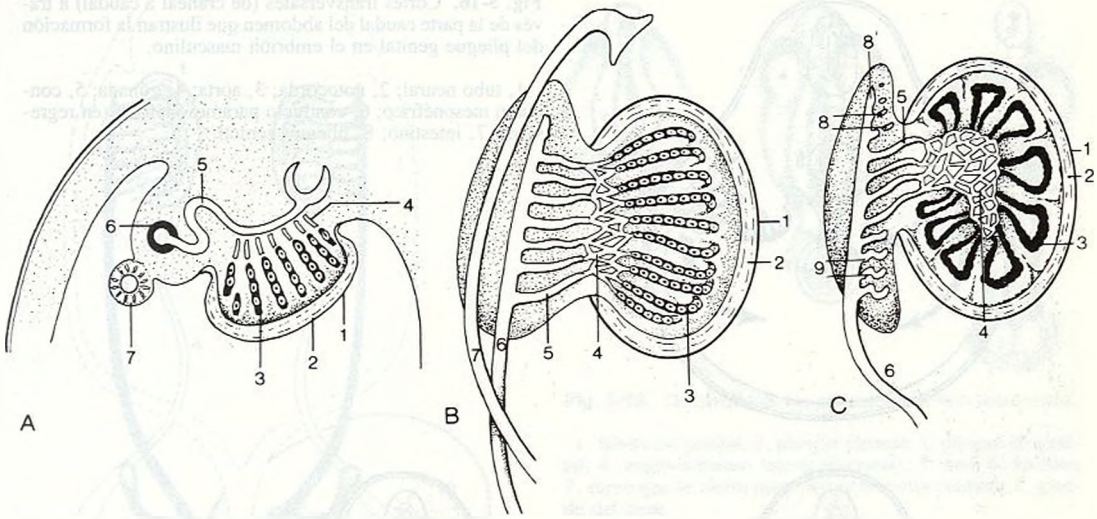


Fig. 5-13. Tres etapas del desarrollo del testículo. *A*, los cordones epiteliales quedan aislados del epitelio superficial por la formación de la túnica albugínea. *B*, los cordones epiteliales, la rete y los túbulos mesonéfricos se han conectado entre sí. *C*, los cordones epiteliales se convierten en túbulos seminíferos y el mesonefro se transforma gradualmente en parte del epidídimo.

1, epitelio celómico; 2, túnica albugínea; 3, cordones epiteliales, túbulos seminíferos; 4, rete testis; 5, túbulos mesonéfricos, conductillos eferentes; 6, conducto mesonéfrico (deferente después); 7, conducto paramesonéfrico; 8, resto craneal de los túbulos mesonéfricos (conductillos aberrantes); 8', resto de 6 (apéndice del epidídimo); 9, resto caudal (paradídimo).

adicional al pene. A lo largo de la superficie del tubérculo genital que al principio es dorsal, se extiende un surco que es cerrado gradualmente por la aproximación y fusión de estos pliegues urogenitales. Este proceso es bastante complejo porque el revestimiento de la uretra peniana es una extensión del endodermo del seno urogenital, aunque los engrosamientos iniciales poseen una cobertura ectodérmica. El cuerpo esponjoso de la uretra peniana se continúa directamente con el tejido bulbar de la uretra pelviana, mientras que el cuerpo cavernoso del pene se forma dentro de la tumefacción genital o fálica. Los engrosamientos laterales crecen y se unen entre sí para formar el escroto, que conserva evidencias de su origen bilateral en un rafe y un tabique mediano.

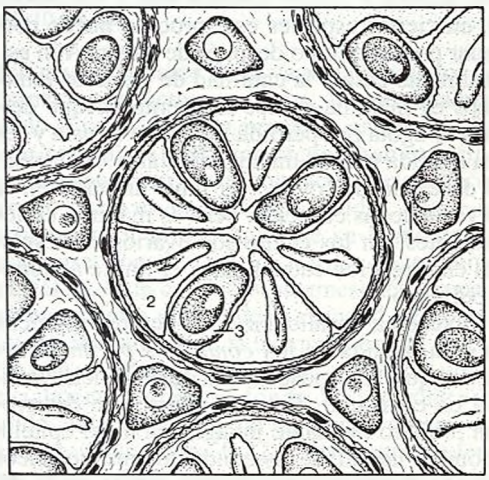


Fig. 5-14. Los tres tipos celulares principales en el testículo en vías de desarrollo.

1, células intersticiales (de Leydig); 2, células sustentaculares (de Sertoli), 3, epitelio seminífero (células germinales).

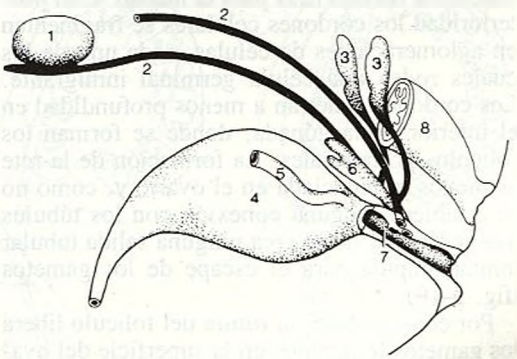


Fig. 5-15. Transformación del conducto mesonéfrico en conducto deferente. Nótense las aberturas del uréter y del conducto deferente en el seno urogenital.

1, testículo; 2, conducto mesonéfrico (deferente); 3, glándula vesicular; 4, vejiga; 5, uréter; 6, restos de los conductos paramesonéfricos; 7, seno urogenital (uretra); 8, recto.

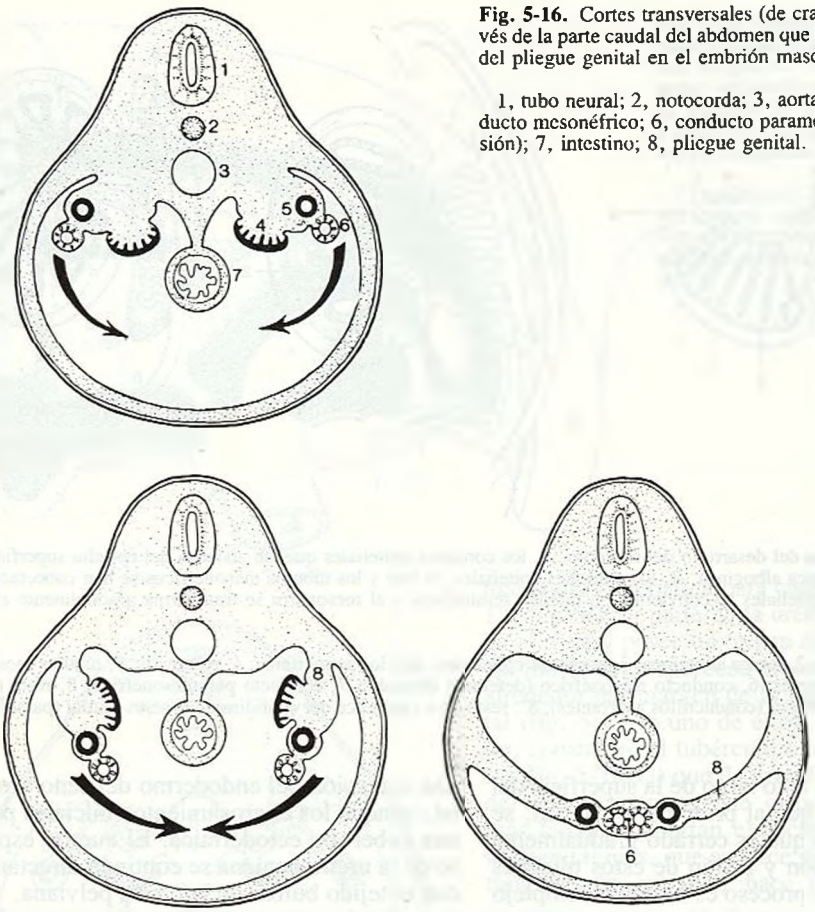


Fig. 5-16. Cortes transversales (de craneal a caudal) a través de la parte caudal del abdomen que ilustran la formación del pliegue genital en el embrión masculino.

1, tubo neural; 2, notocorda; 3, aorta; 4, gónada; 5, conducto mesonéfrico; 6, conducto paramesonéfrico (en regresión); 7, intestino; 8, pliegue genital.

Órganos de la reproducción femeninos

Las etapas iniciales del desarrollo gonadal se parecen a las descritas para el macho. Con posterioridad los cordones celulares se fragmentan en aglomeraciones de células, cada uno de los cuales rodea una célula germinal inmigrante. Los cordones penetran a menos profundidad en el interior de la gónada, donde se forman los folículos primordiales. La formación de la rete es menos pronunciada en el ovario y, como no se establece ninguna conexión con los túbulos mesonéfricos, no se crea ninguna salida tubular ininterrumpida para el escape de los gametos (fig. 5-19).

Por consiguiente, la rotura del folículo libera los gametos femeninos en la superficie del ovario mediante disgregación del tejido en un proceso que se facilita por la ausencia de una gruesa túnica albugínea. Este mismo rasgo permite la formación de cordones sexuales adicionales con el establecimiento de folículos adicionales durante gran parte de la vida prenatal; en efecto, en ciertas especies este proceso puede continuar por un tiempo después de nacer. Aún así, finalmente cesa y la cantidad de gametos femeninos es máxima en ese momento porque después se agota por pérdida mediante atresia y, en una medida mucho menor, mediante ovulación. El descenso del ovario es muy limitado en la mayoría de las especies, pero es máximo en los rumiantes, en los cuales los ovarios se desplazan en dirección caudal hasta el límite abdominopelviano.

El sistema canalicular de la hembra proviene en gran medida de los *conductos paramesonéfricos*, que sólo poseen una importancia vestigial en el macho. Estos conductos se desarrollan primero mediante invaginación del epitelio celómico lateral de los conductos mesonéfricos y luego mediante crecimiento activo en la dirección del seno urogenital dentro de los pliegues genitales (fig. 5-20*A*). Por el contrario, los conductos mesonéfricos involucionan con una secuencia craneocaudal (fig. 5-20*B*) y sólo quedan unos rasgos dentro de los ligamentos

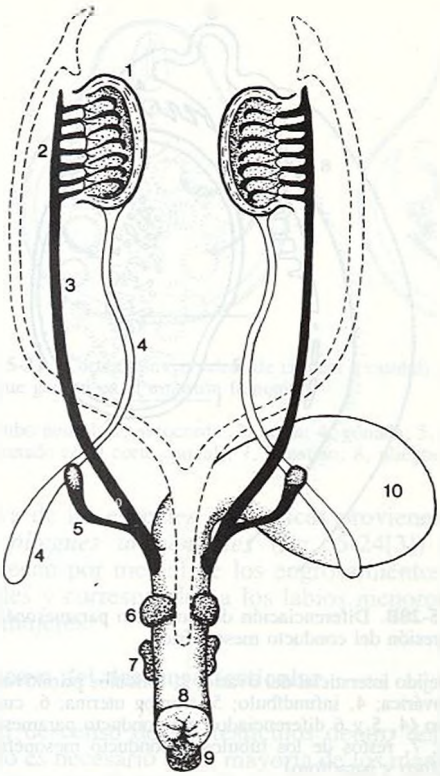


Fig. 5-17. Diferenciación del seno urogenital. Nótense el brote de la próstata y de las glándulas bulbouretrales y el agrandamiento del tubérculo genital. Los conductos paramesonéfricos involucionados se indican con líneas entrecortadas.

1, testículos; 2, epidídimo; 3, conducto deferente; 4, gubernaculum; 5, glándula vesicular; 6, próstata; 7, glándulas bulbouretrales; 8, seno urogenital (uretra); 9, tubérculo genital; 10, vejiga.

anchos y en la pared de la vagina (conductos de Cartner, conductos epíforos longitudinales), donde a veces ocurren procesos anómalos. La parte craneal de cada conducto paramesonéfrico corre por lateral del conducto mesonéfrico, pero lo cruza en un sitio más caudal, donde se inclina para ir al encuentro de su homólogo y fusionarse con él (fig. 5-21[6]). El extremo craneal de cada conducto paramesonéfrico permanece abierto dentro de la cavidad peritoneal (ostium abdominal de la trompa uterina), mientras que el extremo caudal del conducto unido inicialmente termina en fondo de saco contra un sólido engrosamiento de la pared dorsal del seno urogenital (fig. 5-22). Las trompas uterinas (fig. 5-22). Las trompas uterinas y los cuernos, cuerpo y cuello del útero se forman a partir de los conductos paramesonéfricos; sus partes caudales se fusionan en una extensión que varía según la especie y esto explica las proporciones y formas muy distintas del útero

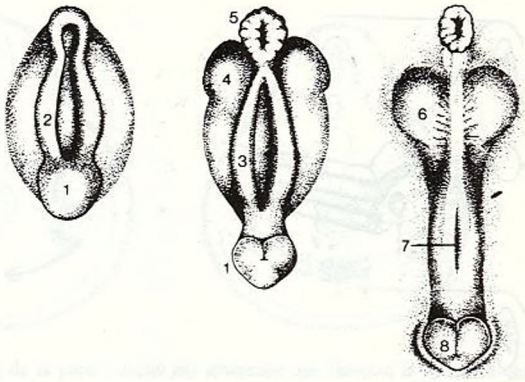


Fig. 5-18. Desarrollo de los genitales externos masculinos.

1, tubérculo genital; 2, pliegue cloacal; 3, pliegue urogenital; 4, engrosamiento lateral (escrotal); 5, ano; 6, escroto; 7, surco que se cierra para formar la uretra peniana; 8, glande del pene.

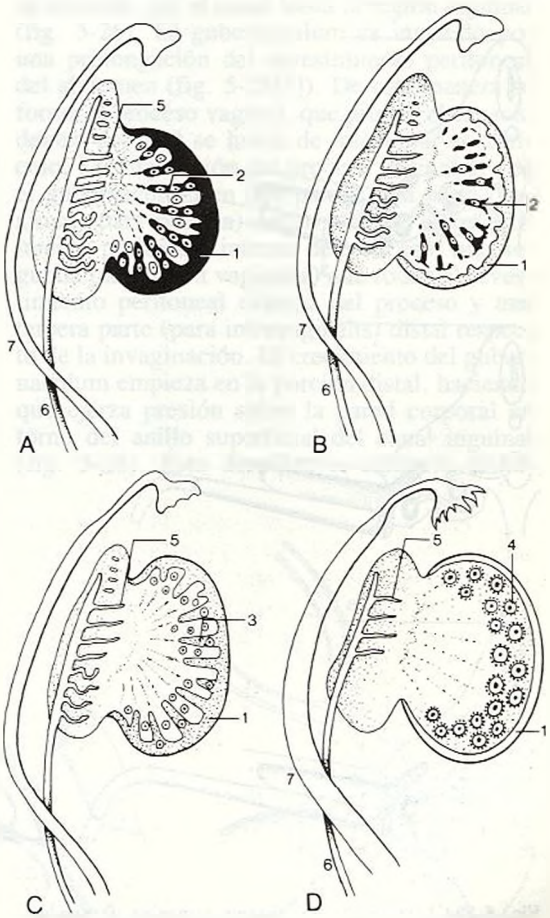


Fig. 5-19. Etapas sucesivas en el desarrollo del ovario.

1, epitelio celómico; 2, cordones epiteliales que penetran (*A*) e involucionan (*B*); 3, segunda formación de los cordones sexuales (*C*); 4, folículos primitivos; 5, restos de los túbulos mesonéfricos; 6, conducto mesonéfrico; 7, conducto paramesonéfrico.

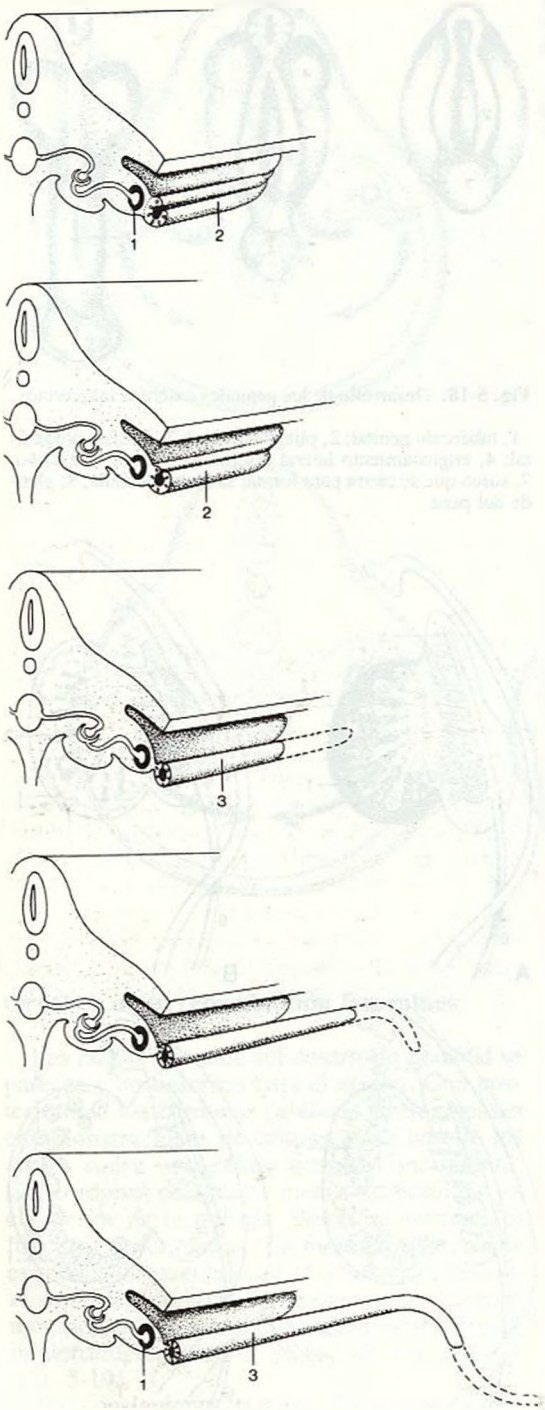


Fig. 5-20A. Desarrollo del sistema femenino de conductos. El conducto paramesonéfrico se forma primero mediante invaginación del epitelio celómico y después se extiende mediante crecimiento caudal activo.

1, conducto mesonéfrico; 2, invaginación del epitelio y cierre gradual del surco, con excepción de la entrada (craneal); 3, conducto paramesonéfrico.

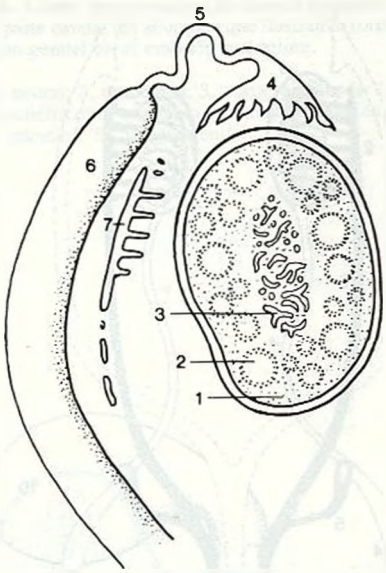


Fig. 5-20B. Diferenciación del conducto paramesonéfrico y regresión del conducto mesonéfrico.

1, tejido intersticial del ovario; 2, folículos primitivos; 3, rete ovárica; 4, infundíbulo; 5, trompa uterina; 6, cuerno uterino (4, 5 y 6 diferenciados del conducto paramesonéfrico); 7, restos de los túbulos y conducto mesonéfricos (epoóforo y paraóforo).

de los animales adultos (p. 214) (fig. 5-23). El pliegue genital de sostén se convierte en el ligamento ancho, con sus diversas partes. La luz de la vagina aparece dentro de la formación sólida proveniente del seno, aunque cerca de la unión con los conductos paramesonéfricos fusionados puede persistir un tabique de tejido, el himen. El himen sólo existe en los animales vírgenes y es raro que esté bien formado en las especies domésticas. Se discute en cierta medida la contribución de los epitelios urogenital y paramesonéfrico al revestimiento de la vagina en el adulto y se adujo que el límite dividiría regiones que responden de distintas maneras a las influencias hormonales que se observan en algunas especies.

El seno urogenital se convierte en el vestíbulo y después se modifica relativamente poco. Unas formaciones epiteliales constituyen las glándulas vestibulares de una manera que varía según la especie. Las partes genitales externas se forman a partir de las mismas estructuras que el macho, de modo que el tubérculo genital y los pliegues (engrosamientos) laterales aparecen primero (fig. 5-24). El primero produce el clítoris, en tanto que los pliegues laterales, que forman los labios mayores de la anatomía humana, involucionan, aunque con la posible excepción de la perra (p. 455). Los labios de la

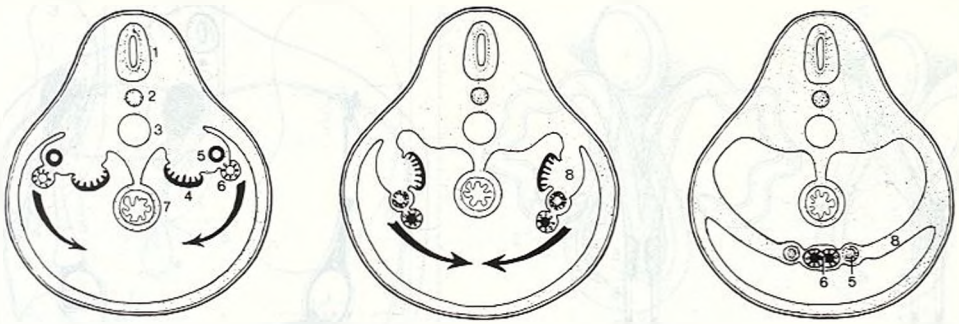


Fig. 5-21. Cortes transversales (de craneal a caudal) a través de la parte caudal del abdomen que ilustran la creación del pliegue genital en el embrión femenino.

1, tubo neural; 2, notocorda; 3, aorta; 4, gónada; 5, conducto mesonéfrico (en regresión); 6, conducto paramesonéfrico (fusionado en el corte caudal); 7, intestino; 8, pliegue genital.

vulva de las especies domésticas provienen de los *pliegues urogenitales* (fig. 5-24[3]) que aparecen por medial de los engrosamientos laterales y corresponden a los labios menores de las mujeres.

Proceso del descenso testicular

El descenso de los testículos dentro del escroto es necesario en la mayoría de los mamíferos para que la fertilidad sea normal. Este proceso depende de la existencia de una condensación mesenquimática, el *gubernaculum testis*, que está dentro de un desprendimiento del pliegue genital que va desde el testículo hacia el canal inguinal y a través de él (fig. 5-25). En un determinado período crítico del desarrollo (cuyo momento varía entre las distintas especies) se produce un agrandamiento enorme y rápido de la parte distal del gubernaculum, que se extiende por el canal hasta la región inguinal (fig. 5-26). El gubernaculum es invadido por una prolongación del revestimiento peritoneal del abdomen (fig. 5-25[3]). De esta manera se forma el proceso vaginal, que provee el espacio dentro del cual se habrá de traccionar el testículo. La disposición del proceso vaginal divide el gubernaculum en tres partes: una parte proximal (pars propria) encerrada por el revestimiento peritoneal interno del proceso, una segunda parte (para vaginalis) que rodea el revestimiento peritoneal externo del proceso y una tercera parte (para infravaginalis) distal respecto de la invaginación. El crecimiento del gubernaculum empieza en la porción distal, haciendo que ejerza presión sobre la pared corporal en torno del anillo superficial del canal inguinal (fig. 5-26). Ésto desplaza el testículo distal-

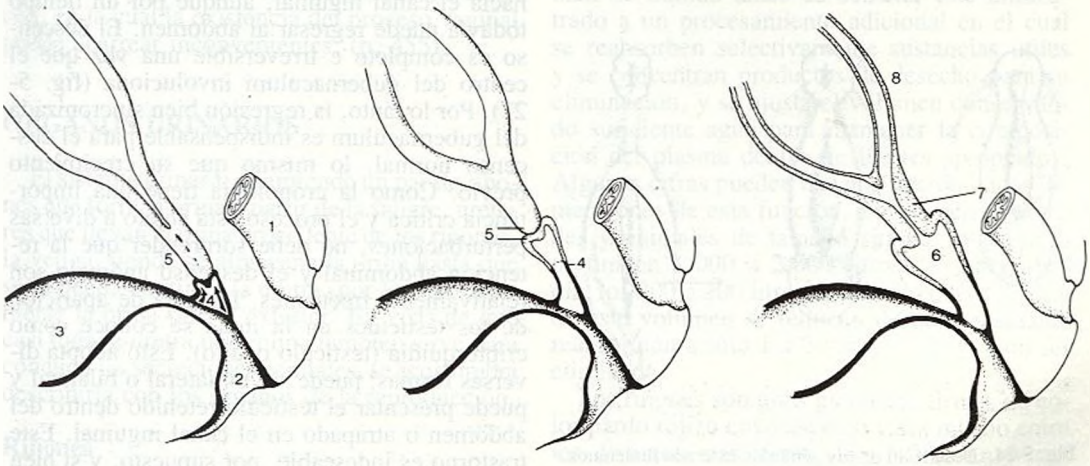


Fig. 5-22. La fusión de los conductos paramesonéfricos con un brote procedente del seno urogenital forma la vagina.

1, recto; 2, parte caudal del seno urogenital (vestíbulo); 3, parte craneal del seno urogenital (vejiga, uretra); 4, brote del seno urogenital; 5, conductos paramesonéfricos fusionados; 6, vagina; 7, cuello uterino; 8, cuerno uterino.

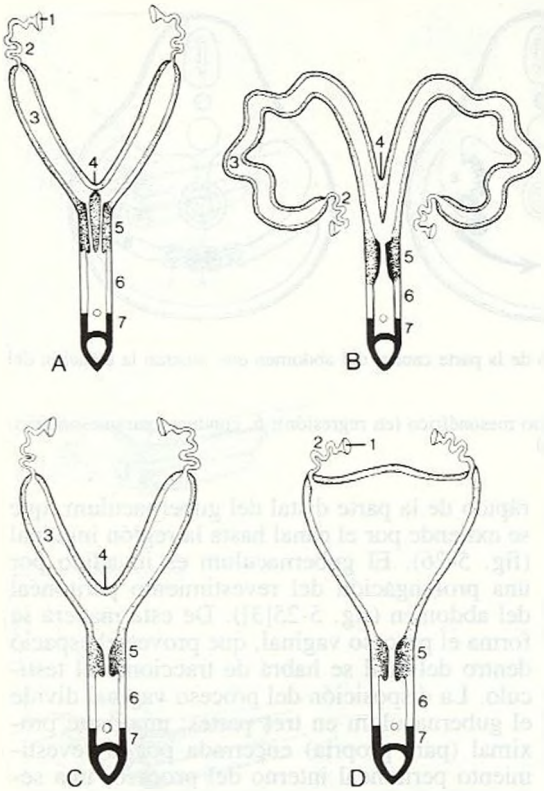


Fig. 5-23. Distintos grados de fusión de los conductos paramesonéfricos (gris). *A*, útero doble (coneja). *B*, útero bicorne (cuerpo pequeño: cerda, vaca). *C*, útero bicorne (cuerpo grande; yegua). *D*, útero simple (mujer).

1, infundíbulo; 2, trompa uterina; 3, cuerno uterino; 4, sitio de fusión de los dos conductos; 5, cuello; 6, vagina; 7, vestíbulo.

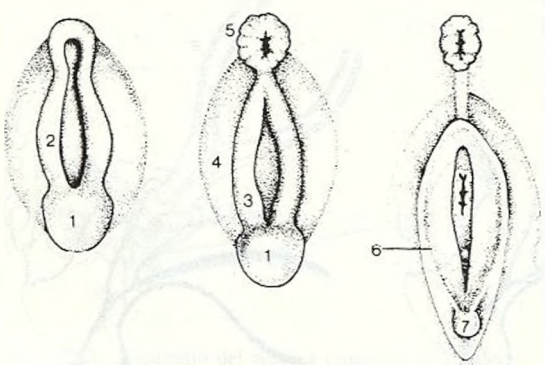


Fig. 5-24. Desarrollo de los genitales externos femeninos.

1, tubérculo genital; 2, pliegue cloacal; 3, pliegue urogenital; 4, engrosamiento lateral; 5, ano; 6, labios de la vulva; 7, clítoris.

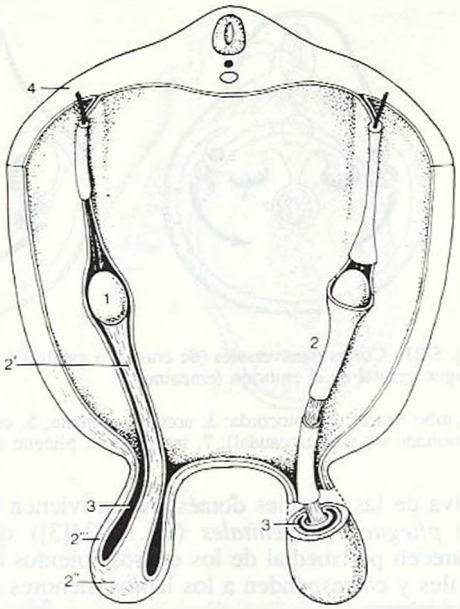


Fig. 5-25. Representación esquemática del testículo y gubernaculum en el pliegue peritoneal en el cual tiene lugar el descenso.

1, testículo; 2, gubernaculum; 2', pars propria; 2'', pars infravaginalis; 2''', pars vaginalis; 3, proceso vaginal; 4, arteria testicular.

mente hacia la entrada abdominal de este pasaje. El crecimiento del gubernaculum se extiende gradualmente en dirección proximal y cuando esto culmina la parte adyacente al testículo (que está dentro del canal inguinal) es tan gruesa como el testículo mismo. En esta etapa todo ligero aumento de la presión intraabdominal puede ser suficiente para expulsar el testículo hacia el canal inguinal, aunque por un tiempo todavía puede regresar al abdomen. El descenso es completo e irreversible una vez que el centro del gubernaculum involuciona (fig. 5-27). Por lo tanto, la regresión bien sincronizada del gubernaculum es indispensable para el descenso normal, lo mismo que su crecimiento previo. Como la cronología tiene una importancia crítica y el proceso está sujeto a diversas perturbaciones, no debe sorprender que la retención abdominal y el descenso anómalo son relativamente frecuentes. La falta de aparición de los testículos en la ingle se conoce como criptorquidia (testículo oculto). Esto adopta diversas formas; puede ser unilateral o bilateral y puede presentar el testículo retenido dentro del abdomen o atrapado en el canal inguinal. Este trastorno es indeseable, por supuesto, y si bien los animales con criptorquidia unilateral pueden ser fértiles, no se debe permitir que se reproduzcan porque este estado es hereditario.

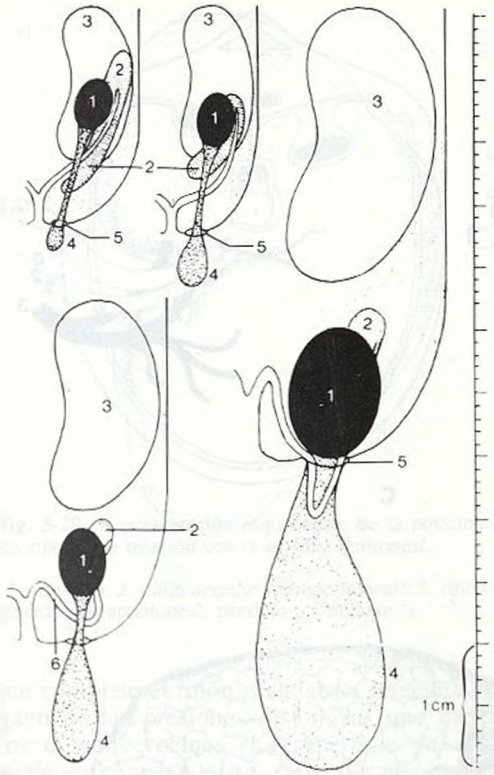


Fig. 5-26. Cuatro etapas sucesivas (fetos de cerdo de 45, 52, 63 y 80 días) del desarrollo gubernacular. Obsérvese el agrandamiento de la parte extraabdominal del gubernaculum. Diseñado de especímenes.

1, testículo; 2, mesonefros; 3, metanefros; 4, gubernaculum; 5, anillo inguinal profundo; 6, conducto deferente.

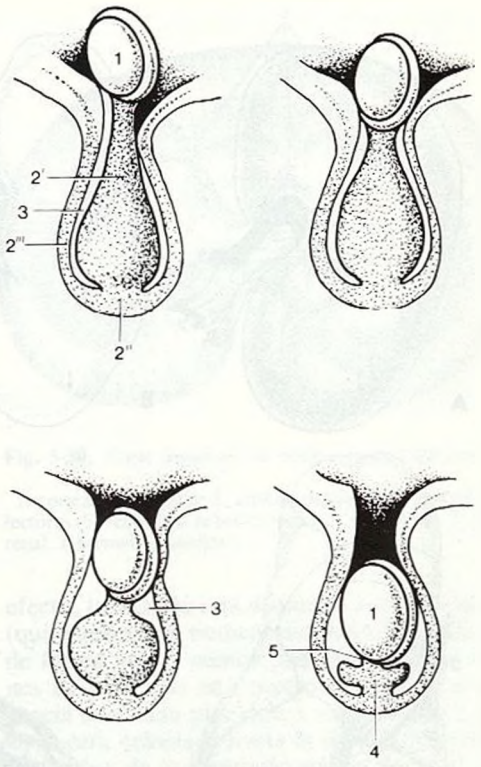


Fig. 5-27. Etapas sucesivas de la regresión gubernacular en el feto del cerdo. Obsérvese la migración del testículo causada por esta regresión.

1, testículo y epidídimo; 2, gubernaculum; 2', pars propria; 2'', pars infravaginalis; 2''', pars vaginalis; 3, proceso vaginal; 4, ligamento de la cola del epidídimo; 5, ligamento propio del testículo.

En el sexo femenino se forman estructuras similares pero no se desarrollan mayormente, salvo en la perra, entre los mamíferos domésticos, en la cual la existencia del proceso vaginal puede acarrear inconvenientes, (p. 455).

ÓRGANOS URINARIOS

El sistema urinario comprende un par de riñones que forman orina a partir de la sangre, uréteres que llevan la orina procedente de los riñones, la vejiga, donde se almacena la orina hasta que se la pueda emitir, y la uretra, por la cual finalmente la orina sale al exterior. En vista de que casi toda la uretra masculina también sirve para conducir las secreciones genitales, se acostumbra describirla con los órganos de la reproducción.

Riñones

La función primordial de los riñones es mantener el *medio interno*. Esto lo hacen filtrando el plasma, extrayendo primero un enorme volumen de líquido antes de someter este ultrafiltrado a un procesamiento adicional en el cual se reabsorben selectivamente sustancias útiles y se concentran productos de desecho para su eliminación, y se ajusta el volumen conservando suficiente agua para mantener la composición del plasma dentro de límites apropiados. Algunas cifras pueden dar una noción de las dimensiones de esta función. En los perros grandes y animales de tamaño similar los riñones perfunden 1.000 a 2.000 litros de sangre por día; los 200 a 300 litros de líquido que se filtran de este volumen se reducen después mediante reabsorción a sólo 1 a 2 litros de orina para ser eliminada.

Los riñones son unas glándulas firmes de color pardo rojizo cuyo aspecto varía mucho entre los distintos mamíferos (fig. 5-28). La forma más familiar de la cual surgiera el término arriñonado en el vocabulario común, ocurre en el perro, gato y pequeños rumiantes. Los riñones

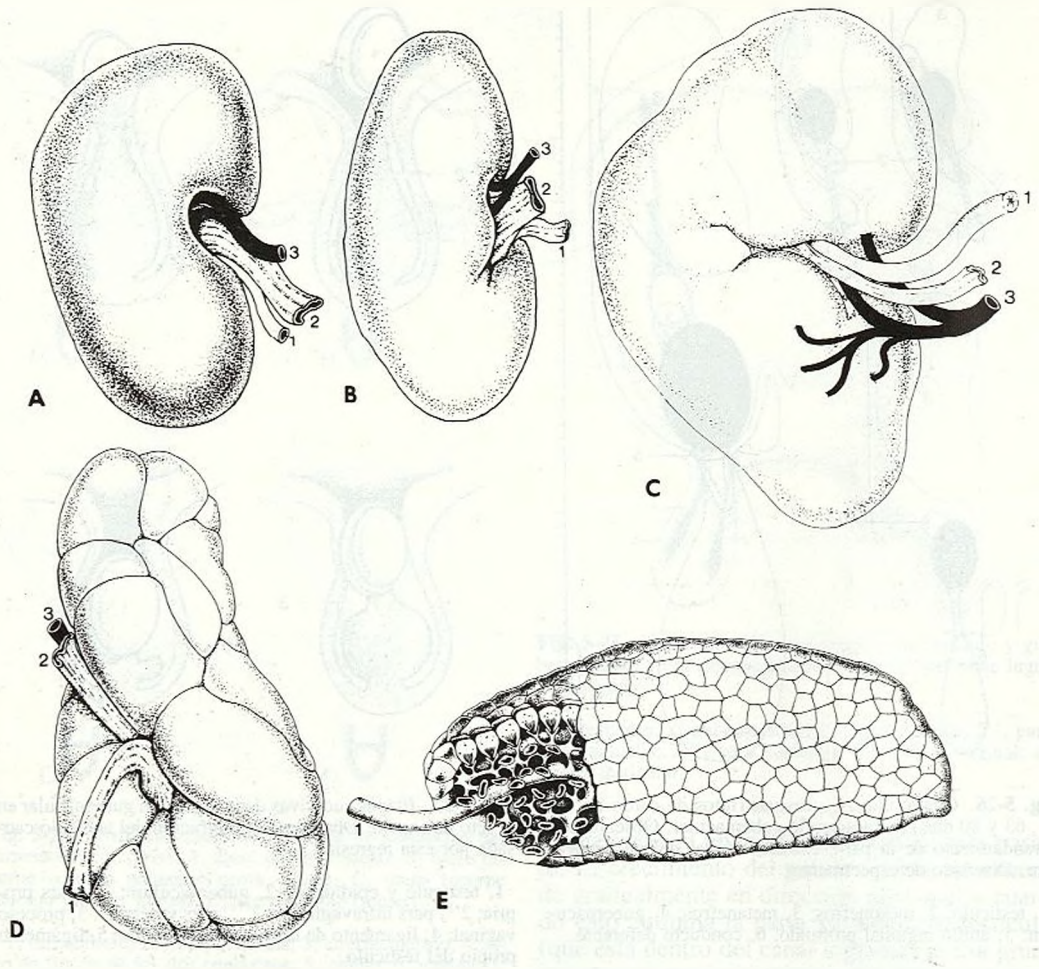


Fig. 5-28. Riñón izquierdo del perro (*A*), cerdo (*B*), caballo (*C*), buey (*D*), y delfín (*E*).

1, uréter; 2, vena renal; 3, arteria renal.

del cerdo son mucho más planos mientras que los del caballo son cordiformes (fig. 5-28*C*). En cambio, los riñones del bovino son muy distintos y presentan una superficie profundamente fisurada que delinea muchos lóbulos (fig. 5-28*D*). En cambio, el riñón de ciertas especies marinas (fig. 5-28*E*) presenta una subdivisión mayor todavía porque semejan racimos de uvas cuyos lóbulos están apenas fusionados y están unidos entre sí principalmente por el "tallo" ramificado.

Los riñones suelen estar comprimidos contra el techo del abdomen, uno a cada lado de la columna vertebral, principalmente en la región lumbar, aunque a menudo se prolongan hacia adelante debajo de las últimas costillas. Su posición se modifica con las excursiones del diafragma y con cada respiración se desplazan quizá una distancia de media vértebra. Es raro que sean simétricos; en los animales domésticos, con excepción de los cerdos, el derecho está más o menos medio riñón más adelante que su homólogo. El extremo craneal del riñón derecho suele estar en una fosa del hígado que contribuye a fijarlo en su posición. El izquierdo, en cambio, que carece de este alojamiento, es más móvil y tiende más a descender dentro del abdomen. El riñón izquierdo péndulo de los rumiantes es desplazado hacia la mitad derecha del abdomen por el enorme desarrollo del estómago. En general, los riñones comprimidos contra el techo del abdomen son en gran medida retroperitoneales, mientras que los suspendidos a un nivel más bajo tienen una cubierta peritoneal más extensa (figs. 5-29 y 28-17[8]).

Cada riñón está dentro de un desdoblamiento de la fascia sublumbar que también contiene gran cantidad de grasa, a veces tanto que oculta

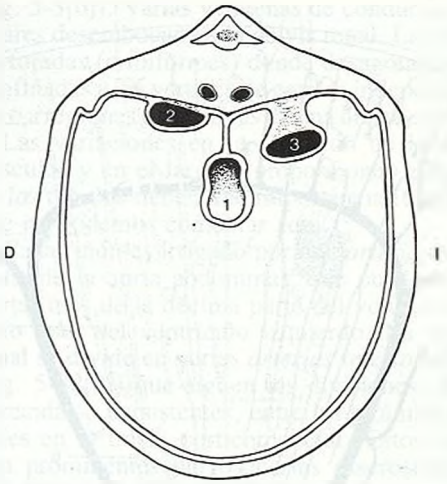


Fig. 5-29. Representación esquemática de la posición de los riñones en relación con la cavidad peritoneal.

1, intestino; 2, riñón derecho (retroperitoneal); 3, riñón izquierdo (intraperitoneal, péndulo o "flotante").

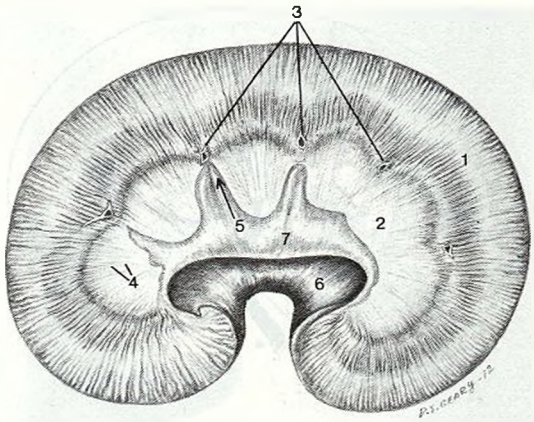


Fig. 5-30. Corte dorsal de un riñón unipiramidal (perro).

1, corteza; 2, médula; 3, arterias arqueadas; 4, túbulos colectores; 5, receso de la pelvis renal; 6, seno renal; 7, cresta renal. (Horowitz, inédito.)

por completo el riñón. Esta grasa protege al órgano de las presiones distorsivas que ejercen los órganos vecinos. La superficie del riñón suele ser convexa y lisa, salvo por una indentación en el borde medial. Esta indentación conduce a un espacio oculto (seno renal, fig. 5-30[6]) ocupado por el origen dilatado (pelvis renal) del uréter, los vasos y nervios que van y vienen del hilio renal además de grasa.

La organización general del riñón se aprecia de manera más conveniente en un corte que divide el órgano en "mitades" dorsal y ventral (fig. 5-30). Este corte muestra que el parénquima está encerrado dentro de una fuerte cápsula fibrosa (fig. 36-14). La cápsula restringe la capacidad del riñón para expandirse, de modo que la tumefacción que se produce en ciertas enfermedades tiende a comprimir el tejido y a estrechar los pasajes internos. La cápsula se desprende con facilidad del riñón sano, pero está adherida en los sitios donde la sustancia subyacente se ha fibrosado por lesiones anteriores.

El parénquima se halla visiblemente dividido en una corteza externa y una médula interna. La corteza (fig. 5-30[1]) se distingue por su color pardo rojizo y por su aspecto finamente granular y la médula (fig. 5-30[2]) consta de una zona externa purpúrea oscura de la cual parten unas bandas (rayos medulares) hacia la corteza y de una zona interna radialmente estriada y de color rojo grisáceo más pálido que se extiende hacia el seno renal. La disposición macroscópica de la médula exhibe diferencias muy pronunciadas según las especies. En muchas, en efecto, la médula está dispuesta en varias masas (que pueden ser numerosas) aisladas, cada una de forma más o menos piramidal. En los riñones de este tipo una porción de la corteza se asocia con cada pirámide y cubre su base, que es la cara orientada hacia la superficie externa. El vértice de la pirámide apunta hacia el seno renal y forma una *papila* (fig. 5-30[3]) que encaja en una expansión cupuliforme (cáliz) de la pelvis renal. Cada pirámide medular con su respectiva corteza constituye un *lóbulo renal*, los riñones que conservan esta organización se dice que son *multipiramidales* o multilabulares. En algunos riñones multipiramidales como los del bovino (fig. 28-25) los límites entre los lóbulos se reconocen por las fisuras que penetran desde la superficie; en otros, incluso los del cerdo y el hombre, no existen evidencias externas de lobulación (fig., 5-28*B*).

Todos los riñones de los mamíferos pasan por una fase multipiramidal en su desarrollo, aunque en la mayoría de las especies la cantidad de lóbulos se reduce luego radicalmente. En algunas especies, como el perro, el caballo y el ovino, todas las pirámides finalmente se fusionan para formar una sola masa medular que confina la corteza a la periferia, donde forma una cubierta continua, pero incluso este tipo de riñón *unipiramidal* o unilobular conserva ciertas evidencias de su compleja ontogenia; una pequeña excavación de la unión corticomedular, punteada por las arterias que señalan los límites interlobulares, muestra el sitio donde se fusionaron las pirámides. Esta fusión une las papilas en una cresta común (fig. 5-30[7] y 5-31) que puede estar modelada para revelar su origen compuesto; en el perro se halla modelada de esta manera, pero no en el caballo.

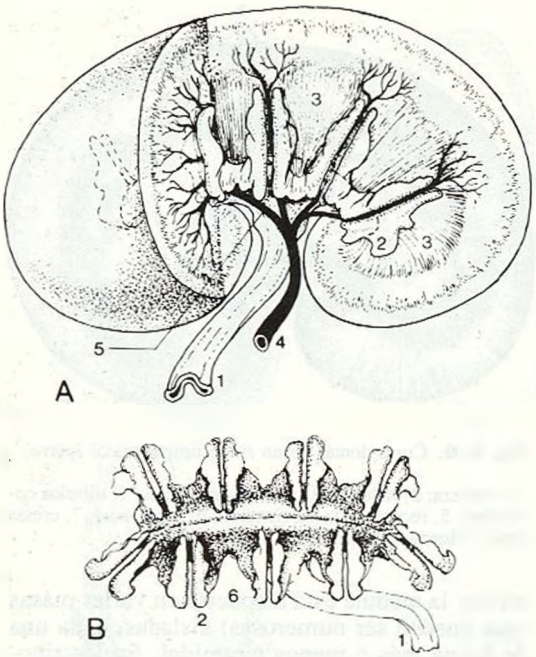


Fig. 5-31. Dibujo semiesquemático de un riñón de perro (*A*). Las papilas se han unido en una cresta irregular común; los engrosamientos de la cresta alternan con recesos de la pelvis renal, como muestra el molde por corrosión de la pelvis (*B*).

1, uréter; 2, receso pelviano; 3, médula con conductos papilares; 4, arteria renal; 5, arterias interlobulares en los límites piramidales; 6, impresión de la cresta renal.

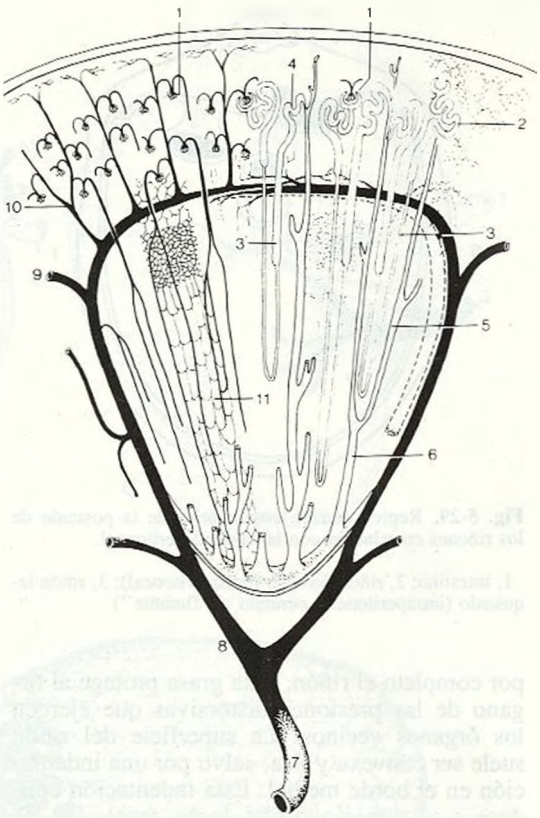


Fig. 5-32. Dibujo esquemático de un lóbulo renal.

1, glomérulo; 1', corpúsculo renal; 2, túbulo contorneado proximal; 3, rama descendente del nefrón; 3', rama ascendente; 4, túbulo contorneado distal; 5, conducto colector; 6, conducto papilar; 7, arteria renal; 8, arteria interlobular; 9, arteria arqueada; 10, arteria interlobulillar; 11, plexo capilar.

Las unidades funcionales del interior del riñón se conocen como túbulos renales o *nefrones*. Estos túbulos epiteliales son sostenidos por un intersticio de tejido conectivo y se estima que suman varios centenares de miles y hasta un millón en los riñones caninos. La estructura y funciones del nefrón están descritas con mayor propiedad en los textos de anatomía microscópica y fisiología; por lo tanto, sólo mencionaremos aquí algunos puntos, en particular los discernibles a simple vista.

Cada nefrón empieza con una expansión en fondo de saco que está invaginada por una aglomeración de capilares que se conoce como *glomérulo* (fig. 5-32[1]). El glomérulo y su cubierta epitelial juntos constituyen un *corpúsculo renal* (fig. 5-32[1']), estructura de tamaño justo lo suficiente grande como para verse a simple vista, en especial si los capilares están congestionados. Los corpúsculos están diseminados por toda la corteza y le imparten un aspecto finamente granular.

La parte remanente del nefrón forma un largo túbulo diferenciado en varios segmentos sucesivos. El primero, túbulo contorneado proximal, es muy tortuoso y está cerca del corpúsculo en el cual se origina (fig. 5-32[2]). Esta parte se endereza gradualmente y entra en uno de los estrechos rayos que penetran en la corteza desde la médula. Luego el túbulo forma una larga asa en horquilla para cabello (antes conocida como asa de Henle) dentro de la médula. La primera parte del asa, rama descendente, es relativamente estrecha y corre a través de la médula para acercarse a la papila antes de regresar. La rama ascendente suele ser más gruesa –aunque el cambio de calibre no coincide necesariamente con el cambio de dirección– y vuelve al mismo rayo medular. Al salir de éste el túbulo forma una segunda parte contorneada, distal, que también está íntimamente adosada al corpúsculo de origen (fig. 5-32[4]). A éste le sigue un corto tramo de unión que desemboca en un túbulo colector dentro del rayo medular. Cada *túbulo colector* (fig. 5-32[5]), que sirve a muchos nefrones, transita por la médula antes de desembocar en un vaso más grande, el *conducto papilar*, cercano al vértice

(fig. 5-3[6]). Varias veintenas de conductos papilares desembocan en la pelvis renal. Las áreas perforadas (cribiformes) donde desagotan están confinadas a los vértices de papilas independientes o a regiones específicas de una cresta común.

Las variaciones en la situación de los corpúsculos y en el largo y proporciones globales de los túbulos tienen una importancia funcional que no podemos comentar aquí.

Cada riñón es irrigado por una *arteria renal*, rama de la aorta abdominal, que puede transportar más de la décima parte del volumen minuto total del ventrículo izquierdo. La arteria renal se divide en varias *arterias interlobulares* (fig. 5-32[8]) que siguen las divisiones, desaparecidas o persistentes, entre las pirámides renales en la unión corticomedular. Estos vasos son prominentes en los cortes macroscópicos del riñón y de ellos nacen las ramas conocidas como *arterias arqueadas* que se incurvan sobre las bases de las pirámides (fig. 5-32[9]). A su vez, estas arterias dan origen a numerosas arterias (interlobulillares) que irrigan las unidades o lobulillos en los cuales la corteza es dividida por los rayos medulares. Cada arteria interlobulillar emite muchas ramas que irrigan glomérulos individuales. Los capilares glomerulares vuelven a unirse en un vaso emisario en el polo distal del glomérulo y éste irriga luego otro plexo capilar más que rodea los túbulos (fig. 5-32[11]). El flujo sanguíneo en este segundo lecho capilar sigue una dirección contraria al flujo de orina. Los vasos que emergen de los corpúsculos yuxtamedulares (los de la capa más interna de la corteza) revisten particular importancia en la irrigación de la médula. La circulación renal en realidad es más complicada de lo que hemos descrito aquí y ofrece oportunidades para que ocurra circulación colateral, pero las arterias interlobulillares con certeza y probablemente las arterias interlobulares son arterias terminales funcionales.

Las venas, que conducen finalmente a la vena cava caudal, son en gran medida satélites. Los vasos linfáticos drenan en nódulos de la serie lumbar, que acompaña a la aorta. Los nervios simpáticos para los riñones corren a través del plexo celiacomesentérico y, por ende, acompañan a las arterias renales. Las sinapsis estarían dentro de los ganglios principales o en ganglios más pequeños (aorticorrenales) dentro de las partes periféricas del plexo. El vago aporta las fibras parasimpáticas.

Pelvis renal y uréter

En los bovinos el uréter se forma mediante la confluencia de los cortos conductos procedentes de los cálices que rodean las papilas renales individuales (fig. 28-25), pero en la mayoría de las especies domésticas el uréter empieza en una expansión común, la pelvis renal, en la cual desembocan todos los conductos papilares, aunque de distintas maneras en las diferentes especies (figs. 5-31 y 21-20). La anatomía pelviana presenta algunas diferencias de importancia práctica, pero en el perro y el gato la forma de la pelvis renal adquiere una importancia que no existe en las otras especies ya que se ve con facilidad en las radiografías. La pelvis renal de estos animales se halla moldeada sobre la cresta renal y envía unas prolongaciones dorsales y ventrales respecto de ella. Cada prolongación presenta una cantidad de expansiones locales o recesos que están divididos entre sí por saliencias de tejido renal (figs. 5-31 y 5-33). Los recesos vecinos también están separados por los vasos interlobulares.

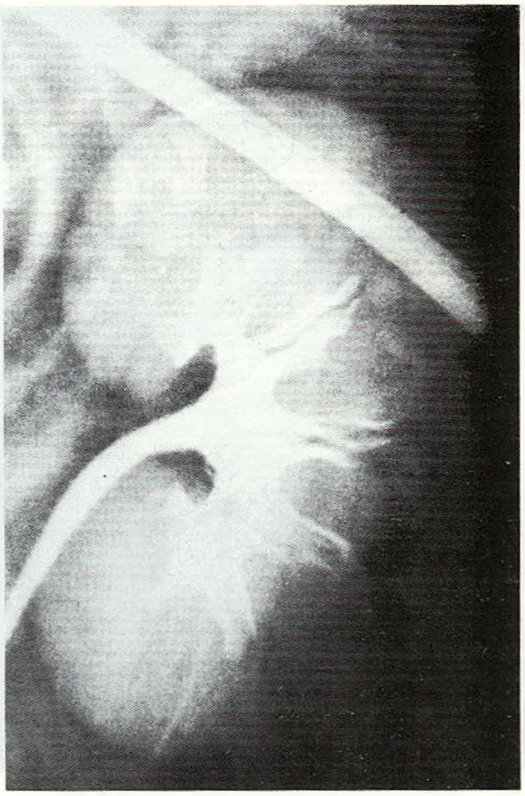


Fig. 5-33. Radiografía de la pelvis renal del perro. Nótense los recesos pelvianos

La parte tubular remanente de cada uréter tiene un calibre bastante uniforme. Sigue un curso más o menos sagital contra el techo del abdomen, aunque a veces puede exhibir cambios bruscos de dirección ocasionales. Al llegar a la cavidad pelviana el uréter gira hacia medial para entrar en el pliegue genital en el macho o en el ligamento ancho en la hembra; ésta lleva el uréter sobre la superficie dorsal de la vejiga,

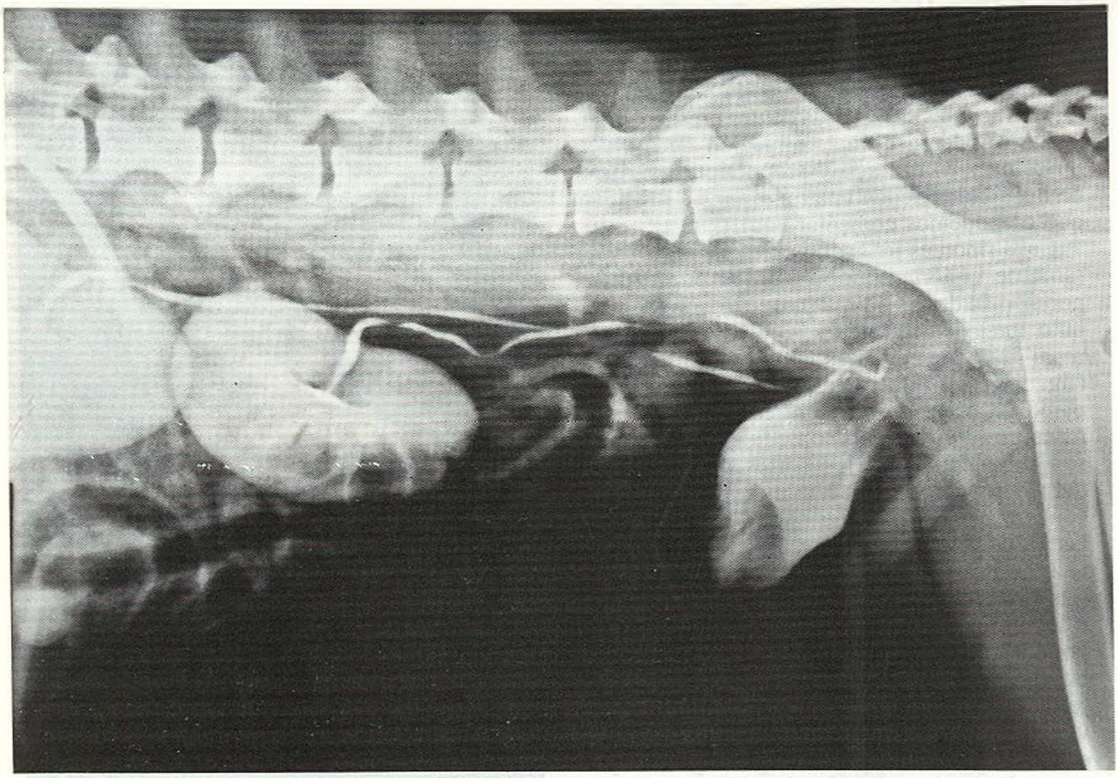


Fig. 5-34. Radiografía de la pelvis renal, uréter y vejiga de un perro.

en la cual desemboca cerca del cuello (fig. 36-34). En el macho el uréter pasa dorsalmente al respectivo conducto deferente.

El uréter penetra en la pared vesical en forma muy oblicua. La porción intramural impide el reflujo de orina en el uréter cuando aumenta la presión dentro de la vejiga (fig. 5-35) pero no evita que la vejiga se siga llenando porque la resistencia es superada por las contracciones peristálticas de la pared ureteral. La pared de la pelvis renal y el uréter posee una adventicia externa, una muscular media y una mucosa interna. La túnica muscular está bien desarrollada y, si bien su peristaltismo contribuye a llevar orina a la vejiga, puede entrar en espasmo si es provocada por una irritación local, como la causada por un cálculo urinario.

Vejiga urinaria

La vejiga es un órgano de almacenamiento distensible, de modo que no tiene un tamaño,

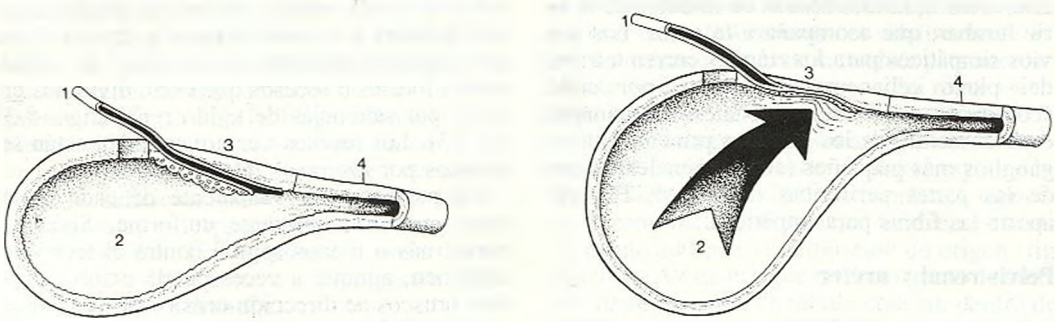


Fig. 5-35. Unión ureterovesical. Por su pasaje oblicuo a través de la pared, el uréter se ocluye cuando la presión intravesical aumenta.

1, uréter; 2, luz vesical; 3, pared vesical; 4, cuello vesical.

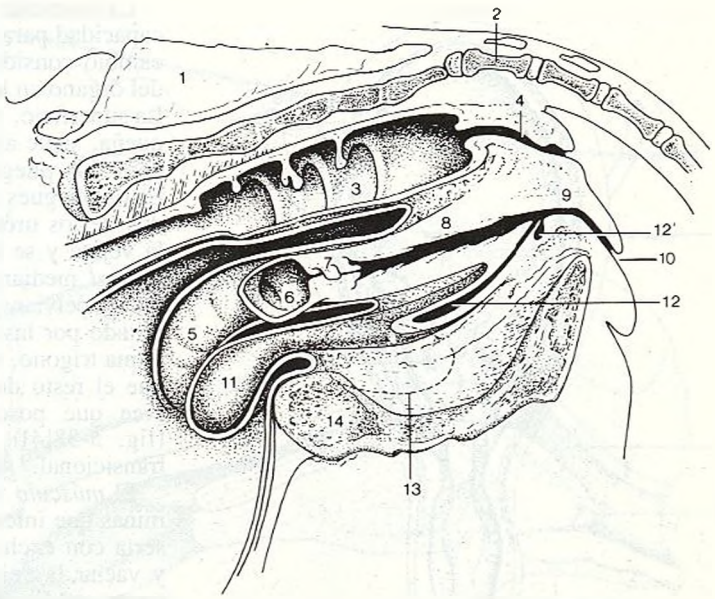


Fig. 5-36. Corte mediano de la pelvis de la vaca.

1, sacro; 2, primera vértebra caudal; 3, recto; 4, canal anal; 5, cuerno uterino derecho; 6, muñón del cuerno uterino izquierdo; 7, cuello uterino; 8, vagina; 9, vestíbulo; 10, vulva; 11, vejiga; 12, uretra; 12', divertículo suburetral; 13, agujero obturador; 14, sínfisis pelviana.

posición ni relaciones constantes. Es pequeña y globular cuando está contraída al máximo y entonces se destaca por el gran espesor de sus paredes y por la pequeñez de su luz. La vejiga contraída descansa sobre los huesos pubianos y se halla confinada a la cavidad pelviana en las especies más grandes, pero llega al abdomen en los carnívoros. Al agrandarse toma la forma de una pera dotada de un vértice craneal (ápex), un cuerpo intermedio y un cuello caudal. Aunque la distensión incesante lleva una parte siempre en aumento de la vejiga dentro del abdomen, el cuello permanece fijo en la pelvis merced a su continuidad con la uretra (fig. 5-36[11]).

Aunque cuando la vejiga empieza a llenarse la presión interna no aumenta inmediatamente, una vez que se alcanza un determinado volumen, muy considerable, la presión aumenta de pronto; esto crea la necesidad de orinar, impulso que en muchas especies se cumple sin vacilaciones. En los animales domesticados en las casas el impulso puede desaparecer transitoriamente si se lo resiste, aunque puede ocurrir malestar seguido por dolor si la vejiga se llena demasiado. En el perro bien amaestrado la distensión puede ser muy grande, de modo que el vértice de la vejiga se desplaza hasta craneal del ombligo y las paredes estiradas pueden afinarse como un papel, con peligro de que se rompa. Aunque el contorno de la vejiga muy distendida es liso, el del órgano poco distendido es irregular porque la baja presión interna permite que sea indentada por los órganos vecinos más firmes (fig. 5-34).

En las especies más grandes la vejiga contraída es en gran medida retroperitoneal, pero la mayor parte de su superficie se torna intraperitoneal cuando el órgano experimenta una expansión aunque sólo sea moderada. Tres ligamentos continúan esta cobertura serosa sobre las paredes abdominales y pelvianas (fig. 5-37). El par de *ligamentos vesicales laterales* llevan los ligamentos redondos de la vejiga, estos vestigios de las arterias umbilicales conservan una luz estrecha por la cual llega un poco

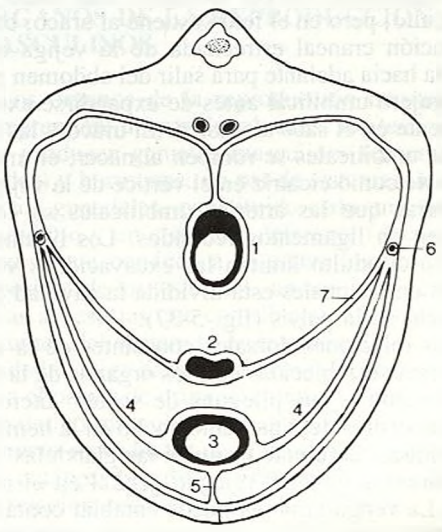


Fig. 5-37. Disposición peritoneal de la parte caudal del abdomen.

1, colon; 2, útero; 3, vejiga; 4, ligamentos vesicales laterales; 5, ligamento vesical mediano; 6, uréter; 7, ligamento ancho del útero (mesometrio).

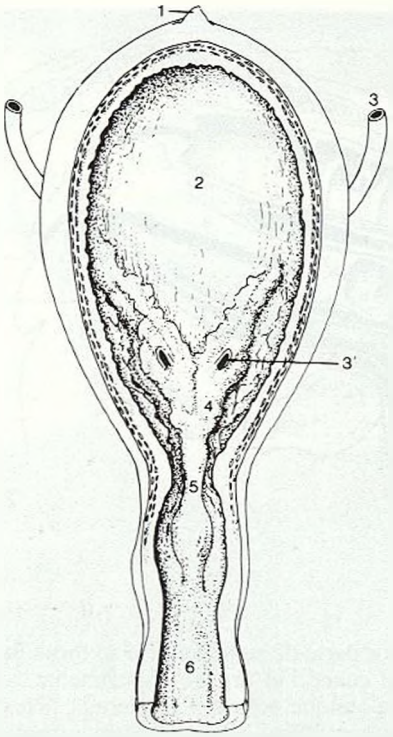


Fig. 5-38. Interior de la vejiga urinaria.

1, cicatriz del uraco; 2, vejiga; 3, uréter; 3', orificio ureteral; 4, trígono de la vejiga; 5, cresta uretral; 6, uretra.

de sangre a la parte craneal de la vejiga. El tercer ligamento, *vesical mediano*, está vacío en el adulto, pero en el feto sostiene al uraco, continuación craneal estrechada de la vejiga que corría hacia adelante para salir del abdomen por el agujero umbilical antes de expandirse externamente en el saco alantoico. El uraco y las arterias umbilicales se rompen al nacer; el uraco persiste como cicatriz en el vértice de la vejiga, mientras que las arterias umbilicales se convierten en ligamentos redondos. Los ligamentos en el adulto limitan las excavaciones ventrales en las cuales está dividida la cavidad peritoneal de la pelvis (fig. 5-37).

Las relaciones dorsales constantes de la vejiga están establecidas con los órganos de la reproducción y sus pliegues de sostén: útero y vagina dentro del ligamento ancho en la hembra y conducto deferente (y quizá las glándulas vesiculares) dentro del pliegue genital en el macho. La vejiga también puede entablar contacto indirecto con el recto por medio de estos pliegues. Su superficie ventral toca el piso de la pelvis y abdomen. Otras relaciones de la parte intraabdominal de la vejiga son menos previsibles y pueden ser numerosas cuando el órgano se halla muy distendido.

La inserción laxa de la mucosa vesical y su capacidad para estirarse permiten que ocurra un cambio considerable en el aspecto del interior del órgano en los estados fisiológicos alterados. La superficie, muy plegada cuando la luz es pequeña, suele alisarse cuando la vejiga se llena, pero dos pliegues en particular no se borran. Estos pliegues corren desde los orificios hendidos de los uréteres, convergen en la salida de la vejiga y se fusionan para formar una *cresta uretral* mediana que se continúa dentro de la uretra pelviana (fig. 5-38[5]). El triángulo limitado por las aberturas ureterales y uretral se llama trígono, el cual tendría un origen distinto que el resto de la pared vesical (p. 183) y se cree que posee una sensibilidad aumentada (fig. 5-38[4]). El epitelio vesical es de tipo transicional.

El *músculo vesical* está dispuesto en tres láminas que intercambian fascículos. El músculo sería con exclusividad detrusor –para exprimir y vaciar la vejiga– y no forma un esfínter interno, aunque a menudo se lo describe. Muchos creen que, en lugar de esto, los fascículos musculares forman una serie de arcadas cuyas cúpulas están orientadas hacia el orificio, de manera que dilatan la salida, en lugar de ocluirla, cuando se contraen. Si es así, la continencia depende de la tensión ejercida pasivamente por los elementos elásticos del interior de la mucosa y de la acción del esfínter externo, el uretral, estriado. Esta interpretación concuerda con la demostración reciente de que en ciertas especies (perro, cabra) la porción proximal de la uretra forma parte del reservorio de orina y se expande a medida que la vejiga se llena. Por lo tanto, el límite funcional entre la vejiga y la uretra estaría representado por el límite craneal del esfínter uretral.

Las fibras nerviosas autónomas llegan a la vejiga por el nervio hipogástrico simpático y los nervios pelvianos parasimpáticos; estos últimos inervan el músculo detrusor. Las fibras sensoriales corren por el nervio pudendo. La irrigación sanguínea principal proviene de la arteria vaginal o prostática, pero, como mencionamos, es complementada por las arterias umbilicales reducidas.

Uretra femenina

La uretra femenina corre en dirección caudal sobre el piso de la pelvis debajo del tracto reproductor. Pasa oblicuamente a través de la pared vaginal para desembocar ventralmente en la unión entre la vagina y el vestíbulo (fig. 5-39). Su largo y su ancho varían mucho según las especies, pero es considerablemente corta y ancha en las yeguas. En algunos animales, como la vaca y la cerda, desemboca

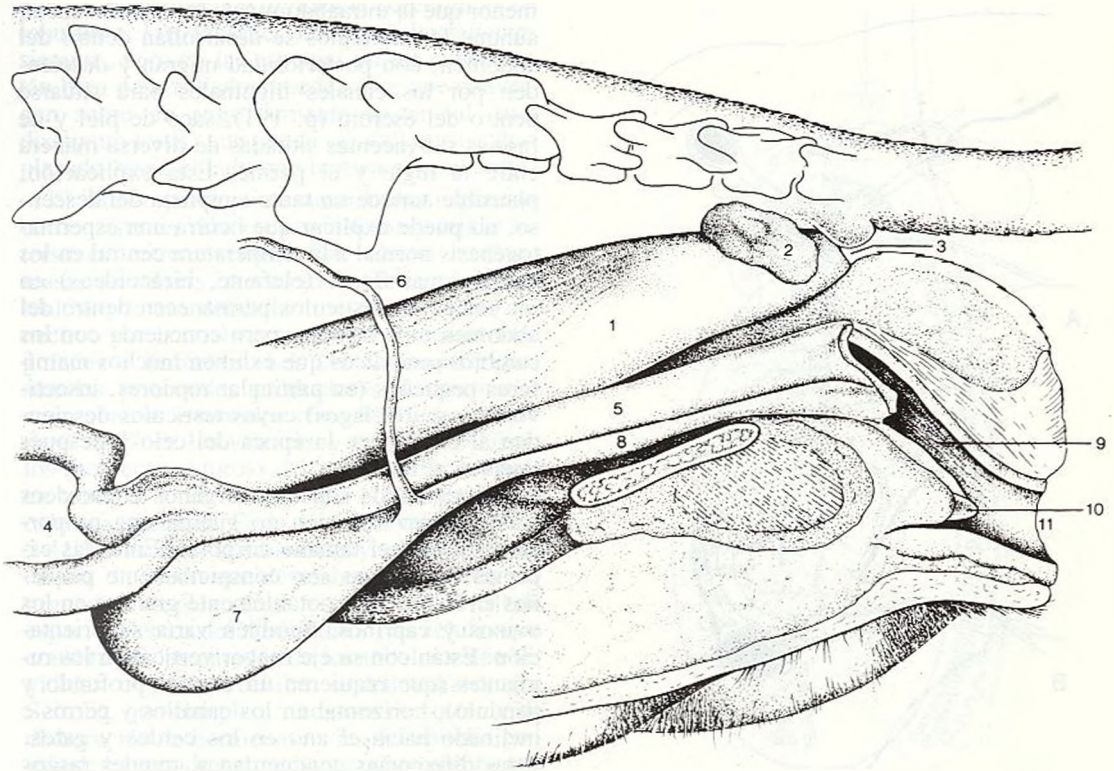


Fig. 5-39. Órganos pelvianos de la perra. Se han eliminado la pared lateral de la pelvis y la pared lateral del vestíbulo.

1, recto; 2, saco paraanal; 3, ano; 4, útero; 5, vagina; 6, uréter; 7, vejiga; 8, uretra; 9, vestíbulo; 10 clítoris; 11, vulva.

junto con un divertículo suburetral (fig. 5-36[12']), mientras que en otros, como la perra, lo hace sobre una elevación. Ambas disposiciones crean dificultades para cateterizar la vejiga.

Cuando existe un *divertículo*, está encerrado dentro del uretral que rodea la uretra en la mayor parte de su longitud. Los fascículos craneales de este músculo circundan la uretra, en tanto que los caudales la sostienen dentro de unas asas en U que nacen y terminan sobre la pared vaginal. La contracción de esta parte del músculo cierra la uretra presionando ambos órganos entre sí y también estrecha la vagina. El uretral recibe una inervación somática por medio del nervio pudendo, pero también se describió una participación simpática y parasimpática.

La submucosa de la uretra contiene numerosas venas que constituyen una forma de tejido eréctil que podría contribuir a la continencia favoreciendo así la aposición de la mucosa. Con excepción de los rasgos citados anteriormente, la estructura de la uretra es una continuación de la vejiga.

ÓRGANOS DE LA REPRODUCCIÓN MASCULINOS

Los órganos de la reproducción masculinos comprenden: un par de gónadas, los testículos, que producen gametos masculinos (espermatozoides) y hormonas; un par de sistemas de conductos gonadales, constituido cada uno por un epidídimo y un conducto deferente (ductus deferens) que conduce a la uretra los productos exocrinos de los testículos, un conjunto de glándulas accesorias que contribuyen a aumentar el volumen del semen; la uretra masculina, que va desde la vejiga hasta el extremo del pene y sirve para el pasaje de orina y semen; el pene, órgano copulativo masculino que deposita el semen en el tracto reproductor de la hembra; y adaptaciones cutáneas, escroto y prepucio, desarrolladas en relación con los testículos y el pene.

Los testículos y sus anexos

Testículos

El testículo combina componentes endocrinos y exocrinos dentro de una cápsula común.

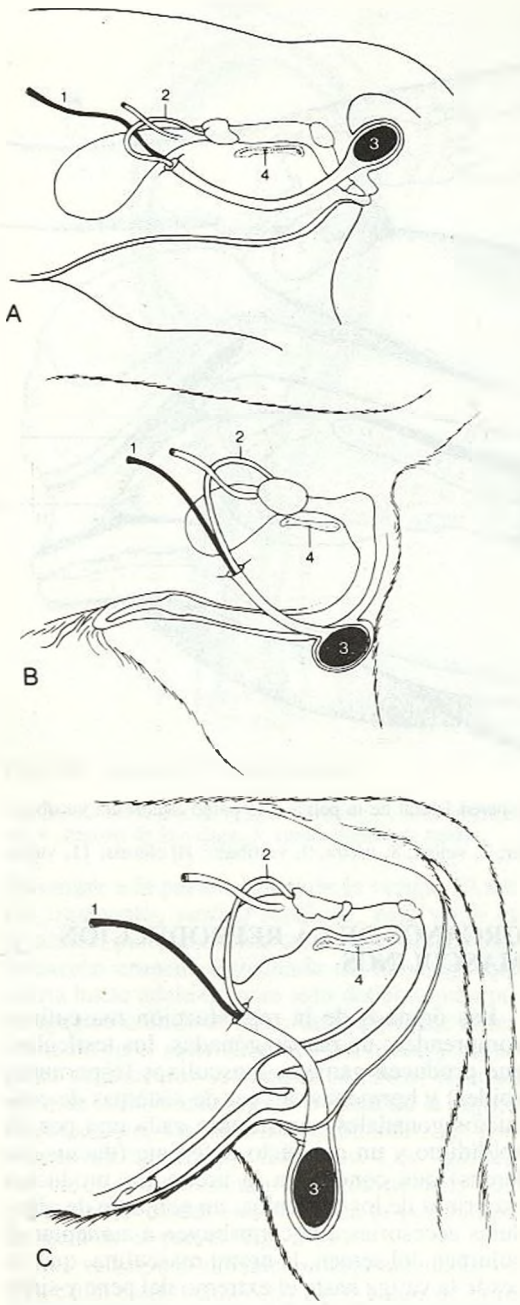


Fig. 5-40. Posiciones perineal, intermedia e inguinal del escroto representadas por el gato (*A*), perro (*B*) y toro (*C*).

1, arteria testicular; 2, conducto deferente; 3, testículo; 4, sínfisis pelviana.

El componente endocrino funciona con normalidad a la temperatura central del cuerpo, pero la producción eficaz de los gametos masculinos requiere una temperatura unos pocos grados menor que la intraabdominal. En consecuencia, aunque los testículos se desarrollan dentro del abdomen, con posterioridad migran y descienden por los canales inguinales para situarse dentro del escroto (p. 191), saco de piel y de fascias subyacentes situadas de diversa manera entre la ingle y el periné. Esta explicación, plausible aunque un tanto simplista del descenso, no puede explicar que ocurra una espermatogénesis normal a la temperatura central en los escasos mamíferos (elefante, hiracoideos) en los cuales los testículos permanecen dentro del abdomen toda la vida, pero concuerda con los cambios periódicos que exhiben muchos mamíferos pequeños (en particular roedores, insectívoros y murciélagos) cuyos testículos descienden al escroto en la época del celo y después vuelven al abdomen.

Los testículos son unos órganos elipsoideos sólidos cuyo volumen no guarda una proporción fija con el tamaño corporal. Entre las especies domésticas son conspicuamente pequeños en los gatos o notablemente grandes en los ovinos y caprinos. También varía su orientación. Están con su eje mayor vertical en los rumiantes (que requieren un escroto profundo y péndulo), horizontal en los caballos y perros e inclinado hacia el ano en los cerdos y gatos. Estas diferencias concuerdan a grandes rasgos con la posición del escroto, que está debajo de la parte caudal del abdomen en los rumiantes, es perineal en el cerdo y el gato y adopta una posición intermedia en los caballos y perros (fig. 5-40). Cada testículo está suspendido por separado en el escroto por un cordón espermático, haz de estructuras que comprenden el conducto deferente y los vasos y nervios nutricios encerrados dentro de una doble cubierta de peritoneo.

La superficie externa del testículo es alisada por el revestimiento peritoneal directo, salvo en los polos y a lo largo de un borde donde el testículo está unido con el epidídimo, estructura formada por la porción inicial arrollada del sistema canalicular externo. El peritoneo cubre una cápsula gruesa (*túnica albugínea*) constituida principalmente por tejido conectivo denso pero que a veces contiene músculo liso. Dentro de la cápsula corren las ramas más grandes de la arteria testicular y su vena, donde se ven en una trama característica para cada especie. El parénquima está contenido a moderada presión, lo cual explica que emerja a través de cualquier incisión de la cápsula. Es probable que el testículo pueda acomodar una ligera tumefacción de su parénquima adoptando una forma más globulosa, pero toda expansión importante eleva la presión intratesticular y suscita un dolor que puede ser intenso cuando el testículo está inflamado (orquitis).* La cápsula emite tabi-

ques y trabéculas que dividen el parénquima en lobulillos. Los tabiques no son sobresalientes siempre, pero en las especies en las cuales están bien desarrollados puede verse que convergen sobre un engrosamiento sustancial (mediastinum testis) que puede ser axil o estar desplazado hacia el lado que bordea el epidídimo.

El blando parénquima amarillento o pardusco consiste en túbulos seminíferos y tejido intersticial entremezclado. Este último contiene masas de células intersticiales (de Leydig) sostenidas por una delicada armazón de tejido conectivo por la cual corren pequeños vasos sanguíneos y linfáticos. Las células intersticiales son las principales productoras de hormonas androgénicas esteroides (fig. 5-14). La mayor parte (60% en los verracos y caballos, 90% en los moruecos y toros) del parénquima consiste en túbulos donde tiene lugar el proceso de la espermatogénesis. Cada *túbulo seminífero* (fig. 5-41[3]) es muy contorneado y también forma un asa de modo que desemboca en ambos extremos en un plexo (rete testis, fig. 5-41[5]) de espacios dentro del mediastino. Las células que constituyen las paredes de los túbulos están divididas entre las células sustentaculares (de Sertoli), que cumplen funciones de sostén y de elaboración de hormonas, y las del epitelio germinal. La rete drena mediante más o menos una docena de *conductillos eferentes* (fig. 5-41[6]) que horadan la cápsula para entrar en la cabeza del epidídimo.

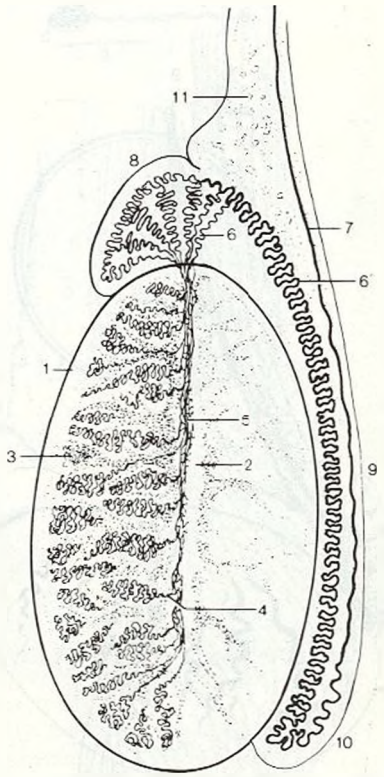


Fig. 5-41. Corte longitudinal de un testículo y epidídimo (esquemático).

1, túnica albugínea; 2, mediastino; 3, túbulos seminíferos; 4, túbulos rectos; 5, rete testis; 6, conductillos aferentes; 6', conducto epididimario; 7, conducto deferente; 8, cabeza del epidídimo; 9, cuerpo de epidídimo; 10, cola del epidídimo; 11, plexo pampiniforme. (Nickel y col., 1979.)

Epidídimo

El epidídimo es un órgano firme formado en gran medida por las numerosas circunvoluciones de un único conducto epididimario dentro de una matriz de tejido conectivo. Se inserta a lo largo de uno de los bordes más largos –dorsal en el perro, caudomedial en el toro– del testículo y por lo general se extiende a cierta distancia sobre ambos polos. Se lo divide convencionalmente en tres partes –cabeza, cuerpo y cola– pero estas divisiones un tanto arbitrarias no concuerdan siempre con distinciones funcionales.

La cabeza (fig. 5-41[8]), se inserta con firmeza en la cápsula testicular. Recibe los conductillos eferentes que inmediatamente o luego de cierto arrollamiento se unen para formar el *conducto epididimario*, más ancho (fig. 5-41[6']). Puede ser que el cuerpo no esté tan estrechamente insertado en la superficie del testículo y en ese caso se crea un espacio intermedio (bolsa testicular) (fig. 5-42[2',3]). La cola se inserta firmemente en el testículo por medio de un ligamento (ligamento propio del testículo) y también en la capa parietal del saco peritoneal envolvente mediante el ligamento de la cola del epidídimo (fig. 5-42[7,8]). Por último la cola se afina y el conducto emerge para continuar como conducto deferente (fig. 5-42[4]). El epidídimo es esponjoso al corte porque es inevitable que el conducto arrollado sea cortado muchas veces.

Conducto deferente

El conducto deferente es ondulado en el sitio donde emerge pero luego se endereza gradualmente al seguirlo hacia el abdomen. Primero corre por dentro del epidídimo mientras se encamina hacia los vasos testiculares que forman los componentes más voluminosos del cordón espermático. Los constituyentes del cordón se mantienen unidos en su recorrido dentro del ca-

* Muchos términos derivados se basan en el nombre alternativo *orchis*, proveniente del griego.

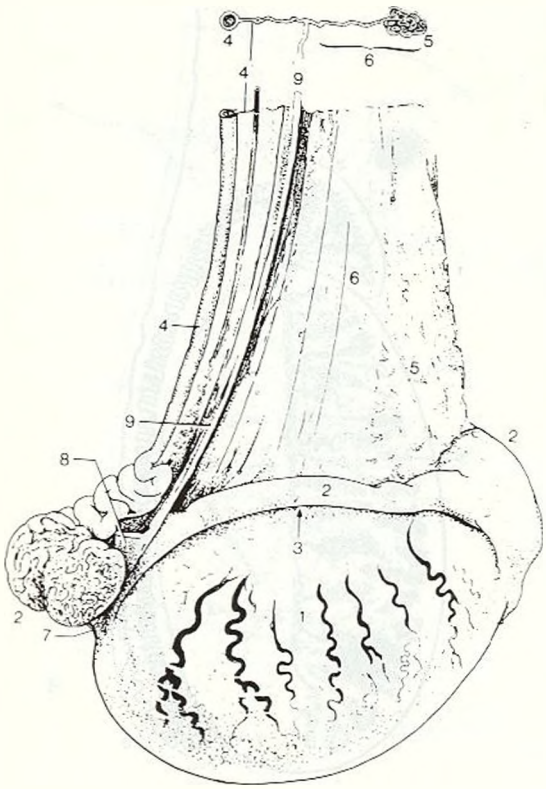


Fig. 5-42. Vista lateral del testículo derecho de un caballo.

1, testículo; 2, cabeza del epidídimo; 2', cuerpo del epidídimo; 2'', cola del epidídimo; 3, bolsa testicular; 4, conducto deferente; 4', mesoducto deferente; 5, plexo pampiniforme (detalle); 6, mesorquio; 7, ligamento propio del testículo; 8, ligamento de la cola del epidídimo; 9, borde de corte del pliegue que conecta a las hojas visceral y parietal de la túnica vaginal.

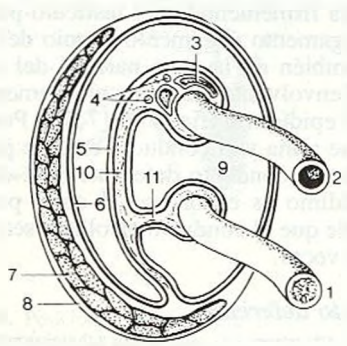


Fig. 5-43. Corte transversal del cordón espermático y de sus cubiertas inmediatas.

1, conducto deferente; 2, arteria testicular (arrollada); 3, plexo pampiniforme; 4, nervios y vasos linfáticos testiculares; 5, capa visceral de la túnica vaginal; 6, capa parietal de la túnica vaginal; 7, músculo cremáster; 8, fascia espermática externa; 9, cavidad vaginal; 10, mesorquio; 11, mesoducto.

nal inguinal, pero se dispersan en el anillo vaginal. Desde aquí el conducto vira en dirección caudomedial para pasar debajo del uréter antes de alcanzar la superficie dorsal de la vejiga (fig. 5-40); penetra en la próstata y, por último, desemboca en la uretra un poco más allá del origen de ésta en la vejiga. La porción abdominal sigue siendo sostenida por un pliegue peritoneal (mesoductus) que se une con su homólogo contralateral para producir un pliegue genital horizontal encima de la vejiga. La mayor parte del conducto tiene aspecto y estructura uniformes; su luz es un tanto estrecha en relación con la gruesa pared muscular. En la mayoría de las especies el tramo subterminal aplicado sobre la vejiga exhibe un agrandamiento fusiforme, la *ampolla del conducto deferente* o glándula ampollar (fig. 5-48[4]). Aunque este término sugiere un ensanchamiento de la luz, el engrosamiento se debe en particular a proliferación glandular en una mucosa plegada localmente.

En la mayoría de los mamíferos domésticos se encuentra una segunda glándula accesoria que crece del conducto cerca de su terminación. Esta glándula, la glándula vesicular, se describe más adelante en otro apartado, pero mientras tanto mencionaremos que el corto pasaje compartido se conoce como *conducto eyaculador*.

Túnica vaginal y cordón espermático

El proceso peritoneal (túnica vaginal) que envuelve al testículo es una evaginación del revestimiento del abdomen a través del canal inguinal. La parte proximal estrecha que rodea el cordón espermático se ensancha en su parte distal para formar dentro del escroto una expansión en frasco que encierra el testículo y el epidídimo. Las capas parietal y visceral de la túnica están conectadas por un pliegue que se extiende desde el anillo vaginal hasta la cola del epidídimo (fig. 5-42[9]).* Normalmente la cavidad comprendida entre las capas parietal y visceral (fig. 5-43[9]) contiene una minúscula cantidad de líquido seroso. Se comunica con la cavidad peritoneal del abdomen por medio del anillo vaginal, estrecha abertura en hendidura que está dentro de la abertura interna del canal inguinal. A veces un asa de intestino delgado

* El mesorquio es la túnica visceral comprendida entre el pliegue (fig. 5-42[9]) y el borde epididimario del testículo, pero también incluye el largo pliegue peritoneal (fig. 5-42[6]) que conduce a los vasos y nervios testiculares desde su origen en el techo del abdomen hasta el testículo; por lo tanto, constituye una porción considerable del cordón espermático. El estrecho pliegue que inserta el conducto deferente en las paredes pelviana y abdominal y (en un sitio más distal) en el mesorquio, es el mesoducto deferente (fig. 4-52[4']).

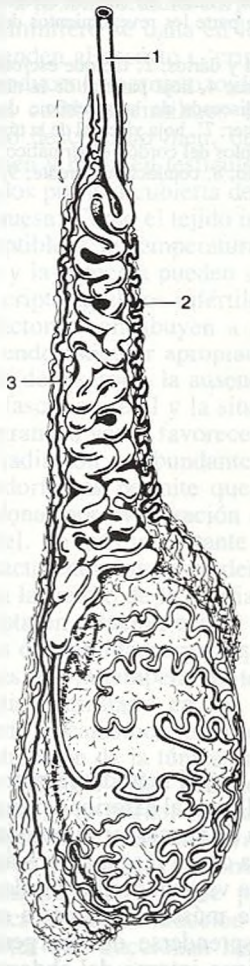


Fig. 5-44. Irrigación arterial del testículo y epidídimo de un toro. Obsérvese el curso de las ramas arteriales sobre la superficie del testículo.

1, arteria testicular (se torna muy tortuosa al aproximarse al testículo); 2, rama epididimaria craneal; 3, rama epididimaria caudal.

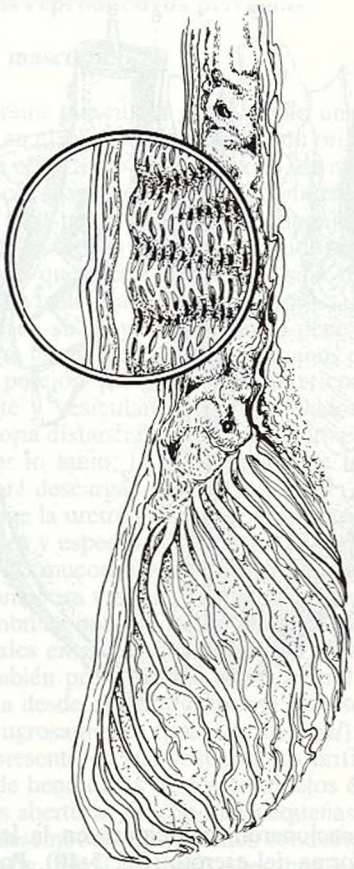


Fig. 5-45. Venas testiculares en la superficie del testículo y plexo pampiniforme (magnificado en el detalle).

u otro contenido abdominal se hernia dentro del proceso peritoneal a través del anillo vaginal; esta complicación se ve a menudo en la castración. Vale la pena mencionar que en el hombre el cuello del proceso peritoneal se oblitera habitualmente poco después de nacer, aislando la cavidad que rodea al testículo.

La longitud y la forma del cordón espermático varían según la posición y orientación del testículo. Es más corto y más compacto en las especies en que el testículo pende verticalmente en la región inguinal. La mayor parte del cordón consiste en la *arteria* y las *venas testiculares*, que se hallan muy modificadas. La arteria nace en la aorta abdominal y sigue primero una trayectoria bastante directa hacia el anillo vaginal, donde se reúnen los constituyentes del cordón espermático. La porción más distal es extraordinariamente contorneada –en una descripción se mencionan nada menos que 7 metros de arteria empaquetados en un tramo de cordón de 10 cm– (fig. 5-44). Es probable que estas cifras en particular exageren la disposición usual, pero sirven para destacar su extravagancia. Las venas testiculares constituyen un *plexo pampinifirme* denso y muy intrincado en el cual están incluidas las contorsiones de la arteria (fig. 5-45); por último el plexo se reduce a una sola vena que corre hasta la vena cava caudal. Entre la arteria testicular contorneada y sus ramas epididimarias y las venas del plexo pampiniforme existen anastomosis arterio-venosas. Un abundante drenaje linfático va a los nódulos linfáticos dispuestos en torno de la bifurcación de la aorta. En algunas especies hay un pequeño nódulo linfático cerca del canal inguinal. La linfa transporta una fracción sustancial de la producción hormonal de los testículos. Los nervios testiculares, poco visibles, son de origen simpático.

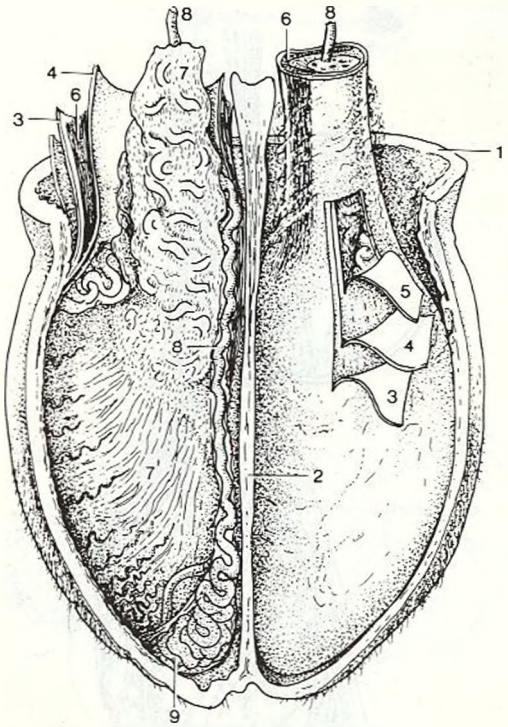


Fig. 5-46. Vista craneal del escroto abierto de un toro; se han disecado en parte los revestimientos del testículo.

1, piel escrotal y dartos; 2, tabique escrotal; 3, fascia espermática externa; 4, hoja parietal de la túnica vaginal; 5, hoja visceral (disecada de la superficie del testículo); 6, músculo cremáster; 7', hoja visceral de la túnica vaginal que cubre los elementos del cordón espermático; 7/, hoja visceral en el testículo; 8, conducto deferente; 9, cola del epidídimo.

Escroto

Se mencionaron variaciones en la localización y forma del escroto (fig. 5-40). Por fuera un surco mediano señala la división en los compartimientos derecho e izquierdo; muchas veces esto revela una llamativa asimetría de los testículos. La parte inferior del escroto está moldeada sobre los testículos y se ajusta a medida que su posición varía de acuerdo con la temperatura ambiental.

La piel escrotal es relativamente fina pero bien provista de glándulas sudoríparas y sebáceas. En ocasiones es un tanto lampiña pero este rasgo no es constante; en efecto, el escroto se halla oculto por pelo en el gato y densamente cubierto de lana en los ovinos de ciertas razas. Cuando es lampiño, a menudo está pigmentado. La piel escrotal está adherida a una fuerte capa fibromuscular (túnica dartos) que también se extiende como tabique entre los compartimientos que alojan a los testículos por separado. Por dentro del dartos hay una fascia (espermática) que puede resolverse en varias capas que concordarían con las capas de la pared abdominal. La capa predominante es la *fascia espermática externa*, a la que se puede separar nítidamente del dartos (fig. 5-46[3]). El estrato intermedio laxo permite que la túnica vaginal se mueva independientemente dentro del saco escrotal; además de su importancia funcional (véase más adelante), esto facilita la castración por el método cerrado (en que los testículos se llevan al exterior dentro de la túnica vaginal antes de seccionar el cordón en un sitio proximal). La densa fascia espermática que sostiene la túnica vaginal también rodea al *cremáster*, rienda de músculo que entra en el cordón luego de desprenderse del margen caudal del músculo oblicuo interno del abdomen.

Función testicular

En la mayoría de los mamíferos silvestres la época de celo es estacional y esto se refleja por cambios en la morfología y actividad de los órganos reproductores en ambos sexos. Queda poco de esta particularidad estacional en los animales domésticos machos, cuyo epitelio seminífero se halla en actividad todo el año, a lo sumo con alguna ligera variante en la producción de espermatozoides. Aunque no hemos de describir el proceso de la espermatogénesis, el lector debe saber que las divisiones celulares seriadas y los procesos de maduración que constituyen el ciclo no son sincrónicos en todas las partes del epitelio seminífero, sino que los segmentos adyacentes exhiben etapas sucesivas, de modo que un corte longitudinal "afortunado" de un túbulo revela que las distintas etapas del proceso se propagan como una onda en toda su longitud.

La espermatogénesis es influida por la temperatura y, como dijimos, no puede cumplirse

normalmente a la temperatura corporal central. El epitelio seminífero se daña en los testículos que no descienden al escroto (''criptorquidia'') y éstos no producen espermatozoides. También se evidencian cambios similares en testículos que, habiendo descendido bien, después vuelven al abdomen y hasta en testículos escrotales sobrecalentados por una cubierta de pelo o lana demasiado gruesa. Como el tejido intersticial es menos susceptible a la temperatura se deduce que la libido y la potencia pueden ser normales en animales criptorquídicos infértiles.

Muchos factores contribuyen a mantener la temperatura endotesticular apropiada. La posición expuesta del escroto, la ausencia de grasa dentro de la fascia escrotal y la situación intracapsular de grandes vasos favorecen la pérdida de calor por radiación; la abundante cantidad de glándulas sudoríparas permite que ocurra una pérdida adicional por evaporación en la superficie de la piel. Lo más importante sería que el extenso contacto entre los vasos dentro del cordón preenfría la sangre de la arteria en el curso sinuoso de ésta en relación con el plexo venoso. Como las oportunidades para que se pierda calor son tales que la temperatura testicular podría disminuir demasiado en los climas más fríos, existen mecanismos para contrarrestar esto. La contracción de la túnica dartos, que es directamente sensible a los cambios térmicos, tensa el escroto y lo retrae, reduciendo así su superficie expuesta y también llevando los testículos hacia el tronco más caliente. Los testículos también pueden elevarse por separado dentro del escroto por contracción de los músculos cremáster que traccionan las túnicas vaginales; como son estriados, estos músculos reaccionan rápidamente para traccionar los testículos y alejarlos de los estímulos nocivos.

Las hormonas producidas por el tejido intersticial del testículo tienen efectos androgénicos y anabólicos; promueven el desarrollo de los órganos de la reproducción, la libido y el temperamento masculino agresivo, pero también influyen sobre la composición y las proporciones corporales y la celeridad del crecimiento. Desde hace mucho se castra a los machos excedentes para tornarlos más manejables o para promover determinadas cualidades de la res. La cría moderna, los efectos de las cruzas selectivas y los cambios en las exigencias de los consumidores permiten faenar los animales a edades más tempranas que antes y se está empezando a poner en tela de juicio la necesidad y el beneficio económico de la castración. En la página 710 se considera con cierto detalle la influencia directa de la castración sobre los órganos reproductivos de los bovinos, que es la especie sobre la cual hay más conocimiento.

Órganos reproductivos pelvianos

Uretra masculina

La uretra masculina corre desde un orificio interno en el cuello vesical hasta un orificio externo en el extremo libre del pene, de modo que se la puede dividir en una porción interna o pelviana y una porción externa o esponjosa, aludiendo este último adjetivo al tejido muy vascularizado que rodea la uretra al salir de la cavidad pelviana. La porción esponjosa se halla incluida en su mayor parte en el pene y se la considera componente de este órgano, en tanto que la porción pelviana recibe los conductos deferente y vesicular (o los eyaculadores juntos) a corta distancia de su nacimiento en la vejiga; por lo tanto; la mayor parte de la uretra sirve para descargar orina y semen.

Aunque la uretra pelviana exhibe variaciones regionales y específicas, en esencia consiste en un tubo de mucosa revestido sucesivamente por una submucosa vascular y una túnica muscular. La membrana mucosa forma unos pliegues longitudinales en el estado inactivo. La parte inicial también presenta una cresta dorsal que se continúa desde el orificio uretral para terminar en un engrosamiento (*colículo seminal*). El colículo presenta en sus costados los orificios en forma de hendiduras de los conductos deferentes y las aberturas mucho más pequeñas por las cuales desembocan los muchos conductos prostáticos (fig. 5-47[7]). Unas aberturas similares, pero más distales, señalan la desembocadura de los conductos de otras glándulas accesorias (fig. 5-47[8]). La submucosa contiene un sistema poco evidente de espacios sanguíneos comunicantes que se continúa con el revestimiento esponjoso mucho más amplio de la segunda porción de la uretra. El componente principal de la túnica muscular es el *uretral*, músculo estriado que rodea la uretra.

La uretra está incluida en grasa y otros tejidos conectivos en el sitio donde asienta sobre el piso de la pelvis. La superficie dorsal está en relación con el recto y, con diferencias según las especies, con diversas glándulas accesorias de la reproducción; por lo general sólo una estrecha banda mediana que mira directamente al saco rectogenital está cubierta por peritoneo. La uretra se palpa con facilidad por *vía rectal*, procedimiento que puede estimular la actividad rítmica de su músculo.

Glándulas accesorias de la reproducción

El juego completo comprende las glándulas ampollares, vesiculares, próstata y bulbouretrales, aunque no todas ellas existen en todas las especies (fig. 5-48). Las *glándulas ampo-*

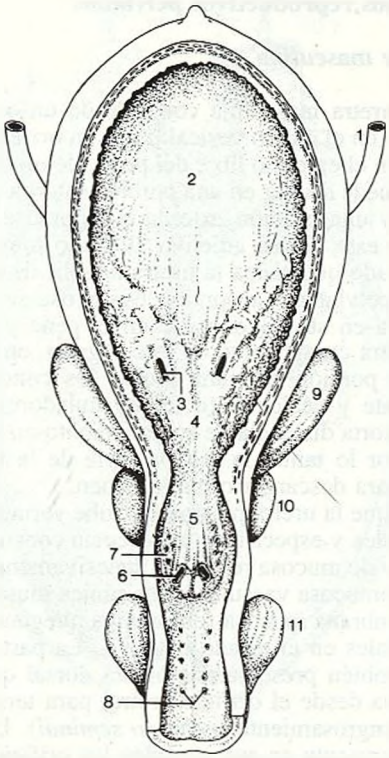


Fig. 5-47. Vista ventral de la vejiga y uretra abiertas de un caballo semental.

1, uréter; 2, vejiga; 3, orificio ureteral; 4, trígono de la vejiga; 5, cresta uretral y colículo seminal; 6, abertura del conducto eyaculador; 7, aberturas múltiples de los conductos prostáticos; 8, aberturas múltiples de los conductos bulbouretrales; 9, glándula vesicular; 10, próstata; 11, glándula bulbouretral.

llares han sido ya suficientemente descritas (p. 204).

En todas las especies domésticas con excepción del perro y gato, existe un par de *glándulas vesiculares* (fig. 5-48[5]). Cada una brota de la parte distal del conducto deferente embrionario y esta relación suele persistir; en el cerdo la absorción ulterior del conducto eyaculador en la uretra hace que la glándula vesicular desemboque por separado. El aspecto de estas glándulas es muy variable; en el caballo son grandes, lisas por fuera y vesiculosas, semejando los órganos humanos que antes se conocían como "vesículas" seminales. Este término es incorrecto porque en la mayoría de las especies las glándulas son nudosas y de paredes gruesas, con una luz bastante estrecha y ramificada. Las glándulas vesiculares están completamente o parcialmente dentro del pliegue genital, cada una por lateral del respectivo conducto deferente.

En todas las especies domésticas existe la *próstata* (fig. 5-48[6]). En algunas consta de dos partes, una está difusamente extendida dentro de la pared de la uretra pelviana, y la otra es un cuerpo compacto situado por fuera del uretral. Ambas partes drenan mediante muchos conductos pequeños. Los rumiantes pequeños sólo tienen la parte difusa o diseminada y el caballo únicamente la parte compacta. La parte diseminada es vestigial en el perro y gato pero la compacta es muy grande y globular y está tan bien desarrollada que rodea la uretra por entero (perro) o casi completamente (gato).

El par de *glándulas bulbouretrales* (fig. 5-48[7]) está aplicado sobre la cara dorsal de la

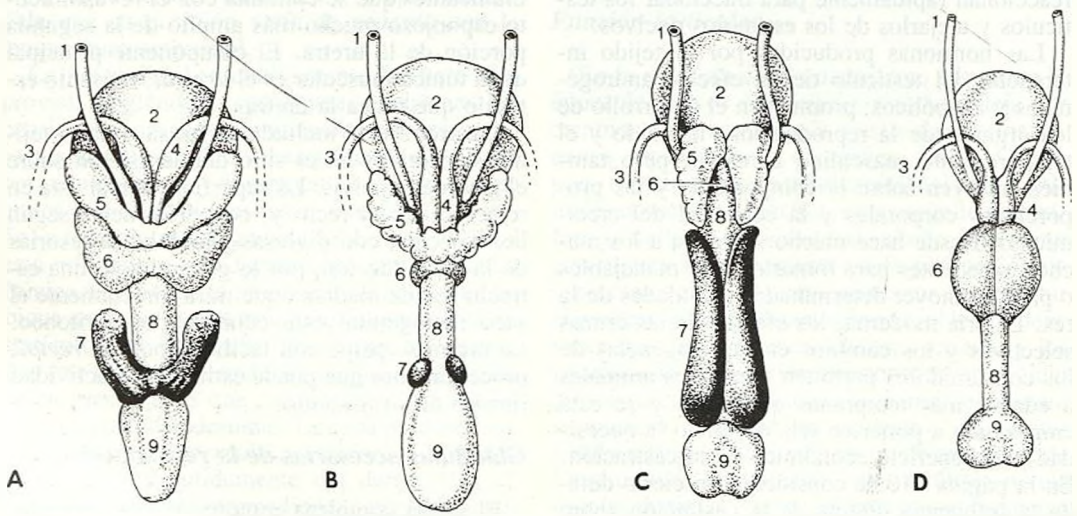


Fig. 5-48. Glándulas genitales accesorias de un caballo (*A*), toro (*B*), verraco (*C*) y perro (*D*).

1, uréter; 2, vejiga; 3, conducto deferente; 4, glándula ampollar; 5, glándula vesicular; 6, cuerpo de la próstata; 7, glándula bulbouretral; 8, uretra; 9, bulbo del pene.

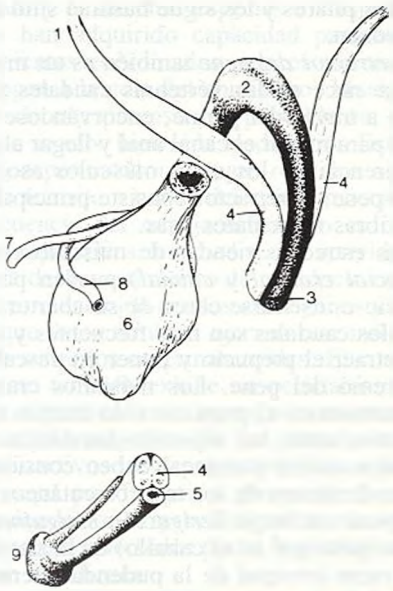


Fig. 5-49. Dibujo esquemático de los componentes de la raíz y vértice del pene.

1, pilar del pene; 2, bulbo; 3, cuerpo esponjoso; 4, cuerpo cavernoso; 5, uretra; 6, vejiga; 7, uréter; 8, conducto deferente; 9, glande.

uretra, cerca de la salida de la pelvis. Están en todas las especies con excepción del perro, aunque son vestigiales en el gato. Tienen un tamaño moderado en los caballos y rumiantes pero muy sustancial en el cerdo, en el cual aparecen como unos cilindros elongados bastante irregulares dispuestos a cada lado de la uretra. Pueden drenar por medio de uno o varios conductos.

Todas las glándulas más grandes poseen cápsulas bien desarrolladas y tabiques internos en los cuales existe considerable musculatura lisa que expulsa la secreción en el momento oportuno.

Pene y prepucio

El pene está suspendido debajo del tronco y se halla contenido en parte entre los muslos. En reposo su extremo libre se halla oculto dentro de una invaginación de la piel abdominal, el prepucio, que se abre en un sitio variable detrás del ombligo. El órgano consiste en tres columnas de tejido eréctil (fig. 5-49). Estas columnas son independientes en su parte caudal, donde constituyen la raíz del pene, pero las partes principales están combinadas en el cuerpo del órgano.

El par de columnas dorsales se conoce como *pilares del pene* (fig. 5-49[1]) en sus orígenes, ampliamente separados, en el arco isquiático; luego convergen, viran hacia adelante y corren debajo del piso de la pelvis antes de unirse. Cada pilar consiste en un centro de tejido cavernoso rodeado por una gruesa envoltura de tejido conectivo (túnica albugínea) y este complejo se conoce como *cuerpo cavernoso* (fig. 5-49[4]). Entre los dos cuerpos cavernosos existe un tabique en la parte proximal del cuerpo, pero en la mayoría de las especies se observa que se debilita y por último desaparece al seguirlo en dirección distal hacia la punta del pene. En los carnívoros el tabique es completo. La estructura conjunta tiene un surco ventral para acomodar al tercer componente, la uretra con su vascularizado manguito envolvente, el cuerpo esponjoso (fig. 5-49[3]). Los espacios sanguíneos del interior de los pilares y del cuerpo cavernoso se comunican libremente.

El cuerpo cavernoso no llega hasta la punta del pene, que está formada por una expansión del cuerpo esponjoso. El cuerpo esponjoso empieza en la salida de la pelvix con el agrandamiento brusco del escaso tejido esponjoso de la uretra pelviana. La expansión constituye el *bulbo del pene* (fig. 5-49[2]), estructura bilobulada que se afina para continuarse como un manguito más uniforme. El cuerpo esponjoso es más delicado que el cavernoso y tiene espacios sanguíneos más grandes separados por tabiques más finos. Su expansión sobre el extremo distal del cuerpo cavernoso, por lo general conocida como *glande* (fig. 5-49[9]), forma la punta de todo el órgano. Como el cuerpo esponjoso rodea la uretra, el orificio uretral emerge en la punta misma del pene; en efecto, en los rumiantes pequeños hay una prolongación libre de la uretra que la extiende bastante más allá.

Existen otras diferencias importantes en la estructura del pene según las especies. En el perro y el gato la parte distal del cuerpo cavernoso se ha convertido en hueso, el *hueso del pene* (os penis). El glande tiene formas muy distintas. Está muy poco desarrollado en el cerdo, es insustancial en los rumiantes pero grande y en forma de hongo en el caballo. Su especialización es máxima en el perro, en el que presenta una porción proximal bulbar y otra distal cilíndrica larga. El pene del gato es singular (entre las especies domésticas) porque apunta hacia atrás desde los isquiones; esta retención de la postura embrionaria afecta su manera de copular.

También existen diferencias importantes en la arquitectura del cuerpo cavernoso. En algunas especies contiene pequeños espacios sanguíneos rodeados y divididos por cantidades sustanciales de tejido fibroelástico fuerte. Para que este *tipo fibroelástico* de pene entre en erección se debe retener relativamente poca sangre adicional (fig. 5-50*A*); esto se observa

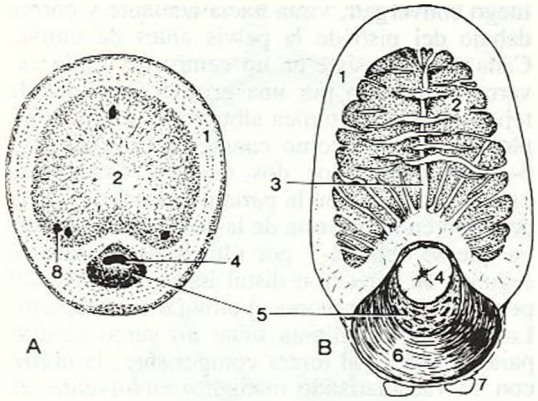


Fig. 5-50. Cortes transversales del pene fibroelástico del toro (*A*) y del pene musculocavernoso de un caballo (*B*).

1, túnica albugínea; 2, cuerpo cavernoso; 3, tabique; 4, uretra; 5, cuerno esponjoso; 6, bulboesponjoso; 7, retractor del pene; 8, grandes venas de gruesas paredes.

en el pene del verraco, toro y morueco, animales en los cuales el órgano en reposo exhibe una flexura sigmoidea en la parte de su cuerpo que está entre los muslos. En el otro tipo los espacios sanguíneos son relativamente más grandes y la envoltura y los tabiques interiores son más delicados y más musculosos (fig. 5-50*B*); para obtener la erección se requiere una cantidad mucho mayor de sangre porque ocurre un aumento considerable en la longitud y el diámetro. Este *tipo musculocavernoso* de pene existe en el caballo y, en forma atípica, en el perro.

El prepucio consta de una capa parietal que se continúa con el tegumento general a la entrada de la cavidad y una capa visceral que está aplicada directamente sobre la porción distal del pene. Ambas partes son lampiñas, pero a menudo tienen abundante cantidad de glándulas secretantes de esperma y de tejido linfoide. En el macho recién nacido el pene y prepucio están fusionados y luego se separan gradualmente en el período previo a la pubertad (p. 708). Las inserciones del prepucio del adulto son lo suficientemente laxas como para permitir que la capa parietal se refleje sobre el pene erecto cuando sobresale a través del orificio prepucial.

Ciertos músculos se asocian con el pene. El bulboesponjoso es la gruesa continuación extrapelviana del uretral. Empieza abruptamente y corre en dirección distal para terminar sobre la superficie del cuerpo esponjoso a una distancia variable más allá del punto donde éste se incorpora en el pene.

El potente par de *músculos isquiocavernosos* nace en el arco isquiático, rodea casi por completo los pilares y los sigue hasta el sitio donde se fusionan.

El *retractor del pene* también es un músculo par que nace en las vértebras caudales y desciende a través del periné, encorvándose hacia lateral para rodear el canal anal y llegar al pene. A diferencia de los otros músculos asociados con el pene, el retractor consiste principalmente en fibras musculares lisas.

Unas estrechas riendas de músculo estriado (*prepucial craneal* y *caudal*) pueden pasar al prepucio e insertarse cerca de su abertura. Los músculos caudales son más frecuentes y sirven para retraer el prepucio y poner en descubierto el extremo del pene. Los músculos craneales que protraen en el prepucio sólo existen en los rumiantes entre las especies domésticas. Los músculos caudal y craneal deben considerarse desprendimientos de los troncos cutáneos.

El pene recibe su *irrigación sanguínea* exclusiva (principal en el caballo) de la arteria del pene, rama terminal de la pudenda interna. La arteria del pene tiene un trayecto muy corto y a nivel del arco isquiático se divide rápidamente para formar una arteria del bulbo que entra en el bulbo del pene e irriga el cuerpo esponjoso, una arteria profunda que perfora la túnica albugínea para irrigar el cuerpo cavernoso y la arteria dorsal, que continúa en dirección craneal sobre el borde dorsal del pene e irriga su extremo libre. La arteria dorsal puede estar reforzada por medio de anastomosis con la arteria obturatriz (caballo), y por lo general por anastomosis con la arteria pudenda externa, para la irrigación del prepucio. Las venas son satélites en su mayor parte. Los detalles interespecíficos se consideran en los capítulos ulteriores cuando revisten significación.

Los nervios destinados al pene acompañan los vasos. Las fibras motoras vienen de los nervios pelvianos y son predominantemente parasimpáticas.

Transporte de espermatozoides en el tracto masculino y erección del pene

Los espermatozoides son inmóviles cuando pasan a la luz de los túbulos seminíferos, donde flotan en el líquido secretado por las células sustentaculares del revestimiento epitelial. Su pasaje a través de la rete testis hacia la cabeza del epidídimo se efectúa por la corriente generada por la combinación de la presión secretoria testicular y la resorción de líquido por el revestimiento de los conductillos eferentes. El desplazamiento ulterior a través del epidídimo dependería de varios factores, entre ellos el peristaltismo espontáneo del conducto epididimario muscular, que sería el más importante. Puede ser que la presión hidrostática continúe in-

fluyendo y en muchas especies los espermatozoides han adquirido capacidad para realizar movimientos coordinados para el momento en que llegan a la cola del epidídimo. Muchos aspectos de este proceso son poco claros, empero, y no se sabe bien si la maduración fisiológica del espermatozoide –que requiere algunos días de tránsito a través del epidídimo– sólo es consecuencia del envejecimiento o se debe a rasgos específicos del medio. La actividad secretoria del revestimiento del conducto epididimario es mantenida por los andrógenos y es posible que éstos también ejerzan una influencia directa sobre los espermatozoides. El conducto deferente también exhibe un peristaltismo que desplaza gradualmente los espermatozoides hacia la región ampollar. En los animales sexualmente inactivos los espermatozoides se pierden desde aquí por filtración dentro de la uretra, desde donde son arrastrados por la orina. Unos pocos serían resorbidos por el revestimiento del sistema canalicular.

Esta emisión regular pero lenta de espermatozoides contrasta con la vigorosa eyaculación que ocurre durante el coito. La erección del pene es un acontecimiento preliminar necesario para esto y se produce mediante ingurgitación de los espacios cavernosos y esponjosos. Esta ingurgitación endurece el pene y lo agranda, haciendo que su extremo libre sobresalga del prepucio para permitir así la intromisión, que es la introducción del pene en la vagina. Los detalles de este proceso, que difiere mucho de una especie a otra, dependen en gran medida de la estructura del pene. En las especies con pene "fibroelástico" se retiene poca sangre adicional para que los espacios cavernosos se distiendan al máximo; en consecuencia, el tamaño del pene no aumenta mayormente y su protrusión se debe en gran medida a la desaparición de la flexura sigmoidea preexistente. Además, como se requiere poca sangre adicional, se obtiene la erección completa con rapidez. Los espacios cavernosos son mucho más grandes y más dilatables en el pene "musculocavernoso" de los caballos y perros. En estas especies ocurre un aumento considerable de la longitud y espesor y el proceso insume más tiempo para completarse.

Se reconocen dos fases distintas de la erección. En las primeras etapas de excitación sexual el flujo sanguíneo peniano aumenta a medida que las paredes de las arterias nutricias se relajan, pero al mismo tiempo se obstruye el retorno venoso. La presión dentro de los espacios cavernosos aumenta rápidamente y al poco tiempo llega a ser igual que la presión en las arterias que llevan sangre al cuerpo cavernoso desde los pilares y al cuerpo esponjoso desde el bulbo.

El retorno venoso está restringido en el extremo proximal del órgano, donde las venas son comprimidas contra el arco isquiático; esto influye más sobre el drenaje de los pilares y cuerpo cavernoso que sobre el del cuerpo esponjoso, cuya salida más distal no se ha afectado todavía (fig. 15-13).

El proceso continúa y se intensifica después de la intromisión. Empiezan las contracciones rítmicas de los músculos isquiocavernoso y bulboesponjoso, que propulsan sangre hacia adelante por el cuerpo cavernoso y cuerpo esponjoso. Las presiones internas fluctúan concordando con esta actividad. La sangre adicional bombeada en dirección distal dentro del cuerpo cavernoso no puede escapar porque las venas emisarias están comprimidas, de modo que la presión aumenta más todavía. En cambio, las contracciones del bulbo esponjoso sólo ocasionan aumentos intermitentes de la presión porque un poco de sangre sigue escapando en el extremo libre del pene; el efecto de este flujo es un masaje de la uretra que propulsa todavía más el desplazamiento anterógrado del semen cuando tiene lugar la eyaculación.

En la mayoría de las especies las presiones caen rápidamente después de la eyaculación, llegando primero a la existente en las arterias y cayendo después a la presión de reposo (apenas 15 a 20 mm Hg). A medida que la sangre escapa el pene se achica, se torna más fláccido y vuelve al prepucio. Este retorno ocurre mediante la participación de los músculos retractores del pene.

El volumen y composición del eyaculado varía según las especies y también según la actividad sexual reciente. Sólo una pequeña porción del semen proviene de la fracción rica en espermatozoides que había salido de los testículos y epidídimos, porque la mayor parte es secretada por las glándulas accesorias de la reproducción. Como el volumen del semen depende del volumen de estas glándulas, cabe anticipar que el eyaculado será más grande en el verraco. Las diversas contribuciones al semen se hallan mezcladas de manera muy imperfecta cuando son expulsadas en la uretra, pero la información sobre la secuencia de la descarga y sobre las proporciones específicas y funciones de las distintas secreciones glandulares debe buscarse en otras obras. El semen es trasladado por la uretra mediante la actividad de músculos estriados (uretral, bulboesponjoso) y por ende, se eyacula en la vagina o cuello uterino (según la especie) con fuerza.

ÓRGANOS FEMENINOS DE LA REPRODUCCIÓN

Los órganos reproductivos femeninos comprenden un par de gónadas femeninas, los ova-

rios, que producen gametos femeninos (óvulos) y hormonas femeninas; un par de trompas uterinas que captan los óvulos al ser liberados por los ovarios y los llevan al útero; el útero, en el cual los óvulos fecundados se retienen y se nutren hasta que se completa el desarrollo prenatal; la vagina, que sirve de órgano copulativo y como canal del parto, y el vestíbulo, que continúa a la vagina para abrirse al exterior en la vulva, pero que también funciona como pasaje urinario (fig. 5-2).

La edad y los cambios funcionales son importantes en relación con estos órganos. Los cambios debidos a la edad comprenden el rápido crecimiento y maduración relacionados con la pubertad y también la regresión que tiene lugar a medida que la capacidad para procrear disminuye con el avance de la edad. Los cambios funcionales comprenden los que son relativamente transitorios y se repiten en cada ciclo reproductivo, así como otros, más duraderos, que se relacionan con el embarazo y la parición. A los efectos de evitar complicaciones innecesarias, hemos de describir primero los órganos del animal no preñado maduro y comentaremos después el crecimiento y los cambios funcionales, pero, aun así, convendrá introducir algunos términos generales aquí mismo.

Las hembras de los mamíferos suelen aceptar al macho únicamente hacia el momento de la ovulación, período que se caracteriza por diversos cambios estructurales y por una excitabilidad general, así como por rasgos específicos del comportamiento; en el lenguaje profano este período se conoce como "celo" y técnicamente como "estro". El estro se repite con frecuencia variable de acuerdo con un programa característico para cada especie, aunque está sujeto a modificaciones ambientales. En ciertos mamíferos silvestres la época del celo se limita a una determinada parte del año y la receptividad sexual, con los cambios estructurales y de la conducta concomitantes, sólo se produce una vez (especies monoéstricas) o quizá varias veces (especies poliéstricas estacionales) dentro de este período. En otras especies (poliéstricas verdaderas) el ciclo se repite todo el año; muchas veces la adopción del modo poliéstrico distingue a las especies domésticas y de laboratorio respecto de sus progenitores silvestres. El estado en que la receptividad femenina es continua y no se relaciona con la ovulación sólo ocurre en las mujeres y en los primates superiores; en la mayoría de estos últimos sería más común en los ejemplares de zoológico, aunque no con exclusividad.

El ciclo del estro se divide en varias fases. El estro es precedido por el proestro, período de desarrollo folicular, y seguido por un período de actividad lútea dividido entre metaestro y diestro. En las especies monoéstricas sobreviene entonces un largo período (anestro) de inactividad sexual hasta que el ciclo se renueva con un período preparatorio de proestro. En las especies poliéstricas el proestro ocurre directamente después del diestro.

El proestro y el estro juntos representan la fase folicular cuando el estado reproductivo es determinado principalmente por los crecientes niveles de estrógenos producidos en el grupo de folículos ováricos que entonces se desarrollan rápidamente hasta madurar y romperse. El metaestro y diestro representan la fase lútea, cuando la influencia hormonal principal es ejercida por la progesterona, hormona que elaboran los cuerpos amarillos, glándulas endocrinas transitorias que sustituyen a los folículos rotos.

Otros términos útiles indican si un animal hembra ha producido prole o no. Los animales que no la han producido son nulíparos y los uníparos y multíparos la han producido una o más veces. En ocasiones estos términos se confunden con otros que aluden a la cantidad de cachorros que suele tener la hembra grávida. La yegua que suele producir un solo potrillo es monotoca, en tanto que la cerda con su camada de lechones es politoca. El estado de los neonatos provee otro par de adjetivos contrastantes que son de utilidad a veces. La prole de las especies precoces está relativamente avanzada y en muchos sentidos puede desenvolverse sola directamente después de nacer, mientras que los neonatos de las especies tardías (altriciales) primero quedan confinados al nido y dependen por completo de los cuidados de la madre.

Ovarios

Cada ovario es un cuerpo sólido prácticamente elipsoide, aunque por lo común su contorno se torna irregular porque en su superficie sobresalen grandes folículos y cuerpos amarillos. La irregularidad es naturalmente mayor en las especies politocas, en que los folículos maduran en grupos. Aunque son mucho más pequeños que los testículos de las mismas especies, los ovarios no guardan una proporción constante con el tamaño corporal, lo mismo que los testículos en los machos. Los de la yegua son relativamente muy grandes y también tienen la particularidad de ser arriñonados (fig. 5-51[4]). Los ovarios suelen estar en la parte dorsal del abdomen, cerca de las puntas de los cuernos uterinos porque no se alejan mucho del sitio donde se desarrollaron. La migración más importante ocurre en los rumiantes, en los cuales se sitúan cerca de la entrada de la pelvis. Cada ovario está suspendido dentro de la porción craneal (mesovario) del ligamento ancho,

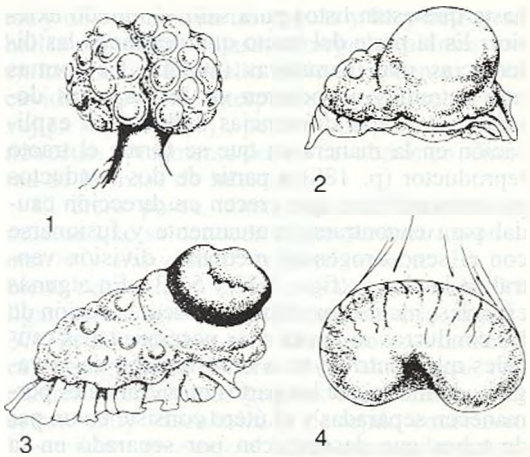


Fig. 5-51. Variaciones específicas y funcionales de la morfología ovárica.

1, ovario de un animal politoco (cerda); 2, ovario de un animal monotoco (vaca) con folículo en vías de maduración; 3, ovario de un animal monotoco (vaca) con un cuerpo amarillo bien desarrollado; 4, ovario arriñonado de la yegua.

que es la suspensión común del tracto reproductivo femenino.

El corte a través del ovario de un animal maduro revela que consiste en una parte central, más laxa y más vascularizada, contenida dentro de una cubierta más densa. La *zona parenquimatosa* está limitada por una túnica albugínea directamente debajo del peritoneo y se halla salpicada de folículos en diversas etapas de desarrollo y regresión. Cada *folículo* contiene un solo óvulo; las etapas por las cuales pasa el folículo se esquematizan en la figura 5-52. El rápido agrandamiento que experimentan los folículos destinados a madurar en ese ciclo se debe en particular a la acumulación del líquido con el cual los óvulos son arrastrados al exterior al producirse la ovulación. La cavidad que está dentro del folículo roto, aunque al principio puede llenarse de sangre, no tarda en ser ocupada por una proliferación de las células que revisten el espacio. Esto produce un cuerpo sólido que se conoce como cuerpo amarillo (corpus luteum) a causa de su color. Los *cuerpos amarillos* son estructuras transitorias que aparecen y desaparecen entre un estro y el siguiente (fig. 5-51[3]). Aunque transitorios, son importantes como fuentes de progesterona, así como los folículos en vías de maduración son fuentes de estrógenos. Los cuerpos amarillos finalmente involucionan y son sustituidos por cicatrices de tejido conectivo, los cuerpos blancos (corpora albicantes). La alternancia en los niveles de estrógenos y progesterona determina los cambios de conducta y de la morfología y actividad del tracto reproductor.

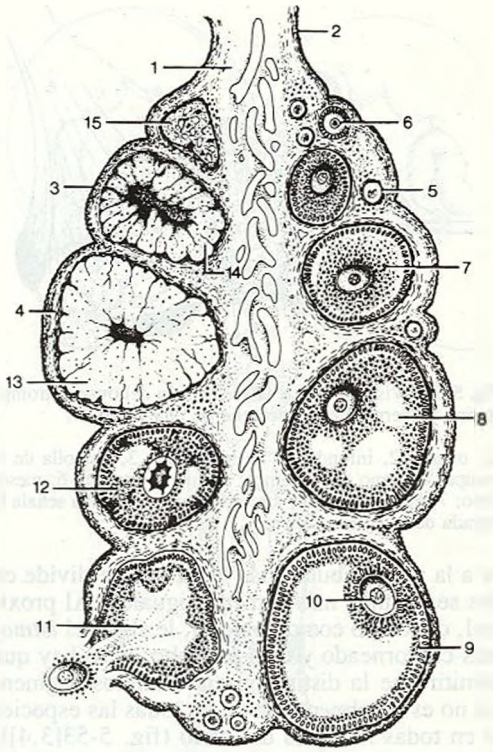


Fig. 5-52. Representación esquemática de las diferentes etapas funcionales de la actividad ovárica.

1, médula; 2, mesovario; 3, epitelio superficial; 4, túnica albugínea (mal desarrollada); 5, folículo primordial; 6, folículo primario; 7, folículo secundario; 8, folículo terciario inicial; 9, folículo maduro; 10, oocito; 11, folículo roto; 12, folículo atrésico; 13, cuerpo amarillo; 14, cuerpo amarillo atrésico; 15, cuerpo blanco (corpus albicans).

Trompas uterinas

Las trompas uterinas* son estrechas y por lo general muy sinuosas. Captan los óvulos liberados por los ovarios y los conducen al útero, pero como también conducen los espermatozoides que ascienden, normalmente la fecundación tiene lugar dentro de las trompas.

El extremo craneal libre adopta la forma de un embudo de fina pared (*infundíbulo*, fig. 5-53[2]) situado cerca del polo craneal del ovario. El borde libre del infundíbulo es desflecado o festoneado y los flecos (fimbrias) toman contacto con la superficie del ovario y a veces están adheridos a ella. Un pequeño orificio (abdominal) en la profundidad del embudo condu-

* Todavía se ven los términos obsoletos trompas de Falopio y oviductos, tal vez con mayor frecuencia en medicina. Otro término, salpinx, se reconoce oficialmente; aunque se lo encuentra con menos frecuencia, es la raíz de derivados como mesosalpinx y salpingitis (inflamación de la trompa uterina).

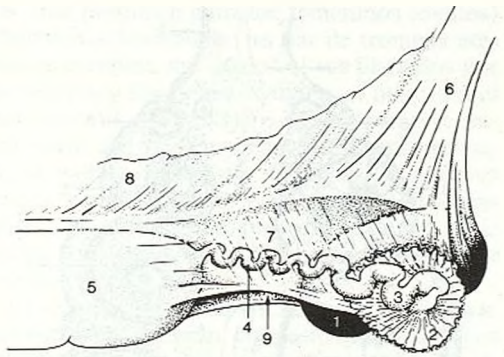


Fig. 5-53. Vista lateral de la suspensión del ovario, trompa uterina y cuerno uterino derecho de una yegua.

1, ovario; 2, infundíbulo de la trompa; 3, ampolla de la trompa; 4, istmo de la trompa; 5, cuerno uterino; 6, mesovario; 7, mesosálpinx; 8, mesometrio; 9, la flecha señala la entrada de la bolsa ovárica.

ce a la parte tubular más larga que se divide en dos segmentos más o menos iguales. Al proximal, conocido como *ampolla*, le sigue el *istmo*, más contorneado y más estrecho, pero hay que admitir que la distinción entre ambos segmentos no es igualmente obvia en todas las especies ni en todas las fases del ciclo (fig. 5-53[3,4]). El istmo se une con el vértice del cuerno del útero en la unión uterotubárica (salpingouterina), región cuyo aspecto es muy variable. La unión es gradual en los rumiantes y cerdos y abrupta en los caballos y carnívoros; en efecto, en la yegua y en menor medida en la perra y la gata, la porción terminal de la trompa se halla introducida en el vértice del cuerno, donde eleva una pequeña papila perforada por el orificio (uterino) de la trompa. No se debe insistir demasiado en estas diferencias porque, cualquiera que sea su aspecto, la unión siempre representa una barrera real que obstaculiza el ascenso de los espermatozoides y el descenso de los óvulos. La pared de la trompa consiste en una serosa externa, una muscular media y una túnica mucosa interna. La mucosa está plegada longitudinalmente en toda su extensión desde el infundíbulo hasta el istmo; unos pliegues secundarios y hasta terciarios reducen la luz de la ampolla a una serie de estrechas hendiduras ramificadas. La trompa corre en un pliegue lateral (mesosálpinx) de la parte del ligamento ancho que sostiene al ovario.

Útero

El útero,* matriz en el léxico antiguo, es la parte agrandada del tracto donde anidan los embriones para establecer un medio de intercambio fisiológico con el torrente sanguíneo de la madre y donde son protegidos y nutridos hasta que están listos para salir al mundo exterior. Es la parte del tracto que despliega las diferencias más llamativas (aunque las formas más estremas no ocurren en las especies domésticas). Estas diferencias hallan fácil explicación en la manera en que se forma el tracto reproductor (p. 188) a partir de dos conductos paramesonéfricos que crecen en dirección caudal para encontrarse mutuamente y fusionarse con el seno urogenital mediano, división ventral de la cloaca (figs. 5-22 y 5-23). En algunas especies, incluso muchos roedores, la fusión de los conductos se limita a las porciones más caudales que contribuyen a la formación de la vagina, de modo que las partes más craneales permanecen separadas y el útero consiste en un par de tubos que desembocan por separado en la vagina (útero doble, útero dúplex). En cambio, en las mujeres y en la mayoría de los otros primates la fusión es mucho más extensa y sólo las trompas uterinas son pares, de modo que existe un útero mediano que tiene una luz simple no dividida. En la variedad intermedia (útero bicorne) que existe en todas las especies domésticas principales, el útero comprende una parte mediana caudal a partir de la cual el par de cuernos diverge en dirección craneal para continuarse como trompas uterinas.

En todos los mamíferos domésticos la parte mediana del útero consta de dos segmentos; el caudal, de pared muy gruesa; es el *cuello* (fig. 5-54[8]), que provee un esfínter que controla el acceso hacia y desde la vagina. Una parte del cuello (fig. 5-54[9]) (porción vaginal) suele sobresalir dentro de la luz de la vagina, con la cual se comunica en el orificio externo. La luz del cuello (conducto cervical) consiste en pliegues de mucosa que a menudo llegan casi a ocluirla; se abre en el *cuerpo del útero* (fig. 5-54[6]) a nivel del orificio interno. El cuerpo suele ser un segmento bastante pequeño en las especies domésticas, aunque las proporciones varían (fig. 5-23); es más grande en la yegua. La división del interior no se evidencia siempre por fuera porque lo que aparenta ser un solo espacio puede estar dividido en parte por un tabique interno. Aunque la inspección visual no suele revelar la extensión del cuello, es fácil descubrirlo a la palpación porque es mucho más firme que las partes adyacentes.

Los *cuernos* (cornua) tienen una longitud muy variable y no debe sorprender que sean más largos en las especies politocas, pero también varía su disposición porque aparecen arrollados de manera característica en los rumiantes, son rec-

* El nombre alternativo *metrium* suele dar origen a términos compuestos, como mesometrio y metritis; sin embargo, la extirpación quirúrgica del útero se llama histerectomía (del griego *hystera*, útero).

tos y divergentes en las yeguas y las perras y se hallan dispuestos en asas semejantes al intestino en las cerdas. El cuello suele estar dentro de la cavidad pelviana, interpuesto entre el recto y la vejiga (fig. 5-36[7]), pero el cuerpo y los cuernos están típicamente dentro del abdomen, encima de la masa de intestinos.

El útero posee túnicas serosa, muscular y mucosa que se conocen como *perimetrio, miometrio* y *endometrio*, respectivamente. La cubierta serosa llega al útero como extensión del ligamento ancho de sostén (mesometrio, fig. 5-37[7]). El músculo está dispuesto en una débil capa longitudinal externa y en unas capas circulares internas más gruesas separadas por un estrato muy vascularizado de tejido conectivo. Los tejidos, en especial la capa muscular externa, se extienden (como parametrio) dentro de los ligamentos anchos de sostén. El músculo del cuello se entremezcla con un tejido conectivo denso que hace que esta parte del tracto sea muy poco distensible la mayor parte del tiempo.

El endometrio es grueso. Su relieve superficial varía según las especies y es más notable en los rumiantes, en los cuales unas numerosas elevaciones permanentes (carúnculas) señalan los sitios donde las membranas embrionarias se adhieren con firmeza durante la preñez (fig. 5-54[7]). En la superficie, que suele estar tapizada por un epitelio columnar simple, desembocan gran cantidad de glándulas tubulares. La mucosa del cuello uterino se halla muy modificada por pliegues longitudinales y circulares cuyas interdigitaciones contribuyen a cerrar el pasaje (fig. 5-54[8]). El moco secretado por las glándulas cervicales tapona el conducto la mayor parte del tiempo y así contribuye a mantener el útero cerrado respecto de la vagina. Este conducto sólo está abierto durante el estro y justo antes de la parición, durante ésta y un poco tiempo después.

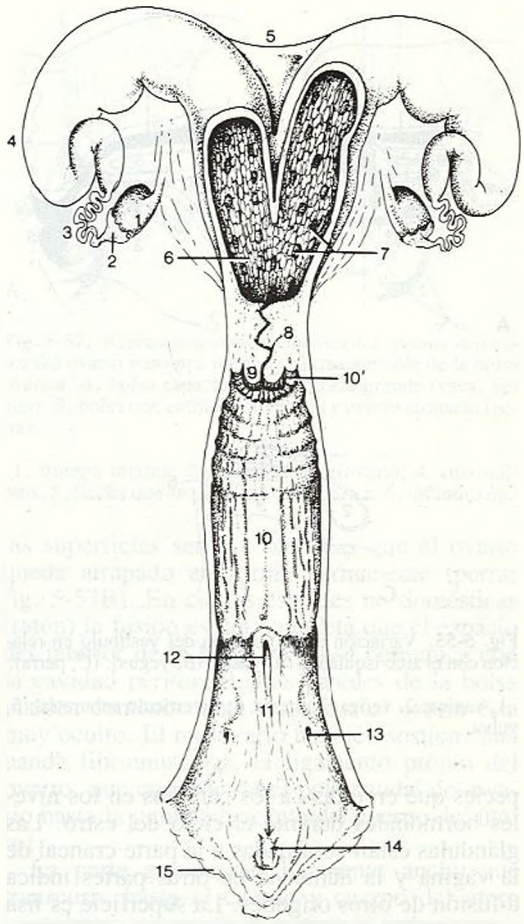


Fig. 5-54. Tracto reproductivo de una vaca abierto por el lado dorsal.

1, ovario; 2, infundíbulo; 3, trompa uterina; 4, cuerno del útero; 5, ligamento intercorneal; 6, cuerpo del útero; 7, carúnculas; 8, cuello; 9, parte vaginal del cuello; 10, vagina; 10', fórnix; 11, vestíbulo; 12, abertura uretral externa; 13, abertura de la glándula vestibular mayor; 14, clítoris; 15, vulva.

Vagina

El resto del tracto femenino, aunque a veces se lo llama en general vagina, consiste en dos partes. La parte craneal, vagina en sentido estricto (fig. 5-54[10]), es un pasaje puramente reproductivo que corre desde el cuello uterino hasta la desembocadura de la uretra. La parte caudal, el vestíbulo (fig. 5-54[11]) va desde el orificio uretral hasta la vulva externa y combina funciones reproductivas y urinarias. Las dos partes juntas constituyen el órgano copulador femenino y el canal del parto.

La *vagina* es un tubo relativamente largo, de fina pared, que es distensible a lo largo y a lo ancho. Ocupa una posición mediana en la cavidad pelviana, en relación dorsal con el recto y ventral con la vejiga y la uretra (fig. 5-36[8]). En su mayor parte es retroperitoneal, aunque el peritoneo cubre las partes craneales de las superficies dorsal y ventral en una extensión variable. La incisión de esta parte de la pared dorsal, que es relativamente fácil de realizar desde el interior de la vagina en las especies más grandes, provee un acceso conveniente a la cavidad peritoneal (p. 554). El respectivo abordaje ventral no se puede hacer por la presencia de un plexo de venas que drenan el útero y la vagina.

El músculo vaginal, aunque más débil, tiene una disposición similar a la del uterino. La mucosa está revestida por un epitelio pavimentoso estratificado que reacciona –más en algunas es-

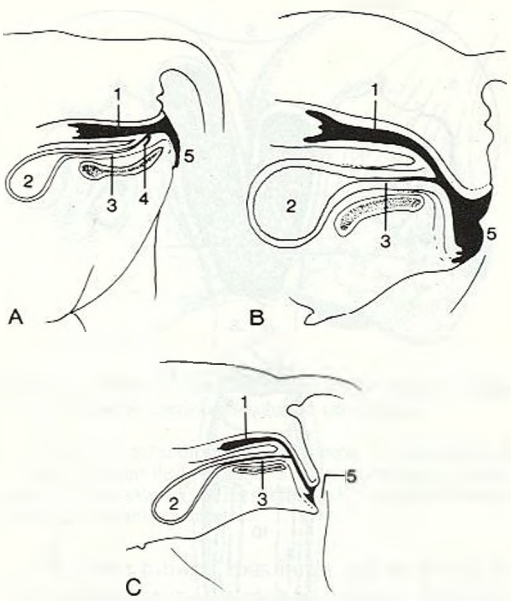


Fig. 5-55. Variación en la posición del vestíbulo en relación con el arco isquiático (*A*, vaca), (*B*, yegua), (*C*, perra).

1, vagina; 2, vejiga; 3, uretra; 4, divertículo suburetral; 5, vulva.

pecies que en otras– a los cambios en los niveles hormonales durante el ciclo del estro. Las glándulas están confinadas a la parte craneal de la vagina y la humedad en otras partes indica difusión de otros orígenes. La superficie es lisa pero circular y pueden formarse unos pliegues longitudinales cuando las paredes del órgano inactivo se colapsan hacia adentro. La saliente del cuello dentro de la parte craneal de la vagina reduce la luz de esta parte a un espacio por lo general anular que se conoce como *fórnix* (fig. 5-54[10']).

La unión de la vagina con el vestíbulo estará dada en los animales vírgenes por un pliegue mucoso transverso (himen), que está mejor desarrollado en la potranca y la cerda, pero incluso en estos animales es raro que sea prominente. No resiste al apareamiento. La región de la unión es menos distensible que las partes del tracto más craneal y más caudal de ella.

Vestíbulo y vulva

El vestíbulo, mucho más corto que la vagina, está principalmente, aunque no del todo, detrás del arco isquiático, circunstancia que le permite inclinarse ventralmente hasta su abertura en la vulva. El grado de esta "caída" es variable según el individuo y la especie (fig. 5-55). La inflexión consiguiente del eje del pasaje genital se debe tener en cuenta al introducir un espéculo vaginal u otro instrumento.

Las paredes del vestíbulo son menos elásticas que las de la vagina y están adosadas en reposo, reduciendo la luz a una hendidura vertical. La uretra desemboca en el piso, en un sitio justo a caudal de lo que pudiera haber como indicio de himen. En algunos animales, como en la perra, la abertura uretral está elevada por encima del nivel general del piso vestibular (fig. 5-39), pero en otros, como la vaca, se asocia con un *divertículo suburetral* (fig. 5-36[12']). En un sitio más caudal las paredes vestibulares presentan las desembocaduras de los conductos de las *glándulas vestibulares*. En ciertas especies (p. ej., perra) las glándulas son pequeñas pero numerosas y los orificios de los conductos forman series lineales, pero en otras (p. ej., vaca) una gran masa glandular a cada lado drena por medio de un solo conducto (fig. 5-54[13]); en unas pocas especies (p. ej., oveja) existen glándulas vestibulares mayores y menores. Estas glándulas producen una secreción mucosa que lubrica el pasaje en el apareamiento y en la parición. En el estro el olor de la secreción estimula al macho. La pared vestibular se halla excepcionalmente bien vascularizada y tiene una concentración de venas que forman una placa lateral de tejido eréctil que se conoce como bulbo vestibular y puede considerarse el homólogo del bulbo del pene.

El vestíbulo se abre al exterior en la vulva. La abertura vulvar vertical está limitada por unos labios que se unen en las comisuras dorsal y ventral. Excepto en la yegua, la comisura dorsal es redondeada y la ventral aguzada y elevada sobre el nivel de la piel circundante. Los labios corresponden a los labios menores (internos) de la anatomía humana y los labios mayores (externos) no existen en las especies domésticas.

El *clítoris*, homólogo femenino del pene, está justo por dentro de la comisura ventral (5-56[14]). Consta de dos pilares, un cuerpo y un glande, de la misma manera que su homólogo masculino mucho más grande. Si no se lo diseca, sólo se ve el glande en el sitio donde sobresale dentro de una fosa del piso vestibular, envuelto en parte por un pliegue mucoso que constituye un prepucio.

Anexos

Los *ligamentos anchos*, principales inserciones del tracto reproductor femenino, son unas láminas bilaterales que tienen un origen extendido a partir del techo del abdomen y las paredes pelvianas. La parte craneal de cada ligamento pende verticalmente y suspende al ovario, la trompa uterina y el cuerno del útero (fig.

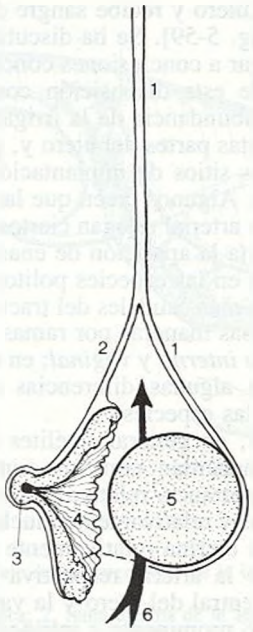


Fig. 5-56. Corte esquemático del ovario y su sistema suspensor.

1, mesovario; 2, mesosálpinx; 3, abertura abdominal de la trompa uterina; 4, infundíbulo; 5, ovario; 6, la flecha está en la bolsa ovárica.

22-8[17]). La parte caudal es más horizontal y se inserta al costado del cuerpo del útero, cuello y parte craneal de la vagina; las partes caudales derecha e izquierda, con su inclusión visceral, dividen así a la cavidad pelviana en un espacio dorsal y otro ventral (figs. 5-37[7]), 22-7*A* y 29-8). Las distintas partes de los ligamentos anchos reciben las designaciones específicas que ya mencionamos (p. ej., mesovario). Estos ligamentos son distintos a la mayoría de los pliegues peritoneales porque las membranas serosas están separadas por considerable cantidad de tejido, principalmente músculo liso; a veces esto hace que sea difícil señalar el límite exacto entre el útero y sus anexos. El músculo permite que los ligamentos tengan una participación activa en el sostén y disposición de los órganos reproductores, además de conducir vasos y nervios.

Seguido en dirección distal desde su inserción en el techo del abdomen, el *mesovario*, que sostiene al ovario, emite un pliegue lateral (mesosálpinx) que contiene la trompa uterina (figs. 5-53[7]) y 5-56[2]). El mesosálpinx y el mesovario delimitan un saco, la *bolsa ovárica*, dentro de la cual sobresale el ovario. La bolsa puede ser poco profunda y no ser capaz de encerrar o contener el ovario (yegua, fig. 5-53[9]) o profunda y tan cerrada por la fusión de

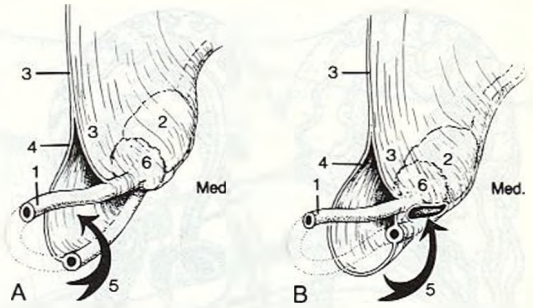


Fig. 5-57. Representación esquemática del sistema suspensor del ovario y trompa uterina y forma variable de la bolsa ovárica. *A*, bolsa espaciosa con entrada grande (vaca, yegua). *B*, bolsa con entrada estrechada y ovario atrapado (perra).

1, trompa uterina; 2, ovario; 3, mesovario; 4, mesosálpinx; 5, flecha que entra en la bolsa ovárica; 6, infundíbulo.

las superficies serosas adosadas que el ovario queda atrapado en forma permanente (perra, fig. 5-57B). En ciertas especies no domésticas (ratón) la fusión es tan completa que el espacio del interior de la bolsa ya no se comunica con la cavidad peritoneal. Las paredes de la bolsa pueden contener tanta grasa que el ovario está muy oculto. El mesovario también sostiene una banda fibromuscular, el ligamento propio del ovario, que corre desde el polo caudal del ovario hasta la punta adyacente del cuerno del útero.

La parte grande del ligamento ancho que transcurre hasta el cuerno y cuerpo del útero contribuye a impartir al órgano la forma característica de la especie. Las dos membranas serosas se hallan muy ampliamente separadas por grasa en el sitio donde se insertan en el cuello y en particular en la vagina; la parte lateral de la vagina, por lo tanto, es retroperitoneal (fig. 29-9). Un cordón de tejido fibroso y músculo liso, el *ligamento redondo del útero*, va desde la punta del cuerno del útero hacia (y en la perra a través) el canal inguinal sostenido por un pliegue especial de peritoneo desprendido de la superficie lateral del ligamento ancho.

Los músculos y las fascias asociados con los órganos de la reproducción femeninos serán descritos con mayor detalle en los contextos topográficos para los animales en los cuales revisten especial importancia (p. 694). Se recordará que la salida de la pelvis está cerrada por un tabique de músculo y fascia de forma y estructura complicada. La parte dorsal, *diafragma pelviano*, cierra la salida en torno del ano, en tanto que la parte ventral, *diafragma urogenital*, cierra la salida alrededor del vestíbulo. El músculo constituye el componente principal del diafragma pelviano, en tanto que las fascias predominan en el diafragma urogenital.

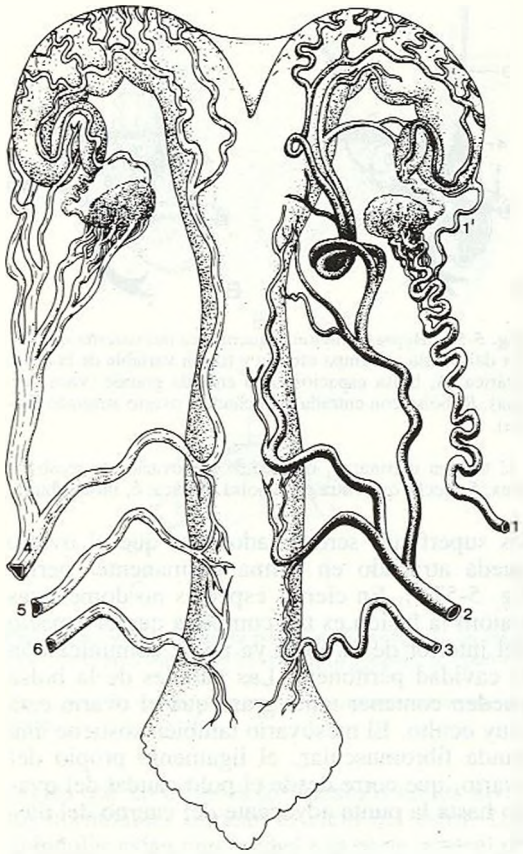


Fig. 5-58. Dibujo semiesquemático de la irrigación sanguínea del tracto reproductor femenino (vaca). Las arterias están a la derecha y las venas a la izquierda.

1, arteria ovárica; 1', rama uterina; 2, arteria uterina; 3, arteria vaginal; 4, vena ovárica; 5, vena uterina; 6, vena vaginal.

La irrigación sanguínea de los órganos reproductores femeninos proviene de varias fuentes. La *arteria ovárica*, rama directa de la aorta, irriga el ovario y emite ramas para la trompa uterina y la parte craneal del cuerno del útero, el patrón de las ramificaciones varía en cuanto a los detalles. La arteria ovárica sigue una trayectoria sumamente contorneada y, según la especie, se halla en relación más o menos íntima con la vena ovárica. La rama uterina se anastomosa con la arteria uterina dentro del ligamento ancho (fig. 5-58[1, 2']).

La *arteria uterina* nace como rama indirecta de la arteria ilíaca interna (excepto en la yegua) y corre hacia adelante dentro del ligamento ancho. Emite una serie de ramas anastomóticas para el cuerpo y cuerno del útero; la más craneal se anastomosa con la arteria ovárica y la más caudal con la arteria vaginal. De este modo se establece una arcada arterial que corre a todo lo largo del útero y recibe sangre desde ambos extremos (fig. 5-59]. Se ha discutido bastante, pero sin llegar a conclusiones concretas, la significación de esta disposición como determinante de la abundancia de la irrigación sanguínea en distintas partes del útero y, por ende, en determinados sitios de implantación en el animal grávido. Algunos creen que las diferencias en la presión arterial relegan ciertos sitios y que esto explicaría la aparición de enanos, que son tan comunes en las especies politocas.

Las partes más caudales del tracto son irrigadas de diversas maneras por ramas de las *arterias pudenda interna* y *vaginal*; en otra parte se mencionarán algunas diferencias más importantes entre las especies.

Las venas, en general satélites de las arterias, no concuerdan con sus compañeras en cuanto a importancia relativa. La *vena ovárica* es plexiforme y relativamente mucho más grande y la vena uterina relativamente mucho más pequeña que la arteria respectiva (fig. 5-58). En la cara ventral del útero y la vagina hay un plexo venoso prominente e intrincado que drena ambos órganos, permite que la sangre escape por cualquiera de los pares de venas ováricas, uterinas y vaginales. La íntima relación entre la arteria ovárica y su vena, que se observa mejor en los rumiantes y en la cerda, sería importante para promover el intercambio hormonal desde la circulación venosa hacia la arterial (p. 220).

Los vasos linfáticos de los ovarios y de las partes más craneales del tracto van a los nódulos aórticos e ilíacos mediales y los de las partes más caudales lo hacen a los nódulos ilíacos mediales y otros de la pelvis.

La *inervación* de los órganos de la reproducción femeninos está a cargo de fibras simpáticas y parasimpáticas por vías que todavía no han sido elucidadas del todo bien. Las fibras simpáticas van al ovario con la arteria ovárica, pero, aunque llegan a los folículos en vías de maduración, no se conoce bien su importancia porque la desnervación no perturba mayormente la función ovárica. Las fibras para la trompa uterina, útero y vagina siguen principalmente a las otras arterias para formar plexos dentro de los ligamentos anchos o en los mismos órganos genitales. En la parte caudal de los ligamentos anchos estas fibras son suplementadas por otras fibras simpáticas que viajan con el plexo que está en el tejido pelviano retroperitoneal.

Las fibras parasimpáticas se ramifican desde los nervios pelvianos y llegan a los órganos genitales con el plexo pelviano. Una gran proporción va al tejido eréctil.

Las fibras simpáticas y parasimpáticas se relacionarían con la actividad uterina, aunque todavía se discuten sus funciones exactas en la

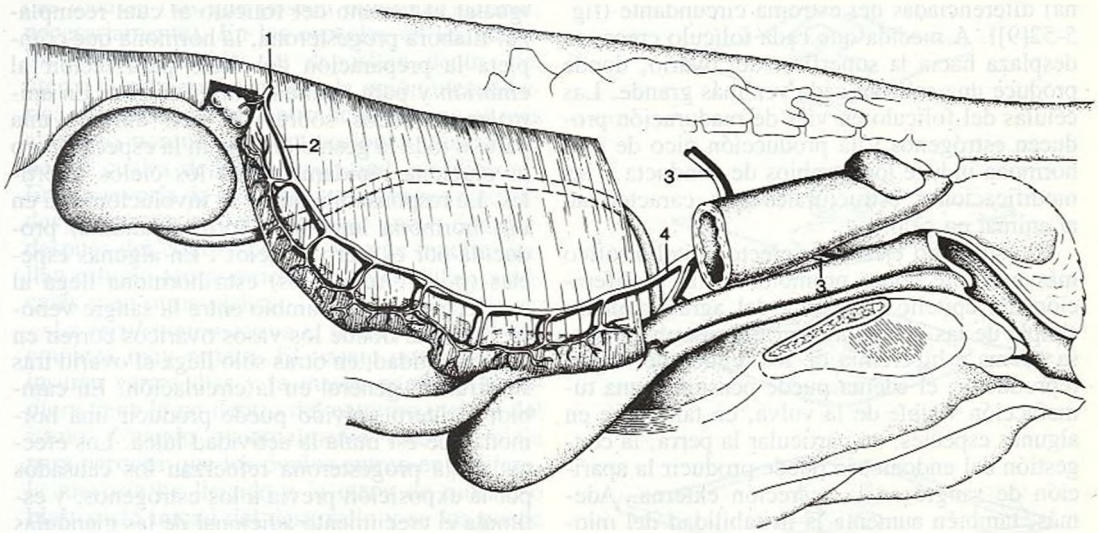


Fig. 5-59. Dibujo semiesquemático de la irrigación sanguínea del tracto reproductor femenino (perra).

1, arteria ovárica; 2, rama uterina de la arteria ovárica; 3, arteria vaginal; 4, arteria uterina.

estimulación e inhibición. El útero es capaz de coordinar las contracciones y de producir una parición normal aunque esté desnervado.

Cambios del tracto femenino relacionados con la edad y la función

Sólo presentamos en este capítulo una descripción general de los cambios importantes relacionados con la edad y la función, salteando muchas diferencias por especies que afectan todos los aspectos, pero en particular la cronología y duración de los acontecimientos. También mencionamos someramente el control que ejercen las hormonas hipotalámicas, hipofisarias (o de la pituitaria), ováricas y otras en una compleja interacción porque existen muchas obras especializadas excelentes sobre este tema.

Los órganos reproductores *juveniles* son desproporcionadamente pequeños. Los óvulos se producen en cantidad mucho más pequeña que los espermatozoides y al nacer es probable que los ovarios contengan todos los folículos que habrán de producir en la vida del individuo. Luego esta cantidad disminuye progresivamente por atresia y, una vez que se llega a la pubertad, por maduración y ruptura. Hasta entonces es evidente que ninguno madura porque ninguno adquiere un tamaño grande y, por supuesto, no existen cuerpos amarillos. Los órganos reproductores tubulares son delicados, de finas paredes y débiles; cuentan con escasa vascularización y las arterias son poco sobresalientes y relativamente rectas. El útero es simétrico, las capas de su pared están poco diferenciadas y el cuello es blando, distensible y no exhibe las distorsiones que son comunes en los animales que han parido alguna vez. Los ligamentos anchos son finos y traslúcidos porque contienen poco tejido parametrial. Puede haber un himen, pero aparte de esto la vagina, el vestíbulo y la vulva no presentan rasgos dignos de mención.

El *crecimiento* es isométrico al principio y acompaña al crecimiento somático general, pero después de la pubertad las acciones de las hormonas ováricas, acumulativas en los ciclos iniciales, producen un agrandamiento rápido y una mejor diferenciación de los tejidos componentes. Ahora aparecen folículos en todas las etapas de desarrollo en los ovarios, junto con cuerpos amarillos y las cicatrices que los reemplazan.

En los ovarios adultos se registra un crecimiento lento e incesante de muchos folículos. El comienzo de la época del celo se anuncia con un desarrollo más rápido de unos pocos folículos, elegidos de esta numerosa población de acuerdo con criterios que no se conocen con certeza. Los folículos favorecidos se agrandan a una velocidad exponencial bajo la influencia de la hormona foliculoestimulante de la hipófisis. Su crecimiento se explica por la proliferación de células de la granulosa y la acumulación de líquido folicular. Este líquido distiende en medida creciente una vesícula central (antro) dentro de la cual sobresale el óvulo, elevado sobre un montículo de células (cumulus oöphorus) y encerrado dentro de una cubierta celular (corona radiata). El folículo está limitado por una cápsula estratificada (tecas interna y exter-

na) diferenciadas del estroma circundante (fig. 5-52[9]). A medida que cada folículo crece, se desplaza hacia la superficie del ovario, donde produce una saliente cada vez más grande. Las células del folículo en vías de maduración producen estrógenos y la producción pico de esta hormona induce los cambios de conducta y las modificaciones estructurales que caracterizan al animal en celo.

El estrógeno ejerce un efecto epiteliotrófico más evidente como promotor de la proliferación del epitelio vaginal y del agrandamiento simple de las glándulas uterinas. También causa edema e hiperemia de los tejidos del tracto reproductor; el edema puede ocasionar una tumefacción visible de la vulva, en tanto que en algunas especies, en particular la perra, la congestión del endometrio puede producir la aparición de sangre en la secreción externa. Además, también aumenta la irritabilidad del miometrio y ésta se detecta porque el útero, incluso el cuello uterino, responde más a la manipulación.

La *ovulación* se produce tarde en el estro o poco después de su terminación y es estimulada por la hormona lutcinizante, también de origen hipofisario. Aunque en la mayoría de las especies la ovulación es espontánea, en algunas, como el gato, se requiere el estímulo mecánico del apareamiento para poner en marcha los acontecimientos que culminan con la rotura folicular. Una vez que se libera en la cavidad peritoneal, el óvulo no tarda en ser captado por el extremo expandido de la trompa uterina. No se sabe bien cómo se produce esto, pero no cabe duda de que el óvulo no tiene participación activa porque carece de movilidad. Los mecanismos más probables son la producción de una corriente en el líquido que mantiene en suspensión al óvulo, corriente causada por las pulsaciones ciliares del epitelio tubárico y los movimientos de las fimbrias musculares que están íntimamente aplicadas a la superficie del ovario en este momento. Ambos mecanismos serían asistidos por la irregularidad superficial de las células adherentes de la corona. Sin embargo, nada de esto explica de manera convincente cómo son captados los óvulos después de una migración transperitoneal; que esto es posible, se comprueba con animales que a veces quedan preñados después de la extirpación de un ovario y de la trompa contralateral.

El espacio que queda en el folículo desocupado se llena de sangre cuando la rotura se ha acompañado de una hemorragia considerable pero todo coágulo no tarda en ser sustituido por la proliferación de células de la granulosa subsistente y de la teca interna, que forman un cuerpo sólido, el cuerpo amarillo. Esta estructura crece rápidamente y al poco tiempo puede igualar el tamaño del folículo al cual reemplaza. Elabora progesterona, la hormona que completa la preparación del útero para recibir al embrión y para mantener la gestación. En animales preñados sobrevive bien durante una parte o toda la gestación, según la especie, pero involuciona rápidamente en los ciclos infértiles. La responsabilidad de su involución está en una hormona luteolítica (prostaglandina) producida por el útero "vacío". En algunas especies (p. ej., rumiantes) esta hormona llega al ovario tras el intercambio entre la sangre venosa y arterial donde los vasos ováricos corren en gran intimidad; en otras sólo llega al ovario tras su difusión general en la circulación. En cambio, el útero grávido puede producir una hormona que estimula la actividad lútea. Los efectos de la progesterona refuerzan los causados por la exposición previa a los estrógenos, y estimula el crecimiento adicional de las glándulas uterinas, que ahora se tornan ramificadas, tortuosas y más activas, secretando la llamada leche uterina que nutre al embrión antes de que se implante. La progesterona también amortigua la actividad del miometrio.

El transporte de óvulos en la trompa ocurre mediante una combinación de actividad ciliar y muscular. Si se ha producido el apareamiento, el encuentro del óvulo con el espermatozoide se produce dentro de la ampolla tubárica. Aunque el espermatozoide puede llegar a este sitio a los pocos minutos del coito, debe permanecer más tiempo en el tracto femenino para ser capaz de producir la fertilización. Según las especies, el semen se deposita primero en la vagina o cuello uterino, donde forma un coágulo del cual no tardan en emerger algunos espermatozoides. Aunque el semen se deposite en la vagina, los movimientos de mezclado no tardan en hacer que algunos espermatozoides contacten con el moco cervical, que ofrece un ambiente más hospitalario que la secreción ácida de la vagina. En este momento las propiedades fisicoquímicas del moco cervical contribuyen a alinear a los espermatozoides encaminándolos en su trayectoria ascendente, pero aún así el movimiento de los espermatozoides sería lento si dependiese de sus propios esfuerzos; el transporte, en efecto, ocurre principalmente por medio de las contracciones musculares que suscita la prostaglandina que el semen contiene y por la oxitocina liberada en el torrente sanguíneo en forma refleja, en el momento del coito. Aunque los espermatozoides se producen con gran prodigalidad, sólo una pequeña proporción -digamos el 1 a 2% de los muchos millones que un eyaculado deposita en la vagina– consigue atravesar la barrera cervical. La unión uterotubárica, que es el siguiente impedimento importante, es franqueada por menos espermatozoi-

des todavía (los que poseen motilidad normal, necesariamente). En las especies en las cuales los espermatozoides se depositan dentro del útero, la primera barrera es la unión uterotubárica. El movimiento dentro de la trompa es más aleatorio porque las contracciones musculares de las cuales depende están mal coordinadas. En la mayoría de las especies los espermatozoides conservan su fertilidad por uno o dos días después del coito y parece ser que muchos hallan refugio temporario en las glándulas cervicales y en otros nichos.

La *fertilización* activa el óvulo, cuyo clivaje empieza muy pronto. El pasaje por la trompa insume varios días y la mayor parte de la demora tiene lugar dentro del extremo uterino del istmo. Cuando eventualmente éste se relaja para permitir que los óvulos entren en el útero, la mayoría ha llegado a la etapa de mórula o blastocisto inicial del desarrollo y se los puede considerar embriones. Al poco tiempo estos embriones deben entablar una relación fija con el endometrio para poder subsistir; mientras tanto están libres dentro de la luz uterina y dependen de la leche uterina para su nutrición. Esta demora previa a la implantación les ofrece la oportunidad de encontrar sitios favorables para establecerse. Los embriones de las especies politocas suelen aparecer después más o menos espaciados a distancias iguales a lo largo de los cuernos uterinos, lo cual permite un aprovechamiento más extenso y equitativo de la superficie endometrial por las placentas que se forman. Este espaciamiento se consigue mediante contracciones peristálticas que se propagan en ambas direcciones desde el locus de cada embrión y en forma unidireccional desde los extremos del cuerno; cada embrión es rechazado por las contracciones procedentes de sus vecinos y, por ende, se mueve hasta que se estabiliza encontrando fuerzas de magnitud comparable provenientes de cada dirección. Hasta para embriones únicos existen preferencias por determinados sitios del útero; el potrillo, por ejemplo, siempre se implanta en la parte del cuerno adyacente al cuerpo.

En la *implantación* interviene una reacción de las hojas epiteliales adosadas del blastocisto y del endometrio y a veces ocurre considerable erosión de tejido materno a medida que se desarrolla la fijación. Esto sucede en particular en especies cuyo blastocisto es pequeño antes de la implantación y busca un nido en una hendidura de la luz o penetra en el endometrio. Los blastocistos de los mamíferos domésticos crecen mucho antes de la implantación y mantienen una situación central dentro de la luz, de modo que están en relación con toda la circunferencia del útero. En estas especies no siempre es fácil decidir en qué momento la intimidad de la asociación

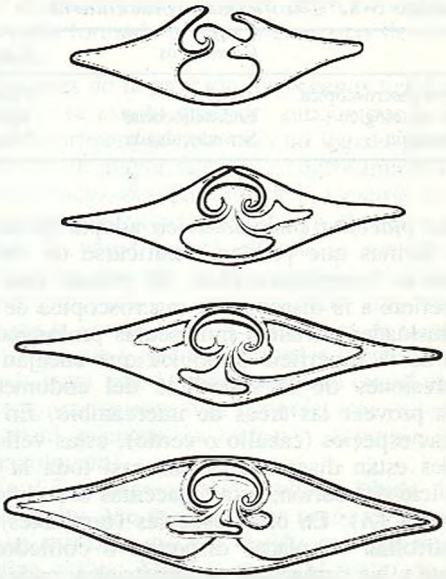


Fig. 5-60. Representación esquemática de la formación de las membranas extra sembrionarias.

equivale a una implantación, la cual, según se suele decir, ocurre más o menos a las dos semanas del coito. Existen dos circunstancias en las cuales puede decirse que la implantación es tardía. En ciertas especies, como ratas y ratones, la lactación prolonga un poco la etapa previa a la implantación. En cambio, ocurre una prolongación mucho mayor con regularidad en ciertas especies silvestres (p. ej., corzo y tejón), en que el apareamiento y la parición son estacionales; el detenimiento del desarrollo por varios meses y la regulación del momento de su reanudación aseguran que el desarrollo se habrá de completar y que la parición se produzca en una época en que las condiciones son más favorables para criar a los cachorros.

No hemos de describir la formación de las membranas extraembrionarias (fetales) pero incluimos un diagrama para recordar los puntos principales (fig. 5-60). Estas membranas participan con el endometrio en la formación de la placenta, órgano al que se puede definir como una aposición o fusión de tejido fetal y materno que tiene la finalidad de establecer un intercambio fisiológico y producir hormonas. Aunque el saco vitelino puede establecer una placenta provisional que es un órgano de intercambio útil al comienzo de la preñez, la estructura definitiva en los mamíferos uterios es la placenta coricalantoica cuyo corion, vascularizado por vasos que le llegan a lo largo de la prolongación alantoica del intestino posterior, entabla una asociación íntima con el endometrio.

Cuadro 5-1. *Clasificación placentaria*

	Carnívoros	*Caballos*	*Rumiantes*	*Cerdos*
Forma macroscópica	Zonal	Difusa	Cotiledónea	Difusa
Tipo histológico	Endoteliocorial	Epiteliocorial	Epiteliocorial	Epiteliocorial
Separación	Semideciduada	No deciduada	Semideciduada	No deciduada

La *placenta corioalantoica* adopta numerosas formas que pueden clasificarse de varias maneras complementarias. El primer sistema se refiere a la distribución macroscópica de las vellosidades coriales, minúsculas prolongaciones de la superficie coriónica que encajan en depresiones de la superficie del endometrio para proveer las áreas de intercambio. En algunas especies (caballo o cerdo), estas vellosidades están diseminadas por casi toda la superficie del corion; estas placentas son *difusas* (lámina 1*A*). En otras especies (rumiantes) se desarrollan en placas dispersas o cotiledones frente a las carúnculas endometriales; cada cotiledón y su respectiva carúncula constituyen una unidad aparte o placentomo y colectivamente estas unidades constituyen una *placenta cotiledónea* (lámina 1*B*). En un tercer grupo (perro, gato) las vellosidades se desarrollan en una banda de corion que rodea al embrión formando una *placenta zonal* (lámina 1*C*). El cuarto y último tipo no ocurre en las especies domésticas; en éste, patrón común en los primates y roedores, las vellosidades se concentran en una gran placa que forma una *placenta discoidal* (lámina 1*D*).

Al principio seis capas de tejido separan los torrentes sanguíneos fetal y materno: endotelio capilar coriónico, tejido conectivo, y epitelio; epitelio endometrial, tejido conectivo y endotelio capilar. La barrera de tejidos en las áreas de intercambio siempre se reduce con posterioridad, a veces sólo mediante una aproximación más íntima de los capilares fetales y maternos, pero a menudo por pérdida de tejido. En teoría, las seis capas persisten en la placenta endoteliocorial que se ve en la yegua y la cerda; se han reducido a cuatro (por pérdida del epitelio coriónico y de tejido conectivo) en la placenta endoteliocorial de los perros y gatos, y quedan reducidas a una sola capa (endotelio fetal) en la placenta hemoendotelial de los murciélagos. Por mucho tiempo se dijo que los rumiantes tienen una placenta sindesmocorial en que sólo se había perdido el epitelio uterino, pero los estudios modernos cuestionan esta pérdida y se cree que estos animales también tienen placentas epiteliocoriales. En efecto, la "casilla" sindesmocorial de la clasificación está desocupada en la actualidad porque ningún ejemplo de este ordenamiento se ha confirmado mediante microscopia electrónica.

El tercer sistema se refiere a la pérdida de tejido materno que ocurre al nacer. En algunas especies las capas fetal y materna se separan limpiamente, de modo que no se desprende tejido materno y corresponde la descripción "no deciduada". Cuando la implantación es intersticial cabe anticipar una considerable pérdida materna; la placenta humana es de este tipo "deciduado". En un tipo intermedio que requiere una curación muy escasa del endometrio después de la parición, se produce una pérdida mínima de tejido uterino; este tipo "semideciduado" ocurre en los rumiantes (cuadro 5-1).

Este sistema histológico ha gozado de gran popularidad porque definiría distintos grados de permeabilidad placentaria, que sería menor en el tipo epiteliocorial "primitivo" que en el hemoendotelial "avanzado". Sin embargo, se había exagerado su importancia y en la actualidad se sabe que la barrera no sería con exactitud como la descripción sugiere sino que la placenta evoluciona y cambia de estructura durante la gestación, mientras que al mismo tiempo pueden existir diferencias regionales muy reales.

La placenta también es un órgano endocrino importante cuyo potencial como productor de varias hormonas esteroides y proteicas apenas se empieza a apreciar debidamente en la actualidad.

Los cambios que experimenta el *útero grávido* son enormes y afectan su tamaño, posición, forma y relaciones. Los principios que intervienen en los cambios de tamaño rigen para todos los animales, pero los otros aspectos son muy variables y conviene considerarlos por separado para cada especie.

El tamaño puede aumentar un centenar de veces (como en la vaca), que en su mayor parte está representado por un aumento del contenido del útero; embrión o embriones, membranas extraembrionarias y líquido alantoico y amniótico. La cantidad de líquido aumenta durante toda la gestación en las especies más grandes, pero tiende a reabsorberse en los animales más pequeños a medida que se llega a término. El aumento de peso del útero mismo se debe al crecimiento de todas sus partes. El endometrio se mantiene hiperémico y edematoso y el miometrio se agranda a causa del vasto aumento de tamaño de las células musculares individuales (aunque no se puede descartar la posibilidad de

que aumente su cantidad en algunas especies). A pesar de esta hipertrofia, la pared uterina no puede seguir el crecimiento de su contenido y se estira mucho, tanto que en la rata (y otros animales de tamaño similar) se torna transparente. Los ligamentos anchos comparten el aumento y llegan a contener gran cantidad de músculo. Las arterias se agrandan mucho en la medida necesaria para satisfacer el gran incremento de la demanda de sangre. La actividad de las glándulas cervicales renueva incesantemente el tapón mucoso que cierra el conducto cervical.

Ciertos cambios que aparecen tarde en la gestación señalan la proximidad de la parición. Aunque causados principalmente por la relaxina, hormona de origen ovárico, ésta actúa sinérgicamente con los estrógenos y la progesterona. Su efecto principal se ejerce sobre las estructuras colágenas de la pelvis y periné, que se ablandan a causa de un mayor contenido de agua y de la disgregación de las acumulaciones de colágeno más grandes. En la vaca una evidencia externa importante de estos cambios es que a cada lado de la base de la cola se produce una depresión (por relajación del ligamento sacrociático) y ocurre tumefacción de la vulva y de la piel circundante. Los cambios internos similares ablandan el tejido conectivo del cuello uterino y del tracto reproductivo caudal. En algunas especies hay un debilitamiento de la sínfisis pelviana que puede llegar a la disolución completa en el cobayo. En los animales domésticos las modificaciones articulares importantes se confinan al aflojamiento de la articulación sacroilíaca.

Las obstrucciones esqueléticas y de partes blandas son impedimentos para la *parición*. Las obstrucciones esqueléticas, más importantes en los animales más grandes en las cuales el feto, por lo general único, es grande en relación con el canal del parto, se consideran en capítulos ulteriores. Los impedimentos principales de partes blandas son el cuello uterino, la unión vaginovestibular relativamente indistensible y la vulva; todos estos elementos son ablandados por influencias hormonales antes de la parición y se dilatan frente al avance del feto mediante una cuña formada por las membranas llenas de líquido.

Después de la parición los órganos tienden a volver a su estado anterior, aunque por lo general la primera preñez deja un legado permanente de un mayor tamaño y engrosamiento de todo el tracto, desaparición de la simetría virginal y, muchas veces, un daño en el cuello y la vulva. La pared uterina estirada se contrae directamente después de la parición y el órgano pierde gran parte del peso que había aumentado durante la gestación a los pocos días de la parición. Aunque a partir de entonces la involución es más lenta, puede continuar hasta que el útero es temporariamente más pequeño que su tamaño usual mientras la lactación continúa (sobreinvolución).

Es difícil separar los cambios debido a la edad de los que producen las preñeces reiteradas en animales que han tenido una vida reproductiva activa. Muchas veces el tracto de los animales más viejos tiene mayor tamaño, es más duro y asimétrico, el endometrio es pigmentado (por diapedesis de sangre durante la hiperemia), las arterias tienen más circunvoluciones y son más prominentes y existen signos de traumatismo cervical y vulvar. Aunque los ovarios no se lesionan en la gestación, a menudo se deforman con la edad y muchos animales más viejos tienen adherencias adventicias entre los ovarios y sus sujeciones peritoneales.

Antes de cerrar este apartado conviene recordar la oportuna advertencia de Short de que la preñez suele seguir al estro en los mamíferos silvestres; se trata del resultado natural y no de un acontecimiento especial y ni siquiera inusual, como muchas versiones parecerían sugerir. La repetición del ciclo, común en las circunstancias en que se mantiene a muchos animales domésticos, es la que se desvía del patrón normal de la función reproductiva. La ausencia o la infrecuencia relativa de gestaciones explicaría, al menos en parte, la mayor propensión a los trastornos de la reproducción que se observa en los animales domésticos y con mayor frecuencia todavía en las mujeres.

6

Glándulas endocrinas

Las glándulas endocrinas o sin conducto son las que descargan sus productos secretorios (hormonas) en la sangre, linfa o líquidos texturales que los transportan a los órganos efectores que responden a las instrucciones que estos productos representan. Cada glándula tiene su función particular y distintiva; en conjunto, las glándulas colaboran con el sistema nervioso en el mantenimiento del ambiente interno y en la obtención de las respuestas generales y específicas apropiadas a los estímulos procedentes de fuentes externas e internas.

El estudio de la anatomía de las glándulas, producción y química de las hormonas, respuestas de los órganos efectores y complicada interacción de los diversos tejidos endocrinos entre ellos y con el sistema nervioso se denomina endocrinología. La endocrinología es una de las ramas más importantes y en la actualidad más activas de la biología y, puesto que sus trastornos son comunes en clínica médica, no se debe juzgar su importancia por la brevedad de este capítulo, que, en esencia, concierne a la anatomía macroscópica de las glándulas.

Para algunos autores, todos estos órganos juntos constituyen un "sistema endocrino". Aunque no existe ninguna objeción seria a esta práctica, recuérdese que los componentes, a diferencia de los de otros sistemas orgánicos, están diseminados, no tienen continuidad física y poseen orígenes embriológicos muy diversos. Sólo están unidos por los patrones similares en la manera de regir a otros órganos y por algunos rasgos estructurales comunes como el carácter epitelioide de las células secretorias, la ausencia de conductos de drenaje, la escasez de elementos de sostén, la abundante cantidad de vasos y la íntima asociación con los vasos sanguíneos u otros medios de transporte.

En la práctica se pueden reconocer tres tipos de órganos endocrinos. El primero comprende los pocos órganos individuales de índole endocrina primaria: hipófisis, pineal y las glándulas tiroides, paratiroides y suprarrenales. El segundo comprende los órganos que combinan funciones endocrinas primordiales con otras funciones relacionadas con ellas: páncreas, testículos, ováricos y placenta. El último comprende órganos cuya función primaria es muy distinta pero con un componente endocrino menos notorio; los riñones y el tracto gastrointestinal son los mejores ejemplos, pero también se conocen otros y se postulan otros más.

Los conocimientos actuales sobre las funciones endocrinas han sido obtenidos en parte por observaciones en pacientes humanos y animales que presentaban trastornos de estas glándulas y en parte por medio de estudios experimentales. Aunque todavía falta descubrir mucho, ya es evidente que existen notables diferencias entre las especies.

HIPÓFISIS

La hipófisis o glándula pituitaria se describe a veces como el órgano endocrino maestro porque produce ciertas hormonas que influyen directamente sobre las actividades de otras glándulas endocrinas. Su situación como apéndice del encéfalo también señala su importancia como puesto retransmisor entre los mecanismos nerviosos y humorales que juntos controlan ciertas funciones.

La hipófisis es un cuerpo elipsoide oscuro que mide aproximadamente 1 × 0,75 y × 0,5 cm en el perro de tamaño mediano. Está suspendida debajo del hipotálamo por un tallo estrecho y frágil y asienta en una depresión (fosa hipofisaria) del piso del cráneo que está definida por una cresta ósea rostral y una caudal. La glándula está revestida directamente por una

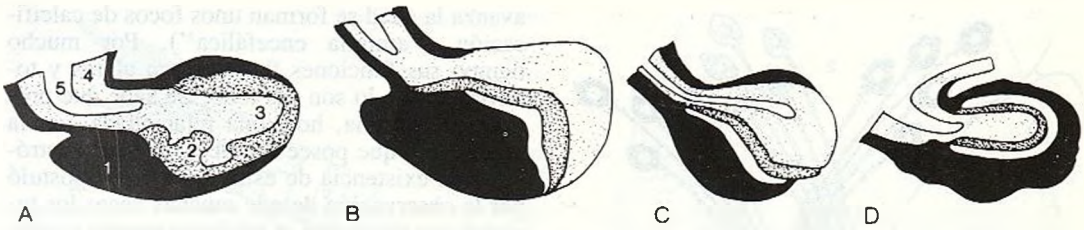


Fig. 6-1. Cortes medianos de la hipófisis del caballo (*A*), buey (*B*), cerdo (*C*) y perro (*D*).

1, adenohipófisis; 2, parte intermedia; 3, neurohipófisis; 4, tallo hipofisario; 5, receso del tercer ventrículo.

cubierta de duramadre que también tapiza la depresión y corre desde sus márgenes para rodear el tallo hipofisario y confinarlo por todos lados; esta disposición (diafragma selar) hace que sea por demás difícil extraer el encéfalo con la hipófisis intacta en las necropsias.

Ciertos otros rasgos topográficos revisten interés clínico o experimental. A cada lado de la hipófisis existe un amplio conducto venoso (seno cavernoso) que provee una conexión longitudinal entre el plexo oftálmico (y, por ende, las venas de la cara) en el lado rostral y la vena yugular externa y el plexo venoso vertebral en el lado caudal (p. 327); los senos transverso (intercavernoso) delante y detrás de la glándula completan un anillo venoso circundante. La arteria carótida interna (o el vaso emisario de la rete mirabile que la reemplaza en el gato, los rumiantes y el cerdo [p. 327]) corre a través del seno cavernoso para unirse al círculo arterial que está debajo del encéfalo. El quiasma óptico es directamente rostral respecto de la hipófisis (fig. 8-29 [24,21)] mientras que lateralmente, junto al seno cavernoso, corren los nervios craneanos que inervan los anexos del ojo (oculomotor, troclear, oftálmico y abductor [abducens] ns). El aumento fisiológico del tamaño de la hipófisis, que ocurre en el embarazo, o el crecimiento patológico puede presionar sobre estas estructuras, en particular los nervios ópticos. Los rasgos topográficos específicos afectan la manera de expansión y el abordaje quirúrgico más convincente. Éste se hace por vía nasal y a través del seno esfenoidal (dentro de la base del cráneo, en un sitio rostroventral respecto de la fosa hipofisaria) en el ser humano, pero de manera más directa desde abajo, por la boca, faringe y esfenoides en el perro. En el cerdo se utilizó un abordaje temporal.

Aunque la hipófisis aparenta ser un órgano unitario sólido, comprende partes de orígenes y funciones muy distintas y también incluye ciertos espacios. Una parte, la neurohipófisis (lóbulo posterior), se forma mediante una prolongación descendente del hipotálamo; el tallo que persiste como conexión con el encéfalo comprende una extensión del tercer ventrículo. La otra parte, adenohipófisis (lóbulo anterior) está formada por una evaginación epitelial del techo de la boca en vías de desarrollo. Contiene un espacio vestigial aplanado, la hendidura hipofisaria; el tejido más caudal que la hendidura está aplicado directamente contra la neurohipófisis y se lo distingue como la pars intermedia (lóbulo intermedio). Las relaciones topográficas de los tres "lóbulos" exhiben algunas diferencias entre las especies, pero sólo deberían interesar a pocos lectores (fig. 6-1).

La adenohipófisis elabora varias hormonas que comúnmente se designan con siglas: hormona del crecimiento (somatotrófica, ATH); hormonas gonadotróficas, como foliculoestimulante (FSH) y luteinizante (LH); hormona adrenocorticotrófica (ACTH); hormona tiroestimulante (TSH) y prolactina. El lóbulo intermedio produce intermedia, que es una hormona estimulante de los melanóforos (MSH). La producción de todas estas hormonas es regida por hormonas reguladoras hipofisotropas (factores liberadores o inhibidores) producidos por células neurosecretorias de ciertas áreas del hipotálamo; estos productos se transportan por los axones de las células para su descarga en los vasos portales hipofisarios, que los llevan a una segunda red capilar que está en la glándula efectora (la adenohipófisis) (fig. 6-2).

Las hormonas almacenadas y liberadas después hacia la circulación por la neurohipófisis comprenden oxitocina y vasopresina. La oxitocina estimula la contracción de la musculatura lisa del útero y de las células mioepiteliales de la ubre. La vasopresina estimula la vasoconstricción y promueve la reabsorción de líquido por los riñones. Estas sustancias son producidas por células neurosecretorias que están dentro de los núcleos supraópticos y paraventriculares del hipotálamo y se conducen por los axones para su liberación directa en el lecho capilar neurohipofisario (fig. 6-2[A]).

La adenohipófisis y la neurohipófisis están vascularizadas por separado. Esta última es irrigada por pequeñas ramas procedentes de la arteria carótida interna (o un vaso sustitutivo) y del círculo arterial del encéfalo, en tanto que

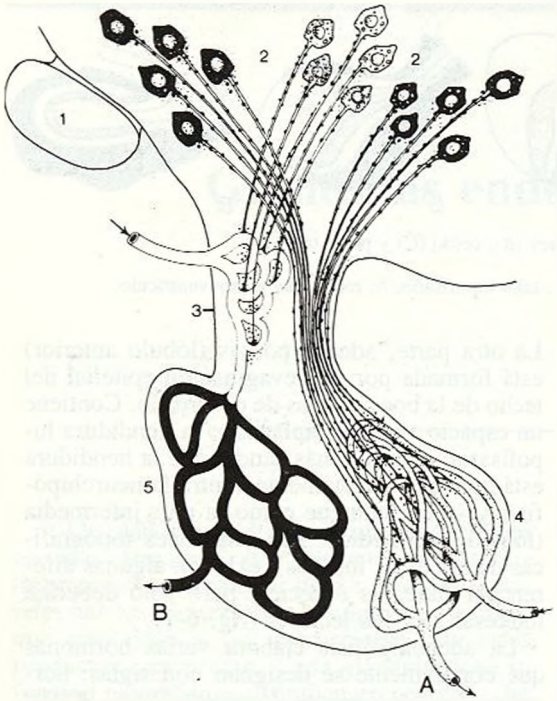


Fig. 6-2. Conexiones entre el hipotálamo y la hipófisis. *A*, los productos neurosecretorios de los núcleos hipotalámicos se transportan a la hipófisis y de allí pasan a la circulación general. *B*, los productos neurosecretorios se transportan desde los axones de las células neurosecretorias hipotalámicas hasta la adenohipófisis por medio de una circulación portal.

1, quiasma óptico; 2, núcleos hipotalámicos; 3, tallo hipofisario; 4, neurohipófisis; 5, adenohipófisis.

la primera es irrigada indirectamente por las arterias hipofisarias rostrales, también ramas de la carótida interna, que se agotan en el piso del hipotálamo, donde la sangre pasa a través del tallo mediante un sistema portal de venas. La red capilar de la adenohipófisis drena con posterioridad en el seno cavernoso.

GLÁNDULA PINEAL

La glándula pineal o epífisis, así llamada porque semeja un cono de pino, es una pequeña saliencia oscura de la cara dorsal del encéfalo en el extremo caudal del techo del tercer ventrículo, directamente delante de los colículos rostrales (figs. 8-29[11] y 8-38[11]). En ciertas especies se relaciona con una gran evaginación (receso epifisario) de la pía-ependimo que sirve de techo para el ventrículo. Está oculta entre los hemisferios cerebrales y el cerebelo en el encéfalo intacto.

La epífisis es sólida pero no siempre homogénea porque muchas veces a medida que avanza la edad se forman unos focos de calcificación ("arenilla encefálica"). Por mucho tiempo sus funciones fueron poco claras y todavía hoy no lo son del todo. Se sabe que produce melatonina, hormona relacionada con la serotonina, que posee un efecto antigonadotrófico. La existencia de esta hormona se postuló por la observación de que muchas veces los tumores que destruyen el tejido secretorio se asocian con pubertad precoz. La epífisis también funciona como un "reloj biológico" que regula la variación de la actividad gonadal a largo (estacional) y a corto plazo (diurna).

GLÁNDULA TIROIDES

La glándula tiroides está aplicada sobre la tráquea, directamente detrás de la laringe y a veces superpuesta a ella. Su forma varía mucho porque en el perro y el gato consiste en masas separadas no conectadas por un istmo (fig. 6-3*A*), en el caballo los lóbulos pares están ampliamente disociados pero se comunican con un istmo insustancial (fig. 6-3*B*), en los bovinos los lóbulos están conectados por un ancho istmo de tejido parenquimatoso (fig. 6-3*C*), mientras que en los pequeños rumiantes el istmo es inconstante y, si existe, en una simple rienda de tejido conectivo. En otras especies el tiroides tiene una forma más compacta y exhibe un lóbulo mediano relativamente grande (piramidal), además de los lóbulos laterales. Esto, que se observa en el cerdo y el hombre, provee una cobertura para la tráquea que se extiende hasta la entrada del tórax (fig. 6-3*D*) y esto explica el nombre que se asigna a la glándula.*

La glándula se origina en un engrosamiento mediano de la parte del piso de la faringe que contribuye a la formación de la lengua (p. 155). El primordio se extiende en dirección caudal sobre la superficie ventral de la tráquea antes de dividirse en su vértice en prolongaciones divergentes que se extienden dorsolateralmente para llegar al límite comprendido entre la tráquea y el esófago (fig. 6-4[2]). En la mayoría de los mamíferos la conexión con la lengua en vías de desarrollo (conducto tirogloso) nunca es patente y luego involuciona por entero.

La glándula madura está encerrada por una cápsula de tejido conectivo que se inserta laxamente en los órganos vecinos. Su sustancia, por lo general de color rojo ladrillo, tiene una textura un tanto granular por los múltiples folículos cerrados que la componen. En algunas especies (bovinos) imparten al órgano intacto un aspecto irregular, pero en otros (perro) la superficie es muy lisa. El tejido es relativamente

* Del griego *thyreos*, escudo.

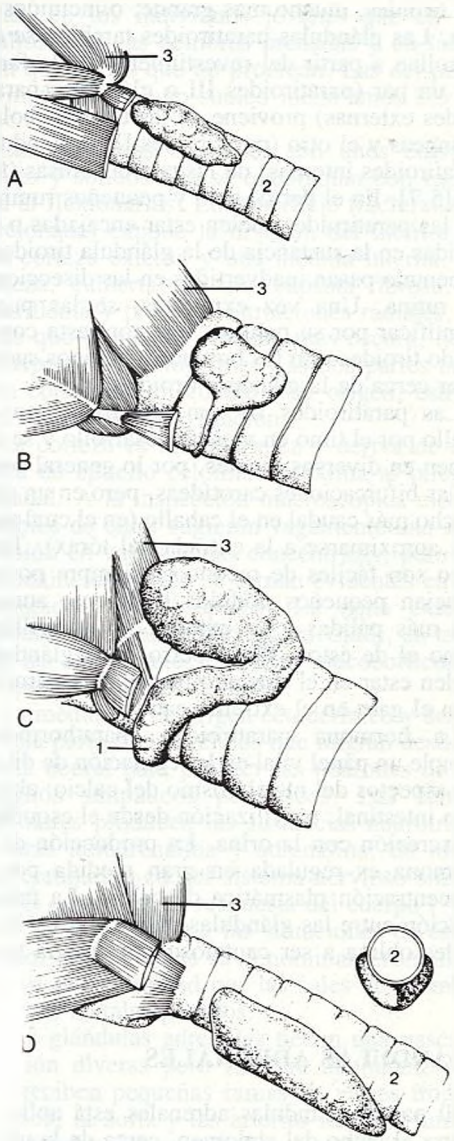


Fig. 6-3. Glándulas tiroides del perro (*A*), caballo (*B*), buey (*C*) y cerdo (*D*). El detalle de *D* ilustra la conexión subtraqueal en un corte transversal en el cerdo.

1, istmo; 2, tráquea; 3, cricofaríngeo.

firme y esta consistencia, junto con su forma, tamaño y localización, permite identificar los lóbulos en las especies más grandes palpando la parte caudal de la laringe. En cambio no se palpan en el perro sano.

El tamaño de la glándula tiroides es muy variable, pues depende en gran medida del contenido de yodo de la dieta; cuando este contenido es deficiente, puede sobrevenir agrandamiento (bocio) y en algunas partes del mundo se acostumbra agregar yodo a la sal de mesa como medida preventiva. En los perros el peso relativo del tiroides puede variar en un factor de hasta seis, aunque en la actualidad el creciente uso de alimentos comerciales (de composición uniforme) tiende a reducir esta variación. Las dimensiones medias en los perros de mediano tamaño son del orden de 6 × 1,5 × 0,5 cm. A veces existen masas accesorias de tejido tiroideo a lo largo de la tráquea cervical y en ocasiones son arrastradas al tórax con el descenso del corazón.

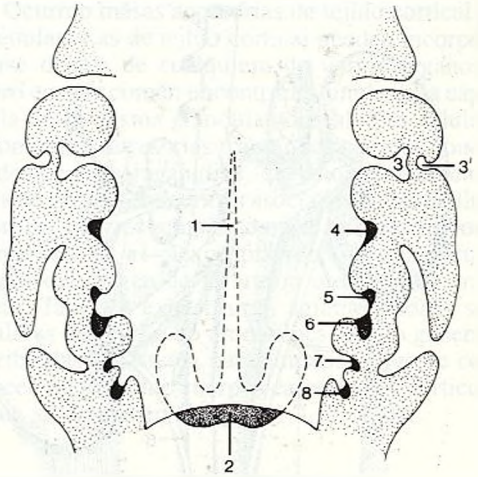


Fig. 6-4. Primordios faríngeos de ciertas estructuras endocrinas (vista dorsal esquemática).

1, conducto tirogloso; 2, glándula tiroides; 3, primera bolsa faríngea; 3', meato acústico externo; 4, amígdala palatina (segunda bolsa), 5, paratiroides III; 6, timo; 7; paratiroides IV; 8, cuerpo ultimobranquial.

La glándula es irrigada principalmente por la arteria tiroidea craneal, que nace en la carótida común y se arquea en torno del polo craneal. Por lo general la arteria tiroidea caudal, que tiene un origen más proximal, hace un aporte subsidiario. En el perro estos dos vasos están conectados por una anastomosis sustancial a lo largo del margen dorsal. El drenaje venoso se cumple hacia la vena yugular interna. El tejido glandular recibe fibras simpáticas y parasimpáticas, las primeras a través de los ganglios cervicales craneales y las segundas por las ramas laríngeas de los nervios vagos. Las fibras son de predominio vasomotor y la desnervación influye poco sobre la actividad secretoria.

En el perro el drenaje linfático principal del tiroides ocurre por los nódulos cervicales profundos craneales (a veces incluso los del otro lado).

Las hormonas tiroideas, que intervienen en el metabolismo y crecimiento, son producidas por las células foliculares, que componen la mayor parte del parénquima. Se almacenan en el líquido folicular y luego se desdoblan para

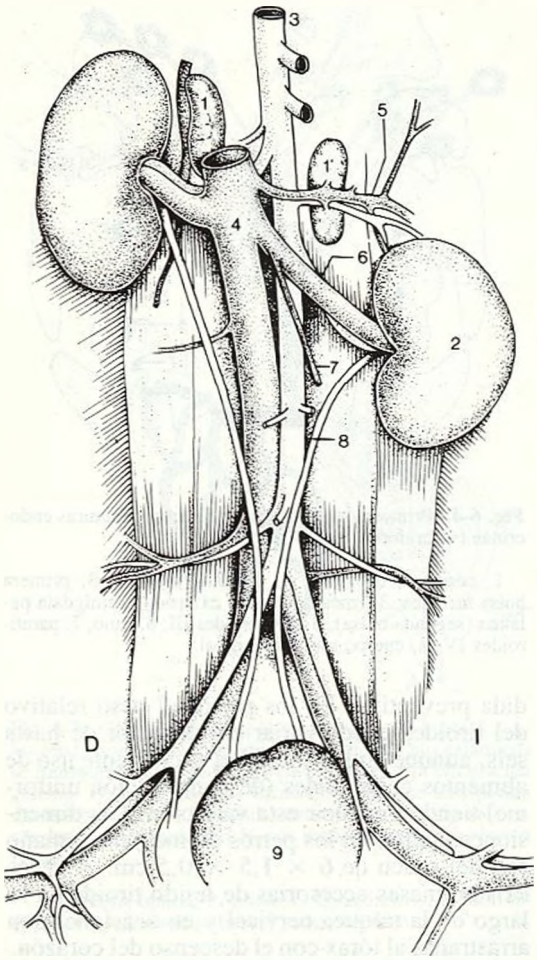


Fig. 6-5. Topografía de las glándulas adrenales caninas.

1, 1', glándulas adrenales derecha e izquierda; 2, riñón izquierdo; 3, aorta; 4, vena cava caudal; 5, vasos frenicoabdominales; 6, vasos renales; 7, venas ováricas; 8, uréter; 9, vejiga.

formar los productos finales que se liberan al torrente sanguíneo.

Una pequeña porción del parénquima consiste en células parafoliculares o células C. Estas células se originarían en los cuerpos ultimobranquiales que derivan en aglomeraciones epiteliales de las cuartas bolsas faríngeas que son invadidas por células de la cresta neural (fig. 6-4[8]). Las células C producen calcitonina, hormona antagonista de la hormona paratiroidea en algunas especies.

GLÁNDULAS PARATIROIDES

Suelen existir cuatro glándulas paratiroides, pequeños cuerpos epiteliales que están cerca del tiroides, mucho más grande, o incluidos en ella. Las glándulas paratiroides también se desarrollan a partir del revestimiento de la faringe: un par (paratiroides III o glándulas paratiroides externas) proviene de las terceras bolsas faríngeas y el otro (paratiroides IV o glándulas paratiroides internas) de las cuartas bolsas (fig. 6-4[5,7]. En el perro, gato y pequeños rumiantes las paratiroides suelen estar encajadas o incluidas en la sustancia de la glándula tiroides y a menudo pasan inadvertidas en las disecciones de rutina. Una vez expuestas, se las puede identificar por su palidez, que contrasta con el tejido tiroideo. En los bovinos y equinos suelen estar cerca de la glándula tiroides.

Las paratiroides III son arrastradas por el cuello por el timo en vías de desarrollo y se detienen en diversos niveles, por lo general cerca de las bifurcaciones carotídeas, pero en un sitio mucho más caudal en el caballo (en el cual pueden aproximarse a la entrada del tórax). Tampoco son fáciles de reconocer siempre porque semejan pequeños nódulos linfáticos, aunque son más pálidas y su exterior no es brillante como el de éstos. En el perro estas glándulas suelen estar en el extremo rostral de la tiroides y en el gato en el extremo caudal.

La hormona paratiroidea (parathormona) cumple un papel vital en la regulación de diversos aspectos del metabolismo del calcio: absorción intestinal, movilización desde el esqueleto y excreción con la orina. La producción de la hormona es regulada en gran medida por la concentración plasmática de calcio. La íntima relación entre las glándulas paratiroides y la tiroides obliga a ser cautelosos en cirugía tiroidea.

GLÁNDULAS ADRENALES

El par de glándulas adrenales está aplicado contra el techo del abdomen, cerca de la unión toracolumbar. Son retroperitoneales y por lo general más craneomediales que el riñón respectivo (más mediales en el caballo). Aunque se llaman así por esta relación, en realidad se hallan conectadas con mayor intimidad con los grandes vasos del abdomen –aorta a la izquierda, vena cava caudal a la derecha– y permanecen adheridas a ellos cuando los riñones se desplazan de la posición usual (p. ej., riñón izquierdo del rumiante, p. 678).

Aunque por lo general alargadas, a menudo las glándulas son asimétricas y muy irregulares pues están moldeadas sobre los vasos vecinos (fig. 6-5[1]). Es difícil especificar su tamaño ya que está influido por varios factores: son relativamente más grandes en los animales silvestres que en las formas domésticas emparen-

tadas, en los individuos jóvenes que en los adultos y en las hembras preñadas y en lactación que en las que no procrean. Las del perro de mediano tamaño suelen medir unos 2,5 × 1 × 0,5 cm.

Las glándulas adrenales son unos cuerpos firmes y sólidos que se quebrantan con facilidad al flexionarlos. La superficie fracturada (o seccionada) expone la división del interior en una corteza externa y una médula interna. La corteza, cubierta por una cápsula fibrosa, es amarillenta y presenta estriaciones radiales, en tanto que la médula, mucho más oscura, tiene un aspecto más uniforme. Las dos partes también contrastan en cuanto a su origen, estructura microscópica y función.

La corteza es mesodérmica y deriva de una placa de epitelio celómico próxima al pliegue gonadal. A la inspección macroscópica ciertos cambios de color sugieren vagamente una subdivisión en varias zonas concéntricas, pero estas distinciones sólo se tornan evidentes en los preparados microscópicos. La zona externa produce hormona mineralocorticoides, en tanto que las subyacentes elaboran glucocorticoides y ciertos esteroides sexuales.

La médula es de origen ectodérmico y deriva de una parte de las células que migran desde la cresta neural para proveer las neuronas de los ganglios simpáticos periféricos. Las células medulares producen las sustancias neurotransmisoras noradrenalina y adrenalina, de modo que comparten con el sistema nervioso simpático el control de la respuesta del cuerpo ("pelear" o "escapar") a las situaciones de estrés agudo. Estas células se denominan cromafines por su gran afinidad por las sales de cromo y de otros metales pesados.

Las glándulas adrenales tienen una vascularización diversa pero siempre abundante porque reciben pequeñas ramas de varios troncos vecinos, la aorta y las arterias renales, lumbares, frenicoabdominales* y mesentérica craneal. Después de perfundir la glándula la sangre se acumula dentro de una vena central de la cual unos vasos emisarios conducen a un hilio y desembocan en la vena cava caudal o en una tributaria de ésta. Aunque no es fácil encontrarlos, unos finos nervios de la corteza someten el tejido al control hipotalámico. Los fascículos nerviosos se demuestran con mayor facilidad en el interior de la médula; como corresponde, estos nervios son en su mayoría fibras preganglionares simpáticas que van a las células medulares, que son equivalentes a las neuronas posganglionares de otras partes.

* Los autores dan el nombre de arteria frenicoabdominal al tronco común que forman las arterias frénica caudal y abdominal craneal en el perro.

Ocurren masas accesorias de tejido cortical y medular. Las de tejido cortical pueden incorporarse dentro de cualquiera de varios órganos, pero es más común encontrarlas unidas a la cápsula de la misma glándula adrenal. Las células cromafines accesorias forman los cuerpos conocidos como paraganglios, que son aglomeraciones de células endocrinas asociadas en particular con los nervios simpáticos; un ejemplo importante está en el plexo aplicado sobre la aorta, cerca del origen de la arteria mesentérica craneal. También existen unas aglomeraciones similares de células no cromafines, por lo general atribuidas al sistema parasimpático, que se conocen mejor como cuerpos carotídeos y aórticos (que se describen en el cap. 7, p. 250).

OTROS TEJIDOS ENDOCRINOS

Los otros tejidos endocrinos están incorporados en órganos de función compuesta. El ejemplo más familiar es el componente endocrino del páncreas, los islotes pancreáticos, también conocidos como islotes de Langerhans. Ya se describió la anatomía general del páncreas (p. 152). El componente endocrino comprende muchos centenares o millares de islotes de tamaño variable distribuidos con irregularidad en el tejido exocrino predominante. Normalmente los islotes no se ven a simple vista, pero los más grandes (del tamaño de una cabeza del alfiler) se evidencian aplicando colorantes intravitales. El tejido de los islotes tiene el mismo origen que el páncreas, exocrino y brota de los cordones epiteliales en una etapa inicial, pero conserva su solidez, mientras que el resto del "árbol" se canaliza.

Las células de los islotes son de varios tipos (se discute en cantidad exacta) y las más numerosas son las de los tipos alfa y beta, que producen glucagón o insulina, respectivamente. Estas hormonas afectan el metabolismo de los carbohidratos y su papel se conoce mejor por la diabetes que ocurre cuando el tejido de los islotes produce insuficiente cantidad de insulina. Otras células menos numerosas elaboran gastrina; en cambio, todavía se discuten la distinción y las funciones de otros tipos celulares más. Las frecuencias relativas de los distintos tipos no son las mismas en todas las partes del páncreas y se cuenta con ciertas evidencias de que existen relaciones distintas en las partes originadas en los primordios dorsal y ventral.

En el capítulo 5 se mencionaron los componentes endocrinos y las funciones de los testículos (p. 206), ovarios (p. 219) y placenta (p. 221).

Los componentes endocrinos de otros órganos son más aislados todavía y no hemos de

describirlos porque no tienen representación macroscópica. Los ejemplos más importantes son las aglomeraciones celulares productoras de renina en el riñón y las diversas células enteroendocrinas diseminadas en los epitelios gástrico e intestinal. La cantidad, distinciones y funciones de los tipos celulares anteroendocrinos no se conocen bien. Aunque en su mayor parte están diseminadas de a una, estas células son tan numerosas que constituirían una glándula considerable si se las agrupase. Se considera que pertenecen al llamado sistema celular APUD (que ahora se sabe que son de origen endodérmico y no neuroectodérmico como se presumía antes) y se cree que producen gastrina, secretina, glucagón, péptido intestinal vasoactivo, péptido inhibidor gástrico y varias otras hormonas.

7

Sistema cardiovascular

Los sistemas vasculares sanguíneo y linfático se combinan en un solo encabezamiento, angiología en la terminología oficial. En sentido estricto, angiología significa el estudio de los vasos, pero sus alcances pueden ampliarse por razones de conveniencia para incluir el corazón, bazo y diversos órganos linfáticos, además de las arterias, venas y otros vasos.

El sistema circulatorio es esencial en todo organismo que exceda el tamaño relativamente trivial en que la difusión es suficiente para entregar el combustible metabólico y otras sustancias que los tejidos requieren y retirar sus productos, sean desechos para excretar o materiales que se utilizan en otra parte del organismo. Obviamente la masa crítica tiene que variar de acuerdo con el grado de actividad metabólica. Esta masa se alcanza rápidamente en el embrión de mamífero en rápido crecimiento, en el cual el sistema circulatorio, aunque no es el primero que se forma, es el primer sistema corporal que alcanza un "estado de trabajo".

Los órganos circulatorios y las células sanguíneas tienen un origen común en aglomeraciones de células mesenquimáticas que aparecen por primera vez en la pared del saco vitelino. Las células más externas de estos "islotes sanguíneos" se aplanan y se disponen a modo de un endotelio que reviste espacios en los cuales las células remanentes, hemocitoblastos o células sanguíneas primordiales, flotan en un plasma líquido. Los islotes que se forman primero no tardan en ser complementados por otros que aparecen en el mesodermo de la corioalantoides y dentro del cuerpo del embrión; a medida que las diversas placas se propagan y se unen, forman un sistema difuso de vasos comunicantes que a menudo se extiende más allá mediante ramificaciones a partir de los conductos existentes. Los vasos principales se forman así independientemente entre sí y en relación con la aparición y crecimiento de las regiones y órganos del embrión.

Puesto que no puede haber una circulación apropiada en este sistema mientras no se cuenta con un melio para bombear la sangre, es necesario que el corazón haga una aparición muy temprana. Se forma mediante diferenciación de conductos dentro de una parte del mesodermo que se conoce como área cardiógena. Esta área está delante de la placa oral del embrión discoide y los rudimentos del corazón se relacionan desde el principio con el más rostral de los espacios de tejido que más tarde confluyen para formar la cavidad celómica que divide la somatopleura de la esplacnopleura. El área cardiógena, que incluye los rudimentos del corazón y el pericardio, se pliega ventralmente y es arrastrada en dirección caudal en el proceso que convierte el disco embrionario en un cuerpo cilíndrico (p. 114). En esta etapa el corazón consiste en un par de tubos endoteliales (endocárdicos) dispuestos ventralmente respecto del intestino anterior, pero estos tubos no tardan en fusionarse para formar un solo órgano mediano que gradualmente se desplaza en dirección caudal hasta el nivel de los somitos torácicos (fig. 7-1[5,7]).

Desde el principio el corazón está conectado en un extremo con los vasos que se convierten en la aorta y en el otro con los que forman tres juegos de venas: las venas vitelinas (encefalomesentéricas) que drenan el saco vitelino, las venas umbilicales que drenan la placenta corioalantoica y las venas cardinales que drenan el cuerpo. La aorta ventral, que se continúa con el corazón, no tarda en unirse con un aorta dorsal formada independientemente mediante un sistema de arcos aórticos contenido dentro de los arcos branquiales a lateral de la faringe (fig. 7-2). Se puede seguir el origen de ciertas arterias de la anatomía del adulto desde los seis pa-

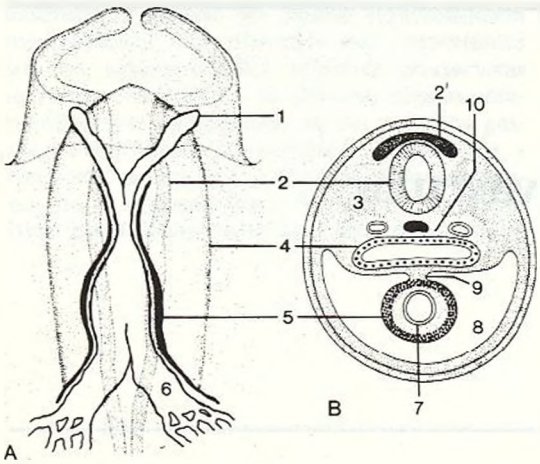


Fig. 7-1. *A*, vista ventral del extremo craneal de un embrión de cerdo de 15 días después de la fusión del tubo endocárdico. *B*, corte transverso de un embrión de 7 a 8 somitos realizado a nivel de 5.

1, primer arco aórtico; 2, tubo neural; 2', cresta neural; 3, somito; 4, intestino anterior; 5, pared epimiocárdica de los tubos endocárdicos fusionados; 6, vena vitelina; 7, tubo endocárdico; 8, cavidad pericárdica; 9, mesocardio dorsal; 10, notocorda y aorta dorsal.

res de arcos aórticos que se desarrollan (aunque no todos persisten), pero el lector deberá consultar libros de texto de embriología para conocer los detalles de este proceso y para una descripción de la evolución de las venas, que es más complicada todavía. Se debe advertir al lector que un rasgo característico del sistema circulatorio en vías de desarrollo es su capacidad para responder a los requerimientos funcionales cambiantes reorganizando su trama de vasos, siempre reteniendo las partes obsoletas hasta que sus sustitutos funcionen bien.

Las descripciones del desarrollo del corazón propiamente dicho (p. 243) y de los cambios particularmente dramáticos que ocurren en la circulación en el momento de nacer (p. 233) se hallarán más adelante en este capítulo.

CORAZÓN

El corazón (cor) es el órgano central que mediante contracciones rítmicas bombea sangre incesantemente a los vasos sanguíneos. En el adulto consiste en cuatro cámaras: atrio derecho, atrio izquierdo, ventrículo derecho y ventrículo izquierdo (fig. 7-3). Los dos atrios están separados por un tabique interno, al igual que los dos ventrículos, pero los atrios y los ventrículos de cada lado se comunican entre sí por medio de una gran abertura. Por lo tanto, el corazón consiste en dos bombas dispuestas en serie pero combinadas dentro de un solo órgano.

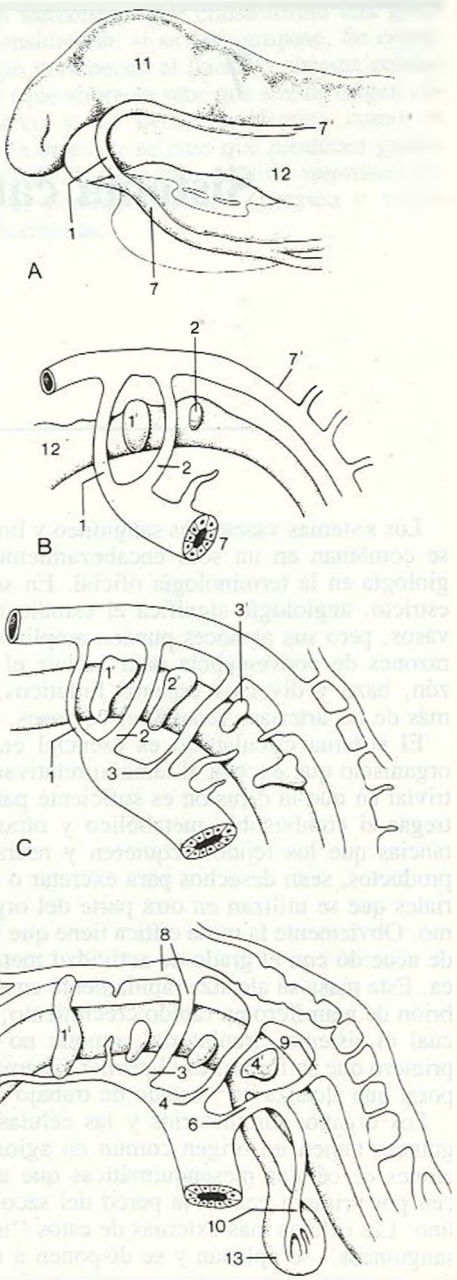


Fig. 7-2. Vista lateral izquierda de los arcos aórticos y su transformación. *A*, las aortas dorsal o ventral están conectadas con los primeros arcos aórticos. *B*, se han formado el primero y el segundo arcos aórticos. *C*, el primer arco empieza a desaparecer, el tercero se ha completado y se están desarrollando el cuarto y el sexto. *D*, el tercer arco y la parte craneal de la aorta dorsal se han convertido en arteria carótida interna, en tanto que el sexto da origen al tronco pulmonar y al conducto arterioso.

1-6, arcos aórticos; 1'-4', bolsas faríngeas; 7,7', aortas ventral y dorsal; 8, arteria carótida interna; 9, conducto arterioso; 10, arteria pulmonar izquierda; 11, vesícula encefálica; 12, intestino anterior; 13, esbozo pulmonar. (Rediseñado de Noden y de Lahunta, 1985.)

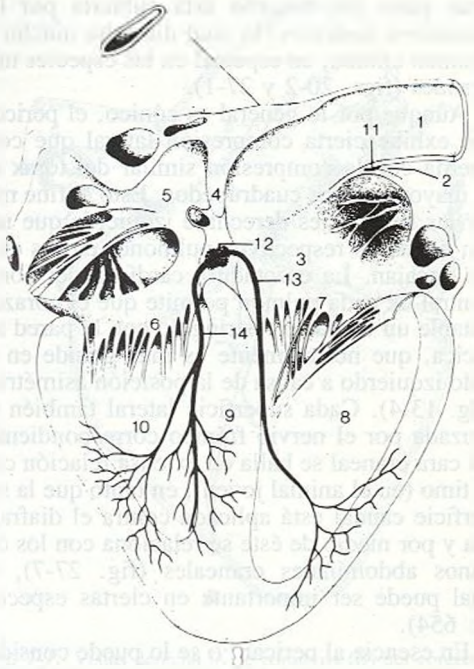


Fig. 7-3. Corte de corazón que expone los cuatro compartimentos.

1, vena cava craneal; 2, surco terminal; 3, atrio derecho; 4, tabique interatrial; 5, atrio izquierdo; 6, válvula atrioventricular izquierda; 7, válvula atrioventricular derecha; 8, ventrículo derecho; 9, tabique interventricular; 10, ventrículo izquierdo; 11, nódulo sinuatrial; 12, nódulo atrioventricular; 13, 14, ramas derecha e izquierda del fascículo atrioventricular.

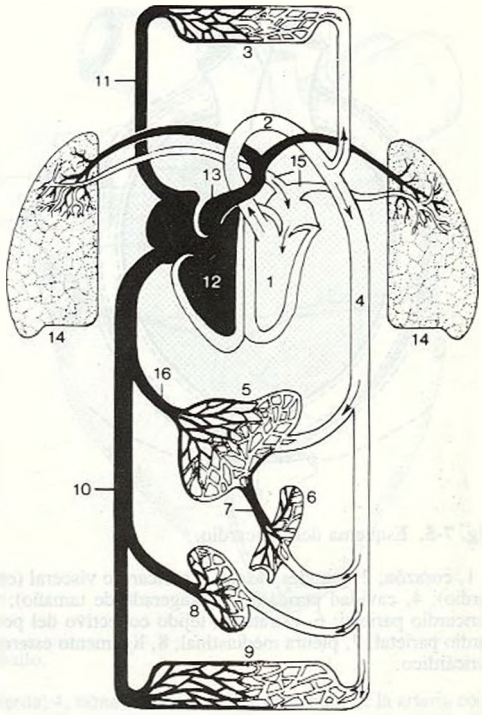


Fig. 7-4. Esquema de la circulación sistémica y pulmonar.

1, ventrículo izquierdo; 2, aorta; 3, lecho capilar de la cabeza, cuello y miembro torácico; 4, aorta abdominal; 5, hígado; 6, lecho capilar de los intestinos; 7, vena porta; 8, lecho capilar de los riñones; 9, lecho capilar de la parte caudal del cuerpo; 10, vena cava caudal; 11, vena cava craneal; 12, ventrículo derecho; 13, tronco pulmonar; 14, lecho capilar de los pulmones; 15, vena pulmonar; 16, venas hepáticas.

La bomba derecha recibe sangre desoxigenada ("venosa") del cuerpo y la impele dentro del tronco pulmonar, que la lleva a los pulmones para que se reoxigene; la bomba izquierda recibe la sangre oxigenada ("arterial") de los pulmones y la impele en la aorta, que la distribuye en el cuerpo una vez más (fig. 7-4).

El tamaño del corazón varía considerablemente de una especie a otra y también entre los individuos, pero como regla es relativamente más grande en las especies más pequeñas y en individuos más pequeños, aunque puede hipertrofiarse mucho por el ejercicio físico intenso. Como guía aproximada, puede decirse que representa un 0,75% del peso corporal, menos en los animales letárgicos y considerablemente más en atletas, como los caballos de carrera pura sangre y los galgos.

Topografía y pericardio

La arquitectura, forma y posición del corazón son similares en todos los mamíferos y, como la mayoría de las diferencias sólo tienen implicancias teóricas, se les prestará escasa atención en este capítulo. Las diferencias topográficas, en cambio, revisten importancia práctica porque modifican los métodos que se usan para hacer el examen clínico y para interpretar las evidencias que este examen provee; estos puntos se mencionarán en capítulos ulteriores.

El corazón se halla rodeado casi por completo por el pericardio (fig. 7-5). Éste está tan ajustado que se puede decir que su posición es la misma que la del corazón y es conveniente hacerlo porque lo que se relaciona directamente con las estructuras circundantes es el pericardio. El pericardio está en el mediastino, tabique que separa las cavidades pleurales derecha e izquierda (fig. 4-17*A*). Tiene una forma cónica y está situado asimétricamente en el tórax con su mayor parte (un 60%) a la izquierda del plano mediano (figs. 13-8 y 20-9). La base es dorsal y llega más o menos al plano horizontal (dorsal) que divide en dos a la primera costilla; en algunas especies (perro) está inclinado en diversa medida para mirar en dirección craneodorsal. La punta está cerca del esternón, frente al sexto cartílago cos-

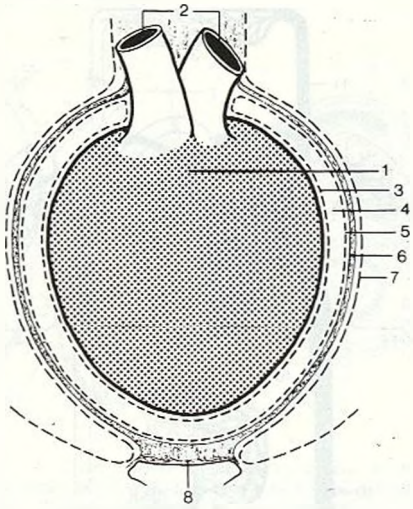


Fig. 7-5. Esquema del pericardio.

1, corazón; 2, grandes vasos; 3, pericardio visceral (epicardio); 4, cavidad pericárdica (exagerada de tamaño); 5, pericardio parietal; 6, estrato de tejido conectivo del pericardio parietal; 7, pleura mediastinal; 8, ligamento esternopericárdico.

tal. El eje mayor que une el centro de la base con la punta, por lo tanto, se halla inclinado en dirección caudoventral, con cierta desviación hacia la izquierda impuesta por la orientación desviada (fig. 7-6). La proyección del pericardio en la pared torácica se extiende más o menos entre las costillas tercera y sexta; de esto se desprende que gran parte del corazón está cubierta por los miembros torácicos, lo cual dificulta mucho el examen clínico, en especial en las especies más grandes (figs. 20-2 y 27-1).

Aunque por lo general es cónico, el pericardio exhibe cierta compresión lateral que concuerda con la compresión similar del tórax en la mayoría de los cuadrúpedos. Esto define mejor las superficies derecha e izquierda que miran hacia los respectivos pulmones en los cuales encajan. La escotadura cardíaca del borde ventral de cada pulmón permite que el corazón entable un contacto restringido con la pared torácica, que normalmente es más grande en el lado izquierdo a causa de la posición asimétrica (fig. 13-4). Cada superficie lateral también es cruzada por el nervio frénico correspondiente. La cara craneal se halla en extensa relación con el timo (en el animal joven), en tanto que la superficie caudal está aplicada contra el diafragma y por medio de éste se relaciona con los órganos abdominales craneales (fig. 27-7), lo cual puede ser importante en ciertas especies (p. 654).

En esencia al pericardio se lo puede considerar un saco seroso invaginado tan profundamente por el corazón que su luz ha quedado reducida a una mera hendidura capilar (fig. 7-5[4]). El espacio contiene líquido seroso, normalmente justo lo suficiente como para permitir el fácil movimiento de la pared cardíaca contra su cubierta. Las hojas visceral y parietal del pericardio se continúan mutuamente en una complicada reflexión que corre sobre los atrios y las

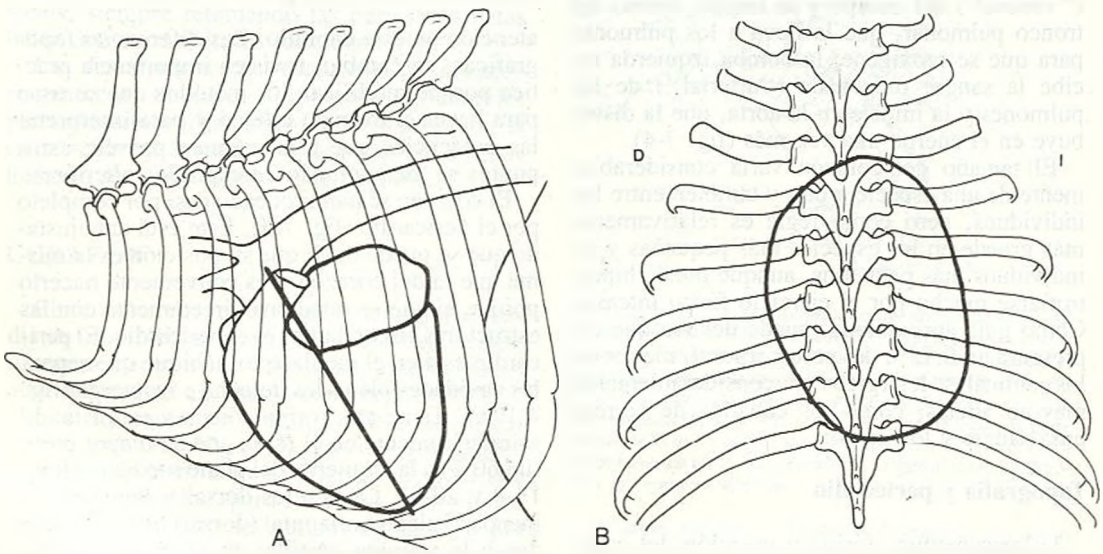


Fig. 7-6. Esquematización de la posición del corazón canino basada en radiografías. *A*, vista lateral izquierda; se indica el eje mayor del corazón inclinado en dirección caudoventral (línea recta). *B*, vista ventrodorsal que muestra la posición asimétrica del corazón.

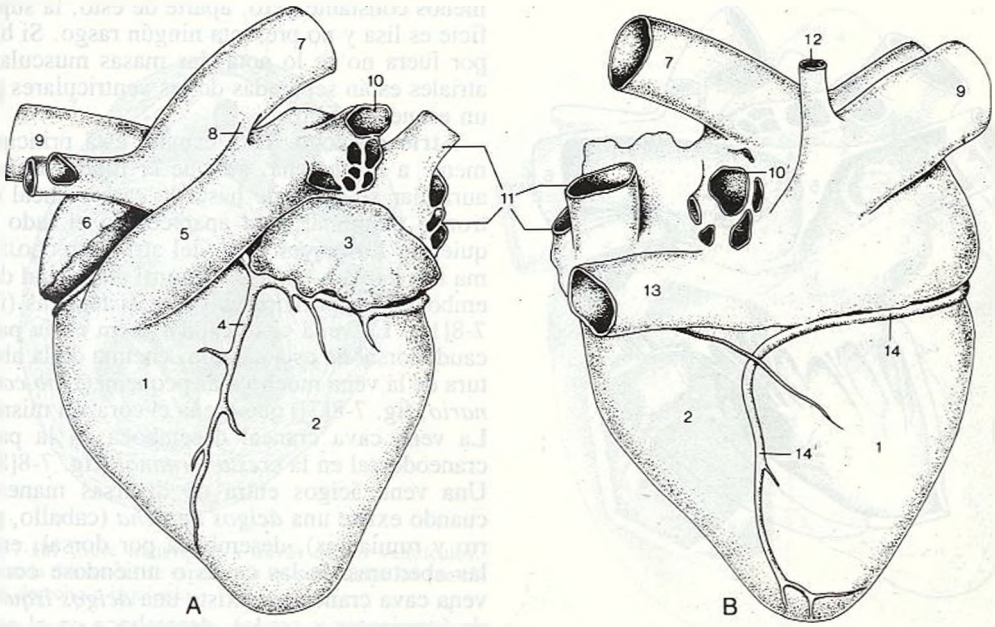


Fig. 7-7. Vistas derecha (*A*) e izquierda (*B*) del corazón del caballo.

1, ventrículo derecho; 2, ventrículo izquierdo; 3, aurícula izquierda; 4, rama interventricular paraconal de la arteria coronaria izquierda; 5, tronco pulmonar; 6, aurícula derecha; 7, aorta; 8, ligamento arterioso; 9, vena cava craneal; 10, 10', arterias pulmonares izquierda y derecha; 11, venas pulmonares; 12, vena ácigos derecha; 13, vena cava caudal; 14, arteria coronaria derecha; 14', rama interventricular subsinusal de la arteria coronaria derecha.

raíces de los grandes vasos. La hoja visceral está adherida con tanta firmeza a la pared del corazón que se la podría describir como un componente de ésta, es decir, el epicardio. La hoja parietal posee una gruesa cubierta fibrosa externa (fig. 7-5[6]) que se fusiona con la adventicia de los grandes vasos en su lado dorsal y se continúa con un ligamento en la punta ventral del saco. Éste suele insertarse en el esternón (*ligamento esternopericárdico*, fig. 7-5*B*), pero lo hace en el diafragma (*ligamento frenicopericárdico*) en las especies en las cuales el eje cardíaco es más oblicuo. Estas inserciones restringen mucho la movilidad del corazón, aunque con cada excursión respiratoria tiene lugar un pequeño movimiento.

Aunque el pericardio se distorsiona de acuerdo con la forma cambiante del corazón durante el ciclo cardíaco, su componente fibroso impide toda distensión importante a corto plazo. Puede estirarse a lo largo de períodos mayores si el corazón se agranda por el ejercicio o una enfermedad o si se acumula un derrame o pus dentro de la cavidad pericárdica.

Anatomía general del corazón

La base del corazón está constituida por los atrios, cavidades de finas paredes nítidamente separadas de los ventrículos por el *surco coronario* que contiene los troncos principales de los vasos coronarios dentro de una cubierta de grasa. Los atrios derecho e izquierdo se combinan en una formación en U que rodea el origen de la aorta; esta formación se halla interrumpida en su parte craneal izquierda, donde cada atrio termina en un apéndice libre en fondo de saco, la aurícula (fig. 7-7*A*[6,3]), que se superpone al origen del tronco pulmonar. Muchas veces los márgenes de los atrios son dentados.

Los ventrículos proveen una parte mucho más grande del corazón que también es mucho más firme porque sus paredes son más gruesas. Aunque los ventrículos están fusionados por fuera, sus extensiones separadas están definidas por unos surcos poco profundos que descienden hacia la punta. El *surco* izquierdo (*paraconasal*) corre cerca de la cara craneal del corazón (fig. 7-7*A*[4]) y el *surco* derecho (*subsinusal*) está cerca de la cara caudal (fig. 7-7*B*[14']); ambos contienen vasos importantes que siguen los bordes del tabique interventricular y juntos revelan la disposición asimétrica de los ventrículos. La cámara derecha está en el lado craneal y a la derecha de la cámara izquierda (fig. 7-10). Otras ramas adicionales de los vasos coronarios se extienden a cierta distancia sobre la superficie ventricular de manera

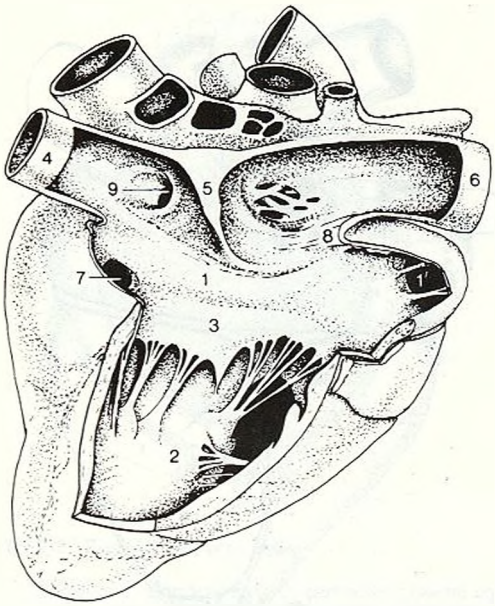


Fig. 7-8. Vista general del interior del atrio y ventrículo derechos.

1, atrio derecho; 1', aurícula derecha; 2, ventrículo derecho; 3, válvula atrioventricular derecha; 4, vena cava caudal; 5, tubérculo intervenoso; 6, vena cava craneal; 7, seno coronario; 8, cresta terminal; 9, fosa oval.

menos constante pero, aparte de esto, la superficie es lisa y no presenta ningún rasgo. Si bien por fuera no se lo nota, las masas musculares atriales están separadas de las ventriculares por un esqueleto fibroso.

Atrio derecho. Esta cámara está principalmente a la derecha, aunque el fondo de saco auricular se extiende hasta la cara craneal del tronco pulmonar para aparecer en el lado izquierdo. La mayor parte del atrio derecho forma una cámara (sinus venarum) en la cual desembocan las principales venas sistémicas (fig. 7-8[1]). La vena cava caudal entra en la parte caudodorsal de esta cámara, encima de la abertura de la vena mucho más pequeña (*seno coronario*, fig. 7-8[7]) que drena el corazón mismo. La vena cava craneal desemboca en la parte craneodorsal en la *cresta terminal* (fig. 7-8[8]). Una vena ácigos entra de diversas maneras; cuando existe una *ácigos derecha* (caballo, perro y rumiantes), desemboca por dorsal, entre las aberturas de las cavas o uniéndose con la vena cava craneal; si existe una *ácigos izquierda* (rumiantes y cerdo), desemboca en el seno coronario cerca de la terminación de éste, después de haber rodeado la cara caudal de la base desde el lado izquierdo (fig. 7-9*A*[12]).

El interior del atrio es liso entre las entradas de las venas, que no son obstruidas por válvulas. Su techo se sumerge entre las aberturas de

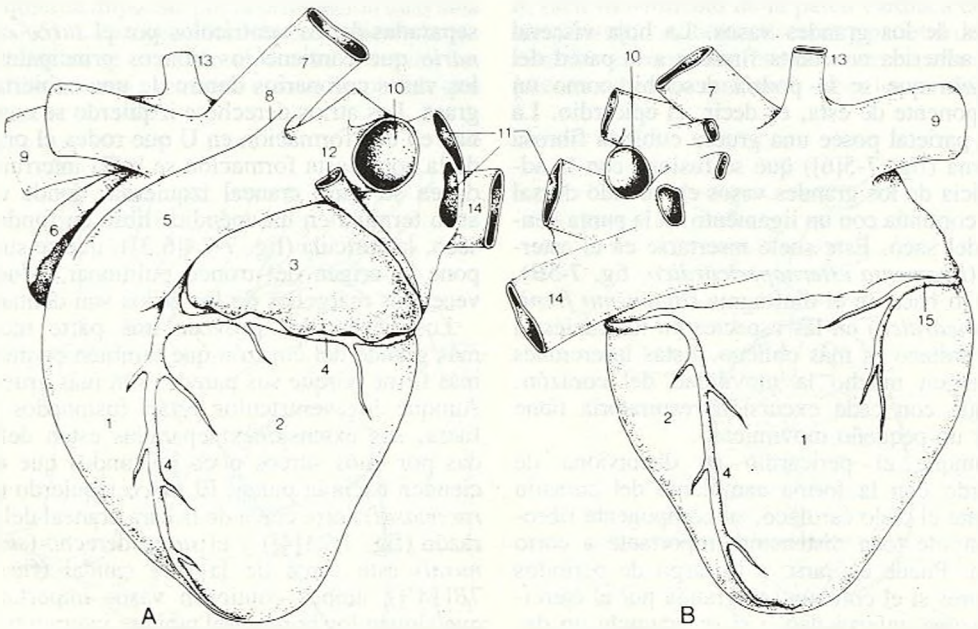


Fig. 7-9. Vistas izquierda (*A*) y derecha (*B*) del corazón bovino.

1, ventrículo derecho; 2, ventrículo izquierdo; 3, aurícula izquierda; 4, rama interventricular paraconal de la arteria coronaria izquierda; 4', rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda; 4'', rama interventricular subsinusal de la arteria coronaria izquierda; 5, tronco pulmonar; 6, aurícula derecha; 7, aorta; 8, ligamento arterioso; 9, vena cava craneal; 10, 10', arterias pulmonares izquierda y derecha; 11, venas pulmonares; 12, vena ácigos izquierda; 13, vena ácigos derecha; 14, vena cava caudal; 15, arteria coronaria derecha.

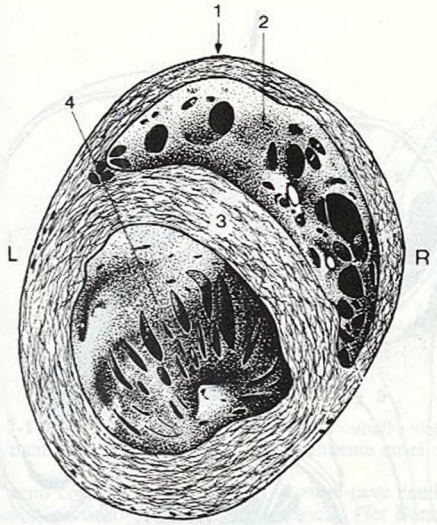


Fig. 7-10. Corte transversal a través de los ventrículos. Nótese la diferencia de espesor de las paredes de los ventrículos derecho e izquierdo.

1, punto más craneal; 2, ventrículo derecho; 3, tabique interventricular; 4, ventrículo izquierdo.

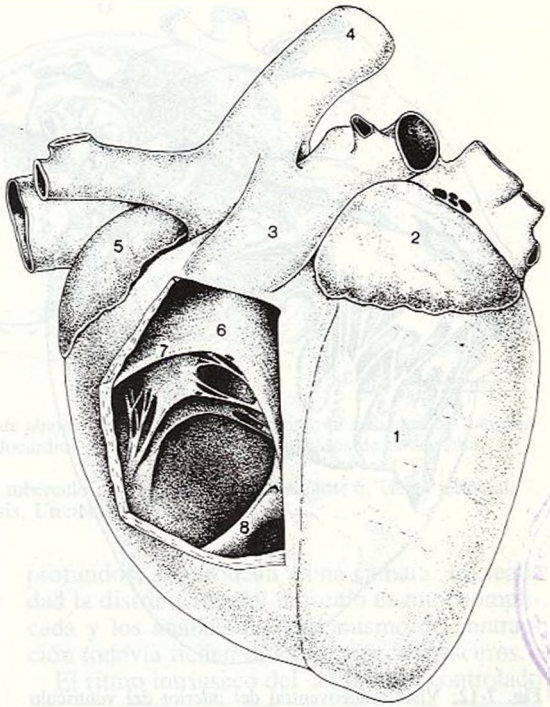


Fig. 7-11. Vista craneal izquierda del corazón después de retirar parte de la pared del ventrículo derecho.

1, ventrículo izquierdo; 2, aurícula izquierda; 3, tronco pulmonar; 4, aorta; 5, aurícula derecha; 6, cono arterioso; 7, cresta supraventricular; 8, trabécula septomarginal.

las cavas, en una muesca formada por el pasaje de las venas pulmonares que retornan transversalmente al atrio derecho para desembocar en el atrio izquierdo. La cresta (*tubérculo intervenoso*, fig. 7-8[5]) producida por la depresión, impide la confrontación entre las corrientes de las cavas al desviarlas en dirección ventral hacia el ostium atrioventricular (fig. 7-8[3]) que ocupa gran parte del piso. En el lado caudal del tubérculo hay un área membranosa deprimida (*fosa oval*, fig. 7-8[9]) de la pared septal que corresponde al agujero oval de la vida fetal. En notable contraste, el interior de la aurícula (fig. 7-8[1']) es irregular por una serie de crestas (músculos pectinados) que se ramifican desde la cresta terminal que señala el límite entre la aurícula y el compartimiento principal.

Atrio izquierdo. Esta cámara tiene una forma similar en general. Recibe las venas pulmonares que desembocan por separado o en grupos en dos o tres sitios, craneoizquierdo, craneoderecho y, en algunas especies, caudal (fig. 7-7[11] y 7-9[11]). La pared septal puede presentar una cicatriz que señala la posición de la válvula del agujero oval fetal. La aurícula se parece a la del lado derecho.

Ventrículo derecho. Esta cámara, de corte transversal semilunar, envuelve las partes derecha y craneal del ventrículo izquierdo (fig. 7-[10]). Se halla dividida en forma incompleta por una gruesa banda muscular (cresta supraventricular) que sobresale del techo en un sitio craneal respecto del agujero atrioventricular (fig. 7-11[7]). La parte principal de la cámara está debajo de esta gran abertura alargada, en tanto que su extensión hacia la izquierda, el *cono arterioso* (fig. 7-11[6]), conduce directamente a la salida circular, mucho más pequeña dentro del tronco pulmonar.

La *válvula atrioventricular derecha (tricúspide)* consiste en tres valvas o cúspides que se insertan en un anillo fibroso que rodea la abertura. Las cúspides están fusionadas en su inserción, pero se separan hacia el centro de la abertura, donde sus bordes libres son gruesos e irregulares, en especial la edad avanzada. Cada cúspide recibe unas riendas fibrosas (cuerdas tendinosas) que descienden dentro de la cavidad ventricular para insertarse en unas prolongaciones de las paredes (*músculos papilares*). Por lo general existen tres de estos músculos y las cuerdas tendinosas están dispuestas de manera que conectan cada cúspide con dos músculos y cada músculo con dos cúspides (fig. 7-12[2,3]). Esto impide la eversión de las cúspides dentro del atrio durante la contracción ventricular (sístole). La luz del ventrículo es cruzada por una fina banda muscular (*trabécula septomarginal*) que va desde la pared septal

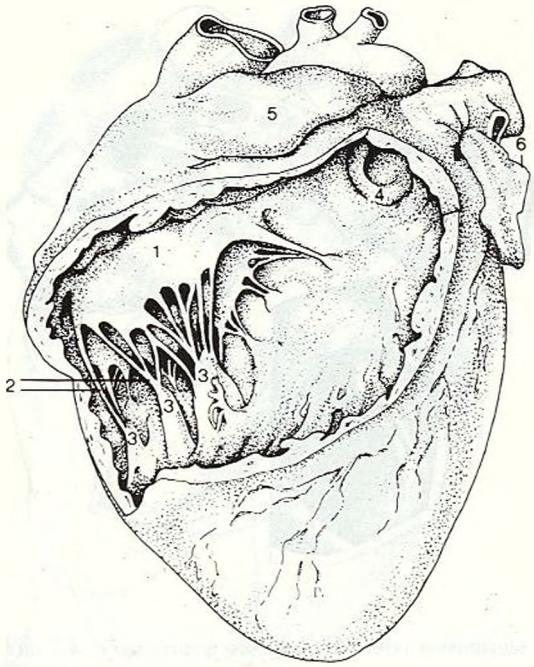


Fig. 7-12. Vista craneoventral del interior del ventrículo derecho.

1, cúspide de la válvula atrioventricular derecha; 2, cuerdas tendinosas; 3, músculos papilares; 4, válvula pulmonar; 5, aurícula derecha; 6, aurícula izquierda.

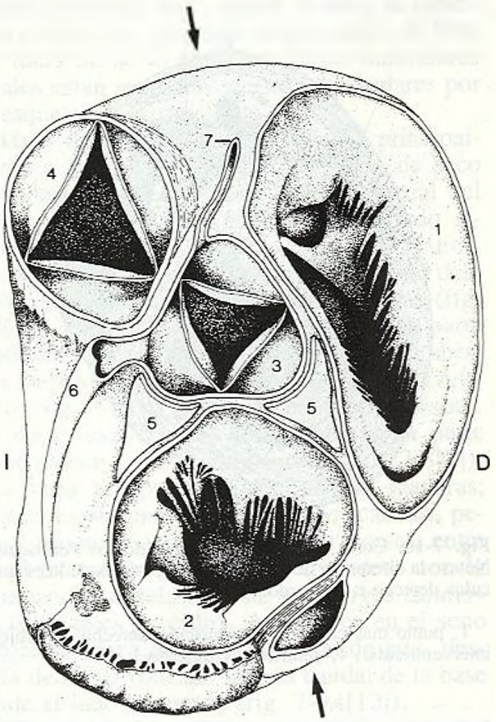


Fig. 7-13. Vista dorsal de la base del corazón bovino después de retirar los atrios. Los huesos del corazón (ossa cordis) de ambos lados de la válvula aórtica han quedado expuestos. Las flechas señalan el plano mediano.

1, válvula atrioventricular derecha; 2, válvula atrioventricular izquierda; 3, válvula aórtica; 4, válvula pulmonar; 5, huesos del corazón; 6, arteria coronaria izquierda; 7, arteria coronaria derecha.

hasta la pared externa (fig. 7-11[8]). Provee un atajo para un fascículo de tejido de conducción que asegura así una contracción casi simultánea de todas las partes del ventrículo (fig. 7-3). Otra modificación más del músculo consiste en una multitud de crestas irregulares (trabéculas carnosas) que imparten a la parte inferior de la pared un aspecto esponjoso. Estas crestas están confinadas al tracto de entrada de la cavidad y se presume que reducen la turbulencia de la sangre.

La abertura en el tronco pulmonar es más dorsal que el agujero atrioventricular y está en situación craneal e izquierda respecto del origen de la aorta (figs. 7-13[4]). Está cerrada durante la relajación ventricular (diástole) porque el flujo retrógrado de la sangre capta las tres cúspides que nacen en torno de su borde y constituyen la *válvula pulmonar*. Las cúspides son semilunares y se hallan profundamente ahuecadas en el lado arterial, de modo que se adosan firmemente cuando la válvula se cierra; este cierre se refuerza por engrosamientos de las áreas de contacto, que a veces son pronunciados en los animales viejos.

Ventrículo izquierdo. Esta cámara es circular al corte (fig. 7-10) y forma el vértice de todo el corazón. Con excepción de la proximidad de la punta, su pared es mucho más gruesa que la del ventrículo derecho, de acuerdo con el mayor trabajo que debe realizar; sin embargo, la impresión de que la cámara también es mucho más pequeña es ilusoria. La *válvula atrioventricular izquierda (bicúspide* o *mitral*) que cierra el agujero atrioventricular suele tener nada más que dos cúspides principales, pero en otros sentidos es comparable a la del lado derecho. Está en su mayor parte a la izquierda del plano mediano (fig. 7-13[2]). La salida a la aorta adopta una posición más central dentro del corazón (fig. 7-13[3]).

Las *válvulas aórtica* y *pulmonar* son similares, pero la orientación de sus cúspides es distinta. Los engrosamientos nodulares de los bordes libres de la cúspides aórticas suelen ser más sobresalientes.

Estructura del corazón

La gruesa capa media de la pared (*miocardio*) consiste en músculo cardíaco, variedad de

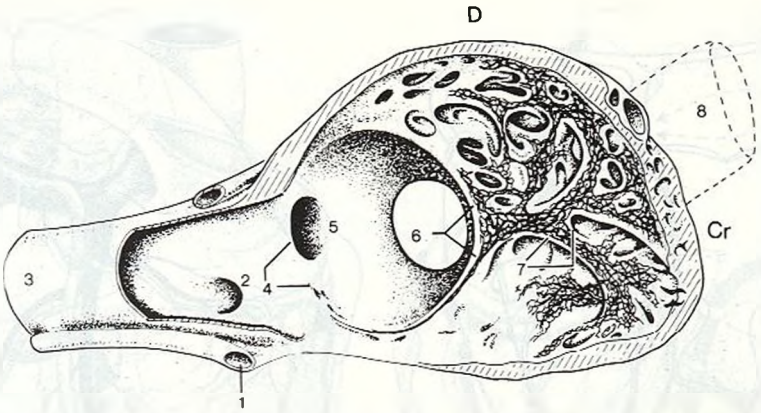


Fig. 7-14. Interior del atrio derecho de un caballo visto desde abajo. Las fibras de conducción especializadas se han marcado mediante inyección; están principalmente en el subendocardio, sobre los músculos pectinados de la aurícula.

1, seno coronario; 2, fosa oval; 3, vena cava caudal; 4, tubérculo intervenoso; 5, vena ácigos; 6, cresta terminal; 7, músculos pectinados; 8, vena cava craneal. (Ter Borg; Thesis, Utretch.)

músculo estriada peculiar de este órgano. Por fuera la cubre el pericardio visceral (*epicardio*) y por dentro el *endocardio*, estrato fino y liso que se continúa con el revestimiento de los vasos sanguíneos.

Las partes atrial y ventricular del músculo están separadas por un esqueleto fibroso formado principalmente por la unión de los anillos que rodean los cuatro orificios del corazón. El esqueleto contiene islotes de fibrocartílago en los cuales pueden desarrollarse nódulos de hueso (*ossa cordis*) (fig. 7-13[5]). Aunque estos huesos aparecen temprano en los corazones de los bovinos, no se confinan a esta especie, como se sugiere a veces. El esqueleto fibroso está perforado en un sitio, cerca de la entrada del seno coronario, para permitir el pasaje del *fascículo atrioventricular* de tejido especializado que conduce los estímulos para la contracción cardíaca y es la única conexión directa entre los músculos atrial y ventricular. Unas delicadas prolongaciones de tejido fibroso también proveen los centros de las cúspides de las diversas válvulas.

El músculo atrial es fino y la pared auricular hasta puede ser traslúcida entre las crestas pectíneas. Está dispuesto en fascículos superficiales y profundos; algunos de los primeros son comunes en ambos atrios, pero los restantes y todos los fascículos que rodean las diversas entradas venosas sistémicas y pulmonares actúan como reguladores que se oponen al reflujo de sangre hacia las venas durante la sístole atrial.

El músculo ventricular, mucho más grueso, también está dispuesto en fascículos superficiales y profundos. Algunos fascículos superficiales se arrollan en torno de ambas cámaras utilizando el tabique para completar un recorrido en figura de ocho. Otros, como los fascículos más profundos, sólo rodean a una cámara. En realidad la distribución del músculo es muy complicada y los análisis del mecanismo de contracción todavía tienen muchos aspectos oscuros.

El ritmo intrínseco del corazón es controlado por un marcapaso consistente en un pequeño *nódulo sinuatrial* del músculo modificado que provee el tejido de conducción cardíaco; tiene una abundante inervación. Este nódulo está debajo del endocardio en las pared del atrio derecho, en un sitio más ventral que la desembocadura de la vena cava craneal, pero no se lo reconoce a simple vista (fig. 7-3[11]). En los ungulados existe un tejido de conducción especializado en el subendocardio del atrio, principalmente sobre los músculos pectinados (fig. 7-14). Dentro del tabique interatrial, más craneal que la abertura del seno coronario, hay un segundo *nódulo, atrioventricular*, de construcción similar que también está ricamente inervado. En este nódulo se origina el *fascículo atrioventricular* que penetra en el esqueleto fibroso antes de dividirse en las ramas (crura) derecha e izquierda que están a horcajadas sobre el tabique interventricular (fig. 7-15). Cada rama avanza en dirección ventral cerca del endocardio y se ramifica para llegar a todas las partes del músculo cardíaco; una parte del haz derecho viaja a la pared externa siguiendo la trabécula septomarginal. Las principales estructuras de conducción no son difíciles de reconocer disecando el corazón de bovino.

Vasos y nervios cardíacos

El corazón cuenta con una abundante irrigación sanguínea pues recibe cerca del 15% del volumen-latido del ventrículo izquierdo. Esta sangre corre por las arterias coronarias que na-

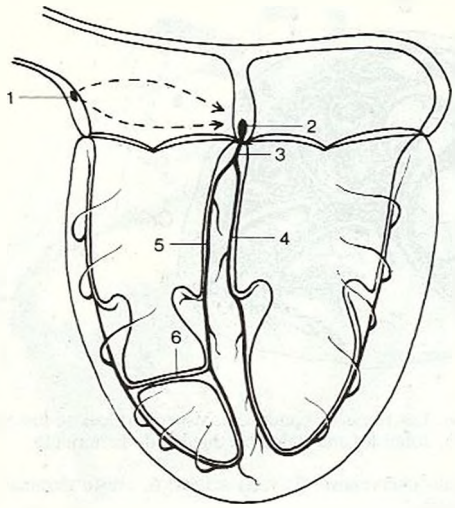


Fig. 7-15. Diseño esquemático del sistema de conducción del corazón. Las líneas entrecortadas sugieren el pasaje de la onda de excitación por la pared atrial.

1, nódulo sinuatrial; 2, nódulo atrioventricular; 3, fascículo atrioventricular; 4, rama izquierda; 5, rama derecha; 6, rama de la rama izquierda que recorre la trabécula septomarginal.

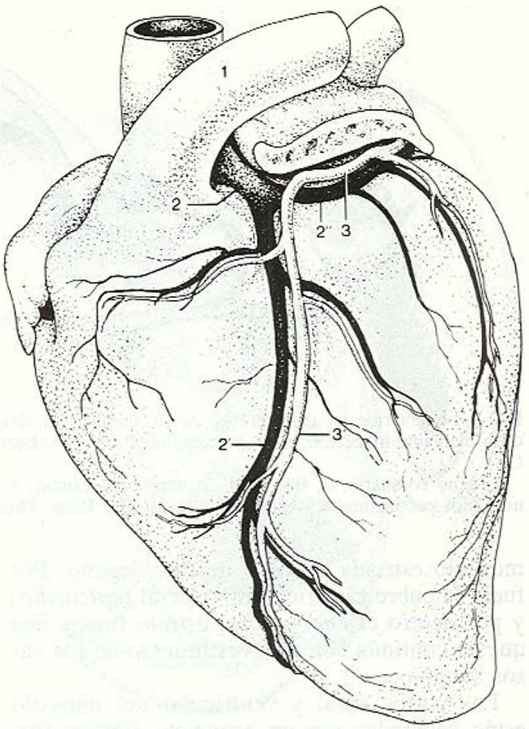


Fig. 7-17. Ramificaciones de la arteria coronaria izquierda de un corazón visto desde la izquierda. Se ha acortado la aurícula izquierda.

1, tronco de la pulmonar; 2, arteria coronaria izquierda; 2', rama interventricular paraconal; 2'', rama circunfleja; 3, gran vena cardíaca (continúase con el seno coronario en el lado derecho del corazón); 3', rama interventricular paraconal de 3.

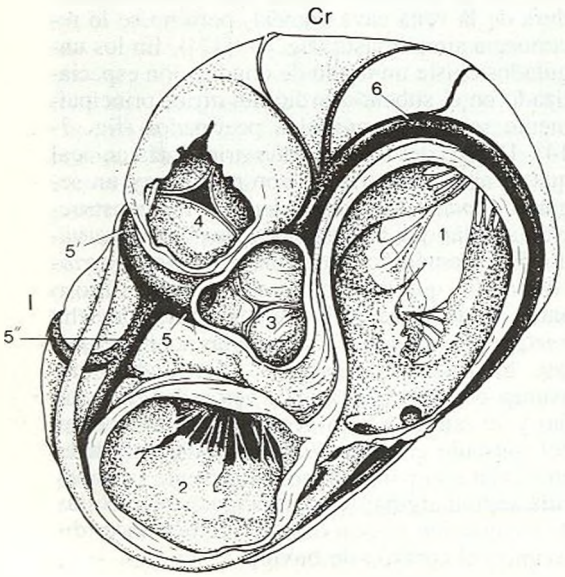


Fig. 7-16. Vista dorsal de la base del corazón después de retirar los atrios. Se han expuesto las arterias coronarias.

1, válvula atrioventricular derecha; 2, válvula atrioventricular izquierda; 3, válvula aórtica; 4, válvula pulmonar; 5, arteria coronaria izquierda; 5', rama interventricular paraconal; 5'', rama circunfleja; 6, arteria coronaria derecha.

cen en dos de los tres senos que están encima de las cúspides semilunares al comienzo de la aorta (fig. 7-16).

La *arteria coronaria izquierda* suele ser la más grande. Se origina encima de la cúspide caudoizquierda y llega al surco coronario pasando entre la aurícula izquierda y el tronco pulmonar, donde se divide casi inmediatamente. La rama interventricular izquierda (paraconal) sigue el surco del mismo nombre hacia el vértice del corazón (fig. 7-17[2']), mientras que el tronco se continúa como rama circunfleja (fig. 7-17[2'']) que sigue el surco coronario hacia la parte caudal del corazón, donde puede terminar cerca del origen del surco interventricular derecho (subsinusal) (caballo y cerdo) o seguir dentro de éste (carnívoros y rumiantes) (fig. 7-18*A*,*B*).

La *arteria coronaria derecha* empieza encima de la cúspide craneal (fig. 7-16[6]) y llega al surco coronario después de pasar entre la aurícula derecha y el tronco pulmonar. Sigue un recorrido circunflejo que se extingue hacia el origen del surco subsinusal o vira para penetrar en él en

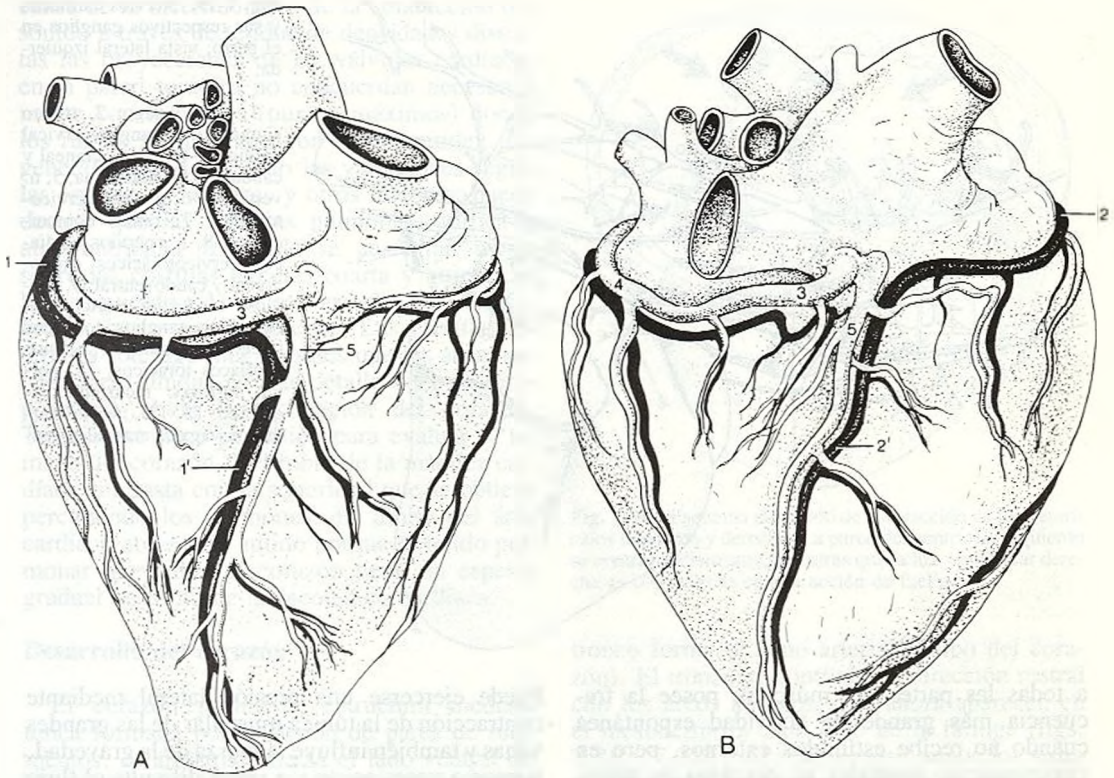


Fig. 7-18. Patrones de la circulación coronaria del corazón visto desde la derecha. *A*, situación en los rumiantes y carnívoros: la rama interventricular derecha (subsinusal) (1') es la continuación de la arteria coronaria izquierda. *B*, situación en el caballo y el cerdo; la rama interventricular derecha (subsinusal) (2') es la continuación de la arteria coronaria derecha.

1, rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda; 1', rama interventricular (subsinusal) derecha; 2, arteria coronaria derecha; 2', rama interventricular (subsinusal) derecha; 3, seno coronario; 4, gran vena cardíaca; 5, vena cardíaca media.

las especies en las cuales la arteria izquierda tiene la distribución restringida. Ambas arterias coronarias envían otras ramas de tamaño variable y constancia de posición a partes vecinas de las paredes atriales y ventriculares. Unos ramitos muy pequeños se extienden a cierta distancia dentro de los centros de las cúspides valvulares.

Aunque no hay anastomosis entre las ramas principales de las arterias coronarias, son numerosas entre las ramas menores. Sin embargo, el cierre brusco de unos de estos vasos pequeños por lo general no se puede compensar, de modo que produce un infarto local del músculo cardíaco.

La sangre vuelve principalmente al corazón por la *gran vena cardíaca* que desemboca por separado en el atrio derecho por medio del seno coronario (fig. 7-18[4,3]). Es bastante sorprendente que muchas venas mucho más pequeñas desemboquen directamente en las cuatro cámaras cardíacas (venas de Thebesio).

La inervación del corazón es complicada topográficamente pero felizmente los detalles conciernen en particular a los fisiólogos. Una contribución simpática pasa por los ganglios cervicales caudales y primeros torácicos del tronco simpático y las fibras posganglionares forman plexos cardíacos dentro del mediastino craneal antes de propagarse a la pared cardíaca (fig. 7-19). Las fibras parasimpáticas se ramifican desde los nervios vagos directamente o luego de hacer un corto recorrido junto con los nervios laríngeos recurrentes. Terminan en células nerviosas de la pared cardíaca, en particular dentro de los nódulos sinuatrial y atrioventricular y sus alrededores; muchas fibras posganglionares pasan a los nódulos y otras llegan a la periferia del corazón siguiendo el fascículo atrioventricular y sus ramas.

Anatomía funcional

La contracción coordinada es esencial para obtener un bombeo eficiente; la contracción asincrónica de los fascículos musculares (fibrilación) es ineficaz y causa la muerte rápidamente si afecta al músculo ventricular. El nódulo sinuatrial es el marcapaso desde el cual normalmente la onda de excitación se propaga

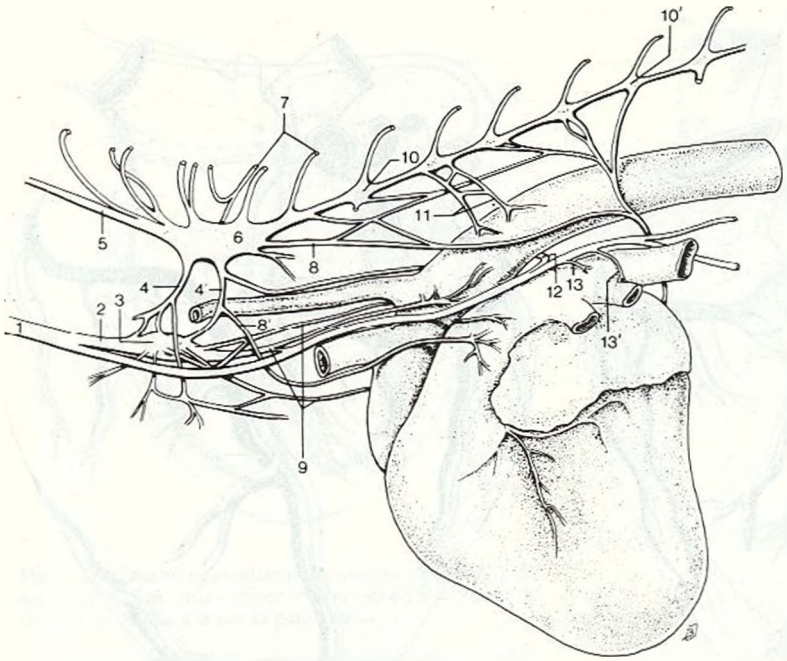


Fig. 7-19. Nervios cardíacos y sus respectivos ganglios en el perro; vista lateral izquierda.

1, nervio vago; 2, tronco simpático; 3, ganglio cervical medio; 4, 4', ramas craneal y caudal del asa subclavia; 5, n. vertebral; 6, ganglio cervicotorácico; 7, ramas comunicantes; 8, 8', nervios cardíacos cervicotorácicos caudodorsal y caudoventral; 9, nervios cardíacos vertebrales; 10, 10', ganglios torácicos tercero y séptimo; 11, nervios cardíacos torácicos; 12, nervio laríngeo recurrente izquierdo; 13, 13', nervios cardíacos vagales craneal y caudal.

a todas las partes del músculo; posee la frecuencia más grande de actividad espontánea cuando no recibe estímulos externos, pero en circunstancias normales su descarga es determinada por el fino equilibrio entre los impulsos simpáticos que la aceleran y los vagales que la retardan. La onda de excitación que se propaga desde el nódulo sinuatrial por el músculo atrial no tarda en llegar al nódulo atrioventricular (fig. 7-15[2]), el cual no responde inmediatamente y la breve demora permite que se complete la contracción atrial. Luego el impulso se propaga al músculo ventricular por el tejido de conducción atrioventricular. Aunque la contracción ventricular es casi sincrónica, la capa subendocárdica, que comprende los músculos papilares, ocurre un poco antes.

El flujo sanguíneo se relaciona con estas actividades. La sangre entra en los atrios siempre que la presión en las venas sea mayor que en el corazón. Varios factores de magnitud incierta y variable contribuyen a la presión venosa. La fuerza ejercida aguas arriba (vis a tergo) es la suma de la presión residual impartida a la sangre por la contracción ventricular, las fuerzas ejercidas por los músculos periféricos, la actividad visceral y la pulsación arterial, además de la llamada bomba abdominal en que la contracción del diafragma expulsa sangre desde la vena cava caudal y sus grandes tributarias dentro del abdomen. La fuerza aguas abajo (vis a fronte) oscila entre un efecto aspirante negativo (provisto por la expansión torácica y la relajación atrial) y una presión positiva desarrollada con la sístole atrial. Puede ejercerse una presión lateral mediante contracción de la túnica muscular de las grandes venas y también influye la fuerza de la gravedad, porque a veces asiste y a veces dificulta el flujo de acuerdo con la postura. Mucha sangre entra directamente en los ventrículos a través de los agujeros auriculoventriculares abiertos y la contracción atrial, que coincide con la etapa final de la relajación ventricular, sólo surte un efecto suplementario. Cuando los atrios se contraen, puede retroceder un poco de sangre dentro de las venas (a pesar del presunto mecanismo regulador esfinteriano ya mencionado) y el pulso yugular puede ser la evidencia visible de esto.

Las válvulas pulmonar y aórtica (arteriales) se cierran durante la relajación ventricular, cuando la presión arterial es mayor que la existente en las cámaras. La contracción ventricular oportuna de los músculos papilares impide la eversión de las cúspides dentro de los atrios. A medida que se desarrolla la contracción, la sangre abre las válvulas arteriales y las arterias de conducción se expanden por este aporte repentino. Los dos ventrículos no se contraen de idéntica manera sino que la luz ventricular derecha es estrechada en una acción de "fuelle" en la que la pared externa es traccionada hacia el tabique (fig. 7-20). El ventrículo izquierdo, más cilíndrico, se contrae medialmente y a lo largo; se cree que la contracción radial surte el efecto principal.

El cierre de las válvulas cardíacas genera unos ruidos distintivos que se escuchan a la auscultación. Su carácter ofrece una información valiosa sobre el estado de las válvulas. A

causa de la incertidumbre de la conducción del sonido a través de tejidos de densidades distintas las proyecciones de las válvulas cardíacas en la pared torácica no concuerdan necesariamente con los sitios (puntos máximos) donde los ruidos se auscultan con mayor nitidez. En general, dejando de lado las variaciones según las especies y las razas y otros factores, puede decirse que las válvulas pulmonar, aórtica y atrioventricular izquierda se auscultan mejor sobre las costillas tercera, cuarta y quinta del lado izquierdo y la atrioventricular derecha sobre la cuarta costilla derecha. Las válvulas arteriales son algo más dorsales que las atrioventriculares, aunque en este detalle tiene una importancia obvia la inclinación del corazón. También se hace percusión para evaluar el tamaño del corazón. El timbre de la matidez cardíaca contrasta con la sonoridad que se obtiene percutiendo los pulmones. El límite del área cardíaca no es muy nítido porque el tejido pulmonar que cubre el corazón tiene un espesor gradual en torno de la escotadura cardíaca.

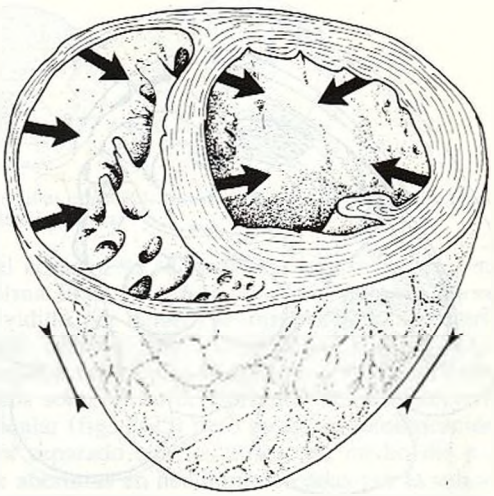


Fig. 7-20. Esquema del modo de contracción de los ventrículos izquierdo y derecho. La pared del ventrículo izquierdo se contrae radialmente, mientras que la luz ventricular derecha es comprimida en una acción de fuelle.

Desarrollo del corazón

El corazón primitivo, estructura mediana única formada por la fusión de pares de rudimentos, es arrastrado hacia el lado ventral del intestino anterior por el proceso de inversión del extremo cefálico del embrión (p. 114). Aunque al principio consiste en un tubo endotelial simple, el corazón no tarda en adquirir un revestimiento de mesodermo que forma los componentes miocárdico y epicárdico de su pared. La parte craneal del tubo, que después habrá de formar el tronco arterioso y los ventrículos, está contenida en esta etapa dentro de la cavidad pericárdica y suspendida por un pliegue (mesocardio dorsal) que corre entre el mioepicardio y la pared pericárdica (fig. 7-1*B*[9]). La parte caudal que forma los atrios y el seno venoso, primero es caudal respecto de la cavidad pericárdica incluida dentro del septum transversum. La parte encerrada (troncoventricular) del corazón crece con mayor rapidez que el espacio pericárdico y esto le produce una flexura cuyo vértice tiene una orientación ventrocaudal y un tanto a la derecha. El par de expansiones atriales se fusiona en un solo atrio común, mientras que el seno venoso presenta una porción transversa indivisa que se afina hasta formar dos cuernos bien evidentes donde entran las venas (figs. 7-21*A* y 7-21*B*).

En esta etapa se evidencian cuatro cámaras: seno venoso, atrio, ventrículo y tronco arterioso. Las tres últimas están separadas por regiones estrechadas; la comprendida entre el atrio y el ventrículo es el canal atrioventricular, en tanto que la transición entre el ventrículo y el tronco forma el cono arterial (bulbo del corazón). El tronco se continúa en dirección rostral con los arcos aórticos, que ahora aparecen en el mesodermo a cada lado de la faringe (figs. 7-2*B* y 7-21*A*). El seno venoso recibe los sistemas de venas cardinales, vitelinas y umbilicales que corren desde el cuerpo del embrión, saco vitelino y corioalantoides, respectivamente (fig. 7-21*B*). El carácter bífido del seno venoso persiste por un tiempo, pero su amplia comunicación con el atrio se desplaza gradualmente hacia la derecha a medida que la cantidad de sangre que entra en el cuerno izquierdo disminuye después de la obliteración de las venas umbilical y vitelina izquierdas. Cuando finalmente el seno se incorpora dentro del atrio, lo que contribuye al sinus venarum, porción de pared lisa del atrio derecho del adulto, es la parte indivisa y el cuerno derecho, en tanto que el cuerno izquierdo queda reducido al seno coronario. Para esta etapa el seno venoso y el atrio común también han quedado incluidos dentro de la cavidad pericárdica, donde están en el lado dorsal del ventrículo.

La división del atrio común en cámaras derecha e izquierda se cumple primero mediante la aparición y crecimiento ulterior de una cresta semilunar (fig. 7-22[2]). Esta cresta penetra ventralmente en la luz y en sus extremos crece hacia los engrosamientos de la pared del conducto atrioventricular que se conocen como almohadillas endocárdicas (fig. 7-22[6]). La cresta se llama septum primum y la abertura entre su borde libre y las almohadillas es el *ostium primum* (fig. 7-22[4]). El ostium primum se ocluye gradualmente mediante el agranda-

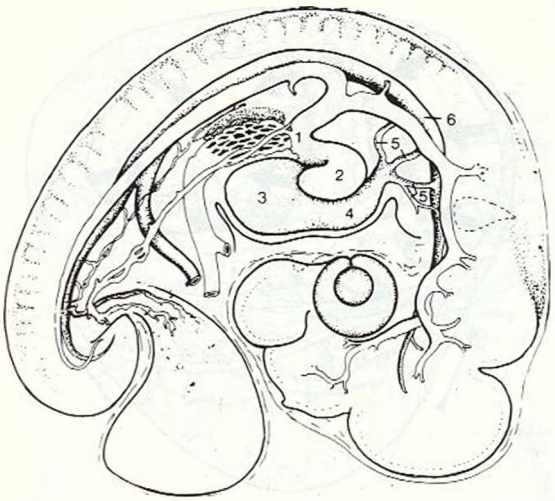


Fig. 7-21A. Corazón en vías de desarrollo tras la fusión de los tubos que al principio son bilaterales. El tronco arterioso está conectado con la aorta dorsal única por medio de varios arcos aórticos.

1, seno venoso; 2, atrio; 3, ventrículo; 4, tronco arterioso; 5, arcos aórticos; 6, aorta dorsal.

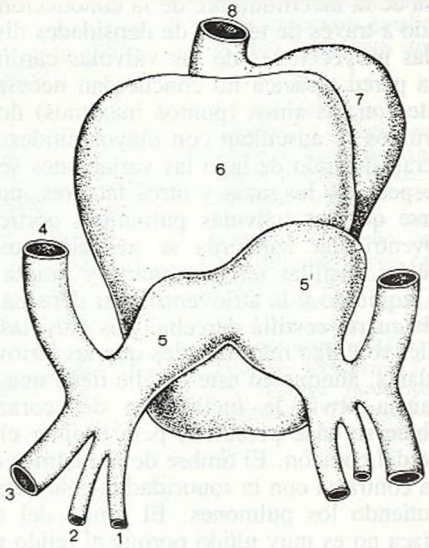


Fig. 7-21B. Vista dorsal del corazón en vías de desarrollo.

1, vena vitelina; 2, vena umbilical; 3, vena cardinal caudal; 4, vena cardinal craneal; 5,5', astas izquierda y derecha del seno venoso; 6, atrio; 7; ventrículo; 8, tronco arterioso.

miento adicional de las almohadillas, pero antes de completarse el cierre aparecen en el tabique varias perforaciones que confluyen para formar una nueva comunicación, el *ostium secundum* (fig. 7-22[5]), entre los dos atrios. La división definitiva de los atrios se produce mediante una segunda cresta (fig. 7-22[3]) que ahora aparece a la derecha del tabique primario. El margen ventral libre cóncavo de esta segunda cresta se superpone al ostium secundum y el pasaje entre los atrios queda reducido a un estrecho espacio entre el segundo tabique y los restos del primero (fig. 7-22*B*). Este pasaje se conoce como *agujero oval* y la cobertura provista por el resto del septum primum forma la

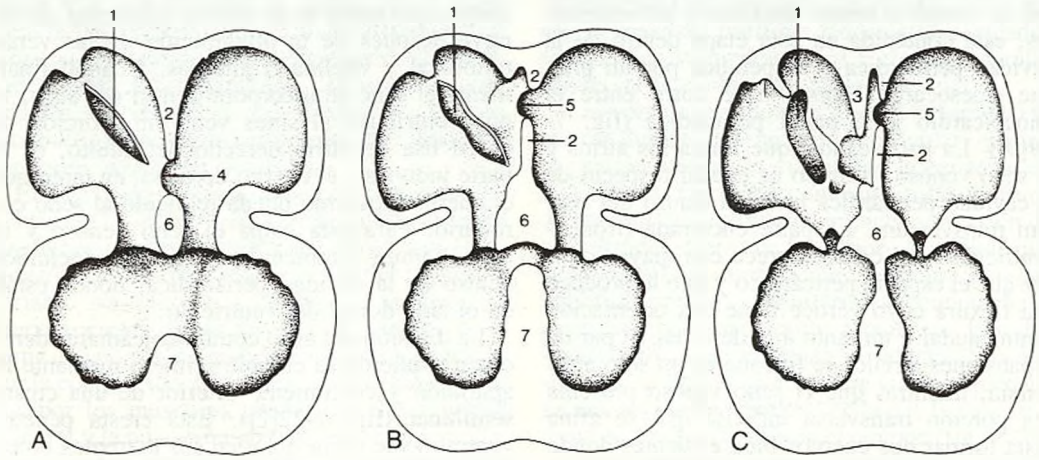


Fig. 7-22. Partición del atrio y ventrículo (esquemática). *A*, se ha formado el tabique atrial primario y ha empezado a desarrollarse el tabique interventricular. *B*, el tabique atrial primario se ha fusionado con las almohadillas endocárdicas y se ha formado un agujero secundario (5). *C*, se ha formado el tabique atrial secundario y un pasaje (agujero oval) entre los tabiques primario y secundario comunica los atrios derecho e izquierdo. Nótese la fusión del tabique interventricular con las almohadillas endocárdicas.

1, abertura sinuatrial; 2, tabique atrial primario; 3, tabique atrial secundario; 4, ostium primum; 5, ostium secundum; 6, almohadillas endocárdicas fusionadas; 7, tabique interventricular. (Rediseñado de Moore, 1982.)

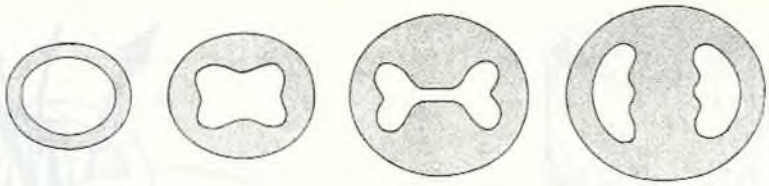


Fig. 7-23. Partición del conducto atrioventricular por las almohadillas endocárdicas. El conducto atrioventricular único se divide gradualmente en las aberturas atrioventriculares derecha e izquierda.

válvula del agujero oval. El cierre final de la abertura se produce después de nacer mediante aposición y ulterior fusión de la válvula con el septum secundum (p. 265).

El crecimiento adicional y la final fusión de las almohadillas endocárdicas dividen el conducto en dos aberturas que después se convierten en los orificios atrioventriculares derecho e izquierdo (figs. 7-23 y 7-24*B*).

La formación de un tabique en el tronco arterioso y el bulbo de consigna mediante la aparición, crecimiento y fusión de dos crestas endocárdicas que corren a lo largo del tronco. La izquierda es la cresta septal y la derecha la parietal o dorsal (fig. 7-25[1,2]). La fusión de las crestas empieza en el extremo distal del tronco y se extiende gradualmente en dirección proximal para formar un tabique que termina en un borde libre arqueado sobre el ventrículo derecho (fig. 7-24*B*[2,3]). El extremo inferior de la cresta parietal se expande dentro del ventrículo y contribuye al cierre del orificio atrioventricular (fig. 7-26[4]). La cresta septal se fusiona con la parte más craneal del tabique interventricular que se había desarrollado mientras tanto (fig. 7-25[2,5]).

Este tabique interventricular aparece primero como una cresta falciforme formada por el engrosamiento local del miocardio en la punta del ventrículo: a medida que se extiende, divide la cavidad en las cámaras derecha e izquierda (fig. 7-22[7]). Aunque la conformación externa del corazón ya se aproxima en esta etapa a su forma final, el tronco arterioso (aunque ahora dividido por dentro) se originaría en el ventrículo derecho con exclusividad (fig. 7-24*A*). Los dos ventrículos todavía se comunican entre ellos sobre el borde libre del tabique interventricular (fig. 7-25) pero están en comunicación por separado con los atrios por medio del par de aberturas en hendidura creadas por la subdivisión del conducto atrioventricular. La abertura atrioventricular derecha se halla limitada sustancialmente por la parte derecha de la almohadilla endocárdica caudal, en menor medida por la almohadilla craneal y en parte, como ya mencionamos por la cresta parietal del tronco (fig. 7-26). Estas tres contribuciones forman cada una una cúspide aparte de la válvula y la cresta del tronco contribuye a formar la cúspide parietal.

La válvula atrioventricular izquierda tiene un origen similar principalmente a partir de las almohadillas endocárdicas craneal y caudal, pero con una pequeña almohadilla adicional (lateral) que forma la cúspide parietal. La división de los ventrículos se completa en gran medida mediante fusión del tabique interventricular con la almohadilla caudal y finalmente se produce mediante fusión del borde inferior del tabique del tronco con la parte derecha de la almohadilla caudal y con el tabique interventricular (figs. 7-25 y 7-26). Como este mismo proceso completa la parte aórtica del tronco, ahora el

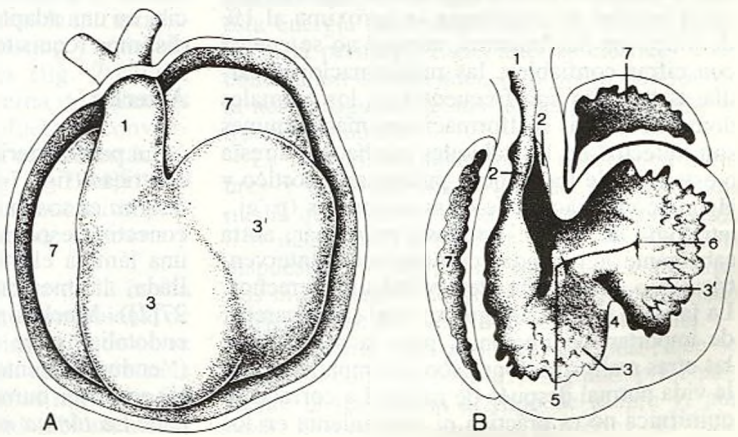


Fig. 7-24. Partición del tronco arterioso. *A*, vista ventral del corazón en vías de desarrollo. *B*, se ha retirado la parte ventral del corazón para exponer las crestas que se desarrollan (2) en el tronco arterioso.

1, tronco arterioso; 2, crestas en el tronco; 3, ventrículo derecho; 3', ventrículo izquierdo; 4, tabique interventricular; 5, conducto atrioventricular derecho; 6, conducto atrioventricular izquierdo; 7, atrio.

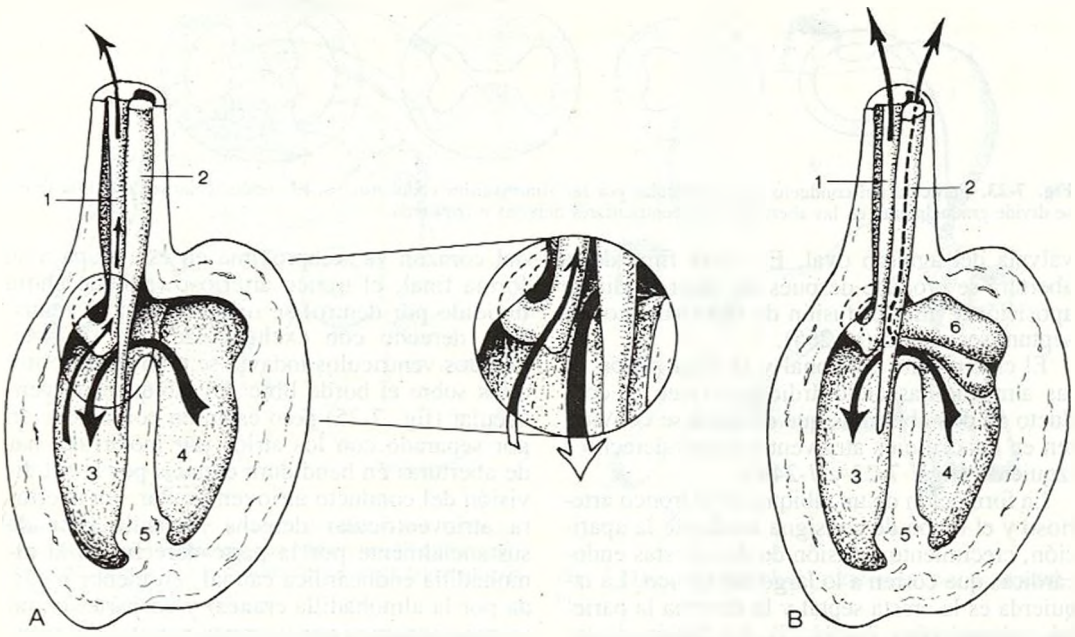


Fig. 7-25. Vista craneal de un corazón seccionado. Se han expuesto los ventrículos izquierdo (4) y derecho (3) y se esquematiza la fusión de las crestas del tronco arterioso. *A*, el tronco arterioso ha sido dividido casi por la fusión de las crestas parietal y septal. Como se han omitido las almohadillas endocárdicas craneal y caudal, esto da la impresión de que existe una comunicación amplia entre los ventrículos derecho e izquierdo y ambos lados del área del tronco (detalle). *B*, están representados todos los componentes que participan en la división del tronco arterioso y de los ventrículos.

1, cresta parietal; 2, cresta septal; 3, ventrículo derecho; 4, ventrículo izquierdo; 5, tabique interventricular; 6, almohadilla endocárdica craneal; 7, almohadilla endocárdica caudal. (V. d. Linde-Sipman; Thesis, Utrecht.)

volumen-latido del corazón está dividido en una corriente que pasa del ventrículo izquierdo a la aorta y otra del ventrículo derecho al tronco pulmonar (fig. 7-26[1,2]).

No cabe duda de que un proceso tan complicado, que requiere la unión y fusión de diversos elementos en el lugar exacto y en el momento exacto, puede tener sus fallas; por lo tanto, no debe sorprender que las malformaciones cardíacas figuren entre las anomalías congénitas más comunes. Diversas encuestas sugieren que en el hombre su incidencia se aproxima al 1% de todos los nacimientos; aunque no se cuenta con cifras confiables, las malformaciones cardíacas también con frecuentes en los animales domésticos. Las malformaciones más comunes son defectos de los tabiques cardíacos, atresia o estenosis de los troncos pulmonar o aórtico y alguna combinación de estas anomalías (p. ej., tetralogía de Fallot: estenosis pulmonar, aorta cabalgante agrandada, comunicación interventricular e hipertrofia del ventrículo derecho). La falta de cierre del agujero oval suele carecer de importancia funcional, pero la mayoría de las otras malformaciones son incompatibles con la vida normal después de nacer. La corrección quirúrgica no es práctica ni conveniente en los animales afectados que no mueren espontáneamente.

VASOS SANGUÍNEOS

Las arterias, capilares y venas forman un sistema continuo tapizado por un endotelio de baja fricción sin solución de continuidad. Las otras capas de sus paredes varían mucho en cuanto a arquitectura, espesor y hasta presencia, en una adaptación evidente o presunta a los distintos requisitos funcionales.

Arterias

La pared arterial consiste en tres túnicas concéntricas (fig. 7-27). El endotelio de la *túnica interna* es sostenido por una fina capa de tejido conectivo especializado limitado por fuera por una lámina clástica fenestrada y bien desarrollada, la membrana elástica interna (fig. 7-27[2]). Muchas veces el tejido conectivo subendotelial sufre alteraciones arterioscleróticas ("endurecimiento de las arterias"), en particular en el ser humano, aunque no con exclusividad. La *túnica media* es la capa más gruesa y

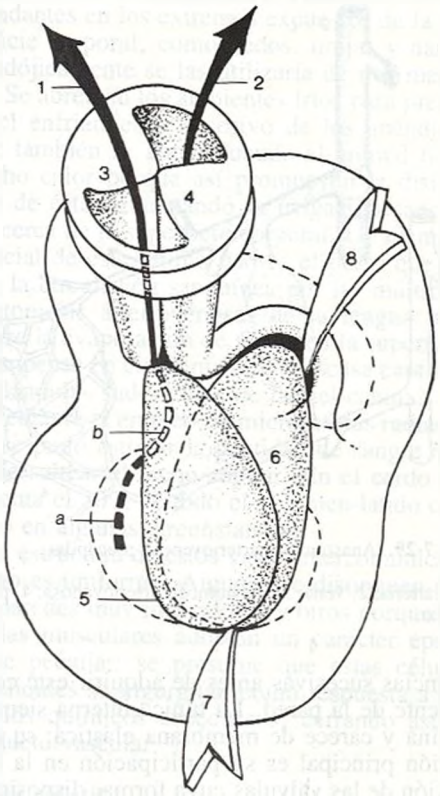


Fig. 7-26. Vista caudodorsal del corazón en vías de desarrollo. La flecha 1 ilustra la conexión entre el ventrículo izquierdo y la aorta y la flecha 2 la conexión entre el ventrículo derecho y el tronco pulmonar. La parte *a* de la flecha 1 está en el ventrículo izquierdo y la parte *b* en el orificio aórtico del ventrículo izquierdo entre el tabique interventricular y la almohadilla endocárdica craneal.

1, tracto de salida de la aorta; 2, tracto de salida del tronco pulmonar; 3, cresta septal; 4, cresta parietal; 5, almohadilla endocárdica craneal; 6, almohadilla endocárdica caudal; 7, flecha que conduce al conducto atrioventricular izquierdo; 8, flecha que conduce al conducto atrioventricular derecho. (V. d. Linde-Sipman; Rhesis, Utrecht.)

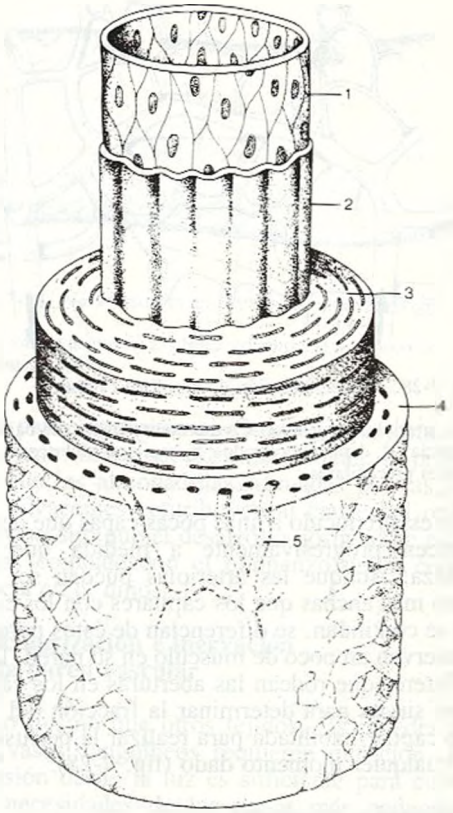


Fig. 7-27. Componentes de la pared arterial.

1, 2, túnica interna; 1, endotelio; 2, membrana elástica interna; 3, túnica media; 4, túnica adventicia; 5, vasa vasorum.

más variable. Consta de una mezcla intrincadamente organizada de tejido elástico y músculo liso en proporciones variables (fig. 7-27[3]). La *túnica adventicia*, más externa de todas, es a predominio fibroso y hacia afuera se convierte en un tejido fibroareolar en el cual están incluidas muchas arterias (fig. 7-27[4]). No siempre se reconoce suficientemente su importancia para limitar la expansión de la arteria y evitar su rotura espontánea.

Las diferencias en la estructura de la media permite hacer el reconocimiento conveniente de tres clases principales de arterias, aunque no se debe presumir que exista una distinción neta entre ellas. En unas pocas arterias muy grandes –que deben expandirse considerablemente al recibir la onda de presión sistólica de los ventrículos– la mayor parte de la media consiste en membranas elásticas fenestradas concéntricas con relativamente poco músculo diseminado entre ellas. El tejido elástico se estira para absorber y almacenar la energía contenida en el torrente sanguíneo móvil y al retraerse libera esta energía para propulsar el flujo sanguíneo hacia la periferia. Estas arterias elásticas o de conducción comprenden la primera porción de la aorta, algunas de sus ramas principales y el tronco pulmonar.

La mayoría de las arterias que tienen nombres y otras de menor tamaño presentan una media que consiste en mayor parte en músculo liso dispuesto en muchas capas íntimamente dispuestas en espiral. El calibre de estas arterias musculares o de distribución es controlado estrictamente por una inervación autónoma.

Las arterias más pequeñas de todas, que se conocen como *arteriolas*, regulan principalmente la resistencia al flujo de sangre y, por ende, la presión sanguínea periférica. El mús-

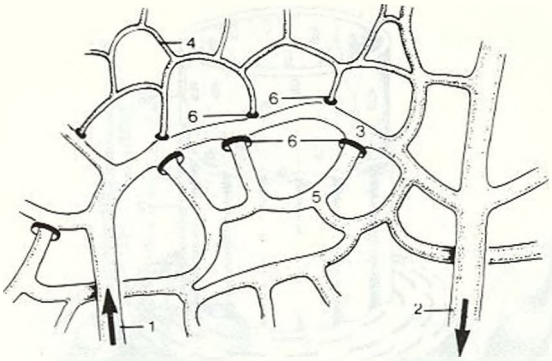


Fig. 7-28. Esquematización de un plexo capilar.

1, arteriola; 2, vénula; 3, vaso comunicante (de baja resistencia); 4, capilares cerrados; 5, capilares abiertos; 6, esfínteres precapilares.

culo está reducido a unas pocas capas que desaparecen progresivamente a medida que se avanza. Aunque las arteriolas pueden ser un poco más anchas que los capilares con los cuales se continúan, se diferencian de éstos porque conservan un poco de músculo en su pared. Los esfínteres que rodean las aberturas en los capilares sirven para determinar la fracción del lecho capilar habilitada para realizar la perfusión en cualquier momento dado (fig. 7-28).

Capilares y sinusoides

Los capilares se reducen a unos estrechos tubos endoteliales sostenidos por un revestimiento de tejido conectivo delicado. Son vasos de intercambio desde los cuales pasa líquido de la sangre al intersticio de los tejidos en el extremo arterial del asa y hacia los cuales se resorbe un poco de líquido en el extremo venoso (fig. 7-28). Los capilares penetran en casi todos los tejidos, aunque la densidad de la red varía mucho en cada uno. Aunque al endotelio se lo considera completo, presenta unos poros minúsculos en los capilares fenestrados que son típicos en determinadas localizaciones, como las vellosidades intestinales y los glomérulos renales.

Los sinusoides son un tipo especial de capilar que existe en determinados órganos, entre los que se incluyen el hígado, bazo y médula ósea. Son más anchos, menos regulares y fenestrados con más frecuencia que el capilar ordinario y sus células endoteliales son capaces de extraer sustancias coloidales de la sangre.

Venas

Aunque sus paredes son más finas, las grandes venas tienen una arquitectura similar a la de las arterias. Las más pequeñas, vénulas, no poseen músculo y pueden pasar por varias con-

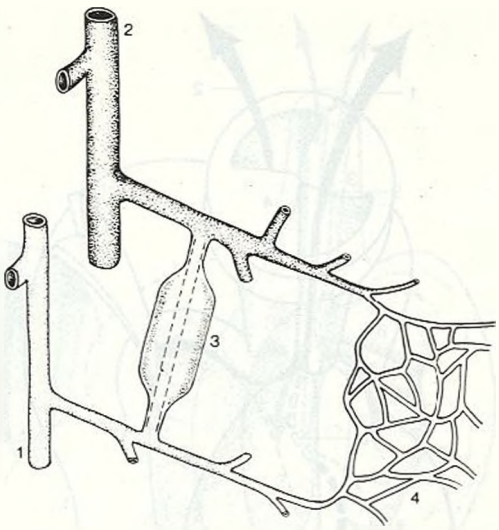


Fig. 7-29. Anastomosis arteriovenosa precapilar.

1, arteria; 2, vena; 3, anastomosis arteriovenosa; 4, plexo capilar.

fluencias sucesivas antes de adquirir este componente de la pared. La túnica interna siempre es fina y carece de membrana elástica; su distinción principal es su participación en la formación de las válvulas cuya forma, disposición y función se describieron antes (p. 41). La media es relativamente débil y es principalmente muscular, con escasa mezcla de elementos elásticos. Las fibras elásticas se encuentran en mayor cantidad en la adventicia.

La estructura de las venas es mucho menos uniforme que la de las arterias; a pesar de las muchas especializaciones descritas todavía no se ha podido asignar ninguna significación adaptativa específica a todas. Sin embargo, los haces longitudinales de músculo liso en la adventicia de algunas venas concordarían con una capacidad para alterar la longitud de acuerdo con las circunstancias cambiantes. Existen signos evidentes de que la túnica muscular puede aumentar de espesor como respuesta a la falta presión venosa (p. ej., las venas digitales de los caballos).

Anastomosis arteriovenosas

Como mencionamos antes (p. 118) en muchas partes del cuerpo existen conexiones directas entre pequeñas arterias y venas que se utilizan para evitar el paso por el lecho capilar (fig. 7-29). Una finalidad es desviar sangre desde tejidos con actividad intermitente cuando están en reposo; son buenos ejemplos la glándula tiroides y la mucosa gástrica. Las anastomosis arteriovenosas también intervienen en la

regulación de la temperatura. Para este fin son abundantes en los extremos expuestos de la superficie corporal, como dedos, orejas y nariz. Paradójicamente se las utilizaría de dos maneras. Se abren en los ambientes fríos para prevenir el enfriamiento excesivo de los apéndices pero también se abren cuando el animal tiene mucho calor porque así promueven la disipación de éste aumentando la irrigación sanguínea cerca de la superficie corporal. Un ejemplo especial de este último uso es el perro que jadea; la circulación sanguínea por las múltiples anastomosis arteriovenosas de la lengua promueve la evaporación de saliva en la superficie y compensa en cierta medida la escasa cantidad de glándulas sudoríparas de la piel canina.

Mediante el empleo de microesferas radiactivas se pudo estimar la cantidad de sangre que puede saltear el lecho capilar. En el cerdo representa el 30% de todo el volumen-latido cardíaco en algunas circunstancias.

La estructura de estos vasos intercomunicantes no es uniforme. Algunos se distinguen por sus paredes muy musculosas y otros porque las células musculares adoptan un carácter epitelioide peculiar; se presume que estas células epitelioides se ingurgitan como respuesta a estímulos químicos específicos, cerrando así el conducto vascular.

Tejido eréctil

El tejido eréctil o cavernoso es una especialización vascular en la cual muchos espacios revestidos de endotelio y densamente aglomerados están dispuestos en continuidad con el torrente sanguíneo. Los espacios suelen ser cerrados, pero como son alimentados directamente por arteriolas, se ingurgitan rápidamente al recibir la estimulación nerviosa apropiada. Al tejido eréctil se lo conoce mejor en relación con el sistema genital y provee gran parte de la estructura del pene (p. 208) y del equivalente femenino, más pequeño pero comparable. En una forma modificada también está en la pared del pezón, mucosa nasal, órgano vomeronasal y algunos otros sitios. La respuesta simultánea del tejido eréctil genital y nasal es común y ha suscitado curiosas conjeturas; esta asociación es menos sorprendente de lo que parecería a primera vista porque la percepción de los olores es un aspecto importante del comportamiento sexual de muchos animales.

Podríamos mencionar aquí las "almohadillas sanguíneas" formadas mediante concentración de venas, aunque no son estrictamente comparables. Varias de estas formaciones se asocian con el tracto gastrointestinal. Una que reviste interés en veterinaria es la papila ileal del caballo (p. 536) que tiene una gran capacidad para ingurgitarse. Otro ejemplo, menos relevante, es la mucosa anal humana; se presume que las almohadillas formadas por las venas adyacentes contribuyen al cierre del orificio y se dijo que el desarrollo posnatal de estas venas coincide con el comienzo de la continencia en el niño.

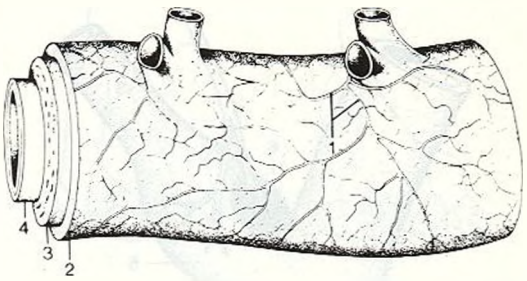


Fig. 7-30. Vasa vasorum en la pared de una arteria grande.

1, vasa vasorum; 2, túnica adventicia; 3, túnica media; 4, túnica interna.

Vascularización e inervación de la pared vascular

Lo mismo que otros tejidos, las paredes de los vasos sanguíneos requieren nutrición. La difusión desde la luz es suficiente para cubrir las necesidades de los vasos más pequeños, pero debe suplementarse con una circulación intramural en los vasos más grandes. Las arterias nutricias (vasa vasorum) nacen la mayoría de las veces a cierta distancia del tramo de pared que irrigan y a menudo provienen de ramas colaterales. Penetran en la adventicia desde el exterior y se ramifican dentro de esta capa y en la parte adyacente de la media (fig. 7-30[1]). No penetran más allá del centro de la media en las arterias, tal vez porque los capilares de la parte interna de la pared se cerrarían por la presión radial generada por el torrente sanguíneo dentro de la luz. La túnica íntima nunca está vascularizada, a menos que se halle enferma.

Las arterias y venas reciben inervación motora y sensorial. Los nervios vasomotores para las arterias revisten particular importancia porque controlan el diámetro de la luz y, por ende, la resistencia periférica. La mayoría son fibras vasoconstrictoras de origen simpático. Algunas van directamente a las grandes arterias desde los plexos simpáticos que están en el mediastino, pero la mayoría viaja junto con los troncos nerviosos locales, desde los cuales emergen después para envainar a las arterias periféricas. La inervación aferente interviene en los reflejos vasculares locales y generales; algunas fibras median la sensibilidad dolorosa percibida en las lesiones arteriales.

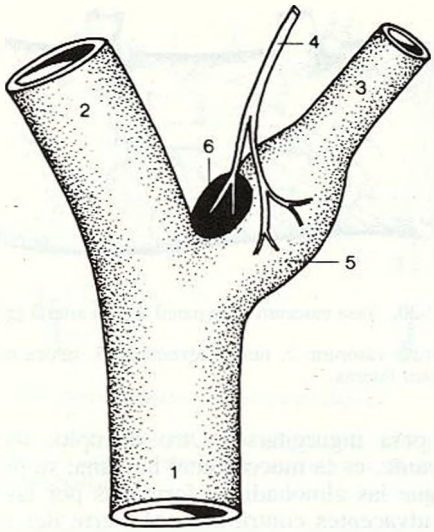


Fig. 7-31. Barorreceptores y quimiorreceptores en el origen de la arteria carótida interna.

1, arteria carótida común; 2, arteria carótida externa; 3, arteria carótida interna; 4, rama para el seno carotídeo del nervio glosofaríngeo; 5, seno carotídeo (barorreceptor); 6, cuerpo carotídeo (quimiorreceptor).

Además existen ciertos sitios específicos mucho más ricamente inervados por nervios cuyas terminaciones responden a la presión o a los estímulos químicos. Estas concentraciones de barorreceptores y quimiorreceptores, muy importantes para regular la circulación, están confinadas a las arterias originadas en los arcos branquiales: carótidas internas, cayado aórtico, arteria subclavia derecha y tronco pulmonar. Los ejemplos mejor conocidos de cada tipo –seno carotídeo y cuerpo carotídeo (glomus caroticum)– existen en íntima asociación en el origen de la arteria carótida interna (fig. 7-31).

En el cadáver el seno carotídeo se reconoce como un tramo ligeramente expandido y particularmente distensible que está en el origen de la carótida interna. Sus receptores son estimulados por los cambios de presión que alteran la tensión mecánica en su pared. El cuerpo carotídeo es un nódulo vecino (a veces palpable) constituido por una masa ricamente vascularizada de células epitelioides. Los quimiorreceptores responden a los cambios en la tensión de oxígeno y de dióxido de carbono y en la concentración de hidrogeniones en la sangre que los perfunde. Las fibras aferentes provenientes de ambos tipos de receptores viajan en la rama del seno carotídeo (conocida por los fisiólogos como nervio de Hering) del nervio glosofaríngeo y se proyectan en centros situados en el tronco cerebral.

Las áreas receptoras menos familiares de las otras arterias nombradas son similares pero menos importantes. Existen diferencias específicas y en algunos animales parecerían perder importancia al alcanzarse la madurez.

Patrones de distribución arterial

Ya mencionamos algunos rasgos más obvios de la distribución arterial: el aumento del área transversal total en cada ramificación, la variación en el ángulo de ramificación, la preferencia por los recorridos protegidos en los miembros y la abundancia de anastomosis interarteriales (p. 40). Ahora hemos de ampliar la descripción de determinados rasgos.

Circulación colateral. Pocas arterias (de cualquier tamaño) llegan a sus terminaciones en los lechos capilares sin emitir antes ramas colaterales. La mayoría de las colaterales, sean grandes o pequeñas, se conectan con sus vecinas, aunque la profusión de anastomosis puede no evidenciarse en la disección porque muchas están ocultas dentro de los músculos y otros órganos (fig. 7-32). Las anastomosis se agrandan cuando el torrente sanguíneo se desvía de su curso normal por oclusión de un tronco principal; al principio el ensanchamiento se debe a relajación y estiramiento de la pared, pero después a la reconstrucción de las uniones anastomóticas. Así, mientras pase suficiente cantidad sangre, los tejidos privados de sus fuentes de nutrición usuales suelen sobrevivir, aunque quizá con pérdida temporaria de la función de las partes isquémicas. En condiciones experimentales se comprobó que en perros sanos hasta se puede ligar la aorta (más allá del origen de las arterias renales) con una probabilidad regular, quizá del 50%, de sobrevida. Esto no significa que cualquier arteria se pueda ligar con impunidad. La aptitud para desarrollar una circulación colateral adecuada es mayor cuando la obstrucción se instala con lentitud y menor si el comienzo de la obstrucción es brusco o si existen alteraciones francamente patológicas en la pared del vaso.

Existen ciertas arterias cuya permeabilidad es esencial, de modo que la interrupción del flujo ocasiona un infarto, muerte de un bloque de tejido, que típicamente tiene la forma de un cono en torno del eje del vaso. Estas arterias, conocidas como arterias terminales, son paradójicamente más numerosas entre las arterias más pequeñas que en sus troncos originales, que suelen tener conexiones colaterales más extensas. Por definición estricta, la arteria terminal es una rareza, pero las arterias terminales "funcionales", en las que las conexiones colaterales son de calibre insuficiente, son más

Fig. 7-32. Esta ilustración de la distribución arterial de un miembro del equino muestra la abundancia de anastomosis intraarteriales.

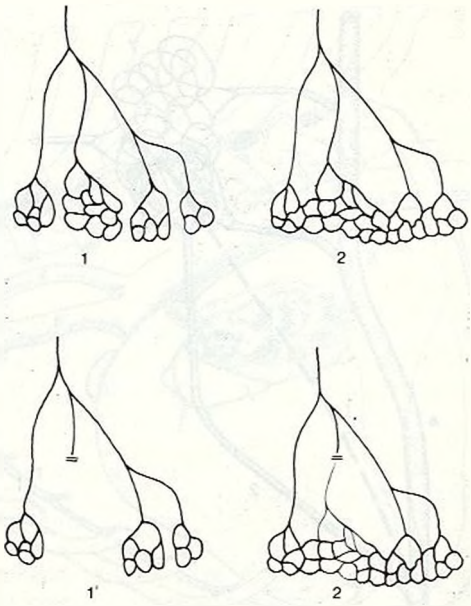


Fig. 7-33. Arterias terminales verdaderas (1) y funcionales (2). El cierre de una arteria terminal ocasiona necrosis en el tejido que irriga (1'). En el caso de una arteria terminal funcional (2) existe una vía alternativa potencial pero inadecuada (2').

comunes (fig. 7-33). Es imposible estimar por evidencias puramente morfológicas si la circulación colateral es adecuada; por ejemplo, aunque las arterias intramusculares aparenten anastomosarse libremente, muchas veces la oclusión de una ocasiona necrosis local. Otros buenos ejemplos de arterias en las cuales las anastomosis son malas o pobres son la arteria central de la retina y muchos vasos pequeños del encéfalo; la consecuencia de su obstrucción puede ser inmediata y catastrófica: destrucción de la retina o muerte de un núcleo o tracto, con incapacitación sensorial o motora permanente. Esto puede contrastarse con las abundantes anastomosis entre las grandes arterias que constituyen el círculo arterial de la superficie ventral del encéfalo. Las anastomosis entre las ramas más finas de las arterias coronarias también son escasas y por lo general incapaces de mantener una circulación colateral adecuada, pero a pesar de esto no todas las embolias coronarias tienen resultados fatales; mucho dependerá del tamaño y del sitio específico del infarto y de la asistencia médica inmediata.

Las anastomosis entre las pequeñas arterias de los miembros son muy numerosas, en particular en las regiones de las articulaciones, y a veces forman redes visibles; un ejemplo importante se observa en la cara dorsal del carpo del caballo (retia carpi dorsale).

Las redes que se acaban de describir no deben confundirse con las retia mirabilia que son menos frecuentes. Las retia mirabilia ocurren cuando un tronco principal se divide más o menos de pronto en un manojo de vasos paralelos. En una variedad los troncos paralelos se unen después, existe una disposición "bipolar" en las arterias para el encéfalo de ciertas especies (fig. 7-34[7]) y, en menor escala, en los glomérulos renales (fig. 5-32[1]). Otros ejemplos son "unipolares"; en ellos las ramas se mantienen separadas. Existen ejemplos en las extremidades de animales arbóreos que se mueven con lentitud (perezosos, lémures) y en la cavidad torácica de las ballenas y otros mamíferos que se sumergen. No existe ninguna explicación convincente de la utilidad adaptativa de la mayoría de estos elementos, con la excepción obvia de los glomérulos renales (p. 195).

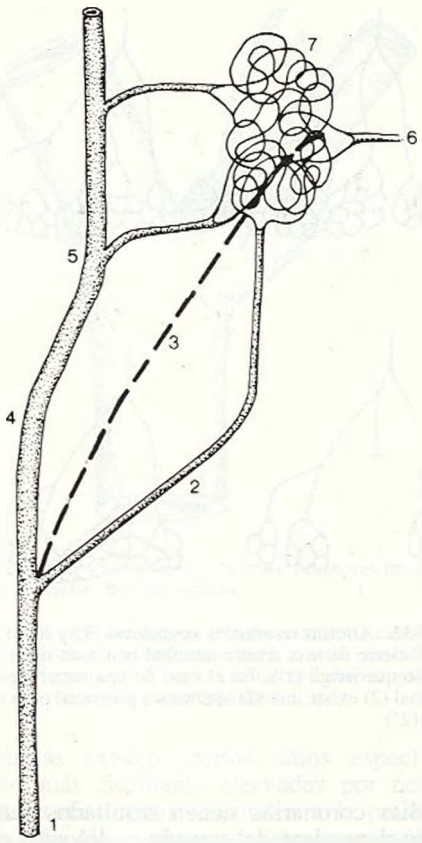


Fig. 7-34. Rete mirabile interpuesta en la irrigación sanguínea del encéfalo de bovino.

1, aorta carótida común; 2, arteria occipital; 3, arteria carótida interna (degenera después de nacer); 4, arteria carótida externa; 5, arteria maxilar; 6, rama de la rete para el círculo arterial del encéfalo; 7, rete mirabile epidural rostral.

ANGIOLOGÍA SISTEMÁTICA

No nos proponemos hacer aquí una descripción integral de todos los vasos sanguíneos. Habría sido muy tedioso, y lo más práctico es fragmentar la exposición ocupándonos de la vascularización de determinados órganos y regiones en otros capítulos, donde será más fácil destacar los rasgos que revisten una importancia funcional o interés clínico especial. Aun así, conviene hacer una breve reseña de los árboles arteriales y venosos en conjunto. Como las diferencias entre las especies son numerosas y, si se les prestase atención, requerirían muchas calificaciones de la descripción, hemos de tomar como modelo al perro; sólo hemos de mencionar algunos rasgos comparativos más sobresalientes.

Circulación pulmonar

Arterias pulmonares

El *tronco pulmonar* se origina en el orificio pulmonar del ventrículo derecho, en la parte craneal izquierda del corazón. Se halla un poco expandido en su origen, donde presenta un pequeño seno encima de cada cúspide de la válvula pulmonar. El tronco (fig. 7-9*A*[5]) transcurre entre las dos aurículas y luego vira en dirección caudal sobre la base del corazón, donde en su faz derecha se le une el ligamento arterioso, resto fibrosado del conducto arterioso (p. 264). Después de atravesar el pericardio se divide en las *arterias pulmonares* derecha e izquierda, cada una orientada hacia el hilio del respectivo pulmón en compañía del bronquio principal y de las venas pulmonares (fig. 7-9[10,10']). El curso de la arteria derecha la lleva por el lado ventral de la tráquea.

Las arterias pulmonares hacen su primera ramificación antes de entrar en el pulmón (fig. 4-23); sus ramificaciones ulteriores ya han sido mencionadas brevemente (p. 178).

Venas pulmonares

Las venas pulmonares desembocan de diversas maneras en el techo del atrio izquierdo. Forman dos manojos en el perro, uno para las venas procedentes de cada pulmón, pero en algunas otras especies las venas que drenan los lóbulos caudales de ambos pulmones forman un tercer manojo aparte. Estas venas carecen de válvulas.

Circulación sistémica

Arterias sistémicas

Cayado aórtico y sus ramas. El origen de la aorta es similar al del tronco pulmonar pero proviene del ventrículo izquierdo. La porción inicial, bulbo aórtico, está oculta entre los atrios y forma unos senos encima de las tres cúspides de la válvula aórtica; la arteria coronaria derecha nace en el seno craneal y la arteria coronaria izquierda en el seno caudal izquierdo (fig. 7-16[6,5]). Más allá del bulbo la aorta se arquea en dirección craneal, dorsal y caudal, atravesando el pericardio para ascender dentro del mediastino y llegar a la parte izquierda y ventral de la columna vertebral, más o menos a nivel de la séptima vértebras torácica (fig. 7-35). Además de las *arterias coronarias* (p. 239) la primera parte de la aorta emite el par de arterias subclavias y el par de carótidas comunes. Estos vasos se amalgaman en sus orígenes para formar un corto *tronco bra-*

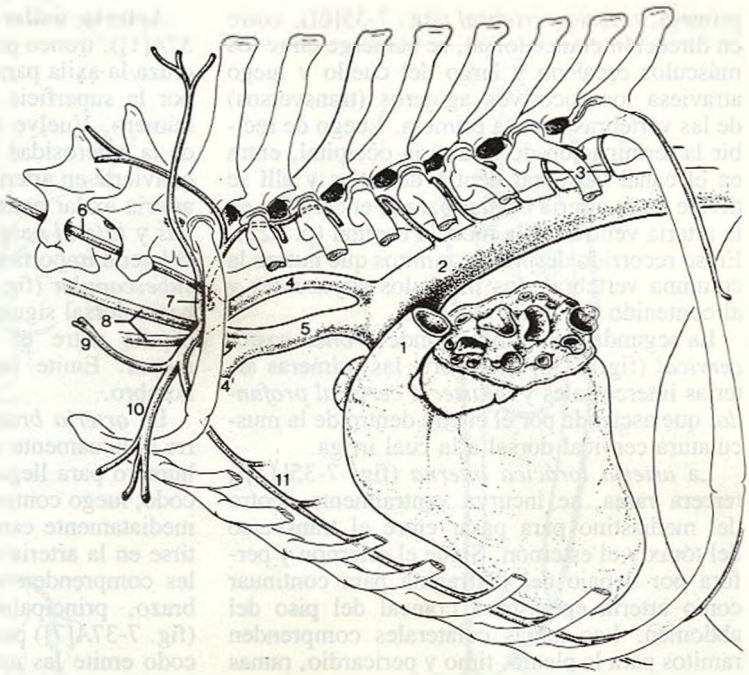


Fig. 7-35. Ramificación del arco aórtico en el perro.

1, tronco pulmonar; 2, aorta; 3, arterias intercostales; 4, a. subclavia izquierda; 4', a. subclavia derecha; 5, tronco braquiocefálico; 6, a. vertebral; 7, tronco costocervical; 8, arterias carótidas comunes izquierda y derecha; 9, a. cervical superficial; 10, a. axilar; 11, a. torácica interna.

quiocefáli sco orientado en dirección craneal en las especies más grandes (fig. 7-36[3]); en el perro y el cerdo la arteria subclavia izquierda es independiente y tiene un origen aparte, más distal (fig. 7-35[4]). Las arterias carótidas comunes irrigan los elementos de la cabeza (p. 256).

La *arteria subclavia* (fig. 7-35[4]) envía sangre al miembro torácico y a las estructuras del cuello y unión cervicotorácica. Rodea el borde craneal de la primera costilla para entrar en el miembro por la axila, donde adquiere el nombre de arteria axilar. La subclavia emite cuatro ramas en su trayecto intratorácico. La

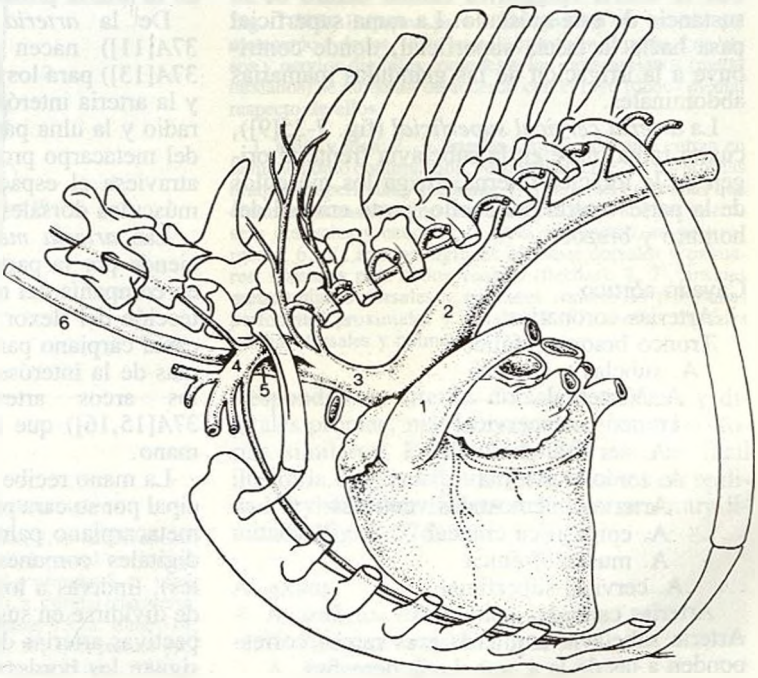


Fig. 7-36. Ramificación del cayado aórtico en el caballo. Las arterias para la cabeza y cuello y para los miembros torácicos se originan en un corto tronco braquiocefálico (3).

1, tronco pulmonar; 2, cayado aórtico; 3, tronco braquiocefálico; 4, a. subclavia izquierda; 5, tronco bicarotídeo; 6, a. carótida común izquierda.

primera, *arteria vertebral* (fig. 7-35[6]), corre en dirección craneodorsal, se sumerge entre los músculos escaleno y largo del cuello y luego atraviesa los sucesivos agujeros (transversos) de las vértebras sexta a primera. Luego de recibir la terminación de la arteria occipital, entra en el canal vertebral dentro del atlas y allí se divide en la arteria basilar para el encéfalo y en la arteria ventral de la médula espinal (p. 325). En su recorrido desprende ramitos que nutren la columna vertebral, los músculos adyacentes y al contenido del canal vertebral.

La segunda rama, más grande, *tronco costocervical* (fig. 7-35[7]), aporta las primeras arterias intercostales y la *arteria cervical profunda*, que asciende por el cuello dentro de la musculatura cervical dorsal a la cual irriga.

La *arteria torácica interna* (fig. 7-35[11]), tercera rama, se incurva ventralmente dentro del mediastino para pasar entre el transverso del tórax y el esternón. Sigue el esternón y perfora por debajo del diafragma para continuar como arteria epigástrica craneal del piso del abdomen. Las ramas colaterales comprenden ramitos para la pleura, timo y pericardio, ramas perforantes para los músculos pectorales y glándulas mamarias torácicas y arterias intercostales ventrales; las ramas intercostales ventrales más caudales nacen en un tronco común, la arteria musculofrénica, que sigue la inserción lateral del diafragma. La *arteria epigástrica craneal,* se divide en las ramas superficial y profunda; esta última sigue la cara profunda del resto del abdomen hasta una anastomosis con la arteria epigástrica caudal dentro de la sustancia de este músculo. La rama superficial pasa hacia la fascia superficial, donde contribuye a la irrigación de las glándulas mamarias abdominales.

La *arteria cervical superficial* (fig. 7-35[9]), cuarta rama, nace en la subclavia frente al origen de la torácica interna. Irriga los músculos de la parte ventral del cuello, parte craneal del hombro y brazo.

Cayado aórtico
- Arterias coronarias
- Tronco braquiocefálico
  - A. subclavia derecha
    - A. Vertebral
    - Tronco costocervical
      - A. cervical profunda
    - A. torácica interna
      - Arterias intercostales ventrales
      - A. epigástrica craneal
      - A. musculofrénica
    - A. cervical superficial
  - Arterias carótidas comunes

Arteria subclavia izquierda (sus ramas corresponden a las de la a. subclavia derecha)

Arteria axilar. La *arteria axilar* (fig. 7-37*A*[1]), tronco principal del miembro torácico, cruza la axila para continuar en dirección distal por la superficie medial del brazo caudal del húmero. Vuelve a cambiar de nombre a nivel de la tuberosidad del redondo mayor, donde se convierte en arteria braquial (fig. 7-37*A*[6]). La arteria axilar emite las arterias *torácicas externas* y *lateral* para la pared torácica y una rama colateral importante para el miembro, la *arteria subescapular* (fig. 7-37*A*[3]). Esta arteria corre hacia dorsal siguiendo el borde caudal de la escápula entre el subescapular y el redondo mayor. Emite ramas para los músculos del hombro.

La *arteria braquial* (fig. 7-37*A*[6]) transcurre oblicuamente sobre la superficie medial del húmero para llegar a la parte craneomedial del codo; luego continúa en el antebrazo, donde inmediatamente cambia de nombre para convertirse en la arteria mediana. Sus ramas colaterales comprenden varias para los músculos del brazo, principalmente la *braquial profunda* (fig. 7-37*A*[7]) para la masa tricipital; cerca del codo emite las *arterias ulnar colateral* y *braquial superficial* (fig. 7-37*A*[8,9]) que van a las partes caudal y craneal del antebrazo, respectivamente. Las ramas de la braquial superficial corren por el subcutáneo junto a la vena cefálica y a la rama superficial del nervio radial para llegar al dorso de la mano. La *arteria cubital transversa* (fig. 7-37*A*[10]) nace justo proximal a la articulación del codo. Una rama sustancial, la *arteria interósea común*, se origina en la arteria principal distalmente al codo.

De la *arteria interósea común* (fig. 7-37*A*[11]) nacen la *arteria ulnar* (fig. 7-37*A*[13]) para los flexores digitales y carpianos y la arteria interósea caudal, que corre entre el radio y la ulna para llegar a los arcos palmares del metacarpo proximal. Una interósea craneal atraviesa el espacio interóseo para irrigar los músculos dorsales del antebrazo.

Las *arteria mediana* (fig. 7-37*A*[12]) desciende por la parte caudomedial del antebrazo en compañía del nervio mediano y bajo la protección del flexor radial del carpo. Pasa por el canal carpiano para terminar uniéndose con ramas de la interósea común en la formación de los arcos arteriales palmares (fig. 7-37*A*[15,16]) que irrigan la cara palmar de la mano.

La mano recibe su irrigación sanguínea principal por su cara palmar, donde corren los arcos metacarpiano palmar (profundo) y las arterias digitales comunes palmares (más superficiales), linderas a los huesos metacarpianos antes de dividirse en sus extremos distales en las respectivas arterias digitales palmares propias que siguen los bordes axiles de los dedos. Las co-

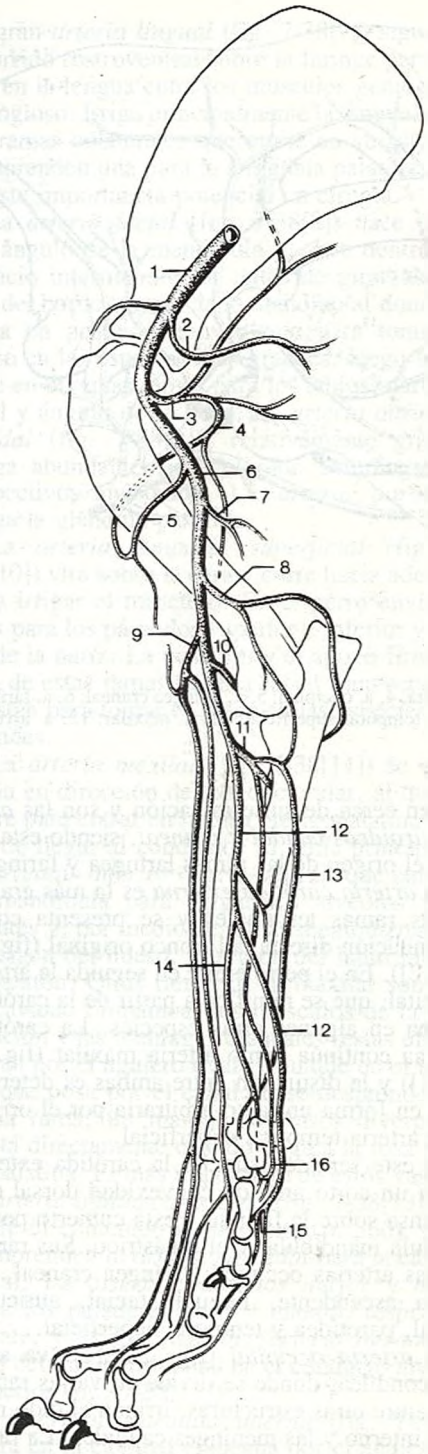


Fig. 7-37A. Arterias del miembro torácico (perro).

1, arteria axilar; 2, a. torácica lateral; 3, a. subescapular; 4, a. humeral circunfleja caudal; 5, a. humeral circunfleja craneal; 6, a. braquial; 7, a. braquial profunda; 8, a. ulnar colateral; 9, a. braquial superficial; 10, a. cubital transversa; 11, a. interósea común; 12, a. mediana; 13, a. ulnar; 14, a. radial; 15, arco palmar superficial; 16, arco palmar profundo. (Simoens y col., 1980, y Budras y Fricke, 1983.)

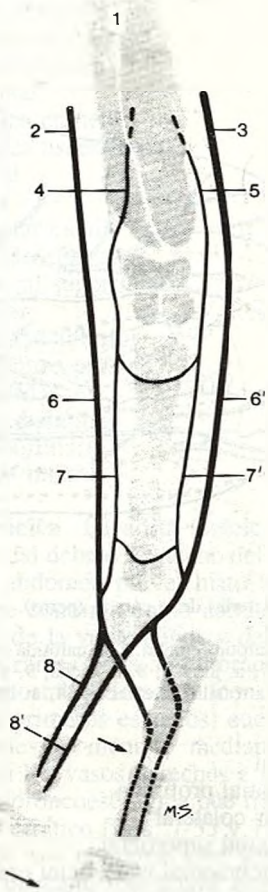


Fig. 7-37B. Esquema para la designación de arterias del metacarpo y dedos, vista lateral, basada en el perro. Los vasos y nervios digitales comunes y los metacarpianos (metatarsianos) se numeran de acuerdo con el rayo (dedo) medial respecto de ellos.

1, radio y ulna; 2, 3, arterias superficiales que entran en la mano como continuación, respectivamente, de las arterias braquial superficial y mediana; 4, 5, arterias profundas que entran en la mano como continuación de las arterias interóseas craneales y caudales (u otras profundas), respectivamente; 6, 6', arterias digitales comunes dorsales y palmares, comunes para dedos vecinos (flechas); 7, 7', arterias metacarpianas dorsales y palmares conectadas por ramas perforantes proximales y distales; 8, 8`, arterias digitales propias dorsales y palmares.

rrespondientes arterias dorsales comunes y digitales propias, más estrechas, siguen trayectorias similares. Esta distribución es más fácil ilustrarla que describirla y los detalles en realidad revisten una importancia práctica muy limitada (fig. 7-37*B*).

A. axilar
- A. torácica externa
- A. torácica lateral
- A. subescapular

primera, *arteria vertebral* (fig. 7-35[6]), corre en dirección craneodorsal, se sumerge entre los músculos escaleno y largo del cuello y luego atraviesa los sucesivos agujeros (transversos) de las vértebras sexta a primera. Luego de recibir la terminación de la arteria occipital, entra en el canal vertebral dentro del atlas y allí se divide en la arteria basilar para el encéfalo y en la arteria ventral de la médula espinal (p. 325). En su recorrido desprende ramitos que nutren la columna vertebral, los músculos adyacentes y al contenido del canal vertebral.

La segunda rama, más grande, *tronco costocervical* (fig. 7-35[7]), aporta las primeras arterias intercostales y la *arteria cervical profunda*, que asciende por el cuello dentro de la musculatura cervical dorsal a la cual irriga.

La *arteria torácica interna* (fig. 7-35[11]), tercera rama, se incurva ventralmente dentro del mediastino para pasar entre el transverso del tórax y el esternón. Sigue el esternón y perfora por debajo del diafragma para continuar como arteria epigástrica craneal del piso del abdomen. Las ramas colaterales comprenden ramitos para la pleura, timo y pericardio, ramas perforantes para los músculos pectorales y glándulas mamarias torácicas y arterias intercostales ventrales; las ramas intercostales ventrales más caudales nacen en un tronco común, la arteria musculofrénica, que sigue la inserción lateral del diafragma. La *arteria epigástrica craneal,* se divide en las ramas superficial y profunda; esta última sigue la cara profunda del resto del abdomen hasta una anastomosis con la arteria epigástrica caudal dentro de la sustancia de este músculo. La rama superficial pasa hacia la fascia superficial, donde contribuye a la irrigación de las glándulas mamarias abdominales.

La *arteria cervical superficial* (fig. 7-35[9]), cuarta rama, nace en la subclavia frente al origen de la torácica interna. Irriga los músculos de la parte ventral del cuello, parte craneal del hombro y brazo.

Cayado aórtico
- Arterias coronarias
- Tronco braquiocefálico
  - A. subclavia derecha
    - A. Vertebral
    - Tronco costocervical
      - A. cervical profunda
    - A. torácica interna
      - Arterias intercostales ventrales
      - A. epigástrica craneal
      - A. musculofrénica
    - A. cervical superficial
  - Arterias carótidas comunes

Arteria subclavia izquierda (sus ramas corresponden a las de la a. subclavia derecha)

Arteria axilar. La *arteria axilar* (fig. 7-37*A*[1]), tronco principal del miembro torácico, cruza la axila para continuar en dirección distal por la superficie medial del brazo caudal del húmero. Vuelve a cambiar de nombre a nivel de la tuberosidad del redondo mayor, donde se convierte en arteria braquial (fig. 7-37*A*[6]). La arteria axilar emite las arterias *torácicas externas* y *lateral* para la pared torácica y una rama colateral importante para el miembro, la *arteria subescapular* (fig. 7-37*A*[3]). Esta arteria corre hacia dorsal siguiendo el borde caudal de la escápula entre el subescapular y el redondo mayor. Emite ramas para los músculos del hombro.

La *arteria braquial* (fig. 7-37*A*[6]) transcurre oblicuamente sobre la superficie medial del húmero para llegar a la parte craneomedial del codo; luego continúa en el antebrazo, donde inmediatamente cambia de nombre para convertirse en la arteria mediana. Sus ramas colaterales comprenden varias para los músculos del brazo, principalmente la *braquial profunda* (fig. 7-37*A*[7]) para la masa tricipital; cerca del codo emite las *arterias ulnar colateral* y *braquial superficial* (fig. 7-37*A*[8,9]) que van a las partes caudal y craneal del antebrazo, respectivamente. Las ramas de la braquial superficial corren por el subcutáneo junto a la vena cefálica y a la rama superficial del nervio radial para llegar al dorso de la mano. La *arteria cubital transversa* (fig. 7-37*A*[10]) nace justo proximal a la articulación del codo. Una rama sustancial, la *arteria interósea común*, se origina en la arteria principal distalmente al codo.

De la *arteria interósea común* (fig. 7-37*A*[11]) nacen la *arteria ulnar* (fig. 7-37*A*[13]) para los flexores digitales y carpianos y la arteria interósea caudal, que corre entre el radio y la ulna para llegar a los arcos palmares del metacarpo proximal. Una interósea craneal atraviesa el espacio interóseo para irrigar los músculos dorsales del antebrazo.

Las *arteria mediana* (fig. 7-37*A*[12]) desciende por la parte caudomedial del antebrazo en compañía del nervio mediano y bajo la protección del flexor radial del carpo. Pasa por el canal carpiano para terminar uniéndose con ramas de la interósea común en la formación de los arcos arteriales palmares (fig. 7-37*A*[15,16]) que irrigan la cara palmar de la mano.

La mano recibe su irrigación sanguínea principal por su cara palmar, donde corren los arcos metacarpiano palmar (profundo) y las arterias digitales comunes palmares (más superficiales), linderas a los huesos metacarpianos antes de dividirse en sus extremos distales en las respectivas arterias digitales palmares propias que siguen los bordes axiles de los dedos. Las co-

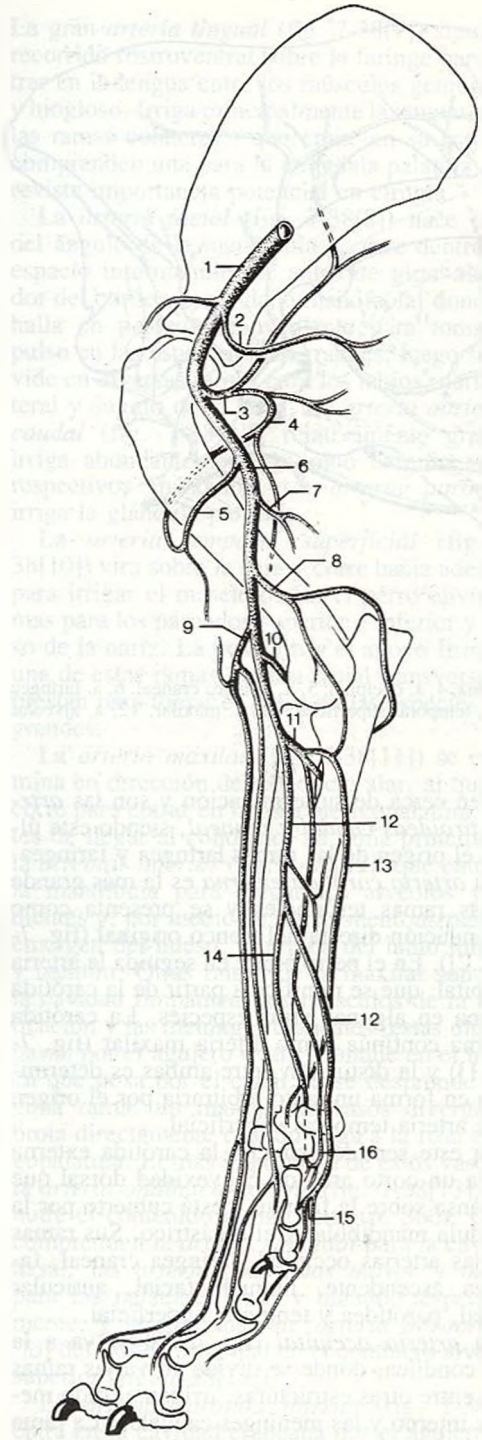


Fig. 7-37A. Arterias del miembro torácico (perro).

1, arteria axilar; 2, a. torácica lateral; 3, a. subescapular; 4, a. humeral circunfleja caudal; 5, a. humeral circunfleja craneal; 6, a. braquial; 7, a. braquial profunda; 8, a. ulnar colateral; 9, a. braquial superficial; 10, a. cubital transversa; 11, a. interósea común; 12, a. mediana; 13, a. ulnar; 14, a. radial; 15, arco palmar superficial; 16, arco palmar profundo. (Simoens y col., 1980, y Budras y Fricke, 1983.)

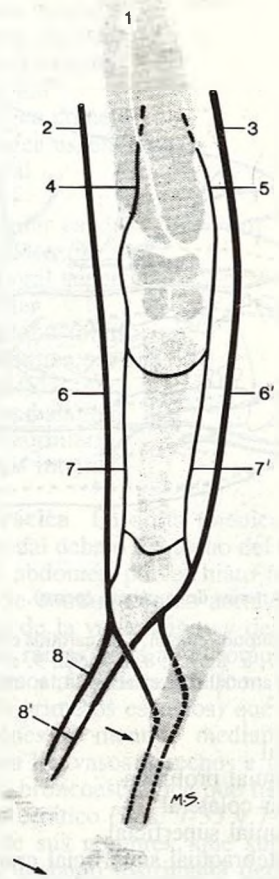


Fig. 7-37B. Esquema para la designación de arterias del metacarpo y dedos, vista lateral, basada en el perro. Los vasos y nervios digitales comunes y los metacarpianos (metatarsianos) se numeran de acuerdo con el rayo (dedo) medial respecto de ellos.

1, radio y ulna; 2, 3, arterias superficiales que entran en la mano como continuación, respectivamente, de las arterias braquial superficial y mediana; 4, 5, arterias profundas que entran en la mano como continuación de las arterias interóseas craneales y caudales (u otras profundas), respectivamente; 6, 6', arterias digitales comunes dorsales y palmares, comunes para dedos vecinos (flechas); 7, 7', arterias metacarpianas dorsales y palmares conectadas por ramas perforantes proximales y distales; 8, 8', arterias digitales propias dorsales y palmares.

rrespondientes arterias dorsales comunes y digitales propias, más estrechas, siguen trayectorias similares. Esta distribución es más fácil ilustrarla que describirla y los detalles en realidad revisten una importancia práctica muy limitada (fig. 7-37*B*).

A. axilar
- A. torácica externa
- A. torácica lateral
- A. subescapular

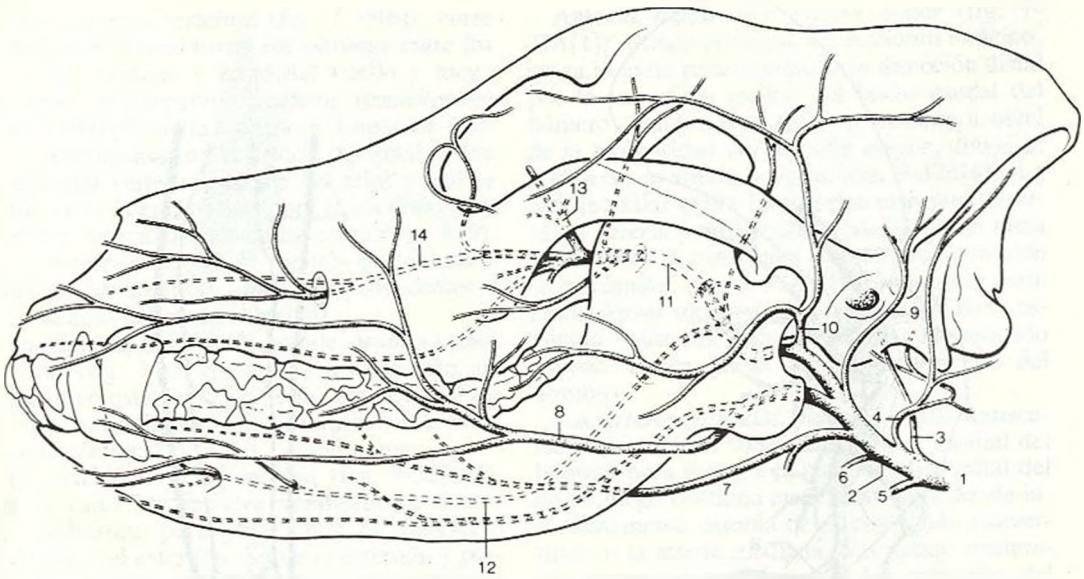


Fig. 7-38. Arterias de la cabeza (perro).

1, arteria carótida común; 2, a. carótida externa; 3, a. carótida interna; 4, a. occipital; 5, a. laríngea craneal; 6, a. faríngea ascendente; 7, a. lingual; 8, a. facial; 9, a. auricular caudal; 10, a. temporal superficial; 11, a. maxilar; 12, a. alveolar inferior; 13, a. oftálmica externa; 14, a. infraorbitaria.

A. braquial
A. braquial profunda
A. ulnar colateral
A. braquial superficial
A. antebraquial superficial craneal
Arterias digitales dorsales comunes
A. cubital transversa
A. interósea común
A. ulnar
A. interósea craneal
A. interósea caudal
Arco palmar superficial
Arterias digitales comunes palmares
Arco palmar profundo
Arterias metacarpianas palmares
A. mediana
A. radial
(Las arterias pequeñas de la mano se originan en anastomosis que no se mencionan.)

Arteria carótida común. Las arterias carótidas comunes nacen por separado en el perro (fig. 7-35[8]) y mediante un corto tronco común (bicarotídeo) en los ungulados (fig. 7-36[5]). Cada una cruza la cara ventrolateral de la tráquea (o esófago en el lado izquierdo) en su ascenso por el cuello, donde se acompaña por el tronco vagosimpático. La arteria termina dividiéndose encima de la laringe en las arterias carótidas externa e interna. Las únicas ramas colaterales importantes de la carótida común se emiten cerca de su terminación y son las *arterias tiroideas caudal* y *craneal*, siendo esta última el origen de las ramas laríngea y faríngea.

La *arteria carótida externa* es la más grande de las ramas terminales y se presenta como continuación directa del tronco original (fig. 7-38[1,2]). En el perro emite en seguida la arteria occipital, que se ramifica a partir de la carótida interna en algunas otras especies. La carótida externa continúa como arteria maxilar (fig. 7-38[11]) y la distinción entre ambas es determinada en forma un tanto arbitraria por el origen de la arteria temporal superficial.

En este sentido estrecho la carótida externa forma un corto arco de convexidad dorsal que descansa sobre la faringe y está cubierto por la glándula mandibular y el digástrico. Sus ramas son las arterias occipital, laríngea craneal, faríngea ascendente, lingual, facial, auricular caudal, parotídea y temporal superficial.

La *arteria occipital* (fig. 7-38[4]) va a la fosa condílea, donde se divide en varias ramas que, entre otras estructuras, irrigan el oído medio e interno y las meninges caudales. La rama más grande, que en realidad es la continuación del tronco, va a la fosa atlántica para anastomosarse con la arteria vertebral, de modo que participa en la irrigación del encéfalo (p. 327).

Las *arterias laríngea craneal* y *faríngea ascendente* (fig. 7-38[5,6]) son los vasos nutricios principales de estos órganos (laringe y faringe).

La gran *arteria lingual* (fig. 7-38[7]) sigue un recorrido rostroventral sobre la faringe para entrar en la lengua entre los músculos geniogloso y hiogloso. Irriga principalmente la lengua, pero las ramas colaterales que emite en su trayecto comprenden una para la amígdala palatina, que reviste importancia potencial en cirugía.

La *arteria facial* (fig. 7-38[8]) nace cerca del ángulo de la mandíbula y corre dentro del espacio intermandibular antes de girar alrededor del borde ventral de la mandíbula, donde se halla en posición conveniente para tomar el pulso en las especies más grandes; luego se divide en diversas ramas para los labios, nariz lateral y ángulo de la boca. La *arteria auricular caudal* (fig. 7-38[9]), relativamente grande, irriga abundantemente el oído externo y sus respectivos músculos. La *arteria parotídea* irriga la glándula parótida.

La *arteria temporal superficial* (fig. 7-38[10]) vira sobre la cara y corre hacia adelante para irrigar el masetero. En el perro envía ramas para los párpados superior e inferior y dorso de la nariz. La posición y el apoyo firme de una de estas ramas (arteria facial transversa) se prestan para tomar el pulso en las especies más grandes.

La *arteria maxilar* (fig. 7-38[11]) se encamina en dirección del conducto alar, al que recorre para entrar en la fosa pterigopalatina. Antes de llegar al conducto, su rama principal es la *alveolar inferior* (fig. 7-38[12]) que entra en la mandíbula para irrigar los alvéolos y los dientes y, por medio de ramas mentonianas que emergen del hueso, la región del labio inferior y mentón. Otras ramas de la maxilar son para la cavidad timpánica, los músculos de la masticación y las meninges craneales (estas últimas pasan por el agujero oval). Aunque en el tramo en que posa por el canal no se desprende ninguna rama, un manojo de vasos divergentes brota directamente cuando llega a la fosa pterigopalatina. El más importante de estos vasos es la *arteria oftálmica externa* (fig. 7-38[13]) que nutre el contenido de la órbita (p. 360). Otros comprenden la *arteria etmoidal* para la cavidad nasal, las *arterias palatinas mayor* y *menor* para los paladares duro y blando, respectivamente, y la continuación *(arteria infraorbitaria)* del tronco principal en el conducto alveolar superior (fig. 7-38[14]).

La *arteria carótida interna* (fig. 7-38[3]) entra en la cavidad craneana por el agujero carotídeo (después de haber seguido un curso un tanto indirecto en el perro) y dentro de la cavidad se divide en las ramas caudal y rostral divergentes que, con sus homólogos contralaterales, contribuyen con la arteria basilar a la formación del círculo arterial que irriga el encéfalo (p. 327).

A. carótida común
- A. tiroidea caudal
- A. tiroidea craneal
- A. carótida externa
  - A. occipital
  - A. laríngea craneal
  - A. faríngea ascendente
  - A. lingual
  - A. facial
  - A. auricular caudal
  - A. parotídea
  - A. temporal superficial
  - A. maxilar
    - A. alveolar inferior
    - A. oftálmica externa
    - A. etmoidal
    - Arterias palatinas
    - A. infraorbitaria
- A. carótida interna

Aorta torácica. La aorta torácica corre en dirección caudal debajo del techo del tórax para entrar en el abdomen por el hiato aórtico del diafragma. Se continúa como aorta abdominal en compañía de la vena ácigos y del conducto torácico. Las ramas de la aorta torácica son las arterias intercostales dorsales (con excepción de las de los primeros espacios) que tienen diversos orígenes, a menudo mediante troncos comunes para los vasos derechos e izquierdos, y una arteria broncoesofágica que tiene un origen un tanto errático (figs. 7-35 y 7-36).

A pesar de sus nombres, que sugieren una distribución un tanto restringida dentro de los espacios intercostales, las *arterias intercostales dorsales* envían ramas sustanciales para la columna vertebral y sus estructuras asociadas y terminan anastomosándose con las arterias intercostales ventrales procedentes de la arteria torácica interna y su rama musculofrénica, para completar así asas arteriales dentro de los espacios. La arteria correspondiente que está detrás de la última costilla se conoce como costoabdominal dorsal. La arteria broncoesofágica desciende hasta la raíz de los pulmones, donde da origen a ramas bronquiales para los tejidos de los pulmones y a ramas esofágicas para gran parte del esófago torácico.

Aorta torácica
- Arterias intercostales dorsales
- A. broncoesofágica
  - Ramas bronquiales
  - Ramas esofágicas
- A. costoabdominal dorsal

Aorta abdominal. La aorta abdominal sigue el techo del abdomen en relación con la vena cava caudal a su derecha y los músculos psoas a su izquierda. En el perro termina debajo de

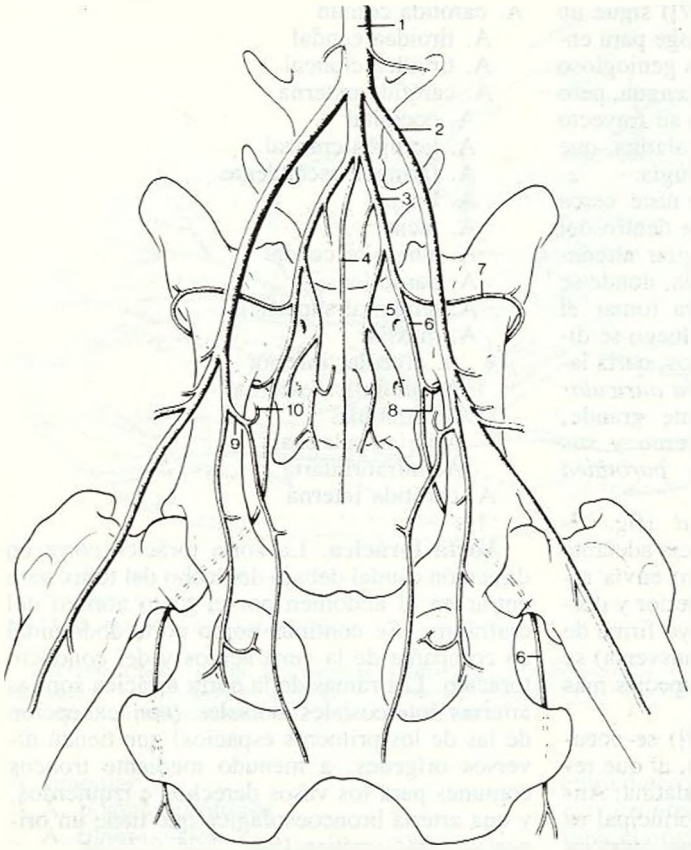


Fig. 7-39. Terminación de la aorta abdominal (perro, vista ventral).

1, aorta; 2, a. ilíaca externa; 3, a. ilíaca interna; 4, a. sacra mediana; 5, a. pudenda interna; 6, a. glútea caudal; 7, a. iliolumbar; 8, a. glútea craneal; 9, a. femoral profunda; 10, tronco pudendo epigástrico; 11, a. femoral. (Basado en Evans y de Lahunta, 1980.)

la última vértebra lumbar dividiéndose en las arterias ilíacas internas antes de continuar como *arteria sacra mediana*, mucho más pequeña, que se extiende dentro de la cola (fig. 7-39). Emite ramas viscerales y parietales.

Las arterias viscerales han sido consideradas con los órganos a los cuales irrigan. Comprenden las arterias celíaca (p. 143), mesentérica craneal (p. 147) y mesentérica caudal (p. 147) y los pares de arterias renales (p. 197) y testiculares (p. 205) u ováricas (p. 219). Los vasos impares representan las arterias del intestino anterior caudal, intestino medio e intestino posterior del embrión (p. 161).

Las ramas parietales colaterales empiezan con las arterias frénica caudal y abdominal craneal, que comparten un origen *frenicoabdominal* común en el perro. También incluyen los pares de *arterias lumbares* para los tejidos y estructuras del lomo. La *ilíaca circunfleja profunda* para el flanco, la *arteria ilíaca externa* para el miembro pelviano y la *arteria ilíaca interna* que irriga las vísceras pelvianas y las paredes de la pelvis.

Aorta abdominal
- Arterias frenicoabdominales
- Arterias lumbares
- A. celíaca
  - A. gástrica izquierda
  - A. hepática
    - Ramas hepáticas
    - A. gástrica derecha
    - A. gastroduodenal
    - A. pancreaticoduodenal craneal
    - A. gastroepiploica derecha
  - A. esplénica
  - Ramas pancreáticas
  - Arterias gástricas cortas
  - A. gastroepiplesia izquierda
- A. mesentérica craneal
  - A. pancreaticoduodenal caudal
  - Arterias yeyunales
  - Arterias ileales
  - A. ileocólica
    - A. cólica media
    - A. cólica derecha
    - Arterias cecales
- Arterias renales
- Arterias testiculares (ováricas)
- A. mesentérica caudal
  - A. cólica izquierda
  - A. rectal craneal
- Arterias ilíacas circunflejas profundas

Arterias ilíacas externas
Arterias ilíacas internas
A. sacra mediana
A. Lumbar VI
A. caudal mediana

Aquí vale la pena señalar que existen varias vías, establecidas mediante anastomosis, que mitigan los efectos de la constricción o bloqueo de la aorta (p. ej., mediante trombosis, que es particularmente común en el gato). Las vías colaterales comprenden las formadas a lo largo de la médula espinal por anastomosis entre arterias lumbares sucesivas, las que acompañan al intestino, formadas por conexiones entre las principales arterias viscerales, y las que están dentro del piso del abdomen, formadas por las arterias epigástricas craneales y caudales.

Arteria ilíaca externa. Ésta es la arteria principal del miembro pelviano. Nace cerca de la terminación de la aorta y corre oblicuamente por el techo del abdomen para salir de éste por la laguna vascular (lacuna vasorum) que está encima del ángulo caudodorsal del flanco (fig. 7-40[3]). Desprende una rama dentro del abdomen, la *arteria femoral profunda* (fig. 7-40[12]), que es el origen común del tronco pudendoepigástrico y una rama importante para los músculos aductores del muslo. El *tronco pudendoepigástrico* (fig. 7-40[13]) emite la *arteria pudenda externa* y la *arteria epigástrica caudal*, que se divide de manera similar a la epigástrica craneal antes de continuar por el canal inguinal para irrigar estructuras de la ingle, incluso el prepucio en el macho y las glándulas mamarias caudales en la perra.

La ilíaca externa se continúa como *arteria femoral* (fig. 7-40[16]) al salir del abdomen. Su primera parte ocupa una posición superficial en el triángulo femoral entre el sartorio y el pectíneo, donde levanta una cresta visible y está en un sitio ideal para tomar el pulso. Luego se introduce a mayor profundidad entre los músculos para cruzar la superficie medial del fémur y llegar a la parte caudal del muslo. La arteria femoral desprende muchas ramas, con nombres y sin ellos, para los músculos del muslo, pero la mayoría no requieren mención individual. Una rama que merece atención es la *arteria safena* (fig. 7-40[17]), que nace en la mitad del muslo. Este vaso es más importante en los carnívoros que en las especies más grandes; desciende sobre la cara medial del miembro antes de dividirse en las ramas craneal y caudal. La rama craneal (fig. 7-40[23]) irriga los músculos crurales dorsales antes de cruzar la cara dorsal del corvejón para continuar como *arterias digitales dorsales comunes*. La rama caudal (fig. 7-40[24]) sigue un recorrido profundo entre los

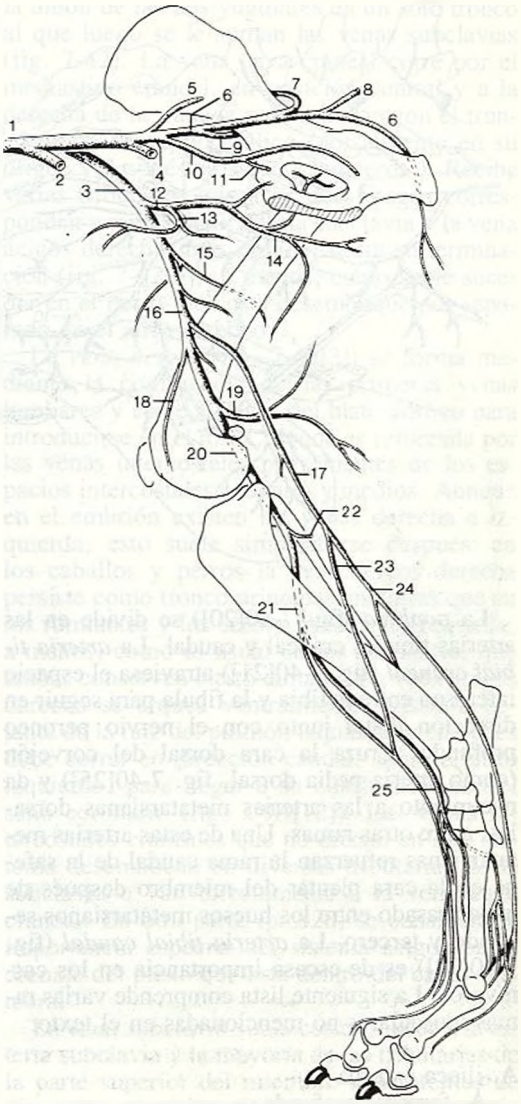


Fig. 7-40. Arterias del miembro pelviano (perro).

1, aorta abdominal; 2, a. ilíaca externa izquierda; 3, a. ilíaca externa derecha; 4, arterias ilíacas internas izquierda y derecha; 5, a. sacra mediana; 6, a. glútea caudal; 7, a. glútea craneal; 8, a. caudal lateral; 9, a. iliolumbar; 10, a. pudenda interna; 11, a. vaginal (prostática); 12, a. femoral profunda; 13, tronco pudendo epigástrico; 14, a. femoral circunfleja medial; 15, a. femoral circunfleja lateral; 16, a. femoral; 17, a. safena; 18, a. genicular descendente; 19, a. femoral caudal distal; 20, a. poplítea; 21, a. tibial craneal; 22, a. tibial caudal; 23, rama craneal de la a. safena; 24, rama caudal de la a. safena; 25, arteria pedia dorsal. (Simoens y col., 1980, y Budras y Fricke, 1983.)

músculos de la cara caudal de la pierna (crus), a la cual irriga, cruza la cara caudal del corvejón y termina como arterias digitales plantares comunes, que son comparables a las respectivas arterias del miembro torácico.

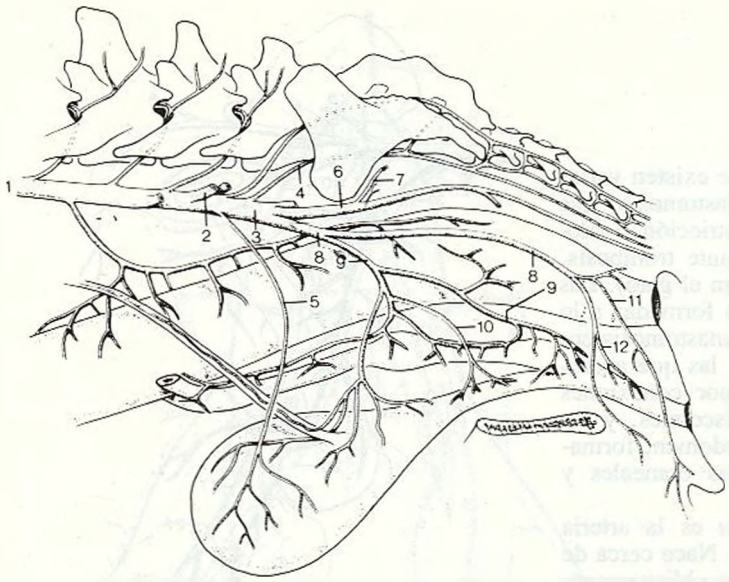


Fig. 7-41. Arterias de la pelvis femenina, vista lateral izquierda (perro).

1, aorta abdominal; 2, a. ilíaca externa; 3, a. ilíaca interna; 4, a. sacra mediana; 5, a. umbilical; 6, a. glútea caudal; 7, a. glútea craneal; 8, a. pudenda interna; 9, a. vaginal; 10, a. uretral (a menudo rama de la vaginal); 11, a. perineal ventral; 12, a. del clítoris. (Basado en parte en Evans y de Lahunta, 1980, y en Budras y Fricke, 1983.)

La *poplítea* (fig. 7-40[20]) se divide en las arterias tibiales craneal y caudal. La *arteria tibial craneal* (fig. 7-40[21]) atraviesa el espacio interóseo entre la tibia y la fibula para seguir en dirección distal junto con el nervio peroneo profundo. Cruza la cara dorsal del corvejón (como arteria pedia dorsal, fig. 7-40[25]) y da nacimiento a las arterias metatarsianas dorsales, entre otras ramas. Una de estas arterias metatarsianas refuerzan la rama caudal de la safena en la cara plantar del miembro después de haber pasado entre los huesos metatarsianos segundo y tercero. La *arteria tibial caudal* (fig. 7-40[22]) es de escasa importancia en los carnívoros. La siguiente lista comprende varias ramas musculares no mencionadas en el texto:

A. ilíaca externa
  A. femoral profunda
    Tronco pudendo epigástrico
      A. epigástrica caudal
      A. pudenda externa
A. femoral
  A. femoral circunfleja lateral
  Arterias femorales caudales proximal, media y distal
  A. safena
    Rama craneal
      Arterias digitales dorsales comunes
    Rama caudal
      Arterias digitales plantares comunes
A. poplítea
  A. tibial craneal
    A. pedia dorsal
      Arterias metatarsianas dorsales
      Arterias metatarsianas plantares
  A. tibial caudal

Arteria ilíaca interna. Este vaso nutre las vísceras y las paredes de la pelvis, incluso los músculos que cubren la región glútea y los de la parte proximocaudal del muslo. La arteria ilíaca interna continúa en dirección caudoventral desde su origen y en el perro tiene una sola rama colateral, la *arteria umbilical* (fig. 7-41[5]), vestigio poco importante de la irrigación placentaria del feto (p. 265). La parte proximal de la arteria umbilical lleva un poco de sangre a la parte craneal de la vejiga, mientras que la parte distal se convierte en el ligamento redondo de la vejiga dentro del ligamento vesical lateral.

La arteria ilíaca interna termina dividiéndose en las arterias glútea caudal y pudenda interna. La rama parietal, *arteria glútea caudal* (fig. 7-41[6]) sale de la pelvis junto con el nervio ciático. Este tronco, con sus ramas *iliolumbar* y *glútea craneal* (fig. 7-41[7]), irriga los músculos de la unión lumbosacra y los de las regiones glútea y femoral proximocaudal; las estructuras de esta última región comprenden las partes proximales de los músculos de la corva, en los cuales termina la glútea caudal.

La segunda rama terminal es la *arteria pudenda interna* (fig. 7-41[8]) para las vísceras pelvianas (véanse también las pp. 556 y 684). Sus ramas reciben diferentes nombres y se disponen de manera diferente según el sexo. La primera rama es la arteria prostática en el perro macho y la arteria vaginal (fig. 7-41[9]) en la hembra. La *arteria prostática* emite la arteria rectal media para la penúltima parte del recto y diversas ramas para las partes caudales del uréter y la vejiga, próstata y primera parte de la uretra. La *arteria vaginal* también irriga el recto y los órganos urinarios, además del útero y la vagina. La arte-

ria uterina forma la parte caudal de la arcada arterial dentro del ligamento ancho (p. 218).

La arteria siguiente, *arteria uretral* (fig. 7-41[10]), es la misma en ambos sexos. Nutre la parte caudal de la uretra pelviana. Las ramas terminales de la pudenda interna son la arteria perineal ventral y la arteria del pene o del clítoris. La *arteria perineal ventral* (fig. 7-41[11]) origina una arteria rectal caudal para la última parte del recto y se ramifica en el escroto (o labios de la vulva). La *arteria del pene* corre todo a lo largo del borde superior de este órgano hasta la región del bulbo del glande (bulbus glandis); adquiere el nombre de arteria dorsal del pene después de enviar una rama para el bulbo del pene, que también irriga el cuerpo esponjoso y la parte larga del glande, y una rama profunda para el cuerpo cavernoso. La *arteria del clítoris* (fig. 7-41[12]) es similar pero de menor tamaño.

A. ilíaca interna
  A. umbilical
  A. glútea caudal
    A. iliolumbar
    A. glútea craneal
A. pudenda interna
  A. prostática (vaginal)
    A. del conducto deferente (a. uterina)
      A. vesical caudal
    A. rectal media
  A. uretral
  A. perineal ventral
  A. del pene (clítoris)
    Arteria del bulbo
    Arteria profunda
    Arteria dorsal

Venas sistémicas

Las venas sistémicas llevan sangre de retorno al corazón por la vena cava craneal, vena cava caudal y seno coronario.* El *seno coronario* devuelve la mayor parte de la sangre procedente de la pared del corazón (p. 240); en los rumiantes y los cerdos se le une la vena ácigos izquierda. En el caballo y el perro el territorio equivalente (ácigos) es drenado por la ácigos derecha (figs. 7-9[12] y 7-7[12]).

Vena cava craneal. La vena cava craneal se forma cerca de la entrada del tórax mediante la confluencia de las venas yugular externa y subclavia que drenan la cabeza y cuello y el miembro torácico, respectivamente. En el perro las venas subclavia y yugular de cada lado se unen en un tronco común que entonces se combina con su homólogo; la disposición más usual es la unión de las dos yugulares en un solo tronco al que luego se le suman las venas subclavias (fig. 7-42). La vena cava craneal corre por el mediastino craneal, en posición ventral y a la derecha de la tráquea y en relación con el tronco arterial braquiocefálico (dorsalmente en su origen y después en su cara izquierda). Recibe varias tributarias que a grandes rasgos corresponden a ramas de la arteria subclavia y la vena ácigos derecha, más grande, hacia su terminación (fig. 7-42[3]), a menos, como suele suceder en el perro, que ésta desemboque por separado en el atrio derecho.

La *vena ácigos* (fig. 7-42[3]) se forma mediante la confluencia de las primeras venas lumbares y corre a través del hiato aórtico para introducirse en el tórax, donde es reforzada por las venas intercostales provenientes de los espacios intercostales caudales y medios. Aunque en el embrión existen las venas derecha e izquierda, esto suele simplificarse después: en los caballos y perros la vena ácigos derecha persiste como tronco principal, mientras que en los rumiantes y los cerdos lo hace la izquierda, a menos, como es usual en los rumiantes, que ambas conserven cierto tamaño. La vena ácigos derecha se arquea ventralmente, pasando delante de la raíz del pulmón izquierdo y entonces debe correr en dirección caudal, sobre el atrio izquierdo, para llegar a su confluencia con el seno coronario (fig. 7-9*A*[12]). Las venas intercostales craneales que no drenan en este sistema desembocan en diversas tributarias de la subclavia o van directamente a la vena cava craneal. En otra parte (p. 328) se considera la importancia especial del sistema ácigos en el drenaje del plexo que está dentro del canal vertebral.

La *vena subclavia* suele corresponder a la arteria subclavia y la mayoría de las tributarias de la parte superior del miembro son satélites de las ramas arteriales. El patrón es distinto en la parte distal del miembro, donde existen importantes venas superficiales no acompañadas. Aunque estas venas se comunican con las venas más profundas en diversos niveles, también se continúan con la *vena cefálica* (fig. 7-42[13]), que en el brazo corre entre los músculos pectoral y braquiocefálico para desembocar en la vena yugular externa en la parte inferior del cuello.

En el cuello existen dos pares de venas yugulares. La *yugular interna* (profunda) (fig. 7-42[5]) acompaña a la arteria carótida común en el espacio visceral del cuello; sin embargo, excepto en el perro y el gato, es muy pequeña y hasta falta en los neonatos e incluso en el perro y el gato reviste una importancia menor. La *vena yugular externa* (fig. 7-42[6]) se forma cerca del ángulo de la mandíbula mediante la con-

* Como no hemos de hacer una descripción sistemática completa de las venas, convendrá apartarnos de la práctica común y describirlas de acuerdo con la dirección del flujo sanguíneo.

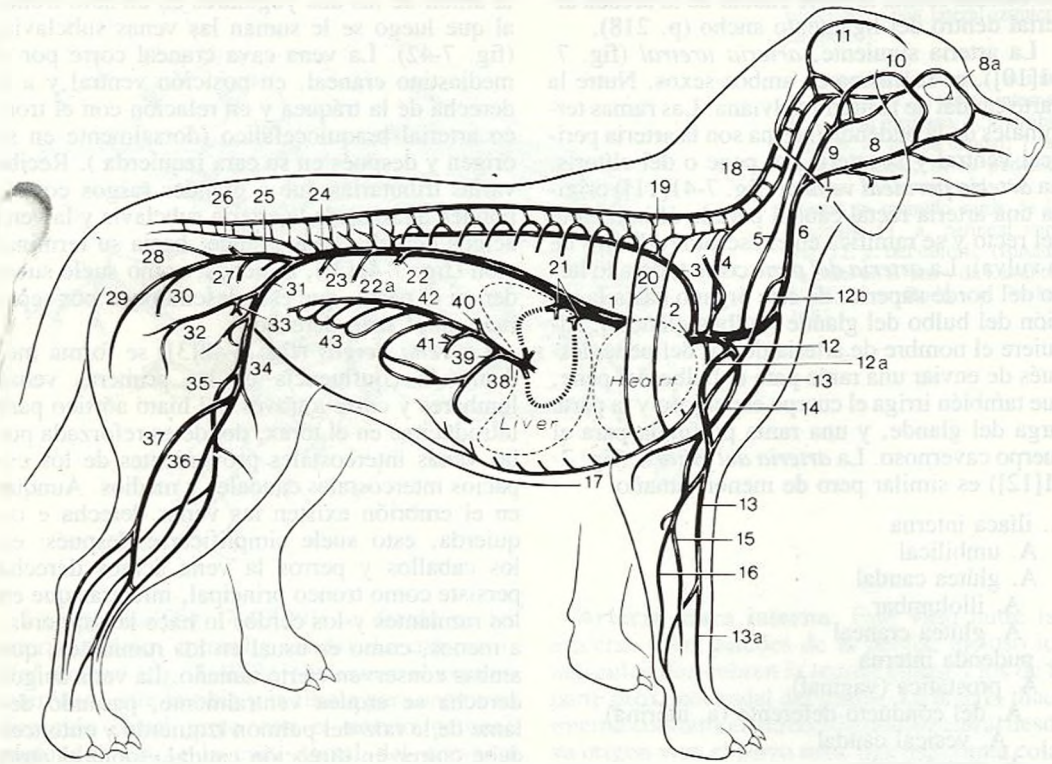


Fig. 7-42. Esquematización del sistema venoso del perro.

1, vena cava caudal; 2, v. cava craneal; 3, v. ácigos; 4, v. vertebral; 5, v. yugular interna; 6, v. yugular externa; 7, v. linguofacial; 8, v. facial; 8a, v. angular del ojo; 9, v. maxilar; 10, v. temporal superficial; 11, seno sagital dorsal; 12, v. axilar; 12a, v. axilobraquial; 12b, v. omobraquial; 13, v. cefálica; 13a. v. cefálica accesoria; 14, v. braquial; 15, v. radial; 16, v. ulnar; 17, v. torácica interna: 18, plexo venoso vertebral derecho; 19, v. intervertebral; 20, venas intercostales; 21, venas hepáticas; 22, v. renal; 22a, v. testicular u ovárica; 23, v. ilíaca circunfleja profunda, 24, v. ilíaca común; 25, v. ilíaca interna derecha; 26, v. sacra mediana; 27, v. prostática o vaginal; 28, v. caudal lateral; 29, v. glútea caudal: 30, v. pudenda interna; 31, v. ilíaca externa derecha; 32, v. femoral profunda; 33, tronco pudendo epigástrico; 34, v. femoral; 35, v. safena medial; 36, v. tibial craneal; 37, v. safena lateral; 38, v. porta; 39, v. gastroduodenal; 40, v. esplénica: 41, v. mesentérica caudal: 42, v. mesentérica craneal; 43, venas yeyunales. (Evans y de Lahunta, 1980.)

fluencia de las venas linguofacial y maxilar. Su curso por el cuello ocupa el surco (yugular) comprendido entre el braquiocefálico a dorsalmente y el esternocefálico a ventralmente. Es fácil hacerla resaltar y es el vaso de elección para hacer inyecciones intravenosas y para muestrear sangre en las especies más grandes. Los territorios de las tributarias linguofacial y maxilar exhiben considerable superposición y ciertas variaciones por espacios; por lo general la primera de estas venas constituye el drenaje principal de las estructuras más superficiales y más rostrales de la cabeza, en tanto que la segunda drena las estructuras más profundas y más caudales, incluso la cavidad craneana (fig. 11-21).

Vena cava caudal. La vena cava caudal se forma en el techo del abdomen, cerca de la entrada de la pelvis, mediante la unión de las *venas ilíacas internas*, que drenan las paredes de la pelvis y gran parte del contenido de la cavidad pelviana, y de las *venas ilíacas externas*, que drenan los miembros pelvianos (fig. 7-42[25,31]). La vena ilíaca externa y la mayoría de sus tributarias son satélites de arterias. Las venas safena medial y lateral de la pierna (fig. 7-42[35,37]) son vasos independientes que drenan las venas superficiales del pie.

En su tramo intraabdominal, la vena cava caudal recibe otras tributarias más que drenan el techo del abdomen, incluso las grandes *venas renales*, antes de penetrar ventralmente una oquedad del hígado y después el diafragma a nivel del foramen de la cava. Entra en el tórax en un nivel relativamente ventral y transcurre dentro del borde libre del pliegue de la vena cava entre los lóbulos caudal y accesorio del

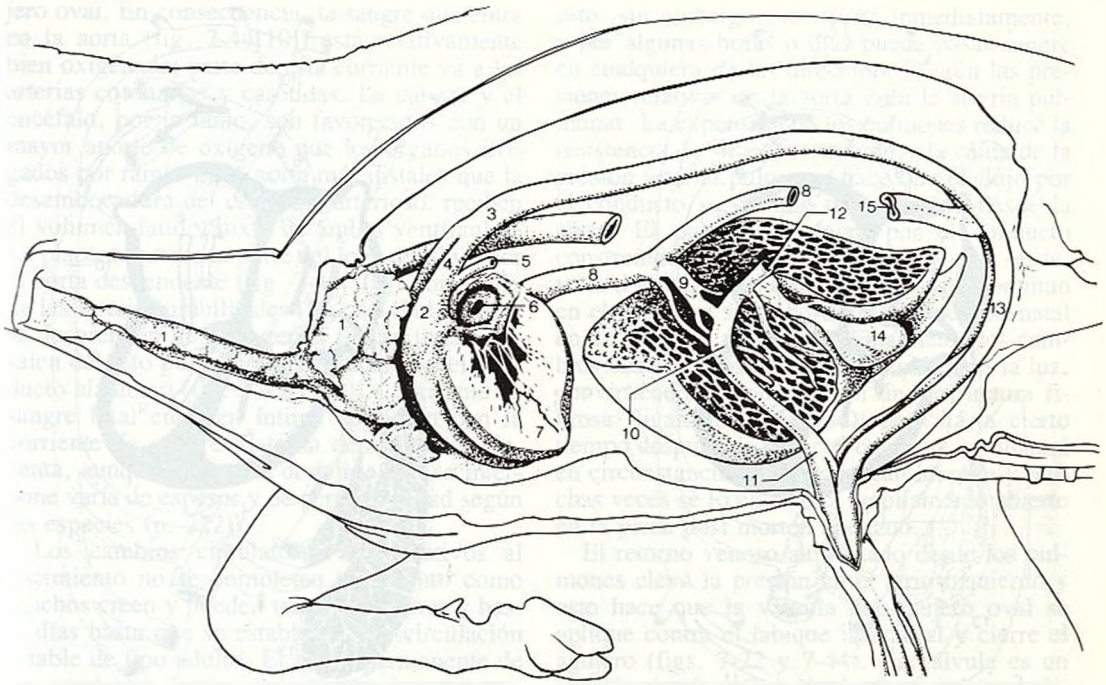


Fig. 7-43. Semiesquematización de la circulación fetal (ternero).

1, timo; 2, tronco pulmonar; 3, arco aórtico; 4, conducto arterioso; 5, arteria pulmonar; 6, agujero oval; 7, pared del ventrículo izquierdo; 8, vena cava caudal; 9, venas hepáticas; 10, conducto venoso; 11, vena umbilical; 12, muñón de la vena porta; 13, arteria umbilical izquierda; 14, vesícula biliar; 15, aorta descendente.

pulmón derecho (fig. 4-17*B*[9]). Termina en el atrio derecho dorsalmente de la desembocadura del seno coronario.

En su trayecto intrahepático la vena cava caudal recibe las *venas hepáticas* que drenan el hígado (fig. 7-42[21]).

La *vena porta* recibe la sangre del bazo, órganos digestivos intraabdominales, parte caudal del esófago torácico y la mayor parte del recto. Se forma de diversas maneras a partir de tres tributarias principales (fig. 3-46). La tributaria esplénica corresponde a la arteria celíaca (con exclusión de sus ramas hepáticas) y, por lo tanto, drena la última parte del esófago, del estómago, partes del duodeno y del páncreas, y del bazo. Las venas mesentéricas craneal y caudal drenan los territorios de las arterias que tienen idéntico nombre y suelen confluir en un tronco común antes de recibir a la esplénica.

La última parte del recto y la región anal difieren del resto del intestino en que drenan hacia la vena ilíaca interna. Las venas de esta parte forman una de las conexiones portosistémicas que proveen salidas alternativas (aunque no muy amplias) para el territorio de drenaje portal, que se utilizan cuando la circulación intrahepática se halla obstaculizada, como sucede en la cirrosis (fibrosis hepática).

CIRCULACIÓN EN EL FETO Y CAMBIOS DESPUÉS DE NACER

Durante la vida fetal la placenta combina funciones que después están a cargo de los pulmones, tracto digestivo y riñones. Por lo tanto, la sangre recibe oxígeno y principios nutritivos y es depurada de productos de desecho por medio de la placenta. La sangre vuelve al feto por dos grandes venas umbilicales que están retorcidas dentro del cordón umbilical y confluyen en una sola cuando entran en el ombligo (fig. 7-43[11]). La única vena umbilical intraabdominal corre hacia adelante para penetrar en el hígado a nivel de la fisura umbilical antes de dividirse. Emite ramas colaterales que vascularizan el lóbulo izquierdo (grupo o mitad umbilical) del hígado, mientras una rama adicional se desvía hacia la derecha para entablar una conexión amplia con la vena porta (fig. 7-43[12]) que vasculariza el lóbulo derecho (grupo o mitad portal). Una continuación directa del tronco umbilical, el conducto venoso (fig. 7-43[10]), horada la sustancia del hígado salteando la circulación hepática para desembocar en la vena cava caudal. El conducto venoso, que existe en todos los embriones jóvenes, no tarda en tornarse vestigial en los del caballo y cerdo. En

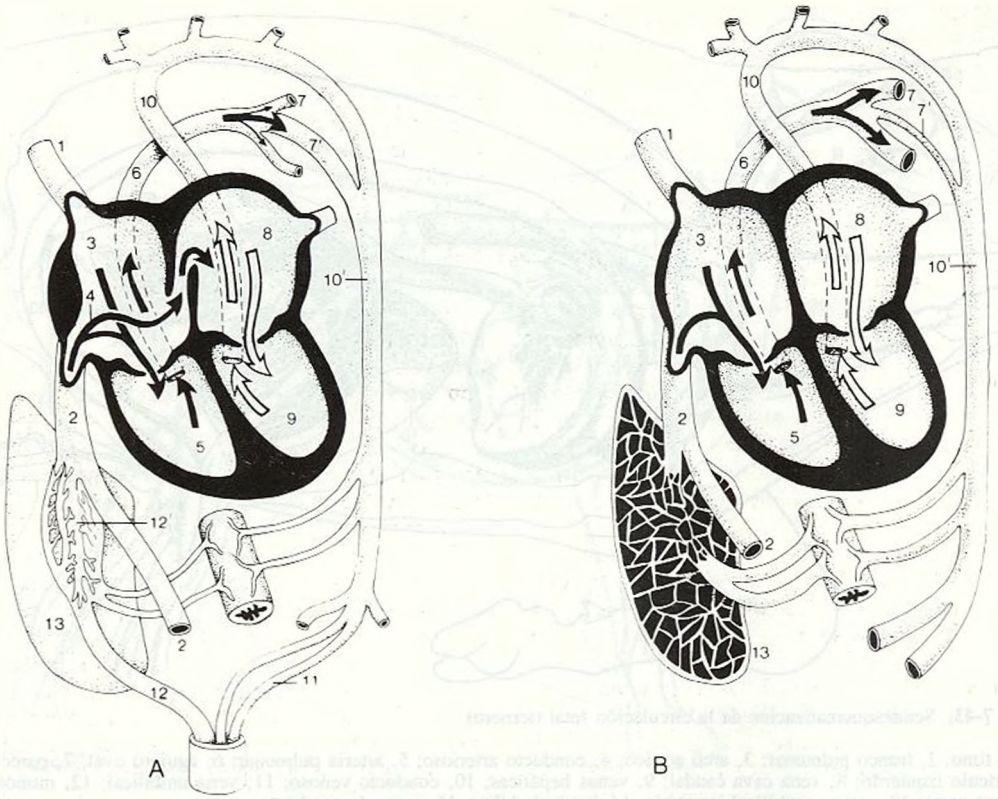


Fig. 7-44. Diagrama del sistema circulatorio fetal (*A*) y posnatal (*B*).

1, vena cava craneal; 2, vena cava caudal; 3, atrio derecho; 4, flecha que entra en el agujero oval; 5, ventrículo derecho; 6, tronco pulmonar; 7, arteria pulmonar; 7', conducto arterioso (resto en *B*); 8, atrio izquierdo; 9, ventrículo izquierdo; 10, arco aórtico; 10', aorta descendente; 11, arteria umbilical; 12, vena umbilical; 12', conducto venoso; 13, hígado.

otras especies, en cambio, persiste, aunque variando de calibre y de importancia y tendiendo a reducirse cerca de término de la gestación. La división del hígado en mitades o grupos umbilical y portal reviste una importancia funcional obvia y quizá también clínica. La mitad portal recibe menor cantidad de oxígeno y esto estimula una hemopoyesis más activa, en tanto que la mitad umbilical tiende menos a sufrir infecciones adquiridas in utero.

La vena cava caudal (fig. 7-43[8]) recibe la sangre umbilical después de su pasaje a través del hígado y la agrega a la sangre desoxigenada que regresa de la parte posterior del cuerpo. En consecuencia, el contenido de oxígeno del torrente cavo caudal ya está reducido por debajo del retorno placentario antes de llegar al corazón, donde la corriente incide sobre el borde craneal del agujero oval (fig. 7-44[2,4]). Esta corriente se divide en dos: una parte continúa por el atrio derecho (fig. 7-44[3]) y la otra pasa al atrio izquierdo a través del agujero oval (fig. 7-44[8]). Los tamaños relativos de las dos corrientes cambian a medida que la gestación avanza debido a que el incesante desplazamiento del borde del agujero hacia la izquierda aumenta el flujo dentro del atrio derecho. La corriente derecha se mezcla son el retorno de otras venas sistémicas (fig. 7-44[1]) y así disminuye todavía más el contenido de oxígeno de la sangre que pasa al ventrículo derecho. Esta sangre se eyecta hacia el tronco pulmonar (fig. 7-44[6]), que en el feto se comunica con la aorta por medio de un ancho conducto, el conducto arterioso (fig. 7-44[7']). El conducto entra en la aorta más allá del origen del tronco braquiocefálico y es tan ancho como el tronco pulmonar (en realidad es su continuación directa pues las arterias pulmonares derecha e izquierda (fig. 7-44[7]) se ven como ramas colaterales). El conducto arterioso recibe la mayor parte del volumen latido del ventrículo derecho porque el lecho vascular de los pulmones no expandidos opone una resistencia considerable al flujo sanguíneo.

El pequeño flujo que regresa al atrio izquierdo desde los pulmones se mezcla allí con el mayor volumen de sangre que atraviesa el agu-

jero oval. En consecuencia, la sangre que entra en la aorta (fig. 7-44[10]) está relativamente bien oxigenada; parte de esta corriente va a las arterias coronarias y carótidas. La cabeza y el encéfalo, por lo tanto, son favorecidos con un mayor aporte de oxígeno que los órganos irrigados por ramas de la aorta más distales que la desembocadura del conducto arterioso; reciben el volumen-latido mixto de ambas ventrículos. La placenta recibe la parte del león del flujo por la aorta descendente (fig. 7-44[10']) por medio de las arterias umbilicales (fig. 7-44[11]); éstas se desprenden de las arterias ilíacas internas y salen del feto por el ombligo, junto con el conducto alantoico (fig. 7-43[13]). La corriente de sangre fetal entra en íntima aposición con la corriente de sangre materna dentro de la placenta, aunque la barrera de tejido que se interpone varía de espesor y de permeabilidad según las especies (p. 222).

Los cambios circulatorios consecutivos al nacimiento no se completan tan pronto como muchos creen y pueden transcurrir horas y hasta días hasta que se establezca una circulación estable de tipo adulto. El cierre permanente de los conductos fetales redundantes insume mucho más tiempo todavía. El fin de la circulación placentaria puede ocurrir antes o después de la iniciación de la ventilación pulmonar, según las circunstancias del parto. Los vasos umbilicales son mordidos por la madre (perro) o se rompen porque no pueden sostener el peso del recién nacido (ternero); en las especies en que suele ocurrir esto último, se dividen en niveles predeterminados. En ambas circunstancias ocurre poca hemorragia porque el trato brusco estimula la contracción del músculo de la pared vascular. Normalmente los muñones arteriales se retraen dentro del abdomen y se convierten poco a poco en los ligamentos redondos de la vejiga. La vena umbilical se retrae y su porción intraabdominal se convierte en el ligamento redondo del hígado. Las superficies umbilicales cruentas pueden servir de puerta de entrada para las infecciones (''mal del ombligo'') y éstas pueden propagarse por el conducto alantoico y la vena trombosada.

El conducto venoso se cierra al poco tiempo, pero se discute cómo se produce esto y si se lo debe medir en horas o días. Su eliminación de la circulación permite que la vena porta perfunda todas las partes del hígado.

La pérdida del retorno umbilical reduce el volumen y la presión de la corriente en la cava caudal. Esto, combinado con el aumento concomitante de la presión en el atrio izquierdo, detiene la derivación a través del agujero oval. La contracción de la pared muscular del conducto arterioso es estimulada por la mayor tensión de oxígeno de la sangre que lo perfunde; esto, sin embargo, no ocurre inmediatamente, y por algunas horas o días puede pasar sangre en cualquiera de las direcciones según las presiones relativas en la aorta y en la arteria pulmonar. La expansión de los pulmones reduce la resistencia de su lecho vascular y la caída de la presión arterial pulmonar hace que el flujo por el conducto se cumpla normalmente desde la aorta. El pasaje de sangre por el conducto constreñido hace vibrar su pared y esto se detecta a la auscultación como un soplo continuo en el primer o segundo día de la vida posnatal en los terneros y potrillos. Finalmente los cambios estructurales permanentes obliteran la luz, convirtiendo el conducto en una estructura fibrosa (ligamento arterioso); pero hasta cierto tiempo después de nacer el conducto se dilatará en circunstancias que produzcan hipoxia y muchas veces se lo encuentra ampliamente abierto en la pieza post morten neonatal.

El retorno venoso aumentado desde los pulmones eleva la presión en el atrio izquierdo y esto hace que la válvula del agujero oval se aplique contra el tabique interatrial y cierre el agujero (figs. 7-22 y 7-44). La válvula es un colgajo simple en los carnívoros y más complicada y tubular en los ungulados, en los cuales existe un músculo que la pliega y mejora el cierre. Aunque finalmente la válvula se sella en su sitio mediante fibrosis, esto insume cierto tiempo y no es infrecuente que la abertura sea permeable y pase por ella una sonda durante meses y hasta años; es raro que esta permeabilidad tenga importancia.

La pared ventricular izquierda se hipertrofia como respuesta más lenta frente a la mayor carga de trabajo que soporta ahora esta cámara. Se cuenta con escasa información exacta sobre este punto para la mayoría de las especies.

ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA LINFÁTICO

El sistema linfático cumple una cantidad de funciones que, aunque relacionadas entre sí, todavía son lo bastante distintas como para introducir dificultades de definición y terminología. La breve introducción a este sistema que presentamos en el capítulo 1 destacaba el papel de los capilares linfáticos y de los vasos más grandes en el retorno de una importante fracción del líquido de los tejidos a la sangre circulante. Este papel justifica la inclusión de estos vasos y de los nódulos a través de los cuales pasa la linfa dentro del concepto amplio de un sistema circulatorio. Los nódulos linfáticos contienen nodulillos linfáticos, centros germinales, en los cuales se producen linfocitos; en consecuencia, forman parte del sistema hemo-

poyético o formador de sangre (fig. 1-31). El armazón que sostiene los nodulillos contiene células fagocíticas que eliminan partículas de materia, incluso microorganismos, de la linfa que pasa por ellos; este elemento debe incluirse dentro del sistema ampliamente difuso de macrófagos, reticuloendotelial, que también incluye los macrófagos texturales y el endotelio de los sinusoides del hígado, bazo y médula ósea. Por último, el papel de las células del linaje linfoide en la producción de anticuerpos como respuesta a la estimulación por sustancias ajenas al cuerpo (antígenos), incluso las de origen microbiano, justifica que estos componentes se asignen al sistema inmunitario. El tema unificador vital es la defensa humoral y celular frente a la invasión extraña del cuerpo. En vista de que algunas de estas funciones no se incluyen en los alcances de la anatomía macroscópica, en esta exposición nos concentramos en los vasos y nódulos linfáticos como mecanismo de drenaje y filtración.

Antes de considerar la disposición topográfica del sistema linfático hay que mencionar las llamadas estructuras linfoepiteliales que comprenden aglomeraciones de nodulillos linfáticos no encapsulados en el espesor de diversas mucosas. Estos elementos se denominan genéricamente *amígdalas* o tonsilas; aunque la mayoría de las veces el primer nombre se emplea específicamente para los de la región faríngea, donde vigilan el pasaje de infecciones a las partes más profundas de los sistemas respiratorio y digestivo (fig. 7-45[2]). Las amígdalas faríngeas y palatinas se mencionaron en la página 133. Otras amígdalas están en la mucosa de la laringe, intestino, prepucio y vagina y otras partes del tracto femenino. Los rasgos comunes que distinguen las amígdalas de los nódulos linfáticos son la ausencia de cápsula, la íntima relación con una superficie mucosa húmeda y la posición en el origen de una vía de drenaje linfática.

Además del nódulo linfático común existe una segunda variedad de estructura similar, pero colocada a través del torrente sanguíneo. Estos *nódulos hemales* no existen en todas las especies y son más conocidos en los ovinos, en los cuales su color oscuro (por la sangre que contienen) contraste con la grasa blanca en que suelen estar incluidos. Están en su mayoría debajo del techo del abdomen y tórax. Una tercera variedad, el nódulo hemolinfático, sólo sería un nódulo linfático que contiene eritrocitos en sus senos por alguna hemorragia en su territorio tributario.

No se sabe con certeza si los vasos linfáticos se desarrollan independientemente y después entran en las venas, o bien brotan de venas existentes o se originan mediante una combinación de estos procesos. Ambos explican la existencia de conexiones linfaticovenosas entre los grandes troncos linfáticos y las grandes venas a la entrada del tórax. En algunos mamíferos no domésticos se describen conexiones adicionales, a menudo con las venas renales. Estas aberturas adicionales en el sistema venoso pueden aparecer a edad más avanzada cuando se obstruye el flujo normal.

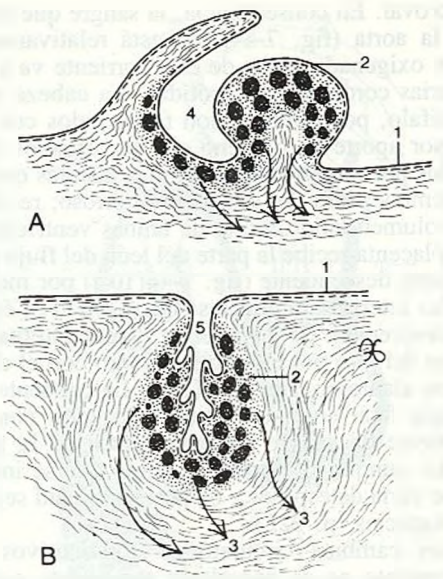


Fig. 7-45. Dibujo esquemático de las amígdalas palatinas del perro (*A*) y bovino (*B*). Las amígdalas del perro se desarrollan en torno de una fosa pero sobresalen dentro de la orofaringe. Las de los bovinos rodean el seno amigdalino dentro de la pared de la orofaringe.

1, epitelio; 2, amígdala palatina; 3, vasos eferentes (flechas); 4, fosa amigdalina; 5, seno amigdalino.

Al principio los nódulos linfáticos se forman como concentraciones de mesénquima dispuestas a lo largo del plexo capilar linfático y después son poblados por linfocitos que emigran desde el órgano linfoide central, que es el timo. Todas las estructuras linfoides están particularmente bien desarrolladas en los animales jóvenes.

Topografía del drenaje linfático

Hemos señalado la importancia práctica del drenaje linfático y más adelante describiremos su organización en las distintas especies. Como estas descripciones serán fragmentadas inevitablemente por el carácter regional de los últimos capítulos, convendrá hacer aquí una breve reseña general en la cual las variaciones y la significación clínica por especies quedan subordinadas a la presentación de una visión de conjunto de todo el sistema.

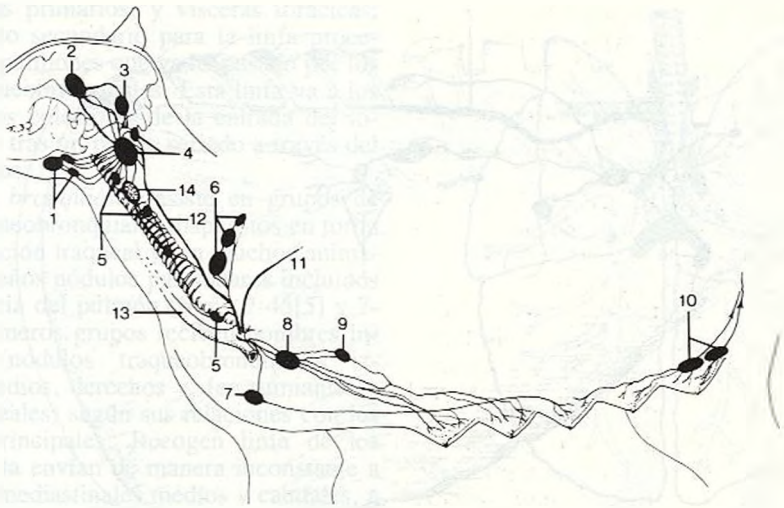


Fig. 7-46. Drenaje linfático de la cabeza, cuello y glándulas mamarias del perro.

1, nódulos mandibulares; 2, nódulo parotídeo; 3, nódulo retrofaríngeo lateral; 4, nódulos retrofaríngeos mediales; 5, nódulos cervicales profundos craneal y caudal; 6, nódulos cervicales superficiales; 7, nódulo esternal; 8, nódulo axilar; 9, nódulo axilar accesorio; 10, nódulos inguinales superficiales; 11, conducto torácico; 12, conducto traqueal; 13, vena yugular externa; 14, glándula tiroides. (Basado en Getty, 1975.)

Nódulos linfáticos de la cabeza

En la cabeza existen tres centros linfáticos. El *centro parotídeo* consiste en uno o más nódulos dispuestos sobre el masetero, cerca de la articulación temporomandibular y por lo común cubiertos por la glándula parótida (fig. 7-46[2]). Estos nódulos reciben linfa de las estructuras dorsales de la cabeza, incluso piel, huesos dorsales del cráneo, contenido de la órbita y músculos masticatorios (en parte).

El *centro mandibular* (fig. 7-46[1]) comprende un grupo de nódulos situados dentro del espacio intermandibular o en un sitio más caudal junto al ángulo de la mandíbula. Drenan a estructuras del hocico, glándulas salivales, espacio intermandibular (incluso la lengua) y una parte adicional de los músculos masticatorios.

El *centro retrofaríngeo* comprende dos grupos de nódulos, el medial y el lateral; el primero (fig. 7-46[4]) está aplicado contra el techo de la faringe y el segundo (fig. 7-46[3]), se halla contenido en la fosa atlántica. Estos grupos juntos drenan estructuras más profundas de la cabeza y parte adyacente del cuello, incluso faringe y laringe; el uso o el otro también recibe linfa que ya ha pasado a través de los centros más periféricos. En la mayoría de las especies el grupo medial sirve de centro colector para la cabeza, pues recibe la linfa proveniente de los nódulos retrofaríngeos laterales, parotídeos y mandibulares; en los bovinos esta función está a cargo del grupo lateral (fig. 25-27).

Nódulos linfáticos del cuello

El *centro cervical superficial* (fig. 7-46[6]) está delante de la articulación del hombro, cubierto por los músculos superficiales laterales del cuello; consiste en uno o más nódulos que drenan un territorio muy amplio pero a predominio superficial. Este territorio abarca desde la nuca hasta la parte media del tronco y comprende la parte proximal del miembro torácico. Esta linfa suele ir a los linfáticos de la entrada del tórax (fig. 7-46[12]).

El *centro cervical profundo*. (fig. 7-46[5]) comprende una cadena de nódulos, por lo general descrita como concentrada en los grupos craneal, medio y caudal, pero a menudo de distribución irregular. Los nódulos están dispuestos a lo largo de la tráquea dentro del espacio visceral del cuello y drenan con preferencia elementos más profundos y más ventrales; gran parte de esta linfa pasa a través de nódulos sucesivos de la cadena antes de entrar en uno de los conductos linfáticos principales a la entrada del tórax.

Conducto traqueal

En la mayoría de las especies el conducto traqueal (fig. 7-46[12]) es un vaso grande, par, que sigue el curso de la tráquea dentro del cuello. Con excepción del caballo, se origina en los nódulos retrofaríngeos que sirven de centro colector de la cabeza; puede recibir el aporte de tributarios de los nódulos cervicales profundos

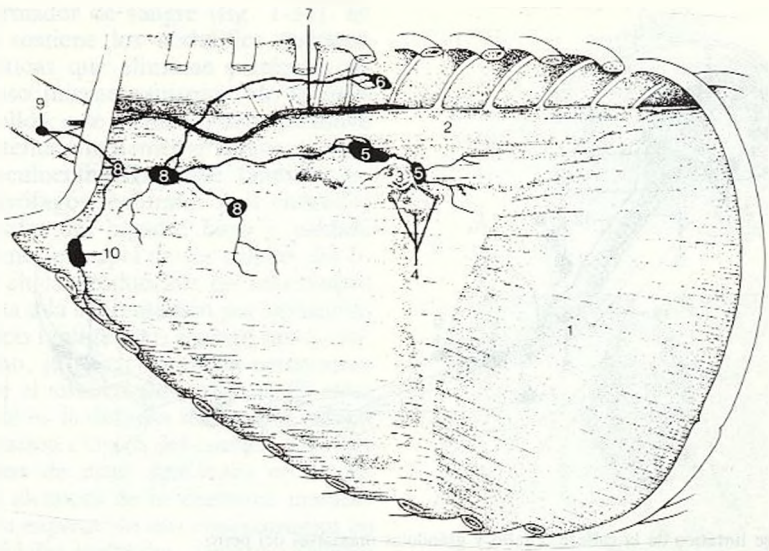


Fig. 7-47. Nódulos linfáticos torácicos en el perro. Se ha retirado el pulmón izquierdo; en el mediastino se ve el contorno del corazón.

1, diafragma; 2, aorta torácica; 3, bronquio izquierdo; 4, vasos pulmonares; 5, nódulos traqueobronquiales; 6, nódulo intercostal; 7, conducto torácico; 8, nódulos mediastinales craneales; 9, nódulo cervical profundo caudal; 10, nódulo esternal.

antes de unirse al conducto torácico (en el lado izquierdo) o al conducto linfático derecho. También puede suceder que uno o ambos conductos traqueales desemboquen en la respectiva vena yugular u otra vena en la confluencia venosa a la entrada del tórax (fig. 1-30). En el caballo el flujo puede ser interrumpido por un pasaje seriado a través de los nódulos cervicales profundos (fig. 18-32[7]).

Nódulos linfáticos del miembro torácico

Existe un *centro axilar*. Los nódulos linfáticos principales están contenidos en la axila, donde se hallan aplicados sobre los músculos mediales del hombro; puede haber otros nódulos más en relación con la primera costilla o en un sitio más caudal sobre la pared torácica. En el caballo solamente, un grupo más distal de nódulos cubitales está aplicado sobre la cara medial del codillo. Este centro drena las estructuras más profundas de todo el miembro y las más superficiales de los segmentos más distales. Los vasos eferentes van directamente, o luego de pasar a través de varios nódulos, a uno de los grandes conductos linfáticos o venosos que están a la entrada del tórax.

Nódulos linfáticos del tórax

Cuatro centros linfáticos realizan el drenaje de las paredes torácicas y su contenido. Los nódulos que están en ciertos grupos se hallan diseminados de manera bastante difusa y no siempre es fácil decidir su designación correcta (fig. 35-6).

El *centro torácico dorsal* comprende dos grupos de pequeños nódulos inconstantes; el conjunto intercostal (fig. 7-47[6]) está en las partes superiores de unos pocos espacios intercostales, mientras que el conjunto aórtico torácico está disperso a lo largo del curso de ese vaso. El centro drena la espalda y los tejidos más profundos de la pared torácica y envía su linfa, quizá después de un pasaje seriado por varios nódulos, al conducto torácico o a los nódulos mediastinales (fig. 7-47[8]).

El *centro torácico ventral* comprende nódulos esternales craneales (fig. 7-47[10]) junto al manubrio del esternón y, sólo en los rumiantes, nódulos esternales caudales dispuestos contra ambas superficies del músculo transverso del tórax. Este centro drena las estructuras más profundas de la parte ventral de la pared torácica y envía su flujo eferente a los nódulos mediastinales o a uno de los vasos colectores más grandes.

El *centro mediastinal* está dividido en un grupo de nódulos comprendidos en el mediastino craneal (fig. 7-47[8]), un grupo medio sobre la base del corazón y un grupo caudal (ausente en los carnívoros) próximo al esófago, donde éste se aproxima al diafragma (fig. 27-8[5,6]). Los diversos nódulos drenan estructuras de la pared torácica, principalmente después del primer pasaje de la linfa a través de

otros nódulos primarios, y vísceras torácicas; son un puesto secundario para la linfa procedente de los pulmones que ya ha pasado por los nódulos traqueobronquiales. Esta linfa va a los grandes vasos colectores de la entrada del tórax, en parte tras un pasaje seriado a través del varios nódulos.

El *centro bronquial* consiste en grupos de nódulos traqueobronquiales dispuestos en torno de la bifurcación traqueal y, en muchos animales, en pequeños nódulos pulmonares incluidos en la sustancia del pulmón (figs., 7-45[5] y 7-48]. Los primeros grupos reciben nombres individuales (nódulos traqueobronquiales izquierdos, medios, derechos y, [en rumiantes y cerdos] craneales) según sus relaciones con los bronquios principales. Recogen linfa de los pulmones y la envían de manera inconstante a los nódulos mediastinales medios y caudales, a veces directamente al conducto torácico.

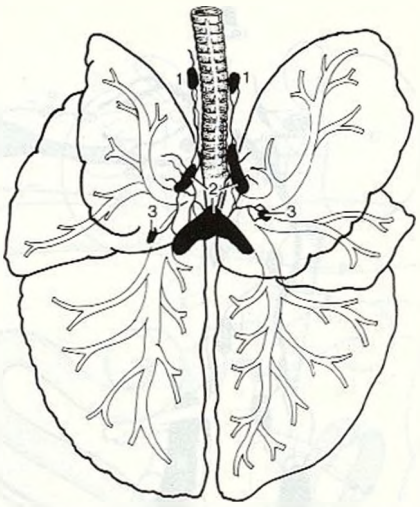


Fig. 7-48. Nódulos linfáticos relacionados con la tráquea y pulmones del perro.

1, nódulos mediastinales craneales; 2, nódulos tranqueobronquiales; 3, nódulos pulmonares.

Conducto torácico

El conducto torácico es el principal vaso colector de linfa. Nace en la cisterna del quilo que recibe linfa del abdomen, pelvis y miembros pelvianos (fig. 1-30[5,7]). La cisterna tiene una forma muy irregular e incluso plexiforme y, si bien en su mayor parte se halla contenida entre la aorta y las vértebras en la unión toracolumbar, también puede extenderse ventralmente alrededor de la vena cava y del origen de la artria celíaca. El conducto torácico entra en el mediastino por el hiato aórtico. Su recorrido ulterior lo lleva en dirección craneal y ventral sobre la cara izquierda de la tráquea hasta que termina en una u otra vena de la confluencia que da origen a la vena cava craneal; la mayoría de las veces desemboca en la vena yugular izquierda o en la misma vena cava (fig. 7-49). El conducto recibe linfa adicional de las estructuras y nódulos del lado izquierdo del tórax. Un conducto linfático derecho aparte provee un drenaje linfático similar para las estructuras torácicas craneales del lado derecho y continúa hasta una terminación similar. Uno o ambos suelen recibir al conducto o conductos traqueales correspondientes.

Nódulos linfáticos de las vísceras abdominales y los lomos

El techo del abdomen es drenado por un *centro lumbar* que comprende diversos nódulos di-

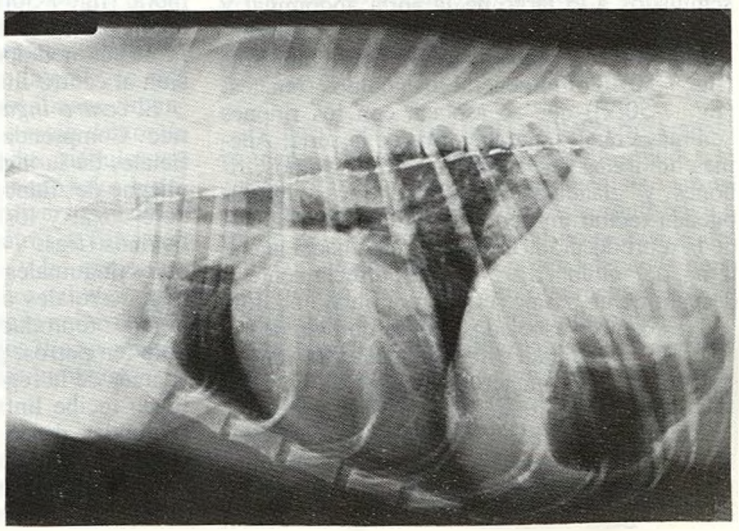


Fig. 7-49. Linfangiograma de conducto torácico del perro.

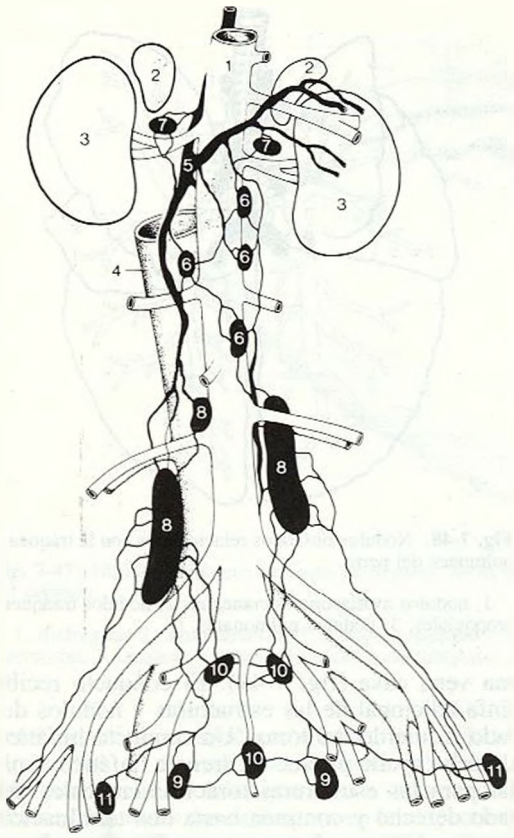


Fig. 7-50. Drenaje linfático del área lumbosacra del perro, vista ventral.

1, aorta; 2, adrenales; 3, riñones; 4, vena cava caudal; 5, cisterna del quilo; 6, nódulos aórticos lumbares; 7, nódulos renales; 8, nódulos ilíacos mediales; 9, nódulos hipogástricos; 10, nódulos sacros; 11, nódulos inguinales profundos (iliofemorales). (Baum, 1918.)

seminados a lo largo de la aorta abdominal y quizá también dentro de los espacios comprendidos entre las apófisis transversas lumbares (fig. 7-50). Por lo general los nódulos (renales) (fig. 7-50[7]) que se asocian con los riñones son más grandes que los otros de la serie. Además de drenar las estructuras de los lomos, riñones y glándulas adrenales, estos nódulos pueden recibir un poco de linfa de los órganos de la reproducción. El flujo circula hacia la cisterna del quilo (fig. 7-50[5]) directamente o después de un pasaje seriado por otros nódulos.

Tres centros asociados con el drenaje de las vísceras abdominales tienen territorios que a grandes rasgos concuerdan con los de las arterias celíaca y mesentéricas craneal y caudal. Estos centros exhiben diferencias muy considerables entre las especies pero en esta descripción general será suficiente mencionar los nódulos asignados a cada centro (fig. 7-51). El *centro celíaco* comprende nódulos esplénicos, gástricos (subdivididos en los rumiantes), hepáticos y pancreaticoduodenales (fig. 7-51[3,2,1,4]). El *centro mesentérico craneal* comprende nódulos mesentéricos craneales hacia la raíz del mesenterio y nódulos yeyunales, cecales y cólicos, más periféricos (fig. 7-51[5,6,7]). El *centro mesentérico caudal* comprende nódulos mesentéricos caudales asociados con el colon descendente (fig. 7-51[8]). Los tres centros dan origen a diversos troncos viscerales que convergen sobre la cisterna del quilo.

Nódulos linfáticos del miembro pelviano, pelvis y pared abdominal

Aunque este territorio sería demasiado grande para considerarlo en conjunto, no se lo puede subdividir porque las responsabilidades de ciertos nódulos no concuerdan con la división usual del cuerpo. Lo más conveniente es iniciar la descripción con el *centro poplíteo* más periférico, que consiste en uno o más nódulos situados en la fosa poplítea, caudal a la rodilla (fig. 7-52[6]). Los nódulos drenan la parte distal del miembro dirigen su flujo eferente hacia el centro ilíaco medial (salvo en el caballo, en el cual pasa a los nódulos inguinales profundos).

El *centro isquiático* tiene un elemento, el nódulo isquiático, situado sobre la cara lateral del ligamento sacrociático de los ungulados (fig. 33-9[6]), pero no existe ningún nódulo comparable en los carnívoros. Recoge linfa de los músculos y piel del anca y muslo proximal y la envía a diversos nódulos del centro iliosacral.

El *centro inguinal profundo* (iliofemoral) comprende nódulos dispuestos en el curso de la arteria ilíaca externa o de su continuación femoral (fig. 7-50[11]) que drenan principalmente una parte del muslo pero también reciben linfa de los nódulos poplíteos para su retransmisión al centro iliosacral.

El *centro inguinal superficial* es más periférico. Comprende los nódulos inguinales superficiales de la ingle. Los nódulos subilíacos del pliegue del flanco (excepto en el perro), el nódulo coxal y los de la fosa paralumbar de los bovinos (figs. 7-46[10] y 33-9[10,2]). Los nódulos inguinales superficiales también se llaman escrotales o mamarios porque drenan los órganos reproductivos masculinos externos o la ubre (en perros, glándulas mamarias caudales), además de la región de la ingle. El nódulo subilíaco recibe linfa de la piel y estructuras más profundas desde la mitad del flanco hasta el muslo. La linfa eferente va al centro iliosacral directamente o después de haber pasado a través de los nódulos inguinales profundos

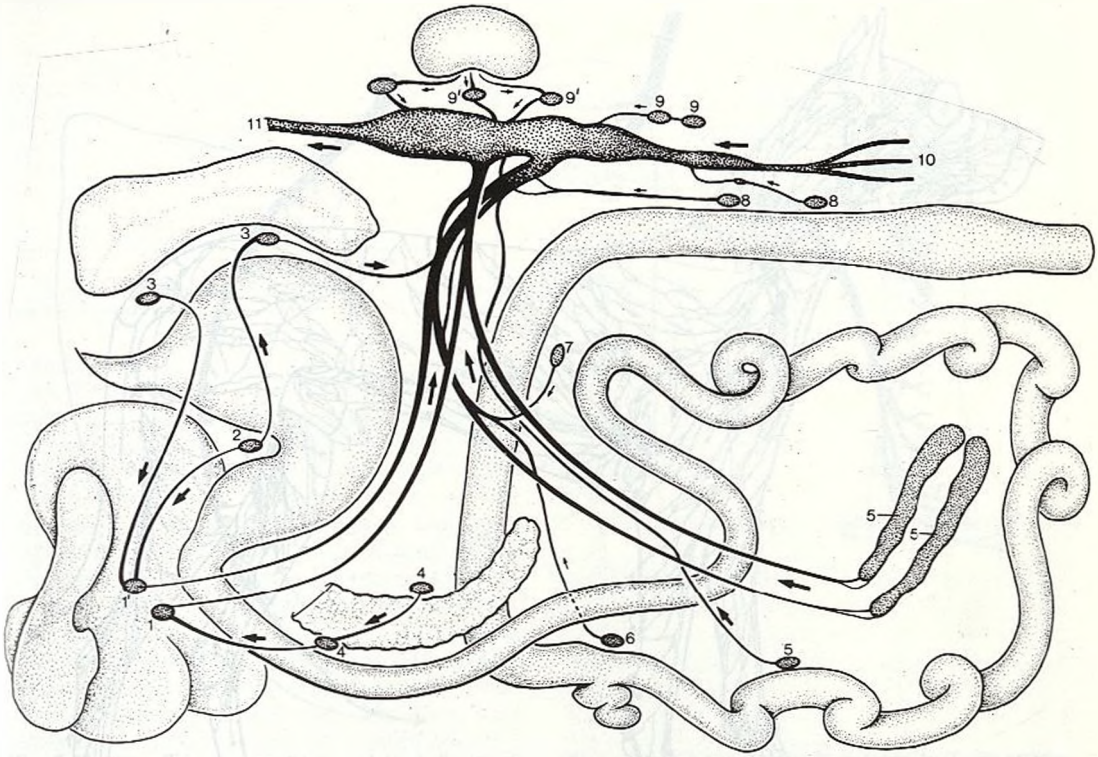


Fig. 7-51. Drenaje linfático de los órganos de las cavidades abdominal y pelviana del perro (esquematizado).

1, 1', nódulos hepáticos derecho e izquierdo; 2, nódulo gástrico; 3, nódulos esplénicos; 4, nódulos pancreaticoduodenales; 5, nódulos yeyunales; 6, nódulo cólico derecho; 7, nódulo cólico medio; 8, nódulos mesentéricos caudales; 9, nódulos aórticos lumbares; 9', nódulos renales; 10, eferentes de la región iliosacra; 11, continuación de la cisterna del quilo como conducto torácico. (Basado en Vollmerhaus, 1981.)

El *centro iliosacral* es una colección muy grande y ampliamente diseminada de nódulos aplicados contra el techo de la parte caudal del abdomen y dentro de la cavidad pelviana (fig. 7-50). Sus componentes principales son los nódulos ilíacos mediales (fig. 7-50[8]) cerca del origen de las arterias ilíacas externa e interna y, aunque no en el perro, el ilíaco lateral que está cerca del nacimiento de los vasos ilíacos circunflejos profundos. Otros nódulos están dentro de la cavidad pelviana en las paredes (nódulos sacros) y alrededor de las vísceras (nódulos hipogástricos y anorrectales). Estos diversos nódulos pequeños son los principales centros de filtración para las estructuras adyacentes y las etapas secundarias del drenaje del miembro pelviano y los órganos reproductivos y otros de la pelvis; el flujo se encamina hacia los nódulos ilíacos mediales que dan origen a los troncos lumbares.

Troncos lumbares

Consisten principalmente en vasos eferentes que provienen de los nódulos ilíacos mediales. Forman un plexo en el techo del abdomen, donde se los suma una parte del flujo lumbar antes de expandirse como cisterna del quilo (fig. 7-50[5]). Ésta también recibe troncos viscerales de los órganos digestivos.

BAZO

El bazo* está contenido en la parte craneal izquierda del abdomen, donde está unido a la curvatura mayor del estómago mediante su inclusión en el omento mayor. Éste contribuye a fijarlo en su posición, la cual no se puede definir con mucha exactitud porque depende de si el estómago está lleno y en qué medida y de la cantidad de sangre que él mismo contenga. La forma básica es muy diferente en las diversas especies domésticas, es acampanado en el perro y el gato, acintado en el cerdo, oblongo y más ancho en los bovinos y falciforme en el caballo

* El nombre oficial, lien, es la raíz de muchos términos descriptivos, como a. linealis, esto es arteria esplénica.

Fig. 7-52. Drenaje linfático superficial del perro.

1, nódulo parotídeo; 2, nódulos mandibulares; 3, nódulos cervicales superficiales; 4, nódulo axilar accesorio; 5, nódulo femoral; 6, nódulo poplíteo. (Getty, 1975.)

(fig. 7-53). Su cápsula envía trabéculas al interior. En algunas especies (carnívoros) la cápsula y las trabéculas son muy musculosas, pero en otras (rumiantes) mucho menos; estas diferencias determinan la extensión de la variación fisiológica que puede experimentar el tamaño. Cuando está relajado, el bazo del perro y gato puede agrandarse varias veces en relación con el tamaño en estado contraído y, por ende, es muy eficaz como depósito a partir del cual se puede reclutar el contenido celular de la circulación en momentos de estrés.

El tejido blando que está dentro del armazón de sostén se encuentra dividido en pulpa roja y blanca; la primera consiste en espacios en serie con los vasos sanguíneos, ocupados por una concentración de los elementos celulares de la sangre. La pulpa blanca, dividida en focos que suelen verse apenas a simple vista, consiste en nodulillos linfáticos dentro de un armazón de sostén reticuloendotelial. Este tejido posee las propiedades linfógenas y fagocíticas usuales.

Las funciones del bazo consisten en almacenar sangre, retirar partículas de la circulación, destruir los eritrocitos agotados y producir linfocitos. La primera función es familiar para todos los que hayan experimentado la "puntada" que acompaña a veces al esfuerzo físico y se asocia con la contracción de la cápsula esplénica.

El bazo es irrigado por la arteria esplénica, rama de la arteria celíaca, que tiene un tamaño grande en relación con el órgano (fig. 3-38[4]). El drenaje venoso, por medio de la vena esplénica, conduce a la vena porta (fig. 3-46[2,1]). La disposición de estos vasos presenta rasgos específicos importantes. La arteria y la vena pueden pasar sin dividirse por un hilio restringido (rumiantes, fig. 7-53*B*), correr todo a lo largo del órgano emitiendo ramas a intervalos regulares (caballo, cerdo, fig. 7-53*A*) o dividirse a medida que se aproximan al bazo para enviar ramas que vascularizan compartimientos esplénicos que normalmente son independientes, aunque se comunican entre ellos (perro,

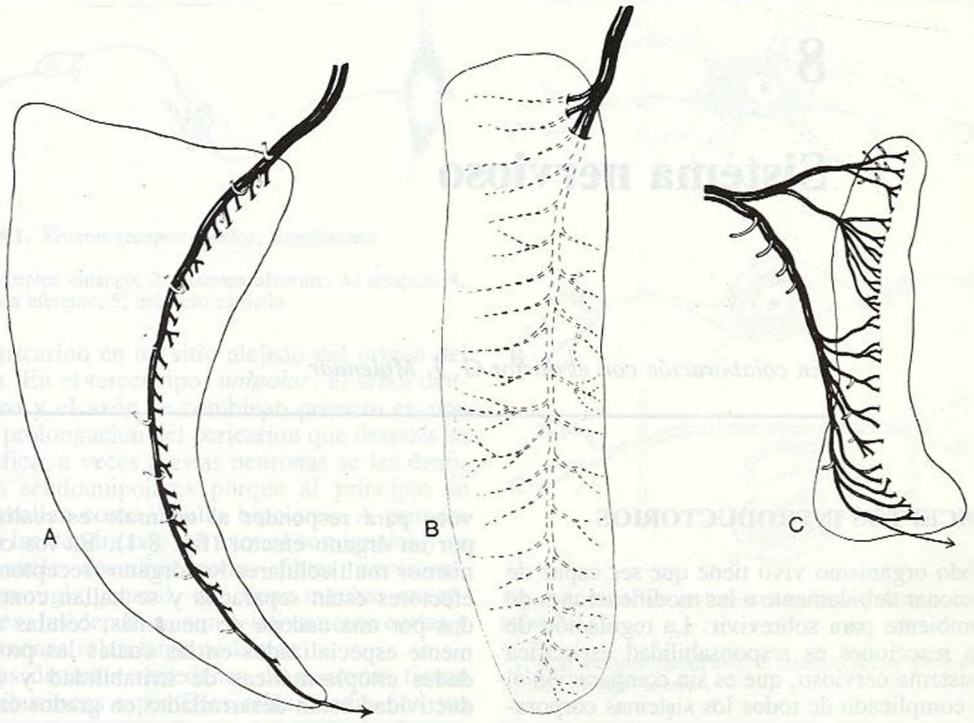


Fig. 7-53. Superficie visceral del bazo del caballo (*A*), buey (*B*) y perro (*C*) que muestra la distribución de las arterias esplénicas. En blanco aparecen las ramas para otras estructuras. (Steger, 1939).

gato, fig. 7-53*C*). Los vasos linfáticos que corren por la cápsula y las trabéculas no llegan hasta la pulpa. Las fibras nerviosas simpáticas y parasimpáticas llegan con la arteria.

El bazo se desarrolla a partir de una condensación mesodérmica dentro del mesogastrio dorsal (que se convierte en el omento mayor) (fig. 3-61[6]). La parte de la lámina interpuesta entre el estómago y el bazo puede distinguirse específicamente como ligamento gastroesplénico.

TIMO

El timo es un órgano cuya importancia es mayor en el animal joven. Empieza a involucionar hacia la época de la pubertad y finalmente puede casi desaparecer, y aunque persista un vestigio más considerable, se comprueba que consiste principalmente en grasa y elementos fibrosos, con supresión del tejido tímico.

El timo tiene un origen par en las terceras bolsas faríngeas (fig. 6-4[6]) (p. 227), aunque existe cierta incertidumbre sobre la contribución exacta que hacen el endodermo y el mesodermo subyacente y hasta se conjetura una contribución ectodérmica en algunas especies. Los esbozos crecen a lo largo del cuello junto a la tráquea e invaden el mediastino, donde se extienden hasta el pericardio. La porción cervical involuciona prematuramente en muchas especies, incluso en el perro, y entonces el timo aparece como un solo órgano mediano cuya índole bilateral es obvia. En su pleno desarrollo, es una estructura lobulillar (que guarda cierta semejanza con una glándula salival) que ocupa la parte ventral del mediastino craneal, en contacto con los otros elementos contenidos en este espacio.

En los preparados microscópicos el timo es divisible en una corteza y una médula. La corteza produce los linfocitos T inmunocompetentes que pasan al torrente sanguíneo para su distribución en los órganos linfoides periféricos (nódulos y nodulillos linfáticos dispersos) donde se radican y se multiplican. La médula consiste en células epitelioides de significación más incierta. Por su relevancia en el desarrollo posnatal y en el mantenimiento de la competencia inmunológica, el timo reviste una importancia fundamental, en particular en el animal joven.

8

Sistema nervioso

En colaboración con el doctor G. J. Molenaar

CONCEPTOS INTRODUCTORIOS

Todo organismo vivo tiene que ser capaz de reaccionar debidamente a las modificaciones de su ambiente para sobrevivir. La regulación de estas reacciones es responsabilidad específica del sistema nervioso, que es sin comparación el más complicado de todos los sistemas corporales.

Toda explicación puramente descriptiva, del encéfalo en particular, sería de muy escasa utilidad y poco atrayente, pero convendría más reseñar debidamente la función para encarar ciertos problemas específicos. Muchas estructuras y vías que componen el sistema nervioso central no están separadas ni son identificables con los métodos anatómicos usuales y la mayoría de las "unidades funcionales" que conviene reconocer tienen conexiones múltiples e intrincadas con otras unidades del mismo tipo, de modo que existen partes a las que no se les puede atribuir ninguna función específica, algunas porque se desconoce su significación y otras por la multiplicidad de asociaciones.

El término medio que se adopta en este capítulo es presentar una descripción formal inicial, seguida por disgresiones breves y un tanto elementales sobre la significación funcional de unas pocas "unidades" seleccionadas. Estas disgresiones tienen la finalidad principal de asignar algún "significado" a las estructuras descritas en primer término. Hacemos esto sabiendo que en los cursos simultáneos o ulteriores de fisiología o neurología se habrán de hacer análisis funcionales más completos.

Elementos estructurales

Cualquier cambio adecuado del ambiente provee un estímulo que algún órgano receptor reconoce; la reacción o la respuesta que se provoca para responder al estímulo es realizada por un órgano efector (fig. 8-1). En los organismos multicelulares los órganos receptores y efectores están separados y se hallan conectados por una cadena de neuronas, células altamente especializadas en las cuales las propiedades citoplasmáticas de irritabilidad y conductividad están desarrolladas en grados extremos. Cualquiera que sea el estímulo, la neurona receptora lo convierte en potencial eléctrico y el mensaje se transmite en esta forma codificada. El impulso viaja a lo largo de la neurona antes de que ocurra la transmisión a la siguientes célula de la cadena; ésta puede ser otra neurona, pero al final de la cadena siempre habrá un órgano efector, que puede ser un músculo o una glándula. Por lo tanto, las neuronas son las unidades básicas con las cuales está construido el sistema nervioso.

La *neurona* típica es una célula elongada que consiste en un cuerpo celular que contiene el núcleo y, por ende, se conoce como pericarion, y diversas prolongaciones (fig. 8-2). Las prolongaciones, que varían considerablemente en cuanto a cantidad, longitud y forma, son de dos variedades que se distinguen de manera muy obvia y útil según la dirección en la cual transmiten los impulsos. Una variedad, las dendritas, suele ser múltiple y conduce impulsos hacia el pericarion; la otra, el axón, siempre es única en su origen (aunque puede dividirse a cierta distancia del pericarion) y transmite impulsos desde el pericarion. Por lo tanto, la célula nerviosa exhibe una polarización evidente. La disposición de las prolongaciones permite hacer una sencilla clasificación de las neuronas. La mayoría son *multipolares* y poseen una cantidad a menudo muy grande, de dendritas ramificadas que llegan al pericarion en diversos puntos (fig. 8-2). En un segundo tipo, *bipolar*, las dendritas se unen en un tronco común antes de llegar

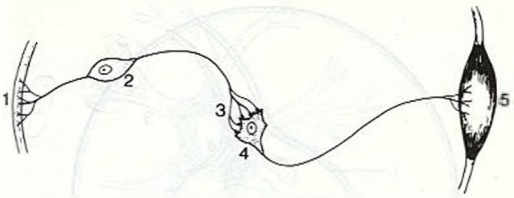


Fig. 8-1. Sistema receptor-efector, simplificado.

1, receptor cutáneo; 2, neurona aferente; 3, sinapsis; 4, neurona eferente; 5, músculo estriado.

al pericarion en un sitio alejado del origen del axón. En el tercer tipo, *unipolar*, el árbol dendrítico y el axón se combinan primero en una sola prolongación del pericarion que después se ramifica; a veces a estas neuronas se las denomina seudounipolares porque al principio se desarrollan como células bipolares. A primera vista las dendritas y los axones son iguales y se los suele describir como fibras nerviosas. Como regla general, que tiene muchas excepciones, las dendritas son relativamente cortas y los axones relativamente largos.

Las distintas variedades de neuronas tienen distribuciones específicas relacionadas con sus funciones en particular. Es indudable que un árbol dendrítico muy ramificado permite que una neurona reciba impulsos de muchas fuentes y que un axón muy ramificado entable conexiones con muchas células a las cuales estimula. Lo primero permite la convergencia de impulsos provenientes de diversos orígenes y lo segundo produce la radiación o difusión de un mensaje.

Las conexiones interneuronales se conocen como *sinapsis*, término que suele ampliarse para incluir también las conexiones neuromusculares. Un axón puede establecer conexiones sinápticas con los cuerpos, dendritas o axones de otras neuronas, variedades de sinapsis que se conocen como axosomáticas, axodendríticas y axoaxónicas (fig. 8-3). La mayoría de las neuronas establecen muchas sinapsis, pues algunas tienen muchos millares de sitios sinápticos, aunque no con tantas otras células. Las sinapsis poseen una morfología variable que es siempre complicada, pero aquí será suficiente hacer una descripción elemental. Las células participantes no están en continuidad ni en contacto directo sino que siempre las separa una brecha muy estrecha (figs. 8-4*A* y 8-4*B*). El impulso nervioso (potencial de acción) que llega a la parte presináptica de un axón no salta de célula en célula sino que causa la liberación de una sustancia transmisora química específica que difunde a través de la brecha. Cuando esta sustancia llega a la membrana plasmática postsináptica (de la célula siguiente) produce uno de dos efectos: despolariza la membrana, iniciando un nuevo impulso que entonces se propaga todo a lo largo de la célula post sináptica, o hiperpolariza la membrana causando un bloqueo o efecto inhibidor. La existencia de sinapsis excitantes e inhibidoras, a veces en una misma célula, provee un medio para que ocurra una gran diversidad de respuestas. Las sustancias químicas transmisoras más comunes comprenden glicina, acetilcolina y noradrenalina.

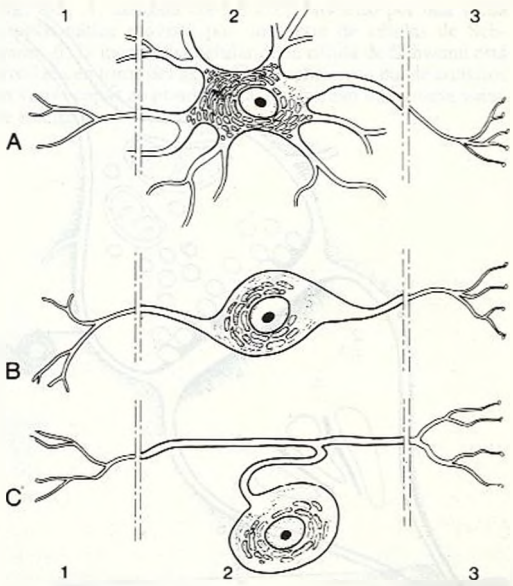


Fig. 8-2. Neuronas multipolar (*A*), bipolar (*B*) y seudounipolar (*C*).

1, lado receptor (dendritas); 2, cuerpo celular (pericarion); 3, lado efector (axon).

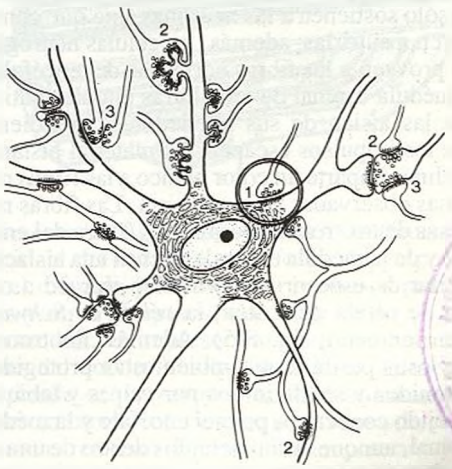


Fig. 8-3. Distintos tipos de sinapsis en una interneurona. La parte incluida en un círculo se ilustra ampliada en la figura 8-4B.

1, axosomática; 2, axodendrítica; 3, axoaxónica.

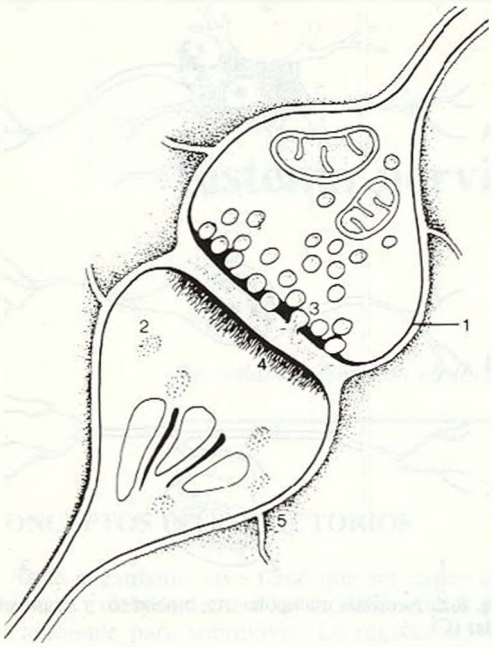


Fig. 8-4A. Sinapsis axodendrítica.

1, botón terminal de la neurona aferente; 2, dendrita de una interneurona o de una neurona motora; 3, vesícula sináptica (descargándose dentro de la hendidura sináptica); 4, red subsináptica; 5, glía.

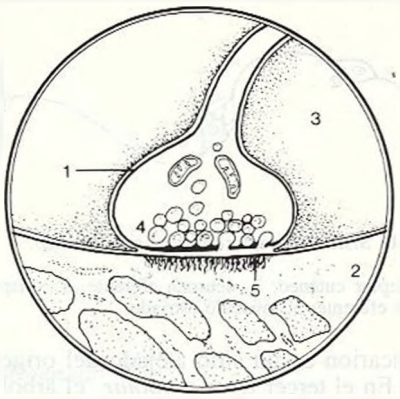


Fig. 8-4B. Detalle de una sinapsis exosomática.

1, botón terminal del axón; 2, citoplasma de la interneurona, 3, glía; 4, vesículas sinápticas; 5, red subsináptica.

Las neuronas cuentan con el apoyo de otras células especializadas. El tejido de sostén del encéfalo y la médula espinal se conoce como neuroglia y comprende varios tipos celulares que no hemos de distinguir. Las células neurogliales no sólo sostienen a las neuronas sino que contribuyen a nutrirlas; además, las células neurogliales proveen a las fibras nerviosas del encéfalo y la médula espinal de envolturas citoplasmáticas que las aíslan de sus alrededores, impidiendo que los impulsos escapen. El material aislante, mielina, imparte un color blanco a las fibras nerviosas observadas a simple vista. Las fibras nerviosas de los troncos periféricos (fuera del encéfalo y de la médula espinal) reciben una aislación similar de espesor muy variable merced a otro tipo de célula de sostén, la *célula de Schwann* (neurilemocito, fig. 8-5). Además, los troncos nerviosos periféricos también están protegidos, sostenidos y subdivididos por vainas y tabiques de tejido conectivo, pero el encéfalo y la médula espinal, aunque están incluidos dentro de una serie de revestimientos de tejidos conectivo (meninges), no son penetrados de esta manera por el tejido conectivo.

Los grupos de pericariones se distinguen por su color más oscuro, en particular si se los contraste con la blancura de los haces de fibras adyacentes; esto permite trazar la sencilla distinción en sustancia gris y blanca del encéfalo y médula espinal. Las aglomeraciones aisladas de neuronas dentro del encéfalo se suelen conocer como *núcleos*, pero algunas son tan pequeñas que no se distinguen a simple vista.

Los haces de fibras de origen, destino y función comunes tienden a congregarse dentro del encéfalo y la médula en *fascículos* o *tractos*, aunque normalmente los límites de éstos no son evidentes y sólo se pueden establecer con medios experimentales. La mayoría de estos tractos se designan por la combinación de su origen, que se emplea como prefijo, y su destino, que se emplea como sufijo; en consecuencia, inmediatamente se sabe el significado de nombres como tractos espinocerebeloso y cerebeloespinal.

Las aglomeraciones neuronales en nervios periféricos pueden formar engrosamientos visibles que también pueden distinguirse por su color y textura, porque son más oscuros y más firmes que los de los respectivos troncos nerviosos. Estas aglomeraciones se conocen universalmente como *ganglios*.

Aparato estímulo-respuesta

Habiendo establecido estos puntos fundamentados podemos retornar ahora para considerar el aparato estímulo-respuesta. En la forma más sencilla encontrada en los mamíferos, este aparato comprende cinco elementos dispuestos en serie: una región receptora adaptada para responder a un estímulo de una modalidad particular* (sonido, tacto, etc.), una neurona

* En realidad, los estímulos para ciertas neuronas pueden percibirse de distintas maneras según la intensidad, duración y frecuencia de su entrega.

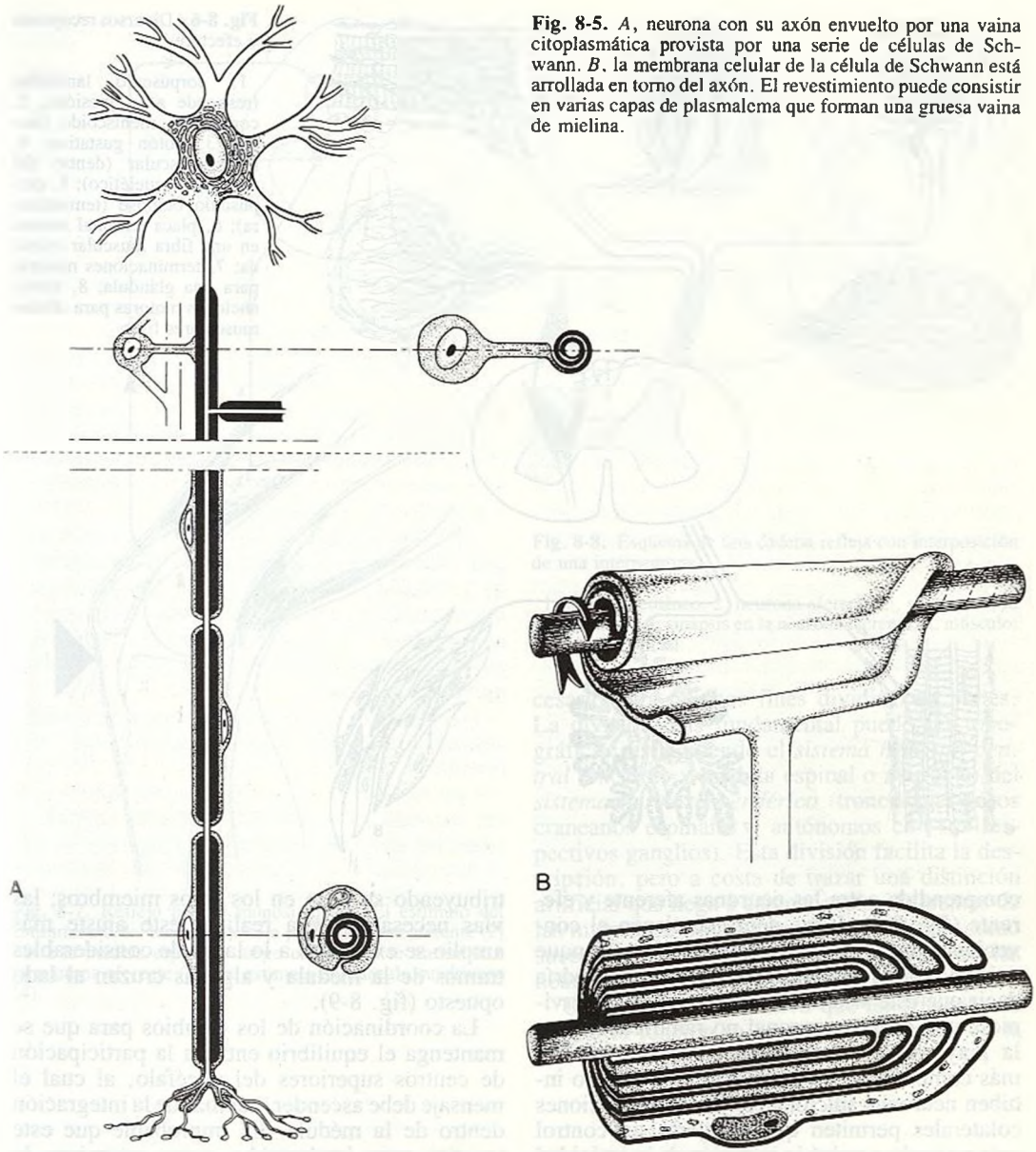


Fig. 8-5. *A*, neurona con su axón envuelto por una vaina citoplasmática provista por una serie de células de Schwann. *B*, la membrana celular de la célula de Schwann está arrollada en torno del axón. El revestimiento puede consistir en varias capas de plasmalema que forman una gruesa vaina de mielina.

aferente que transmite un impulso en dirección central hacia el encéfalo o médula espinal, una sinapsis, el resto de la neurona eferente que transmite un impulso desde el centro hacia la periferia y un efector, que puede ser un músculo, glándula o célula neurosecretoria (figs. 8-1 y 8-6). Esta secuencia constituye un arco reflejo primario, elemental o monosináptico.

En realidad el *arco reflejo monosináptico* es una disposición muy poco común, aunque provee la base de un ejemplo familiar, el reflejo patelar o rotuliano (fig. 8-7). Éste es un reflejo de estiramiento (miotáctico) que, como muchos lectores sabrán, puede obtenerse golpeando debidamente el ligamento patelar, continuación funcional del músculo cuadríceps. El golpe estira el músculo y estimula así los husos musculares y otros receptores que están en su vientre y su tendón; un impulso viaja por las fibras aferentes del nervio femoral hasta la médula espinal donde se proyecta sobre las neuronas eferentes (motoras inferiores); los axones de estas neuronas retornan dentro del mismo nervio y el impulso se proyecta en las fibras constituyentes del músculo, estimulando su contracción para realizar la extensión brusca de la articulación.

En la mayoría de los reflejos una o más neuronas adicionales se interponen en la cadena

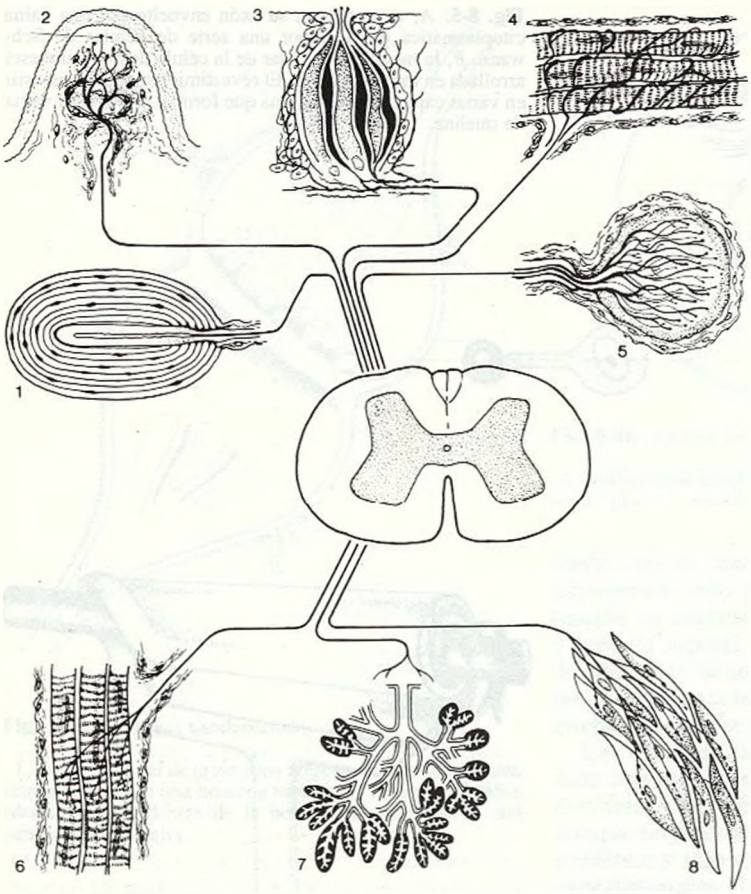


Fig. 8-6. Diversos receptores y efectores.

1, corpúsculo 'laminillar (responde a la presión), 2, corpúsculo meniscoide (tacto); 3, botón gustativo; 4, huso muscular (dentro del músculo esquelético); 5, corpúsculo bulboso (temperatura); 6, placa terminal motora en una fibra muscular estriada; 7, terminaciones motoras para una glándula; 8, terminaciones motoras para células musculares lisas.

comprendida entre las neuronas aferente y eferente (fig. 8-8). Estas neuronas tienen el conveniente nombre de *interneuronas*, aunque existen varios sinónimos. Todavía se podría decir que este sistema es simple si sólo interviniese una cadena neuronal no ramificada, pero la mayoría de los reflejos entrañan circuitos más complicados en los que se estimulan o inhiben neuronas adicionales. Las ramificaciones colaterales permiten que se ejerza un control más refinado y quizá la intrusión de la actividad en la conciencia.

Un buen ejemplo de respuesta integral es el miembro de un animal de pie sometido a un pinchazo u otro estímulo nocivo. El miembro se retira mediante la acción coordinada de los músculos flexores de varias articulaciones y estos movimientos son facilitados por la relajación de músculos extensores antagonistas que antes estaban en actividad. Las vías ramificadas que intervienen en la obtención de esta respuesta recorren varios segmentos de la médula para llegar y excitar o inhibir a las neuronas eferentes que inervan los diversos músculos. Al mismo tiempo, el animal debe ajustarse a la eliminación de uno de sus puntos de sostén redistribuyendo su peso en los otros miembros; las vías necesarias para realizar este ajuste más amplio se extienden a lo largo de considerables tramos de la médula y algunas cruzan al lado opuesto (fig. 8-9).

La coordinación de los cambios para que se mantenga el equilibrio entraña la participación de centros superiores del encéfalo, al cual el mensaje debe ascender, además de la integración dentro de la médula. Es improbable que este proceso pase inadvertido; como interviene la corteza cerebral, el animal estima la situación y considera si se requiere una respuesta más general, como escapar o hacer frente al agresor. Esta respuesta sopesada dista mucho de la sencilla respuesta monosináptica y monosegmentaria del reflejo rotuliano y entraña aparatos integrativos de diversos grados de complejidad propagados por toda la médula y el encéfalo, así como la recolección de datos de los centros superiores que conciernen a la memoria y el juicio.

Subdivisiones del sistema nervioso

Aunque en realidad el sistema nervioso es un todo integrado y único, conviene y hasta es ne-

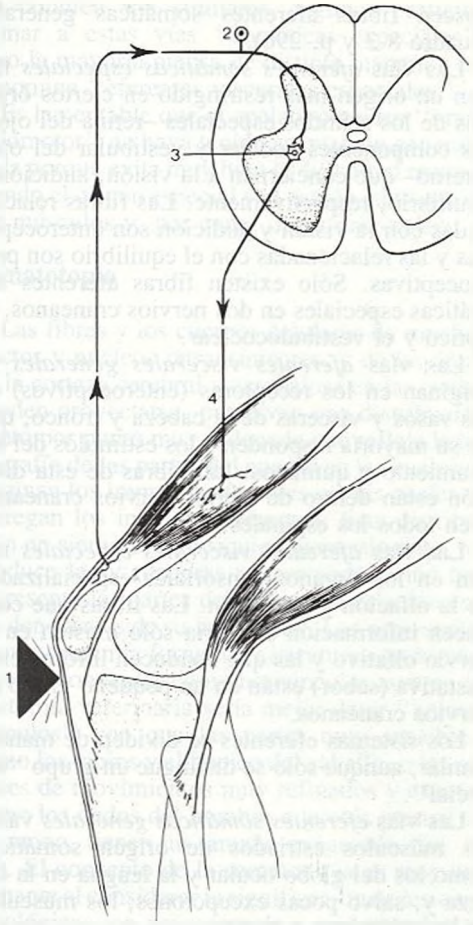


Fig. 8-7. Reflejo patelar monosináptico. El estímulo del estiramiento del tendón (1) viaja por la neurona aferente (2) hasta la médula espinal y luego el impulso se transmite a la neurona eferente (3) que estimula el músculo cuádriceps (4).

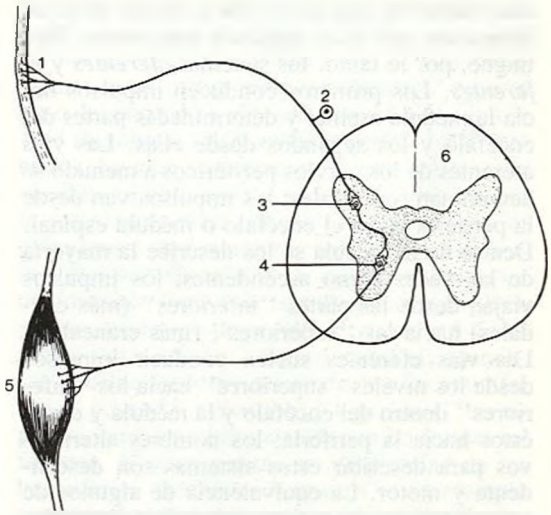


Fig. 8-8. Esquema de una cadena refleja con interposición de una interneurona.

1, receptor cutáneo; 2, neurona aferente; 3, sinapsis en la interneurona; 4, sinapsis en la neurona eferente; 5, músculo; 6, médula espinal.

cesario para muchos fines dividirlo en partes. La división más fundamental puede ser topográfica, distinguiendo el *sistema nervioso central* (encéfalo y médula espinal o neuroeje) del *sistema nervioso periférico* (troncos nerviosos craneanos espinales y autónomos con sus respectivos ganglios). Esta división facilita la descripción, pero a costa de trazar una distinción artificial que llega a asignar partes diferentes de las mismas neuronas a las dos divisiones, como sucede con los pericariones y axones de las neuronas eferentes del arco reflejo rotuliano.

Una división alternativa que tendría más en cuenta la función se basa en la dirección en la

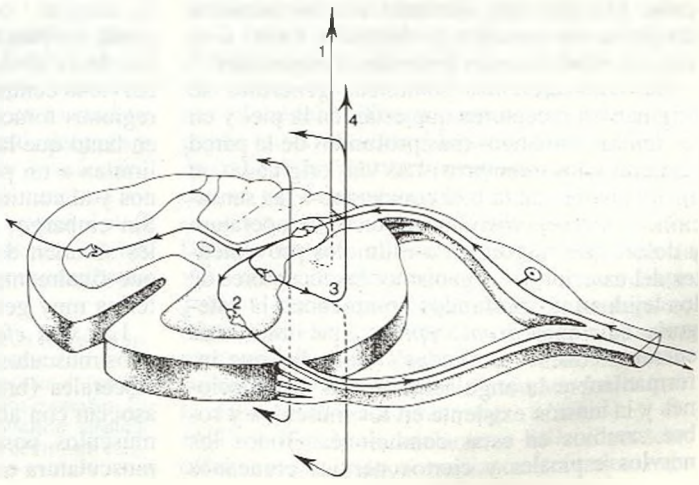


Fig. 8-9. Trayectoria de las fibras dentro de la médula espinal. Algunas fibras aferentes del funículo dorsal van directamente al encéfalo (1) y otras terminan en interneuronas del asta dorsal. Desde aquí los impulsos pueden transmitirse directamente a las neuronas aferentes (2) o a otras interneuronas que envían impulsos en dirección caudal o craneal dentro de la médula espinal (3), algunos de los cuales llegan al encéfalo (4).

cual viajan los impulsos y en la índole de la información que estos impulsos transmiten. Distingue, por lo tanto, los sistemas *aferentes* y *eferentes*. Los primeros conducen impulsos hacia la médula espinal y determinadas partes del encéfalo y los segundos desde ellas. Las vías aferentes de los nervios periféricos a menudo se denominan sensoriales; los impulsos van desde la periferia hacia el encéfalo o médula espinal. Dentro de la médula se los describe la mayoría de las veces como ascendentes; los impulsos viajan desde las partes "inferiores" (más caudales) hacia las "superiores" (más craneales). Las vías eferentes suelen conducir impulsos desde los niveles "superiores" hacia los "inferiores" dentro del encéfalo y la médula y desde éstos hacia la periferia; los nombres alternativos para describir estos sistemas son descendente y motor. La equivalencia de algunos de estos términos no resiste un análisis detenido, en particular en lo referente a los sistemas integradores dentro de la médula, porque muchos haces de fibras descentes no son motores y muchos haces ascendentes no son sensoriales.

La índole de la información transmitida y de las actividades que rige permite trazar la distinción adicional entre los sistemas nerviosos somático y visceral. El *sistema somático* interviene en las funciones "animales" –locomoción y otras– que determinan la relación entre el organismo y el mundo exterior, mientras que el *sistema visceral* o *autónomo* concierne a las llamadas funciones viscerales que se relacionan con el ambiente interno, como regulación de la frecuencia cardíaca, control de los procesos digestivos, y otras. Como regla general, pero no siempre, existe mayor conciencia y mayor control voluntario de las funciones somáticas que de las viscerales. Por supuesto, los sistemas somático y visceral funcionan en íntima colaboración.

Puede hacerse una clasificación más intrincada. Los sistemas aferentes son inicialmente divisibles en somático y visceral y éstos, a su vez, en subdivisiones generales y especiales.

Las vías *aferentes somáticas generales* se originan en receptores que están en la piel y en los tejidos somáticos más profundos de la pared corporal y los miembros. Las vías originadas en los receptores de la piel conciernen a las sensaciones *enteroceptivas*, como tacto, temperatura y dolor, que responden a estímulos provenientes del exterior del organismo; los receptores de los tejidos más profundos comprenden la categoría adicional *propioceptiva*, que interviene en sensaciones "profundas" como las que informan sobre la angulación de las articulaciones y la tensión existente en los músculos y sobre cambios en estas condiciones. Todos los nervios espinales y ciertos nervios craneanos poseen fibras aferentes somáticas generales (cuadro 8-2 y p. 296).

Las vías *aferentes somáticas especiales* tienen un origen más restringido en ciertos órganos de los sentidos especiales –retina del ojo y los componentes coclear y vestibular del oído interno– que conciernen a la visión, audición y equilibrio, respectivamente. Las fibras relacionadas con la visión y audición son enteroceptivas y las relacionadas con el equilibrio son propioceptivas. Sólo existen fibras aferentes somáticas especiales en dos nervios craneanos, el óptico y el vestibulococlear.

Las vías *aferentes viscerales generales* se originan en los receptores (enteroceptivos) de los vasos y vísceras de la cabeza y tronco, que en su mayoría responden a los estímulos del estiramiento y químicos. Las fibras de esta división están dentro de ciertos nervios craneanos y en todos los espinales.

Las vías *aferentes viscerales especiales* nacen en los órganos sensoriales especializados de la olfación y gustación. Las fibras que conducen información olfatoria sólo existen en el nervio olfativo y las que conducen información gustativa (sabor) están en un pequeño grupo de nervios craneanos.

Los sistemas eferentes se dividen de manera similar, aunque sólo se distingue un grupo "especial".

Las vías *eferentes somáticas generales* van a los músculos estriados de origen somático, como los del globo ocular y la lengua en la cabeza y, salvo pocas excepciones, los músculos de los miembros y tronco.

Las vías *eferentes viscerales generales* van a la musculatura lisa de las vísceras y los vasos, músculo cardíaco y glándulas. La mayoría de estos órganos reciben una doble inervación por medio de las divisiones simpática y parasimpática del sistema nervioso autónomo (p. 341), que muchas veces se describe como antagonista, aunque "equilibradora" sugeriría mejor su papel cooperativo. Las fibras eferentes viscerales de la *división simpática* salen del sistema nervioso central con los nervios espinales de las regiones toracolumbares de la médula espinal, en tanto que las de la *división parasimpática* se limitan a un pequeño grupo de nervios craneanos y al contingente sacro de nervios espinales. Sin embargo, muchas fibras eferentes viscerales se unen después a otros nervios, de modo que finalmente alcanzan una distribución periférica muy generalizada.

Las vías *eferentes viscerales especiales* van a los músculos estriados originados en los arcos viscerales (branquioméricos) que en teoría se asocian con actividades viscerales. Como estos músculos poseen los atributos usuales de la musculatura estriada y sus vías nerviosas moto-

ras también son similares, algunos prefieren llamar a estas vías "somáticas especiales", pero la mayoría piensa de distinta manera y las denomina "eferentes viscerales especiales".

Es lamentable que el apelativo neutro "branquiomotor" no haya tenido aceptación generalizada porque evita muy bien la dificultad reconociendo el origen especial y el estado equívoco de los músculos y, por ende, de su inervación.

Somatotopia

Las fibras y los cuerpos celulares de muchos tractos y núcleos retransmisores, y de las áreas de la corteza cerebral y cerebelosa en las cuales pueden proyectarse, preservan una distribución punto por punto muy ordenada que refleja la topografía de las partes del cuerpo en las cuales se originan los impulsos aferentes o a las cuales se entregan los impulsos eferentes. Esta distribución no siempre, y ni siquiera generalmente, reproduce las verdaderas proporciones, sino que representa las partes del cuerpo en relación con las densidades de su inervación. Las representaciones toman la forma de caricaturas grotescas, a veces conocidas como homúnculos aunque en anatomía veterinaria sería mejor decir "animalúnculos"– en que las partes muy sensibles, como los labios y el hocico del caballo, o las capaces de movimientos muy refinados y exactos como los dedos del hombre o la cola prensil de un mono, tienen un tamaño exagerado (fig. 8-10). El concepto de la somatotopia es muy importante al considerar la significación de lesiones patológicas, en neurocirugía y en estimulación experimental.

MORFOLOGÍA Y EMBRIOLOGÍA GENERAL DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Estudio introductorio

El encefalo* se continúa con la médula espinal† sin una demarcación clara. Es un órgano muy irregular cuya forma se adapta estrechamente a la de la cavidad craneana en lo cual se aloja, mientras que la médula espinal, delgada y alargada, tiene un aspecto más regular y uniforme.

El tamaño del encéfalo no guarda ninguna relación constante con el tamaño del animal al cual pertenece, pero es relativamente menor en las especies grandes y, por cierto, proporcionalmente mayor en los mamíferos más avanzados. El encéfalo del hombre, perro y caballo pesa 1200 a 1500 g. 70 a 150 g y 400 a 700 g, respectivamente; estas cifras arrojan relaciones entre el peso del encéfalo y el peso corporal del orden de 1:48 (hombre), 1:100 a 400 (perro) y 1:800 (caballo). La gran variación en el peso relativo del encéfalo canino, aunque podría anticipársela por la variedad de razas, ofrece cierta noción de las dificultades para interpretar tales cifras. En cambio, el desarrollo relativo de determinadas partes del encéfalo tiene una significación más obvia porque existe una preponderancia relativa de las partes "más nuevas" (en un sentido filogenético) y particularmente del cerebro en los mamíferos en general y mamíferos "superiores" en especial, cuando se los compara con las formas inferiores. El gran tamaño y complejidad de los hemisferios cerebrales humanos es el ejemplo extremo de esta tendencia evolutiva (fig. 8-11).

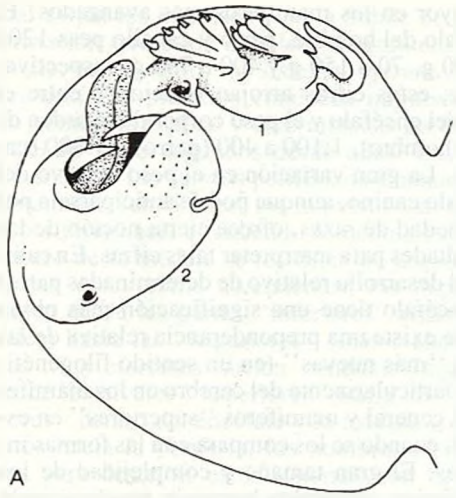
Aunque un poco más adelante haremos descripciones más detalladas de las partes del sistema nervioso central, su apreciación se facilitará reseñando primero el encéfalo en conjunto y describiendo después su desarrollo. Hemos de aludir reiteradamente a las figuras para ubicar e identificar las estructuras que nombramos.

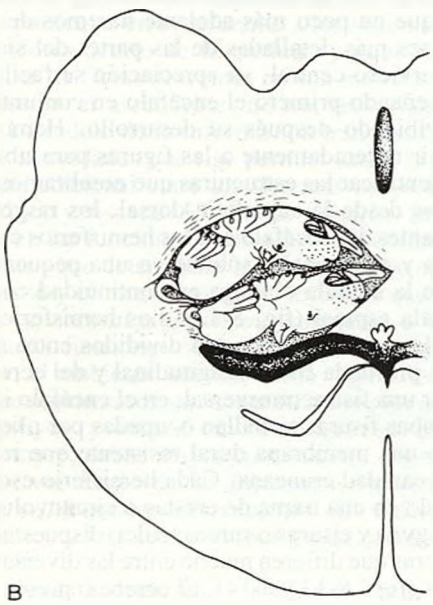
Vistos desde la superficie dorsal, los rasgos descollantes del encéfalo son los hemisferios cerebrales y el cerebelo; sólo se ve una pequeña parte de la médula oblonga en continuidad con la médula espinal (fig. 8-12). Los hemisferios cerebrales semiovoides están divididos entre sí por una profunda fisura longitudinal y del cerebelo por una fisura transversal; en el encéfalo in situ, ambas fisuras se hallan ocupadas por pliegues de una membrana dural resistente que reviste la cavidad craneana. Cada hemisferio está moldeado en una trama de crestas o circunvoluciones (gyri) y cisuras o surcos (sulci) dispuestas de maneras que difieren mucho entre las diversas especies (figs. 8-13 y 8-14). El cerebelo presenta marcas superficiales más pronunciadas aun .

La cara ventral del encéfalo es más plana en general y revela las subdivisiones del encéfalo con mayor claridad. La parte caudal está dada por la médula oblonga, que se expande al seguirlo hacia adelante hasta que termina detrás de una cresta transversa prominente, el puente, que se puede seguir sobre la cara lateral hasta su unión con el cerebelo (figs. 8-15 y 8-16). Delante de éste el mesencéfalo, oculto en la vista dorsal, aparece como dos columnas divergentes, los pilares cerebrales (crura cerebri) (figs. 8-15[12]) y 8-16[12]), que se continúan rostralmente para desaparecer en las profundidades de los hemisferios. Están separados por la fosa interpeduncular (fig. 8-15[13] y 8-16[13]). Más hacia adelante se halla el prosencéfalo, cuyos rasgos medianos ventrales más

* El término oficial, encephalon, provee la raíz para palabras como encefalitis y electroencefalografía.

† Aunque medulla spinalis es el término oficial, lamentablemente la palabra médula se usa en varios contextos. El término medulla sin calificativos suele significar medulla oblongata, es decir, la parte más posterior del tronco cerebral.





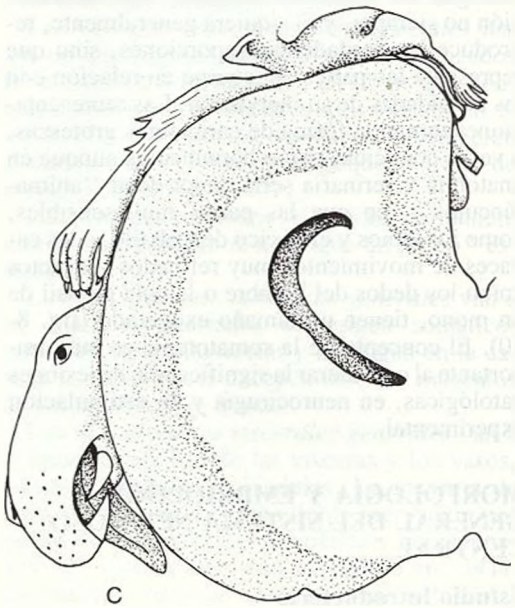


Fig. 8-10. Proyección somatotópica de la sensibilidad cutánea en distintas partes del encéfalo de la rata. Representación somatotópica del tronco en (*A*) el núcleo grácil y cuneiforme (1) y de la cabeza en el núcleo caudal del trigémino (2); lo mismo en los núcleos talámicos (*B*) y también en la corteza somatosensitiva (*C*).

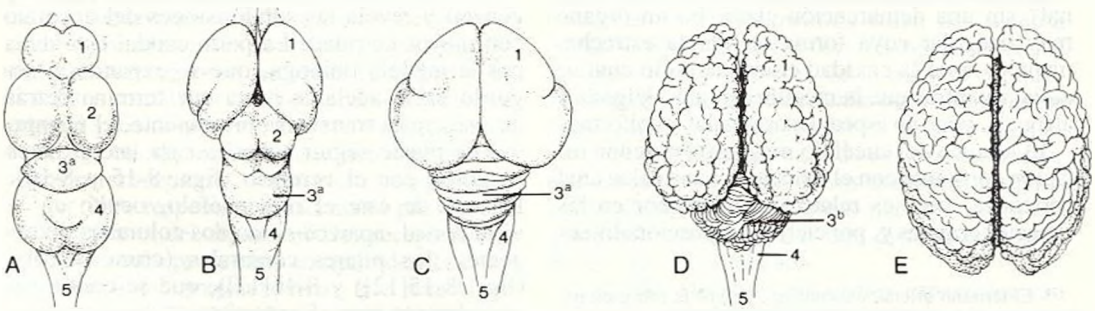


Fig. 8-11. Encéfalos de vertebrados que ilustran el desarrollo filogenético. El aumento del volumen y de la complejidad del telencéfalo y del cerebelo son muy llamativos. *A*, pez (carpa); *B*, reptil (pitón); *C*, ave (pato); *D*, mamífero (buey); *E*, mamífero (hombre).

1, telencéfalo; 2, mesencéfalo; 3^a, 3^b, metencéfalo; 3^a, arquicerebelo; 3^b, neocerebelo; 4, mielencéfalo; 5, médula espinal.

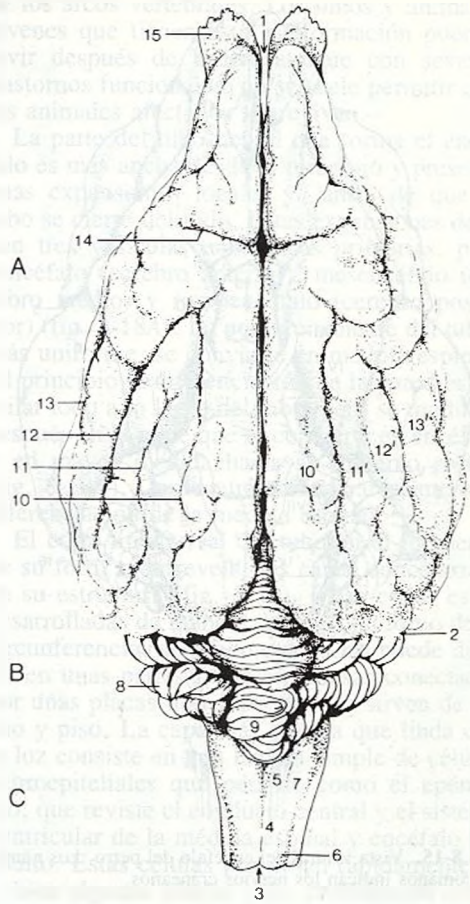


Fig. 8-12. Vista dorsal del encéfalo del perro. *A*, telencéfalo; *B*, cerebelo; *C*, médula oblonga.

1, fisura longitudinal; 2, fisura transversa; 3, surco mediano dorsal; 4, tracto grácil; 5, núcleo grácil; 6, tracto cuneiforme; 7, núcleo cuneiforme; 8, hemisferio cerebeloso; 9, vermis cerebeloso; 10, surco marginal; 10', circunvolución marginal; 11, surco ectomarginal; 11', circunvolución ectomarginal; 12, surco suprasilviana; 12', circunvolución suprasilviana; 13, surco ectosilviana; 13', circunvolución ectosilviana; 14, surco cruzado; 15, bulbo olfativo.

destacados son el hipotálamo (al cual la hipófisis o glándula pituitaria está unida por medio de un tallo) y el entrecruzamiento o quiasma formado por los nervios ópticos. La parte más grande del prosencéfalo corresponde al par de hemisferios cerebrales, cuyos rasgos ventrales más prominentes son los lóbulos piriformes redondeados (figs. 8-15[3] y 8-16[3]) que flanquean los pilares cerebrales y los tractos olfativos (figs. 8-15[2] y 8-16[2]) que se originan en los bulbos olfativos que sobresalen en el extremo rostral. En la superficie ventral también se ven los orígenes superficiales de los nervios craneanos, con excepción del nervio troclear (IV par).

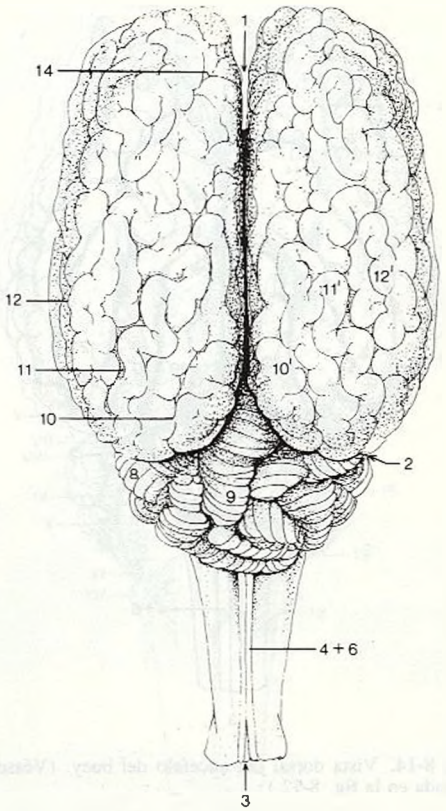


Fig. 8-13. Vista dorsal del encéfalo del caballo. (Véase la leyenda de la fig. 8-12.)

Los hemisferios cerebrales y el cerebelo se desarrollan en el lado dorsal de las otras partes y al retirarlos todo lo que queda se conoce como tronco cerebral (fig. 8-30), que es una continuación directa, aunque muy modificada de la médula espinal.

Desarrollo

Siendo más fácil entender la anatomía del encéfalo refiriéndola a su desarrollo, convendrá que hagamos una descripción general de esto antes de continuar; más adelante mencionaremos otros detalles más.

El sistema nervioso hace su aparición muy temprano porque se pone en evidencia en la etapa del disco embrionario como un engrosamiento alargado del ectodermo que cubre la notocorda y el mesodermo paraaxil. Las partes laterales de este engrosamiento, placa neural, no tardan en elevarse por encima de la superficie circundante mediante el crecimiento del mesodermo subyacente, para formar en ambos lados los pliegues neurales que descienden hacia un surco axil, el surco neural. A medida que el proceso continúa, los bordes de los pliegues se

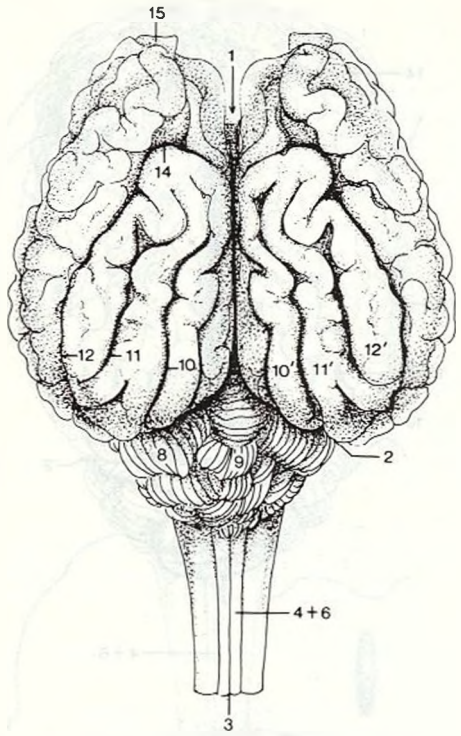


Fig. 8-14. Vista dorsal del encéfalo del buey. (Véase la leyenda en la fig. 8-12.)

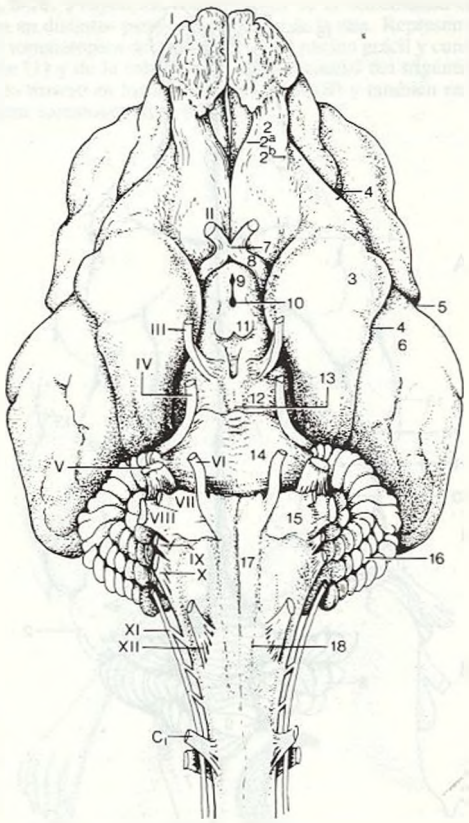


Fig. 8-15. Vista ventral del encéfalo del perro. Los números romanos indican los nervios craneanos.

1, bulbo olfativo; 2, tracto olfativo; 2ª, tracto olfativo medial; 2ᵇ, tracto olfativo lateral, 3, lóbulo piriforme; 4, surco rinal; 5, surco silviano; 6, circunvolución ectosilviana; 7, quiasma óptico; 8, tracto óptico; 9, tuber cinereum; 10, infundíbulo (se ha desprendido la hipófisis); 11, cuerpo mamilar; 12, pilar del cerebro; 13, fosa interpeduncular; 14, puente; 15, cuerpo trapezoide; 16, hemisferio cerebeloso; 17, tracto piramidal; 18, decusación de los tractos piramidales; 19, plexo coroideo; I-XII designan los respectivos nervios craneanos.

destacan cada vez más y luego se doblan hacia adentro, el uno hacia el otro, hasta que se reúnen y se fusionan, convirtiendo el surco neural en un tubo neural (fig. 8-17-*A*). Este tubo, que es el primordio del encéfalo y la médula espinal, se hunde entonces debajo de la superficie, la cual se cierra simultáneamente sobre él mediante fusión del ectodermo no neural de cada lado. Al mismo tiempo, las células que están en los márgenes de los pliegues se separan para formar unos cordones continuos, las crestas neurales, que corren casi todo a lo largo del tubo en sus caras dorsolaterales. Las crestas neurales contribuyen a la formación de los ganglios periféricos somáticos y autónomos, de las partes medulares de las glándulas adrenales y de una variedad de tejidos conectivos craneofaciales.

Al principio el cierre del tubo neural se limita a la presunta región occipital, pero poco después se propaga en dirección rostral y caudal hasta que sólo quedan dos pequeñas aberturas (neuroporos, fig. 8-17-*B*[3,5]) que comunican la luz del tubo con la cavidad amniótica en la superficie del embrión. Estas aberturas no persisten mucho; el neuroporo rostral se cierra primero, en tanto que el caudal permanece abierto uno o dos días más, mientras el tubo sigue elongándose en su extremo caudal mediante extensión y plegamiento ulterior de la placa neural hacia adentro. La persistencia anómala de estas aberturas produce defectos relativamente comunes en el encéfalo y médula espinal, en los cuales el tejido nervioso puede quedar expuesto a la superficie del cuerpo. La falta de cierre en el extremo rostral produce malformación del prosencéfalo y mesencéfalo, con las respectivas anomalías del cráneo; esto se conoce como anencefalia y, si bien este término sugiere ausencia total del desarrollo del encéfalo, su severidad puede ser muy variable; sin embargo, la mayoría de las formas son incompatibles con la vida posnatal. La falla en el extremo caudal es más común y se conoce como espina bífida, que se asocia con un cierre defectuoso

de los arcos vertebrales. Los niños y animales jóvenes que tienen esta malformación pueden vivir después de nacer, aunque con severos trastornos funcionales; no se suele permitir que los animales afectados sobrevivan.

La parte del tubo neural que forma el encéfalo es más ancha desde el principio y presenta unas expansiones locales ya antes de que el tubo se cierre del todo. Estas expansiones definen tres vesículas encefálicas primarias: prosencéfalo (cerebro anterior), mesencéfalo (cerebro medio) y rombencéfalo (cerebro posterior) (fig. 8-18*A*). La parte remanente del tubo, más uniforme, se convierte en médula espinal. Al principio la diferenciación de la pared es similar todo a lo largo del tubo, pero se modifica después en la parte que se convierte en encéfalo y en mayor medida hacia su extremo rostral (fig. 8-18*B*). Convendrá considerar primero la diferenciación de la médula espinal.

El corte transversal del tubo en el momento de su formación revela tres capas concéntricas en su estructura (fig. 8-19). Estas capas están desarrolladas de manera desigual en torno de la circunferencia, de modo que se las puede dividir en unas partes laterales gruesas conectadas por unas placas más finas que les sirven de techo y piso. La capa más interna que linda con la luz consiste en una lámina simple de células neuroepiteliales que persiste como el epéndimo, que reviste el conducto central y el sistema ventricular de la médula espinal y encéfalo del adulto. Estas células proliferan rápidamente y, si bien algunas células hijas permanecen como revestimiento superficial, la mayoría migra hacia afuera hasta la capa media (manto), de la pared lateral. Estas células inmigrantes son neuroblastos, precursores de neuronas. El manto mismo se convierte en la sustancia gris en la cual están confinados los cuerpos de las neuronas. Las prolongaciones de las células de la capa del manto se extienden hacia afuera y forman la capa externa (marginal) consistente en dendritas y axones. La capa marginal se convierte en la sustancia blanca de la médula, donde las fibras descienden o ascienden hasta diversas distancias.

Ahora las células del manto se disponen en unas columnas dorsales y ventrales que se abultan dentro de la luz del tubo, donde están separadas por un surco limitante longitudinal (fig. 8-20[4]). El abultamiento dorsal (placa alar) provee el asta o columna dorsal de sustancia gris de la médula; sus neuronas constituyentes pertenecen a los sistemas aferentes. El abultamiento ventral (placa basal) se convierte en el asta o columna ventral donde están las neuronas eferentes. Las neuronas que cumplen funciones somáticas se separan de las que cumplen funciones viscerales y entonces cuatro

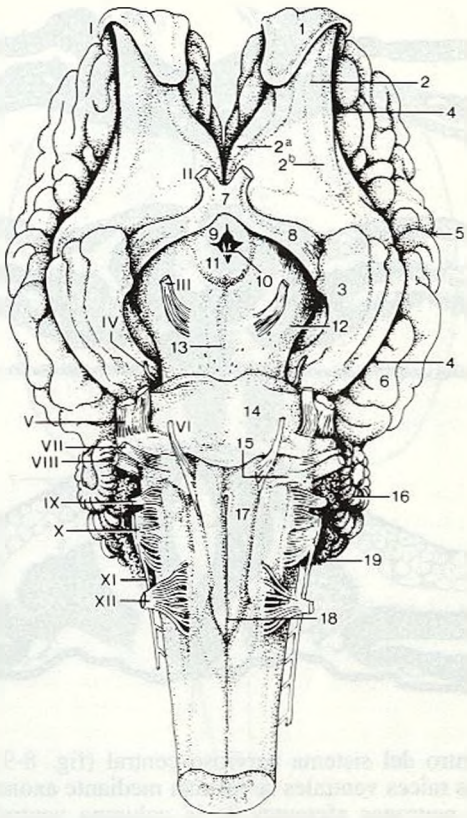


Fig. 8-16. Vista ventral del encéfalo del caballo. (Véase la leyenda en la fig. 8-15.)

grupos de neuronas se disponen en una secuencia dorsoventral: aferente somática, aferente visceral, eferente visceral y eferente somática (fig. 8-21). Las placas del techo y piso proveen unas comisuras por las cuales las fibras pasan de un lado de la médula espinal al otro.

El crecimiento adicional de las placas alares y basales hace que las partes laterales de la pared del tubo se expandan hacia afuera en todas direcciones, sumergiendo así las placas del techo y piso y creando el surco dorsal y la fisura ventral que dividen a la médula adulta en sus mitades derecha e izquierda. La aparición de las raíces de los nervios espinales crea una segmentación seriada. Las raíces dorsales provienen de neuronas que están dentro de los ganglios de las raíces dorsales, que son condensaciones locales de células de la cresta neural. Las prolongaciones axónicas de estas células corren en dirección medial para llegar a la capa marginal y penetrar en ella, donde se dividen. Las ramas de estos axones difunden por varios segmentos antes de entrar en la capa del manto para terminar en células de la columna dorsal: algunos, más largos, llegan a niveles más altos

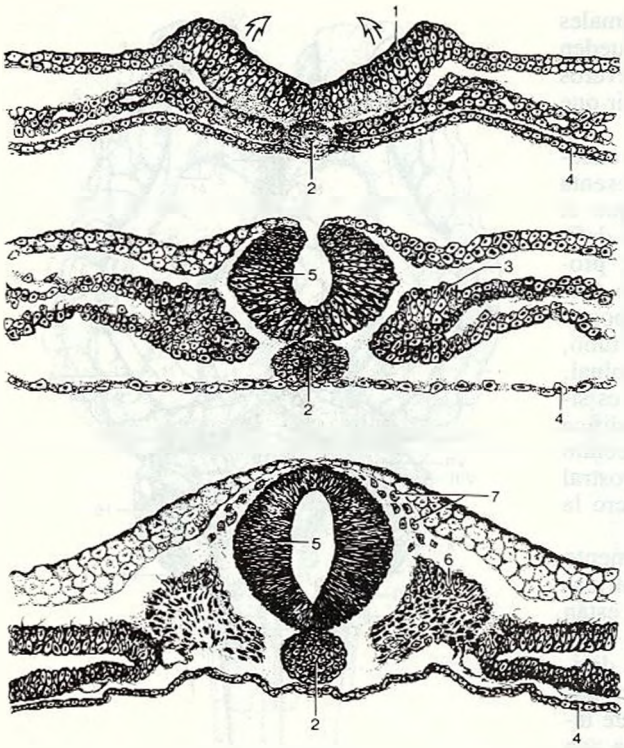


Fig. 8-17A. Tres etapas del cierre de la placa neural.

1, placa neural; 2, notocorda; 3, mesodermo paraaxil; 4, endodermo; 5, tubo neural; 6, somito; 7, cresta neural.

dentro del sistema nervioso central (fig. 8-9). Las raíces ventrales se forman mediante axones de neuronas eferentes de la columna ventral, que crecen a través de la capa marginal para emerger en la superficie de la médula espinal, donde convergen. La aparición de las raíces divide la sustancia blanca en los cordones (funiculi) dorsal, lateral y ventral (fig. 8-22[7,8,9]).

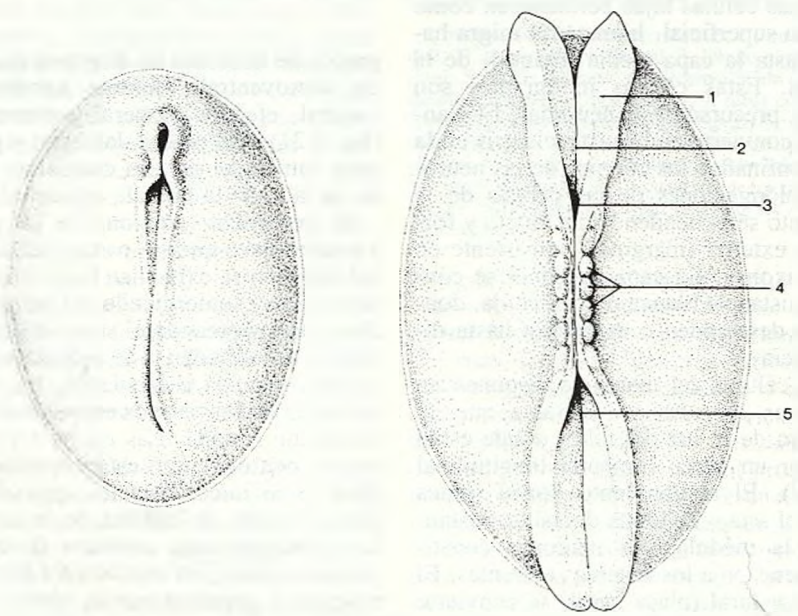
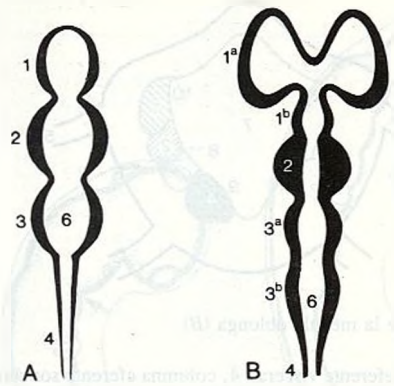
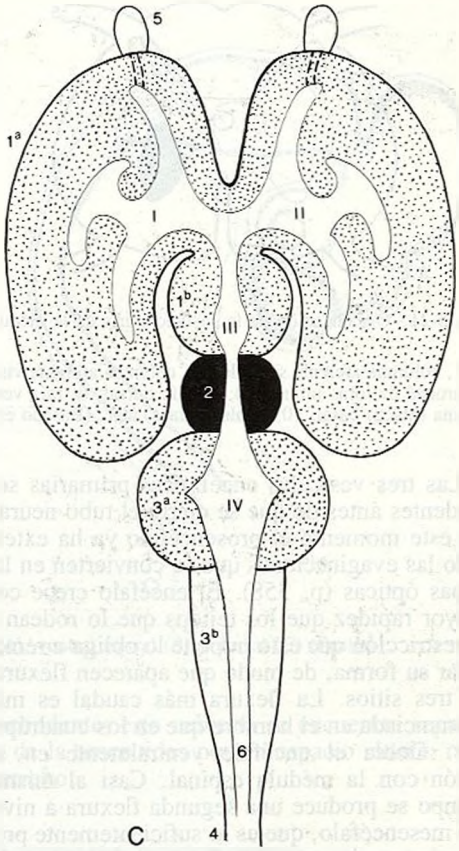


Fig. 8-17B. Vistas dorsales de embriones en vías de desarrollo. Se ilustran dos etapas de la formación y fusión de los pliegues neurales.

1, pliegue neural; 2, surco neural; 3, neuroporo rostral; 4, somitos; 5, neuroporo caudal.





ig. 8-18. Tres etapas del desarrollo del encéfalo (esquemáti-as). *A*, etapa de tres vesículas. *B*, etapa de cinco vesículas. *C*, ormación del telencéfalo con sus respectivas estructuras.

1, prosencéfalo; 1ª, telencéfalo; 1b, diencéfalo; 2, mesencéfa-. 3, rombencéfalo; 3ª, metencéfalo; 3b, mielencéfalo; 4, mé-la espinal; 5, bulbo olfativo; 6, canal central; I, II, III y IV signan los ventrículos (I y II son los ventrículos laterales.)

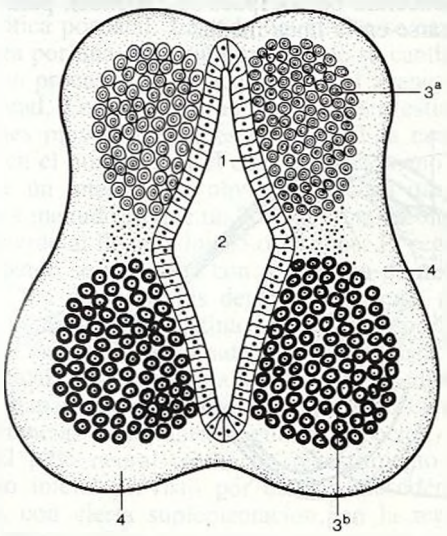


Fig. 8-19. Diferenciación del tubo neural.

1, capa neuroepitelial (ependimaria); 2, canal central; 3ª, 3b, capa del manto; 3ª, columna dorsal (lámina alar); 3b, columna ventral (lámina basal); 4, capa marginal.

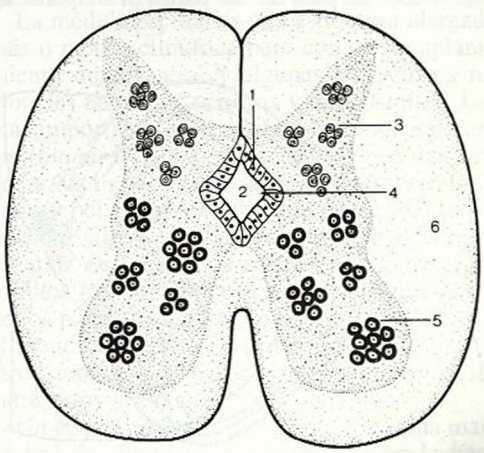


Fig. 8-20. Diferenciación adicional del tubo neural (médula espinal).

1, capa neuroepitelial; 2, canal central; 3, columna dorsal de capa del manto; 4, surco limitante longitudinal; 5, columna ventral de la capa del manto; 6, capa marginal.

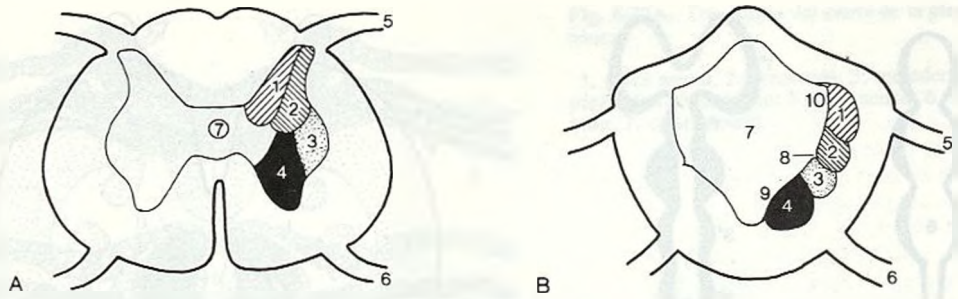


Fig. 8-21. Organización de la sustancia gris de la médula espinal (*A*) y de la médula oblonga (*B*).

1, columna aferente somática; 2, columna aferente visceral; 3, columna eferente visceral; 4, columna eferente somática (neuronas motoras inferiores); 5, raíz dorsal; 6, raíz ventral; 7, canal central o cuarto ventrículo; 8, surco limitante; 9, lámina (placa) basal; 10, lámina (placa) alar. (Basado en Romer, 1962.)

Las tres vesículas encefálicas primarias son evidentes antes de que se cierre el tubo neural. En este momento el prosencéfalo ya ha extendido las evaginaciones que se convierten en las copas ópticas (p. 358). El encéfalo crece con mayor rapidez que los tejidos que lo rodean y la restricción que esto impone lo obliga a remodelar su forma, de modo que aparecen flexuras en tres sitios. La flexura más caudal es más pronunciada en el hombre que en los cuadrúpedos. Dobla el encéfalo ventralmente en su unión con la médula espinal. Casi al mismo tiempo se produce una segunda flexura a nivel del mesencéfalo, que es lo suficientemente pronunciada como para que las superficies ventrales del prosencéfalo y romboencéfalo se sitúen cerca entre sí, esta relación se invierte más tarde cuando aparece la tercera flexura, que pliega el rombencéfalo dorsalmente sobre sí mismo (fig. 8-23). El plan de las partes principales se completa con la aparición de un par de evaginaciones laterales de las placas alares del prosencéfalo, directamente detrás del límite rostral de esta parte. Estos brotes, que son los futuros hemisferios cerebrales, constituyen el telencéfalo; la porción mediana impar del prosencéfalo, que en lo sucesivo se conoce como diencéfalo, se diferencia como tálamo y estructuras relacionadas con éste (fig. 8-18). Las vesículas telencefálicas se expanden en todas direcciones, pero principalmente en una curva que se extiende en dirección dorsal y caudal para superponerse al diencéfalo, con el cual establecen una fusión secundaria en las superficies adosadas (fig. 8-44).

El desarrollo del cerebelo comienza con unas formaciones bilaterales en las placas alares del metencéfalo que después se extienden para fusionarse en la línea media.

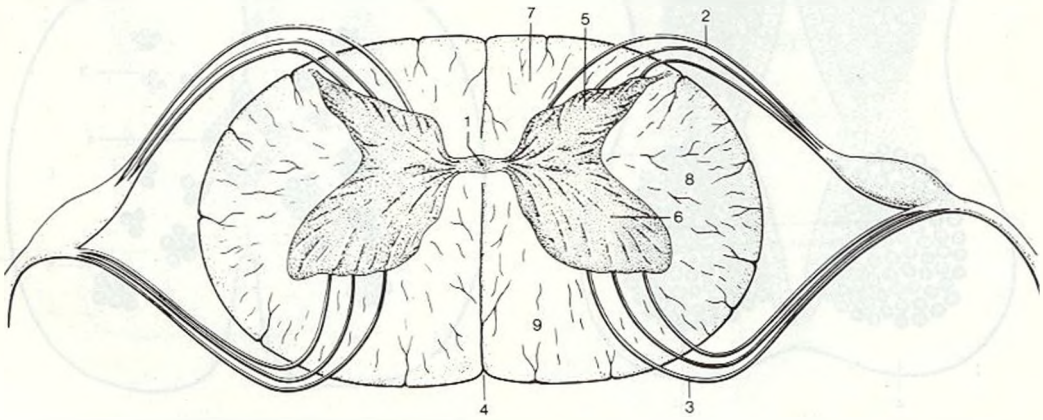


Fig. 8-22. Corte transversal de la médula espinal que muestra la subdivisión de la sustancia blanca por las raíces dorsales y ventrales de los nervios espinales.

1, canal central; 2, fibras de la raíz dorsal; 3, fibras de la raíz ventral; 4, fisura mediana ventral; 5, asta dorsal; 6, asta ventral; 7, cordón dorsal; 8, cordón lateral; 9, cordón ventral.

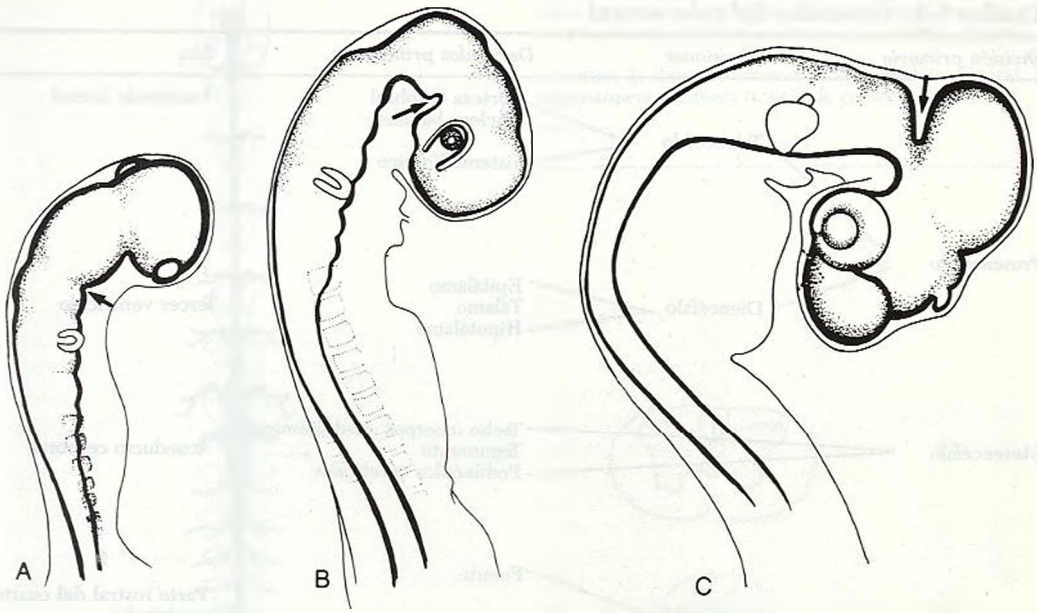


Fig. 8-23. Formación de las flexuras ventral caudal (*A*), ventral rostral (*B*) y dorsal (*C*) (flechas).

El origen de los componentes y cavidades principales del encéfalo puede resumirse convenientemente en forma tubulada (cuadro 8-1).

Aunque no hemos de describir la histogénesis del sistema nervioso, hay que señalar dos puntos. La mayor parte del total de neuronas existe ya, en general, antes o poco después del nacimiento, sin embargo en algunas partes del encéfalo persiste una considerable actividad mitótica posnatal. La vida del adulto se caracteriza por una depleción gradual de su cantidad en un proceso que se acelera con el avance de la edad. Los distintos autores proveen estimaciones muy discrepantes de la pérdida neuronal en el hombre, en el cual este fenómeno reviste un interés más obvio. Una cifra que se cita a menudo es que un 20% del total neonatal se pierde al llegar a los 65 o 70 años. El segundo punto se relaciona con el proceso de mielinización de las fibras dentro del sistema nervioso central. Los distintos tractos del encéfalo y la médula espinal adquieren una aislación adecuada (esencial para su función) en distintas etapas del desarrollo. Este proceso exhibe diferencias importantes según las especies.

El tubo neural recibe un revestimiento directo inicial provisto por células mesodérmicas, con cierta suplementación, en la región del prosencéfalo, por células que migran desde las crestas neurales; forman dos láminas (piamadre y aracnoides, p. 323) separadas por un espacio. Una cubierta externa (duramadre) se forma mediante condensación del mesodermo circundante; esta cubierta se encuentra separada de la aracnoides por un espacio mucho más estrecho.

ANATOMÍA DESCRIPTIVA DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Médula espinal

La médula espinal es una estructura alargada más o menos cilíndrica pero con cierto aplanamiento dorsoventral y algunas variaciones regionales en cuanto a forma y dimensiones. Las más importantes de estas son los engrosamientos (*intumescencias*) de las partes que dan origen a los nervios que van a los miembros torácicos y pelvianos y el afinamiento caudal (*cono medular* (fig. 8-24). La médula espinal se halla dividida en segmentos que corresponden a los somitos por los orígenes seriados de las raíces de los pares de nervios espinales; se ha descrito el modo de origen de estos nervios (p. 43). En otros capítulos se ha de considerar la relación entre estos segmentos y las vértebras.

Un corte transverso simple muestra una masa central de sustancia gris perforada en la línea media por un pequeño canal central, residuo de la luz del tubo neural embrionario (fig. 8-22). En la sustancia gris, que en cierto modo semeja una mariposa o letra H, se suelen describir unas astas o columnas dorsales y ventrales, aunque el

Cuadro 8-1. *Derivados del tubo neural*

División primaria	*Subdivisiones*	*Derivados principales*	*Luz*
Prosencéfalo	Telencéfalo	Corteza cerebral Núcleos basales Sistema límbico	Ventrículo lateral
	Diencéfalo	Epitálamo Tálamo Hipotálamo	Tercer ventrículo
Mesencéfalo		Techo (cuerpos cuadrigéminos) Tegumento Pedúnculos cerebrales	Acueducto cerebral
Rombencéfalo	Metencéfalo	Puente Cerebelo	Parte rostral del cuarto ventrículo
	Mielencéfalo	Médula oblonga	Parte caudal del cuarto ventrículo
Resto del tubo neural		Médula espinal	Canal central

término "astas" no es correcto porque se extienden todo a lo largo de la médula (fig. 8-25). El grisado se debe, por supuesto, a que los pericariones están ahí concentrados. El asta dorsal corresponde a la placa alar y contiene neuronas aferentes somáticas en su parte dorsomedial y neuronas aferentes somáticas, que están en la parte ventral, y en neuronas eferentes viscerales, que forman un asta lateral adicional confinada a las regiones toracolumnar y sacra de la médula.

Las neuronas de cada asta están agrupadas de manera más específica de acuerdo con sus asociaciones funcionales y tópicas, pero esto no se discierne a simple vista.

La sustancia blanca que envuelve la sustancia gris se divide en tres cordones a cada lado (fig. 8-27[I, II, III]. El cordón dorsal está contenido entre un surco dorsal poco profundo, prolongado hacia la profundidad por un tabique glial mediano, y la línea del origen de las raíces dorsales de los nervios espinales (fig. 8-22); el lateral está contenido entre la línea de las raíces dorsales y ventrales, mientras que el cordón ventral está contenido entre la línea de las raíces ventrales y una fisura ventral que penetra a gran profundidad en la sustancia blanca, aunque dejando una comisura considerable que conecta las mitades derecha e izquierda. Esta fisura ventral está ocupada por una masa de pía que aparece como un trazo brillante en la superficie de la médula espinal.

Los cordones consisten en fibras nerviosas ascendentes y descendentes, muchas agrupadas en haces (fascículos o tractos) de orígenes, destinos y funciones comunes (fig. 8-27). Algunas de estas últimas se mencionarán más adelante.

Encéfalo posterior

El encéfalo posterior (romboncéfalo) comprende la médula oblonga, puente y cerebelo. Estas partes se diferencian a partir de la vesícula encefálica caudal poco después del cierre del tubo neural (fig. 8-23). La atenuación de la placa del techo debilita la estructura y hace que la

Fig. 8-24. Vista dorsal de la médula espinal y de los pedículos vertebrales del caballo. La médula espinal es más corta que el canal vertebral (ascenso de la médula espinal).

1, atlas; 2, ilion; 3, sacro; 4, engrosamiento cervical; 5, engrosamiento lumbar; 6, cola de caballo.

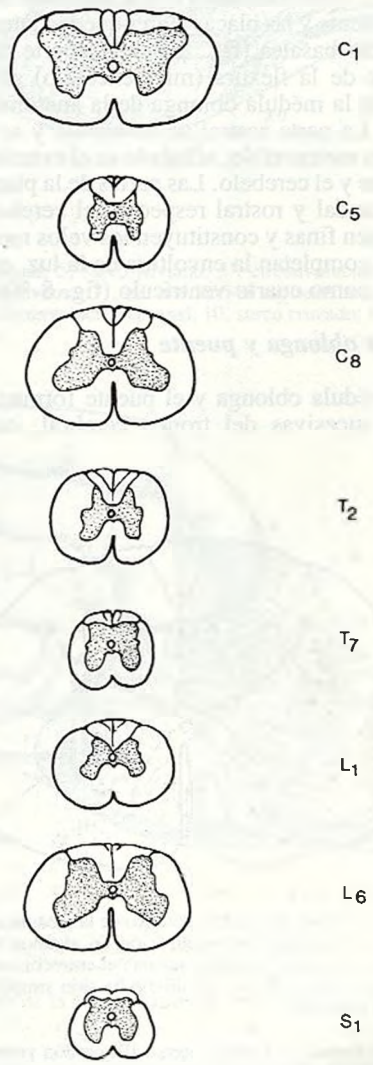


Fig. 8-25. Cortes transversales de la médula espinal del perro (se indican los niveles). Nótense los cambios de diámetro de la médula y de las proporciones relativas de sustancia gris y blanca.

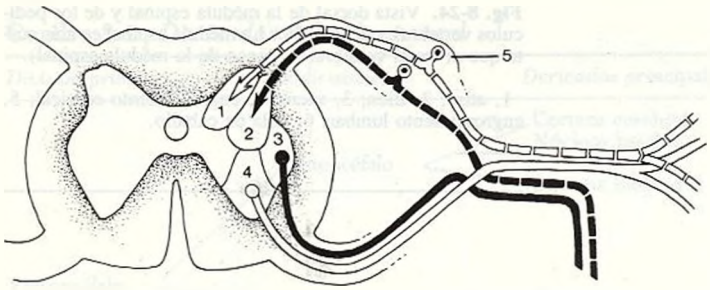


Fig. 8-26. Subdivisión esquemática de la sustancia gris de la médula espinal.

1, neuronas aferentes somáticas; 2, neuronas aferentes viscerales (1 y 2 forman el asta dorsal); 3, neuronas eferentes viscerales; 4, neuronas eferentes somáticas (3 y 4 forman el asta ventral); 5, ganglio de la raíz dorsal.

vesícula se aplane a medida que se desarrolla la flexura póntica. El aplanamiento extiende las paredes laterales hacia afuera, de modo que las superficies luminales se orientan mirando dorsomedialmente y las placas alares quedan lateral de las placas basales (fig. 8-31). La parte caudal respecto de la flexura (mieloencéfalo) se convierte en la médula oblonga de la anatomía del adulto. La parte rostral se desarrolla y se convierte en metencéfalo, señalado en el exterior por el puente y el cerebelo. Las partes de la placa del techo caudal y rostral respecto del cerebelo se mantienen finas y constituyen los velos medulares que completan la envoltura de la luz, que se conoce como cuarto ventrículo (fig. 8-30).

Médula oblonga y puente

La médula oblonga y el puente forman porciones sucesivas del tronco cerebral, correspondiendo el puente a la extensión de la gran barra transversal que encierra las caras ventral y laterales y se continúa en el cerebelo como los *pedúnculos cerebelosos medios* (fig. 8-30[9]). A pesar de la clara distinción externa, la continuidad de la organización hace que la división del puente respecto de la médula oblonga sea un concepto bastante artificial.

Aunque la médula oblonga se continúa con la médula espinal directamente, se ensancha hacia su extremo rostral como consecuencia del aplanamiento ocurrido durante el desarrollo. Su superficie ventral presenta una fisura mediana que se continúa con la de la médula y está flanqueada por unas crestas longitudinales, las *pirámides* (fig. 8-15[17]). Muchas fibras constituyentes de las pirámides se decusan en la transición entre la médula espinal y la médula oblonga formando haces entrelazados dentro de la fisura (8-15[18]). Una cresta transversa menor, el *cuerpo trapezoide* (fig. 8-15[15]), cruza la superficie ventral de la médula oblonga directamente a caudal de la barra póntica más grande. Los otros rasgos notables de esta superficie son los orígenes superficiales de muchos nervios craneanos. El nervio trigémino (V) aparece en la parte lateral de la lámina póntica transversa; el n. abducens (VI) emerge en un sitio más caudal y más medial, a través del cuerpo trapezoide a lateral de la pirámide; los nervios facial (VII) y vestibulococlear (VIII) aparentan continuar hacia lateral al cuerpo trapezoide; los nervios glosofaríngeo (IX), vago (X) y accesorio (XI) surgen de la cara lateral de la médula oblonga en rápida sucesión, en tanto que el nervio hipogloso (XII) adopta un origen más ventral en línea con el del nervio abducens y las raíces ventrales de los nervios espinales (figs. 8-15 y 8-28).

Sería útil estudiar un corte mediano (fig. 8-29) del encéfalo antes de examinar la cara dorsal de la médula oblonga y puente. Este corte muestra que el cuarto ventrículo (fig. 8-29[27'']) es acercado a la superficie superior del tronco cerebral por una inclinación dorsal del canal central dentro de la parte caudal corta de la médula oblonga. El ventrículo está cubierto por un techo en tienda formado por el cerebelo y por los *velos medulares caudal* y *rostral* (fig. 8-29[15]) que

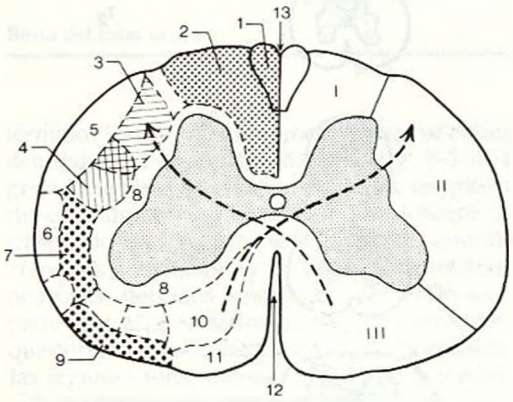


Fig. 8-27. Corte transversal hipotético de la médula espinal del perro que muestra la localización de algunos tractos principales. Las flechas curvas señalan el entrecruzamiento de los tractos piramidales. (El dibujo ha sido simplificado para darle claridad).

I, cordón dorsal; II, cordón lateral; III, cordón ventral. 1, fascículo grácil; 2, fascículo cuneiforme; 3, tracto corticoespinal lateral; 4, tracto rubroespinal; 5, tracto espinocerebeloso dorsal; 6, tracto espinocerebeloso ventral; 7, tracto espinotalámico; 8, sistema propioespinal (fasciculi proprii); 9, tracto espinotalámico ventral; 11, tracto vestibuloespinal; 12, fisura mediana ventral; 13, surco mediano dorsal.

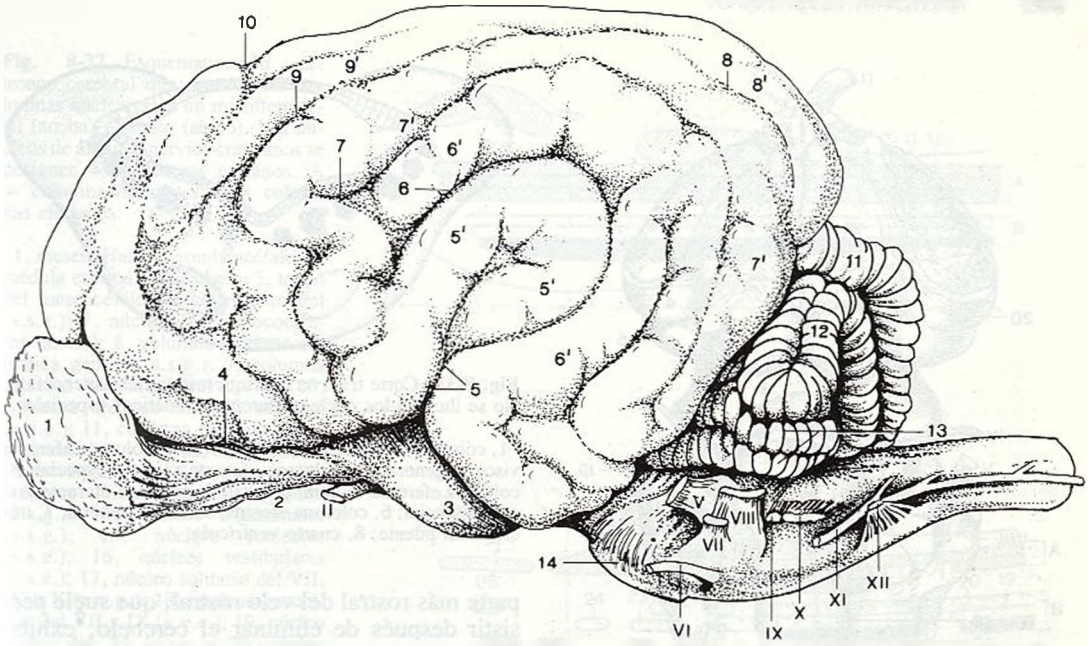


Fig. 8-28. Vista lateral del encéfalo del perro.

1, bulbo olfativo; 2, tracto olfativo; 3, lóbulo piriforme; 4, surco rinal; 5, surco silviano; 5', circunvolución silviana; surco ectosilviano; 6', circunvolución ectosilviana; 7, surco suprasilviano; 7', circunvolución suprasilviana; 8, surco ectomarginal; 8', circunvolución ectomarginal; 9, surco coronal; 9', circunvolución coronal; 10, surco cruzado; 11, vermis cerebeloso; 12, hemisferio cerebeloso; 13, paraflocculus; 14, puente.

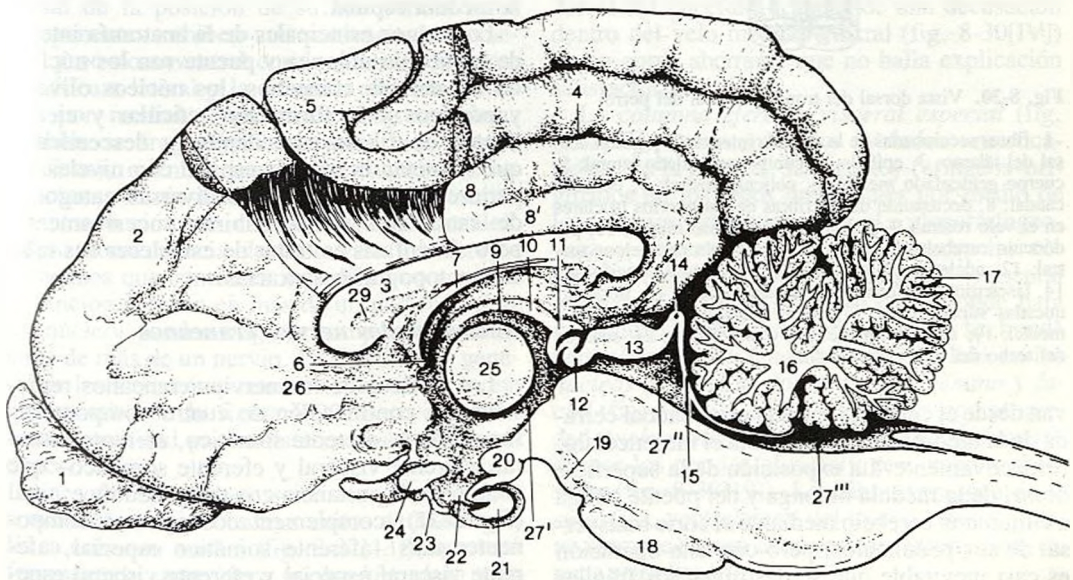


Fig. 8-29. Corte mediano del encéfalo del perro. Se ha retirado parte de la pared medial del hemisferio. (Véase también la fig. 8-38).

1, bulbo olfativo; 2, hemisferio; 3, cuerpo calloso; 4, surco esplenial; 5, corteza cerebral; 6, agujero interventricular; 7, fórnix; 8, circunvolución del cingulum; 8', circunvolución supracallosa; 9, tálamo; 10, epitálamo; 11, epífisis; 12, comisura posterior; 13, 14, comisuras de los colículos rostral y caudal; 15, velo medular rostral; 16, cuerpo medular del cerebelo; 17, corteza del cerebelo; 18, puente; 19, pilar cerebral; 20, cuerpo mamilar; 21, hipófisis; 22, infundíbulo; 23, tuber cinereum; 24, quiasma óptico; 25, adherencia intertalámica; 26, comisura anterior; 27', tercer ventrículo; 27'', acueducto mesencefálico; 27''', cuarto ventrículo; 27'''', receso suprapineal; 28, plexo coroideo; 29, tabique telencefálico (septum pellucidum).

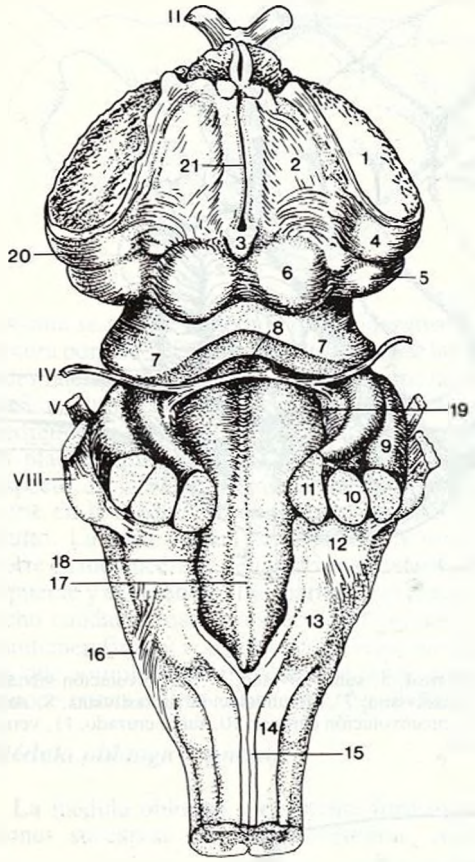


Fig. 8-30. Vista dorsal del tronco cerebral del perro.

1, fibras seccionadas de la cápsula interna; 2, porción dorsal del tálamo; 3, epífisis; 4, cuerpo geniculado lateral; 5, cuerpo geniculado medial; 6, colículo rostral; 7, colículo caudal; 8, decusación de las fibras de los nervios troclares en el velo rostral; 9, pedúnculo cerebeloso medio; 10, pedúnculo cerebeloso caudal; 11, pedúnculo cerebeloso rostral; 12, núcleo coclear dorsal; 13, tubérculo cuneiforme; 14, fascículo cuneiforme; 15, fascículo grácil; 16, fibras arqueadas superficiales; 17, surco mediano; 18, eminencia medial; 19, surco limitante; 20, tracto óptico; 21, margen del techo del tercer ventrículo.

van desde el cerebelo hasta la parte caudal cerrada de la médula oblonga y hasta el mesencéfalo, respectivamente. La exposición de la superficie dorsal de la médula oblonga y del puente obliga a eliminar el cerebelo mediante el corte transversal de sus pedúnculos, pero con esta operación es casi inevitable que se destruyan los frágiles velos (fig. 8-30).

El *cuarto ventrículo* tiene una forma rómbica y de ahí que se lo denomine fosa romboidal; su parte más ancha está en la unión pontomedular. Los bordes de la fosa están dados por los tres pares de pedúnculos cerebelosos. El piso es bastante irregular y presenta un surco mediano y un par de *surcos laterales (limitantes)*. La

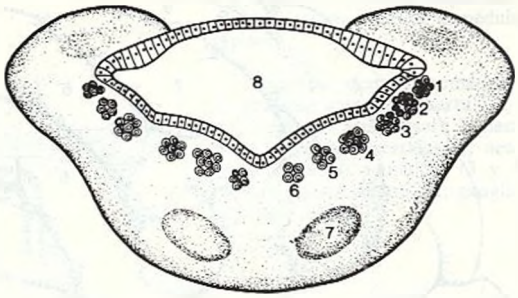


Fig. 8-31. Corte transversal esquemático del metencéfalo. No se ilustran los núcleos aferentes somáticos especiales.

1, columna aferente somática general; 2, columna aferente visceral general; 3, columna aferente visceral especial; 4, columna eferente visceral general; 5, columna eferente visceral especial; 6, columna eferente somática general; 7, núcleos del puente; 8, cuarto ventrículo.

parte más rostral del velo rostral, que suele persistir después de eliminar el cerebelo, exhibe los orígenes superficiales de los nervios trocleares (IV), únicos que emergen de la cara dorsal del encéfalo.

La parte cerrada de la médula oblonga caudal al cuarto ventrículo, presenta unas eminencias poco evidentes, los *núcleos grácil* y *cuneiforme*, en la terminación de los fascículos de los mismos nombres, dentro del cordón dorsal de la médula espinal.

Los rasgos principales de la anatomía interna de la médula oblonga y puente son los núcleos de los nervios craneanos, los núcleos olivares y pónticos y la formación reticular y ciertos tractos de fibras ascendentes y descendentes que conectan la médula espinal con niveles superiores del encéfalo. Las diversas categorías de estructuras se describirán sucesivamente, pero sin énfasis en tratar de establecer sus relaciones topográficas exactas.

Núcleos de los nervios craneanos

Los núcleos de los nervios craneanos representan la continuación de cuatro componentes funcionales –aferente somático, aferente visceral, eferente visceral y eferente somático– que componen la sustancia gris de la médula espinal (fig. 8-21), complementados por tres componentes más –aferente somático especial, aferente visceral especial y eferente visceral especial– que aparecen en la médula oblonga en relación con la inervación de elementos de la cabeza que no tienen equivalentes en el tronco ni en los miembros (figs. 8-31 y 8-32). Los cuatro componentes "generales" están agrupados en la sustancia gris de la médula, pero diseminados y separados en columnas paralelas dentro de la médula oblonga (fig. 8-21). En parte esto

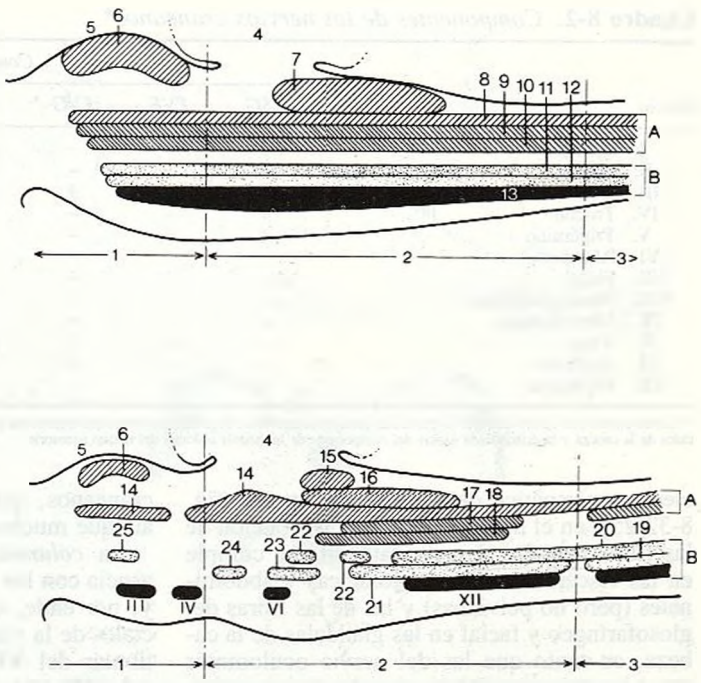


Fig. 8-32. Esquematización del tronco cerebral que muestra las columnas nucleares en un mamífero fetal (arriba) y adulto (abajo). Los núcleos de algunos nervios craneanos se designan con números romanos. A = columnas aferentes; B = columnas eferentes.

1, mesencéfalo; 2, rombencéfalo; 3, médula espinal; 4, cerebelo; 5, techo del mesencéfalo; 6, colículo rostral (a.s.e.); 7, núcleos vestibulococleares (a.s.e.); 8, columna aferente somática general (a.s.g.); 9, columna aferente visceral general (a.v.g.); 10, columna aferente visceral especial (a.v.e.); 11, columna eferente visceral general (e.v.g.); 12, columna eferente visceral especial (e.v.e.); 13, columna eferente somática general (e.s.g.); 14, núcleos trigeminales (a.s.g.); 15, núcleos cocleares (a.s.e.); 16, núcleos vestibulares (a.s.e.); 17, núcleo solitario del VII, IX y X (a.v.g.); 18, núcleos gustativos del VII y IX (a.v.e.); 19, núcleo motor del XI (e.v.e.); 20, núcleo motor del X (e.v.g.); 21, núcleo ambiguo del IX y X (e.v.e.); 22, núcleos salivales del VII y IX (e.v.e.); 23, núcleo parasimpático del III (e.v.g.). (Basado en Romer, 1962.)

consecuencia del aplanamiento de la médula oblonga y del ensanchamiento y desviación dorsal de la posición de su luz. Ahora estos componentes exhiben una secuencia lateromedial y no dorsoventral con la columna aferente somática a lateral y la columna eferente somática por medial. Algunas de estas columnas también se fragmentan en partes individuales (núcleos), mientras que en ciertos niveles las relaciones se ajustan todavía más para permitir la introducción de componentes adicionales. Como consecuencia de todo esto los nervios craneanos que contienen más de un componente funcional nacen en más de un núcleo y ciertos núcleos pueden originar componentes similares de más de un nervio. La disposición general de los siete componentes se ilustra en forma esquemática en la figura 8-32, pero con suficiente exactitud para satisfacer muchas necesidades.

La *columna eferente somática general* sirve a músculos originados en somitos de la cabeza. Es la columna medial (fig. 8-32[13]), que está fragmentada en un largo *núcleo hipogloso* y un *núcleo del nervio abducens* más pequeño en el piso del cuarto ventrículo (y los *núcleos del troclar* y del *oculomotor* dentro del tegmento del mesencéfalo). Las fibras procedentes de los núcleos del oculomotor, abducens e hipogloso siguen el curso previsto para emerger en la cara ventral del encéfalo, cerca de la línea media y alineados entre sí y con las raíces ventrales de los nervios espinales (fig. 8-15). Las que componen el nervio troclear emergen de la cara dorsal del encéfalo después de una decusación dentro del velo medular rostral (fig. 8-30[IV]) en un curso aberrante que no halla explicación satisfactoria.

La *columna eferente visceral especial* (fig. 8-32[12]) inerva músculos estriados –masticatorios, de la mímica, laríngeos y faríngeos–originados en los arcos branquiales por medio de los nervios trigémino, facial, glosofaríngeo, vago y accesorio. Se desarrolla entre las columnas eferentes somática general y visceral general (fig. 8-31[5]), como corresponde para su condición dudosa, pero después se hunde ventralmente. La columna está dividida en los *núcleos* motores de los *nervios trigémino* y *facial* (fig. 8-32[24,23]) y el llamado con propiedad *núcleo ambiguo* (fig. 8-32[21]), compartido por los nervios glosofaríngeo, vago y accesorio (fig. 8-32[19]). Las fibras emergen de la superficie ventrolateral del tronco cerebral pero no siempre siguen la trayectoria interna más directa para hacerlo.

La *columna eferente visceral general* aporta el componente motor autónomo (parasimpático) de ciertos nervios craneanos. Es la más lateral de las columnas eferentes (fig. 8-31[4]) y se halla dividida en el *núcleo parasimpático del vago* (fig. 8-32[20]), el *núcleo salival caudal* del glosofaríngeo y el *núcleo salival rostral* del nervio facial (fig. 8-32[22]), así como el nú-

Cuadro 8-2. *Componentes de los nervios craneanos**

Nervio	*Componentes*						
	ESG	*EVE*	*EVG*	*ASG*	*ASE*	*AVG*	*AVE*
I. Olfatorio	–	–	–	–	–	–	+
II. Óptico	–	–	–	–	+	–	–
III. Oculomotor	+	–	+	+	–	–	–
IV. Troclar	+	–	–	+	–	–	–
V. Trigémino	–	+	–	+	–	–	–
VI. Abducens	+	–	–	+	–	–	–
VII. Facial	–	+	+	+	–	+	+
VIII. Vestibulococlear	–	–	–	–	+	–	–
IX. Glosofaríngeo	–	+	+	+	–	+	+
X. Vago	–	+	+	+	–	+	+
XI. Accesorio	–	+	+	+	–	+	–
XII. Hipogloso	+	–	–	+	–	–	–

* Ciertos puntos son controvertidos, en particular los troncos nerviosos seguidos por fibras que transmiten información propioceptiva procedente de diversos músculos de la cabeza y la distribución exacta del componente de la médula oblonga del nervio accesorio.

cleo parasimpático del nervio oculomotor (fig. 8-32[25]) en el mesencéfalo. La distribución de las fibras vagales de esta categoría se cumple en las vísceras cervicales, torácicas y abdominales (pero no pelvianas) y las de las fibras del glosofaríngeo y facial en las glándulas de la cabeza, en tanto que las del nervio oculomotor van a los músculos intrínsecos del globo ocular.

La *columna aferente visceral* (fig. 8-31[3,2]) en realidad es doble, y compartida por neuronas aferentes viscerales generales y especiales. Forma un solo núcleo muy largo (*del tracto solitario*) (fig. 8-32[17]) subdividido entre los respectivos nervios facial, glosofaríngeo y vago. Muchas neuronas intervienen en la sensibilidad visceral general en la parte caudal de la boca y las vísceras cervicales, torácicas y abdominales; el componente especial, que concierne a la gustación, está distribuido entre los tres nervios que se acaban de mencionar.

La *columna aferente somática general* (fig. 8-31[1]) se extiende desde la parte cervical de la médula espinal a través de la médula oblonga y el puente hasta el mesencéfalo. Se halla fraccionada en varios núcleos, uno –*núcleo mesencefálico del nervio trigémino* (fig. 8-32[14])– concierne a la propiocepción; presenta como rasgo singular la inclusión de los cuerpos celulares de neuronas aferentes primarias dentro del sistema nervioso central, excepción a la regla en otros sentidos inviolable de que los cuerpos celulares de las neuronas aferentes primarias están en los ganglios periféricos. Los dos núcleos exteroceptivos (fig. 8-32[14]) son el *núcleo del tracto (espinal) descendente del nervio trigémino*, que va desde el nivel de la entrada del nervio a la parte cervical de la médula espinal, y el *núcleo sensorial principal del nervio trigémino* en el puente. A pesar de los nombres asignados a estos tres núcleos, no son exclusivos del nervio trigémino sino que reciben aportes sensoriales de una amplia gama de nervios craneanos, quizás XII, XI, X, VII, VI, y III, aunque muchos detalles son oscuros.

La *columna aferente somática especial* se asocia con los nervios óptico y vestibulococlear y, por ende, con los sentidos somáticos especiales de la visión (II), equilibrio (división vestibular del VIII) y audición (división coclear del VIII) (fig. 8-32[6,16,15]). Las vías aferentes de estos importantes sentidos se consideran en otra parte; por ahora nos proponemos localizar los núcleos relevantes en el tronco cerebral. Los cuatro *núcleos vestibulares*, íntimamente relacionados entre sí, están diseminados en parte de la médula oblonga y puente, a medial del pedúnculo cerebeloso caudal. Los dos *núcleos cocleares* (dorsal y ventral) están en la parte más rostral de la médula oblonga, cerca de la entrada del octavo nervio.

La composición de las fibras de los nervios puede resumirse convenientemente en un cuadro (cuadro 8-2).

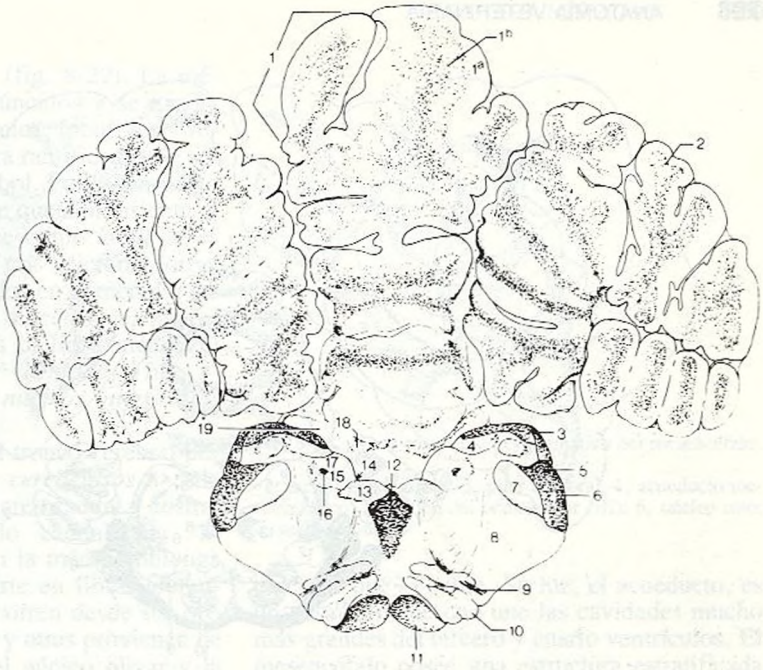
Otros rasgos internos

El *complejo nuclear olivar* ocupa una posición en la parte caudal de la médula oblonga, en un sitio dorsolateral respecto del tracto piramidal, donde a veces eleva suavemente la superficie (fig. 8-33[10]). Consta de varias partes y su forma varía mucho de una especie a otra, siendo a menudo una lámina plegada sobre sí misma para formar un saco. Es un elemento importante del mecanismo regulador de retroalimentación motora (p. 314). Varios otros núcleos motores del puente (fig. 8-34) intervienen también en el control motor (p. 314).

La *formación reticular* es un sistema difuso de núcleos y tractos de fibras (figs. 8-33[8] y 8-35[13]) que va desde la médula espinal hasta el prosencéfalo y ocupa gran parte del centro de la médula oblonga y puente. Se la comenta en la página 312.

Fig. 8-33. Corte transversal del encéfalo del perro a nivel del nervio hipogloso (XII).

1, vermis del cerebelo; 1^a, corteza; 1^b, médula; 2, hemisferio cerebeloso; 3, fascículos grácil y cuneiforme; 4, núcleos grácil y cuneiforme; 5, pedúnculo cerebeloso caudal; 6, tracto espinal del nervio trigémino; 7, núcleo del tracto espinal del nervio trigémino; 8, formación reticular; 9, raíz del nervio hipogloso; 10, núcleo olivar caudal; 11, tracto piramidal; 12, fascículo longitudinal medial; 13, núcleo motor del XII; 14, surco limitante; 15, núcleo motor del X; 16, tracto solitario (af. visc. esp. del VII, IX y X); 17, núcleo solitario; 18, plexo coroideo; 19, cuarto ventrículo.



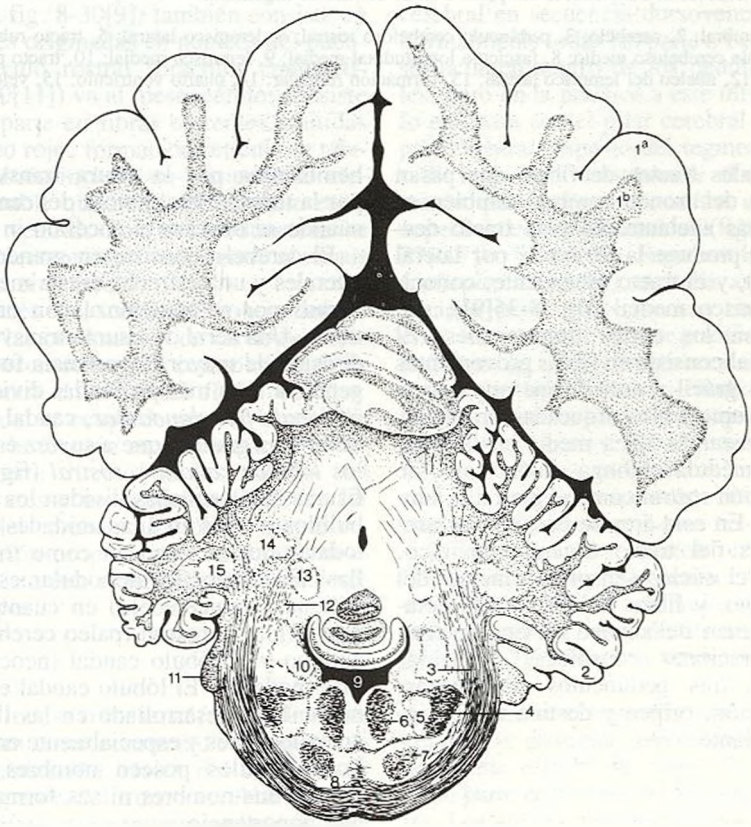


Fig. 8-34. Corte transversal del encéfalo del perro a nivel del pedúnculo cerebeloso medio.

1^a 1^b, hemisferio cerebral; 1^a, neocorteza 1^b, fibras; 2, paraflocculus lateral; 3, pedúnculo cerebeloso medio; 4, tracto espinal del nervio trigémino; 5, núcleo del tracto espinal del nervio trigémino; 6, fascículo longitudinal medial; 7, tracto piramidal; 8, núcleos del puente; 9, cuarto ventrículo; 10, núcleos del nervio vestibulococlear (VIII); 11, raíz del VIII; 12, pedúnculo cerebeloso rostral; 13, núcleo fastigial; 14, nucleus interpositus; 15, núcleo lateral del cerebelo.

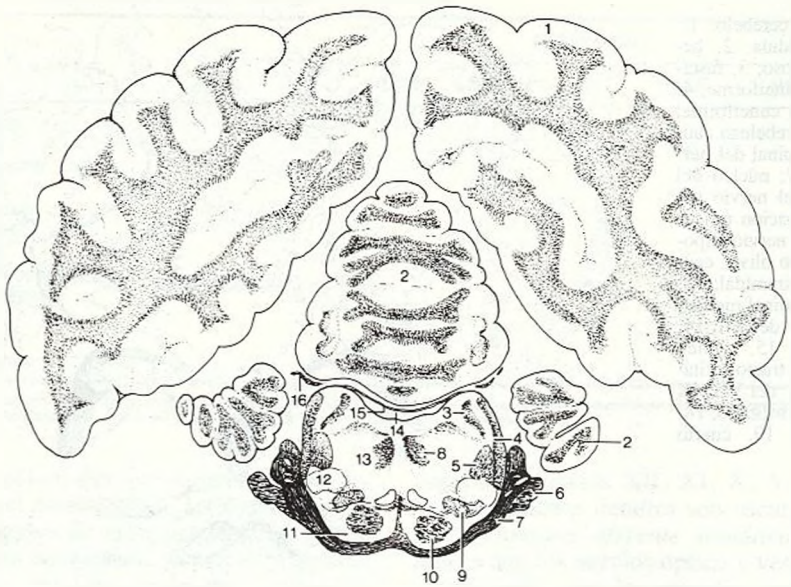


Fig. 8-35. Corte transversal del encéfalo del perro a nivel del nervio trigémino.

1, hemisferio cerebral; 2, cerebelo; 3, pedúnculo cerebeloso rostral; 4, lemnisco lateral; 5, tracto rubroespinal; 6, raíz del V; 7, pedúnculo cerebeloso medio; 8, fascículo longitudinal medial; 9, lemnisco medial; 10, tracto piramidal; 11, núcleos del puente; 12, núcleo del lemnisco lateral; 13, formación reticular; 14, cuarto ventrículo; 15, velo medular rostral; 16, raíz del IV.

Los principales tractos de fibras que pasan por esta parte del tronco cerebral también se comentarán más adelante. El gran tracto descendente, que produce la *pirámide* por lateral (fig. 8-33[11]), y el tracto ascendente, conocido como lemnisco medial (fig. 8-35[9]), son prominentes en los cortes transversales. El lemnisco medial consiste en fibras provenientes de los núcleos grácil y cuneiforme que corren ventralmente como fibras arqueadas profundas (internas) y cruzan la línea media en la parte ventral de la médula oblonga caudal antes de virar en dirección rostral como el gran haz lemniscal medial. En esta área se encuentran también las fibras del tracto trigeminotalámico, provenientes del núcleo sensorial principal del nervio trigémino, y fibras del tracto cervicotalámico que vienen del núcleo cervical lateral. Otras aglomeraciones conspicuas de fibras componen los tres pedúnculos cerebelosos, cuya composición, origen y destino se consignarán más adelante.

Cerebelo

El cerebelo es una masa más o menos globulosa y muy fisurada que está encima del puente y la médula oblonga, conectada con el tronco cerebral mediante tres pedúnculos a cada lado (fig. 8-30[9,10,11]). Se halla separado de los hemisferios por la fisura transversa ocupada por la tienda membranosa del cerebelo (p. 321) cuando se observa el encéfalo in situ.

El cerebelo consiste en grandes hemisferios laterales y una estrecha cresta mediana llamada *vermis* por su semejanza con una lombriz de tierra. Una serie de fisuras transversas crea una división de mayor importancia funcional y filogenética. Las más profundas dividen un pequeño *lóbulo floculonodular*, caudal respecto de la masa más grande, que a su vez está dividida en los *lóbulos caudal* y *rostral* (fig. 8-28). Unas fisuras más pequeñas dividen los lóbulos en lobulillos y éstos en unas unidades más pequeñas todavía que se conocen como folios o laminillas. El lóbulo floculonodular es la parte más antigua (arquicerebelo) en cuanto a la filogenia, el lóbulo rostral (paleo cerebelo) no es tan antiguo y el lóbulo caudal (neocerebelo) es el más moderno. El lóbulo caudal está particularmente bien desarrollado en las llamadas especies superiores y especialmente en los primates. Los lobulillos poseen nombres individuales, pero ni sus nombres ni sus formas exactas tienen importancia.

La disposición de la sustancia gris y blanca contrasta mucho con la observada en la médula espinal y la médula oblonga. En el cerebelo la mayor parte de la sustancia gris está dispuesta como una corteza externa que encierra la sus-

tancia blanca o "médula" (fig. 8-29). La médula se origina en los pedúnculos y se irradia a través de los diversos lóbulos, lobulillos y folios formando una estructura ramificada que semejan en cierto modo un árbol. Por este aspecto y por la antigua creencia de que aquí asienta el alma, a veces se la conoce como árbol de la vida. Un poco de sustancia gris adicional forma una serie de núcleos incluidos en la médula; los más importantes son los *núcleos fastigiales* (fig. 8-34[13]) próximos a la línea media, el *núcleo cerebeloso lateral (dentado)* (fig. 8-34[15]) lateralmente y los *núcleos interpósitos* (fig. 8-34[14]).

El cerebelo está unido al tronco cerebral por medio de tres *pedúnculos cerebelosos* a cada lado y por los velos medulares caudal y rostral (fig. 8-30). El pedúnculo caudal (fig. 8-30[10]) está conectado con la médula oblonga y consiste en su mayor parte en fibras aferentes, algunas de las cuales corren desde sus orígenes en la médula espinal y otras provienen de los núcleos vestibulares, el núcleo olivar y la formación reticular. El pedúnculo medio (brachium pontis, fig. 8-30[9]) también consiste en fibras aferentes originadas en núcleos del puente. El pedúnculo rostral (brachim conjunctivum, fig. 8-30[11]) va al mesencéfalo; consiste en su mayor parte en fibras eferentes emitidas hacia el núcleo rojo, formación reticular y tálamo, pero también incluye un componente aferente considerable que continúa el tracto espinocerebeloso ventral. Los tres pedúnculos se hallan íntimamente comprimidos entre sí en sus inserciones en el cerebelo.

Las funciones del cerebelo conciernen al equilibrio y a la coordinación de las actividades posturales y locomotoras. El control del equilibrio se encuentra en el lóbulo floculonodular. El lóbulo caudal se ocupa de regular la retroalimentación de la función motora y para este fin recibe un aporte directo de los núcleos del puente y olivares y un aporte indirecto de las otras partes del cerebelo. El lóbulo rostral recibe información propioceptiva. En la corteza cerebelosa existe una representación somatotópica del cuerpo.

Mesencéfalo

El cerebro medio o mesencéfalo es una porción corta y un tanto constreñida que preserva mejor la organización básica del tubo neural que las otras partes del tronco cerebral.

El mesencéfalo está expuesto en la superficie ventral del encéfalo intacto, al cual contribuye con los pilares cerebrales divergentes, la fosa interpeduncular y el origen superficial de los nervios oculomotres (III). Se halla oculto en su lado dorsal por los hemisferios cerebrales y el

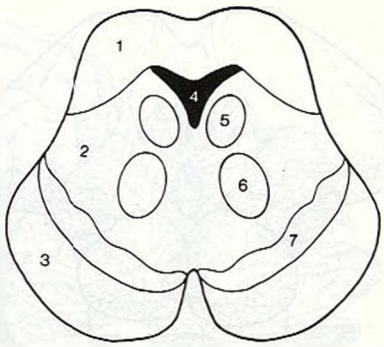


Fig. 8-36. Corte transversal esquemático del mesencéfalo.

1, techo; 2, tegmento; 3, pilar cerebral; 4, acueducto mesencefálico; 5, núcleo del oculomotor (III); 6, núcleo rojo; 7, sustancia negra.

cerebelo que lo cubre. Su luz, el acueducto, es un pasaje simple que une las cavidades mucho más grandes del tercero y cuarto ventrículos. El mesencéfalo posee una estructura estratificada que comprende el techo, tegmento y pedúnculo cerebral en secuencia dorsoventral (fig. 8-36). Formalmente todas las partes, excepto el techo, se incluyen dentro de los pedúnculos cerebrales, pero en la práctica a este último término se lo equipara con el pilar cerebral (crus cerebri), parte ventral respecto del tegmento.

El *techo* está dorsalmente al acueducto. Sus rasgos principales son cuatro engrosamientos superficiales redondeados (figs. 8-30 y 8-37[6,7]). El par de engrosamientos caudales (*colículos caudales*) se halla ampliamente espaciado pero unido por una comisura sustancial. Son centros de integración para las vías auditivas (p. 315). Existe una conexión con el cuerpo geniculado medial homolateral (que es un engrosamiento del tálamo) por medio de una cresta bien evidente (brachium:brazo). Los *colículos rostrales* están cerca entre sí, unidos con los cuerpos geniculados laterales por unos brazos similares pero menos notorios. Los colículos rostrales son puestos retransmisores de las vías visuales e intervienen en reflejos somáticos resultantes de estímulos visuales, como por ejemplo la reacción de sorpresa ante un destello. También son centros de integración espacial.

El *tegmento* comprende el centro del mesencéfalo y se continúa directamente con el correspondiente estrato de metencéfalo (fig. 8-38). Gran parte de él consiste en la formación reticular. Los núcleos mesencefálicos principales son los *núcleos mesencefálicos de los nervios trigéminos* (V), los *núcleos trocleares* (IV), los *núcleos principales y parasimpáticos del oculomotor* (III), los *núcleos rojos* (llamados así por su considerable irrigación) y el núcleo "gris peria-

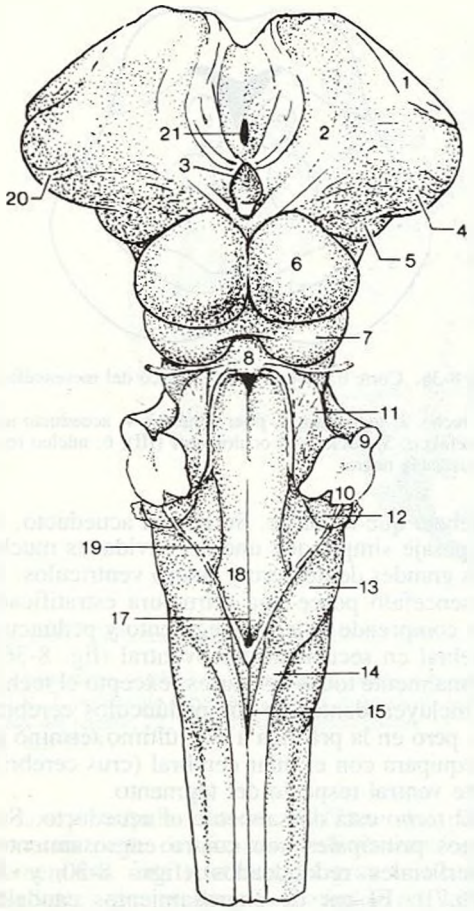


Fig. 8-37. Vista dorsal del tronco cerebral del caballo. (Véase la leyenda en la fig. 8-30).

cueductal'', centro de sustancia gris que rodea el acueducto. La *sustancia negra* es una lámina prominente que se puede identificar en los cortes transversales por su color más oscuro, que se debe a la acumulación de pigmento dentro de las neuronas constituyentes. Al igual que el núcleo rojo, se asocia con los núcleos basales (p. 304) en el control de los movimientos voluntarios.

Los *pilares cerebrales* (crura cerebri) están en la superficie ventral del encéfalo y comprenden tractos de fibras que corren entre el telencéfalo y el tronco cerebral caudal y divergen en su parte rostral para desaparecer sumergiéndose en los hemisferios (fig. 8-39). Están separados por la *fosa interpeduncular* triangular (fig. 8-15[13]). Aquí emergen los nervios oculomotores (III), en un sitio directamente rostral respecto del puente.

Cerebro anterior

El cerebro anterior comprende el diencéfalo mediano y el par de hemisferios cerebrales (telencéfalo). Los hemisferios se superponen a las caras dorsolateales del diencéfalo, a las cuales se han fusionado mediante el crecimiento de tractos de fibras a través de las brechas.

Diencéfalo

El diencéfalo (no existe ningún otro nombre alternativo conveniente) forma la parte más rostral del tronco cerebral. Sólo su parte más ventral, el hipotálamo, se ve en la superficie externa del encéfalo intacto (fig. 8-15), pero aparece más extensamente en el corte mediano (fig. 8-29). Comprende tres partes; epitálamo, tálamo (incluso subtálamo) e hipotálamo, que se desarrollan en relación con el techo, paredes y piso del tercer ventrículo, respectivamente (fig. 8-40).

El *epitálamo*, la parte más dorsal, comprende la glándula pineal (epífisis cerebral), estrías habenulares, habénulas y comisura habenular (fig. 8-41). La *glándula pineal* (fig. 8-41[6]) es un pequeño cuerpo mediano que se proyecta dorsalmente desde el tronco cerebral detrás de una evaginación del techo del tercer ventrículo, que sólo consiste en pía y epéndimo. Aunque desde hace mucho se sospechaba que la glándula pineal cumplía alguna función en el desarrollo y la conducta sexual, recién ahora se están elucidando sus funciones; se cree que interviene en particular en la regulación estacional de la actividad ovárica como respuesta a los cambios de la duración del día (p. 226). La *estría habenular* es un haz de fibras que, entre otros, conecta el área septal con los núcleos habenulares (fig. 8-41[5']). Es una importante vía en el sistema límbico. Las *habénulas* son complejos nucleares de función enigmática que se desarrollan dentro de las partes más dorsales de las paredes ventriculares. Reciben fibras (estría habenular) del hipocampo y otras partes del telencéfalo y envían fibras a núcleos mesencefálicos. Los núcleos habenulares izquierdo y derecho se hallan conectados entre sí por la *comisura habenular*.

El tálamo es el componente más grande del diencéfalo. Se desarrolla dentro de las paredes laterales del tercer ventrículo pero en muchas especies, incluso domésticas, después se abulta hacia el ventrículo para formar un puente con su homólogo. Esto, la masa intermedia o *adhesión intertalámica*, reduce el ventrículo a un espacio anular circundante (fig. 8-42[3]). Las relaciones del tálamo son difíciles de representar por su posición profunda y por la falta de separación respecto de las estructuras vecinas. Se extiende hasta la *lámina terminal gris* en dirección rostral y hasta el mesencéfalo en dirección caudal; su superficie dorsal mira hacia el fórnix y el piso del ventrículo lateral, su superficie ventral descansa sobre el hipotálamo y su

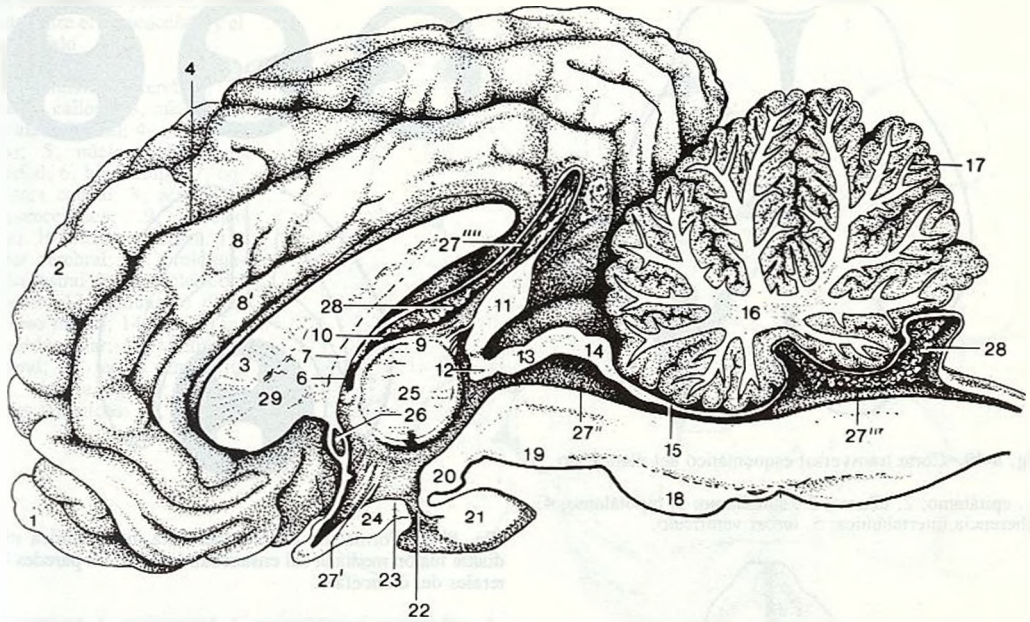


Fig. 8-38. Corte mediano del encéfalo del caballo. (Véase la leyenda en la fig. 8-29).

az lateral está cubierta por la cápsula interna e fibras que ascienden hasta la corteza cerebral y descienden de ella (fig. 8-41).

El tálamo consiste en una cantidad muy grande de núcleos que se denominan de acuerdo con sus relaciones topográficas. Estos núcleos cumplen diversas funciones específicas y colectivamente son el centro retransmisor e integrador más importante del tronco cerebral porque reciben en el grupo ventral a la mayoría de los sistemas aferentes (pero excluyendo las vías que intervienen en la olfación) y también proveen en el grupo ventral sistemas de control de retroalimentación para las vías motoras (fig. 8-44).

El *subtálamo* contiene los núcleos subtalámico y endopeduncular y la zona incierta. El núcleo subtalámico actúa como puesto retransmisor en la vía motora extrapiramidal, mientras que los otros núcleos sirven de enlace entre el sistema límbico y los sistemas motores somático y visceral.

El *metatálamo*, parte caudolateral del tálamo, comprende los *cuerpos geniculados medial* y *lateral* (fig. 8-43[5,3]) cuya presencia y posición se mencionaron en la descripción del

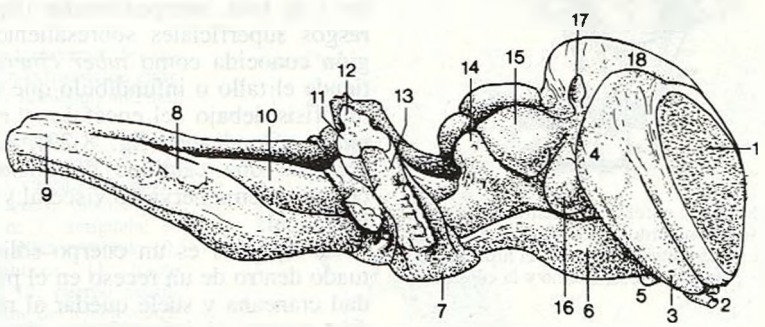


Fig. 8-39. Vista lateral del tronco cerebral del caballo.

1, fibras seccionadas de la cápsula interna; 2, nervio óptico; 3, tracto óptico; 4, cuerpo geniculado lateral; 5, cuerpo mamilar; 6, pilar cerebral; 7, puente; 8, pedúnculo cerebeloso caudal; 9, fascículo cuneiforme; 10, núcleos vestibulococleares; 11, pedúnculo cerebeloso caudal; 12, pedúnculo cerebeloso rostral; 13, pedúnculo cerebeloso medio; 14, colículo caudal; 15, colículo rostral; 16, cuerpo geniculado medial; 17, epífisis; 18, tálamo.

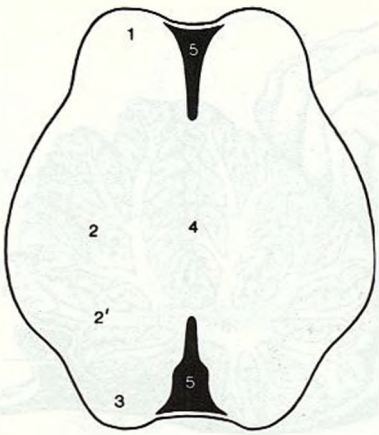


Fig. 8-40. Corte transversal esquemático del diencéfalo.

1, epitálamo; 2, tálamo; 2', subtálamo; 3, hipotálamo; 4, adherencia intertalámica; 5, tercer ventrículo.

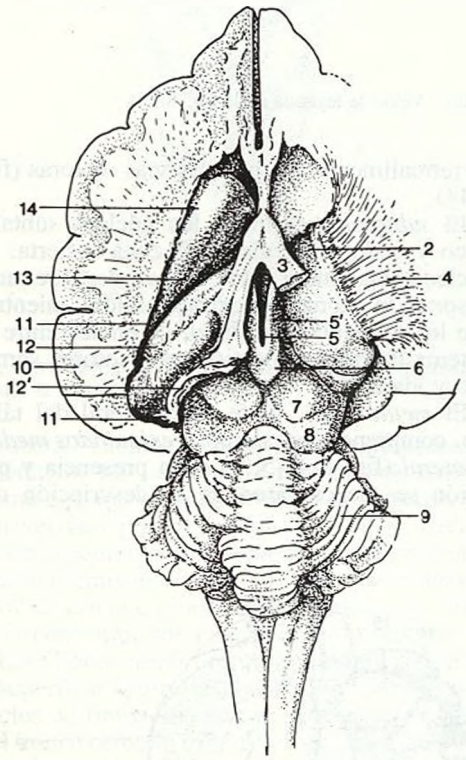


Fig. 8-41. Vista dorsal del encéfalo del perro. Se ha retirado parte del hemisferio izquierdo para abrir el ventrículo lateral. A la derecha se han retirado además, el hipocampo y los núcleos basales para exponer el tálamo y la cápsula interna.

1, núcleos septales; 2, superficie dorsal del tálamo; 3, fórnix (seccionado); 4, cápsula interna; 5, parte dorsal del tercer ventrículo; 5', núcleos habenulares (en el techo del tercer ventrículo); 6, epífisis; 7, colículo rostral; 8, colículo caudal; 9, cerebelo; 10, pared lateral del hemisferio seccionada; 11, luz del ventrículo lateral; 12, hipocampo; 13, cola del núcleo caudado; 14, cabeza del núcleo caudado.

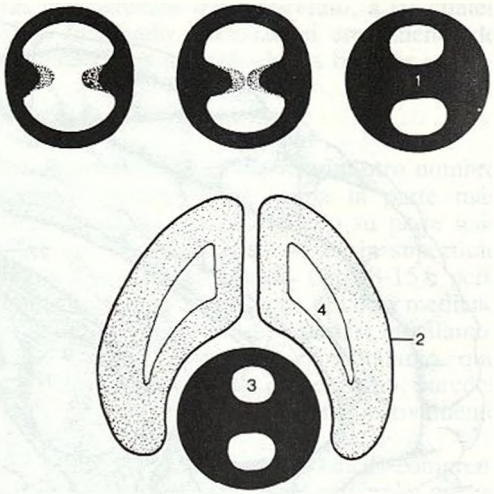


Fig. 8-42. Formación de la adherencia intertalámica mediante fusión mediana del ensanchamiento de las paredes laterales del diencéfalo.

1, adherencia intertalámica; 2, telencéfalo; 3, tercer ventrículo; 4, ventrículo lateral.

mesencéfalo. Al cuerpo geniculado lateral, aunque no es conspicuo de por sí, se le une el tracto óptico que corre en dirección caudodorsal hacia él, sobre la superficie del tálamo. El cuerpo geniculado medial es ventromedial respecto del lateral y recibe fibras acústicas por medio del colículo caudal (p. 315). Los núcleos que están en estos engrosamientos retransmiten información visual y acústica a la corteza cerebral.

El *hipotálamo* constituye las partes más bajas de las paredes laterales del tercer ventrículo. Aparece en la superficie externa del encéfalo entre la *región preóptica* (rostral respecto del quiasma óptico) y los pedúnculos cerebrales y la fosa interpeduncular (fig. 8-16). Sus rasgos superficiales sobresalientes son la región conocida como *tuber cinereum*, que extiende el tallo o infundíbulo que suspende a la hipófisis debajo del encéfalo, y el *cuerpo mamilar* redondeado (fig. 8-29). En su interior contiene una cantidad de núcleos asociados con el sistema nervioso visceral y la regulación hormonal.

La *hipófisis* es un cuerpo sólido oscuro situado dentro de un receso en el piso de la cavidad craneana y suele quedar al retirar el encéfalo porque el infundíbulo, ahuecado por un receso del tercer ventrículo, se desgarra con facilidad. Además el cuerpo hipofisario está sujeto en su sitio por una lámina de duramadre. Sus funciones se describen en otra parte (p. 225).

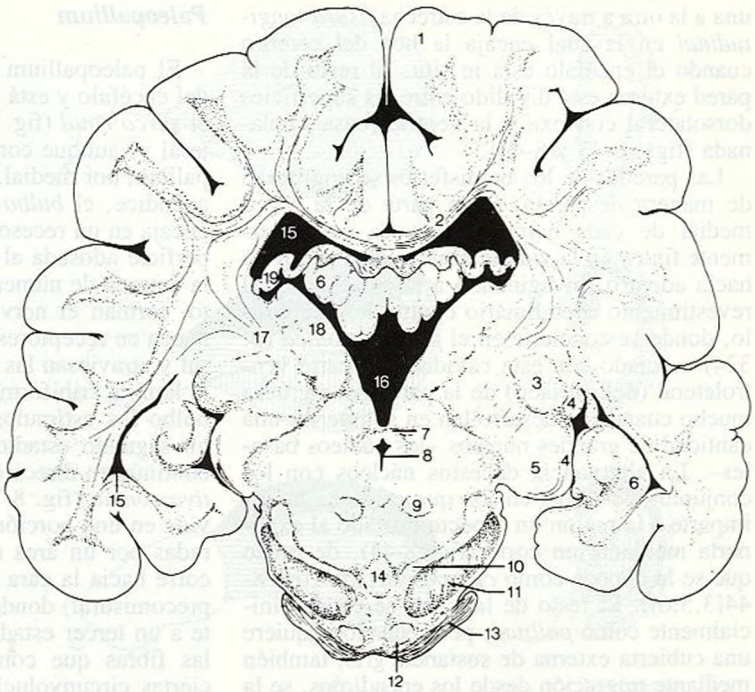


Fig. 8-43. Corte transversal del encéfalo del perro en el límite entre el mesencéfalo y el diencéfalo.

1, hemisferio cerebral; 2, cuerpo calloso; 3, núcleo geniculado lateral; 4, tracto óptico; 5, núcleo geniculado medial; 6, hipocampo; 7, comisura caudal; 8, acueducto mesencefálico; 9, núcleo rojo; 10, sustancia negra; 11, pilar cerebral; 12, prolongación rostral de los núcleos del puente; 13, pedúnculo cerebeloso medio; 14, núcleo interpeduncular; 15, ventrículo lateral; 16, tercer ventrículo; 17, cápsula interna; 18, núcleos talámicos; 19, fórnix.

Telencéfalo (cerebro)

El telencéfalo consiste en un par de hemisferios y en la *lámina terminal gris*, fina placa que forma la pared rostral del tercer ventrículo. Como los hemisferios se desarrollan como excrecencias del diencéfalo, sus paredes y sus luces (ventrículo laterales) se hallan en continuidad directa con los respectivos rasgos de esa parte. Los hemisferios del adulto son unas estructuras semiovoides que constituyen la parte más grande del encéfalo y su crecimiento hace que se extiendan en dirección caudal sobre el tronco cerebral hasta corta distancia del cerebelo. Este crecimiento los aproxima entre sí y sus superficies mediales aplanadas se miran la

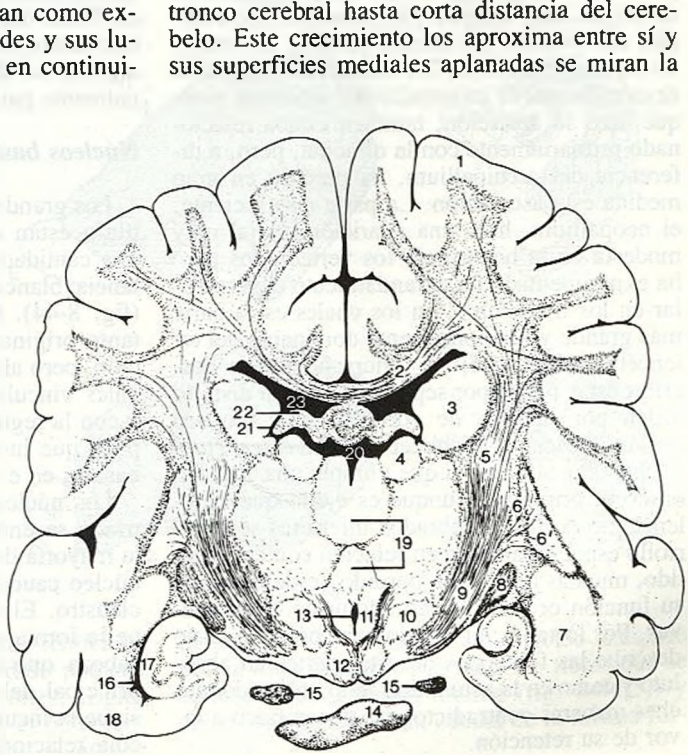


Fig. 8-44. Corte transversal del encéfalo del perro en la transición entre el pilar cerebral y la cápsula interna.

1, hemisferio cerebral; 2, cuerpo calloso; 3, núcleo caudado; 4, núcleos talámicos; 5, cápsula interna; 6, 6', núcleo lenticular; 6, globus pallidus; 6', putamen; 7, amígdala; 8, tracto óptico; 9, pilar cerebral; 10, núcleos hipotalámicos; 11, tracto mamilotalámico; 12, cuerpo mamilar; 13, parte ventral del tercer ventrículo; 14, hipófisis; 15, nervio oculomotor; 16, parte ventral del ventrículo lateral; 17, hipocampo; 18, lóbulo piriforme; 19, adherencia intertalámica; 20, parte dorsal del tercer ventrículo; 21, agujero interventricular; 22, fórnix; 23, ventrículo lateral.

una a la otra a través de la estrecha *fisura longitudinal* en la cual encaja la hoz del cerebro cuando el encéfalo está in situ. El resto de la pared externa está dividido entre las superficies dorsolateral convexa y la ventral (basal) aplanada (figs. 8-43 y 8-44).

Las paredes de los hemisferios se engruesan de manera despareja. Gran parte de la pared medial de cada hemisferio queda particularmente fina y en la vida fetal una parte se arrolla hacia adentro, invaginando a la piamadre y al revestimiento ependimario dentro del ventrículo, donde se concierte en el *plexo coroideo* (p. 324) asociado con esta cavidad. La parte ventrolateral (del estriado) de la pared se engruesa mucho cuando se desarrollan en su interior una cantidad de grandes núcleos –los núcleos basales–. La alternancia de estos núcleos con los conjuntos de fibras en los que están incluidos imparte a la región un aspecto estriado al exponerla mediante un corte (fig. 8-44), de modo que se la conoce como *cuerpo estriado* (fig. 8-44[3,5,6]). El resto de la pared se conoce inicialmente como *pallium*, pero cuando adquiere una cubierta externa de sustancia gris, también mediante migración desde los epéndimos, se la denomina con mayor frecuencia *corteza*, aunque en sentido estricto este término sólo designa la sustancia gris externa.

Tres regiones del pallium (o corteza) se distinguen por su historia evolutiva, su estructura y su función. Una parte, el archipallium, tiene un origen muy antiguo y al principio sólo cumplía una función puramente olfativa; ha retenido esta asociación en los mamíferos altamente desarrollados. El paleopallium, siguiente parte que hizo su aparición, también estaba relacionado primariamente con la olfación, pero, a diferencia del archipallium, ha perdido en gran medida esta asociación. La parte más reciente, el neopallium, hizo una aparición inicial muy modesta en la historia de los vertebrados pero ha experimentado un agrandamiento espectacular en los mamíferos, en los cuales es la parte más grande y funcionalmente dominante del telencéfalo (fig. 8-45[n]). Ahora hemos de describir estas partes por separado, pero en distinto orden por razones de conveniencia. Primero será útil descartar el concepto de un *rinencéfalo* (''encéfalo olfativo'') que cumple una función olfatoria primaria. Aunque es cierto que el telencéfalo de los vertebrados inferiores se desarrolló específicamente en relación con este sentido, muchas partes han perdido desde entonces su función original y han adquirido otras nuevas. Por lo tanto, el término rinencéfalo ya no describe las funciones de estas partes en absoluto y como en la actualidad se lo utiliza de muchas maneras contradictorias, tienen poco a favor de su retención.

Paleopallium

El paleopallium se confina a la parte basal del encéfalo y está separado del neopallium por el *surco rinal* (fig. 8-46[4]) en la superficie lateral y, aunque con menos claridad, del archipallium por medial. Su extremo rostral tiene un apéndice, el *bulbo olfativo* (fig. 8-46[1]), que encaja en un receso del hueso etmoideo. La superficie adosada al hueso aparece afelpada por la entrada de numerosos filetes que, en conjunto, forman el nervio olfativo (I); estos filetes nacen en receptores que están en la mucosa nasal y atraviesan las numerosas perforaciones en la lámina cribiforme del hueso etmoides. En el bulbo los estímulos olfatorios se transmiten a un segundo estadio de neuronas. El bulbo se continúa en dirección caudal con el *tracto olfativo común* (fig. 8-15[2]) que en seguida se divide en una porción medial y otra lateral separadas por un área triangular. El *tracto medial* corre hacia la cara medial del hemisferio (área precomisural) donde la información se transmite a un tercer estadio de neuronas. Algunas de las fibras que continúan terminan dentro de ciertas circunvoluciones corticales y otras pasan por la estrecha *comisura anterior* de la pared rostral del tercer ventrículo para llegar a la respectiva región del hemisferio contralateral. El *tracto lateral* sigue en dirección caudal para unirse al gran *lóbulo piriforme* (fig. 8-15[3]), que es el rasgo más sobresaliente de la superficie basal del hemisferio; no todas las fibras de este tracto llegan al lóbulo piriforme sino que algunas se desprenden por el camino, principalmente para ir al cuerpo amigdaloideo.

Núcleos basales

Los grandes núcleos que se conocen con este título están a dorsal del paleopallium, donde una cantidad de ellos se combinan con la sustancia blanca para formar el *cuerpo estriado* (fig. 8-44). Este complejo habría sido importante originariamente en relación con la olfación, pero ahora ha adquirido funciones adicionales vinculadas con otros aportes sensoriales y con la regulación de la función motora. (Hay poco que justifique la inclusión de los núcleos basales en el concepto de un ''rinencéfalo''.)

Los núcleos que componen el complejo estriado se enumeran de diversas maneras, pero la mayoría de las veces de la siguiente manera: núcleo caudado, núcleo lenticular, amígdala y claustro. El *núcleo caudado* (fig. 8-44[3]) tiene la forma general de una coma con una gran cabeza que sobresale en el piso de la parte principal del ventrículo lateral, un cuerpo que sigue la incurvación caudal de la cavidad y una cola relacionada con el techo de su extensión

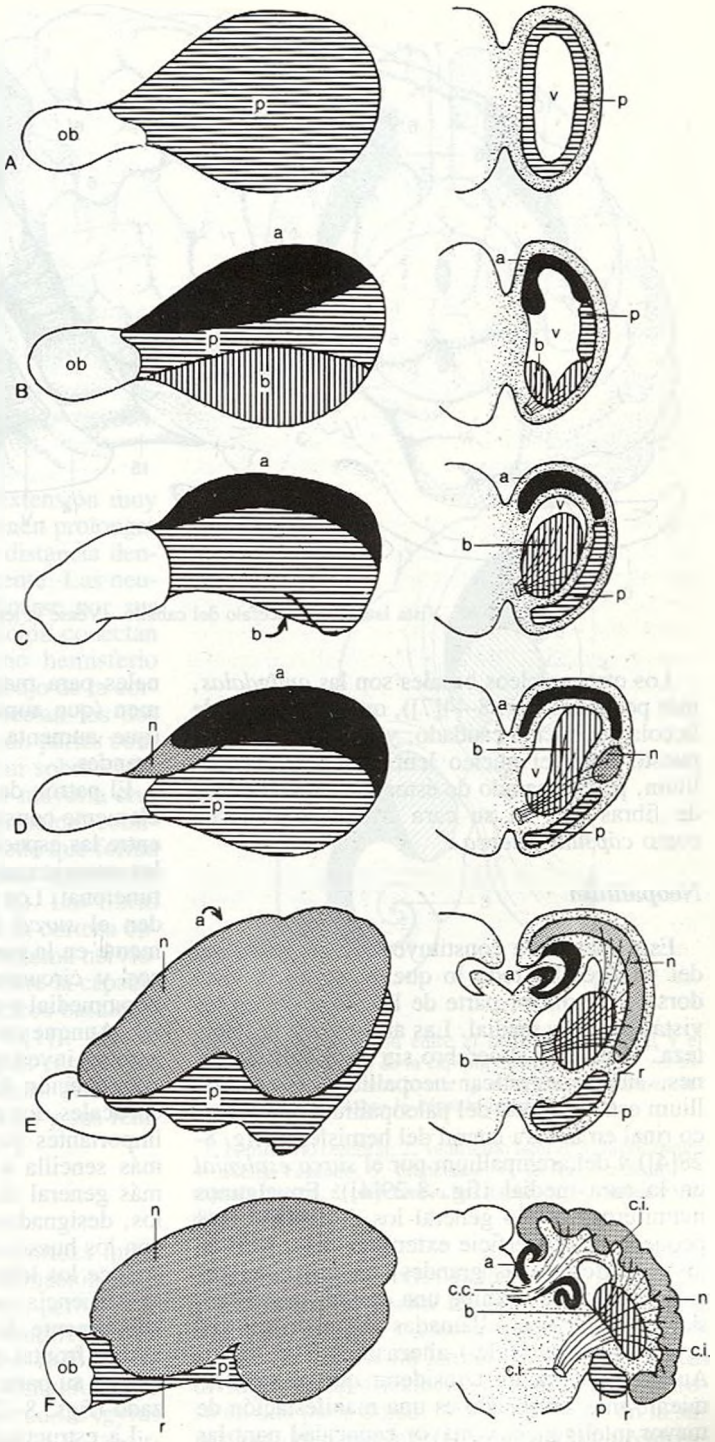


Fig. 8-45. Evolución del prosencéfalo. Vistas laterales a la izquierda, cortes transversales a la derecha.

A, vertebrado primitivo hipotético. El hemisferio es a predominio olfativo. *B*, anfibios. El pallium y los núcleos basales evolucionan independientemente. *C*, reptil primitivo. Las estructuras del pallium están en posición lateral. Los núcleos basales se han desplazado hacia la línea media y sobresalen dentro del ventrículo lateral. *D*, reptil avanzado. Ha evolucionado el neopallium. *E*, mamífero primitivo. El neopallium se ha desarrollado extensamente, desplazando el archipallium y el paleopallium. Nótense las fibras que atraviesan los núcleos de la base. *F*, mamífero avanzado. El neopallium ocupa toda la superficie exterior. Nótense las fibras comisurales (c.c.).

a, archipallium; b, núcleos basales; o.b., bulbo olfativo; c.c., cuerpo calloso; c.i., cápsula interna; n, neopallium; p, paleopallium; r, fisura rinal; v, ventrículo lateral. (Basado en Romer, 1962.)

ventral (fig. 8-41[13,14]). El *núcleo lenticular* es más lateral y se encuentra dividido por una intersección de fibras en dos secciones, el globus pallidus que queda a medial y el putamen, que queda lateral (fig. 8-44[6,6]). El núcleo lenticular está separado del núcleo caudado por la rama rostral de la masa de fibras que se conoce como cápsula interna (fig. 8-44[5]) y del tálamo por la rama caudal de la misma formación.

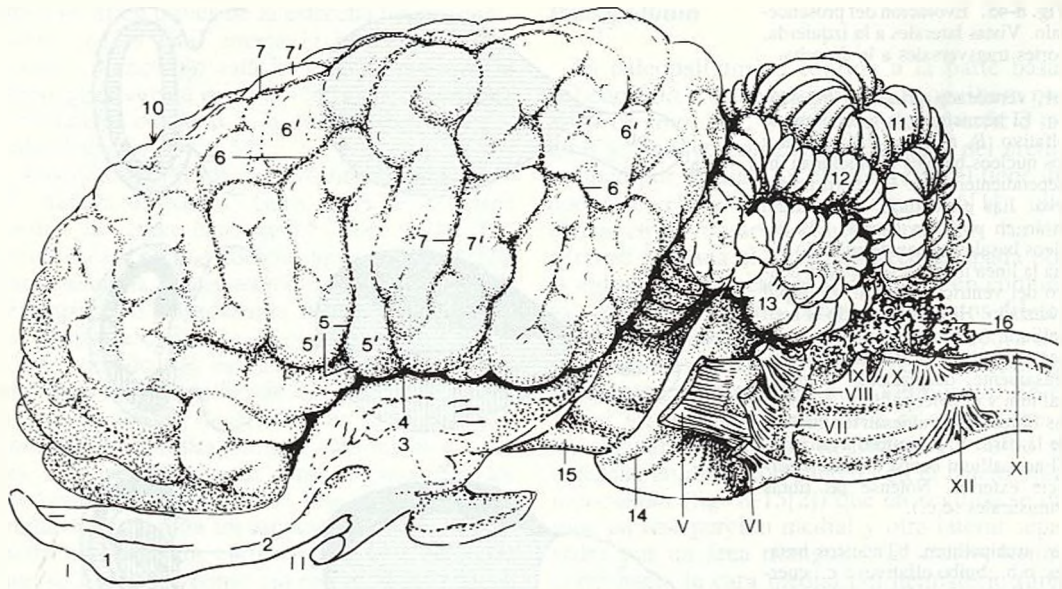


Fig. 8-46. Vista lateral del encéfalo del caballo. (Véase la leyenda de la fig. 8-28.)

Los otros núcleos basales son las *amígdalas*, más pequeñas (fig. 8-44[7]), que están cerca de la cola del núcleo caudado, y el *claustro*, interpuesto entre el núcleo lenticular y el neopallium, pero separado de éstos por otras láminas de fibras que en su cara lateral se conocen como *cápsula externa*.

Neopallium

Esta estructura constituye la parte principal del telencéfalo: todo lo que se ve en la vista dorsal y la mayor parte de lo que se ve en las vistas lateral y medial. Las alusiones a la "corteza" e incluso al cerebro sin otras calificaciones, suelen significar neopallium. El neopallium está separado del paleopallium por el surco rinal en la cara lateral del hemisferio (fig. 8-28[4]) y del archipallium por el *surco esplenial* en la cara medial (fig. 8-29[4]). En algunos mamíferos, por lo general los de tamaño más pequeño, su superficie externa es lisa, pero en los mamíferos más grandes, incluso las especies domésticas, exhibe una complicada disposición de crestas, llamadas circunvoluciones (gyri) y surcos (sulci) alternantes (fig. 8-12). Aunque es tentador considerar que el modelamiento más intrincado es una manifestación de mayor inteligencia y mayor capacidad para las respuestas complejas, la causa de fondo parece ser física. Las crestas, que en su mayoría son longitudinales, se producen por restricciones impuestas a la expansión de la vesícula telencefálica por los rígidos cuerpos estriado y calloso, en tanto que se requieren plegamientos adicionales para mantener la relación entre el volumen (que aumenta al cubo) y el área cortical (que aumenta al cuadrado) en los encéfalos grandes.

El patrón de las circunvoluciones es razonablemente constante en cada especie pero difiere entre las especies y no es acertado suponer que las semejanzas superficiales indican similitud funcional. Los rasgos más constantes comprenden el *surco cruzado*, que corre transversalmente en la parte rostrodorsal, unos pocos surcos y circunvoluciones que siguen el borde dorsomedial y el *surco silviano* en la parte lateral. Aunque otros rasgos proveen jalones útiles para el investigador que trata de establecer la significación funcional de determinadas áreas corticales, los nombres de la mayoría son poco importantes para el estudiante. Una división más sencilla y un tanto arbitraria de utilidad más general distingue cuatro regiones o lóbulos, designados de acuerdo con su proximidad con los huesos que las cubren; esta división reconoce los lóbulos *frontal, parietal* y *occipital* en secuencia rostrocaudal y un *lóbulo temporal* lateralmente de los dos últimos; únicamente el lóbulo frontal está delimitado con nitidez porque en su parte caudal termina en el surco cruzado (figs. 8-12[14] y 8-47).

La estructura del neopallium es más intrincada que la de otras áreas corticales y exhibe una notable uniformidad. Presenta seis estratos superpuestos densamente poblados por neuronas y separados por divisiones acelulares. A grandes rasgos, las neuronas son de dos tipos; algunas, más o menos esféricas (granulares)

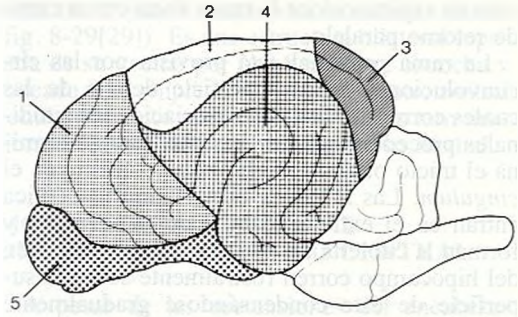


Fig. 8-47. Lóbulos corticales del encéfalo del perro, vista lateral.

1, lóbulo frontal; 2, lóbulo parietal; 3, lóbulo occipital; 4, lóbulo temporal; 5, lóbulo olfativo.

cuentan con prolongaciones de extensión muy limitada, y otras (piramidales) tienen prolongaciones que incursionan a mayor distancia dentro de la sustancia blanca subyacente. Las neuronas piramidales pueden clasificarse por sus conexiones. Las fibras de asociación conectan partes del neopallium del mismo hemisferio después de pasar directamente debajo de la corteza. Las fibras comisurales conectan los dos hemisferios, por lo general uniendo partes contralaterales equivalentes. Transitan sobre el techo del ventrículo lateral y en su mayoría cruzan dentro del *cuerpo calloso*, principal comisura telencefálica moldeada de modo que forma una rodilla (genu) rostral, un tronco intermedio y un esplenio caudal (fig. 8-29[3]). Las fibras de proyección que descienden de la corteza conectan con partes inferiores del sistema nervioso central; la mayoría converge sobre la cápsula interna, aprisionada entre los núcleos basales y el tálamo (figs. 8-48[7] y 8-49[1]). En su trayecto hacia, desde y dentro de la cápsula las fibras de proyección están ordenadas de acuerdo con sus asociaciones funcionales y sus relaciones somatotópicas.

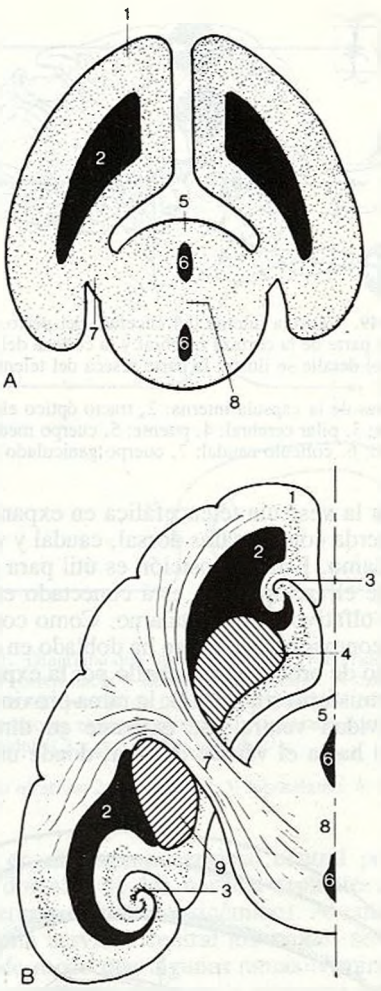


Fig. 8-48. *A*, conexión entre el hemisferio cerebral y el diencéfalo por medio de la cápsula interna (7). *B*, el ventrículo lateral, los núcleos basales y el hipocampo forman arcos concéntricos sobre la cápsula interna.

1, hemisferio cerebral; 2, ventrículo lateral; 3, hipocampo; 4, núcleo caudado; 5, diencéfalo; 6, tercer ventrículo; 7, cápsula interna. 8, adherencia intertalámica; 9, globus pallidus y putamen

Archipallium

Antiguamente esta parte de la corteza intervenía en la correlación de la información olfatoria con la sensorial de otros tipos, pero ha adquirido nuevas funciones en los mamíferos modernos. Forma parte del sistema límbico, el cual está compuesto por las circunvoluciones del cíngulo, supracallosa y de la rodilla (gyrus geniculi), la formación hipocápnica y la circunvolución dentada.

El archipallium ha dejado de ser un rasgo conspicuo del telencéfalo. La importancia relativamente reducida del sentido de la olfación y el enorme desarrollo del neopallium han hecho que el archipallium se desplazase hacia la pared medial del hemisferio; reduce todavía más su prominencia el hecho de que una gran parte está arrollada hacia adentro para situarse sobre el piso del ventrículo lateral. El archipallium es dividido topográficamente por el cuerpo calloso en una parte dorsal que se mantiene en la superficie del hemisferio (formando las *circunvoluciones del cíngulo* y *supracallosa* entre el surco esplenial y el cuerpo calloso, fig. 8-29[8,8']) y en una parte ventral constituida por la porción encorvada que se suele conocer como *hipocampo* (fig. 8-50[2]). El archipallium es curvo de conformidad con la forma que

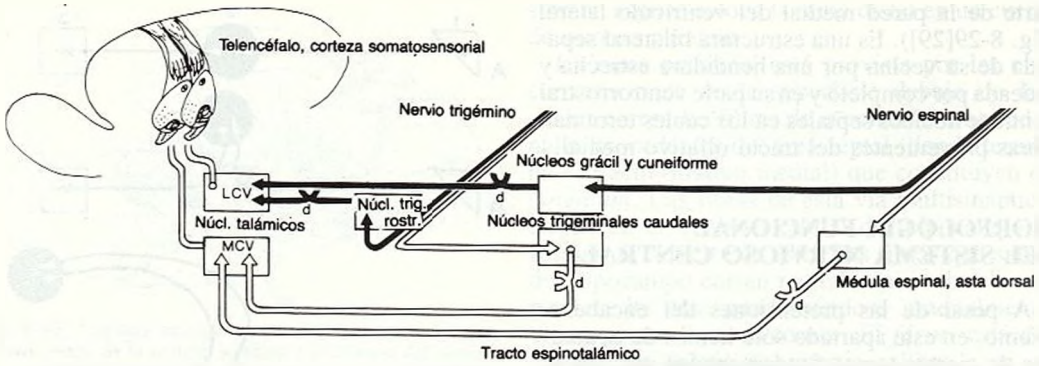


Fig. 8-53. Proyecciones lemniscales (negro) y extralemniscales (blanco) desde el tronco y la cabeza hasta el telencéfalo. d, decusación; LCV, parte lateral; MCV; parte medial del núcleo talámico caudoventral.

cente; a su vez, estas neuronas se proyectan en células del asta ventral del mismo segmento o de otro vecino, completando así la cadena neuronal corta que provee la base anatómica de las respuestas reflejas locales. (La interneurona se omite del arco reflejo más sencillo de todos, el del reflejo tendinoso, fig. 8-7.) La neurona del asta ventral cuyo axón termina directamente en el efectos se llama neurona motora inferior.

Otras ramas de los axones primarios se conectan con los centros superiores directamente o por medio de interneuronas y proveen así vías que inician respuestas integradas más complejas. Las vías ascendentes relacionadas con la mayoría de las modalidades sensoriales (incluso una fracción de las relacionadas con el registro de la posición) llegan finalmente al área somatosensorial de la corteza cerebral y proveen el mecanismo para la percepción consciente. Ninguna de estas vías ascendentes está aislada del todo respecto de las otras partes del encéfalo y todas están conectadas de diversas maneras con otros centros por medio de ramas colaterales en distintos niveles.

Sistema lemniscal

Existen dos grandes vías ascendentes que entran en la conciencia. Una, llamada aquí *sistema lemniscal*, aunque se utilizan otros nombres, es seguida por impulsos que proveen un alto grado de discriminación espacial del tacto para estimar con exactitud la intensidad de la presión, la sensación vibratoria repetitiva y parte de la propiocepción articular. El eslabón inicial de esta vía está dado por las ramas principales de los axones de las neuronas sensoriales primarias que entran en la médula espinal (fig. 8-9). Estas ramas pasan inmediatamente al cordón dorsal de la médula, donde adoptan una disposición muy ordenada (fig. 8-27); las que entran con los nervios sacros ocupan posiciones más mediales y las que entran en niveles más craneales ocupan posiciones progresivamente más laterales. Un tabique glial que aparece dentro del cordón dorsal a nivel mediotorácico lo divide en dos partes; la división medial, que constituye el *fascículo grácil*, contiene fibras procedentes del miembro pelviano y la parte caudal del tronco, mientras que la división lateral, el *fascículo cuneiforme*, contiene fibras procedentes del miembro torácico, parte craneal del tronco y cuello. Ambos tractos terminan dentro de los núcleos de nombres similares de la parte dorsal de la médula oblonga, donde forman unas ligeras elevaciones en la superficie, los tubérculos grácil y cuneiforme, inmediatamente rostral a la terminación de la médula espinal (fig. 8-30[13]). Los axones de las neuronas del segundo estadio abandonan las caras ventrales de los *núcleos grácil* y *cuneiforme medial* y se decusan inmediatamente hacia el lado opuesto antes de virar en dirección rostral como el gran tracto que se conoce como lemnisco medial. El *lemnisco medial* corre hacia adelante dentro de la parte ventral de la médula oblonga, dorsalmente a la pirámide y cerca del plano mediano, para llegar a una parte específica del *complejo nuclear caudoventral del tálamo* (fig. 8-53). Después de entablar sinapsis dentro del tálamo, los axones de las neuronas del tercer estadio se proyectan a través de la radiación talámica en el área somatosensorial de la corteza cerebral (neopallium), principalmente en una región directamente caudal respecto del surco cruzado. En su curso por el tronco cerebral el lemnisco medial recibe fibras equivalentes del núcleo cervical lateral, núcleo del tracto descendente del nervio trigémino y del núcleo sensorial rostral (principal) del mismo nervio después de una decusación dentro del metencéfalo (figs. 8-53 y 8-54).

La organización somatotópica de esta vía se preserva en toda su longitud, incluso el núcleo

talámico y la corteza. La representación cortical corresponde a las partes contralaterales del cuerpo y refleja la abundancia de su inervación sensorial, no sus tamaños absolutos (fig. 8-10). También existe cierta segregación por modalidad.

Sistema extralemniscal

Este sistema transmite un segundo grupo de tipos de aferencias somáticas generales caracterizado por una propagación más lenta y una localización menos exacta de los estímulos que las originan. La información transmitida se relaciona con las formas más toscas de tacto y presión, con la temperatura y con el dolor. Los axones primarios de este sistema terminan en neuronas de las astas dorsales dentro de uno o dos segmentos desde la entrada inicial. La información es tratada por medio de varias interneuronas antes de salir del asta dorsal. Los axones de las neuronas del segundo estadio pasan entonces a la sustancia blanca de la médula espinal y ascienden hacia centros superiores encefálicos. La proyección de las señales dolorosas en particular, desde la médula espinal hacia el encéfalo, se hace por medio de varios sistemas ascendentes que pueden ser divididos en grupos medial y lateral de acuerdo con sus proyecciones y, tal vez, según sus presuntas funciones (Pennis and Melzack, 1983).

Los tractos del grupo medial se proyectan por el centro del neuroeje hacia el nivel del sistema límbico. Este grupo comprende: 1) el tracto paleoespinotalámico que se dirige a los núcleos talámicos mediales e intralaminares, 2) el tracto espinorreticular, compuesto por haces de fibras situadas bilateralmente en las zonas ventral y ventrolateral de la sustancia blanca espinal y que termina en la formación reticular del tronco cerebral llegando, hacia rostral, hasta el diencéfalo, y 3) un grupo poco organizado de vías propioespinales que se origina y termina en la sustancia gris espinal y que constituye un sistema de fibras ascendente multisináptico.

A diferencia del grupo lateral, el grupo medial presenta pocas variaciones entre los vertebrados. El grupo lateral comprende también tractos que se proyectan sobre la parte medial del núcleo caudoventral neoespinotalámico, 2) el sistema espinocervicotalámico y, 3) una vía de segundo orden en la columna dorsal.

1. Un tracto neoespinotalámico constituye el clásico tracto del dolor de los primates y del hombre. Es un tracto enteramente cruzado que asciende en la parte ventrolateral respecto del asta ventral hacia la parte medial del núcleo talámico caudoventral.

2. El sistema espinocervicotalámico está bien desarrollado en los mamíferos subprimates, en particular en los carnívoros. Los axones de segundo orden ascienden del mismo lado como tracto espinocervical, el cual ocupa el cuadrante dorsolateral de la sustancia blanca y termina en el núcleo cervical lateral, que está situado en la unión de la médula espinal y el tronco cerebral. Los axones que se originan en este núcleo cruzan la línea media y siguen el lemnisco medial para terminar en la parte medial del núcleo caudoventral del tálamo donde se superponen a la proyección del tracto neoespinotalámico.

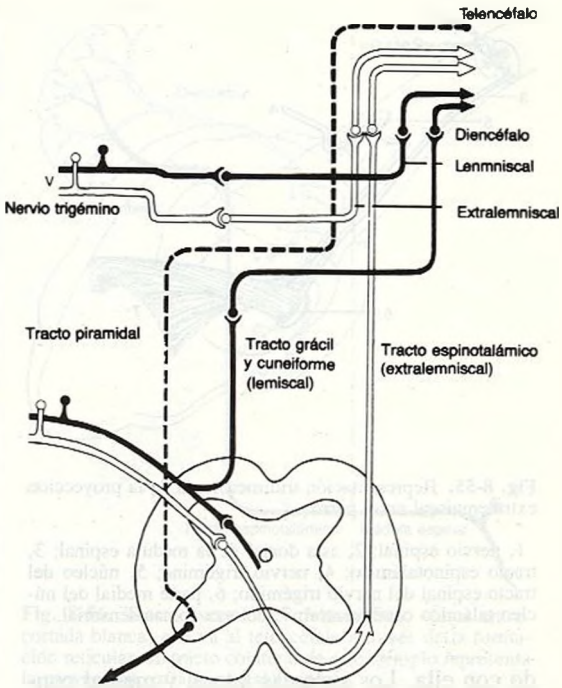


Fig. 8-54. Esquema simplificado de las proyecciones lemniscales (negro) y extralemniscales (blanco) desde la cabeza y tronco hasta el telencéfalo. También se indica el tracto piramidal (línea negra entrecortada) con fines comparativos.

3. El tercer sistema se ha encontrado en los gatos. Está compuesto por axones de segundo orden que, sorprendentemente, ascienden por las columnas dorsales, las que están constituidas principalmente por aferentes primarios que no son nociceptivos. Los axones postsinápticos que transmiten sensaciones dolorosas terminan en núcleos del mismo lado de la columna dorsal. Los axones de tercer orden cruzan la línea media y también van a la parte medial del núcleo talámico caudoventral (figs. 8-54 y 8-55).

Se han propuesto modelos tendientes a explicar los papeles que respectivamente cumplen los sistemas lateral y medial de transmisión de señales dolorosas en la generación de la sensación dolorosa y del comportamiento relaciona-

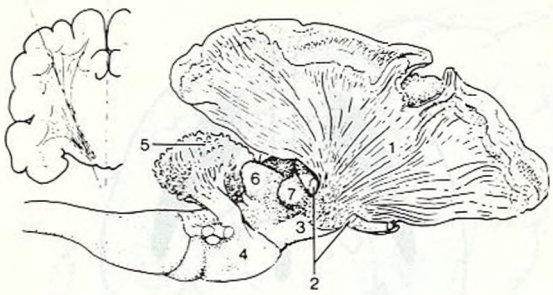


Fig. 8-49. Cápsula interna del encéfalo del perro. Se han retirado parte de la corteza cerebral y la corteza del cerebelo. En el detalle se ilustra la parte reseca del telencéfalo.

1, fibras de la cápsula interna; 2, tracto óptico eliminado en parte; 3, pilar cerebral; 4, puente; 5, cuerpo medular del cerebelo; 6, colículo caudal; 7, cuerpo geniculado medial.

adopta la vesícula telencefálica en expansión y concuerda con las caras dorsal, caudal y ventral del tálamo. Esta disposición es útil para postular que el archipallium está conectado entre el bulbo olfativo y el hipotálamo. Como conserva estas conexiones, la vía se ha doblado en un asa a modo de broche para cabello por la expansión del hemisferio (fig. 8-51); la rama proximal, de concavidad ventral, se extiende en dirección caudal hacia el vértice del asa, donde una torsión en espiral coloca la rama distal en un curso de retorno paralelo.

La rama proximal está provista por las circunvoluciones de la superficie debajo de las cuales corren las fibras de asociación longitudinales procedentes del área septal (donde termina el tracto olfativo medial) que constituyen el *cingulum*. Las fibras de esta vía multisináptica entran en el extremo caudal del hipocampo y forman la cubierta de éste. Las fibras que salen del hipocampo corren rostralmente sobre la superficie de éste condensándose gradualmente en un grueso haz, el fórnix. El *fórnix* está directamente debajo del cuerpo calloso o en su comienzo, pero se desvía ventralmente a medida que corre hacia adelante, se incurva en torno del extremo rostral del tálamo para entrar en el hipotálamo, donde termina dentro del cuerpo mamilar (figs. 8-50 y 8-52). Los hipocampos derecho e izquierdo están unidos por la *comisura del fórnix* de modo que existen tres comisuras telencefálicas; el cuerpo calloso neopallial, la comisura anterior paleopallial y la comisura del fórnix archipalleal (también conocida como comisura del hipocampo).

Cuando el fórnix se separa del cuerpo calloso, queda conectado con él por un fino tabique que se profundiza hacia su extremo rostral. Este *tabique telencefálico (septum pellucidum)* forma

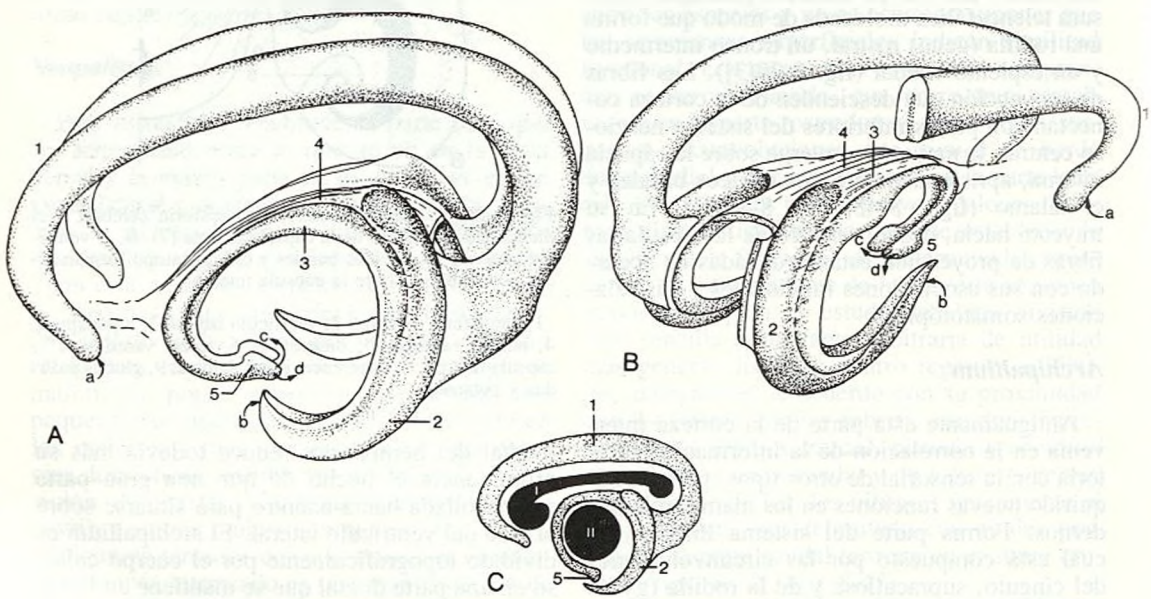


Fig. 8-50. Representación tridimensional del archipallium. *A*, vista lateral izquierda. *B*, vista caudolateral derecha. *C*, posiciones del cuerpo calloso (I) y del tálamo (II) en incidencia lateral.

1, circunvoluciones supracallosa y del cingulum; 2, hipocampo; 3, fórnix; 4, comisura del fórnix; 5, hipotálamo y cuerpo mamilar.

a, entrada de estímulos provenientes del tracto olfativo medial; b, entrada desde el lóbulo piriforme; c, salida de estímulos hacia el tracto mamilotalámico; d, salida hacia el tronco cerebral.

parte de la pared medial del ventrículo lateral (fig. 8-29[29]). Es una estructura bilateral separada de su vecina por una hendidura estrecha y rodeada por completo y en su parte ventrorrostral contiene núcleos septales en los cuales terminan fibras provenientes del tracto olfativo medial.

MORFOLOGÍA FUNCIONAL DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

A pesar de las pretensiones del encabezamiento, en este apartado sólo hemos de ocuparnos de ciertos temas fundamentales que, en su mayoría, sólo se relacionan con vías estructuradas relativamente bien delimitadas.

Vías aferentes somáticas generales

La designación "aferente somática general" rige para las vías de tractos de fibras y núcleos intercalados que transmiten información desde la amplia gama de receptores de diversos tipos que están diseminados por toda la piel y tejidos somáticos más profundos. Excluye las vías aferentes somáticas especiales procedentes del ojo y oído interno y, por supuesto, las que vienen de los receptores viscerales.

El sistema aferente somático general concierne a una variedad de modalidades sensoriales: tacto, presión, sensibilidad vibratoria, sensibilidad térmica y las sensaciones quinestésicas relacionadas con las posiciones angulares de las articulaciones y la tensión muscular. Las neuronas primarias que intervienen en todos estos sentidos están en los ganglios de las raíces dorsales de los nervios espinales (y el respectivo ganglio del nervio trigémino en lo referente a las estructuras de la cabeza), cuyos axones entran en el sistema nervioso central por las raíces dorsales de los nervios espinales (y la raíz aferente del nervio trigémino). Al entrar en el sistema nervioso central los axones se ramifican, de modo que algunas ramas terminan en interneuronas que están en la sustancia gris del segmento de entrada, o de un segmento adya-

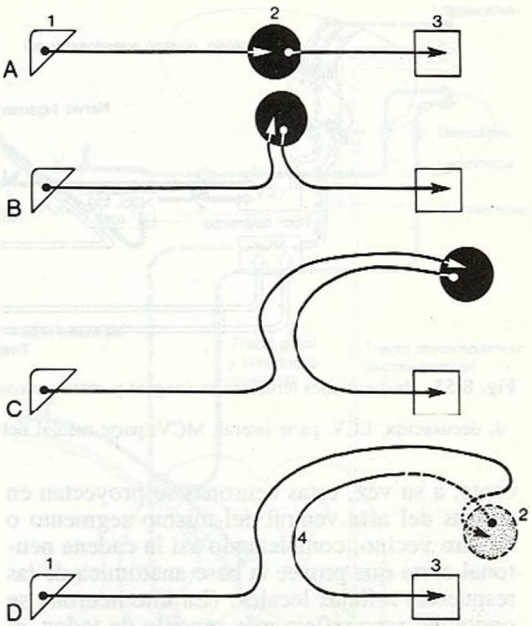


Fig. 8-51. Diagrama que ilustra el presunto recorrido de fibras que corren hacia y desde el hipocampo. A causa del crecimiento diferencial de las diversas partes del encéfalo, el hipocampo se extiende primero en dirección dorsal (*B*), luego caudal (*C*) y por último lateral (*D*).

1, bulbo olfativo; 2, hipocampo; 3, hipotálamo; 4, fórnix.

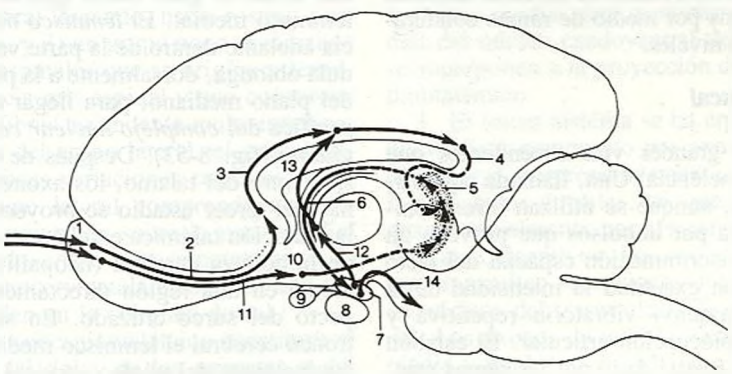


Fig. 8-52. Esquema presuntivo simplificado de los centros retransmisores del sistema límbico. Los tractos de fibras indicados por las líneas entrecortadas se incurvan lateralmente fuera del plano del diseño.

1, bulbo olfativo; 2, tracto olfativo medial; 3, cingulum (en las circunvoluciones supracallosa y del cíngulo); 4, circunvolución dentada; 5, hipocampo; 6, fórnix; 7, cuerpo mamilar; 8, hipófisis; 9, quiasma óptico; 10, lóbulo piriforme; 11, tracto olfativo lateral; 12, tracto mamilotalámico; 13, fibras de proyección que entran en el cingulum; 14, fibras de proyección para la formación reticular.

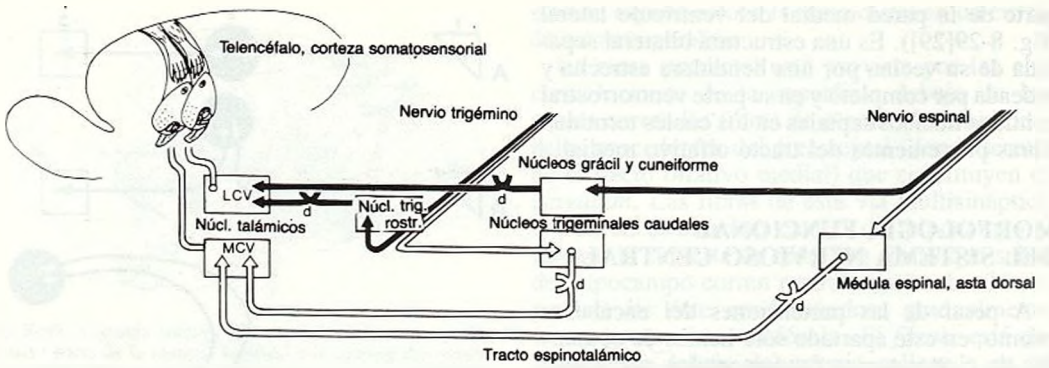


Fig. 8-53. Proyecciones lemniscales (negro) y extralemniscales (blanco) desde el tronco y la cabeza hasta el telencéfalo. d, decusación; LCV, parte lateral; MCV; parte medial del núcleo talámico caudoventral.

cente; a su vez, estas neuronas se proyectan en células del asta ventral del mismo segmento o de otro vecino, completando así la cadena neuronal corta que provee la base anatómica de las respuestas reflejas locales. (La interneurona se omite del arco reflejo más sencillo de todos, el del reflejo tendinoso, fig. 8-7.) La neurona del asta ventral cuyo axón termina directamente en el efectos se llama neurona motora inferior.

Otras ramas de los axones primarios se conectan con los centros superiores directamente o por medio de interneuronas y proveen así vías que inician respuestas integradas más complejas. Las vías ascendentes relacionadas con la mayoría de las modalidades sensoriales (incluso una fracción de las relacionadas con el registro de la posición) llegan finalmente al área somatosensorial de la corteza cerebral y proveen el mecanismo para la percepción consciente. Ninguna de estas vías ascendentes está aislada del todo respecto de las otras partes del encéfalo y todas están conectadas de diversas maneras con otros centros por medio de ramas colaterales en distintos niveles.

Sistema lemniscal

Existen dos grandes vías ascendentes que entran en la conciencia. Una, llamada aquí *sistema lemniscal*, aunque se utilizan otros nombres, es seguida por impulsos que proveen un alto grado de discriminación espacial del tacto para estimar con exactitud la intensidad de la presión, la sensación vibratoria repetitiva y parte de la propiocepción articular. El eslabón inicial de esta vía está dado por las ramas principales de los axones de las neuronas sensoriales primarias que entran en la médula espinal (fig. 8-9). Estas ramas pasan inmediatamente al cordón dorsal de la médula, donde adoptan una disposición muy ordenada (fig. 8-27); las que entran con los nervios sacros ocupan posiciones más mediales y las que entran en niveles más craneales ocupan posiciones progresivamente más laterales. Un tabique glial que aparece dentro del cordón dorsal a nivel mediotorácico lo divide en dos partes; la división medial, que constituye el *fascículo grácil*, contiene fibras procedentes del miembro pelviano y la parte caudal del tronco, mientras que la división lateral, el *fascículo cuneiforme*, contiene fibras procedentes del miembro torácico, parte craneal del tronco y cuello. Ambos tractos terminan dentro de los núcleos de nombres similares de la parte dorsal de la médula oblonga, donde forman unas ligeras elevaciones en la superficie, los tubérculos grácil y cuneiforme, inmediatamente rostral a la terminación de la médula espinal (fig. 8-30[13]). Los axones de las neuronas del segundo estadio abandonan las caras ventrales de los *núcleos grácil* y *cuneiforme medial* y se decusan inmediatamente hacia el lado opuesto antes de virar en dirección rostral como el gran tracto que se conoce como lemnisco medial. El *lemnisco medial* corre hacia adelante dentro de la parte ventral de la médula oblonga, dorsalmente a la pirámide y cerca del plano mediano, para llegar a una parte específica del *complejo nuclear caudoventral del tálamo* (fig. 8-53). Después de entablar sinapsis dentro del tálamo, los axones de las neuronas del tercer estadio se proyectan a través de la radiación talámica en el área somatosensorial de la corteza cerebral (neopallium), principalmente en una región directamente caudal respecto del surco cruzado. En su curso por el tronco cerebral el lemnisco medial recibe fibras equivalentes del núcleo cervical lateral, núcleo del tracto descendente del nervio trigémino y del núcleo sensorial rostral (principal) del mismo nervio después de una decusación dentro del metencéfalo (figs. 8-53 y 8-54).

La organización somatotópica de esta vía se preserva en toda su longitud, incluso el núcleo

talámico y la corteza. La representación cortical corresponde a las partes contralaterales del cuerpo y refleja la abundancia de su inervación sensorial, no sus tamaños absolutos (fig. 8-10). También existe cierta segregación por modalidad.

Sistema extralemniscal

Este sistema transmite un segundo grupo de tipos de aferencias somáticas generales caracterizado por una propagación más lenta y una localización menos exacta de los estímulos que las originan. La información transmitida se relaciona con las formas más toscas de tacto y presión, con la temperatura y con el dolor. Los axones primarios de este sistema terminan en neuronas de las astas dorsales dentro de uno o dos segmentos desde la entrada inicial. La información es tratada por medio de varias interneuronas antes de salir del asta dorsal. Los axones de las neuronas del segundo estadio pasan entonces a la sustancia blanca de la médula espinal y ascienden hacia centros superiores encefálicos. La proyección de las señales dolorosas en particular, desde la médula espinal hacia el encéfalo, se hace por medio de varios sistemas ascendentes que pueden ser divididos en grupos medial y lateral de acuerdo con sus proyecciones y, tal vez, según sus presuntas funciones (Pennis and Melzack, 1983).

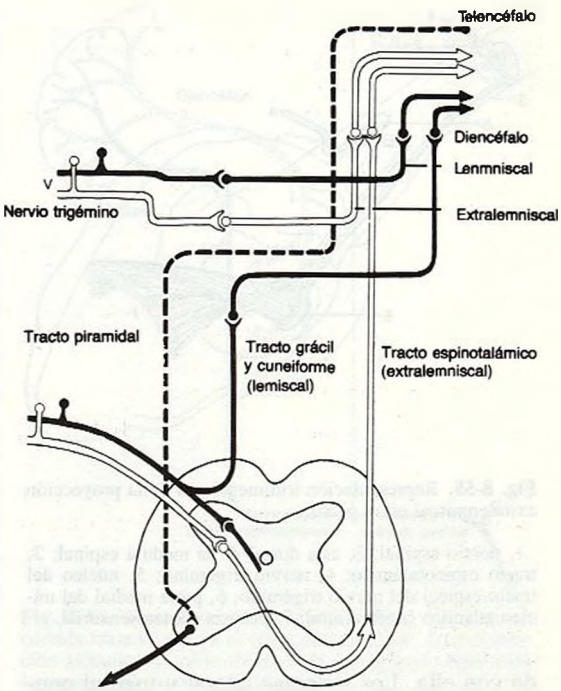


Fig. 8-54. Esquema simplificado de las proyecciones lemniscales (negro) y extralemniscales (blanco) desde la cabeza y tronco hasta el telencéfalo. También se indica el tracto piramidal (línea negra entrecortada) con fines comparativos.

Los tractos del grupo medial se proyectan por el centro del neuroeje hacia el nivel del sistema límbico. Este grupo comprende: 1) el tracto paleoespinotalámico que se dirige a los núcleos talámicos mediales e intralaminares, 2) el tracto espinorreticular, compuesto por haces de fibras situadas bilateralmente en las zonas ventral y ventrolateral de la sustancia blanca espinal y que termina en la formación reticular del tronco cerebral llegando, hacia rostral, hasta el diencéfalo, y 3) un grupo poco organizado de vías propioespinales que se origina y termina en la sustancia gris espinal y que constituye un sistema de fibras ascendente multisináptico.

A diferencia del grupo lateral, el grupo medial presenta pocas variaciones entre los vertebrados. El grupo lateral comprende también tractos que se proyectan sobre la parte medial del núcleo caudoventral neoespinotalámico, 2) el sistema espinocervicotalámico y, 3) una vía de segundo orden en la columna dorsal.

1. Un tracto neoespinotalámico constituye el clásico tracto del dolor de los primates y del hombre. Es un tracto enteramente cruzado que asciende en la parte ventrolateral respecto del asta ventral hacia la parte medial del núcleo talámico caudoventral.

2. El sistema espinocervicotalámico está bien desarrollado en los mamíferos subprimates, en particular en los carnívoros. Los axones de segundo orden ascienden del mismo lado como tracto espinocervical, el cual ocupa el cuadrante dorsolateral de la sustancia blanca y termina en el núcleo cervical lateral, que está situado en la unión de la médula espinal y el tronco cerebral. Los axones que se originan en este núcleo cruzan la línea media y siguen el lemnisco medial para terminar en la parte medial del núcleo caudoventral del tálamo donde se superponen a la proyección del tracto neoespinotalámico.

3. El tercer sistema se ha encontrado en los gatos. Está compuesto por axones de segundo orden que, sorprendentemente, ascienden por las columnas dorsales, las que están constituidas principalmente por aferentes primarios que no son nociceptivos. Los axones postsinápticos que transmiten sensaciones dolorosas terminan en núcleos del mismo lado de la columna dorsal. Los axones de tercer orden cruzan la línea media y también van a la parte medial del núcleo talámico caudoventral (figs. 8-54 y 8-55).

Se han propuesto modelos tendientes a explicar los papeles que respectivamente cumplen los sistemas lateral y medial de transmisión de señales dolorosas en la generación de la sensación dolorosa y del comportamiento relaciona-

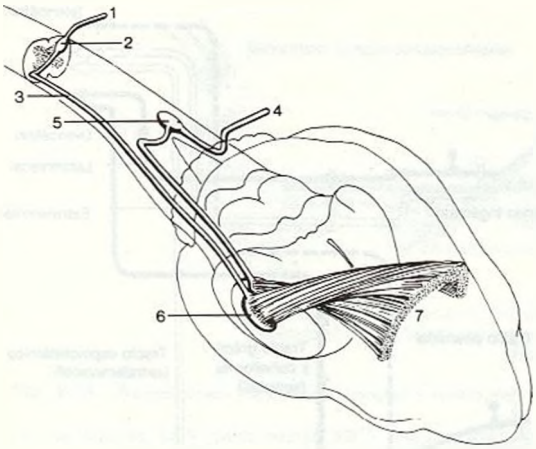


Fig. 8-55. Representación tridimensional de la proyección extralemniscal en el perro.

1, nervio espinal; 2, asta dorsal de la médula espinal; 3, tracto espinotalámico; 4, nervio trigémino; 5, núcleo del tracto espinal del nervio trigémino; 6, parte medial del núcleo talámico caudoventral; 7, corteza somatosensorial.

do con ella. Los sistemas lateral y medial contribuirían en forma diferente a la dimensión psicológica de la experiencia dolorosa. El sistema lateral conduciría información relacionada con las dimensiones discriminativo-sensoriales del dolor, mientras que el medial estaría principalmente relacionado con la dimensión afectivo–motivadora por medio de la formación reticular, el tálamo medial y el sistema límbico. Otro modelo sugiere que el sistema lateral estaría implicado preferentemente con los estímulos nocivos de aparición súbita y por lo tanto relacionado con la modalidad de la amenaza de daño que implica el dolor. Por su parte, el sistema medial tendría que ver con componentes persistentes del dolor y estaría así mejor adaptado para mediar en las señales relacionadas con lesiones tisulares ya instaladas.

Otras vías ascendentes

Estas vías transmiten una información procedente de receptores musculares y tendinosos que no llegan a la conciencia. La vía empieza de la manera usual con axones primarios que terminan en las células del asta dorsal dentro del segmento inicial y los adyacentes. Los axones de las neuronas del segundo estadio se asocian en los *tractos espinocerebelosos dorsal y ventral* (fig. 8-27[5,6]) que siguen recorridos aparte hasta sus proyecciones en la corteza cerebelosa. El tracto dorsal hace un recorrido homolateral directo que entra en el cerebelo por el pedúnculo caudal; la información que transmite proviene de la estimulación de los husos musculares. Por el contrario, el tracto espinocerebeloso ventral concierne principalmente a la transmisión de información proveniente de receptores tendinosos. Las fibras de este tracto se decusan dentro de la médula espinal cerca de sus orígenes y luego ascienden hasta el nivel del mesencéfalo antes de volver para entrar en el cerebelo por el pedúnculo rostral. Una segunda decusación dentro de la médula cerebelosa hace que las fibras retornen al lado en que se originó el estímulo, antes de terminar en la corteza cerebelosa. Ambos tractos proveen una representación somatotópica homolateral dentro de la corteza cerebelosa. Estos dos tractos sólo conciernen a la información proveniente del tronco y miembro pelviano; la representación equivalente del miembro torácico sigue otra vía que no hemos de describir.

Una vía ascendente difusa adicional es la de la formación reticular, que comentaremos en el próximo apartado. Esta vía provee un medio para integrar la información conducida por las vías que describimos antes con la información proveniente de otros sistemas aferentes somáticos y viscerales, generales y especiales.

Formación reticular

La formación reticular se extiende desde la médula espinal a través de todo el tronco cerebral como una disposición difusa de neuronas entremezcladas con tractos de fibras. Desde el punto de vista evolutivo es un sistema antiguo.

A pesar de la impresión de difusión y falta de organización que se tiene al principio, un análisis más detenido permite reconocer numerosas aglomeraciones nucleares de diversos tamaños y caracteres arquitectónicos, algunos de ellos lo suficientemente distintivos como para identificar sus homólogos en distintas especies.

La formación reticular está conectada con todos los sistemas de proyección del sistema nervioso central, sean aferentes o eferentes, y tiene conexiones recíprocas con los grandes centros integradores del encéfalo. Así, entre sus múltiples conexiones ascendentes, descendentes y transversas, existen tractos como los reticulocerebeloso y cerebelorreticular, reticulotalamocortical y corticorreticular. De esto es inevitable deducir que la formación reticular cumple una función importante en la modulación de las actividades de estos centros integradores.

La formación reticular ocupa una gran parte del tronco cerebral; se propaga dentro del centro y cuando llega al tálamo aporta algunos de los grupos nucleares de esta compleja estructura.

La formación puede dividirse en partes que se distinguen por su morfología. La parte medial, llamada *gris periventricular* está dispuesta

en relación con el sistema ventricular del encéfalo. No se la ha podido analizar en forma detallada, pero parece que provee vías multisinápticas compuestas por una cantidad indeterminable de neuronas con prolongaciones cortas y muy ramificadas.

El *segundo componente* exhibe una organización más obvia, con núcleos y tractos más fáciles de identificar. Se restringe al tronco cerebral y abarca desde el piso de la médula oblonga a través del mesencéfalo hasta llegar a los núcleos "reticulares" del tálamo. Los núcleos reticulares del tálamo reciben impulsos de las partes inferiores de la formación y se proyectan en forma difusa en todo el neopallium. El *tracto espinorreticulotalámico*, importante componente del sistema, puede proveer una vía alternativa o complementaria al sistema espinotalámico. El tracto espinorreticulotalámico empieza con la proyección de neuronas aferentes primarias en neuronas que están en el asta dorsal. Contiene axones que recorren largas distancias y conducen impulsos con mayor rapidez que los encontrados en el tracto espinotalámico.

Una extensa vía ascendente que finalmente se proyecta más allá del tálamo en la corteza se conoce como *sistema activador reticular ascendente*, que recibe impulsos de las ramas colaterales de todos los sistemas sensoriales, sean exteroceptivos o enteroceptivos (fig. 8-56). Su activación despierta al animal y lo torna más consciente de sus circunstancias y ambiente circundante; la disminución de la actividad induce letargo o sueño. Se ha considerado que en el sistema activador reticular se asienta la conciencia, pero la mayoría de los neurólogos afirmarían que "no hay ningún sitio en particular donde mora la conciencia".

El sistema reticular también cumple una función esencial en el control motor por medio de una vía descendente que va desde el telencéfalo hasta destinos finales en las neuronas motoras inferiores del tronco cerebral y médula espinal. La proyección es difusa, multisináptica y está interrumpida por retransmisores en todas las partes del tronco cerebral. Más adelante se la considera con mayor detalle.

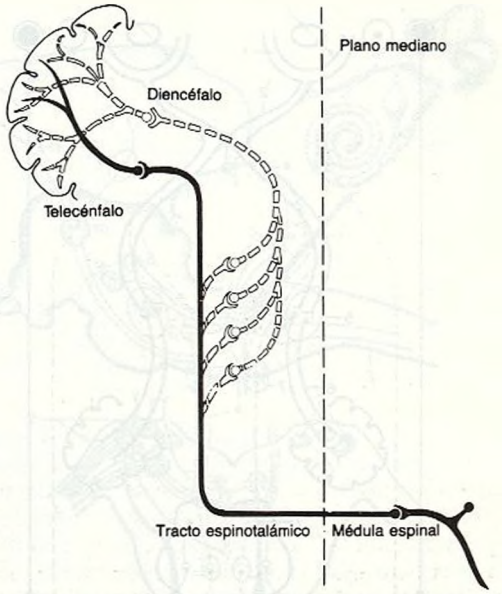


Fig. 8-56. Tracto ascendente multisináptico (línea entrecortada blanca) que va al telencéfalo a través de la formación reticular. El tracto colateral de este ejemplo representa la proyección extralemniscal (negro).

Vías aferentes somáticas especiales

Vías visuales

La información visual es conducida desde la retina por el nervio óptico. Después de entrar en la cavidad craneana por el agujero óptico, el nervio converge al encuentro de su homólogo en el quiasma óptico, que está aplicado sobre la superficie ventral del encéfalo. Aquí ocurre una decusación parcial de fibras, de modo que la proporción de fibras que cruzan al otro lado se relaciona con el grado de visión binocular de cada especie. En las aves, todas las fibras cruzan, por lo que su visión fue considerada como monocular; sin embargo, informaciones recientes indican que algunas aves tendrían una visión binocular aun mayor que la del hombre. En los ungulados el campo visual binocular es muy restringido, se cruzan del 85 al 90% de las fibras. La proporción es menor (75%) en los carnívoros y disminuye a un 50% en los primates, en los cuales la visión binocular está mejor desarrollada.

Este reordenamiento lleva fibras de ambas retinas a cada tracto óptico, que se arquea sobre la superficie lateral del tálamo (fig. 8-30[20]). La mayor proporción termina dentro del núcleo geniculado lateral, que forma un abultamiento en el extremo superior del tracto, o en el núcleo pulvinar que está por medial de él. Aquí termina la vía óptica primaria. Las fibras de las neuronas del segundo estadio se proyectan, por medio de la radiación óptica de la cápsula interna, en la corteza visual, que está en el lóbulo occipital del cerebro, donde asienta la percepción visual consciente (fig. 8-57[6]).

Una cantidad menor de fibras se proyecta en diversos núcleos mesencefálicos, algunas después de una retransmisión preliminar en el núcleo geniculado lateral. Los más delanteros de estos centros y núcleos mesencefálicos de integración visual son los colículos rostrales. Desde los núcleos mesencefálicos ocurren retrans-

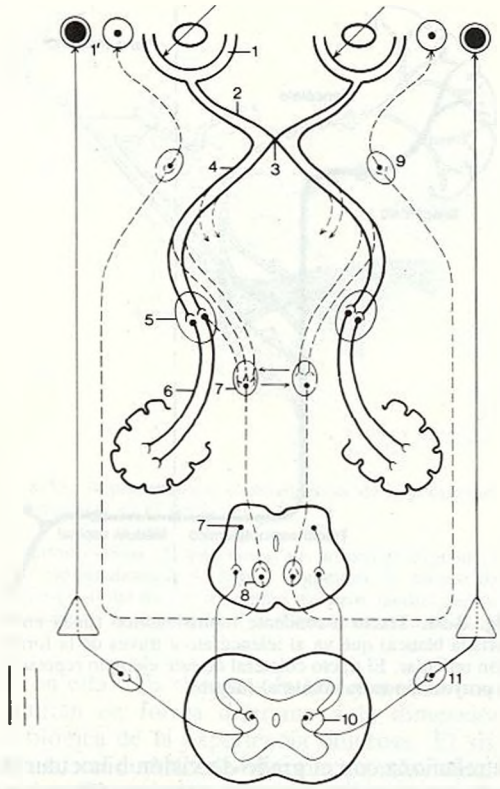


Fig. 8-57. Esquema simplificado de las vías visuales y del reflejo pupilar.

1, retina; 1', pupila dilatada y contraída; 2, nervio óptico; 3, quiasma óptico; 4, tracto óptico; 5, núcleo geniculado lateral; 6, radiación óptica; 7, colículo rostral y núcleos pretectales; 8, núcleo del oculomotor (parte parasimpática); 9, ganglio ciliar; 10, columna eferente visceral lateral; 11, ganglio cervical craneal.

misiones a través de diversas cadenas neuronales por las cuales tienen lugar los reflejos ópticos que se relacionan con la dirección de la mirada, la acomodación y el diámetro de las pupilas.

Vías vestibulares

Las fibras vestibulares entran en el tronco cerebral con el tronco común vestibulococlear que penetra en el cuerpo trapezoide, para terminar entonces en neuronas de los núcleos vestibulares o emitir ramas colaterales para ellas (fig. 8-58[2]). Las fibras que continúan intactas llegan al cerebelo por el pedúnculo caudal. Las fibras secundarias procedentes de los núcleos vestibulares se dividen entre las que también van al cerebelo y las que corren hacia la médula espinal por el tracto vestibuloespinal y el fascículo longitudinal medial (fig. 8-58[4]) y la formación reticular.

Las fibras que conducen la percepción consciente de los estímulos vestibulares pasan por el lemnisco lateral y los núcleos talámicos a una determinada región de la corteza cerebral del lóbulo temporal.

Vías auditivas

Las fibras del componente coclear del nervio vestibulococlear también entran en el tronco cerebral por retransmisión en los núcleos cocleares dorsal y ventral que están situados en la superficie del tronco cerebral (fig. 8-59[1,2]). Las fibras del segundo estadio procedentes del núcleo ventral van entonces a entablar sinapsis con un núcleo homolateral o contralateral del cuerpo trapezoide (fig. 8-59[3]). Luego la vía continúa con fibras de neuronas del tercer estadio que corren dentro del lemnisco lateral. Una proporción de ellas hace sinapsis con el núcleo de este tracto, un segundo contingente va al colículo caudal (fig. 8-59[6]) y un tercero, que interviene en la percepción consciente del sonido, hace sinapsis con el núcleo geniculado medial antes de ir a la corteza auditiva que está dentro del lóbulo temporal.

Las fibras que emergen de los núcleos cocleares dorsales se unen al lemnisco lateral homolateral o contralateral y en lo sucesivo siguen los mismos cursos que los que provienen de los núcleos cocleares ventrales.

Vías motoras somáticas

La actividad motora somática es regulada en dos niveles del sistema nervioso central por grupos separados de células nerviosas, designadas convenientemente neuronas motoras inferiores y superiores.

Las *neuronas motoras inferiores* están en la columna ventral de la sustancia gris de la médula espinal (fig. 8-21[4]) y dentro de los núcleos motores somáticos de los nervios craneanos que contienen componentes eferentes somáticos. Sus axones corren por los nervios espinales y los nervios craneanos que corresponden, hasta los músculos esqueléticos, donde cada uno termina en un grupo de fibras musculares (fig. 8-60). El tamaño del grupo de fibras musculares varía según la precisión que se requiere en el desempeño de cada músculo en particular (p. 39). Las neuronas motoras inferiores proveen las ramas eferentes de los reflejos simples, pero en todas las otras circunstancias son dirigidas por neuronas motoras superiores.

Las *neuronas motoras superiores* intervienen en reflejos más complicados y también inician movimientos voluntarios. Están dentro del neopallium, en parte en el área motora primaria

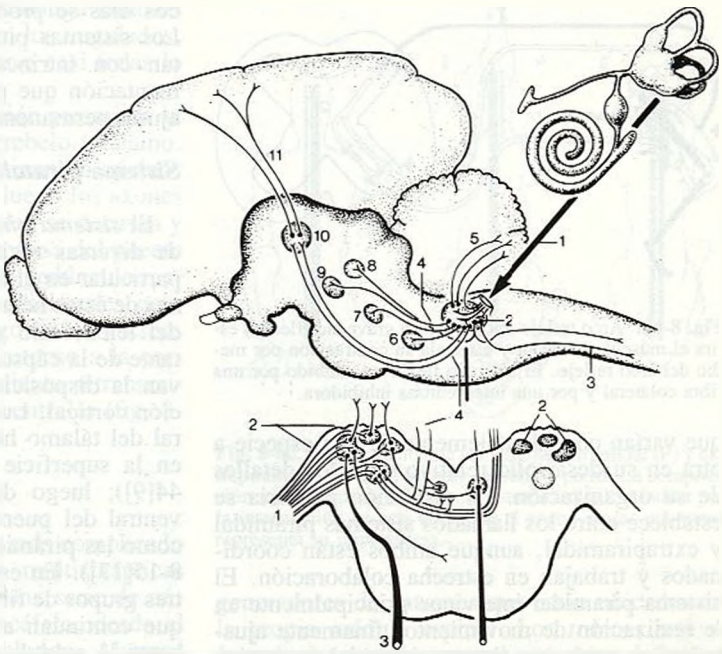


Fig. 8-58. Esquema simplificado de las vías vestibulares.

1, fibras vestibulares en el nervio vestibulococlear; 2, núcleos vestibulares; 3, tracto vestibuloespinal; 4, fascículo longitudinal medial; 5, tracto vestibulocerebeloso; 6, núcleo del abducens; 7, núcleo del troclar; 8, núcleo del oculomotor; 9, núcleo rojo; 10, tracto vestibulotalámico (en el lemnisco lateral); 11, núcleos talámicos; 12, fibras de proyección talamocortical.

pero también en otras regiones, tales como la formación reticular y el núcleo rojo. Las áreas corticales para las neuronas que controlan músculos de las distintas partes del cuerpo poseen una extensión variable según la importancia y complejidad de los movimientos de estas partes en las actividades habituales de la especie; así, la mano ocupa un área relativamente mucho más grande de la corteza humana que la correspondiente a todo el miembro en los ungulados. Las neuronas motoras superiores no se proyectan directamente en las fibras musculares, sino que ejercen su control excitando o inhibiendo las neuronas motoras inferiores.

Las conexiones de las neuronas motoras superiores con las inferiores siguen diversas vías

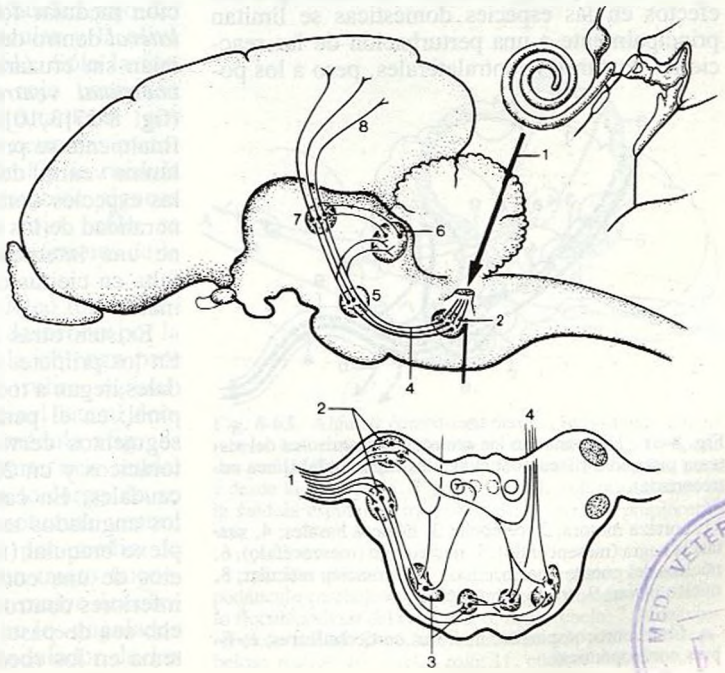


Fig. 8-59. Esquema simplificado de las vías auditivas.

1, fibras cocleares en el nervio vestibulococlear; 2, núcleos cocleares (dorsal y ventral); 3, núcleos en el cuerpo trapezoide; 4, lemnisco lateral; 5, núcleo en el lemnisco lateral; 6, colículo caudal; 7, núcleo geniculado medial; 8, fibras de proyección para la percepción consciente.

FAC. MED. VETERINARIA

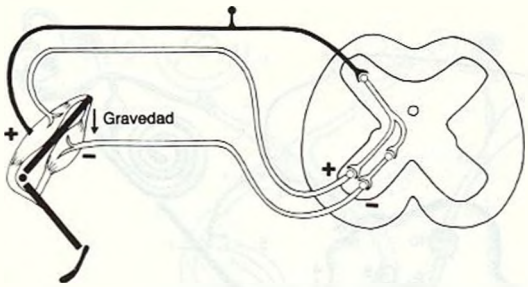


Fig. 8-60. Arco reflejo miotático. La gravedad (flecha) estira el músculo extensor y estimula su contracción por medio del arco reflejo. El músculo flexor es inhibido por una fibra colateral y por una interneurona inhibidora.

que varían considerablemente de una especie a otra en su desarrollo relativo y en los detalles de su organización. La distinción primaria se establece entre los llamados sistemas piramidal y extrapiramidal, aunque ambos están coordinados y trabajan en estrecha colaboración. El sistema piramidal interviene principalmente en le realización de movimientos finamente ajustados, en tanto que el extrapiramidal se emplea en el control de movimientos más gruesos, en particular los patrones locomotores estereotipados. De esto se desprende que el sistema piramidal tiene que estar mejor desarrollado en los primates que en las especies domésticas, distinción ésta que explica las distintas consecuencias de las lesiones de la vía piramidal. El daño severo de la vía piramidal causa parálisis completa y permanente de la musculatura voluntaria contralateral en el hombre, en tanto que los efectos en las especies domésticas se limitan principalmente a una perturbación de las reacciones posturales contralaterales, pero a los pocos días se produce una recuperación parcial. Los sistemas piramidal y extrapiramidal cuentan con intrincados mecanismos de retroalimentación que permiten hacer el monitoreo y ajuste permanentes de la actividad motora.

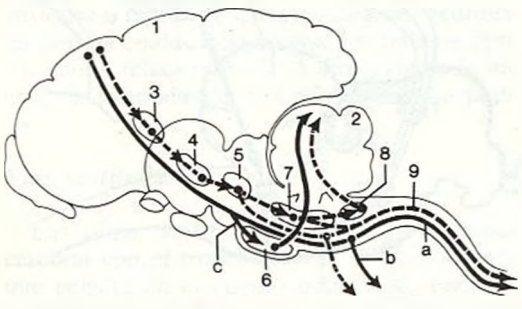


Fig. 8-61. Diagrama de los centros retransmisores del sistema piramidal (línea continua) y extrapiramidal (línea entrecortada).

1, corteza motora; 2, cerebelo; 3, núcleos basales; 4, sustancia negra (mesencéfalo); 5, núcleo rojo (mesencéfalo); 6, núcleos del puente (metencéfalo); 7, formación reticular; 8, núcleo olivar; 9, tracto rubroespinal.

a, fibras corticoespinales; b, fibras corticobulbares; c, fibras corticopónticas.

Sistema piramidal

El *sistema piramidal* se origina en neuronas de diversas regiones del neopallium, pero en particular en el área motora primaria. Los axones de estas neuronas convergen hacia su salida del telencéfalo y forman una fracción importante de la cápsula interna; en su pasaje preservan la disposición ordenada de la representación cortical. Luego continúan por la cara lateral del tálamo hasta entrar en el pilar cerebral en la superficie ventral del encéfalo (fig. 8-44[9]); luego de haber recorrido la porción ventral del puente reaparecen en la superficie como las pirámides de la médula oblonga (fig. 8-15[17]). En este sistema pueden distinguirse tres grupos de fibras: las *fibras corticoespinales* que continúan a través de la médula oblonga hasta la médula espinal, las *fibras corticobulbares* que se desprenden a niveles apropiados del tronco cerebral para llegar a diversos núcleos de nervios craneanos contralaterales y las *fibras corticopónticas* que van a diversos núcleos del puente (fig. 8-61[a,b,c]).

Ciertas fibras corticoespinales se decusan dentro de la médula oblonga, mientras que otras continúan directamente en la médula espinal y se decusan únicamente cuando están cerca de sus terminaciones. Las fibras con decusación medular forman un *tracto corticoespinal lateral* dentro del cordón lateral y las que continúan sin cruzarse constituyen un *tracto corticoespinal ventral* dentro del cordón ventral (fig. 8-27[3,10]). Las fibras de ambos tractos finalmente se proyectan en las células de la columna ventral del lado contrario a su origen. En las especies domésticas, al igual que en la generalidad de los mamíferos, siempre se interpone una interneurona corta; esta interneurona falta en ciertas conexiones del sistema del primate.

Existen otras diferencias entre las especies. En los primates y carnívoros las fibras piramidales llegan a todos los niveles de la médula espinal; en el perro, cerca del 50% termina en segmentos cervicales, un 30% en segmentos torácicos y un 20% en segmentos lumbosacrocaudales. En cambio, el sistema piramidal de los ungulados terminaría a nivel del origen del plexo braquial (fig. 8-62), aunque existen indicios de una continuación difusa hasta niveles inferiores dentro del cordón dorsal, vía que, dicho sea de paso, es favorecida por todo el sistema en los roedores. La proporción de fibras

que se decusan en la médula oblonga también varía, ya que el 50% lo hace en los ungulados, el 75% en los primates y todas o casi todas lo hacen en el perro y gato.

El circuito de retroalimentación piramidal se cumple a través del puente, cerebelo y tálamo. Las fibras corticopónticas terminan en núcleos de la parte ventral del puente; luego los axones de las neuronas de segundo orden se decusan y pasan dentro de la lámina transversa del puente para entrar en el cerebelo por su pedúnculo medio. Otras sinapsis sucesivas adicionales ocurren dentro de la corteza y luego en los núcleos del cerebelo, desde donde el retorno a la corteza cerebral se completa mediante retransmisión en los núcleos talámicos ventrales (fig. 8-63).

Sistema extrapiramidal

El sistema extrapiramidal es más complicado porque entraña diversas vías multisinápticas que se retransmiten dentro de una serie de núcleos dispersos por todo el encéfalo, desde el telencéfalo hasta la médula oblonga. Algunos de estos núcleos son estructuras grandes que se ven a simple vista; otras, en cambio, son pequeñas o difusas y constituyen un sistema reticular descendente dentro de la formación reticular del tronco cerebral.

Este sistema extrapiramidal también se origina en diversas partes de la corteza, incluso en el área motora primaria. Las estaciones retransmisoras comprenden el núcleo caudado entre los núcleos basales, pequeños núcleos subtalámicos, la sustancia negra y el núcleo rojo del mesencéfalo, la formación reticular y la oliva en la médula oblonga (fig. 8-61). Sólo la formación reticular y el núcleo rojo contienen neuronas que se proyectan directamente (por medio de interneuronas) en las neuronas motoras inferiores del tronco cerebral y la médula espinal; los otros núcleos, y también algunas neuronas dentro del núcleo rojo, sólo se proyectan en células de núcleos inferiores de la serie.

Las fibras procedentes del núcleo rojo se decusan inmediatamente antes de descender por la parte ventrolateral de la médula oblonga para constituir un tracto separado (rubro espinal) que bordea el tracto corticoespinal lateral dentro del cordón lateral de la médula (fig. 8-27[4]). Este tracto llega a la parte más caudal de la médula proyectándose a lo largo de su trayecto en las células de la columna ventral (neuronas motoras inferiores) por medio de cortas interneuronas. Éste es un tracto importante en los carnívoros y es la mejor desarrollada de todas las vías motoras en los ungulados (fig. 8-62). Sirve como un modulador de los

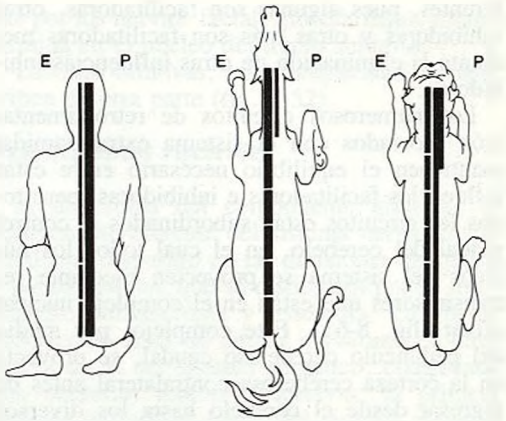


Fig. 8-62. Comparación de los sistemas piramidal (P) y extrapiramidal (E) en el hombre, caballo y perro. La composición multisináptica del sistema extrapiramidal se indica por la interrupción de esta columna; el ancho de las columnas representa su importancia.

generadores de patrones que están ubicados en la propia médula espinal. Los *tractos reticuloespinales* dorsal y ventral están bien definidos en el cordón lateral. Hay un tracto reticuloespinal póntico situado en el cordón ventral.

Las actividades de los diversos núcleos y tractos conectores del sistema extrapiramidal se encuentran íntimamente coordinados y tan finamente equilibrados que el daño de cualquiera de sus partes puede comprometer seriamente la aptitud para mantener la postura o ejecutar movimientos intencionales. Las distintas partes del sistema cumplen funciones di-

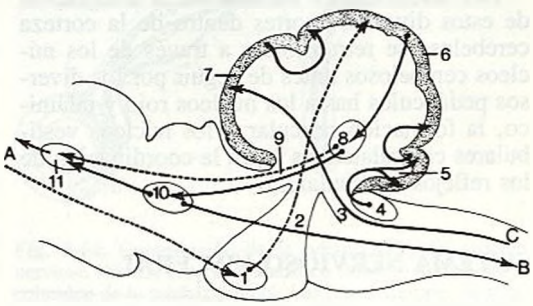


Fig. 8-63. Algunas conexiones fibrosas importantes del cerebelo. Las conexiones con la neocorteza están representadas por las líneas discontinuas. *A*, tractos que corren hacia y desde la neocorteza; *B*, tractos para la columna motora de la médula espinal (extrapiramidal); *C*, tractos propioceptivos.

1, núcleos pónticos; 2, pedúnculo cerebeloso medio; 3, pedúnculo cerebeloso caudal; 4, núcleos cocleares; 5, lóbulo floculonodular del cerebelo; 6, neocerebelo; 7, lóbulo cerebeloso rostral; 8, núcleos cerebelosos; 9, pedúnculo cerebeloso rostral; 10, núcleo rojo; 11, núcleos talámicos.

ferentes, pues algunas son facilitadoras, otras inhibidoras y otras más son facilitadoras mediante la eliminación de otras influencias inhibidoras.

Los numerosos circuitos de retroalimentación asociados con el sistema extrapiramidal mantienen el equilibrio necesario entre estas influencias facilitadoras e inhibidoras, pero todos los circuitos están subordinados al control global del cerebelo, en el cual todos los núcleos del sistema se proyectan mediante retransmisores que están en el complejo nuclear olivar (fig. 8-61). Este complejo, por medio del pedúnculo cerebeloso caudal, se proyecta en la corteza cerebelosa contralateral antes de regresar desde el cerebelo hasta los diversos núcleos. La rama de retorno más importante corre desde el cerebelo hasta los núcleos talámicos y de allí a la corteza motora y a los núcleos basales; otras vías siguen trayectorias más cortas para proyectarse en el núcleo rojo y en la formación reticular.

Función cerebelosa

Aunque de por sí el cerebelo no inicia movimientos, asegura que éstos se ejecuten de la manera correcta controlando los sistemas piramidal y extrapiramidal. Para este fin recibe una corriente incesante de información que circula desde los circuitos de retroalimentación piramidal y extrapiramidal hasta el lóbulo caudal, desde el aparato vestibular por los núcleos vestibulares hasta el lóbulo floculonodular y desde los propioceptores que envían sus impulsos al lóbulo rostral.

Las instrucciones basadas en la integración de estos diversos aportes dentro de la corteza cerebelosa se retransmiten a través de los núcleos cerebelosos antes de seguir por los diversos pedúnculos hasta los núcleos rojo y talámico, la formación reticular y los núcleos vestibulares contralaterales (para la coordinación de los reflejos vestibulares).

SISTEMA NERVIOSO VISCERAL

El sistema nervioso visceral o autónomo rige las funciones viscerales. Cumple muchas responsabilidades particulares que pueden definirse sucintamente como el mantenimiento del ambiente interno dentro de límites permisibles. La concentración común en las vías motoras periféricas (simpáticas y parasimpáticas) distrae la atención respecto de las estructuras de control centrales y las vías aferentes que proporcionan la información necesaria para obtener respuestas apropiadas.

Hipotálamo

El hipotálamo es un importante centro integrador, cuya parte rostral está oculta y cuya parte caudal –ejemplificada por el tuber cinereum y los cuerpos mamilares– se halla expuesta en la superficie del encéfalo (figs. 8-15[9,11] y 8-29). El hipotálamo contiene muchas áreas de función y responsabilidad especializada. Un breve resumen de sus funciones debe incluir el control del apetito, equilibrio del agua (balance hídrico), temperatura corporal, desempeño cardiovascular, conducta y actividad sexual y emoción. Como casi todas las funciones corporales tienen sus implicancias viscerales, el hipotálamo tiene que recibir y coordinar información procedente de la mayoría de las otras partes del sistema nervioso, incluso las que tienen una función somática ostensible. La información sobre las actividades somáticas se proyecta por intermedio de los núcleos basales, los retransmisores de las vías motoras extrapiramidales y los núcleos talámicos a los cuales van las vías aferentes somáticas. La información concerniente a la función visceral se recibe de núcleos mesencefálicos y de la formación reticular. Otra contribución muy importante proviene del telencéfalo, en especial el hipocampo, por la vía del fórnix. Este último permite relacionar los impulsos emocionales y coordinarlos con los restantes.

El hipotálamo regula la actividad por mecanismos nerviosos y humorales, a veces en combinación. Las vías nerviosas llegan al tronco cerebral y la médula espinal por vías directas o mediante recorridos multisimpáticos dentro de la formación reticular en la que se lleva a cabo la integración final. Otras proyecciones proveen retroalimentación para el cerebro anterior por intermedio de los núcleos talámicos rostrales.

La vía humoral opera por medio de células neurosecretorias cuyos productos pueden pasar al torrente sanguíneo directamente para su difusión general o ir específicamente a la hipófisis por medio del sistema de vasos portales (fig. 6-2).

Hipófisis

La hipófisis (glándula pituitaria), suspendida debajo del hipotálamo por el infundíbulo, consta de dos partes. Una, la neurohipófisis (lóbulo posterior) es una prolongación del encéfalo; la otra, la adenohipófisis, se forma a partir del ectodermo oral (p. 153) y comprende los lóbulos anterior e intermedio; por el momento no interesan las diferencias entre las especies en las interrelaciones topográficas de los lóbulos (fig. 6-1).

Los tres lóbulos producen o almacenan varias hormonas (p. 225). Las hormonas del lóbulo posterior son producidas por células neurosecretorias de los núcleos supraópticos y paraventriculares del hipotálamo y son conducidas por los axones para su liberación directa en el lecho capilar neurohipofisario (fig. 6-2).

Vías aferentes viscerales

Existen vías aferentes viscerales generales y especiales, estas últimas dedicadas a la gustación y la olfación. Los receptores de la vía aferente visceral están en las vísceras y los vasos sanguíneos; la mayoría son mecanorreceptores que responden a la presión, al estiramiento y, con menor frecuencia, al flujo, en tanto que una minoría son quimiorreceptores que responden a estímulos como el contenido de dióxido de carbono de la sangre. Las fibras que trasmiten impulsos originados en estos receptores trascurren dentro de cualquier tronco nervioso situado de manera conveniente, utilizando los que tienen una composición a predominio somático, así como aquellos cuyos otros componentes son eferentes viscerales. Los cuerpos de las neuronas primarias están en los ganglios de las raíces dorsales de todos los nervios espinales (y los ganglios equivalentes de ciertos nervios craneanos); los axones se proyectan en interneuronas y neuronas de proyección que están en la columna aferente visceral de la médula espinal y tronco cerebral (figs. 8-21[2] y 8-32[9,17]. Las cadenas cortas de interneuronas proveen reflejos viscerales simples que tienen sus dos últimos puestos retransmisores dentro de la columna eferente visceral y los ganglios autónomos periféricos. Las neuronas de proyección forman vías ascendentes que siguen los sistemas somáticos lemniscales y extralemniscales para ir a terminar, lo mismo que éstos, en los núcleos del tálamo ventrocaudal. Una última proyección a la corteza puede dar lugar a la percepción consciente, aunque la mayor parte de la actividad visceral pasa inadvertida. (La sensación de plenitud originada en los órganos digestivos o la vejiga figura entre las actividades viscerales cuya conciencia es más común). La contracción pronunciada y la sobredistensión importante de los órganos viscerales puede percibirse como dolor. El dolor de origen visceral puede estar "referido" a la superficie del cuerpo, tal vez como consecuencia de la convergencia de las vías aferentes somáticas cutáneas y viscerales en las mismas neuronas en algún punto de su trayecto.

La vía aferente visceral especial que interviene en la gustación sigue una ruta similar a la de las modalidades sensoriales viscerales generales. El recorrido desde las papilas gustativas por los nervios facial, glosofaríngeo y vago termina en el núcleo del tracto solitario.

Las vías olfativas, más complicadas, se describen en otra parte (fig. 8-52).

Vías eferentes viscerales

A diferencia del componente aferente, el componente eferente del sistema nervioso visceral está dispuesto en las divisiones simpática y parasimpática, que se distinguen por su morfología, farmacología y fisiología. La vía de conducción final de ambas divisiones, a diferencia de la del sistema somático, comprende dos neuronas motoras sucesivas; la primera tiene su pericarion dentro del sistema nervioso central y la segunda se halla estacionada en un ganglio periférico (fig. 8-64). Ambas se distin-

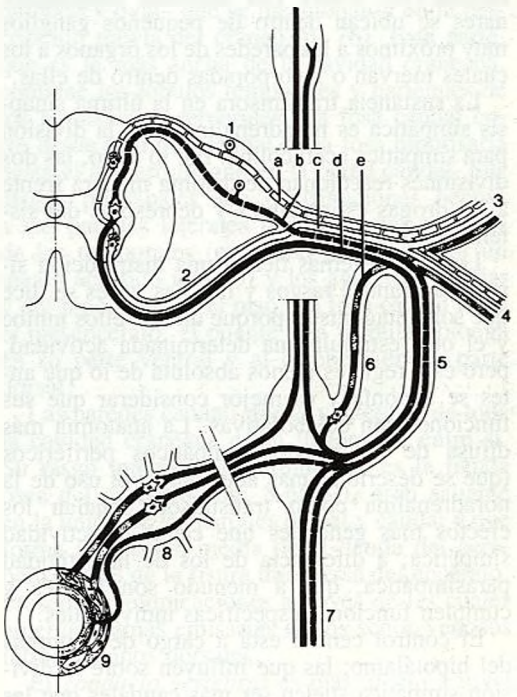


Fig. 8-64. Comparación de la organización del sistema nervioso visceral (negro) y somático (blanco) al nivel toracolumbar de la médula espinal. Las fibras aferentes se indican con líneas entrecortadas y las eferentes con líneas continuas. Las fibras simpáticas postganglionares se indican con líneas blancas puntcadas y negras alternantes.

1, ganglio de la raíz dorsal; 2, raíz ventral; 3, rama dorsal del nervio espinal; 4, rama ventral del nervio espinal; 5,6, ramas comunicantes blanca (preganglionar) y gris (posganglionar), a menudo fusionadas; 7, tronco simpático con ganglios; 8, ganglio prevertebral; 9, intestino.

a, fibras aferentes somáticas: b, fibras aferentes viscerales; c, fibras eferentes somáticas; d, fibras eferentes viscerales (preganglionares simpáticas); e, simpáticas posganglionares (para estructuras periféricas); f, simpáticas posganglionares (para órganos abdominales).

guen con mayor frecuencia como neuronas preganglionares y posganglionares y juntas equivalen a la neurona motora inferior del sistema somático.

Las neuronas preganglionares de la división simpática están en la columna lateral (eferente visceral) de la médula espinal, entre el primer segmento torácico y el lumbar medio (con algunas variaciones entre las especies) (fig. 8-85). Las neuronas posganglionares están en los ganglios paravertebrales de la cadena simpática o los ganglios subvertebrales de la aorta; ambos grupos se hallan relativamente cerca de la médula espinal.

Las neuronas preganglionares parasimpáticas se restringen a los núcleos de origen de los nervios oculomotor, facial, glosofaríngeo y vago dentro del tallo encefálico y las columnas laterales de ciertos segmentos sacros de la médula espinal (fig. 8-84). Las neuronas posganglionares se ubican dentro de pequeños ganglios muy próximos a las paredes de los órganos a los cuales inervan o incorporadas dentro de ellas.

La sustancia transmisora en la última sinapsis simpática es noradrenalina y en la división para simpática acetilcolina. Por lo tanto, las dos divisiones reaccionan de distinta manera frente a las drogas estimulantes y depresoras del sistema autónomo.

Los dos sistemas tienen una distribución similar a grandes rasgos y muchas veces se dice que son antagonistas porque uno de ellos inhibe y el otro estimula una determinada actividad, pero esta regla es menos absoluta de lo que antes se suponía y es mejor considerar que sus funciones son colaborativas. La anatomía más difusa de los nervios simpáticos periféricos (que se describirá más adelante) y el uso de la noradrenalina como transmisor, señalan los efectos más generales que causa la actividad simpática, a diferencia de los de la actividad parasimpática, que a menudo son locales y cumplen funciones específicas individuales.

El control central está a cargo de neuronas del hipotálamo; las que influyen sobre la división simpática suelen ser más caudales que las que controlan la división parasimpática. Las vías provenientes de ambos juegos siguen diversos recorridos, algunos directos y otros mediante cadenas multisinápticas dentro de la formación reticular. Algunas se conectan con "centros" bulbares, como el centro respiratorio, que controlan actividades viscerales específicas.

Sistema límbico

Posee una compleja organización que consta de la corteza límbica y numerosos núcleos subcorticales. La parte cortical forma un anillo alrededor de la superficie medial del hemisferio cerebral incluyendo, entre otras estructuras, las circunvoluciones supracallosa y del cíngulo, el lóbulo piriforme y el hipocampo. La parte subcortical está compuesta por el hipotálamo, área septal, núcleos talámicos anteriores, núcleos intratalámicos, núcleo caudado, putamen, amigdala, núcleos habenulares y parte dorsal del tegmento mesencefálico. Existe una considerable relación entre estas estructuras y otras regiones del encéfalo. A menudo se lo considera primariamente un encéfalo visceral debido a que sus principales funciones se expresan por una actividad motora visceral.

Los impulsos olfativos pueden influir sobre muchas estructuras del sistema límbico por medio del lóbulo piriforme. De todos los estímulos sensoriales, la olfación muestra la influencia más profunda sobre las actividades motoras viscerales, las cuales están asociadas con comportamientos emocionales como la comida, la ira, la actividad sexual, el miedo y el beber.

Las vías eferentes de las regiones corticales incluyen a casi todos los núcleos subcorticales del sistema. Una importante parte de las influencias de la corteza límbica se ejerce a través de los sistemas eferentes de los núcleos amigdaloideos. La estimulación eléctrica de la amigdala provoca una amplia variedad de respuestas viscerales y somáticas y muy diversos comportamientos. Los tipos de conducta más influidos por la amigdala son aquellos esenciales para la preservación del sujeto o de la especie.

Probablemente el hipocampo juega un papel clave en la función de integración del sistema límbico en el control del comportamiento emocional. Su papel, en el tratamiento de la memoria reciente está bien documentado. La actividad de integración del sistema límbico ayuda en el control de la expresión de las emociones por medio de alteraciones de funciones autónomas, endocrinas y somáticas y juega un papel importante para establecer la permanencia de la memoria en el encéfalo. Hay una estrecha relación del sistema límbico con la formación reticular del tronco cerebral.

TOPOGRAFÍA, AMBIENTE Y VASCULARIZACIÓN DEL ENCÉFALO Y MÉDULA ESPINAL

Topografía

El encéfalo y la médula espinal están contenidos en un espacio continuo provisto por la cavidad craneana y el conducto formado por sucesivos anillos óseos y ligamentos que sujetan la columna vertebral.

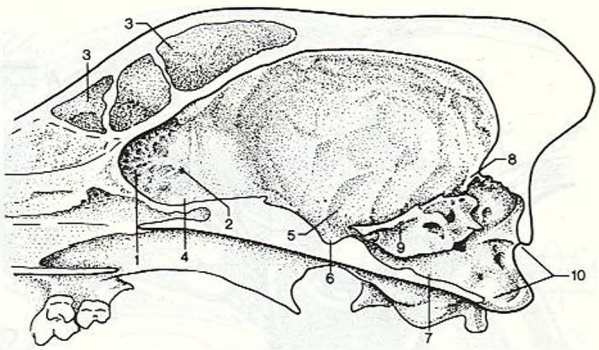


Fig. 8-65. Corte sagital del cráneo del perro.

1, lámina cribiforme; 2, agujero etmoidal; 3, seno frontal; 4, fosa rostral; 5, fosa media; 6, fosa hipofisaria; 7, fosa caudal; 8, tienda ósea del cerebelo; 9, cresta de la parte petrosa; 10, agujero magno.

La *cavidad craneana* está directamente detrás de las cavidades nasales. Más pequeña de lo que se suele suponer, no es fácil prever su forma y extensión por la inspección externa porque los senos paranasales, los cuernos, las crestas musculares y otras salientes del cráneo, así como los músculos temporales, contribuyen mucho a la conformación de esta parte de la cabeza. La coincidencia más grande entre los contornos externos y la cavidad craneana ocurre en los neonatos de todas las especies; entre los adultos esta concordancia se conserva mejor en el gato y en los perros de razas braquicéfalas. Por fortuna es raro que la localización exacta del encéfalo tenga importancia práctica, salvo en las técnicas de faenamiento que se mencionan en los últimos capítulos. Mientras tanto bastaría decir que el límite caudal de la cavidad llega hasta la pared caudal del cráneo –engrosada por el seno frontal en los bovinos– mientras que el límite rostral exhibe considerable variación; termina a ras con el margen caudal de las apófisis cigomáticas de los huesos frontales en los perros y los gatos, con el nivel rostral de estas apófisis en los caballos y los vacunos y llega hasta la mitad de la órbita en los cerdos y los pequeños rumiantes.

El interior de la cavidad craneana concuerda mejor con los contornos del encéfalo, aunque se requiere considerable espacio intracraneano para las meninges y el espacio intermeníngeo, que rodean el encéfalo, y para los espaciosos senos venosos intracraneanos. Mientras que el techo (calvario) de la cavidad permanece en gran medida indiviso, la base se halla dividida en tres fosas que no hace falta detallar aquí ya que sus principales rasgos se representan en la figura 8-65. La fosa rostral está formada por los huesos esfenoides y etmoides y llega a nivel de los conductos ópticos, por donde salen los nervios ópticos. Contiene los bulbos olfativos dentro de recesos de la lámina cribiforme (fig. 8-65[1]) y las partes rostrales de los hemisferios cerebrales. La fosa media va desde los conductos ópticos hasta las aguzadas crestas petrosas (fig. 8-65[9]) que sobresalen hacia adentro desde los peñascos de los huesos temporales de las paredes laterales. El piso está formado por el hueso esfenoides, que presenta la fosa hipofisaria (silla turca), en la cual encaja la hipófisis; también presenta varios agujeros de salida –la fisura orbitaria y los agujeros redondo y oval– que se mencionaron en la descripción previa del cráneo (p. 76). Esta parte, que es la más ancha de la cavidad craneana, contiene los lóbulos temporales y parietales de los hemisferios cerebrales. La fosa caudal corre desde el límite caudal de la fosa hipofisaria hasta el agujero magno en la pared caudal. Sus rasgos principales son contribuciones hechas a sus paredes laterales por las partes petrosas de los temporales (cada una perforada por un meato acústico interno) y los agujeros yugular y del hipogloso en el piso. La fosa caudal aloja el mesencéfalo, el puente y la médula oblonga en su parte ventral y al cerebelo en su parte dorsal.

Las paredes caudal, dorsal y laterales de toda la cavidad craneana están fusionadas entre sí. Su rasgo interno más prominente es la tienda ósea del cerebelo (fig. 8-65[8]), gran saliente en la unión de las paredes dorsal y caudal y que forma la porción media de la tienda del cerebelo dentro de la fisura transversa del encéfalo. Presenta comunicaciones a través de las cuales emergen ramas emisarias de los senos venosos intracraneanos dorsales.

El *conducto vertebral* es más ancho a nivel del atlas y se afina rápidamente en el sacro; en su porción intermedia está más expandido donde contiene los engrosamientos cervical y lumbar de la médula espinal, donde nacen los nervios que forman los plexos de los miembros (fig. 8-66). La topografía de la médula espinal reviste una importancia muy considerable en veterinaria porque a menudo se hacen inyecciones en el conducto, en particular de soluciones de anestésicos locales para bloquear determinados nervios espinales; además, en ocasiones hay que localizar lesiones nerviosas centrales en niveles vertebrales específicos, procedimiento que es posibilitado por la asociación de

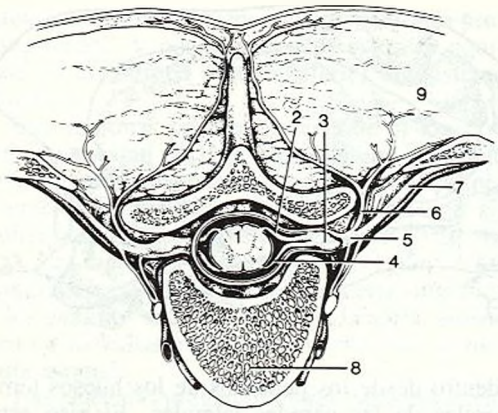


Fig. 8-66. Corte transversal de la columna vertebral que ilustra la formación de un nervio espinal.

1, médula espinal; 2, raíz dorsal; 3, ganglio espinal; 4, raíz ventral; 5, nervio espinal; 6, rama dorsal del nervio espinal; 7, rama ventral del nervio espinal; 8, cuerpo de la vértebra; 9, músculos epiaxiles.

determinados déficit sensoriales y motores con determinados segmentos espinales.

Incluso con sus envolturas meníngeas, la médula espinal es mucho más pequeña que el conducto vertebral (fig. 8-66) y también es mucho más corta. Esto último se debe al crecimiento desigual de la médula espinal y de la columna vertebral, desigualdad que empieza mucho antes de nacer y continúa después. El desplazamiento relativo de su posición (ascenso medular) arrastra los segmentos de la médula en dirección craneal desde sus posiciones originales dentro de las vértebras de las mismas designaciones numéricas. El desplazamiento de los segmentos más caudales es más pronunciado y explica la disposición peculiar de los respectivos nervios espinales, ya que éstos siguen recorridos cada vez más largos dentro del conducto para llegar a sus agujeros de salida, fijos, formando un manojo conocido como cola de caballo por su semejanza superficial con ella (fig. 12-8[9]), a cada lado del cono medular. El nivel donde termina la médula espinal varía para cada especie (y, al comienzo de la vida, de acuerdo con la edad); está en L5 o L6 en el cerdo, en L6 en los rumiantes, en L6 o L7 en el perro, en S2 en el caballo y en un sitio bastante variable entre L6 y S3 en el gato (fig. 8-67).

Meninges y ambiente líquido

El encéfalo y la médula espinal están rodeados por tres membranas continuas o meninges que exhiben ciertas diferencias topográficas importantes en sus porciones craneana y vertebral.

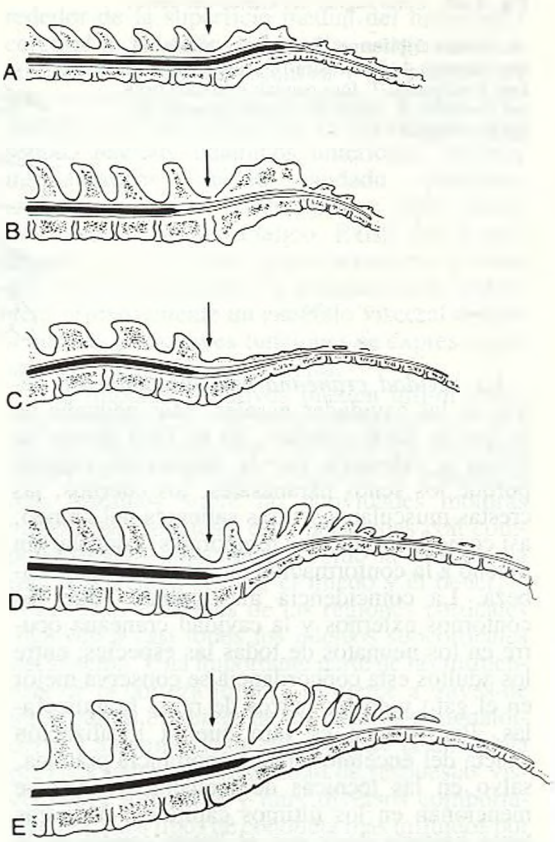


Fig. 8-67. Corte mediano del conducto vertebral y médula espinal del gato (*A*), perro (*B*), cerdo (*C*), buey (*D*) y caballo (*E*). La flecha señala el spatium intcrarcuale lumbosacro. Nótese la diferencia en la extensión caudal de la médula espinal en las distintas especies. La extensión fina de la médula espinal es el filum terminale, que termina en las vértebras caudales (que no se ilustran).

La fuerte membrana más externa, *duramadre*, está fusionada con el periostio interno de los huesos del cráneo, del cual se separa dentro del borde del agujero magno para formar un tubo libre separado de la pared del conducto vertebral por un espacio epidural ancho aunque variable. El *espacio epidural* está ocupado por una grasa que es más líquida en el animal vivo que en la pieza post mortem y por los plexos venosos vertebrales internos; la grasa y los vasos protegen la médula espinal y le permiten ajustarse a los movimientos del cuello y la espalda (fig. 8-66). El tubo dural se halla insertado en su extremo caudal, donde las varias meninges finalmente se combinan en una rienda fibrosa (filum terminale) que se fusiona con la superficie superior de las vértebras caudales.

La fusión de la dura craneana con el periostio oblitera el espacio epidural dentro del cráneo, de modo que los diversos senos venosos craneanos quedan encasillados dentro del espesor de la

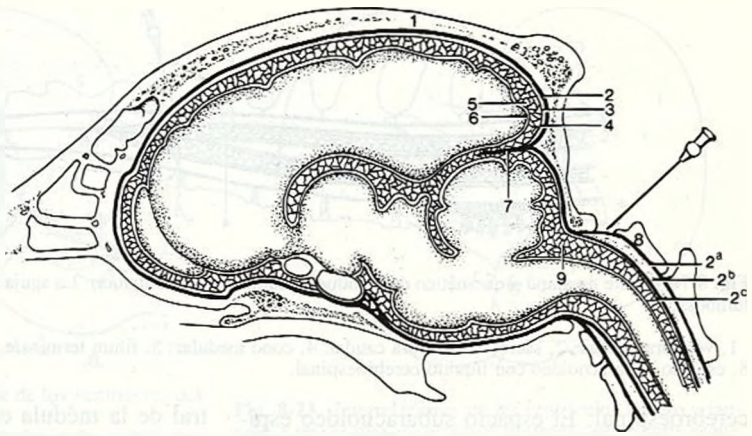


Fig. 8-68. Esquematización de las meninges del encéfalo. La aguja apunta hacia el espacio atlantooccipital y la cisterna cerebelomedular.

1, calvario; 2, duramadre (también unida al hueso como periostio); 2ª, periostio del conducto vertebral; 2ᵇ, espacio epidural (con grasa); 2ᶜ, duramadre de la médula espinal; 3, espacio subdural; 4, aracnoides; 5, espacio subaracnoideo; 6, piamadre; 7, hoz membranosa del cerebro; 8, atlas; 9, cisterna cerebelomedular.

membrana combinada. Además de tapizar la cavidad, la dura craneana forma ciertos pliegues que se proyectan hacia adentro y limitan los movimientos de trepidación del encéfalo; estos pliegues producen considerable dificultad para extraer el encéfalo intacto en la necropsia. Uno, la *hoz del cerebro* (falx cerebri) se extiende desde las paredes dorsal y rostral entre los dos hemisferios cerebrales y en su parte caudal se une con el segundo pliegue transverso, la *tienda membranosa del cerebelo*, que separa el cerebelo del cerebro (fig. 8-68[7]). La tienda (tentorium) está unificada en su parte mediana. Una tercera especialización de la dura cubre la fosa hipofisaria donde asienta la hipófisis, formando un diafragma en torno del tallo infundibular.

Un espacio capilar divide la dura de la *aracnoides* (fig. 8-68[4]), primera de las dos membranas internas más delicadas. Normalmente este espacio subdural contiene una minúscula cantidad de un líquido claro parecido a la linfa, pero puede agrandarse por derrames traumáticos de sangre. La parte espinal del espacio subdural es atravesada por una serie bilateral de ligamentos triangulares (denticular) que alternan con los orígenes de los nervios espinales; unen las meninges internas con el tubo dural y sujetan así indirectamente la médula espinal (fig. 8-69[6]). La parte externa de la aracnoides forma una membrana continua moldeada contra la envoltura dural. Su superficie interna está unida con la piamadre por numerosas trabéculas y filamentos comparables a una tela de araña (origen del nombre "aracnoides"). La *piamadre* se inserta directamente en el encéfalo y la médula espinal y sigue todos los cambios de su contorno. El espacio subaracnoideo, que contiene el líquido cerebroespinal acuoso, claro, es mucho más ancho que el espacio subdural pero menos uniforme, en particular en su parte craneana (fig. 8-68).

Las partes más anchas (cisternas) del *espacio subaracnoideo* craneano están entre las partes más salientes de la superficie ventral del encéfalo y el ángulo comprendido entre el cerebelo y la cara dorsal de la médula oblonga. El ensanchamiento dorsal, la *cisterna cerebelomedular*, es especialmente grande y se puede tener acceso a él pasando una aguja en el animal vivo entre el atlas y el cráneo (fig. 8-68). La punción cisternal se hace en trabajos clínicos y experimentales para obtener muestras de líquido

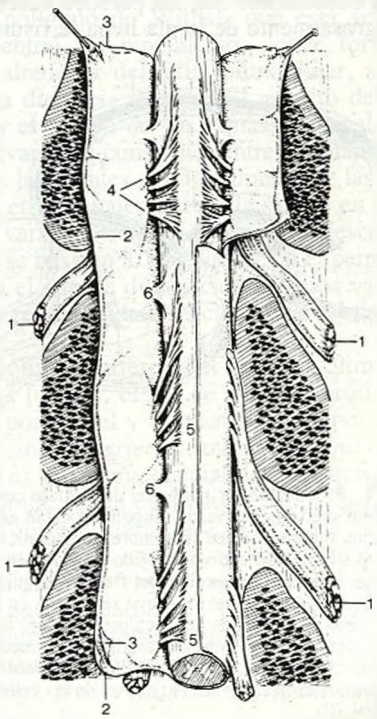


Fig. 8-69. Vista dorsal del conducto raquídeo abierto. Se ha disecado y reflejado en parte la duramadre.

1, nervios espinales; 2, duramadre; 3, capa externa de aracnoides; 4, raicillas dorsales de un nervio espinal; 5, médula espinal (cubierta por piamadre); 6, ligamento dentado.

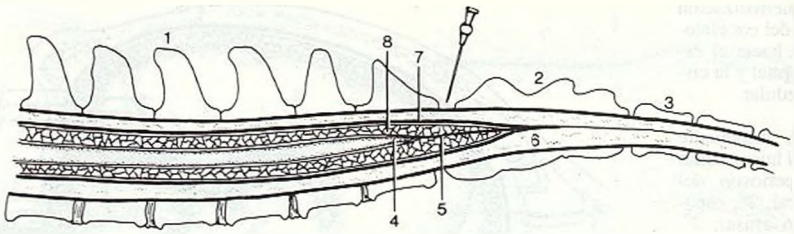


Fig. 8-70. Corte mediano esquemático del conducto raquídeo y su contenido. La aguja apunta hacia el spatium interarcuale lumbosacro.

1, vértebra lumbar; 2, sacro; 3, vértebra caudal; 4, cono medular; 5, filum terminale; 6, espacio epidural; 7, duramadre; 8, espacio subaracnoideo con líquido cerebroespinal.

cerebroespinal. El espacio subaracnoideo espinal es más uniforme pero se ensancha en torno del cono medular, lo cual es afortunado porque el acceso al conducto vertebral es más fácil a través del spatium interarcuale lumbosacro (fig. 8-70).

La piamadre está adherida con firmeza a la superficie externa del encéfalo y la médula espinal, y muchas ramas de arterias que transitan en la pía penetran en la sustancia del encéfalo y la médula. Al principio estos vasos están rodeados por manguitos piales, pero éstos no tardan en confundirse con las paredes vasculares. Un engrosamiento de la pía llena la fisura ventral de la médula espinal, donde aparece como una línea plateada brillante.

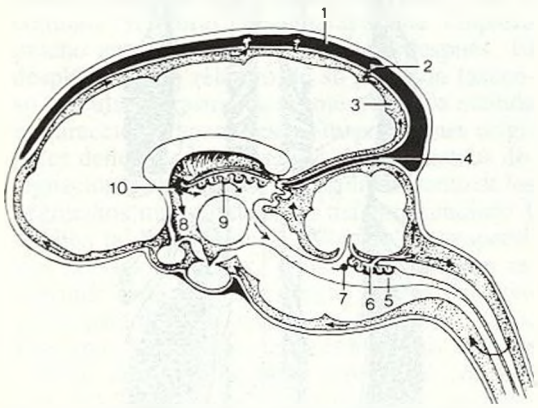


Fig. 8-71. Producción y circulación del líquido cerebroespinal (corte sagital). Los vasos sanguíneos están en negro, los espacios subaracnoideos en sombreado oscuro, los ventrículos en sombreado claro y el tejido nervioso en blanco. Las flechas señalan la dirección del flujo del líquido cerebroespinal. El líquido cerebroespinal se secreta en los plexos coroideos (6,9) de los ventrículos laterales, tercero y cuarto. Escapa hacia el espacio subaracnoideo mediante la abertura del cuarto ventrículo (7). El líquido cerebroespinal pasa a la circulación sistémica (1) a nivel de las vellosidades aracnoideas (2).

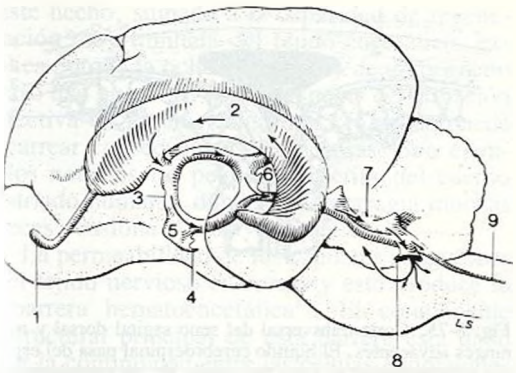
1, seno sagital dorsal; 2, vellosidad aracnoidea; 3, espacio subaracnoideo; 4, tienda membranosa del cerebelo; 5, cuarto ventrículo; 6, plexo coroideo del cuarto ventrículo; 7, abertura del cuarto ventrículo; 8, tercer ventrículo; 9, plexo coroideo del tercer ventrículo; 10, agujero interventricular que comunica los ventrículos laterales y tercero.

Las tres meninges forman manguitos en torno de las raíces de origen de los nervios craneanos y espinales.

El líquido cerebroespinal que está en el espacio subaracnoideo forma una envoltura hidráulica en la cual los blandos tejidos del encéfalo y médula espinal flotan y están protegidos. Este líquido se produce en gran medida en el revestimiento ependimario del sistema ventricular dentro del encéfalo, donde éste cubre los plexos coroideos, penachos vasculares que se invaginan en los ventrículos (fig. 8-71[6,9]). Los vasos de la pía hacen una contribución adicional a la formación del líquido.

Los ventrículos son modificaciones locales de la luz del tubo neural; sus formas son complicadas pero, como han sido ilustradas (fig. 8-72) y puesto que los detalles revisten escasa significación en veterinaria, no hace falta describirlas. Más importante, en cambio es entender su relación con los plexos coroideos. Los plexos de los ventrículos laterales y tercero, que se fusionan en el agujero interventricular, se desarrollan dentro de un pliegue de la pía que queda atrapada entre las vesículas telencefálicas en expansión y el techo del diencéfalo (fig. 8-73). Los plexos del cuarto ventrículo se desarrollan por separado dentro de la pía sobre el velo medular caudal. En el curso del desarrollo estos plexos penetran dentro de la luz del cuarto ventrículo y después unas partes vuelven a emerger en el espacio subaracnoideo herniándose a través de un par de aberturas laterales en el techo (fig. 8-74[7]).

El líquido cerebroespinal claro e incoloro se forma en gran medida a partir del plasma sanguíneo mediante ultrafiltración a través de la "barrera hematoencefaloespinal" constituida por células del endotelio vascular. El líquido tiene una concentración más grande de iones de potasio y calcio y, una concentración más escasa de sodio, magnesio y cloruro que el plasma; además es bastante deficiente en glucosa y



g. 8-72. Vista lateral de un molde de los ventrículos del céfalo del perro.

. cavidad del bulbo olfativo; 2, ventrículo lateral; 3, ter- ventrículo; 4, receso infundibular; 5, receso óptico; 6, ueducto mesencefálico; 7, cuarto ventrículo; 8, receso la- al; 9, conducto central. (deLahunta, 1983.)

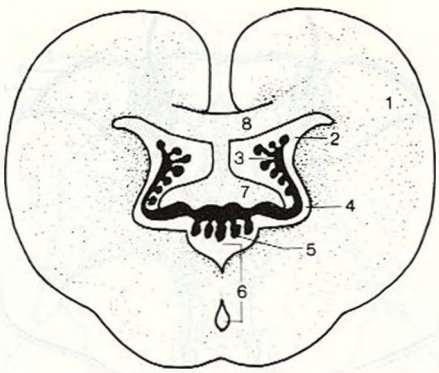


Fig. 8-73. Interrelaciones de los ventrículos tercero y laterales y de sus plexos coroideos ilustradas en un corte esquemático del encéfalo.

1, hemisferio cerebral; 2, ventrículo lateral; 3, plexo coroideo del ventrículo lateral; 4, agujero interventricular; 5, plexo coroideo del tercer ventrículo; 6, tercer ventrículo; 7, fórnix; 8, cuerpo calloso.

más importante es que contiene poca proteí- porque la barrera es impermeable para las léculas grandes, entre las cuales, por su- esto, figuran muchos antibióticos y otras gas.

Además de su función mecánica, el líquido ebroespinal protege el encéfalo mediante su acidad como tampón químico, que le pro- ciona un medio bastante estable. También sporta principios nutritivos, retira produc- de desecho y sirve de medio para la difusión sustancias neuroendocrinas y neurotransmi- as.

El líquido se produce incesantemente a razón unos 30 ml por hora en el perro y primero cula por el sistema ventricular, propulsado por la presión de filtración y la actividad ciliar del revestimiento ependimario. Luego escapa del interior del encéfalo a través de las aberturas laterales del cuarto ventrículo (fig. 8-71[7]; en algunas especies existe una tercera abertura mediana no relacionada con el plexo). El líquido baña el encéfalo y la médula espinal antes de regresar a la sangre, en su mayor parte por las granulaciones aracnoideas (vellosidades), que son prolongaciones del espacio aracnoideo y subaracnoideo que horadan la dura y entran en el seno venoso sagital dorsal del encéfalo (fig. 8-75[10]); estas formaciones se tornan cada vez más prominentes con la edad. Una parte más pequeña del líquido se insinúa a lo largo de los manguitos meníngeos que rodean los nervios craneanos y espinales en sus orígenes y finalmente es absorbida por los vasos linfáticos perineurales; se cree que estas conexiones son probables vías para la propagación retrógrada (hacia las meninges y el tejido nervioso) de las infecciones.

Irrigación arterial

El aporte de sangre para el encéfalo proviene en particular del *polígono arterial del cerebro* (circulus arteriosus cerebri, antes conocido como polígono de Willis), que está sobre la cara ventral del hipotálamo, donde forma un anillo alrededor del tallo infundibular, aunque a cierta distancia de éste. El aspecto del polígono y el patrón de sus ramas principales son llamativamente constantes entre los mamíferos, aunque las fuentes que lo alimentan y las direcciones en las cuales circula la sangre en ciertos vasos varían. Por este motivo, la descripción inicial se basa en lo que sucede en el perro, animal en el cual la disposición de estos vasos no sólo es relativamente sencilla, sino del tipo más común.

El polígono arterial del perro es alimentado por tres fuentes, el par de arterias carótidas internas por lateral y la arteria basilar por caudal (fig. 8-76). La *arteria carótida interna* (fig. 8-76[5]) es una rama terminal de la arteria carótida común, en la cual nace frente a la faringe. Luego corre hacia la base del cráneo, a través de la cual sigue una trayectoria bastante complicada antes de entrar en la cavidad craneana por el agujero carotídeo. La arteria penetra en las meninges externas antes de dividirse en ramas divergentes. La rama rostral se une con su homóloga para completar la mitad rostral del polígono, del cual parten las grandes arterias cerebrales rostral y media. La rama caudal se anastomosa con una rama de la *arteria basilar* (que llega al polígono a lo largo de la superficie medioventral del tronco cerebral) para completar el polígono (fig. 8-76[11]). Las arterias ce-

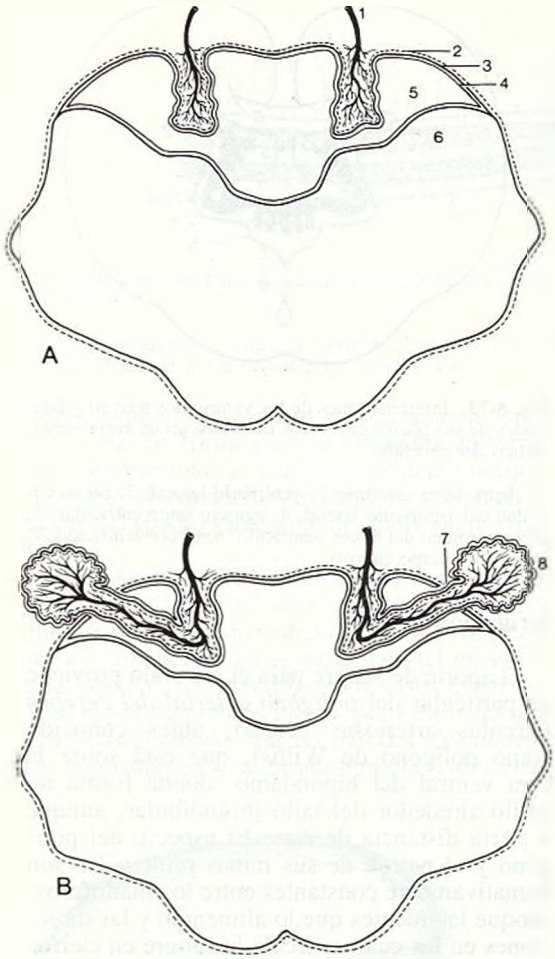


Fig. 8-74. Formación del plexo coroideo en el techo del cuarto ventrículo (*A*) y su extensión ulterior dentro del espacio subaracnoideo (*B*).

1, invaginación de un vaso sanguíneo; 2, piamadre; 3, velo medular caudal; 4, epéndimo; 5, cuarto ventrículo; 6, mielencéfalo; 7, abertura del cuarto ventrículo; 8, plexo coroideo propagado dentro del espacio subaracnoideo.

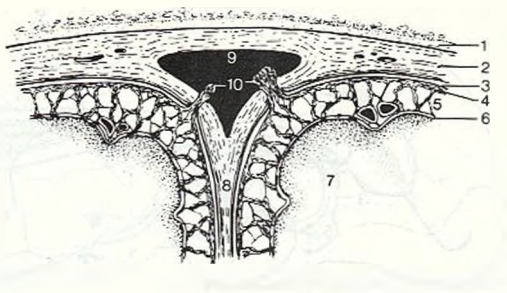


Fig. 8-75. Corte transversal del seno sagital dorsal y meninges adyacentes. El líquido cerebroespinal pasa del espacio subaracnoideo al seno por medio de las granulaciones aracnoideas.

1, techo de la cavidad craneana; 2, duramadre y periostio fusionados; 3, espacio subdural; 4, aracnoides; 5, espacio subaracnoideo; 6, piamadre; 7, hemisferio cerebral; 8, hoz del cerebro; 9, seno sagital dorsal; 10, granulaciones aracnoideas.

rebral caudal y cerebelosa rostral salen de la mitad caudal del polígono, en tanto que la quinta arteria importante del encéfalo, la cerebelosa caudal, nace en la arteria basilar directamente.

La sangre que llega con la arteria basilar tiene un origen compuesto. La arteria parece ser la continuación directa de la pequeña arteria espinal ventral pero está muy reforzada por anastomosis con la arteria vertebral (fig. 8-76[13]) que llega al conducto vertebral a través del atlas. La misma *arteria vertebral* recibe ramas anastomóticas de la arteria occipital (otra rama de la carótida común) antes de entrar en el conducto y, por lo tanto, parece ser que este vaso (arteria occipital) también contribuye a irrigar el encéfalo. En cambio, la vertebral es el principal vaso nutricio, si no el único, de los lóbulos occipitales de los hemisferios cerebrales y otras partes caudales del encéfalo.

La distribución es mucho más complicada en muchas otras especies. En ellas la carótida interna está conectada con otras arterias de la cabeza, en especial la maxilar, antes de desembocar en el polígono arterial. La anastomosis sería pequeña al principio, pero en muchas especies después se agranda y emite muchas ramas tortuosas que juntas sustituyen al vaso único original. Esta disposición, que puede tener un aspecto bastante enmarañado, se conoce como rete mirabile y su significado es enigmático, aunque se propusieron varias teorías, ninguna de ellas es convincente. En algunas especies la luz de la porción de la carótida interna proximal respecto de la rete se oblitera, a veces sólo mucho tiempo después de nacer; cuando sucede esto, la arteria emisaria de la rete entrega una sangre que proviene por entero de la carótida externa (fig. 7-34). Esto se observa en los ovinos y bovinos, aunque estas especies difieren en otros rasgos de la irrigación arterial del encéfalo (p. 638).

El encéfalo, en particular su sustancia gris, tiene requerimientos metabólicos muy grandes y su irrigación arterial concuerda con esto, pues representa un 15 a 20% del volumen latido del corazón. A pesar de esto, los vasos que en realidad penetran en el encéfalo siempre son pequeños, rasgo éste que se relacionaría con la necesidad de evitar los grandes troncos pulsátiles dentro del delicado tejido encefálico. Además, en notable contraste con las amplias anastomosis entre los vasos nutricios, las anastomosis intracerebrales son estrechas y la mayoría se comunican con arterias terminales funcionales.

Este hecho, sumado a la capacidad de regeneración muy limitada del tejido encefálico, explica porqué la oclusión o rotura de un pequeño vaso que puede ser la única fuente de irrigación efectiva de algún núcleo o tracto vital, puede acarrear consecuencias desastrosas. Son ejemplos notorios las pequeñas arterias del cuerpo estriado humano, donde la hemorragia muchas veces ocasiona "ictus" apoplético.

La permeabilidad de los capilares sanguíneos del tejido nervioso es escasa y esto produce la "barrera hematoencefálica". El componente estructural principal de esta barrera está dado por la continuidad entre las células endoteliales de estos capilares.

La médula espinal es irrigada por tres arterias que corren en toda su longitud. La más grande, *arteria espinal ventral,* sigue la superficie de la fisura ventral de la médula, en tanto que el par de *arterias espinales dorsolaterales* transcurren cerca del surco en el cual nacen las raíces dorsales de los nervios espinales. Estas tres arterias son reforzadas periódicamente por ramas de arterias regionales: vertebrales en el cuello, intercostales, lumbares y sacras en el tronco. Estas arterias entran por los agujeros intervertebrales, muchas veces como estrechos vasos que acompañan a las raíces de los nervios espinales; luego forman plexos sobre la superficie de la médula, con los cuales se conectan las grandes arterias longitudinales. Este patrón básicamente regular está sujeto a grandes variaciones por especies e individuales, en las cuales muchas arterias de refuerzo previstas faltan, el plexo está desarrollado en forma desigual y los tramos de los troncos longitudinales se hallan atenuados.

Las ramas de la arteria espinal ventral nutren el "centro" de la médula, la sustancia gris, y la capa adyacente de sustancia blanca, a la cual llegan a través de la fisura ventral (fig. 19-6). La mayor parte de la sustancia blanca es irrigada por ramitos radiales que provienen de las arterias dorsolaterales y del plexo superficial. Las anastomosis internas entre los dos juegos de vasos, aunque comunes, son de dudosa eficiencia.

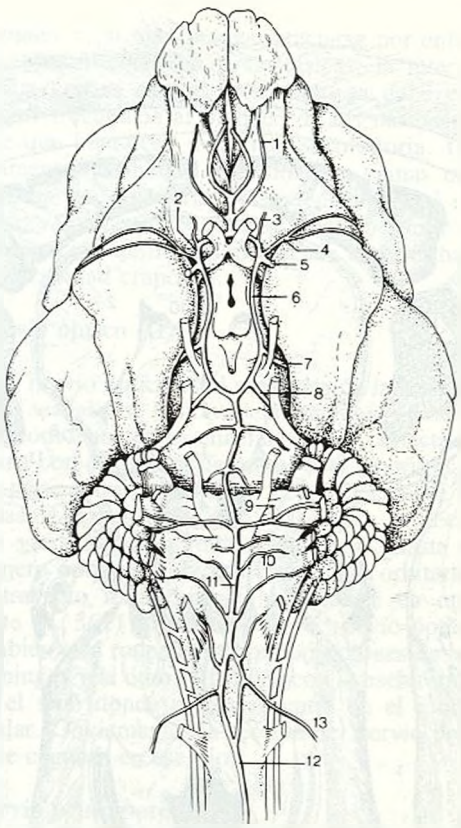


Fig. 8-76. Arterias de la superficie ventral del encéfalo del perro.

1, arteria etmoidal interna; 2, a. cerebral rostral; 3, a. oftálmica interna; 4, a. cerebral media; 5, a. carótida interna; 6, a. comunicante caudal; 7, a. cerebral caudal; 8, a. cerebelosa rostral; 9, a. laberíntica; 10, a. cerebelosa caudal; 11, a. basilar; 12, a. espinal ventral; 13, a. vertebral.

Drenaje venoso

Un complicado sistema de senos venosos ubicado dentro de la cavidad craneana y el conducto vertebral se halla conectado a intervalos con las venas regionales expuestas. Los senos craneanos, encerrados dentro de la duramadre, están divididos en los sistemas dorsal y ventral, entre los cuales sólo existe una comunicación limitada (fig. 8-77). El sistema dorsal recoge sangre de las partes dorsales del encéfalo y del diploe de los huesos de la bóveda craneana. Comprende un *seno sagital dorsal* dentro de la hoz del cerebro. El seno sagital dorsal recibe numerosas venas tributarias directamente de los hemisferios cerebrales y hacia su extremo caudal se le suma el *seno recto*, que corre dentro de la parte ventral de la hoz y recibe sangre de una gran vena que drena las partes más profundas el encéfalo. El seno dorsal se divide de manera variable en un par de *senos transversos* bilaterales dentro de la tienda del cerebelo; con posterioridad cada seno transverso se divide de modo que una rama sale del cráneo por un agujero y la otra se comunica con el sistema ventral.

El *sistema basilar* o ventral drena la parte ventral del encéfalo (y otros elementos y paredes del cráneo) y también recibe un gran aporte de una vena que entra en la cavidad craneana desde la órbita luego de haber drenado gran parte de la cara, incluso la cavidad nasal. La

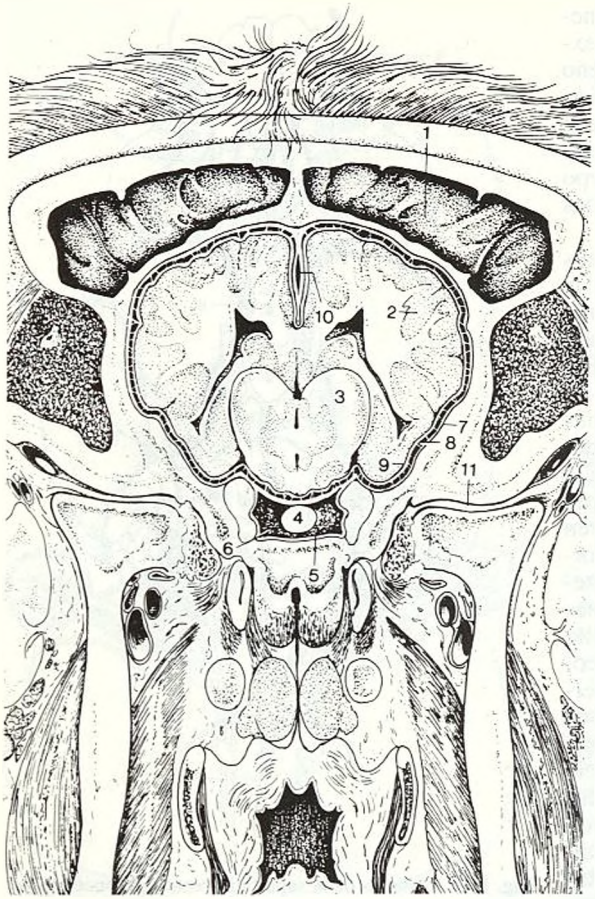


Fig. 8-77. Posición del encéfalo en relación con el techo del cráneo en el bovino. También se ilustran algunos rasgos de las meninges.

1, seno frontal; 2, corteza cerebral; 3, diencéfalo; 4, hipófisis; 5, silla turca; 6, seno cavernoso; 7, duramadre; 8, aracnoides; 9, piamadre; 10, hoz del cerebro con el seno sagital dorsal; 11, articulación temporomandibular.

parte rostral del tronco longitudinal del sistema ventral, el *seno cavernoso* (fig. 8-77[6]), se comunica con su homólogo antes y detrás de la hipófisis. En su parte caudal se divide en el *seno basilar*, que se continúa a través del agujero magno como principal componente del plexo vertebral interno, y una rama que recibe una conexión del sistema dorsal antes de emerger a través de un agujero ventral para contribuir a la vena maxilar.

El flujo de sangre hacia la cavidad craneana desde la cara es importante por dos razones. Primero, provee una vía potencial para la propagación de infecciones de la cara al contenido craneano y, segundo, enfría la irrigación arterial del hipotálamo, parte del encéfalo que responde a la temperatura corporal y la regula. El enfriamiento se debe al pasaje de la arteria carótida interna (o de la rete que la sustituye) a través del seno cavernoso, donde el bañado por sangre venosa intercambia calor.

El *plexo venoso vertebral* sería clínicamente más importante. Corre todo a lo largo de la columna vertebral y recibe sangre de las vértebras, musculatura adyacente y estructuras del interior del conducto vertebral. Da origen a venas segmentarias que salen del conducto por los agujeros intervertebrales para unirse con los principales conductos venosos del cuello y tronco, las venas vertebrales, cava craneal, ácigos y cava caudal (fig. 7-42[18]). La parte principal del plexo consiste en pares de vasos que corren dentro del espacio epidural en el lado ventral de la médula espinal. Consisten en segmentos semilunares que corren entre agujeros intervertebrales sucesivos (fig. 26-5[1]). La parte media agrandada de cada segmento se desvía hacia su vecino, en la parte media de la vértebra, con el cual suele unirse produciendo un patrón escalonado de vasos. Las conexiones con las venas segmentarias a través de los agujeros intervertebrales forman un plexo en torno de los nervios espinales emergentes y los protegen de los traumatismos.

Las venas constituyentes del plexo presentan finas paredes y, como carecen de válvulas, pueden transportar sangre en cualquier dirección. Poseen mucha capacidad y su tamaño se

ajusta para compensar las variaciones en el re-
:orno venoso al corazón inducidas por los cam-
›ios de presión intratorácicos que acompañan a
a respiración. Como este sistema provee vasos
lternativos para las grandes venas sistémicas,
odría mitigar los efectos de la obstrucción yu-
ular (cuando se comprime el cuello) o de la
bstrucción de la vena cava caudal (cuando
ibe la presión dentro del abdomen). La inter-
itencia del flujo causada por estos diversos
ctores facilita la propagación de enfermeda-
s sépticas o neoplásicas a la columna verte-
al, cuando en realidad deberían ir a los pul-
ones; la sangre desviada hacia el plexo verte-
al cuando el flujo a través de otros vasos se
bstaculiza puede estancarse temporariamente,
ermitiendo que las siembras tumorales o mi-
obianas se radiquen dentro de las tributarias
ue emergen de los huesos.

Otro punto de importancia clínica es el riesgo
hemorragia al hacer la punción epidural o
baracnoidea. Este riesgo es máximo en el es-
cio atlantooccipital, donde la mayoría de las
ces las tributarias del plexo rodean el tubo
ral.

No existen vasos linfáticos en el sistema ner-
so central.

RVIOS CRANEANOS

l lector se habrá familiarizado ya con los
bres y la secuencia de los nervios craneanos.
nque estos nervios carecen de la relativa uni-
midad de conformación y distribución que
en los nervios espinales, se los puede ordenar
tres grupos: los que están dedicados con ex-
sividad a los sentidos especiales (nervios ol-
fativo, óptico y vestibulococlear), los que iner-
van músculos de la cabeza de origen somítico
(oculomotor, troclear, abducens e hipogloso) y
los que se relacionan primariamente con estruc-
turas originadas en los arcos branquiales (nervios
trigémino, facial, glosofaríngeo, vago y accesorio). Sin embargo, lo más conveniente será comentarlos en secuencia numérica, es decir, rostrocaudal.

Nervio olfativo (I)

Las fibras que componen este nervio nacen como prolongaciones centrales de las células olfativas de la mucosa nasal. Se reúnen en una cantidad de haces (filamentos) que atraviesan por separado la lámina cribiforme para unirse a la superficie adyacente del bulbo olfativo (fig. 8-15[1]). Ya se describió el curso ulterior de las vías olfativas (p. 304).

El corto recorrido y la localización profunda protegen a estos nervios de los traumatismos casuales y, si bien pueden afectarse por enfermedades infecciosas o neoplásicas, la interferencia con el sentido del olfato se debe con mayor frecuencia al bloqueo de los pasajes de aire que conducen a la mucosa olfatoria. Los filamentos se hallan rodeados por vainas meníngeas que encierran las extensiones del espacio subaracnoideo que podrían permitir la propagación de infecciones desde la nariz hasta la cavidad craneana.

Nervio óptico (II)

El nervio óptico es el mediador de la sensibilidad visual y se lo considera con mayor exactitud como un tracto encefálico que conecta la retina con el diencéfalo (en el cual se origina). La parte intracraneana del nervio va desde el quiasma óptico (fig. 8-15[7]), donde se decusan variables proporciones de fibras, hasta el agujero óptico en el vértice del cono orbitario; el trayecto intraorbitario se describe en otra parte (p. 361) (fig. 9-11[9]). El nervio óptico también está rodeado por prolongaciones de las meninges y la dura se fusiona con la esclerótica en el sitio donde el nervio entra en el globo ocular. Obviamente, la sección del nervio produce ceguera en ese ojo.

Nervio oculomotor (III)

El nervio oculomotor consiste en fibras eferentes somáticas provenientes del núcleo principal (motor) y fibras eferentes viscerales del núcleo parasimpático (de Edinger-Westphal), ambos dentro del tegmento del mesencéfalo (fig. 8-32). Las fibras de las dos categorías emergen juntas en el origen superficial desde la cara ventral del mesencéfalo, cerca de la línea media y en serie con otros nervios craneanos de composición a predominio eferente somático y con las raíces ventrales de los nervios espinales (figs. 8-15 y 8-16). En su recorrido intracraneano el oculomotor está en relación con los nervios troclear, abducens y oftálmico y con el seno cavernoso, y pasa acompañado por ellos por la fisura orbitaria. Dentro de la órbita se divide para inervar los músculos rectos dorsal, medial y ventral, oblicuo ventral y elevador del párpado superior (algunos autores incluyen también parte del M. retractor bulbi). Las fibras parasimpáticas preganglionares hacen sinapsis con el pequeño ganglio ciliar aplicado sobre una de las ramas (figs. 8-57[9] y 8-80[1,6]). Desde aquí las fibras posganglionares transcurren dentro de los nervios ciliares cortos para inervar los músculos intraoculares ciliar y constrictor de la pupila. No es común que ocurra una lesión aislada o compromiso en las enfermedades y los efectos se pueden deducir te-

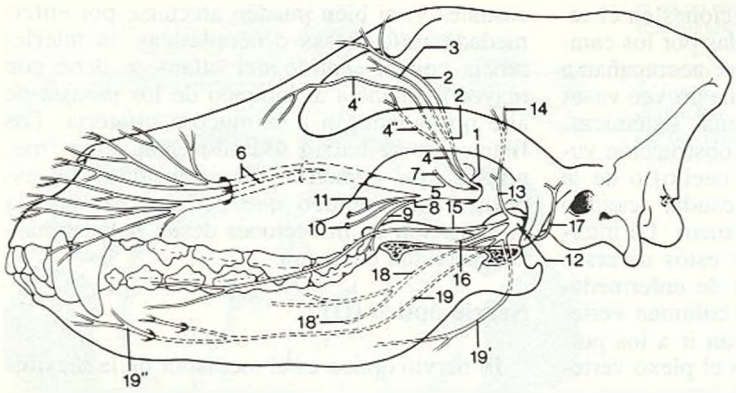


Fig. 8-78. Distribución del nervio trigémino del perro.

1, nervio oftálmico; 2, n. frontal; 3, n. lagrimal; 4, n. nasociliar; 4', n. infratroclear; 4'', n. ciliar largo; 5, n. maxilar; 6, n. infraorbitario; 7, n. cigomático; 8, n. pterigopalatino; 9, n. palatino menor; 10, n. palatino mayor;11, n. nasal caudal; 12, n. mandibular; 13, n. masticatorio; 14, n. temporal profundo; 15, n. bucal; 16, n. pterigoideo; 17, n. auriculotemporal; 18, n. lingual; 18', n. sublingual; 19, n. alveolar inferior; 19', n. milohioideo; 19'', n. mentoniano.

niendo en cuenta las acciones de los músculos inervados (p. 355).

Nervio troclear (IV)

Este pequeño nervio es motor del músculo oblicuo dorsal. El núcleo de origen dentro del tegmento del mesencéfalo origina un haz de fibras que se decusa por dentro antes de emerger del velo medular rostral (fig. 8-30[8]). Luego el nervio sigue el borde de la tienda del cerebelo hasta el piso de la cavidad craneana. En algunas especies entra por separado en la órbita, pero por lo general pasa a través de la fisura orbitaria. Su sección produce parálisis del músculo oblicuo dorsal (p. 355).

Nervio trigémino (V)

Este nervio, el más grande de los craneanos, es sensitivo para la piel y los tejidos más profundos de la cara y motor para los músculos originados en el primer arco branquial (mandibular). Las fibras propioceptivas (que comprenden muchas procedentes de músculos cuya inervación motora proviene de otros nervios craneanos) van al núcleo mesencefálico sensorial rostral, las otras fibras aferentes se encaminan hacia los núcleos póntico y espinal y las fibras eferentes se originan en el núcleo motor (fig. 8-38[14,24]). El nervio periférico se forma mediante la fusión de las raíces sensorial y motora que están unidas con la cara ventrolateral del puente (fig. 8-16[V]). La raíz sensorial, más grande, tiene el masivo ganglio del trigémino y justo más allá de éste se divide en las tres ramas primarias que dan nombre al tronco. La rama mandibular se une con la raíz motora para constituir el nervio mandibular mixto, en tanto que las divisiones oftálmica y maxilar se mantienen puramente sensoriales a este nivel, aunque las conexiones periféricas con otros nervios craneanos introducen fibras eferentes somáticas y viscerales en ciertas ramas. El nervio mandibular emerge a través del agujero oval en el piso de la cavidad craneana. Los nervios oftálmico y maxilar avanzan en dirección rostral para emerger por la fisura orbitaria y el agujero redondo, respectivamente (en los rumiantes ambas aberturas están combinadas).

Al principio cada una de las tres divisiones primarias está limitada a un proceso distinto de la cara embrionaria, lo cual explica los territorios muy bien definidos en el adulto (véanse los dermatomas del tronco). El nervio oftálmico inerva el proceso frontonasal, primordio de las regiones de la frente y la nariz; el nervio maxilar inerva el proceso maxilar, primordio de la mandíbula superior y partes asociadas; el nervio mandibular inerva el proceso mandibular, primordio de la mandíbula y partes asociadas, que comprenden los músculos masticatorios y otros del primer arco branquial (fig. 8-78).

El *nervio oftálmico* (fig. 8-78[1]), cuya notación conveniente es V-1m, se divide en tres ramas divergentes poco después de entrar en la órbita. El *nervio lagrimal* (fig. 8-78[3]) pasa a la parte lateral del perímetro orbitario y, después de enviar ramas para la glándula lagrimal y otras estructuras más profundas, emerge para inervar la piel de la región del ángulo lateral del ojo. El territorio más considerable del *nervio frontal* (fig. 8-78[2]) comprende gran parte del párpado superior, la frente y, por medio de ramas que penetran en el hueso, la mucosa del seno frontal.

El *nervio nasociliar* (fig. 8-78[4]) corre hacia la pared medial de la órbita. Una rama, el *nervio infratroclear* (fig. 8-78[4']), emerge en la cara después de haber inervado estructuras en el ángulo medial del ojo; inerva otra porción de la mucosa del seno frontal y en los rumiantes pequeños emite el nervio principal para el cuerno. Otras ramas del nervio nasociliar comprenden los nervios ciliares largos y etmoidal. Los *nervios ciliares largos* (fig. 8-78[4'']) penetran en la parte posterior del globo ocular para iner-

var los tejidos sensibles, incluso la córnea; el *ervio etmoidal* primero vuelve a entrar en la avidad craneana por el agujero etmoidal y espués pasa a la cavidad nasal por la lámina ribiforme antes de dividirse en las ramas me- ial y lateral para la mucosa.

El *nervio maxilar* (V-2) corre a través de la sa pterigopalatina por el lado ventral de la órta (fig. 8-78[5]). Tiene el ganglio pterigopaino o está cerca de él, pero la relación es pumente topográfica. Luego entra en el conduc- infraorbitario por el agujero maxilar, donde sa a llamarse nervio infraorbitario, anticindo su reaparición en la cara a nivel del agu- ro infraorbitario (fig. 8-78[6]).

Las ramas colaterales desprendidas dentro de fosa pterigopalatina comprenden el *nervio cimático* (fig. 8-78[7]), que inerva el párpado ferior y la piel adyacente y es el origen del rvio principal del cuerno en los bovinos.

La segunda rama, *nervio pterigopalatino* g. 8-78[8]), origina el *nervio palatino menor* g. 8-78[9]) para el paladar blando; el *nervio latino mayor* (fig. 8-78[10]), que llega al pa- ar duro después de recorrer el conducto pano e inerva la mucosa palatina y el piso del stíbulo nasal, y el *nervio nasal caudal* (fig. 8[11]), que pasa por el agujero pterigopala- para inervar la mucosa de la parte ventral la cavidad nasal, seno maxilar y paladar.

Dentro del conducto infraorbitario el *nervio aorbitario* (fig. 8-78[6]) emite cortos ra- os para los alvéolos de los dientes malares a mucosa nasal y las ramas alveolares ros- es más largas que continúan dentro del hues- más allá del agujero infraorbitario, hasta s alvéolos de los dientes canino e incisivos. Después de emerger en el agujero infraorbitario, el nervio infraorbitario desprende varias ramas labiales y nasales para las estructuras del hocico, incluso algunas que retornan sobre la nariz hasta el borde del territorio infratroclar. Aunque está cubierto por músculo en el sitio donde emerge, el nervio infraorbitario se puede palpar, estimular mediante presión o bloquear mediante inyección de solución de anestésico local.

Al salir del cráneo el *nervio mandibular* (V-3) emite en rápida sucesión varios nervios que van a los músculos masetero, temporal, pterigoideos medial y lateral, tensor del velo del paladar y tensor del tímpano (fig. 8-78[12]). Existen variantes menores en su distribución y a menudo los nervios para el masetero y el temporal están unidos primero en un corto nervio masticatorio (fig. 8-78[13]). El *nervio masetérico* pasa a ese músculo entre las apófisis coronoides y condílea de la mandíbula. Los *nervios temporales profundos* (fig. 8-78[14])] para el temporal corren en dirección dorsomedial. El ganglio ótico está cerca del origen de los nervios pterigoideos (fig. 8-78[16]).

La rama siguiente, *nervio bucal* (N. buccalis) (fig. 8-78[15]), es sensorial para los tejidos de la mejilla, a los cuales llega después de haber pasado primero entre el pterigoideo y el temporal y luego entre el tubérculo maxilar y la mandíbula. Después de su origen viene el *nervio auriculotemporal* (fig. 8-78[17]) que vira en torno del borde caudal de la mandíbula para entrar en la cara en un sitio un poco ventral respecto de la articulación temporomandibular. Es sensitivo para la piel de la región temporal y gran parte del oído externo, incluso el revestimiento del conducto que conduce a la membrana timpánica. La continuación en la cara, *rama facial transversa*, inerva una lonja de piel que se extiende hasta la comisura de la boca.

El *nervio mandibular* continúa entre los músculos pterigoideos medial y lateral antes de dividirse en sus ramas terminales, los nervios lingual y alveolar inferior.

El *nervio lingual* (fig. 8-78[18]) emite ramitos para la mucosa orofaríngea antes de dividirse en una rama profunda que entra en la lengua y en una rama superficial, el *nervio sublingual* (fig. 8-78[18']) que corre por medial del milohioideo, debajo de la mucosa del piso de la boca a la cual inerva. La rama para la lengua recibe la *cuerda del tímpano*, rama del facial que introduce fibras eferentes viscerales para las glándulas salivales que hacen sinapsis en el ganglio mandibular adyacente y fibras gustativas (aferente visceral especial) procedentes de las yemas gustativas de los dos tercios rostrales de la lengua. Otras fibras sensoriales están a cargo de la sensibilidad general en la misma área de la mucosa lingual.

El *nervio alveolar inferior* (fig. 8-78[19]) envía el *nervio milohioideo* (fig. 8-78[19']) al músculo milohioideo y al vientre rostral del digástrico antes de entrar en el conducto mandibular en el agujero mandibular. El nervio alveolar inferior inerva los dientes malares inferiores antes de que una gran parte de él reaparezca en el agujero mentoniano como *nervio mentoniano* (fig. 8-78[19'']), que inerva los tejidos del labio inferior y mentón. En algunas especies varias ramas mentonianas salen por otros tantos orificios. Aunque también están cubiertos por músculo, el o los nervios mentonianos pueden palparse, comprimirse y bloquearse en los sitios donde emergen.

Las lesiones o las enfermedades de las ramas del nervio trigémino producen déficit sensoriales en sus respectivos territorios y a veces se manifiestan con irritación facial crónica; algunas ramas se bloquean a menudo al hacer cirugía menor en la cabeza. Las lesiones destructivas del nervio mandibular producen parálisis de

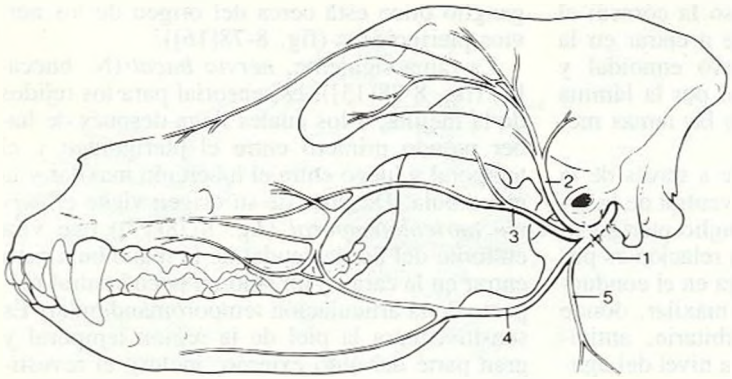


Fig. 8-79. Distribución del nervio facial en el perro.

1, nervio facial; 2, n. auriculopalpebral; 3, rama bucal dorsal; 4, rama bucal ventral; 5, rama cervical.

los músculos que elevan la mandíbula; si la lesión es unilateral, la atrofia resultante puede ser más obvia que toda incapacidad motora. En perros se describió parálisis bilateral idiopática temporaria de la musculatura trigeminal caracterizada por una caída de la mandíbula.

Nervio abducens (VI)

Las fibras de este nervio se originan en el tallo encefálico caudal y hacen su emergencia prevista (para las fibras eferentes somáticas generales) cerca de la línea media (fig. 8-15). El trayecto intracraneal conduce a la fisura orbitaria (o al agujero orbitorredondo) y dentro de la órbita el nervio se ramifica para inervar el recto externo y la parte lateral del músculo retractor del globo ocular. Su lesión causa incapacidad para desviar el globo ocular hacia afuera (p. 355).

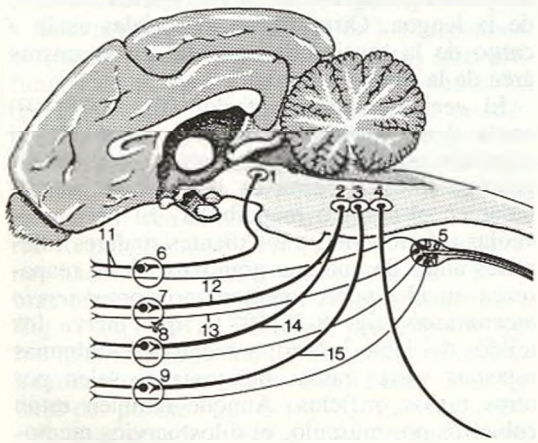


Fig. 8-80. Esquematización de la inervación autónoma de las estructuras de la cabeza.

1, núcleo parasimpático del oculomotor (III); 2, núcleo parasimpático del facial (VII); 3, núcleo parasimpático del glosofaríngeo; 4, núcleo parasimpático del vago; 5, ganglio cervical craneal; 6, ganglio ciliar; 7, ganglio pterigopalatino; 8, ganglio mandibular; 9, ganglio ótico; 11, nervios ciliares cortos; 12, nervio petroso mayor; 13, nervio petroso profundo; 14, cuerda del tímpano; 15, plexo timpánico, nervio petroso menor.

Nervio facial (VII)

Este nervio se conoce a veces como nervio intermediofacial por su índole compuesta. El componente intermedio es un nervio visceral que cumple funciones sensitivas, incluso gustativas, y motoras (parasimpáticas); el componente facial es el nervio del segundo arco branquial, cuyo territorio principal es la musculatura de la mímica.

Los nervios facial y vestibulococlear nacen muy próximos entre sí en el extremo lateral del cuerpo trapezoide (fig. 8-28[VII, VIII]) y corren envueltos por membranas meníngeas comunes hasta el conducto auditivo interno del peñasco del hueso temporal, donde se separan y el nervio facial entra en un pasaje (conducto facial) dentro del hueso que, describiendo una pronunciada convexidad caudal (''genu''), va al agujero estilomastoideo, donde el nervio aparece en la superficie del cráneo. En el vértice de la incurvación el nervio facial tiene el *ganglio geniculado*. Con excepción de la pequeña rama para el músculo del estribo, las ramas emitidas dentro del hueso representan el componente intermediario y las emitidas después de salir del hueso son el componente facial (fig. 8-79[1]).

El *nervio petroso mayor* nace a nivel del ganglio y emerge a través de un agujero independiente. Al principio es parasimpático pero poco después se le suman fibras simpáticas y forma un nervio autónomo compuesto; el llamado nervio del conducto pterigoideo transita por este fino pasaje para llegar al ganglio pterigopalatino que está en la fosa pterigopalatina (fig. 8-80[12,7]). A este nervio se lo comenta con mayor detalle más adelante. El *nervio del estribo*, (n. stapedius) que nace a continuación, es motor del músculo del estribo del oído medio

(p. 364). La rama siguiente, *cuerda del tímpano* (fig. 8-80[14]), cruza la cavidad timpánica para emerger en la fisura petrotimpánica, después de lo cual converge con la rama lingual del nervio mandibular y queda incorporado en él (p. 367).

Las primeras ramas de la porción libre del nervio facial son los *nervios auriculares interno* y *caudal* que inervan los músculos del oído externo y otras ramas para algunos músculos hioideos, incluso el vientre caudal del digástrico. El tronco principal entra en la cara rodeando la mandíbula, donde primero está contenido entre el masetero y la glándula parótida. Más o menos en este nivel –existen diferencias entre las especies– se divide en tres ramas terminales.

En algunas especies se emite el *nervio auriculopalpebral* (fig. 8-79[2]) antes de que el tronco principal llegue a la cara y entonces está menos expuesto a los traumatismos superficiales en el costado de la cabeza. Cruza el arco cigomático encaminándose hacia el espacio comprendido entre el párpado superior y el oído externo, antes de dividirse en ramas que inervan los músculos de los párpados (con exclusión del elevador del párpado superior) y los músculos que están delante del oído externo.

La *rama bucal dorsal* (fig. 8-79[3]), que puede adoptar la forma de un manojo de ramas divergentes, cruza el masetero en camino hacia el hocico.

En algunas especies la rama bucal ventral (fig. 8-79[4]) sigue una trayectoria similar en un nivel un poco más ventral, pero en otras adopta un curso divergente, transitando primero dentro del espacio intermandibular para luego emerger en la cara junto con el conducto parotídeo y los vasos faciales, donde éstos cruzan la mandíbula delante del masetero. En conjunto las ramas bucales (rami buccales) inervan los músculos de la mejilla, labios y narinas. Sus ramas periféricas se unen con las del nervio trigémino en muchos niveles y muchos de los troncos más pequeños combinan fibras motoras (faciales) y sensoriales (trigeminales).

Es evidente que los efectos de los traumatismos o enfermedades dependen del sitio de la lesión. Las lesiones más centrales, que tienden a ser de causas más graves, afectan todo el campo facial y acarrean la pérdida de la actividad secretoria de las glándulas lagrimales y salivales (excepto la parótida), además de la parálisis muscular. Las lesiones que toman el tronco principal cerca de su salida del hueso paralizan toda la musculatura de la mímica, en tanto que las lesiones más periféricas pueden respetar algunos grupos, según su sitio y sus variaciones específicas e individuales en el patrón de ramificación. Las confinadas al nervio auriculopalpebral producen caída del oído externo y estrechamiento de la fisura palpebral, con incapacidad para cerrar el ojo, en tanto que el daño de las ramas bucales puede paralizar los músculos de los labios y las mejillas permitiendo que se acumule un poco de alimento en el vestíbulo oral, pero también puede acarrear una deformación del hocico, que es desviado por la actividad no antagonizada de los músculos del lado sano. Esta asimetría no es llamativa siempre y el lado sano, hacia el cual se desvía el hocico, a veces da la impresión de estar más deformado.

En ocasiones se bloquea el nervio auriculopalpebral para facilitar el examen del ojo.

Nervio vestibulococlear (VIII)

El nervio vestibulococlear se divide dentro del meato acústico interno en sus porciones vestibular y coclear, que se introducen por separado en la parte petrosa del hueso temporal para inervar los componentes vestibular y coclear del laberinto membranoso del oído interno. Se los comenta más adelante con los órganos de los sentidos especiales del equilibrio y la audición (p. 364).

Nervio glosofaríngeo (IX)

El nervio glosofaríngeo posee una combinación de fibras que inervan elementos originados en el tercer arco branquial y tiene importantes componentes eferentes viscerales (parasimpáticos) y aferentes. Es un nervio motor para una parte de la musculatura palatofaríngea y para ciertas glándulas salivales, y sensitivo para la mucosa de la raíz de la lengua, paladar y faringe. Además existe una rama importante para el seno y cuerpo carotídeos.

El nervio glosofaríngeo se origina en la parte ventrolateral de la médula oblonga, en las raicillas más rostrales de la serie lineal de la cual también surgen el vago y la parte medular del nervio accesorio (figs. 8-15 y 8-28). Acompaña a estos nervios hasta el agujero yugular y más o menos en este nivel presenta dos ganglios pequeños y un tanto indistintos. La primera rama, *nervio timpánico*, entra en la cavidad timpánica, donde participa con las ramas de los nervios facial y carotídeo interno (simpático) en la formación de un plexo del cual parte un nervio que va al ganglio ótico para inervar a la glándula parótida (fig. 8-80[3,15]).

El tronco principal se separa en un corto tramo de los nervios vago y accesorio y en este nivel desprende la *rama para el seno carotídeo*, que se encamina al seno carotídeo, donde termina en los barorreceptores que están en la pared del seno y en los quimiorreceptores del

cuerpo carotídeo. Luego el nervio glosofaríngeo corre en dirección rostroventral paralelamente al estilohioideo, antes de dividirse en sus ramas faríngea y lingual. Las *ramas faríngeas* comprenden una para el estilofaríngeo caudal y las otras se difunden dentro del plexo faríngeo, al cual también contribuye el vago. Aunque la mayoría de las fibras son sensitivas para la mucosa, es probable que exista una contribución para la musculatura faríngea.

La *rama lingual*, más grande, entra en la lengua paralelamente a la arteria lingual, a la rama lingual del nervio mandibular y al nervio hipogloso. Es sensitiva para la mucosa de la raíz de la lengua (incluso las yemas gustativas de este área) y motora para el músculo elevador del velo del paladar y las glándulas del paladar blando. El daño de este nervio –más común en los caballos por inflamación de la bolsa gutural– puede acarrear dificultades de la deglución. Como también se puede afectar el vago, es difícil saber en qué medida la paresia del paladar y la faringe se debe a compromiso del glosofaríngeo. Estudios experimentales recientes indican que el papel del nervio glosofaríngeo es más importante de lo que algunos autores opinaban.

Nervio vago (X)

Éste es el nervio de los arcos branquiales cuarto y siguientes, pero también contiene las fibras parasimpáticas que inervan las vísceras cervicales, torácicas y abdominales. El segundo componente tiene, por mucho, la distribución generalizada más amplia de todos los nervios craneanos (fig. 8-84[5]).

El vago forma parte del haz de nervios que pasa por el agujero yugular. Tiene dos pequeños ganglios en el trayecto que está dentro y justo afuera del agujero y más allá corre en ínfima asociación con los nervios glosofaríngeo y accesorio. Una vez que el glosofaríngeo ha virado en dirección rostral, el vago sigue acompañado por el accesorio y después entabla relación con el ganglio cervical craneal para continuar, a lo largo del cuello en íntimo contacto con el tronco simpático, al cual está unido por una fascia que les forma una vaina común sobre el borde dorsal de la arteria carótida común y en relación con la tráquea. El tronco vagosimpático izquierdo entabla un contacto adicional con el esófago (fig. 8-86[5]). Los nervios vago y simpático se separan a la entrada del tórax, después de lo cual el vago continúa más o menos horizontalmente por el mediastino hasta que sobre el pericardio se divide en sus ramas dorsal y ventral. Estas ramas se combinan con la respectiva rama contralateral para formar los troncos vagales dorsal y ventral que entran en el abdomen siguiendo los correspondientes bordes del esófago. Dentro del abdomen ambos nervios se ramifican abundantemente participando con las fibras simpáticas en la formación de plexos que inervan las vísceras abdominales (p. 344).

La primera rama importante después de la emergencia del cráneo es la *rama auricular*, que participa en la inervación de la piel del oído externo. Siguen a ésta las *ramas faríngeas* que se combinan con las de los nervios glosofaríngeo, laríngeo craneal y simpático para formar el plexo faríngeo. Una prolongación de este plexo inerva el esófago cervical. El *nervio laríngeo craneal* va a la laringe, donde se divide en una rama externa para el músculo cricotiroideo y una rama interna para la mucosa laríngea desde la entrada, (aditus) hasta la glotis. Esta rama entabla conexiones con el nervio laríngeo recurrente. El *nervio depresor* del corazón está formado en parte por fibras procedentes del nervio laríngeo craneal y en parte por fibras del nervio vagal principal; es difícil seguirlo porque en la mayoría de los animales vuelve a unirse al tronco principal para continuar por el cuello y el tórax hasta el corazón.

La porción torácica del vago desprende *ramas cardíacas* que forman un plexo mediastinal con fibras simpáticas que tienen el mismo destino. Dentro del tórax también emite un gran *nervio laríngeo recurrente*. El del lado derecho cambia de dirección rodeando una rama de la arteria subclavia mientras que el izquierdo hace lo mismo en torno de la aorta. El nervio laríngeo recurrente vuelve a ascender por el cuello aplicado sobre la parte ventral de la arteria carótida común en un recorrido que lo lleva de nuevo a la laringe, donde inerva la mayor parte de los músculos intrínsecos de este órgano (todos menos el criotiroideo) y la mucosa caudal respecto de la glotis. Unos pequeños filetes desprendidos por el camino van al plexo cardíaco y a la tráquea y esófago. La distribución del tronco principal se completa con ramas pulmonares que se combinan en un plexo común con los nervios simpáticos.

El daño del nervio vago y sus ramas puede manifiestarse de diversas maneras, entre ellas trastornos de la deglución y disfunción del corazón y otras vísceras. La degeneración del nervio laríngeo recurrente es muy común en los caballos, en los cuales causa el trastorno que se conoce como ronquido (p. 503), esto también se produce en los perros.

Nervio accesorio (XI)

El nervio accesorio presenta la particularidad de originarse en dos raíces. La raíz espinal proviene de filamentos que emergen a mitad de ca-

mino entre las raíces dorsales y ventrales de los primeros cinco nervios espinales (más o menos) (figs. 8-15 y 8-28). Estos filamentos se combinan en un tronco que corre dentro del espacio subaracnoideo espinal para entrar en el cráneo por el agujero magno; luego se encamina a la raíz craneana, formada por los filetes más caudales de la serie del glosofaríngeo y vago. Sólo existe un breve contacto entre las dos raíces y si bien puede ser que se intercambien algunas fibras, luego la raíz craneana se amalgama con el vago, al cual la aportaría las fibras que llegan a la musculatura laríngea por medio del nervio laríngeo recurrente. La raíz espinal es la que forma el nervio accesorio de la anatomía descriptiva. Este nervio pasa a través del agujero yugular para dividirse dentro de la fosa atlánica en las ramas dorsal y ventral.

La *rama dorsal* corre caudalmente sobre los músculos esplenio y serrato ventral antes de inervar los músculos braquiocefálico, omotransversario y trapecio, que la cubren. La *rama ventral* sólo inerva un músculo, el esternocefálico, entrando en éste cerca de su inserción craneal.

No existe explicación convincente para la curiosa desviación que hacen las fibras espinales de este nervio.

Nervio hipogloso (XII)

Este nervio es motor de los músculos intrínsecos y extrínsecos de la lengua que se originan en los miotomas de los somitos occipitales. Después de emerger de la cara ventral de la médula oblonga (fig. 8-15) el nervio pasa por el conducto del hipogloso antes de cruzar los nervios del grupo del vago y continuar hacia la lengua, en la cual entra en un sitio más ventral que el nervio glosofaríngeo. Dentro de la sustancia lingual se ramifica para llegar a los diversos músculos.

La lesión destructiva de este nervio paraliza los músculos homolaterales permitiendo que la lengua se desvíe hacia el lado sano. Finalmente sobreviene una pronunciada atrofia.

NERVIOS ESPINALES

Con anterioridad se hizo una descripción general de la formación y distribución de los nervios espinales (p. 44). Allí se describía la formación de cada nervio mediante la unión de las raíces dorsal y ventral y su división ulterior en las ramas primarias dorsal y ventral que divergen al pasar por los agujeros intervertebrales (fig. 1-32). El modelo de distribución bastante constante de las ramas dorsales puede representarse con una sola descripción, mientras que los rasgos regionales de las ramas ventrales requieren atención aparte.

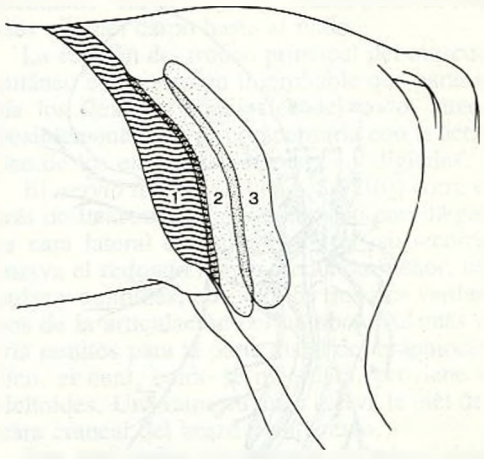


Fig. 8-81. Inervación cutánea del flanco. Nótese la superposición de las tres zonas.

1, inervación por T18; 2, inervación por la rama ventral de L1 (nervio iliohipogástrico); 3, inervación por la rama ventral de L2 (nervio ilioinguinal).

Ramas dorsales

Como regla, las ramas dorsales son mucho más pequeñas que las ventrales y tienen una distribución más sencilla. Cada rama se divide en una rama medial que inerva la parte local de la musculatura epiaxil del cuello, tronco o cola y una rama lateral que se distribuye sobre la parte dorsal del segmento cutáneo (dermatomo) inervado por el respectivo nervio espinal (fig. 1-33). Estas áreas se extienden desde la línea media dorsal a distancia variable por el costado del animal. Los territorios de los primeros nervios cervicales llegan hasta la región de la nuca, además de inervar la piel del cuello, los nervios que están a cada lado de la unión cervicotorácica inervan la piel de la parte superior del hombro y los nervios de las regiones torácicas media y caudal y lumbar inervan territorios cada vez más grandes de piel de la pared torácica y flanco, pero los territorios de los nervios sacros vuelven a ser restringidos. Las conexiones inconspicuas entre los nervios vecinos forman un plexo continuo en el cual el intercambio de fibras desdibuja los límites entre los territorios inervados por los nervios individuales y hasta es probable que cada parte de la piel reciba fibras sensoriales de dos y quizás hasta tres nervios espinales (fig. 8-81).

Ramas ventrales

Las ramas ventrales, más grandes, inervan los músculos hipoaxiles, incluso los de los miembros (salvo los de la cintura torácica, que son inervados por el undécimo nervio craneano

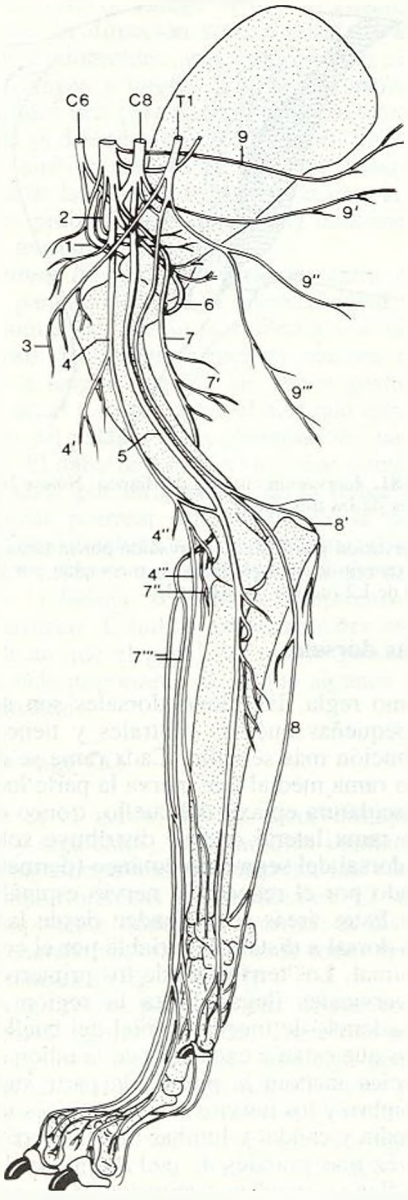


Fig. 8-82. Nervios del miembro torácico derecho del perro, vista medial.

1, nervio supraescapular; 2, nn. subescapulares; 3, nn. pectorales craneales; 4, n. musculocutáneo; 4', rama muscular proximal; 4'', rama muscular distal; 4''', nervio cutáneo medial del antebrazo; 5, n. mediano; 6, n. axilar; 7, n. radial; 7', ramas musculares para el tríceps; 7'', ramas musculares para los extensores; 7''', n. cutáneo craneal del antebrazo; 8, n. ulnar; 8', n. cutáneo caudal del antebrazo; 9, n. torácico largo; 9', n. toracodorsal; 9'', n. torácico lateral; 9''', n. pectoral caudal.

y el músculo romboides, inervado en algunas especies por ramas dorsales) y el resto de la piel del cuello, tronco y miembros. Con excepción de la región torácica, donde existe una segmentación más exacta, las ramas ventrales también reciben filetes comunicantes de sus vecinas. Estas conexiones están muy exageradas en los niveles donde se originan los nervios de los miembros torácico y pelviano, donde constituyen los plexos braquial y lumbosacro, respectivamente (fig. 1-34).

Ramas ventrales cervicales

La distribución cutánea de las dos primeras ramas ventrales cervicales llega hasta las regiones del oído externo y maseterina y de la garganta. Los componentes más caudales de la serie forman el nervio frénico y el plexo braquial, pero conservan sus responsabilidades locales.

En las especies domésticas el *nervio frénico* suele formarse por los nervios cervicales quinto, sexto y séptimo. Estas contribuciones corren ventralmente sobre el músculo escaleno para unirse en un tronco que vira debajo del músculo (fig. 1-34) y entra en el mediastino entre el primer par de costillas. El nervio frénico corre en dirección caudal dentro del mediastino y cruza la faz lateral del pericardio para llegar al diafragma; el nervio derecho utiliza el pliegue de la vena cava en la última parte de su recorrido (fig. 13-10[7]). Los nervios frénicos se ramifican dentro del diafragma, del cual son la única inervación motora; sus fibras sensitivas son suplidas por otras que llegan con los nervios intercostales. Vale la pena destacar que los nervios frénicos son nervios musculares típicos y no se debe pensar que son autónomos por el hecho de que normalmente la respiración es involuntaria. Los experimentos realizados en varias especies revelan que la sección bilateral de los nervios frénicos surte un efecto escaso, aunque puede evidenciarse compromiso respiratorio al someter al animal a un estrés severo.

Plexo braquial

El plexo braquial inerva casi todas las estructuras del miembro torácico, siendo las excepciones los músculos trapecio, omotransversario, braquiocefálico y romboides, y la piel de la región superior del hombro.

El plexo suele formarse mediante contribuciones de los tres últimos nervios cervicales y los dos primeros torácicos; a veces participa el quinto nervio cervical y en estos casos la contribución del segundo nervio torácico está disminuida o ausente. El plexo llega a la axila pasando entre las partes del escaleno y se divide rápidamente en ramas periféricas que divergen hacia sus respectivos destinos (fig. 8-82). Varias ramas de este plexo tienen una distribución local muy restringida y es suficiente mencionar sus nombres y sus destinos; comprenden el *ner-*

vio torácico largo (fig. 8-82[9]) para el serrato ventral, el *nervio toracodorsal* (fig. 8-82[9']) para el dorsal ancho, los *nervios pectorales craneal y caudal* (fig. 8-82[9'']) para los músculos pectorales (incluso el subclavio), el *nervio subescapular* (fig. 8-82[2]) para el subescapular y el *nervio torácico lateral* (fig. 8-82[9'']) para el cutáneo del tronco y la piel de la parte ventral del tórax y abdomen. Las otras ramas requieren una descripción más completa. Aunque algunas exhiben diferencias entre las especies, es raro que revistan importancia, salvo en la mano, pero incluso éstas pueden ignorarse en gran medida por ahora.

El *nervio supraescapular* (fig.8-82[1]) emerge de la parte craneal del plexo braquial (C6-7). Transcurre entre el supraespinoso y el subescapular para llegar al margen craneal del cuello de la escápula, en torno del cual vira hacia la cara lateral del hueso, donde se distribuye en los músculos supraespinoso e infraespinoso. Al igual que otros nervios que se hallan en relación directa con un hueso, puede lesionarse, en este caso por estiramiento contra la escápula al sobreabducir o retraer el miembro con violencia. La parálisis de los músculos laterales del hombro resultante no influye sobre la postura erecta pero puede causar un movimiento lateral evidente de la articulación del hombro durante la marcha. Esto ocurre con mayor frecuencia en los caballos, en los cuales también se conoce como ''guadañco''; se manifiesta después de un tiempo con una consunción obvia de la musculatura cercana a la espina escapular.

El *nervio musculocutáneo* (fig. 8-82[4]) también es de origen cervical (C7-8). Luego de un breve trayecto en la axila, este nervio se ramifica emitiendo la rama muscular proximal (fig. 8-82[4']) que inerva el coracobraquial y el bíceps en la parte superior del brazo. En el perro la continuación del nervio más allá de la rama muscular proximal se mantiene separada del nervio mediano hasta que en el tercio distal del brazo una rama comunicante corre en dirección distocaudal hasta el nervio mediano. El nervio continúa su trayectoria pasando debajo de la parte terminal del bíceps braquial, donde se divide en la rama muscular distal (fig. 8-82[4'']) que inerva el braquial y en el nervio cutáneo medial del antebrazo (fig. 8-82[4''']), que cruza la cara flexora del codo antes de ramificarse en la piel.

En los ungulados, en general, el nervio musculocutáneo vira en torno de la arteria axilar para unirse con el nervio mediano, con el cual se confunde por un corto trayecto, pero después las fibras del musculocutáneo vuelven a separarse del nervio mediano en las partes superior e inferior del brazo, donde forman las ramas musculares proximal y distal del nervio musculocutáneo. En el caballo la rama cutánea llega más allá del carpo hasta el nudo.

La sección del tronco principal del musculocutáneo es una lesión improbable que paralizaría los flexores principales del codo, aunque posiblemente esto se compensaría con la actividad de los extensores carpianos y digitales.

El *nervio axilar* (C8) (fig. 8-82[6]) corre detrás de la articulación del hombro para llegar a la cara lateral del miembro y en su recorrido inerva el redondo mayor, redondo menor, capsular y deltoides, que son los flexores verdaderos de la articulación del hombro. Además envía ramitos para la parte distal del braquiocefálico, el cual, como se recordará, proviene del deltoides. Una rama cutánea inerva la piel de la cara craneal del brazo y antebrazo.

Las tres ramas remanentes del plexo tienen los recorridos más complicados y las distribuciones más extensas. El *nervio radial* (fig. 8-62[7]) nace en los dos últimos nervios cervicales y el primero torácico (C7-T1). Primero corre en dirección distal dentro del brazo, caudal a la arteria braquial antes de dividirse entre las cabezas larga y medial del tríceps para seguir el surco espiral del húmero que lo conduce a la cara craneolateral del miembro. Mientras está sepultado por el tríceps envía ramas para las diversas cabezas de este músculo (fig. 8-82[7']) y para el tensor de la fascia antebranquial y el ancóneo. En la parte inferior del brazo el nervio radial emite un grupo adicional de ramas musculares (fig. 8-82[7'']) para todos los músculos extensores carpianos y digitales, incluso el ulnar lateral anómalo. Una rama cutánea (fig. 8-82[7''']), a menudo desdoblada, desciende sobre la cara craneolateral del antebrazo y carpo para llegar a la superficie dorsal de los dedos, salvo en el caballo, en el cual se extingue más o menos a nivel del carpo y parte de la inervación más distal está a cargo del nervio musculocutáneo.

El daño del nervio radial puede acarrear tres consecuencias obvias: parálisis de los extensores del codo, parálisis de los extensores carpianos y digitales y anestesia del territorio cutáneo. La combinación de estos tres trastornos orienta hacia una lesión proximal respecto de la parte media del brazo, mientras que la combinación del segundo y tercero significa lesión en la parte distal del brazo y el déficit puramente sensorial sugiere una lesión más allá del origen de las ramas motoras distales. La lesión en el brazo es bastante común porque en algunos lugares sólo una fina capa de músculo separa el nervio del húmero, de modo que puede afectarse si este hueso se fractura o si se forma un tumor en él. El daño extenso del nervio radial por encima del origen de las ramas tricipitales es grave porque no permite fijar el codo y el

miembro no puede sustentar el peso; el animal arrastra la pata con su superficie dorsal en el suelo. Las lesiones más distales son menos graves porque el codo se puede fijar y la mayoría de los animales aprenden a compensar la parálisis de los músculos del antebrazo avanzando rápidamente el miembro y plantando la mano en el suelo antes de que pierda ímpetu.

El *nervio mediano* (fig. 8-82[5]) se origina principalmente en el último nervio cervical y primero torácico (C8-T1). Desciende por la superficie medial del brazo caudal a la arteria principal y entra en el antebrazo sobre el ligamento colateral medial de la articulación del codillo. Después se inclina en dirección caudal, pasa debajo del flexor radial del carpo y mantiene esta situación protegida hasta que llega al carpo. En la parte distal del antebrazo o en el canal carpiano se divide en dos o más ramas que descienden por el canal carpiano para inervar la mayoría de los elementos de la parte palmar de la mano. El nervio mediano inerva la mayoría de los músculos flexores del carpo y de los dedos en un patrón que se superpone (aunque sin coincidir del todo) con la distribución del nervio ulnar. Por esta razón, el daño confinado al nervio mediano no suele manifestarse con ninguna anormalidad de la postura o la marcha.

El *nervio ulnar* (fig. 8-82[8]) sale de la parte caudal del plexo (C8-T2). Desciende por el brazo junto con el nervio mediano y quizá (como en el perro) unido a él durante un trecho, antes de desviarse hacia el olécranon para cruzar la cara caudal de la articulación del codo. Dentro del brazo emite el nervio cutáneo caudal del antebrazo. El tronco principal queda muy reducido por el desprendimiento de las ramas para los músculos flexores carpianos y digitales en la parte superior del antebrazo y su delgada continuación corre hacia abajo por la parte caudal del antebrazo hasta que, por último, se divide a corta distancia por encima del hueso carpiano accesorio. La rama dorsal emerge entre los tendones del flexor ulnar del carpo y ulnar lateral y desciende sobre la cara lateral del hueso accesorio para inervar la piel de la superficie lateral del pie delantero. La rama palmar continúa por el canal carpiano y después inerva los interóseos y otros músculos pequeños de la mano. También envía ramas sensoriales para la piel y estructuras más profundas. La distribución en la mano se halla íntimamente complementada con el nervio mediano, en parte mediante troncos combinados. El daño confinado a este nervio difícilmente altera la locomoción y los déficit sensoriales arrojan considerable variación de una especie a otra.

La inervación del pie delantero, tema de considerable importancia práctica en los equinos y bovinos, se considera por separado más adelante para las distintas especies.

Ramas ventrales torácicas

Estas ramas exhiben una distribución segmentaria más estricta que las de otras regiones. Las dos primeras contribuyen al plexo braquial, pero las ramas ventrales torácicas suelen emitir los nervios intercostales que corren ventralmente en los espacios intercostales, sea directamente debajo de la pleura o entre las dos capas de músculos intercostales, pues la relación varía según la localización y la especie. Aparte de inervar los músculos intercostales, los nervios intercostales desprenden ramas cutáneas laterales que inervan una banda de piel de la cara lateral y ramas cutáneas ventrales que inervan la superficie ventral de la pared torácica; los miembros más caudales de la serie también intervienen en la inervación del piso del abdomen. Existen unas pocas conexiones menores con nervios del plexo braquial. En la cerda, la perra y la gata las ramas cutáneas laterales emiten filetes para las glándulas mamarias torácicas.

La última rama ventral torácica (nervio costoabdominal) sigue un curso y tiene una distribución un tanto distintos porque pasa detrás de la última costilla. Colabora con las ramas ventrales lumbares en la inervación del flanco.

Ramas ventrales lumbares

Las ramas ventrales lumbares y sacras forman un plexo continuo que está mejor desarrollado donde los tres o cuatro últimos nervios lumbares y los dos primeros sacros forman el plexo lumbosacro que inerva el miembro pelviano. Las ramas ventrales lumbares más craneales revisten una importancia considerable en los bovinos porque a menudo se las bloquea para hacer cirugía abdominal y reciben nombres individuales. En las especies con seis nervios lumbares la primera rama ventral se conoce como *nervio iliohipogástrico*, la segunda como *ilioinguinal* y la tercera y la cuarta se combinan para formar el *nervio genitofemoral*. En las especies con siete nervios lumbares, las dos primeras ramas ventrales se distinguen como *iliohipogástrico craneal* y *caudal* y la tercera forma el ilioinguinal y también contribuye al nervio genitofemoral. El nervio genitofemoral se divide en una rama femoral que inerva la piel de la cara medial del muslo y una rama genital que inerva las fascias espermáticas, el escroto y el prepucio.

La inclinación caudoventral de las ramas ventrales, que se torna cada vez más evidente en los nervios intercostales caudales, se acentúa toda-

vía más en las ramas lumbares; los sitios donde se tiene acceso con mayor facilidad a estos nervios para inyectar una solución de anestésico local y las posiciones de sus dermatomas son mucho más caudales de lo que naturalmente se supondría (fig. 28-2*A*). Los nervios atraviesan el transverso cerca de la punta de las apófisis transversas y después corren en la profundidad del oblicuo interno hacia el piso del abdomen (fig. 1-33). Además de inervar el flanco y el músculo recto, emiten ramas cutáneas laterales y ventrales; las primeras aparecen en el subcutáneo a niveles cada vez más dorsales a medida que se sigue la serie en dirección caudal.

Plexo lumbosacro

El plexo lumbosacro, donde nacen los nervios del miembro pelviano (salvo excepciones menores para ciertas áreas cutáneas proximales), es una acentuación del plexo continuo. Suele empezar con la rama ventral del cuarto nervio lumbar y termina con la del segundo sacro (L4-S2), de modo que tiene una raíz adicional en las especies que poseen 7 nervios lumbares (fig. 8-83).

El *nervio femoral* (fig. 8-83[1]) nace en la parte craneal (L4-6) del plexo y corre a través de los músculos psoas para llegar a la brecha comprendida entre el ángulo dorsocaudal del flanco y el músculo psoasilíaco. Lo acompañan la arteria y vena ilíaca externa y al entrar en el muslo transcurre en una posición protegida entre el sartorio y el pectíneo. En seguida emite el nervio safeno y luego de un recorrido adicional muy breve se divide entre el recto femoral y el vasto medial para agotarse dentro de la masa del cuadríceps (fig. 8-83[1']). El daño severo de este nervio, aunque es relativamente infrecuente, acarrea consecuencias graves porque la parálisis del cuadríceps no permite fijar la articulación de la rodilla y todo el miembro se torna incapaz de sostener peso. Este defecto no se puede compensar.

El *nervio safeno* (fig. 8-83[1'']) emite una rama para el sartorio antes de continuar para inervar la piel que cubre la cara medial del miembro desde la rodilla hasta el metatarso.

El *nervio obturador* (fig. 8-83[2]) tiene a grandes rasgos el mismo origen (L4-6) que el nervio femoral. Sigue la cara medial del cuerpo del ilion para llegar al agujero obturador, al que atraviesa para llegar a los músculos aductores del muslo, que comprenden el grácil, pectíneo, aductor y obturador externo, además del obturador interno en los rumiantes y en el cerdo.*

* Esta variante puede ser más aparente que real porque hace poco se sugirió que el obturador interno de los artiodáctilos en realidad es una parte intrapelviana del obturador externo.

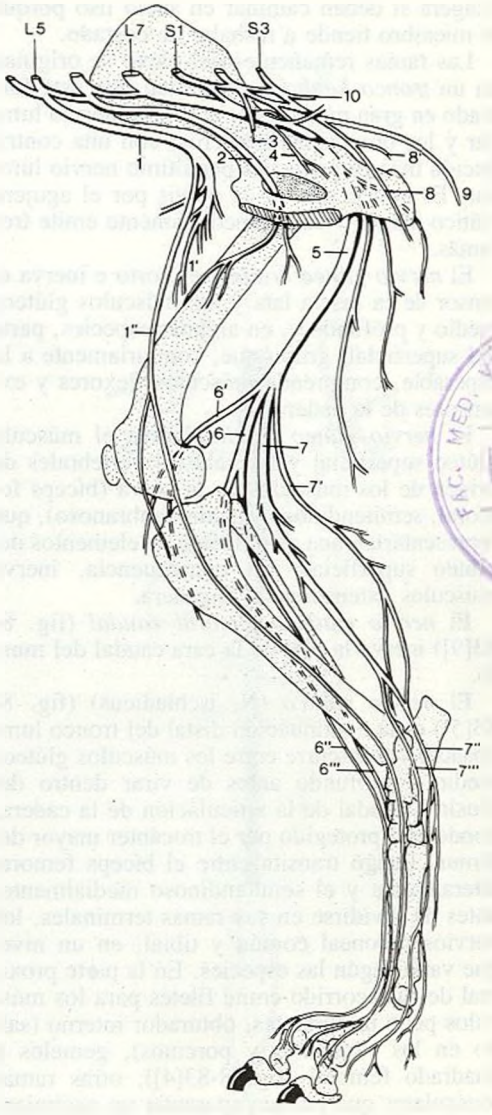


Fig. 8-83. Nervios lumbares y sacros del perro, vista medial.

1, nervio femoral; 1', ramas para el cuadríceps; 1'', n. safeno; 2, n. obturador; 3, n. pelviano; 4, rama para el obturador interno; gemelos y cuadrado femoral; 5, n. ciático; 6, n. peroneal; 6', n. cutáneo sural lateral; 6'', n. peroneal superficial; 6''', n. peroneal profundo; 7, n. tibial; 7', n. cutáneo sural caudal; 7'', n. plantar medial; 7''', n. plantar lateral; 8, n. pudendo; 8', n. perineal profundo; 9, n. cutáneo femoral caudal; 10, n. rectal caudal.

La relación con el hueso es peligrosa en potencia porque el nervio puede lacerarse en las fracturas y comprimirse durante el parto (el riesgo es menor en las especies cuya prole es pequeña en relación con la cavidad pelviana). Los efectos de la lesión varían según su extensión, pero son mayores en los animales más pesados y se

exagera si deben caminar en suelo liso porque el miembro tiende a resbalar de costado.

Las ramas remanentes del plexo se originan en un *tronco lumbosacro* común que está formado en gran medida por el último nervio lumbar y los dos primeros sacros, con una contribución más pequeña del penúltimo nervio lumbar. El tronco sale de la pelvis por el agujero ciático mayor y casi inmediatamente emite tres ramas.

El *nervio glúteo craneal* es corto e inerva el tensor de la fascia lata y los músculos glúteos medio y profundo y, en algunas especies, parte del superficial, grupo que, contrariamente a lo esperable, comprende músculos flexores y extensores de la cadera.

El *nervio glúteo caudal* inerva el músculo glúteo superficial y las cabezas vertebrales de origen de los músculos de la corva (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso), que representarían una asimilación de elementos del glúteo superficial. En consecuencia, inerva músculos extensores de la cadera.

El *nervio cutáneo femoral caudal* (fig. 8-83[9]) inerva la piel de la cara caudal del muslo.

El *nervio ciático* (N. ischiadicus) (fig. 8-83[5]) es la continuación distal del tronco lumbosacro y transcurre entre los músculos glúteos medio y profundo antes de virar dentro del muslo a caudal de la articulación de la cadera, donde está protegido por el trocánter mayor del fémur. Luego transita entre el bíceps femoral lateralmente y el semitendinoso medialmente, antes de dividirse en sus ramas terminales, los nervios peroneal común y tibial, en un nivel que varía según las especies. En la parte proximal de su recorrido emite filetes para los músculos poco importantes, obturador interno (salvo en los rumiantes y porcinos), gemelos y cuadrado femoral (fig. 8-83[4]); otras ramas musculares que pueden aparentar un nacimiento directo en el nervio ciático se considerarán por lo general como provenientes de sus divisiones peroneal común y tibial.

El *nervio peroneal común* (fig. 8-83[6]) o peroneo común, que es la menor de sus ramas terminales, se origina en las raíces lumbares del tronco lumbosacro. Corre primero junto con el nervio tibial pero después se separa de éste para pasar sobre la cabeza lateral del gastrocnemio y entrar en la pierna. Emite una rama, el nervio cutáneo sural lateral (fig. 8-83[6']), para la piel de la cara lateral de la pierna, antes de dividirse en las ramas superficial y profunda cuando llega cerca de la cabeza del peroné. El *nervio peroneal superficial* (fig. 8-83[6'']) inerva la piel de la cara dorsal de la pierna y todo el pie, con excepción del caballo en el que se termina a nivel del nudo. El *nervio peroneal profundo* (fig. 8-83[6'']) inerva los músculos dorsolaterales de la pierna (flexores del corvejón y extensores de los dedos), y también es sensitivo para las estructuras del pie. Como la inervación sensorial de esas estructuras varía mucho, diferimos la descripción de los detalles para los capítulos sobre las especies individuales.

La parálisis del nervio peroneal común produce hiperextensión del corvejón y flexión de los dedos, que pueden aplicarse en el suelo sobre sus superficies dorsales. El pie se puede colocar pasivamente para sostener el peso y con el tiempo puede haber una compensación (véase parálisis radial, p. 337). También ocurre un considerable déficit sensorial.

El nervio tibal (fig. 8-83[7]) proviene de las raíces sacras del plexo lumbosacro. Desprende importantes ramas musculares proximales para las cabezas pelvianas de los músculos de la corva antes de separarse del tronco principal para entrar en la pierna entre las dos cabezas del gastrocnemio. Más o menos en este nivel emite primero un nervio cutáneo sural caudal (fig. 8-83[7']) para la piel de esta cara de la pierna y después ramas musculares para el gastrocnemio, sóleo, poplíteo y crurales caudales. El nervio continúa como un tronco sensitivo casi con exclusividad (aunque también inerva los músculos digitales cortos) dentro de la lámina de fascia comprendida entre el tendón calcáneo común y los músculos crurales caudales; termina dividiéndose en los nervios plantares medial y lateral cuando llega a nivel de la punta del corvejón. Los *nervios plantares* (fig. 8-83[7'',7''']) continúan por la cara plantar del pie para impartir sensibilidad a los elementos plantares en particular, pero con cierta penetración dorsal que varía según las especies.

La sección o daño severo del nervio tibial se manifiesta con hiperflexión del corvejón e hiperextensión de los dedos. El daño similar del tronco original combina los efectos de las lesiones de los nervios peroneal común y tibial de modo que el miembro prácticamente queda incapacitado, aunque la fijación de la articulación de la rodilla por el cuadríuceps intacto puede permitir cierta sustentación.

Ramas ventrales sacras y caudales

Las ramas ventrales sacras, caudales respecto de las raíces del plexo lumbosacro y superpuestas a ellas, dan nacimiento a otros importantes nervios individuales. Los *nervios pelvianos* (fig. 8-83[3]), que aportan impulsos parasimpáticos, se consideran en el apartado siguiente.

El *nervio pudendo* (fig. 8-83[8]) tiene un origen diverso (S1-3 en el perro, S2-4 en los rumiantes). Es sensitivo para el recto, los órga-

nos internos y externos de la reproducción y la piel del periné. Reviste importancia fisiológica y aplicada, pero como es muy variable por ahora es suficiente decir que su curso lo lleva oblicuamente a través de la pelvis hacia la parte ventral de la salida pelviana (fig. 29-5[7,7''']). Provee los nervios perineales profundo y superficial, además de diversas ramas cutáneas, y finalmente se continúa como nervio dorsal del pene (o del clítoris). La *rama perineal superficial* inerva la piel del ano, vulva y región perineal ventral y es de localización perineal estricta.

El nervio perineal profundo inerva la parte ventral de la musculatura estriada del periné, en particular la de los órganos de la procreación. El tronco principal también envía ramas para la piel del prepucio y escroto en el macho y de la parte caudal de la ubre en la hembra.

Los *nervios rectales caudales* (fig. 8-83[10]) nacen en los nervios sacros más caudales, superponiéndose a veces al origen del nervio pudendo. Envían fibras sensitivas para el recto, ano y piel perianal y fibras motoras para la musculatura estriada dorsal del periné, incluso el elevador del ano. La división entre los territorios de estos nervios y el pudendo es bastante variable.

Las ramas ventrales de los nervios caudales inervan los músculos ventrales o depresores de la cola.

SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO PERIFÉRICO

Aunque es indudable que la regulación apropiada de las actividades "viscerales" presupone la existencia de receptores en las vísceras y vasos, originariamente al sistema nervioso autónomo se lo definió como eferente con exclusividad. Esto ofrece cierta conveniencia porque en general las vías aferentes viscerales son indistinguibles respecto de sus equivalentes somáticas en cuanto a estructura y disposición. Las vías eferentes viscerales, en cambio, se distinguen con claridad, en particular por la localización de la última neurona de la cadena dentro de un ganglio periférico y por la restricción de las neuronas activadoras de estas células ganglionares en núcleos específicos del tronco cerebral y en determinadas regiones de la médula espinal (figs. 8-84 y 8-85). Por lo tanto, la vía eferente periférica consiste en una fibra preganglionar (mielínica y, por ende, blanca) y una fibra posganglionar (poco mielinizada y, por ende, gris). Además, ciertos rasgos anatómicos, fisiológicos y farmacológicos distinguen dos sistemas eferentes contrastantes –simpático y parasimpático– mientras que no se

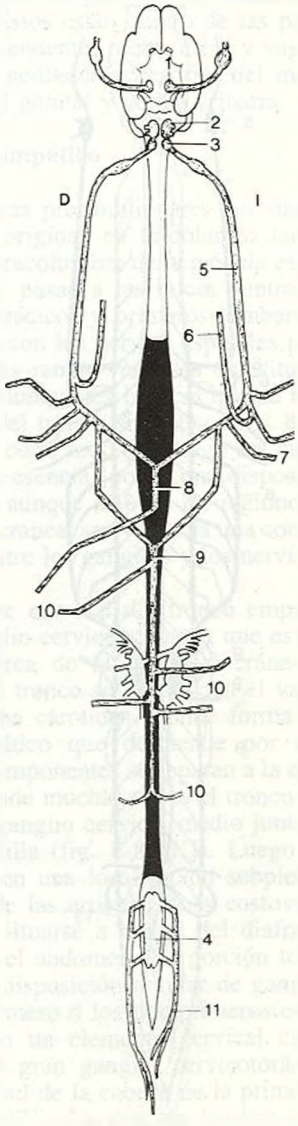


Fig. 8-84. Origen y distribución del sistema nervioso parasimpático, vista ventral esquemática.

1, núcleo parasimpático del oculomotor; 2, núcleos parasimpáticos rostral y medio de la médula oblonga; 3, núcleo vagal dorsal; 4, tracto de salida sacro; 5, nervio vago; 6, nervio laríngeo recurrente; 7, fibras parasimpáticas para el corazón y los pulmones; 8, tronco vagal ventral; 9, tronco vagal dorsal; 10, fibras parasimpáticas para los órganos abdominales; 11, nervios pelvianos.

puede trazar una distinción similar para las fibras aferentes viscerales que presuntamente estarían incluidas en todos los nervios craneanos y espinales (aunque sólo sea por la distribución ubicua de los vasos sanguíneos). Ya se explicó (p. 318) que los mecanismos cerebroespinal (somático) y autónomo (visceral) no se pueden

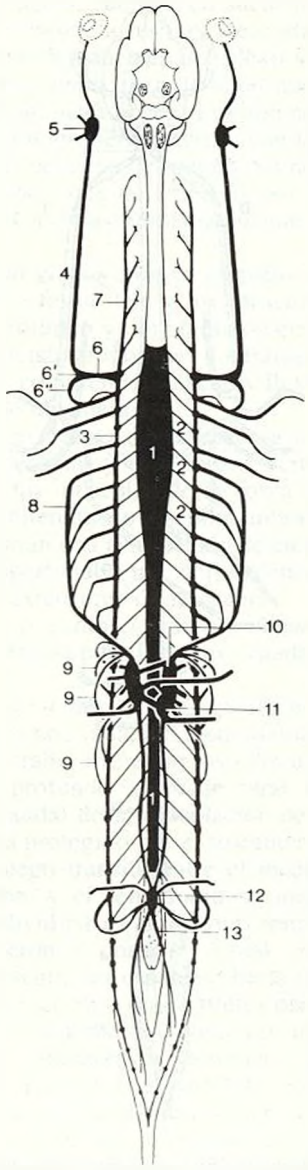


Fig. 8-85. Origen y distribución del sistema nervioso simpático, vista ventral esquemática. Los núcleos parasimpáticos del encéfalo y médula espinal se indican en gris.

1, tracto de salida simpático desde T1 hasta L3; 2, ramas comunicantes; 3, 4, tronco simpático; 5, ganglio cervical craneal; 6, ganglio cervicotorácico; 6', ganglio cervical medio; 6'', ansa subelavia; 7, n. vertebral; 8, n. esplácnico mayor; 9, n. esplácnico menor; 10, ganglio celíaco; 11, ganglio mesentérico craneal; 12, ganglio mesentérico caudal; 13, n. hipogástrico.

separar del todo porque la corteza cerebral dirige ambos tipos.

Más adelante (p. 346) se resumen algunas acciones fisiológicas diferenciales de los dos sistemas, pero se puede decir ahora que en parte se basan en el uso de noradrenalina como sustancia mediadora en la última sinapsis de la vía simpática, en tanto que la acetilcolina funciona como tal en la respectiva sinapsis parasimpática. La adrenalina se produce en la médula adrenal y cuando se distribuye por todo el organismo con el torrente sanguíneo suscita una respuesta simpática en masa. La acetilcolina, en cambio se libera y destruye localmente. Por lo tanto, las actividades del sistema parasimpático tienden a ser más específicas y aisladas que las del simpático. La localización más estrecha de las respuestas parasimpáticas también se debe a la presencia de ganglios parasimpáticos cerca del órgano efector e incluso dentro de él, mientras que los ganglios simpáticos están cerca del sistema nervioso central y las fibras posganglionares se irradian con mayor amplitud.

Sistema parasimpático

Las células preganglionares del sistema parasimpático se restringen a una cantidad de núcleos individuales dentro del tronco cerebral y a la columna lateral de un corto tramo de la médula espinal, por lo general los segmentos sacros segundo, tercero y quizá cuarto (fig. 8-84). Los impulsos correctamente denominados craneosacros se confinan a los nervios oculomotor, facial, glosofaríngeo, vago y pelvianos.

Las vías parasimpáticas craneanas tienen una independencia anatómica bastante limitada porque diversas partes de sus trayectos están incorporadas en nervios de composición a predominio somático. Sólo existen haces exclusivamente parasimpáticos cerca de los órganos efectores. Los principales rasgos visibles a simple vista de la inervación parasimpática craneana se describieron junto con los nervios respectivos y ahora habrá que combinar todos estos datos.

El núcleo parasimpático más rostral, el núcleo oculomotor parasimpático, está en el mesencéfalo en asociación con el núcleo motor del tercer nervio craneano. Las fibras preganglionares parasimpáticas emergen del tronco principal dentro de la órbita para constituir la raíz oculomotora (corta) del ganglio ciliar. Más allá de este ganglio las fibras posganglionares continúan como nervios ciliares cortos que también contienen fibras simpáticas y sensitivas; estos nervios penetran en la esclerótica para formar el plexo ciliar, desde el cual las fibras parasimpáticas se extienden a los músculos ciliar y esfínter pupilar (fig. 8-80[6,11)].

El componente parasimpático del nervio facial se origina en el núcleo parasimpático rostral (salival) de la médula oblonga (fig. 8-80[2]). Las fibras preganglionares se incorpo-

ran en el tronco principal del facial, pasan a través del ganglio geniculado somático sin interrumpirse y luego salen en la cuerda del tímpano y el nervio petroso mayor (fig. 8-80[14,12]). La cuerda del tímpano introduce su complemento en el nervio lingual, desde el cual las fibras parasimpáticas emergen después para hacer sinapsis en el ganglio mandibular; las fibras posganglionares inervan las glándulas salivales mandibular y sublinguales.

Al nervio petroso mayor se le une el nervio petroso profundo (simpático) (fig. 8-80[13]) para constituir el nervio del conducto pterigoideo, que conduce al ganglio pteriogopalatino (fig. 8-80[7]). Las fibras posganglionares se unen al nervio lagrimal (después de pasar por el nervio cigomático) en camino a la glándula lagrimal y por varias otras ramas del nervio maxilar hacia las glándulas que están en la mucosa nasal y palatina.

El componente parasimpático del nervio glosofaríngeo se origina en el núcleo parasimpático medio de la médula oblonga (fig. 8-80[3]). Las fibras preganglionares pasan a través del ganglio somático de este nervio antes de unirse al plexo timpánico y desde aquí continúan hasta el ganglio ótico (fig. 8-80[9]). Las fibras posganglionares viajan por el nervio pterigoideo y una rama comunicante con el nervio auriculotemporal hasta la glándula parótida.

El componente parasimpático aporta la mayor parte del nervio vago y hasta su totalidad más allá del origen del nervio laríngeo recurrente (fig. 8-84[5,6]). Las fibras preganglionares van a un sinnúmero de pequeños ganglios dispersos a lo largo de los plexos nerviosos que inervan los tejidos de los órganos efectores y a menudo están dentro de ellos. Los plexos comprenden el cardíaco y pulmonar dentro del tórax (fig. 8-84[7]) y los plexos gástrico, hepático, mesentérico, gonadal y renal formados por la confluencia de ramas de los troncos vagales con los nervios simpáticos dentro del abdomen (fig. 8-84[10]). A grandes rasgos, el tronco vagal dorsal inerva los plexos hepático y gástrico y el tronco vagal ventral, más grande, los plexos celíaco, mesentérico, renal y gonadal. En otra parte (cap. 28) se mencionan los rasgos particulares de la distribución en los rumiantes.

La parte sacra del tracto de salida parasimpático constituye los nervios pelvianos (fig. 8-83[11]), que emergen con las ramas ventrales de los respectivos nervios sacros y forman un plexo subperitoneal en el cual se entremezclan fibras simpáticas procedentes de los nervios hipogástricos. Las fibras que componen las ramas comunicantes son preganglionares; muchas hacen sinapsis en los ganglios del tronco, otras pasan por ellos hacia el nervio pelviano para hacer sinapsis en ganglios pelvianos o bien terminales. Éstos están dentro de las paredes del colon descendente, recto, útero y vagina (o las glándulas genitales accesorias del macho), tejido eréctil genital y vejiga urinaria.

Sistema simpático

Las fibras preganglionares del sistema simpático se originan en la columna lateral de la porción toracolumbar de la médula espinal (fig. 8-85[1]) y pasan a las raíces ventrales de los nervios torácicos y primeros lumbares. Luego continúan con los nervios espinales para emerger con las ramas ventrales constituyendo las ramas comunicantes blancas que se unen a los ganglios del tronco simpático (fig. 8-64[5,7]). El tronco corre todo a lo largo del cuello y espalda. En esencia, posee una disposición segmentaria, aunque sólo en las regiones torácica y lumbar craneal se evidencia una concordancia estricta entre los ganglios y los nervios espinales.

La parte cervical del tronco empieza en el gran ganglio cervical craneal, que es fusiforme y está cerca de la base del cráneo (fig. 8-85[5]). El tronco se asocia con el vago dentro de la vaina carotídea, donde forma el tronco vagosimpático que desciende por el cuello. Ambos componentes se separan a la entrada del tórax, donde muchas veces el tronco simpático tiene un ganglio cervical medio junto a la primera costilla (fig. 8-86[7']). Luego el tronco continúa en una localización subpleural sobre la línea de las articulaciones costovertebrales, antes de situarse a dorsal del diafragma para entrar en el abdomen. Su porción torácica exhibe una disposición regular de ganglios, aunque el primero o los dos primeros están fusionados con un elemento cervical caudal para formar el gran ganglio cervicotorácico en la profundidad de la cabeza de la primera costilla (fig. 8-86[7]). La porción lumbar del tronco, que está entre la musculatura del psoas y los cuerpos vertebrales, al principio también tiene un complemento regular de ganglios, pero después la disposición se torna más arbitraria, de modo que algunos ganglios lumbares caudales se dividen en dos o, con menos frecuencia, se fusionan con sus vecinos. La porción sacra es menos regular todavía y puede fusionarse, de modo temporal o definitivo, con su homóloga y penetrar en la cola, donde se extingue rápidamente (fig. 8-85[3]).

Como el tracto de salida simpático está restringido, se deduce que sólo los ganglios torácicos y lumbares craneales están unidos por las ramas comunicantes blancas, pero todos los nervios espinales y muchos craneanos reciben haces de fibras posganglionares (ramas comu-

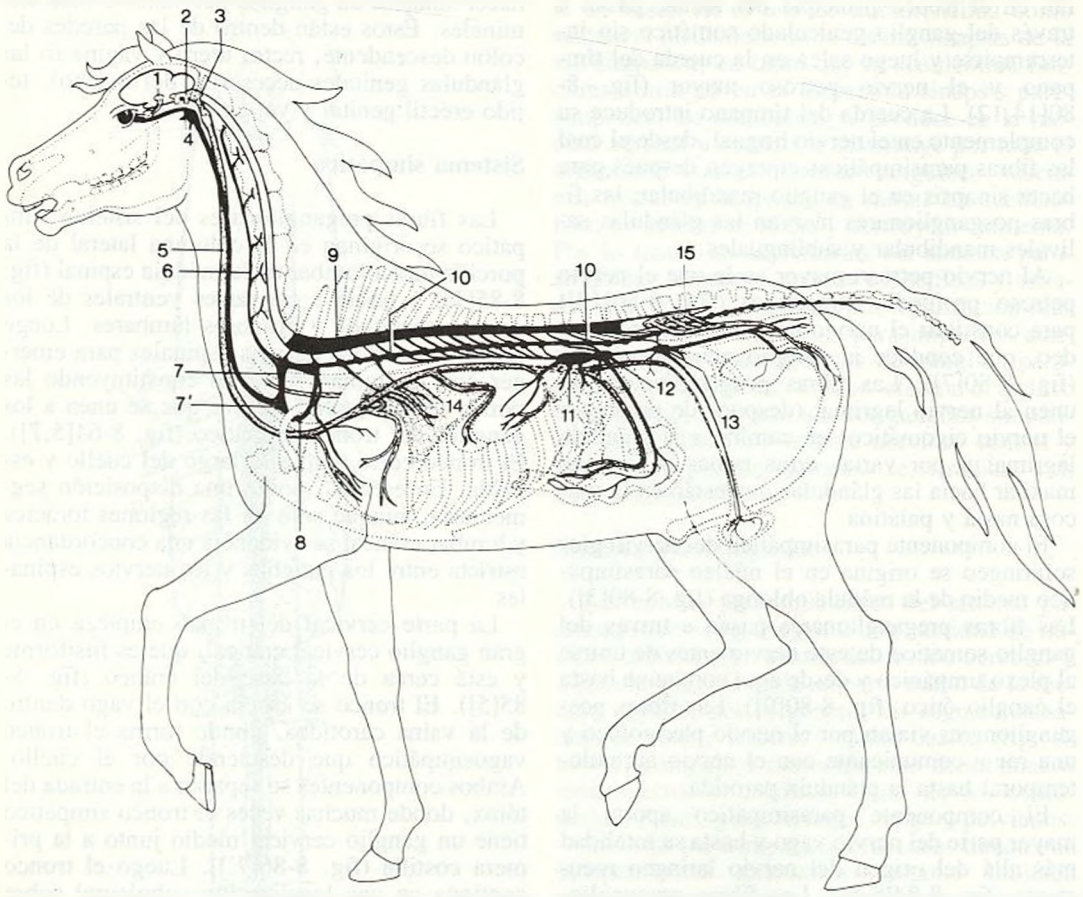


Fig. 8-86. Distribución de los sistemas nerviosos simpático (negro) y parasimpático (gris). Representación semiesquemática.

1, núcleo parasimpático del oculomotor; 2, núcleos salivales (núcleos parasimpáticos rostral y medio); 3, núcleo vagal dorsal; 4, ganglio cervical craneal; 5, tronco vagosimpático; 6, nervio vertebral; 7, ganglio cervicotorácico; 7', ganglio cervical medio; 8, ansa subclavia; 9, tracto de salida simpático de la médula espinal; 10, tronco simpático con ganglios paravertebrales; 11, ganglio celíaco; 12, ganglio mesentérico craneal; 13, ganglio mesentérico caudal; 14, nervio vago con distribución en los órganos torácicos y abdominales; 15, tracto de salida sacro del sistema nervioso parasimpático.

nicantes grises) destinadas a los vasos, glándulas de la piel y otros elementos. Es importante destacar que la pared corporal y los miembros están inervados sólo por estas fibras simpáticas posganglionares. Las de la mayoría de los nervios cervicales se unen en un solo tronco, el nervio vertebral, que corre desde el ganglio cervicotorácico y atraviesa los agujeros de las apófisis transversas cervicales sucesivas (fig. 8-85[7]). Las fibras simpáticas posganglionares para los dos primeros nervios cervicales y para los nervios craneanos parten del ganglio cervical craneal; muchas forman el nervio carotídeo interno que sigue a la arteria del mismo nombre.

Las fibras preganglionares que entran en la cadena de ganglios simpáticos tienen varios destinos alternativos porque cada una se proyecta en muchas células ganglionares. Unas fibras entablan sinapsis inmediatamente dentro del ganglio local, algunas corren en dirección craneal o caudal dentro del tronco para hacer sinapsis con ganglios más craneales o caudales de la serie, mientras que otras más corren sin interrupción por todo el tronco para llegar a un segundo conjunto de ganglios (prevertebrales) situados en torno del origen de las ramas viscerales de la aorta abdominal (figs. 8-85[10,11] y 8-86[11,12]). Este último grupo constituye los nervios esplácnicos, cuya disposición es bastante variable; por lo general existe un *nervio esplácnico mayor* formado por fibras preganglionares que salen del tronco desde cerca del sexto hasta el penúltimo ganglio torácico y

unos *nervios esplácnicos torácicos y lumbares menores* que nacen en niveles más caudales (fig. 8-85[8,9]).

Las vísceras y los vasos de la cabeza reciben su inervación simpática por medio del ganglio cervical craneal. Las fibras posganglionares que emergen de este ganglio se irradian en una cantidad de direcciones que las llevan a los territorios de los nervios craneanos y dos primeros cervicales. Aunque muchas pasan a través de los ganglios parasimpáticos, lo hacen sin interrumpirse, por supuesto. Los detalles revisten una importancia clínica bastante limitada (aunque son relevantes para los trabajos experimentales) y aquí sólo hemos de presentar algunos puntos (fig. 8-80).

Un gran grupo de fibras sigue a la arteria carótida interna dentro de la cavidad craneana y allí envía filetes para los vasos intracraneanos y fascículos de fibras que se unen a diversos nervios, en especial el trigémino y los de los músculos extraoculares. Otro grupo de fibras pasa a través del ganglio ciliar hasta el globo ocular, donde finalmente se distribuye en el dilatador de la pupila. En un nivel más proximal el *nervio carotídeo interno* desprende el nervio petroso profundo, que se combina con el nervio petroso mayor (fig. 8-80[12]) en su pasaje por el conducto pterigoideo hasta el ganglio pterigopalatino (fig. 8-80[7]). Finalmente estas fibras se dispersan con los diversos nervios que van a estructuras de la órbita, cavidad nasal, senos y paladar.

Otras ramas colaboran con las fibras parasimpáticas en la formación de un plexo que está dentro de la cavidad timpánica y desde el cual se inerva la glándula parótida después de su pasaje más allá del ganglio ótico. Otros haces de fibras más se entremezclan alrededor de la arteria carótida externa y sus ramas.

Los órganos torácicos –corazón, tráquea y pulmones– son inervados por fibras posganglionares que forman los plexos cardíaco y pulmonar dentro del mediastino después de emerger de la porción torácica del tronco simpático. Estos plexos se combinan con el respectivo componente parasimpático (fig. 8-86).

Los órganos abdominales y pelvianos reciben su inervación simpática por medio de los diversos nervios esplácnicos que van a los ganglios celíacos, mesentérico craneal, renales, aortorrenales, gonadales y mesentérico caudal dispuestos en la cara ventral de la aorta junto a los orígenes de las arterias viscerales. Las fibras preganglionares hacen sinapsis en estos ganglios y las fibras posganglionares que emergen de éstos forman intrincados plexos (que combinan contribuciones vagales) que envuelven a las arterias viscerales y corren paralelamente a ellas y con cuyos nombres se conocen (fig. 8-87).

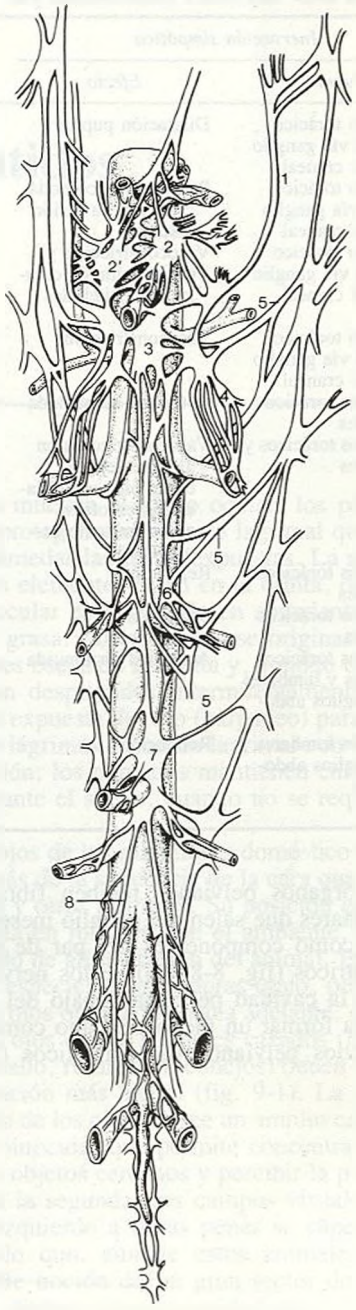


Fig. 8-87. Ganglios y plexos de la cavidad abdominal, vista ventral.

1, nervio esplácnico mayor; 2, ganglio celíaco izquierdo; 2', ganglio celíaco derecho; 3, ganglio mesentérico craneal; 4, ganglio renal; 5, nn. esplácnicos lumbares; 6, ganglio gonadal; 7, ganglio mesentérico caudal; 8, n. hipogástrico derecho. (Rediseñado de Mizeres, 1955.)

Cuadro 8-3. *Acciones controladas por el sistema nervioso autónomo*

Inervación simpática			*Inervación parasimpática*	
Puente	*Efecto*	*Órgano efector*	*Efecto*	*Fuente*
Segmento torácico craneal vía ganglio cervical craneal	Dilatación pupilar	Iris	Contracción pupilar	N. oculomotor vía ganglio ciliar
Segmento torácico craneal vía ganglio cervical craneal	Relajación: acomodación para la visión distante	Músculo ciliar	Contracción: acomodación para la visión cercana	N. oculomotor vía ganglio ciliar
Segmento torácico craneal vía ganglio cervical craneal	Vasoconstricción y contracción de células mioepiteliales	Glándulas salivales	Vasodilatación y secreción	N. facial vía ganglio mandibular N. glosofaríngeo vía ganglio ótico
Segmento torácico craneal vía ganglio cervical craneal	Vasoconstricción	Glándula lagrimal	Secreción	N. facial vía ganglio pterigopalatino
Segmentos torácicos craneales	Actividad aumentada	Corazón	Actividad disminuida	N. vago vía ganglios cardíacos
Segmentos torácicos y lumbares	Vasoconstricción en algunos tejidos, como piel: vasodilatación en otros, como músculo esquelético	Vasos sanguíneos	Vasodilatación y quizá vasoconstricción en algunos vasos	
Segmentos torácicos craneales	Relajación	Bronquios	Constricción	N. vago
Segmentos torácicos caudales	Secreción	Médula adrenal		
Segmentos torácicos caudales y lumbares vía ganglios abdominales	Actividad disminuida	Tracto gastrointestinal	Movilidad y secreción aumentadas	N. vago y nervios pelvianos
Segmentos lumbares vía ganglios abdominales	Relajación	Pared vesical	Contracción	Nervios pelvianos
		Tejido eréctil	Vasodilatación	Nervios pelvianos

Los órganos pelvianos reciben fibras posganglionares que salen del ganglio mesentérico caudal como componentes del par de nervios hipogástricos (fig. 8-87[8]). Estos nervios entran en la cavidad pelviana debajo del peritoneo para formar un plexo pelviano común con los nervios pelvianos parasimpáticos (fig. 8-86).

Resumen de la inervación autónoma

Algunos efectos del sistema nervioso autónomo se tabularon (cuadro 8-3) con fines ilustrativos, pero para ciertos temas como la inervación de la vejiga y la uretra, o para los que requieren una descripción más detallada, deben consultarse las modernas publicaciones sobre fisiología.

9

Órganos de los sentidos

El animal que vive en un establo, como una vaca lechera atada a un palenque, experimenta pocos cambios ambientales y los que ocurren son en gran medida de rutina. Muy distinto es lo que le sucede al animal salvaje que, para sobrevivir, debe controlar constantemente su ambiente. Tiene que ver los obstáculos, oír a los depredadores, leer a los otros animales para distinguir a los inusos respecto de los integrantes de su grupo, degustar sustancias para descartar las nocivas antes de ingerirlas y, en un sentido más general, debe estar en contacto con su ambiente "a través de su piel" percibiendo el tacto, la presión y la temperatura. Esto es posibilitado por los órganos que representan los sentidos especiales (ojo, oído, órgano olfativo y órgano de la gustación) y otros que se hallan ampliamente difundidos, en particular en la piel, donde median la sensibilidad cutánea. Los primeros son concentraciones de células sensoriales muy especializadas y los segundos consisten en muchas terminaciones especializadas periféricas de cuerpos celulares sensitivos de localización central. El oído se asocia con células sensitivas que responden a la gravedad y a los movimientos de la cabeza, de modo que imparten al animal su sentido del equilibrio.

Todos estos sentidos son conscientes porque el animal se da cuenta de lo que se registra, pero existen otros sistemas que intervienen en la sensibilidad muscular y visceral de los cuales el animal tiene menos noción y por medio de los cuales está en contacto con el "ambiente interno" de su propio cuerpo. Primero hemos de describir los órganos de los sentidos especiales.

OJO

El ojo, órgano de la visión, consiste en el globo ocular y diversos anexos; es decir, estructuras accesorias como los músculos oculares que mueven el globo ocular, los párpados que lo protegen y el aparato lagrimal que mantiene húmedas las partes expuestas. La mayoría de estos elementos están en la órbita, donde el globo ocular está incluido en abundante cantidad de grasa. Los párpados se originan en los márgenes óseos de la órbita y, a modo de cortinas, son desplazados intermitentemente sobre la parte expuesta del ojo (parpadeo) para distribuir las lágrimas o líquido lagrimal con fines de protección; los párpados mantienen cubierto el ojo durante el sueño, cuando no se requiere la visión.

Los ojos de los mamíferos domésticos sobresalen más de la superficie de la cara que los del hombre y otros primates. Su posición en la cabeza está en relación con el ambiente, hábitos y método de alimentación del animal. En general, las especies depredadoras (gato, perro) tienen los ojos orientados hacia adelante, en tanto que los ojos de los animales cazados (herbívoros: caballo, rumiantes, conejos) tienen los ojos en situación más lateral (fig. 9-1). La primera posición de los ojos provee un amplio campo de visión binocular que permite concentrar la mirada en objetos cercanos y percibir la profundidad; en la segunda, los campos visuales derecho a izquierdo a duras penas se superponen, de modo que, aunque estos animales tienen constante noción de un gran sector de su ambiente, poseen poca capacidad para visión binocular.

En la emaciación, la grasa orbitaria del animal disminuye y los ojos se hunden dentro de las órbitas, impartiendo a la cara un aspecto debilitado y de sufrimiento.

Globo ocular

El globo ocular (bulbus oculi) de los mamíferos domésticos es casi esférico, pero presenta

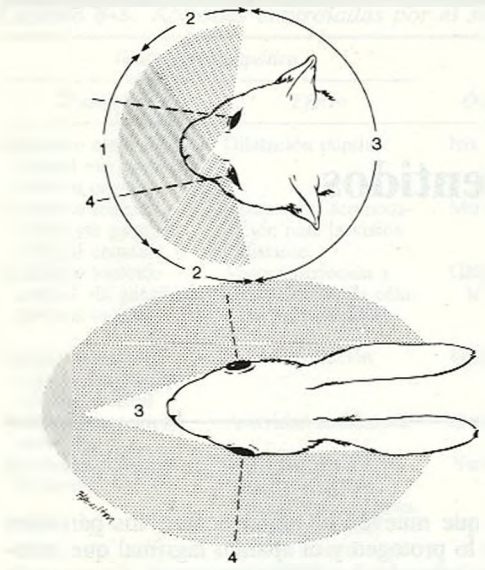


Fig. 9-1. Campos visuales del gato y el conejo.

1, visión binocular; 2, visión monocular; 3, área ciega; 4, eje visual del ojo en posición central.

cierta compresión anteroposterior* en los equinos y bovinos. Además, la córnea, parte transparente del globo ocular, sobresale respecto de la superficie anterior porque su radio de curvatura es menor (fig. 9-2).

El punto más sobresaliente de la córnea es el *polo anterior* y el más sobresaliente de la superficie posterior es el *polo posterior* del globo ocular; la línea recta que pasa por ambos polos es el *eje óptico*. El *ecuador* es una línea imaginaria que rodea el ojo y, a modo del ecuador terrestre, es equidistante de los polos. Un *meridiano* es una de las muchas líneas que van de un polo al otro e intersectan el ecuador en ángulo recto. El nervio óptico (fig. 9-2[6]) sale del globo ocular en un sitio un poco ventral respecto del polo posterior.

El globo ocular posee tres finas túnicas que, por hallarse íntimamente adosadas, forman una lámina estratificada que rodea el centro, en parte líquido y en parte gelatinoso. Las tres túnicas son : 1) una capa fibrosa externa que imparte forma al globo ocular y lo protege, siendo la única túnica completa; 2) una capa vascular intermedia que consiste en gran medida en vasos sanguíneos y músculo liso e interviene en la nutrición del globo ocular y en la regulación de la forma del cristalino y del tamaño de la pupila, y 3) una capa nerviosa interna que consiste en gran medida en tejido nervioso y es la

* Al aludir al ojo y al encéfalo se habla de anterior y posterior y adelante y atrás, en lugar de rostral y caudal.

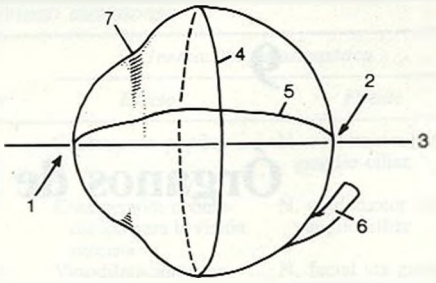


Fig. 9-2. Vista medial del globo ocular derecho.

1, polo anterior; 2, polo posterior; 3, eje óptico; 4, ecuador; 5, meridiano; 6, nervio óptico; 7, limbo.

túnica que interviene de manera más directa en la visión; es decir, la conversión de los estímulos visuales en impulsos nerviosos para su interpretación por el encéfalo.

Túnica fibrosa

La túnica fibrosa del globo ocular consiste en un tejido colágeno muy denso que, por resistir a la presión interna, imparte al ojo forma y rigidez. Consiste en la esclerótica y la córnea, que están unidas en el *limbo* (fig. 9-2[7]).

La *esclerótica* es la parte posterior opaca de la túnica fibrosa. Consiste en una densa malla de colágeno y fibras elásticas y suele ser blanca ("el blanco del ojo"), aunque con un tinte azulado; en algunas especies contiene células pigmentadas que la tornan gris. En el lado ventral respecto del polo posterior presenta una pequeña área cribiforme (fig. 9-3[13]) a través de la cual pasan las fibras del nervio óptico. Este nervio está rodeado por una vaina de tejido conectivo que continúa a la duramadre hasta la esclerótica. La esclerótica también es horadada por varias pequeñas arterias ciliares y nervios y por venas verticosas más grandes. Presta inserción a los tendones de los músculos oculares delante del ecuador. Por detrás, con excepción de las áreas correspondientes al músculo retractor del globo ocular (retractor bulbi), está cubierto por una fina membrana, (vagina bulbi; fig. 9-3[5]), que la separa de la grasa retrobulbar que provee una cavidad dentro de la cual el globo ocular se puede mover. Cerca del limbo la esclerótica está cubierta por la conjuntiva (véase más adelante) que provee la conexión con la cara interna de los párpados (fig. 9-3[19]).

La *córnea* representa una cuarta parte de la túnica fibrosa y sobresale hacia adelante. Consiste en un tipo especial de tejido conectivo denso dispuesto en laminillas. Se suele reconocer que a pesar del prolijo ordenamiento de sus fibras, la transparencia no sólo es un fenómeno

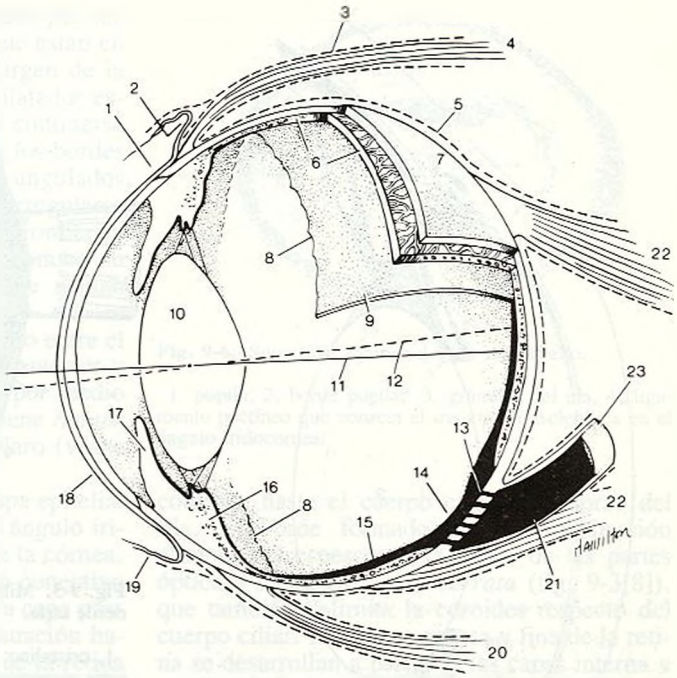


Fig. 9-3. Esquema de un ojo abierto para mostrar las tres túnicas, que han sido diseñadas más gruesas de lo que en realidad son.

1, limbo; 2, fórnix superior; 3, fascia muscular profunda; 4, músculo recto dorsal; 5, vagina bulbi; 6, coroides; 7, esclerótica; 8, ora serrata; 9, túnica interna, retina; 10, cristalino; 11, eje óptico; 12, eje visual; 13, área cribosa; 14, disco del nervio óptico; 15, retina; 16, cuerpo ciliar; 17, iris; 18, córnea. 19, conjuntiva; 20, músculo recto ventral; 21, nervio óptico; 22, retractor del globo ocular; 23, vaina del nervio óptico.

structural sino también fisiológico que depende de la extracción continua de líquidos intersciales, proceso éste que ha sido localizado en epitelio posterior. Su parte principal (sustana propia) se continúa con la esclerótica (fig. 4[9,6]) y se halla envuelta por las membranas mitantes y capas epiteliales anterior y posterior. La capa epitelial anterior se continúa con epitelio de la conjuntiva, mientras que la osterior se une con la superficie anterior del is a través del ángulo iridocorneal (fig. 9-4]). La córnea no contiene vasos sanguíneos los principios nutritivos para sus células dinden a la sustancia propia desde los vasos del mbo o son llevados a su superficie con el líquido lagrimal y el humor acuoso. La superficie de la córnea es muy sensible, por la presencia de terminaciones nerviosas libres cerca del epitelio anterior. Estas terminaciones se originan en los nervios ciliares largos, ramas del nervio oftálmico (véase más adelante). Sus axones forman la rama aferente del *reflejo corneal* que cierra los párpados al tocar la córnea. Este reflejo se utiliza como monitor de la anestesia profunda.

Túnica vascular

La túnica vascular del ojo, también conocida como úvea, está en la profundidad de la esclerótica, a la cual se halla firmemente adosada. Consta de tres zonas; coroides, cuerpo ciliar e iris, en secuencia posteroanterior (fig. 9-3). La coroides tapiza la esclerótica desde el nervio óptico casi hasta el limbo, seguida por el cuerpo ciliar como una zona engrosada frente al limbo y por el iris, que sobresale dentro de la cavidad del globo ocular detrás de la córnea; el iris es la única estructura interior que se ve con facilidad a través de la córnea sin recurrir a instrumentos (oftalmoscopio). Aunque su función principal es aportar sangre, la túnica vascular suspende al cristalino, regula la curvatura de éste y ajusta el tamaño de la pupila por medio del músculo liso que está en el cuerpo ciliar e iris (fig. 9-4).

La *coroides* contiene una densa red de vasos sanguíneos incluidos en un tejido conectivo muy pigmentado. Esta red es abastecida por las arterias ciliares posteriores y drenada por las venas vorticosas. Una lámina plana de capilares de su superficie interna está a cargo de la nutrición de las capas externas de la túnica nerviosa (retina), que se halla en la profundidad (es interna respecto de ella). La sangre de estos capilares produce el color rojo del fondo (superficie interior del hemisferio posterior) que se observa al examinar el ojo con el oftalmoscopio. En la porción dorsal del fondo la coroides forma un área multicolor que refleja la luz y se conoce como *tapetum lucidum* (lámina 2). Esta capa es avascular (celular en los carnívoros y fibrosa en los rumiantes y caballos) comprendida entre los capilares y la red de vasos más grandes. Las células tapetales contienen unos bastones cristalinos dispuestos de modo que la luz que llega a

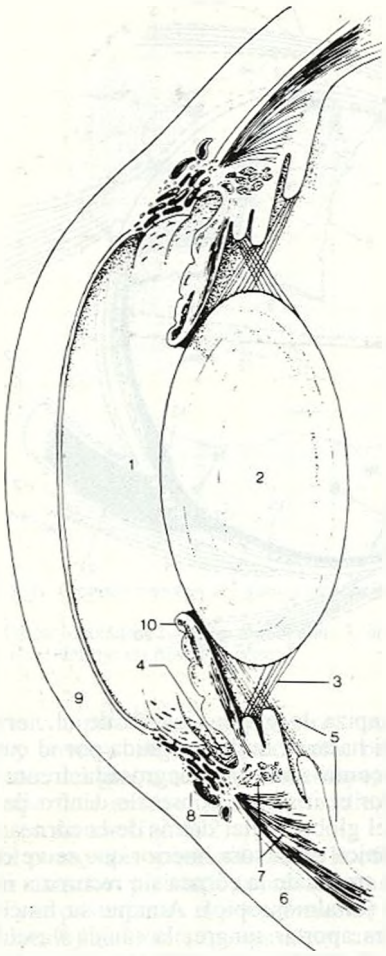


Fig. 9-4. Corte de la parte anterior del ojo.

1, cámara anterior; 2, cristalino; 3, fibras zonulares; 4, ángulo iridocorneal; 5, cuerpo ciliar; 6, esclerótica; 7, músculos ciliares; 8, plexo venoso de la esclerótica; 9, córnea; 10, iris con sus músculos esfinteriano y dilatador.

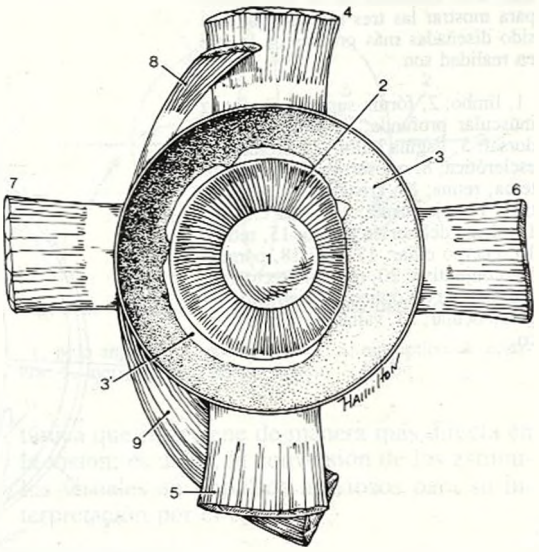


Fig. 9-5. Mitad anterior del ojo izquierdo del caballo vista desde atrás.

1, cristalino; 2, cuerpo ciliar; 3, coroides cubierta por la capa pigmentada externa de la retina; 3', restos de la capa nerviosa interna de la retina que ha sido eliminada; 4-7, músculos rectos dorsal, ventral, medial y lateral; 8,9, músculos oblicuos dorsal y ventral.

ellos se divide en sus componentes y produce la iridiscencia característica. La aglomeración del colágeno en el tapetum fibroso surte el mismo efecto. El tapetum hace que los ojos de los animales "brillen" cuando miran una fuente luminosa, como los faros de un automóvil. Los ojos humanos y los del cerdo no tienen tapetum y, por ende, no dan esta reacción. Se cree que el tapetum es una adaptación nocturna porque al reflejar la luz incidente se acrecienta la estimulación de las células receptoras fotosensibles de la retina que lo cubre, de modo que se mejora la visión en sitios oscuros. La coroides se halla adherida con tanta intimidad a la capa externa pigmentada de la retina que no se desprende al retirar la mayor parte de la retina durante la disección. La retina carece de pigmento en el sitio donde cubre al tapetum lucidum.

Más o menos a mitad camino entre el ecuador y el limbo la coroides se engruesa para formar el *cuerpo ciliar* (fig. 9-4[5]). Éste es un anillo elevado cuyas crestas se irradian hacia el cristalino en el centro; por delante el anillo se continúa con el iris. Al cuerpo ciliar se lo entiende mejor contemplándolo en su totalidad hacia la parte anterior del ojo desde atrás (fig. 9-5[2]). Las crestas radiales, conocidas como *procesos ciliares*, envían *fibras zonulares* (fig. 9-4[3]) al ecuador del cristalino, suspendiéndolo en toda su periferia. Entre el cuerpo ciliar y la esclerótica está el *músculo ciliar* (fig. 9-4[7]), constituido por células musculares lisas, que interviene en la acomodación (capacidad del ojo para enfocar objetos cercanos o distantes modificando la forma del cristalino) (véase más adelante).

La tercera parte, más pequeña de todas, de la túnica vascular es el *iris* (fig. 9-4[10]), que se halla suspendido entre la córnea y el cristalino. Se trata de un anillo plano de tejido que en su periferia se inserta en la esclerótica (por medio del ligamento pectíneo, fig. 9-8[7]) y en el cuerpo ciliar; la abertura que tiene en el centro es la *pupila* (fig. 9-6), a través de la cual entra la luz en la parte posterior del ojo. El tamaño de la pupila y, por ende, la cantidad de

luz que llega a la retina son regulados por los músculos lisos esfínter y dilatador que están en el iris. El esfínter está cerca del margen de la pupila, en tanto que las fibras del dilatador están dispuestas en forma radial y al contraerse agrandan la pupila. Muchas veces en los bordes superior e inferior de la pupila de los ungulados se observan unos engrosamientos irregulares (gránulos irídicos, fig. 9-6[3]) que contienen capilares arrollados; aunque no se conoce su significación, existen indicios de que actúan como "viseras".

El iris divide el espacio comprendido entre el cristalino y la córnea en las cámaras anterior y posterior, que se comunican entre sí por medio de la pupila (fig. 9-8). Ambas contiene *humor acuoso*, que es un líquido acuoso claro (véase más adelante).

El iris consta de tres capas: una capa epitelial anterior que se continúa a través del ángulo iridocorneal con el epitelio posterior de la córnea, una capa media de estroma de tejido conectivo que contienen dos músculos lisos y la capa posterior de epitelio pigmentado, continuación hacia adelante de la capa pigmentada de la retina que mencionamos al describir la coroideas; se conoce como la parte irídica de la retina y se halla íntimamente asociada con el dilatador de la pupila (fig. 9-4[10]).

El color del iris determina el "color del ojo" depende de la cantidad de células pigmentadas existentes en su estroma y del tipo de pigmento de las células. Si las células pigmentadas con melanina) se hallan densamente aglomeradas el iris es pardo oscuro, si hay menos células más claro y amarillento y si existe un mínimo de células pigmentadas el iris es azulado. En los albinos también falta pigmento en la parte irídica de la retina; es decir, el iris carece por completo de pigmento y sus ojos son rojos porque no se oscurece la sangre que circula por los capilares.

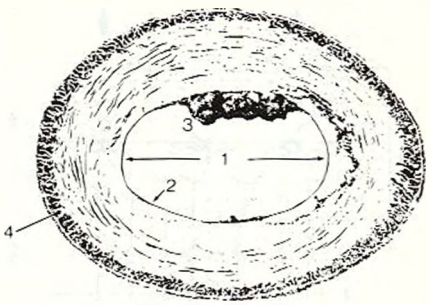


Fig. 9-6. Superficie anterior del iris del caballo.

1, pupila; 2, borde pupilar; 3, gránulos del iris; 4, ligamento pectíneo que conecta el iris con la esclerótica en el ángulo iridocorneal.

Túnica interna

La túnica interna o nerviosa del globo ocular contiene las células receptoras fotosensibles y se conoce como *retina* (fig. 9-3[9,15]). Se trata de una prolongación del encéfalo, con el cual está conectada por medio del nervio óptico. La retina empieza donde el nervio penetra en la coroides; tiene la forma de una copa hueca y tapiza a ésta y termina en el borde pupilar. La luz que entra por la pupila sólo llega más o menos a los dos tercios posteriores de la retina. Por consiguiente, únicamente esta parte (pars optica retinae) posee células receptoras y es relativamente gruesa. El tercio remanente es "ciego" (pars ceca retinae) y se halla representado principalmente por la fina capa pigmentada que continúa hasta el cuerpo ciliar y el dorso del iris. El borde formado por la disminución abrupta del espesor en la unión de las partes óptica y ciega es la *ora serrata* (fig. 9-3[8]), que también delimita la coroides respecto del cuerpo ciliar. Las capas gruesa y fina de la retina se desarrollan a partir de las capas interna y externa de la copa óptica con la cual el ojo hace su aparición en el embrión (fig. 9-17[4]). La brecha entre las capas de la copa óptica, aunque se oblitera después de nacer, es una parte débil en la que una separación produce el "desprendimiento de la retina".

La presencia de tanto pigmento retiniano y coroideo hace que el interior de la parte posterior del ojo sea oscura como si fuese una cámara fotográfica, de modo que la pupila aparece negra. Las paredes negras absorben la luz dispersa y reflejada e impiden que llegue a la retina por segunda vez, lo cual borronearía la visión.

Las capas de la pars optica retinae, empezando en la coroides son: una sola capa de células pigmentadas; un estrato neuroepitelial que contiene las células receptoras –bastones y conos con sus respectivos núcleos– y, en la medida que se sabe, los bastones intervienen en la visión nocturna (blanco y negro) y los conos en la visión diurna (en colores), una capa de células ganglionares bipolares y una capa de células ganglionares multipolares cuyos axones no mielínicos, que están en la profundidad respecto de las células, van al disco óptico, donde se congregan para formar el nervio óptico. De esta disposición se desprende que la luz atraviesa todas las capas, excepto la primera, antes de llegar a los bastones y conos para estimularlos (fig. 9-7).

El área donde los axones de la cuarta capa se concentran para salir del ojo, el *disco del nervio óptico*, se ve con facilidad al examinar el fondo con el oftalmoscopio (lámina 2). Como

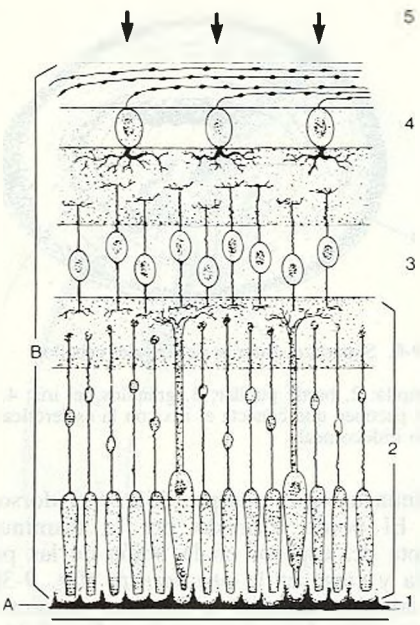


Fig. 9-7. Capa pigmentada externa (*A*) y capa neuroepitelial interna (*B*) de la retina.

1, células pigmentadas; 2, células receptoras (bastones y conos); 3, células ganglionares bipolares; 4, células ganglionares multipolares; 5, procedencia de la luz (flechas).

aquí los axones viran dentro del área cribiforme de la esclerótica, no hay lugar para las células receptoras; en consecuencia, el disco del n. óptico es ciego. En cambio, el área de resolución óptica máxima (mácula) está a corta distancia en un sitio dorsolateral respecto del disco óptico. Se cree que en el ser humano los objetos examinados intencionalmente se enfocan en la mácula, pero no se sabe con certeza si esto también sucede en los animales. En algunas especies la mácula es tenuemente visible con el oftalmoscopio. El *eje visual* es la línea que conecta a la mácula con el centro del cristalino y el objeto visualizado y no coincide del todo con el eje óptico porque la mácula es un poco más dorsal que el polo posterior del globo ocular (fig. 9-3).

Las arteriolas y vénulas que emergen del disco óptico se distribuyen de diversas maneras para nutrir la retina y drenar su sangre venosa (lámina 2). Las arterialas son ramas de la arteria central de la retina, que llega al disco óptico en el centro del nervio óptico.

La compresión anteroposterior del globo ocular del equino hizo que se presumiese que el caballo tiene una retina en rampa. La retina en rampa no tiene todas sus partes equidistantes respecto del polo posterior del cristalino, de modo que la distancia entre ella y el cristalino aumenta progresivamente al seguir la retina en dirección dorsal. Es probable que al mirar objetos cada vez más cercanos, se proyecten en las partes más dorsales de la retina, de modo que la distancia focal aumenta automáticamente y se requiere poca acomodación del cristalino (p. 504).

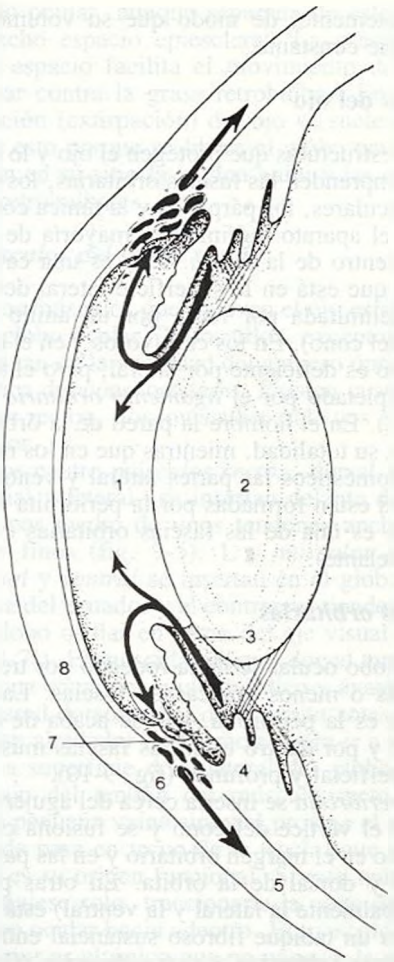
Medios de refracción del globo ocular

Habiendo descrito la pared laminada, falta decir algo sobre el interior del globo ocular que interviene en la manipulación de los rayos luminosos que entran en él. Esto se hace mejor siguiendo el recorrido de la luz. Ya hemos mencionado varias estructuras interiores, de modo que requieren poca descripción adicional.

La *córnea* es parte integrante de la túnica fibrosa de sostén. Aunque es densa y fuerte, posee la propiedad de ser transparente, de modo que permite la entrada de luz en el ojo. La córnea cumple un papel primordial en la refracción; es decir, al igual que el cristalino, es capaz de desviar la luz de modo que lo que el animal ve se achica lo suficiente como para enfocarlo en la retina.

A continuación los rayos encuentran el *humor acuoso*, que llena el espacio entre la córnea y el cristalino. El humor acuoso es un líquido claro que, aparte de sus propiedades refringentes, cumple una función importante en el mantenimiento de la presión intraocular. Se produce incesantemente en las células de los procesos ciliares e ingresa en el sistema en la cámara posterior, desde donde atraviesa la pupila y va a la cámara anterior del ojo y de aquí a los espacios que están en el ligamento pectíneo en el ángulo iridocorneal. Estos espacios lo llevan a los senos venosos de la esclerótica y, por ende, al torrente sanguíneo (fig. 9-8). En el ojo sano la producción es la misma que su drenaje, de modo que la presión intraocular se mantiene constante. El entorpecimiento del drenaje hace que se acumule exceso de líquido y la presión intraocular aumente (glaucoma). Este trastorno potencialmente doloroso que afecta la visión se ve raras veces en los animales pero es frecuente en el hombre.

El *cristalino* (lens) (fig. 9-9), a diferencia de sus vecinos líquidos, es una estructura sólida, aunque lo suficientemente elástica como para que pueda cambiar de forma. Su forma es biconvexa y tiene un polo anterior y otro posterior, un ecuador y un eje central que coincide con el eje óptico del ojo. La superficie posterior suele ser más convexa que la anterior. El cristalino posee una cápsula externa más gruesa por delante y más todavía en el ecuador, donde lo sujetan las fibras zonulares del cuerpo ciliar. La



g. 9-8. Circulación (flechas) del humor acuoso.

1, cámara anterior; 2, cristalino; 3, cámara posterior; 4, cuerpo ciliar; 5, esclerótica; 6, plexo venoso; 7, ligamento pectíneo; 8, córnea.

cápsula del cristalino es elástica y se halla permanentemente tensa; si faltase la tracción ejercida en la periferia, el cristalino adoptaría una forma más esférica. La sustancia del cristalino consiste en fibras dispuestas con muchas regularidad que forman unas láminas concéntricas que se pueden desprender entre sí a modo de las capas de una cebolla. Dentro de cada lámina las fibras están dispuestas de manera que describen un asa desde un punto de la superficie anterior hasta otro en la superficie posterior. Sus extremos están cementados a los extremos de otras fibras, formando unas suturas visibles que semejan minúsculas estrellas de tres puntas (radios del cristalino, radii lentis (fig. 9-9[1,2]). En la parte periférica o cortical del cristalino las fibras son relativamente blandas, pero son más

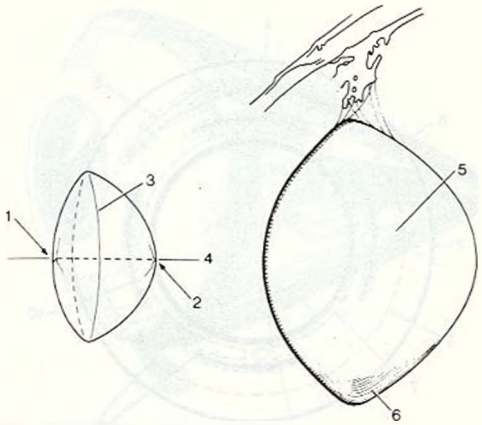


Fig. 9-9. Cristalino del buey; a la derecha, corte en un meridiano.

1, polo anterior con estrella del cristalino; 2, polo posterior con estrella del cristalino; 3, ecuador; 4, eje óptico; 5, núcleo; 6, capas de fibras del cristalino, sólo ilustradas en parte.

firmes y más finas hacia el centro, donde forman un núcleo más duro. A causa de sus propiedades elásticas, la corteza puede moldearse de modo que el cristalino cambia de forma durante la acomodación. En muchos animales viejos el cristalino se torna nuboso y esto restringe la visión; este trastorno se denomina catarata.

Acomodación. Como dijimos, la cápsula elástica del cristalino tiende a comprimir la corteza, que es relativamente blanda, para impartirle una forma más redonda, pero esto lo impiden las fibras zonulares que provienen del cuerpo ciliar y ejercen una constante tracción radial sobre el ecuador. Esta tracción aplana el cristalino impartiéndole la forma descrita; ésta es la forma de reposo del cristalino adaptado para la visión distante y ocurre durante el sueño. Cuando el animal quiere enfocar un objeto cercano, el músculo de la superficie del cuerpo ciliar se contrae y el cuerpo ciliar se engruesa, de modo que los procesos se desplazan hacia el cristalino y así las fibras zonulares se relajan. El cristalino, libre de la tensión ejercida en su ecuador, se redondea y hace que el objeto se enfoque. En comparación con el ser humano, el músculo ciliar y, por ende, la aptitud para acomodar, están mal desarrollados en los animales domésticos.

Después de atravesar el cristalino los rayos luminosos entran en el *cuerpo vítreo*, masa gelatinosa que consiste principalmente en agua (humor vítreo) pero con un estroma de fibras transparentes finas que se condensan en una membrana en la superficie. El cuerpo vítreo ocupa el espacio comprendido entre el cristalino y la retina y mantiene a ésta aplicada con-

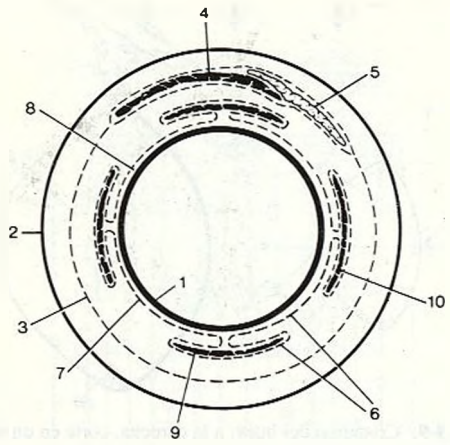


Fig. 9-10. Representación esquemática de las fascias orbitarias; corte transversal de las estructuras de la órbita a nivel del globo ocular. Parte de la fascia profunda (6) forma la vaina del globo ocular (7).

1, globo ocular; 2, periórbita; 3, fascia muscular superficial; 4, elevador del párpado superior; 5, glándula lagrimal; 6, fascia muscular profunda; 7, vaina del globo ocular; 8, espacio epiescleral; 9, músculo recto ventral; 10, músculo recto lateral.

tra la coroides. En el embrión el cristalino se nutre por medio de la arteria hialoidea, rama de la arteria central de la retina, que corre a través del cuerpo vítreo. Esta arteria suele degenerar después del nacimiento y entonces el cristalino se nutre mediante difusión. A diferencia del humor acuoso, el humor vítreo no se renueva

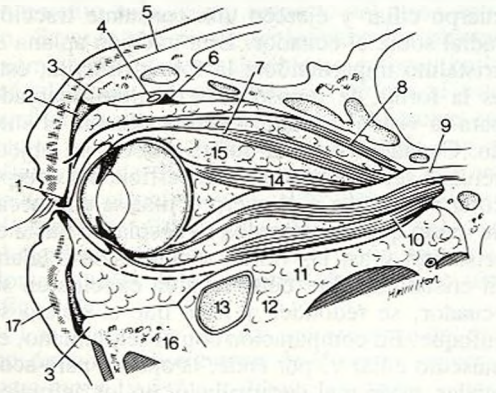


Fig. 9-11. Ojo derecho de bovino seccionado a lo largo del eje de la órbita, superficie rostral.

1, tarso; 2, tabique orbitario; 3, borde orbitario; 4, músculo oblicuo dorsal; 5, periostio de la cara; 6, tróclea; 7, músculo recto dorsal; 8, elevador del párpado superior; 9, nervio óptico en el agujero óptico; 10, músculo recto ventral; 11, periórbita; 12, grasa extraperiorbitaria; 13, ampolla lagrimal; receso caudal del seno maxilar; 14, retractor del globo ocular; 15, grasa intraperiorbitaria; 16, arco cigomático; 17, orbicular del ojo.

incesantemente, de modo que su volumen se mantiene constante.

Anexos del ojo

Las estructuras que protegen el ojo y lo mueven comprenden las fascias orbitarias, los músculos oculares, los párpados y la túnica conjuntiva y el aparato lagrimal; la mayoría de ellas están dentro de la *órbita*. Ésta es una cavidad cónica que está en la superficie lateral del cráneo, delimitada por fuera por un anillo óseo (base del cono). En los carnívoros y en el cerdo el hueso es deficiente por lateral, pero el anillo es completado por el *ligamento orbitario* (fig. 2-30[1]). En el hombre la pared de la órbita es ósea en su totalidad, mientras que en los mamíferos domésticos las partes lateral y ventral de la pared están formadas por la periórbita fibrosa, que es una de las fascias orbitarias (véase más adelante).

Fascias orbitarias

El globo ocular se halla rodeado por tres capas más o menos cónicas de fascias. La más externa es la periórbita, que se acaba de mencionar, y por dentro están las fascias musculares superficial y profunda (fig. 9-10).

La *periórbita* se inserta cerca del agujero óptico en el vértice del cono y se fusiona con el periostio en el margen orbitario y en las paredes medial y dorsal de la órbita. En otras partes (principalmente la lateral y la ventral) está libre y forma un tabique fibroso sustancial entre las estructuras orbitarias y extraorbitarias (fig. 9-11[11]). La periórbita se desdobla en el margen orbitario, de modo que una parte se continúa como periostio de los huesos faciales y la otra el *tabique orbitario* (fig. 9-11[2]), forma dos pliegues semilunares de bordes libres engrosados (tarsos) que endurecen los márgenes de los párpados superior e inferior. La *tróclea* (fig. 9-11[6]), treozo plano de cartílago incluido en la pared dorsomedial cerca del borde orbitario, sirve de polea en torno de la cual el músculo oblicuo dorsal cambia de dirección en unos 90 grados.

La *fascia muscular superficial* está dentro de la periórbita; es una estructura grasosa y laxa que envuelve el elevador del párpado superior y la glándula lagrimal (fig. 9-10[3]). La *fascia muscular profunda*, en cambio, es más fibrosa; se origina en los párpados y en el limbo del globo ocular, al que cubre íntimamente. Se refleja alrededor de los músculos que se insertan en el globo ocular y provee a cada uno, así como al nervio óptico, de una envoltura de fascia. Se conoce como vagina bulbi (fig. 9-10[7]) (vaina del globo ocular) donde está aplicada al

globo ocular, aunque separada de éste por un estrecho espacio epiescleral. La presencia de este espacio facilita el movimiento del globo ocular contra la grasa retrobulbar. En la enucleación (extirpación) del ojo se suele aprovechar esto porque se libera el globo ocular y se dejan en su sitio la vagina bulbi y las estructuras retrobulbares.

Músculos del globo ocular

Los músculos que mueven el ojo están detrás del globo ocular. Todos ellos, excepto uno, se originan en la vecindad del agujero óptico en el vértice del cono orbitario. Existen cuatro músculos rectos, dos músculos oblicuos y un retractor.

Los cuatro *músculos rectos* –dorsal, ventral, medial y lateral– se insertan delante del ecuador por medio de unos tendones anchos pero muy finos (fig. 9-5). Los *músculos oblicuos dorsal* y *ventral* se insertan en el globo ocular cerca del ecuador y al contraerse tienden a rotar el globo ocular en torno del eje visual (fig. 9-12[1,7]). El músculo oblicuo dorsal también se origina cerca del agujero óptico y avanza sobre la pared dorsomedial de la órbita antes de desviarse alrededor de la tróclea para ir a terminar en la superficie dorsolateral del globo ocular, debajo del tendón del músculo recto dorsal. Una pequeña vaina sinovial protege el músculo donde pasa en torno de la trocla, que en realidad es su origen funcional. Si este músculo se contrajese solo, traccionaría la parte dorsal del globo ocular hacia adentro. El músculo oblicuo inferior es el único que no nace en la vecindad del agujero óptico, sino que lo hace en una depresión existente en la pared ventromedial de la órbita y corre hacia lateral debajo del globo ocular y del tendón del músculo recto ventral, antes de insertarse en la parte ventrolateral del globo ocular. Su contracción, si se la aísla de la acción de los otros músculos, rotaría el globo ocular sobre el eje visual, de modo que la porción dorsal del ojo se desplazaría lateralmente. El *retractor del globo ocular* (retractor bulbi, fig. 9-11[14]) se origina en la vecindad del agujero óptico pero se inserta en el globo ocular detrás del ecuador y forma un cono muscular casi completo que rodea el nervio óptico (fig. 9-13[7]). El retractor no existe en el hombre y todavía se conjetura por qué el ser humano no posee la capacidad de retraer sus ojos; se presume que no necesita la protección adicional que este músculo confiere a los ojos más sobresalientes de los animales.

Los movimientos de los ojos son mucho más complejos de lo que los orígenes e inserciones de los músculos individuales sugieren. En la medida de lo que se sabe, ninguno actúa jamás

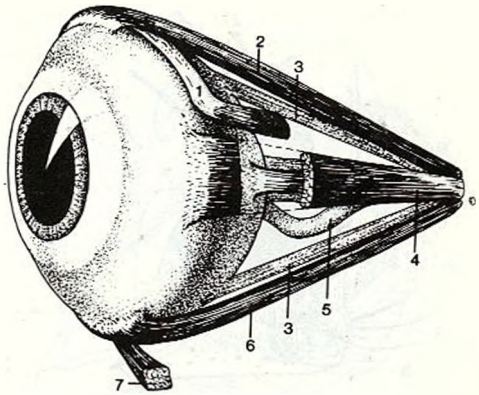


Fig. 9-12. Músculos oculares.

1, músculo oblicuo dorsal; 2, m. recto dorsal; 3, retractor del globo ocular; 4, m. recto medial; 5, nervio óptico; 6, m. recto ventral; 7, m. oblicuo ventral.

por separado. Parece ser que el tono aumenta o disminuye en los grupos antagonistas para que el ojo pase suavemente de una posición a otra. Las acciones más difíciles de explicar son las de los músculos oblicuos porque no se produce ninguna rotación significativa en torno del eje visual en ningún movimiento fuera de lo común. Es probable que su participación se requiera por el siguiente motivo. Los músculos rectos se originan en un sitio un poco medioventral respecto del punto donde el eje visual, si se prolongase caudalmente, intersectaría al

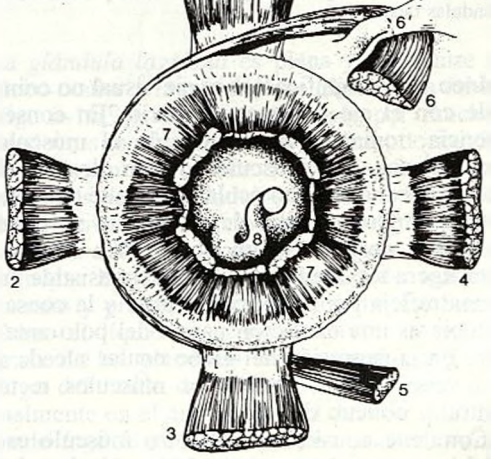


Fig. 9-13. Muñones de los músculos oculares vistos desde detrás del globo ocular.

1, músculo recto dorsal; 2, m. recto lateral; 3. m. recto ventral; 4, m. recto medial; 5, m. oblicuo ventral; 6. m. oblicuo dorsal; 6', tróclа; 7, retractor del globo ocular; 8, nervio óptico.

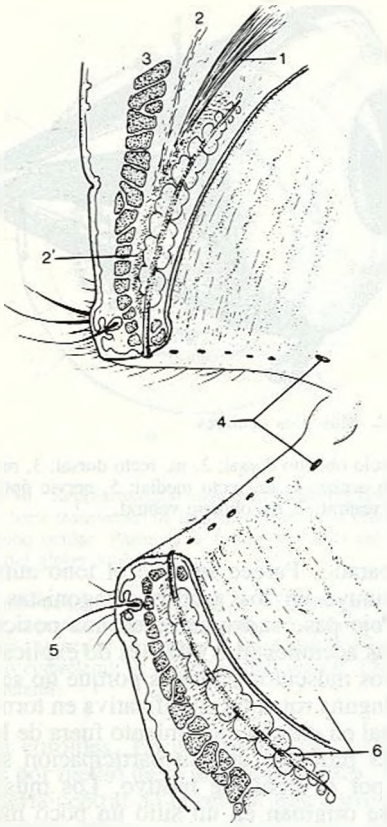


Fig. 9-14. Párpados seccionados y superficie posterior.

1, elevador del párpado superior; 2, tabique orbitario; 2', tarso; 3, orbicular del ojo; 4, puntos lagrimales; 5, pestaña (cilium) con sus respectivas glándulas ciliar y sebácea; 6, glándulas tarsales.

cráneo. Esto significa que el eje visual no coincide con el eje del cono orbitario. En consecuencia, tomando como ejemplo el músculo recto dorsal, este músculo no sólo elevaría el polo craneal del globo ocular, sino que también rotaría el globo ocular de modo que su parte dorsal se desplazaría un poco hacia medial. Esta ligera torsión hacia adentro es resistida en forma refleja por el oblicuo ventral y la consecuencia es una elevación pareja del polo anterior. En la depresión del globo ocular sucede a la inversa cuando actúan los músculos recto ventral y oblicuo dorsal.

Conviene considerar aquí otro músculo estriado que está dentro de la órbita: el *elevador del párpado superior* (fig. 9-11[8]). Este músculo no se inserta en el globo ocular sino que pasa sobre él para entrar en el párpado superior y elevarlo.

Además de estos músculos estriados existen tres láminas de músculo liso (músculo orbitario), aunque es raro observarlas durante la sección de rutina. Una es una lámina de fibras circulares (en relación con el eje visual) que está en la superficie interna de la periórbita. Una lámina longitudinal ventral se extiende desde la vaina del músculo recto ventral dentro del párpado inferior (como músculo tarsal inferior) y en el tercer párpado (véase más adelante). Una lámina longitudinal medial va desde la vaina del músculo recto medial y desde la tróclea hasta el párpado superior (como el m. tarsal superior) y el tercer párpado. El tono de estas láminas mantiene la posición sobresaliente normal del ojo y la posición retraída de los párpados.

Párpados y conjuntiva

Los párpados (palpebrae) son dos pliegues musculofibrosos de los cuales el superior es más extenso y más móvil. Los bordes libres de los párpados se unen en las *comisuras (ángulo) medial y lateral del ojo* y delimitan una abertura que se conoce como *fisura palpebral*.

Los párpados consisten en tres capas: piel, una capa músculofibrosa media y una membrana mucosa que se conoce como conjuntiva palpebral y mira al ojo (fig. 9-14).

La *piel* de los párpados es fina y delicada y está cubierta por cortos pelos; también puede tener unos pocos pelos táctiles prominentes.

La *capa musculofibrosa* está formada por el orbicular del ojo, el tabique orbitario, la aponeurosis del músculo elevador y el músculo liso tarsal. El tabique orbitario nace en el margen de la órbita y la aponeurosis del elevador y el músculo tarsal se originan en la órbita. Con excepción del orbicular del ojo, que está directamente debajo de la piel y se lo puede disecar, los componentes de esta capa se hallan inseparablemente entremezclados. Hacia el borde libre estos componentes son reemplazados por el *tarso* (fig. 9-14[2']), condensación a modo de placa que estabiliza el borde del párpado. Los extremos de ambos tarsos están fijados al borde de la órbita por los *ligamentos palpebrales medial* y *lateral* que mantienen elongada la fisura palpebral estando el ojo cerrado (por el orbicular del ojo). En la profundidad del tarso existe una serie de *glándulas tarsianas* (fig. 9-14[6]) que desembocan en el borde del párpado mediante una fila de minúsculas aberturas y secretan un material grasoso. Justo delante de estas aberturas glandulares están las pestañas (cilia), que suelen ser más prominentes y numerosas en el párpado superior que en el inferior, pero faltan en ambos párpados en los carnívoros. Las raíces de las cilias se asocian con unas pequeñas glándulas ciliares y sebáceas; el orzuelo común es una inflamación de una de estas glándulas.

La superficie posterior del párpado está cubierta por la conjuntiva, fina membrana mucosa transparente. La *conjuntiva palpebral* se refleja en la base de los párpados para continuarse sobre la esclerótica como *conjuntiva bulbar* o del globo ocular, que termina en el limbo, aunque su epitelio se fusiona con el epitelio anterior de la córnea. El espacio virtual entre los párpados y el globo ocular se conoce como *saco conjuntival*, cuyos extremos dorsal y ventral son los *fórnix* (fig. 9-3[2]). La transparencia de la conjuntiva permite que los vasos sanguíneos más pequeños sean visibles, en especial cuando están congestionados en las infecciones. Los de la conjuntiva bulbar se desplazan junto con esta capa insertada con laxitud, pero los vasos esclerales, que son más profundos, no. Esto se aprovecha para distinguir entre la inflamación conjuntival y la de los elementos más profundos. La conjuntiva pálida sugiere anemia, shock, o hemorragia interna.

En el ángulo medial del ojo existe una ligera elevación de la mucosa, la *carúncula lagrimal*, que en las especies grandes tiene unos pocos pelos finos (fig. 9-15[2]).

Entre la carúncula lagrimal y el globo ocular existe un pliegue conjuntival orientado en dirección dorsoventral que se denomina *tercer párpado* (pliegue semilunar de la conjuntiva) (fig. 9-15[6]). A diferencia del párpado verdadero, está cubierto por conjuntiva en ambos lados y no se ve cuando el ojo está cerrado. El tercer párpado es sostenido por un trozo de cartílago en forma de T (fig. 9-15[6']) cuya barra está en el borde libre del pliegue y cuyo tallo apunta hacia atrás dentro de la órbita por medial del globo ocular. El tallo del cartílago está rodeado por una glándula lagrimal adicional, la *glándula del tercer párpado*; los cerdos y los varunos tienen una segunda glándula más profunda. La secreción de estas glándulas entra en el saco conjuntival sobre la superficie bulbar del tercer párpado. El tercer párpado se mantiene retraído por un músculo liso (músculo orbitario) inervado por el simpático. Se desliza sobre el globo ocular cuando este último se halla retraído o es empujado dentro de la órbita. Se presume que, junto con el músculo retractor del globo ocular, el tercer párpado provee protección adicional para los ojos sobresalientes de los animales.

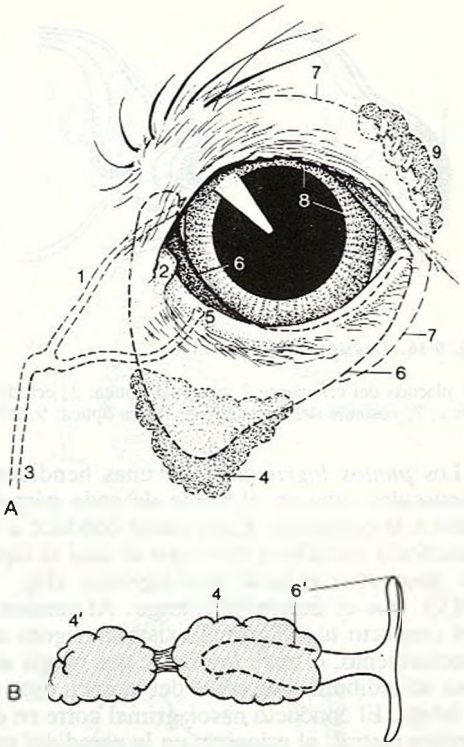


Fig. 9-15. *A*, tercer párpado y aparato lagrimal del ojo izquierdo del perro. *B*, cartílago aislado del tercer párpado y sus respectivas glándulas en el cerdo.

1, conductillo superior; 2, carúncula lagrimal; 3, conducto nasolagrimal; 4, glándula del tercer párpado; 4', glándula profunda del tercer párpado; 5, punto lagrimal; 6, tercer párpado; 6', cartílago del tercer párpado; 7, posición del fórnix conjuntival; 8, pupila; 9, glándula lagrimal.

Aparato lagrimal

Consiste en la glándula lagrimal propiamente dicha, las glándulas asociadas con el tercer párpado, varias glándulas accesorias pequeñas y un sistema de conductos que retira el líquido lagrimal (lágrimas) hacia la cavidad nasal, donde se evapora, después de haber lavado el ojo.

La *glándula lagrimal* es plana y está entre el globo ocular y la pared dorsolateral de la órbita (fig. 9-15[9]). Su secreción sale por muchos conductos minúsculos hacia el fórnix dorsal del saco conjuntival, donde se mezcla con las secreciones de las glándulas menores. El parpadeo distribuye el líquido lagrimal sobre la parte expuesta del ojo, que de este modo se mantiene húmeda; las lágrimas arrastran todo material extraño y proveen cierta nutrición a la córnea. Como el líquido es repelido por la secreción grasa de las glándulas tarsales que están a lo largo del borde del párpado, se acumula normalmente en el ángulo medial del ojo en el llamado *lago lagrimal*, depresión poco profunda que rodea la carúncula lagrimal, antes de ser introducido por capilaridad en el sistema canalicular a través de los puntos lagrimales (fig. 9-14[4]). El líquido lagrimal escapa hacia la cara únicamente cuando se lo produce en cantidad excesiva o está comprometido el drenaje normal.

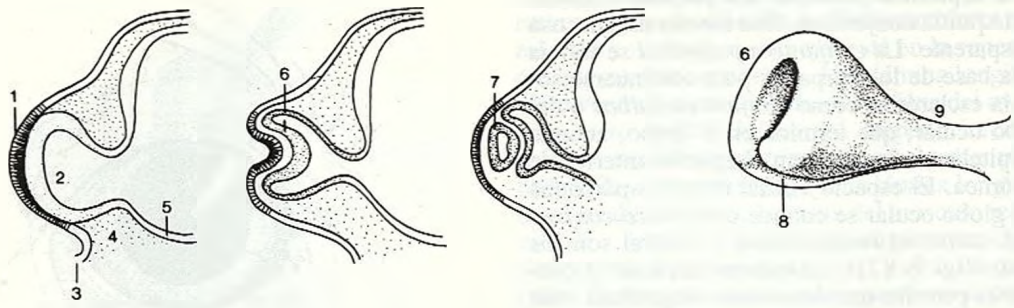


Fig. 9-16. Desarrollo inicial del ojo.

1, placoda del cristalino; 2, vesícula óptica; 3, ectodermo; 4, mesodermo; 5, neuroectodermo del tubo neural; 6, copa óptica; 7, vesícula del cristalino; 8, fisura óptica; 9, tallo óptico.

Los *puntos lagrimales* son unas hendiduras minúsculas, una en el borde de cada párpado junto a la carúncula. Cada punto conduce a un *canalículo* estrecho y corto por el cual el líquido pasa al *conducto nasolagrimal* (fig. 9-15[3]), que es mucho más largo. Al comienzo del conducto nasolagrimal existe un ligero ensanchamiento, el *saco lagrimal*, que ocupa una fosa infundibuliforme cerca del margen óseo de la órbita. El conducto nasolagrimal corre en dirección rostral, al principio en la pared del maxilar y luego sobre la superficie interna de éste, donde está cubierto por la mucosa nasal. En algunas especies termina en la narina y en otras a mayor profundidad dentro de la cavidad nasal.

La película lagrimal que lava el ojo consta de tres capas. La capa lipídica, más externa, proviene de la secreción de las glándulas tarsianas; contribuye a distribuir las lágrimas en forma pareja y retarda la disgregación de la película. La gruesa capa acuosa media proviene de las glándulas lagrimales y humedece y nutre la córnea. La capa glutinosa, más interna, es producida por las células caliciformes de la conjuntiva y mantiene la película lagrimal íntimamente adherida a la córnea. El flujo lagrimal se puede aumentar con drogas o en forma refleja por estimulación de la conjuntiva, la córnea o la mucosa nasal. El llanto como expresión de emoción sólo ocurre en el ser humano.

Desarrollo del ojo

Haciendo una breve descripción del desarrollo del ojo se contribuirá a entender este órgano tan complejo. El ojo se forma a partir del neuroectodermo del tubo neural y del mesodermo y ectodermo superficial que lo rodean y lo cubren. El neuroectodermo aporta la retina y el nervio óptico, mientras que el mesodermo forma las estructuras remanentes con excepción del cristalino, las glándulas lagrimales y los epitelios del saco conjuntival y los párpados, que provienen del ectodermo superficial. Las tres capas del globo ocular –retina, coroides y esclerótica– reflejan el origen del ojo como una proliferación del encéfalo embrionario; la retina corresponde al tejido encefálico y se continúa con él, la coroides corresponde a la piaaracnoides y la esclerótica corresponde a la duramadre.

El desarrollo empieza con una evaginación lateral (vesícula óptica) en el extremo rostral del tubo neural, que toma contacto con el ectodermo que lo cubre y así lo estimula para que se engruese (fig. 9-16[1]). Poco después la parte distal (anterior) de la vesícula se invagina para formar una copa (óptica) de doble pared (fig. 9-16[6]). La invaginación es incompleta en su lado ventral y deja una fisura (fig. 9-16[8]) que se extiende en dirección proximal a lo largo del tallo de la copa, que se ha ido extendiendo hacia afuera. El ectodermo engrosado (placoda del cristalino) que cubre la copa se invagina, se desprende y se redondea para formar una vesícula más pequeña (vesícula del cristalino) que ocupa la boca de la copa óptica.

Las dos paredes de la copa óptica dan origen a las capas pigmentada y sensitiva de la retina (fig. 9-17[4]). El espacio que al principio separa a ambas desaparece, aunque estas capas se separan con facilidad después del nacimiento. La capa externa sigue siendo fina y no tarda en adquirir gránulos de pigmento. La capa interna, en cambio, se engruesa, en especial en sus dos tercios posteriores (pars optica retinae). Sus células forman unos estratos que recuerdan los del prosencéfalo en vías de desarrollo a partir de los cuales se originó la copa. Las células más externas, que están más cerca de la capa pigmentada, se diferencian en bastones y conos. Las células que están más adentro forman las células ganglionares y gliales. Las prolongaciones que crecen a partir de las células ganglionares ocupan la capa más interna, donde

convergen sobre la fisura óptica que las conduce al encéfalo. El tercio anterior de la pared interna de la copa (pars ceca retinae) sigue siendo fino y, junto con la capa pigmentada, reviste la superficie posterior del cuerpo ciliar e iris, que no se han establecido todavía. La copa se agranda mientras tienen lugar estos cambios celulares. Sus bordes se desplazan sobre la superficie anterior de la vesícula del cristalino y finalmente delimitan la pupila.

El mesénquima (cuerpo vítreo primario) que ocupa la copa óptica es invadido a través de la fisura óptica por vasos sanguíneos (hialoideos) fig. 9-17[6]) que se propagan sobre la capa interna de la copa y la superficie posterior de la vesícula del cristalino. No se sabe bien si la capa interna de la copa o el mesénquima que está aplicado contra ella elabora el cuerpo vítreo secundario (definitivo) que rodea gradualmente la sustancia primaria y la restringe a un conducto central (hialoideo) que va desde el disco del nervio óptico hasta el cristalino. Los bordes de la fisura óptica se cierran sobre la arteria hialoidea y las fibras nerviosas, incorporándolas en el tallo óptico. Finalmente la arteria involuciona, pero las fibras nerviosas aumentan y convierten el tallo en nervio óptico.

La pared anterior de la vesícula del cristalino que siendo fina y se convierte en el único estrato de células epiteliales que cubre la superficie anterior del cristalino funcional. La pared posterior, en cambio, se engruesa en dirección interior, reduciendo y por último eliminando la luz de la vesícula (fig. 9-17[13]). Al crecer, estas células forman unas largas fibras que constituyen una esfera destinada a convertirse en el núcleo del cristalino. En el ecuador se agregan más fibras que forman la sustancia más blanda que rodea el núcleo.

El mesénquima que rodea la copa y el tallo óptico y que está entre el ectodermo superficial y la vesícula del cristalino, se condensa y rodea por completo la copa y el cristalino (fig. 9-17[5]). El tejido adyacente a la copa conserva su disposición laxa y da origen a la túnica vascular (coroides, cuerpo ciliar e iris). El mesénquima, que está por fuera, sigue condensándose y forma la esclerótica y la mayor parte de la córnea, pero la capa epitelial anterior de esta última deriva del ectodermo superficial. El mesénquima comprendido entre la córnea en vías de desarrollo y el cristalino se escinde en una fina capa destinada a convertirse en la capa epitelial posterior de la córnea y en una capa más gruesa que da origen al iris. Sin embargo, esta última se continúa a través de la superficie anterior del cristalino como la membrana iridopupilar que finalmente desaparece (fig. 9-17[11]). El espacio creado por esta escisión es el comienzo de la cámara anterior del ojo. Se

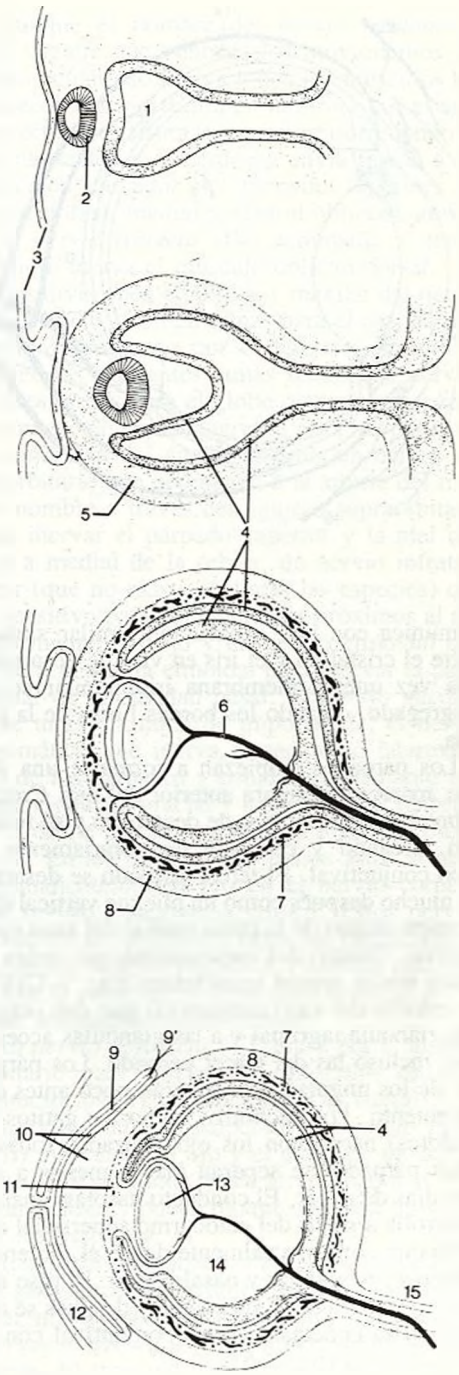


Fig. 9-17. Desarrollo del ojo.

1, copa óptica; 2, vesícula del cristalino; 3, ectodermo; 4, capas interna y externa de la copa óptica que forman la retina; 5, mesodermo condensado; 6, arteria hialoidea; 7, coroides; 8, esclerótica; 9, saco conjuntival; 9', brotes de la glándula lagrimal; 10, córnea; 11, membrana iridopupilar; 12, párpado inferior; 13, cristalino; 14, cuerpo vítreo; 15, nervio óptico.

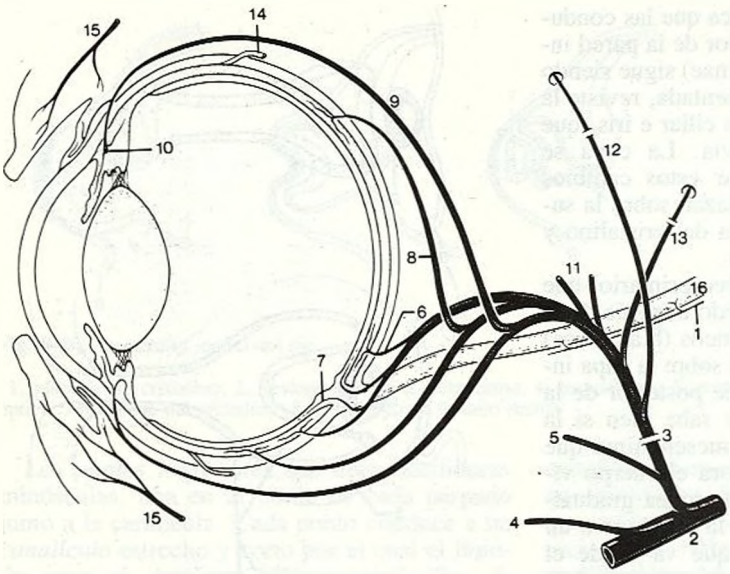


Fig. 9-18. Principales arterias que irrigan el ojo.

1, arteria oftálmica interna rudimentaria; 2, a. maxilar; 3, a. oftálmica externa; 4, a. malar para los párpados; 5, a. lagrimal para la glándula lagrimal y el párpado superior; 6, arterias ciliares posteriores cortas; 7, arterias retinianas; 8, arterias ciliares posteriores largas; 9, arterias ciliares anteriores; 10, círculo vascular principal del iris; 11, ramas musculares; 12, a. y agujero supraorbitario; 13, a. y agujero etmoidal externo; 14, venas vorticosas; 15, ramas palpebrales, principalmente de las arterias malar y lagrimal; 16, nervio óptico.

comunica con una excavación similar situada entre el cristalino y el iris en vías de desarrollo una vez que la membrana iridopupilar se ha disgregado, dejando los bordes libres de la pupila.

Los párpados empiezan a formarse una vez que aparece la cámara anterior del ojo. Crecen sobre la córnea en vías de desarrollo y se fusionan, creando y cerrando temporariamente el saco conjuntival. El tercer párpado se desarrolla mucho después como un pliegue vertical que irrumpe dentro de la parte medial del saco conjuntival. Dentro del mesénquima que rodea el globo ocular crecen unos brotes (fig. 9-17[9']) de epitelio del saco conjuntival que dan origen a la glándula lagrimal y a las glándulas accesorias, incluso las del tercer párpado. Los párpados de los ungulados se separan poco antes del nacimiento. Los cachorros como los gatitos (y roedores) nacen con los ojos cerrados todavía y sus párpados se separan más o menos a los diez días de nacer. El conducto nasolagrimal se desarrolla a partir del ectodermo superficial del surco que corre rostralmente desde el ojo entre los procesos maxilar y nasal lateral. El piso del surco se separa de la superficie y después se canaliza para conectar el saco conjuntival con la cavidad nasal (fig. 3-51).

Irrigación sanguínea del ojo

La irrigación sanguínea del ojo y sus anexos es compleja (fig. 9-18). En el hombre entra en la órbita con el nervio óptico. Esta vía está representada en los mamíferos domésticos por la arteria oftálmica interna rudimentaria que, aunque irriga la copa óptica en el embrión, sólo está en relación con el nervio óptico en el adulto. La irrigación principal en los mamíferos domésticos está a cargo de la *arteria oftálmica externa* (fig. 9-18[3]), rama desprendida de la maxilar donde ésta corre ventralmente a la órbita para irrigar los elementos más rostrales de la cara. Las arterias nacidas en la arteria oftálmica externa y en la arteria malar (rama adicional más pequeña de la maxilar) pueden dividirse en tres grupos: 1) las que irrigan el globo ocular; 2) las que nutren los músculos oculares y 3) las que salen de la órbita para irrigar estructuras adyacentes, no importa que se asocien con el ojo o no.

1. Las ramas de la arteria oftálmica externa para el globo ocular penetran en la esclerótica para llegar a la túnica vascular y la retina. Las *arterias ciliares posteriores cortas* (fig. 9-18[6]) penetran cerca del nervio óptico e irrigan la coroides adyacente, además de dar ramas para el nervio óptico. Estas últimas forman la arteria central de la retina, vaso en el cual se originan las arterias retinianas (lámina 2). Las *arterias ciliares posteriores largas* (fig. 9-18[8]) atraviesan la esclerótica un poco más cerca del ecuador. Las *arterias ciliares anteriores* (fig. 9-18[9]) entran cerca del limbo y nutren la porción anterior de la coroides, el cuerpo ciliar y el iris. Estas arterias se anastomosan para formar el *círculo vascular principal del iris* (fig. 9-18[10]), que emite numerosas ramas finas que se encaminan hacia la pupila y el cuerpo ciliar. Los capilares próximos al limbo nutren la córnea mediante difusión. Las arterias ciliares anteriores también envían ramas a la conjuntiva. El retorno venoso principal está a cargo de varias *venas vorticosas* (fig. 9-18[14])

que emergen de la esclerótica cerca del ecuador. La sangre venosa procedente de la retina sale por el disco del nervio óptico por medio de unas pequeñas venas satélites de las arterias ciliares posteriores cortas.

2. No hace falta decir más sobre las arterias que irrigan los músculos oculares, salvo que la mayoría entra en los músculos por su parte proximal. La ausencia de vasos más grandes en los extremos distales reduce el sangrado al seccionar estos músculos durante la enucleación.

3. Sólo hay que mencionar cuatro de las arterias que salen de la órbita. La *arteria lagrimal* (fig. 9-18[5]) corre hacia adelante en la parte lateral del cono orbitario y después de haber irrigado la glándula lagrimal por el camino, cruza la parte dorsolateral del reborde orbitario para nutrir las partes laterales de los párpados y conjuntiva. La *arteria supraorbitaria* (fig. 9-18[12]) corre por la parte dorsal y sale de la órbita por el agujero supraorbitario para ramificarse en el subcutáneo a medial de la órbita y puede emitir ramas para el párpado superior. (Los carnívoros no tienen agujero ni arteria supraorbitaria y la irrigación sanguínea de sus párpados proviene de ramas largas de la arteria temporal superficial.) La *arteria malar* (fig. 9-18[4]) nace directamente de la maxilar y transcurre junto a la pared ventral de la órbita hasta el ángulo medial del ojo, donde irriga los párpados y también el área adyacente de la cara. La *arteria etmoidal externa* (fig. 9-18[13]) tiene el recorrido intraorbitario más corto de las cuatro porque sale de la órbita por el agujero etmoidal y nutre el laberinto etmoidal de la cavidad nasal.

La mayoría de las arterias descritas también participan en la irrigación de la grasa, fascia y nervios intraorbitarios. Hay cierta variación entre las especies aunque es raro que revista importancia práctica, pero habría que señalar que la arteria oftálmica externa de los rumiantes se divide y forma una pequeña red arterial (rete mirabile ophthalmicum) al entrar en la órbita. Las diversas arterias, con excepción de la malar, nacen en esta red.

Inervación del ojo

La inervación del ojo y de sus estructuras accesorias deriva nada menos que de seis nervios craneanos. La mayoría de estos nervios entran en el cono orbitario pero algunos van directamente a los elementos accesorios.

El *nervio óptico* (II) ingresa en la órbita por el agujero óptico y va a las células receptoras fotosensibles de la retina. Se halla un tanto suelto para permitir los movimientos del ojo y está cubierto por las meninges que adquiriera durante su desarrollo como tallo de la copa óptica.

Aunque el nombre del *nervio oculomotor* (III) sugiere que controla los movimientos del globo ocular, no inerva todos los músculos extrínsecos del ojo. Entra en la órbita por el agujero orbitario (fisura, agujero orbitorredondo en los rumiantes y el cerdo) y envía ramas a los músculos elevador del párpado superior, los rectos dorsal, medial y ventral oblicuo ventral.

El *nervio troclear* (IV) acompaña al tercer nervio e inerva el músculo oblicuo dorsal.

Las divisiones oftálmica y maxilar del *nervio trigémino* (V) emiten ramas para el ojo. El *nervio oftálmico* pasa por el agujero orbitario y provee las siguientes ramas sensitivas: nervios ciliares largos para el globo ocular, en especial la córnea, un nervio lagrimal para los párpados y conjuntiva del ángulo lateral, un nervio supraorbitario que acompaña a la arteria del mismo nombre a través del agujero supraorbitario para inervar el párpado superior y la piel que está a medial de la órbita, un nervio infratroclear (que no existe en todas las especies) que es sensitivo para los elementos próximos al ángulo medial del ojo y un nervio etmoidal que sigue a la arteria etmoidal para inervar la parte caudal de la cavidad nasal. El *nervio maxilar* tiene una sola rama de importancia, el nervio cigomático que inerva el segmento lateroventral de los párpados y conjuntiva mediante una rama cigomaticofacial y la piel caudal respecto de la órbita mediante una rama cigomaticotemporal. En los bovinos que tienen astas la rama cigomaticotemporal provee el nervio corneal, que reviste importancia clínica. Estos nervios sensitivos de la órbita aportan las ramas aferentes de los reflejos palpebral y corneal que estimulan el orbicular del ojo para cerrar el ojo al tocar los párpados o la córnea.

El *nervio abducens* (VI) entra por el agujero orbitario para inervar los músculos retractor (retractor bulbi) y abductor (recto lateral).

La rama auriculopalpebral del *nervio facial* (VII) pasa entre el ojo y el oído, de modo que llega a los párpados desde atrás. Inerva el orbicular del ojo y puede bloquearse para inmovilizar los párpados.

Las *fibras nerviosas simpáticas* procedentes del ganglio cervical craneal siguen a las arterias o al nervio oftálmico hasta la órbita, donde inervan el músculo orbitario y el dilatador de la pupila. El tono del músculo orbitario mantiene el globo ocular sobresaliente, el tercer párpado retraído y la fisura palpebral abierta. La pérdida de la inervación simpática produce ojo hundido, protrusión del tercer párpado y contracción de la pupila (síndrome de Horner). El miedo, la excitación o el dolor inician la dilatación de la pupila (midriasis).

Las *fibras nerviosas parasimpáticas* presinápticas entran en la órbita con el nervio oculo-

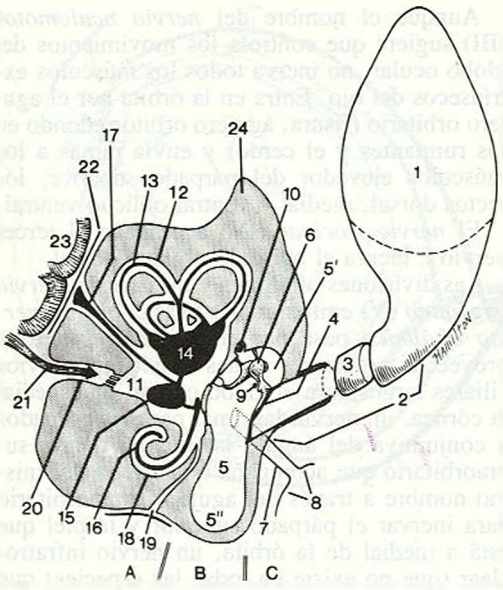


Fig. 9-19. Esquema del oído derecho, vista caudal. Nótese que los tamaños de las estructuras ilustradas no están en las proporciones reales entre sí. *A*, oído interno. *B*, oído medio. *C*, oído externo.

1, oreja; 2, meato acústico externo; 3, cartílago anular; 4, membrana timpánica; 5, cavidad timpánica; 5', receso epitimpánico; 5'', ampolla timpánica; 6, huesillos auditivos; 7, trompa auditiva; 8, nasofaringe; 9, cuerda del tímpano; 10, nervio facial; 11, vestíbulo; 12, canales semicirculares; 13, conductos semicirculares; 14, utrículo; 15, sáculo; 16, conducto coclear; 17, conducto endolinfático; 18, cóclea; 19, conducto perilinfático; 20, meato acústico interno; 21, nervio vestibulococlear; 22, meninges; 23, encéfalo; 24, peñasco del hueso temporal.

motor. Hacen sinapsis en el ganglio ciliar y las fibras postsinápticas (que forman los nervios ciliares cortos) inervan el músculo ciliar y el constrictor de la pupila. Controlan la acomodación del cristalino y la respuesta de contracción pupilar (miosis) frente a la luz.

OÍDO

El oído se llama con acierto *órgano vestibulococlear* porque no sólo permite que el animal oiga, sino que le provee el sentido del equilibrio. Los estímulos mecánicos generados por las ondas sonoras se convierten en impulsos nerviosos en la *cóclea*, en tanto que la acción de minúsculas cantidades de líquido y cristales microscópicos en los neurorreceptores del *vestíbulo* provee al animal la percepción de la actitud y los movimientos de la cabeza en relación con la gravedad. Ambas funciones se cumplen en el oído interno, que es la más medial de las tres subdivisiones del oído en conjunto. Las otras subdivisiones son el oído medio y el oído externo. Sólo el oído externo se ve en el animal intacto, porque los otros dos están alojados dentro del hueso temporal (fig. 9-19).

Oído externo

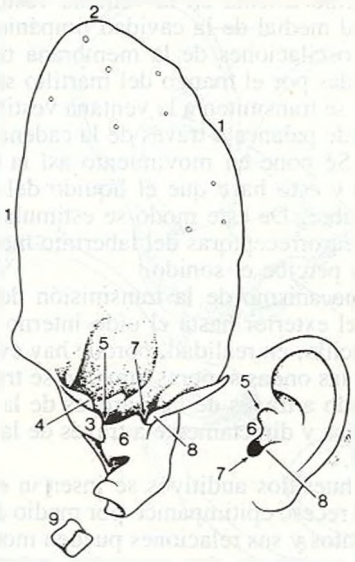
El oído externo consta de dos partes, la oreja y el meato acústico externo (fig. 9-19[1,2]). La oreja es el "oído" como lo entiende el profano; es decir, la parte que sobresale de la cabeza. El meato acústico externo es el conducto que va desde la base de la oreja hasta la membrana timpánica, que se halla estirada a través de una abertura en el hueso temporal.

La oreja tiene la forma de un embudo; en su parte distal se halla ampliamente abierta para recibir el sonido y en su parte más proximal está arrollada para formar un tubo que se incurva hacia medial para comunicarse con el meato acústico externo. La oreja puede orientarse hacia la fuente del sonido y las orejas derecha e izquierda pueden moverse independientemente, de manera que cada una capta mejor sonidos distintos. El animal no debe rotar la cabeza, como tenemos que hacer nosotros con nuestras orejas inmóviles.

La forma de la oreja está dada por el *cartílago auricular* de sostén. En la mayoría de los mamíferos domésticos posee suficiente rigidez para mantener abierta la oreja en todo momento. En los perros el cartílago es relativamente blando y permite que la oreja se colapse, pero aun así la mayoría de los perros puede levantar las orejas y rotarlas cuando deben prestar atención a un sonido. En la figura 9-20 se ilustran las partes del cartílago auricular y del cartílago anular que sostiene una parte del meato acústico externo.

El movimiento de la oreja está a cargo de un complejo conjunto de *músculos auriculares*, todos ellos voluntarios. Estos músculos se originan en diversos puntos del cráneo y de las fascias adyacentes y se insertan en la base de la oreja. La tracción de algunos es reorientada por un cartílago palpable plano (cartílago escutiforme) situado rostral a la oreja.

El *meato acústico externo* empieza en el sitio donde la parte arrollada del cartílago auricular se estrecha y termina en la membrana timpánica (fig. 9-19[2]). Por lo tanto, el meato tiene una parte cartilaginosa y una parte ósea. Se halla revestido de una piel que contiene glándulas sebáceas y ceruminosas tubulares. Estas últimas secretan la cera del oído (cerumen), que impediría que llegue polvillo a la delicada membrana timpánica. El oído del perro reviste mucho interés clínico, pero lamentablemente su meato acústico externo es curvo, de modo que es difícil introducir el otoscopio, que es recto,



g. 9-20. Cartílago auricular izquierdo del perro y oreja
nana.

. hélix; 2, vértice; 3, pilar lateral del hélix; 4, pilar medial
hélix; 5, escotadura pretrágica; 6, tragus; 7, escotadura
rtrágica; 8, antitragus; 9, cartílago anular.

a examinar su parte proximal y la membrana
pánica.

o medio

l oído medio está alojado en el hueso tem-
al y, en esencia, es el pequeño espacio lleno
aire que se conoce como *cavidad timpánica*
. 9-19[5]). Se halla tapizado por una fina
mbrana mucosa y se comunica con la naso-
nge por medio de la trompa auditiva (fig. 9-
7]). La parte superior de la cavidad timpá-
se halla comprimida de lado a lado y está
inada hacia afuera. La pared lateral de la
idad presenta la *membrana timpánica* (fig.
9-19[4]). La pared medial está formada por la parte petrosa del hueso temporal, que aloja el oído interno. Presenta dos ventanas (fenestrae) que en el estado natural se hallan cerradas y a través de las cuales los estímulos mecánicos producidos por las ondas sonoras entran en el oído interno para su conversión en impulsos nerviosos. La *ventana vestibular*, más dorsal, conecta la cavidad timpánica con el vestíbulo del oído interno. En el animal vivo está ocupada por el estribo, que es el más medial de los huesillos auditivos (fig. 9-19[6]). La otra, la *ventana coclear*, conduce a la cavidad de la cóclea (fig. 9-19[18]). Está cerrada por la fina membrana timpánica secundaria. En la parte ventral respecto de las dos ventanas la pared

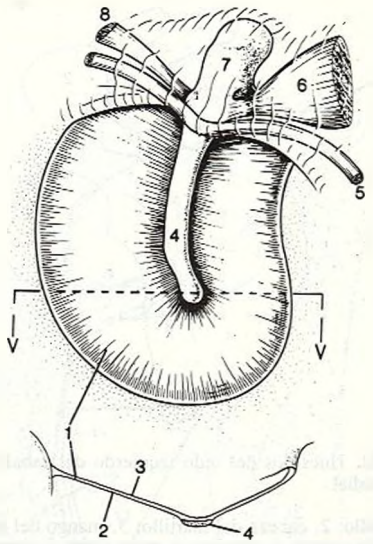


Fig. 9-21. Superficie medial y corte transversal (abajo) de la membrana timpánica del perro.

1, parte tensa de la membrana timpánica; 2, superficie medial; 3, superficie lateral; 4, mango del martillo; 5, cuerda del tímpano; 6, tensor del tímpano; 7, cabeza del martillo; 8, uno de los ligamentos asociados con el martillo.

medial se abulta sobre la cóclea formando el promontorio.

La cavidad timpánica se puede dividir en las partes dorsal, media y ventral. La parte dorsal (receso epitimpánico) está encima del nivel de la membrana timpánica. Contiene la cadena de huesillos auditivos y los dos músculos asociados con ellos. La parte media comprende la membrana timpánica en su pared lateral y se abre rostralmente en la nasofaringe por medio de la trompa auditiva. La parte ventral es una prolongación bulbosa agrandada del hueso temporal que se conoce como *ampolla timpánica* (bulla tympanica, fig. 9-19[5'']). Aunque no se conoce con certeza la función de la ampolla, que en algunas especies domésticas está subdividida en numerosas celdas óseas, se sugirió que mejoraría la percepción de los sonidos de frecuencias muy bajas y muy altas.

La *membrana timpánica* (fig. 9-21) es un fino tabique que separa la luz del meato acústico externo de la cavidad timpánica. Lo mismo que ésta, se encuentra inclinada de manera que su parte dorsal es más lateral que su parte ventral y, por lo tanto, su superficie es considerablemente mayor que la del corte transversal del meato acústico externo; la membrana timpánica del perro suele medir 10 por 15 mm y su eje mayor tiene una orientación rostrocaudal. Su superficie lateral está cubierta por una epidermis que se continúa con la del meato acústico externo y su superficie medial por la

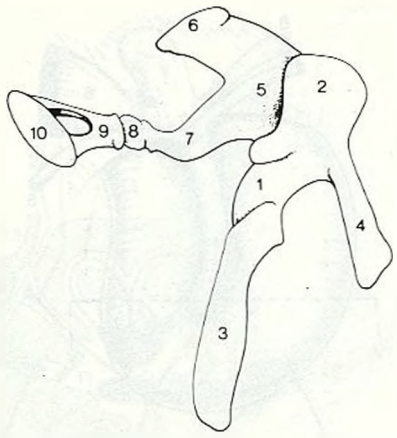


Fig. 9-22. Huesillos del oído izquierdo del caballo, vista craneomedial.

1, martillo; 2, cabeza del martillo; 3, mango del martillo; 4, apófisis rostral; 5, yunque; 6, rama corta; 7, rama larga; 8, hueso lenticular; 9, cabeza del estribo; 10, base del estribo.

mucosa que reviste la cavidad timpánica. Una capa de tejido fibroso comprendido entre la epidermis y la mucosa inserta firmemente la membrana en el anillo timpánico óseo del hueso temporal. El anillo timpánico se halla interrumpido en su parte dorsal por una escotadura que penetra en el techo del meato acústico externo, de modo que la porción de la membrana timpánica insertada en el anillo timpánico está tensa y la parte que cierra la escotadura es fláccida.

El mango del martillo (fig. 9-21[4]), el más lateral de los huesillos del oído, está incluido en la superficie medial de la membrana timpánica. La tensión en la cadena de huesillos tracciona la membrana timpánica hacia medial, ahuecando su superficie lateral. El mango orilla a través de la fina membrana y se ve como una banda clara (stria mallearis) al examinar la membrana timpánica con el otoscopio (fig. 11-18[2]).

Huesillos del oído. La transmisión de ondas sonoras a través de la cavidad timpánica es mediada por los tres huesillos auditivos (fig. 9-19[6]) que, en secuencia lateromedial, se conocen como malleus, incus y stapes, nombres latinos que corresponden a martillo, yunque y estribo respectivamente y que se deben al parecido de esos huesos con estos objetos.

El mango (manubrium) del *martillo* (fig. 9-22[3]) está incluido en la membrana timpánica de modo que la cabeza del martillo sobresale encima de la membrana por unos pocos milímetros. La cabeza se articula con el cuerpo del *yunque* y este último se articula con la cabeza del *estribo* por medio de su rama larga. La base del estribo asienta en la ventana vestibular en la pared medial de la cavidad timpánica.

Las oscilaciones de la membrana timpánica percibidas por el mango del martillo se magnifican y se transmiten a la ventana vestibular por acción de palanca a través de la cadena de huesillos. Se pone en movimiento así la base del estribo y esto hace que el líquido del oído interno vibre. De este modo se estimulan las células neurorreceptoras del laberinto membranoso y se percibe el sonido.

El mecanismo de la transmisión del sonido desde el exterior hasta el oído interno no sería tan sencillo, en realidad, porque hay evidencias de que las ondas sonoras también se transmiten al líquido a través de las paredes de la cavidad timpánica y directamente a través de la ventana coclear.

Los huesillos auditivos se insertan en la pared del receso epitimpánico por medio de varios ligamentos y sus relaciones pueden modificarse por la acción de dos pequeños músculos, el tensor del tímpano y el músculo del estribo (m. stapedius). Se cree que estos músculos tensan la membrana timpánica y la cadena de huesillos tratando de reducir la amplitud de sus vibraciones en las frecuencias menores y de proteger el sistema del daño que podría causar una sobrecarga repentina.

Trompa auditiva. Esta estructura, a menudo llamada trompa de Eustaquio, comunica la cavidad timpánica con la nasofaringe (fig. 9-19[8]). Es corta, posee una luz estrecha comprimida lateralmente y suele estar colapsada. La trompa es confinada, excepto en su borde ventral, por una canaleta cartilaginosa invertida. La pared membranosa de la trompa auditiva del caballo se evagina a través de este defecto ventral en el sostén cartilaginoso para formar un gran *saco gutural* de fina pared situado dorsolateral respecto de la nasofaringe (p. 501).

Las *aberturas faríngeas de las trompas auditivas* están en las paredes laterales de la nasofaringe y se reconocen por unas acumulaciones de tejido linfoide (amígdalas tubáricas) (fig. 18-10[8]). El cartílago de la trompa auditiva penetra en la pared medial de la abertura faríngea y le da rigidez. Las trompas auditivas permiten que las presiones se igualen en ambos lados de las delicadas membranas timpánicas. A veces la presión se desequilibra, como sucede, por ejemplo, al viajar en su ascensor veloz, y su restablecimiento repentino hace que ocurra un crujido en los oídos. Las trompas auditivas se abren temporariamente cada vez que deglutimos o bostezamos. Esto permite que la escasa secreción de las células caliciformes y de las glándulas del revestimiento de la cavidad timpánica salga al exterior.

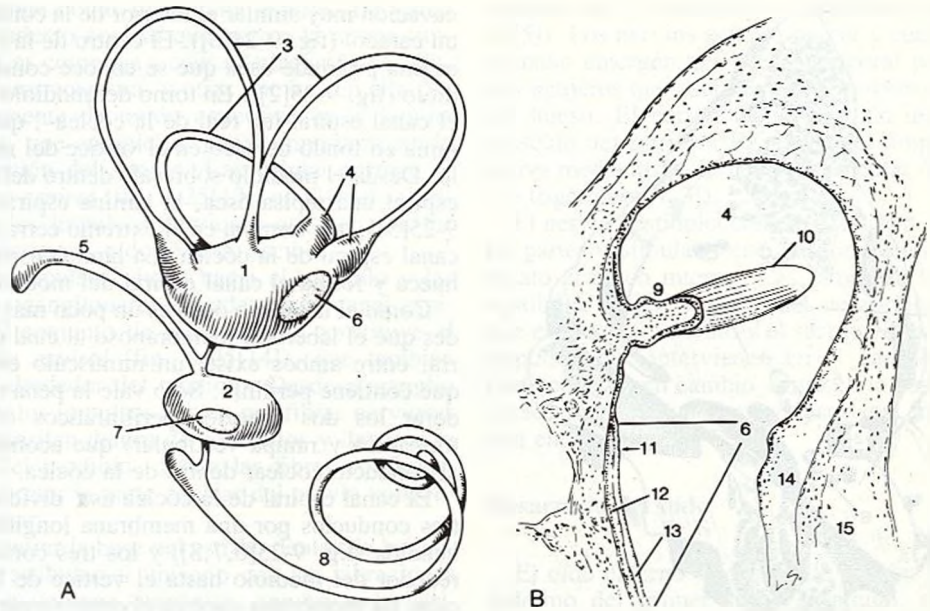


Fig. 9-23. *A*, laberinto membranoso. *B*, corte de la ampolla.

1, utrículo; 2, sáculo; 3, conductos semicirculares; 4, ampolla con sus crestas; 5, conducto endolinfático; 6, 7, máculas; 8, conducto coclear; 9, cresta ampollar; 10, cúpula que contiene pelos sensoriales; 11, capa de células receptoras; 12, estatoconias; 13, capa gelatinosa de la mácula; 14, espacio perilinfático; 15, pared del laberinto óseo.

Oído interno

Los estímulos mecánicos producidos por el sonido y por los cambios de posición de la cabeza se convierten en impulsos nerviosos dentro del oído interno. Éste es un mecanismo delicado que no mide más de unos 12 mm de espesor en el perro y se halla rodeado por completo en el durísimo peñasco del hueso temporal para su protección y funcionamiento correcto (fig. 9-19*A*). Está expuesto a las vibraciones sonoras en la superficie lateral y los impulsos en los cuales éstas se convierten salen del hueso con las fibras nerviosas que recorren el meato acústico interno en la superficie medial.

El oído interno es un sistema cerrado de minúsculos conductos y cavidades membranosas que, por su complejidad, se conoce como *laberinto membranoso* (fig. 9-23*A*). Este último contiene endolinfa, cuyo movimiento dentro del sistema estimula células sensitivas que están en la pared membranosa. Dos agrandamientos en el centro del laberinto membranoso se conocen como utrículo y sáculo. Del *utrículo* parten tres conductos semicirculares que intervienen en el equilibrio y del *sáculo* parte el conducto coclear espiralado que interviene en la audición.

Los *conductos semicirculares* están más o menos en ángulo recto entre ellos y se conocen como anterior, posterior y lateral; un extremo de cada conducto presenta una ampolla cerca del utrículo. La endolinfa que está en su interior se pone en movimiento cuando la cabeza se mueve y esto presiona sobre unas minúsculas barreras (crestas ampollares) existentes en cada ampolla (fig. 9-23[9,10]). Estas presiones desvían los pelos sensoriales que sobresalen de las células receptoras de las crestas, estimulando las células individuales para que envíen impulsos al sistema nervioso central.

En las paredes del utrículo y del sáculo existen dos áreas receptoras adicionales que se llaman *máculas* (fig. 9-23[6,7]) que perciben la posición de la cabeza con respecto de la gravedad. Aunque las máculas están bañadas por endolinfa, reaccionan frente a una capa de cristales (estatoconias) adheridas a una capa gelatinosa que rodea los pelos sensoriales de las células receptoras. Cuando la capa gelatinosa de la mácula mira hacia el suelo, las células son estimuladas al máximo por la tracción gravitacional, de modo que las máculas registran la *posición* de la cabeza, en tanto que las crestas registran los *movimientos* de la cabeza.

En el sáculo se origina el conducto endolinfático que termina en fondo de saco en el espacio epidural (fig. 9-19[17]). Se presume que interviene en la resorción de la endolinfa secretada por el revestimiento epitelial del laberinto membranoso.

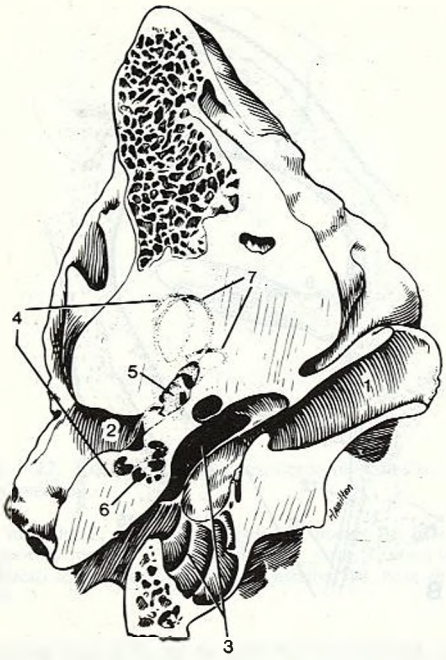


Fig. 9-24. Peñasco del hueso temporal izquierdo de un caballo seccionado a través de los conductos auditivos externo e interno.

1, meato acústico externo; 2, meato acústico interno; 3, cavidad timpánica; 4, laberinto óseo; 5, vestíbulo; 6, cóclea; 7, canales semicirculares.

El laberinto membranoso está alojado en un *laberinto óseo* similar pero un poco más grande, que constituye una compleja excavación en el hueso temporal (fig. 9-24[4]). La cámara central del laberinto óseo, el vestíbulo, contiene el utrículo y el sáculo. Los conductos semicirculares están dentro de los conductos semicirculares óseos. El conducto coclear asciende por el canal espiral de la cóclea, que es una excavación muy similar al interior de la concha de un caracol (fig. 9-24[6]). El centro de la cóclea es una pirámide ósea que se conoce como modiolo (fig. 9-25[2]). En torno del modiolo corre el canal espiral-luz real de la cóclea–, que termina en fondo de saco en el vértice del modiolo. Desde el modiolo sobresale dentro del canal espiral una repisa ósea, la lámina espiral (fig. 9-25[5]), que termina en el extremo cerrado del canal espiral de la cóclea. La lámina espiral es hueca y forma el canal espiral del modiolo.

Como el laberinto óseo es un poco más grandes que el laberinto membranoso al cual encierra, entre ambos existe un minúsculo espacio que contiene perilinfa. Sólo vale la pena considerar los dos espacios perilinfáticos (rampa timpánica y rampa vestibular) que acompañan al conducto coclear dentro de la cóclea.

El canal espiral de la cóclea está dividido en tres conductos por una membrana longitudinal hendida (fig. 9-25[6,7,8]) y los tres corren alrededor del modiolo hasta el vértice de la cóclea. La membrana nace en el centro a partir de la lámina espiral y, después de desdoblarse, se inserta en la pared externa del canal espiral. El conducto superior es la rampa vestibular (scala vestibuli), el intermedio el conducto coclear y el inferior la rampa timpánica (scala tympani). Las dos rampas se comunican en el vértice de la cóclea en torno del extremo en fondo de saco del conducto coclear. En la base de la cóclea la rampa vestibular se comunica con el espacio perilinfático en el vestíbulo y la rampa timpánica termina en la membrana timpánica secundaria (fig. 9-19).

El corte transversal ampliado del canal espiral de la cóclea revela la composición de la membrana hendida, en particular la parte que forma las paredes del conducto coclear triangular (fig. 9-25[7]). La más simple de estas paredes separa el conducto coclear de la rampa vestibular, consiste en una sola capa de células y

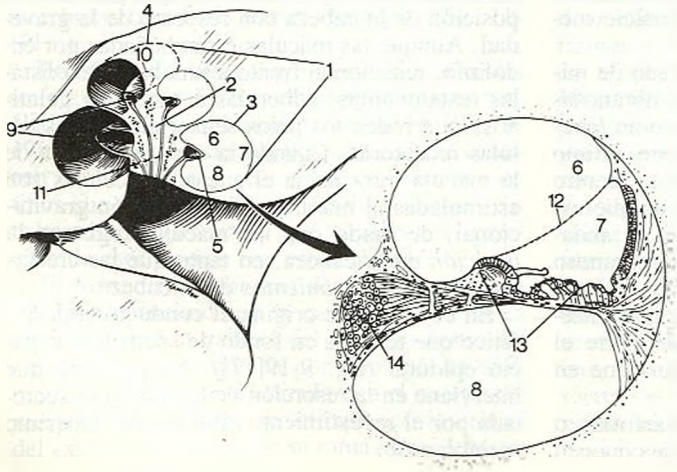


Fig. 9-25. Cóclea y conducto coclear ampliado.

1, cóclea; 2, modiolo; 3,4, canal espiral de la cóclea; 5, lámina espiral ósea; 6, rama vestibular; 7, conducto coclear; 8, rampa timpánica; 9,10, canal espiral del modiolo; 11, canales longitudinales; 12, membrana espiral; 13, órgano espiral; 14, ganglio espiral.

se conoce como membrana espiral. La pared del conducto coclear que mira a la rampa timpánica es compleja a causa de las grandes células neurorreceptoras y otras que hay en ella. Su componente de tejido conectivo es la lámina basilar, que cumple un papel importante en la percepción del sonido. Las células forman el *órgano espiral* (fig. 9-25[13]) en el cual se originan los impulsos nerviosos que generan los sonidos que el oído externo recibe.

Los impulsos viajan hacia el modiolo y las células ganglionares alojadas en el canal espiral. El conjunto de estas células constituye el *ganglio espiral* (fig. 9-25[14]), que también corre alrededor del modiolo. Desde el ganglio espiral los impulsos siguen por fibras nerviosas que transitan dentro de conductos y llegan a la base del modiolo, donde las fibras confluyen para formar la parte coclear del nervio vestibulococlear.

Al entrar la base del estribo dentro de la ventana vestibular al unísono con las vibraciones de la membrana timpánica, comprime la perilinfa en el sistema cerrado de espacios perilinfáticos y, como los líquidos son incomprensibles, los respectivos pulsos se traducen en vibraciones similares de la membrana timpánica secundaria que cierran la ventana coclear. La forma en que los estímulos mecánicos de las columnas de líquido en vibración en la cóclea actúan sobre las células receptoras del órgano espiral es compleja y no entra en los alcances de este libro. El ancho y la estructura de la membrana basilar sugieren que, al menos en el oído humano, el sonido grave "se lee" en un tramo relativamente corto del órgano espiral próximo al vértice de la cóclea. El tramo remanente del órgano espiral, mucho más largo, responde a sonidos de frecuencia más alta, incluso los del lenguaje.

La anatomía del oído interno y medio se complica por el pasaje del nervio facial por esta área (fig. 9-19[10]). El nervio facial entra en el meato acústico interno junto con el nervio vestibulococlear y, dentro de un conducto óseo propio, recorre el hueso temporal para emerger en el agujero estilomastoideo. El conducto del facial describe un agudo viraje a modo de rodilla dentro del hueso temporal y en este sitio el nervio está ensanchado por el ganglio geniculado. En este sitio nace el nervio petroso mayor, que regula la secreción de las glándulas lagrimales y nasales. La cuerda del tímpano, que regula la actividad de las glándulas sublingual y mandibular pero también retransmite la gustación proveniente de los dos tercios rostrales de la lengua, se separa del nervio facial en un sitio un poco más distal. La cuerda del tímpano se llama así porque, por un corto segmento de su recorrido, está aplicada sobre la parte superior de la membrana timpánica (fig. 9-21[5]). Los nervios petroso mayor y cuerda del tímpano emergen del hueso temporal por sendos agujeros que están en la parte rostroventral del hueso. El nervio facial también inerva el músculo del estribo. (El tensor del tímpano se activa mediante la división mandibular del nervio trigémino [V-3]).

El nervio vestibulococlear (VIII) se divide en las partes vestibular y coclear donde entra en el meato acústico interno. Las ramas de la parte vestibular pasan a las áreas neurorreceptoras que están en el utrículo y el sáculo y transmiten impulsos que intervienen en el equilibrio; la parte coclear, en cambio, entra en la base de la cóclea para mediar los impulsos que intervienen en la audición.

Desarrollo del oído

El oído externo se desarrolla a partir del ectodermo del primer surco branquial, el oído medio del endodermo de la primera bolsa faríngea y el oído interno de una placa de ectodermo lateral al rombencéfalo en vías de desarrollo; no se produce ninguna saliente a partir del tubo neural como la que se describe para el componente nervioso del ojo.

El meato acústico externo se forma antes que la oreja. Empieza con una profundización y afinamiento del primer surco branquial, de modo que se forma un tubo en fondo de saco (fig. 9-26[3]). El extremo medial de este tubo se sitúa en posición lateroventral respecto de la parte dorsal de la primera bolsa faríngea (fig. 9-26[4]) que da origen a la cavidad timpánica. El tabique mesenquimático inclinado que se forma entre el tubo y la bolsa anticipa la orientación inclinada de la membrana timpánica. A medida que el meato se alarga, es sostenido por un cartílago derivado del mesénquima circundante. La pared dorsal de su parte más medial se convierte en la membrana timpánica, a la cual el ectodermo del surco branquial aporta la capa epitelial externa. La oreja se forma a partir de una cantidad de elevaciones que bordean el surco branquial. Las situadas a caudal del surco crecen con mayor rapidez y producen el pabellón auricular, que crece en dirección rostral cubriendo el conducto auditivo. Las elevaciones rostrales continúan siendo pequeñas y se convierten en las salientes que limitan la abertura definitiva del oído en sus lados rostral y ventral. El conducto auditivo primitivo del perro es ocluido gradualmente por proliferación del epitelio de sus paredes, de modo que está funcionalmente cerrado en el momento de nacer y se dice que vuelve a abrirse más o menos a los diez días del nacimiento.

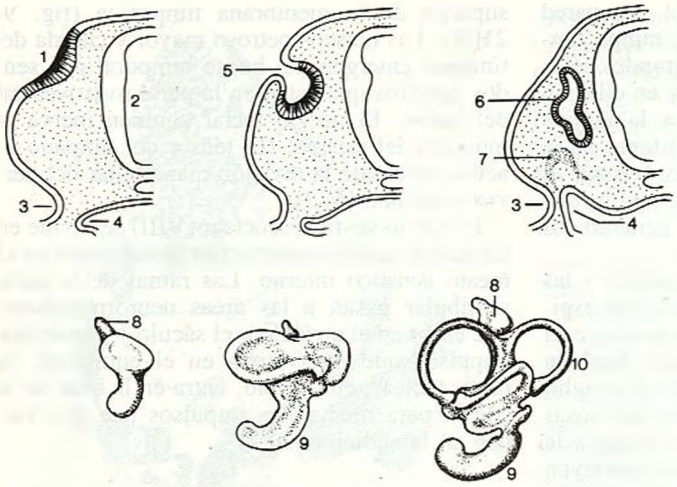


Fig. 9-26. Desarrollo inicial del oído. Cortes transversales a nivel del rombencéfalo y formación del laberinto membranoso (abajo).

1, placoda ótica; 2, rombencéfalo; 3, primer surco branquial; 4, primera bolsa faríngea; 5, fosa ótica; 6, vesícula ótica; 7, huesillos; 8, conducto endolinfático; 9, conducto coclear; 10, conductos semicirculares.

El oído medio se forma a partir del endodermo de la primera bolsa faríngea, la cavidad timpánica a partir de la parte dorsal y la trompa auditiva a partir de la parte proximal o cuello de la bolsa. El cuello conserva su permeabilidad y es arrastrado hacia adelante para producir la conexión permanente (trompa auditiva) entre la cavidad timpánica definitiva y la nasofaringe.

La parte dorsal de la bolsa se expande hacia arriba y toma contacto lateroventralmente con el meato acústico externo en vías de desarrollo y dorsomedialmente con la vesícula ótica, esbozo del oído interno (véase más adelante). Está rodeada por un mesénquima laxo en el cual adquieren forma los huesillos del oído (fig. 9-26[7]) y sus respectivos músculos. El martillo, el estribo y el tensor del tímpano derivan del extremo dorsal del primer arco branquial (mandibular), de modo que el músculo es inervado por la rama mandibular del nervio trigémino, mientras que el estribo y el músculo del estribo se originan en el extremo dorsal del segundo arco branquial y el músculo es inervado por el nervio facial. La parte dorsal de la bolsa faríngea ahora se agranda y engloba poco a poco los huesillos y los músculos de modo que reciben una cubierta epitelial y se sitúan dentro de la cavidad en vías de desarrollo. Unas pequeñas cantidades de mesénquima atrapadas entretanto forman los ligamentos y articulaciones que unen los huesillos entre sí y con la pared de la cavidad timpánica definitiva.

El desarrollo del oído interno empieza con la formación de una placoda ectodérmica (ótica) que cubre a la superficie lateral del futuro rombencéfalo (fig. 9-26[1]). La placoda se hunde debajo de la superficie (fosa ótica) y se cierra para formar la vesícula ótica. A medida que la distancia entre la vesícula y el ectodermo superficial aumenta, la primera bolsa faríngea, que crece hacia arriba, se sitúa lateral a la vesícula y a medial del del meato acústico externo en vías de desarrollo, estableciendo así la secuencia oído externo, medio e interno desde lateral hacia medial. En la vesícula ótica se origina el laberinto membranoso. Su papel dorsomedial se alarga temprano para formar el conducto endolinfático (fig. 9-26[8]). La parte ventral de la vesícula se agranda para formar el sáculo y éste, a su vez, da origen al conducto coclear, que se aleja en espiral en dirección rostroventral. Las partes media y dorsolateral de la vesícula forman el utrículo y los conductos semicirculares, respectivamente, en tanto que de la superficie medial parten neuroblastos que proliferan y se convierten en células bipolares que forman los ganglios vestibular y espiral; las prolongaciones laterales se conectan con las células sensitivas de las ampollas, máculas y órgano espiral, en tanto que las prolongaciones proximales van al encéfalo, formando el nervio vestibulococlear.

El mesénquima que rodea el laberinto membranoso en vías de desarrollo se diferencia para formar una cápsula cartilaginosa. El interior de esta cápsula tiene la misma forma que el laberinto, pero deja entre ambos un espacio irregular ocupado por un tejido gelatinoso. La cápsula se continúa con las otras partes del condrocráneo. En el último tercio de la gestación (en el perro) se convierte en el laberinto óseo. El martillo y el anillo timpánico (en el cual se inserta la membrana timpánica) se osifican antes y el yunque y el estribo más tarde. Los espacios gelatinosos comprendidos entre los laberintos óseo y membranoso se tornan cada vez más vacuolados y forman el tejido areolar de los espacios perilinfáticos; en la cóclea quedan unos tabiques sustanciales que dividen el espacio perilinfático en la rampa vestibular y en la rampa timpánica que acompañan al conducto coclear.

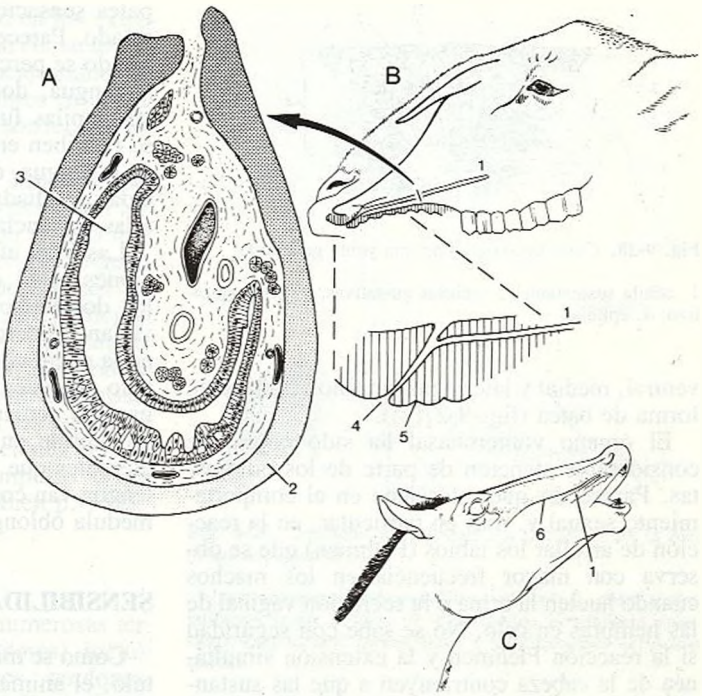


Fig. 9-27. *A*, corte transversal del órgano vomeronasal del ovino. *B*, órgano vomeronasal del ovino in situ. *C*, reacción de Flehmen en el caballo.

1, órgano vomeronasal; 2, cartílago vomeronasal; 3, conducto vomeronasal; 4, conducto incisivo; 5, paladar; 6, cavidad nasal. (*A*, según Kratzing, 1971; *C*, según Houpt, 1980.)

ÓRGANO OLFATIVO

El sentido del olfato está mucho mejor desarrollado en los mamíferos domésticos que en el hombre; esto rige en particular para el perro, que es capaz de detectar sustancias en el aire en concentraciones increíblemente bajas. La mayor parte del "contacto" con el ambiente y con otros animales tiene lugar por intermedio de este sentido y los ejemplos que damos a continuación subrayan la importancia de la olfación en la vida de los animales. El hombre explota esta capacidad al utilizar perros para "rastrear" (seguir un olor para localizar personas perdidas o detectar drogas y explosivos) o cuando se adiestra a los cerdos para que detecten criadillas de tierra. Las madres reconocen a su prole principalmente por el olfato, los animales silvestres identifican la extensión de su territorio por las sustancias odorantes del suelo y los rumiantes silvestres perciben en el aire el olor de los depredadores.

El órgano olfativo está en la nariz, por supuesto. En los animales que tienen bien desarrollado el olfato, consiste en un área relativamente grande de *mucosa olfativa* que cubre la pared lateral de los cornetes etmoidales en la parte caudal de la cavidad nasal. Aunque se alega que es un poco más amarillenta que la mucosa respiratoria más rostral, la mucosa olfativa no se puede identificar mediante inspección macroscópica, pero los cortes histológicos muestran la presencia de células olfatorias que, al igual que las células fotorreceptoras de la retina, son neuronas bipolares. Sus dendritas llegan a la superficie del epitelio, presuntando varios minúsculos pelos olfatorios (cilias) al aire que pasa por la cavidad nasal. Los axones de las células se combinan para formar los fascículos del nervio olfatorio (nervio craneal I) y atraviesan la lámina cribiforme para llegar al bulbo olfativo que está en las cercanías. Las *glándulas olfatorias* serosas que se encuentran por debajo del epitelio olfativo humedecen la superficie del epitelio, presumiblemente para lavar las sustancias odorantes percibidas con anterioridad pero que ya no están en el aire.

El *órgano vomeronasal*, que también está en la cavidad nasal, se halla íntimamente relacionado con la olfación. Consiste en dos estrechos conductos paralelos incluidos en el paladar duro a lo largo de su unión con el tabique nasal (fig. 9-27[1]). Los conductos están revestidos en parte por mucosa olfativa, terminan en fondo de saco en su parte caudal y desembocan rostralmente en los conductos incisivos que comunican la cavidad nasal con la bucal a través del extremo rostral del paladar duro. El órgano vomeronasal, por lo tanto, se comunica con las dos cavidades y, por medio de ellas, con el exterior. En el caballo los conductos incisivos no irrumpen a través de la mucosa oral, de modo que su órgano vomeronasal sólo se comunica con la cavidad nasal. El conducto del órgano vomeronasal se halla sostenido en sus caras

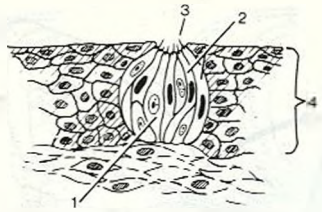


Fig. 9-28. Corte histológico de una yema gustativa.

1, célula sustentante; 2, células gustativas; 3, poro gustativo; 4, epitelio.

ventral, medial y lateral por un fino cartílago en forma de batea (fig. 9-27[2]).

El órgano vomeronasal ha sido objeto de considerable atención de parte de los etilogistas. Parece ser que interviene en el comportamiento sexual y, más en particular, en la reacción de arrollar los labios (Flehmen) que se observa con mayor frecuencia en los machos cuando huelen la orina o la secreción vaginal de las hembras en celo. No se sabe con seguridad si la reacción Flehmen y la extensión simultánea de la cabeza contribuyen a que las sustancias odorantes lleguen al órgano vomeronasal.

ÓRGANO GUSTATIVO

Los receptores del gusto son las *yemas gustativas* (caliculus gustatorius, fig. 9-28], nidos microscópicos de células asociados en particular con las papilas de la lengua, aunque también existen pequeñas cantidades en el paladar blando y en la vecindad de la epiglotis. Estas yemas tienen más o menos la misma altura que el epitelio que las rodea y se comunican con la cavidad bucal por medio de poros gustativos en los cuales las soluciones entran para estimular a las células receptoras. Los poros gustativos no se ven a simple vista.

Las *yemas gustativas* consisten en unas células sustentantes o de sostén, además de las *células* receptoras o *gustativas*. Estas últimas poseen unos núcleos alargados y en sus puntas libres presentan unas microvellosidades (pelos gustativos) que sobresalen dentro del poro gustativo. Las glándulas que están en la profundidad de las papilas descargan una secreción serosa sobre la superficie del epitelio y se cree que esta secreción limpia los poros gustativos y acrecienta la percepción de las células gustativas.

Para poder identificarlas, las sustancias alimenticias tienen que estar en solución. Uno de los motivos por los cuales el alimento se impregna de saliva es la disolución partes para su muestreo por las yemas gustativas. Las principales sensaciones de sabor son dulce, agrio y salado. Parece ser que en el perro lo dulce y lo salado se percibe en los dos tercios rostrales de la lengua, donde existen yemas gustativas en las pupilas fungiformes. Las sustancias agrias se perciben en toda la lengua. El tercio caudal de la lengua, que contiene las papilas circunvaladas y foliadas, por lo tanto, sólo respondería a las sustancias de sabor agrio.

Las vías aferentes que median estas sensaciones están divididas de manera similar. En los dos tercios rostrales de la lengua las vías viajan primero con el nervio lingual y después en la cuerda del tímpano, que vimos en el apartado precedente. Después de pasar a través del ganglio geniculado del séptimo nervio craneano, entran en la médulas oblonga. Las fibras aferentes que provienen del tercio caudal de la lengua van con el nervio glosofaríngeo hasta la médula oblonga.

SENSIBILIDAD CUTÁNEA

Como se mencionó al comienzo de este capítulo, el animal experimenta gran parte del ambiente inmediato por medio de su piel. Las sensaciones son tacto, presión, dolor, calor y frío, siendo el tacto un estímulo débil como el producido por una mosca en el pelaje y la presión un estímulo más intenso y profundo como el que siente el caballo por la silla de montar o la cincha. La estructura de los receptores responsables de la detección de estos estímulos varía considerablemente. Lamentablemente, existen muchas formas intermedias, de modo que es difícil clasificarlas y asignar a cada tipo funciones bien definidas. La sencilla clasificación que se consigna aquí sería adecuada para los fines de esta obra.

Los receptores sensitivos de la piel pueden dividirse en terminaciones nerviosas libres y las que tienen corpúsculos terminales. Las *terminaciones nerviosas libres* son unos penachos formados por las ramas de las fibras nerviosas que terminan en finas puntas o en engrosamientos botonosos; están en su mayor parte en la epidermis y se supone que son receptores del dolor (fig. 2-29[1]). Las *terminaciones corpusculares* entran en tres categorías: bulbosas, laminillares y meniscoides. Los corpúsculos bulbosos, que son penachos terminales encapsulados de fibras nerviosas que están en la dermis, responderían al calor o al frío (fig. 2-29[2]). Los corpúsculos laminilares son grandes (2 a 3 mm) y consisten en muchas laminillas concéntricas (células aplanadas) en cuyo centro está la fibra nerviosa; ocurren en el subcutáneo y serían receptores de la presión (fig. 2-29[3]). Los corpúsculos meniscoides consisten en unos pequeños discos en for-

ma de copas (meniscos) que están en los extremos de las fibras nerviosas y toman contacto con células "táctiles"; suelen estar encapsulados en el estrato papilar de la dermis y libres en la epidermis adyacente; se presume que son receptores del tacto (fig. 9-29[4]).

Existe una sensación cutánea especial mediada por los *pelos táctiles*. Estos pelos son largos, sobresalen de la cabeza y son mucho más gruesos que los pelos del pelaje. Los bigotes del gato son un buen ejemplo pero todos los mamíferos domésticos los tienen, en particular en la región del hocico y los ojos. Las paredes de los espacios sanguíneos (senos) que rodean las raíces de estos pelos contienen numerosas terminaciones nerviosas. Al tocar las puntas de estos pelos sinusales, las terminaciones nerviosas se estimulan y se envía un impulso al sistema nervioso central (véase también p. 359).

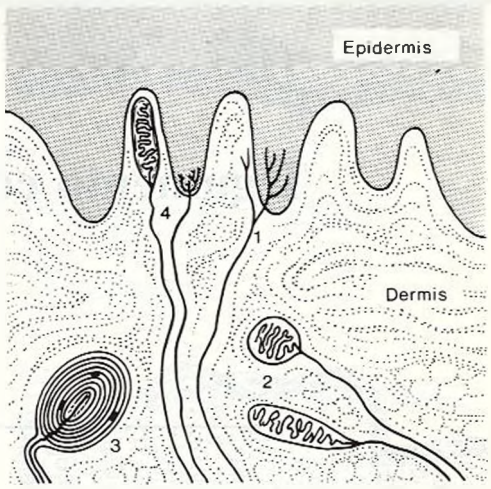


Fig. 9-29. Terminaciones de nervios sensitivos en la piel (esquematización).

1, terminaciones nerviosas libres (dolor); 2, corpúsculos bulbosos (calor o frío); 3, corpúsculos laminillares (presión); corpúsculos meniscoides o terminaciones nerviosas (tacto).

PROPIOCEPCIÓN

Esto depende de la acción de numerosas terminaciones nerviosas (propioceptores) incluidas en los músculos esqueléticos, tendones, cápsulas articulares y ligamentos. Estas terminaciones nerviosas especializadas no son distintas de algunos de los receptores de la piel. Responden al estiramiento o a la compresión e informan al animal, no sólo acerca de la medida en que está contraído un músculo, tensado un tendón o flexionada una articulación, sino también sobre la celeridad con que ocurren estos cambios. Esta información viaja en dirección central a través de los cuerpos celulares sensitivos de los ganglios de la raíz dorsal próximos a la médula espinal y activa reflejos indispensables para coordinar los grupos musculares en el mantenimiento de la postura y la ejecución de los movimientos. (La propiocepción nos permite describir con exactitud la posición y la actitud de nuestras extremidades inferiores, por ejemplo, sin tener que mirarlas.) Si por algún motivo se perturba la propiocepción, los movimientos se tornan atáxicos; es decir, se pierde la coordinación muscular. Los receptores que median el dolor, en particular de las articulaciones, se hallan íntimamente asociados con los propioceptivos y los impulsos provenientes de ellos viajan por vías que acompañan a las de la propiocepción hasta la médula espinal y desde allí a los centros superiores.

ENTEROCEPCIÓN

Los receptores de las vísceras huecas responden a la dilatación extrema, a la contracción o espasmo (cólico) y a la irritación química. Estas sensaciones se traducen como dolor y cuando el órgano afectado está en la cavidad abdominal, muchas veces se acompañan de la contracción refleja de los músculos abdominales y cese de la respiración abdominal. La rigidez abdominal es un importante signo concomitante para establecer el diagnóstico.

El *dolor referido*, aunque importante en medicina humana, es de dudosa significación en los animales. Los impulsos dolorosos provenientes de las vísceras comparten vías espinales con los impulsos sensoriales originados en zonas cutáneas que no cubren necesariamente a estas vísceras pero se desarrollan en el mismo nivel embriológico. Como estas vías son utilizadas con una frecuencia mucho mayor por impulsos provenientes de las zonas cutáneas, no debe sorprender que el encéfalo interprete erróneamente el origen de los impulsos dolorosos procedentes de las vísceras, que son mucho menos frecuentes. El ejemplo más conocido es el dolor referido al brazo, codo y muñeca del lado izquierdo por los humanos que sufren angina de pecho (falta de oxígeno en el tejido cardíaco por aporte sanguíneo inadecuado).

En la vaca se identificaron pequeñas zonas cutáneas relacionadas por medio del sistema nervioso con ciertos órganos abdominales. Estas zonas se tornan hipersensibles cuando los respectivos órganos están enfermos. Es interesante que estas zonas coincidan a grandes rasgos con los puntos de acupuntura especificados en los "mapas" para animales de la China, que el mundo occidental ha conocido en los últimos años.

10

Tegumento común

El término "tegumento común" comprende la piel ordinaria con su cubierta de pelo y una variedad de glándulas cutáneas, así como las partes más especializadas, como garras, cascos y cuernos. La piel rodea por completo el cuerpo y se fusiona con las membranas mucosas en los diversos orificios naturales. En su forma común, protege frente al desgaste superficial y la invasión por microorganismos, cumple una función importante en la termorregulación (p. 374) y, como prácticamente es impermeable al agua, impide que el cuerpo se seque (con la respectiva pérdida de electrólitos y otras sustancias vitales), pero en los mamíferos acuáticos impide la captación excesiva de agua. Ciertas sustancias lipídicas pueden penetrar en la piel y se las emplea (en forma de ungüentos) como vehículos para administrar medicamentos.

El color de la piel y del pelo depende en parte de la presencia de gránulos de pigmento en ciertas células componentes. Estos gránulos protegen frente a la radiación ultravioleta y explican por qué el color de la piel y el pelaje influyen sobre la adaptabilidad de los animales en los climas soleados. El color de las áreas lampiñas y no pigmentadas también es influido de diversas maneras por la sangre que circula en los vasos que perfunden sus capas más profundas; el sonrojo en el ser humano es el ejemplo más obvio de estos efectos, pero la palidez de la anemia o del choque ("shock"), el tinte azulado (cianosis) que indica falta de oxígeno y el color amarillo de la ictericia revisten mayor importancia en veterinaria. Los cambios de color muy espectaculares, como los que han hecho famoso al camaleón, no ocurren en los mamíferos, aunque se podría mencionar la coloración deslumbrante de la piel del hocico y periné de los mandriles machos y otros monos parecidos.

ESTRUCTURA DE LA PIEL

Ahora hemos de repasar un poco y ampliar la descripción que hiciéramos antes (p. 21) de la estructura básica de la piel. Se recordará que la piel consta de dos partes, un epitelio superficial (epidermis) y una fuerte capa fibrosa (dermial) que descansa sobre un estrato de tejido conectivo laxo (subcutáneo) (fig. 1-4).

La *epidermis* se renueva incesantemente. Las células superficiales se descaman en copos ("caspa") o como partículas más pequeñas (las humanas representan gran parte del polvillo domiciliario) y esta pérdida se repone mediante división celular en la capa más profunda, seguida por migración de las células hijas hacia la superficie. A medida que las células epidérmicas se aproximan a la superficie experimentan una serie de cambios internos que gradualmente conducen a su muerte, de modo que cuando entran en contacto con el ambiente son incapaces de reaccionar frente a las diversas influencias a las cuales entonces están expuestas. La secuencia de cambios, ilustrada esquemáticamente en la figura 10-1, impone una estratificación obvia. La capa más profunda (estrato basal) se adapta íntimamente a las irregularidades de la dermis subyacente y tiene una superficie mucho mayor que la superficie del cuerpo (fig. 10-1[2]). A medida que las células pasan al estrato espinoso se achican y se separan, aunque quedan conectadas entre sí por unos puentes intercelulares (desmosomas). Empieza entonces el proceso de queratinización (cornificación) y en la capa siguiente (estrato granuloso) las células contienen gránulos queratohialinos dispersos (fig. 10-1[4]). En algunas regiones a esta capa le sigue un angosto estrato lúcido (no representado en la figura 10-1) en el cual las células aplanadas, que ya han perdido sus núcleos y sus contornos nítidos, adquieren

un aspecto homogéneo por la dispersión pareja de los gránulos. Por último, la capa más externa (estrato córneo; fig. 10-1[5]) consiste en escamas densamente aglomeradas de la proteína fibrosa queratina, auténtica sustancia córnea, en la cual se ha transformado la queratonialina. La queratina es la que imparte a las especializaciones epidérmicas (pelo, casco, cuerno) su dureza y su fuerza.

Las capas de la epidermis son más gruesas y están mejor diferenciadas en los sitios donde la piel está sometida a un uso rudo, como los pulpejos de la pata del perro. En los sitios donde la abrasión es menos severa, como en las regiones hirsutas, la epidermis es mucho más fina y a veces no se reconoce bien el estrato granuloso ni el estrato lúcido. El espesor de la epidermis depende de la celeridad de las mitosis en el estrato basal, que son regulados por una sustancia (la calona epidérmica) que inhibe la división celular. Aunque normalmente la producción y la pérdida de células son parejas para mantener uniforme el espesor de la epidermis, este equilibrio puede perturbarse en ciertas circunstancias.

La epidermis no contiene vasos sanguíneos ni linfáticos y se nutre mediante difusión desde la dermis subyacente.

La *dermis* consiste en gran medida en haces de colágeno muy compactos, como se comprueba al disgregar cuero (dermis curtida). La presencia de fibras elásticas hace que la piel sea flegable y recupere su forma después de haber sido arrugada o deformada. Estas fibras son las que separan los bordes de una herida, haciendo que ésta se abra (fig. 10-2). La tensión crónica daña la estructura de la dermis porque rompe los haces de tejido conectivo y la reparación ulterior suele ocurrir mediante tejido cicatrizal más tenue. Un ejemplo fisiológico de este proceso son las estrías blancas que se forman en la piel del abdomen al completarse una gestación, en especial en las mujeres.

La dermis cuenta con una abundante vascularización o inervación y también es invadida por folículos pilosos y glándulas sudoríparas, sebáceas y otras que crecen desde la epidermis (fig. 1-4).

La interfase a través de la cual los principios nutritivos y las sustancias de desecho difunden entre la epidermis y la dermis se acrecienta merced al complicado modelamiento de estos componentes. Las prolongaciones digitiformes y crestadas (papilas, fig. 10-1[1'']) de la dermis concuerdan íntimamente en depresiones recíprocas de la epidermis y en condiciones normales no es fácil perturbar la adhesión entre ambas estructuras. Los traumatismos, como los causados por el roce de un calzado que ajusta mal, a veces las separan en forma forzada y el

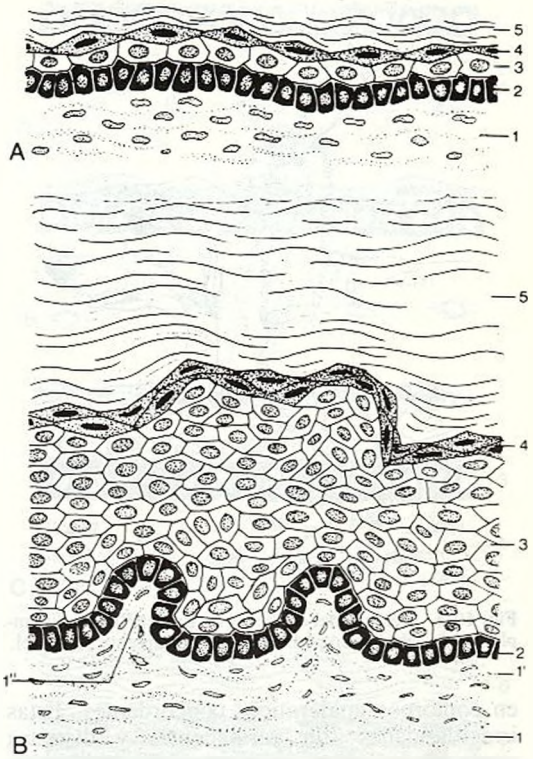


Fig. 10-1. Esquema de la estructura de la piel del adulto. *A*, piel del flanco del perro (sin el pelo). *B*, piel de una región expuesta a desgaste. Nótense la mayor queratinización y la formación de papilas dérmicas.

1, dermis; 1', capa papilar; 1'', papila dérmica; 2, estrato basal; 3, estrato espinoso; 4, estrato granuloso; 5, estrato córneo.

líquido intersticial se congrega en una ampolla. Al romperse la ampolla queda expuesta la superficie desnuda de la dermis; normalmente ésta se cubre rápidamente de un epitelio que crece hacia el centro desde el margen de la llaga.

Las crestas y papilas dérmicas más grandes, que suelen formarse en los sitios donde el epitelio que las cubre es más grueso, se traducen

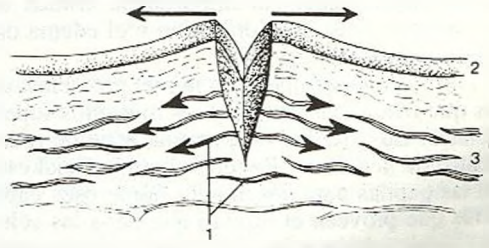


Fig. 10-2. Incisión cutánea. Las fibras elásticas de la dermis hacen que la herida se abra.

1, fibras elásticas; 2, epidermis; 3, dermis.

Fig. 10-3. Piel laxa del cuello en un Basset Hound. El amplio tejido subcutáneo permite el desplazamiento de la piel.

en contornos epidérmicos concordantes. Estas irregularidades son permanentes y distintas para cada individuo y son un medio de identificación que se usa mucho en el ser humano (impresiones digitales) y con menor frecuencia en otras especies (impresiones nasales en perros y bovinos, fig. 25-3).

El *subcutáneo* consiste en un tejido conectivo laxo entremezclado con grasa. Su cantidad varía según la localización y es fino y hasta falta en los sitios donde no es deseable el desplazamiento de la dermis (labios, párpados y pezones). Es particularmente amplio en los perros y gatos, cuya piel fácilmente desplazable se puede levantar en grandes pliegues en gran parte del cuerpo (fig. 10-3). En el cerdo y en el hombre el subcutáneo contiene acumulaciones más sustanciales de grasa, incluso en individuos relativamente mal nutridos; esto constituye el panículo adiposo tan conocido en el tocino (fig. 1-7[2]).

Ya mencionamos la importancia clínica de los efectos de la deshidratación o el edema del tejido subcutáneo (p. 22).

Los vasos sanguíneos de la piel provienen de los que irrigan las fascias y los músculos superficiales. Las arterias forman una serie de redes dentro de la dermis. La red más superficial está en las papilas para desprender numerosos capilares que proveen el líquido que baña las células basales de la epidermis. Otros plexos capilares rodean los folículos pilosos y sus respectivas glándulas (fig. 1-4). La variación en el flujo a través de los vasos superficiales cumple un importante papel en la regulación de la temperatura. Cuando la temperatura corporal sube, la vasodilatación promueve la pérdida de calor, directamente mediante radiación en la superficie o indirectamente favoreciendo la actividad de las glándulas que producen sudor, el cual entonces se evapora. En cambio, los vasos superficiales se contraen en los ambientes fríos o cuando la temperatura interna desciende. La regulación del flujo se produce en parte mediante el cierre o apertura de las numerosas anastomosis arteriovenosas que conectan las arterias y venas de la piel. Normalmente los vasos cutáneos contienen un volumen considerable de sangre que en su mayor parte puede volver a la musculatura y a los órganos internos cuando ocurre una hemorragia o choque (shock).

La piel tiene una rica inervación sensitiva. Los nervios acompañan a estos vasos a través de las fascias y forman redes en la dermis. Desde éstas las fibras se dispersan hacia una variedad de receptores sensoriales y algunas hasta penetran un poco en la epidermis (fig. 9-29). Otras fibras (autónomas) regulan el calibre de los vasos más pequeños, controlan la actividad de las glándulas cutáneas y excitan los músculos erectores de los pelos que se insertan en los folículos pilosos.

La epidermis se desarrolla a partir del ectodermo embrionario. Al principio consiste en una sola capa de células aplicadas sobre un lecho de mesénquima que con el tiempo da origen a la dermis (fig. 10-4*A*). Mucho antes de nacer las células ectodérmicas empiezan a proliferar y empujan las células nuevas hacia la superficie para producir un epitelio multiestratificado, en tanto que en el mesénquima crecen unas condensaciones locales como brotes epiteliales a partir de los cuales se diferencian los pelos y las glándulas, de modo que, al momento de nacer, la piel de las especies domésticas tiene básicamente el carácter de la del adulto (fig. 10-4*D*).

PELO

El pelo es un rasgo del mamífero que establece el diagnóstico de la clase. En la mayoría de las especies el denso pelaje cubre todo el cuerpo, con excepción de los alrededores de la boca y de otras aberturas, así como de las superficies de los pies; en algunas, como el cerdo doméstico (pero no sus antepasados), la cubierta es escasa. Los pelos individuales adoptan una variedad de grados intermedios, pero sólo hemos de distinguir tres aquí: los pelos de cobertura o de defensa, rectos y bastante rígidos, proveen una "cubierta superior", en tanto que los pelos lanosos, finos y rizados, proveen una "cubierta inferior"; los fuertes pelos táctiles, de distribución restringida, se asocian con receptores del tacto.

La mayoría de los *pelos de defensa* o cobertura están íntimamente aplicados contra la piel y se extienden con uniformidad en anchas bandas que imparten al pelaje un aspecto suave sólo perturbado por remolinos, crestas y separaciones que se forman en los sitios donde las distintas bandas convergen y se combinan o divergen entre ellas. La regularidad de la distribución es significativa porque promueve el escurrimiento de la lluvia e impide el enfriamiento que ocurriría si el agua pudiese penetrar en el pelaje hasta la piel. Ocasionalmente nacen algunos animales con un pelaje perturbado que puede comprometer mucho su capacidad para poder soportar el tiempo inclemente, pero, al igual que en tantos otros rasgos, los criadores han optado por promover pelajes aberrantes como atributos de determinadas razas, particularmente en perros, gatos y conejos.

Cada pelo crece a partir de una minúscula fosa o folículo del cual sobresale por encima de la superficie de la piel. El folículo se desarrolla a partir de un brote ectodérmico que crece dentro del mesénquima subyacente en la etapa embrionaria de la vida. Además de formar el pelo, el brote se ramifica para dar origen a las glándulas cutáneas (fig. 10-5). El extremo distal del brote forma un agrandamiento bulboso que luego es indentado por una papila mesenquimática (dérmica) que establece un folículo piloso primitivo. Las células epiteliales aplicadas contra la papila se multiplican y forman una matriz piosa; las células producidas aquí se queratinizan y se combinan para formar un pelo primitivo que crece a través del centro del brote hasta que horada la epidermis en la superficie de la piel. Su pasaje le lleva junto a las glándulas sebáceas que se desarrollan al costado del folículo y esto permite que el pelo reciba la cubierta oleosa que es tan importante para su salud en el adulto. Mientras el ectodermo se diferencia de esta manera, el mesodermo también se condensa, de modo que la minúscula vaina que rodea la parte incluida del pelo adquiere un componente mesodérmico exterior.

En la figura 10-6 se ilustran los rasgos esenciales; para conocer los detalles histológicos consúltense otros textos. Basta decir aquí que, en esencia, el pelo consiste en una columna flexible de células epiteliales densamente condensadas y muy queratinizadas, de modo que están muertas. Su disposición permite distinguir una médula o centro, una corteza y una cutícula "descamante" exterior. Las proporciones de las partes y los detalles de su disposición son variables y permiten hacer la determinación microscópica del origen de una muestra de pelo. En general, los pelos de médula gruesa son rectos y un tanto quebradizos, mientras que

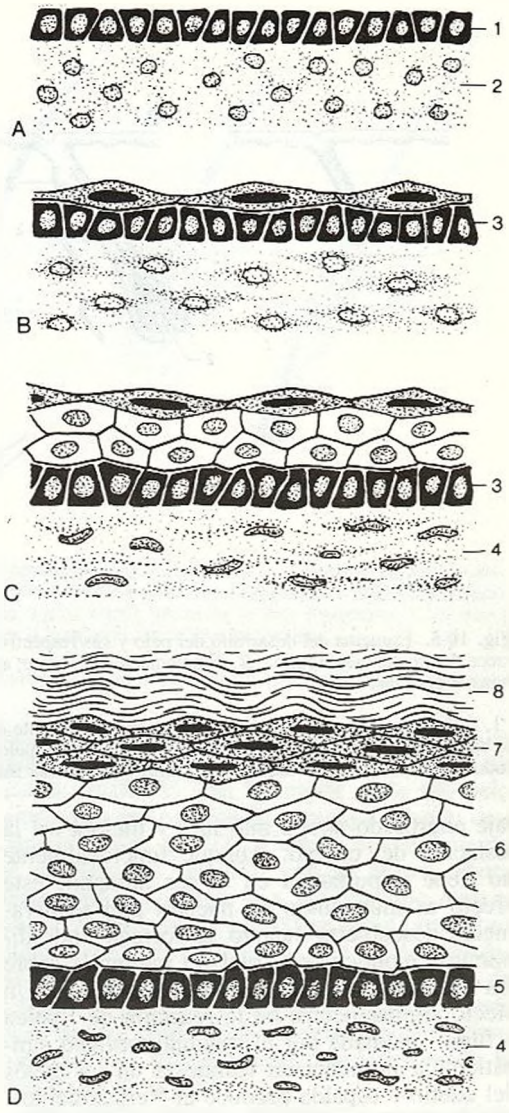


Fig. 10-4. Esquema del desarrollo de la piel. *A*, piel inicial del embrión. *B*, diferenciación de la epidermis y dermis. *C*, diferenciación adicional de la epidermis. *D*, diferenciación completa de la epidermis y dermis.

1, ectodermo; 2, mesodermo (mesénquima); 3, estrato basal primitivo; 4, dermis; 5, estrato basal; 6, estrato espinoso; 7, estrato granuloso; 8, estrato córneo.

aquéllos en los cuales predomina la corteza son más fuertes y más flexibles.

Al extremo proximal del folículo se le une un minúsculo músculo erector del pelo, que corre desde una inserción próxima a las papilas dérmicas (fig. 10-5[8]). La contracción de este músculo es involuntaria y puede estimularse por la baja temperatura ambiental. Produce la erección del pelo respecto de su posición oblicua normal; cuando esto sucede en masa, el pe-

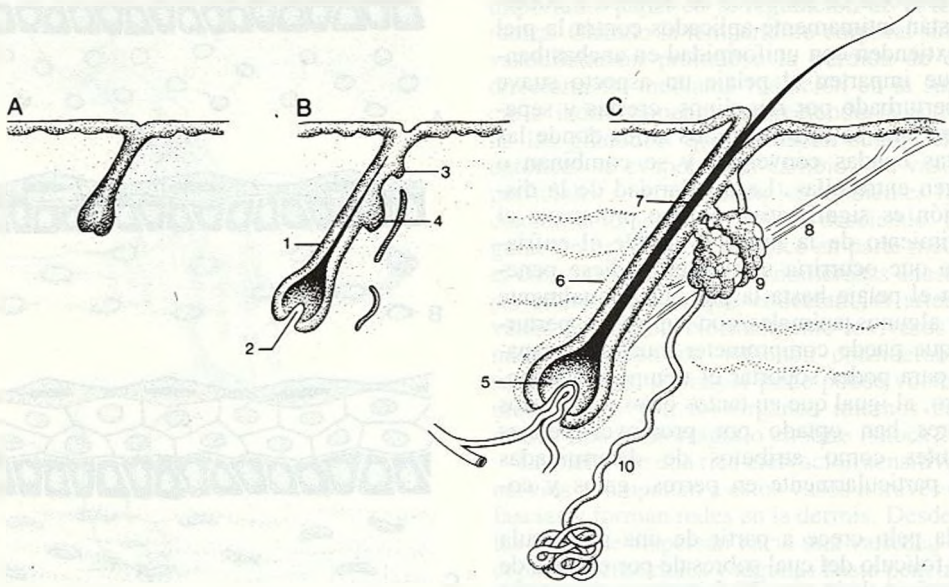


Fig. 10-5. Esquema del desarrollo del pelo y sus respectivas glándulas sebáceas y sudoríparas. *A*, brote ectodérmico que crece dentro del mesénquima. *B*, diferenciación del brote; aparecen indicios de glándulas. *C*, folículo piloso con sus estructuras accesorias.

1, folículo piloso primitivo; 2, papila dérmica; 3, brote de una glándula sudorípara; 4, brote de una glándula sebácea; 5, bulbo (matriz del pelo); 6, folículo piloso; 7, raíz del pelo; 8, músculo erector del pelo; 9, glándula sebácea; 10, glándula sudorípara. En el adulto muchas glándulas desembocan independientemente y no en el folículo piloso.

laje engrosado atrapa más aire y mejora así la aislación del cuerpo. Aunque funcionalmente no tiene importancia en el ser humano, este efecto es muy obvio en nuestra piel relativamente descubierta cuando se forman unos diminutos montículos (''piel de gallina'') sobre los trayectos de los músculos erectores. Un efecto similar ocurre en la reacción de ''pelea o fuga'' mediada por el sistema nervioso simpático; la pronunciada respuesta en los pelos del cuello y espalda produce el ''erizamiento'' que imparte al animal un aspecto amenazador.

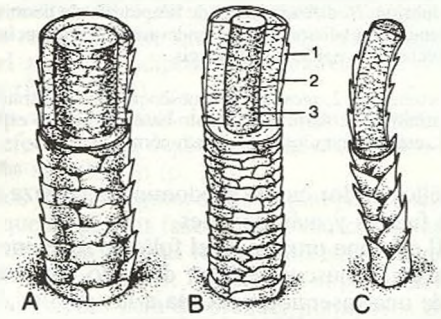


Fig. 10-6. Esquematización de tres tipos de pelo. *A*, pelo de defensa con médula gruesa. *B*, pelo de defensa con corteza gruesa y médula fina. *C*, lana; falta la médula.

1, cutícula; 2, corteza; 3, médula.

Existen muchas variantes locales en la forma y desarrollo de los pelos de defensa. Los ejemplos familiares son las cerdas rígidas y ralas de los cerdos, el pelaje grueso de la crin y cola de los caballos, los largos pelos de la cola de los bovinos, las cernejas del caballo y los pompones de la cola y los miembros de ciertas razas de perros. Las variantes locales hormonodependientes se evidencian en particular en la especie humana y comprenden la barba masculina y la distribución sexualmente dimórfica del pelo corporal. La calvicie de la senectud es un problema del macho humano en particular y sus causas son complicadas y en parte oscuras; la testosterona, responsable del crecimiento de la barba y del pelo corporal grueso, desencadenaría paradójicamente calvicie prematura en gente con predisposición genética; también influiría en cierta medida la disminución del nivel sanguíneo de tiroxina, que inicia el crecimiento del pelo y lo controla.

Los pelos tienen una vida limitada y tarde o temprano se desprenden. En el hombre esta muda es un proceso continuo que únicamente afecta unos pocos pelos a la vez, pero en la mayoría de las otras especies es intermitente, se relaciona con la época del año y afecta muchos pelos al mismo tiempo (aunque nunca tanto como para que el animal pierda todo el pelo). La caída estacional del pelo es más pronunciada

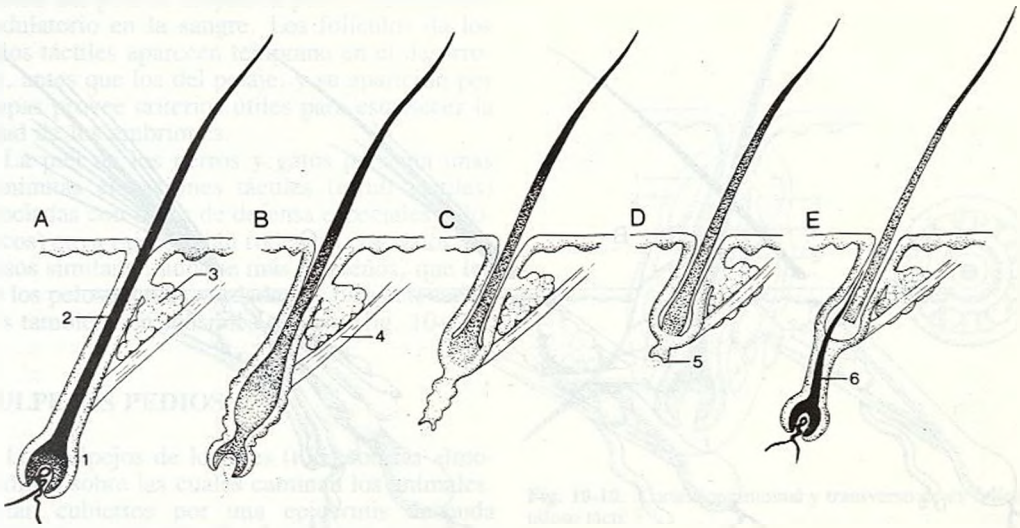


Fig. 10-7. Fases del ciclo piloso. *A*, folículo piloso plenamente funcional en fase anagénica. *B*, el folículo empieza a atrofiarse al comienzo de la fase catagénica. *C*, atrofia adicional del folículo al final de la fase catagénica. *D*, folículo atrofiado. El pelo se ha desplazado distalmente y empieza a formarse una nueva matriz pilosa en la fase telogénica. *E*, la nueva matriz pilosa se ha establecido y el pelo nuevo empieza a crecer al comienzo de la fase anagénica.

1, folículo piloso; 2, raíz del pelo; 3, glándula sebácea; 4, músculo erector del pelo; 5, nueva matriz pilosa; 6, pelo nuevo.

n las especies silvestres, pero incluso los animales domésticos que están protegidos de las ariaciones climáticas más extremas exhiben na periodicidad que culmina en primavera y oño. La pérdida del pelo es más perceptible los animales a los cuales no se los peina con gularidad para eliminar el pelo muerto. La inrmación sobre estas cuestiones no abunda y mayoría de las descripciones se basan en obrvaciones fortuitas. Esto rige en particular ra los animales de compañía y muchas veces s veterinarios no saben qué contestar cuando s dueños los interrogan con demasiado insisncia. Aunque parece existir mucha variación, la mayoría de los perros tienen una muda más abundante en primavera y otoño, pero la muda primaveral es más abundante y dura unas cinco semanas. Los gatos también tienen una muda más importante en primavera, aunque le sigue una pérdida menos sustancial que persiste hasta el verano y otoño, de modo que la caída del pelo no cesa hasta el invierno que es cuando está mejor que nunca. Por el mismo motivo, las pieles de las especies peleteras se cosechan en invierno.

El reemplazo estacional empieza con un retardo del crecimiento del pelo existente; aunque esto sería condicionado en particular por el aumento de la temperatura, también influyen otros factores, como nutrición y la duración de la luz diurna. A medida que el crecimiento se retarda (en la llamada fase catagénica) la matriz del pelo y la papila se atrofian (fig. 10-7*B*), de modo que en la fase siguiente (telogénica) el pelo no crece y el folículo, incluso la papila, se acorta, haciendo que la mayor parte del pelo sobresalga por encima de la piel simulando crecimiento (fig. 10-7*D*). Cuando el crecimiento se reanuda, el folículo, con su matriz ahora reactivada, se alarga y a medida que nuevamente se aleja de la superficie hacia la profundidad, suelta el pelo viejo, que se desprende. Se forma entonces un pelo nuevo en la fase de crecimiento activo (anagénica) siguiente; este pelo nuevo crece gradualmente desde la profundidad del folículo hasta que emerge en la superficie de la piel.

Los *pelos lanosos* proveen el suave pelaje interno. Son finos y ondulados y en la mayoría de las especies son más cortos y más numerosos que los pelos de defensa que los ocultan. Además su cantidad fluctúa y son más abundantes en invierno. En los ovinos, al menos en las razas mejoradas, el vellón es de este tipo con exclusividad y los pelos de defensa sólo predominan en la cara y los pies. También ocurren adaptaciones similares del pelaje en ciertas razas de cabras y conejos, pero no siempre existe una diferencia nítida entre la lana y los pelos de defensa.

En muchas especies, incluso perros y gatos adultos, varios pelos comparten un mismo folículo (fig. 10-8*B*, *C*). El pelo central (primario) es más largo y de defensa, en tanto que los pelos circundantes (secundarios) son más cortos y más blandos; estos últimos proveen en pelaje

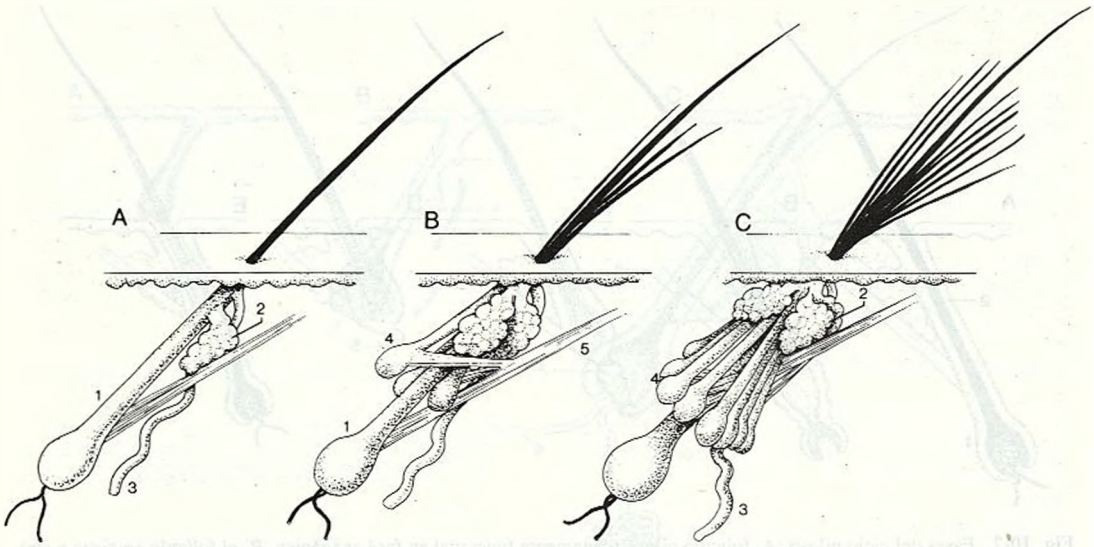


Fig. 10-8. Folículos pilosos del perro. *A*, poco después de nacer existe un folículo piloso simple. *B*, el folículo en los primeros meses de la vida posnatal. *C*, folículo complejo en el adulto; el pelo primario está rodeado por varios pelos secundarios.

1, folículo primario; 2, glándula sebácea; 3, conducto de la glándula sudorípara; 4, folículo piloso secundario; 5, músculo erector del pelo.

inferior y pueden considerarse pelos lanosos porque tienen poca médula.

Los *pelos táctiles* son mucho más gruesos y suelen sobresalir más allá de los pelos de defensa. La mayoría están en la cara, principalmente en el labio superior y en torno de los ojos, aunque otros están dispersos (de manera variable según la especie) en el labio inferior y mentón y otras partes de la cabeza. El gato, cuyos bigotes son un ejemplo particularmente bueno (fig. 10-9), también posee un conjunto de pelos similares en el carpo. Los folículos de los pelos táctiles penetran en la profundidad del subcutáneo e incluso en los músculos superficiales. Cada uno está rodeado por un seno venoso dentro de cuya pared existen terminaciones nerviosas que responden a la estimulación mecánica (fig. 10-10). El estímulo de la pertur-

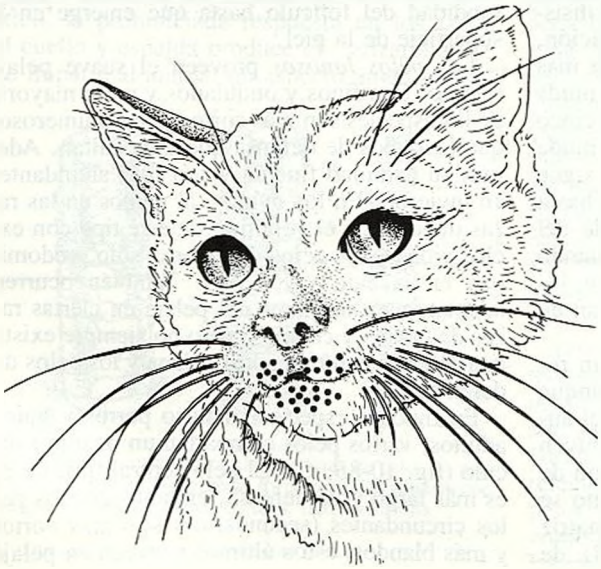


Fig. 10-9. Pelos táctiles en la cabeza del gato. Los puntos en los labios muestran la posición de las glándulas circumorales.

bación del pelo se amplifica por el movimiento ondulatorio en la sangre. Los folículos de los pelos táctiles aparecen temprano en el desarrollo, antes que los del pelaje, y su aparición por etapas provee criterios útiles para establecer la edad de los embriones.

La piel de los perros y gatos presenta unas diminutas elevaciones táctiles (toruli tactiles) asociadas con pelos de defensa especiales (tilotricos) cuya raíces están rodeadas por senos venosos similares, aunque más pequeños, que los de los pelos táctiles verdaderos. Estas elevaciones también son sensibles al tacto (fig. 10-11).

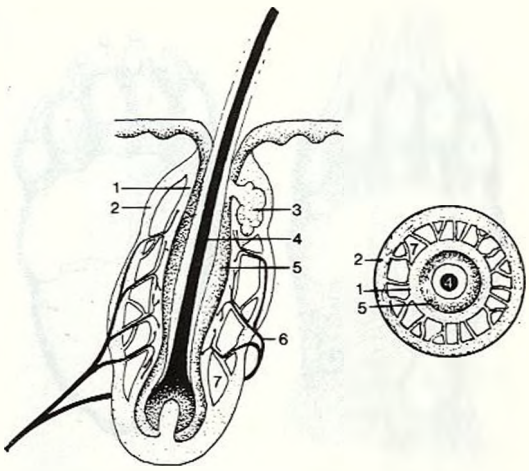


Fig. 10-10. Cortes longitudinal y transverso de un folículo piloso táctil.

1, 2; paredes interna y externa del seno sanguíneo; 3, glándula sebácea; 4, raíz del pelo; 5, pared epidérmica del folículo piloso; 6, terminación nerviosa en la pared del seno sanguíneo; 7, seno sanguíneo.

PULPEJOS PEDIOS

Los pulpejos de los pies (tori) son las almohadillas sobre las cuales caminan los animales. Están cubiertos por una epidermis desnuda densamente cornificada. La dermis no ofrece particularidades y la mayor parte de su sustancia consiste en un subcutáneo grueso y elástico, mezcla de fibras colágenas y elásticas entremezcladas con tejido adiposo.

Los pulpejos están mejor desarrollados en los mamíferos plantígrados (p. ej., osos), en los cuales existen los pulpejos digitales, metacarpianos, (metatarsianos) y carpianos (tarsianos) (fig. 10-12). En el perro y el gato, que son digitígrados, sólo los pulpejos digitales y metacarpianos y metatarsianos toman contacto con el suelo; existe un pulpejo carpiano que no cumple ninguna función obvia, pero falta el respectivo pulpejo tarsiano (fig. 10-13).

Sólo los pulpejos digitales son funcionales y toman contacto con el suelo en los ungulados, en los cuales suelen estar incorporados en el casco y proveen los rasgos que se conocen como bulbo en los rumiantes y porcinos y la ranilla, más compleja, en los equinos. Los bulbos de los cerdos son blandos y están bien alejados de la suela (véase más adelante), mientras que en los rumiantes son más duros aunque menos que las otras partes de la uña (pezuña) (fig. 10-14[1]).

La almohadilla digital (pulvinus digitalis) que está en la profundidad de la ranilla del caballo consta de un vértice y una base. El vértice se halla en la profundidad de la ranilla córnea sobre la superficie basal del casco (fig. 10-15[4]), en tanto que la base contribuye a dar la forma a la superficie palmar o plantar, formando los engrosamientos de los talones. Éstos, los

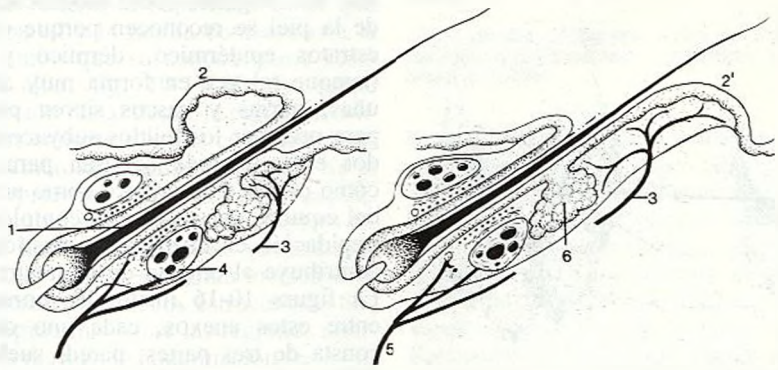


Fig. 10-11. Pelos tilotricos debajo (izquierda) y encima (derecha) de elevaciones táctiles.

1, raíz del pelo; 2, 2', elevaciones táctiles; 3, terminaciones nerviosas asociadas con las elevaciones táctiles; 4, seno sanguíneo; 5, terminaciones nerviosas asociadas con el seno sanguíneo; 6, glándula sebácea.

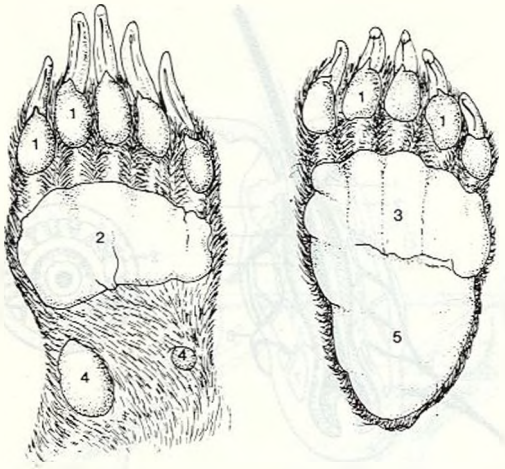


Fig. 10-12. Pulpejos pedios de un oso, miembro torácico (izquierda); miembro pelviano (derecha).

1, pulpejos digitales; 2, pulpejo metacarpiano; 3, pulpejo metatarsiano; 4, pulpejos carpianos; 5, pulpejo tarsiano fusionado con el metatarsiano.

bulbos de los talones (fig. 10-15[3]), no toman contacto con el suelo y están cubiertos por perioplo, cuerno más blando producido en la unión de la piel con la pared del casco. El caballo, a diferencia de otros ungulados domésticos, también tiene pulpejos metacarpianos y metatarsianos rudimentarios (''espolones'', fig. 10-15[2]) incluidos en un penacho de pelo (cerneja) detrás de la articulación del nudo y pulpejos carpianos (tarsianos) vestigiales (castaños o espejuelos, fig. 10-15[1,1'']).

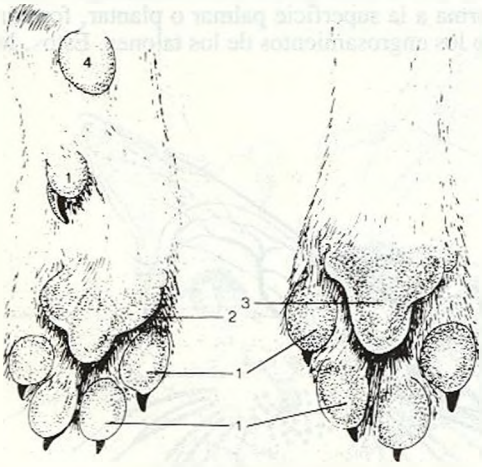


Fig. 10-13. Pulpejos pedios del perro; miembro torácico (izquierda), miembro pelviano (derecha).

1, pulpejos digitales; 2, pulpejo metacarpiano; 3, pulpejo metatarsiano; 4, pulpejo carpiano.

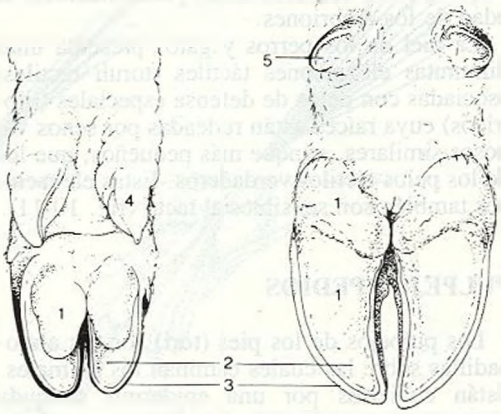


Fig. 10-14. Superficie palmar de la mano del cerdo (izquierda) y del buey (derecha).

1, bulbo (pulpejo digital) de la pezuña; 2, suela de la pezuña; 3, pared de la pezuña; 4, uña del dedo accesorio; 5, uña rudimentaria.

El subcutáneo de los pulpejos de los caninos, de los bulbos de los porcinos y de la ranilla de los equinos contiene glándulas sudoríparas cuyos conductos pasan a través de la gruesa epidermis conificada y estas secreciones funcionan como marcadores territoriales o de rastreo.

UÑAS, GARRAS Y CASCOS

Aunque estas estructuras que rodean la falange distal aparentan ser muy distintas a primera vista, en realidad son básicamente similares. Sus orígenes como modificaciones locales de la piel se reconocen porque conservan los estratos epidérmico, dérmico y subcutáneo (aunque tal vez en forma muy alterada). Las uñas, garras y cascos sirven principalmente para proteger los tejidos subyacentes, pero todos ellos también se usan para otros fines, como raspar o escarbar o como arma. El casco del equino, que es el más complejo, reduce la trepidación en el pie y su elasticidad también contribuye al retorno de la sangre al corazón. La figura 10-16 ilustra las correspondencias entre estos anexos, cada uno de los cuales consta de tres partes: pared, suela y pulpejo. Sólo en los ungulados este último forma parte de la estructura córnea; es el homólogo del bulbo digital de los primates y del pulpejo digital de los carnívoros.

La *uña* (pared) de los primates crece a partir de la epidermis que cubre un pliegue curvo de dermis en su base. La epidermis que está debajo de la mayor parte de la uña produce un poco de cuerno que contribuye a mantener la adhesión a medida que la uña se desliza gradualmente en dirección distal. La dermis que está debajo de esta porción un tanto improductiva de la epidermis se congrega en unos pocos pliegues longitudinales bajos (láminas) que se interdigitan con los respectivas láminas epidérmicas; el mayor contacto dermoepidérmico refuerza la unión entre la uña y los tejidos más profundos. La epidermis que está debajo del borde libre de la uña produce pequeñas cantidades de "suela córnea" blanda (fig. 10-16[2]).

La pared de la *garra* de los carnívoros es comparable a una uña que se ha comprimido lateralmente, de modo que ha adquirido un borde dorsal aguzado. Su parte proximal y la capa germinal de la cual deriva tienen una forma similar y están alojadas junto con la respectiva dermis dentro de la cresta ungular (crista unguicularis) de la falange distal, que posee una forma distintiva (fig. 10-16*D*). La epidermis que está en la profundidad de la pared posee una productividad mínima. La dermis que cubre la apófisis ungular se fusiona con el periostio y, al igual que en la uña del primate, unas interdigitaciones longitudinales entre las láminas dérmicas y epidérmicas fijan con firmeza la uña al borde dorsal del hueso. El espacio comprendido entre los bordes libres de la pared por la superficie inferior de la apófisis ungular está ocupado por una "suela" córnea en escamas (fig. 10-6[5]).

La pared del *casco del caballo* también tiene una pronunciada curvatura, de modo que sus costados se hallan agudamente doblados hacia adentro para formar las llamadas barras (fig. 10-17[2"]). El espacio comprendido entre las barras está ocupado por la ranilla, parte del bulbejo que toma contacto con el suelo. La suela córnea que rellena la superficie basal que está entre la pared y la ranilla confluye con la pared en la unión que se conoce como línea blanca (zona alba, fig. 10-17[5]). La pared crece en dirección distal desde la epidermis sobre una dermis saliente (dermis coronaria)* tachonada de numerosas papilas orientadas hacia el suelo. La epidermis que cubre estas papilas produce unos túbulos córneos que corren en dirección distal hacia el margen de sustentación de la pared. Los túbulos se hallan incluidos en un cuerno intertubular menos estructurado formado por la epidermis sobre las regiones interpapilares de la dermis; la combinación de los tipos de cuerno imparte al tejido un aspecto finamente estriado. La epidermis (laminar) que está en la profundidad de la pared también en este caso posee una productividad mínima. Está dispuesta en varios centenares de láminas bien formadas que se interdigitan firmemente con la misma cantidad de láminas dérmicas (p. 587), fijando la pared a la falange distal subyacente. Conviene recordar que esta es una unión viviente que permite que la pared se deslice gradualmente hacia el suelo, donde su borde distal se desgasta. Sobre la superficie externa de la pared, cerca de su unión con la piel, hay una banda de cuerno blando (perioplo) (fig. 10-18[1]) que desciende junto con la pared y se

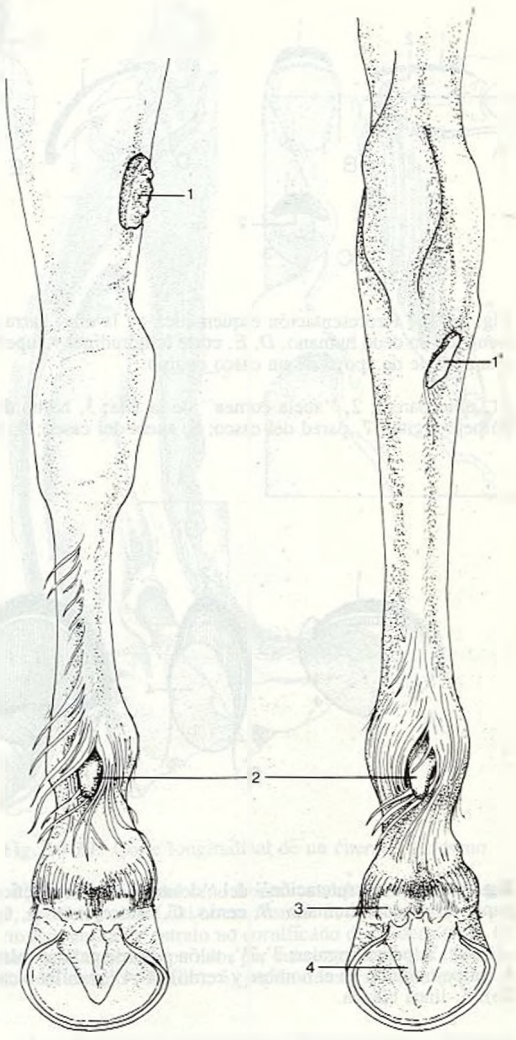


Fig. 10-15. Miembro torácico izquierdo (a la izquierda) y miembro pelviano izquierdo (a la derecha) del caballo, vista caudal.

1,1', castaña o espejuelo encima del carpo y debajo del corvejón, respectivamente; 2, espolones; 3, bulbo de los talones; 4, ranilla.

* Antes y aún hoy suele denominarse corion.

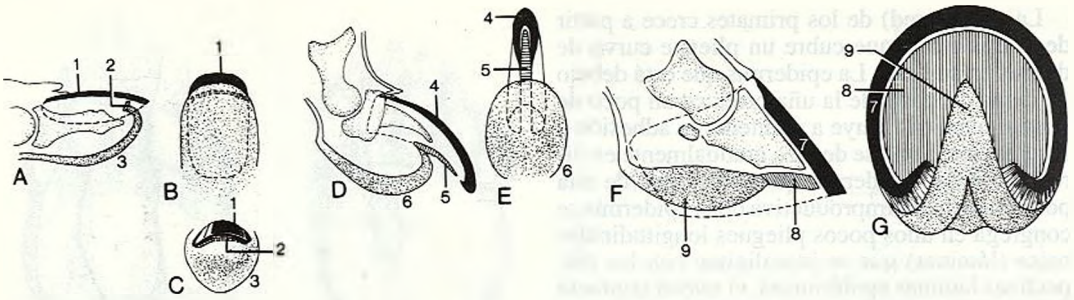


Fig. 10-16. Representación esquemática de la uña, garra y casco. *A-C*, corte longitudinal, superficie palmar y vista de frente de un dedo humano. *D, E*, corte longitudinal y superficie palmar de una garra (uña) canina. *F, G*, corte longitudinal y superficie de apoyo de un casco equino.

1, uña (pared); 2, "suela cornea" de la uña; 3, bulbo del dedo; 4, pared de la uña (garra); 5, "suela" de la garra; 6, pulpejo digital; 7, pared del casco; 8, suela del casco; 9, ranilla. (Basado en Ellenberg y Baum, 1943.)

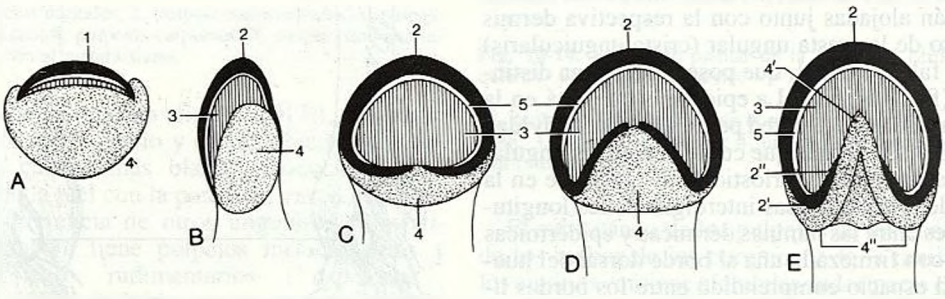


Fig. 10-17. "Interpretación" del "desarrollo" filogenético de las estructuras córneas asociadas con la falange distal. *A*, punta de un dedo humano. *B*, cerdo. *C*, rinoceronte. *D*, tapir. *E*, caballo.

1, uña; 2, pared ungular; 2',2'', talón o borde palmar (plantar) y barra o pars inflexa de la pared (en el caballo); 3, suela; 4, pulpejo (bulbo en el hombre y cerdo); 4',4'', ranilla o cuneus corneus y bulbos de los talones o torus corneus (del caballo); 5, línea blanca.

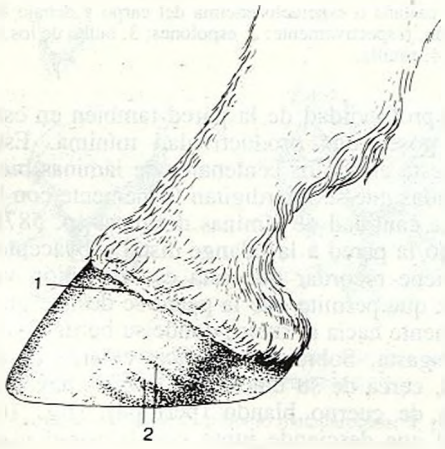


Fig. 10-18. Casco del caballo.

1, perioplo; 2, anillos que indican el crecimiento córneo desparejo.

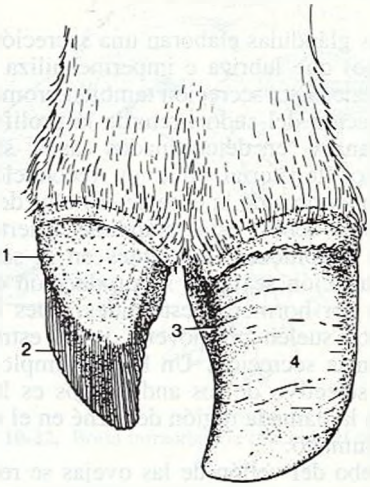


Fig. 10-19. Pie de bovino, vista dorsal. Se ha retirado la cápsula ungular (epidermis) de un dedo para exponer la dermis.

1, dermis coronaria, la pared de la cápsula ungular crece distalmente a partir de la epidermis sobre esta ancha banda; 2, láminas dérmicas; 3, borde dorsal de la pared (cápsula); 4, pared de la cápsula ungular.

eca para convertirse en un estrato brillante rotector. La banda se ensancha hacia atrás del asco, donde cubre los bulbos de los talones y arte de la ranilla.

Los *cascos de los rumiantes y del cerdo*, unque en principio son semejantes a los del caballo, difieren en varios aspectos porque su red se halla muy incurvada para formar un rde dorsal (semejante al de la garra); el pulejo (bulbo) es relativamente grande y constiye toda la parte caudal del casco (fig. 10-*7B*,[4]); la suela comprendida entre el bulbo y la pared es pequeña y las láminas interdigitadas están menos desarrolladas (fig. 10-19[2]).

En todas las especies los períodos de perturbación o disminución de la producción de cuerno crean crestas en la pared, paralelas a la región formativa en la unión con la pared (fig. 10-18[2]).

En los respectivos capítulos ulteriores se describirán mejor estas especializaciones.

CUERNOS

Los cuernos de los rumiantes domésticos tienen unas bases óseas provistas por las apófisis corneales de los huesos frontales. A diferencia de la cornamenta de los venados, que se desprende y se repone todos los años, estos cuernos son permanentes y crecen continuamente desde que aparecen poco después del nacimiento.

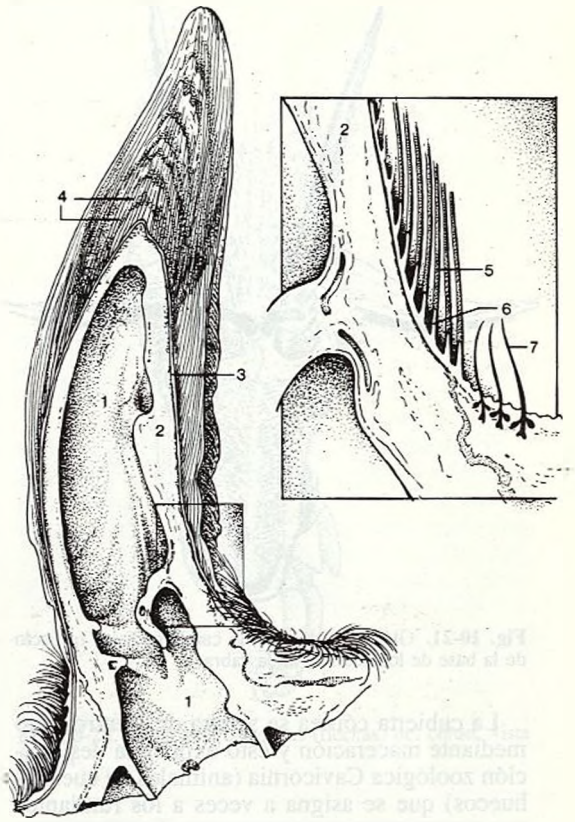


Fig. 10-20. Corte longitudinal de un cuerno de bovino.

1, prolongación del seno frontal caudal dentro del cuerno; 2, apófisis corneal del hueso frontal; 3, combinación de periostio, dermis y estrato no cornificado de epidermis; 4, túbulos del cuerno separados por cuerno intertubular; 5, túbulos del cuerno (detalle); 6, papila dérmica; 7, pelo.

La dermis se encuentra firmemente adherida a la apófisis corneal y presenta un sinnúmero de papilas cortas inclinadas en dirección apical, de modo que el cuerno se alarga y se engruesa a medida que crece (fig. 10-20). La sustancia del cuerno se parece a la del casco en que consiste en una mezcla de túbulos y de cuerno intertubular. El cuerpo (epiceras) producido por la epidermis en la base es blando y un tanto transparente, semejando el perioplo del casco, e imparte al cuerno su aspecto brilloso.

En general existen cuernos en ambos sexos –aunque obviamente no en las razas mochas–, pero los de los machos suelen ser más masivos. Su forma es muy característica de la raza y refleja la forma y el tamaño de la apófisis cornual. En los bovinos estas apófisis son invadidas por los senos frontales (fig. 10-20[1]), que, por lo tanto, se abren al descornar al animal adulto.

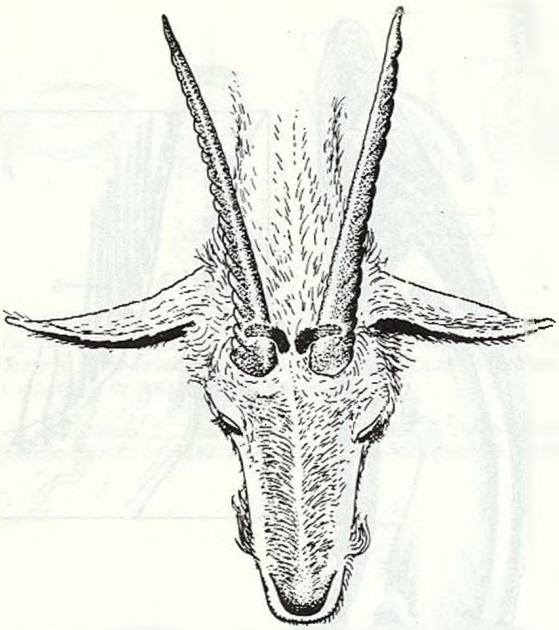


Fig. 10-21. Glándulas del cuerno caudomediales respecto de la base de los cuernos de la cabra.

La cubierta córnea se separa del centro óseo mediante maceración y esto explica la designación zoológica Cavicornia (animales de cuernos huecos) que se asigna a veces a los rumiantes que tienen cuernos permanentes. Los rumiantes de la familia de los venados (Cervidae) tienen cornamenta y están excluidos específicamente de este grupo. La cornamenta es una formación recia que crece a partir del cráneo y al principio está cubierta de piel, pero queda expuesta al morir ésta. La piel muerta, "terciopelo", se elimina frotándose contra los árboles y otros objetos. Las apófisis óseas pierden su irrigación sanguínea al estar expuestas, mueren y se desprenden, dejando indefenso al animal hasta que en la temporada siguiente le crece un nuevo juego de cuernos.

GLÁNDULAS CUTÁNEAS

Las glándulas de la piel se desarrollan como unos brotes epidérmicos que invaden el mesodermo subyacente. Suelen formarse a partir de folículos pilosos primitivos y conservan estas conexiones porque los conductos entregan la secreción a los folículos del adulto, desde los cuales rezuma sobre la superficie de la piel más allá de los pelos que sobresalen (fig. 10-5[9,10]). Aunque se distinguen dos tipos básicos –glándulas sudoríparas y sebáceas–, cada uno tiene distintas subvariedades y formas especializadas.

Glándulas sebáceas

Estas glándulas elaboran una secreción oleosa (sebo) que lubrica e impermeabiliza la piel y el pelaje. Esta secreción también promueve la propagación del sudor, retarda la proliferación bacteriana y, en determinados casos, sirve de marcador territorial, que es reconocido por otros miembros de la especie. El olor del perro mojado se debe a estas glándulas. Ciertas sustancias (feromonas) existentes en el sebo poseen atracción sexual y su producción es controlada por hormonas esteroides, pues los andrógenos suelen promoverla y los estrógenos retardan la secreción. Un buen ejemplo de un efecto selectivo de los andrógenos es la reacción en la llamada región del acné en el adolescente humano.

El sebo del vellón de las ovejas se recoge y se procesa; conocido comercialmente como lanolina, se usa como base para ungüentos, en cosmética y como agente de limpieza en jabones. Las secreciones de ciertas glándulas especializadas (las glándulas prepuciales del almizclero y las glándulas anales del gato de algalia) se cosechan desde antiguo para su uso en la industria de la perfumería.

A continuación se enumeran las principales acumulaciones localizadas de glándulas sebáceas de los animales domésticos que se ven a simple vista; varias de ellas se asocian con bolsas cutáneas.

Glándulas circumorales (fig. 10-9). Estas grandes glándulas están en los labios de los gatos, que las usan para marcar su territorio. La secreción se deposita directamente cuando el animal se frota la cabeza contra un objeto o contra su dueño buscando caricias, e indirectamente después de pasar al cuerpo durante el almohazado.

Glándulas de los cuernos (gl. cornualis) (fig. 10-21). Estas glándulas almizcleras o aromáticas existen en las cabras de ambos sexos, en un sitio caudomedial respecto de la base del cuerno (o en el sitio respectivo en los animales mochos). Son más grandes y más productivas en la época del apareamiento; las de los machos, estimuladas por la testosterona, procuran una secreción cuyo olor es tan penetrante que algunos dueños insisten en que se las extirpe quirúrgicamente.

Glándulas del seno infraorbitario (fig. 10-22). Estas glándulas están dentro de una bolsa cutánea rostral respecto del ojo, abierta ventrolateralmente sobre la cara de los ovinos. La pared de la bolsa contiene glándulas sebáceas y serosas tubulares cuya secreción mixta mancha la piel cuando mana de la bolsa. Estas glándulas sirven de marcadores territoriales y son más grandes en los moruecos.

Fig. 10-22. Bolsa infraorbitaria (flecha) del ovino.

Glándulas carpianas (fig. 10-23). Estas glándulas sólo las tienen los cerdos, en los cuales rodean varias invaginaciones cutáneas en la cara mediopalmar del carpo. Existen en ambos sexos y sirven para marcar los dominios territoriales; se dice que los verracos las usan en particular para "marcar" a las hembras durante el apareamiento.

Glándulas del seno interdigital (fig. 10-24). Existen senos interdigitales en los miembros torácicos y pelvianos de los ovinos de ambos sexos. Los senos son invaginaciones tubulares de la piel cuyas paredes contienen glándulas sebáceas y serosas ramificadas. La secreción aérea emerge por una sola abertura que está encima de las pezuñas y sirve como "marcador de senderos". Muchas especies silvestres gregarias tienen glándulas similares.

Glándulas del seno inguinal (fig. 10-25). Los senos inguinales, que se hallan cerca de la base de la ubre o del escroto de los ovinos, contienen glándulas sebáceas y sudoríparas. La secreción mana como una sustancia cerea parda cuyo olor ayudaría al cordero a encontrar la ubre.

Glándulas prepuciales. Las glándulas sebáceas y apocrinas que están dentro del prepucio producen secreciones que se combinan con las células descamadas para formar la sustancia caseosa que se conoce como esmegma. Estas glándulas están mejor desarrolladas en el verraco, en el cual están agrupadas dentro de un divertículo dorsal de la cavidad prepucial (fig. 37-9[5]). Su secreción imparte al verraco su olor característico. También existen en otras especies (en las cuales falta el divertículo) pero son menos nauseabundas.

Glándulas de la cola (Gll. caudae; fig. 10-26). En una placa oval situada en la superficie dorsal de la cola de ciertos carnívoros hay unas acumulaciones de grandes glándulas sebáceas y

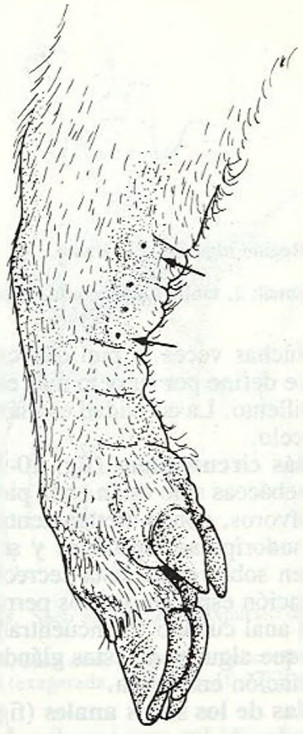


Fig. 10-23. Glándulas carpianas (flechas) del cerdo, vista medial.

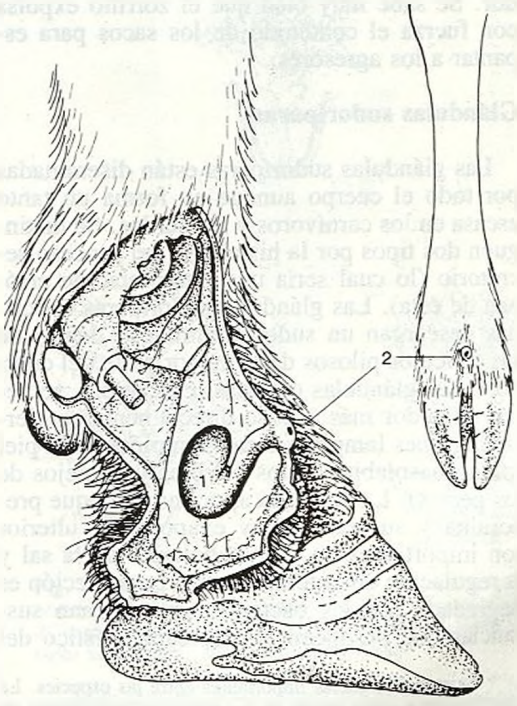


Fig. 10-24. Bolsa interdigital (1) y su abertura (2) en el ovino.

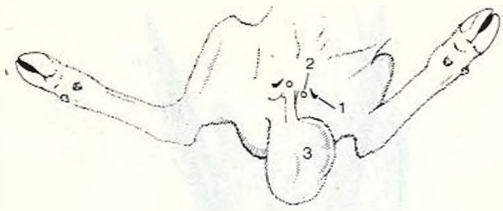


Fig. 10-25. Región inguinal del carnero.

1, bolsa inguinal; 2, tetilla rudimentaria; 3, escroto.

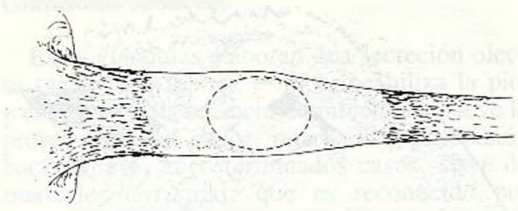


Fig. 10-26. Localización de la glándulas de la cola en el perro.

serosas. Muchas veces la piel que cubre estas glándulas se define por su pelo más escaso y su color amarillento. La actividad es máxima en la época del celo.

Glándulas circunanales (fig. 10-27). Estas glándulas sebáceas sólo están en la piel perianal de los carnívoros, donde drenan dentro de unas glándulas sudoríparas especiales y se presume que influyen sobre ellas. Esta secreción suscitaría la atención especial que los perros prestan a la región anal cuando se encuentran entre sí. Se sugirió que algunas de estas glándulas cumplen una función endocrina.

Glándulas de los sacos anales (fig. 10-28). En las paredes de los sacos anales, bolsas que desembocan junto al ano en los carnívoros, existen unas glándulas sebáceas y serosas cuya secreción, particularmente maloliente, se expulsa durante la defecación y sirve de marcador. Se sabe muy bien que el zorrillo expulsa con fuerza el contenido de los sacos para espantar a los agresores.

Glándulas sudoríparas

Las glándulas sudoríparas están diseminadas por todo el cuerpo aunque en forma un tanto escasa en los carnívoros y los cerdos. Se distinguen dos tipos por la histología del proceso secretorio (lo cual sería una interpretación errónea de ésta). Las glándulas sudoríparas apocrinas descargan un sudor albuminoso dentro de los folículos pilosos de la mayor parte del cuerpo.* Las glándulas ecrinas, en cambio, secretan un sudor más acuoso directamente en ciertas regiones lampiñas o casi lampiñas de la piel (plano nasolabial de los bovinos y pulpejos de los perros). La variedad apocrina es la que predomina y su secreción y evaporación ulterior son importantes en el metabolismo de la sal y la regulación de la temperatura. La secreción es degradada por las bacterias, que forman sustancias que producen el olor característico del cuerpo. El producto de la variedad ecrina cumpliría una función de menor importancia en la regulación de la temperatura.

La mayoría de los mamíferos poseen menos glándulas y no sudan con tanta profusión como el ser humano, pero las impresiones pueden ser erróneas porque la sudoración que en realidad ocurre tiende a ser enmascarada por el pelaje más abundante. El caballo es una excepción obvia a esta declaración general porque no sólo suda abundantemente, sino que también produce un sudor muy albuminoso que forma espuma al ser batido por el movimiento de la piel y el pelaje. Ciertas razas de bovinos también sudan visiblemente en el cuello y los flancos; en estas especies existen diferencias bien establecidas entre las razas de climas templados y las de climas tropicales en cuanto a la cantidad, tamaño y distribución de las glándulas. Es sorprendente que el bisonte asiático tenga menos glándulas sudoríparas que los bovinos y se sumerja en agua para refrescarse. De las especies domésticas, las que sudan menos son los perros y los gatos, aunque a veces la piel de los individuos de pelo corto se siente húmeda al tacto.

Glándulas mamarias

Las glándulas mamarias (mamas) son glándulas sudoríparas modificadas y muy agrandadas cuya secreción nutre a la prole. Se desarrollan como unos brotes epiteliales que crecen dentro del mesénquima subyacente desde unos engrosamientos ectodérmicos lineales (crestas mamarias). Estas crestas pueden extenderse desde la axila hasta la ingle (como en los carnívoros y los cerdos) o tener una extensión más limitada en el tórax (como en las mujeres) o en la ingle (como en los rumiantes y los caballos) (fig. 10-29). Por lo general aparecen más brotes de los que persisten en el adulto y, si bien la mayoría de los brotes extras no tardan en involucionar, algunos persisten para dar lugar a mamas *supernumerarias*. Éstas pueden ser independientes o estar unidas con otras glándulas mejor desarrolladas (fig. 31-2). Se trata de un defecto y como puede interferir con la lactancia

* Existen diferencias importantes entre las especies. La distribución y otros rasgos de las glándulas sudoríparas de los humanos (y de otros primates) difieren de manera significativa.

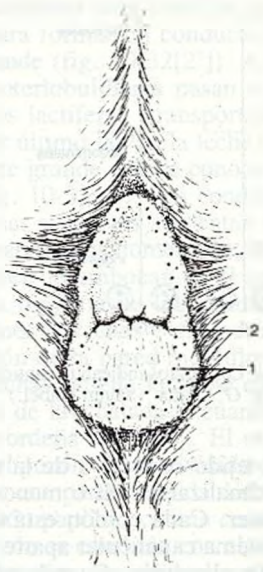


Fig. 10-27. Zona cutánea del canal anal del perro.

1, posición de las glándulas circunanales que forman un anillo en torno del ano; 2, abertura del saco anal derecho.

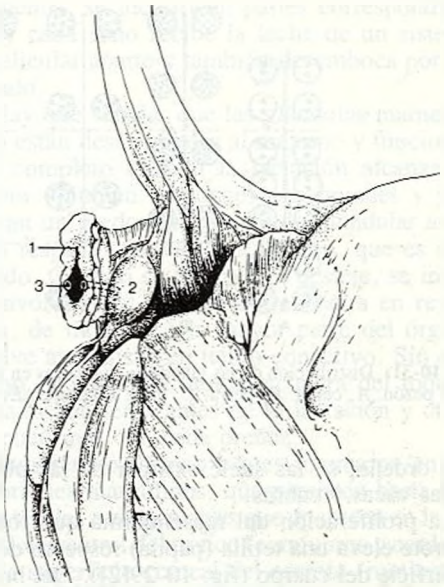


Fig. 10-28. Saco anal derecho expuesto de un perro.

1, ano; 2, saco anal; 3, abertura del conducto excretor del saco anal (exagerada, véase fig. 10-27[2]).

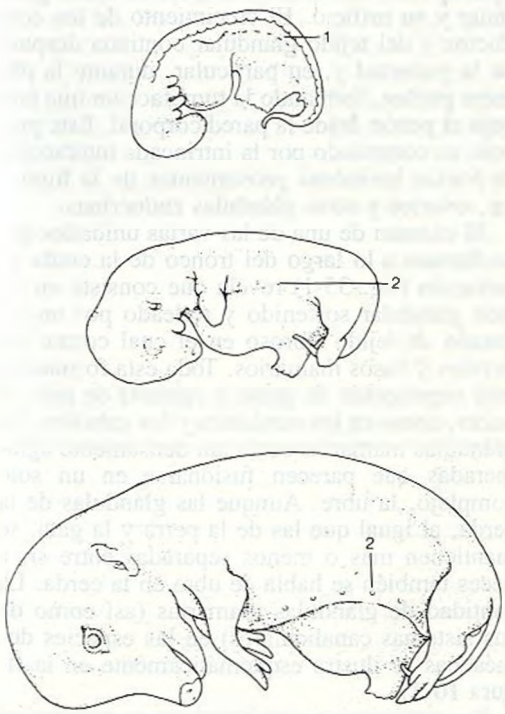


Fig. 10-29. Desarrollo de las glándulas mamarias en embriones de cerdo de 1,5, 2 y 3,5 cm de largo.

1, cresta mamaria; 2, papilas que dan origen a las mamas.

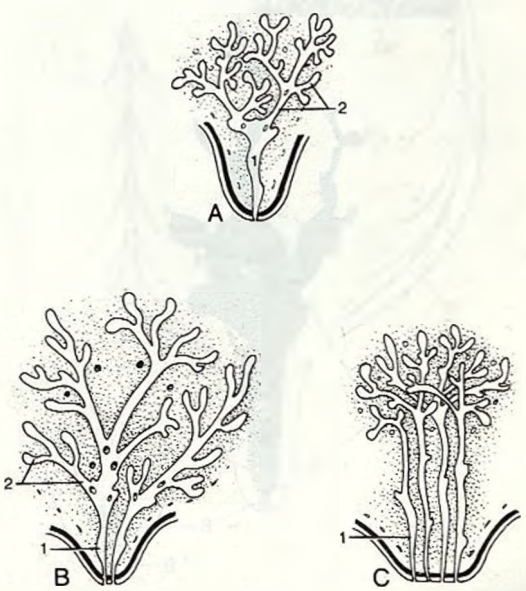


Fig. 10-30. Sistemas canaliculares en desarrollo, que crecen en dirección proximal desde la punta de la papila fetal. *A*, vaca, oveja y cabra. *B*, yegua y cerda. *C*, perra y gata (sólo se ilustran cuatro brotes primarios).

1, brote primario que da origen al seno lactífero; 2, brotes secundarios y terciarios que dan origen a los conductos lactíferos.

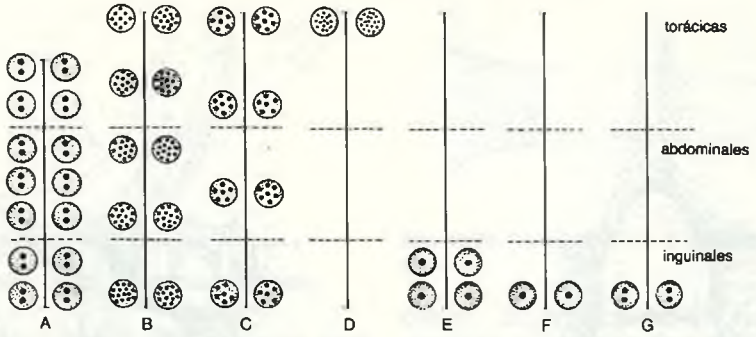


Fig. 10-31. Distribución de las glándulas mamarias en los animales domésticos. Los puntos indican la cantidad de orificios en el pezón. *A*, cerda. *B*, perra. *C*, gata. *D*, mujer. *E*, vaca. *F*, oveja y cabra. *G*, yegua. (Según Habel.)

o el ordeñe, se las suele extirpar de las ubres de las vacas y cabras.

La proliferación del mesénquima que rodea el brote eleva una tetilla (papila) respecto de la superficie del cuerpo (fig. 10-29[2]). Del brote primario parten uno o más cordones epidérmicos hacia el tejido conectivo de la mama, que empiezan a canalizarse más o menos en el momento de nacer. Cada cordón está destinado a formar un sistema canalicular aparte con su respectivo tejido glandular. Cuando sólo hay un cordón, la glándula mamaria originada en él tiene un solo sistema canalicular que desemboca en un solo orificio en la punta del pezón (fig. 10-30*A*), pero si hay más –digamos dos o cuatro, como en nuestra ilustración– se produce esa misma cantidad de sistemas canaliculares aparte, cada uno con su respectiva masa glandular y su orificio. El crecimiento de los conductos y del tejido glandular continúa después de la pubertad y, en particular, durante la primera preñez, formando la tumefacción que empuja el pezón desde la pared corporal. Este proceso es controlado por la intrincada interacción de varias hormonas provenientes de la hipófisis, ovarios y otras glándulas endocrinas.

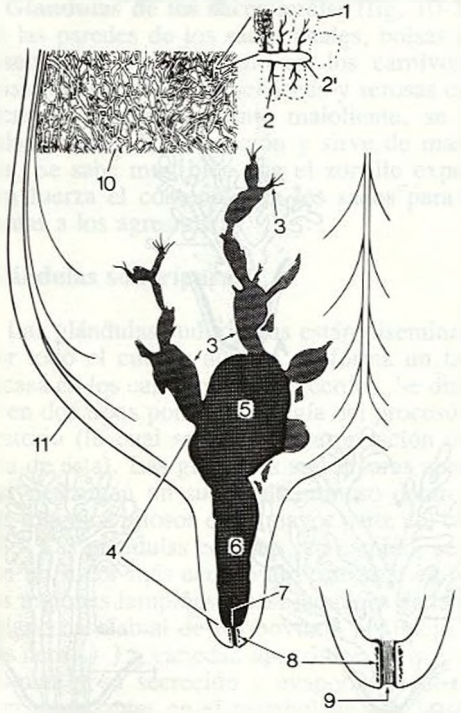


Fig. 10-32. Sistema canalicular de la glándula mamaria bovina.

1, lobulillo; 2, conducto intralobulillar; 2', conducto interlobulillar; 3, conductos lactíferos de diversos diámetros; 4, seno lactífero; 5, parte en la glándula del seno; 6, parte en el pezón del seno; 7, conducto del pezón; 8, esfínter del pezón; 9, orificio del pezón; 10, parénquima de la glándula; 11, piel.

El examen de una de las varias unidades que se forman a lo largo del tronco de la cerda en lactación (fig. 35-1) revela que consiste en tejido glandular sostenido y rodeado por un armazón de tejido fibroso en el cual corren los nervios y vasos mamarios. Toda esta formación está impregnada de grasa y cubierta de piel. A veces, como en los rumiantes y los caballos, las glándulas mamarias están tan densamente aglomeradas que parecen fusionarse en un solo complejo, la ubre. Aunque las glándulas de la cerda, al igual que las de la perra y la gata, se mantienen más o menos separadas entre sí, a veces también se habla de ubre en la cerda. La cantidad de glándulas mamarias (así como de sus sistemas canaliculares) en las especies domésticas se ilustra esquemáticamente en la figura 10-31.

La organización más detallada se muestra en relación con la vaca. El tejido glandular está dispuesto en lobulillos (fig. 10-32[1]), cada uno de aproximadamente 1 mm o más de diámetro y consiste en unos 200 alvéolos. La leche

pasa a un conducto intralobulillar que confluye con otros para formar un conducto interlobulillar más grande (fig. 10-32[2']). A su vez, los conductos interlobulillares pasan a un sistema de conductos lactíferos (transportadores de leche) que por último llevan la leche a la cavidad relativamente grande que se conoce como seno lactífero (fig. 10-32[4]). Los conductos lactíferos de órdenes sucesivos aumentan de diámetro pero se tornan menos numerosos, de modo que sólo unos diez desembocan en el seno. A diferencia de la mayoría de los conductos, tienen unas porciones estrechas y dilatadas alternadas; la contracción de la pared muscular de las porciones estrechas retiene la leche en las expansiones antes de la "bajada", cuando el ternero mama o se ordeña a la vaca. El seno lactífero penetra en el pezón y está dividido en forma incompleta en una parte llamada de la glándula y otra del pezón papilar por una constricción. El seno del pezón se continúa con el conducto papilar o del pezón, que desemboca en la punta de éste, donde el orificio está rodeado por un esfínter de músculo liso (fig. 10-32[8]).

En otras especies, incluso aquéllas en que cada glándula contiene varios senos lactíferos pequeños, se identifican partes correspondientes y cada seno recibe la leche de un sistema canalicular aparte y también desemboca por separado.

Hay que señalar que las glándulas mamarias sólo están desarrolladas al máximo y funcionan por completo cuando la lactación alcanza su mayor volumen. Entonces son grandes y presentan un predominio de tejido glandular amarillo respecto del estroma fibroso, que es más pálido. Cuando se produce el destete, se inicia la involución y el parénquima entra en regresión, de modo que la mayor parte del órgano vuelve a consistir en tejido conectivo. Sin embargo, la glándula nunca recupera del todo el tamaño que tenía antes de la lactación y crece un poco más con cada preñez.

También se forman brotes mamarios en los embriones masculinos, que persisten hasta formar tetillas rudimentarias que aparecen en la superficie ventral del tronco (carnívoros y cerdo) o en la superficie craneal del escroto (rumiantes) (fig. 10-25[2]). Son menos comunes en los caballos, pero a veces aparecen junto al prepucio. En cambio, en otras especies, como las ratas, las glándulas remiten por completo en el macho.

11

Cabeza y cuello ventral de los carnívoros

CONFORMACIÓN Y RASGOS EXTERNOS

La conformación varía más en los perros que en otras especies domésticas. Las preferencias, a menudo mal concebidas, de los criadores han producido una variedad de razas que no sólo son radicalmente distintas entre ellas y de su antepasado común, el lobo, sino que a veces no permiten llevar una existencia natural sin la protección humana. En ninguna parte esta variación se expresa mejor que en la cabeza.

Los perros tienen una cabeza relativamente grande, necesaria para dar cabida al gran encéfalo y a los órganos sensitivos bien desarrollados que requieren los animales de caza. El aspecto de la cabeza depende en gran medida de la forma del cráneo, la posición y el tamaño de los ojos y la forma y porte de las orejas. Las orejas pueden mantenerse erectas, colgar al costado o tener un porte intermedio erecto en la base y péndulo hacia la punta. Ciertas diferencias son atributos permanentes de la raza, pero otras sólo son expresiones temporarias del estado de ánimo.

La piel glabra que rodea las fosas nasales, superficie o *plano nasal* (planumnasale), se halla dividida por un philtrum mediano que se continúa ventralmente para producir una hendidura en el labio superior (fig. 4-1). Es muy pronunciado en algunas razas. La superficie del plano se halla dividida en forma irregular, creando un patrón que, según se presume, es individual y serviría como medio de identificación (impresión nasal).

La *cabeza ósea* del adulto se describió en la página 74. Se caracteriza por una parte facial bien desarrollada, órbitas y fosas temporales grandes, una barra posorbitaria incompleta, ausencia de agujeros supraorbitarios y una ampolla timpánica prominente. Es más ancha detrás de los ojos, donde los arcos cigomáticos se hallan muy separados. Las diferencias en la cabeza ósea de acuerdo con la raza se relacionan en gran medida con el largo relativo de la parte facial. Se reconocen razas dolicocéfalas, braquicéfalas y mesocéfalas (longitud de la cabeza larga, corta e intermedia). Un buen ejemplo de la primera es el galgo, cuya cabeza es larga y angosta (fig. 11-1*A*). Las superficies dorsales de la nariz y el cráneo forman dos planos casi paralelos, divididos a nivel de los ojos por una inclinación (ángulo nasofrontal, tope o "stop") donde el cráneo desciende hasta el nivel de la nariz. La parte facial larga muchas veces se acompaña de una mandíbula corta (braquignatismo). La cabeza bien musculosa del perro dolicocéfalo presenta una cresta sagital externa prominente para la inserción expandida de los músculos temporales. Son ejemplos de los tipos braquicefálicos el bulldog inglés y el pekinés. En ellos la parte facial es extremadamente corta y el cráneo excepcionalmente ancho y globuloso; el tope es pronunciado y la superficie dorsal del cráneo es convexa, con una cresta sagital externa muy reducida; la cara está surcada por muchos pliegues cutáneos y los ojos están muy espaciados. Ciertas razas braquicéfalas son prognáticas porque la mandíbula no comparte del todo el acortamiento de la cara. En estos animales no son raras las dificultades de la respiración nasal y la mala oclusión de los dientes. Sin embargo, la mayoría de las razas son mesocéfalas con una cabeza ósea de longitud más armoniosamente proporcional a su ancho.

Para tener una impresión de la forma general de la cabeza ósea se emplea el índice cefálico, que se obtiene con esta fórmula:

$$\frac{100 \times \text{ancho de la cabeza}}{\text{longitud de la cabeza}}$$

En el perro este índice varía desde menos de 50 en las razas de cabeza larga hasta casi 100 en las de cabeza más corta. El índice craneofacial, en cambio, sería más relevador; se lo obtiene así:

$$\frac{\text{longitud del cráneo}}{\text{longitud de la cara}}$$

tomando como límite la sutura frontonasal. El índice puede ser mucho mayor de 3 en las razas de cabeza corta más deformadas, que tienen caras "chatas" y topes prominentes. En el beagle mesocefálico es más o menos 2.

La cara del perro expresa más la emoción que la de las otras especies y todos conocen los signos que indican intención agresiva, sumisión o dolor aunque no se la pueda particularizar. Muchas veces los dueños aseguran, con cierta razón, que son capaces de interpretar otros cambios más sutiles. La edad también se manifiesta con claridad en los perros de pelaje pigmentado por un "encanecimiento" que empieza en el labio superior y después se propaga hasta la región de los ojos hacia los ocho años o un poco más.

La cabeza del gato es más corta en la cara que la de los perros mesocéfalos, en particular en ciertas razas en las cuales se ha exagerado este rasgo. Las cabezas de los machos son más macizas y más anchas que las de las hembras. Los ojos y las órbitas son relativamente grandes y miran de manera más directa hacia adelante que en los perros, de modo que su campo de visión binocular es más ancho. El agujero infraorbitario es pequeño, no se lo detecta a la palpación y está situado muy cerca de la órbita. Las orejas son anchas en la base y de porte erecto. Los pelos táctiles (bigotes) son prominentes.

Fig. 11-1. Representantes de las razas dolicocéfalas (*A*), mesocéfalas (*B*) y braquicéfalas (*C*).

ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

Gran parte de la superficie del cráneo se puede palpar porque está directamente debajo de la piel o sólo la cubre una fina capa de músculo. Los rasgos palpables de la cara comprenden los agujeros infraorbitario y mentoniano y la cresta sobre la larga raíz del diente canino superior. Los músculos masticatorios son masivos y el temporal y el masetero eliminan el acceso directo a la superficie lateral de los huesos frontal y parietal y la rama de la mandíbula. En las razas diminutas muchas veces se continúa palpando la fontanela. La caja craneana es coronada por la cresta sagital y por la cresta nucal que conecta el extremo caudal de la cresta sagital con la base de la oreja, proveyendo el límite dorsal de la superficie caudal triangular (nucal) del cráneo. Ambas crestas se palpan, aunque poco se puede apreciar de la superficie nucal. En la cabeza ósea del cachorro la parte craneana es mayor que la facial porque es relativamente mucho más ancha de lo que llega a ser en el adulto; la cresta sagital no se ha formado todavía y la cresta nucal, aunque se ve en el cráneo, no se palpa.

Otras estructuras superficiales, algunas de ellas palpables, se identificarán con ayuda de la figura 11-2, que omite algunos músculos cutáneos más pequeños. La rama bucal dorsal (fig. 11-2[7]) del nervio facial corre a través de la mitad dorsal del masetero, en tanto que la rama ventral sigue un curso más protegido a lo largo del borde ventral; ambas son unidas por ramas comunicantes en el borde craneal del músculo. La rama auriculopalpebral del nervio facial (fig. 11-2[6]) cruza el arco cigomático, donde se la puede bloquear para eliminar el parpadeo (m. orbicular del ojo) al examinar el ojo. El

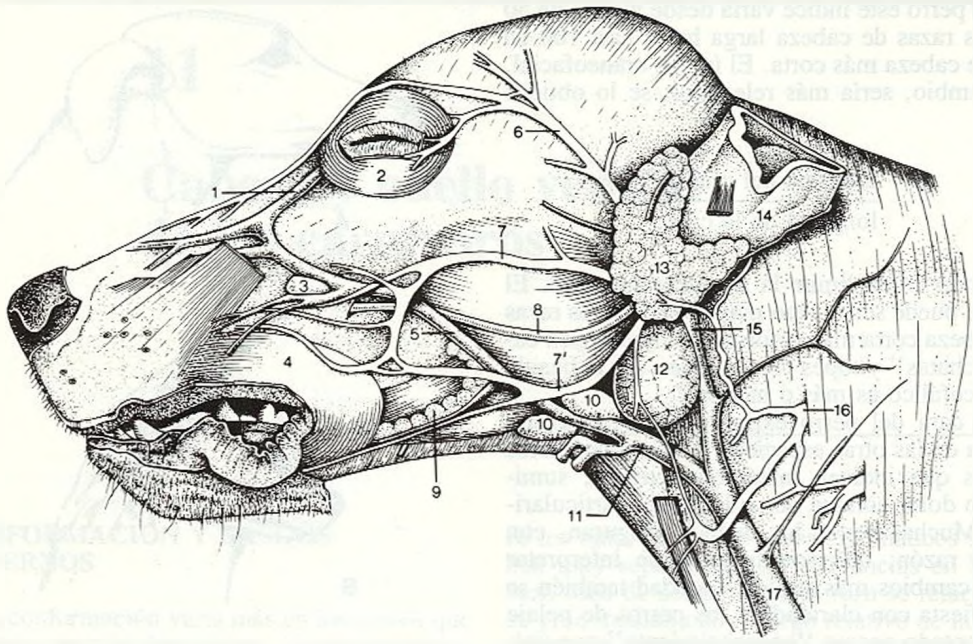


Fig. 11-2. Disección superficial de la cabeza.

1, vena angular del ojo; 2, m. orbicular del ojo; 3, nódulo linfático facial; 4, m. orbicular de la boca; 5, vena facial; 6, nervio auriculopalpebral; 7,7', ramas bucales dorsal y ventral del nervio facial; 8, conducto parotídeo; 9, glándula salival bucal; 10, nódulos linfáticos mandibulares; 11, vena linguofacial; 12, glándula mandibular; 13, glándula parótida; 14, base de la oreja; 15, vena maxilar; 16, segundo nervio cervical; 17, vena yugular.

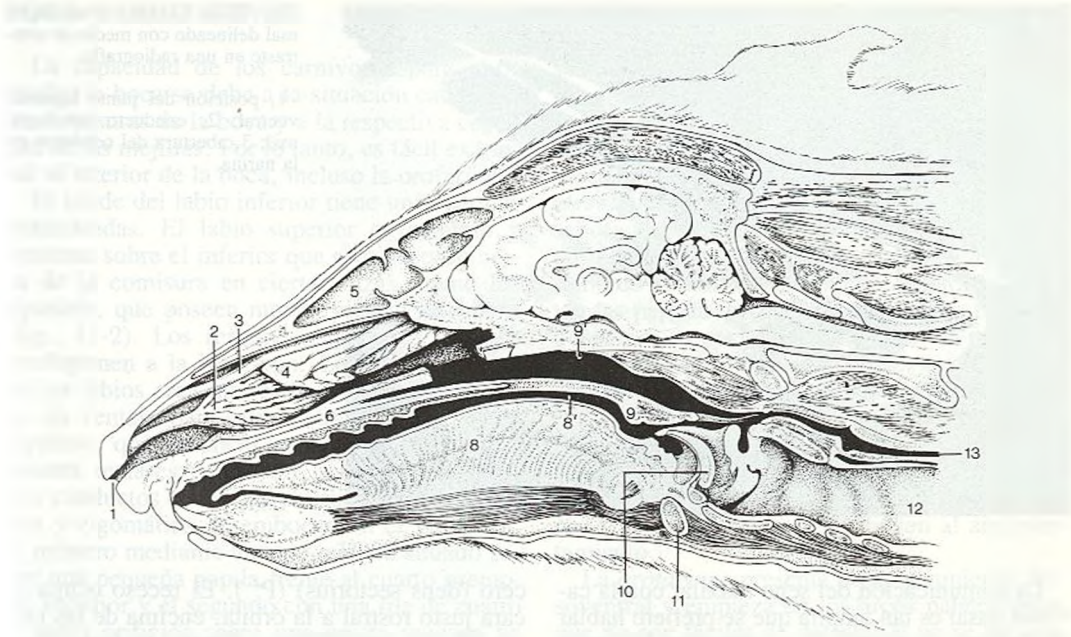
conducto parotídeo (fig. 11-2[8]) también cruza el masetero a mitad de camino entre las dos ramas del nervio facial; en ocasiones se lo palpa antes de que se introduzca en la profundidad de los nervios comunicantes y de los vasos faciales para desembocar en la cavidad de la mejilla frente al cuarto diente malar superior. El conducto puede estar acompañado por lóbulos accesorios de la glándula. En ocasiones se trasplanta el extremo del conducto parotídeo en el caos conjuntival cuando el flujo lagrimal es insuficiente para mantener húmeda la conjuntiva.

El borde ventral de la mandíbula y la prominente apófisis angular de su extremo caudal se palpan con facilidad. Las mitades de la mandíbula se reúnen en una articulación cartilaginosa que persiste para toda la vida. La separación en la sincondrosis y las fracturas de la mandíbula son lesiones comunes, en especial por accidentes de tránsito. También se palpan las glándulas parótida y mandibular, así como los nódulos linfáticos mandibulares a caudal de la mandíbula. La *glándula mandibular* (fig. 11-2[12]) está rodeada por las venas maxilar y linguofacial, que confluyen para formar la vena yugular externa. La vena linguofacial es corta porque la tributaria lingual, que está unida a la del lado opuesto mediante una anastomosis subcutánea situada a nivel del basihioides (palpable), desemboca junto a la glándula. Al seguir la *vena facial* en dirección rostral, pasa primero sobre los nódulos linfáticos mandibulares y después a lo largo del borde ventral del masetero, antes de cruzar la cara oblicuamente. Se origina en la fusión de las prominentes venas nasal dorsal y angular del ojo en una posición rostral al ojo. Estas venas pueden lesionarse cuando se hace el abordaje quirúrgico de la cavidad nasal y los senos frontales. La vena angular del ojo, que emerge de la órbita, también es vulnerable durante la enucleación del ojo. La arteria facial y su vena satélite sirven a los labios, mejilla y hocico; el costado de la nariz es irrigado por una arteria que emerge del agujero infraorbitario.

La distribución de los nervios cutáneos sigue el patrón general (fig. 8-78).

CAVIDAD NASAL Y SENOS PARANASALES

La cavidad nasal llega hasta el nivel de los ojos. Su parte rostral es a grandes rasgos tubular, en tanto que en un sitio más caudal que el nivel del agujero infraorbitario se ensancha y adquiere más altura (fig. 11-3). Sólo las porciones caudal y dorsal del tabique nasal se osi-



ig. 11-3. Corte paramediano de la cabeza; se ha retirado el tabique nasal.

1, narina derecha; 2, cornete nasal ventral; 3, cornete nasal dorsal; 4, cornetes etmoidales; 5, seno frontal; 6, paladar uro; 7, vómer resecado; 8, lengua; 8', orofaringe; 9, paladar blando; 10, epiglotis; 11, basihioides; 12, tráquea; 13, esó- igo.

can. El extremo rostral, que sobresale delante e la calavera, sigue siendo cartilaginoso y esto xplica la movilidad de la punta de la nariz. La avidad está ocupada por los *cornetes* nasales etmoidales en mayor medida que en otras es- ecies y los meatos existentes entre éstos son strechos. La mitad rostral aloja los cornetes asales dorsal y ventral. El dorsal (fig. 11- 13]) es una placa simple en el sitio donde se rigina en el hueso nasal, pero se ensancha en dirección caudal donde se inserta en el etmoi- des. El cornete ventral, grueso pero corto, nace en el maxilar y se fracciona para formar mu- chos rollos que agrandan mucho el área de mu- cosa ricamente vascularizada (fig. 4-3*A*). En su parte rostral se continúa por el pliegue alar, que termina en un engrosamiento bulboso, visible a través de la narina, sobre la pared lateral del vestíbulo. En algunos perros braquicéfalos este engrosamiento es lo suficientemente grande como para dificultar la respiración y hay que resecarlo.

El *conducto nasolagrimal* (fig. 11-4) desem- boca en el sitio donde el piso del vestíbulo linda con el pliegue alar y se ve cuando se extiende la narina. La mitad de las veces se observa una segunda abertura a nivel del diente canino. El conducto de la *glándula nasal lateral* desem- boca en un sitio justo a caudal del orificio ves- tibular del conducto nasolagrimal, en la pared lateral, por dorsal del pliegue alar. La glándula está en la pared nasal lateral cerca de la entrada del receso maxilar (véase más adelante). Las secreciones acuosas de las glándulas lagrimal, nasal lateral y otras nasales menores dispersas humedecen el plano nasal, que carece de glán- dulas intrínsecas. Como bien se sabe, se suele considerar la nariz húmeda como un signo de buena salud. La secreción de la glándula nasal lateral tendría una significación social que ex- plica el olisqueo nariz con nariz que es común cuando los perros se encuentran.

La mitad caudal de la cavidad nasal está ocu- pada casi por completo por cornetes etmoidales cubiertos de mucosa olfatoria; son tan extensos que también invaden la parte inferior de los se- nos frontales. Colectivamente los cornetes et- moidales son más grandes que los nasales, he- cho que indica el agudo sentido de la olfacción del perro (fig. 11-5[11]).

El *sistema sinusal* está poco desarrollado. Los tres compartimientos frontales, que drenan por separado en la cavidad nasal por medio de los meatos etmoidales, pueden ser invadidos por los cornetes etmoidales. El compartimiento lateral es el más grande y ocupa gran parte del hueso frontal, incluso su apófisis cigomática, y puede llegar hasta el nivel de las articulaciones tempo- romandibulares en los animales más grandes (en particular si son de cabeza larga, fig. 11-6).

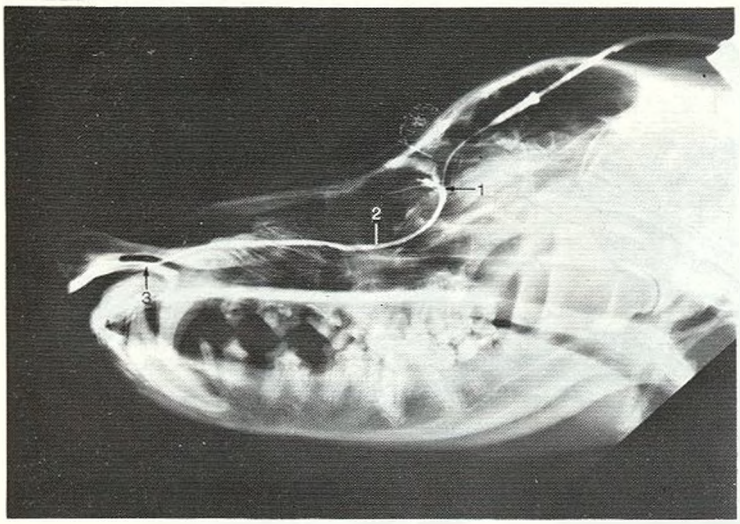


Fig. 11-4. Conducto nasolagrimal delineado con medio de contraste en una radiografía.

1, posición del punto lagrimal ventral; 2, conducto nasolagrimal; 3, abertura del conducto en la narina.

La comunicación del seno maxilar con la cavidad nasal es tan amplia que se prefiere hablar de "receso maxilar". Esta comunicación mira hacia adelante y está a nivel del diente carnicero (dens sectorius) (P^4). El receso ocupa la cara justo rostral a la órbita, encima de las raíces de los tres últimos dientes malares. Los abscesos radiculares pueden drenar dentro del receso y después sobre la superficie de la cabeza ósea. El drenaje quirúrgico se hace de manera más conveniente extrayendo el diente carnicero para abrir una comunicación con la boca porque la presencia del conducto infraorbitario hace que el abordaje lateral directo no sea conveniente (fig. 4-5).

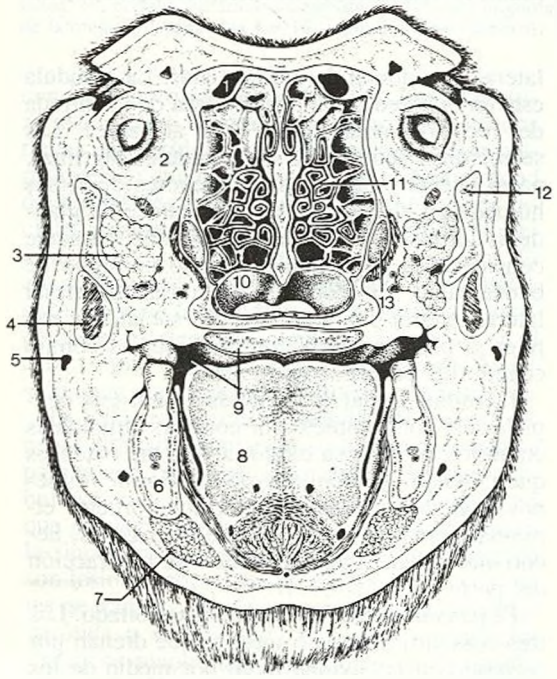


Fig. 11-5. Corte transversal de la cabeza a través de la parte rostral de la órbita, superficie rostral.

1, seno frontal; 2, estructuras orbitarias; 3, glándula cigomática; 4, masetero; 5, vena facial; 6, mandíbula; 7, digástrico; 8, lengua; 9, cavidad oral y paladar duro; 10, coanas; 11, cornetes etmoidales; 12, arco cigomático; 13, receso maxilar.

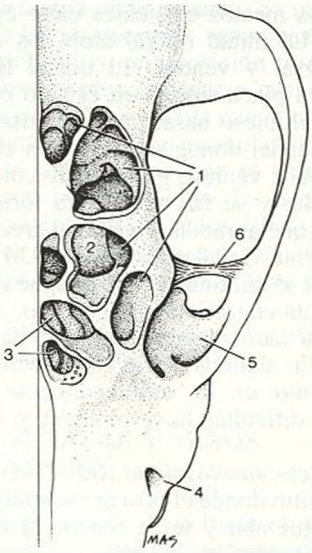


Fig. 11-6. Senos frontales, vista dorsal.

1, seno frontal lateral; 2, cornete etmoidal que invade el seno; 3, senos frontales medial y rostral; 4, agujero infraorbitario; 5, órbita; 6, ligamento orbitario.

BOCA Y OROFARINGE

La capacidad de los carnívoros para abrir mucho la boca se debe a la situación caudal de las comisuras de la boca y a la respectiva cortedad de las mejillas. Por lo tanto, es fácil examinar el interior de la boca, incluso la orofaringe.

El borde del labio inferior tiene unas papilas redondeadas. El labio superior es péndulo y presiona sobre el inferior que está evertido cerca de la comisura en ciertas razas, como los Spaniels, que poseen mucha piel en la cabeza (fig., 11-2). Los resquicios que esto produce predisponen a la infección. La laxitud general de los labios crea un vestíbulo grande, lo cual es un ventaja para administrar medicamentos líquidos, que entonces escapan detrás de los dientes malares dentro de la cavidad central. Los conductos de las glándulas salivales parotídea y cigomática desembocan en el vestíbulo, el primero mediante un solo orificio situado sobre una pequeña papila frente al cuarto premolar superior y el segundo con una fila de cuatro o cinco orificios sobre una cresta mucosa un poco más caudal. Los conductos de las glándulas mandibular y sublingual compacta (monostomáticas) desembocan en el piso de la boca en la carúncula sublingual. Corren debajo de la membrana mucosa que conecta el costado de la lengua con las encías; cuando se daña un conducto, puede escapar saliva y formarse una gran tumefacción submucosa (ránula), lateral a la lengua. En ocasiones se canulan los conductos salivales más grandes para eliminar obstrucción o para inyectar un medio de contraste radiográfico (sialografía, fig. 11-7).

La cavidad oral propiamente dicha, al igual que la cavidad nasal que está encima, se ensancha de adelante atrás hasta que se contrae de pronto a nivel de los arcos palatoglosos, más allá de los cuales se continúa con la orofaringe.

El paladar duro presenta unas crestas transversales y una papila incisiva prominente (fig. 3-5). Los estrechos conductos incisivos que desenbocan junto a la papila establecen una comunicación con los órganos vomeronasales y la cavidad nasal. La mucosa oral, por lo general rosada, puede presentar pigmentación local en los perros de color oscuro. La punta ancha y plana de la *lengua* adquiere una depresión central (a modo de una cuchara) cuando el animal bebe líquidos. Cerca de la superficie ventral de la lengua e incluida en ella. hay una corta varilla mediana (lyssa) de tejido conectivo, muscular y cartilaginoso Aunque se desconoce su significación, en la antigüedad se postulaba una conexión imaginaria con la rabia. Las venas (sublinguales) que pueden hacer relieve en la superficie inferior lisa de la punta pueden emplearse como último recurso para hacer inyecciones intravenosas durante la anestesia. La superficie dorsal de la lengua es áspera por la presencia de *papilas*. Aunque predominan las papilas filiformes, son sustituidas por las papilas coniformes, más recias, cerca de la raíz de la lengua; ambas cumplen funciones protectoras y mecánicas y contribuyen al almohazado. Las otras papilas intervienen en la percepción del sabor. Las papilas fungiformes, redondas, están distribuidas entre las papilas filiformes; en el borde lateral, cerca del arco palatogloso, están las papilas foliadas, representadas por unos pocos surcos poco profundos, y en la raíz de la lengua hay cuatro a seis papilas circunvaladas que forman una V abierta en dirección rostral (fig. 3-8).

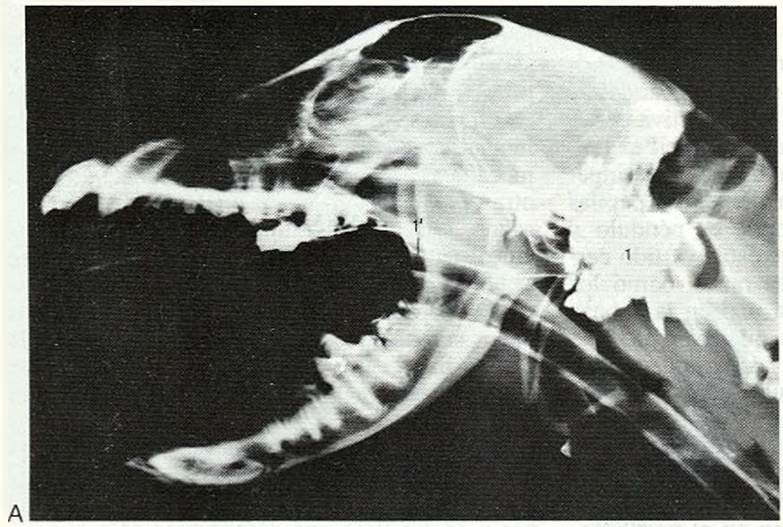
La lengua del cachorro recién nacido está marginada por unas papilas acintadas (marginales) que persisten en las dos primeras semanas y se presume que contribuyen al amamantamiento.

La *orofaringe* presenta un aplanamiento dorsoventral y empieza en los arcos palatoglosos, que no son fáciles de detectar si no se los destaca traccionando la lengua hacia adelante. Durante la respiración normal el paladar blando está aplicado sobre la lengua con su borde libre a rostral de la epiglotis (lámina 3). En muchos perros braquicéfalos el paladar blando es desproporcionadamente largo y descansa sobre la entrada de la laringe, causando dificultad respiratoria.

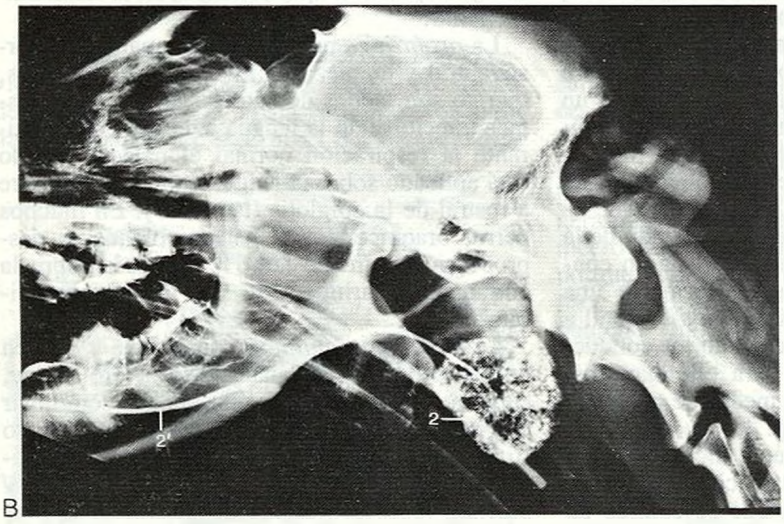
La *amígdala palatina* es fusiforme y está en una fosa de la pared lateral de la orofaringe, cubierta medialmente por un pliegue semilunar que pende de la parte lateral del paladar blando (figs. 3-8[8] y 11-8[1]). Las amígdalas son relativamente grandes en los perros jóvenes y muchas veces sobresalen de las fosas; la protrusión similar en perros adultos suele indicar tumefacción patológica. El tejido linfoide rojizo cubre la fosa sobre el lado dorsal de la amígdala y también hay que extirparlo para que la amigdalectomía sea completa. En esta operación corren cierto riesgo el nervio lingual y los conductos mandibular y sublingual mayor, que están por lateral de la amígdala.

Normalmente el contacto con la pared orofaríngea al realizar el examen de la boca produce arcadas; la ausencia de este reflejo (nauseoso) sugiere daño de los nervios glosofaríngeo y vago. El epihioides cruza la pared lateral de la orofaringe y es un jalón útil. Lateralmente se relaciona con la arteria lingual y el nervio hipogloso, que aquí siguen un trayecto rostroventral hasta la raíz de la lengua.

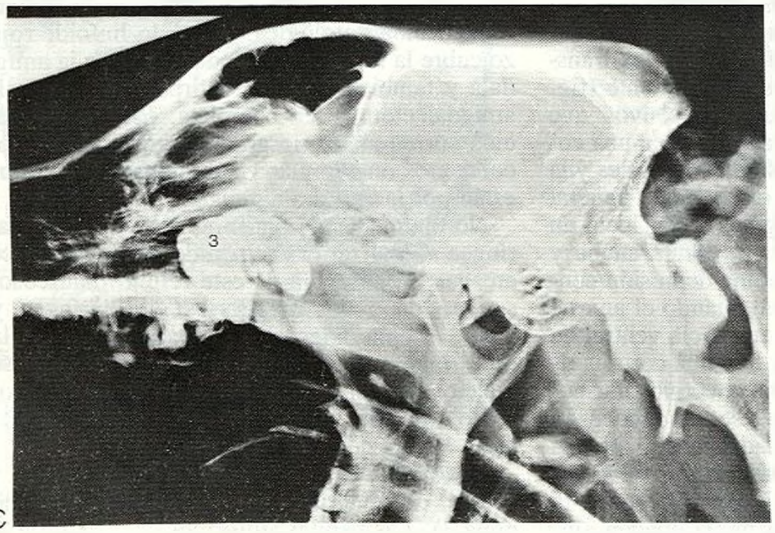
La *cavidad oral del gato* es corta y ancha y es fácil examinarla en los animales dóciles (lámina 3). Las papilas filiformes del dorso de la lengua están orientadas en dirección caudal y



A



B



C

Fig. 11-7. Glándulas parótida (*A*), mandibular (*B*) y cigomática (*C*) delineadas con medio de contraste.

1, glándula parótida; 1', conducto; 2, glándula mandibular; 2', conducto; 3, glándula cigomática.

son ganchosas; esto facilita la limpieza del pelaje pero hace que a los gatos les sea más difícil eyectar los objetos filiformes que se han introducido en la boca. Por lo tanto, los pelos desprendidos del pelaje durante esta limpieza se acumulan en el estómago ("bola pilosa"), se mezclan con las heces o se eyectan por la boca. Las glándulas cutáneas labiales, que existen en gran cantidad, agregarían una sustancia acondicionadora del pelaje en la actividad de limpieza que los gatos practican con tanta asiduidad. Esta secreción cumple un papel social más evidente.

DENTICIÓN

Gran parte de la descripción general de los dientes (p. 126) se basó en la dentadura del perro, cuyos rasgos más descollantes son la prominencia de los dientes caninos y la gran especialización regional de los restantes (fig. 3-18). La arcada dentaria superior, a pesar de tener menos dientes, es un poco más larga que la inferior. Por lo tanto, los dientes superiores muerden contra el lado yugal de los inferiores en una acción de corte de tijera. Esto impide los movimientos laterales de la mandíbula e imposibilita la trituración. Existe poco contacto oclusal entre los dientes superiores e inferiores, excepto en la parte caudal, donde puede ocurrir cierta trituración de los alimentos. Los primeros premolares no se tocan para nada y crean el llamado espacio de porte. Los perros y los gatos engullen el alimento antes que masticarlo.

La fórmula de la dentición temporaria es: $\frac{3\text{-}1\text{-}3}{3\text{-}1\text{-}3}$, y la de la permanente $\frac{3\text{-}1\text{-}4\text{-}2}{3\text{-}1\text{-}4\text{-}3}$.

Muchas veces las razas braquignáticas tienen menor cantidad de dientes y los que faltan con mayor frecuencia son P1 y M3 en ambas arcadas. Los dientes malares de estas razas pueden ser más oblicuos de lo normal para coincidir con las quijadas más cortas.

El cachorro nace sin dientes. Los dientes deciduos empiezan a aparecer a las 3 a 5 semanas de nacer y la dentadura completa está en uso más o menos a los dos meses (cuadro 11-1). Los primeros dientes permanentes aparecen alrededor de un mes más tarde y todos han hecho erupción cuando el perro sólo tiene seis o siete meses, lo cual es muy temprano, pero existe mucha variación individual y entre las razas en cuanto a las fechas de erupción y de reemplazo, de modo que no son confiables para calcular la edad.

Los pequeños *incisivos* permanentes están fijados sin mucha firmeza y se utilizan principalmente para mordisquear al acicalarse y para desprender pequeños bocados. Las coronas de los incisivos superiores presentan una cúspide central flanqueada por dos más pequeñas pero la cúspide medial falta en los incisivos inferiores. Estos rasgos desaparecen a medida que el desgaste reduce los incisivos a simples clavijas prismáticas. El desgaste de los incisivos indica a grandes rasgos la edad del perro, aunque esto no es confiable siempre por las diferencias en el tamaño del cráneo, la frecuencia de maloclusión y las variaciones en la dieta y hábitos de los individuos (fig. 11-9).

Fig. 11-8. Orofaringe del perro. Nótense las amígdalas palatinas (1), la epiglotis (2) y la entrada del esófago (3). Las líneas entrecortadas delinean la posición del aparato hioideo. (Venker-van Haagen y col., 1986.)

Cuadro 11-1. *Datos de erupción de dientes de perros*

	Erupción temporaria de dientes	*Erupción Permanente de dientes**
Incisivo 1	4-6 semanas	3-5 meses
Incisivo 2	4-6 semanas	3-5 meses
Incisivo 3	4-6 semanas	4-5 meses
Canino	3-5 semanas	5-7 meses
Premolar 1		4-5 meses
Premolar 2	5-6 semanas	5-6 meses
Premolar 3	5-6 semanas	5-6 meses
Premolar 4	5-6 semanas	4-5 meses
Molar 1		5-6 meses
Molar 2		5-6 meses
Molar 3		6-7 meses

* La erupción de los dientes permanentes aparece algo antes en las especies grandes. Basado en parte en Schummer y col., 1979, y Evans y Christensen, 1979.

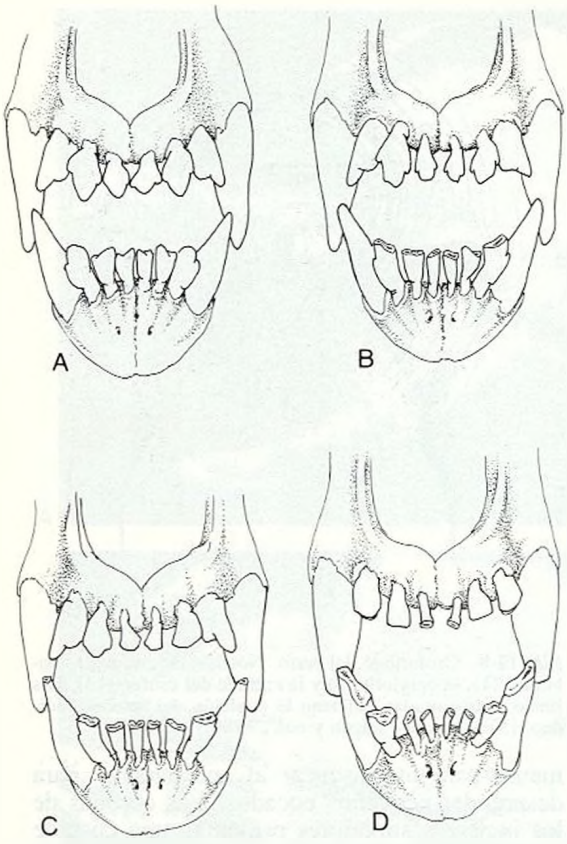


Fig. 11-9. Modificaciones de los incisivos a medida que avanza la edad. *A*, los seis meses. *B*, hacia los dos años y medio. *C*, hacia los seis años. *D*, hacia los diez años. (Rediseñado por Habel, 1981.)

La raíz del *canino* es particularmente masiva –hasta es más grande que la corona– y se incurva en dirección caudal para situarse en el lado dorsal (o ventral) del primer premolar (fig. 11-10). En ocasiones, a los perros agresivos se les extraen estos dientes. La extracción simple no se puede hacer por el tamaño y la firme implantación de la raíz; si se intenta extraerle traccionando se corre peligro de que el maxilar se fracture, de modo que hay que resecar el hueso que cubre la superficie lateral de la raíz para que se lo pueda elevar de su alvéolo. Los abcesos de los dientes caninos superiores pueden fistulizar dentro de la cavidad nasal.

Los cuatro *premolares* aumentan de tamaño y complejidad desde el primero hasta el último en ambas arcadas. Las coronas están comprimidas lateralmente y tienen un perfil triangular, presentando pequeñas cúspides mesiales y distales a cada lado de la principal. El último premolar superior, P^4, es masivo y tiene una pequeña parte medial, con su propia raíz, que sobresale hacia el paladar duro.

Los *molares* disminuyen de tamaño desde el primero hasta el último. Los dos molares superiores, aunque todavía son tuberculados, presentan unas coronas más planas que los premolares. Tienen tres raíces que están orientadas más transversalmente antes que en dirección rostrocaudal como los premolares (fig. 11-11*A*). El primero de los molares inferiores, M_1, que es el diente carnicero (dens sectorius), es el más grande de la serie inferior. Está aplanado de lado a lado y tiene dos gruesas raíces divergentes que ocupan la mayor parte del ancho del hueso. Las extracciones se deben hacer con sumo cuidado para que no se fracture la mandíbula. M_2 y M_3 son mucho más pequeños; calzan en el último molar superior y, lo mismo que él, tienen unas coronas tuberculadas planas.

La mayoría de los dientes malares tienen más de una raíz. Es importante conocer el patrón de los alvéolos para cerciorarse de que al extraer un diente no quede ningún resto (figs. 11-10 y 11-11). Las raíces múltiples siempre divergen y muchas veces hay que dividir un diente para poder extraerlo sin causar un traumatismo excesivo.

En general, los dientes *temporarios* se parecen a los definitivos, pero son más pequeños y más aguzados. Sus raíces son largas y delgadas. En ocasiones un canino temporario persis-

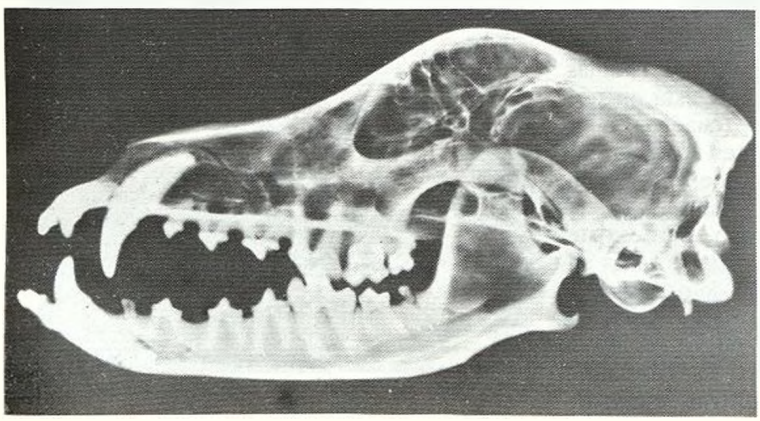


Fig. 11-10. Radiografía de media cabeza ósea de perro que muestra los dientes permanentes y sus raíces.

te después de haber erupcionado el diente de reemplazo porque éste aparece al lado de su predecesor, produciendo una presión de resorción asimétrica y a veces insuficiente. En estos casos el canino temporario es más caudal que su reemplazante en la arcada superior y está por lateral de él en la inferior. Los dientes retenidos deben extraerse para que sus reemplazantes adopten la posición normal. Los tres premolares temporarios se designan p2-p4; el diente conocido como primer premolar erupciona varias semanas después que éstos y forma parte de la dentadura permanente (cuadro 11-1).

Los dientes superiores son inervados por el nervio infraorbitario y se los puede desensibilizar bloqueando el nervio dentro del agujero infraorbitario. Los dientes inferiores son inervados por el nervio alveolar inferior, que también puede bloquearse dentro de su conducto alveolar o más o menos un centímetro caudal al último diente, antes de su entrada en la mandíbula.

La fórmula de la *dentadura* temporaria *del gato* es $\frac{3\text{-}1\text{-}3}{3\text{-}1\text{-}2}$, y la de la dentadura permanente es $\frac{3\text{-}1\text{-}3\text{-}1}{3\text{-}1\text{-}3\text{-}1}$. La reducción de los dientes malares se debe a la ausencia de P^1 y M^2 en la arcada superior y de P_1, P_2, M_2 y M_3 en la inferior (fig. 3-19). La pérdida de molares priva al gato de dientes trituradores de corona plana, dejando con exclusividad una mordida de corte. El diente carnicero superior P^4, es el único que tiene tres raíces, implantadas a sólo pocos milímetros de la pared ventral de la órbita. Su equivalente inferior es M_1. En el cuadro 11-2 se consignan las fechas de la erupción de los dientes del gato.

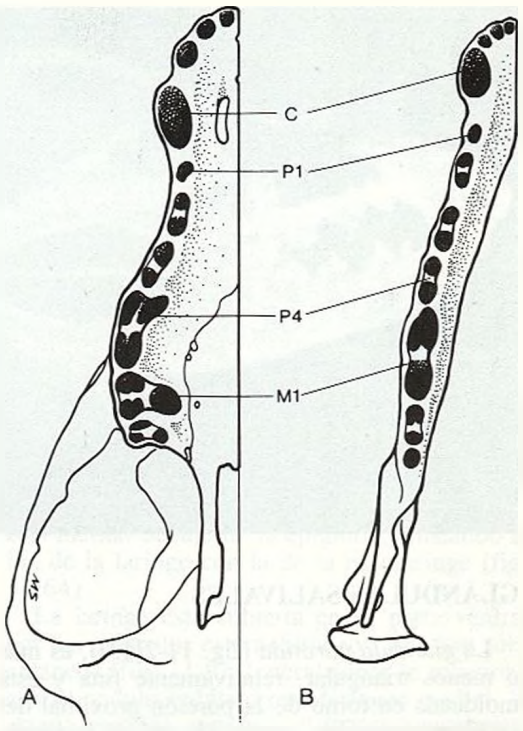


Fig. 11-11. Los alvéolos dentarios de las quijadas superior (*A*) e inferior (*B*) del perro muestran la cantidad de raíces de cada diente.

ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

Las superficies articulares de la articulación temporomandibular son casi congruentes. El cilindro transversal provisto por la mandíbula encaja dentro de una fosa cóncava que está en la superficie inferior de la apófisis cigomática del hueso temporal. Esta concavidad está agrandada caudalmente por una prominente apófisis retroarticular que recibe con firmeza el cilindro e impide que se luxe en dirección caudal. En consonancia con la congruencia de la articulación, el disco articular es fino. La cápsula articular es reforzada por un ligamento lateral.

El movimiento de la mandíbula es casi con exclusividad en bisagra y sólo permite una ligera protrusión cuando la boca está abierta por completo. Los traumatismos pueden producir algún movimiento lateral que a veces es tan severo que la apófisis coronoides encaja en el arco cigomático, trabando la mandíbula en posición deprimida.

La articulación se halla cubierta por la parte caudal del masetero, en el sitio donde la rama bucal del nervio facial cruza el borde del músculo. Es más craneal que la glándula salival parotídea.

Los músculos masticatorios han sido descritos lo suficiente en la página 130.

Cuadro 11-2. *Datos de erupción de dientes de gatos*

	Erupción temporaria de dientes	*Erupción permanente de dientes*
Incisivo 1	3-4 semanas	$3^1/_2$-$5^1/_2$ meses
Incisivo 2	3-4 semanas	$3^1/_2$-$5^1/_2$ meses
Incisivo 3	3-4 semanas	$3^1/_2$-$5^1/_2$ meses
Canino	3-4 semanas	$5^1/_2$-$6^1/_2$ meses
Premolar 2	5-6 semanas	4-5 meses
Premolar 3	5-6 semanas	4-5 meses
Premolar 4	5-6 semanas	4-5 meses
Molar 1		5-6 meses

De Schummer y col., 1979.

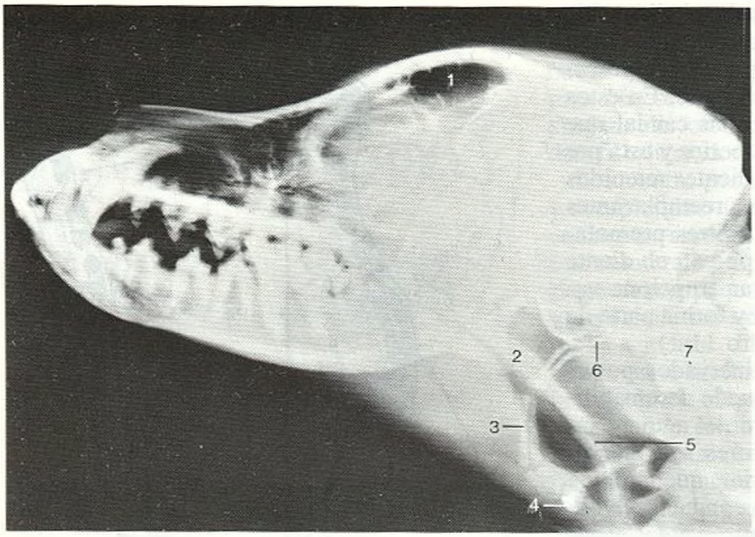


Fig. 11-12A. Radiografía de la cabeza de un perro. Nótese el paladar blando en relación con la epiglotis y el aparato hioideo.

1, seno frontal; 2, paladar blando; 3, aparato hioideo: 4, basihioides; 5, epiglotis; 6, ampolla timpánica; 7, atlas.

GLÁNDULAS SALIVALES

La *glándula parótida* (fig. 11-2[13]), es más o menos triangular, relativamente fina y está moldeada en torno de la porción proximal del cartílago auricular, contra el cual se la puede deslizar en la palpación. Ocupa una depresión entre el masetero, el ala del atlas y el cartílago auricular. Por ventral del cartílago se relaciona medialmente con el digástrico, el nervio facial y la vena maxilar. También está en contacto ventralmente con la glándula mandibular y con el nódulo linfático parotídeo y la articulación temporomandibular en su parte rostral.

La *glándula mandibular* (fig. 11-2[12]) es grande y ovoide y está dentro de una fuerte cápsula fibrosa que le imparte una forma definida. Esto, con su firme inserción, la torna fácilmente palpable, a diferencia de los nódulos linfáticos mandibulares adyacentes que "flotan" debajo de los dedos (fig. 11-2[10]). La glándula tiene estas relaciones: rostralmente los nódulos mandibulares, la glándula sublingual y los músculos masetero y digástrico, medialmente el digástrico, la arteria carótida externa y el nódulo linfático retrofaríngeo medial y caudalmente los músculos del cuello. Su cápsula se continúa por rostral dentro de la parte compacta de la glándula sublingual, con la cual se halla firmemente fusionada (fig. 3-14).

La estrecha *glándula sublingual compacta* continúa hacia adelante desde la glándula mandibular. Sigue el conducto mandibular entre el digástrico por ventral y el pterigoideo medial por dorsal y en seguida adopta una posición lateral a la raíz de la lengua terminando de diversas maneras a nivel de los dientes malares. Su conducto sigue al de la glándula mandibular hacia adelante hasta la carúncula sublingual. La *glándula sublingual difusa* comprende una cadena de lobulillos diseminados a lo alrgo de los dos conductos. Los lobulillos desembocan por separado en el piso de la boca junto a la lengua.

También hay glándulas bucales (de la mejilla) dorsales y ventrales. Estas últimas constituyen una corta cadena lateral a la mandíbula; las primeras están condensadas en una masa que se suele conocer como la *glándula cigomática* porque están a medial del extremo rostral del arco cigomático (figs. 11-5[3] y 11-7[3]). Esta gran glándula se relaciona a medial con la arteria maxilar y su nervio y con el pterigoideo medial y a dorsal con la periórbita. Su tumefacción puede causar protrusión del globo ocular o abultamiento de la mucosa oral cerca del último diente malar superior, donde los conductos desembocan en el vestíbulo.

LARINGE

La laringe es caudal respecto del espacio intermandibular y ventral respecto de las dos o tres primeras vértebras cervicales. Sus partes craneales se pueden examinar desde la boca en el perro sedado elevando el paladar blando con una espátula (lámina 3). La palpación a través de la piel revela, en sucesión caudorrostral, el cartílago cricoides (en especial su arco), la superficie ventral redondeada del cartílago tiroides y las prominentes tirohioides que conectan los cuernos rostrales del cartílago tiroides con el basihioides. Los huesos restantes del aparato hioideo, con excepción de los estilohioides, también se palpan (figs. 2-33 y 11-12*A*).

La epiglotis es aguzada. Sus costados se continúan caudalmente hasta los cartílagos aritenoides mediante los pliegues ariepiglóticos

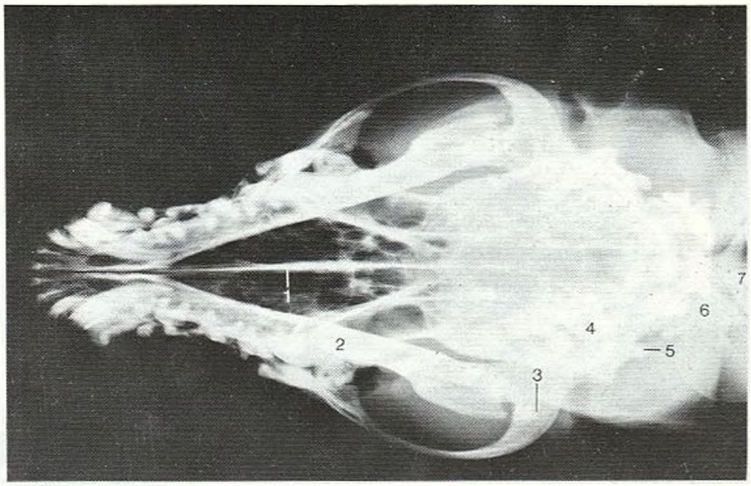


Fig. 11-12B. Radiografía ventrodorsal de la cabeza de un perro. Nótense la posición y el tamaño de la cavidad craneana.

1, tabique nasal; 2, mandibula; 3, articulación temporomandibular; 4, parte petrosa del hueso temporal; 5, apófisis paracondilar; 6, atlas; 7, axis.

que forman los límites laterales de la entrada a la cavidad laríngea. Los pliegues contienen las apófisis cuneiformes, notablemente grandes de los cartílagos aritenoides, que definen los bordes libres y los endurecen (fig. 11-8). El extremo caudal de la entrada de la laringe está formado por las apófisis corniculadas de los cartílagos aritenoides, que adoptan la forma de unos tubérculos paramedianos (fig. 3-8). Los pliegues vocales pueden verse a través de la entrada de la laringe. Están separados de los pliegues vestibulares más rostrales por los ventrículos laríngeos, evaginaciones laterales de la mucosa que se extienden hasta el cartílago tiroides. En la pared de los ventrículos y a veces en la superficie laríngea de la epiglotis hay nodulillos linfáticos solitarios.

las partes de la laringe que rodean la entrada sobresalen hacia adelante dentro de la faringe. Excepto durante la deglución o la respiración por la boca, el borde libre del paladar blando está metido debajo de la epiglotis, alineando la luz de la laringe con la de la nasofaringe (fig. 3-26*A*).

La laringe está cubierta en su parte ventral por los músculos esternohioideos, que son subcutáneos (fig. 11-9). Lateralmente se relaciona con el nódulo linfático retrofaríngeo medial, la arteria carótida común y el tronco vagosimpático (fig. 11-19[6]), la vena linguofacial y los nódulos linfáticos mandibulares. En su cara dorsal está en relación con el extremo caudal de la laringofaringe que conduce al esófago (fig. 11-19[10]).

La inervación de la laringe está a cargo de los nervios laríngeos craneales y caudales (recurrentes). En ciertas razas, en particular la Bouvier, ocurre una parálisis idiopática comparable al ronquido en el caballo (p. 504).

La *laringe del gato* se ilustra en radiografías y en un corte mediano (figs. 11-13 y 11-15). Sus cartílagos aritenoides no tienen apófisis cu-

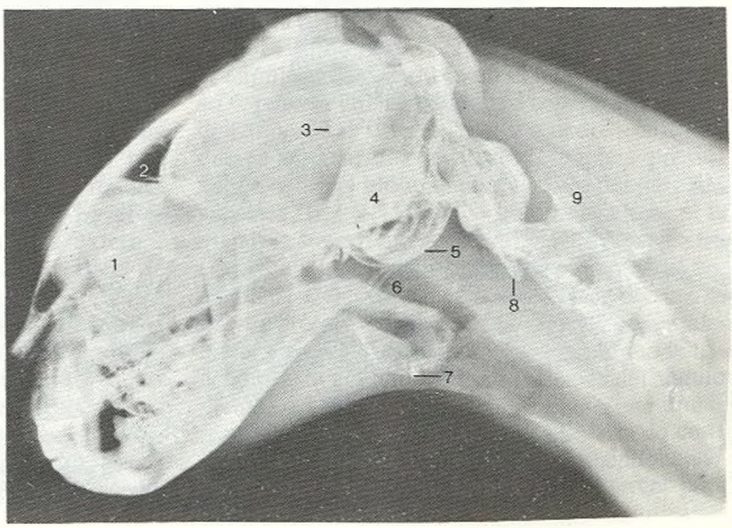


Fig. 11-13. Radiografía de la cabeza de un gato.

1, laberinto etmoidal; 2, seno frontal; 3, tienda ósea del cerebelo; 4, parte petrosa del hueso temporal; 5, ampolla timpánica; 6, nasofaringe; 7, basihioides; 8, ala del atlas; 9, apófisis espinosa del axis.

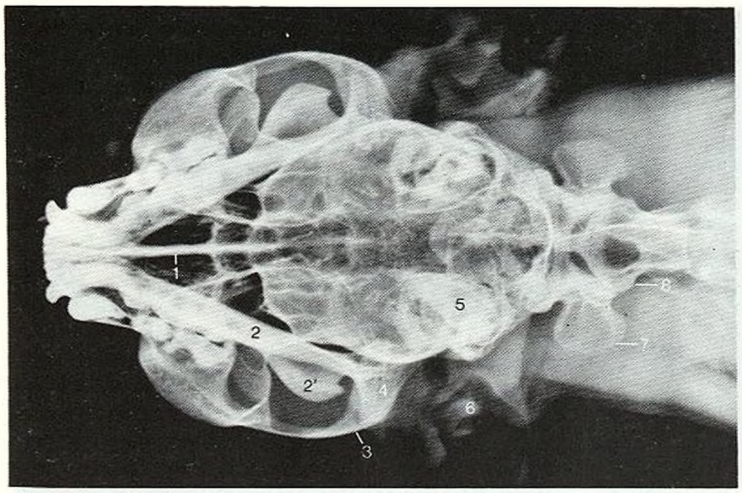


Fig. 11-14. Radiografía ventrodorsal de la cabeza de un gato.

1, tabique nasal; 2, mandíbula; 2', apófisis coronoides; 3, arco cigomático; 4, articulación temporomandibular; 5, parte petrosa del hueso temporal; 6, oído; 7, ala del atlas; 8, axis.

neiformes ni corniculadas. Los pliegues ariepiglóticos saltean los cartílagos aritenoides y conectan los costados de la epiglotis directamente con la lámina del cricoides. Los pliegues vocales son gruesos y redondeados, en tanto que los pliegues vestibulares son finos y de bordes aguzados. No hay ventrículos sino que unos sacos del vestíbulo se extienden por lateral de los pliegues vestibulares para llegar a las apófisis vocales de los cartílagos aritenoides. En la superficie laríngea de la epiglotis hay nodulillos linfáticos solitarios, en tanto que los nodulillos aglomerados (amígdalas paraepiglóticas) engruesan los pliegues ariepiglóticos (lámina 3).

Los estudios electromiográficos revelan que el ronroneo de los gatos se debe a rápidas fasciculaciones de los músculos de la laringe y del diafragma. Los músculos laríngeos estrechan y ensanchan rápidamente la glotis y esto hace que el aire respiratorio vibre y genere el sonido.

OJO Y ÓRBITA

Los bordes de las *órbitas* se palpan con facilidad. En su mayor parte están formados por los huesos frontal, lagrimal y cigomático, en tanto que el segmento dorsolateral corresponde al ligamento orbitario (fig. 11-6[6]). Sólo el tercio medial de la pared de la órbita es ósea y el resto corresponde a la periórbita. El eje de la órbita adopta una dirección dorsal, lateral y anterior desde el vértice del cono. En los perros braquicéfalos, en particular los de cráneo ancho, los ejes apuntan más hacia lateral, de modo que restringen la visión binocular.

Las aberturas en la órbita comprenden el conducto óptico, la fisura orbitaria, un par de agujeros etmoidales y la fosa del saco lagrimal. Por el conducto óptico pasan el nervio óptico y la arteria oftálmica interna; por la fisura orbitaria pasan los nervios oculomotor; troclear;

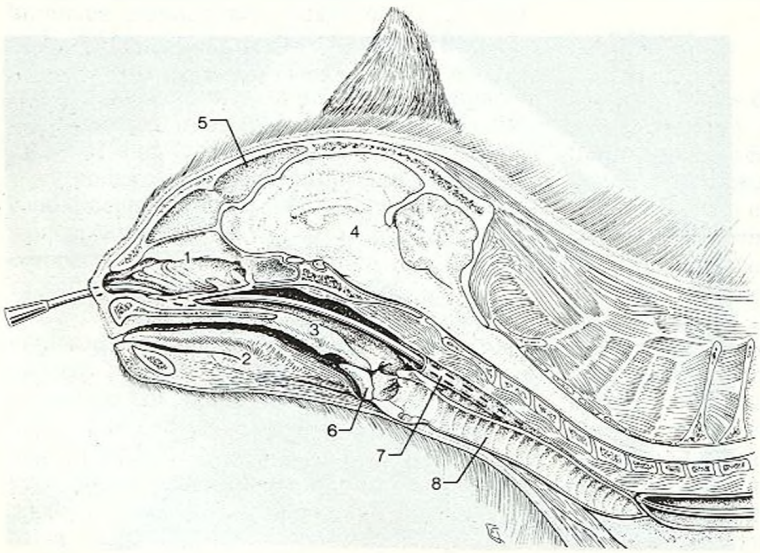


Fig. 11-15. Corte paramediano de la cabeza y cuello del gato. Se ha colocado una sonda nasogástrica.

1, cavidad nasal; 2, lengua; 3, paladar blando; 4, encéfalo; 5, seno frontal; 6, epiglotis; 7, esófago; 8, tráquea.

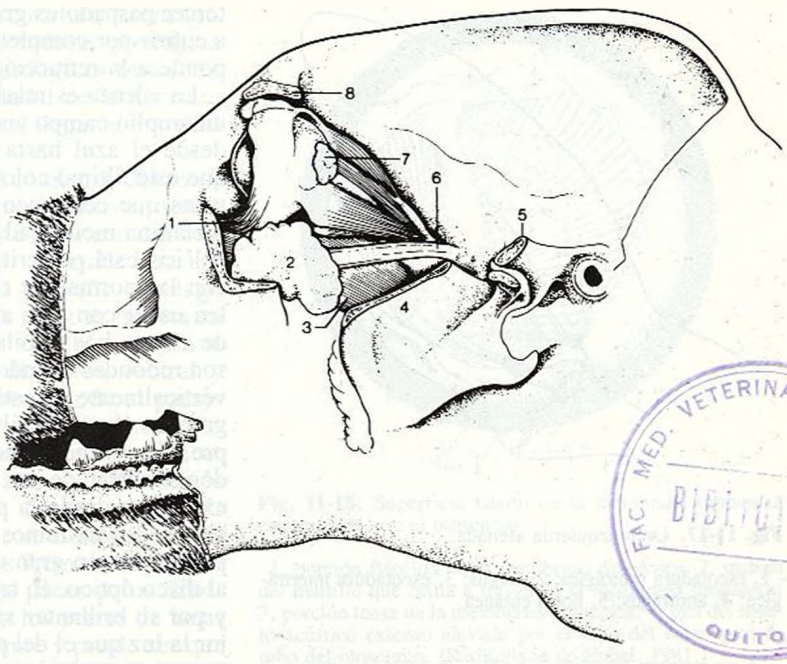


Fig. 11-16. Disección de la órbita izquierda, vista lateral.

1, músculo oblicuo ventral; 2, glándula cigomática; 3, m. pterigoideo medial; 4, apófisis coronoides de la mandíbula, seccionada; 5, muñón caudal del arco cigomático; 6, nervio maxilar; 7, glándula lagrimal; 8, apófisis cigomática del hueso frontal.

FAC. MED. VETERINARIA Y ZOOTECNIA BIBLIOTECA QUITO

abducens y oftálmico; por los agujeros etmoidales pasan las divisiones del nervio y arteria del mismo nombre y la fosa contiene el ligero agrandamiento que está en el origen del conducto nasolagrimal.

La pared ósea de la órbita se relaciona en su cara dorsomedial con el seno frontal y en su parte rostromedial con el receso maxilar; la infección en cualquiera de estas cavidades puede propagarse con facilidad a las estructuras orbitarias. La periórbita se relaciona de la siguiente manera: hacia medial y ventral con el músculo pterigoideo medial, hacia ventral con una almohadilla adiposa caudal al margen orbitario, la glándula cigomática y la gran vena facial profunda, por lateral con el arco cigomático y hacia caudal y dorsal con el ligamento orbitario y el músculo temporal. La parte dorsolateral de la órbita es accesible a la cirugía sin necesidad de resecar hueso. La importante arteria maxilar y el nervio homónimo, así como sus ramas para la cara y el paladar, corren por ventral de la órbitra entre el pterigoideo medial y la glándula cigomática (fig. 11-16). La arteria maxilar emite la arteria oftálmica externa, que horada la periórbita cerca del vértice de ésta para irrigar los elementos que están dentro del cono. El temporal, que rodea la apófisis coronoides de la mandíbula, empuja la periórbitra al abrir la boca y esto puede causar dolor si el contenido orbitario está enfermo, como sucede si hay un absceso retrobulbar. La proximidad de la cavidad oral permite que estos abscesos drenen dentro de la boca, detrás del último diente malar.

Las dimensiones del reborde orbitario de los perros grandes y pequeños difieren menos de lo que podría esperarse; como el diámetro del globo ocular varía menos todavía, el espacio de "trabajo" quirúrgico suele ser más estrecho en los perros más grandes; en cambio, la posición del globo ocular dentro de la órbita difiere mucho. En los perros doliocéfalos, como el Collie, el globo ocular es profundo y la fisura palpebral es pequeña. Los ojos de los perros braquicéfalos sobresalen y son más susceptibles a traumatimos de la córnea.

La *glándula lagrimal* es plana y lobulillada y mide unos 12 a 15 mm de diámetro. Está entre el globo ocular y el ligamento orbitario, dorsal al ángulo lateral del ojo (fig. 11-16[7]). Esta glándula se debe identificar y resecar al enuclear el ojo. El fino borde del tercer párpado se ve en el ángulo medial del ojo en el "estado de reposo", pero se ve más todavía al separar los párpados superior e inferior con los dedos, en tanto que se obtiene una protusión completa presionando sobre el globo ocular a través del párpado superior (fig. 9-15[6]). Si bien normalmente la glándula superficial del tercer párpado que rodea el cartílago por medial del globo ocular no se ve, aparece si el globo ocular se retrae porque la mayor presión retrobulbar la empuja hacia adelante. La presión retrobulbar anormal puede hacer que esta glándula se evierta dentro del ángulo medial del ojo, donde aparece como una tumefacción redonda debajo de una cubierta de conjuntiva. Los nodulillos linfáticos subepiteliales, que están en la superficie bulbar del tercer párpado pueden inflamarse

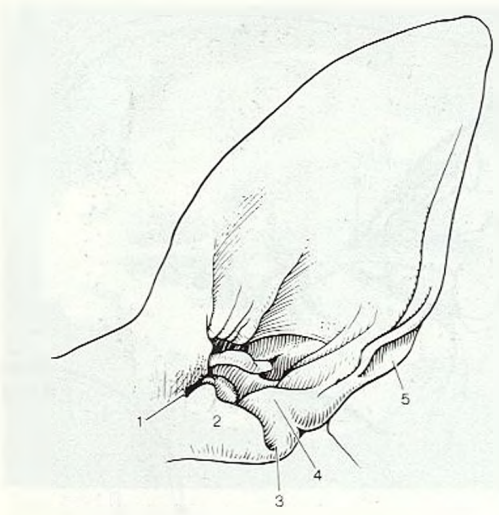


Fig. 11-17. Oreja izquierda afeitada.

1, escotadura pretrágica; 2, tragus; 3, escotadura intertrágica; 4, antitragus; 5, bolsa cutánea.

Los puntos lagrimales (fig. 9-15[5]) están a 2 a 4 mm del ángulo medial del ojo, a menudo en la unión de los epitelios pigmentado y no pigmentado. Si bien a menudo es difícil encontrarlos y aceptando que el inferior puede faltar o estar desplazando dentro de la superficie bulbar del párpado, se los puede canular para irrigar los pasaje lagrimales (fig. 11-4). No hay pestañas en ninguno de los dos párpados. A veces unos pelos aberrantes sobrealen de las aberturas de las glándulas tarsales e irritan la córnea (lámina 4).

El *globo ocular* es casi esférico y relativamente grande. La córnea es un tanto oval y su diámetro mayor es mediolateral, en concordancia con la forma del mismo globo (lámina 4). Es un poco más gruesa en el polo anterior que en la periferia. El iris del perro es castaño, amarillo dorado o azulado. Esté dilatada o contraída, la pupila siempre es redonda, lo mismo que la humana. Se dice que es más pequeña en los perros viejos en condiciones de iluminación comunes. En los cachorros (hasta la edad de 5 semanas) se pueden observar restos de la membrana pupilar en su borde superior. El fondo del ojo se ilustra en la lámina 2*A*, *B*, *C*. El tapetum lucidum triangular, que llena casi la mitad dorsal, incluye el disco del nervio óptico en los perros grandes. Los vasos retinianos emergen del disco; las vénulas prominentes pueden formar un círculo parcial que suele recibir tributarias desde los territorios dorsal, medio y lateroventral y ventral; las arteriolas más finas se irradian en todas las direcciones, muchas acompañadas por las vénulas.

Existe poco espacio de "trabajo" quirúrgico entre el ojo y el borde orbitario en el *gato*. El tercer párpado es grande y activo –puede llegar a cubrir por completo la córnea– y también responde a la retracción del globo ocular.

La córnea es relativamente grande y permite un amplio campo visual. El color del iris abarca desde el azul hasta el verde y dorado; dícese que este último color se debe a células pigmentadas que contienen fenomelanina, que es una melanina modificada. En ciertas razas el color del iris está prescrito estrictamente de acuerdo con las normas de exhibición. Los gatitos suelen nacer con ojos azules que después cambian de color. Las pupilas de los gatos domésticos son redondas cuando están dilatadas y hendidas verticalmente si están contraídas. (Las de los grandes "gatos" silvestres son redondas siempre.) La forma vertical se debe a la orientación dorsoventral de las fibras musculares que se extienden desde la periferia del iris y se decusan en los extremos de la pupila. En el fondo predomina un gran tapetum lucidum que rodea al disco óptico. El tapetum es verde amarillento y por su brillantez se considera que refleja mejor la luz que el del perro, lo cual es conveniente para la actividad nocturna (lámina 2*D*).

OÍDO

La oreja tiene la forma de un embudo descentrado. La parte que está encima del orificio del oído está sostenida por un cartílago relativamente blando que permite que la oreja caiga, pero muchos perros pueden mantener erguidas las orejas. Sobre el borde caudal (hélix) hay un pequeño saco a corta distancia por encima de la abertura del oído (fig. 11-17[5]). La piel está adherida con mayor firmeza al cartílago en su superficie cóncava. Los grandes vasos sanguíneos que corren por la superficie convexa del cartílago son ramas de la arteria auricular caudal, rama de la carótida externa, y envían ramas más finas para la piel de la superficie cóncava mediante pequeños orificios en el cartílago. Las sacudidas de la cabeza o el rascado vigoroso y repetido, en la mayoría de los casos provocados por parásitos o infecciones del conducto auditivo, pueden lesionar los vasos y causar hematomas, en especial en las orejas péndulas.

El borde rostral de la oreja se divide en dos pilares a medida que se aproxima a la abertura del oído; el pilar medial forma una cresta prominente en el interior de la cavidad del oído y el lateral termina en la escotadura pretrágica (fig. 11-17[1]) cerca del extremo rostral de la abertura. Las dos partes del cartílago auricular arrollado que tienen nombre –tragus y antitragus– son caudales respecto de la escotadura pretrágica. El tragus es rectangular y está sepa-

rado del antitragus por la escotadura intertrágica (fig. 11-17[3]). Las escotaduras pretrágica e intertrágica son jalones quirúrgicos útiles. El antitragus forma la parte caudal de la abertura del oído y asciende un poco al llegar al extremo del hélix lateral.

La abertura del oído es el comienzo del meato acústico externo o conducto auditivo, donde se halla sostenida por la parte arrollada del cartílago auricular. El cartílago auricular vira hacia el cráneo y lo sigue un pequeño cartílago anular por medio del cual la oreja se inserta en el cráneo. Por lo tanto, el conducto auditivo está orientado primero en dirección ventral y después rostromedial, obstaculizando el pasaje del otoscopio recto para examinar la parte proximal del conducto y la membrana timpánica. El conducto se puede enderezar traccionando la oreja primero en dirección caudal y después ventral mientras se avanza con el otoscopio. El conducto auditivo mide unos 7 cm de largo. Por lo general sólo contiene unos pocos pelos finos, pero en algunas razas, como los perros de lanas (poodles), el pelo es abundante y puede ser que haya que cortarlo. En la figura 11-18 se ilustra el aspecto de la membrana timpánica vista con el otoscopio.

En las intervenciones quirúrgicas para corregir la infección del conducto auditivo (otitis externa) se elimina la pared lateral de la cavidad infundibuliforme en la base del oído para suprimir la curva del conducto; de este modo el pus puede drenar al exterior por la parte proximal, orientada más hacia medial, que queda intacta.

La base de la oreja y el conducto auditivo se relacionan lateralmente y ventralmente con la glándula parótida. El nervio facial cruza la superficie ventral del conducto en la profundidad de la glándula antes de dividirse en el nervio auriculopalpebral y las dos ramas bucales. El primero corre hacia dorsal delante del oído acompañado por los vasos temporales superficiales. Aquí el nervio facial también emite un nervio auricular caudal y una rama para el interior del conducto auditivo. Las venas de la región desembocan en la maxilar, que desciende hacia la glándula mandibular desde su formación por la convergencia de las sustanciales venas auriculares caudal y rostral y de la temporal superficial, que pueden pasar a través de la glándula parótida (fig. 11-21). Las arterias, en cambio, son más profundas. La carótida externa, después de haber emitido la arteria auricular caudal para la superficie convexa de la oreja, termina en la parte rostroventral del conducto auditivo dividiéndose en las arterias maxilar y temporal superficial. Esta última, con la vena del mismo nombre, pasa por la profundidad de la glándula parótida, cerca de la superficie rostral del conducto auditivo.

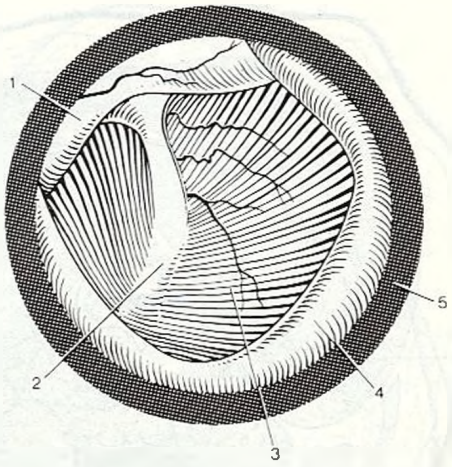


Fig. 11-18. Superficie lateral de la membrana timpánica canina vista con el otoscopio.

1, porción fláccida de la membrana timpánica; 2, mango del martillo que brilla a través de la membrana timpánica; 3, porción tensa de la membrana timpánica; 4, piel del meato acústico externo elevada por el tubo del otoscopio; 5, tubo del otoscopio. (Rediseñado de Habel, 1981.)

El oído medio y el interno exhiben pocos rasgos especiales de importancia. Las trompas auditivas son estrechas y desembocan en la pared dorsolateral de la nasofaringe, a ras con el jalón provisto por el gancho (hamulus) del hueso pterigoides, que se palpa desde la boca en un sitio caudomedial repecto del último diente malar. Las ampollas (bullae) timpánicas son relativamente grandes, de convexidad ventral y, con excepción de un tabique serrado en su mitad rostral, no están divididas (fig. 11-12*A*[6]. Las infecciones del oído medio (otitis media) pueden drenar hacia la nasofaringe a través de la ampolla, que se palpa desde la orofaringe y el paladar blando, a caudal del hamulus pterigoideo.

En las figuras 11-12*A* a 11-14 se ilustra el aspecto radiográfico de la cabeza ósea del perro y gato.

PARTE VENTRAL DEL CUELLO

Conviene describir junto con la cabeza la parte del cuello más ventral que las vértebras. la parte superior del cuello se comentará en el próximo capítulo (p. 415). La piel de la superficie ventral del cuello es suelta y en algunas razas forma pliegues longitudinales. Si hay grasa en el subcutsáneo se concentra en la porción caudal, en especial en la depresión dorsolateral respecto del manubrio.

La *vena yugular externa* se hunde en esta depresión después de recorrer la superficie lateral

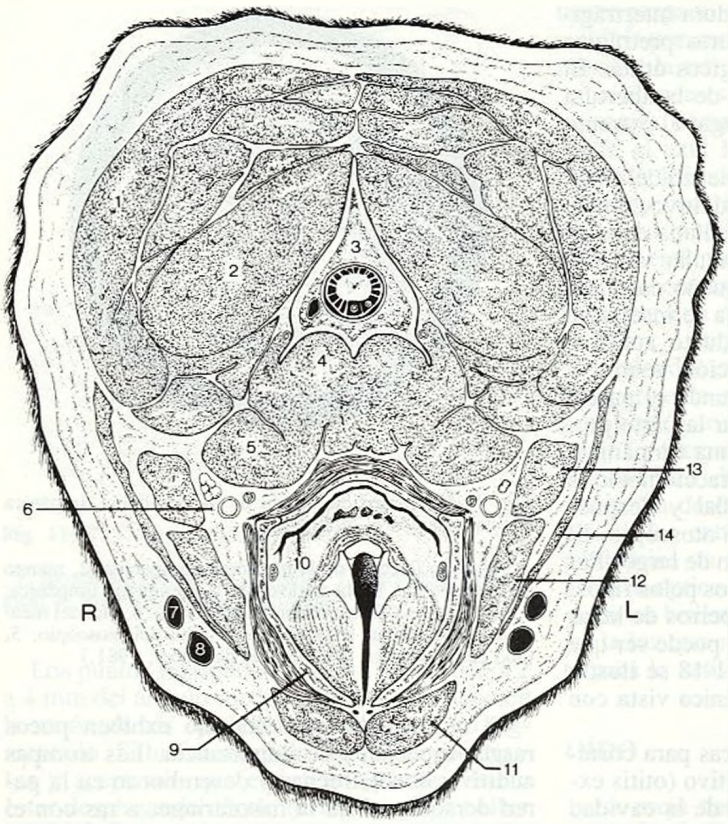


Fig. 11-19. Corte transversal del cuello a nivel del axis.

1, esplenio; 2, oblicuo caudal de la cabeza; 3, axis; 4, largo del cuello; 5, largo de la cabeza; 6, arteria carótida común, tronco vagosimpático y nódulo linfático retrofaríngeo medial; 7, vena maxilar; 8, vena linguofacial; 9, cartílago tiroides; 10, laringofaringe que conduce al esófago; 11, esternohioideo; 12, esternomastoideo; 13, cleidomastoideo; 14, esternooccipital.

del esternocefálico (fig. 11-20[12]). No está en un surco yugular bien nítido como en las especies más grandes. Aunque la yugular externa es la vena principal que drena la cabeza, es asistida por vasos más pequeños asociados con las vértebras (vena vertebral, plexo vertebral interno) y que acompañan a la arteria carótida común (vena yugular interna); estos vasos drenan principalmente estructuras más profundas. La vena yugular externa se forma mediante tributarias que rodean la glándula mandibular; estas venas se ingurgitan con facilidad comprimiendo la yuhgular y son útiles para distinguir entre la glándula y los nódulos linfáticos mandibulares (fig. 11-2). El gran diámetro de a vena yugular hace que sea una alternativa conveniente de la vena cefálica cuando hay que recoger considerable cantidad de sangre.

El espacio visceral ventral respecto de las vértebras cervicales está rodeado por cuatro músculos superficiales y dos profundos. El *esternohioideo*, a ventral de la tráquea, corre desde el manubrio hasta el basihioides; se halla unido con laxitud con su homónimo del lado opuesto en la línea media. El *esternotiroideo*, también fino y acintado, está a lateral de la tráquea y termina en la superficie lateral del cartílago tiroides. Éstas son las únicas estructuras que se interponen entre la tráquea y la piel en la mitad craneal del cuello (fig. 11-19). En la mitad caudal las cubre el *esternocefálico*, músculo que consta de dos porciones, la esternomastoidea y la esternooccipital, que divergen hacia la cabeza. La esternooccipital (M. sternocephalicus, pars occipitalis), más dorsal, termina en la nuca. El *braquiocefálico** también tiene dos porciones en el cuello, la cleidomastoidea y la cleidocervical. La primera pasa por la profundidad de la esternooccipital hasta una inserción común con la esternomastoidea en la apófisis mastoides del hueso temporal y la segunda se extiende por la superficie lateral del cuello para ir al encuentro de su homólogo en la línea media dorsal (fig. 2-48[2]). El esternocefálico y el braquiocefálico están fusionados, salvo en su parte caudal, donde su separación permite que la vena yugular externa se torne subcutánea (fig. 11-20).

Los músculos profundos comprenden el *largo de la cabeza*, que es ventrolateral respecto de las vértebras cervicales, y el *largo del cuello*, más medial (fig. 11-19[5,4]). La fascia que cubre estos músculos en su lado ventral emite

* N. de R. El músculo braquiocefálico se considera formado por los músculos cleidobraquial y cleidocefálico. Este último (m. cleidocephalicus) consta en el perro, de dos partes, una mastoidea (pars mastoidea) y otra cervical (pars cervicalis).

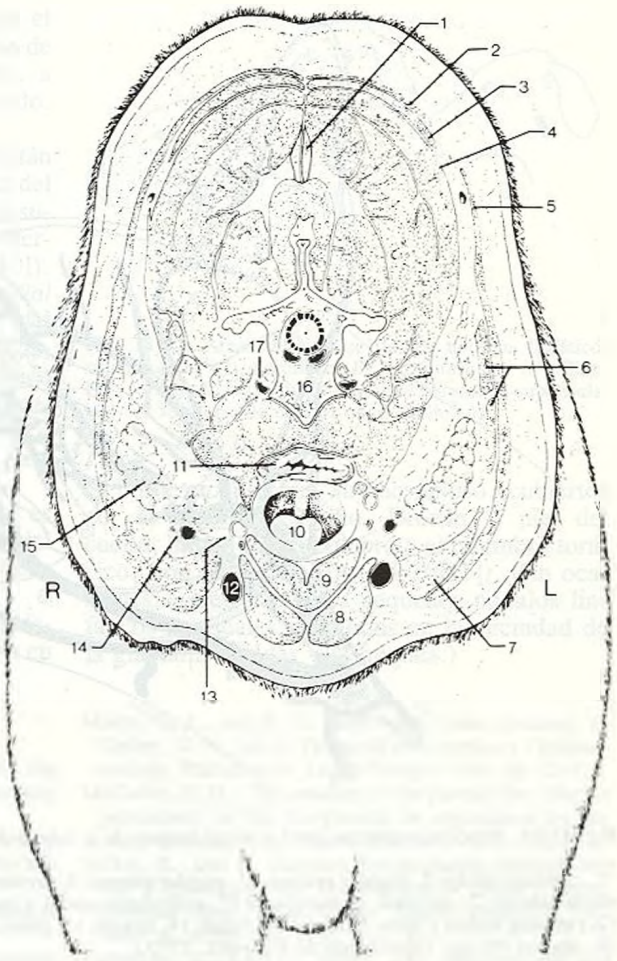


Fig. 11-20. Corte transversal del cuello a nivel de la quinta vértebra cervical.

1, ligamento nucal; 2, trapecio; 3, romboides; 4, esplenio; 5, cleidocervical; 6, omotransversario; 7, cleidomastoideo; 8, esternocefálico; 9, esternotirohioideo; 10, tráquea; 11, esófago; 12, vena yugular externa; 13, arteria carótida común, tronco vagosimpático y vena yugular interna; 14, vasos cervicales superficiales; 15, nódulos linfáticos cervicales superficiales; 16, quinta vértebra cervical; 17, vasos vertebrales.

una hoja superficial que rodea las estructuras que están en el espacio visceral.

Estas estructuras son esófago, tráquea, glándulas tiroides y paratiroides, arterias carótidas comunes, troncos vagosimpáticos, venas yugulares internas, nervios recurrentes y troncos linfáticos traqueales (fig. 11-20). No existe componente cervical del timo.

El *esófago* continúa desde la laringofaringe. Primero está a dorsal de la tráquea, pero en la mitad del cuello se desvía hacia la izquierda y conserva esta posición en la entrsada del tórax. Por lo tanto, el esófago y la tráquea están en contacto con el largo del cuello en la mitad caudal del cuello. El esófago puede palparse con las puntas de los dedos como un tubo blando siniestrodorsal respecto de la tráquea. Muchas veces la costumbre de los perros de engullir el alimento produce obstrucciones. Los grandes trozos de carne, cartílago o hueso –y no pocas veces hasta piedras– tienden a atascarse a la entrada de tórax, donde el esófago no se puede expandir bien.

La *tráquea* continúa desde la laringe y se palpa con facilidad porque es firme. A diferencia del esófago, se la puede tomar entre los dedos, de modo que se reconoce la superficie dorsal plana entre los extremos de los anillos traqueales. La fascia profunda, ventral a la tráquea, contiene una vena única (tiroidea caudal) que drena estructuras adyacentes, incluso la glándula tiroides.

La *glándula tiroides* consiste en un par de lóbulos color rojo púrpura que están aplicados sobre los primeros anillos traqueales, entre ellos y los esternotiroideos (fig. 6-3*A*). Cada lóbulo es plano y únicamente se palpa si está agrandado. En él penetran muchos vasos sanguíneos desde su periferia, pero la irrigación sanguínea principal está a cargo de la arteria tiroidea craneal, que corre junto con el nervio laríngeo recurrente a lo largo del borde dorsal del lóbulo para entrar en su extremo craneal. las *glándulas paratiroides* externas e internas están en el extremos craneal y sobre la superficie medial del lóbulo tiroideo o dentro de ella, respec-

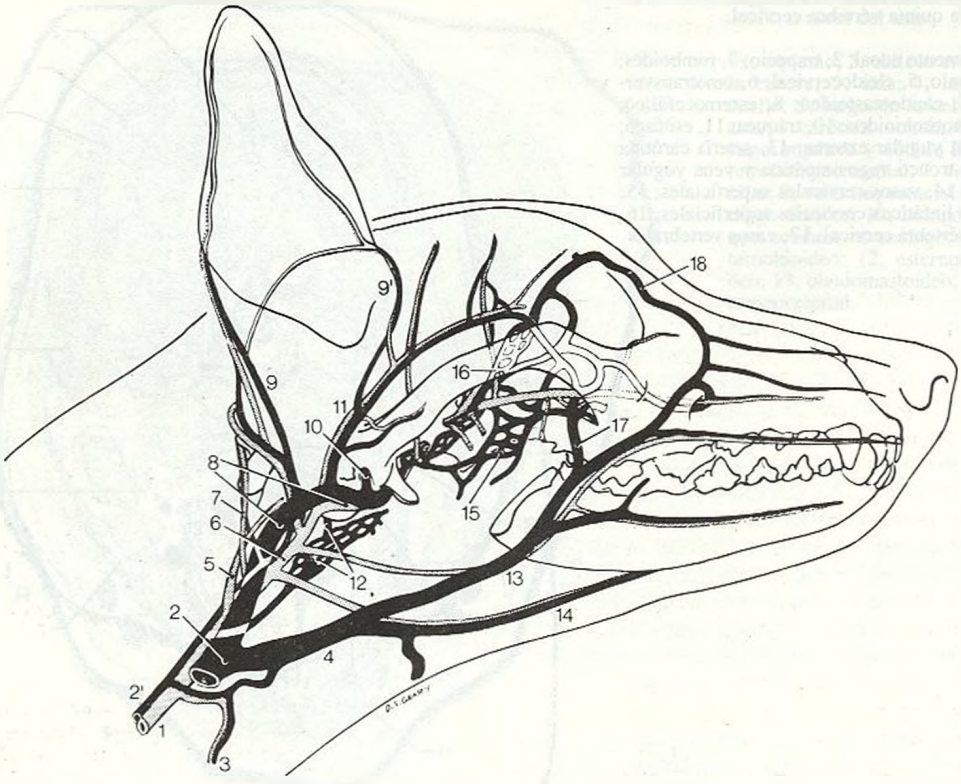


Fig. 11-21. Principales arterias (gris) y venas (negro) de la cabeza del perro. Se ha eliminado la rama de la mandíbula.

1, carótida común; 2, yugular externa; 2', yugular interna; 3, tiroidea craneal; 4, lirguofacial; 5, carótida interna; 6, carótida externa; 7, occipital; 8, maxilar; 9,9', auriculares caudal y rostral; 10, emisaria dorsal; 11, temporal superficial; 12, emisaria ventral y plexo faríngeo; 13, facial; 14, lingual; 15, plexo pterigoideo; 16, plexo orbitario; 17, facial profunda; 18, angular del ojo. (Modificado de Horowitz, 1970.)

tivamente. Miden unos 3 mm de diámetro y se distinguen por su color más claro.

La *arteria carótida común* corre sobre la cara dorsolateral de la tráquea (aunque la izquierda suele estar desplazada a un costado por el esófago en la mitad caudal del cuello). Nace en el tronco braquiocefálico dentro del tórax y cruza la superficie lateral de la tráquea (esófago en el lado izquierdo) oblicuamente para adoptar una posición dorsolateral en el cuello. La arteria tiroidea craneal, que se origina a nivel de la laringe, es la única rama cervical importante. La arteria carótida común termina a nivel de la articulación atlantooccipital dividiéndose en las arterias carótidas interna y externa. La primera entra en el cráneo por la fisura timpanooccipital y la segunda continúa como principal fuente de irrigación de las estructuras de la cabeza (figs. 11-21[1,5,6] y 7-38[3,2]) (p. 256).

El *tronco vagosimpático* está adherido a la superficie dorsal de la arteria carótida común; el nervio recurrente y la vena yugular interna acompañan a la arteria por su parte ventral. El *tronco linfático traqueal* se forma mediante eferentes procedentes de los nódulos linfáticos retrofaríngeos mediales y desagua en un conducto colector más grande o directamente en una vena a la entrada del tórax.

La movilidad de las estructuras que están en el espacio visceral (y de los músculos ventrales) facilita su exposición en la mitad del cuello mediante una incisión cutánea mediana seguida por divulsión. En ocasiones los discos intervertebrales cervicales se abordan por esta vía (para hacer aberturas [fenestraje] encaminadas a reducir la presión sobre la médula espinal).

NÓDULOS LINFÁTICOS DE LA CABEZA Y CUELLO

Con excepción del nódulo linfático facial, que no tiene importancia, los nódulos linfáticos de la cabeza está concentrados en un área caudal respecto de la mandíbula; los del cuello están a nivel del hombro y, en forma inconstante, distribuidos a lo largo de la tráquea (fig. 11-22).

El *nódulo linfático parotídeo* se halla en el borde caudal del masetero craneal a la base de la oreja. Drena a elementos superficiales, a grandes rasgos los dorsales al paladar y el oído. No se palpa siempre (fig. 11-22*B*).

Los *nódulos linfáticos mandibulares* están agrupados en torno de la vena facial, cerca del ángulo de la mandíbula. Drenan elementos superficiales de la cara y también el espacio intermandibular. Siempre se palpan (fig. 11-2[10]).

El gran *nódulo linfático retrofaríngeo medial* está a medial de la glándula mandibular y del esternomastoideo, entre el ala del atlas y la laringe. Drena estructuras profundas y también recibe linfa de otros nódulos linfáticos de la cabeza. Sus eferentes forman el tronco linfático traqueal. Es demasiado profundo como para palparlo (fig. 11-19[6]).

El *nódulo linfático retrofaríngeo lateral* es inconstante y puede palparse en el borde caudal de las glándulas parótida y mandibular. Drena estructuras profundas más dorsales que él.

Los *nódulos linfáticos cervicales superficiales*, que a veces son bastante grandes, están en el borde craneal del supraespinoso, cubiertos por el omotransversario. Drenan la piel del cuello, la región del hombro y el miembro torácico. Son palpables (fig. 11-20[15]). (En ocasiones se detectan unos pequeños nódulos linfáticos cervicales profundos en la vecindad de la glándula tiroides y la tráquea.)

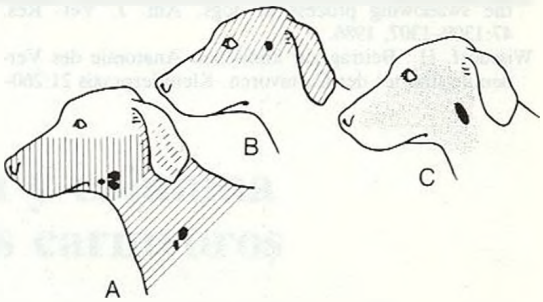


Fig. 11-22. Áreas de drenaje de los nódulos linfáticos mandibulares (*A*), parotídeo (*B*) y retrofaríngeo (*C*). También se ilustran los nódulos linfáticos cervicales superficiales y su territorio de drenaje en el cuello (*A*).

BIBLIOGRAFÍA

Adams, D. R., D. W. Deyoung, and R. Griffith: The lateral nasal gland of dog: its structure and secretory content. J. Anat. 132:29–37, 1981.

Dubielzig, R. R., J. W. Wilson, and A. A. Seireg: Pathogenesis of canine aural hematomas. JAVMA 185:873–875, 1984.

Dyce, K. M.: The muscles of the pharynx and palate of the dog. Anat. Rec. 127:497–508, 1957.

Evans, H. E., and G. C. Christensen: Miller's Anatomy of the Dog, 2nd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1979.

Fike, J. R., et al.: Canine anatomy as assessed by computerized tomography. Am. J. Vet. Res. 41:1823–1832, 1980.

Frewein, J.: Zur topographischen Anatomie der Tonsilla palatina des Hundes. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 118:265–270, 1976.

Habel, R. E.: Applied Veterinary Anatomy, 2nd ed. Ithaca, 1981. Published by the author.

Habermehl, K.-H.: Die Altersbestimmung bei Haus- und Labortieren. 2nd ed. Berlin, Paul Parey, 1975.

Hallstrom, M.: Surgery of the canine mouth and pharynx. J. Small Anim. Pract. 11:105–111, 1970.

Hamon, M. A.: Atlas de la Tête du Chien. Thesis, University of Toulouse, 1977.

Harvey, C. E.: Ear canal disease in the dog: medical and surgical management. JAVMA 177:136–139, 1980.

Horowitz, A.: The fundamental principles of anatomy; dissection of the dog. Saskatoon, University of Saskatchewan, 1970. Published by the author.

Keller, H.: Die topographische Anatomie der ventralen Seite des Hundehalses unter spezieller Berücksichtigung chirurgischer Eingriffe. Zentralbl. Vet. Med. A, 10:513–535, 1963.

Lantz, G. C., and H. D. Cantwell: Intermittent open-mouth jaw locking in five dogs. JAVMA 188:1403–1405, 1986.

Martin, C. L., and B. G. Anderson: Ocular anatomy. *In* Gelatt, K. N. (ed.): Textbook of Veterinary Ophthalmology. Philadelphia, Lea & Febiger, 1981, pp. 12–121.

McCarthy, P. H.: The anatomy of the parotid duct (ductus parotideus) of the Greyhound as appreciated by the sense of touch. Anat. Histol. Embryol. 7:311–319, 1978.

Nickel, R., and R. Schwarz: Vergleichende Betrachtung der Kopfarterien der Haussäugetiere (Katze, Hund, Schwein, Rind, Schaf, Ziege, Pferd). Zentralbl. Vet. Med. A, 10:89–120, 1963.

Purtscher, E., and G. Hager: Zur anatomischen und funktionellen Struktur der Iris des Hundes. Zentralbl. Vet. Med. A, 10:227–244, 1963.

Radinski, L. B.: Basicranial axis length versus skull length in analysis of carnivore skull shape. Biol. J. Linn. Soc. 22:31–41, 1984.

Remmers, J. E., and H. Gautier: Neural and mechanical mechanisms of feline purring. Respir. Physiol. 16:351–361, 1972.

Schummer, A., R. Nickel, and W. O. Sack: The Viscera of the Domestic Mammals, 2nd ed., New York, Springer, 1979.

Siemering, G. H.: Resection of the vertical ear canal for treatment of chronic otitis externa. JAAHA 16:753–758, 1980.

Spreull, J. S. A.: Treatment of otitis media in the dog. J. Small Anim. Pract. 5:107–122, 1964.

Spreull, J. S. A., and J. Archibald: Glands of the head and neck. *In* Canine Surgery, 2nd Archibald ed. Santa Barbara, American Veterinary Publications, 1974, pp. 360–375.

Stogdale, L., and J. B. Delack: Feline purring. Comp. Contin. Vet. Ed. 7:551–553, 1985.

Testoni, F. J., C. L. Lohse, and R. J. Hyde: Anatomy and cannulation of the parotid duct in the dog. JAVMA 170:831–833, 1977.

Venker-van Haagen, A. J., W. Hartman, and W. Th. C. Wolvekamp: Contributions of the glossopharyngeal nerve and the pharyngeal branch of the vagus nerve to

the swallowing process in dogs. Am. J. Vet. Res. 47:1300–1307, 1986.
Wissdorf, H.: Beitrag zur klinischen Anatomie des Verdauungstraktes der Carnivoren. Kleintierpraxis 21:260–270, 1976.
Zontine, W. J.: Canine dental radiology: Radiographic technic, development and anatomy of the teeth. Am. Vet. Radiol. Soc. 16:75–83, 1975.

12

Cuello, espalda y columna vertebral de los carnívoros

CONFORMACIÓN Y ANATOMÍA SUPERFICIAL

La longitud y las proporciones del cuello varían según la raza; su corte transversal, por lo general circular en los perros más pequeños, está un tanto comprimido de lado a lado en las razas más grandes pero se ensancha hacia el tronco, con el cual se continúa con uniformidad. Sólo unos pocos perros exhiben una elevación perceptible en la cruz. En la mayoría de los perros la espalda desciende un poco hacia la cola, pero en otros es horizontal y en unos pocos (incluso el galgo) se eleva hacia los lomos después de haber descendido a nivel del tórax. El porte de la cola es muy variable pues combina diferencias permanentes de conformación con la influencia temporaria del estado de ánimo. La espalda del perro sentado es casi recta, en tanto que la del gato se halla muy arqueada.

Hasta en sujetos moderadamente magros se palpa sorprendentemente poco la columna vertebral. La protuberancia occipital externa (del cráneo) es un jalón bien notable en el límite craneal del cuello, y detrás de ella se reconocen bien las alas del atlas y la apófisis espinosa del axis, confirmando la posición de estas dos vértebras cerca de la superficie dorsal. Las vértebras cervicales remanentes, en cambio, son más profundas y a veces se pueden apreciar sus apófisis transversas y espinosas con dificultad si llegan a ser palpables. Sólo se pueden palpar con seguridad las puntas de las apófisis espinosas en el resto de la columna hasta que se llega a la cola. Las partes dorsales de las escápulas y las crestas ilíacas ofrecen otros jalones indudables en las regiones de la cruz y de los cuartos traseros. Los bordes dorsales de las escápulas son muy prominentes y limitan un hueco en la parte adyacente de la columna vertebral. Este hueco se profundiza y los rebordes escapulares se tornan muy pronunciados en los gatos cuando deprimen el tronco entre los miembros torácicos en la postura que adoptan cuando están al acecho.

COLUMNA VERTEBRAL

Como regla, el perro tiene 7 vértebras cervicales, 13 torácicas, 7 lumbares y 3 sacras; la variación más común es la reducción de las vértebras lumbares a seis (fig. 2-1). La fórmula vertebral es la misma en los gatos, en los cuales los huesos individuales suelen ser más delgados y difieren de los del perro de maneras sutiles, fáciles de reconocer pero difíciles de definir (fig. 12-1). Los discos intervertebrales son relativamente más largos que en la mayoría de las especies y representan una sexta parte de la longitud total de la columna. El crecimiento longitudinal continúa hasta más o menos los 12 meses, cuando, con excepción de la región sacra, donde existe cierta demora, las últimas epífisis se fusionan con los cuerpos de las vértebras. Los contornos de la columna vertebral no reproducen el perfil dorsal del animal de pie. La nuca convexa se continúa con un sector cervical relativamente recto (fig. 12-1). Un cambio de dirección pronunciado pero oculto en las vértebras de la unión cervicotorácica pronunciado pero oculto en las vértebras de la unión cervicotorácica reorienta la columna en un trayecto ascendente en relación con el contorno de la espalda. Los segmentos torácicos y lumbares caudales son bastante rectos (según la raza), pero en la pelvis la columna se incurva en dirección ventral y se continúa en la cola.

El extremo caudal del segmento cervical es la parte más flexible y permite que el perro llegue con la boca casi a cualquier parte de su

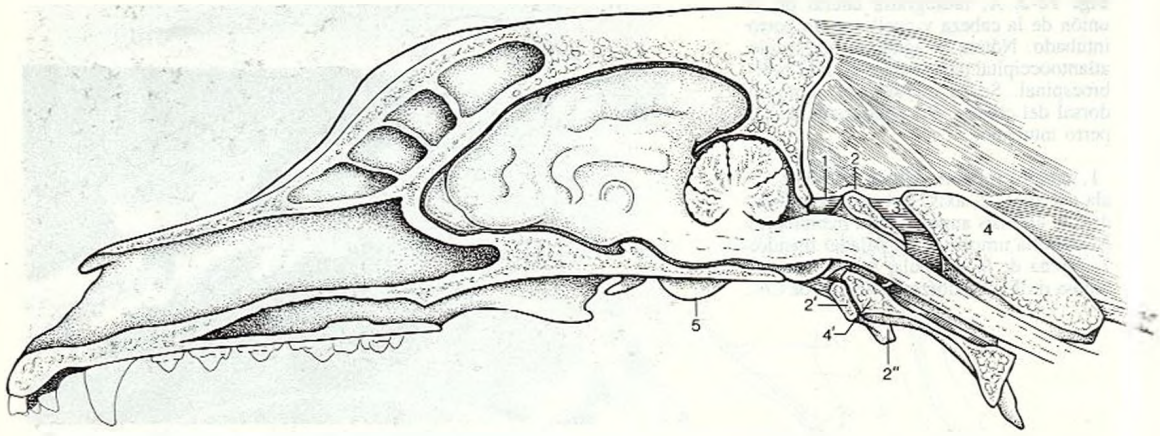


Fig. 12-3. Corte mediano de la unión cervicocefálica del perro.

1, membrana atlantooccipital; 2, arco dorsal del atlas; 2', arco ventral del atlas; 2'', ala del atlas; 3, ligamento atlantoaxil dorsal; 4, apófisis espinosa del axis; 4', odontoides; 5, ampolla timpánica.

a partir de la undécima, migran dorsalmente para coronar las apófisis articulares craneales. Las apófisis accesorias nacen en el borde caudal del pedículo y están desde la región mediotorácica hasta la mediolumbar; se confinan a las tres últimas vértebras torácicas en los gatos (fig. 2-9[1,2]).

En las *vértebras lumbares* persisten varios rasgos de las vértebras torácicas. Se caracterizan por unas largas apófisis transversas que se prolongan en dirección craneoventral superponiéndose a las vértebras precedentes (fig. 12-5[1]). Los espacios interarcuales de los segmentos lumbares y torácicos son muy pequeños y dificultan la introducción de una aguja en esta parte del canal vertebral. En cambio, el espacio de la unión lumbosacra se presta mucho más para este fin. Mide cerca de 1 cm de diámetro (en un perro de tamaño mediano) y está en el plano transverso de los puntos palpables más altos de las alas de los iliones, pero es unos 2 cm más profundo.

Los tres segmentos del corto *sacro* (fig. 12-5[4]) se fusiona hacia el año y medio de edad. El sacro se halla profundamente incluido entre las alas de los iliones, de modo que sólo las apófisis espinosas (cresta sacra) se palpan a través de la piel; sin embargo, su parte caudoventral y las primeras *vértebras caudales* se pueden palpar con el dedo introducido en el *recto*. Un rasgo de ciertas vértebras caudales (por lo general cuarta a sexta) son los arcos hemales, pequeños huesos en V unidos a los extremos caudales de las superficies ventrales (fig. 2-10[9]). En varios segmentos más ocurren unas pequeñas apófisis (hemales) en posiciones similares.

La mayoría de las vértebras están unidas por los discos intervertebrales, pares de articulaciones sinoviales y ligamentos cortos y largos (p. 55). Los *discos intervertebrales* y el ligamento nucal del perro merecen una mención adicional. Los discos aparecen como brechas radiolúcidas entre los cuerpos vertebrales, pero para decidir si una reducción del ancho de un espacio en particular es patológica se debe tener en cuenta la geometría de la formación de la imagen radiológica (p. 20). Los discos suelen degenerar con el envejecimiento; el tejido fibroso sustituye poco

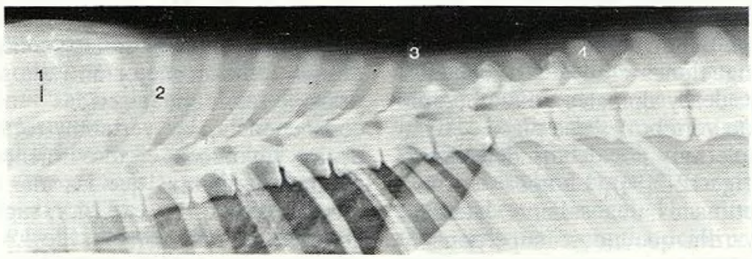


Fig. 12-4. Radiografía lateral de las vértebras torácicas y lumbares de un perro al que se le ha hecho un mielograma.

1, espinas escapulares; 2, apófisis espinosa de T5; 3, vértebra anticlinal (T11); 4, apófisis espinosa de la primera vértebra lumbar.

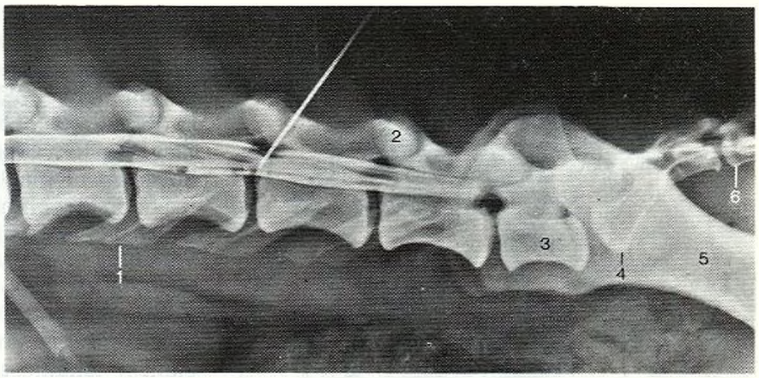


Fig. 12-5. Radiografía lateral del área lumbar de un perro sometido a un mielograma. La aguja está en el espacio interarcual comprendido entre L4 y L5.

1, apófisis transversa de L4; 2, apófisis articular; 3, última vértebra lumbar (L7); 4, promontorio (del sacro); 5, cuerpo del ilion; 6, primera vértebra caudal (Cd1).

a poco el material gelatinoso del núcleo y las laminillas fibrosas que forman el anillo empiezan a separarse y disgregarse. El núcleo pierde su elasticidad, mientras que el anillo se debilita y esto puede causar protrusión discal (dentro del canal vertebral, donde comprime la médula espinal) por estiramiento o por rotura total del anillo. La delgadez del segmento dorsal del anillo sería uno de los factores que permite que el núcleo se desplace en dirección dorsal hacia el conducto vertebral. Las razas condrodisplásicas como la Dachshund y pekinesa, en que el proceso degenerativo está acentuado, son muy propensas a estos infortunios.

El *ligamento nucal* que falta en los gatos, es una cinta elástica que corre desde la apófisis espinosa del axis hasta la punta de la primera apófisis espinosa torácica y luego se continúa con el ligamento supraespinoso que sigue las puntas de las apófisis espinosas remanentes. El ligamento nucal cumple una función importante en el sostén de la cabeza y hay que respetarlo durante las operaciones (fig. 2-14[3]).

MÚSCULOS ASOCIADOS CON LA COLUMNA VERTEBRAL

Los músculos que se asocian de modo directo con la columna vertebral corren entre puntos situados en las vértebras y costillas, pero algunos también se insertan en el cráneo, ala del ilion y fémur. En el cuello y tórax están cubiertos por músculos originados en el esternón y por otros que se insertan en el miembro torácico y en el área pelviana por los músculos glúteos, que son más superficiales. Estos músculos se describieron en las páginas 96 y 110, respectivamente.

Los *músculos epiaxiles* (fig. 2-21B, [12]) deben ser separados y desprendidos para tener acceso a la columna vertebral para aliviar la compresión de la médula espinal debida a protrusión discal, trastorno éste que es más común en la unión toracolumbar. Aunque los detalles de estos músculos *no* revisten mucho interés general, convendría repasar y ampliar la exposición que se hizo antes (p. 62) porque son importantes en cirugía espinal.

Los músculos epiaxiles comprenden tres sistemas longitudinales: iliocostal, longissimus y transversoespinal. El *músculo iliocostal* es relativamente fino (fig. 2-22*B*, [17]), sus haces abarcan varios segmentos vertebrales y suelen correr de caudomedial y dorsal a craneolateral y ventral. El músculo se identifica fácilmente sobre las costillas por sus tendones brillantes. Nace caudalmente en el ala ilíaca y en la fascia lumbar y también en las apófisis espinosas de las vértebras lumbares y termina en las apófisis transversas lumbares y los ángulos de las costillas, pero su porción más craneal se inserta en la apófisis transversa de la última vértebra cervical. El iliocostal está a lateral del dorsal largo (longissimus) y en la región toracolumbar lo cubren el serrato dorsal y los orígenes del dorsal ancho (latissimus) y los dos músculos oblicuos del abdomen.

El *músculo dorsal largo (longissimus)* es mucho más grueso que el músculo precedente (fig. 2-22*B*[16'']). Sus haces están orientados de manera similar pero están fusionados en gran medida, lo cual le imparte un aspecto uniforme en las regiones lumbar y torácica. El músculo se origina caudalmente en el ala ilíaca y las apófisis espinosas, contra las cuales está aplicado en el área lumbar, y se extiende con su componente más craneal (longissimus capitis) hasta la cabeza. En el cuello (longissimus cervicis) sus haces son largos y están separados (fig. 2-22[16']); estos haces conectan las apófisis transversas y articulares de las vértebras torácicas y cervicales, respectivamente, con las apófisis transversas de las vértebras cervicales más craneales. La porción toracolumbar (longissimus dorsi*) es la más gruesa y se le atribuye la potente extensión (endereza-

* N. de R. De acuerdo con la N.A.V., la porción descrita está constituida por dos músculos o componentes del longissimus que son el M. longissimus lumborum y el M. longissimus thoracis. Su descripción como una sola porción se explica por no poder distinguir claramente ambos músculos.

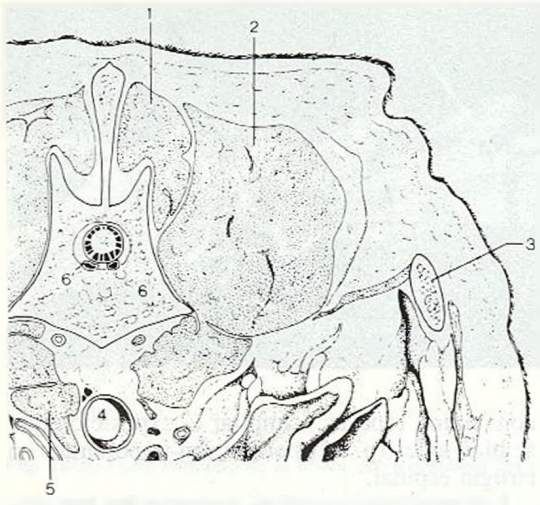


Fig. 12-6. Corte transverso de la espalda a nivel de la primera vértebra lumbar.

1, multífido y spinalis; 2, longissimus e iliocostal; 3, última costilla; 4, aorta; 5, pilar derecho del diafragma; 6, primera vértebra lumbar; 6', plexo venoso vertebral interno.

miento) de la columna vertebral durante la fase propulsiva del galope. Por medial está en relación con el multífido y sobre las vértebras torácicas se halla cubierto dorsalmente por el espinoso y semiespinoso aunque separado de ellos por tabiques fibrosos. El borde ventral del tabique vertical que comparte con el multífido termina cerca de las apófisis transversas de las vértebras y es un jalón para el abordaje quirúrgico de los discos intervertebrales (fig. 12-6[2,1]).

El *sistema transversoespinal*, más complejo, se halla relacionado de manera muy íntima con las vértebras (fig. 2-21*C*[21]). Algunos fascículos conectan una vértebra con la siguiente, pero otros saltean varias vértebras; la mayoría están orientados desde caudoventral y lateral hacia craneodorsal y medial, a diferencia de la dirección que adoptan los músculos precedentes. El sistema transversoespinal comprende los músculos espinoso y semiespinoso torácico y cervical (spinalis et semispinalis thoracis et cervicis), semiespinoso de la cabeza y varios otros músculos menos importantes y más obviamente segmentarios (multífidos, intertransversarios, interespinosos y rotadores) que están aplicados directamente sobre las vértebras.

El *espinoso y semiespinoso torácico y cervical* se extiende desde el área mediolumbar hasta la espina del axis y está aplicado contra la superficie lateral de las apófisis espinosas (fig. 2-23*A*[2''']). Sus fascículos conectan las apófisis espinosas y mamilares con las apófisis espinosas más craneales. El *semiespinoso de la cabeza (semispinalis capitis)* es un músculo del cuello más independiente que está entre el esplenio y los componentes cervicales del músculo precedente (fig. 2-22*B*,[15']). Se halla nítidamente dividido en el biventer y el complejo, que toman contacto con sus homólogos y el ligamento nucal en el plano mediano. El biventer es el más dorsal y el más caudal de los dos. Se origina en las apófisis transversas de las primeras vértebras torácicas y alrededor de ellas y termina en el hueso occipital, en un sitio ventral respecto de la protuberancia occipital externa. Se lo identifica por varias inscripciones (intersecciones) tendinosas. El complejo nace en las apófisis articulares de las vértebras cervicales más caudales y termina en la cresta nucal.

Los *músculos hipoaxiles* comprenden el largo del cuello y el largo de la cabeza en el cuello y la región torácica craneal y los músculos psoas en la región lumbar. Los primeros ya se describieron antes (p. 66). Los segundos consisten en los psoas mayor y menor acompañados por una fina lámina muscular (cuadrado lumbar, quadratus lumborum) que está directamente debajo de las apófisis transversas lumbares. El *psoas mayor* nace en los cuerpos de las vértebras lumbares y corre en dirección caudal, medial a las alas ilíacas, donde se fusiona con el ilíaco para formar el psoasilíaco (fig. 2-23*B*,[12]). El psoasilíaco se inserta en el trocánter menor del fémur y flexiona la columna vertebral lumbar y avanza el miembro pelviano. El *psoas menor* tiene un origen similar y corre medialmente al psoas mayor. Se inserta en la eminencia iliopubiana en la entrada de la pelvis: flexiona la columna vertebral lumbar.

Los cuatro músculos rectos y los dos oblicuos asociados con las articulaciones especializadas atlantooccipital y atlantoaxil forman un grupo propio, por lo que pueden ser segregados de las divisiones epiaxil e hipoaxil. El *recto dorsal mayor de la cabeza* (fig. 12-7[2]) proviene de la espina del axis y va a la superficie nucal del cráneo, ventral a la inserción del semiespinoso de la cabeza. El *recto dorsal menor de la cabeza* (fig. 12-7[8]) está en la profundidad del inúsculo precedente; proviene del arco dorsal del atlas y va al cráneo. El *recto ventral de la cabeza* (fig. 12-7[6]) procede del arco ventral del atlas y se inserta en la superficie ventral del hueso occipital. Es más dorsal que el largo de la cabeza (longus capitis), mucho más grande, que va al mismo sitio del cráneo pero nace en vértebras cervicales más caudales (fig. 12-7[7]). El recto lateral de la cabeza proviene del arco ventral del atlas y se encamina a la apófisis paracondílea del hueso occipital. Los músculos rectos mueven la cabeza hacia arriba, abajo y de costado. El *oblicuo craneal de la cabeza* (fig. 12-7[5]) se origina en la su-

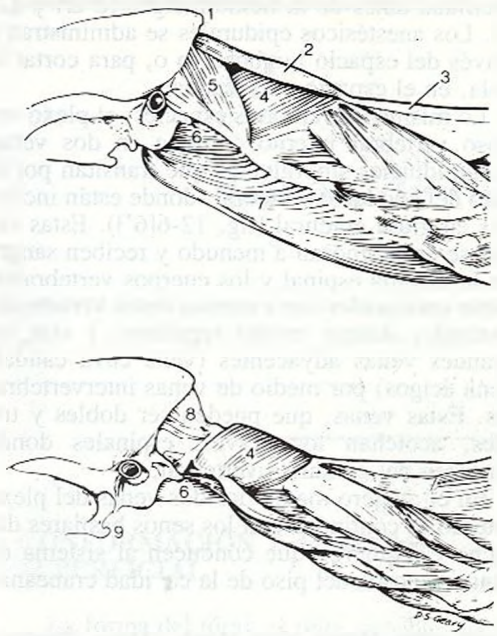


Fig. 12-7. Músculos asociados con las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxil, vista lateral.

1, protuberancia occipital externa; 2, recto dorsal mayor de la cabeza; 3, ligamento nucal; 4, oblicuo caudal de la cabeza; 5, oblicuo craneal de la cabeza; 6, recto ventral de la cabeza; 7, largo de la cabeza; 8, recto dorsal menor de la cabeza; 9, apófisis angular de la mandíbula. (Horotwitz, 1970.)

perficie craneal del ala del atlas y se inserta en a superficie nucal del cráneo. El *oblicuo caudal de la cabeza* (fig. 12-7[4]), más grande, ace en la superficie lateral de la espina del axis se inserta en la superficie caudal del ala del tlas. Los músculos oblicuos rotan la cabeza en a articulación atlantoaxil.

CONDUCTO VERTEBRAL

La duramadre está adherida al periostio de las dos primeras vértebras cervicales pero después se separa, dejando un espacio epidural relativamente más estrecho del que se ve en los animales grandes (fig. 12-4). Las meninges y hasta la médula, por lo tanto, coinciden más con las dimensiones del conducto vertebral. La médula es más gruesa en el atlas, donde mide cerca de 1 cm. En otras partes, con excepción de los engrosamientos cervical y lumbar, tiene más o menos la mitad de este diámetro. El engrosamiento cervical corresponde a los segmentos medulares C6-T1 y el lumbar a los segmentos L5-S1. El ascenso de la médula (p. 322) dentro de la columna vertebral explica la topografía de sus segmentos. La mayoría de los segmentos cervicales está a media vértebra y la

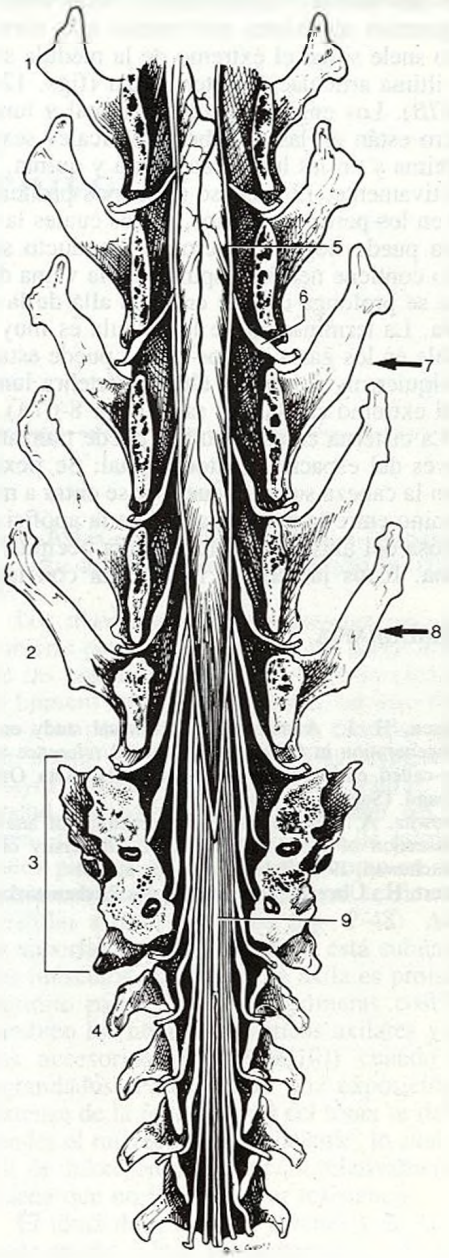


Fig. 12-8. Extremo caudal de la médula espinal del perro in situ, vista dorsal.

1, tercera vértebra lumbar; 2, última vértebra lumbar (7ª); 3, sacro; 4, primera vértebra caudal; 5, duramadre; 6, ganglio de la raíz dorsal; 7, nivel aproximado del último segmento lumbar (séptimo) de la médula; 8, terminación de la médula espinal; 9, cola de caballo. (Rediseñado de Linsert, 1935.)

mayoría de los torácicos a una vértebra craneal de la vértebra de la misma designación, mientras que los segmentos torácicos caudales y lumbares craneales ocupan vértebras que tie-

nen las mismas designaciones. Más atrás los segmentos medulares son mucho más cortos y esto suele situar el extremo de la médula sobre la última articulación interlumbar (figs. 12-8 y 8-67*B*). Los engrosamientos cervical y lumbosacro están en las vértebras cervicales sexta y séptima y en las lumbares cuarta y quinta, respectivamente. El ascenso es menos pronunciado en los perros pequeños, en los cuales la médula puede llegar al sacro. El conducto sacro sólo contiene nervios espinales y la vaina dural que se prolonga unos 2 cm más allá de la médula. La terminación de la médula es muy variable en los gatos, en los cuales puede estar en cualquier nivel entre la última vértebra lumbar y el extremo caudal del sacro (fig. 8-67*A*).

La cisterna cerebelobulbar puede punzarse a través del espacio atlantooccipital. Se flexiona bien la cabeza sobre el cuello y se entra a mitad camino entre la punta craneal de la apófisis espinosa del axis y la protuberancia occipital externa. Estos jalones se identifican con mayor facilidad antes de la flexión (figs. 12-2*A* y 12-3). Los anestésicos epidurales se administran a través del espacio lumbosacro o, para cortar la cola, en el espacio sacrocaudal.

Lo mismo que en otras especies, el plexo venoso vertebral interno consiste en dos venas longitudinales sin valvulas que transitan por el piso del conducto vertebral, donde están incluidas en grasa epidural (fig. 12-6[6']). Estas venas se anastomosan a menudo y reciben sangre de la médula espinal y los cuerpos vertebrales; están conectadas con extensas redes vertebrales externas, aunque menos regulares, y con las grandes venas adyacentes (vena cava caudal, vena ácigos) por medio de venas intervertebrales. Estas venas, que pueden ser dobles y triples, acolchan los nervios espinales donde emergen del conducto vertebral.

En el agujero magno las dos venas del plexo interno se continúan con los senos basilares derecho e izquierdo que conducen al sistema de senos venosos del piso de la cavidad craneana.

BIBLIOGRAFÍA

Hansen, H. J.: A pathologic-anatomical study on disc degeneration in the dog, with special reference to the so-called enchondrosis intervertebralis. Acta Orthop. Scand. (Suppl.) 11:1–117, 1952.

Horowitz, A.: The fundamental principles of anatomy; dissection of the dog. Saskatoon, University of Saskatchewan, 1970. Published by the author.

Linsert, H.: Über die Topographie des Rückenmarkendes and seiner Hüllen beim Hunde. Thesis, Tierärztl Hochschule, Hannover, 1935.

Pettit, G. D., (ed.): Intervertebral disc protrusion in th dog. New York, Appleton-Century-Crofts, 1966.

Slijper, E. J.: Comparative biologic-anatomical investiga tions on the vertebral column and spinal musculature c mammals. Verh. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch 42:1–128, 1946.

Yturraspe, D. J., and W. V. Lumb: A dorsolateral mu cle–separating approach for thoracolumbar intervert bral disc fenestration in the dog. JAVMA 162:103 1040, 1973.

13

Tórax de los carnívoros

ONFORMACIÓN Y ANATOMÍA UPERFICIAL

La forma del tórax es muy variable. Se halla mprimido lateralmente y es profundo en cier- razas, de las cuales un buen ejemplo es la rzoi, y es ancho y en tonel en otras, como Bulldog. Estas diferencias se reflejan en la rma de las costillas, que son largas y relativa- nte rectas en la Borzoi y relativamente cortas muy curvas en el tipo contrastante. El peque- tamaño de la parte craneal del tórax óseo es mascarado por las largas apófisis espinosas las primeras vértebras torácicas y por el egado de las partes superiores de los miem- s torácicos bajo la piel de la porción craneal d tronco (fig. 13-1).

A pesar de la longitud de las apófisis espino- s torácicas, los contornos dorsales del cuello y rax suelen unirse sin considerable elevación en la *cruz*. La piel se inserta con laxitud en esta región, de modo que la torna conveniente para hacer infusiones subcutáneas de grandes volú- menes de líquido cuando hay que corregir la deshidratación. Las puntas de las apófisis espi- nosas se palpan individualmente junto con la espina y los ángulos craneal y caudal de la es- cápula de cada lado. En el perro de pie los án- gulos escapulares están frente a la apófisis es- pinosa de la primera vértebra torácica y a los cuerpos de cuarta y quinta, respectivamente. La articulación del hombro está frente al extremo ventral de la primera costilla, con la punta del hombro un poco detrás del nivel transversal del manubrio del esternón. El olécranon se halla justo debajo del extremo ventral del quinto es- pacio intercostal. El *esternón*, suavemente in- curvado, se levanta entre los miembros torási- cos hasta la entrada del tórax, donde es fácil palpar el manubrio. El manubrio sobresale va- rios centímetros delante del primer par de costi- llas. Todas estas proyecciones son aproximadas a causa de las variaciones individuales (fig. 13-4).

Los músculos epiaxiles proveen una gruesa cubierta para las vértebras y las partes dorsales de las costillas. El ángulo entre la escápula y el húmero está ocupado por el carnoso tríceps, pero las partes laterales de las costillas que es- tán detrás del miembro se hallan cubiertas con mayor delgadez por el serrato ventral, dorsal ancho, escaleno y oblicuo externo del abdo- men. Los contornos de algunos de estos mús- culos pueden ser palpables y, como en su ma- yoría son planos, por lo general se sienten las costillas a través de ellos (fig. 2-48). Aunque la superficie ventral del tórax está cubierta por los músculos pectorales, la axila es profunda y permite palpar las cinco primeras costillas y también los nódulos linfáticos axilares y axila- res accesorios (fig. 2-48[10]) cuando están agrandados. Para obtener una exposición más extensa de la pared lateral del tórax se debe ex- tender el miembro hacia adelante, lo cual es fá- cil de hacer en esta especie relativamente pe- queña que no suele oponer resistencia.

El tórax de los perros jóvenes y de los gatos cede mucho a la presión externa y esto explica que muchas veces no sufra daños importantes en los accidentes de tránsito. Las articulaciones costocondrales de ciertas costillas pueden jun- tarse mediante compresión manual delante del corazón.

PARED TORÁCICA Y CAVIDADES PLEURALES

El perro suele tener 13 pares de costillas, de las cuales 9 son esternales; es infrecuente que existan 12 o 14 pares y la asimetría de la canti- dad de costillas es una anomalía por demás

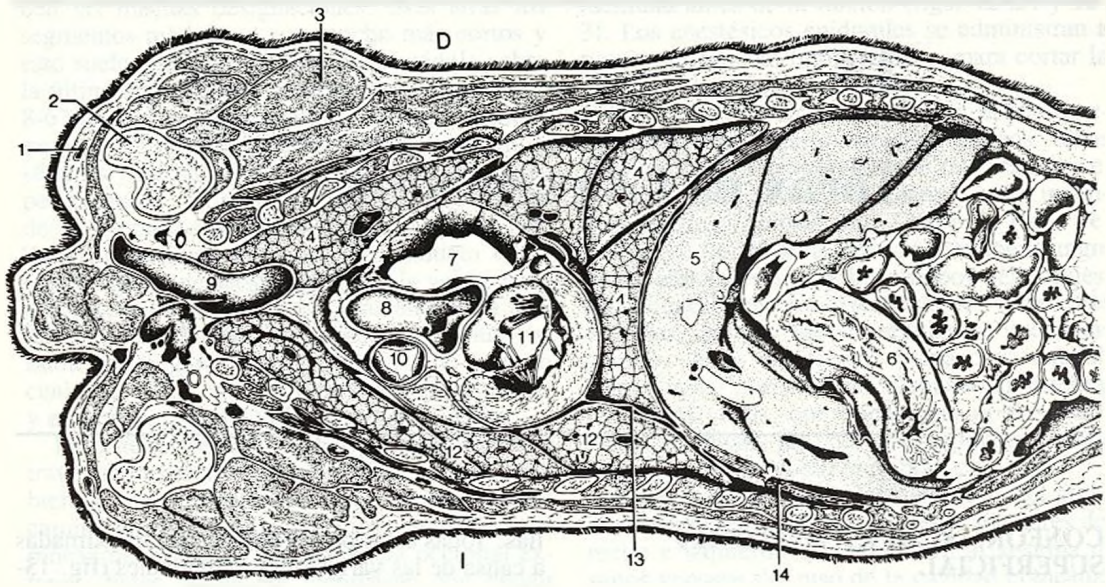


Fig. 13-1. Corte dorsal del tronco a nivel de la base del corazón, vista dorsal.

1, vena cefálica; 2, extremo proximal del húmero; 3, tríceps; 4, lóbulos craneal, medio, caudal y accesorio del pulmón derecho; 5, hígado; 6, estómago; 7, atrio derecho; 8, cayado aórtico; 9, vena cava craneal; 10, válvula pulmonar; 11, válvula atrioventricular izquierda; 12, lóbulos craneal dividido y caudal del pulmón izquierdo; 13, mediastino caudal; 14, diafragma.

rara. Las tres o cuatro primeras costillas son casi verticales, pero en lo sucesivo se inclinan en dirección caudoventral en medida creciente (fig. 13-4). Las costillas son relativamente estrechas y dejan unos espacios intercostales amplios, lo cual es ventajoso en cirugía torácica. Al principio los cartílagos costales siguen la dirección de las costillas pero después viran en dirección craneomedial casi en ángulo recto, formando las "rodillas" de las costillas. Los cartílagos de las cuatro costillas esternales están unidos con fascia y músculo para formar el arco costal, que se palpa con facilidad y puede seguirse hasta las cercanías del cartílago xifoides. Las esternebras son cilíndricas y delgadas, aunque están un poco engrosadas en los sitios donde se insertan los cartílagos costales. Sólo una fina capa de hueso compacto encierra al hueso esponjoso y esto, combinado con su posición superficial, las torna ideales para biopsias de médula ósea (fig. 13-11[11]).

Los espacios intercostales tienen la arquitectura usual. Los principales vasos y nervios intercostales son caudomediales respecto de las costillas y están debajo de la fascia endotorácica. Otros vasos adicionales originados en los troncos torácicos internos siguen los bordes craneales de las costillas en las partes ventrales de los espacios. Hay que recordar estos sitios cuando se proyecta hacer incisiones o punciones (fig. 13-2).

El *diafragma* se origina en los pilares derecho e izquierdo a partir de las primeras vértebras lumbares y se inserta en las superficies mediales de las costillas cerca del arco costal y en el esternón. Su acentuada convexidad lleva su porción más craneal hasta el nivel de la sexta o séptima costilla. Es en su mayor parte carnoso, su centro tendinoso es pequeño y en Y y da paso a la vena cava caudal un poco a la derecha del plano mediano. Las aberturas para el esófago y la aorta están en la parte lumbar carnosa, la primera frente a la parte palpable superior de la décima costilla (fig. 13-3). La convexidad principal de la parte ventral del diafragma se continúa dorsalmente con un par de elevaciones alargadas que producen sombras aparte en las radiografías laterales (fig. 13-6*A*,[4]); la derecha es un poco más craneal que la izquierda. Los radiólogos atribuyen estos rasgos a los pilares. El aumento repentino de la presión abdominal, que suele deberse a compresión en accidentes de tránsito, puede desgarrar el diafragma y permitir que las vísceras abdominales entren en la cavidad torácica (hernia diafragmática).

El vértice craneal (cúpula pleural, fig. 13-4[1]) de cada saco pleural sobresale un poco más allá de las primeras costillas, algo más a la izquierda que a la derecha. Pueden lesionarse en las heridas penetrantes sufridas en la base del cuello y, por lo tanto, pueden causar colapso pulmonar (neumotórax).

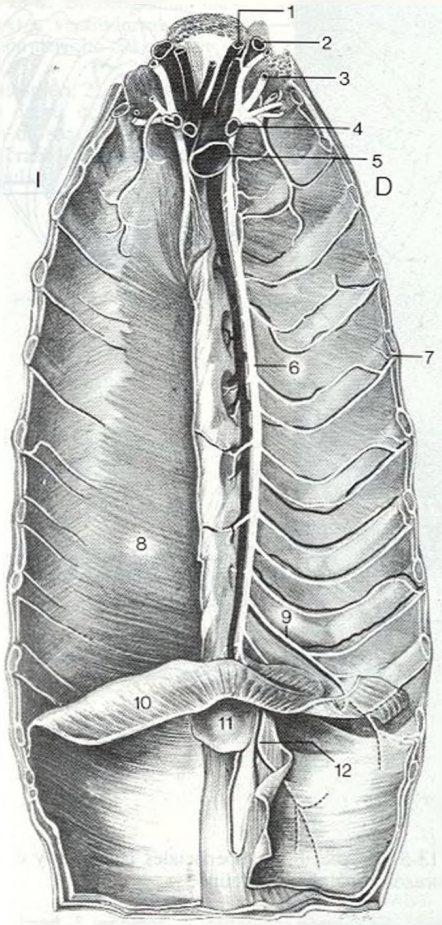


Fig. 13-2. Vasos del piso del tronco; se ha retirado el transverso del tórax a la derecha.

1, vena yugular interna; 2, vena yugular externa; 3, arteria vertebral; 4, arteria subclavia derecha; 5, vena cava craneal; 6, arteria torácica interna; 7, arteria intercostal; 8, transverso del tórax; 9, arteria musculofrénica; 10, diafragma; 11, cartílago xifoides; 12, arteria epigástrica craneal. (Marthen, 1939.)

La unión entre las pleuras costal y diafragmática, línea de la reflexión pleural (fig. 13-4[4]), es la extensión más caudal de las cavidades pleurales. Esta unión corre desde el esternón a lo largo del octavo cartílago costal, cruza la parte media del noveno cartílago y luego describe una curva que va desde la unión costocondral de la undécima costilla hasta el extremo dorsal de la decimotercera. El punto más bajo para punzar la cavidad pleural (toracocentesis) está en el punto medio del séptimo u octavo espacio intercostal, justo encima de la unión costocondral. El octavo espacio es óptimo para esta finalidad en el gato (fig. 13-5).

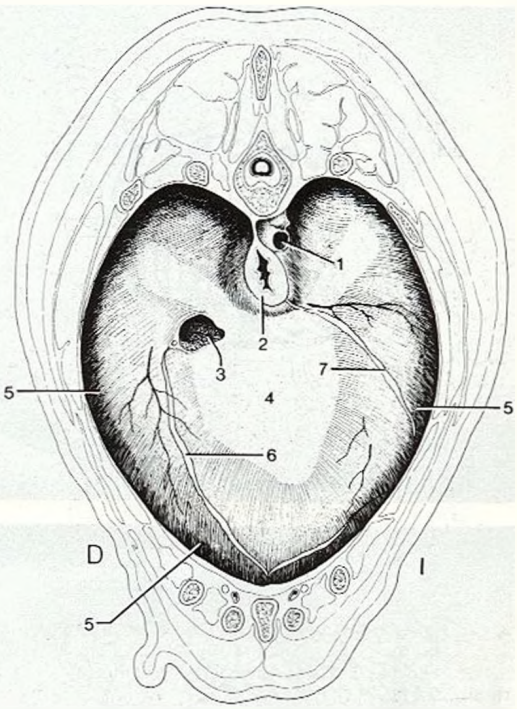


Fig. 13-3. Vista craneal del diafragma del perro.

1, aorta; 2, esófago; 3, vena cava caudal; 4, centro tendinoso; 5, partes esternal y costal del diafragma; 6, inserción del pliegue de la vena cava; 7, inserción del mediastino caudal.

PULMONES

El pulmón derecho es el más grande de los dos. Posee los lóbulos craneal, medio, caudal y accesorio; el pulmón izquierdo consta de un lóbulo craneal dividido y de un solo lóbulo caudal (fig. 13-1[4,12]). Los lóbulos se hallan divididos con tanta profundidad por las fisuras que sólo están conectados por los bronquios y los vasos sanguíneos. Estos permite que ocurra la torsión ocasional de un lóbulo como consecuencia de una hernia diafragmática u otro traumatismo. De acuerdo con la diferencia de tamaño, la impresión cardíaca en la superficie medial del pulmón izquierdo es superficial mientras que la del lado derecho es profunda. Aunque existe una pequeña escotadura cardíaca entre las dos partes del lóbulo craneal frente al extremo ventral del tercer espacio intercostal, el pulmón izquierdo prácticamente cubre la superficie lateral del corazón. La escotadura cardíaca derecha, comprendida entre los lóbulos craneal y medio, es más grande, pero también está restringida al extremo ventral del cuarto espacio intercostal; éste es el sitio que se recomienda para punzar el corazón (ventrículo derecho, fig. 13-4*D*).

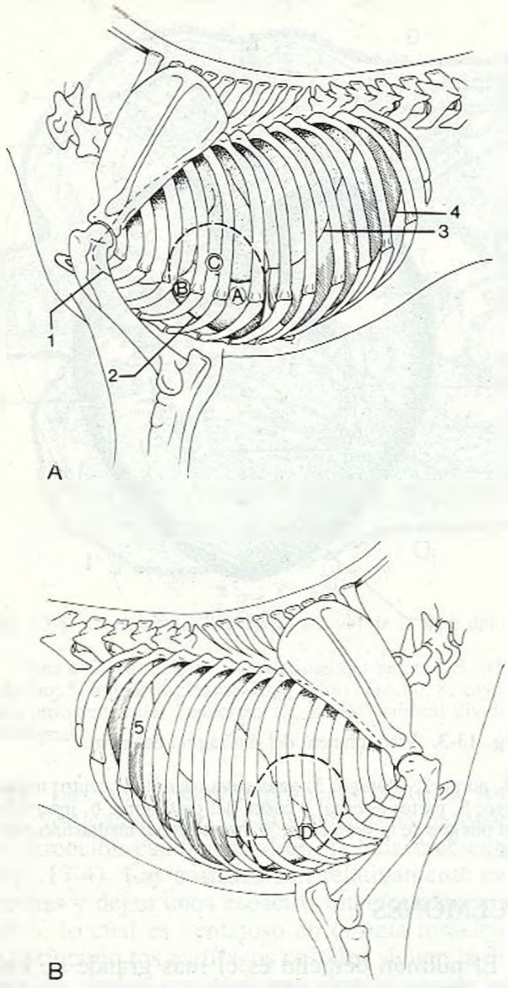


Fig. 13-4. Proyecciones superficiales izquierda y derecha del corazón y los pulmones del perro.

1, ápice del pulmón izquierdo (línea entrecortada) en la cúpula pleural; 2, corazón; 3, borde basal del pulmón; 4, línea de reflexión pleural; 5, diafragma.

Letras incluidas en círculos en el corazón: Focos auscultatorios de la válvula atrioventricular izquierda (*A*), válvula pulmonar (*B*), válvula aórtica (*C*) y válvula atrioventricular derecha (*D*).

Los lobulillos pulmonares no se detectan a simple vista a través de la cubierta pleural que se continúa con la pleura parietal en el hilio y por el ligamento pulmonar. El ligamento izquierdo conecta con la aorta a la superficie medial del pulmón a caudal del hilio; el ligamento derecho va al esófago y llega hasta el nivel del hiato en el diafragma.

En el capítulo 4 se mencionaron los rasgos del pulmón que se ven en las radiografías simples (p. 178). Además, con medios de contraste se puede demostrar el árbol bronquial (broncograma, fig. 13-6).

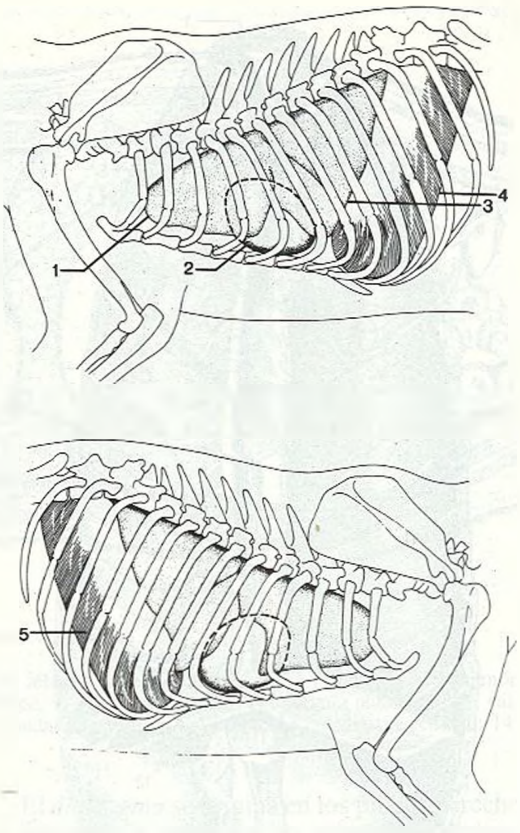


Fig. 13-5. Proyecciones superficiales izquierda y derecha del corazón y pulmón del felino.

1, ápice del pulmón izquierdo; 2, corazón; 3, borde basal del pulmón; 4, línea de reflexión pleural; 5, diafragma.

La proyección de los pulmones en la pared torácica lateral produce un campo triangular para la ascultación y percusión. El borde craneal es la quinta costilla (borde caudal del tríceps y redondo mayor), el borde dorsal es el borde lateral palpable de los músculos del dorso (desde la quinta costilla hasta el undécimo espacio intercostal); el borde caudoventral (basal) (fig. 13-4[3]) se extiende desde la unión costocondral de la sexta costilla, a través de la parte media de la octava costilla, y llega al extremo dorsal del undécimo espacio intercostal. Se puede extender el miembro hacia adelante para aumentar el campo accesible más o menos en el espacio de dos costillas.

MEDIASTINO

El tejido fibroso asociado con los órganos torácicos y el que está entre los sacos pleurales es tan escaso que en varios lugares el mediastino se reduce a una membrana muy delicada

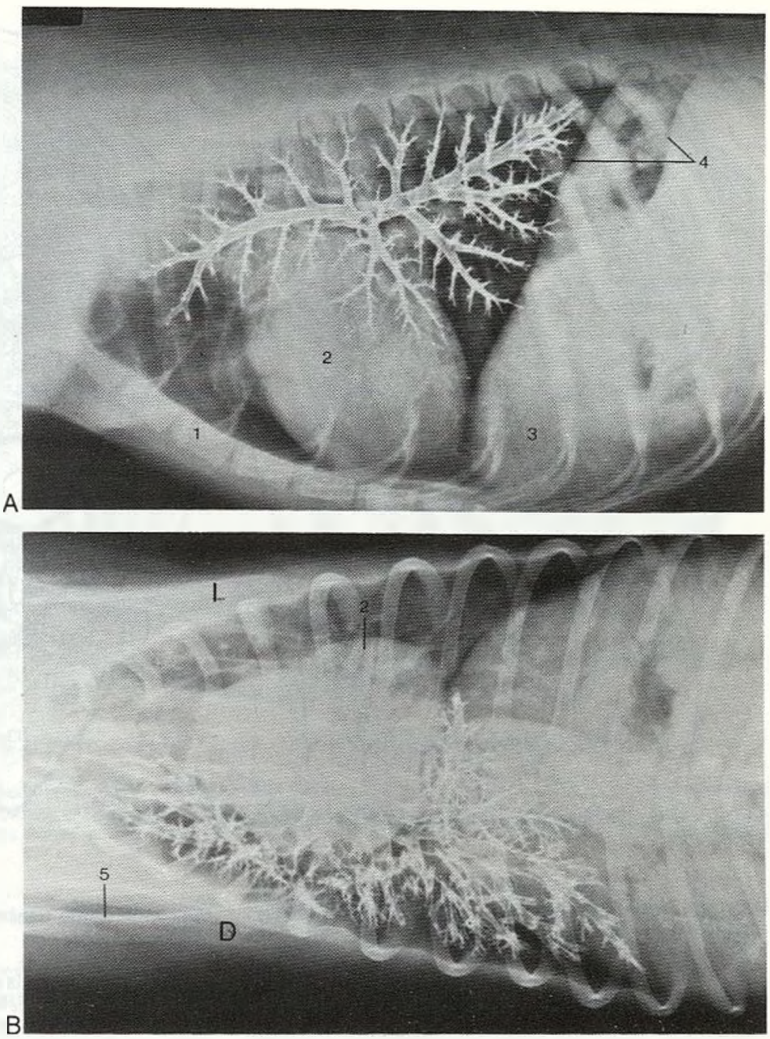


Fig. 13-6. Broncogramas lateral (*A*) y ventrodorsal (*B*) del pulmón derecho del perro.

1, esternón; 2, corazón; 3, hígado detrás del diafragma; 4, límites de sombras de la extensión craneal del diafragma; 5, escápula.

que sólo consiste en las láminas pleurales derecha e izquierda adosadas.

El mediastino craneal es ancho en su parte dorsal, donde contiene la tráquea y el esófago lado a lado donde entran en el tórax; ventral a éstos, la vena cava craneal y el tronco braquiocefálico, con sus respectivas ramas, están incluidos en abundante cantidad de grasa. La parte ventral del mediastino craneal contiene nódulos linfáticos, grasa, los vasos torácicos internos y, en el animal joven, el timo. Esta parte ventral se estrecha cuando el timo involuciona y ofrece mayor espacio para los lóbulos craneales de los pulmones (fig. 13-7).

La parte dorsal del mediastino medio es un poco más estrecha que el corazón (fig. 13-8). Contiene la última parte de la tráquea, el esófago, el cayado aórtico, las estructuras de las raíces de los pulmones y nódulos linfáticos. Su superficie derecha es bastante plana, pero la aorta (fig. 13-8[4]) abulta lateralmente en el lado izquierdo, dejando una impresión sobre el pulmón izquierdo. La parte media del mediastino contiene en este nivel el corazón y el pericardio, pero la parte ventral, comprendida entre el pericardio y el esternón, es demasiado amplia para el espacio en el que se extiende y produce unos pliegues que en cierta medida recuerdan el omento mayor.

La parte dorsal triangular del mediastino caudal contiene la aorta y la vena ácigos derecha y, más ventralmente, el esófago (fig. 13-9). La delicada parte ventral (fig. 13-9[13]) se inserta en la superficie caudal del pericardio y en el diafragma a lo largo de una línea tan desplazada a la izquierda que el mediastino toca la pared lateral del tórax cerca de la novena unión costocondral (fig. 13-3[7]). El mediastino no está visiblemente fenestrado y en la práctica se puede considerar que los dos sacos pleurales encierran cavidades que son independientes.

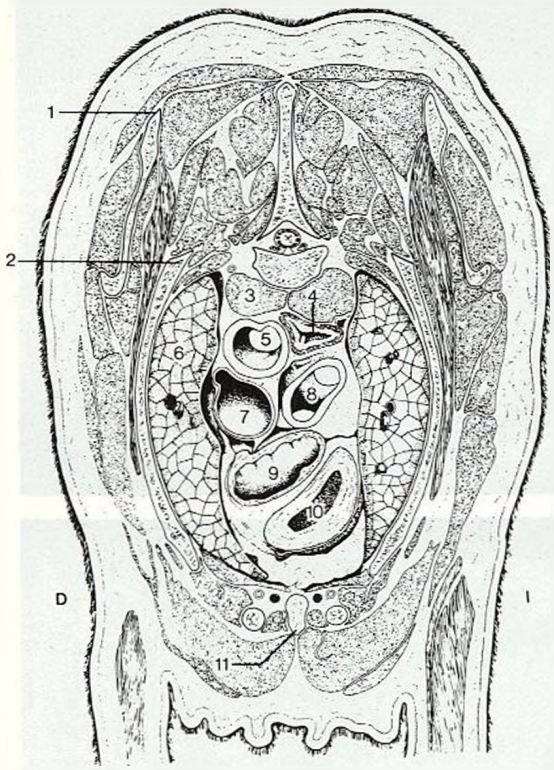


Fig. 13-7. Corte transversal del tronco a nivel de la cuarta vértebra torácica.

1, borde dorsal de la escápula; 2, cuarta costilla; 3, largo del cuello; 4, esófago; 5, tráquea; 6, lóbulo craneal del pulmón derecho; 7, vena cava craneal; 8, cayado aórtico; 9, aurícula derecha; 10, ventrículo derecho; 11, esternón.

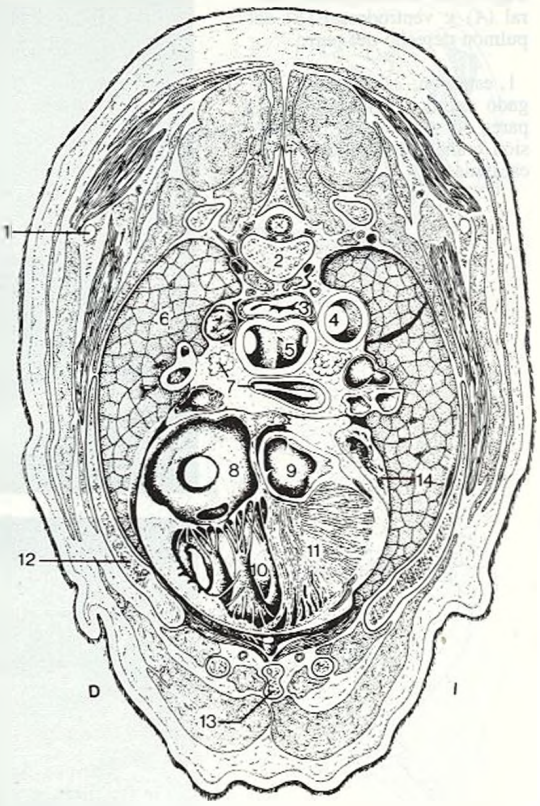


Fig. 13-8. Corte transversal del tronco a nivel de la sexta vértebra torácica.

1, ángulo caudal de la escápula; 2, sexta vértebra torácica; 3, esófago; 4, aorta; 5, bifurcación de la tráquea; 6, pulmón derecho; 7, nódulos linfáticos traqueobronquiales y arteria pulmonar; 8, atrio derecho; 9, origen de la aorta; 10, ventrículo derecho; 11, tabique interventricular; 12, quinta costilla; 13, esternón; 14, aurícula izquierda.

La bolsa infracardíaca rectangular (fig. 13-10[2]) está aplicada contra la superficie derecha del esófago, entre el diafragma y la raíz del pulmón derecho. Pueden entrar en ella porciones de órganos abdominales como consecuencia de una malformación congénita o de un traumatismo.

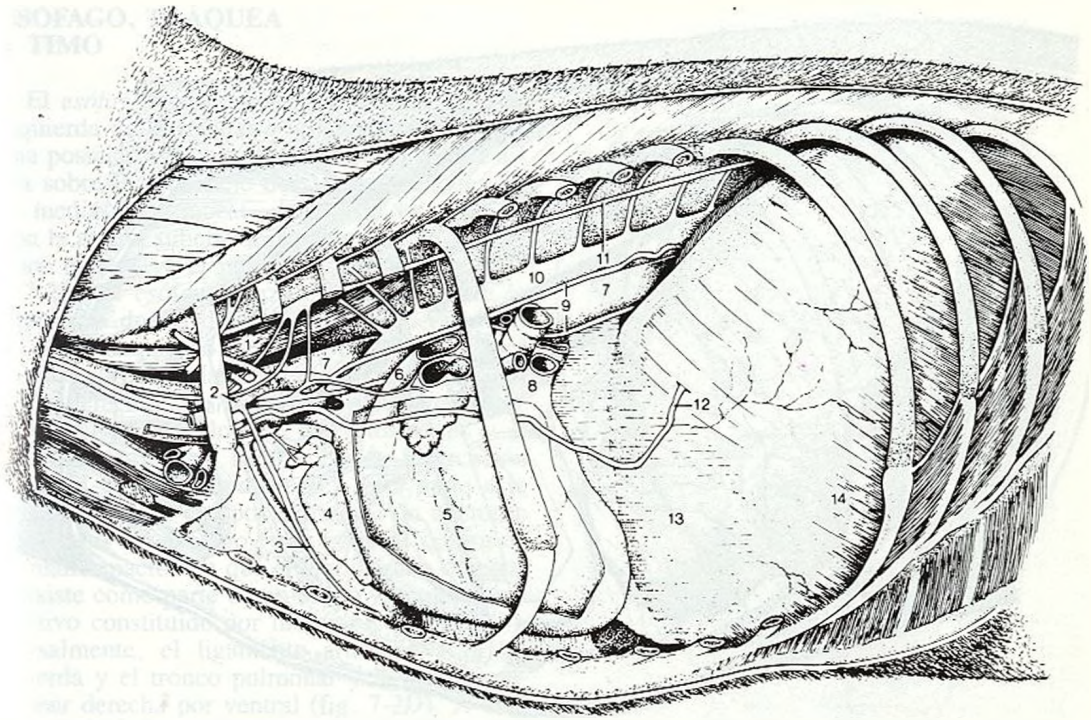
El pliegue de la vena cava tiene la disposición usual y contribuye a delimitar el gran receso ocupado por el lóbulo accesorio del pulmón derecho (fig. 13-11).

CORAZÓN

El corazón del perro es ovoide. Su eje mayor forma un ángulo de unos 45 grados con el esternón, de modo que su base mira en dirección craneodorsal y su punta redondeada está cerca de la unión del esternón con el diafragma, un poco a la izquierda de la línea media (fig. 13-12). El ángulo varía según la forma del tórax; es más grande en los perros de tórax profundo que en los de tórax en tonel. Además el corazón es más cónico en las razas de tórax profundo. El corazón está un tanto desviado hacia la izquierda y como se interpone menos tejido pulmonar, los ruidos cardíacos son más pronunciados en ese lado.

Su peso relativo representa un 0,7% del peso corporal, pero los pesos absolutos y relativos del corazón varían considerablemente. Los perros adiestrados para cazar o correr tienen corazones dos a tres veces más pesados que los individuos gordos y menos atléticos de tamaño comparable.

El pericardio no presenta rasgos especiales, aparte de un ligamento largo y relativamente robusto (frenicopericárdico) que se conecta con la parte esternal del diafragma. Esto permite que la punta tenga mayor movilidad que en las especies grandes, en las cuales



13-9. Vista lateral izquierda de la cavidad torácica; se han retirado el pulmón y gran parte del pericardio.

largo del cuello; 2, arteria subclavia izquierda; 3, vasos torácicos internos; 4, timo; 5, vasos en el surco interventricular conal; 6, tronco pulmonar; 7, esófago; 8, desembocadura de las venas pulmonares en el atrio izquierdo; 9, bronquio cipal izquierdo y troncos vagales dorsal y ventral; 10, aorta; 11, tronco simpático; 12, nervio frénico; 13, mediastino dal; 14, diafragma.

pericardio está firmemente sujeto al esternón.

La superficie izquierda presenta las aurículas que rodean el tronco pulmonar y, debajo del nivel del surco coronario, el surco interventricular paraconal (fig. 13-9). La superficie derecha presenta los atrios y el surco interventricular subsinusal. Ninguna de ambas superficies está orientada con exactitud de la manera que su nombre indica porque la izquierda está un poco más rotada hacia el esternón, mientras que la derecha mira un poco más hacia las vértebras. En dirección antihoraria desde la base, por lo tanto, la periferia de la sombra cardíaca en la radiografía lateral izquierda presenta: aurícula derecha, ventrículo derecho, ventrículo izquierdo y atrio izquierdo (fig. 13-12[1-4]), y en la radiografía dorsoventral (vista invertida): atrio derecho, ventrículo derecho, ventrículo izquierdo y tronco pulmonar (fig. 13-12[5,2,3,6]). El vértice sólo está formado por la pared del ventrículo izquierdo.

No cabe duda de que es importante conocer las relaciones entre las partes del corazón y los jalones externos. El corazón se extiende desde la tercera costilla hasta el sexto espacio intercostal y este último límite coincide a grandes rasgos con la extensión más craneal del diafragma (fig. 13-12*A*). La proyección de la base intersecta la parte media de la cuarta costilla y la parte más dorsal del corazón llega más o menos a la línea que une al acromion con el extremo ventral de la última costilla. La punta está justo a la izquierda de la penúltima esternebra (fig. 13-4). El latido apical en el perro de pie se palpa en ambos lados, abajo a nivel del espacio intercostal quinto o sexto; se dice que las contracciones principales se manifiestan con más fuerza en el tercio inferior de los espacios cuarto o quinto y un poco más pronunciadas en el lado izquierdo. La posición del ligamento arterioso, que está donde el tronco pulmonar es intersectado por el nervio vago izquierdo, está frente a la cuarta costilla (fig. 13-9). Este detalle es importante para hacer el diagnóstico y tratamiento quirúrgico de la malformación congénita más común del sistema cardiovascular canino, el conducto arterioso persistente. Entre otros signos, esto produce un soplo en maquinaria característico. El problema puede tratarse ligando el conducto.

El corazón toma contacto con la pared ventral del tórax en un área triangular. La base craneal del triángulo cruza el esternón a nivel de

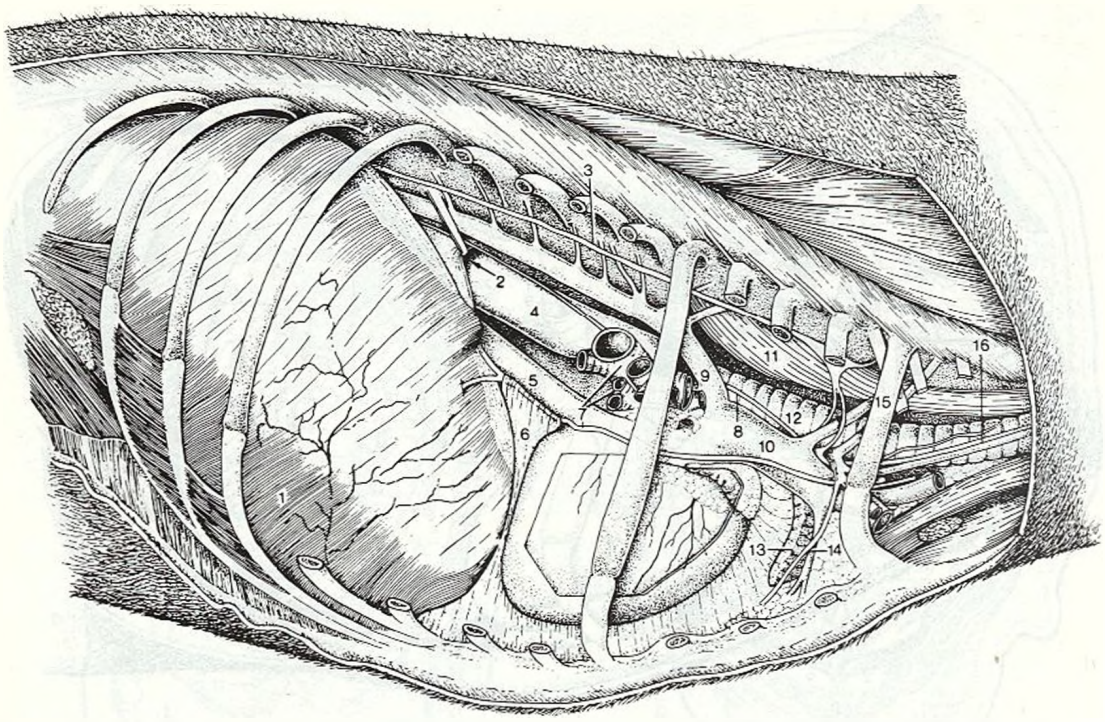


Fig. 13-10. Vista lateral derecha de la cavidad torácica; se han retirado el pulmón y gran parte del pericardio.

1, diafragma; 2, bolsa infracardíaca; 3, tronco simpático; 4, esófago; 5, vena cava caudal; 6, pliegue de la vena cava; 7, raíz del pulmón y nervio frénico; 8, vago derecho; 9, vena ácigos derecha; 10, vena cava craneal; 11, largo del cuello; 12, tráquea; 13, timo; 14, vasos torácicos internos; 15, primera costilla; 16, tronco vagosimpático.

los cuartos cartílagos costales, en tanto que la punta está cerca del séptimo cartílago costal. El ventrículo derecho, cuya pared es más fina, se puede punzar en el cuarto o quinto espacio intercostal derecho, a nivel de la unión costocondral, pero hay que señalar que en los perros obesos la grasa del mediastino ventral puede hacer que el corazón esté más lejos del esternón.

El corazón se ausculta con facilidad porque está menos cubierto por los miembros torácicos que en la mayoría de las otras especies y se puede introducir el estetoscopio en la axila. Los focos en los cuales se auscultan mejor los ruidos que producen las válvulas se pueden resumir así: válvula atrioventricular izquierda, abajo (en la unión costocondral) en el quinto espacio intercostal izquierdo; válvula pulmonar, abajo en el tercer espacio izquierdo; válvula aórtica, arriba (justo debajo del plano horizontal de la articulación del hombro) en el cuarto espacio izquierdo, y válvula atrioventricular derecha, abajo en el tercero o cuarto espacio derecho. Esto se confirmó realizando el examen post mortem de perros con lesiones valvulares; los focos auscultatorios no coinciden con exactitud con las proyecciones reales de las válvulas en la pared torácica (fig. 13-4*A-D*).

En América del Norte muchos perros son infestados por unos grandes vermes cardíacos (*Dirofilaria immitis*) que ocupan el tronco pulmonar y, en los casos severos, el ventrículo derecho, el atrio derecho y la vena cava caudal.

El corazón del *gato* se extiende desde las costillas tercera y cuarta hasta la sexta y séptima. En el animal de pie está poco cubierto por el miembro torácico porque el tríceps no llega más allá de la cuarta costilla. Su eje mayor forma un ángulo más agudo con el esternón y esto produce una mayor área de contacto esternal. Las contracciones son más vigorosas cerca de los extremos ventrales de las costillas cuarta a sexta en el lado izquierdo y de la quinta costilla en el lado derecho (fig. 13-13). Los respectivos focos auscultatorios son, para la válvula atrioventricular izquierda sobre el sexto cartílago costal izquierdo, para las válvulas pulmonar y aórtica, un sitio alto en el cuarto espacio intercostal izquierdo, y para la válvula atrioventricular derecha un sitio bajo en el quinto espacio intercostal derecho. Es difícil punzarlo porque este órgano es muy pequeño; una aguja insertada desde la derecha en cualquiera de ambos lados de la quinta unión costocondral tendría que entrar en un ventrículo.

ESÓFAGO, TRÁQUEA Y TIMO

El *esófago* entra en la cavidad torácica a la izquierda de la tráquea y gradualmente adopta una posición más mediana a medida que se sitúa sobre la superficie dorsal de la tráquea en el mediastino craneal. Aquí está en relación con la arteria subclavia izquierda, que se interpone entre él y el pulmón izquierdo (fig. 13-[7,2]). El esófago cruza el corazón sobre la superficie dorsal de la tráquea primero y del bronquio izquierdo después, pasando entre el cayado aórtico (a la izquierda) y la vena ácigos (a la derecha). Su capacidad para expandirse es restringida localmente por estos vasos y el ligero ascenso que hace sobre la bifurcación traqueal también predispone a esta parte a la obstrucción por cuerpos extraños. Un trastorno más serio del esófago (y la tráquea) ocurre en una malformación en que el arco aórtico derecho persiste como parte de un anillo vascular constrictivo constituido por la aorta a la derecha y dorsalmente, el ligamento arterioso a la izquierda y el tronco pulmonar y la arteria pulmonar derecha por ventral (fig. 7-2*D*). A caudal de la bifurcación traqueal el esófago está aplicado primero sobre el atrio izquierdo y después sobre el lóbulo accesorio, encerrado entre los lóbulos caudales de ambos pulmones (fig. 13-11[4]). Penetra en el hiato esofágico del diafragma, ventral a la décima vértebra torácica y el estrechamiento de su luz hace que éste sea otro sitio predilecto para las obstrucciones.

El esófago se halla extensamente cubierto por serosa sólo a caudal del corazón. En la parte craneal al corazón, es más fácil abordarlo quirúrgicamente desde la izquierda, pero ambos lados son igualmente accesibles en la porción caudal a ese órgano. Se prefiere el abordaje desde la derecha sobre la base del corazón porque la vena ácigos, a diferencia de la aorta en el lado izquierdo, se puede ligar sin que ocurran consecuencias nocivas. El músculo es estriado y existen glándulas mucíparas en la submucosa todo a lo largo del esófago del perro, pero no del gato. La mucosa está plegada longitudinalmente; en el gato estos pliegues están reemplazados por otros oblicuos cortos más allá del corazón. Los pliegues longitudinales son responsables de las estrías características que se ven en las radiografías tras la deglución del medio de contraste baritado; los oblicuos producen una imagen en espinapez (fig. 13-14). La irrigación sanguínea de la porción torácica proviene de la arteria broncoesofágica complementada por ramas directas de la aorta; el segmento caudal también recibe sangre de la arteria gástrica izquierda.

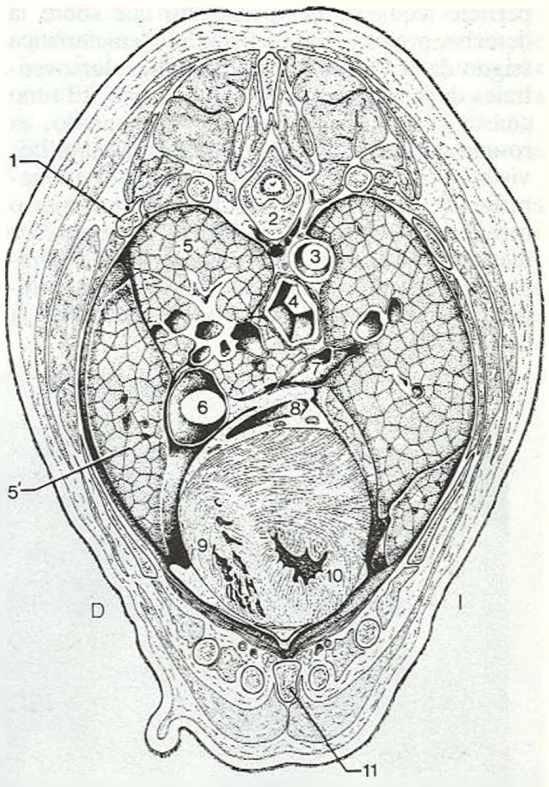


Fig. 13-11. Corte transversal del tronco a nivel de la séptima vértebra torácica.

1, sexta costilla; 2, séptima vértebra torácica; 3, aorta; 4, esófago; 5, lóbulo craneal; 5', lóbulo medio del pulmón derecho; 6, vena cava caudal; 7, venas pulmonares que van al atrio izquierdo; 8, gran vena carcíaca; 9, ventrículo derecho; 10, ventrículo izquierdo; 11, esternón.

Poco más hace falta decir sobre la *tráquea*. Está aplicada con el largo del cuello a nivel de la entrada torácica, pero se desvía a ventral del esófago a nivel del cayado aórtico (fig. 13-8). Este cambio de posición produce un ángulo agudo abierto hacia caudal entre la tráquea y la columna vertebral, que es muy obvio en las radiografías laterales (figs. 13-12[9] y 13-13). Los cambios en este ángulo trasuntan anormalidades de los elementos adyacentes del mediastino. Delante del corazón la tráquea está en relación ventral con los grandes vasos, en particular el tronco braquiocefálico, las arterias carótidas comunes y la vena cava craneal. La bifurcación sobre la base del corazón está a ventral de la quinta vértebra. Su bronquio principal izquierdo es apenas más dorsal que el derecho a pesar de que el esófago descansa sobre él.

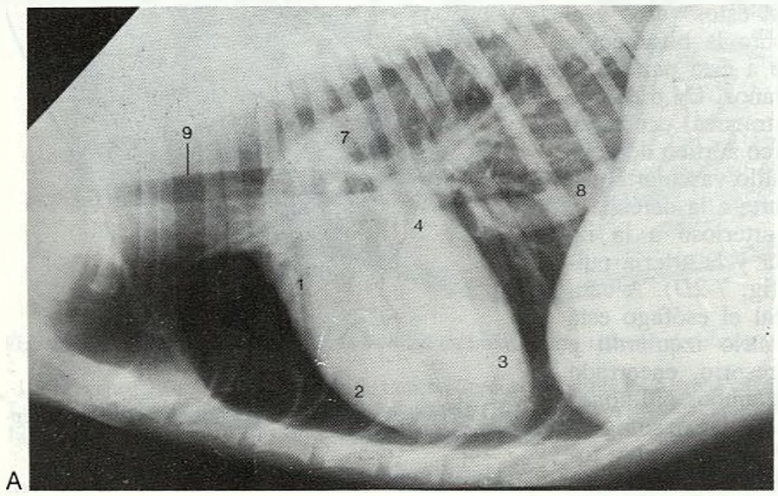
En el perro el *timo* está confinado al tórax, donde ocupa la parte ventral del mediastino craneal desde la entrada del tórax hasta el pericardio, por el cual es moldeado (fig. 13-9[4]). Una parte más grande se extiende sobre la su-

perficie izquierda del pericardio que sobre la derecha, produciendo una sombra característica (signo de la vela) en las radiografías dorsoventrales de los perros menores de un año. El timo consta de los lóbulos derecho e izquierdo, es rosado cuando está fresco y presenta lobulillos visibles. Su desarrollo culmina a las 6 a 8 semanas de edad y su involución empieza más o menos al cuarto mes (cuando aparecen los dientes permanentes) pero nunca llega a completarse. Las neoplasias del timo pueden comprimir la vena cava craneal y el esófago en la entrada del tórax.

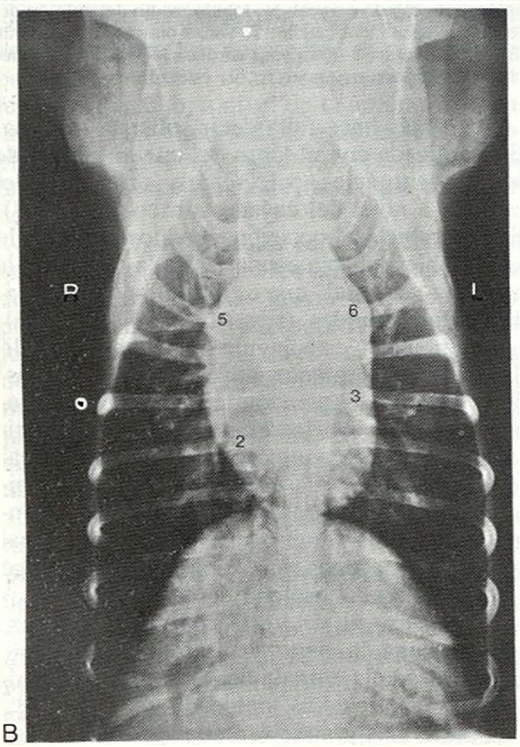
GRANDES VASOS Y NERVIOS INTRATORÁCICOS

La *aorta* nace en el centro de la base del corazón, entre el tronco pulmonar a la izquierda y el atrio derecho a la derecha. En este nivel está un poco expandida (bulbo aórtico) proveyendo espacio para la válvula aórtica que está en su interior (fig. 13-15[4]).

La aorta corre en dirección craneodorsal antes de virar hacia atrás para seguir a las vértebras en dirección del diafragma (fig. 13-9[10]). La convexidad del cayado da origen al



A



B

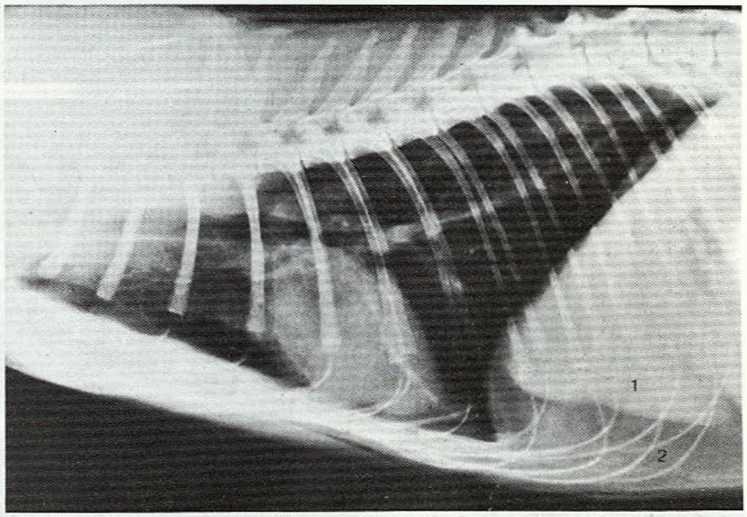
Fig. 13-12. Vistas lateral (*A*) y ventrodorsal (*B*) de la posición del corazón canino.

1, aurícula derecha; 2, ventrículo derecho; 3, ventrículo izquierdo; 4, atrio izquierdo; 5, atrio derecho; 6, tronco pulmonar; 7, aorta; 8, vena cava caudal; 9, tráquea.

tronco braquiocefálico y, un poco más allá, a la arteria subclavia izquierda (fig. 13-9[2]). El tronco está ventral al esófago y la tráquea y emite las dos arterias carótidas comunes que acompañan a estos órganos en la entrada torácica. Se continúa como arteria subclavia derecha, que se desvía gradualmente a la derecha antes de girar en torno del borde craneal de la primera costilla para entrar en el miembro torácico como arteria axilar. El cayado aórtico es un rasgo prominente en las radiografías laterales (fig. 13-12[7]).

El *tronco pulmonar* nace en la parte craneoizquierda de la base del corazón, a la izquierda de la aorta, y corre en dirección dorso caudal antes de dividirse en las arterias pulmonares izquierda y derecha divergentes (fig. 13-15A,[10,11]). Poco antes de dividirse está conectada con la aorta por medio del ligamento arterioso.

La *vena cava craneal* pasa por ventral de la tráquea a la derecha del tronco braquiocefálico. Está formada por la unión de las dos venas subclavias, que reciben tributarias de las ramas de las arterias del mismo nombre (fig. 13-10[10]).



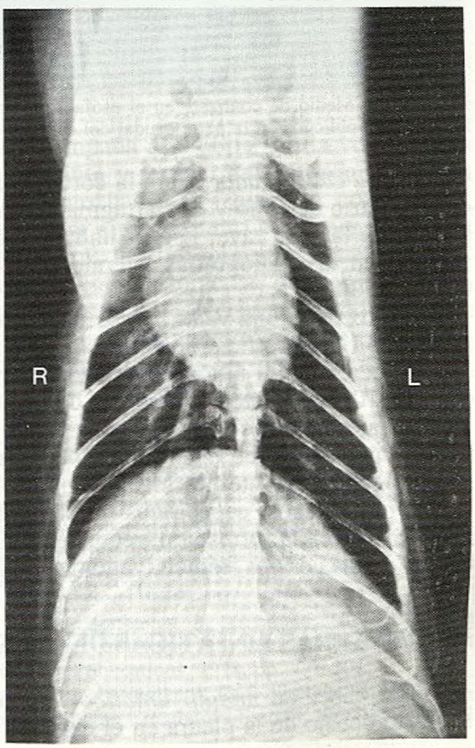


Fig. 13-13. Vistas lateral (*A*) y ventrodorsal (*B*) de la posición del corazón del felino. Los extremos ventrales de las costillas quinta y sexta están sobre la sombra del corazón en *A*. *R* = derecha; *L* = izquierda.

1, hígado; 2, ligamento falciforme ocupado con grasa.

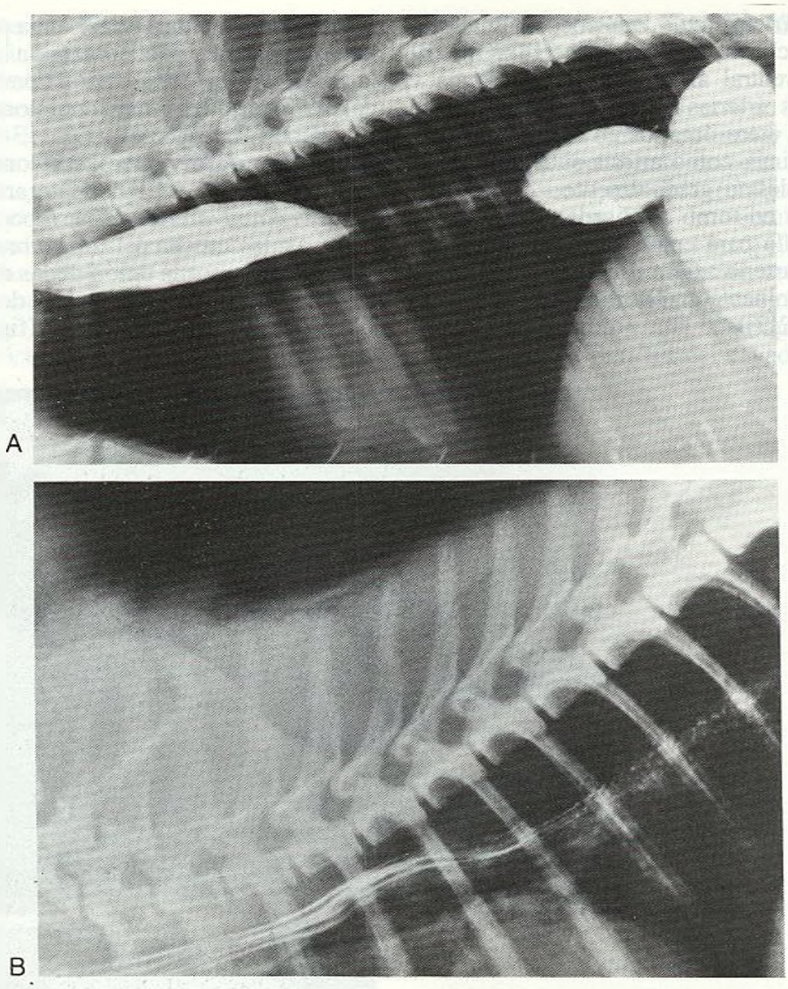


Fig. 13-14. Medio de contraste en el esófago de un perro (*A*) y gato (*B*). Nótese la imagen en espina pez que forman los pliegues oblicuos en la parte caudal del esófago del gato.

La *vena cava caudal* cubre la corta distancia entre el atrio derecho y el diafragma dentro del pliegue de la vena cava. Éste es un rasgo sobresaliente en las radiografías laterales del tórax (fig. 13-12[8]).

El perro tiene una *vena ácigos derecha* que se une con la superficie dorsal de la vena cava craneal cerca de su unión con el atrio derecho (fig. 13-10[9]). Recibe la mayoría de las venas intercostales dorsales y las primeras venas lumbares y por medio de ellas está conectada con el plexo vertebral interno (p. 328).

No hay rasgos específicos que interesen mayormente en la formación, recorrido o distribución de los nervios frénico, vago o simpático.

ESTRUCTURAS LINFÁTICAS DEL TÓRAX

Puede haber un *nódulo linfático intercostal* solitario debajo de la pleura en el extremo dorsal del quinto o sexto espacio intercostal. Este nódulo drena los elementos de la pared torácica dorsal. Los vasos eferentes van a los nódulos mediastinales craneales (fig. 7-47[6]).

Los *nódulos linfáticos esternales* son grandes –hasta 2 cm de largo– y están incluidos en la grasa que rodea el esternón a nivel de la segunda costilla. Reciben linfa de los músculos de la pared torácica ventral, diafragma y mediastino y pueden colaborar con los nódulos axilares en el drenaje de los tres primeros pares de glándulas mamarias. Sus vasos eferentes van a las venas de la entrada torácica (fig. 7-47[10]).

Los *nódulos linfáticos mediastinales craneales* entablan diversas relaciones con los grandes vasos sanguíneos delante del corazón. Drenan estructuras del mediastino (incluso los nódulos traqueobronquiales) y los músculos profundos de la base del cuello. Su linfa pasa a las venas en la entrada del tórax (fig. 7-47[8]).

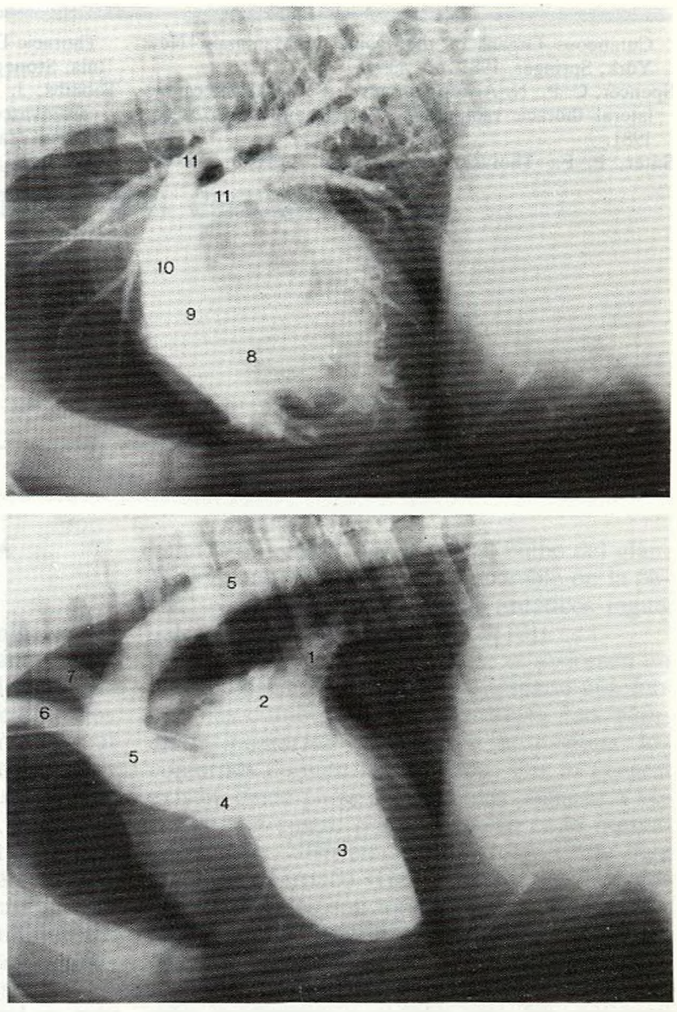


Fig. 13-15. Medio de contraste en los ventrículos derecho (*A*) e izquierdo (*B*) y en los grandes vasos. El catéter se encuentra en la vena cava craneal.

1, venas pulmonares; 2, atrio izquierdo; 3, ventrículo izquierdo; 4, posición de la válvula aórtica; 5, aorta; 6, tronco braquiocefálico; 7, arteria subclavia izquierda; 8, ventrículo derecho; 9, posición de la válvula pulmonar; 10, tronco pulmonar; 11, arterias pulmonares.

Los *nódulos linfáticos traqueobronquiales* (figs. 13-8[7] y 7-48) están dispersos en torno de la terminación de la tráquea y los bronquios principales. Drenan los pulmones y también elementos del mediastino y parte del diafragma. Sus vasos eferentes van a los nódulos mediastinales craneales.

El *conducto torácico* es un vaso de finas paredes que empieza entre los pilares del diafragma como continuación de la cisterna del quilo. Acompaña a la aorta y a la vena ácigos hacia adelante y a nivel del corazón se desvía oblicuamente hacia la izquierda, cruzando el esófago para situarse junto a su cara izquierda dentro del mediastino craneal. Sigue al esófago hasta la entrada torácica, donde desemboca en una de las grandes venas. El conducto, que mide 2 a 3 mm de diámetro en un perro de tamaño mediano, puede ser plexiforme (fig. 7-49).

BIBLIOGRAFÍA

Ammann, K.: Zur Thoraxchirurgie des Hundes und der Katze und deren anatomischen Grundlagen. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 111:615–621, 1969.

Douglas, S. W.: Radiology of the normal canine thorax. J. Small Anim. Pract. 11:669–678, 1970.

Grandage, J.: The radiology of the dog's diaphragm. J. Small Anim. Pract. 15:1–17, 1974.

Habel, R. E.: Applied Veterinary Anatomy, 2nd ed. Ithaca, 1981, p.183. [Published by the author.]

Habermehl, K.-H.: Die Verlagerungen der Bauch- und Brustorgane des Hundes bei verschiedenen Körperstellungen. Zentralbl. Vet. Med. 3:1–43; 172–204, 1956.

Marthen, G.: Über die Arterien der Körperwand des Hundes. Morph. Jb. 84:187–219, 1939.

Myer, W.: Radiographic review: The mediastinum. Am. Vet. Radiol. Soc. 19:197–202, 1978.

Reed, J. H.: Esophagus. *In* Archibald, J. (ed.): Canine Surgery, 2nd Archibald ed. Santa Barbara, American Veterinary Publications, 1974, pp. 481–504.

Schummer, A., H. Wilkens, B. Vollmerhaus, and K.-H. Habermehl: The Circulatory System, the Skin, and the

Cutaneous Organs of the Domestic Mammals. New York, Springer, 1981, pp. 43–45.
Spencer, C. P., N. Ackerman, and J. K. Burt: The canine lateral thoracic radiograph. Vet. Radiol. 22:262–266, 1981.
Suter, P. F.: Thoracic Radiography: A Text Atlas of Thoracic Diseases of the Dog and Cat. Davis, California, Stonegate Publishing, 1984.
Toombs, J. P., and P. N. Ogburn: Evaluating canine cardiovascular silhouettes: Radiographic methods and normal radiographic anatomy. Comp. Contin. Ed. 7:579–587, 1985.

14

Abdomen de los carnívoros

CONFORMACIÓN Y ANATOMÍA SUPERFICIAL

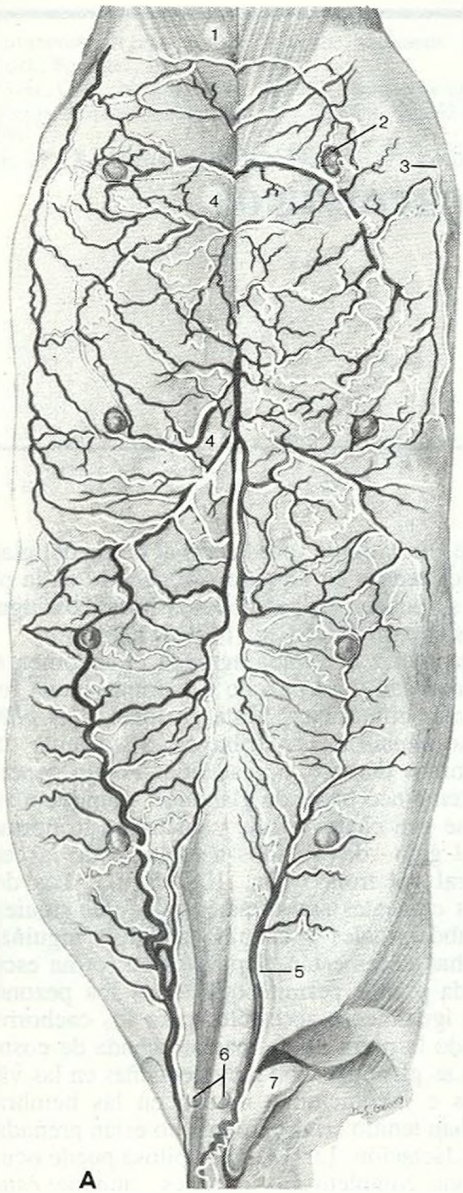
El límite craneal de la pared abdominal accesible se determina con facilidad palpando la última costilla y el arco costal, pero el límite caudal es más difícil de descubrir porque entre los muslos sólo se puede palpar la parte ventral (cresta pectínea, pecten pubis) del anillo óseo que rodea la entrada de la pelvis. Las alas ilíacas, aunque son jalones prominentes, se elevan por encima del abdomen y pertenecen al dorso. Los gruesos músculos que cubren las apófisis transversas lumbares se palpan, pero no las apófisis propiamente dichas; en cambio, las puntas de las apófisis espinosas sirven de guías para identificar vértebras individuales.

Por supuesto, la cavidad abdominal es más grande de lo que estos jalones indicarían porque el diafragma penetra mucho dentro de la caja torácica en su extremo craneal. Los órganos de esta porción intratorácica del abdomen no sólo están protegidos por las costillas, sino que en parte los cubren los lóbulos caudales de los pulmones. La cavidad abdominal es relativamente menos voluminosa que en las grandes especies domésticas y en gran medida tiene la forma de un cono cuya base craneal es bulbosa (fig. 2-2). Su eje longitudinal se inclina en dirección craneoventral en un ángulo que varía considerablemente y es más pronunciado en las razas de tórax profundo. Salvo en los sujetos gordos y en las perras con gestación avanzada o en lactación, la pared ventral del abdomen se eleva desde el esternón hasta la cresta pectínea (pecten) en una línea recta y hasta un tanto cóncava. Los criadores de perros dicen que los animales cuya profundidad corporal es muy escasa a nivel de los lomos son "chupados". El pliegue cutáneo que conecta el flanco con la rodilla tiende a oscurecer la escasa profundidad de esta parte. En la ingle, por lateral al bulbo del glande del pene o en un sitio comparable en la perra, se pueden palpar nódulos linfáticos inguinales superficiales (fig. 14-1 *B*[10]).

La preñez avanzada agranda el abdomen en profundidad y a lo ancho y le imparte una forma más cilíndrica y hasta en tonel. Las *glándulas mamarias* contribuyen a acentuar los contornos durante la gestación. Por lo general existen cinco pares de glándulas –aunque a veces se ven cuatro o seis y cuatro es lo normal en el gato– distribuidos a lo largo de la cara ventral del tronco (fig. 10-31*B, C*). Los dos pares craneales son torácicos, los dos siguientes abdominales y el más caudal es inguinal. Muchas veces están dispuestas en forma escalonada y esto permite que todos los pezones sean igualmente accesibles para los cachorros cuando la perra da de mamar echada de costado. Las glándulas son muy pequeñas en las vírgenes e involucionan mucho en las hembras que han tenido crías pero que no están preñadas ni en lactación. La cobertura pilosa puede ocultar por completo los pezones, aunque éstos continúan siendo más grandes en las perras que han parido, en las cuales se superponen a los órganos abdominales en las radiografías ventrodorsales. Los pezones, que son rudimentarios en los machos, son glabros y sus puntas están perforadas por unas diez finas aberturas por las cuales emana la leche.

Las glándulas se tornan muy conspicuas hacia el momento de la parición y durante la lactación, porque son grandes y péndulas y confluyen con las otras glándulas homolaterales.

Los detalles de la irrigación sanguínea de las glándulas mamarias varían, pero en su mayor parte ésta se origina en las arterias torácicas laterales e internas y en las pudendas externas, a veces con cierta contribución de vasos menores de otras fuentes. En la mayoría de los casos las



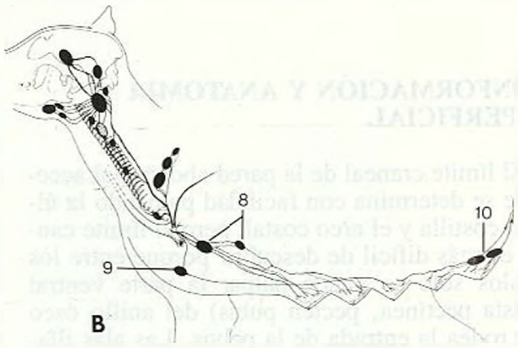


Fig. 14-1. Vasos sanguíneos y linfáticos de las glándulas mamarias. *A*, vista ventral; el par de glándulas inguinales ha sido eliminado en parte para exponer los vasos y el proceso vaginal. *B*, vista lateral de los nódulos linfáticos regionales.

1, músculo pectoral profundo; 2, primer pezón del lado izquierdo; 3, ramas de los vasos torácicos laterales; 4, ramas de los vasos epigástricos superficiales craneales; 5, vasos epigástricos superficiales caudales; 6, pezones de las glándulas mamarias inguinales; 7, proceso vaginal; 8, nódulos linfáticos axilares y axilares accesorios; 9, nódulo linfático esternal; 10, nódulos linfáticos inguinales superficiales. (*A*, según Marthen, 1939.)

tres glándulas craneales son irrigadas desde su porción craneolateral por la arteria torácica lateral (rama de la axilar) y desde la profundidad por la arteria epigástrica craneal superficial y ramas perforantes de las arterias intercostales (ambas originadas en la torácica interna). Los dos pares caudales reciben su sangre de la arteria epigástrica caudal superficial (pudenda externa) y desde la profundidad por ramas de las arterias abdominal craneal e ilíaca circunfleja profunda. Las venas son satélites de las arterias. Tanto las arterias como las venas entablan abundantes anastomosis formando plexos arteriales y venosos (fig. 14-1*A*).

La linfa procedente de las tres glándulas craneales va a los nódulos axilares, axilares accesorios y esternales y la proveniente de las dos (a veces tres) glándulas caudales se encamina hacia los nódulos inguinales superficiales que están a dorsal del borde caudal de la glándula mamaria inguinal. Los recorridos de los vasos linfáticos son inconstantes y algunos pueden cruzar la línea media. Los nódulos inguinales superficiales y las glándulas caudales están en relación con el proceso vaginal (fig. 14-1[7]), que es vulnerable durante las intervenciones quirúrgicas; si se lo lesiona se puede producir una abertura inadvertida en la cavidad peritoneal.

PARED ABDOMINAL

La pared ventrolateral del abdomen está construida de acuerdo con el patrón común y sólo tiene unos pocos rasgos distintivos; como en perros y gatos se hace cirugía abdominal con tanta frecuencia, hay que estar familiarizados con los detalles y sería prudente repasar la descripción que se hizo antes (p. 68). Las distinciones principales conciernen a la línea blanca y a la vaina del recto, que hemos de describir con mayor detalle porque la mayoría de las incisiones abdominales son medianas o paramedianas. También debemos repasar la descripción del canal inguinal.

La *línea blanca* es la unión fibrosa donde se reúnen las aponeurosis de los músculos oblicuos y transversos de los lados derecho e izquierdo del abdomen. Corre desde la apófisis xifoides hasta el pubis e incluye el ombligo más o menos a nivel de la tercera vértebra lumbar. El músculo recto de cada lado está incluido dentro de su vaina con tanta holgura que su borde medial se puede empujar con facilidad hacia lateral para alejarlo de la línea blanca. La línea blanca mide más o menos 1 cm de ancho delante del ombligo (fig. 14-12[11]), pero detrás de este punto se estrecha gradualmente hasta quedar reducida a una línea apenas visible en su tercio caudal (fig. 2-25). Las incisiones a través de la línea blanca no tocan músculos, vasos ni nervios y tienen la ventaja adicional de que el peritoneo parietal no se retrae respecto de los bordes de la incisión mediana, como sucede en otras partes. El ligamento falciforme y el ligamento mediano de la vejiga se insertan en la superficie dorsal de la línea blanca craneal y caudal al ombligo, respectivamente. El primero, que contiene el ligamento redondo del hígado (resto de la vena umbilical) en su borde libre, muchas veces contiene una gran cantidad de grasa que llega al diafragma y no permite cerrar las incisiones en la línea media. Las hernias umbilicales, que a menudo se asocian con una línea blanca demasiado ancha y con músculos rectos hipoplásicos, son comunes.

La *vaina del recto* está formada por las fascias de los músculos oblicuos y transverso del abdomen. En su disposición más sencilla (que se observa en los animales grandes) las fascias fusionadas de los músculos oblicuos pasan por el lado ventral del músculo recto, en tanto que la del músculo transverso cubre su superficie dorsal. En el perro la porción más craneal de la aponeurosis del oblicuo interno emite una lámina adicional que transcurre dorsalmente sobre la cara profunda del recto (fig. 2-22*A*). En el otro extremo del abdomen la porción más caudal de la fascia del transverso cambia de posición para situarse en la superficie ventral, dejando la superficie dorsal del recto sólo cubierta por la fascia transversa y el peritoneo (figs. 2-22*B* y 14-2). El músculo recto sólo está adherido a su vaina en las inserciones tendinosas.

La pared ventral del abdomen es irrigada por cuatro *arterias* a cada lado. Dos entran desde la región esternal y dos desde la vecindad de la pelvis. El par craneal son ramas de la arteria torácica interna; la arteria epigástrica craneal superficial corre entre los músculos abdominales y la piel y nutre la región craneal al ombligo (está agrandada en la perra en lactación); la arteria epigástrica craneal transita en la profundidad del recto, entre éste y su vaina. La arteria epigástrica caudal superficial rama de la pudenda externa, se distribuye en el subcutáneo y también irriga el prepucio; la arteria epigástrica caudal nace en el tronco pudendo epigástrico y corre hacia adelante, primero siguiendo el borde lateral y después sobre la superficie profunda del músculo recto (fig. 2-25). Los juegos de vasos craneal y caudal se anastomosan. El sitio más seguro para punzar la pared abdominal (paracentesis) está a corta distancia en un punto caudolateral respecto del ombligo; en este sitio se evita el ligamento falciforme relleno de grasa y no se corre el riesgo de lesionar una vejiga urinaria colmada.

El *canal inguinal* es un espacio potencial comprendido entre los músculos oblicuos abdominales externo e interno, que corre entre una abertura profunda y otra superficial (anillos). El anillo profundo comunica el canal con la cavidad abdominal y el superficial el canal con los tejidos subcutáneos de la ingle. En ambos sexos por este canal transitan los vasos pudendos externos y el nervio genitofemoral, pero también pasan el cordón espermático en el perro y el proceso vaginal en la perra. Todos estos elementos emergen en el anillo inguinal superficial, hendidura casi sagital que está en la aponeurosis del oblicuo abdominal externo, unos 3 cm a lateral de la línea blanca y cerca del sitio donde ésta se inserta en el pubis (fig. 2-26*A*, [4']). Sólo es palpable el extremo caudal del anillo. La estrecha banda aponeurótica lateral al anillo es la única barrera que se interpone entre las estructuras que salen del canal y los grandes vasos femorales que entran en el muslo.

El anillo inguinal profundo sólo se ve desde el interior del abdomen (fig. 14-2[9]). En su parte caudolateral está limitado por el borde caudal de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen, en su parte craneal por el borde no insertado del músculo oblicuo interno del abdomen y medialmente por el músculo recto (fig. 2-26*B*). Ninguno de estos límites se palpa en el animal intacto. El peritoneo parietal que cubre al anillo se evagina a través del canal inguinal y, con el nombre de túnica vaginal, acompaña al cordón espermático dentro del es-

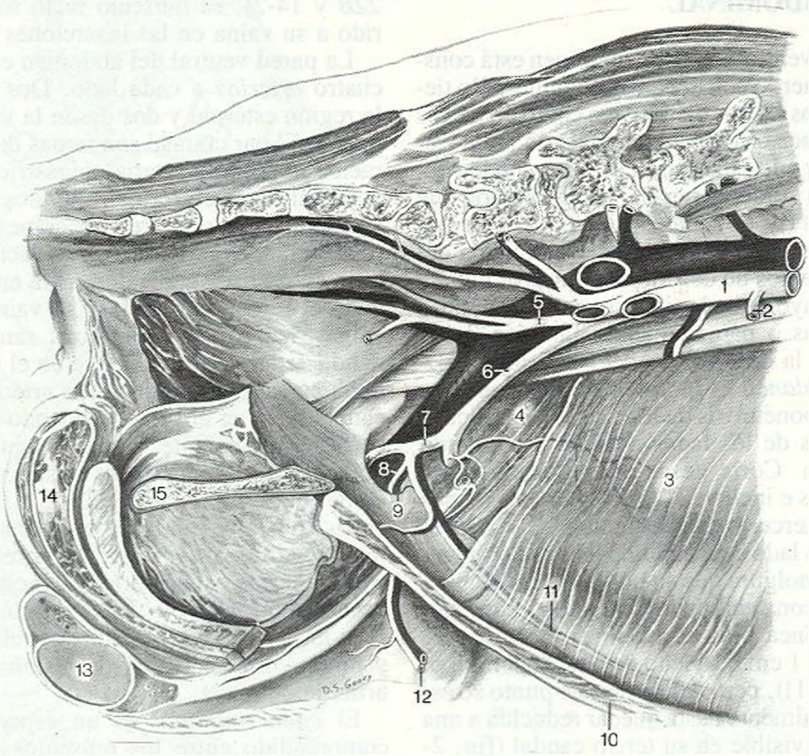


Fig. 14-2. Pared abdominal y cavidad pelviana del macho que ilustra la bifurcación de la aorta, vista medial.

1, aorta; 2, arteria mesentérica caudal; 3, transverso del abdomen; 4, músculo oblicuo abdominal interno; 5, arteria ilíaca interna; 6, arteria ilíaca externa; 7, arteria femoral profunda; 8, tronco pudendo epigástrico; 9, anillo inguinal profundo 10, recto del abdomen; 11, arteria epigástrica caudal; 12, arteria pudenda externa; 13, testículo izquierdo; 14, bulbo de pene; 15, sínfisis pelviana. (Rediseñado de Marthen, 1939.)

croto. En la perra envuelve al ligamento redondo del útero y se lo conoce como proceso vaginal; el proceso no existe en hembras de otras especies domésticas y en él se hernian a veces los órganos abdominales (p. 454).

BAZO

Aunque en la topografía del abdomen predomina el intestino delgado, no se lo suele ver inmediatamente al abrir la cavidad porque está separado del piso del abdomen por el omento mayor, que está muy bien desarrollado. Los órganos que suelen exponerse al retirar el piso del abdomen son la parte ventral del bazo que sobresale más allá del arco costal izquierdo, una orla de hígado detrás del apéndice xifoides y la vejiga urinaria, directamente craneal al pubis (fig. 3-40). A los efectos de facilitar las referencias cruzadas con las descripciones de otras especies, seguimos la secuencia descriptiva común a pesar del orden distinto en que se les presta atención durante las disecciones ordinarias. Por lo tanto, describiremos primero el bazo.

El bazo del perro es un órgano alargado y un poco en forma de gemelos de camisa que está en posición más o menos vertical aplicado contra la pared abdominal izquierda (fig. 14-3*A*,[4]). Su posición está muy influida por la distensión del estómago y por su propia capacidad para ingurgitarse, pero por lo general está en su mayor parte en la profundidad del reborde costal. Su extremo dorsal llega al pilar izquierdo del diafragma, pasando entre el fondo gástrico y el polo craneal del riñón izquierdo, cubierto (por lo general) por las dos últimas costillas. Su extremo ventral, más grande, se extiende debajo del arco costal y puede cruzar la línea media ventral para situarse debajo de los cartílagos costales del lado derecho. En consecuencia, produce una densa sombra triangular en el piso del abdomen en las radiografías laterales (fig. 14-4*A*, [3]). Una sombra similar entre el estómago y el riñón izquierdo puede revelar la posición del órgano en las placas ventrodorsales. La superficie parietal toma contacto, en secuencia dorsoventral, con el diafragma, arco costal y músculos abdominales, en tanto que la superficie visceral se halla dividida

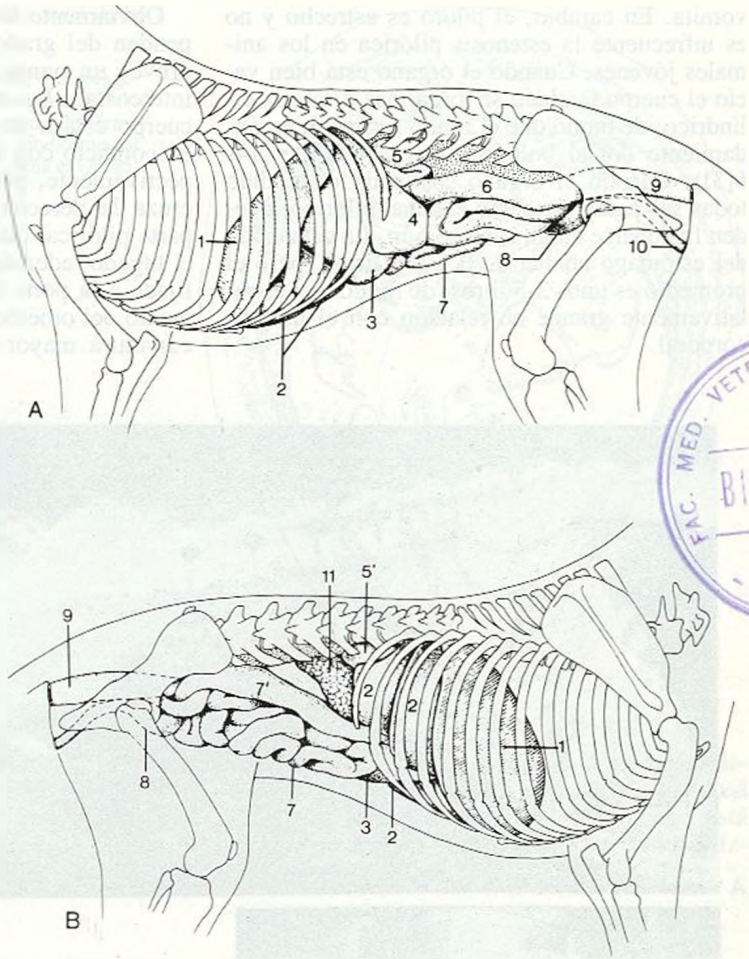


Fig. 14-3. Proyecciones viscerales sobre las paredes abdominales izquierda (*A*) y derecha (*B*), incluyendo el diafragma.

1, diafragma; 2, hígado; 3, estómago; 4, bazo; 5,5', riñones derecho e izquierdo; 6, colon descendente; 7, intestino delgado; 7', duodeno descendente; 8, vejiga urinaria; 9, recto; 10, tracto urogenital femenino; 11, páncreas.

FAC. MED. VETERINARIA BIBLIOTE QUITO

por un hilio en cresta en una franja craneal que está en relación con el estómago y una franja caudal que está en relación con el intestino y el riñón izquierdo.

El ancho ligamento gastroesplénico fija el bazo a la curvatura mayor del estómago. Aunque posee considerable movilidad, el bazo sigue los movimientos del estómago y cuando éste se agranda el bazo se desplaza en dirección caudal y ventral, de modo que puede palparse a través de la pared abdominal. Otras influencias restrictivas son las sujeciones de sus vasos sanguíneos.

La arteria y vena esplénicas van, como varias ramas divergentes, hacia el extremo dorsal del bazo. Los vasos gastroepiploicos izquierdos se desprenden más o menos en la parte media del hilio y cruzan hacia la curvatura mayor del estómago dentro del ligamento gastroesplénico (fig. 14-8[3,11]). Los nódulos linfáticos esplénicos están junto a los vasos esplénicos a unos pocos centímetros de distancia del órgano.

Como el bazo es un importante reservorio de sangre en el perro, su tamaño y su peso varían mucho. La rotura del bazo no es infrecuente en los accidentes de tránsito, pero por fortuna el órgano se puede extirpar sin que peligre la vida. La inserción relativamente laxa del bazo en el estómago facilita el acceso a sus vasos en el acto operatorio (esplenectomía).

ESTÓMAGO

El perro tiene un estómago sencillo que sólo exhibe la forma ideal cuando está moderadamente lleno (fig. 3-36). Su fondo y su cuerpo se unen imperceptiblemente y pueden experimentar una gran expansión, en tanto que su porción pilórica, cilíndrica y de pared más gruesa es menos capaz de agrandarse. El fondo se proyecta dorsalmente a la izquierda del cardias contra el hígado; suele contener una burbuja de gas aunque el estómago esté vacío en otros sentidos y esto ofrece una indicación útil de su posición en las radiografías (fig. 14-4*B*, [6]). El cardias suele ser ancho y esto podría relacionarse con la facilidad con que el perro

vomita. En cambio, el píloro es estrecho y no es infrecuente la estenosis pilórica en los animales jóvenes. Cuando el órgano está bien vacío el cuerpo también se torna más o menos cilíndrico, de modo que el fondo forma un agrandamiento dorsal bulboso (figs. 14-5[5] y 14-6[3]). Cuando el órgano está muy distendido todas sus partes, excepto el canal pilórico, pueden fusionarse en un saco común. La capacidad del estómago abarca de 0,5 a 6 litros, pero el promedio es unos 2,5 litros, de modo que es relativamente grande en relación con el tamaño corporal.

Obviamente la posición y las relaciones dependen del grado de plenitud, pero el cardias provee un punto fijo frente al noveno espacio intercostal. La mayor parte del fondo y del cuerpo está a la izquierda del plano mediano, en contacto con el diafragma y el hígado, respectivamente, pero la parte ventral del cuerpo cruza la derecha antes de continuarse con la parte pilórica, que también está aplicada contra el hígado; además, su curvatura menor se halla fijada a la porta del hígado (porta hepatis) por medio del omento menor (fig. 14-6[3,4,7]). La curvatura mayor mira principalmente a la iz-

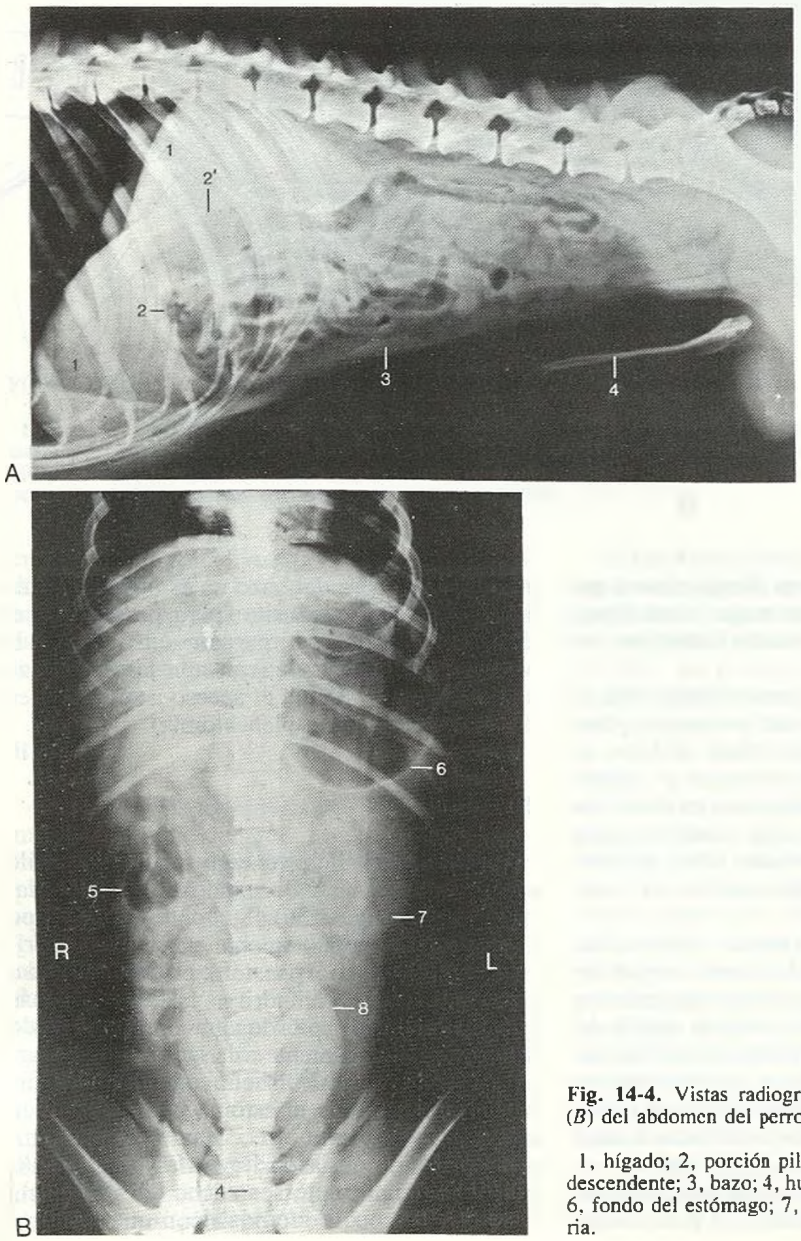


Fig. 14-4. Vistas radiográficas lateral (*A*) y ventrodorsal (*B*) del abdomen del perro. *R* = derecha; *L* = izquierda.

1, hígado; 2, porción pilórica del estómago; 2', duodeno descendente; 3, bazo; 4, hueso del pene (os penis); 5, ciego; 6, fondo del estómago; 7, riñón izquierdo; 8, vejiga urinaria.

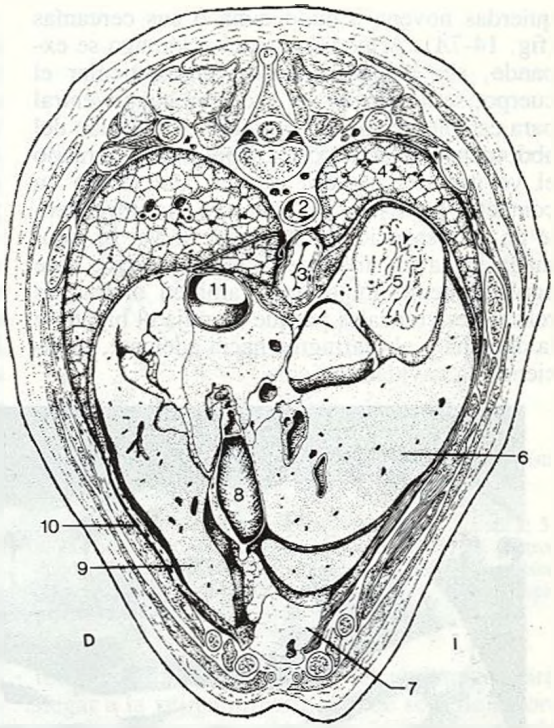


Fig. 14-5. Corte transversal del tronco a nivel de la undécima vértebra torácica.

1, undécima vértebra torácica; 2, aorta; 3, esófago; 4, pulmón izquierdo; 5, fondo del estómago; 6, lóbulo lateral izquierdo del hígado; 7, ligamento falciforme cargado de grasa; 8, vesícula biliar; 9, lóbulo medial derecho del hígado; 10, diafragma; 11, vena cava caudal.

quierda, hacia el bazo, y a ventral, donde suele estar aplicada contra el reborde ventral del hígado y sobre el ligamento falciforme (fig. 14-6[6]); sólo llega al piso del abdomen cuando el estómago está muy distendido y en estas circunstancias puede palparse a través de la pared abdominal. De lo contrario, el estómago está fuera del alcance, alineado con las costillas iz-

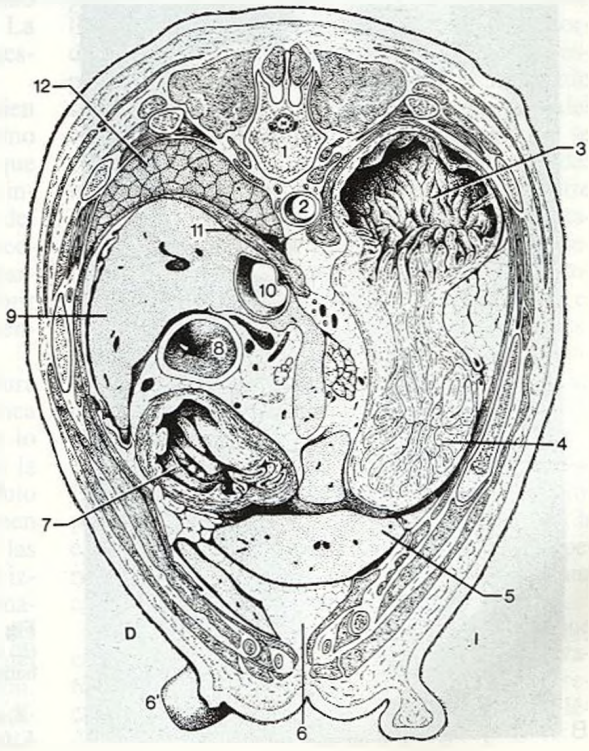


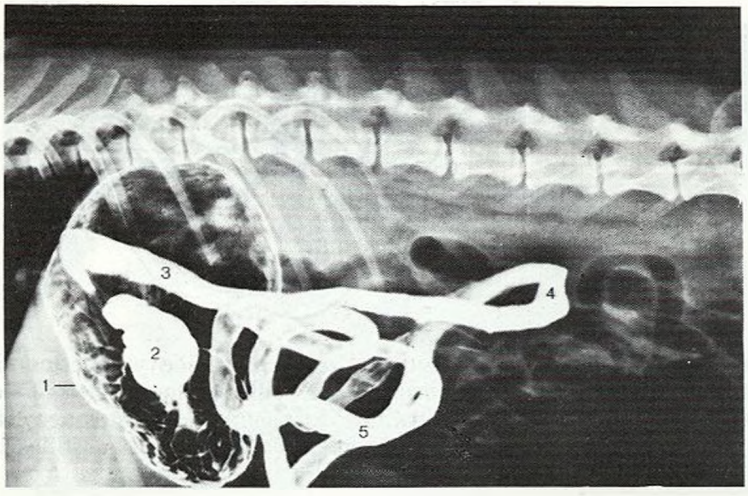
Fig. 14-6. Corte transversal del tronco a nivel de la duodécima vértebra torácica.

1, duodécima vértebra torácica; 2, aorta; 3, fondo del estómago; 4, cuerpo del estómago; 5, hígado; 6, ligamento falciforme lleno de grasa; 6', pezón; 7, porción pilórica del estómago; 8, duodeno; 9, proceso caudado del hígado; 10, vena cava caudal; 11, diafragma; 12, pulmón derecho.

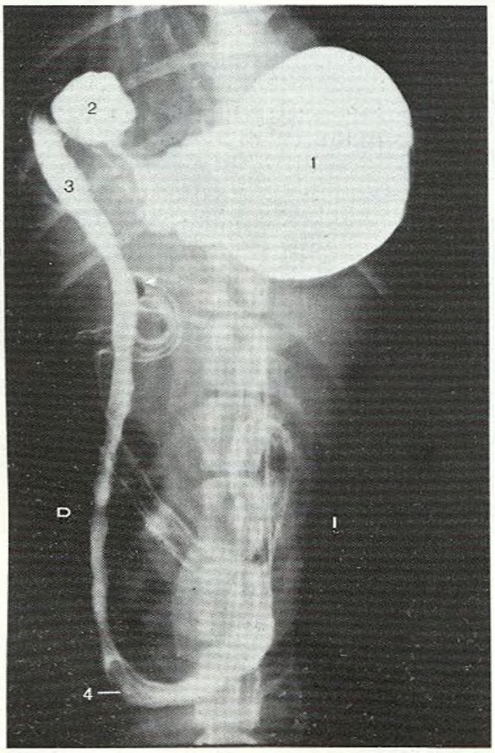
quierdas novena a duodécima o sus cercanías (fig. 14-7*A*). A medida que el estómago se expande, sus partes ventrales, en particular el cuerpo, se desplazan en dirección caudoventral para establecer amplio contacto con el piso del abdomen y el arco costal izquierdo separando el yeyuno del hígado, con el cual estaba en contacto. La distensión excesiva, no infrecuente en esta especie voraz, puede llevar el estómago hasta un nivel detrás del ombligo. Este agrandamiento importante también altera sus relaciones craneales porque empuja el hígado a la derecha y el diafragma hacia adelante, reduciendo la cavidad torácica.

El fondo está sujeto directamente al pilar izquierdo del diafragma (ligamento gastrofrénico), en tanto que existen inserciones más largas entre el cardias y el diafragma, la curvatura menor y el hígado (omento menor) y la curvatura mayor y el bazo (omento mayor). Excepto en estas reflexiones, el estómago está cubierto por completo por serosa.

El estómago recibe sangre de las tres ramas en que la arteria celíaca se divide directamente después de emerger de la aorta entre los pilares del diafragma. Las ramas para el estómago, por lo tanto, llegan desde la derecha del fondo y dorsal al cardias (fig. 14-8). La arteria esplé-



A



B

Fig. 14-7. Vistas radiográficas lateral (*A*) y ventrodorsal (*B*) del abdomen del perro después de ingerir una comida baritada.

1, estómago; 2, porción pilórica; 3, duodeno descendente; 4, flexura caudal del duodeno; 5, yeyuno.

nica envía unas ramas cortas al cruzar la superficie caudal del fondo antes de llegar al bazo. Una rama más sustancial, la arteria gastroepiploica izquierda (fig. 14-8[11]), sigue la curvatura mayor hasta anastomosarse con la arteria gastroepiploica derecha, rama de la arteria hepática. La arteria gástrica izquierda (fig. 14-8[5]) irriga el fondo y la región del cardias y envía una rama para el esófago antes de seguir la curvatura menor hasta anastomosarse con la arteria gástrica derecha (fig. 14-8[8]), que es otra rama de la arteria hepática. Las arcadas arteriales que siguen las curvaturas desprenden ramas de regular tamaño para las partes adyacentes de ambas superficies. Como no hay vasos grandes en las franjas que están a mitad de camino entre las curvaturas, éstos son los sitios que se prefieren para hacer incisiones. La superficie parietal puede exponerse y abrirse mediante una incisión paracostal o en la línea media (esto suele hacerse para extraer cuerpos extraños), pero la superficie visceral es inaccesible si no se abre primero la bolsa omental (p. 138).

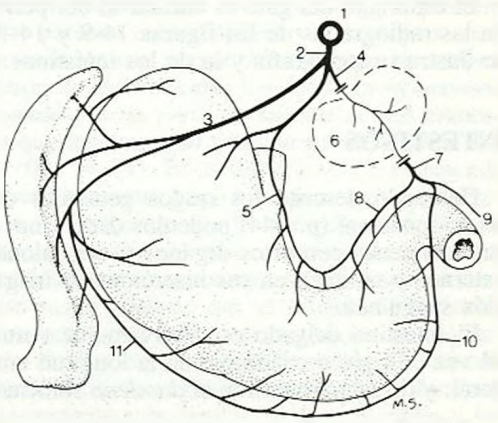


Fig. 14-8. Irrigación sanguínea del estómago y bazo, vista caudal esquemática.

1, aorta; 2, a. celíaca; 3, a. esplénica; 4, a. hepática; 5, a. gástrica izquierda; 6, indicación del hígado; 7, a. gastroduodenal; 8, a. gástrica derecha; 9, a. pancreaticoduodenal craneal; 10, a. gastroepiploica derecha; 11, a. gastroepiploica izquierda.

El vólvulo gástrico es relativamente común, en especial en las razas grandes. En este problema el estómago rota en torno del esófago, por lo general en dirección horaria visto desde atrás, y cierra el esófago en el cardias. El extremo pilórico del estómago, sujeto con menor firmeza por el omento menor y el conducto biliar, se desplaza ventralmente y hacia la izquierda estirando la parte craneal del duodeno a través de la superficie ventral del cardias. La torsión comprime las venas, causando congestión del estómago e ingurgitación del bazo.

El *omento mayor* está excepcionalmente bien desarrollado y se halla plegado sobre sí mismo para formar un saco aplanado, de modo que existen una hoja superficial y otra profunda interpuestas entre la masa intestinal y el piso del abdomen (fig. 3-32). Por lo tanto, en las disecciones o necropsias usuales sólo aparecen partes del hígado, bazo y vejiga urinaria al abrir el abdomen. Entre las hojas está la bolsa omental como espacio potencial.

La hoja superficial se origina en la curvatura mayor del estómago y la profunda en una línea que empieza en el hiato esofágico, corre a lo largo del pilar izquierdo del diafragma hasta la arteria celíaca y después sigue sobre el lóbulo izquierdo del páncreas para llegar al foramen epiploico a la derecha. Las inserciones de las hojas superficial y profunda confluyen a la izquierda, donde la curvatura mayor del estómago está aplicada contra el pilar izquierdo del diafragma, y a la derecha en las cercanías del duodeno, completando el círculo de inserción. La hoja superficial (fig. 3-32[14]) corre en dirección caudal desde su origen, en contacto directo con la pared ventral del abdomen, para llegar a la vejiga urinaria, donde se refleja dorsalmente para convertirse en la hoja profunda (fig. 3-32[13]). Esta hoja corre hacia adelante entre la hoja superficial y las asas yeyunales; en el extremo craneal del yeyuno corre dorsalmente contra la superficie caudal (visceral) del estómago para llegar al lóbulo izquierdo del páncreas, al cual rodea y por medio del cual llega al techo de la cavidad abdominal. El borde derecho de la bolsa omental es ventral respecto del duodeno descendente y el izquierdo se extiende más hacia dorsal hasta el nivel del riñón y de los músculos sublumbares y se complica por una inserción en el hilio del bazo. La parte del omento comprendida entre el pilar izquierdo del diafragma y el hilio esplénico puede conocerse como ligamento frenicoesplénico y la parte más abundante comprendida entre el estómago y el hilio forma el ligamento gastroesplénico. Como complicación adicional, un pliegue sagital (velo omental) con un borde libre caudal conecta la hoja profunda con la superficie izquierda del mesocolon descendente.

El omento mayor siempre contiene grasa. Esta grasa se deposita primero a lo largo de los pequeños vasos epiploicos, impartiendo a la estructura un aspecto acintado, pero en los perros obesos (no tanto en los gatos) forma una capa más o menos continua.

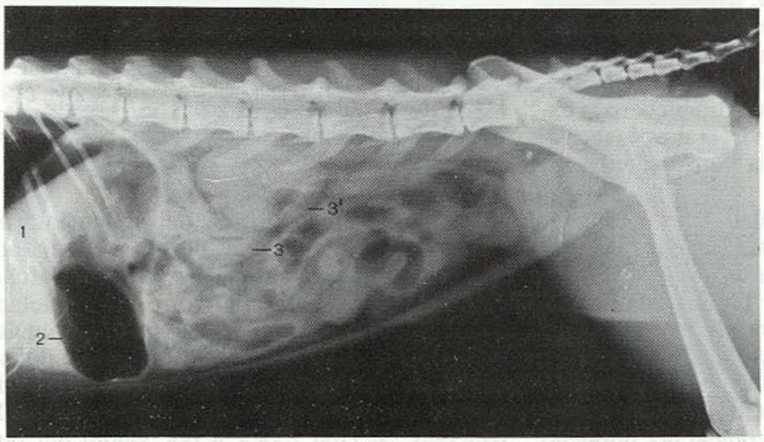
El *omento menor* es mucho más ancho que el corto espacio que debe cubrir entre la curvatura menor del estómago y el hígado. A la derecha se fusiona con el mesoduodeno y el colédoco señala el límite entre los dos.

El estómago del gato es similar al del perro; en las radiografías de las figuras 14-9 y 14-10 se ilustra su topografía y la de los intestinos.

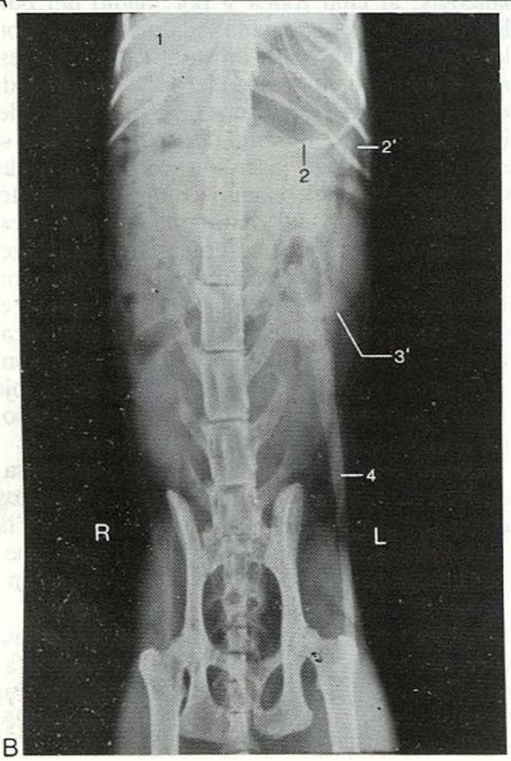
INTESTINOS

Habiendo descrito los rasgos generales del tracto intestinal (p. 144) podemos dedicarnos a sus relaciones con otros órganos y con jalones externos y también en sus inserciones e irrigación sanguínea.

El intestino delgado es relativamente corto, tal vez el triple o cuádruple de la longitud corporal, y de esta dimensión el *duodeno* sólo sue-le aportar unos 25 cm. La parte craneal del duodeno es corta, corre dorsalmente y hacia la derecha, contra la superficie visceral del hígado, más o menos frente al noveno espacio intercostal. Caudalmente se continúa más allá de la porta del hígado como duodeno descendente, que sigue la pared abdominal derecha para llegar a un punto que está tentre la cuarta y la sexta vértebra lumbares (fig. 14-3*B*, [7']). En su recorrido entabla relación a dorsal con el lóbulo derecho del páncreas, ventralmente con la masa yeyunal y a medial con el colon ascendente y ciego (fig. 14-11[5]). El meso del duodeno descendente empieza siendo relativamente largo pero se acorta hacia la flexura caudal, donde



A



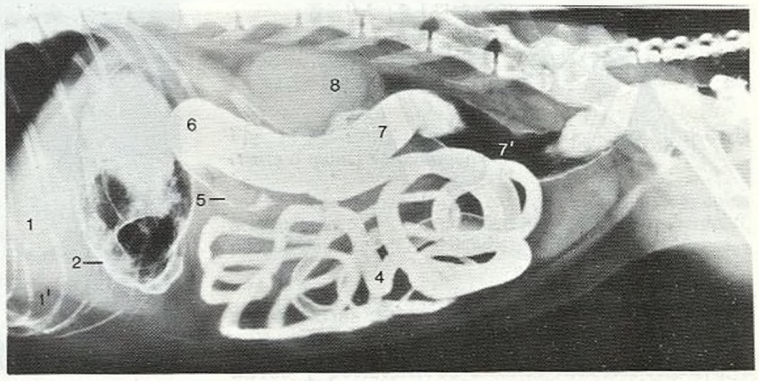
B

Fig. 14-9. Vistas radiográficas lateral (*A*) y ventrodorsal (*B*) del abdomen del gato. *R* = derecha; *L* = izquierda.

1, hígado; 2, gas en el estómago; 2', bazo; 3, riñón derecho; 3', riñón izquierdo; 4, pliegue cutáneo (pliegue del flanco o de la babilla).

el intestino está fijado con firmeza al techo del abdomen. En este nivel un pliegue adicional (duodenocólico), que tiene un borde caudal libre, fija el duodeno con el mesocolon descendente. El duodeno ascendente (fig. 14-11[6]), que empieza en la flexura caudal, está sujeto con mayor firmeza que el segmento precedente y corre hacia adelante, cerca de la línea media, entre el colon descendente a la izquierda y la raíz del mesenterio. En el límite craneal de esta raíz vira en dirección ventral y se continúa con el yeyuno. Otras relaciones de esta parte son el borde medial del riñón izquierdo dorsalmente y la masa yeyunal ventralmente (figs. 14-4*A* y 14-7*B*).

El *yeyuno* y el corto *íleon* forman una masa que oculta la parte ventral del abdomen entre el estómago y la vejiga urinaria (fig. 14-12). Las asas del yeyuno son muy móviles y a primera vista parecen estar dispuestas al azar, pero examinándolas con mayor detenimiento se nota un patrón de distribución. Las asas, en su mayoría sagitales, de la parte proximal son más craneales que las asas más transversas de la parte distal (fig. 14-4*A*). El mesenterio que las suspende es relativamente largo e impone escasa restricción, permitiendo que el intestino se deslice libremente sobre el piso como respuesta a los movimientos respiratorios y de otra índole. Este rasgo permite que el cirujano exteriorice gran parte del yeyuno para mejorar la exposición de los órganos más dorsales. En sentido dorsal la masa yeyunal llega hasta el duodeno descendente a la derecha y hasta el riñón y los músculos sublumbares a la izquierda. Las asas yeyunales suelen estar íntegramente en relación



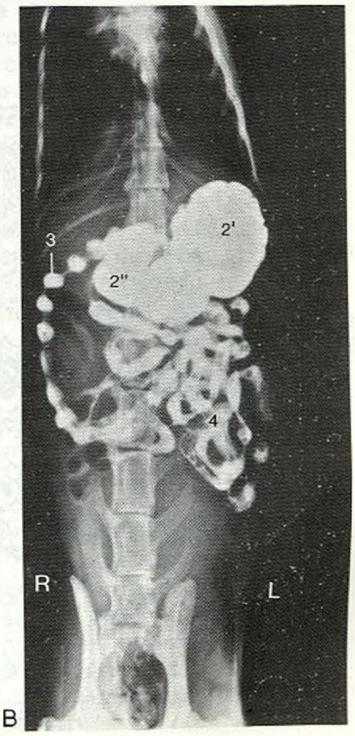


Fig. 14-10. Vistas radiográficas lateral (*A*) y ventrodorsal (*B*) del abdomen del felino después de ingerir una comida baritada. *R* = derecha; *L* = izquierda.

1, hígado; 1', ligamento falciforme cargado de grasa; 2, gas y bario en el estómago; 2', fondo; 2'', porción pilórica del estómago; 3, duodeno descendente, el llamativo aspecto en "cuentas de collar" (característico de los gatos) se debe al peristaltismo segmentario; 4, yeyuno; 5, colon ascendente; 6, colon transverso; 7, colon descendente; 8, riñones (superpuestos).

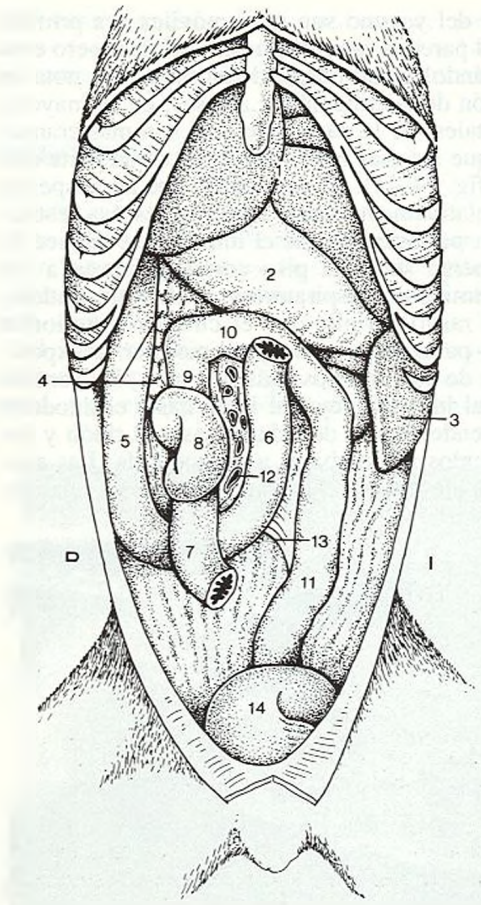


Fig. 14-11. Duodeno, ciego y colon in situ, vista ventral.

1, hígado; 2, estómago; 3, bazo; 4, páncreas; 5, duodeno descendente: 6, duodeno ascendente; 7, íleon; 8, ciego; 9. 10, 11, colon ascendente; transverso y descendente; 12, vasos en la raíz del mesenterio; 13, pliegue duodenocólico; 14, vejiga urinaria.

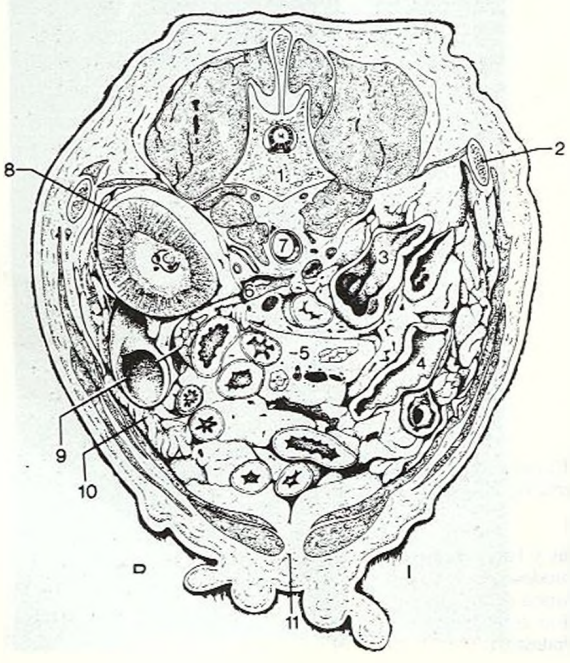


Fig. 14-12. Corte transversal del abdomen a nivel de la primera vértebra lumbar.

1, primera vértebra lumbar; 2, última costilla; 3, colon descendente; 4, colon transverso; 5, nódulos linfáticos y vasos sanguíneos en el mesenterio; ventral a ellos está la masa yeyunal; 6, vena cava caudal; 7, aorta entre los pilares del diafragma; 8, riñón derecho; 9, duodeno descendente y páncreas; 10, omento mayor; 11, línea blanca.

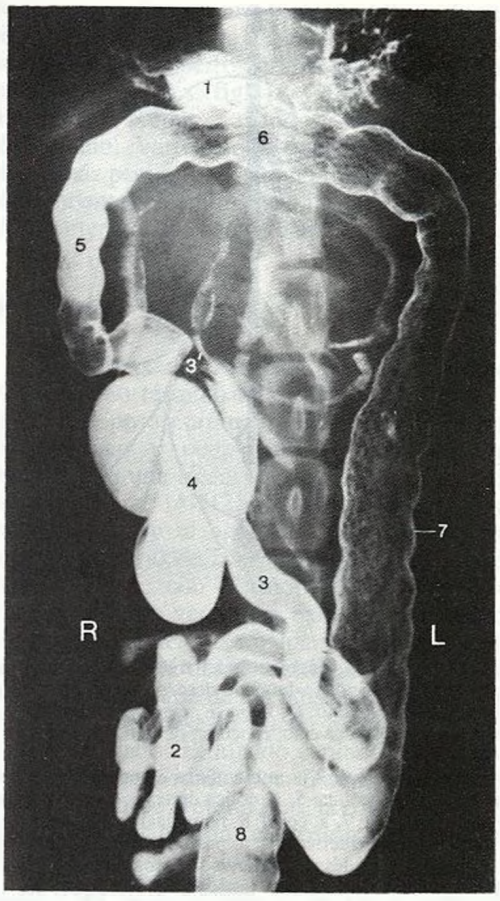


Fig. 14-13. Radiografía ventrodorsal del abdomen del perro después de ingerir una comida baritada. *R* = derecha; *L* = izquierda.

1, resto de bario en el estómago; 2, yeyuno; 3, íleon; 3', unión ileocólica; 4, ciego; 5, 6, 7, colon ascendente, transverso y descendente; 8, recto.

con el plegado omento mayor en su porción central, pero en su porción craneal sólo se interpone la hoja profunda entre ellas y el estómago. El *íleon* se origina en el extremo caudal de la masa y corre hacia adelante y a la derecha para desembocar en el colon ascendente debajo de la primera o segunda vértebra lumbar. En todo el intestino delgado hay placas de nodulillos linfáticos agrupados (Lymphonoduli aggregati) de diversos tamaños y se dice que los más grandes están en el íleon.

En el animal vivo el intestino no está lleno con uniformidad y la mayoría de las partes se hallan aplanadas y moldeadas por la presión de las vísceras adyacentes. La luz puede obliterarse localmente y cuando queda una comunicación la mayoría de las veces se reduce a un estrecho conducto a lo largo de un margen (forma en "ojo de cerradura"). Esto explica los estrechos trazos que suelen representar al intestino delgado en las

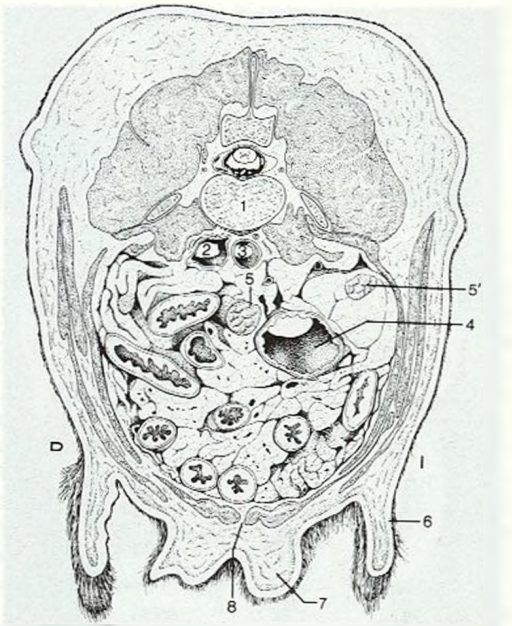


Fig. 14-14. Corte transversal del abdomen a nivel de la cuarta o quinta vértebra lumbar.

1, vértebra lumbar; 2, vena cava caudal; 3, aorta; 4, colon descendente; 5, 5', cuernos uterinos derecho e izquierdo; 6, pliegue del flanco; 7, glándula mamaria; 8, línea blanca.

radiografías obtenidas tras la administración de una comida baritada. Los movimientos segmentarios y peristálticos alteran incesantemente la configuración en el animal vivo.

La unión ileocecócólica tiene la peculiaridad de que el íleon y el colon están alineados y forman un tubo continuo al cual se le une el ciego a un costado. (En las otras especies el ciego y el colon se hallan unidos extremo con extremo). El *ciego* es corto, aunque de longitud variable, y contorneado (figs. 14-11[8]) y 14-13[4]). Está unido al íleon mediante un corto pliegue (ileocecal) y está orientado en dirección craneocaudal, aunque su extremo cerrado redondeado puede apuntar finalmente en cualquier dirección. El ciego se comunica con el colon ascendente por medio del orificio cecocólico adyacente al orificio ileal. El ciego está a la derecha de la raíz del mesenterio y se relaciona con el riñón derecho en su parte dorsal, el duodeno descendente y el páncreas por lateral y con el yeyuno ventralmente. Está debajo de la segunda articulación lumbar y, por ende, se halla más o menos a nivel de la parte más caudal del arco costal.

El ciego del gato es pequeño y en forma de coma. Lo asombroso es que casi siempre se palpa –a nivel de la cuarta vértebra lumbar– y se puede confundir con un tumor o una intususcepción (fig. 14-15[4]).

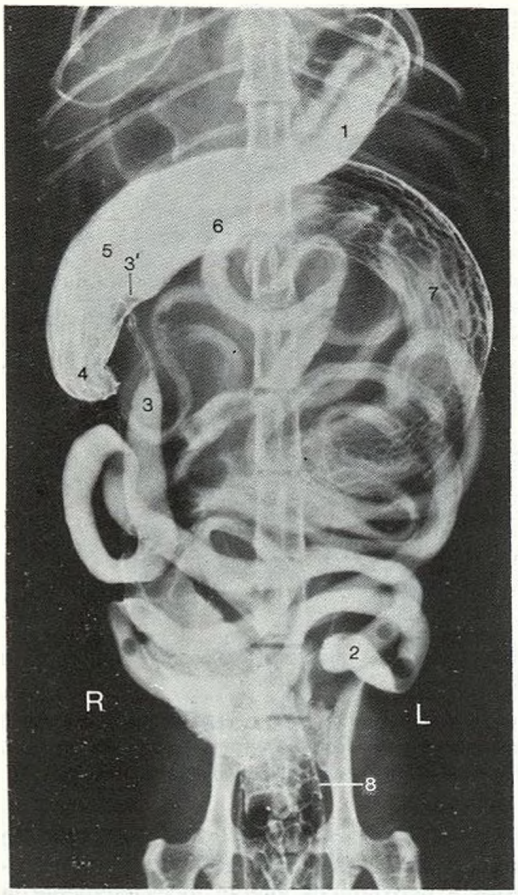


Fig. 14-15. Vista radiográfica ventrodorsal del abdomen del felino después de ingerir una comida baritada. *R* = derecha; *L* = izquierda.

1, resto de bario en el estómago; 2, yeyuno; 3, íleon; 3', papila ileal; 4, ciego; 5-7; colon, la larga parte descendente (7) se ha incurvado a la derecha; 8, recto.

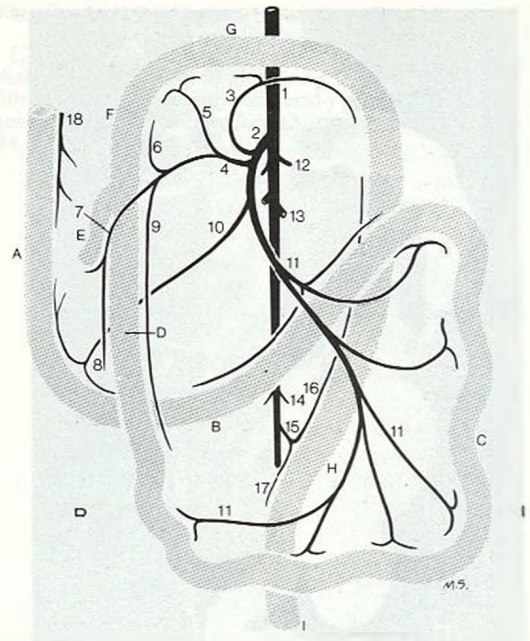


Fig. 14-16. Vasos sanguíneos del tracto intestinal, vista ventral esquemática. *A*, duodeno descendente; B, duodeno ascendente; *C*, yeyuno; *D*, íleon, *E*, ciego; *F*, colon ascendente; *G*, colon transverso; *H*, colon descendente; *I*, recto.

1, aorta abdominal; 2, a. mesentérica craneal; 3, a. cólica media; 4, a. ileocólica; 5, a. cólica derecha; 6, rama cólica de la a. ileocólica; 7, a. cecal; 8, rama ileal antimesentérica; 9, rama ileal mesentérica; 10, a. pancreatoduodenal caudal; 11, arterias yeyunales; 12, arterias frenicoabdominales; 13, arterias renales; 14, arterias testiculares (ováricas); 15, a. mesentérica caudal; 16, a. cólica izquierda; 17, a. rectal craneal; 18, a. pancreaticoduodenal craneal.

El *colon*, de 65 cm de longitud como término medio, sólo es apenas más ancho que el intestino delgado. Se lo reconoce con facilidad porque corre en un área craneal a la raíz del mesenterio y por su descenso casi recto hacia la pelvis, en la cual entra dorsal a la vejiga urinaria (y al útero) (figs. 14-11 y 14-13). La breve parte ascendente está a la derecha, entre el duodeno descendente y la raíz del mesenterio y por lo general toma contacto con la parte pilórica del estómago. Su estrecho mesocolon le permite escasa movilidad. El colon transverso corre de derecha a izquierda, a craneal de la raíz del mesenterio y ventral al lóbulo izquierdo del páncreas. Su inserción es más laxa y se hunde dentro del abdomen; por lo general es la parte más baja del colon en las radiografías laterales. En ocasiones la inserción libre le permite plegarse sobre sí mismo para dar la impresión de que sólo es una flexura que conecta el colon ascendente con el descendente. El colon descendente es, por mucho, el segmento más largo. Corre en dirección caudal a la izquierda de la raíz del mesenterio para llegar a la cavidad pelviana, donde se continúa como recto (fig. 14-3*A*, [6]). Su superficie dorsal se relaciona con el riñón izquierdo y los músculos sublumbares y su superficie ventral con la masa yeyunal; puede estar aplicado contra la pared izquierda del abdomen (fig. 14-14[4]). El colon descendente es el único segmento del tracto intestinal del perro que se puede palpar a través de la pared abdominal, con mayor facilidad si contiene heces firmes.

El colon del gato se ilustra en la radiografía de la figura 14-15.

La *irrigación sanguínea* del intestino proviene principalmente de las arterias mesentéricas craneal y caudal, con una parte del duodeno irrigada por la rama pancreaticoduodenal craneal de la arteria gastroduodenal. Los detalles se ilustran en la figura 14-16.

Varios *nódulos linfáticos* cólicos están dentro de la curvatura del colon ascendente y transverso. Los nódulos yeyunales, más promi-

nentes, se hallan en una posición alta en la raíz del mesenterio; uno, asombrosamente grande (unos 20 cm en perros grandes), acompaña las arterias yeyunales (fig. 14-12[5]). Estos nódulos pueden palparse cuando están aumentados de tamaño. Varios nódulos mesentéricos caudales más pequeños están dentro del mesocolon descendente, diseminados en torno de las ramas de la arteria mesentérica caudal.

HÍGADO

El hígado es relativamente grande (pesa unos 450 g como término medio) y representa el 3 a 4% del peso corporal. Es casi íntegramente intratorácico y ocupa una posición central, aunque con una ligera desviación hacia el lado derecho (figs. 14-3[2] y 14-5). La escasa asimetría se debe al agrandamiento del proceso caudado debajo de las últimas costillas, donde toma contacto con el riñón derecho (fig. 14-6[9]). El borde ventral se extiende a través de los arcos costales y se palparía si no fuese por la grasa que está dentro del ligamento falciforme y por la tensión de los músculos rectos, pero a pesar de todo se lo puede reconocer si está muy agrandado. El hígado canino se halla profundamente dividido por fisuras que corren desde el borde ventral; en la figura 3-47 se ilustra la distribución, extensión relativa y los nombres de los lóbulos.

La superficie craneal concuerda con la curvatura del diafragma, con el cual se halla en extenso contacto y al cual está sujeta por la vena cava caudal incluida en el borde dorsal. La inserción en el centro tendinoso del diafragma se completa por los ligamentos triangulares derecho e izquierdo que son caudolaterales respecto de la vena. Por lo tanto, la mayor parte del hígado se puede separar en la operación para exponer el diafragma. La vesícula biliar se halla profundamente hundida entre los lóbulos, justo a la derecha del plano mediano a nivel del octavo espacio intercostal; suele tomar contacto con el diafragma y siempre aparece en la superficie visceral, aunque es demasiado corta como para llegar al borde ventral (fig. 14-5[8]).

La superficie visceral, aunque cóncava, es irregular porque presenta varias impresiones viscerales. La más grande corresponde al cuerpo del estómago a la izquierda del plano mediano; la porción pilórica y el duodeno causan una impresión más estrecha que conduce a la derecha (fig. 14-6[7]). La otra impresión importante, que se halla en el lóbulo lateral derecho y en el proceso caudado, corresponde al riñón derecho. Otros órganos que pueden tocar el hígado, especialmente cuando el estómago está vacío, no dejan marcas, excepto el páncreas, que se inserta cerca de la porta del hígado. Pueden obtenerse biopsias de tejido hepático haciendo una punción caudal respecto del apéndice xifoides; el instrumento se orienta hacia el gran lóbulo izquierdo para evitar la vesícula biliar (fig. 3-40).

PÁNCREAS

El delgado páncreas consiste en dos ramas o lóbulos que divergen desde la vecindad del píloro. El lóbulo izquierdo tiene una orientación caudomedial y cruza el plano mediano detrás del estómago para ir a terminar contra el riñón izquierdo (fig. 3-50[5]). Divide las ramas de la arteria celíaca respecto de las ramas de la mesentérica craneal y está encerrado dentro de la hoja profunda del omento mayor, donde transcurre a dorsal del colon transverso. En su superficie dorsal lo cruza la vena porta, donde toma contacto con la porta del hígado a la derecha del plano mediano.

El lóbulo derecho, más largo, está orientado en dirección caudodorsal y sigue la superficie dorsal del duodeno descendente dentro del mesoduodeno. Su cara dorsal se relaciona con la superficie visceral del hígado y, detrás de éste, con la superficie ventral del riñón (fig. 14-12[9]). Está a lateral del colon ascendente y dorsal al intestino delgado.

Dos conductos excretores desembocan en el duodeno en el sitio donde los dos lóbulos divergen. El conducto pancreático, más pequeño e inconstante, se une con el colédoco justo antes de que éste desemboque en la papila duodenal mayor, 3 a 6 cm distal al píloro. El conducto pancreático accesorio, que es el conducto principal, desemboca en la papila duodenal menor 3 a 5 cm más allá en el intestino. Ambas papilas se detectan a simple vista. Los sistemas canaliculares de los dos lóbulos se comunican en el espesor del órgano.

RIÑONES Y GLÁNDULAS ADRENALES

Los riñones son cortos, gruesos y en forma de poroto. Están aplicados contra los músculos sublumbares, el derecho frente a las tres primeras vértebras lumbares y el izquierdo, más caudal, frente a la segunda a cuarta (fig. 14-17). Aunque son retroperitoneales, sus posiciones (en particular la del riñón izquierdo) varían según la postura y la respiración. El riñón derecho se encuentra más sujeto porque se halla profundamente incluido en el hígado. En los sujetos obesos los riñones están rodeados por gran cantidad de grasa, aunque en raras oportunidades llegan a ser ocultados por completo por ella.

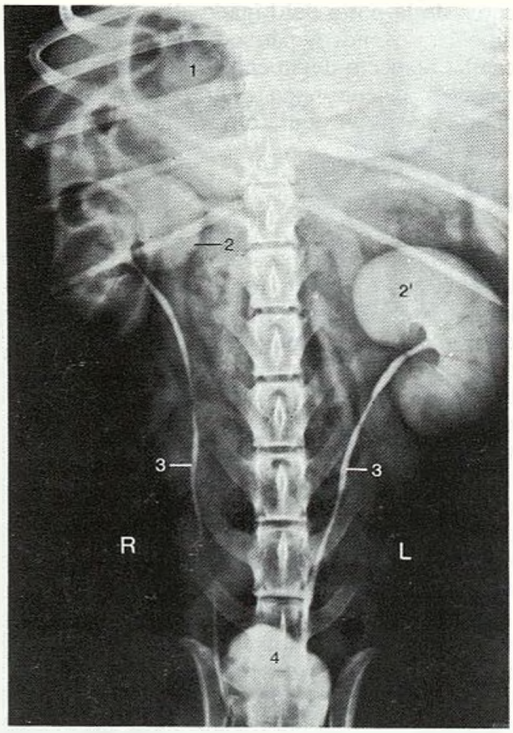


Fig. 14-17. Urograma en un perro. *R* = derecha; *L* = izquierda.

1, gas en el estómago; 2, 2', riñones derecho e izquierdo; 3, uréteres; 4, vejiga urinaria.

El riñón derecho está en relación medialmente con la glándula adrenal derecha y la vena cava caudal, lateralmente con la última costilla y la pared abdominal y ventralmente con el hígado y páncreas (fig. 14-18). El riñón izquierdo está relacionado a craneal con el bazo (o estómago si éste está agrandado), a medial con la glándula adrenal izquierda y la aorta, lateralmente con la pared abdominal y ventralmente con el colon descendente. En la perra los polos caudales de ambos se relacionan con los mesovarios, ocupados por grasa, y los ovarios. El riñón izquierdo se palpa en la mayoría de los sujetos y el derecho sólo en los flacos.

Las arterias y venas renales provienen directamente de la aorta y la vena cava caudal. Las primeras pueden ramificarse antes de entrar en el riñón; también puede haber pequeñas arterias de origen aberrante (fig. 14-19).

Los riñones del gato son relativamente grandes y tienen un aspecto distintivo por las venas capsulares que se irradian sobre la superficie desde el hilio. Son más móviles que los riñones del perro, en especial el izquierdo, al que se puede desplazar en dirección craneal o caudal desde su posición usual debajo de las vértebras lumbares segunda a quinta (fig. 14-9[3,3']); se lo ha confundido con una tumefacción patológica. Las glándulas adrenales de los gatos más viejos a veces están calcificadas y entonces se ven en las radiografías.

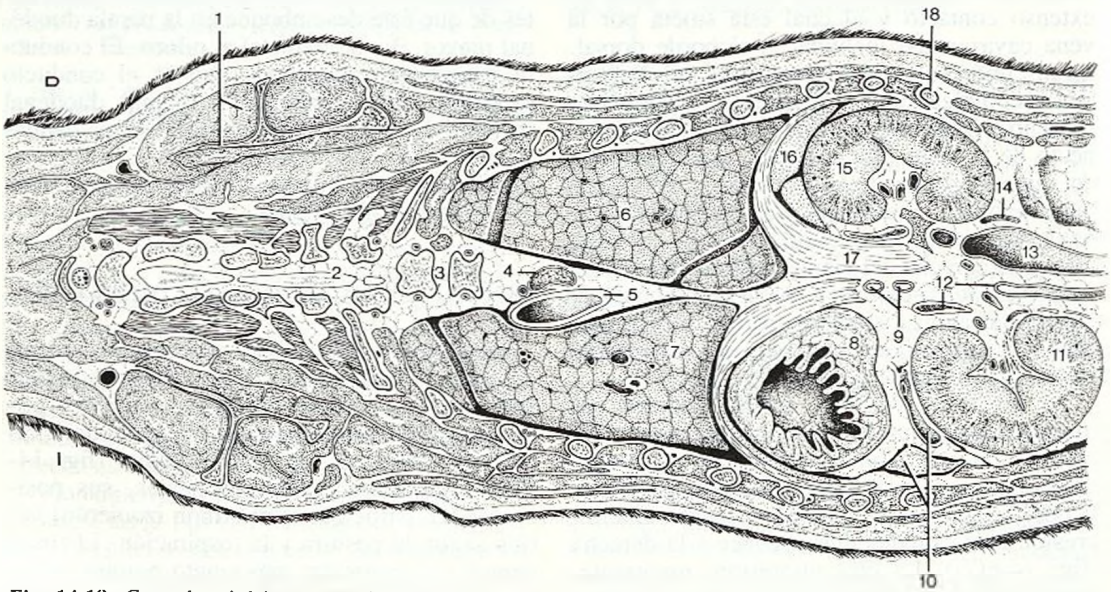


Fig. 14-18. Corte dorsal del tronco a nivel de los riñones.

1, músculo supraespinoso y escápula; 2, médula espinal; 3, sexta y séptima vértebras torácicas; 4, vena ácigos derecha; 5, aorta torácica; 6, 7, pulmones derecho e izquierdo; 8, fondo del estómago; 9, arterias celíaca y mesentérica craneal; 10, vasos esplénicos y bazo; 11, riñón izquierdo; 12, glándula adrenal izquierda y aorta abdominal; 13, vena cava caudal; 14, uréter derecho; 15, riñón derecho; 16, hígado; 17, pilar derecho del diafragma; 18, última costilla.

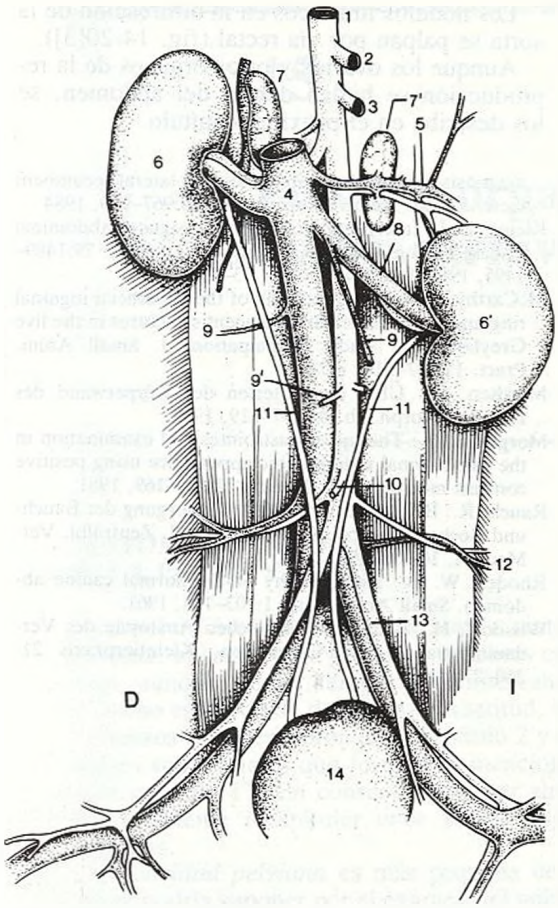


Fig. 14-19. Órganos urinarios y vasos sanguíneos adyacentes del perro in situ.

1, aorta; 2, a. celíaca; 3, a. mesentérica craneal; 4, vena cava caudal; 5, vasos frenicoabdominales; 6, 6', riñones derecho e izquierdo; 7, 7', glándulas adrenales derecha e izquierda; 8, vasos renales izquierdos; 9, venas ováricas; 9', arterias ováricas; 10, a. mesentérica caudal; 11, uréteres; 12, vasos ilíacos circunflejos profundos; 13, vasos ilíacos externos; 14, vejiga urinaria.

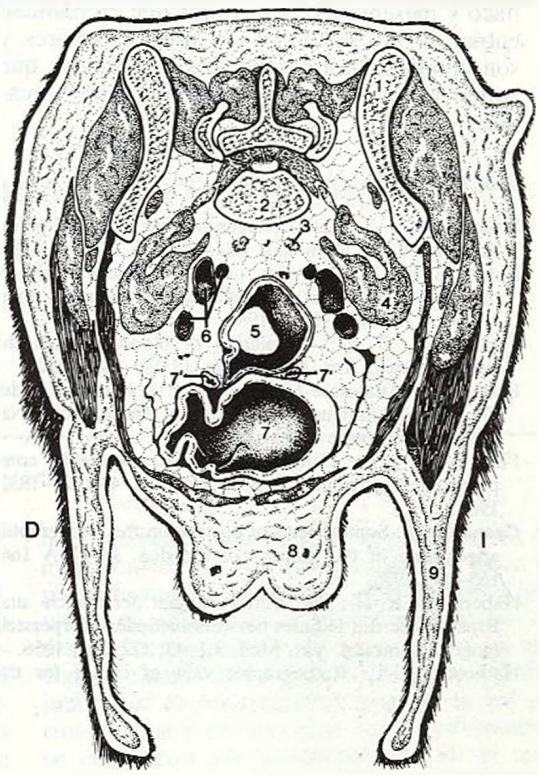


Fig. 14-20. Corte transversal del abdomen a nivel de la séptima vértebra lumbar.

1, ala del ilion; 2, séptima vértebra lumbar; 3, nódulos linfáticos sacros; 4, psoasilíaco; 5, colon descendente; 6, arteria ilíaca interna (más dorsal), vena ilíaca externa y arteria ilíaca externa; 7, vejiga urinaria; 7', cuernos uterinos; 8, glándula mamaria; 9, pliegue de flanco.

En general se considera más prudente exponer un riñón mediante laparotomía para hacer la biopsia y no intentar la punción a ciegas.

En la operación común para castrar las hembras peligran los uréteres, que corren en dirección caudal sobre los músculos psoas 1 a 2 cm a lateral del plano mediano y, por ende, están más cerca de la aorta (o vena cava) que del origen del ligamento ancho (figs. 14-17[3] y 14-19[11]). Cruzan la superficie dorsal (lateral) de los vasos gonadales y la superficie ventral de los vasos ilíacos circunflejos profundos y las grandes ramas terminales de la aorta y la vena cava. En la pelvis los uréteres transcurren en la base del ligamento ancho o del pliegue genital; los del perro macho cruzan sobre la superficie dorsal de los conductos deferentes antes de entrar en la vejiga. La pelvis renal y los uréteres pueden visualizarse en las radiografías cuando se llenan de orina que contiene medio de contraste (urograma, fig. 5-34).

Las *glándulas adrenales* (fig. 14-19[7,7']), de color blanco amarillento, exhiben un aplanamiento dorsoventral y miden unos 2 a 3 cm de largo por 1 cm de ancho. Cada una ocupa el espacio que está a medial del riñón, craneal a los vasos renales y dorsolateral a la aorta o vena cava. Por su superficie ventral cruzan las venas frenicoabdominales, que las indentan; en el lado izquierdo esta superficie también está en relación con el páncreas. La glándula izquierda es más fácil de encontrar porque la derecha está interpuesta entre el riñón, el proceso caudado del hígado y la vena cava.

Estas glándulas son irrigadas difusamente por ramas de vasos adyacentes: la aorta y las arterias renal, frenicoabdominal, lumbares y mesentérica craneal. La inervación proviene de una densa red sobre la superficie dorsal, que sería la continuación de los vecinos plexos ce-

líaco y mesentérico. Las fibras que en realidad entran en las glándulas son preganglionares y son aportadas por los nervios esplácnicos que entran en la cavidad abdominal en las cercanías.

Los nódulos linfáticos en la bifurcación de la aorta se palpan por vía rectal (fig. 14-20[3]).

Aunque los ovarios y otros órganos de la reproducción se hallan dentro del abdomen, se los describe en el próximo capítulo.

BIBLIOGRAFÍA

Baumberger, A.: Die Magendrehung des Hundes. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 121:179–185, 1979.

Bunch, S. E., D. M. Polak, and W. E. Hornbuckle: A modified laparoscopic approach for liver biopsy in dogs. JAVMA 187:1032–1035, 1985.

Christensen, G. C.: Circulation of blood through the canine kidney. Am. J. Vet. Res. 13:236–245, 1952.

Feuquer, J.: Anatomie Topographique du Peritoine et des Organes abdominaux chez le Chien. Thèse, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, 1948.

Fike, J. R., et al.: Canine anatomy as assessed by computerized tomography. Am. J. Vet. Res. 41:1823–1832, 1980.

Grandage, J.: Some effects of posture on the radiographic appearance of the kidneys of the dog. JAVMA 166: 165–166, 1975.

Habermehl, K.-H.: Die Verlagerungen der Bauch- und Brustorgane des Hundes bei verschiedenen Körperstellungen. Zentralbl. Vet. Med. 3:1–43; 172–204, 1956.

Hathcock, J. T.: Radiographic view of choice for the diagnosis of gastric volvulus: the right lateral recumbent view. J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 20:967–969, 1984.

Kleine, L. J.: Interpreting radiographic signs of abdominal disease in dogs and cats (4 parts). Vet. Med. 79:1489–1495, 1984; 80:39–47, 50–64, 73–85, 1985.

McCarthy, P. H.: The anatomy of the superficial inguinal ring and its contained and adjacent structures in the live Greyhound—a study by palpation. J. Small Anim. Pract. 17:507–518, 1976.

Marthen, G.: Über die Arterien der Körperwand des Hundes. Morph. Jb. 84:187–219, 1939.

Morgan, J. P.: The upper gastrointestinal examination in the cat: Normal radiographic appearance using positive contrast medium. Vet. Radiol. 22:159–169, 1981.

Rauch, R.: Beitrag zur arteriellen Versorgung der Bauch- und Beckenhöhle bei Katze und Hund. Zentralbl. Vet. Med. A, 10:397–406, 1963.

Rhodes, W. H.: Radiography of the normal canine abdomen. Small Anim. Clin. 1:103–108, 1961.

Wissdorf, H.: Beitrag zur klinischen Anatomie des Verdauungstraktes der Carnivoren. Kleintierpraxis 21 260–270, 1976.

15

Pelvis y órganos reproductores de los carnívoros

ANATOMÍA GENERAL DE LA PELVIS Y PERINÉ

La pelvis ósea está formada por la cintura pelviana, el sacro y las primeras vértebras caudales, aunque, como siempre, el límite caudal derecho es difícil de definir con exactitud. Estos huesos se describieron en el capítulo 2 y los músculos superficiales que forman se mencionan en el capítulo 17. En consecuencia, por ahora será suficiente recapitular unos pocos rasgos generales.

La *cavidad pelviana* es más pequeña de lo que se podría suponer por el examen del animal intacto o de la cintura pelviana aislada. La discrepancia entre lo previsto y la realidad se debe a la escasa profundidad de la parte caudal del abdomen y al ángulo agudo (unos 30 grados) que forman los iliones y la columna vertebral (fig. 15-1). La pronunciada oblicuidad de la entrada de la pelvis sitúa el reborde pubiano a nivel del límite caudal del sacro o más atrás todavía. Los cuerpos ilíacos no son del todo paralelos y la entrada pelviana es más ancha en su parte media y su parte más estrecha es la dorsal. Por excepción entre las especies domésticas, la salida de la pelvis está menos limitada que la entrada y posee considerable capacidad para agrandarse todavía más mediante la elevación de la cola detrás del sacro, que es muy corto. Sólo una pequeña parte de la pared lateral es ósea porque ni la espina isquiática ni la tuberosidad isquiática ascienden mayormente. En el perro el ligamento sacrotuberoso ha quedado reducido a un estrecho cordón que, cubierto por el músculo glúteo superficial, se extiende entre la tuberosidad isquiática y el ángulo caudolateral del sacro (fig. 2-19*A*); falta por completo en el gato.

El eje del corto canal pelviano es casi recto y, en general, su conformación parece estar bien adaptada para facilitar la parición. El dimorfismo sexual no es pronunciado y no se ha prestado mucha atención a las mediciones pelvianas en obstetricia de pequeños animales. La desproporción entre el feto y la madre es más común cuando la camada es pequeña y el feto individual es relativamente grande, en los perros enanos y en las razas cuya conformación se caracteriza por acondroplasia. En el tacto rectal el canal pelviano del perro joven tiene la forma de un reloj de arena y esto puede sugerir erróneamente una fractura pelviana.

El periné está un poco inclinado hacia caudal y se halla oculto en su mayor parte cuando el animal tiene baja la cola. Cuando está erecta, exhibe un redondel de tegumento glabro en torno del orificio anal y, un poco más a ventral, la vulva o la raíz del pene; estos rasgos se consideran con mayor detalle más adelante. Naturalmente, la prominencia de la *fosa isquiorrectal*, comprendida entre el ano y la tuberosidad isquiática, varía según el pelaje y el grado de obesidad. La fosa está limitada por el ligamento sacrotuberoso y la cara profunda del músculo

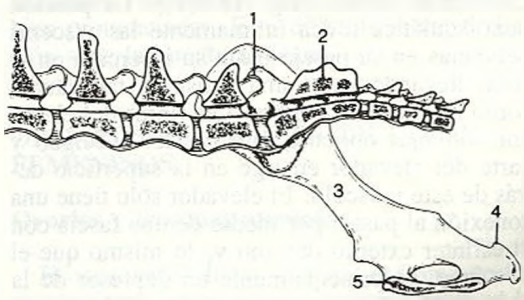


Fig. 15-1. Mitad derecha de la pelvis ósea del perro, vista medial.

1, articulación sacroilíaca; 2, sacro; 3, cuerpo del ilion; 4, tuberosidad isquiática; 5, sínfisis.

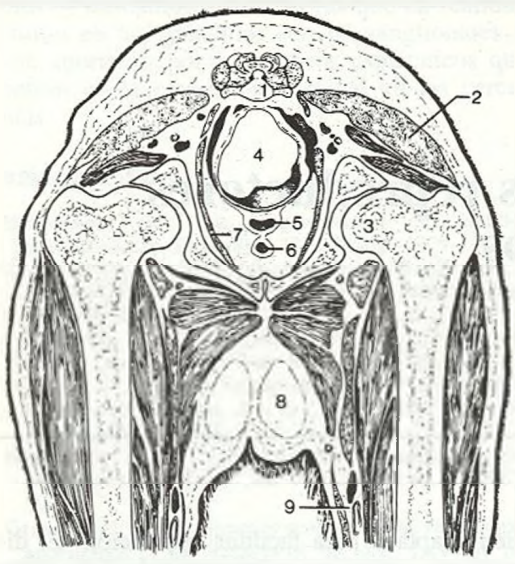


Fig. 15-2. Corte transversal de la pelvis del perro a nivel de la articulación de la cadera.

1, vértebra caudal; 2, músculo glúteo superficial; 3, cabeza del fémur en el acetábulo; 4, recto suspendido por un corto mesorrecto; 5, vagina; 6, uretra; 7, elevador del ano; 8, glándula mamaria inguinal; 9, arteria y vena femorales.

glúteo superficial por lateral y por la cara superficial del coccígeo a medial. La recorren los grandes vasos glúteos caudales que transcurren aplicados contra la pared lateral y los troncos principales y ciertas ramas de los vasos pudendos internos y el nervio pudendo, más mediales, cerca del piso (fig. 15-8[2,3]).

El *diafragma pelviano* tiene la composición usual. El músculo lateral, coccígeo, posee un origen tendinoso en la espina isquiática y se inserta en la cara lateral de la cola, entre las vértebras segunda y quinta (fig. 3-43[1]). El elevador del ano, más profundo y más fino (fig. 3-43[2]) tiene un origen más ancho que va desde el cuerpo del ilion hasta el piso de la pelvis, a lo largo del cual transita, directamente al costado de la sínfisis (fig. 15-2[7]). La porción puboisquiática rodea íntimamente las vísceras pelvianas en su pasaje hasta su inserción en la cola, llegando hasta una situación tan caudal como la séptima vértebra. Las fibras del elevador son más oblicuas que las del coccígeo y parte del elevador emerge en la superficie detrás de este músculo. El elevador sólo tiene una conexión al pasar, por medio de una fascia con el esfínter externo del ano y, lo mismo que el coccígeo, es principalmente un depresor de la cola, pero su inserción por medio de fascia, le permite contribuir a fijar el ano durante la defecación. El tono de ambos músculos es importante para retener las vísceras pelvianas en su sitio y su parálisis o atrofia puede producir hernia perineal, en la cual los órganos de la pelvis se desplazan y forman un bulto al costado del ano. Para hacer la reparación quirúrgica de este problema se debe suturar el esfínter externo con el coccígeo, el obturador interno y el ligamento sacrotuberoso en torno de los márgenes del espacio.

Los vasos sanguíneos y los nervios de la pelvis se describieron lo suficiente en los capítulos generales (pp. 261 y 338). Como sólo existen tres nervios espinales sacros, los orígenes de los nervios pudendo, rectal caudal y pelviano se hallan un tanto comprimidos y son comunes las variaciones en las ramificaciones de los dos primeros. Los nervios pudendo y rectal caudal emiten fibras aferentes y eferentes para el periné y su integridad es necesaria para el funcionamiento del reflejo perineal, que sirve para juzgar la profundidad de la narcosis. La piel modificada que rodea el ano es particularmente sensible y basta un toque suave para suscitar una enérgica contracción del esfínter anal del animal consciente o sometido a anestesia superficial.

RECTO Y ANO

El *recto* se continúa con el conducto anal a ventral de las vértebras caudales segunda o tercera. Su posición craneal es intraperitoneal y está unida al techo de la pelvis mediante un corto mesorrecto (fig. 15-2[4]); la porción caudal se torna enteramente retroperitoneal una vez que la cubierta peritoneal se ha reflejado en las paredes pelvianas y la superficie dorsal del tracto reproductor (hembra) o próstata (macho). Las relaciones dorsales del recto comprenden los músculos ventrales de la cola y ciertos fascículos musculares lisos (rectococcígeo) que corren en dirección caudal desde la pared rectal hasta la superficie inferior de la cola; estos fascículos contribuirían a desplazar el ano en dirección caudal cuando una columna de heces desciende desde el colon. Las relaciones ventrales del recto de la perra son el cuello y quizás el cuerpo del útero, además de la vagina; en el perro son la próstata y la uretra. Lateralmente el recto está limitado por el músculo elevador y lo cruzan los vasos pudendos internos y los nervios ciático, pelviano, pudendo y rectal caudal; una almohadilla adiposa confiere al recto cierta libertad para desviarse de su curso mediano usual.

En la mayoría de las razas la luz del recto es lo suficientemente amplia como para permitir la exploración digital de las paredes pelvianas y su contenido. Los elementos que se pueden identificar comprenden gran parte del esqueleto pelviano y la próstata o el tracto femenino. La

cosa rectal tiene un aspecto punteado porque muchos nodulillos linfáticos que posee es- indentados por una cripta.

a corta porción columnar inicial (unos 7) del *conducto anal* es modelada por los va- subyacentes en una serie de crestas longitu- les cuya interdigitación contribuye a man- r la continencia (fig. 3-42[2]). Estas cres- erminan en una línea dentada que represen- unión entre el epitelio intestinal columnar epitelio cutáneo estratificado. La zona cu- a externa presenta una extensión variable; iel modificada que cubre esta última parte conducto puede evertirse para aparecer o una placa purpúrea en la superficie peri- . en especial cuando la defecación es inmi- te. En este momento el orificio anal adopta forma triangular en lugar de la hendidura sversal usual (fig. 10-27).

odos los carnívoros (con excepción de los s) poseen un par de *sacos paraanales* (sinus nalis encerrados entre los esfínteres exter- interno del ano. En el perro miden cerca cm de diámetro y drenan por medio de cortos conductos que desembocan en un ventrolateral respecto del orificio anal, tos o expuestos en la superficie perineal se- las circunstancias fisiológicas (fig. 3-]). Los sacos, que por lo común se blo- an o se infectan en los perros, pueden exa- arse mediante palpación externa o tacto al. También existen en los gatos, pero mu- veces su presencia se descuida en esta es- e porque es raro que estén afectados por ermedad. Los sacos almacenan la secreción cea de unas glándulas espiraladas que se an congregadas en la parte fúndica del re- timiento; este material maloliente se extruye malmente al finalizar la defecación y sirve marcador para identificar al animal frente a os miembros de su especie. Además existen unas pequeñas glándulas anales dentro de la zona columnar y unas glándulas circunanales mucho más grandes y más numerosas dentro de la zona cutánea; estas últimas se tornan mucho más numerosas a medida que avanza la edad.

VEJIGA Y URETRA FEMENINA

Aunque el cuello de la vejiga puede penetrar un poco en la cavidad pelviana, la mayor parte del órgano se ve apenas se retira el piso del abdomen porque el omento mayor no lo cubre. Su tamaño es muy variable y cuando se distiende demasiado, como sucede en animales que viven dentro de la casa y no se les permite orinar, puede llegar hasta el ombligo e incluso más adelante (fig. 15-3). En los perros que tienen libertad es raro que la vejiga sea muy grande

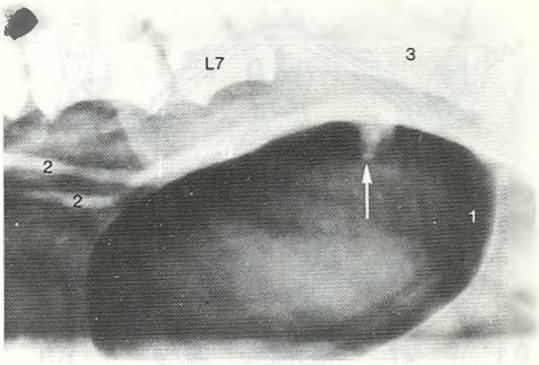


Fig. 15-3. Vejiga del perro visualizada mediante la introducción de aire. Nótense los uréteres superpuestos sobre la luz (flecha).

1, extremo caudal de la vejiga; 2, uréteres; 3, cuerpo del ilion.

porque la frecuente emisión de orina cumple una función social (marcadora por el olfato), además de excretoria.* La vejiga se puede identificar al palpar el abdomen cuando está moderadamente distendida o muy llena. Se debe palpar con cuidado porque si la distensión es excesiva se puede romper con facilidad. El aumento moderado de tamaño no se acompaña de un aumento de la tensión y las radiografías obtenidas en este estado con medio de contraste revelan que los contornos de la vejiga se adaptan a los de los órganos adyacentes (fig. 5-34). Cuando está contraído al máximo, el órgano es globuloso.

La cubierta peritoneal, que comprende la parte craneal de la uretra, se refleja en los pliegues laterales y mediano ventral. La *uretra femenina* es relativamente larga. Se origina en la parte craneal de la pelvis y sigue la sínfisis para desembocar en el piso del vestíbulo, inmediatamente detrás de la unión vestibulovaginal. El orificio está elevado sobre un tubérculo que continúa hasta cierta distancia sobre el piso del vestíbulo, flanqueado por unas depresiones bien pronunciadas. Esto dificulta la cateterización si se la intenta a ciegas.

ÓRGANOS DE LA REPRODUCCIÓN FEMENINOS

Ovarios y trompas uterinas

El mesovario distal y el mesosálpinx se fusionan extensamente para crear una bolsa en la

* Además de la marcación, la ostentación de levantar la pata que hace el perro macho al orinar, afirmaría superioridad. Los gatos también dan un uso social a la micción (véase más adelante).

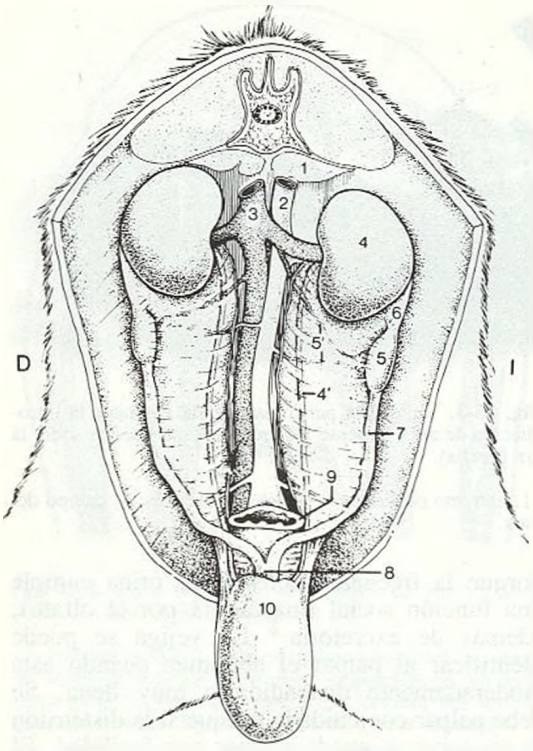


Fig. 15-4. Ovarios y útero de la perra in situ, vista ventral.

1, músculos psoas; 2, aorta; 3, vena cava caudal; 4, 4', riñón y uréter izquierdos; 5, ovario; 5', vasos ováricos; 6, ligamento suspensor del ovario; 7, cuerno uterino; 8, cuerpo del útero; 9, recto; 10, vejiga reflejada en dirección caudal.

cual el ovario sobresale y se halla atrapado. Estos pliegues contienen mucha grasa en las perras (mucho menos en las gatas) y ocultan en gran medida al ovario (fig. 5-57*B*). Al exponerlo, se comprueba que el ovario es un cuerpo elipsoide firme y aplanado que mide unos 15 × 10 × 6 mm en animales del tamaño de un Beagle. Sus contornos son menos regulares en las fases del ciclo del estro, en que existen grandes folículos o cuerpos amarillos.

Los ovarios están cerca de los pelos caudales de los riñones y hasta en contado con ellos, de modo que, como consecuencia de la posición asimétrica de los riñones, el ovario izquierdo es un poco más caudal que su homólogo. Aunque en la actualidad la mayoría de las castraciones (extirpación de los ovarios y cuernos uterinos, ovariohisterectomía) se hacen mediante incisiones en la línea media, muchas veces se emplea un abordaje lateral optativo en las gatas. La incisión en el flanco se traza cerca de la cresta ilíaca en la confiada expectación de que el ovario será fácilmente accesible. El ovario derecho suele estar en un sitio dorsal o dorsolateral respecto del colon ascendente y el izquierdo entre el extremo dorsal del bazo y el colon descendente. El alargamiento de las inserciones en los animales más viejos, en especial si han tenido pariciones, confiere a los ovarios mayor movilidad.

Además el ovario está fijado por los ligamentos suspensor y propio. El primer ligamento es un pliegue peritoneal engrosado a lo largo de su borde libre, que se inserta en la superficie medial de la última costilla (fig. 15-4[6]); se prolonga en dirección caudal como ligamento propio, que se extiende más allá del ovario para fusionarse con la punta del correspondiente cuerno uterino. El ligamento suspensor dificulta la exteriorización quirúrgica del ovario.

La entrada a la bolsa ovárica ha quedado reducida a una hendidura en la pared medial, que por lo general se evidencia por la protrusión de unas pocas fimbrias infundibulares de tinte oscuro. El infundíbulo se continúa con la parte más estrecha de la trompa uterina, que no está obviamente dividida entre la ampolla y el istmo. Estas partes siguen un recorrido tortuoso dentro de las paredes de la bolsa; no teniendo en cuenta las acodaduras y curvas menores, la trompa describe una curva amplia que primero corre en dirección craneal en el mesovario distal, antes de cruzar más allá del ovario para encaminarse en dirección caudal en el mesosálpinx. Termina en una unión abrupta con el cuerno del útero. Aunque en la mayoría de los sujetos la trompa está oculta por depósitos de grasa, la parte terminal suele ser visible.

Útero

El útero, que en su mayor parte está a dorsal del intestino delgado, consiste en un cuerpo muy corto (unos 2 a 3 cm) del cual divergen dos cuernos largos y delgados (unos 12 × 1 cm) (fig. 15-4[8,7]). El cuerpo está cerca del reborde pubiano, pero puede hallarse en situación abdominal o pelviana. En realidad es más corto todavía de lo que la inspección externa sugiere porque existe un breve tabique interno que se continúa caudalmente desde la unión de los cuernos. El cuello también es muy corto –su conducto apenas mide 1 cm de largo– pero su engrosamiento textural se prolonga más allá del orificio externo como un pliegue en la pared dorsal de la vagina (fig. 15-5[4]). El orificio mira en dirección caudoventral y esta orientación, combinada con la asimetría del fórnix y la fisura de la prolongación cervical, hace que sea bastante difícil identificarlo incluso con ayuda de un espéculo.

Los *ligamentos anchos* también suelen contener mucha grasa. Son más anchos en su parte media que hacia sus extremos y permiten que los cuernos del útero sean muy móviles. Un

sgo insólito es que de la superficie lateral se sprende un pliegue peritoneal que corre hacia canal inguinal y a través de él para terminar un sitio inconstante entre la ingle y la vulva. pliegue está engrosado en su borde libre (li- mento redondo) y esto dilata un poco el ca- , predisponiendo a la hernia inguinal, que es i una prerrogativa masculina en otras espe- s. Como el cuerno uterino es el órgano que ne mayor probabilidad de herniarse, en oca- nes se plantea la extraña situación en que el ro grávido queda atrapado en una posición ocutánea, de modo que el feto que se desa- lla en esta situación debe extraerse mediante a incisión aparte en caso de que no se reduz- a su debido tiempo en el abdomen la parte niada.

gina, vestíbulo y vulva

La vagina es muy larga (unos 12 cm) y corre rizontalmente a través de la pelvis antes de roducirse más allá de la arcada isquiática ra unirse con el vestíbulo (fig. 5-39[5,9]). arte del prominente pliegue dorsomediano prolonga el cuello uterino por una corta tancia, el interior del órgano no distendido halla obstruido por los pliegues irregulares forma su pared naturalmente. Estos plie- s terminan en la unión de la vagina con el tíbulo. El vestíbulo continúa la inclinación cendente de la vagina, que debe tenerse en nta al introducir un espéculo vaginal u otro trumento (fig. 5-2). Este instrumento debe entarse en dirección craneodorsal para sor- r la arcada isquiática antes de que se lo pue- avanzar horizontalmente. Durante estos exá- enes el pliegue dorsal se combina con las pa- des laterales y ventral de la vagina para simu- r un cuello (seudocervix).

La parte craneal del piso vestibular exhibe el resalte de la desembocadura de la uretra y las depresiones que lo flanquean, en tanto que la parte caudal presenta la fosa en la cual se proyecta el glande de clítoris (fig. 15-5[8,7]). Unas placas más oscuras en las paredes laterales señalan las posiciones de los bulbos vestibulares, que están bien desarrollados en la perra pero son más tenues y más difusos en la gata. Sólo existen glándulas vestibulares mayores en la gata.

Los gruesos labios de la vulva se unen en una comisura dorsal redondeada y otra ventral aguzada. Los pliegues más laterales que se ven a veces serían homólogos de los labios mayores de la anatomía humana. Los pilares y el cuerpo del clítoris poseen escaso tejido eréctil; el glande consiste en su mayor parte en tejido fibroadiposo, pero a veces contiene un hueso pequeño, el os clítoris (hueso del clítoris).

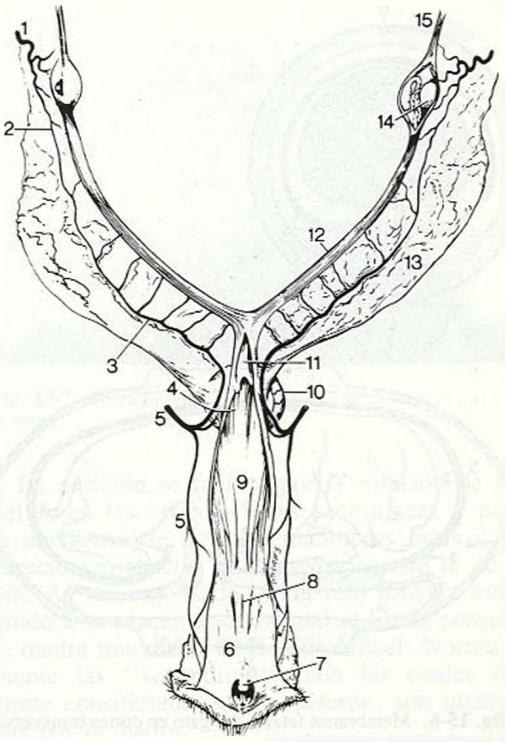


Fig. 15-5. Órganos reproductores de la perra, vista dorsal. Se han abierto la bolsa ovárica derecha y las partes caudales del tracto.

1, arteria ovárica; 2, rama uterina de la arteria ovárica; 3, arteria uterina; 4, pliegue dorsomediano continuación del cuello; 5, arteria vaginal; 6, vestíbulo; 7, clítoris; 8, orificio uretral externo; 9, vagina; 10, vejiga urinaria; 11, cuello uterino; 12, cuerno uterino derecho; 13, ligamento ancho; 14, ovario derecho; 15, ligamento suspensor del ovario. (Según Horowitz.)

La vascularización del útero depende de las ramas de las arterias ovárica y uterina, esta última es una rama de la vaginal (fig. 15-5[1,5]). Estos vasos pasan cerca de los extremos del útero pero se alejan en la porción intermedia del ligamento ancho. La proximidad de la arteria uterina con el cuello uterino permite fijar con firmeza la ligadura arterial en el muñón uterino para impedir que se deslice al extirpar quirúrgicamente la masa principal del útero. Casi todo el útero es drenado por una gran rama uterina de la vena ovárica.

Cambios funcionales

Se suele decir que las perras entran en celo dos veces por año –en primavera y otoño–, pero no es infrecuente que ocurran tres celos. De todas maneras, incluso en estos casos la mayor parte del año está constituido por períodos de anestro. Las gatas son más irregulares

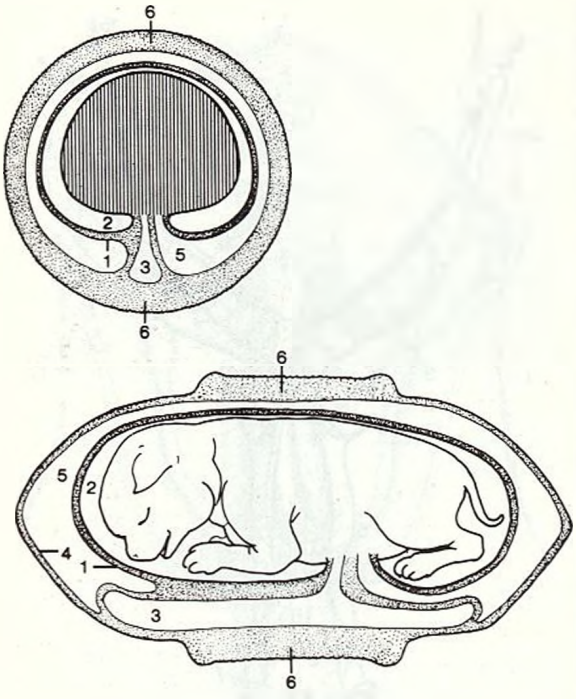


Fig. 15-6. Membranas fetales del gato en cortes transversal y longitudinal esquemáticos.

1, amnios; 2, cavidad amniótica; 3, saco vitelino; 4, corioalantoides; 5, cavidad alantoica; 6, placenta zonal.

todavía en este sentido y hasta pueden ocurrir cuatro ciclos, en lugar de los usuales. El primer celo se produce más o menos a los 6 a 9 meses de edad en las perras y a los 6 a 12 meses en las gatas, según su época de nacimiento.

Los órganos de la reproducción, inactivos durante el anestro, se desarrollan rápidamente en el proestro cuando, en un período de una semana, se agranda un conjunto de folículos. Ahora el útero se alarga y se engruesa, su endometrio prolifera y todo el tracto reproductor se torna hiperémico. La vulva engrosada y edematosa emite una secreción uterina serosa teñida de sangre por diapodesis a partir de los vasos endometriales ensanchados. El estro también dura más o menos una semana. La hipertrofia endometrial y la hiperemia persisten, pero la secreción se torna cada vez menos sanguinolenta. A la ovulación, que se produce más o menos al segundo día, le sigue la rápida formación de cuerpos amarillos, los cuales pueden estar maduros hacia el final del estro.* La separación del diestro y metaestro es difícil de determinar porque muchas veces existe un período (dos a ocho semanas) de seudopreñez durante el cual la perra exhibe los signos físicos y de comportamiento usuales de la preñez aunque no haya ocurrido la fecundación; es probable que se pueda relacionar la seudopreñez con un período de diestro muy prolongado. El cuello uterino se halla firmemente cerrado durante el diestro y el metaestro y entonces las secreciones que se habrían utilizado para nutrir a los embriones se acumulan tanto que pueden distender el útero; a menudo sobreviene entonces una infección, causando un estado (piometra) que puede requerir histerectomía.

Las respuestas del epitelio vaginal a los cambios de los niveles hormonales son más acentuadas que en otras especies domésticas y los extendidos vaginales permiten reconocer la etapa del ciclo. Durante el proestro existen abundantes células epiteliales cornificadas y eritrocitos, pero mientras que las primeras persisten durante el estro, los segundos se tornan cada vez menos numerosos a medida que se presentan los leucocitos.

Las etapas del ciclo también se reflejan en el aspecto macroscópico del revestimiento vaginal, incluso el que cubre al pliegue dorsomediano. En el proestro el revestimiento se torna edematoso y forma unos pliegues blandos prominentes. A medida que los niveles de estrógenos caen rápidamente durante el estro, la pared vaginal pierde agua y el revestimiento se arruga hasta que más o menos a los cuatro días de la ovulación la superficie semeja papel crepe. Pocos días más tarde la mucosa se aplana y presenta áreas de descamación de la capa superficial cornificada de epitelio; esto permite que los vasos sanguíneos vuelvan a transparentarse una vez más.

Los óvulos entran en el útero más o menos al sexto día de su liberación. Si han sido fecundados, se implantan al cabo de diez días más y esta demora les permite encontrar sitios debidamente espaciados entre sí. Aunque primero se establece una inserción coriovitelina (saco vitelino) que es eficaz al comienzo de la gestación, posteriormente es reemplazada por la placenta corioalantoidea definitiva (fig. 15-6[6]). La placenta se desarrolla mediante invasión del endometrio por unas vellosidades que crecen a partir de una amplia banda de corion que rodea el tronco del falo, continuando un proceso de erosión que había comenzado antes en las regiones no vasculares (corioamnióticas) y en torno de la inserción del saco vitelino. La erosión conduce a la interdigitación de finas placas de tejido fetal con laminillas endometriales reducidas a poco más que el endotelio capilar materno. La barrera textural de esta placenta básicamente corioendotelial se reduce todavía más en los márgenes de la banda zonal, donde la sangre extravasada de los vasos

* En la gata la ovulación no es espontánea, sino que se induce con el coito.

ternos baña directamente el tejido fetal. La gradación de la hemoglobina en estos hemamas marginales es responsable de la brillante mentación verde que contraste con el rojo enso de la mayor parte de la placenta (Lámi- 1C). Solamente cierta cantidad de anticuer- s de la madre penetra en la placenta; la yor parte (cerca del 75%) de la inmuniza- n pasiva del neonato se transfiere con el ca- tro.

Al principio el útero se agranda localmente ada concepto está confinado dentro de un rosamiento globuloso limitado por regiones constricción. Estas ampollas individuales sisten hasta más o menos los 40 días (en a gestación que promedia 63 días), cuando s constricciones empiezan a relajarse y se ma un útero expandido con mayor uniformidad. Las posiciones de los fetos individuales davía son obvias a la inspección porque todo espesor de la pared uterina es muy vascular los sitios donde están las placentas. Los rnos uterinos están relativamente fijos en s extremos y, al alargarse, describen unas as que al principio se doblan en dirección neal desde la inserción ovárica, antes de plazarse ventralmente y luego en dirección dal para alcanzar el cuerpo uterino. La forde estas asas es más complicada todavía ndo la camada es numerosa y las radiogra- obtenidas al final de la preñez (cuando los ueletos fetales se han calcificado) a veces estran los cachorros dispuestos en confusa raña (fig. 15-7).

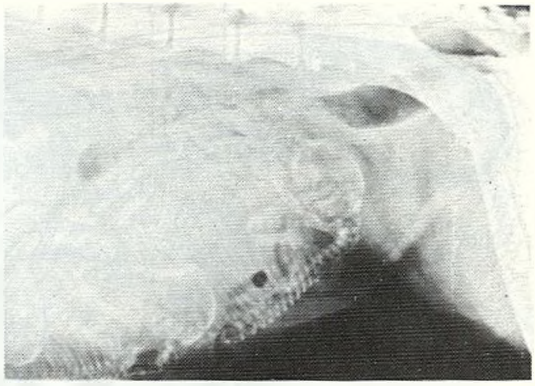


Fig. 15-7. Perra preñada con varios fetos. Nótese el gas en el recto.

La parición se facilita por la rotación de la pelvis en las articulaciones sacroilíacas y por la elevación de la cola, maniobras éstas que acrecientan mucho las dimensiones de la pelvis. Al ser expulsado, cada feto todavía está unido a su placenta, de la cual se libera porque la madre muerde el cordón umbilical. Normalmente las "secundinas", con las cuales se emite considerable tejido materno, son ingeridas por la madre.

En los cuadros 15-1 y 15-2 se consignan fechas de la maduración de los fetos del perro y gato. Aunque para obtener información detallada el lector tendrá que recurrir a otras fuentes, conviene tener en cuenta estas guías elementales para estimar la edad fetal.

adro 15-1. *Guía para la determinación de edad en fetos de perro*

Semanas	*Longitud corona-anca (cm)*	*Rasgos externos*
3	±1	Embrión en C: se forman los esbozos de los miembros.
4	±2	Existe la placa de la mano; surcos poco profundos entre los dedos.
5	±3	Ojo cubierto en parte por los párpados; la oreja cubre el meato acústico externo; genitales externos diferenciados; dedos separados distalmente.
6	±7	Párpados fusionados; folículos pilosos en el cuerpo; dedos muy separados; se han formado las uñas.
7	±11	Cuerpo cubierto casi por completo de pelo; existen las marcas de los colores. Término: promedio 63-64 días

Cuadro 15-2. *Guía para la determinación de la edad en fetos de gato*

Semanas	*Longitud corona-anca (cm)*	*Rasgos externos*
3	±1	Se forma el meato acústico externo; ojo bien formado y pigmentado; placa de la mano escotada.
4	±3	Todos los dedos ampliamente separados, la oreja casi cubre el meato acústico externo, uñas en formación, ojos cubiertos en parte por los párpados.
5	±5	Párpados fusionados, hay pelos táctiles en la cara.
6	±7	Aparecen finos pelos en el cuerpo, las uñas empiezan a endurecerse.
7	±10.5	Cuerpo cubierto por finos pelos; uñas blancas y duras. existen las marcas del color. Término: promedio 65 días (contados desde el primer apareamiento)

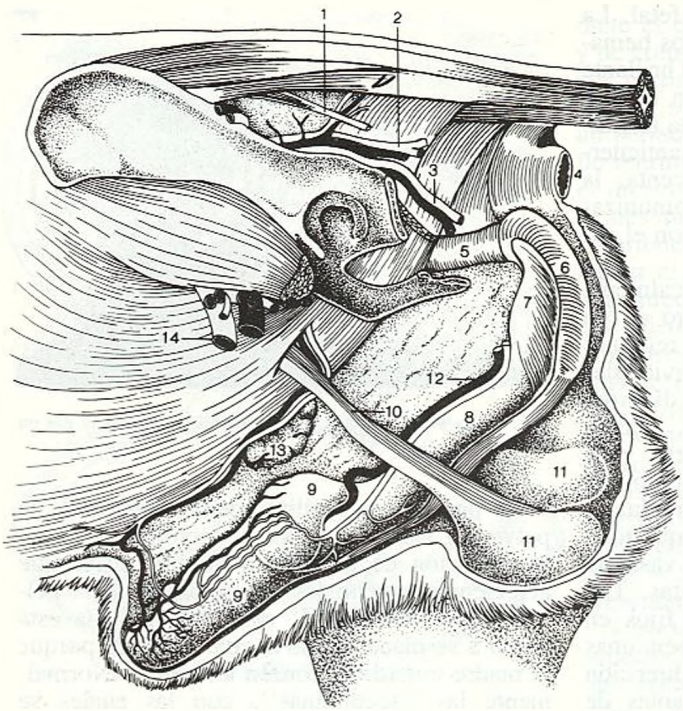


Fig. 15-8. Disección profunda de los órganos genitales externos del perro.

1, ligamento sacrotuberoso; 2, vasos glúteos caudales; 3, vasos pudendos internos; 4, ano; 5, uretra pelviana; 6, bulbo del pene; 7, pilar izquierdo; 8, cuerpo del pene; 9,9', bulbo y parte larga del glande; 10, cordón espermático; 11, testículos en el escroto; 12, arteria y vena dorsales del pene; 13, nódulos linfáticos inguinales superficiales y vasos epigástricos caudales superficiales; 14, vasos femorales. (Rediseñado de Vaerst, 1957.)

ÓRGANOS DE LA REPRODUCCIÓN MASCULINOS

Escroto y testículos

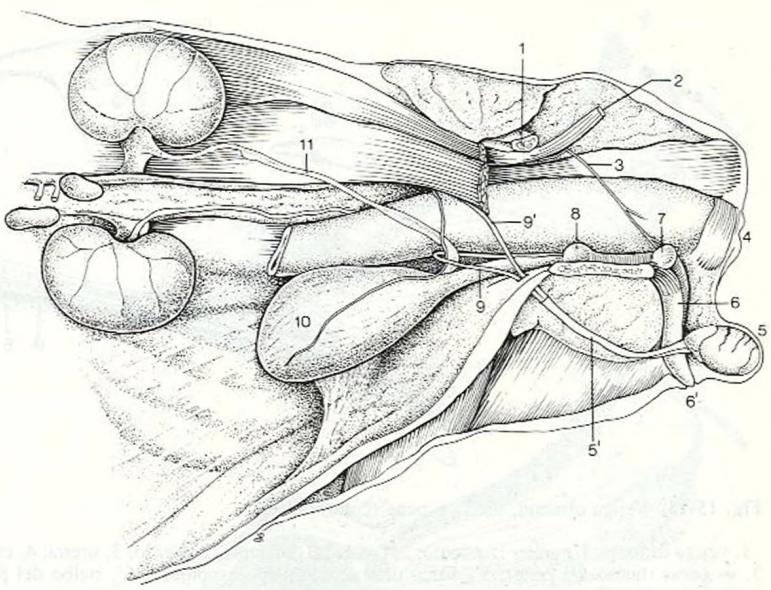
El escroto bastante péndulo del perro es globuloso y está en una posición intermedia entre el periné y la ingle (fig. 15-8[11]). Se lo inspecciona con mayor facilidad desde atrás y, como tiene poco pelo, se evidencia bien su íntimo adosamiento sobre los testículos. Un surco profundo define el límite entre los compartimientos internos ocupados por los testículos, que suelen ser asimétricos. La fina piel escrotal y las fascias subyacentes no obstaculizan la palpación. El escroto del gato es perineal, sésil y por lo común está oculto por una densa cobertura de pelo (fig. 15-9[5]).

Los testículos son relativamente pequeños en ambas especies. En los perros son horizontales, pero en los gatos su extremo caudal está inclinado hacia el ano. Cada testículo es más o menos oval, comprimido lateralmente y está en relación con el epidídimo a lo largo de su borde dorsal (craneodorsal en los gatos). La cabeza y la cola del epidídimo están adheridos a los testículos, pero el cuerpo epididimario está libre en parte y crea una bolsa testicular. Los constituyentes del compacto cordón espermático se dispersan al llegar al anillo inguinal profundo. El conducto deferente del perro se ensancha para formar una ligera ampolla glandular antes de penetrar en la próstata y desembocar en la uretra. No existe esta ampolla en el gato.

Uretra y glándulas sexuales accesorias

La primera parte de la uretra del perro se halla rodeada por completo por la próstata (fig. 5-1[9]). Su luz es indentada por una cresta dorsal elevada localmente para formar un colículo seminal perforado a cada lado por la estrecha abertura del conducto deferente y numerosos poros que drenan la próstata. El resto de la uretra pelviana está provisto por un fino manguito de tejido cavernoso dentro del músculo estriado uretral. La luz de la uretra se ensancha más allá de la próstata, pero gradualmente vuelve a estrecharse a medida que se aproxima a su salida de la pelvis sobre la arcada isquiática.

Las glándulas ampollares y la próstata constituyen todas las glándulas sexuales accesorias del perro. El gato, que no tiene glándulas ampollares, presenta unas pequeñas glándulas bulbouretrales que están sobre la uretra a nivel de la arcada isquiática, pero su importancia es muy escasa. En ambas especies la próstata aporta la mayor parte del líquido seminal; comprende una gran masa compacta que rodea la uretra y el cuello de la vejiga y una pequeña parte diseminada extendida dentro de la mucosa uretral. El tamaño de la parte compacta es muy variable y esto afecta obviamente su posición y sus relaciones. Puede estar dentro de la cavidad pelviana si es pequeña, pero con mayor fre-



g. 15-9. Órganos reproduc-es del gato in situ, vista la-al izquierda.

cuerpo del ilion; 2, nervio tico; 3, nervio pudendo; 4, ; 5, testículo izquierdo en escroto; 5', cordón esper-tico; 6, pene; 6', prepucio; glándula bulbouretral; 8. tata; 9, conducto deferen-9', vasos testiculares; 10, ga urinaria; 11, uréter iz-erdo.

encia es en su mayor parte o en su totalidad traabdominal en los perros maduros y en los jos (fig. 15-10[2]). Un surco dorsal y un ta-que interno la dividen en los lóbulos derecho zquierdo, a su vez subdivididos en lobulillos r unos tabiques más finos que se irradian ha-afuera hasta la cápsula. La próstata es en remo sensible a las influencias hormonales es difícil sugerir sus dimensiones normales rque al comienzo de la mediana edad suele ciarse la hiperplasia de la parte parenquima-a, en tanto que la fibrosis y su retracción son eraciones seniles comunes. En ocasiones la perplasia afecta lóbulos distintos en forma spareja. La próstata agrandada puede presio-r sobre el intestino grueso causando consti-ación y problemas para defecar, pero, a dife-ncia de la experiencia humana, es inusual que se dificulte la micción, a menos que la hipertro-fia sea muy grande. El estado de la próstata –tamaño, firmeza y regularidad de su forma– se puede estimar mediante tacto rectal, procedi-miento éste que se facilita empujando la vejiga urinaria hacia la pelvis desde la pared abdomi-nal. Las proporciones de parénquima y de teji-do de sostén se pueden estimar mediante cortes macroscópicos en las piezas de necropsia; nor-malmente predomina el tejido conectivo en la próstata de los animales muy jóvenes y el tejido glandular en los maduros pero la relación es in-constante en las glándulas de los perros viejos.

A veces el agrandamiento prostático se trata con la castración. En forma alternativa, o cuando ésta fracasa, se puede hacer la resección quirúr-gica. En estos casos se debe tener en cuenta que por lo general sólo la parte craneodorsal de la glándula posee una cubierta peritoneal y que so-bre la cara lateral pasan ciertos vasos y nervios que hay que respetar. El tronco de la arteria prostática continúa sobre la glándula para irrigar la vejiga después de haber emitido las ramas prostaticovesicales y prostaticouretrales. La otra estructura que peligra es el plexo formado por los nervios autónomos pelvianos e hipogástricos.

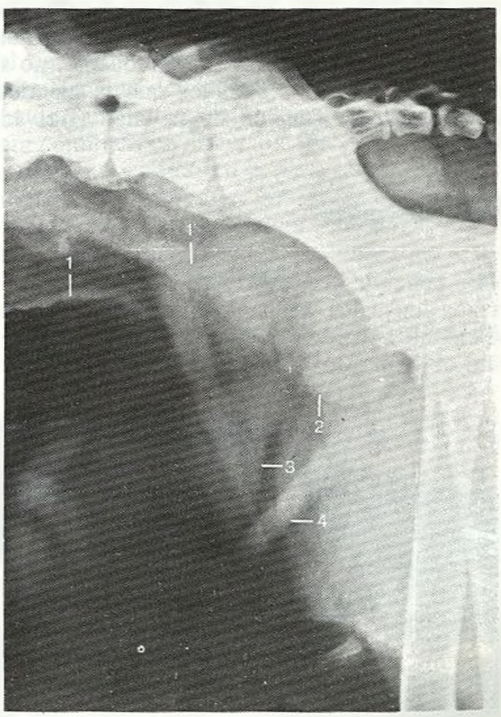


Fig. 15-10. Radiografía lateral del abdomen caudal del perro que muestra la posición de la próstata.

1, 1', colon descendente ocupado por gas y heces; 2, próstata; 3, vejiga urinaria; 4, piso del abdomen.

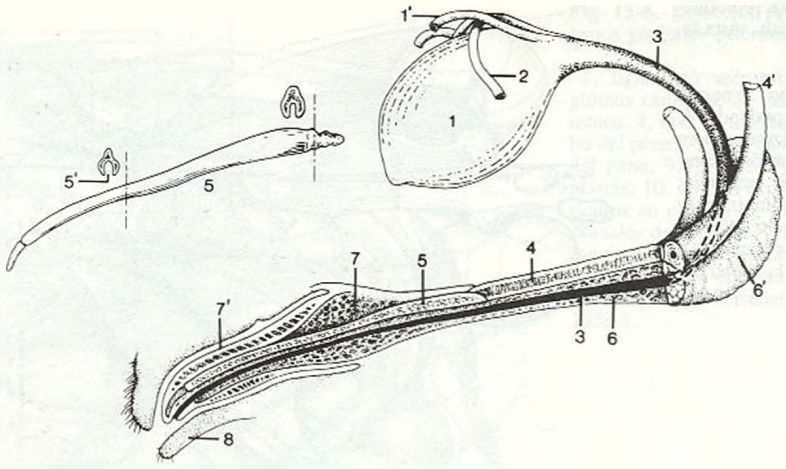


Fig. 15-11. Vejiga urinaria, uretra y pene (corte) del perro.

1, vejiga urinaria; 1', uréter izquierdo; 2, conducto deferente izquierdo; 3, uretra; 4, cuerpo cavernoso; 4', pilar izquierdo; 5, os penis (hueso del pene); 5', surco uretral; 6, cuerpo esponjoso; 6', bulbo del pene; 7, bulbo del glande; 7', parte larga del glande; 8, prepucio.

En el gato el cuello de la vejiga se prolonga hacia adelante dentro del abdomen y entre esta región y la próstata se interpone una porción de uretra preprostática relativamente larga. La próstata, en general similar a la del perro, deja sin recubrir la cara ventral de la uretra. En esta especie, en que el agrandamiento de la próstata es un problema mucho menos frecuente, no se sabe tanto sobre los cambios que la glándula experimenta en función de la edad (fig. 15-9[8]).

Pene y prepucio

El pene de los carnívoros presenta varios rasgos inusuales, en tanto que las diferencias adicionales entre los órganos del perro y del gato obligan a realizar una descripción aparte.

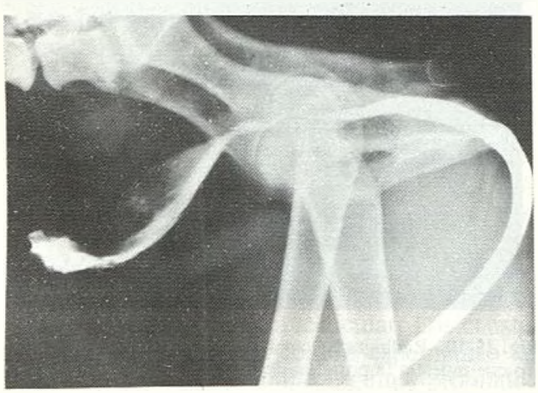
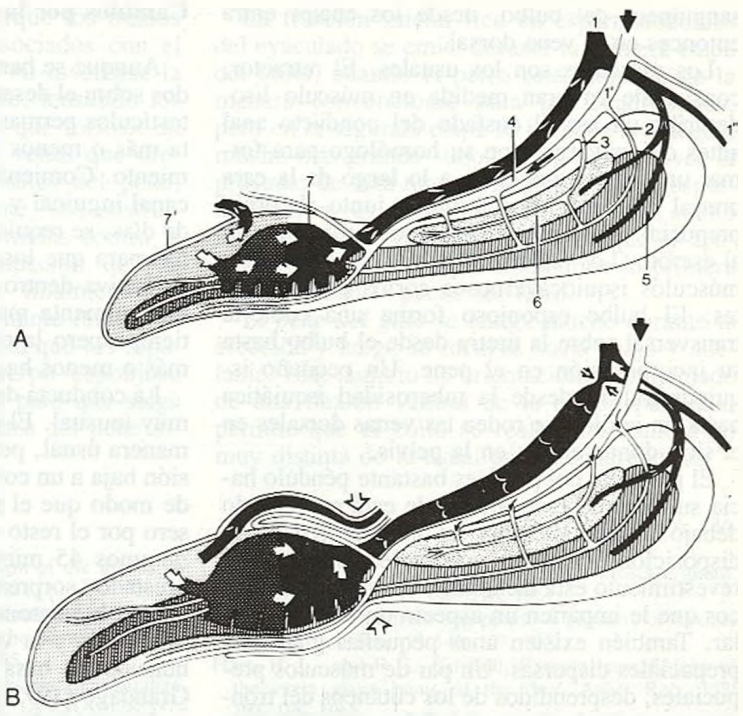


Fig. 15-12. Medio de contraste en el piso de la vejiga y en la uretra del perro.

El pene del perro pende entre los muslos, donde se lo palpa en toda su extensión. La raíz está formada por dos delgados pilares que se arquean hacia adelante desde sus inserciones isquiáticas para combinarse en un cuerpo común que es un poco más fuerte que los dos pilares (fig. 15-11[4']). La uretra se incorpora en el mismo nivel y corre hacia adelante sobre la superficie ventral del cuerpo (fig. 15-12); su revestimiento eréctil se expande para formar el glande, que suele ser insólitamente extenso y se halla nítidamente dividido por fuera y por dentro en una parte expandida proximal (bulbo del glande), (fig. 15-11[7]) y una parte cilíndrica distal (parte larga del glande, fig. 15-11[7']) que provee el ápice de todo el órgano. Aproximadamente la mitad del bulbo y toda la parte larga se proyectan en la cavidad prepucial. La parte proximal del cuerpo forma un cuerpo cavernoso (fig. 15-11[4]) dotado de una fuerte cubierta fibrosa externa y un sustancial tabique mediano; ambos elementos están unidos por una serie de trabéculas radiales que dividen y encierran los espacios cavernosos, relativamente más pequeños. El cuerpo cavernoso termina prematuramente porque su parte distal se convierte en un hueso, el hueso del pene (os penis), dentro del centro del órgano (fig. 15-11[5]). Este hueso tiene un surco ventral que recibe y protege la uretra dentro de su cubierta esponjosa; luego se afina hacia su extremo distal, que es prolongado por un corto vástago de fibrocartílago desviado hacia ventral que llega casi hasta la punta misma del pene. El fibrocartílago no se osifica ni siquiera en los animales viejos. La envoltura parcial de la uretra en el



g. 15-13. Representación es-emática de la irrigación san-ínea y de los espacios san-ineos del pene del perro en poso (*A*) y erecto (*B*).

. vasos pudendos internos; arteria del pene; 1'', ramas rineales; 2, arteria del bulbo; arteria profunda del pene; 4, eria dorsal del pene; 5, cuer- esponjoso; 6, cuerpo caver- so; 7, bulbo del glande; 7', te larga del glande. (Redisc- lo de Christensen, 1954.)

arco del hueso del pene no permite la emisión e cálculos uretrales que, en consecuencia, enden a atascarse en el extremo caudal del ueso.

La parte caudal (proximal) del glande, bulbo el glande se halla considerablemente expandi- n incluso en el estado inactivo. Se halla fir- emente fijada en el hueso y se le superpone onsiderablemente la división distal alargada ue presenta el orificio uretral hacia su punta. a parte larga tiene una inserción más laxa en l hueso. Ambas partes contienen grandes es- acios sanguíneos rodeados por trabéculas re- ativamente débiles.

Para entender el mecanismo de la erección hay que prestar detenida atención a la estructura y conexiones de los diversos cuerpos eréctiles y sus relaciones con los vasos que los irrigan y los drenan (fig. 15-13). El pene recibe su sangre de la continuación (más allá del origen de la rama perineal) de la arteria pudenda interna, que ahora se convierte en la arteria del pene (fig. 15-13[1']). La arteria del pene se divide en tres. Una división, la arteria del bulbo (fig. 15-13[2]), irriga el bulbo del pene y luego corre en dirección distal dentro del órgano para nutrir el cuerpo esponjoso que rodea la uretra y luego, a medida que se aproxima al ápice del pene, la porción alargada del glande. La segunda división, arteria profunda del pene (fig. 15-13[3]) emite varias ramas para los tejidos y los espacios sanguíneos del cuerpo cavernoso. La tercera, que corresponde a la arteria dorsal del pene (fig. 15-13[4]), puede considerarse continuación directa del tronco principal; primero corre por la cara dorsal del pene antes de hundirse al costado y dividirse cerca del límite caudal del bulbo; una rama superficial llega casi hasta la punta del órgano debajo de la piel del glande y una rama profunda penetra en el bulbo para continuar en dirección apical sobre el hueso del pene y entrar en la parte larga; una rama prepucial se bifurca en una división que corre sobre la cara dorsal del bulbo para llegar a la parte larga y una división profunda que sigue al prepucio hasta anastomosarse con una rama de la arteria pudenda externa.

A grandes rasgos, las venas son satélites de las arterias. La vena dorsal sale de la parte lateral del bulbo y corre en dirección caudal para desviarse gradualmente hasta la cara dorsal del pene, donde se le une un tronco común formado por las venas correspondientes a la arteria profunda y a la del bulbo. Entonces la vena dorsal aumentada se incurva en torno de la arcada isquiática para entrar en la pelvis, donde provee la raíz principal de la pudenda interna. Otras venas contribuyen a drenar el glande. Una vena superficial emerge de la parte larga para doblar alrededor del fórnix del prepucio antes de desembocar en la vena pudenda externa. Una vena profunda del glande lleva sangre desde la parte larga hasta el bulbo; esta vena tiene válvulas que impiden el reflujo de sangre, de manera que ésta puede pasar directamente a la vena dorsal o encaminarse hacia los espacios

sanguíneos del bulbo, desde los cuales entra entonces en la vena dorsal.

Los músculos son los usuales. El retractor, consistente en gran medida en músculo liso, describe un asa al costado del conducto anal antes de converger con su homólogo para formar una banda que corre a lo largo de la cara uretral del pene hasta terminar junto al fórnix prepucial. Unos pocos fascículos pequeños van al escroto. Los pilares están cubiertos por unos músculos isquiocavernosos cortos pero potentes. El bulbo esponjoso forma una cubierta transversal sobre la uretra desde el bulbo hasta su incorporación en el pene. Un pequeño isquiouretral va desde la tuberosidad isquiática hasta un anillo que rodea las venas dorsales en el sitio donde entran en la pelvis.

El prepucio del perro es bastante péndulo hacia su extremo craneal, donde está suspendido debajo del abdomen por un pliegue de piel. Su disposición es sencilla y la parte parietal de su revestimiento está tachonada de nódulos linfáticos que le imparten un aspecto un tanto irregular. También existen unas pequeñas glándulas prepuciales dispersas. Un par de músculos prepuciales, desprendidos de los cutáneos del tronco, corren desde el piso del abdomen para unirse y decusarse en parte en la piel del prepucio a caudal del orificio, que tiene una forma en T.

El *pene del gato* tiene la singularidad (entre las especies domésticas) de que conserva la posición embrionaria con la punta orientada en dirección caudoventral, de modo que la superficie uretral está en la parte más alta (fig. 15-9[6]). Es relativamente mucho más corto que el pene del perro, pero de construcción similar, incluso la osificación de la parte distal del cuerpo cavernoso. En cambio, el glande es pequeño y su superficie libre tiene una abundante cantidad de pequeñas papilas queratinizadas; estas papilas se forman en los primeros meses de la vida posnatal y regresan a un estado insignificante en el animal castrado. El prepucio es grueso pero corto y a menudo se halla muy oscurecido por el pelo; su orificio mira en dirección caudal y la orina se expulsa en esta dirección. El rociado de orina por el gato entero es un gesto social que marca el territorio. El animal no siempre elige los sitios de manera preferencial y muchas veces son un inconveniente para su dueño, lo cual provee uno de los motivos de la práctica común de la castración.*

* A veces las hembras también rocían la orina, aunque por lo general se sientan en cuclillas para orinar y luego tratan de ocultar la orina cubriéndola con tierra. Parece ser que las hembras rocían la orina con preferencia lejos de su querencia, en el límite de un territorio disputado por otros gatos: por lo tanto, suele ser menos objetable para el dueño de casa. En ambos sexos esta práctica tendría connotaciones sexuales

Cambios por la edad y funcionales

Aunque se han hecho pocos estudios detallados sobre el desarrollo posnatal, se sabe que los testículos permanecen dentro del abdomen hasta más o menos los tres días después del nacimiento. Comienza entonces su descenso por el canal inguinal y, si bien se completa en un par de días, se requieren otras cuatro o cinco semanas para que los testículos ocupen su posición definitiva dentro del escroto. El tejido seminífero aumenta mucho de volumen durante este tiempo pero la espermatogénesis sólo empieza más o menos hacia el sexto mes.

La conducta de apareamiento de los perros es muy inusual. El perro monta a la hembra de la manera usual, pero poco después de la intromisión baja a un costado y se invierte de posición, de modo que el par está unido trasero con trasero por el resto de la "unión", que puede durar unos 45 minutos o más todavía. Se había prestado sorprendentemente poca consideración a la anatomía de este proceso hasta hace muy poco y la versión que ofrecemos a continuación se basa mucho en la descripción de Grandage (1972).

Aunque todos los tejidos eréctiles del pene se ingurgitan al completarse la erección, alcanzan grados muy distintos de expansión y turgencia. El cuerpo cavernoso se hincha menos y su construcción le permite mantenerse flexible sobre un eje vertical, pero no horizontal, aunque se halle en este estado. El bulbo del glande es el que más se expande y se hincha al doble de su espesor en reposo, tornándose muy tenso en este proceso. La parte larga se endurece menos, pero se alarga considerablemente y esto hace que se deslice en dirección apical sobre el hueso del pene, en el cual sólo se inserta con laxitud. Entonces se extiende bastante más allá de la prolongación fibrocartilaginosa del hueso y presenta una indentación a la altura del orificio uretral como consecuencia de la fijación más ceñida de esta parte.

La intromisión ocurre necesariamente antes de que el pene esté muy agrandado. Los labios empujan el prepucio en dirección caudal cuando el perro se monta e introduce el glande en la vagina. La inclinación del pasaje femenino requiere una penetración dorsocraneal y la punta relativamente blanda del glande se desvía ventralmente al topar (a través de los tejidos blandos) con el techo de la pelvis. Esta desviación permite que el pene avance hacia el fórnix y explicaría la necesidad de que la parte larga sea más blanda y la terminación prematura de su sostén óseo. Cuando el perro se desmonta y gira 180 grados, el cuerpo del pene se dobla lateralmente y después en dirección caudal; el pene no se puede retirar porque el bulbo

el glande está hinchado y porque los bulbos estibulares y los músculos asociados con el acto femenino lo aprisionan. Al invertirse la posición el prepucio se retuerce, tensando los músculos prepuciales de modo que forman un ordón que presiona sobre las venas que dren el glande. Las venas dorsales del pene, odadas por la flexión del pene, son obstruis todavía más al ser comprimidas contra la ada isquiática por la contracción del isiouretral. Es probable que finalmente se nsiga la destumescencia mediante relajación bulbo esponjoso, que permite que los espas que están dentro del cuerpo esponjoso ovean conductos alternativos para que salga sangre que se encuentra dentro del pene inrgitado.

La fracción inicial rica en espermatozoides del eyaculado se emite durante la primera etapa del coito, cuando el perro está montado de la manera convencional para los cuadrúpedos, pero en la segunda etapa se bombea la fracción mucho más grande –unos 30 ml– que provee la próstata; de esta manera la parte rica en espermatozoides es arrastrada a través del cuello hasta el cuerpo del útero. Se sabe que el apareamiento corto –en que sólo ocurre la primera etapa del coito– puede ser fértil.

El *pene del gato* se alarga mucho durante la erección y luego se incurva hacia abajo y adelante. Este cambio de orientación, acompañado de una flexión ventral de la región pelviana, permite que el coito se realice de manera no muy distinta de la usual en los cuadrúpedos.

BLIOGRAFÍA

kerman, N.: Radiographic evaluation of the uterus: A review. Vet. Radiol. 22:252–257, 1981.

len, W. E., and C. France: A contrast radiographic study of the vagina and uterus of the normal bitch. J. Small Anim. Pract. 26:153–166, 1985.

rchibald, J., and E. J. Bishop: Radiographic visualization of the canine prostate glands. JAVMA 128:337–342, 1956.

umans, V., G. Dijkstra, and C. J. G. Wensing: Testicular descent in the dog. Zentralbl. Vet. Med. C, 10: 97–110, 1981.

dras, K.-D.: Leistenband, Leistenkanal und M. cremaster ext. der Katze. Anat. Anz. 121:148–165, 1967.

ristensen, G. C.: Angioarchitecture of the canine penis and the process of erection. Am. J. Anat. 95:227–262, 1954.

ncannon, P., and V. Rendano: Radiographic diagnosis of canine pregnancy: Onset of fetal skeletal radiopacity in relation to times of breeding, preovulatory luteinizing hormone release, and parturition. Am. J. Vet. Res. 44:1506–1512, 1983.

el Campo, C. H., and O. J. Ginther: Arteries and veins of uterus and ovaries in dogs and cats. Am. J. Vet. Res. 35:409–415, 1974.

Evans, H. E., and W. O. Sack: Prenatal development of domestic and laboratory animals. Growth curves, external features and selected references. Anat. Histol. Embryol. 2:11–45, 1973.

Fricke, E.: Topographische Anatomie der Beckenorgane bei Haussäugetieren (Pferd, Rind, Schaf, Ziege, Schwein, Hund, Katze). Diss. Med. Vet. Berlin, 1968.

Gerber, H.: Zur funktionellen Anatomie der Prostata des Hundes unter Berücksichtigung verschiedener Altersstufen. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 103:537–561, 1961.

Gordon, N.: Surgical anatomy of the bladder, prostate gland, and urethra in the male dog. JAVMA 136 215–221, 1960.

Gordon, N.: The position of the canine prostate gland Am. J. Vet. Res. 22:141–146, 1961.

Grandage, J.: The erect dog penis: A paradox of flexible rigidity. Vet. Rec. 91:141–147, 1972

Hart, B. L., and R. L. Kitchell: External morphology of the erect glans penis of the dog Anat. Rec. 152 193–198, 1965.

König, H. E., J. Klawiter-Pommer, and B. Vollmerhaus Korrosionsanatomische Untersuchungen an der Harnröhre und den Penisschwellkörpern des Katers Kleintierpraxis 24:351–362, 1979.

MacDonald, D. W.: Carnivores. *In* Brown, R. E. and D. W. MacDonald (eds.): Social Odours in Mammals Oxford, Clarendon Press, 1985, pp. 619–722

Nitschke, Th.: Diaphragma pelvis, Clitoris und Vestibulum vaginae der Hündin. 1. Teil. Das Diaphragma pelvis. 2. Teil. Clitoris und Vestibulum vaginae. Anat Anz. 127:76–125, 1970.

Pineda, M. H., R. A. Kainer, and L. C. Faulkner: Dorsal median postcervical fold in the canine vagina Am. J. Vet. Res. 34:1487–1491, 1973.

Redlich, G.: Das Corpus penis des Katers and seine Erektionsveränderungen, eine funktionell-anatomische Studie. Gegenbaur's Morph. Jb. 104:561–584, 1963.

Sokolowski, J. H., R. G. Zimbelman, and L. S. Goyings: Canine reproduction: reproductive organs and related structures of the nonparous, parous, and postpartum bitch. Am. J. Vet. Res. 34:1001–1013, 1973.

Tanaka, K.: Morphological study on the canine ovary Jpn. J. Vet. Res. 10:80–81, 1962.

Vaerst, L.: Über die Blutversorgung des Hundepenis. Morph. Jahrb. 81:307–352, 1938.

Wrobel, K.-H.: Morphologische Untersuchungen an der Glandula bulbourethralis der Katze. Z. Zellforsch 101:607–620, 1969.

sanguíneos del bulbo, desde los cuales entra entonces en la vena dorsal.

Los músculos son los usuales. El retractor, consistente en gran medida en músculo liso, describe un asa al costado del conducto anal antes de converger con su homólogo para formar una banda que corre a lo largo de la cara uretral del pene hasta terminar junto al fórnix prepucial. Unos pocos fascículos pequeños van al escroto. Los pilares están cubiertos por unos músculos isquiocavernosos cortos pero potentes. El bulbo esponjoso forma una cubierta transversal sobre la uretra desde el bulbo hasta su incorporación en el pene. Un pequeño isquiouretral va desde la tuberosidad isquiática hasta un anillo que rodea las venas dorsales en el sitio donde entran en la pelvis.

El prepucio del perro es bastante péndulo hacia su extremo craneal, donde está suspendido debajo del abdomen por un pliegue de piel. Su disposición es sencilla y la parte parietal de su revestimiento está tachonada de nódulos linfáticos que le imparten un aspecto un tanto irregular. También existen unas pequeñas glándulas prepuciales dispersas. Un par de músculos prepuciales, desprendidos de los cutáneos del tronco, corren desde el piso del abdomen para unirse y decusarse en parte en la piel del prepucio a caudal del orificio, que tiene una forma en T.

El *pene del gato* tiene la singularidad (entre las especies domésticas) de que conserva la posición embrionaria con la punta orientada en dirección caudoventral, de modo que la superficie uretral está en la parte más alta (fig. 15-9[6]). Es relativamente mucho más corto que el pene del perro, pero de construcción similar, incluso la osificación de la parte distal del cuerpo cavernoso. En cambio, el glande es pequeño y su superficie libre tiene una abundante cantidad de pequeñas papilas queratinizadas; estas papilas se forman en los primeros meses de la vida posnatal y regresan a un estado insignificante en el animal castrado. El prepucio es grueso pero corto y a menudo se halla muy oscurecido por el pelo; su orificio mira en dirección caudal y la orina se expulsa en esta dirección. El rociado de orina por el gato entero es un gesto social que marca el territorio. El animal no siempre elige los sitios de manera preferencial y muchas veces son un inconveniente para su dueño, lo cual provee uno de los motivos de la práctica común de la castración.*

* A veces las hembras también rocían la orina, aunque por lo general se sientan en cuclillas para orinar y luego tratan de ocultar la orina cubriéndola con tierra. Parece ser que las hembras rocían la orina con preferencia lejos de su querencia, en el límite de un territorio disputado por otros gatos; por lo tanto, suele ser menos objetable para el dueño de casa. En ambos sexos esta práctica tendría connotaciones sexuales.

Cambios por la edad y funcionales

Aunque se han hecho pocos estudios detallados sobre el desarrollo posnatal, se sabe que los testículos permanecen dentro del abdomen hasta más o menos los tres días después del nacimiento. Comienza entonces su descenso por el canal inguinal y, si bien se completa en un par de días, se requieren otras cuatro o cinco semanas para que los testículos ocupen su posición definitiva dentro del escroto. El tejido seminífero aumenta mucho de volumen durante este tiempo pero la espermatogénesis sólo empieza más o menos hacia el sexto mes.

La conducta de apareamiento de los perros es muy inusual. El perro monta a la hembra de la manera usual, pero poco después de la intromisión baja a un costado y se invierte de posición, de modo que el par está unido trasero con trasero por el resto de la "unión", que puede durar unos 45 minutos o más todavía. Se había prestado sorprendentemente poca consideración a la anatomía de este proceso hasta hace muy poco y la versión que ofrecemos a continuación se basa mucho en la descripción de Grandage (1972).

Aunque todos los tejidos eréctiles del pene se ingurgitan al completarse la erección, alcanzan grados muy distintos de expansión y turgencia. El cuerpo cavernoso se hincha menos y su construcción le permite mantenerse flexible sobre un eje vertical, pero no horizontal, aunque se halle en este estado. El bulbo del glande es el que más se expande y se hincha al doble de su espesor en reposo, tornándose muy tenso en este proceso. La parte larga se endurece menos, pero se alarga considerablemente y esto hace que se deslice en dirección apical sobre el hueso del pene, en el cual sólo se inserta con laxitud. Entonces se extiende bastante más allá de la prolongación fibrocartilaginosa del hueso y presenta una indentación a la altura del orificio uretral como consecuencia de la fijación más ceñida de esta parte.

La intromisión ocurre necesariamente antes de que el pene esté muy agrandado. Los labios empujan el prepucio en dirección caudal cuando el perro se monta e introduce el glande en la vagina. La inclinación del pasaje femenino requiere una penetración dorsocraneal y la punta relativamente blanda del glande se desvía ventralmente al topar (a través de los tejidos blandos) con el techo de la pelvis. Esta desviación permite que el pene avance hacia el fórnix y explicaría la necesidad de que la parte larga sea más blanda y la terminación prematura de su sostén óseo. Cuando el perro se desmonta y gira 180 grados, el cuerpo del pene se dobla lateralmente y después en dirección caudal; el pene no se puede retirar porque el bulbo

:l glande está hinchado y porque los bulbos stibulares y los músculos asociados con el ıcto femenino lo aprisionan. Al invertirse la sición el prepucio se retuerce, tensando los úsculos prepuciales de modo que forman un rdón que presiona sobre las venas que dren el glande. Las venas dorsales del pene, odadas por la flexión del pene, son obstruis todavía más al ser comprimidas contra la ada isquiática por la contracción del isiouretral. Es probable que finalmente se nsiga la destumescencia mediante relajación l bulbo esponjoso, que permite que los espas que están dentro del cuerpo esponjoso ovean conductos alternativos para que salga sangre que se encuentra dentro del pene inrgitado.

La fracción inicial rica en espermatozoides del eyaculado se emite durante la primera etapa del coito, cuando el perro está montado de la manera convencional para los cuadrúpedos, pero en la segunda etapa se bombea la fracción mucho más grande –unos 30 ml– que provee la próstata; de esta manera la parte rica en espermatozoides es arrastrada a través del cuello hasta el cuerpo del útero. Se sabe que el apareamiento corto –en que sólo ocurre la primera etapa del coito– puede ser fértil.

El *pene del gato* se alarga mucho durante la erección y luego se incurva hacia abajo y adelante. Este cambio de orientación, acompañado de una flexión ventral de la región pelviana, permite que el coito se realice de manera no muy distinta de la usual en los cuadrúpedos.

BLIOGRAFÍA

kerman, N.: Radiographic evaluation of the uterus: A review. Vet. Radiol. 22:252–257, 1981.

len, W. E., and C. France: A contrast radiographic study of the vagina and uterus of the normal bitch. J. Small Anim. Pract. 26:153–166, 1985.

chibald, J., and E. J. Bishop: Radiographic visualization of the canine prostate glands. JAVMA 128:337–342, 1956.

umans, V., G. Dijkstra, and C. J. G. Wensing: Testicular descent in the dog. Zentralbl. Vet. Med. C, 10: 97–110, 1981.

dras, K.-D.: Leistenband, Leistenkanal und M. cremaster ext. der Katze. Anat. Anz. 121:148–165, 1967.

ristensen, G. C.: Angioarchitecture of the canine penis and the process of erection. Am. J. Anat. 95:227–262. 1954.

ncannon, P., and V. Rendano: Radiographic diagnosis of canine pregnancy: Onset of fetal skeletal radiopacity in relation to times of breeding, preovulatory luteinizing hormone release, and parturition. Am. J. Vet. Res. 44:1506–1512, 1983.

el Campo, C. H., and O. J. Ginther: Arteries and veins of uterus and ovaries in dogs and cats. Am. J. Vet. Res. 35:409–415, 1974.

Evans, H. E., and W. O. Sack: Prenatal development of domestic and laboratory animals. Growth curves, external features and selected references. Anat. Histol. Embryol. 2:11–45, 1973.

Fricke, E.: Topographische Anatomie der Beckenorgane bei Haussäugetieren (Pferd, Rind, Schaf, Ziege, Schwein, Hund, Katze). Diss. Med. Vet. Berlin. 1968.

Gerber, H.: Zur funktionellen Anatomie der Prostata des Hundes unter Berücksichtigung verschiedener Altersstufen. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 103:537–561, 1961.

Gordon, N.: Surgical anatomy of the bladder, prostate gland, and urethra in the male dog. JAVMA 136 215–221, 1960.

Gordon, N.: The position of the canine prostate gland Am. J. Vet. Res. 22:141–146, 1961.

Grandage, J.: The erect dog penis. A paradox of flexible rigidity. Vet. Rec. 91:141–147. 1972

Hart, B. L., and R. L. Kitchell: External morphology of the erect glans penis of the dog Anat. Rec. 152 193–198, 1965

König, H. E., J. Klawiter-Pommer, and B. Vollmerhaus Korrosionsanatomische Untersuchungen an der Harnröhre und den Penisschwellkörpern des Katers Kleintierpraxis 24:351–362, 1979

MacDonald, D. W.: Carnivores. *In* Brown, R. E. and D. W. MacDonald (eds.): Social Odours in Mammals Oxford, Clarendon Press, 1985. pp. 619–722

Nitschke, Th.: Diaphragma pelvis. Clitoris und Vestibulum vaginae der Hündin. 1. Teil. Das Diaphragma pelvis. 2. Teil. Clitoris und Vestibulum vaginae Anat Anz. 127:76–125, 1970.

Pineda, M. H., R. A. Kainer, and L. C. Faulkner: Dorsal median postcervical fold in the canine vagina Am. J. Vet. Res. 34:1487–1491, 1973.

Redlich, G.: Das Corpus penis des Katers and seine Erektionsveränderungen, eine funktionell-anatomische Studie. Gegenbaur's Morph. Jb. 104:561–584, 1963.

Sokolowski, J. H., R. G. Zimbelman, and L. S. Goyings. Canine reproduction: reproductive organs and related structures of the nonparous, parous, and postpartum bitch. Am. J. Vet. Res. 34:1001–1013, 1973.

Tanaka, K.: Morphological study on the canine ovary Jpn. J. Vet. Res. 10:80–81, 1962.

Vaerst, L.: Über die Blutversorgung des Hundepenis. Morph. Jahrb. 81:307–352, 1938.

Wrobel, K.-H.: Morphologische Untersuchungen an der Glandula bulbourethralis der Katze. Z. Zellforsch 101:607–620, 1969.

16

Miembro torácico de los carnívoros

Las fracturas y luxaciones debidas a accidentes de tránsito representan la mayor parte de la asistencia clínica para los miembros torácicos en perros y gatos. Habiendo descrito lo suficiente los huesos y músculos (pp. 88 y 96), bastará, lo mismo que en el próximo capítulo, que prestemos atención a su anatomía superficial y radiológica y a las relaciones con vasos y nervios que revisten particular significación clínica.

REGIÓN DEL HOMBRO Y BRAZO

La escápula y el húmero son la base esquelética del hombro y el brazo, incluso la articulación del hombro. Los rasgos esqueléticos más fáciles de reconocer son el acromion en el extremo distal de la espina escapular y el tubérculo mayor del húmero justo a distal de ella. La palpación más profunda también revela el resto de la espina, el borde craneal, el ángulo y el borde dorsal de la escápula, el tendón de origen del bíceps, la tuberosidad deltoidea y las superficies medial y lateral del cuerpo del húmero (estas últimas tomando el hueso entre los dedos de una mano). La inserción de los músculos pectorales en partes craneales de los huesos cerca de la articulación del hombro no permite palpar la superficie medial de la articulación ni la porción proximal del húmero. Los nódulos linfáticos cervicales superficiales, craneales a la escápula, se palpan con mayor facilidad estando el miembro retraído (fig. 2-48[4]). Los nódulos linfáticos axilares, que están sobre la pared torácica caudales a la articulación del hombro, se pueden palpar con el miembro extendido hacia adelante, pero sólo si están agrandados. Ambos grupos drenan el miembro torácico. En ocasiones existe un nódulo axilar accesorio sobre la pared torácica a dorsal del olécranon; este nódulo drena la piel y los músculos de la región y también las glándulas mamarias torácicas (fig. 2-48[10]).

La escápula está cubierta lateralmente por el trapecio y los músculos supraespinoso e infraespinoso (fig. 16-1*A*, [4,7]). Los tendones de los dos últimos músculos cruzan la articulación para ir a insertarse en el húmero; el vientre del infraespinoso se presta para dar inyecciones intramusculares. La parte flexora de la articulación está cubierta por el deltoides, que conecta la espina escapular con la tuberosidad deltoidea. El cuerpo del húmero se halla cubierto lateralmente por la cabeza lateral del tríceps y por el braquial, en su parte craneal por el bíceps (a su vez cubierto en parte por el braquiocefálico) y en su parte caudal por el braquial (que vira en torno del cuerpo) y las cabezas restantes del tríceps. En cambio, la superficie medial, una vez libre de los músculos pectorales, se descubre con facilidad y esto permite que los vasos braquiales y los troncos nerviosos para la porción distal del miembro estén cerca del hueso (fig. 16-2).

En las radiografías craneocaudales de la articulación del hombro en posición extendida, el tubérculo supraglenoideo se superpone a la cabeza del húmero, en tanto que en las laterales este tubérculo se superpone al tubérculo mayor del húmero (fig. 16-3). En perros de menos de cuatro a cinco meses el tubérculo supraglenoideo todavía está separado por cartílago del resto de la escápula. La epífisis proximal para los tubérculos y la cabeza del húmero suele fusionarse con la diáfisis más o menos a los diez meses (pero unos dos a tres meses más tarde en las razas más grandes). En un sitio craneoventral respecto de la articulación del hombro existe un huesillo que representa la clavícula. En los gatos la clavícula vestigial es una delgada varilla de unos 2 cm de largo que

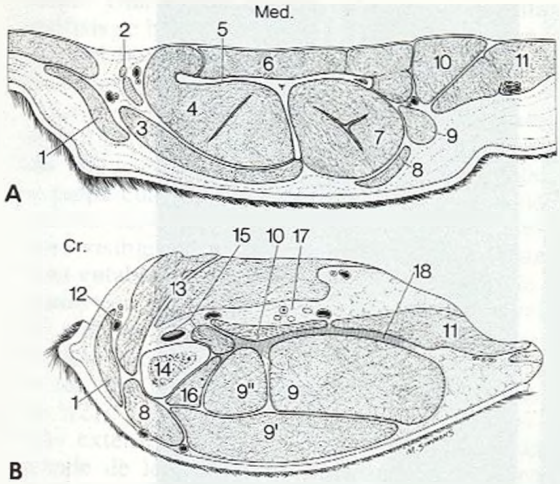


Fig. 16-1. Cortes transversales del miembro torácico izquierdo del perro a nivel de la escápula (*A*) y justo distal a la articulación del hombro (*B*).

1, braquiocefálico; 2, nódulos linfáticos cervicales superficiales; 3, omotransversario; 4, supraespinoso; 5, escápula; 6, subescapular; 7, infraespinoso; 8, deltoides; 9, 9', 9'', cabezas larga, lateral y accesoria del tríceps; 10, redondo mayor; 11, dorsal ancho (latissimus dorsi); 12, vena cefálica; 13, músculos pectorales; 14, húmero; 15, tendón del bíceps y coracobraquial; 16, braquial; 17, vasos braquiales y troncos nerviosos; 18, gruesa fascia intermuscular.

está en su sitio usual; aparece con regularidad en las películas radiográficas y se palpa contra la cara craneal de la articulación. El acromion del felino se halla ensanchado por una apófisis plana de orientación caudal (supraganchosa, processus suprahamatus); muchas veces en esta especie también se destaca mucho la apófisis coracoides en la parte medial del tubérculo supraglenoideo.

La cápsula de la articulación del hombro envuelve al tendón del bíceps en el sitios donde cruza la cara craneal de la articulación, sujeto por un ligamento transverso que se extiende entre los tubérculos del húmero. La articulación puede punzarse a mitad de camino entre el acromion y el tubérculo mayor introduciendo una aguja en dirección medial a través del deltoides. Conviene recordar que el extremo distal del acromión está frente al espacio articular y que la concavidad glenoidea es mucho más pequeña que la cabeza del húmero. En los perros sedados o anestesiados se puede abducir el húmero en esta articulación relativamente laxa. La luxación de la articulación y las fracturas de la escápula son relativamente raras porque la clavícula carece de conexión funcional con el tronco, de manera que toda la articulación parece "acompañar el golpe" cuando es sometido a una fuerza externa repentina. Las fracturas del húmero, en cambio, son mucho más comunes y ocurren la mayoría de las veces en la mitad del cuerpo.

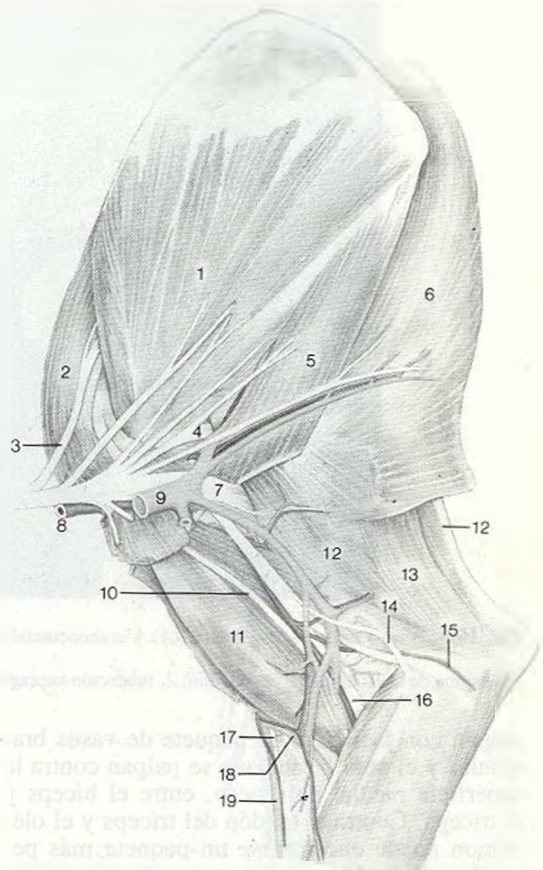


Fig. 16-2. Superficie medial del hombro y brazo derecho del perro.

1, subescapular; 2, supraespinoso; 3, nervio supraescapular; 4, nervio axilar; 5, redondeo mayor; 6, dorsal ancho; 7, nervio radial; 8, arteria axilar; 9, vena axilar; 10, nervio musculocutáneo; 11, bíceps; 12, cabeza larga del tríceps; 13, tensor de la fascia antebraquial; 14, nervio cutáneo antebraquial caudal; 15, nervio ulnar y arteria ulnar colateral; 16, nervio mediano y arteria braquial; 17, rama medial del nervio radial superficial; 18, vena cubital mediana; 19, vena cefálica. (Horowitz, inédito.)

CODO Y ANTEBRAZO

Las caras medial y lateral de la articulación del codo son accesibles porque el brazo es más libre y la fosa axilar es respectivamente más profunda que en las especies más grandes, en las cuales el abordaje medial es difícil. La cúspide del olécranon, rasgo palpable más prominente de la región, está justo debajo del extremo ventral del quinto espacio intercostal en el perro de pie. Los epicóndilos medial y lateral, así como las partes adyacentes del húmero, se

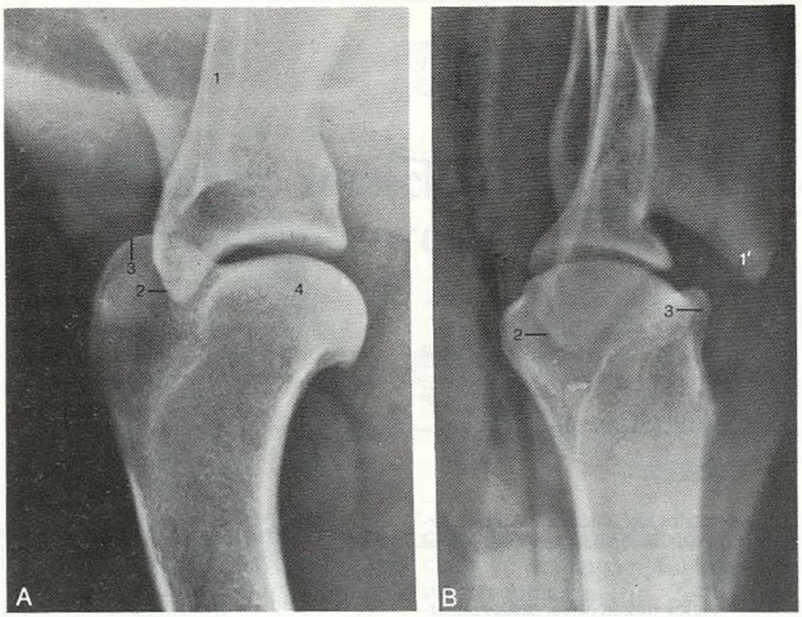


Fig. 16-3. Vistas radiográficas lateral (*A*) y craneocaudal (*B*) de la articulación del hombro del perro.

1, espina de la escápula; 1', acromion; 2, tubérculo supraglencideo; 3, tubérculo mayor del húmero; 4, cabeza del húmero.

palpan con facilidad. El paquete de vasos braquiales y el nervio mediano se palpan contra la superficie medial del hueso, entre el bíceps y el tríceps. Contra el tendón del tríceps y el olécranon puede encontrarse un paquete más pequeño constituido por los vasos ulnares colaterales y el nervio ulnar (fig. 16-12[5,6]). También se palpan con facilidad los ligamentos colaterales originados en los epicóndilos. Aunque el cóndilo del húmero sobresale hacia adelante respecto del eje mayor del hueso, la considerable cobertura muscular lo torna menos accesible.

Toda la superficie medial del radio es subcutánea; la superficie craneal se palpa en la parte más distal, donde sólo está cubierto por el extensor oblicuo del carpo y los tendones de los otros extensores (fig. 16-4[6]). La ulna es más profunda, salvo en su extremo distal, donde su apófisis estiloides se conecta con los huesos del

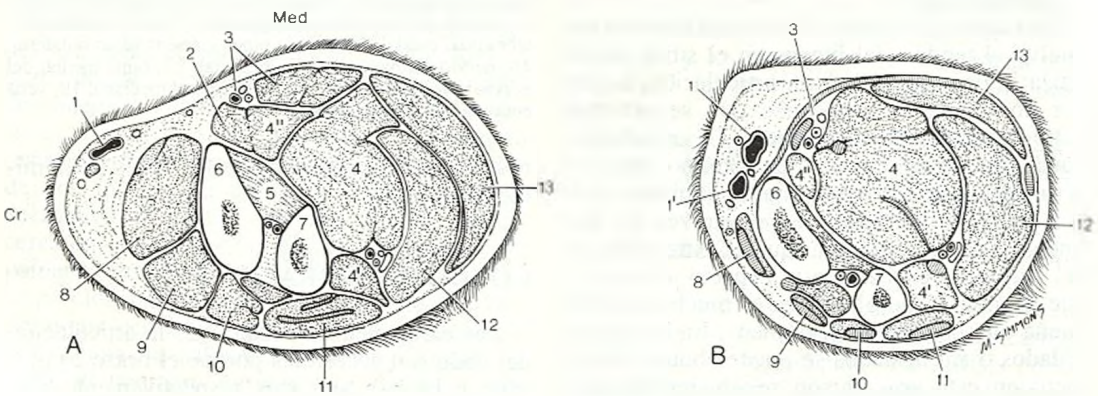


Fig. 16-4. Cortes transversales del miembro torácico del perro inmediatamente a distal de la articulación del codo (*A*) e inmediatamente a proximal al carpo (*B*).

1, vena cefálica y ramas del nervio radial superficial; 1', vena cefálica accesoria; 2, pronador redondo; 3, vasos y nervio medianos y músculo flexor radial del carpo; 4, 4', 4'', cabezas humeral, ulnar y radial del flexor digital profundo; 5, pronador cuadrado; 6, radio; 7, ulna; 8, extensor radial del carpo; 9, extensor común de los dedos; 10, extensor digital lateral; 11, ulnar lateral; 12, flexor ulnar del carpo: su pequeña cabeza ulnar está sobre su parte caudal, mientras que los vasos y el nervio ulnares están sobre su cara craneal; 13, flexor superficial de los dedos.

arpo. Una profunda depresión detrás de esta pófisis se halla limitada por el prominente tenón del flexor ulnar del carpo y del hueso cariano accesorio.

La *vena cefálica* (fig. 16-4[1]) es la que más usa para administrar inyecciones intravenoas. Sigue el borde craneal del antebrazo donde palpa cuando está ingurgitada si se presiona cima del codo; en ocasiones produce un reeve visible aunque no está ocluída. Como esta na entabla una anastomosis (vena cubital meana) con el sistema venoso profundo a nivel l codo antes de seguir ascendiendo por la surficie lateral del brazo, es mejor comprimirla un sitio más distal que la anastomosis (fig. 5[2]). La vena está aplicada sobre el músulo extensor radial del carpo, que es el más ande de los músculos extensores que nacen el epicóndilo lateral del húmero y de la cres más proximal. Los flexores del carpo y de los dos se originan en el epicóndilo medial anular, están ubicados caudalmente al radio y bren las superficies medial y caudal de la na (fig. 16-4). Los vasos medianos (fig. 16-3]), continuación de los braquiales, y el nero mediano están incluidos entre estos músculos cerca del borde medial del radio (fig. 16-6).

Las radiografías laterales muestran el cóndilo meral profundamente asentado en la escotara troclear de la ulna (fig. 16-7*A*). El prominte epicóndilo medial (fig, 16-7[1']) se surpone al olécranon, en tanto que la apófisis cónea, en el extremo proximal de la escotara (fig. 16-7[4]), se superpone al epicóndilo dial. La apófisis ancónea tiene su propio ntro de osificación, que se fusiona con el res del hueso a la edad de cuatro a cinco meses. no se fusiona o si se desprende, el trozo elto causa severa renguera; este problema apófisis ancónea no unida'') se ve principalente en las ramas más grandes. En cambio, es menos frecuente una separación similar de la apófisis coronoides medial en el extremo distal de la escotadura troclear (fig. 16-7[5]); esta apófisis se superpone al extremo proximal del radio en las radiografías laterales de la articulación normal.

La articulación del codo se punza con mayor facilidad a craneal del ligamento colateral lateral. En ocasiones se asocia con este ligamento un pequeño hueso sesamoide. En los gatos un prominente agujero medial (supracondíleo) en el extremo distal del húmero, deja pasar la arteria braquial y el nervio mediano en dirección caudocraneal, de modo que estos elementos son vulnerables en las fracturas de esta parte.

La luxación de la articulación del codo se entiende mejor si se arman los tres huesos sueltos. Se comprobará que la articulación se luxa con mayor facilidad (por desplazamiento lateral del radio y ulna) cuando está flexionada, porque entonces la apófisis ancónea está en la fosa olecraneana del húmero. La luxación medial es menos frecuente, tal vez porque es más difícil que la apófisis ancónea salte sobre el epicóndilo medial, que es más grande. De esto se deduce que la luxación se reduce con mayor facilidad si primero se flexiona con fuerza la articu-

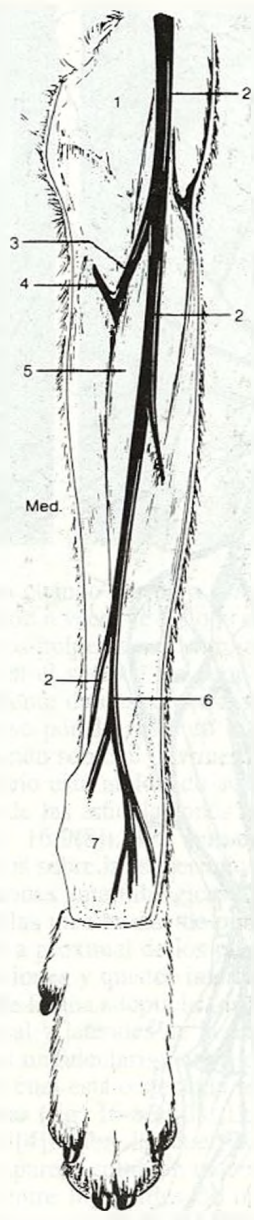


Fig. 16-5. Venas superficiales del antebrazo izquierdo del perro, vista craneal.

1, braquiocefálico; 2, vena cefálica; 3, vena cubital mediana; 4, vena braquial; 5, extensor radial del carpo; 6, vena cefálica accesoria; 7, carpo.

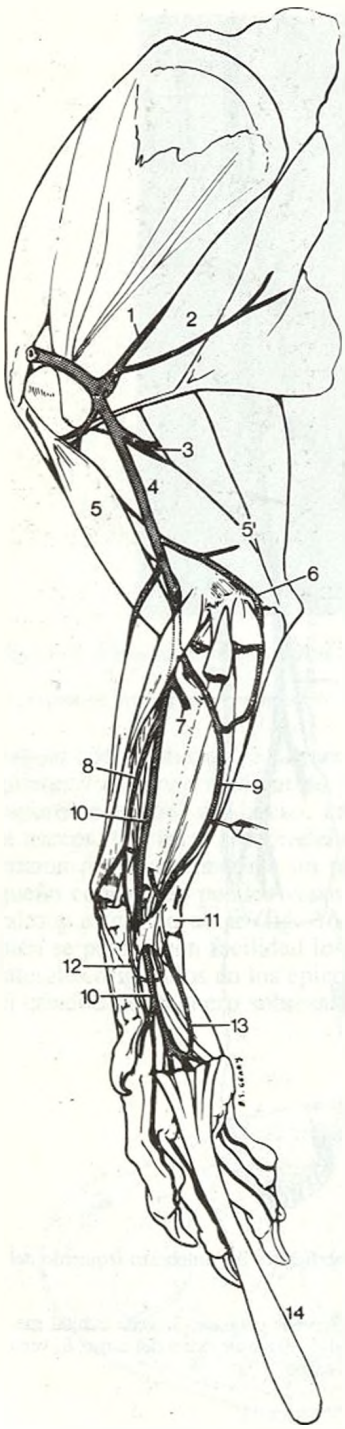
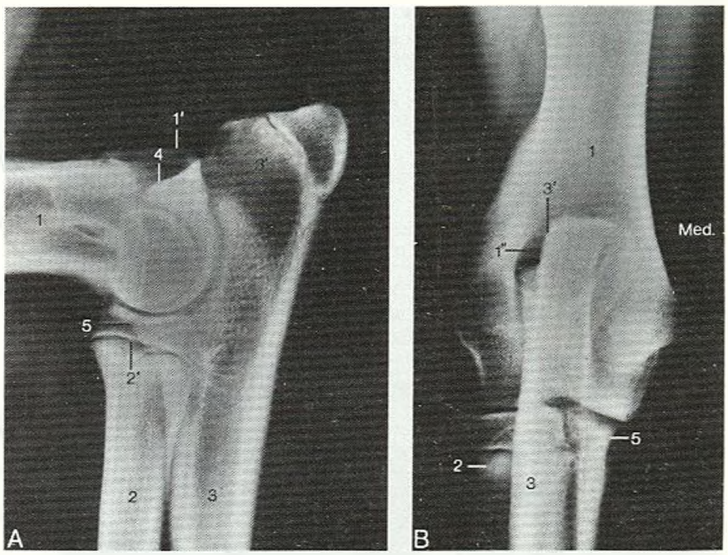


Fig. 16-6. Topografía de las principales arterias del miembro torácico derecho del perro, vista medial. Se han eliminado los músculos caudomediales del antebrazo.

1, arteria subescapular; 2, redondo mayor; 3, arteria braquial profunda; 4, arteria braquial; 5, bíceps; 5', tríceps; 6, arteria ulnar colateral; 7, arteria antebraquial profunda; 8, arteria radial; 9, arteria ulnar; 10, arteria mediana:; 11, hueso carpiano accesorio; 12, arco palmar profundo; 13, arco palmar superficial; 14, flexor superficial de los dedos, reflejado. (Horowitz, 1970.)

lación para destrabar la apófisis ancónea respecto del húmero.

La epífisis distal del húmero se fusiona con la diáfisis a los cinco a ocho meses, mucho antes que el extremo proximal. El cartílago epifisario proximal del radio y el de la tuberosidad olecraneana desaparecen más o menos al mismo tiempo; los cartílagos distales más grandes de los huesos del antebrazo desaparecen un poco después, hacia los seis a nueve meses. El alargamiento del radio se debe principalmente al crecimiento en el cartílago distal, mientras



g. 16-7. Vistas radiográficas la-
al (*A*) y craneocaudal (*B*) de la
iculación del codo de un perro
en.

húmero; 1', epicóndilo medial;
agujero supratroclear; 2, radio;
cartílago epifisario proximal; 3,
a: 3', olécranon; 4, apófisis an-
ea; 5, apófisis coronoides me-

e el de la ulna (a distal de la articulación del
do) se debe con exclusividad al crecimiento
su cartílago distal, que tiene una forma en
La deformación que se observa a veces des-
és de la elongación despareja de estos huesos
debe a "fusión prematura" de un cartílago
l efecto más notorio es la desviación de la
no, que tensa las conexiones de tejido co-
tivo de los huesos, en especial el ligamento
lioulnar en el extremo distal.

Las fracturas del antebrazo son relativamente
munes. Ocurren con mayor frecuencia en la
tad distal y, como se podría prever, suelen
nar ambos huesos. También es bastante co-
n la fractura olecraneana.

ARPO Y MANO

Los huesos carpianos y metacarpianos, así
mo las falanges, se deben estudiar principal-
mente con miras a familiarizarse con sus imá-
genes radiológicas.

Los rasgos externos más obvios son los pul-
pejos digitales, metacarpianos y carpianos y las
uñas, que se han descrito e ilustrado en las pá-
ginas 379 y 380. Al nacer suele existir un pri-
mer dedo rudimentario debajo del carpo, en el
lado medial de la mano. Muchas veces se lo
elimina como rutina, incluso en perros de ciu-
dad, aunque la presunta finalidad de esta muti-
lación es evitar que el animal se lesione si el
dedo rudimentario se engancha en un matorral.
Sin embargo, se lo debe dejar en los cachorros
de ciertas razas si existe la posibilidad de que
se los exhiba después. El pulpejo carpiano, in-
mediatamente distal al hueso carpiano acceso-
rio (que es palpable), no toma contacto con el
suelo normalmente, salvo en animales que vi-
ran de pronto cuando corren a gran velocidad,
y por esta razón a veces se lesiona en los galgos
de carrera. Los pulpejos metacarpiano y digita-
les asientan en el suelo y las pequeñas papilas
que normalmente dan aspereza a su superficie
pueden alisarse por desgaste en los perros que
siempre caminan sobre el pavimento. El pulpe-
jo metacarpiano está moldeado sobre la super-
ficie flexora de las articulaciones metacarpofa-
lángicas (fig. 16-9[8]). Los pulpejos digitales
están centrados sobre las superficies flexoras de
las articulaciones interfalángicas distales (fig.
16-9[7]). En las membranas de piel que conec-
tan los dedos a proximal de los pulpejos suelen
ocurrir infecciones y quistes interdigitales.

La pared de la uña adopta la forma de las su-
perficies dorsal y laterales de la apófisis ungu-
lar (processus unguicularis) curva de la falange
distal, con la cual está conectada mediante una
dermis laminar (fig. 16-8*B*, *C*). La suela de la
uña (fig. 16-8[4]) cubre la superficie ventral de
la apófisis y aparece como un material blanque-
cino friable entre los bordes de la pared. Las
uñas, en particular las de los perros urbanos
grandes, suelen desgastarse a ras de los pulpe-
jos digitales pero se las debe recortar cuando el
desgaste no es suficiente porque, de lo contra-
rio, en su crecimiento describirían un círculo
completo y podrían penetrar en el pulpejo. Se
deben usar cizallas especiales porque la presión
lateral que ejercen los cortauñas humanos o las
tijeras comunes produce dolor. La uña debe re-
cortarse a nivel de la superficie de contacto del
pulpejo con el suelo, pero no tan corta como
para que se dañe la dermis sensible y vascular
(fig. 16-8*A*). En las uñas no pigmentadas puede
verse la dermis rosada, pero a falta de esta guía
hay que fijarse en la aparición de un punto ne-
gro en la superficie de corte inmediatamente

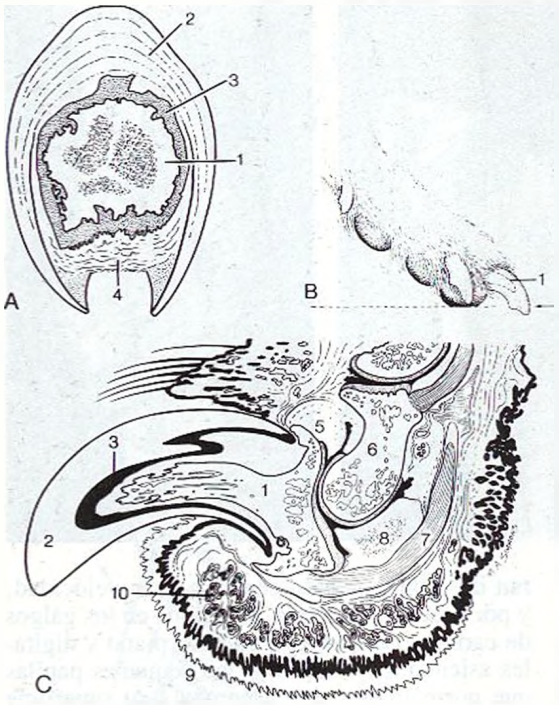


Fig. 16-8. *A*, corte transversal de la uña del perro. *B*, manera correcta de recortar las uñas del perro. *C*, corte axil del dedo del perro.

1, apófisis ungular de la falange distal; 2, pared de la uña; 3, dermis laminar; 4, suela friable de la uña; 5, ligamento elástico dorsal; 6, falange media; 7, tendón del flexor digital profundo; 8, hueso sesamoide distal; 9, pulpejo digital; 10, glándulas sudoríparas.

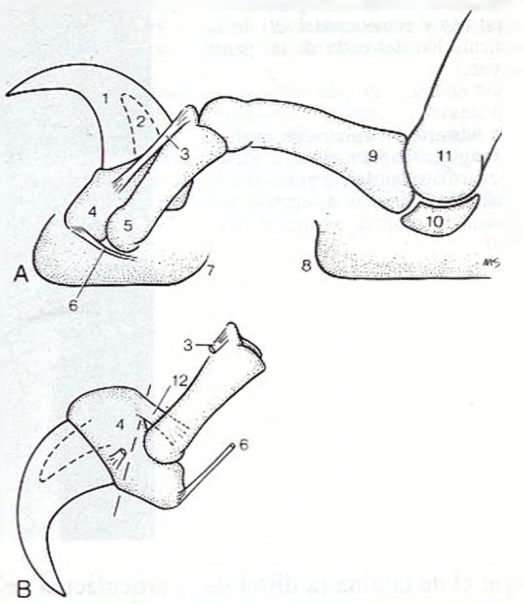


Fig. 16-9. Uña del gato retraída por completo (*A*) y sacada (*B*) para mostrar la división (línea entrecortada) de la falange distal para extirpar la uña. La disposición de los ligamentos elásticos se ha simplificado mucho.

1, uña; 2, apófisis ungular de la falange distal; 3, ligamento elástico dorsal medial; 4, falange distal; 5, falange media; 6, tendón del flexor digital profundo; 7, pulpejo digital; 8, pulpejo metacarpiano; 9, falange proximal; 10, hueso sesamoide proximal; 11, hueso metacarpiano; 12, ligamento elástico dorsal lateral.

distal a la dermis. Los ligamentos dorsales elásticos (fig. 16-8[5]) se extienden desde el extremo proximal de la falange media hasta la cresta ungular de la falange distal para mantener elevadas las uñas. El flexor digital profundo se opone a los ligamentos y hace sobresalir las uñas para arañar o escarbar el suelo.

Las uñas del gato están comprimidas lateralmente, son muy curvas y rematan en puntas aguzadas. Se pueden retraer por completo dentro del pelaje de la mano, permitiendo que los gatos caminen silenciosamente y sin desgastar sus garras por el contacto con el piso. Los ligamentos dorsales elásticos son de longitud desigual; los largos van desde la articulación interfalángica proximal hasta los costados de la falange distal y un solo ligamento corto corre entre el extremo distal de la falange media y el tope de la cresta ungular (fig. 16-9[3, 12]). Esta disposición, combinada con la oblicuidad de las superficies articulares, permite que la base de la uña se retraiga por lateral de la respectiva falange media. Los ligamentos mantienen las uñas firmemente retraídas, de modo que los flexores digitales sólo mueven las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas proximales. Las uñas sobresalen mediante la contracción simultánea del flexor digital profundo (que flexiona las articulaciones interfalángicas distales) y de los extensores digitales (que estabilizan las articulaciones más proximales de la mano). Los gatos utilizan la posibilidad de sacar sus uñas para trepar a los árboles y para establecer el contacto inicial con las presas, a diferencia de los perros, que toman las presas con la boca. La característica costumbre de clavar las uñas en troncos, alfombras o el moblaje, que se suele creer que sirve para "afilar" las uñas, en realidad se relaciona con la marcación territorial por el sudor que emiten las glándulas concentradas en los pulpejos digitales. A los gatos destructivos se les pueden extirpar las uñas mediante la sección transversal de la falange distal; la base del hueso con la inserción del flexor digital profundo se deja en su sitio, mientras que se reseca la cresta ungular que rodea la base de la uña (fig. 16-9*B*). Se presume que los perros escarban con energía el suelo después de defecar u orinar con un fin de marcación similar que utiliza la secreción de las glándulas sudoríparas de sus pulpejos.

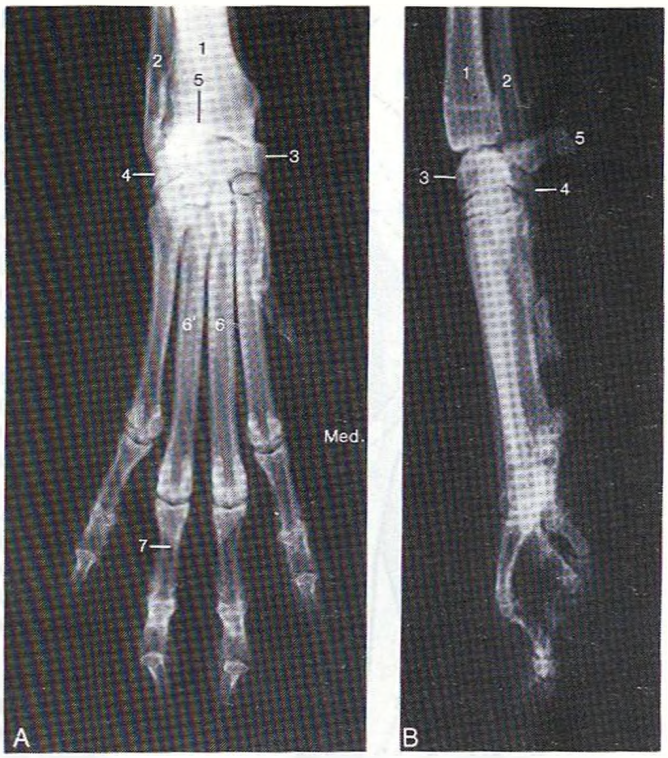


Fig. 16-10. Vistas radiográficas dorsopalmar (*A*) y lateral (*B*) de la mano.

1, radio; 2, ulna; 3, carpiano radial; 4, carpiano ulnar; 5, carpiano accesorio; 6, 6', metacarpianos tercero y cuarto; 7, pulpejo metacarpiano.

Con excepción del accesorio, los huesos carpianos individuales no se pueden distinguir mediante palpación. La flexión de la articulación ensancha la brecha dorsal a nivel antebraquiocarpiano y facilita la identificación de los tendones del músculo extensor radial del carpo y del extensor común de los dedos. En la cavidad articular se puede entrar introduciendo una aguja entre estos tendones, pero esta cavidad no se comunica con los niveles inferiores de la articulación. Los huesos distales al carpo se identifican mediante palpación porque los metacarpianos, aunque están muy juntos en el segmento proximal, divergen hacia distal. Los tendones extensores se pueden hacer deslizar contra los huesos metacarpianos, mientras que los flexores digitales y los interóseos forman juntos una masa blanda en la cara palmar. El par de huesos sesamoides de la superficie palmar de las articulaciones metacarpofalángicas está incluido dentro del pulpejo metacarpiano (fig. 16-9[10,8].

Las radiografías dorsopalmares muestran los huesos del carpo con un mínimo de superposición (fig. 16-10). El gran carpiano radial (fig. 16-10[3]) está a distal del radio; el carpiano ulnar, de forma desigual (fig. 16-10[4]), se halla junto a él y se extiende distalmente (sobre la superficie palmar) para superponerse al cuarto carpiano (y hasta al respectivo metacarpiano). El carpiano accesorio (fig. 16-10[5]) se superpone en la unión del radio, ulna y carpiano ulnar. En el lado medial los carpianos primero y segundo están superpuestos; aquí también se ve el sesamoide en el extensor oblicuo del carpo, frente a la articulación mediocarpiana. El pulpejo carpiano produce una sombra radiográfica más tenue. En ocasiones se confundió la epífisis distal del radio con un hueso carpiano. Hay que señalar que en las incidencias un tanto oblicuas del carpo del gato existe un amplio espacio entre los extremos distales del radio y ulna y que esto se podría interpretar erróneamente como una subluxación.

La epífisis del carpiano accesorio se fusiona con el resto del hueso más o menos a los cuatro meses y medio y aproximadamente un mes antes se fusionan los tres centros del carpiano radial. Las epífisis distales de los principales huesos metacarpianos se fusionan con las diáfisis hacia los cinco a siete meses. (Las epífisis metacarpianas proximales se fusionan antes de nacer.)

Las arterias principales del miembro torácico se describieron antes (p. 255) y sus relaciones se ilustran en la figura 16-6.

NERVIOS PRINCIPALES DEL MIEMBRO TORÁCICO

Esta descripción sólo concierne a los nervios de la parte libre del miembro. Como los rasgos

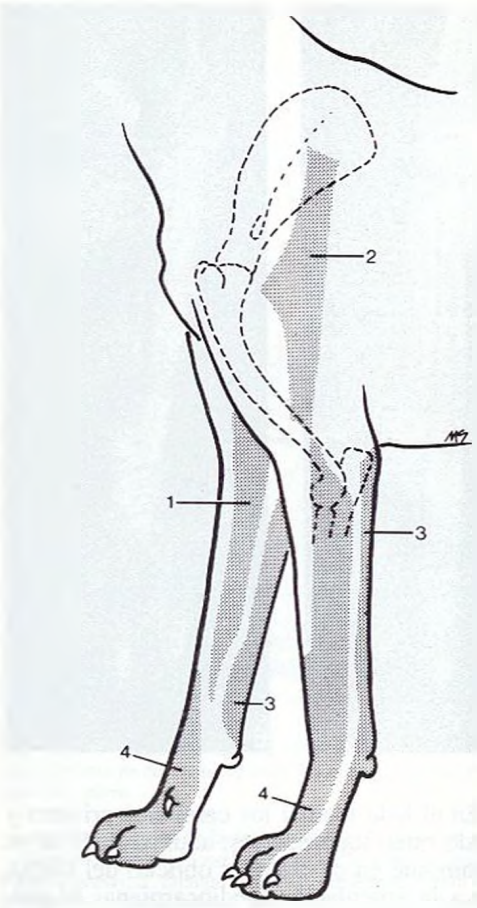


Fig. 16-11. Zonas cutáneas autónomas de los nervios musculocutáneo (1), axilar (2), ulnar (3) y radial (4). (Kitchell y col., 1980.)

principales concuerdan mucho con el patrón común (p. 335) bastará que prestemos atención aquí a sus relaciones y distribución cutánea. El plexo braquial se origina de C6-T1 en un 60% de los perros, de C5-T1 en un 20%, de C6-T2 en otro 20% y de C5-T2 en una proporción muy escasa (menor del 3%). Por lo tanto, los orígenes de los nervios individuales están sujetos a considerable variación. También existe mucha superposición entre sus territorios cutáneos, que sólo pueden indicarse en forma aproximada. La figura 16-11 muestra las zonas autónomas mucho más pequeñas que se utilizan para ensayar la integridad de nervios *individuales*. La trayectoria y distribución de los nervios dentro de la mano tienen una aplicación clínica muy escasa y se pueden encarar en forma sucinta.

El *nervio musculocutáneo* (C6-7) inerva el bíceps y el braquial. Desciende por la superficie medial del brazo entre el bíceps y la arteria braquial y en el codo emite una rama comunicante para el nervio mediano, que es más caudal. En el antebrazo se continúa mediante una rama cutánea (nervio cutáneo antebraquial medial) que transcurre entre el bíceps y el braquial para pasar al subcutáneo par craneomedial del codo, ante de inervar la piel de la cara medial del antebrazo (figs. 16-11[1] y 16-12[1,11]). Aunque la disfunción de este nervio altera poco la marcha, el animal afectado no responde a la invitación de "dar la pata" porque para flexionar el codo se requiere la actividad de por lo menos el músculo bíceps o el braquial.

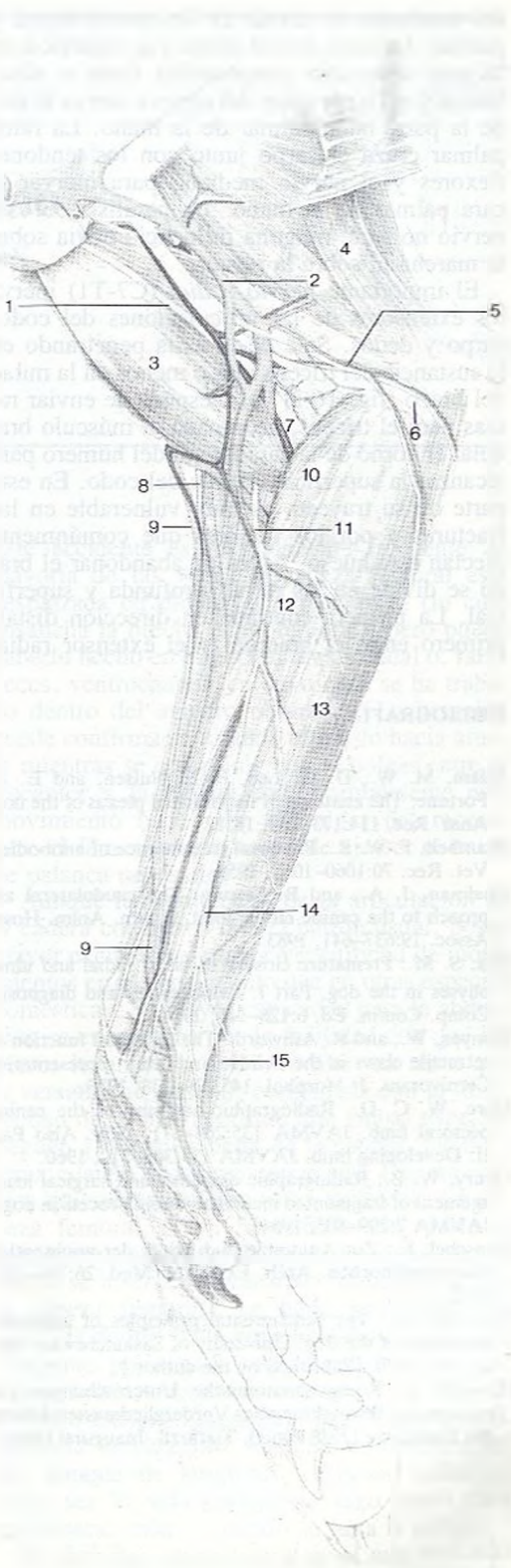
El *nervio axilar* (C7-8) inerva los flexores primarios de la articulación del hombro. Sale del espacio axilar desapareciendo a dorsal del redondo mayor (fig. 16-2[4,5]) y después vira en torno de la cara caudal de la articulación para llegar al deltoides; las ramas que continúan más allá de este punto inervan la piel de la región craneolateral del brazo y parte del antebrazo (fig. 16-11[2]). La parálisis del nervio influye poco sobre la actividad porque el dorsal ancho y la cabeza larga del tríceps compensan la pérdida de los flexores primarios del hombro.

El *nervio mediano* (C8-T1) inerva los flexores del carpo y los dedos. Desciende por la superficie medial del brazo inmediatamente a caudal de la arteria braquial y pasa por el codo craneal al ligamento colateral medial antes de sumergirse bajo el pronador redondo y el flexor radial del carpo (fig. 16-12[7]). Emite sus ramas musculares y luego continúa (cubierto por el músculo nombrado en último término) cerca del borde medial del radio como nervio a predominio sensitivo. Este último acompaña los tendones flexores digitales y la arteria mediana a través del canal carpiano, antes de dividirse para inervar las caras medial y palmar de la mano en colaboración con el nervio ulnar. Su disfunción influye poco sobre la marcha, pero puede ser que el carpo se hiperextienda cuando el animal está de pie, de modo que las uñas estarán un poco elevadas respecto de su postura normal.

El *nervio ulnar* (C8-T1) inerva el resto de los flexores carpianos y digitales. Primero desciende junto con el nervio mediano, pero en la mitad distal del brazo busca un curso más caudal que lo hace pasar sobre el epicóndilo medial del húmero (donde se palpa), acompañado por los vasos ulnares colaterales (fig. 16-12[6]). La superficie caudal del antebrazo es inervada por una rama cutánea (nervio cutáneo antebraquial caudal, fig. 16-12[5]) que se torna subcutánea sobre la cara medial del olécranon. El tronco principal se sumerge en los músculos caudomediales del antebrazo y, después de inervarlos, vuelve a aparecer en la cara lateral, donde acompaña a la arteria y vena ulnares antes de descender a caudal de la ulna. En la mitad distal

Fig. 16-12. Disección superficial del miembro torácico derecho, vista medial.

1, nervio musculocutáneo; 2, vena braquial; 3, bíceps; 4, tensor de la fascia antebraquial; 5, nervio cutáneo antebraquial caudal y vasos ulnares colaterales; 6, nervio ulnar; 7, nervio mediano y arteria braquial; 8, rama medial del nervio radial superficial; 9, vena cefálica; 10, pronador redondo; 11, nervio cutáneo antebraquial medial; 12, flexor radial del carpo; 13, flexor digital superficial; 14, rama cutánea inconstante del nervio ulnar; 5, hueso carpiano accesorio. (Horowitz, inédito.)



del antebrazo se divide en las ramas dorsal y palmar. La rama dorsal aflora a la superficie en la gran depresión comprendida entre el ulnar lateral y el flexor ulnar del carpo e inerva la piel de la parte lateropalmar de la mano. La rama palmar cruza el carpo junto con los tendones flexores y el nervio mediano para inervar la cara palmar de la mano. La parálisis de este nervio no surte ninguna influencia obvia sobre la marcha ni sobre la postura.

El importante *nervio radial* (C7-T1) inerva los extensores de las articulaciones del codo, carpo y dedos. Sale de la axila penetrando en la sustancia del tríceps más o menos en la mitad del brazo (fig. 16-2[7]). Después de enviar ramas para el tríceps, acompaña al músculo braquial en torno de la cara lateral del húmero para alcanzar la superficie flexora del codo. En esta parte de su trayecto es muy vulnerable en las fracturas y por los tumores que comúnmente afectan este hueso. Antes de abandonar el brazo se divide en las ramas profunda y superficial. La primera continúa en dirección distal, primero entre el braquial y el extensor radial del carpo y luego entre el supinador y la cápsula articular para inervar los extensores carpianos y digitales en la parte superior del antebrazo. La segunda se divide en las ramas medial y lateral que emergen del borde craneal de la cabeza lateral del tríceps para correr por el subcutáneo, una a cada lado de la vena cefálica; entran en la mano junto con la vena cefálica accesoria (fig. 16-4[1,1']). La rama superficial inerva la piel de la superficie dorsal del antebrazo y mano, compartiendo con el nervio axilar la parte más proximal de esta región (fig. 16-11[4]).

Si este nervio se lesiona gravemente antes del origen de las ramas tricipitales, no se puede fijar el codo y el miembro, al no poder soportar peso, se lleva en posición flexionada con los dedos flexionados, de modo que presentan sus superficies dorsales al piso. La lesión más distal es menos importante porque los perros no tardan en aprender a compensar la pérdida de los extensores digitales adelantando rápidamente la mano para que llegue al suelo sobre los pulpejos.

BIBLIOGRAFÍA

Allam, M. W., D. G. Lee, F. E. Nulsen, and E. A. Fortune: The anatomy of the brachial plexus of the dog. Anat. Rec. 114:173–180, 1952.

Brambell, F. W. R.: Pre-natal transference of antibodies. Vet. Rec. 70:1060–1063, 1958.

Chalman, J. A., and B. Slocum: The caudolateral approach to the canine elbow joint. J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 19:637–641, 1983.

Fox, S. M.: Premature closure of distal radial and ulnar physes in the dog, Part I. Pathogenesis and diagnosis. Comp. Contin. Ed. 6:128–140, 1984.

Gonyea, W., and R. Ashworth: The form and function of retractile claws in the Felidae and other representative Carnivorans. J. Morphol. 145:229–238, 1975.

Hare, W. C. D.: Radiographic anatomy of the canine pectoral limb. JAVMA 135:264–271, 1959. Also Part II: Developing limb. JAVMA 135:305–310, 1960.

Henry, W. B.: Radiographic diagnosis and surgical management of fragmented medial coronoid process in dogs. JAVMA 7:799–805, 1984.

Henschel, E.: Zur Anatomie und Klinik der wachsenden Unterarmknochen. Arch. Exp. Vet. Med. 26:741–787, 1972.

Horowitz, A.: The fundamental principles of anatomy; dissection of the dog. University of Saskatchewan, Saskatoon, 1970. [Published by the author.]

Horvath, I.: Röntgenanatomische Untersuchungen zur postnatalen Entwicklung des Vordergliedmassenskeletts der Hauskatze (*Felis catus*), Tierärztl. Inaugural Dissertation, München, 1983.

Kitchell, R. L., L. R. Whalen, C. S. Bailey, and C. L. Lohse: Electrophysiological studies of cutaneous nerves of the thoracic limb of the dog. Am. J. Vet. Res. 41: 61–76, 1980.

Kolata, R. J., and D. E. Johnston: Motor vehicle accidents in urban dogs: a study of 600 cases. JAVMA 167:938–941, 1975.

Künzel, W.: Topographische Anatomie intramuskulärer Injektionsstellen beim Hund. Inaugural Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien, 1979.

Nickel, R., and H. Wissdorf: Vergleichende Betrachtung der Arterien an der Schultergliedmasse der Haussäugetiere. Zentralbl. Vet. Med. A, 11:265–292, 1964.

Olson, N. C., C. B. Carrig, and W. O. Brinker: Asynchronous growth of the canine radius and ulna: Effects of retardation of longitudinal growth of the radius. Am. J. Vet. Res. 40:351–355, 1979.

Wenzel, U.: Zur Klinik und Extirpation des isolierten Processus anconaeus bei der Ellbogengelenksdysplasie des Hundes. Kleintierpraxis 20:55–63, 1975.

Wissdorf, H.: Arterien an der Schultergliedmasse der Katze und des Löwen. Kleintierpraxis 8:159–166, 1963.

Wood, A. K. W., P. H. McCarthy, and C. R. Howlett: Anatomic and radiographic appearance of a sesamoid bone in the tendon of origin of the supinator muscle of dogs. Am. J. Vet. Res. 46:2043–2047, 1985.

Worthman, R. P.: Demonstration of specific nerve paralyses in the dog. JAVMA 131:174–178, 1957.

Würsche, A., and F. Preuss: Zur Mechanik des Krallengelenks der Katze. Berlin, Duncker & Humboldt's Zool. Beiträge, 18:91–100, 1972.

17

Miembro pelviano de los carnívoros

FAC. MED. VETERINARIA Y ZOOTECNIA
BIBLIOTECA
QUITO

ANCA, CADERA Y MUSLO

La postura habitual varía según las razas. Las diferencias principales se ilustran en los ovejeros alemanes, que tienden a agacharse con la espalda y el anca en pendiente hasta la cola (con las articulaciones de la cadera, rodilla y corvejón muy flexionadas) y los boxers, que prefieren una postura más rígida y más erecta (con las principales articulaciones, en particualar el corvejón, mucho más derechas). En los galgos y otros perros magros de pelo corto los contornos del anca pueden reproducir la forma de los músculos subyacentes, en particular del glúteo superficial, pero la mayoría de las veces estos detalles son oscurecidos por la grasa subcutánea o el grueso pelaje. Los principales jalones esqueléticos siempre se palpan y revelan el pequeño ángulo que el ilion forma con la columna vertebral.

Las espinas dorsales y ventrales del ílion son muy prominentes. La cresta convexa (ilíaca) que une estas espinas también se puede seguir en toda su extensión y es un sitio conveniente para hacer biopsias de médula ósea en las razas más grandes, pero es demasiado fina para este fin en los animales más pequeños. Por lo general, entre las salientes de las tuberosidades se suele palpar una estrecha franja de piso pelviano que bordea la arcada isquiática, en tanto que los cordiformes ligamentos sacrotuberosos también se pueden palpar a medida que se aproximan a estas salientes desde sus orígenes en el sacro. El trocánter mayor del fémur está a craneal de la tuberosidad isquiática y como su cúspide está casi en el mismo nivel que la cabeza femoral es una buena guía para establecer la posición de la articulación, que no se palpa. Préstese atención al espaciamiento de estos rasgos del ilion, isquion y fémur porque su alteración puede significar que el fémur está luxado. Este accidente es relativamente frecuente; la mayoría de las veces la cabeza femoral está desplazada en dirección dorsocraneal (lo cual ensancha la brecha isquiofemoral), pero puede haberlo hecho en dirección dorsocaudal o, raras veces, ventrocaudal, en cuyo caso se ha trabado dentro del agujero obturador. La luxación puede confirmarse rotando el muslo hacia afuera mientras se comprime con el pulgar entre el trocánter y la tuberosidad; normalmente este movimiento hace salir el pulgar del receso, pero el fémur luxado no puede ejercer el brazo de palanca necesario.

Aunque la arquitectura de la articulación de la cadera concuerda con el patrón usual, posee mayor excursión y mayor versatilidad de movimientos en el perro y gato que en otras especies domésticas. Su mayor capacidad para la abducción se comprueba por la facilidad con que los perros levantan la pata al orinar, en tanto que la versatilidad general, combinada con la flexibilidad del tronco, permite que ambas especies lleguen a la mayor parte de la cabeza, cuello y tórax cuando se rascan con el pie. Las superficies articulares reflejan estas aptitudes. La cabeza femoral es un hemisferio casi perfecto sólo interrumpido por la pequeña fóvea central donde se inserta el ligamento intracapsular (de la cabeza femoral); se halla profundamente asentada dentro de la copa acetabular, que sólo es apenas prolongada por un rodete o labio fibroso (Labrum acetabulare) en su borde (fig. 2-55). No existen ligamentos periféricos que limiten su movimiento. El ligamento intracapsular, aunque de longitud y espesor variables, suele ser lo suficientemente laxo como para mantenerse intacto cuando se luxa la cabeza.

El abordaje craneolateral es el más indicado para punzar la articulación y realizar intervenciones quirúrgicas en la cadera. Existe un abordaje que pasa entre los músculos tensor y bí-

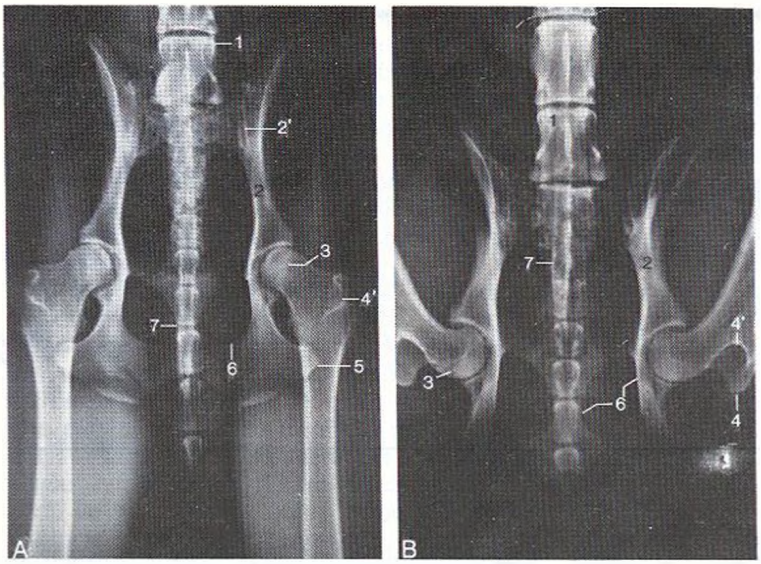


Fig. 17-1. Vista radiográfica ventrodorsal de la pelvis del perro con las articulaciones de la cadera extendidas (*A*) y flexionadas (*B*).

1, última vértebra lumbar (L7); 2, cuerpo del ilion; 2', articulación sacroilíaca; 3, borde dorsal del acetábulo superpuesto a la cabeza femoral; 4, trocánter mayor; 4', fosa trocantérica; 5, tuberosidad isquiática; 6, agujero obturador; 7, hueso del pene superpuesto a las vértebras.

ceps para exponer la parte proximal del vasto lateral (cuyo origen pasa justo debajo del trocánter mayor) y los músculos glúteos que cubren la articulación directamente. Los elementos más importantes que peligran son el nervio ciático y los vasos glúteos caudales, pero como estos elementos cruzan la cara dorsocaudal de la articulación en su recorrido hacia el muslo, el riesgo es relativamente remoto.

La anatomía radiológica es muy importante en el diagnóstico de los dos estados que suelen afectar la articulación: luxación y displasia. Para hacer la radiografía ventrodorsal convencional (fig. 17-1*A*) el animal en decúbito dorsal debe colocarse con sus miembros traccionados uniformemente hacia atrás a los efectos se obtener una representación simétrica de las estructuras bilaterales. Aunque la mayoría de los rasgos de la pelvis son demasiado obvios como para requerir comentarios, hay que prestar atención al ligero arqueamiento lateral de los iliones caninos (a diferencia del paralelismo de estos huesos en el gato). La relación entre el borde dorsal del acetábulo, que se superpone a la cabeza femoral, revista la máxima importancia para determinar la integridad de la articulación (fig. 17-1[3]). La radiolucidez relativa de la región (que corresponde a la fosa trocantérica) comprendida entre los trocánteres mayor y menor del fémur se presta para hacer interpretaciones erróneas. La incidencia lateral, menos útil, revela que las articulaciones de las cuadras están debajo de las dos primeras vértebras caudales (fig. 15-10).

Con radiografías de animales jóvenes se puede seguir la maduración del esqueleto. En los cachorros existen centros de osificación primaria para el ilion, isquion, pubis y hueso acetabular y centros secundarios para la cresta ilíaca, tuberosidad isquiática y borde de la arcada isquiática. El hueso acetabular es el primero que pierde su independencia, pero le sigue a esto la fusión de los otros centros primarios a una edad comparativamente temprana (cuatro a seis meses); los centros secundarios, en cambio, conservan su individualidad hasta mucho después (15 meses a 5 años para la cresta ilíaca y 8 a 14 meses para la tuberosidad isquiática).

Para identificar mejor los contornos de la cabeza femoral cuando se sospecha displasia de la cadera se utiliza una posición especial en que los miembros pelvianos del animal en decúbito dorsal se rotan hacia adentro hasta que las tróclcas femorales y las rótulas miran directamente hacia arriba. Con esta incidencia es más fácil juzgar la congruencia de la cabeza femoral con el acetábulo y reconocer todo aplanamiento o distorsión de sus contornos. El programa del trastorno se caracteriza por una deformación progresiva de la cabeza y un empeoramiento gradual del encaje.

No se conoce con certeza la etiología de la displasia de la cadera, que es muy común en ciertas razas más grandes y exhibe tendencia familiar. Antes se decía que la patología de la cabeza del fémur se debía a la interferencia del aporte sanguíneo que pasa dentro del ligamento de la cabeza femoral, pero, aunque este ligamento se halla bien vascularizado, en la actualidad se ha establecido que sus vasos no penetran mayormente en el hueso (por lo menos no en los cachorros ni en los animales jóvenes, etapas importantes en la instalación de este trastorno). Una opinión más reciente postula una interferencia con un juego de vasos que llegan a la cabeza por el cuello femoral; estos va-

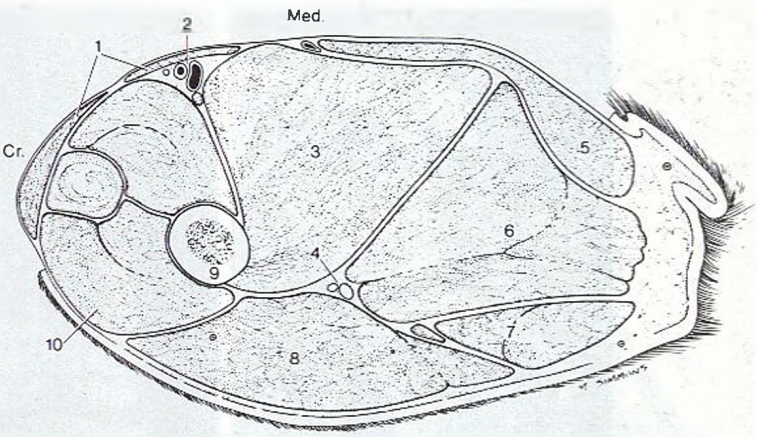


Fig. 17-2. Corte transversal del muslo izquierdo.

1, sartorio; 2, vasos femorales; 3, aductor; 4, nervio ciático; 5, gracilis; 6, semimembranoso; 7, semitendinoso; 8, bíceps; 9, fémur; 10, vasto lateral (del cuadríceps).

sos derivan de una arteria que pasa por un túnel debajo del pectíneo y se asegura que se esteno-sa por distrofia de este músculo secundariamente a una anormalidad de la neurona motora inferior, pero la cuestión no ha sido esclarecida.

El cuerpo del fémur se halla incluido a tanta profundidad en los músculos del muslo que sólo se puede obtener una impresión general de su presencia mediante palpación (fig. 17-2[9]). A pesar de esta protección, empero, el fémur es el hueso que se fractura con mayor frecuencia, la mayoría de las veces a nivel de la mitad del cuerpo o más abajo. A menudo estas fracturas se complican con considerable cabalgamiento, de modo que el fragmento distal suele estar desplazado en dirección caudal por la tracción del gastrocnemio. Muchas veces estas fracturas se reparan con enclavijado intramedular, procedimiento que suele requerir la exposición directa de la lesión. El abordaje lateral es el más conveniente: luego de incidir la fascia lata se refleja el bíceps, cuyo borde craneal a menudo se palpa a través de la piel, y se completa así la exposición del vasto lateral; el camino está ahora libre para llegar al hueso siguiendo la inserción de este último músculo (fig. 17-2[8,10,9]).

La estructura palpable más importante del muslo es la arteria femoral (fig. 17-2[2]), que corre en el subcutáneo del triángulo femoral en la cara medial del miembro, cerca de la ingle. El triángulo es definido por la convergencia distal de los músculos sartorio y pectíneo, formando este último un abultamiento fusiforme debajo de la piel. La arteria es de primera elección para evaluar la circulación, y sus pulsaciones pueden percibirse por un tramo incluso después de haber dejado de ser superficial y transcurrir entre los músculos del muslo; su curso la conduce a través de la cara medial del fémur para llegar a la fosa poplítea, donde adquiere el nombre de arteria poplítea (fig. 17-6[1,2]). La vena que la acompaña es menos conspicua, pero su relación constante con el borde caudal de la arteria hace que sea fácil encontrarla y se preste para hacer inyecciones intravenosas en el sujeto anestesiado que está en decúbito dorsal. La arteria safena (fig. 17-6[4]), nace en la parte oculta de la femoral pero no tarda en hacerse subcutánea para correr por la cara medial del muslo hacia la rodilla. Esta arteria y una gran rama más proximal (que corre caudalmente hacia el músculo gracilis) pueden palparse.

A diferencia de las especies más grandes, el perro y el gato no tienen nódulos linfáticos subilíacos, pero el nódulo poplíteo se suele palpar dentro de la fosa poplítea entre las partes distales del bíceps y el semitendinoso donde ambos músculos divergen hacia sus inserciones en la corva (fig. 17-5[6]). Esta parte de cualquiera de ambos músculos puede utilizarse para aplicar inyecciones intramusculares y como entre ellos pasa el nervio ciático, es prudente aplicar un pulgar en la fosa para cerciorarse de que la aguja esté orientada lejos del nervio.

ARTICULACIÓN DE LA RODILLA Y PIERNA

La articulación de la rodilla permanece flexionada en la posición de pie. Aunque se la extiende más en ciertas fases de la locomoción, el fémur y la tibia nunca llegan a situarse en una misma línea y en los perros el ángulo caudal de la articulación no se abre más de unos 150 grados (los gatos consiguen una extensión mucho mayor). A menudo se puede observar cierta angulación lateral o medial de la articulación al contemplar la extremidad desde adelante o atrás. En las "piernas arqueadas" que son comunes en ciertas razas enanas la tracción del cuadríceps no coincide con el eje de la tróclea femoral y la rótula tiende a luxarse hacia me-

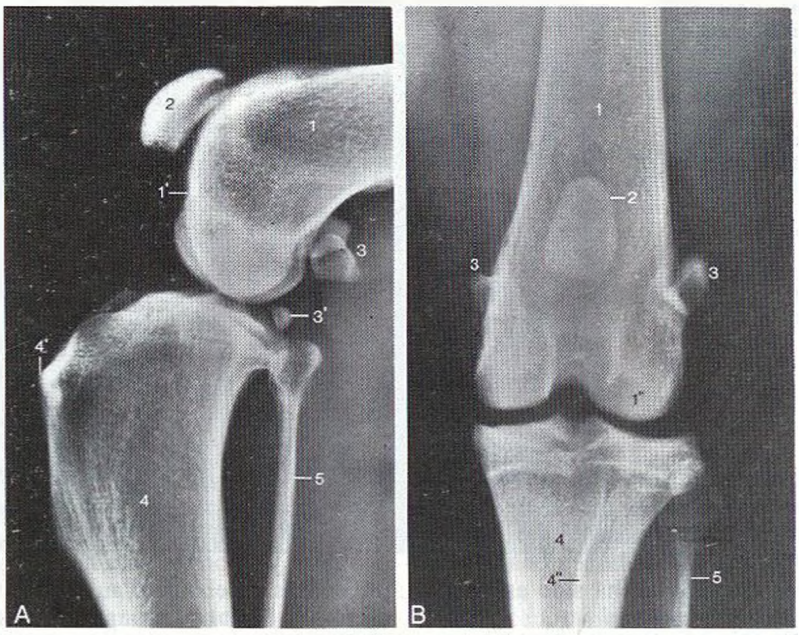


Fig. 17-3. Vistas radiográficas lateral (*A*) y craneocaudal (*B*) de la rodilla del perro.

1, fémur; 1', fosa extensora; 1'', cóndilo lateral del fémur; 2, rótula; 3, huesos sesamoideos en el gastrocnemio; 3', hueso sesamoideo poplíteo; 4, tibia; 4', tuberosidad tibial; 4'', borde craneal de la tibia; 5, peroné.

dial. Esta luxación, que puede ser intermitente o permanente, hace que el miembro sea arrastrado, y si no se la corrige puede acarrear deformidad de otras partes.

La palpación de la articulación de la rodilla revela los siguientes rasgos del esqueleto: rótula (patella), crestas de la tróclea y superficies exteriores de los cóndilos del fémur, huesos sesamoides dentro del origen del gastrocnemio, cabeza del peroné (caput fibulae), borde del cóndilo lateral adyacente al peroné y la tuberosidad, surco extensor y superficie medial de la tibia. El único ligamento patelar y los ligamentos colaterales medial y lateral también se pueden distinguir, pero no los ligamentos femoropatelares, que están cubiertos por las fascias del sartorio y semimembranoso en el lado medial y por la del bíceps (que se extiende sobre el tibial craneal en la parte superior de la pierna) por lateral.

El rasgo más distintivo del interior de esta articulación es la libre comunicación de sus diversos compartimientos sinoviales, lo cual asegura que una sola inyección llegue a todas las partes de la cavidad. La entrada más conveniente es la lateral, por caudal de la gruesa almohadilla adiposa que se interpone entre el ligamento patelar (y el retináculo adyacente) y la membrana sinovial. Los ligamentos cruzados están bien atrás (fig. 2-56[15,16]). Asisten a los ligamentos colaterales para impedir la rotación y la desviación medial o lateral de la pierna. Son más vulnerables a los traumatismos cuando están tensos. El ligamento cruzado craneal, así llamado, como se recordará, por la posición relativa de su inserción tibial (fig. 2-56[16]), es el que más peligra, por lo tanto, cuando se lo fuerza en la hiperextensión de la articulación; su rotura permite un desplazamiento anormalmente libre de la tibia hacia adelante en relación con el fémur (signo del "cajón craneal"). El ligamento cruzado caudal, en cambio, peligra más en la posición flexionada de la articulación y su rotura permite el desplazamiento caudal excesivo de la tibia (signo del "cajón caudal"). En diversas técnicas quirúrgicas para restaurar o reemplazar estos ligamentos se emplean sustitutos fasciales o artificiales. Los meniscos, unidos en su parte craneal por un ligamento intermeniscal además de las sujeciones usuales, también son propensos a traumatizarse. Son más vulnerables cuando se impone torsión en un miembro que tiene la rodilla extendida y el pie fijado, combinación de circunstancias que se da cuando un perro que corre a gran velocidad intenta cambiar bruscamente de dirección.

Para diagnosticar lesiones de la rodilla se suelen hacer radiografías laterales y craneocaudales (fig. 17-3). En la incidencia craneocaudal la rótula se superpone sobre el extremo distal del fémur, donde está flanqueada por las crestas patelares de la tróclea, que aparecen como unas finas líneas radiodensas. Los cóndilos ti-

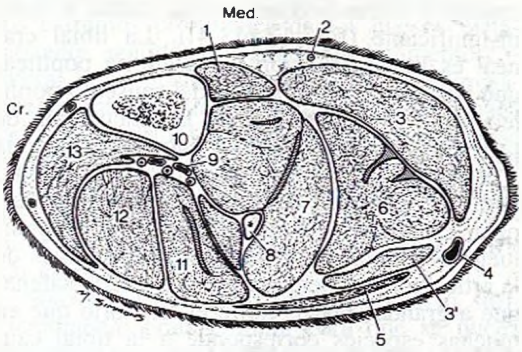


Fig. 17-4. Corte transversal de la pierna izquierda.

1, poplíteo; 2, arteria safena; 3, 3', cabezas medial y lateral del gastrocnemio; 4, vena safena lateral; 5, bíceps; 6, flexor superficial de los dedos; 7, flexor profundo de los dedos; 8, peroné; 9, vasos tibiales craneales; 10, tibia; 11, peroneo largo; 12, extensor largo de los dedos; 13, tibial craneal.

biales son relativamente planos porque no están separados por tubérculos intercondíleos conspicuos (como sucede en las especies más grandes). La cabeza del peroné no llega al extremo de la tibia. En la incidencia lateral se observa que los cóndilos femorales y tibiales sólo entablan un contacto limitado y un tanto caudal y la articulación tiene un aspecto inestable porque no se ven los meniscos que mantienen su congruencia. El ligamento patelar, que es la sombra de tejido blando más prominente, corre a cierta distancia del fémur y el espacio que tiene detrás está ocupado por la almohadilla adiposa subsinovial. Esta incidencia muestra mejor los huesos sesamoideos relacionados con la articulación. El par que está en las cabezas del gastrocnemio es grande y bien definido (fig. 17-3[3]); estos huesos se articulan con pequeñas carillas en las partes superiores de los respectivos cóndilos femorales. El que está en el tendón del poplíteo es más pequeño, está delimitado con menor nitidez, a veces se halla duplicado y está en relación con el margen de la tibia (fig. 17-3[3']). Un área relativamente radiolúcida entre la tróclea y el cóndilo lateral del fémur señala el sitio de la fosa extensora (fig. 17-3[1']), que en ocasiones se confundió con una lesión osteolítica.

En los perros la epífisis distal del fémur y la epífisis proximal de la tibia se fusionan con sus respectivas diáfisis entre los meses sexto y duodécimo de la vida. El centro para la tuberosidad tibial se fusiona entre los seis y nueve meses; durante su persistencia la línea cartilaginosa entre este centro y la diáfisis es bastante ancha e irregular, presentando un aspecto que simula avulsión de la tuberosidad. El comienzo y la terminación de estas fusiones están un tanto atrasados en los gatos.

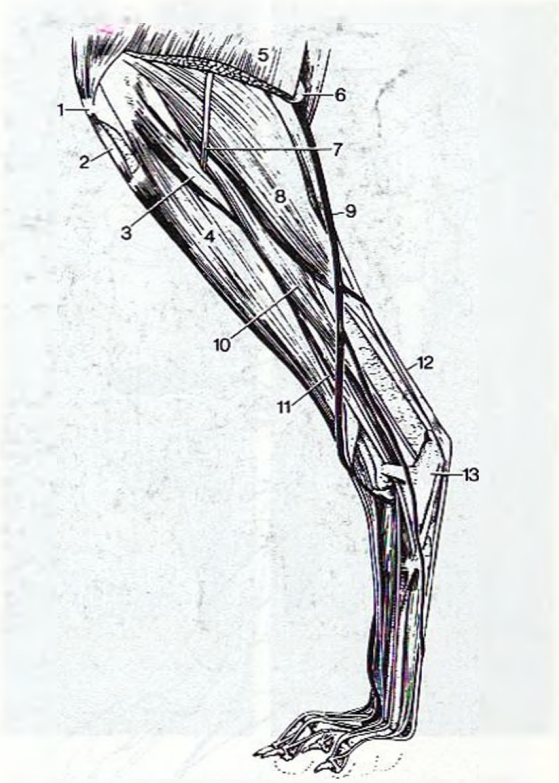


Fig. 17-5. Miembro pelviano izquierdo, vista lateral.

1, rótula; 2, ligamento patelar; 3, peroneo largo; 4, tibial craneal; 5, bíceps; 6, nódulo linfático poplíteo; 7, nervio peroneo común; 8, cabeza lateral del gastrocnemio; 9, vena safena lateral; 10, flexor profundo de los dedos; 11, nervio peroneo superficial; 12, tendón calcáneo; 13, calcáneo. (Modificado de Taylor, 1970.)

Algunos rasgos de la pierna requieren un comentario adicional. La superficie subcutánea de la tibia divide por medial los músculos crurales craneales y caudales, mientras que el peroné establece la misma división por lateral (fig. 17-4). En los perros magros el peroné se palpa en toda su extensión, pero en los animales más gordos, y en particular en los musculosos, sólo se puede identificar con seguridad la mitad distal del cuerpo. El flexor superficial y los componentes del tendón calcáneo común correspondientes al gastrocnemio se pueden identificar por separado a distal del vientre de este último músculo. La vena safena lateral es un rasgo superficial muy conspicuo de la cara lateral (fig. 17-5[9]). Esta vena corre en dirección proximocaudal sobre la parte inferior de la pierna antes de seguir al gastrocnemio sobre el borde caudal; entra en la fosa poplítea para desembocar en la vena femoral. Esta vena se usa mucho para hacer inyecciones intravenosas; su parte proximal se presta mejor para esto porque

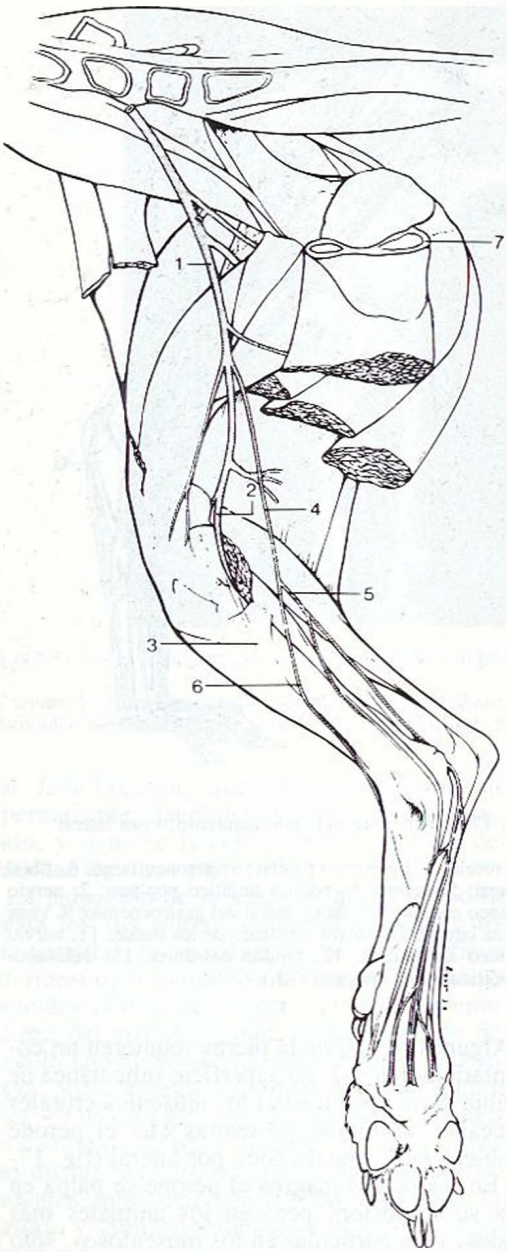


Fig. 17-6. Arterias principales del miembro pelviano derecho, vista medial.

1, arteria femoral; 2, a. poplítea; 3, a. tibial craneal que pasa entre la tibia y el peroné; 4, a. safena; 5, 6, ramas caudal y craneal de la a. safena; 7, piso de la pelvis. (Horowitz, 1970.)

es relativamente fija y recta, mientras que su parte distal es más móvil y ondulada, sumergiéndose entre los músculos crurales caudales y el tendón calcáneo común.

La vascularización de la pierna y de las partes más distales depende de las arterias tibial craneal y safena porque la tibial caudal es muy insignificante (fig. 17-6[3,4]). La tibial craneal es la continuación de la arteria poplítea, que pasa en la profundidad del músculo poplíteo sobre la cara caudal de la articulación de la rodilla. Luego la arteria pasa entre la tibia y el peroné en la parte proximal de la pierna, antes de penetrar en los músculos dorsales, para reaparecer cerca del corvejón y seguir luego el tendón del extensor largo a través de la articulación y llegar al pie. La arteria safena, que a grandes rasgos nutre el territorio que en muchas especies corresponde a la tibial caudal, cruza la cara medial de la rodilla antes de dividirse en las ramas craneal y caudal. La rama craneal continúa siendo superficial (fig. 17-6[6]) y llega al pie, donde complementa a la tibial craneal en la irrigación de los elementos dorsales, mientras que la rama caudal (fig. 17-6[5]) acompaña al nervio tibial y, después de haber nutrido los músculos crurales caudales sigue los tendones flexores en la cara plantar del pie.

CORVEJÓN Y PIE

La inspección de la parte distal del miembro revela la conformación distintiva del corvejón, pero existe escasa diferencia externa entre la mano y el pie, aparte de la ausencia de todo análogo del pulpejo carpiano. Por lo común en el momento de nacer existe un dedo rudimentario, pero se lo suele extirpar a temprana edad en los cachorros de muchas razas. Este dedo rudimentario no existe en el gato.

Aunque el esqueleto del corvejón es completo porque no existe supresión ni fusión de los elementos estándar, la mayoría de los huesos no se puede identificar uno por uno mediante palpación. El rasgo más fácil de reconocer es el calcáneo, largo y bastante delgado, que provee la palanca para extender bien el corvejón; sin embargo, esta disposición entraña un riesgo intrínseco porque a veces este hueso se fractura debido a la fuerza ejercida por los potentes músculos que se insertan en su punta un tanto engrosada. El calcáneo también emite una apófisis medial, el sustentaculum tali, sobre la cara plantar del talus, donde se la puede palpar a pesar de estar cubierta por el tendón del flexor profundo (fig. 17-7[3']). Los huesos más distales del tarso no tienen rasgos superficiales que permitan identificarlos, pero sus sitios y su extensión se pueden deducir observando un esqueleto o radiografías. Los otros rasgos superficiales prominentes de la región son las salientes de los maléolos tibial y peroneal en el límite inferior de la pierna y

los engrosamientos igualmente prominentes en los extremos proximales de los huesos metatarsianos segundo y quinto. Un ligamento colateral largo puede seguirse desde el engrosamiento maleolar hasta el metatarsiano a cada lado del miembro. Los tendones extensores se pueden seguir sobre la superficie dorsal del corvejón; los retináculos que los sujetan en su sitio sobre la tibia distal y también en el extremo proximal del metatarso se pueden identificar en muchos perros.

Sólo la articulación tarsocrural es lo suficientemente grande como para que se pueda punzar en el animal vivo. Esto se hace por lateral, inmediatamente a distal del maléolo; la aguja se orienta distalmente hacia la superficie lateral de la cresta troclear lateral palpable del talus.

Los huesos y los elementos blandos del pie producen impresiones palpatorias similares a las de la mano. Aunque para hacer un examen radiográfico completo del corvejón hay que hacer exposiciones en las incidencias dorsoplantar, mediolateral y oblicuas, la imagen general más útil se obtiene con la incidencia dorsoplantar, porque permite identificar todos los huesos menos uno (el tercer tarsiano), aunque algunos con mayor facilidad que otros porque existe considerable superposición (fig. 17-7*A*). El talus y el calcáneo se delinean bien a pesar de que el sustentaculum tali se superpone al talus. Los dos huesos de la fila subyacente –tarsianos cuarto y central (fig. 17-7[5,6])– también suelen delinearse bien, aunque la parte mediodistal del cuarto se superpone al tercero, cuyos contornos por lo tanto, se pierden en gran medida. El segundo tarsiano aparece con nitidez, con la superposición del primer tarsiano, que es más pequeño. Los extremos distales de la tibia y peroné aparecen íntimamente relacionados en esta incidencia, pero la brecha que los separa es asombrosamente ancha en las incidencias un tanto oblicuas obtenidas en el corvejón del gato, rasgo éste que suele interpretarse erróneamente como signo de luxación.

La incidencia lateral (fig. 17-7*B*) muestra con nitidez el calcáneo y el talus, aunque se superponen hacia el centro del campo. En esta incidencia los huesos más distales se identifican con menos facilidad, aparte del cuarto, que se reconoce por una protuberancia que tiene en su cara plantar (fig. 17-8[4']). Como el hueso central se luxa en algunos casos, es importante destacar la alineación normal de los bordes dorsales de los huesos de filas sucesivas.

La anatomía radiológica de los huesos metatarsianos y falanges no exhibe rasgos distintivos.

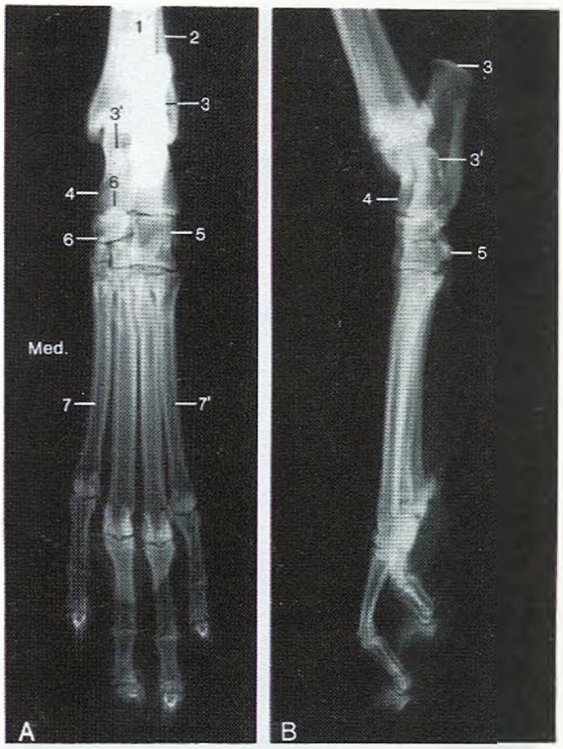


Fig. 17-7. Vistas radiográficas dorsoplantar (*A*) y lateral (*B*) del corvejón y miembro pelviano del perro.

1, tibia; 2, peroné; 3, calcáneo; 3', sustentaculum tali; 4, talus; 5, cuarto hueso tarsiano; 6, hueso tarsiano central; 7, 7', huesos metatarsianos segundo y quinto.

NERVIOS PRINCIPALES DEL MIEMBRO PELVIANO

Sólo hemos de ocuparnos brevemente del curso, relaciones y distribución de los nervios que penetran en el miembro libre porque ya se hizo una descripción general del plexo lumbosacro y sus divisiones en la página 340.

El *nervio femoral* (L4-6) sigue un recorrido muy corto en el muslo antes de terminar ramificándose dentro del cuadríceps femoral, principal extensor de la rodilla y flexor auxiliar de la cadera. Poco antes de desaparecer en este músculo emite el nervio safeno, que desciende superficialmente sobre la cara medial del miembro acompañado por la arteria safena (palpable). Aunque el *nervio safeno* inerva el sartorio, es en gran medida sensitivo para la piel de la cara medial del muslo, rodilla, pierna y corvejón. La disfunción del nervio femoral paraliza el cuadríceps, acarreando el colapso de la rodilla e incapacitando todo el miembro. No existe compensación para este déficit. Desaparece la sensibilidad en la piel de la superficie medial del miembro.

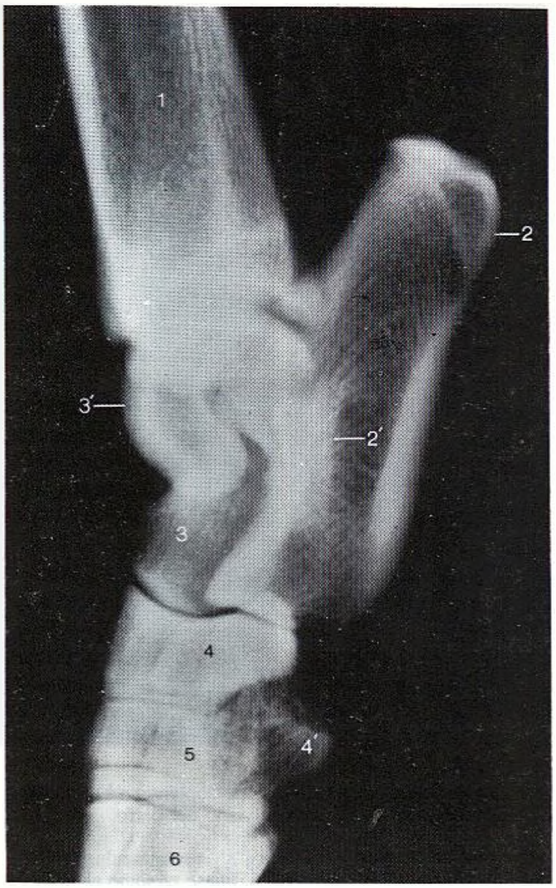


Fig. 17-8. Radiografía lateral del corvejón del perro.

1, tibia y peroné; 2, calcáneo; 2', sustantaculum tali; 3, talus; 3', tróclea del talus; 4, huesos tarsianos cuarto y central superpuestos; 4', tubérculo plantar del cuarto hueso tarsiano; 5, fila distal de huesos tarsianos; 6, huesos metatarsianos.

El *nervio ciático* (L6-S1) cruza el borde dorsal del coxal para entrar en el miembro junto con los vasos glúteos caudales. Después de pasar por la cara dorsocaudal de la articulación de la cadera en la profundidad del trocánter mayor, donde puede lesionarse en traumatismos o intervenciones quirúrgicas de la articulación, el nervio y su paquete vascular emiten ramas para los músculos de la corva. Luego el nervio ciático continúa hacia distal en una posición central dentro del muslo, caudal al fémur, acolchado entre el bíceps por lateral, el aductor y después el semimembranoso por medial (fig. 17-2[4]). En un punto bastante variable se divide en los nervios peroneo común y tibial que continúan el curso del nervio original hasta que divergen caudalmente a la rodilla. El nervio ciático y sus ramas peronea y tibial inervan colectivamente la piel de todo el miembro distal a la articulación de la rodilla, salvo la excepción de la banda medial correspondiente al safeno. La zona cutánea autónoma del nervio ciático se centra en torno de un punto que está sobre la cara lateral del extremo proximal del tendón calcáneo común.

El *nervio peroneo común*, que es la más lateral de las divisiones terminales del ciático, se palpa en los perros magros donde pasa sobre la cabeza lateral del gastrocnemio (fig. 17-5[7]) pero después se sumerge profundamente entre los músculos crurales dorsales (extensores de los dedos y flexores del corvejón) a los cuales inerva. Se continúa con ramas superficial y profunda (peroneal) que entran en pie sobre la cara dorsal del corvejón e inervan la piel de la superficie dorsal. La parálisis del nervio peroneo común produce ligera hiperextensión del corvejón e incapacidad para extender los dedos, que pueden apoyar en el piso sobre sus superficies dorsales. Con el tiempo los perros aprenden a avanzar rápidamente el pie para que el miembro pueda hacer la sustentación. Falta la sensibilidad en la superficie dorsal del pie.

El *nervio tibial* transcurre entre las dos cabezas del gastrocnemio, donde emite ramas para los músculos que están detrás de la tibia (flexores de los dedos y extensores del corvejón). El nervio disminuido, ahora en gran medida sensitivo, aunque conserva un pequeño componente motor para los músculos intrínsecos del pie, continúa en dirección distal dentro de la membrana de piel comprendida entre los músculos crurales caudales y el tendón calcáneo común. Cruza el corvejón junto al tendón del flexor profundo antes de ramificarse para inervar las estructuras plantares del pie. Las lesiones del nervio tibial producen la flexión del corvejón y su depresión más cerca del piso cuando el miembro soporta peso. La parálisis de los flexores digitales eleva los dedos y falta la sensibilidad en la cara plantar de éstos.

BIBLIOGRAFÍA

Alexander, J. W.: Coxofemoral luxations in the dog. Comp. Contin. Ed. 4:575–583, 1982.

Ammann. K., E. Seiferle, and G. Pelloni: Atlas of Topographical Surgical Anatomy of the Dog. Berlin, Paul Parey, 1978.

Arnoczky, S. P., and J. L. Marshall: The cruciate ligaments of the canine stifle: an anatomical and functional analysis. Am. J. Vet. Res. 38:1807–1814, 1977.

Chapman, W. L.: Appearance of ossification centers and epiphyseal closures as determined by radiographic tech-

nique. JAVMA 147:138–141, 1965.
Dyce, K. M., R. H. A. Merlen, and F. J. Wadsworth: The clinical anatomy of the stifle of the dog. Br. Vet. J. 108:346–354, 1952.
Fletcher, T. F.: Lumbosacral plexus and pelvic limb myotomes of the dog. Am. J. Vet. Res. 31:35–41, 1970.
Hare, W. C. D.: Radiographic anatomy of the canine pelvic limb. Part I. Fully-developed limb. JAVMA 136:542–565, 1960.
Hare, W. C. D.: Radiographic anatomy of the canine pelvic limb. Part II. Developing limb. JAVMA 136:603–611, 1960.
Hare, W. C. D.: The age at which epiphyseal union takes place in the limb bones of the dog. Wien. Tierärztl. Monatsschr. (Festschr. Schreiber) 224–245, 1960.
Horowitz, A.: The fundamental principles of anatomy; dissection of the dog. Saskatoon, University of Saskatchewan, 1970. [Published by the author.]
Horvath, A.: Röntgenanatomische Untersuchungen zur postnatalen Entwicklung des Hintergliedmassenskeletts der Hauskatze (*Felis catus*), Tierärztl. Inaugural-Dissertation, München, 1983.
Ihemelandu, E. C., G. H. Cardinet, III, M. M. Guffy, and L. J. Wallace: Canine hip dysplasia: differences in pectineal muscles of healthy and dysplastic German shepherd dogs when two months old. Am. J. Vet. Res. 44:411–416, 1983.
Kaderly, R. E., B. G. Anderson, and W. D. Anderson: Intracapsular and intraosseous vascular supply to the mature dog's coxofemoral joint. Am. J. Vet. Res. 44:1805–1812, 1983.
Lust, G., P. H. Craig, G. E. Ross, Jr., and J. C. Geary: Studies on pectineus muscles in canine hip dysplasia. Cornell Vet. 62:628–645, 1972.
Piermattei, D. L., and R. G. Greeley: An Atlas of Surgical Approaches to the Bones of the Dog and Cat, 2nd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1980.
Rivera, L. A., Y. Z. Abdelbaki, C. W. Titkemeyer, and D. A. Hulse: Arterial supply to the canine hip joint. J. Vet. Orthop. 1:20–33, 1979.
Schebitz, H., and H. Wilkens: Atlas of Radiographic Anatomy of the Dog and Cat. Berlin, Paul Parey, 1977.
Schlüter, H., H. Wissdorf, and H. Wilkens: Beitrag zu den Gelenkkapselverhältnissen und zur Injektionsmöglichkeit am Tarsalgelenk des Hundes. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 83:360–363, 1970.
Smith, R. N.: The pelvis of the young dog. Vet. Rec. 76:975–979, 1964.
Smith, R. N.: Fusion of ossification centres in the cat. J. Small Anim. Pract. 10:523–530, 1969.
Sumner-Smith, G.: Observations on epiphyseal fusion of the canine appendicular skeleton. J. Small Anim. Pract. 7:303–311, 1966.
Taylor, J. A.: Regional and applied anatomy of the domestic animals. Part 3: Pelvic limb. Edinburgh, Oliver & Boyd, 1970.
Wissdorf, H., and K. Loeffler: Das Kniegelenk der Katze: Anatomische Grundlagen and Röntgenbefunde. Kleintierpraxis 9:104–113, 1964.
Worthman, R. P.: Demonstration of specific nerve paralysis in the dog. JAVMA 131:174–178, 1957.

18

Cabeza y cuello ventral del caballo

CONFORMACIÓN Y RASGOS EXTERNOS

El carácter general de la cabeza depende de a edad, el sexo y la raza. En los potrillos jóvenes la caja craneana presenta una cúpula que sigue los contornos del encéfalo y sobresale encima de una cara corta y poco profunda (fig. 18-1). La conformación del adulto se adquiere a medida que la cara se alarga y se profundiza para dar cabida a la totalidad de los dientes y senos paranasales en expansión; el agrandamiento del seno frontal empareja el perfil dorsal en la unión de la cara con el cráneo. Las diferencias atribuibles al sexo y la raza no se pueden separar del todo respecto de las debidas a la edad porque la cara es desproporcionadamente más grande en los animales más grandes; en consecuencia, la cara más larga es característica del adulto en comparación con el joven, del semental con la yegua y del caballo de tiro corpulento con el pony. La otra diferencia muy obvia debida a la raza concierne al perfil dorsal porque, aunque se prefiere un perfil relativamente recto, cierta convexidad (''cabeza de carnero'') es característica de algunas razas pesadas, en tanto que la concavidad (''excavación'') es la regla en los caballos árabes y común en los que tienen mezcla de sangre arábiga (fig. 18-1).

La piel es más fina y está sujeta con mayor firmeza que en la mayoría de las otras partes del cuerpo y es particularmente tensa donde asienta sobre el hueso. El pelaje suele ser corto, pero el copete como continuación de la crin puede ser prominente; algunos animales tienen ''bigote'', en especial las razas más grandes. los pelos sinusales (con seno venoso) son numerosos y se hallan ampliamente distribuidos en los labios y mentón y en torno de los bordes de las narinas.

Las *narinas* son grandes y muy espaciadas, en especial en los animales de pura sangre. Su forma peculiar se debe a los cartílagos alares que las sostienen (fig. 18-2). La parte superior de la abertura conduce a un divertículo nasal en fondo de saco que ocupa la escotadura nasoincisiva y no tiene equivalente en otras especies domésticas (fig. 18-3). La parte inferior conduce directamente a la cavidad nasal. Por lo tanto, al introducir una sonda es esencial cerciorarse de que entra en esta parte inferior. Los márgenes de la narina son muy flexibles y permiten dilatar la abertura activamente al respirar durante el ejercicio intenso y pasivamente mediante manipulación. La narina dilatada es redondeada y el cambio de forma se produce por aposición de las paredes del divertículo. La flexibilidad de los tejidos facilita el examen del vestíbulo nasal y la exposición de la desembocadura del *conducto nasolagrimal*, que está en el piso, unos 5 cm dentro de la entrada, cerca de la unión mucocutánea. En ocasiones este conducto tiene más de una abertura.

La entrada de la boca es pequeña porque la comisura está un poco por delante de los primeros dientes malares (P2). La piel de los labios y de la parte adyacente del hocico se halla escasamente cubierta por unos pelos finos y cortos que le imparten una textura aterciopelada. Los labios son móviles y sensibles y se emplean para seleccionar y tomar los alimentos. La sensibilidad del labio superior se aprovecha cuando se aplica un acial (acupresión) para controlar al caballo durante los procedimientos (por ejemplo, inyecciones) que se hacen en otra parte del cuerpo. El acial hace que el animal se sede un poco, en tanto que su frecuencia cardíaca disminuye y se liberan endorfinas. Se sugirió que las endorfinas activan un mecanismo que atenúa el dolor. El labio inferior sobresale

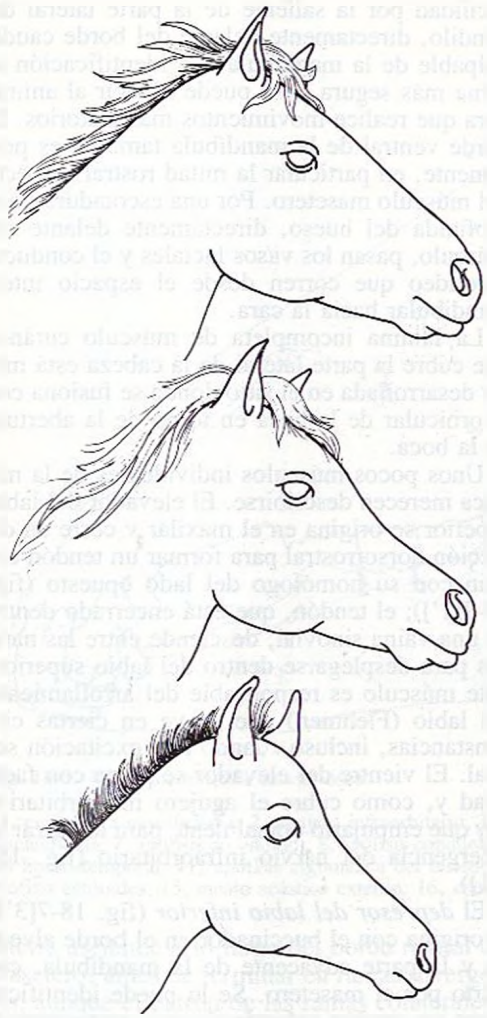


Fig. 18-1. Variaciones en el perfil de la cabeza del equino. *A*, perfil recto común. B, perfil arábigo cóncavo. *C*, contorno cupuliforme del potrillo.

sobre el engrosamiento mentoniano, que se basa en una almohadilla de tejido fibroadiposo.

Los ojos son prominentes y están a cada lado de la cabeza, indicando que el caballo, lo mismo que otros herbívoros, tiene un campo visual panorámico. En efecto, los caballos pueden ver casi todo a su alrededor moviendo apenas la cabeza. Esta capacidad panorámica tan amplia –que sería de unos 330 grados– se obtiene a expensas del campo binocular, que está limitado a unos 65 grados. El campo superpuesto está reducido todavía más por la longitud y la forma del hocico, que crea un área ciega directamente adelante.

Los *párpados* superior e inferior y la piel adyacente tienen unos pocos pelos sinusales. La piel palpebral es fina y, como está sujeta con

Fig. 18-2. Variaciones funcionales en la forma de la nariña.

laxitud, forma pliegues cuando el ojo está abierto. Los márgenes palpebrales tienen numerosas pestañas, más largas y más prominentes en el párpado superior que en el inferior (fig. 18-4). Las *glándulas tarsales*, que desembocan en la unión de la piel con la conjuntiva, suman unas 50 en el párpado superior, son relativamente pocas en el inferior y se ven nítidamente en empalizada al evertir los párpados. La conjuntiva palpebral está bien vascularizada, pero la parte bulbar no tanto; la conjuntiva bulbar presenta una intensa pigmentación hacia la región corneoescleral. El tercer párpado (fig. 18-4[1]), situado en el ángulo medial, se puede exponer de la manera usual presionando sobre el globo ocular a través del párpado superior; se le asocia una pequeña glándula lagrimal accesoria. La carúncula lagrimal es prominente. Los rasgos del globo ocular se consideran más adelante (p. 504).

Cuando el animal está en reposo se destaca una depresión caudal al ojo (detrás de la barra

Fig. 18-3. Narina abierta lateralmente para exponer el divertículo nasal. La sonda entra en el conducto nasolagrimal.

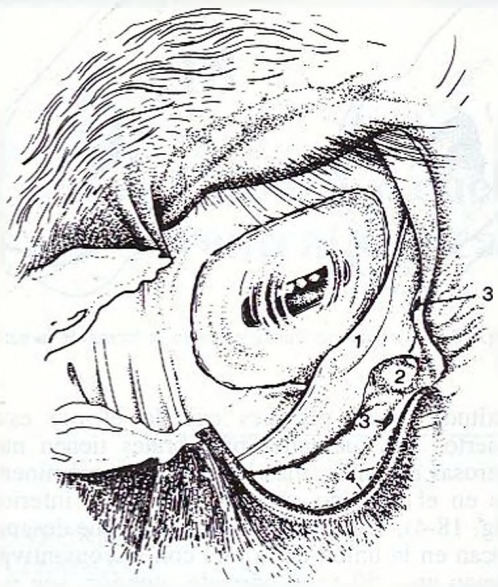


Fig. 18-4. Saco conjuntival derecho.

1, tercer párpado; 2, carúncula lagrimal; 3, puntos lagrimales; 4, aberturas de las glándulas tarsales.

ósea postorbitaria palpable), que aparece y desaparece durante la alimentación al unísono con los movimientos de la mandíbula; estos efectos se deben al desplazamiento de una almohadilla adiposa interpuesta entre el músculo temporal y la periórbita. La grasa se agota en los caballos que están en malas condiciones, en los cuales la exageración de este hueco contribuye mucho a darles un aspecto lastimoso.

Poco hace falta decir sobre las orejas, que son prominentes y pueden cambiar de orientación para localizar el origen de un sonido. Su porte también es muy expresivo de la emoción.

ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

Músculos de la expresión facial

Apenas se retira la piel se ponen en evidencia muchos rasgos de importancia clínica. Como existen grandes áreas de la cabeza ósea no cubiertas por partes blandas gruesas, son vulnerables a las lesiones. Estas áreas comprenden la cara dorsal de la nariz, la frente y parte de la sien, además de gran parte de la mandíbula. Los jalones prominentes comprenden la cresta facial, paralela al dorso de la nariz; esta cresta empieza encima del margen rostral del cuarto diente malar, se continúa con el arco cigomático que forma el borde inferior de la órbita y llega hasta la articulación temporomandibular (fig. 18-5[4]). La articulación se localiza con facilidad por la saliente de la parte lateral del cóndilo, directamente delante del borde caudal palpable de la mandíbula. La identificación se torna más segura si se puede inducir al animal para que realice movimientos masticatorios. El borde ventral de la mandíbula también es prominente, en particular la mitad rostral respecto del músculo masetero. Por una escotadura poco profunda del hueso, directamente delante del músculo, pasan los vasos faciales y el conducto parotídeo que corren desde el espacio intermandibular hacia la cara.

La lámina incompleta de músculo cutáneo que cubre la parte lateral de la cabeza está mejor desarrollada en el sitio donde se fusiona con el orbicular de la boca en torno de la abertura de la boca.

Unos pocos músculos individuales de la mímica merecen describirse. El elevador del labio superior se origina en el maxilar y corre en dirección dorsorrostral para formar un tendón común con su homólogo del lado opuesto (fig. 18-7[1']); el tendón, que está encerrado dentro de una vaina sinovial, desciende entre las narinas para desplegarse dentro del labio superior. Este músculo es responsable del arrollamiento del labio (Flehmen) que se ve en ciertas circunstancias, incluso cuando hay excitación sexual. El vientre del elevador se palpa con facilidad y, como cubre el agujero infraorbitario, hay que empujarlo dorsalmente para localizar la emergencia del nervio infraorbitario (fig. 18-7[1]).

El *depresor del labio inferior* (fig. 18-7[3']) se origina con el buccinador en el borde alveolar y la parte adyacente de la mandíbula, cubierto por el masetero. Se lo puede identificar como un cordón redondeado que corre rostralmente sobre el cuerpo del hueso. El tendón cubre el agujero mentoniano, que está unos 2 a 3 cm a caudal del ángulo de la boca y se puede palpar bien separando el músculo a un costado (fig. 18-7[3]). El *buccinador* (fig. 18-7[8]) tiene una estructura en espinapez bien pronunciada y está cubierto en parte por el masetero. Este músculo es importante para reintroducir el alimento en la cavidad central de la boca y evitar que se acumule en el vestíbulo oral.

Aunque el masetero y el temporal son músculos superficiales, es más conveniente considerar los músculos masticatorios juntos (p. 498).

Vasos superficiales

La *arteria y vena faciales* entran en la cara acompañadas por el conducto parotídeo (fig. 18-6(10,9]). La arteria se localiza con facilidad en el sitio donde está en contacto con el hueso y es conveniente para tomar el pulso. Luego la

Fig. 18-5. Vista lateral de la cabeza ósea.

1, escotadura nasoincisiva; 2, agujero infraorbitario; 3, agujero mentoniano; 4, cresta facial; 5, mandíbula; 6, rama de la mandíbula; 7, apófisis coronoides; 8, apófisis condílea; 9, apófisis temporal de hueso cigomático; 10, apófisis cigomática del hueso temporal; 11, apófisis cigomática del hueso frontal; 12, cresta sagital externa; 13, apófisis paracondílea; 14, apófisis estiloides; 15, meato acústico externo; 16, cóndilo occipital.

arteria asciende a lo largo del borde rostral del masetero, antes de terminar en ramas divergentes; aunque el patrón de las ramas colaterales y terminales varía, por lo general se consigue identificar las arterias labiales inferior y superior, las nasales lateral y dorsal y la angular del ojo.

La disposición de las venas es similar y su distribución puede verse en los caballos vivos de piel fina. Algunas tributarias viran en dirección caudal, en la profundidad del masetero, para anastomosarse con otras venas de la cabeza. La conexión más dorsal, que es la *vena facial transversa* (fig. 18-7[5]), desemboca en la vena temporal superficial. La parte rostral está en la profundidad del masetero, pero después penetra en el músculo y en la porción caudal de su trayecto se torna superficial y sigue el borde ventral del arco cigomático. Este tramo caudal se acompaña de una arteria (otro sitio para tomar el pulso) y un nervio.

La segunda conexión, la *vena facial profunda* (fig. 18-7[6]), se introduce debajo del masetero y perfora la periórbita antes de pasar por el agujero orbitario para desembocar en el seno cavernoso dentro de la cavidad craneana. Esta vena presenta dos rasgos a los cuales se les atribuye importancia funcional. La sangre que se descarga en el seno cavernoso es relativamente fría porque proviene del paladar duro y de la cavidad nasal; como el seno envuelve a la arteria carótida interna, se enfría la sangre arterial que va al encéfalo, donde la temperatura se monitorea como parte del mecanismo de control térmico corporal. Segundo, en la profundidad del masetero la vena presenta una expansión que sería la base de un mecanismo de bombeo. Esta expansión puede ser comprimida por el masetero y se asegura que esto contribuye a prevenir el estancamiento del retorno venoso desde la cabeza baja en el animal que pasta.

En la tercera conexión, la *vena bucal* (fig. 18-7[7]), existe una expansión similar; esta vena también corre en la profundidad del masetero para desembocar en la tributaria temporal superficial de la vena maxilar.

Existen dos grupos superficiales de nódulos linfáticos. El grupo parotídeo, cubierto por la parte rostral de la glándula parótida, no se suele palpar si no está agrandado. El segundo grupo comprende numerosos nódulos mandibulares

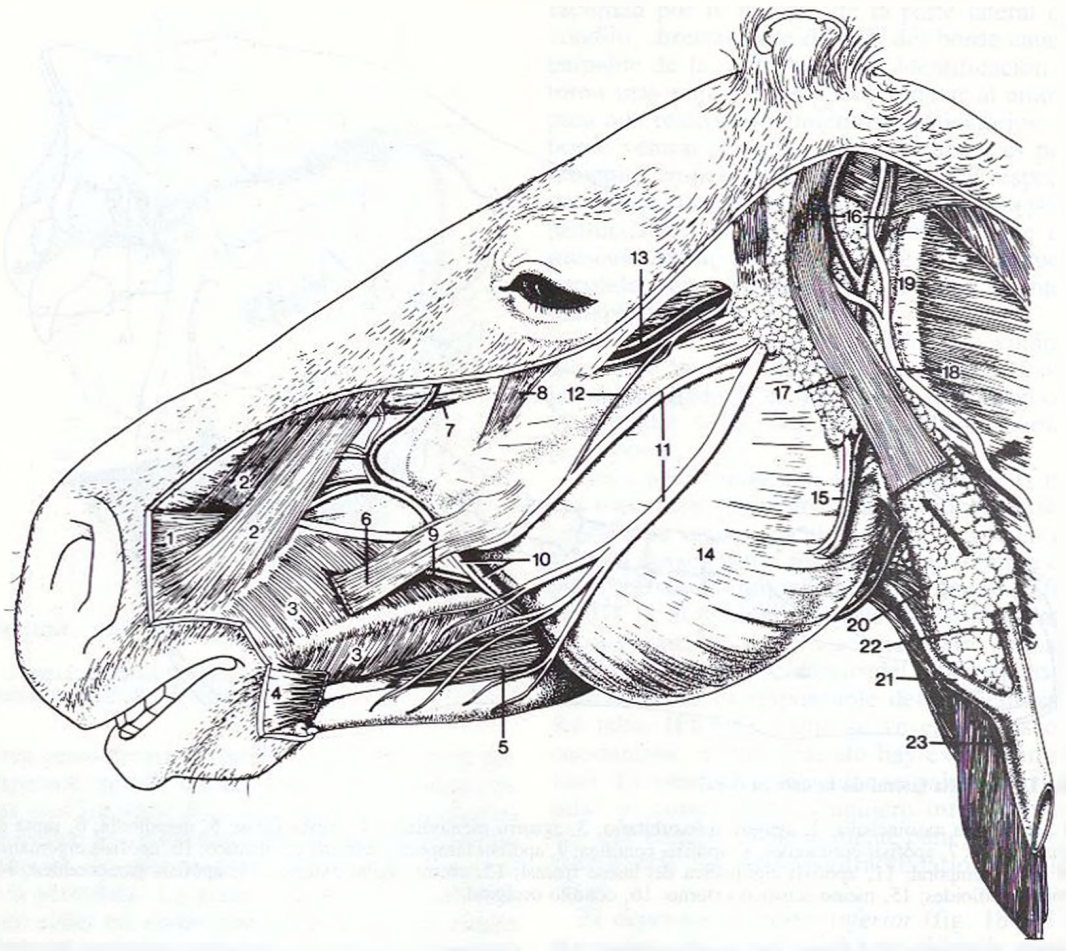


Fig. 18-6. Disección superficial de la cabeza.

1, canino; 2, elevador nasolabial; 3, buccinador; 4, muñón del músculo cutáneo en su unión con el orbicular de la boca; 5, depresor del labio inferior; 6, cigomático; 7, elevador del labio superior; 8, malar; 9, conducto parotídeo; 10, arteria y vena faciales; 11, ramas bucales del nervio facial; 12, rama comunicante rostral del nervio auriculotemporal; 13, arteria facial transversa y su vena y rama facial transversa del nervio auriculotemporal; 14, masetero; 15, arteria y vena masetéricas; 16, venas auriculares; 17, parotidoauricular; 18, nervio gran auricular (auricularis magnus) (C2); 19, ala de atlas; 20, glándula parótida; 21, vena linguofacial; 22, vena maxilar; 23, vena yugular externa.

dispuestos en un huso dentro del espacio intermandibular. Junto con sus homólogos contralaterales, estos nódulos forman una V que apunta hacia adelante y que siempre se palpa muy bien (fig. 18-29[2]). Más adelante nos ocuparemos del curso del flujo linfático.

Nervios superficiales

Será suficiente mencionar sólo unos pocos rasgos de los nervios superficiales. El *nervio facial* emite su *rama auriculopalpebral* antes de entrar en la cara (fig. 18-22[19]). Luego esta rama sigue un recorrido independiente a través del arco cigomático (donde se palpa), para situarse entre el ojo y la oreja. Es fácil bloquearla mediante inyección entre el extremo caudal del arco y la base de la oreja. El procedimiento facilita el examen del ojo porque elimina el parpadeo y el cierre de los párpados.

El tronco del facial se divide en las *ramas bucales dorsal* y *ventral* antes o, con mayor frecuencia, poco después de emerger de la profundidad de la glándula parótida, que lo protege (fig. 18-6[11]). Estas ramas y las divisiones más pequeñas en que no tardan en distribuirse, corren hacia adelante sobre el masetero, donde se palpan y a veces hasta pueden verse través de la piel. Los golpes sobre el masetero o la presión durante el decúbito prolongado pueden dañar alguna de las divisiones o todas ellas. La asimetría facial que se produce

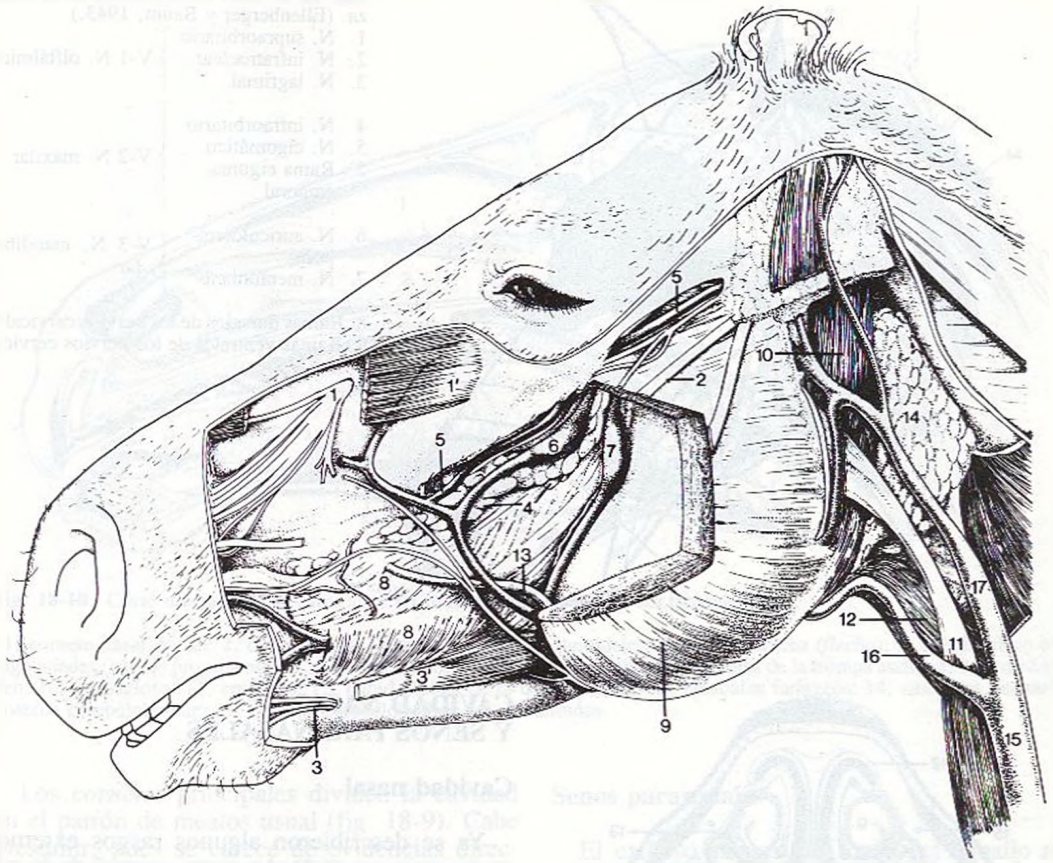


Fig. 18-7. Disección más profunda de la cabeza. Se han retirado partes de los músculos superficiales y del masetero y la glándula parótida.

1, nervio infraorbitario; 1', elevador del labio superior; 2, rama bucal dorsal del nervio facial; 3, nervio mentoniano; 3', depresor del labio inferior; 4, glándulas bucales (de la mejilla); 5, vena facial transversa; 6, vena facial profunda; 7, vena bucal; 8, buccinador; 9, masetero; 10, occipitomandibular; 11, esternocefálico; 12, omohioideo y esternohioideo fusionados; 13, conducto parotídeo; 14, glándula mandibular; 15, vena yugular externa; 16, vena linguofacial; 17, vena maxilar.

cuando se paralizan los músculos de los labios, mejilla y nariz, suele ser más notable que en otras especies. Como la rama auriculopalpebral se separa en forma temprana, este tipo de traumatismo por lo general respeta los músculos de los párpados y del oído externo; su compromiso significa que la lesión está en un nivel más proximal y sugiere una causa más siniestra.

La inervación sensitiva de la cara está a cargo del *nervio trigémino*. Es fácil localizar algunas de las ramas principales –*nervios supraorbitario, infraorbitario* y *mentoniano*– donde emergen de los agujeros respectivos (fig. 18-7[1,3]). El nervio supraorbitario sale del agujero supraorbitario dentro de una fosita fácil de localizar en la raíz de la apófisis cigomática del hueso frontal. Este nervio inerva el párpado superior y parte adyacente de la piel de la frente (fig. 18-8[1]). Ya hemos dado las instrucciones necesarias para localizar los nervios infraorbitario y mentoniano. El anestésico depositado alrededor del nervio infraorbitario en el sitio de su emergencia, desensibiliza la piel del labio superior, narina y gran parte de la nariz y este efecto se extiende hasta un sitio bastante más caudal que el agujero (fig. 18-8[4]). El bloqueo del nervio mentoniano desensibiliza la piel del labio inferior y de la región del mentón (fig. 18-8[7]). Al bloquear cualquiera de estos nervios se puede insertar la punta de la aguja a través del agujero y dentro del conducto óseo que está en el espesor de la mandíbula. Si se hace esto, la inyección del anestésico también insensibiliza los dientes más rostrales (desde P2 hacia adelante).

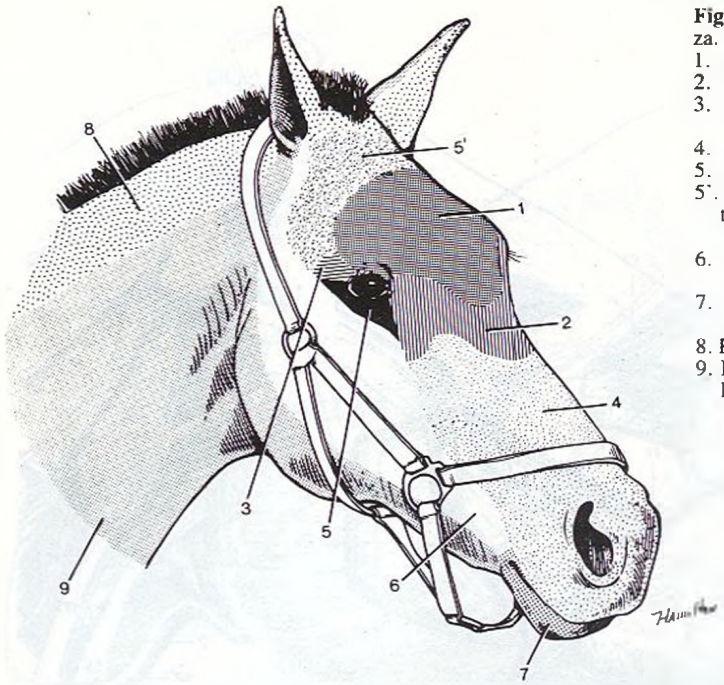


Fig. 18-8. Inervación cutánea de la cabeza. (Ellenberger y Baum, 1943.)

1. N. supraorbitario
2. N. infratroclear
3. N. lagrimal

} V-1 N. oftálmico

4. N. infraorbitario
5. N. cigomático
5'. Rama cigomatemporal

} V-2 N. maxilar

6. N. auriculotemporal
7. N. mentoniano

} V-3 N. mandibular

8. Ramas dorsales de los nervios cervicales
9. Ramas ventrales de los nervios cervicales

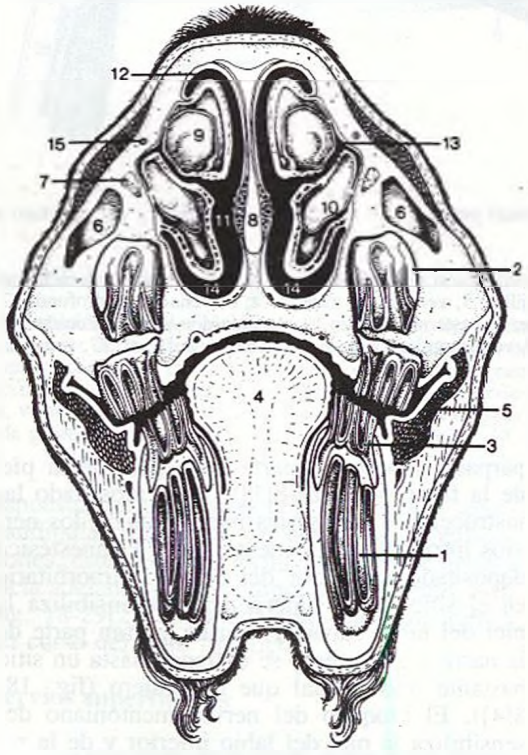


Fig. 18-9. Corte transversal de la cabeza a nivel del seno maxilar rostral.

1, P_3; 2. P^4; 3. P_4; 4, lengua; 5, buccinador; 6, seno maxilar rostral; 7, nervio infraorbitario; 8, tabique nasal; 9, cornete nasal dorsal; 10, cornete nasal ventral; 11, meato nasal común; 12, meato nasal dorsal; 13, meato nasal medio; 14, meato nasal ventral; 15, conducto nasolagrimal.

CAVIDAD NASAL Y SENOS PARANASALES

Cavidad nasal

Ya se describieron algunos rasgos externos de la nariz (p. 484). La parte ventral de la narina conduce a un vestíbulo constreñido que se continúa con una cavidad nasal mucho menos espaciosa de lo que podría suponerse observándola desde el exterior. Los factores que determinan esto son comunes a todas las especies, pero su importancia se exagera en el caballo por las coronas de reserva de los dientes malares y el extenso desarrollo del sistema de senos paranasales.

Los cornetes dorsal y ventral forman unos delicados rollos que giran en direcciones contrarias desde sus inserciones laterales (fig. 18-9). El espacio encerrado dentro de cada uno se halla dividido en dos compartimientos por un tabique interno. La parte caudal del cornete dorsal está ocupada por una prolongación rostral del seno frontal, con el cual se comunica libremente. El espacio caudal dentro del cornete ventral se comunica con el seno maxilar rostral. Entre los dos cornetes principales existe un cornete medio mucho más pequeño que se interpone entre ellos en la parte caudal de la cavidad nasal. El espacio de su interior se comunica con el seno maxilar caudal. El área olfatoria se halla ampliada por numerosos cornetes etmoidales pequeños que sobresalen dentro del fondo (fig. 18-10[3]).

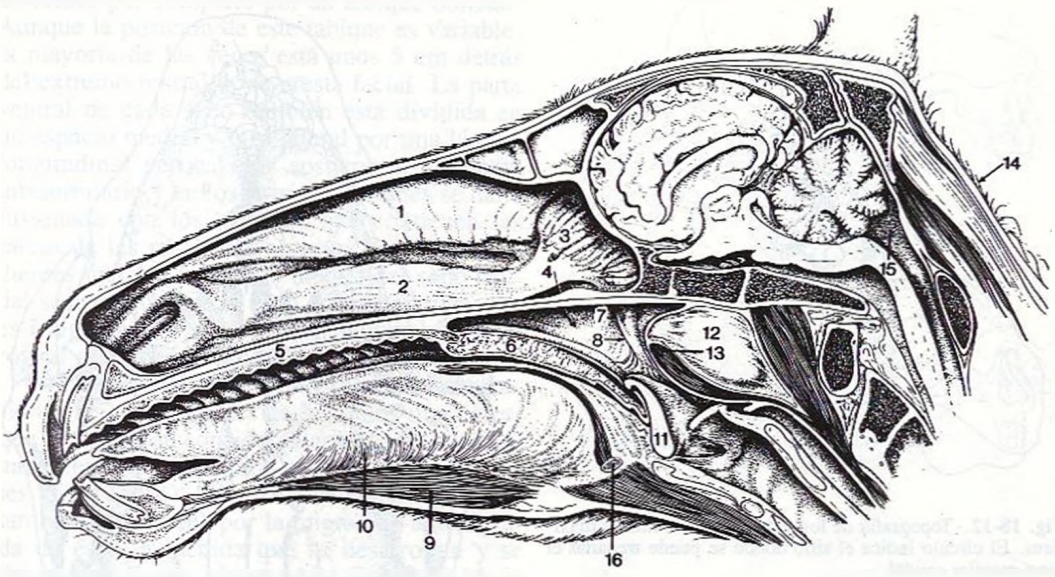


Fig. 18-10. Corte mediano de la cabeza; se ha retirado la mayor parte del tabique nasal.

1, cornete nasal dorsal; 2, cornete nasal ventral; 3, cornetes etmoidales; 4, coana derecha (*flecha*); 5, paladar duro con rugosidades (rugae) prominentes; 6, paladar blando; 7, nasofaringe; 8, abertura faríngea de la trompa auditiva; 9, geniohioideo; 10, geniogloso; 11, epiglotis; 12, pared medial de la bolsa gutural; 13; músculos faríngeos; 14, sitio para punzar la cisterna cerebelobulbar; 15, cisterna cerebelobulbar; 16, basihioides.

Los *cornetes* principales dividen la cavidad en el patrón de meatos usual (fig. 18-9). Cabe presumir, pues se carece de evidencias directas, que el meato dorsal lleva aire a la mucosa olfatoria y el meato medio a los senos, en tanto que los meatos ventral y común abastecen al pasaje respiratorio principal. En conjunto, los dos últimos proveen la vía más amplia y conveniente para introducir una sonda gástrica, un endoscopio u otros instrumentos. La fragilidad del cornete ventral y la abundante vascularización de la mucosa que lo cubre obligan a realizar el procedimiento con sumo cuidado.

Como el caballo no puede respirar por la boca, el aumento del ingreso de aire en condiciones de estrés depende de la reducción de la obstrucción que oponc la nariz misma. Las narinas por lo general pueden ensancharse mucho mediante la obliteración del divertículo nasal (fig. 18-2), en tanto que la contracción de los plexos venosos mucosos afina la membrana (y la torna palida). Por el contrario, la congestión de los vasos de la mucosa dificulta mucho el paso del aire. En las infecciones, el engrosamiento de la mucosa que rodea a la entrada en forma de hendidura del sistema sinusal puede obstruir el drenaje del sistema y causar la retención de un exudado catarral.

El *órgano vomeronasal* no se comunica con la boca en el caballo pero conserva su conexión usual con la cavidad nasal (fig. 18-11[2]).

Senos paranasales

El extenso sistema de senos del caballo reviste considerable interés clínico porque puede sufrir una infección proveniente de la nariz o de un absceso alveolar. Además provee acceso a las porciones no erupcionadas de los dientes malares caudales (fig. 18-12).

A cada lado existen los senos frontal, maxilar caudal y maxilar rostral importantes, en tanto que los espacios esfenopalatino y etmoidal revisten menor importancia. Su distribución es

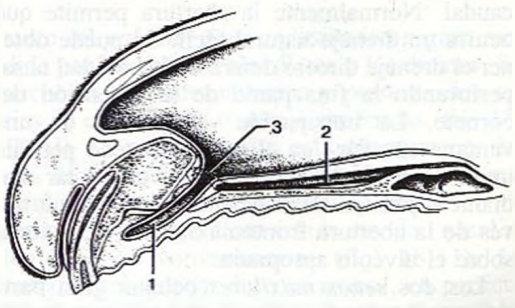


Fig. 18-11. Corte paramediano del extremo rostral de la nariz.

1, conducto incisivo; 2, órgano vomeronasal; 3, abertura del conducto incisivo en la cavidad nasal y del órgano vomeronasal en el conducto incisivo.

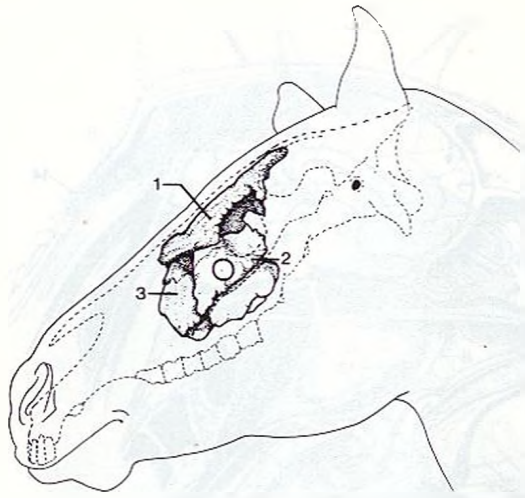


Fig. 18-12. Topografía de los senos conchofrontal y maxilares. El círculo indica el sitio donde se puede trepanar el seno maxilar caudal.

1, seno conchofrontal; 2, seno maxilar caudal; 3, seno maxilar rostral.

complicada y en un importante aspecto es singular (entre las especies domésticas); el seno frontal se comunica con la cavidad nasal indirectamente por intermedio del seno maxilar caudal.

El *seno frontal* ocupa la parte dorsal del cráneo a medial de la órbita. Se superpone a las cavidades craneana y nasal y como también ocupa la parte cerrada del cornete dorsal, se lo conoce más correctamente como seno conchofrontal. En la figura 18-13[1,1'] se ilustra su extensión. Se apreciará en esta figura que el interior de la parte frontal se halla dividido parcialmente por varias laminillas óseas. El piso de esta parte está moldeado sobre el laberinto etmoidal y en la parte rostrolateral de estas irregularidades presenta la gran comunicación oval (abertura frontomaxilar) con el seno maxilar caudal. Normalmente la abertura permite que ocurra un drenaje natural fácil. Se puede obtener el drenaje directo dentro de la cavidad nasal perforando la fina pared de la extensión del cornete. La trepanación –formación de una ventana circular– en el techo del seno permite irrigar o hacer la extracción de un molar mediante repulsión introduciendo su punzón a través de la abertura frontomaxilar para presionar sobre el alvéolo apropiado.

Los dos *senos maxilares* ocupan gran parte del maxilar donde están en una relación de importancia crítica con las porciones intraalveolares de los dientes malares caudales. Comparten una comunicación en forma de hendidura (abertura nasomaxilar) con el meato medio de la cavidad nasal, pero aparte de esto se hallan

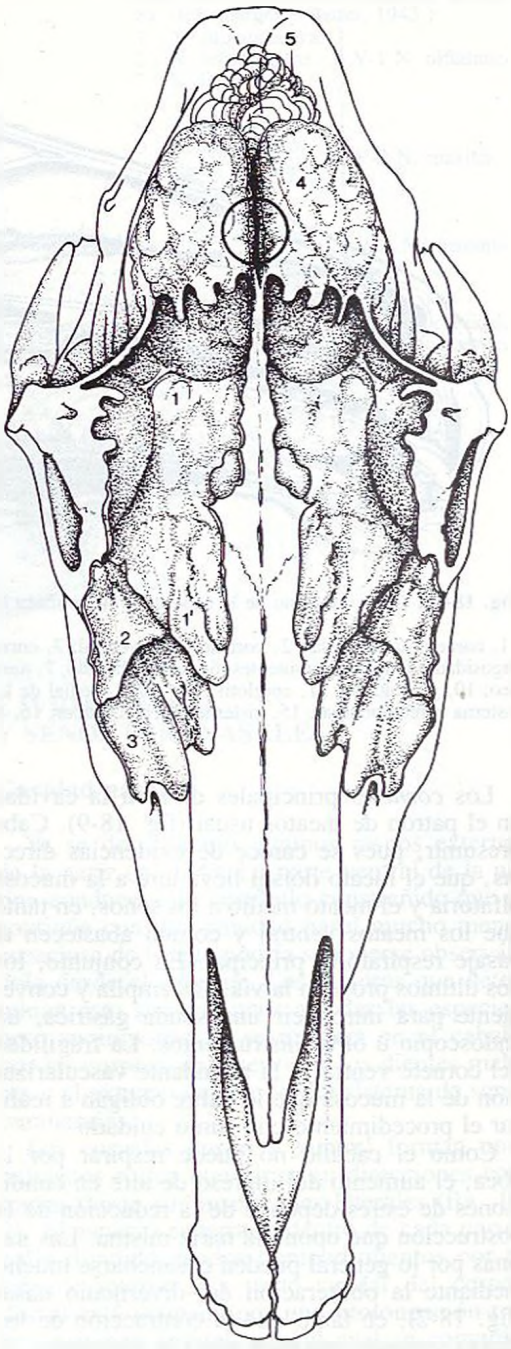


Fig. 18-13. Proyección del encéfalo y de los senos frontales y maxilares en la superficie dorsal de la cabeza ósea. El seno frontal se extiende caudalmente sobre la parte rostral del encéfalo y rostralmente más allá del nivel de la órbita. El círculo indica el centro del encéfalo y el sitio donde se puede matar de un tiro al caballo.

1, seno frontal; 1', seno del cornete dorsal; 2, seno maxilar caudal; 3, seno maxilar rostral; 4, cerebro; 5, cerebelo.

divididos por completo por un tabique oblicuo. Aunque la posición de este tabique es variable, la mayoría de las veces está unos 5 cm detrás del extremo rostral de la cresta facial. La parte ventral de cada seno también está dividida en un espacio medial y otro lateral por una lámina longitudinal vertical que sostiene al conducto infraorbitario y en los animales jóvenes se halla fusionada con los alvéolos que contienen las raíces de las porciones no erupcionadas de los dientes malares. La parte medial del seno caudal se continúa con el seno esfenopalatino, que es irregular. La parte correspondiente del seno rostral se extiende dentro del cornete ventral.

Es imposible definir con exactitud la extensión y las proyecciones de los senos maxilares, que se agrandan considerablemente después del nacimiento a medida que van saliendo los dientes (fig. 18-14). Su relación con los dientes también es influida por la migración anterógrada de éstos a medida que se desarrollan y se desgastan. Como vemos en la figura 18-14, la relación se confina al último diente premolar y al primer molar en el potrillo recién nacido, pero después se extiende para abarcar los cuatro últimos dientes, aunque por último sólo conserva el contacto con los tres molares. Como existe mucha variación, se debe prestar atención a la inclinación variable de las partes intraalveolares de los distintos dientes.

La proyección superficial de los senos maxilares es mucho más grande que el campo quirúrgico permisible. Este último está dado por varios factores, de los cuales el no menos importante son los recorridos que siguen el conducto nasolagrimal y el nervio infraorbitario, que son muy vulnerables. El área que se presta para operar se define por los siguientes límites: 1) la línea vertical tangencial al límite rostral de la órbita, 2) la cresta facial, 3) la línea oblicua que une el límite rostral de la cresta con el agujero infraorbitario y 4) la línea paralela a la cresta facial que intersecta al agujero infraorbitario. Puede ser que haya que entrar en el seno para hacer un drenaje porque la vía natural –la abertura nasomaxilar– está alta en la pared o para tener acceso a los dientes.

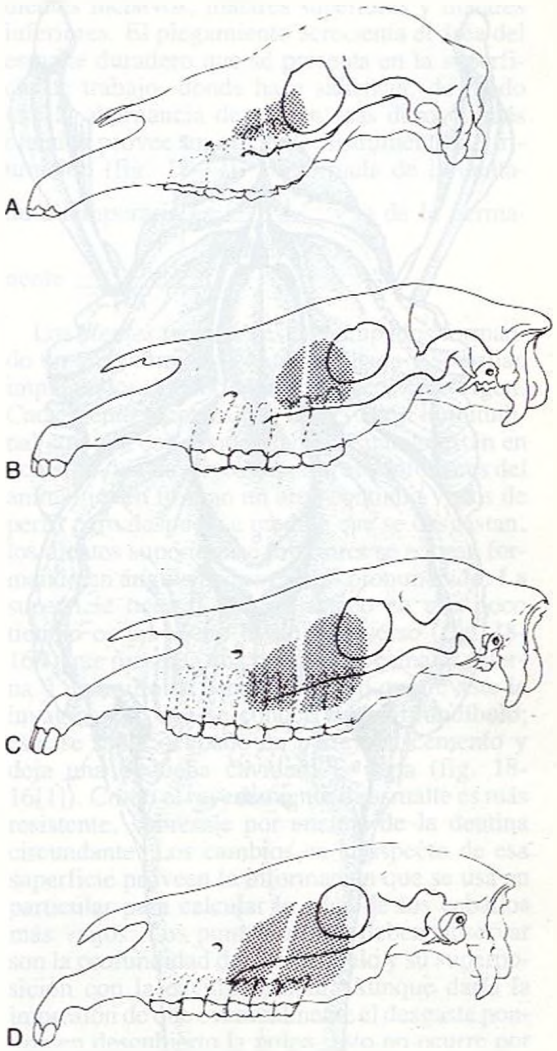


Fig. 18-14. Proyección de los senos maxilares a diversas edades. En los caballos más viejos los dientes malares son más rostrales. *A*, un mes. *B*, un año. *C*, cuatro a seis años. *D*, más de 12 años.

BOCA

El pequeño tamaño de la entrada no permite abrir la boca de par en par; esta limitación, sumada a la gran profundidad de la cavidad, dificulta mucho la inspección clínica.

El *vestíbulo* se comunica con la cavidad bucal propiamente dicha sólo entre los dientes incisivos y los malares (donde la diastema puede ser interrumpida por el canino) y por pequeñas brechas detrás de los últimos molares. Por lo tanto, el *paladar duro* es limitado en gran medida por las apófisis alveolares y los dientes. Su ancho es bastante uniforme y presenta dos series de crestas más o menos simétricas (fig. 18-10[5]). La papila incisiva está directamente detrás de los incisivos centrales y los surcos que flanquean la elevación terminan en fondo de saco y no se comunican con la cavidad nasal ni los órganos vomeronasales (fig. 18-11). La mucosa del paladar duro es gruesa, en particular en su parte más rostral, e incorpora un plexo venoso muy abundante que puede ingurgitarse (lampas, abas) en el momento del cambio de dentadura, cuando puede sobresalir por encima de las superficies oclusales de los dientes vecinos. Su aspecto es llamativo y a veces los pro-

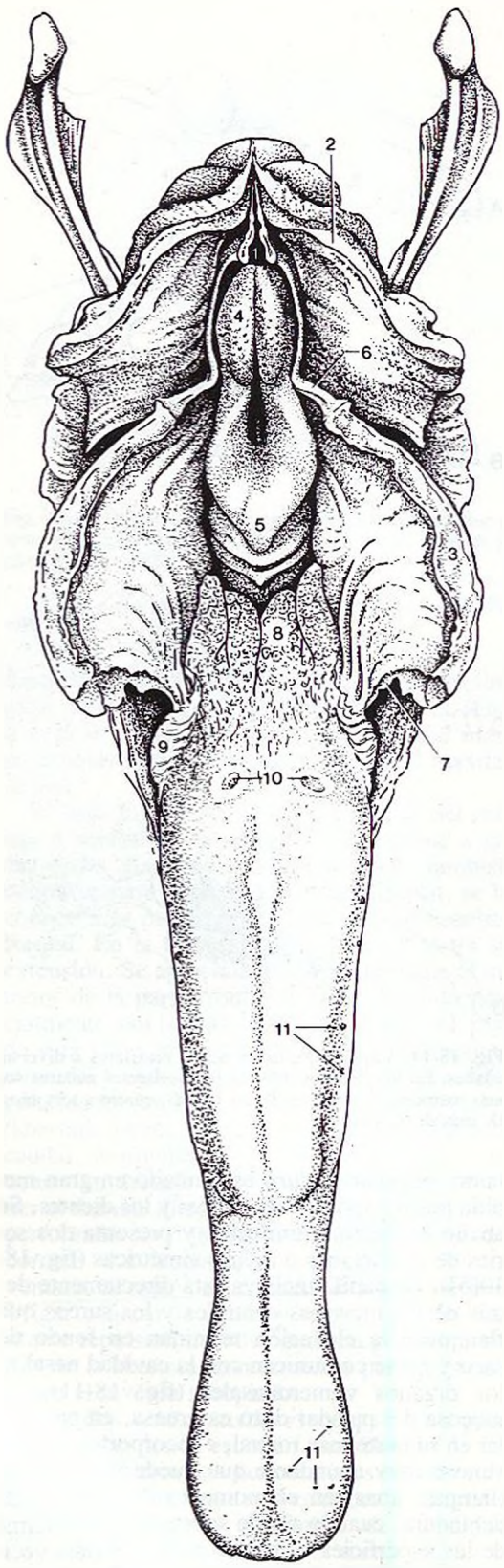


Fig. 18-15. Lengua y faringe; esta última ha sido abierta por dorsal para exponer la entrada de la laringe.

1, entrada en el esófago; 2, pared dorsal de la nasofaringe (dividida en el plano mediano); 3, paladar blando (dividido en el plano mediano); 4, apófisis corniculada del cartílago aritenoides; 5, epiglotis; 6, borde libre del paladar blando, continuado caudalmente por el arco palatofaríngeo; 7, arco palatogloso; 8, amígdala lingual; 9, papilas foliadas; 10, papilas circunvadas; 11, muestras de papilas fungiformes.

fanos se alarman por este fenómeno, que es puramente fisiológico.

El *paladar blando* continúa al paladar duro frente a los antepenúltimos malares. Es muy largo y estando en reposo pende delante de la epiglotis con su borde libre en contacto con la base del cartílago (fig. 18-10[6]). Esta relación explica la incapacidad de los caballos para respirar por la boca cuando tienen dificultad respiratoria y el recorrido que sigue la ingesta en las raras ocasiones en que vomitan; por no tener acceso a la boca, la ingesta pasa obligadamente a la nasofaringe y de allí a la cavidad nasal.

La mucosa de la superficie oral del paladar blando está tachonada por numerosas fositas donde desembocan las glándulas palatinas y también exhibe un engrosamiento amigdalino mediano rostral.

La *lengua* es larga, concuerda con la forma de la cavidad y es ensanchada y redondeada en su punta, que es restringida en forma incompleta por un estrecho frenillo. Su superficie superior presenta abundante cantidad de delicadas papilas filiformes que le imparten una textura aterciopelada; las papilas más grandes con función gustativa se hallan distribuidas con menor amplitud (fig. 18-15[9,10,11]). La raíz de la lengua está cubierta por un área de tejido linfoide que constituye una amígdala lingual difusa. Cada uno de los dos pliegues mucosos bajos que están debajo del vértice de la lengua tiene una carúncula sublingual carnosa donde desemboca el conducto mandibular.

DENTADURA Y APARATO MASTICATORIO

Dentadura

La dentadura del caballo se presta admirablemente para consumir pasto, que es un material asombrosamente abrasivo. El área masticatoria es ampliada por el agrandamiento de los premolares y su asimilación a los molares, con los cuales presentan una superficie trituradora ininterrumpida. Los dientes malares y los incisivos poseen unas coronas altas que aseguran una larga vida útil a pesar de la considerable atrición que tiene lugar en las superficies oclusales. La formación tardía de las raíces también permite que los dientes malares crezcan por algunos años a medida que se desgastan. La atrición desgasta los dientes malares en 2 a 3 mm por año; para compensar esto al principio la mayor parte de la corona está incluida dentro de la quijada y sólo sale en forma gradual para compensar esta pérdida. El esmalte que encasilla los dientes incisivos y malares también está plegado, aunque de distintas maneras, en los dientes incisivos, malares superiores y malares inferiores. El plegamiento acrecienta el área del esmalte duradero que se presenta en la superficie de trabajo, donde hace saliencia, de modo que la alternancia de tejidos más duros y más blandos provee un eficiente instrumento de trituración (fig. 18-17). La fórmula de la dentadura temporaria es $\frac{3\text{-}0\text{-}3}{3\text{-}0\text{-}3}$, y la de la permanente $\frac{3\text{-}1\text{-}3(4)\text{-}3}{3\text{-}1\text{-}3\quad\text{-}3}$.

Los *dientes incisivos* están agrupados formando un arco continuo en cada quijada y se hallan implantados de modo que sus raíces convergen. Cada diente presenta una incurvación longitudinal con una convexidad labial. Cuando están en oclusión, los incisivos superiores e inferiores del animal joven forman un arco continuo vistos de perfil pero después, a medida que se desgastan, los dientes superiores e inferiores se adosan formando un ángulo cada vez más pronunciado. La superficie oclusal que ha estado en uso poco tiempo es un ancho óvalo transverso (fig. 18-16*B*) que presenta una cubierta de esmalte externa y un anillo de esmalte interno que reviste la invaginación que se conoce como infundíbulo; éste se halla ocupado en parte con cemento y deja una pequeña cavidad, la copa (fig. 18-16[1]). Como el revestimiento de esmalte es más resistente, sobresale por encima de la dentina circundante. Los cambios en el aspecto de esa superficie proveen la información que se usa en particular para calcular la edad de los caballos más viejos. Los puntos que se deben observar son la profundidad del infundíbulo y su superposición con la cavidad pulpar. Aunque daría la impresión de que eventualmente el desgaste pondría en descubierto la pulpa, esto no ocurre por la oportuna formación de dentina secundaria, la cual se distingue de la dentina primaria porque es más oscura; esa dentina secundaria provee el rasgo que se conoce como estrella dental (fig. 18-16[3]).

Aunque se suelen formar *dientes caninos* en ambos sexos, en las yeguas son rudimenarios y es común que no erupcionen. En los machos son unos conos bajos y comprimidos lateralmente que están en las diastemas bastante más cerca de los incisivos extremos o angulares que de los dientes malares. Las porciones intraalveolares son desproporcionadamente grandes en relación con las coronas expuestas.

El *primer premolar* (diente de "lobo") muchas veces no se desarrolla y, cuando está, es vestigial y casi siempre sólo en la arcada superior. Aunque carece de significación funcional, puede acarrear trastornos cuando se desvía bajo la presión de la mordida e irrita así la encía. Es fácil extraerlo.

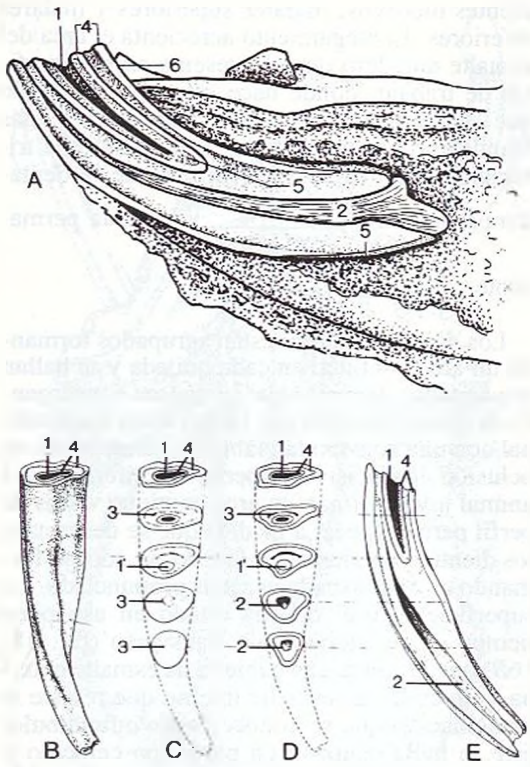


Fig. 18-16. Estructura de un incisivo inferior. *A*, in situ, seccionado longitudinalmente; la corona clínica es corta en relación con la parte intraalveolar del diente. *B*, vista caudal; la unión entre la corona clínica y el resto del diente no es evidente. *C*, como consecuencia del desgaste, la superficie oclusal se modifica; la copa se torna más pequeña y desaparece, dejando por un tiempo la mancha del esmalte; la estrella dental aparece y varía desde una línea hasta una gran mancha redonda. *D*, cortes aserrados de un diente joven con fines comparativos. *E*, corte longitudinal de un incisivo que ilustra la relación entre el infundíbulo y la cavidad pulpar; esta última es rostral.

1, copa, cavidad negra en el centro del infundíbulo; 1', mancha del esmalte, extremo proximal del infundíbulo; 2, cavidad pulpar; 3, estrella dental que cambia de forma desde una línea hasta un redondel; 4, anillos externo e interno del esmalte; 5, cemento; 6, superficie lingual.

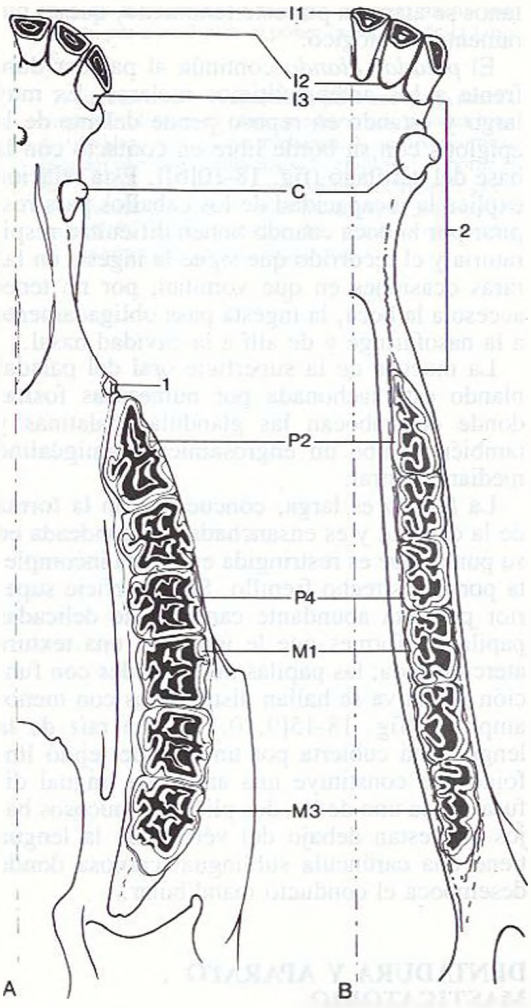


Fig. 18-17. Dientes permanentes de las arcadas superior (*A*) e inferior (*B*).

1, diente de "lobo" (P1); 2, diastema.

Los restantes *premolares* (P2-P4), forman una fila continua con los *molares*. El primero y el último de los seis dientes malares son un tanto triangulares al corte y los otros son rectangulares, pero, aparte de esto, cada uno se parece tanto a sus vecinos que sólo un experto podría distinguir los dientes aislados. Sin embargo, existen diferencias importantes entre los juegos superior e inferior ya que los dientes superiores son mucho más anchos y exhiben unos plegamientos del esmalte más complicados que crean dos infundíbulos que se llenan de cemento antes de la erupción. El esmalte de los dientes inferiores también está muy plegado pero no forma infundíbulos (fig. 18-17*B*). La mayoría de los dientes se ocluyen con dos miembros del juego opuesto a lo largo de un área de contacto relativamente estrecha que sigue el borde lingual de los dientes superiores y el borde labial de los inferiores. El plano oclusal está inclinado en dirección ventrobucal (fig. 18-9).

En la figura 18-18 se ilustra la estructura de los dientes malares. Los dientes superiores están fijados por tres o cuatro raíces y se hallan implantados de modo que las porciones de reserva se inclinan en dirección caudal en ángulos variables. Las radiografías revelan muy bien la relación entre los senos maxilares y

otros rasgos del cráneo. Los molares verdaderos están separados del seno por un fino hueso alveolar, de modo que una infección puede propagarse al seno desde un absceso dentario o alveolar. La relación se modifica con la edad, en parte porque la extrusión gradual deprime el piso alveolar y agranda el seno y en parte porque los dientes migran en dirección rostral (fig. 18-14).

Para extraer los dientes malares superiores se utiliza la repulsión, procedimiento quirúrgico de cierta severidad y dificultad; un miembro caudal de la serie se aborda por el seno maxilar caudal, pero para colocar la abertura de la trepanación de modo que se pueda aplicar directamente un punzón sobre la raíz es esencial conocer las disposiciones cambiantes.

Los dientes deciduos suelen parecerse a los permanentes pero son mucho más pequeños y significativamente más cortos en relación con su ancho. Los incisivos deciduos están estrechados en el cuello y son mucho más blancos que los permanentes, su esmalte semeja porcelana y no es oscurecido por la incrustación de cemento que imparte a los dientes permanentes un color amarillento y un aspecto poroso. En la corona de los incisivos temporarios se observa cierta estriación longitudinal.

Estimación de la edad por los dientes

El examen de los dientes es el recurso tradicional y el único medio práctico para estimar la edad del animal. Hemos de hacer un comentario breve porque existe una abundante bibliografía especializada sobre este tema (cuadro 18-1). Los criterios principales son las fechas de erupción y los cambios de aspecto de las superficies oclusales, en particular las de los incisivos inferiores. Aunque ninguno de estos datos es del todo confiable, las fechas de erupción son más seguras, si bien su aplicación está limitada a los animales más jóvenes; las superficies oclusales, en cambio, se pueden observar durante toda la vida del animal, pero se tornan cada vez más inexactas con el correr del tiempo.

La superficie oclusal de los incisivos, que al principio es oval, se redondea y por último forma un triángulo alargado en dirección labiolingual. La cubierta de esmalte se halla intacta cuando el diente erupciona y entonces la superficie oclusal presenta una depresión central (copa)* que no tarda en colorearse por los

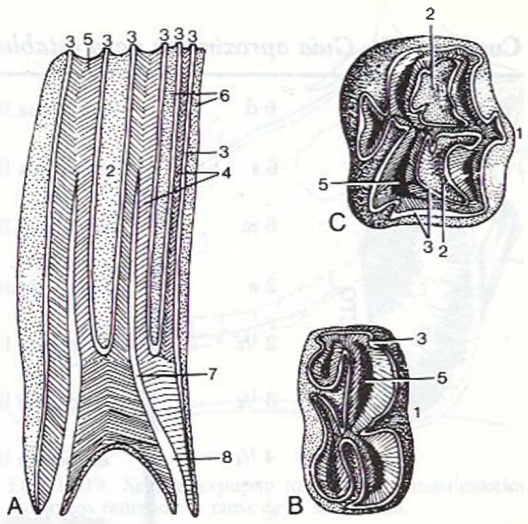


Fig. 18-18. Estructura de los dientes malares en corte sagital (*A*) y en vistas de la superficie oclusal de los molares inferiores (*B*) y superiores (*C*).

1, superficie bucal (labial); 2, infundíbulo; 3, esmalte; 4, dentina; 5, dentina secundaria; 6, cemento; 7, cavidad pulpar; 8, conducto radicular.

restos de alimento. El desgaste erosiona primero el borde labial pero luego se extiende rápidamente alrededor, aislando el esmalte infundibular del externo; se dice entonces que el diente está nivelado.* El desgaste adicional reduce la profundidad de la copa, aunque su gruesa base ("mancha" de esmalte)* resiste la atrición por mucho tiempo. Mientras tanto, la estrella dental aparece en la cara labial de la copa y perdura una vez que la copa y la mancha de esmalte han desaparecido completamente.

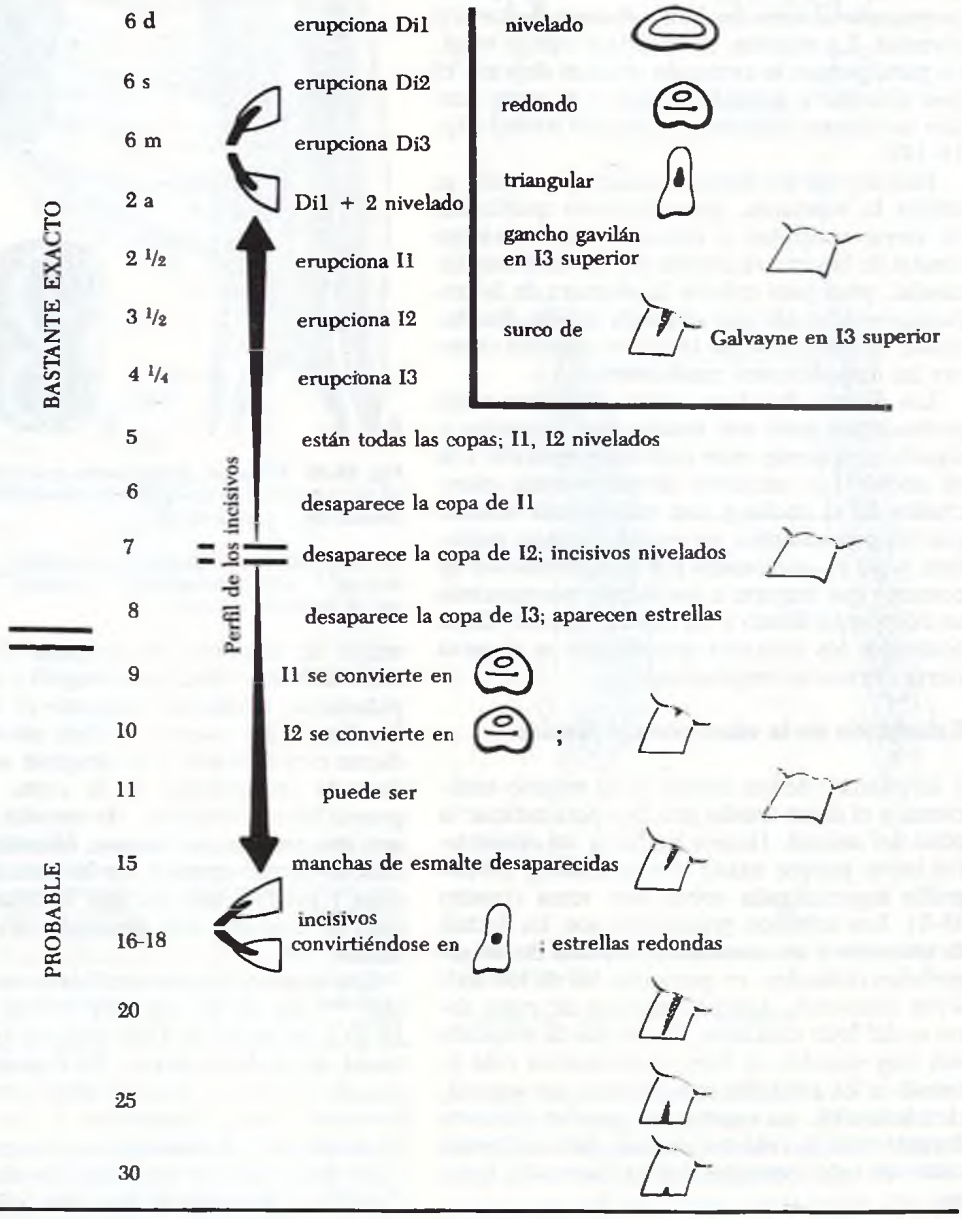
Los criterios menos confiables son un "gancho"** en el I3 superior (véase el cuadro 18-1) y el surco de Galvayne en la superficie labial del mismo diente. El "gancho" existe cuando el caballo tiene 7 años, pero lamentablemente puede reaparecer a los 11 años. En el cuadro 18-1 también se ilustran la aparición, progresión y desaparición del surco de Galvayne. Aunque no son muy confiables de por sí, ambos rasgos pueden mejorar la exactitud si se los combina con el aspecto de las superficies oclusales y el perfil de los incisivos.

Hay que destacar que la variación de estos rasgos (y de otros que no describimos) es extraordinariamente grande y que en un caballo mayor de ocho años la estimación puede errar en varios años.

* Nota de R: En nuestro medio suelen usarse otros términos: Cuando el desgaste ha aislado al esmalte periférico del que limita el infundíbulo, al aspecto de la cara oclusal se lo llama tintero; se llama diente enrasado cuando desaparece la cavidad infundibular y se dice que el diente está nivelado cuando desaparece el esmalte del fondo del infundíbulo.

** Nota de R: Este aspecto que toman los extremos superiores (I3) se conoce como "gavilán" o "pico de golondrina".

Cuadro 18-1. *Guía aproximada para establecer la edad del caballo por sus dientes*



(Se requieren unos 6 meses para que un diente recién erupcionado alcance la altura de sus vecinos.)
Explicación de los símbolos: d, s, m, a: días, semanas, meses, años; Di, I: incisivo deciduo o temporal, incisivo.

Músculos de la masticación y articulación temporomandibular

Los músculos masticatorios están bien desarrollados. El *masetero* se origina todo a lo largo de la cresta facial y el arco cigomático y se inserta en la mandíbula entre la escotadura vascular y el cóndilo (fig. 18-6[14]). Se trata de un músculo multipennado construido de modo que las fibras de los estratos superficiales corren en dirección caudoventral y las más profundas son casi verticales. Su borde rostral produce un contorno superficial muy prominente que sirve de guía para localizar los vasos faciales y el con-

ducto parotídeo; su porción caudodorsal está cubierta por la glándula parótida pero en una profundidad y extensión variables que afectan la accesibilidad para palpar los nódulos linfáticos parotídeos; lateralmente el masetero es cruzado por ramas bucales del nervio facial.

El *temporal* llena casi la fosa temporal, donde se lo palpa con facilidad a pesar de la cobertura parcial de los finos músculos que intervienen en el movimiento del oído externo (fig. 18-19[1]). Este músculo nace en la pared de la fosa y en la cresta sagital que forma el margen mediano de ésta y envuelve la apófisis coronoides de la mandíbula. Al contraerse levanta la mandíbula.

Los *pterigoideos medial* y *lateral*, en la profundidad de la mandíbula, concuerdan a grandes rasgos con el masetero en cuanto a posición, orientación e inserciones (fig. 18-19[2,3]). El músculo medial, como siempre el más grande, corre desde la apófisis pterigoides hasta el borde de la mandíbula. El músculo lateral es más horizontal y va a insertarse cerca del cóndilo. El masetero y los pterigoideos contralaterales actúan juntos para producir los desplazamientos horizontales que originan los principales movimientos de trituración.

El *occipitomandibular* (fig. 18-19[4]) y el *digástrico* son responsables de la apertura activa de la boca. A pesar de su volumen mucho mayor, al primero se lo puede considerar un desprendimiento del vientre caudal del digástrico. Se extiende entre la apófisis paracondílea del hueso occipital y el borde caudal de la mandíbula. El digástrico, mucho más delgado, tiene un origen similar. Presenta un tendón intermedio que pasa por una hendidura en la inserción del estilohioideo. Su vientre rostral se inserta en la parte ventromedial de la región molar de la mandíbula (fig. 18-22[3]). Al cerrar la boca la contracción del digástrico eleva el aparato hioideo (en virtud de la asociación con el estilohioideo) y, por ende, la raíz de la lengua.

Entre las carillas expandidas y un tanto planas del cóndilo mandibular y el tubérculo articular del hueso temporal se interpone un grueso disco intraarticular (fig. 18-19[5]). Los movimientos de bisagra ocurren en el nivel inferior, que es sostenido por una firme cápsula; los movimientos laterales y de ligera protrusión tienen lugar en el nivel superior, donde la cavidad articular es más amplia. Toda la articulación está sostenida por los ligamentos lateral, que es fibroso, y caudal, que es elástico.

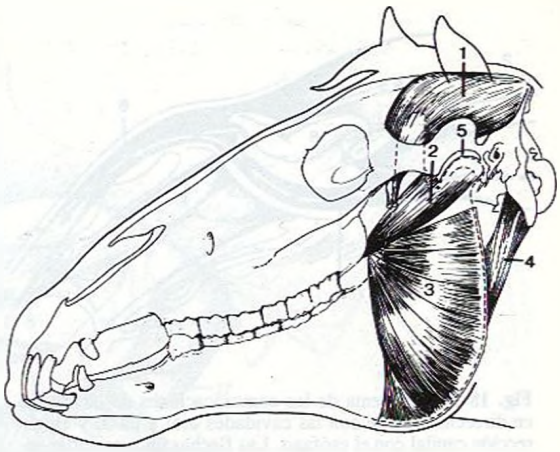


Fig. 18-19. Se han expuesto los músculos masticatorios profundos retirando la rama de la mandíbula.

1, temporal; 2, pterigoideo lateral; 3, pterigoideo medial; 4, occipitomandibular; 5, disco articular.

GLÁNDULAS SALIVALES

La *parótida* presenta unas lobulaciones notorias y es de textura firme y color gris o rosado amarillento. Es la glándula salival más grande y se extiende ventralmente desde la base del oído y el ala del atlas dentro del ángulo formado por la convergencia de las venas maxilar y linguofacial, aunque tal vez llegue más allá porque a menudo la vena maxilar pasa por un túnel a través de la sustancia de la glándula (fig. 18-6[20]). El borde craneal está contenido en gran medida por el borde caudal de la mandíbula, pero existe una fina pestaña que llega a cierta distancia sobre el masetero, directamente ventral a la articulación de la mandíbula, donde cubre los nódulos linfáticos parotídeos. La superficie lateral está cubierta por una fascia bien desarrollada que presta inserción a un músculo auricular ventral (fig. 18-6[17]). La superficie profunda se relaciona con la bolsa gutural, el estilohioides, los músculos que van al ángulo de la mandíbula y abren la boca y el tendón de inserción conjunta del braquiocefálico y esternocefálico que la separa de la glándula mandibular, que está situada más profundamente (fig. 18-7).

La secreción serosa de la parótida sale por varios conductos de considerable tamaño que convergen en el ángulo rostroventral de la glándula para formar un conducto único. Éste cruza el tendón del esternocefálico antes de virar hacia adelante y correr por medial del borde ventral de la mandíbula. Acompañado por los vasos faciales, pasa a la cara, donde asciende a lo largo del borde rostral del masetero. Primero es caudal respecto de la arteria y la vena, pero después se sitúa a rostral de ellas (fig. 18-7[13]). Termina desembocando en el vestíbulo a la altura del tercer diente malar superior. El conducto se encuentra relativamente

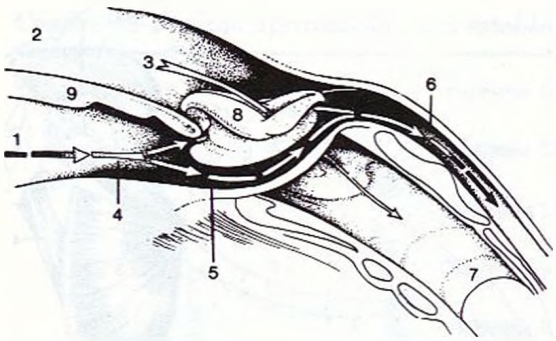


Fig. 18-20. Esquema de las comunicaciones de la faringe en dirección rostral con las cavidades oral y nasal y en dirección caudal con el esófago. Las flechas entrecortadas señalan el tracto digestivo y la flecha ininterrumpida el tracto respiratorio.

1, cavidad oral; 2, cavidad nasal; 3, nasofaringe; 4, orofaringe; 5, laringofaringe; 6, esófago; 7, tráquea; 8, epiglotis, entrada de la laringe; 9, paladar blando.

expuesto en la última parte de su recorrido y puede lesionarse en las heridas superficiales. La salida de la secreción es más profusa cuando el alimento estimula la producción de saliva.

La *glándula mandibular*, mucho más pequeña y semilunar, va desde el basihioideo hasta la fosa atlántica y, por ende, se halla cubierta en parte por la mandíbula (figs. 18-7[14]) y 18-22[5]). Las relaciones superficiales comprenden la glándula parótida y los músculos pterigoideo medial, esternocefálico, digástrico y occipitomandibular. No se palpa a causa de su situación profunda. El conducto mandibular se forma a lo largo del margen rostral cóncavo de la glándula mediante la confluencia de varios conductillos. Corre en dirección rostral cubierto por el milohioideo y sigue la cara medial de la glándula sublingual hasta que desemboca en el piso de la boca, a nivel de la pequeña carúncula sublingual. Su secreción es mixta.

La *glándula sublingual* está directamente debajo de la mucosa oral entre el cuerpo de la lengua y la superficie medial de la mandíbula y se extiende como una fina banda desde la sínfisis hasta el nivel del quinto diente malar (fig. 18-22[1]). Drena mediante numerosos conductillos que desembocan debajo de la lengua.

Dos filas de *glándulas bucales* están dispuestas a lo largo de los márgenes dorsal y ventral del buccinador (fig. 18-7[4]). Las glándulas de la serie dorsal son más considerables y forman conglomerados en la parte caudal. Existen pequeñas glándulas salivales en los labios, paladar blando y lengua.

FARINGE Y BOLSA GUTURAL

Faringe

La faringe se halla en su totalidad debajo del cráneo, contra el cual está aplicado directamente el tercio rostral de su techo. El resto del techo y las paredes laterales están envueltas por las bolsas guturales. La luz se halla claramente dividida en los compartimientos superior e inferior por el paladar blando y los arcos palatofaríngeos, que se extienden por las paredes laterales para unirse directamente encima de la entrada del esófago (fig. 18-10 y 18-20). Los rasgos más destacados de la *nasofaringe* son los colgajos o lengüetas que custodian las entradas de las trompas auditivas. Cada uno mide unos 3 cm de largo y está aplicado contra la pared de la faringe, presentando un borde libre ventral oblicuo y un tanto sinuoso (fig. 18-10[8]). Está endurecido por una pestaña de cartílago, expansión del cartílago medial que sostiene la trompa auditiva. Normalmente la desembocadura hendida que está debajo del colgajo permanece cerrada, pero se torna permeable cuando el animal deglute. Esto provee la oportunidad de igualar la presión en los dos lados de la membrana timpánica. En esta maniobra, que se puede observar con el endoscopio, el colgajo se desvía hacia medial al encuentro de su homólogo y de la parte caudal del paladar blando; este desplazamiento se atribuye a la acción del músculo tensor del velo del paladar. El colgajo también puede elevarse pasivamente y es sencillo introducir un endoscopio para examinar la bolsa gutural o un catéter para drenarla o irrigarla. La entrada de la trompa está en el plano transverso del ángulo lateral del ojo, que es una guía útil para localizar su posición. La resistencia que se percibe indica el avance del instrumento a través del meato ventral y la nasofaringe; el firme sostén que confiere a su punta la lámina vertical del hueso pterigoides desaparece sólo a una corta distancia a rostral de la abertura.

El compartimiento inferior de la faringe está dividido en orofaringe y laringofaringe (fig. 18-20[4,5]). La estrecha *orofaringe* se extiende entre la inserción de los arcos palatoglosos en la lengua y la epiglotis; sus paredes laterales y su piso contienen abundante cantidad de tejido amigdalino difuso, incluso la larga amígdala palatina. La *laringofaringe* está ocupada en gran medida por la saliente de la laringe y su piso queda reducido a los estrechos recodos piriformes que la flanquean. La laringofaringe se estrecha abruptamente hacia el origen del esófago.

La estructura y la musculatura siguen el patrón común (fig. 18-21). En ocasiones ocurren

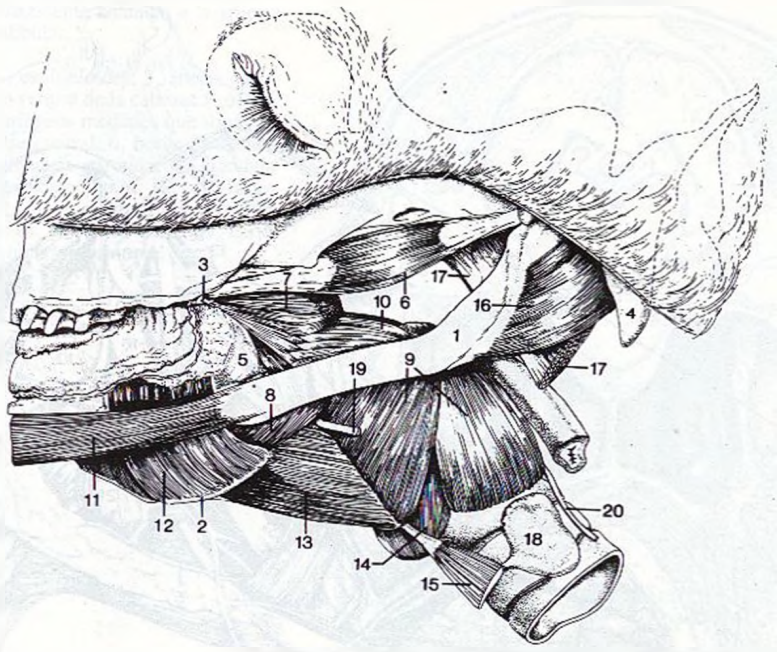


Fig. 18-21. Músculos de la faringe, paladar blando y aparato hioideo.

1, estilohioides; 2, tirohioides; 3, gancho (hamulus) del hueso pterigoides; 4, apófisis paracondílea; 5, fascia bucofaríngea; 6, tensor del velo del paladar; 7, constrictor rostral de la faringe; 8, constrictor medio de la faringe; 9, constrictor caudal de la faringe (tirofaríngeo y cricofaríngeo); 10, estilofaríngeo caudal; 11, estilogloso; 12, hiogloso; 13, tirohioideo; 14, cricotiroideo; 15, esternotiroideo; 16, occipitohioideo; 17, largo de la cabeza (muñón); 18, glándula tiroides; 19, nervio laríngeo craneal; 20, nervio laríngeo recurrente.

dificultades para deglutir por disfunción de los músculos palatinos y faríngeos. Muchas veces la causa radica en un compromiso de los importantes nervios glosofaríngeo y vago en las infecciones de la bolsa gutural; como estos nervios transitan juntos, son susceptibles por igual (fig. 18-22[8,20]).

Bolsa gutural

La bolsa gutural (divertículo de la trompa auditiva) es exclusiva del caballo y de otros perisodáctilos. Está formada por el escape del revestimiento mucoso de la trompa a través de una hendidura ventral entre los cartílagos de sostén y alcanza una capacidad de 300 a 500 ml. Está entre la base del cráneo y el atlas por dorsal y la faringe y el comienzo del esófago por ventral; cubierta lateralmente por los músculos pterigoideos y las glándulas parótida y mandibular; medialmente, las partes dorsales de los dos sacos están separadas por los músculos rectos ventrales de la cabeza, pero debajo de éstos se reúnen formando un fino tabique mediano (fig. 18-23). El piso está principalmente sobre la faringe, pero también cubre el estilohioides y es moldeado por éste, pues eleva una cresta que divide incompletamente a la bolsa en los compartimientos medial y lateral (fig. 18-24). Otras relaciones importantes son las estructuras que van y vienen de los agujeros de la parte caudal del cráneo y comprenden los nervios facial, glosofaríngeo, vago, accesorio e hipogloso, la continuación del tronco simpático más allá del ganglio cervical craneal y la arteria carótida interna (fig. 18-22). El revestimiento de la bolsa también cubre directamente la articulación temporohioidea.

Se desconoce la función de esta bolsa, aunque hace poco se sugirió que interviene en la regulación de la presión en la arteria carótida interna. Sin embargo, su posición estratégica y sus numerosas relaciones le imparten considerable importancia. Normalmente la secreción mucosa de su revestimiento drena en la faringe a través de la abertura faringotubárica (fig. 18-10[8]) que está en el extremo rostral de la bolsa, que es la parte más declive cuando se baja la cabeza. La conexión se abre cuando el caballo deglute y normalmente el pastoreo promueve su drenaje. Cuando la salida se bloquea o se acumula secreción por cualquier motivo, la bolsa se distiende, produciendo un bulto palpable y a menudo visible detrás de la mandíbula. El exudado puede contaminarse con microorganismos que invaden a lo largo de

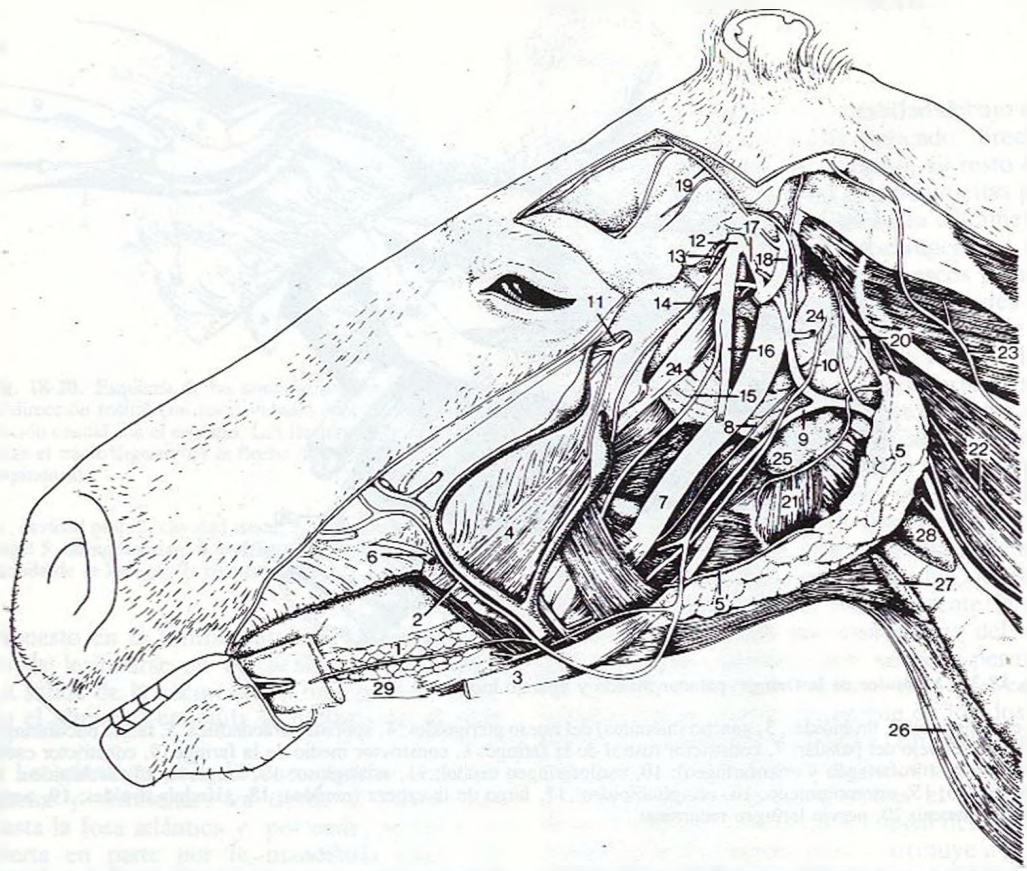


Fig. 18-22. Disección profunda de la cabeza. Se han retirado la mandíbula y los músculos masticatorios.

1, glándula sublingual; 2, arteria y vena faciales; 3, vientre rostral del digástrico; 4, buccinador; 5, glándula mandibular; 5', conducto mandibular; 6, conducto parotídeo; 7, estilohioides; 8, nervio glosofaríngeo; 9, arteria linguofacial; 10, nervio hipogloso; 11, arteria y nervio maxilares; 12, nervio mandibular; 13, nervio maseterino; 14, nervio bucal; 15, nervio lingual; 16, nervio alveolar inferior; 17, nervio auriculotemporal; 18, nervio facial; 19, nervio auriculopalpebral; 20, nervio vago y tronco simpático; 21, nervio laríngeo craneal; 22, rama dorsal (de la rama externa) del nervio accesorio; 23, nervio auricular mayor; 24, bolsa gutural; 25, nódulos linfáticos retrofaríngeos mediales; 26, esternohioideo; 27, muñón del omohioideo; 28, glándula tiroides; 29, geniogloso.

la trompa o provienen de una infección de los nódulos linfáticos retrofaríngeos vecinos. Las infecciones micóticas son comunes y muchas veces se establecen primero en el sitio donde la mucosa cubre la articulación hioidea; el traumatismo producido por movimientos menores sería un factor predisponente. La infección puede abarcar estructuras adyacentes y entre las muchas secuelas que puede dejar figuran inflamación del oído medio (por propagación a lo largo de la trompa auditiva), epistaxis (sangrado nasal) por erosión de la arteria carótida interna, parálisis de los músculos de la cara por compromiso del nervio facial, dificultad para deglutir por compromiso de los nervios glosofaríngeo y vago, hemiplejía laríngea (ronquido) por compromiso del nervio vago y congestión nasal, así como otros signos que indican que existe compromiso del nervio simpático.

La bolsa se puede inspeccionar o drenar desde la abertura faringotubárica o abordar mediante cirugía a cielo abierto. La vía de acceso que se prefiere es el "triángulo de Viborg", limitado por el borde caudal de la mandíbula (a mayor profundidad por el occipitomandibular), el tendón del esternocefálico y la vena linguofacial (fig. 18-7[10,11,16]). La distancia entre el triángulo y la bolsa es mucho menor cuando la bolsa está agrandada.

En los potrillos la disfunción de la abertura faringotubárica puede hacer que la bolsa se distienda con aire al extremo que aparece una tumefacción visible por fuera. El timpanismo unilateral puede paliarse forzando una abertura en el tabique mediano para que ambas bolsas se

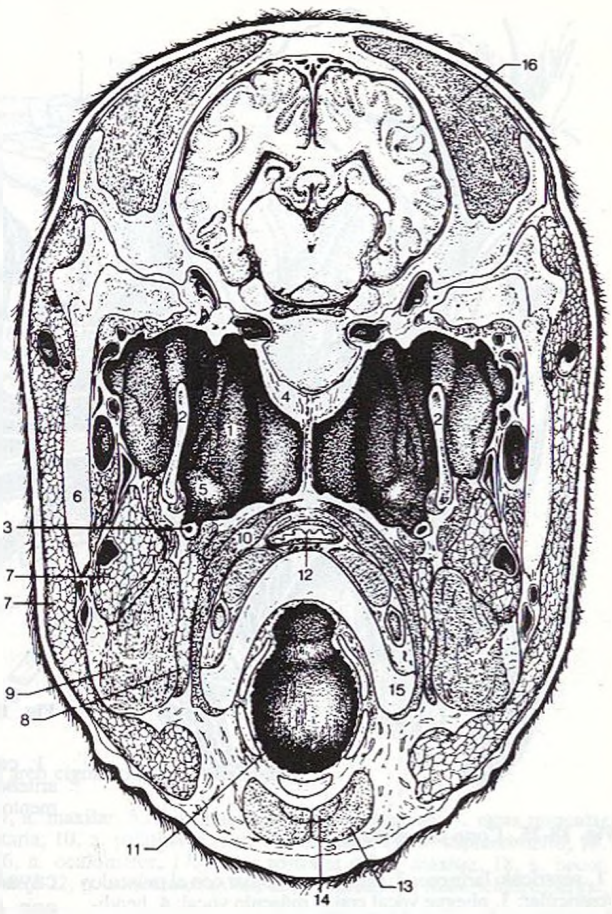


Fig. 18-23. Vista caudal de un corte transversal de la cabeza inmediatamente a caudal a la articulación temporomandibular.

1, bolsa gutural; 2, estilohioides; 3, arteria carótida externa; 4, recto ventral de la cabeza; 5, nódulos linfáticos retrofaríngeos mediales que sobresalen dentro de la bolsa gutural; 6, borde caudal de la mandíbula; 7, glándula parótida; 8, glándula mandibular; 9, occipitomandibular; 10, cricofaríngeo; 11, laringe; 12, esófago; 13, esterno y omohioideo fusionados; 14, esternotiroideo; 15, cartílago cricoides; 16, músculo temporal.

comuniquen con la faringe a través de una sola abertura. Si la tumefacción es bilateral, puede ser que haya que escindir parte de las lengüetas que custodian las aberturas.

LARINGE

La laringe se halla suspendida por el aparato hioideo y está contenida en parte dentro del espacio intermandibular (fig. 4-7). Aunque los rasgos distintivos importantes de los cartílagos son pocos, se debe prestar atención a la profunda escotadura en la parte ventral del cartílago tiroides porque ofrece un acceso muy conveniente para llegar a su interior tras la incisión del ligamento cricotiroideo. Los jalones son un engrosamiento rostral respecto de la escotadura y la parte ventral del arco del cricoides (fig. 4-11). El operador prudente también identificará al basihioides para confirmar el sitio antes de hacer la incisión inicial en la piel. La posición retrovelar de la epiglotis (que tiene forma de hoja), se mencionó con anterioridad (fig. 18-10[11]).

La mucosa forma unas evaginaciones (ventrículos) que transcurren lateralmente entre los pliegues vocales y vestibulares, pero permanecen dentro de la protección de la lámina tiroidea. La entrada es lo suficientemente grande

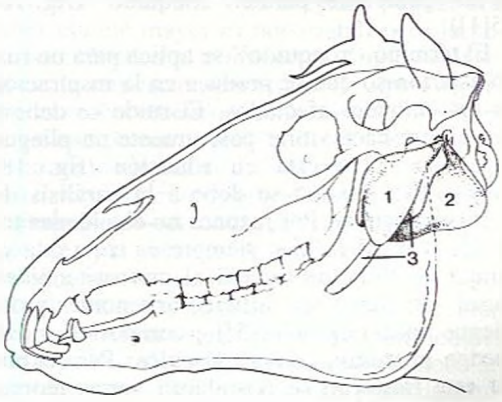


Fig. 18-24. Posición de la bolsa gutural en relación con el cráneo y el estilohioides.

1, parte lateral de la bolsa gutural; 2, parte medial de la bolsa gutural; 3, estilohioides.

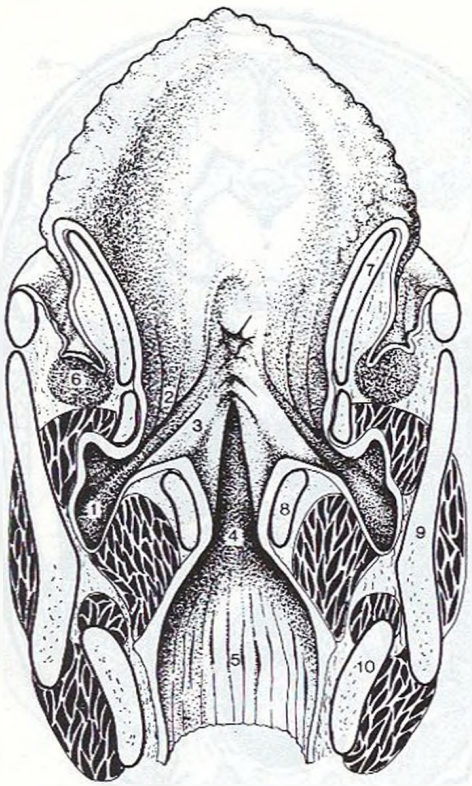


Fig. 18-25. Corte dorsal de la laringe.

1, ventrículo laríngeo; 2, pliegue vestibular con el músculo ventricular; 3, pliegue vocal con el músculo vocal; 4, hendidura glótica; 5, cavidad infraglótica; 6, extremo caudal de la amígdala palatina; 7, cartílago epiglótico; 8, cartílago aritenoides; 9, cartílago tiroides; 10, cartílago cricoides.

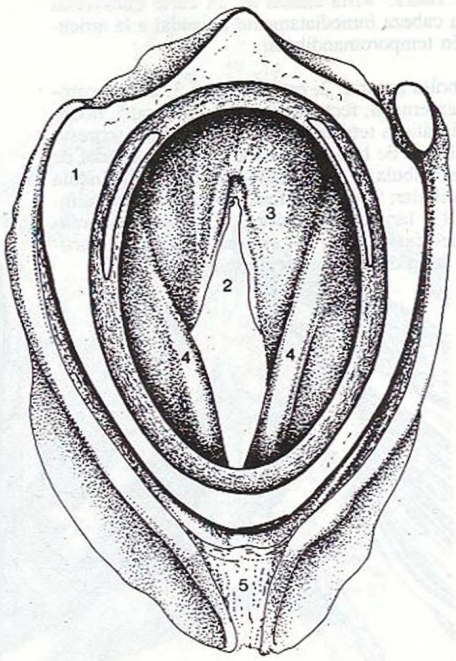


Fig. 18-26. Interior de la laringe, vista caudal.

1, cartílago cricoides; 2, hendidura glótica; 3, cartílago aritenoides cubierto por mucosa; 4, pliegue vocal; 5, ligamento cricotiroideo.

como para recibir la articulación interfalángica distal de un dedo y esta técnica se emplea para evertir el saco, que entonces se escinde en una de las operaciones para el "ronquido" (fig. 18-25[1]).

El término "ronquido" se aplica para un ruido estertoroso que se produce en la inspiración en los animales afectados. El ruido se debe a que el aire hace vibrar pasivamente un pliegue vocal laxo que está en aducción (fig. 18-26[4]). Esta laxitud se debe a la parálisis de ciertos músculos. Por razones no elucidadas todavía, la parálisis casi siempre es izquierda y, aunque al principio afecta al cricoaritenoideo dorsal –abductor del cartílago aritenoides y del pliegue vocal (fig. 4-12[5])–, con posterioridad pueden interesarse otros músculos. Para explicar este trastorno se postularon varias teorías que no han sido sustanciadas.

La asimetría de la incidencia orienta la atención hacia diferencia en los cursos y relaciones de los nervios laríngeos recurrentes derecho e izquierdo. El nervio izquierdo vira en torno del cayado aórtico y tiene una relación más íntima con los nódulos linfáticos traqueobronquiales del interior del tórax. Como este problema suele ocurrir después de una infección respiratoria, la relación con los nódulos sería más relevante, aunque la explicación no es completa porque en potrillos nonatos se identificó atrofia de la musculatura laríngea. La consunción del cricoaritenoideo dorsal altera los contornos de la laringe de una manera que se aprecia a la palpación externa: ahueca el espacio que está encima del cartílago aritenoides y esto hace que se destaque más la apófisis muscular (lateral). La operación que hemos mencionado tiene la finalidad de provocar la formación de un tejido cicatrizal que tensa el pliegue vocal al retraerse; como entonces el pliegue no puede vibrar, deja de generarse el ronquido. La operación no cura de ninguna manera la enfermedad, que tiene su paralelismo en el ser humano y en el perro.

OJO

Los rasgos externos se describieron en cierta medida con anterioridad (p. 485). Los anexos requieren poco comentario. La *glándula lagrimal* es relativamente grande y está sobre la cara dorsolateral del globo ocular (bulbus) protegida

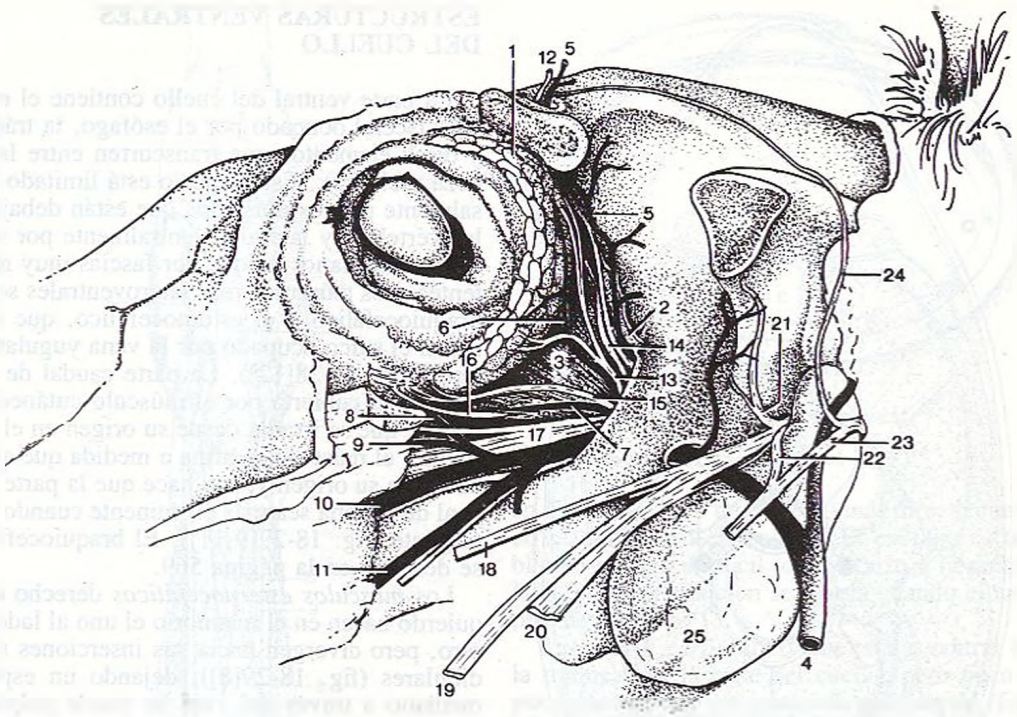


Fig. 18-27. Disección de la órbita; se han retirado el arco cigomático y la periórbita.

1, glándula lagrimal; 2, periórbita; 3, recto lateral; 4, a. maxilar; 5, a. supraorbitaria; 6, a. lagrimal; 7, rama muscular de la a. oftálmica externa; 8, a. malar; 9, a. infraorbitaria; 10, a. palatina mayor; 11, a. bucal; 12, n. supraorbitario; 13, n. lagrimal; 14, nervio troclear; 15, n. cigomático; 16, n. oculomotor; 17, ramas rostrales del n. maxilar; 18, n. bucal; 19, n. lingual; 20, n. alveolar inferior; 21, n. masticatorio; 22, n. auriculotemporal; 23, n. facial; 24, n. auriculopalpebral; 25, bolsa gutural.

por la parte adyacente del reborde orbitario (fig. 18-27[1]). La parte profunda del cartílago del tercer párpado se asocia con una pequeña glándula lagrimal accesoria.

El *conductor nasolagrimal*, ya mencionado a propósito del acceso quirúrgico para el seno maxilar, es un rasgo conspicuo en su desembocadura en el piso de la nariz (fig. 18-3). Los músculos extraoculares tienen poco que sea distintivo; como es común en los ungulados, el retractor del globo ocular es relativamente grande (fig. 9-13[7]).

El globo ocular se aparta mucho de la forma esférica –está comprimido de adelante atrás y es más alto que ancho–, lo cual es relevante para el concepto de la retina en rampa (véase más adelante). Sus capas son las usuales. La *esclerótica* es relativamente fina hacia el ecuador, donde adquiere un tinte azulado por la pigmentación de la coroides subyacente. La *córnea* es relativamente pequeña y ovoide y su extremo en punta está hacia lateral.

La *coroides* exhibe un tapetum triangular verde a verde azulado dorsal al disco óptico (lámina 2*E*). El músculo ciliar está poco desarrollado, hecho que también se aduce en apoyo de la teoría de la retina en rampa como recurso para hacer la acomodación. El iris suele ser pardo oscuro; si no hay pigmentación, lo cual no es raro, su color es azulado y poco atrayente (''ojizarco''). El iris y su abertura pupilar son ovales (su eje mayor es horizontal) pero la pupila se redondea al contraerse. Ambos márgenes de la pupila, en particular el superior, tienen unas excrecencias granulosas irregulares que se interpretan como ''cortinas'' que limitan la entrada de la luz (fig. 9-6[3]).

El *disco óptico*, muy prominente en el examen oftalmoscópico del fondo, es ventral respecto del tapetum y ventrolateral respecto del polo posterior del globo ocular (lámina 2*E*). Se dice que la mácula consta de una parte redonda y otra alargada y se asegura que la primera interviene en la visión binocular y la segunda en la monocular. La arteria central de la retina está poco desarrollada y las pocas ramas rectas que se irradian de los márgenes del disco no tardan en extinguirse. Por mucho, la mayor parte de la retina es nutrida por los vasos de la túnica media. En los medios de refracción no hay nada digno de mención.

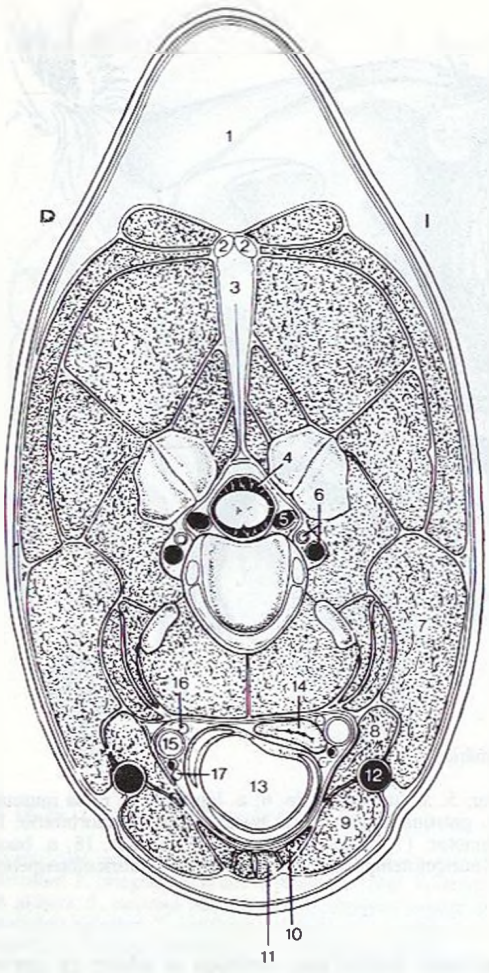


Fig. 18-28. Corte transversal del cuello a nivel de la cuarta vértebra cervical.

1, cresta; 2, funículo nucal; 3, lámina nucal; 4, espacio subaracnoideo; 5, plexo venoso vertebral interno; 6, arteria y vena vertebrales; 7, braquiocefálico; 8, omohioideo; 9, esternocefálico; 10, esternotiroideo; 11, esternohioideo; 12, vena yugular externa; 13, tráquea; 14, esófago; 15, arteria carótida común; 16, tronco vagosimpático; 17, nervio laríngeo recurrente.

Se cree que el escaso desarrollo del músculo ciliar obliga al caballo a depender de la forma distorsionada del bulbo para hacer la acomodación. La parte superior de la reina, que está a una mayor distancia del cristalino, sirve para la visión cercana y la inferior, más próxima a él, para la visión a distancia. Consecuentemente, el animal ajusta la posición de la cabeza –y, por lo tanto la situación de la imagen en la retina–como recurso para enfocar. Esta técnica se suele ilustrar óptimamente en el caballo que se aproxima a un obstáculo y luego lo salta.

ESTRUCTURAS VENTRALES DEL CUELLO

La parte ventral del cuello contiene el espacio visceral ocupado por el esófago, la tráquea y otros elementos que transcurren entre la cabeza y el tórax. Este espacio está limitado dorsalmente por los músculos que están debajo de las vértebras y lateral y ventralmente por músculos más planos unidos por fascias muy resistentes. Los músculos más lateroventrales son el braquiocefálico y el esternocefálico, que delimitan el surco ocupado por la vena yugular externa (fig. 18-28[12]). La parte caudal de este surco está cubierta por el músculo cutáneo del cuello, que se irradia desde su origen en el manubrio: el músculo se afina a medida que avanza desde su origen y esto hace que la parte craneal de la vena sea más prominente cuando está turgente (fig. 18-29[9,11]). El braquiocefálico se describe en la página 569.

Los *músculos esternocefálicos* derecho e izquierdo nacen en el manubrio el uno al lado del otro, pero divergen hacia sus inserciones mandibulares (fig. 18-29[8]), dejando un espacio mediano a través del cual se puede palpar la tráquea, aunque todavía está cubierta por los finos *esternotiroideo* y *esternohioideo* (fig. 18-29[6]). Estos músculos están combinados en su origen en el esternón, pero se ramifican en riendas que se insertan en el cartílago tiroides y en el basihioides. El omohioideo (fig. 18-29[7]), que corre entre la cara medial del hombro y el basihioides, forma el piso del surco yugular. Se dice, aunque de manera no convincente, que protege a la arteria carótida común que es más profunda cuando se hace una venopunción sin pericia (fig. 18-28[8]). Los músculos ventrales respecto de la tráquea son los "músculos acintados" que se resecan en la operación de Forsell para el mordisqueo del establo.

La *tráquea* ocupa una posición mediana en el espacio visceral. Su tamaño no guarda una relación constante con el del cuerpo, lo cual es importante para elegir una sonda endotraqueal porque el amplio tamaño de la glotis no es un factor limitante. La luz de la tráquea presenta un ligero aplanamiento dorsoventral y, por supuesto, los anillos traqueales la mantienen permeable (fig. 18-30). Por lo tanto, se acostumbra eliminar parte de dos cartílagos adyacentes para que la pared no se cierre al hacer la traqueotomía, como sucede cuando se desea que el aire saltee una laringe obstruida.

El *esófago* empieza a dorsal de la tráquea, pero se desvía a la izquierda hacia la mitad del cuello (fig. 18-28[14]) para luego retornar poco a poco a la línea media, aunque a menudo está a ventral de la tráquea justo antes de entrar

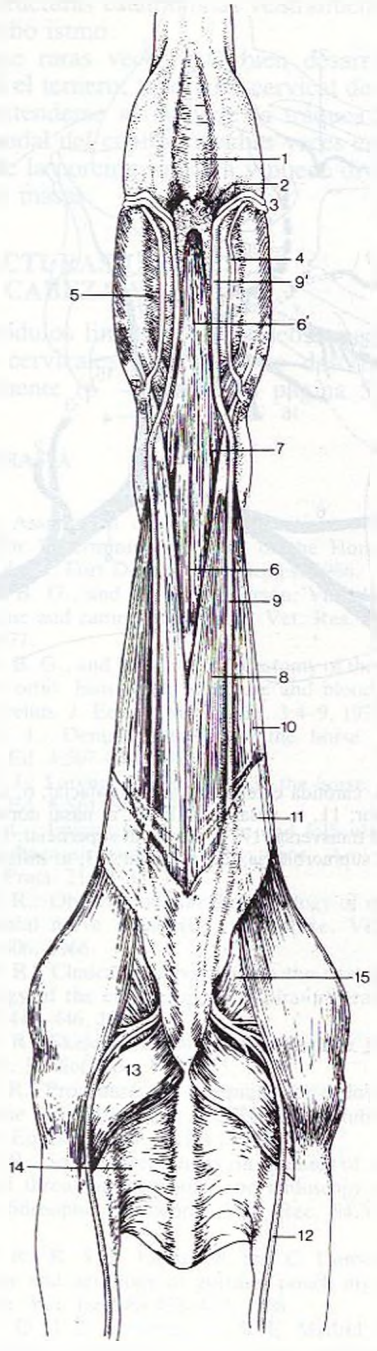


Fig. 18-29. Vista ventral del cuello y del espacio intermandibular.

1, milohioideo; 2, nódulos linfáticos mandibulares; 3, arteria y vena faciales; 4, conducto parotídeo; 5, pterigoideo medial; 6, esternohioideo y esternotiroideo; 6', esternohioideo y omohioideo combinados; 7, omohioideo; 8, esternocefálico; 9, vena yugular externa; 9', vena linguofacial; 10, braquiocefálico; 11, cutáneo del cuello; 12, vena cefálica; 13, pectoral descendente; 14, pectoral transverso; 15, subclavio.

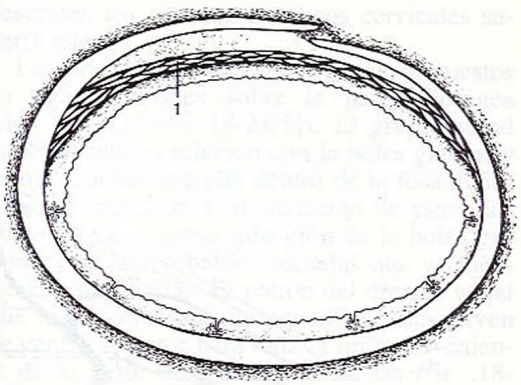


Fig. 18-30. Corte transversal de la tráquea.

1, músculo traqueal. (Según Nickel y col.)

en el tórax. Sigue un trayecto más directo cuando el cuello está extendido. El esófago es tan blando que no es fácil identificarlo a la palpación, pero su posición se revela cuando el animal deglute.

La *arteria carótida común* está a ventral de la tráquea, en la base del cuello, pero poco a poco asciende a una posición más dorsal (fig. 18-28[15]); encima de la faringe se divide en las arterias occipital y carótidas interna y externa. La carótida interna irriga el encéfalo y la occipital la región de la nuca. Las ramas de importancia clínica de la carótida externa se describieron en contextos anteriores; en la figura 18-31 se ilustra el patrón general de su distribución. A veces las pulsaciones de la arteria carótida común se palpan en la mitad del cuello al comprimir la arteria contra los músculos subvertebrales. La arteria está encerrada en una gruesa vaina fascial compartida por el tronco vagosimpático que sigue su borde dorsal. El nervio laríngeo recurrente es más ventral que ella en la fascia traqueal (fig. 18-28[16,17]).

Los *nódulos linfáticos cervicales profundos* están dispuestos en paquetes –caudal, medio y craneal– a lo largo del conducto linfático traqueal. El grupo caudal recibe la linfa procedente de los nódulos linfáticos cervicales superficiales (fig. 18-32).

La *vena yugular externa* es suplementada por la vena vertebral y por el plexo que corre dentro del canal vertebral en el drenaje de la cabeza. Se forma en el ángulo caudoventral de la glándula parótida mediante la confluencia de las venas maxilar y linguofacial. Esta vena se destaca mucho y es muy conveniente para hacer inyecciones y muestreos cuando se pone turgente al comprimirla en el surco yugular.

Los lóbulos de la *glándula tiroides* se reconocen en la palpación como unas estructuras ovoides blandas dorsolaterales respecto de la primera parte de la tráquea (fig. 18-22[28]).

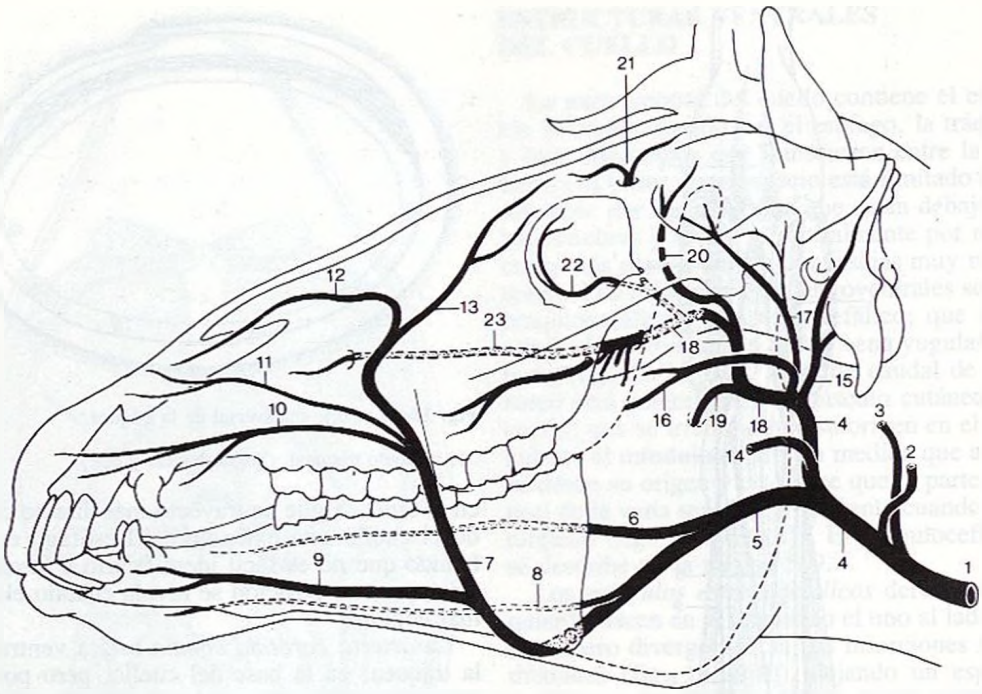


Fig. 18-31. Esquematización de las principales arterias de la cabeza.

1, arteria carótida común; 2, a. occipital; 3, a. carótida interna; 4, a. carótida externa; 5, a. linguofacial; 6, a. lingual; 7, a. facial; 8, a. sublingual; 9, a. labial inferior; 10, a. labial superior; 11, a. nasal lateral; 12, a. nasal dorsal; 13, a. angular del ojo; 14, a. masetérica; 15, a. auricular caudal; 16, a. facial transversa; 17, a. temporal superficial; 18, a. maxilar; 19, a. alveolar inferior; 20, a. temporal profunda caudal; 21, a. supraorbitaria; 22, a. malar; 23, a. infraorbitaria.

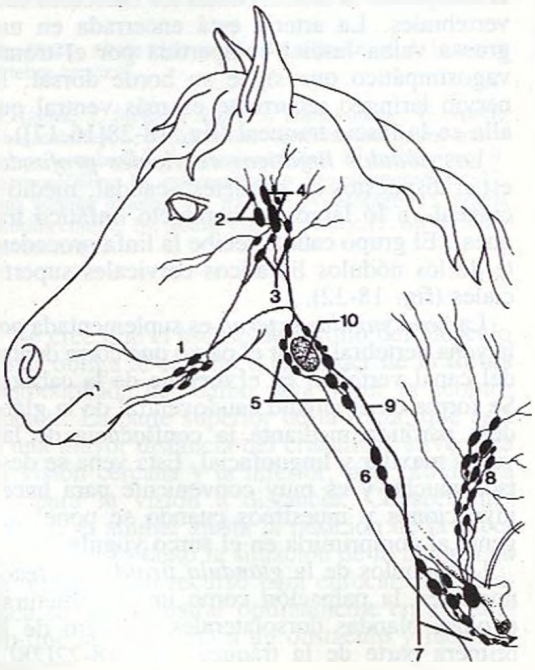


Fig. 18-32. Esquema de las estructuras linfáticas de la cabeza y cuello.

1, nódulos linfáticos mandibulares; 2, nódulos linfáticos parotídeos; 3, nódulos linfáticos retrofaríngeos mediales; 4, nódulos linfáticos retrofaríngeos laterales; 5, 6, 7, nódulos linfáticos cervicales profundos craneales, medios y caudales; 8, nódulos linfáticos cervicales superficiales; 9, conducto traqueal; 10, glándula tiroides.

Estas estructuras están unidas ventralmente por un estrecho istmo.

Aunque raras veces está bien desarrollada como en el ternero, una parte cervical del *timo* puede extenderse al lado de la tráquea en la pare dcaudal del cuello. Muchas veces está separada de la porción torácica y puede dividirse en varias masas.

ESTRUCTURAS LINFÁTICAS DE LA CABEZA Y CUELLO

Los nódulos linfáticos parotídeos, mandibulares y cervicales profundos se describieron anteriormente (p. 487). En la página 594 se describen los nódulos linfáticos cervicales superficiales.

Los *nódulos retrofaríngeos* están dispuestos en aglomeraciones sobre la pared faríngea (figs. 18-22[25] y 18-23[5]). El grupo lateral también está en relación con la bolsa gutural y es más caudal que ella dentro de la fosa atlántica. La infección y abscedación de estos nódulos puede originar infección de la bolsa gutural, con las probables secuelas que ya mencionamos (p. 503). El patrón del drenaje es tal que los nódulos retrofaríngeos mediales sirven de centro colector para toda la linfa proveniente de la parte superior de la cabeza (fig. 18-32).

BIBLIOGRAFÍA

American Association of Equine Practitioners: Official Guide for Determining the Age of the Horse. Fort Dodge, Iowa, Fort Dodge Laboratories, 1966.

Anderson, B. G., and W. D. Anderson: Vasculature of the equine and canine iris. Am. J. Vet. Res. 38:1791–1799, 1977.

Anderson, B. G., and M. Wyman: Anatomy of the equine eye and orbit: histological structure and blood supply of the eyelids. J. Equine Med. Surg. 3:4–9, 1979.

Baker, A. J.: Dental disorders in the horse. Comp. Contin. Ed. 4:507–514, 1982.

Baker, G. J.: Laryngeal hemiplegia in the horse. Comp. Contin. Ed. 5:S61–S66, 1983.

Boles, C. L.: Epiglottic entrapment and follicular pharyngitis: diagnosis and treatment. Proc. Am. Assoc. Equine Pract. 21:29–34, 1975.

Cook, W. R.: Observations on the aetiology of epistaxis and cranial nerve paralysis in the horse. Vet. Rec. 78:396–406, 1966.

Cook, W. R.: Clinical observations on the anatomy and physiology of the equine upper respiratory tract. Vet. Rec. 79:440–446, 1966.

Cook, W. R.: Skeletal radiology of the equine head. J. Am. Vet. Radiol. Soc. 11:35–55, 1970.

Cook, W. R.: Procedure and technique for endoscopy of the equine respiratory tract and Eustachian tube diverticulum. Equine Vet. J. 2:137–152, 1970.

Cook, W. R.: Some observations on diseases of the ear, nose and throat in the horse, and endoscopy using a flexible fibreoptic endoscope. Vet. Rec. 94:533–541, 1974.

Cook, W. R., R. S. F. Campbell, and C. Dawson: The pathology and aetiology of guttural pouch mycosis in the horse. Vet. Rec. 83:422–428, 1968.

Duncan, I. D., I. R. Griffiths, and R. E. Madrid: A light and electron microscopic study of the neuropathy of equine idiopathic laryngeal hemiplegia. Neuropathol. Appl. Neurobiol. 4:483–501, 1978.

Elias, H.: The tonsils of the horse. Am. J. Vet. Res. 7:343–349, 1946.

Ellenberger, W., and H. Baum: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, 18th ed. Berlin, Springer, 1943.

Evans, L. H.: Regional analgesia in large animals. *In* Soma, L. R. (ed.): Textbook of Veterinary Anesthesia. Baltimore, Williams & Wilkins, 1971, pp. 486–488.

Firth, E. C.: Bilateral ventral accessory neurectomy in windsucking horse. Vet. Rec. 106:30–32, 1980.

Freeman, D. E.: Diagnosis and treatment of diseases of the guttural pouch. Part I. Comp. Contin. Ed. 2:S3–S11, 1980.

Gelatt, K. N., and E. J. Finocchio: Variations in the normal equine eye. Vet. Med. [SAC] 65:569–574, 1970.

Goulden, B. E., and L. J. Anderson: Equine laryngeal hemiplegia, Part 3: Treatment by laryngoplasty. N. Z. Vet. J. 30:1–5, 1982.

Greet, T. R. C.: Windsucking treated by myectomy and neurectomy. Equine Vet. J. 14:299–301, 1982.

Günther, M., R. Krahmer, and J. Schneider: Ein Beitrag zur Festlegung von Trepanationspunkten für die operative Entfernung der Backenzähne bei Pferden. Monatsh. Veterinärmed. 22:891–895, 1967.

Habermehl, K. H.: Die Altersbestimmung bei Haus- und Labortieren. 2nd ed. Berlin, Paul Parey, 1975.

Heffron, C. J., and G. J. Baker: Observations on the mechanism of functional obstruction of the nasopharyngeal airway in the horse. Equine Vet. J. 11:142–147, 1979.

Heffron, C. J., and G. J. Baker: Endoscopic observations on the deglutition reflex in the horse. Equine Vet. J. 11:137–141, 1979.

Heffron, C. J., G. J. Baker, and R. Lee: Fluoroscopic investigations of pharyngeal function in the horse. Equine Vet. J. 11:148–152, 1979.

Krook, L., and J. E. Lowe: Nutritional secondary hyperparathyroidism in the horse, with a description of the normal equine parathyroid gland. Pathol. Vet. (Suppl.) 1:1–98, 1964.

Lagerweij, E., P. C. Nelis, V. M. Wiegant, and J. M. van Ree: The twitch in horses: A variant of acupuncture. Science 225:1172–1175, 1984.

Lindsay, F. E., and H. M. Clayton: An anatomical and endoscopic study of the nasopharynx and larynx of the donkey (*Equus asinus*). J. Anat. 144:123–132, 1986.

Magilton, J. H., C. S. Swift, and N. G. Ghoshal: Experimental evidence of a reciprocal temperature relationship between the parietofrontal region and the orbital emissary vein in the pony. Am. J. Vet. Res. 42:1212–1224, 1981.

Manning, J. P., and L. E. St. Clair: Palpebral, frontal, and zygomatic nerve blocks for examination of the equine eye. Vet. Med. [SAC] 71:187–189, 1976.

Marks, D., M. P. Mackay-Smith, L. S. Cushing, et al.: Etiology and diagnosis of laryngeal hemiplegia in horses. JAVMA 157: 429–436, 1970.

Monen, T.: Surgical management of crib-biting in the horse. Comp. Contin. Ed. 4:S69–S74, 1982.

Peiffer, R. L.: Foundations of equine ophthalmology: clinical anatomy and physiology. Equine Pract. 1:39–46, 1980.
Quick, C. B., and V. T. Rendano: The equine teeth. Mod. Vet. Pract. 60:561–567, 1979.
Rendano, V. T., and C. B. Quick: Equine radiology—the cervical spine. Mod. Vet. Pract. 59:921–927, 1978.
Stick, J. A.: Surgery of the esophagus. Vet. Clin. North Am. [LAP] 4:33–59, 1982.
Todhunter, R. J., C. M. Brown, and R. Stickle: Retropharyngeal infections in five horses. JAVMA 187:600–604, 1985.
Tritschler, L. G., and L. S. Morrow: Guttural pouch catheterization. Vet. Med. [SAC] 67:534–535, 1972.
Turner, A. S., N. White, and J. Ismay: Modified Forsell's operation for crib biting in the horse. JAVMA 184:309–312, 1984.
Wheat, J. D.: Sinus drainage and tooth repulsion in the horse. Proc. Am. Assoc. Equine Pract. 19:171–176, 1973.

19

Cuello, espalda y columna vertebral del caballo

En este capítulo nos ocupamos de la parte dorsal del cuello, espalda y lomo. La parte ventral del cuello se consideró con la cabeza, y el anca se comentará junto con el miembro pelviano.

CONFORMACIÓN Y RASGOS SUPERFICIALES

La conformación del cuello y la espalda varía considerablemente según la raza, sexo, edad y estado general. Los contornos de la espalda y lomo reflejan íntimamente el curso de la columna vertebral, pero los del cuello, donde las vértebras son más profundas, dependen en gran medida del ligamento nucal.

El cuello puede ser arqueado, recto o ahuecado en la postura de pie natural. La forma arqueada, que los expertos en equinos conocen como cuello de cisne o de pavo real, es característica de ciertas razas, entre ellas la Lipizzaner. La forma cóncava, cuello de ciervo, o cuello de oveja no se valora y para la mayoría de las razas se aprecia más el cuello recto. La transición entre el cuello y la cruz puede ser paulatina o caracterizada por una depresión. En los caballos de montar, el cuello se profundiza considerablemente hacia el tórax pero este cambio suele ser menos pronunciado en las razas de tiro más pesadas. Visto desde arriba el cuello es relativamente estrecho y de ancho parejo, salvo justo antes del hombro, donde la fusión con el tronco se atenúa por la presencia del subclavio, que rellena el hueco que está a lo largo del borde craneal de la escápula. El grueso cuello del semental se debe en particular al gran desarrollo del tejido fibroadiposo (cresta) que cubre dorsalmente al ligamento nucal (fig. 18-28[1]).

Puede ser que a primera vista no se evidencie el curso de las vértebras cervicales, aunque el ala del atlas se destaca casi siempre y se puede palpar. Las posiciones de las apófisis transversas y articulares de las vértebras cervicales tercera a sexta pueden verse en los animales flacos o con mal estado general. Estos rasgos se suelen detectar a la palpación, aunque en los caballos gordos o particularmente musculosos puede ser que sólo se obtenga una impresión general del curso de las vértebras (fig. 19-1). En los caballos de piel fina ciertos músculos superficiales, en particular el trapecio y el romboides, se destacan como rasgos individuales cuando están en tensión (fig. 19-2[1,8]).

La prominencia característica de la cruz se debe a la gran longitud de las apófisis espinosas de las vértebras torácicas segunda a novena pero la región también comprende los cartílagos escapulares y sus respectivos músculos. La cruz es muy variable y en los animales de montar se prefiere que sea alta y larga, pero de un ancho moderado; si es demasiado angosta puede ser difícil que la silla ajuste bien.

Detrás de la cruz la línea de la espalda es más o menos recta y, aunque asciende un poco hacia la grupa, a veces este ascenso es tan exagerado que se puede decir que el caballo es "alto de grupa". Sin embargo, la espalda tiende a caer en los animales más viejos, en los que se hallan en malas condiciones y en las yeguas con preñez avanzada. La parte craneal de la espalda se fusiona suavemente con la pared lateral del tórax y el abdomen.

La parte caudal (lomo) tiende a ser más ancha y más plana y se fusiona con los flancos sin el pronunciado cambio de contorno que es tan llamativo en los rumiantes. Las apófisis transversas de las vértebras lumbares no se palpan. Las apófisis espinosas de las vértebras lumbares y torácicas cuadales pueden palparse, aun-

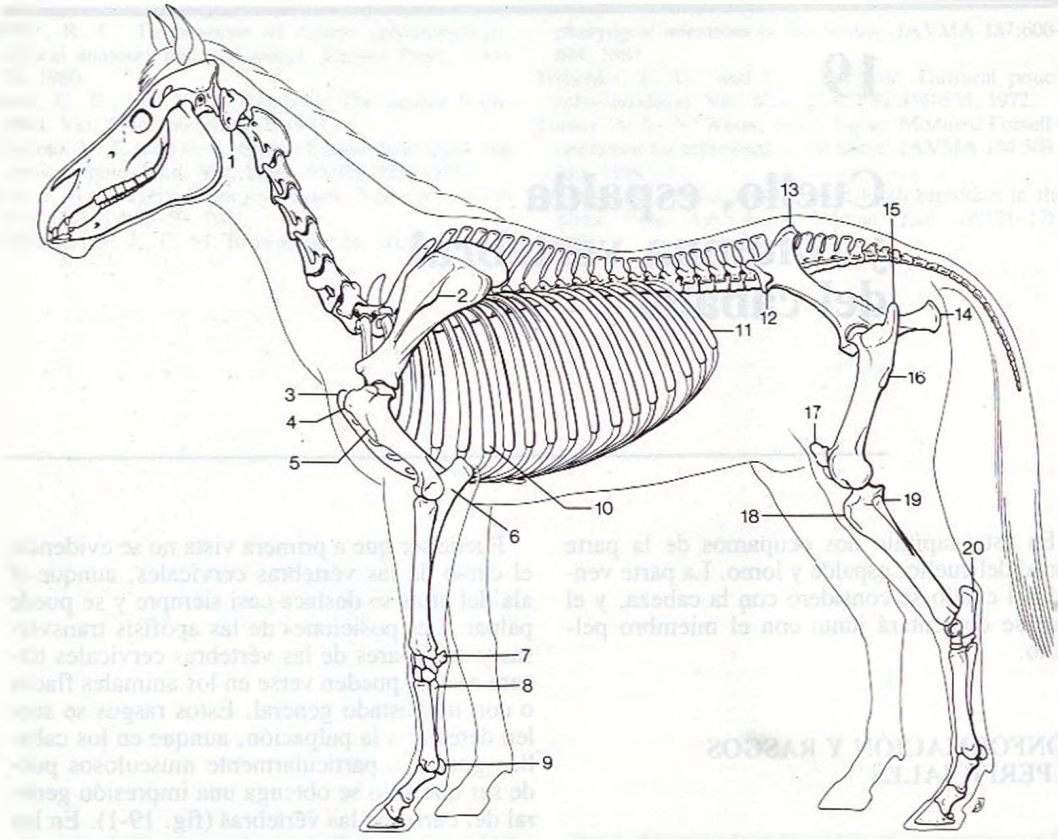


Fig. 19-1. Esqueleto del caballo. Los rasgos que se indican son palpables en condiciones normales.

1, ala del atlas; 2, tuberosidad de la escápula; 3, manubrio; 4, tubérculo mayor; 5, tuberosidad deltoidea; 6, olécranon; 7, hueso carpiano accesorio; 8, extremo proximal (base) del metacarpiano rudimentario lateral; 9, hueso sesamoideo proximal; 10, sexta costilla; 11, última costilla (decimoctava); 12, tuberosidad coxal; 13, tuberosidad sacra; 14, tuberosidad isquiática; 15, trocánter mayor; 16, tercer trocánter; 17, rótula; 18, tuberosidad tibial; 19, cabeza del peroné; 20, tuberosidad del calcáneo.

que raras veces con tanta facilidad como para identificarlas por separado y contarlas. En los animales de tiro existe un surco mediano más pronunciado entre los músculos del lomo y la grupa.

El contorno dorsal de la grupa es convexo y se inclina hacia la raíz de la cola, a veces con tanta pendiente que merece la descripción de "anca de ganso" o "anca caída", por lo común en las razas Lipizzaner y Belga.

COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral comprende 7 vértebras cervicales, 18 torácicas, 6 lumbares, 5 sacras y unas 20 caudales. Las variaciones en su cantidad no son infrecuentes; la más común es que sólo haya cinco vértebras lumbares, en especial en el caballo árabe. La impresión de que los lomos son cortos en otras razas se debe la mayoría de las veces a una pronunciada inclinación caudal de las últimas costillas.

La columna vertebral se inclina ventralmente debajo de la cruz para llegar hasta su punto más bajo en la unión cervicotorácica, aunque la elevación externa crea una impresión contraria. Luego cambia de dirección abruptamente y a medida que asciende hacia la nuca se desvía más cerca del contorno dorsal (fig. 19-1).

Las vértebras cervicales individuales son largas. Las que están detrás del axis tienen apófisis espinosas rudimentarias, grandes apófisis transversas divididas y amplias superficies articulares. Las torácicas no ofrecen particularidades, aparte de la gran longitud de las apófisis espinosas, que son la base de la cruz. Las vértebras lumbares presentan unas largas apófisis transversas horizontales; en ocasiones existen articulaciones sinoviales entre las de las vértebras cuarta y quinta, mientras que son constan-

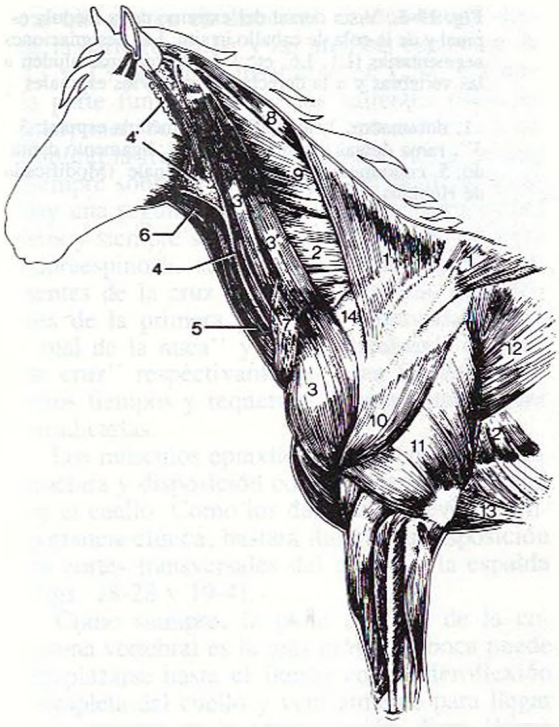


Fig. 19-2. Disección superficial de la región del cuello y hombro.

1, trapecio; 2, serrato ventral; 3, braquiocefálico; 3', omotransversario; 4, vena yugular externa; 4', glándula parótida; 5, esternocefálico; 6, omohioideo; 7, cutáneo del cuello; 8, romboides del cuello; 9, esplenio; 10, deltoides; 11, tríceps; 12, dorsal ancho; 13, pectoral ascendente; 14, subclavio.

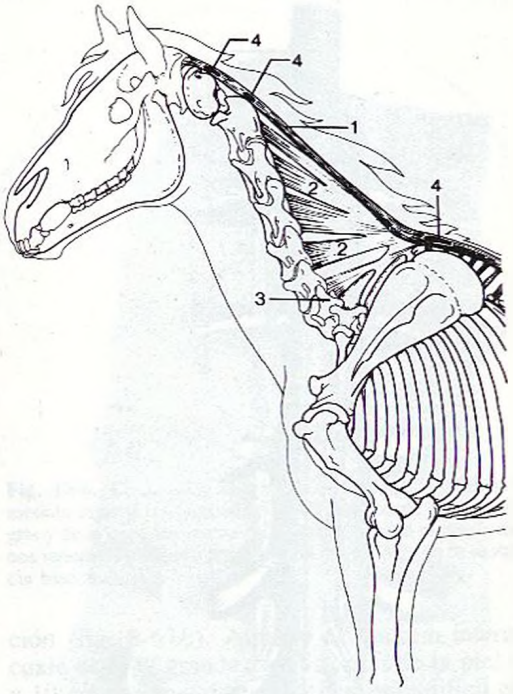


Fig. 19-3. Ligamento nucal.

1, parte funicular; 2, parte laminar; 3, última (séptima) vértebra cervical; 4, bolsas entre la parte funicular y las vértebras.

tes entre las de la quinta y sexta y entre la sexta y las alas del sacro.

Los discos intervertebrales son relativamente finos y colectivamente sólo representan el 10 a 11% de la longitud de la columna. Cada uno consiste en un anillo fibroso periférico y un núcleo pulposo central, pero el límite entre estas partes es menos nítido que en otras especies. Los cambios debidos a la edad comprenden deshidratación y fragmentación de la parte fibrosa externa, pero raras veces calcificación del centro. Los discos que más se afectan tienden a ser los del cuello y el situado entre la última vértebra lumbar y el sacro, regiones donde el movimiento es máximo. Estas alteraciones no parecen tener mucha importancia clínica.

El ligamento nucal, que divide los músculos cervicales dorsales en los grupos derecho e izquierdo, se halla desarrollado masivamente y sostiene gran parte del peso de la cabeza sin comprometer la aptitud para bajar el cuello para pastar (figs. 18-28[2,3] y 19-3). Consta de dos partes claramente definidas que son pares. La parte dorsal (funicular) es un grueso cordón que corre entre las espinas más altas de la cruz y la protuberancia occipital externa del cráneo. Está aplanada en su inserción craneal, se redondea un poco más atrás y se vuelve a aplanar a medida que se aproxima a la cruz, donde forma una ancha pestaña que llega casi hasta el cartílago escapular. Detrás de la cruz se continúa como ligamento supraespinoso, más estrecho. La segunda parte (laminar) forma una lámina fenestrada íntimamente aplicada contra su homóloga. Llena el espacio comprendido entre la parte funicular y las vértebras cervicales y consiste en haces de fibras elásti-

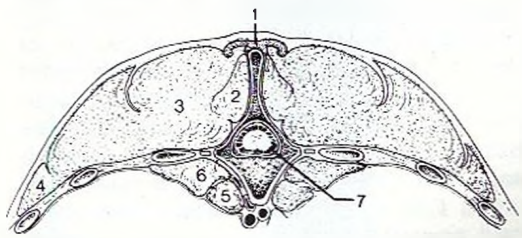


Fig. 19-4. Corte transversal de los principales grupos musculares de la espalda.

1, ligamento supraespinoso; 2, grupo del transversoespinal; 3, longissimus dorsi; 4, iliocostal; 5, psoas menor; 6, psoas mayor; 7, canal vertebral y su contenido.

BIBLIOGRAFÍA

Heath, E. H., and V. S. Myers: Topographic anatomy for caudal anesthesia in the horse. Vet. Med. [SAC] 67:1237–1239, 1972.

Hopkins, G. S.: Guide to the dissection and study of the blood vessels and nerves of the horse, 3rd ed. [Ithaca, published by the author, 1937.]

Jeffcott, L. B.: Diagnosis of back problems in the horse. Comp. Contin. Ed. 3:S134–S143, 1981.

Jeffcott, L. B., and G. Dalin: Natural rigidity of the horse's backbone. Equine Vet. J. 12:101–108, 1980.

Jeffcott, L. B., and G. Dalin: Bibliography of thoracolumbar conditions in the horse. Equine Vet. J. 15:155–157, 1983.

Seiferle, E.: Zur Rückenmarkstopographie von Pferd und Rind. Z. Anat, 110:371–384, 1939.

Stecher, R. M.: Anatomical variations of the spine in the horse. J. Mammal. 43:205–208, 1962.

Townsend, H. G. G., D. H. Leach, and P. B. Fretz: Kinematics of the equine thoracolumbar spine. Equine Vet. J. 15:117–122, 1983.

20

Tórax del caballo

CONFORMACIÓN Y ANATOMÍA SUPERFICIAL

Las dificultades para obtener una impresión confiable de la cavidad torácica mediante la inspección simple de su exterior se acentúan por la altura de la cruz y por la prolongación caudal de la caja torácica en el caballo. La estrecha parte craneal del tórax está cubierta por completo por el hombro y el brazo. Cierta variación en la proyección de los huesos del miembro sobre el esqueleto torácico se debe a la inclinación inconstante de la escápula. Como regla general, el ángulo caudal de este hueso está sobre el extremo superior de la séptima costilla, mientras que el tubérculo supraglenoideo sobresale delante de la primera costilla, un poco más arriba que el manubrio del esternón (fig. 20-1). El húmero forma un ángulo menor con la horizontal que en las especies más pequeñas y esto hace que el codo esté dentro de la piel del tronco. Aunque la posición exacta del codo no se evidencia a primera vista, se la puede deducir por su relación con el olécranon, cuya cúspide está sobre la parte más baja de la quinta costilla o el espacio intercostal siguiente. El triángulo comprendido entre la escápula y el húmero se halla ocupado por completo por el masivo músculo tríceps, que restringe mucho el acceso clínico a la parte craneal del tórax.

Existen 18 pares de costillas. Las que están detrás del tríceps, es decir, desde la séptima costilla hacia caudal, se identifican individualmente a la palpación a pesar de que están cubiertas en medida variable por ciertos músculos: cutáneo del tronco, dorsal ancho, serrato ventral y oblicuo externo del abdomen. Las costillas más caudales hasta pueden proveer jalones visibles; esto sucede la mayoría de las veces en la parte superior de la última costilla, que marca muy bien el límite craneal del flanco. Palpando las costillas se detecta su orientación cambiante. Las dos o tres últimas, que son relativamente cortas, tienen una pronunciada inclinación caudal, en tanto que más o menos las seis que están por delante de ellas (C9-15) son más largas y de inclinación y curvatura similares; las costillas más craneales, en cambio, son más cortas y no tan curvas. La primera costilla, que es la más corta de todas, es casi vertical. La creciente inclinación de las costillas a medida que la serie progresa hacia caudal, hace que la última costilla esté muy cerca de la tuberosidad coxal (p. 526) (fig. 19-1).

Entre los miembros torácicos el tórax se halla cubierto por los potentes músculos pectorales que forman un par de engrosamientos separados por un profundo surco a lo largo de la línea del esternón (fig. 23-4). La parte craneal

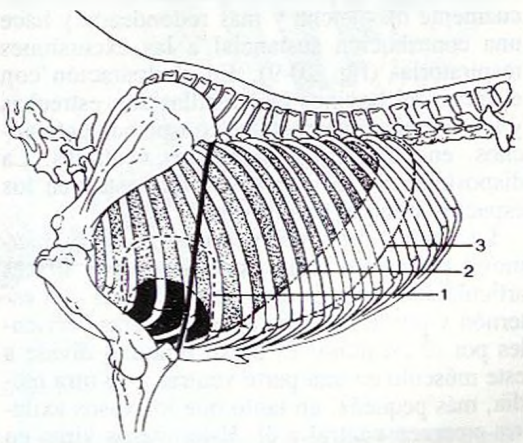


Fig. 20-1. Proyecciones del corazón y pulmón en la pared torácica izquierda. La línea gruesa indica el borde caudal del tríceps.

1, contorno del corazón; 2, borde basal del pulmón; 3, línea de reflexión pleural

de este hueso –manubrio– sobresale como jalón fácil de identificar. También se palpa el apéndice xifoides en la parte caudal, aunque no con tanta facilidad; es ancho y flexible y está encerrado entre los arcos costales convergentes. La inspección externa no sugiere la inclinación del esternón, que asciende hacia el manubrio; esto, en combinación con la inclinación ventral de las vértebras torácicas, reduce la profundidad de la parte craneal de la cavidad torácica.

Es esencial que el clínico aprecie con exactitud la posición del diafragma. Su vértice está a nivel del sexto espacio intercostal (e incluso sobre la sexta costilla), de modo que queda a corta distancia de la punta del codo en el animal de pie (fig. 20-3). Puede ser que al profesional no experimentado le resulte particularmente difícil aceptar este hecho crucial.

Por supuesto, la conformación varía mucho según la raza y de un individuo a otro. Sin entrar a considerar estas variaciones en detalle, puede decirse que se suele preferir el tórax profundo. En los caballos de montar es conveniente que las costillas desciendan en dirección caudal sin arquearse demasiado hacia los costados porque el "barril" demasiado pronunciado es incómodo para estar sentado.

PARED TORÁCICA

Eliminando los miembros torácicos queda expuesta la forma contrastante de las partes craneal y caudal del tórax. La parte craneal (formada por las costillas esternales) es estrecha, y comprimida bilateralmente y exhibe poco movimiento, en tanto que la parte caudal (formada por las costillas esternales) es conspicuamente más ancha y más redondeada y hace una contribución sustancial a las excursiones respiratorias (fig. 20-9). En comparación con el tórax del bovino, las costillas son estrechas y los espacios intercostales conspicuamente anchos, en especial en sus partes ventrales. La disposición de los elementos que están en los espacios sigue el patrón usual.

La corta y recia primera costilla es casi inmóvil porque se halla estabilizada por firmes articulaciones con la columna vertebral y el esternón y por la sujeción a las vértebras cervicales por el escaleno. El plexo braquial divide a este músculo en una parte ventral y en otra media, más pequeña, en tanto que los vasos axilares emergen ventral a él. Estos vasos viran en torno del borde craneal de la primera costilla, donde la arteria puede palparse contra el hueso. Se la punza en este sitio cuando hay que recoger una muestra de sangre arterial (fig. 20-3[1']).

De conformidad con la longitud del tórax, el diafragma es más oblicuo que en otras especies domésticas. Tiene la misma forma general y se abulta hacia adelante desde sus inserciones periféricas en las vértebras lumbares, costillas y esternón. Su parte más craneal, el vértice, se halla directamente encima del esternón y, como ya señalamos, se proyecta sobre la parte inferior del sexto espacio o de la costilla precedente. La parte dorsal del diafragma está moldeada para presentar las elevaciones derecha e izquierda, entre las cuales la parte mediana es retraída por los pilares para formar un receso. Las partes media y ventral se hallan incurvadas con uniformidad de lado a lado. Las aberturas del diafragma no presentan rasgos específicos de importancia (fig. 20-4).

CAVIDADES PLEURALES

La pleura está dispuesta de la manera usual, con el interior torácico dividido en dos cavidades pleurales por un tabique intermedio, el mediastino. El tejido conectivo subpleural está poco desarrollado y, por ende, el mediastino es débil.

La proyección de las cavidades pleurales en la pared torácica siempre reviste importancia clínica. La pleura mediastinal se refleja sobre la pared torácica dentro de la gotera costovertebral y, por lo tanto, la pleura costal se extiende por encima del borde ventral de los cuerpos vertebrales; el límite ventral de la pleura costal sigue una línea irregular que pasa sobre los cartílagos costales. En la parte craneal el saco pleural se extiende a medial de la primera costilla y más allá de esta ubicación, en el lado derecho, en un sitio donde una evaginación (cúpula pleural) se introduce varios centímetros en el cuello; esta prolongación del saco derecho tiene una importancia potencial porque puede punzarse por heridas penetrantes que aparentan respetar el tórax. La reflexión caudal de la pleura costal sobre el diafragma sigue una línea inusual. Empieza en el extremo vertebral de la décimoséptima costilla y luego se desvía en dirección caudal para llegar a la mitad de la última costilla antes de volver hacia adelante. Luego adopta un curso más convencional que interseca costillas sucesivas en niveles progresivamente más bajos y luego que continúa a lo largo del octavo cartílago costal hasta el esternón. Esta línea describe una ligera concavidad dorsocraneal (figs. 20-1 y 20-2[3]).

Como siempre, las cavidades pleurales son mucho más grandes que los pulmones aunque éstos estén insuflados al máximo. Por lo tanto, existen espacios potenciales a lo largo de los bordes ventral y caudal del pulmón que nunca

se utilizan. El ancho de estos espacios (recesos costomediastinal y costodiafragmático) varía según la fase de la respiración. El receso costodiafragmático está encima de la parte intratorácica del abdomen y es en potencia una vía para punzar ciertos órganos abdominales. Obviamente el riesgo de que se lesione el pulmón es mínimo si la aguja se introduce durante la espiración máxima (fig. 20-9[13']).

PULMONES

Los pulmones son alargados y poco profundos y concuerdan con la forma general de las cavidades pleurales. Los pulmones derecho e izquierdo son más parecidos que en otras especies (fig. 20-5) y como la diferencia de tamaño radica en particular en el mayor espesor del pulmón derecho, es muy posible que la asimetría real pase inadvertida (figs. 20-6 a 20-8). No existe ninguna otra evidencia externa de lo-

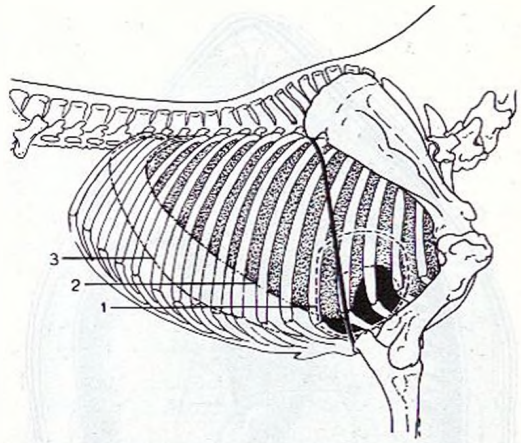


Fig. 20-2. Proyecciones del corazón y pulmón en la pared torácica derecha. La línea gruesa indica el borde caudal del tríceps

1, contorno del corazón; 2. borde basal del pulmón; 3. línea de reflexión pleural

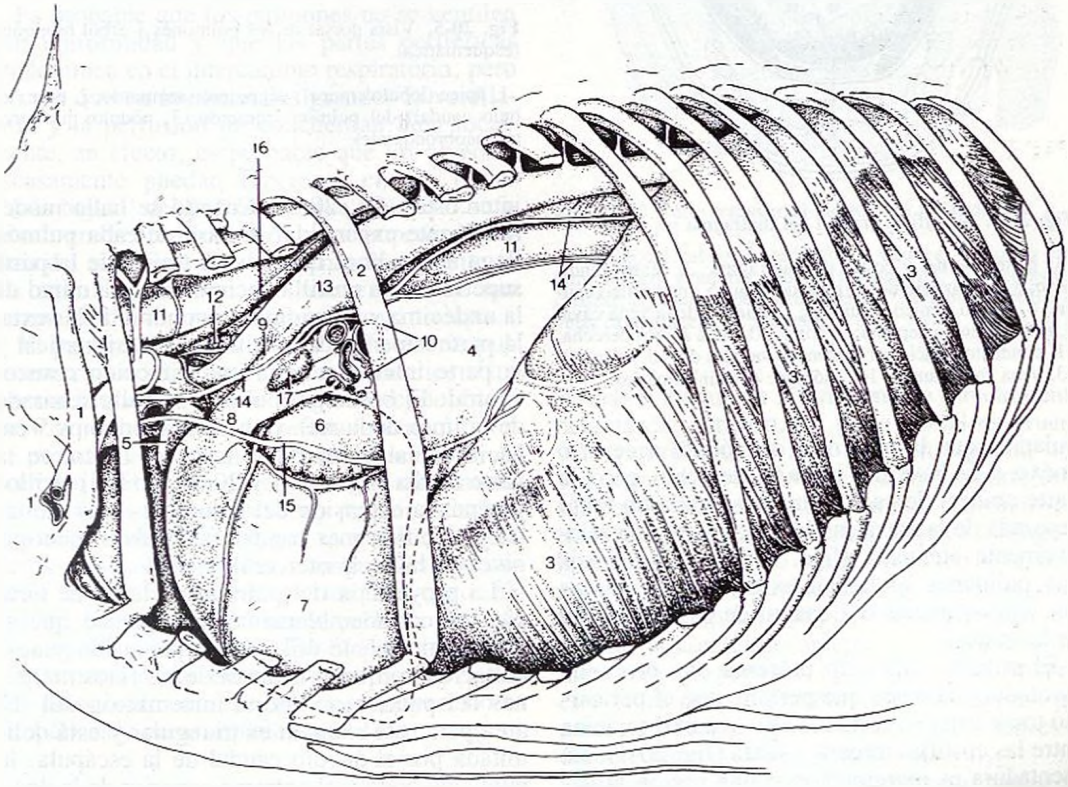


Fig. 20-3. Estructuras del mediastino. Se ha retirado la pleura mediastinal craneal al corazón para exponer el lóbulo craneal del pulmón derecho.

1, primera costilla; 1', vasos axilares; 2, sexta costilla; 3, diafragma; 4, mediastino caudal que cubre al pulmón derecho; 5, aurícula derecha; 6, aurícula izquierda; 7, ventrículo izquierdo; 8, tronco pulmonar; 9, ligamento arterioso; 10, raíz del pulmón; 11, esófago; 12, tráquea; 13, aorta; 14, vago; 14', troncos vagales dorsal y ventral; 15, nervio frénico; 16, conducto torácico; 17, nódulos linfáticos traqueobronquiales.

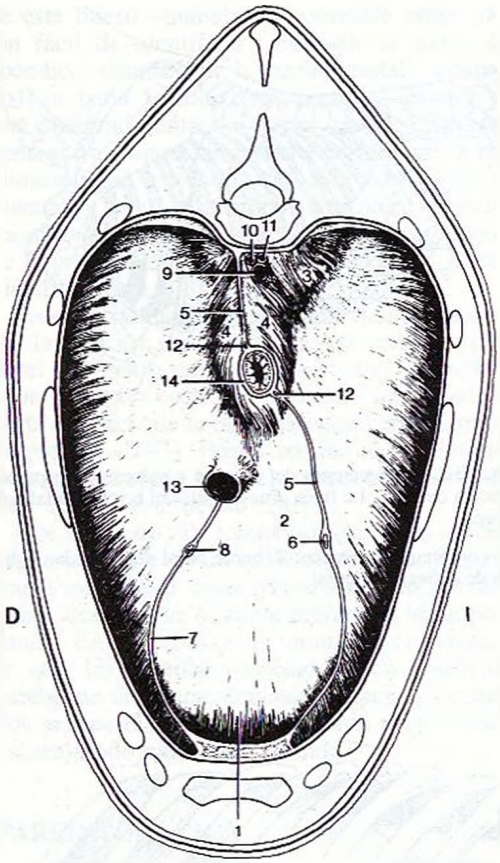


Fig. 20-4. Superficie craneal del diafragma.

1, parte esternal y costal del diafragma; 2, centro tendinoso; 3, pilar izquierdo; 4, pilar derecho; 5, mediastino caudal; 6, nervio frénico izquierdo; 7, pliegue de la vena cava; 8, nervio frénico derecho; 9, aorta; 10, vena ácigos derecha; 11, conducto torácico; 12, troncos vagales dorsal y ventral; 13, vena cava caudal; 14, esófago. (Según Popesko.)

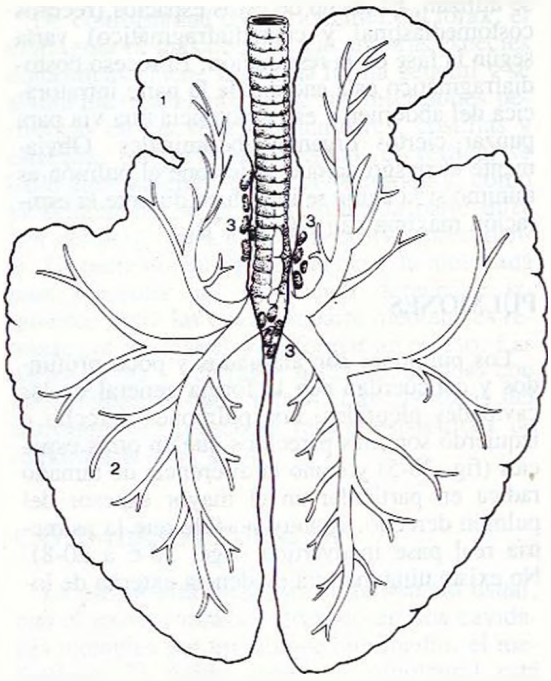


Fig. 20-5. Vista dorsal de los pulmones y árbol bronquial (esquemática).

1, ápice (lóbulo craneal) del pulmón izquierdo; 2, base (lóbulo caudal) del pulmón izquierdo; 3, nódulos linfáticos traqueobronquiales.

bulación que la presencia del lóbulo accesorio anexo a la base del pulmón derecho, pero la parte craneal de cada pulmón se halla un tanto separada de la masa caudal por una región relativamente atenuada (figs. 4-21 y 20-1). Los dos pulmones se hallan extensamente unidos por tejido conectivo a caudal de la bifurcación de la tráquea.

El pulmón izquierdo presenta una profunda escotadura cardíaca que permite que el pericardio tome extenso contacto con la pared torácica entre las costillas tercera y sexta (fig. 20-1). La escotadura es marginada por una región afinada, de modo que el pulmón cubre poco el pericardio en un área mucho más grande (fig. 20-7). La disposición del lado derecho es similar, aunque la asimetría del corazón reduce el tamaño de la escotadura cardíaca, que se extiende desde la tercera costilla hasta el cuarto espacio intercostal (fig. 20-2). Cuando se halla moderadamente expandida, la base de cada pulmón llega a una línea que pasa a través de la parte superior de la costilla decimosexta, la mitad de la undécima y la unión costocondral de la sexta; la parte superior de esta línea es casi vertical y la parte inferior adopta una dirección craneoventral. El borde del pulmón se halla separado de la línea de la reflexión pleural en unos 5 cm hacia dorsal y ventral y hasta en 15 cm en la parte media (figs. 20-1 y 20-2). En los potrillos jóvenes la extensión del pulmón es más limitada y el borde más caudal está más o menos a nivel de la decimotercera costilla.

La proyección del pulmón en la pared torácica es considerablemente más grande que el área clínicamente útil para la percusión y auscultación porque el examen de los finos márgenes del pulmón no aporta información útil. El área para este examen es triangular y está delimitada por el ángulo caudal de la escápula, la punta del codo y el extremo superior de la decimosexta costilla. Dos lados del triángulo son más o menos rectos, pero el lado caudoventral –hipotenusa– es un tanto arqueado.

La aspiración de líquido pleural se hace con mayor seguridad en la parte inferior del séptimo espacio intercostal, ventral al margen del pul-

món. Óbrese con cautela para no punzar la vena torácica superficial (''de la espuela'') que cruza este sitio.

Los lobulillos del pulmón no son muy evidentes pero se detectan examinando cuidadosamente el pulmón expandido. Son menos obvios en el pulmón colapsado cuando la pleura está arrugada, pero también se evidencian al corte. Sin embargo, se acepta que los tabiques son incompletos y es posible que exista ventilación colateral.

El bronquio principal, la arteria pulmonar y la vena pulmonar se combinan para formar la raíz del pulmón antes de entrar en el hilio en una región donde no hay pleura y que se halla adherida directamente a la misma parte del otro pulmón. Dentro del pulmón el bronquio principal se divide en una pequeña división craneal que corre hacia el lóbulo craneal y una división caudal más grande que ventila el resto del órgano. Existen dificultades para homologar los bronquios de órdenes inferiores con los de otras especies domésticas, pero en la actualidad estos detalles no revisten mucha importancia porque no se hace cirugía pulmonar en los caballos.

Es probable que los pulmones no se ventilen con uniformidad y que las partes periféricas predominen en el intercambio respiratorio, pero se cree que en los animales grandes la ventilación y la perfusión no concuerdan bien localmente; en efecto, es probable que los alvéolos escasamente puedan funcionar en las partes ''más bajas'' del pulmón donde no existe suficiente gradiente de presión para impedir la estasis del aire. Esto puede ser muy importante en los animales anestesiados mantenidos en una misma posición antinatural por largo tiempo.

El patrón de las divisiones de la arteria pulmonar concuerda con el de los bronquios. Una arteria bronquial aparte irriga el tejido bronquial y peribronquial, pero toda la sangre retorna por el único juego de venas pulmonares. El drenaje linfático conduce primero a unos nódulos linfáticos pulmonares muy pequeños incluidos en la sustancia del órgano y de allí a los nódulos traqueobronquiales más grandes que rodean la bifurcación de la tráquea (fig. 20-3[17]). Desde aquí la mayor parte de la linfa drena por los nódulos mediastinales craneales.

Los nervios que entran en el hilio provienen del plexo pulmonar al cual contribuyen fibras simpáticas y parasimpáticas (p. 178).

MEDIASTINO

El corazón divide el mediastino en las partes familiares (fig. 20-9[4,4']). La parte craneal es muy asimétrica; se inserta en la primera costilla izquierda y gradualmente se desvía para situarse más o menos en la línea media directamente delante del corazón. La parte dorsal es gruesa y la ventral mucho más fina, en especial una vez que el timo ha involucionado. La parte dorsal ocupa más o menos la mitad del diámetro transverso del tórax y comprende el esófago y la tráquea, el tronco braquiocefálico y la vena cava craneal con sus respectivas ramas y tributarias, los nódulos linfáticos mediastinales craneales, el conducto torácico y los nervios frénico, vago y simpático (fig. 20-6). Los intersticios entre estos elementos están ocupados por grasa, a veces en gran cantidad. El timo es el único contenido de la porción ventral.

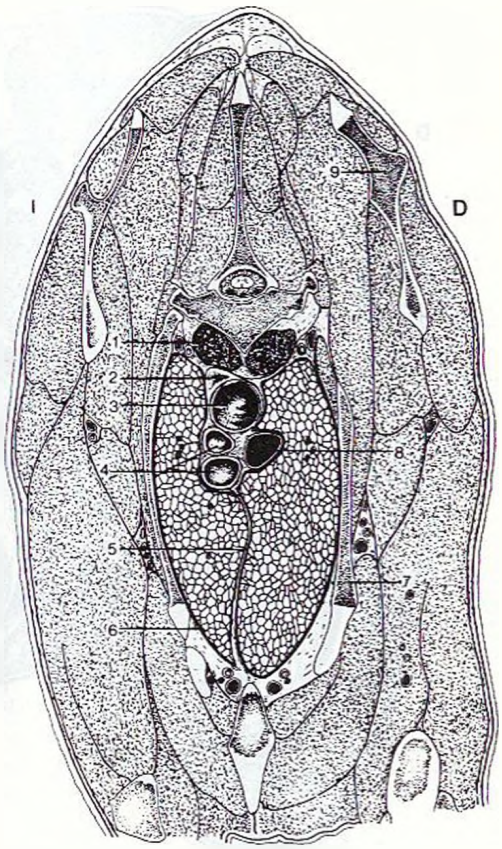


Fig. 20-6. Corte transversal del tórax a nivel de T2

1, largo del cuello; 2, esófago; 3, tráquea; 4, tronco braquiocefálico y arteria subclavia izquierda; 5, mediastino craneal; 6, cavidad pleural izquierda; 7, segunda costilla; 8, vena cava craneal; 9, escápula.

La parte ventral del mediastino medio es muy ancha porque contiene el pericardio y el corazón (fig. 20-7), en tanto que la parte dorsal es fina como un papel, excepto donde contiene el esófago, la continuación de la tráquea hasta su bifurcación, la aorta y ciertos nervios que comprenden ramas de los vagos.

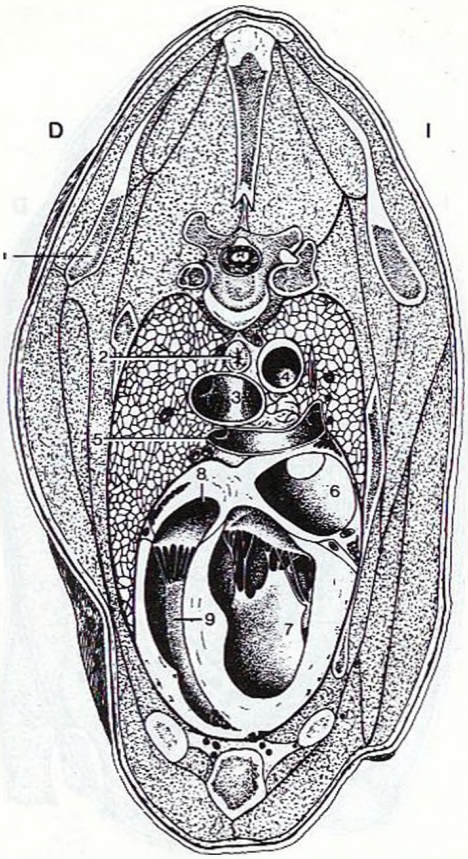


Fig. 20-7. Corte transversal del tórax a nivel de T5

1, ángulo caudal de la escápula; 2, esófago; 3, bifurcación de la tráquea; 4, aorta; 5, bifurcación del tronco pulmonar; 6, atrio izquierdo; 7, ventrículo izquierdo; 8, atrio derecho; 9, ventrículo derecho.

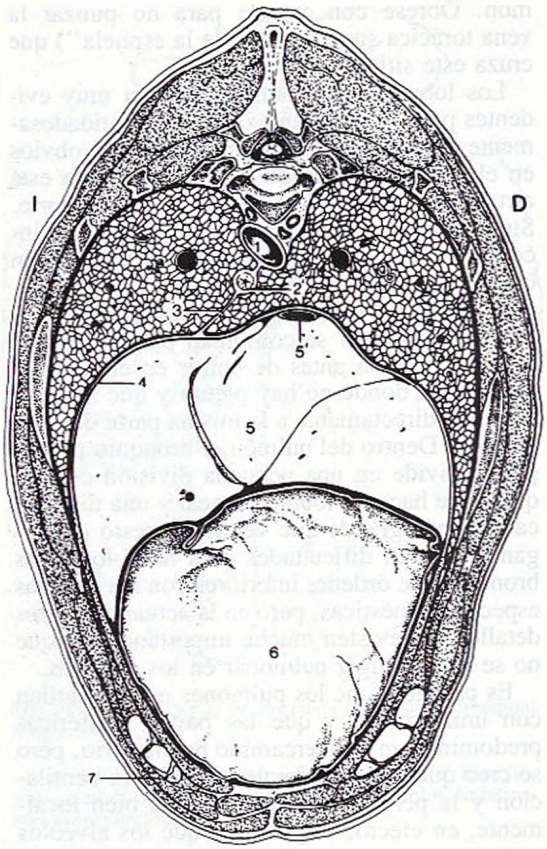


Fig. 20-8. Corte transversal del tronco a nivel de T12 y de la parte media de la novena costilla.

1, aorta; 2, esófago; 3, mediastino caudal; 4, diafragma; 5, hígado; 5', vena cava caudal; 6, flexura diafragmática del colon ascendente; 7, arco costal

Desde una perspectiva lateral, el mediastino caudal es triangular (fig. 20-3[4]). Se halla dividido en dos partes por una adherencia entre los pulmones más o menos a nivel de sus raíces y hacia caudal. La parte ventral, cuyo único ocupante es el nervio frénico izquierdo, se desvía muy a la izquierda antes de fusionarse con la pleura que cubre el diafragma. La parte dorsal es fina, excepto donde encierra el esófago y la aorta.

Salvo en los potrillos, unas pequeñas aberturas del mediastino comunican ambas cavidades pleurales entre sí. Aparte de estas aberturas, el mediastino es muy frágil y es inevitable que al exponerlo durante la disección aumente la cantidad de ellas. Esto sugiere que el mediastino es un tabique ineficaz, pero es asombroso que en un reciente estudio experimental se comprobase que el animal soporta el neumotórax unilateral sin efectos adversos evidentes. Esto sin duda tiene importancia para las posibles técnicas de cirugía intratorácica.

CORAZÓN

El corazón está en la parte ventral del mediastino, directamente delante del diafragma y cubierto en gran medida por los miembros torácicos (fig. 20-1). Forma un cono irregular comprimido lateralmente, de modo que la mayor parte está a la izquierda del plano mediano, con su eje inclinado caudoventralmente y a la izquierda (fig. 20-3). Existe considerable variación en el tamaño del corazón porque el de los caballos de pura sangre es mucho más grande que el de los animales comunes. La diferencia es en parte hereditaria y en parte condicionada por el entrenamiento. Es inevitable que esta variación afecte la topografía. La mayoría de las veces el corazón se extiende entre los planos de los espacios intercostales segundo a sexto, de modo que su punta es directamente más caudal que el nivel de la punta del codo. El borde craneal es muy curvo y está dispuesto

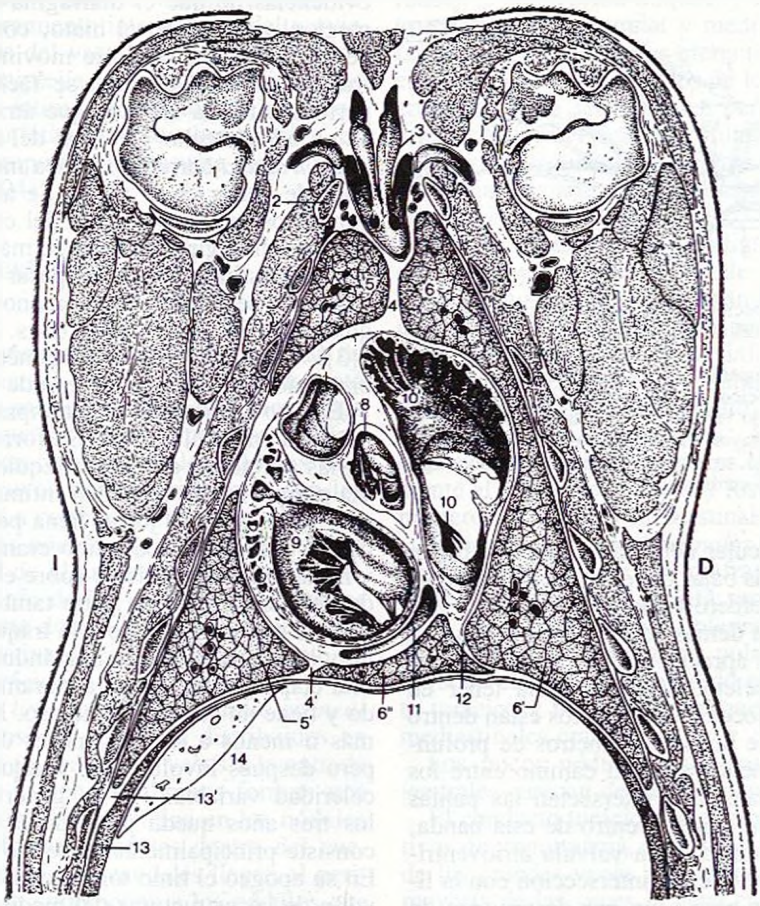


Fig. 20-9. Corte dorsal del tórax a nivel de las válvulas atrioventriculares.

1, cabeza del húmero; 2, primera costilla; 3, ramificaciones de la vena cava craneal; 4, 4', mediastino craneal y caudal; 5, 5', lóbulos craneal y caudal del pulmón izquierdo; 6, 6', 6'', lóbulos craneal, caudal y accesorio del pulmón derecho; 7, válvula pulmonar; 8, válvula aórtica; 9, válvula atrioventricular izquierda; 10, válvula atrioventricular derecha; 10', aurícula derecha; 11, seno coronario; 12, pliegue de la vena cava; 13, diafragma; 13', receso costodiafragmático; 14, parte del hígado.

con su parte superior vertical, en tanto que su parte inferior sigue la superficie dorsal del esternón. El borde caudal aunque de perfil sinuoso, es más o menos vertical (fig. 20-3). Las superficies laterales aplanadas están en relación con las superficies mediastinales de los pulmones, salvo donde las escotaduras cardíacas permiten el contacto directo con la pared torácica; como ya dijimos, este contacto es mayor en el lado izquierdo. Un fuerte ligamento esternopericárdico sujeta el pericardio al esternón y esto, sumado a la fijación de los grandes vasos, limita el desplazamiento del corazón. Sin embargo, con el movimiento del diafragma ocurre una ligera desviación.

Aparte de la forma general, existen pocos detalles de importancia que distingan al corazón del caballo, aunque debemos mencionar dos rasgos de la válvula pulmonar. Las cúspides suelen tener unos nódulos en los bordes libres y estos nódulos pueden ser muy llamativos en los animales más viejos; además, a menudo aparecen aberturas en la región media de las cúspides. Ninguno de estos rasgos parece revestir alguna significación funcional. Los focos auscultatorios donde los ruidos valvulares se distinguen con mayor nitidez no concuerdan con exactitud con las proyecciones de los respectivos orificios en la pared torácica. La válvula atrioventricular izquierda se ausculta mejor en el quinto espacio intercostal, en un sitio un poco caudodorsal respecto de la punta del codo; la válvula aórtica, en un nivel un tanto más alto en el cuarto espacio, y la válvula pulmonar más abajo dentro del tercer espacio, todo esto en el lado izquierdo, por supuesto. La vál-

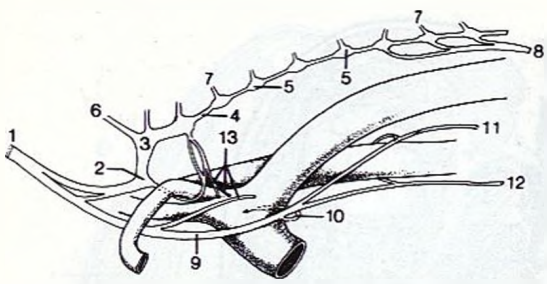


Fig. 20-10. Distribución de los nervios simpático y vago del lado izquierdo del tórax (esquemática).

1, tronco vagosimpático; 2, ganglio cervical medio; 3, ganglio cervicotorácico; 4, tronco simpático; 5, ganglios simpáticos; 6, nervio vertebral; 7, ramas comunicantes; 8, nervio esplácnico mayor; 9, vago izquierdo; 10, nervio laríngeo recurrente; 11, tronco vagal dorsal; 12, tronco vagal ventral; 13, nervios cardíacos.

vula atrioventricular derecha se ausculta mejor en las partes más bajas de los espacios intercostales derechos tercero y cuarto. Es probable que estos datos sean demasiado precisos porque no siempre es fácil apreciar en la práctica la topografía del esqueleto. Más útil sería tener en cuenta que los focos auscultatorios están dentro de una banda de pocos centímetros de profundidad, más o menos a mitad camino entre los planos horizontales que intersectan las puntas del hombro y del codo. Dentro de esta banda, el foco auscultatorio de la válvula atrioventricular izquierda está en la intersección con la línea vertical que pasa a un par de traveses de dedo detrás de la punta del codo. Las otras válvulas se localizan por las posiciones relativas indicadas y requieren la introducción del estetoscopio entre el miembro y la pared torácica.

Las arterias coronarias comparten la irrigación de la pared cardíaca de manera más pareja que en muchas otras especies porque la derecha termina descendiendo dentro del surco interventricular derecho (subsinusal) (fig. 7-18*B*).

ESÓFAGO, TRÁQUEA Y TIMO

Aunque el *esófago* todavía está en parte a la izquierda al entrar en el tórax, recupera rápidamente su posición dorsal a la tráquea y en lo sucesivo sigue un curso mediano, a no ser por ligeras desviaciones al pasar sobre el cayado aórtico y de nuevo justo antes del hiato esofágico. El músculo estriado de la porción craneal del esófago es reemplazado gradualmente por músculo liso a medida que se aproxima al corazón; el cambio de color torna obvia esta transformación. El músculo es algo más grueso justo antes del diafragma y esta parte del tubo suele estar contraída en la pieza de necropsia. No hay evidencias de que el diafragma rodee con firmeza al esófago en el hiato, como se alega a veces. En efecto, el libre movimiento del diafragma sobre el esófago se facilita porque el peritoneo forma un saco que atraviesa el hiato en el lado derecho y ventral del esófago.

La *tráquea* corre en la línea media poco después de entrar en el tórax. Se aplica entonces contra los músculos largos del cuello, pero no tarda en divergir para situarse más abajo dentro del mediastino. Luego de pasar sobre el atrio izquierdo se bifurca más o menos a nivel de la quinta costilla (o espacio) (figs. 20-6[3] y 20-7[3]). La bifurcación no es simétrica porque el bronquio derecho es más grande.

El *timo* es prominente a temprana edad, pero no tarda en involucionar. Su formación a partir de las porciones derecha e izquierda no es obvia porque ambas se hallan íntimamente adosadas. En el potrillo joven llena por completo la parte ventral del mediastino craneal al corazón y hasta puede extenderse sobre el lado izquierdo del pericardio; una parte también puede penetrar en el cuello junto a la tráquea y en casos muy ocasionales llega a la glándula tiroides. En esta etapa el timo se halla claramente lobulillado y tiene un color rosa intenso. Es más grande más o menos a los dos meses del nacimiento pero después involuciona, aunque lo hace con celeridad variable. Por lo general después de los tres años queda poco de él y su vestigio consiste principalmente en tejido fibroadiposo. En su apogeo el timo toma contacto con la mayoría de las estructuras del mediastino craneal.

GRANDES VASOS Y NERVIOS INTRATORÁCICOS

En la figura 7-36 se ilustra el patrón de las ramificaciones arteriales y no hace falta hacer una descripción más detallada porque no reviste significación clínica. La rotura de la pared aórtica en la región sinusal o en el origen del tronco braquiocefálico no es muy infrecuente en condiciones de estrés y la consiguiente hemorragia es rápidamente fatal. Esto indicaría una debilidad intrínseca en estos sitios porque es raro que se evidencien alteraciones patológicas.

Para distinguir el corazón equino del bovino se puede utilizar la presencia de una sola vena ácigos derecha.

Las formaciones, recorridos y ramificaciones de los nervios frénico, simpático y vago concuerdan con los patrones usuales; en la figura 20-10 se ilustran ciertos detalles, ninguno de ellos de mucha importancia práctica. La relación entre el *nervio laríngeo recurrente izquierdo* y el cayado aórtico, aunque no es espe-

cífica del caballo, merece énfasis porque se dijo que el estiramiento intermitente del nervio por la pulsación del vaso interviene en la etiología de la hemiplejía laríngea (ronquido). La asociación más íntima del nervio izquierdo con los nódulos linfáticos traqueobronquiales es otro factor de importancia presunta pero no demostrada (p. 504).

ESTRUCTURAS LINFÁTICAS DEL TÓRAX

Dentro del tórax hay una gran cantidad de nódulos linfáticos. Aunque la mayoría está congregada en grupos, en ocasiones son menos aislados de lo que se sugiere y puede ser difícil determinar la procedencia de los nódulos más diseminados, cuyos grupos principales son los que detallamos a continuación.

Los pequeños *nódulos intercostales* están en la parte dorsal de algunos espacios intercostales. Reciben linfa de las vértebras y músculos adyacentes, parte dorsal del diafragma y pleura costal y mediastinal local. El flujo eferente va al conducto torácico.

Los *nódulos linfáticos mediastinales craneales* son numerosos y se hallan distribuidos en torno del esófago, tráquea y vasos a la entrada del tórax; por lo general algunos forman una cadena discontinua que termina en los nódulos cervicales profundos caudales dentro del cuello. Los miembros más caudales llegan al pericardio, donde se superponen a los nódulos que rodean la bifurcación traqueal y se asignan a los grupos traqueobronquial y mediastinal caudal. La mayoría de los vasos eferentes desembocan en el conducto torácico; los de los nódulos más craneales de la serie pueden perfundir primero a los nódulos cervicales profundos.

El *grupo traqueobronquial* se halla distribuido hacia la parte caudal de la tráquea y los bronquios principales (fig. 20-3[17]); por lo común se distinguen las subdivisiones izquierda, media y derecha. Se puede considerar que los pequeños nódulos que están dentro del tejido peribronquial del pulmón pertenecen a esta serie. La mayor parte de la linfa que pasa por este grupo se origina en los pulmones, pero una porción proviene del pericardio, corazón y nódulos mediastinales caudales. Los vasos eferentes están divididos entre los que van directamente al conducto torácico y los que perfunden primero los nódulos mediastinales craneales.

Varios *nódulos mediastinales caudales* están directamente delante del diafragma y entre el esófago y la aorta. La linfa proviene del esófago, diafragma, hígado, pleura mediastinal y diafragmática y, al parecer, pulmones. El flujo linfático eferente está dividido entre el conducto torácico y los nódulos traqueobronquiales y mediastinales craneales.

Los pocos nódulos linfáticos mediastinales ventrales carecen de importancia.

El conducto torácico no exhibe rasgos distintivos de importancia. Desemboca en una u otra de las grandes venas a la entrada del tórax, la mayoría de las veces la vena cava craneal.

BIBLIOGRAFÍA

Beech, J.: Evaluation of the horse with pulmonary disease. Vet. Clin. North Am. [LAP]: 1:43–58, 1979.

Farrow, C. S.: Equine thoracic radiology. JAVMA 179:776–781, 1981.

Littlewort, M. C. G.: The clinical auscultation of the equine heart. Vet. Rec. 74:1247–1259, 1962.

Mackey V. S., and J. D. Wheat: Endoscopic examination of the equine thorax. Equine Vet. J. 17:140–142, 1985.

Ottaway, C. W.: The anatomical closure of the foramen ovale in the equine and bovine heart. Vet. J. 100:111–118, 130–134, 1944.

Smetzer, D. L., and C. R. Smith: Diastolic heart sounds of horses. JAVMA 146:937–944, 1965.

Steck, W.: Technik und Ergebnisse der Finger-Finger Perkussion am Thorax bei Grosstieren. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 102:641–649, 1960.

Steck, W.: Lungenschallperkussion und Brustwandschallperkussion bei Grosstieren. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 104:59–66, 1962.

FAC. MED. VETERINARIA Y ZOOTECNIA BIBLIOTECA QUITO

21

Abdomen del caballo

CONFORMACIÓN Y ANATOMÍA SUPERFICIAL

Lo mismo que otros herbívoros que consumen una dieta rica en fibra, el caballo tiene un amplio tracto gastrointestinal y, por ende, un abdomen voluminoso, pero la extensión del abdomen no se evidencia a primera vista porque gran parte de él está cubierta por la caja torácica. El olécranon y el extremo inferior de la sexta costilla son guías prácticas para estimar el límite más craneal del diafragma (fig. 20-3). El tamaño del flanco se halla reducido por la inclinación caudal de las costillas, la última de las cuales puede estar a pocos traveses de dedo de la tuberosidad coxal.

La conformación del abdomen varía mucho según la edad, el estado general del animal y la cantidad e índole de las raciones. El contorno ventral es particularmente variable; se inclina gradualmente entre el esternón y el reborde pelviano en los animales fuertes, pero desciende hasta llegar a su punto más bajo detrás del apéndice xifoides en los animales más débiles, yeguas preñadas y ponies en general. En estos últimos grupos la parte más caudal del piso asciende muy pronunciadamente. Estas diferencias no son evidentes siempre porque la parte más caudal del abdomen está cubierta lateralmente por el pliegue de piel que pasa entre el flanco y el muslo y en la parte ventral por el prepucio o la ubre.

El tronco tiene un ancho máximo a nivel de las últimas costillas. La parte superior del flanco se hunde para formar una fosa paralumbar, pero la cortedad relativa de la región que está detrás de las costillas hace que este rasgo sea mucho menos obvio que en los bovinos. La parte más baja del vientre es redondeada de lado a lado, salvo en los potrillos, en los cuales todo el abdomen es plano a los costados y poco profundo. La simetría usual puede perturbarse al final de la preñez o por acumulación de gas en partes del tracto gastrointestinal.

A veces la posición de la última costilla es visible, pero la mayoría de los otros límites esqueléticos del flanco y piso son menos fáciles de encontrar. Las apófisis transversas de las vértebras lumbares suelen estar sepultadas a mucha profundidad bajo la musculatura como para que se puedan palpar. La porción dorsal de la tuberosidad del coxal es muy conspicua, pero la ventral, donde nacen el oblicuo interno y el tensor de la fascia lata, no se ve pero es fácil de palpar.

Entre las partes blandas que se pueden reconocer figuran el músculo oblicuo interno, que levanta una cresta a lo largo del límite caudoventral de la fosa paralumbar (fig. 21-4*B*) y la vena torácica superficial (''de la espuela'') que corre sobre la parte ventral de la pared abdominal hacia la axila siguiendo el borde dorsal del músculo pectoral ascendente. Los nódulos linfáticos subilíacos por lo general se pueden identificar y hacer rodar debajo de los dedos; están dispuestos en huso contra el margen craneal del muslo, a mitad de camino entre la tuberosidad coxal y la rótula. Se los encuentra con mayor facilidad traccionándolos hacia adelante. El anillo superficial del canal inguinal se detecta a la palpación profunda de la ingle, procedimiento que a veces irrita al animal y, por ende, se debe hacer con cuidado (fig. 21-4*A*[3]).

El sistema usual de referencia para las regiones abdominales es aplicable al caballo, aunque los clínicos lo consideran poco (fig. 3-34).

PARED VENTROLATERAL DEL ABDOMEN

Estructura

La piel es gruesa en el flanco, pero se afina en la parte ventral, en particular en los animales

de tiro, pesados. Es especialmente fina en la hendidura comprendida entre al abdomen y el muslo, donde presenta poco pelo y brilla por la secreción de las glándulas sebáceas concentradas allí. En cambio, las glándulas sudoríparas abundan más en el flanco.

Sobre la tuberosidad coxal existe una gran bolsa subcutánea que se desarrolla después de nacer. En otras partes la piel se halla íntimamente adherida al cutáneo del tronco, que cubre la mayor parte del flanco, aunque no el piso abdominal. El borde superior de este músculo sigue una línea que va desde la cruz hasta la rodilla. El músculo es más grueso en su porción craneal, donde se continúa con la fascia que cubre las caras lateral y medial del hombro y brazo. Su porción caudal se continúa con el pliegue del flanco para ir a terminar en la fascia femoral lateral. El músculo cutáneo sirve para sacudir la piel para desalojar moscas y otros irritantes, pero podría cumplir una función secundaria como retractor del miembro torácico. No emite fascículos para el prepucio, como sucede en otras especies.

En la fascia laxa que está en la profundidad de este músculo transitan los nervios cutáneos y los vasos superficiales y se hallan los nódulos linfáticos subilíacos.

La fascia más profunda consiste principalmente en tejido elástico y, como es amarillenta, también se la conoce como túnica flava. Está bien adaptada para el sostén pasivo de las vísceras y es más gruesa en su parte ventral, donde el peso es mayor. La parte dorsal se diseca con facilidad respecto del músculo subyacente, pero su parte central intercambia fibras con la aponeurosis del oblicuo externo y se halla adherida con mayor firmeza. Las bandas desprendidas de la túnica contribuyen a sostener el prepucio o la ubre. Después de la cirugía abdominal hay que asegurar cuidadosamente esta capa porque su elasticidad tiende a evertir y separar los bordes de la herida.

Antes de considerar los músculos de la pared abdominal debemos prestar atención a la línea blanca y al tendón prepubiano porque ambos y las estructuras asociadas con ellos revisten particular importancia en el caballo. La *línea blanca*, formada principalmente con las aponeurosis de los músculos del flanco, se halla muy reforzada por fibras longitudinales. Su desarrollo es desparejo a lo largo de su extensión porque es más ancha en su parte caudal, donde se encuentra la cicatriz umbilical (fig. 21-1[d]). Por último se combina con los tendones de inserción de los músculos rectos del abdomen derecho e izquierdo para formar una ancha lámina transversa, el tendón prepubiano (fig. 21-1[d']). Esta lámina se divide inmediatamente antes del reborde pubiano dejando una débil región mediana que sólo es cerrada en parte por fibras transversas adicionales. Cada rama está fijada en la eminencia iliopubiana, pero también emite un fuerte cordón que cruza la superficie ventral del pubis, entra en el acetábulo por la escotadura que hay en el rodete de ésta y se inserta en la cabeza femoral. Esta parte, ligamento accesorio del fémur, es característica del caballo y limita considerablemente el movimiento que puede ocurrir en la articulación de la cadera (fig. 21-2[5']).

La parte caudal de la línea blanca corre casi verticalmente antes de terminar en el tendón prepubiano. Como se le unen las aponeurosis de los músculos del flanco, sostiene gran parte del peso de las vísceras abdominales. Es obvio que su rotura, que por fortuna ocurre raras veces, acarrea gravísimas consecuencias.

El *oblicuo externo del abdomen* (fig. 21-4[1]) es el músculo más extenso del flanco. Nace en la cara lateral de la pared torácica (desde la quinta costilla hacia caudal) mediante una serie de digitaciones que se intercalan con las del serrato ventral y también en la fascia lumbar. La mayoría de sus fascículos corren en dirección caudoventral hasta una ancha aponeurosis que es la continuación de la parte carnosa del músculo, siguiendo una línea que va desde la tuberosidad coxal hacia el extremo ventral de la quinta costilla. Antes de insertarse, la aponeurosis se divide en un gran pilar medial que se continúa sobre el recto para llegar a la línea blanca e insertarse en ella y en un pequeño pilar lateral que se inserta en la tuberosidad coxal, la fascia que cubre los músculos psoasilíaco y sartorio y el tendón prepubiano (fig. 21-2). La división entre los dos pilares constituye el anillo superficial del canal inguinal (fig. 21-4[3]).

El término innecesario "ligamento inguinal"* confunde muchas descripciones de estas estructuras. En ocasiones se lo aplica específicamente al borde caudodorsal engrosado de este pilar. En realidad la prominencia de este borde (fig. 21-4[4]) se debe menos al engrosamiento que a la tensión debida a su conexión con la fascia que cubre el psoasilíaco y el sartorio.

El *músculo oblicuo interno* (fig. 21-4[5]) se irradia desde un origen concentrado en la tuberosidad coxal pero que se extiende hasta el borde dorsocaudal del pilar lateral del oblicuo externo. La mayoría de los haces corren en dirección craneoventral para insertarse en los últimos cartílagos costales o, por medio de una

* N. de R. Si bien la Asociación Mundial de Anatomistas Veterinarios retuvo este término como alternativa, en la N.A.V. (1983) lo sustituyó por el de arco inguinal (Arcus inguinalis).

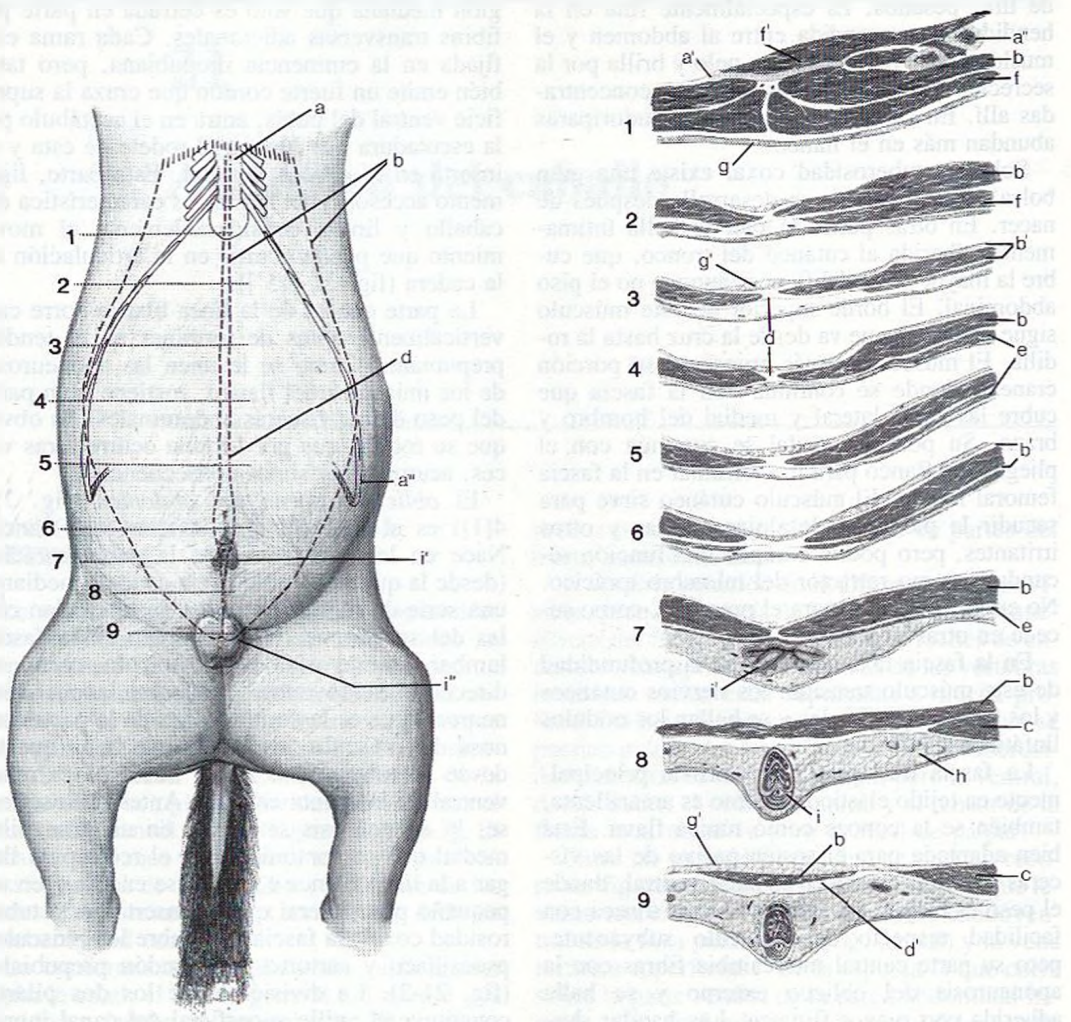


Fig. 21-1. Cambios en la estructura del piso del abdomen ilustrados con una serie de cortes transversales (1-9).

a, esternón; a', cartílago xifoides; a'', arco costal; b: recto del abdomen; b', vaina del recto; c, oblicuo interno; d, línea blanca; d', tendón prepubiano; e, cutáneo del tronco; f, pectoral ascendente; f', diafragma; g, piel; g', grasa; h, nódulos linfáticos inguinales superficiales; i, pene; i', prepucio, i'', escroto.

aponeurosis que se fusiona con la del oblicuo externo, en la línea blanca. Algunos haces corren en dirección ventral y caudoventral y cubren la cara interna del anillo inguinal superficial (fig. 21-5[4]). Una rienda caudal provista por el cremáster entra en el cordón espermático. La unión de las partes carnosa y aponeurótica de este músculo se encuentra a más de mitad de camino por la pared abdominal hacia abajo.

El *transverso del abdomen* (fig. 21-4[7]) se origina en las vértebras lumbares y en la cara medial de las últimas costillas, ventral al origen del diafragma. La parte carnosa se continúa con una aponeurosis que pasa por la profundidad del recto del abdomen para llegar a la línea blanca. Como el transverso, que es el menos extenso de los tres músculos del flanco, no se extiende a caudal del nivel de la tuberosidad coxal, la lámina interna de la vaina del recto es deficiente en su porción caudal.

El *recto del abdomen* (fig. 21-4[8]) se origina en los cartílagos costales cuarto a noveno y en la parte adyacente del esternón. Se inserta por medio del tendón prepubiano. El músculo, relativamente estrecho a nivel del tórax, se ensancha considerablemente en el abdomen hasta que se vuelve a estrechar cerca de su inserción (fig. 21-1[b]).

Aunque los músculos abdominales cumplen las mismas funciones en todas las especies, el papel espiratorio es relativamente más impor-

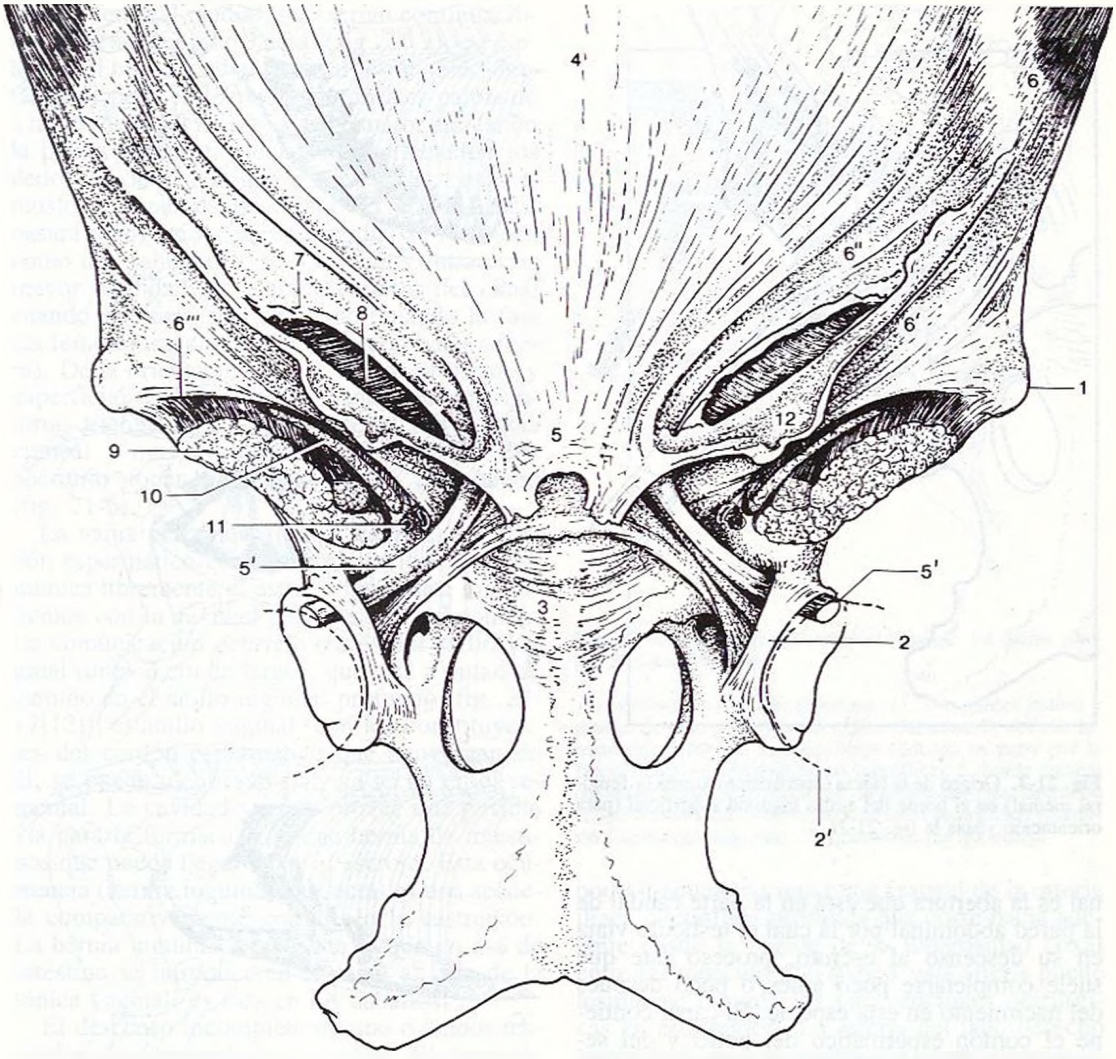


Fig. 21-2. Inserción de los músculos abdominales en la pelvis y el tendón prepubiano.

1, tuberosidad del coxal; 2, ligamento acetabular transverso; 2', cabeza del fémur; 3, pubis; 4, línea blanca; 5, tendón prepubiano; 5', ligamento accesorio; 6, oblicuo externo del abdomen; 6', 6'', pilares lateral y medial de la aponeurosis del oblicuo externo; 6''', inserción del pilar lateral de la aponeurosis del oblicuo externo en el sartorio y psoasilíaco (ligamento inguinal); 7, anillo inguinal superficial; 8, oblicuo interno del abdomen; 9, psoasilíaco; 10, sartorio; 11, laguna vascular que contiene vasos femorales; 12, fascia femoral.

tante en el caballo porque muchas veces en los caballos viejos los pulmones son menos elásticos (huélfago). Por lo tanto, la contracción de la musculatura abdominal es más necesaria para que las vísceras y, por ende, el diafragma retornen desde la posición inspiratoria. En esta acción la unión entre las partes carnosa y aponeurótica del músculo oblicuo externo puede hacerse visible en la llamada línea de elevación (línea de espiración).

La fascia que sostiene el peritoneo en muchos casos está muy infiltrada de grasa, aunque en forma despareja. Esta capa, que puede medir 6 cm o más de espesor en los caballos que están bien alimentados, debe tenerse en cuenta al efectuar una incisión quirúrgica y al cerrarla.

Canal inguinal

El canal inguinal sigue el patrón general, pero merece una descripción completa por su importancia en la castración, que se efectúa en la vasta mayoría de los caballos. El canal ingui-

Fig. 21-3. Origen de la fascia espermática externa (y femoral medial) en el borde del anillo inguinal superficial (para orientación véase la fig. 21-2)

nal es la abertura que está en la parte caudal de la pared abdominal por la cual el testículo viaja en su descenso al escroto, proceso éste que suele completarse poco antes o poco después del nacimiento en esta especie. El canal contiene el cordón espermático del potro y del semental; en el castrado muchas veces queda un muñón. Además, por este canal viajan la arteria pudenda externa y el nervio genitofemoral.

Aunque el término sugiere un pasaje más espacioso, el canal no es más que un espacio virtual comprendido entre el vientre carnoso del oblicuo interno y la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen. La entrada (anillo inguinal profundo) está dispuesta a lo largo del borde caudal libre del músculo oblicuo interno del abdomen, que determina su orientación oblicua (fig. 21-5[5]); el origen del oblicuo interno del abdomen en el oblicuo externo y la convergencia de los dos músculos en el borde lateral del tendón prepubiano determinan la longitud del canal (por lo general unos 15 cm).

La salida (anillo inguinal superficial) entre los dos pilares en que se divide la aponeurosis del oblicuo externo (fig. 21-5[4]) es más o menos horizontal. Lateralmente está limitado por el intercambio de fibras entre los dos pilares,

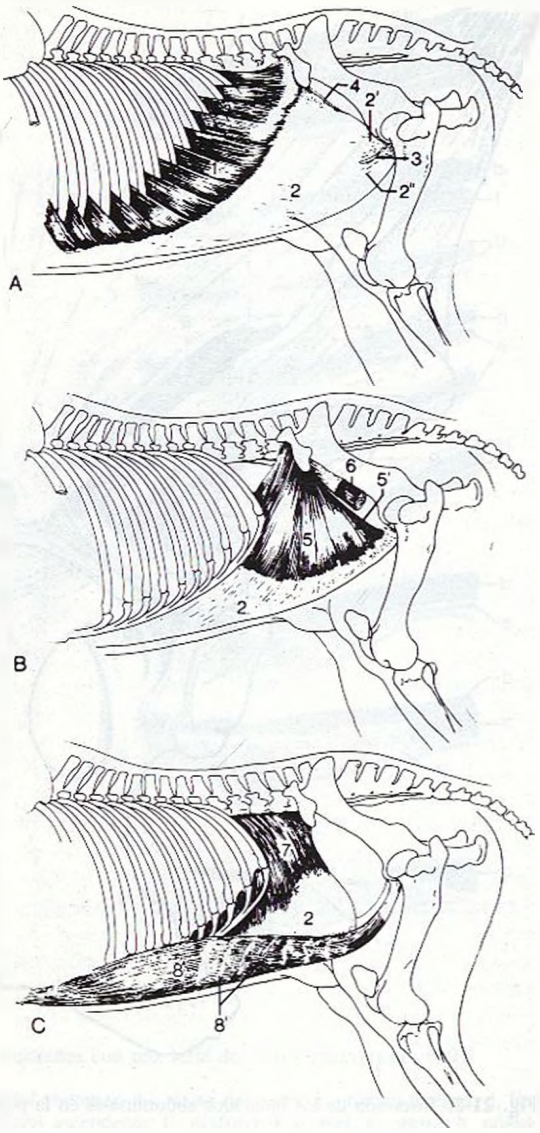


Fig. 21-4. Músculos abdominales y sus inserciones esqueléticas.

1, músculo oblicuo externo del abdomen, porción muscular; 2, porciones aponeuróticas de 1, 5 y 7; 2', 2'', pilares lateral y medial de la porción aponeurótica; 3, anillo inguinal superficial; 4, inserción del pilar lateral de la aponeurosis del oblicuo externo en el psoasilíaco y sartorio (ligamento inguinal); 5, oblicuo interno del abdomen, porción muscular; 5', borde libre caudal que forma el margen craneal del anillo inguinal profundo; 6, psoasilíaco rodeado en parte por la fascia ilíaca; 7, transverso del abdomen, porción muscular; 8, recto del abdomen; 8', inscripciones tendinosas.

donde éstos se separan, y medialmente por los pilares que se unen y se fusionan con el borde del tendón prepubiano. Los bordes de la abertura están definidos con menor nitidez de lo que muchas descripciones sugieren. El borde lateral

(dorsal) da origen a las fascias espermática externa y femoral medial, que serían continuaciones directas del pilar lateral (fig. 21-3), en tanto que el borde medial (ventral) es un tanto desflecado, pero se lo puede identificar palpando a través de la piel. Esto se hace mejor aplicando la palma contra el vientre e introduciendo los dedos en la hendidura comprendida entre el muslo y la pared abdominal. El borde lateral pasará inadvertido, pero el medial se reconoce como una saliente firme. Los dedos entran con mayor facilidad en la parte exterior del canal cuando el muslo está abducido (cuando la fascia femoral tracciona el pilar lateral hacia afuera). De la orientación de los anillos profundo y superficial se deduce que el canal tiene un contorno triangular; es relativamente largo hacia craneal y muy corto a caudal donde las dos aberturas topan contra el tendón prepubiano (fig. 21-5).

La vaina peritoneal (túnica vaginal) del cordón espermático contiene una cavidad que comunica libremente el espacio que rodea los testículos con la cavidad peritoneal del abdomen. La comunicación ocurre a través del anillo vaginal (unos 3 cm de largo), que está a mitad de camino en el anillo inguinal profundo (fig. 22-17[12]); el anillo vaginal, con los constituyentes del cordón espermático que convergen en él, se puede identificar por vía rectal en el semental. La cavidad vaginal provee una posible vía para la formación de una hernia de intestinos que puede llegar hasta al escroto. Esta ocurrencia (hernia inguinal indirecta) es una secuela comparativamente común de la castración. La hernia inguinal directa, en la que un asa de intestino se introduce en el canal al lado de la túnica vaginal, es rara en los caballos.

El descenso incompleto de uno o ambos testículos (criptorquidia) es común. El testículo puede retenerse dentro del abdomen o entrar en el canal sin salir de él. Puede estar indicada la corrección quirúrgica. En consecuencia, hay que tener presente que si bien el cordón espermático ocupa una posición central en el canal la arteria pudenda externa, que debe tratarse con cuidado, ocupa su ángulo caudomedial. La arteria se acompaña del nervio genitofemoral y de un vena pequeña; la vena pudenda externa, más grande, corre por separado entre los músculos pectíneo y gracilis.

Inervación y vascularización

La inervación segmentaria de la pared abdominal concuerda con el patrón común y sus variaciones menores revisten escasa importancia porque es raro que se haga anestesia paravertebral en el caballo. La vascularización también sigue el patrón común en su mayor parte. Se

Fig. 21-5. Músculos de la región inguinal. La flecha pasa por el canal inguinal.

1, oblicuo externo del abdomen. 1', 1'', pilares lateral y medial de la aponeurosis del oblicuo externo; 2, oblicuo interno del abdomen; 3, psoasilíaco rodeado en parte por la fascia ilíaca; 4, anillo inguinal superficial; 5, borde craneal del anillo inguinal profundo; 6, inserción del pilar lateral de la aponeurosis del oblicuo externo en el psoasilíaco y sartorio (ligamento inguinal); 7, transverso del abdomen.

podría mencionar una rama craneal de la arteria ilíaca circunfleja profunda que corre hacia adelante desde la región de la tuberosidad coxal entre los músculos del flanco; esta arteria puede lesionarse durante las intervenciones quirúrgicas en esta región. La arteria del lado derecho también peligra en la punción con trocar que se hace a veces para aliviar el meteorismo de la base cecal. La vena torácica superficial o "de la espuela" corre hacia la axila de la fascia superficial en el borde ventral del músculo cutáneo. Las conexiones con tributarias de la vena pudenda externa hacen que ésta también pueda contribuir como alternativa en el drenaje del prepucio o la ubre.

ASPECTOS GENERALES DE LA TOPOGRAFÍA ABDOMINAL

En la página 139 se comentaron las influencias sobre la topografía del abdomen que son comunes a todas las especies. En el caballo son frecuentes las adherencias patológicas del peritoneo; la mayoría se debe a la migración y encapsulación de las larvas de vermes nematodos que infestan a todos los caballos. Los aneuris-

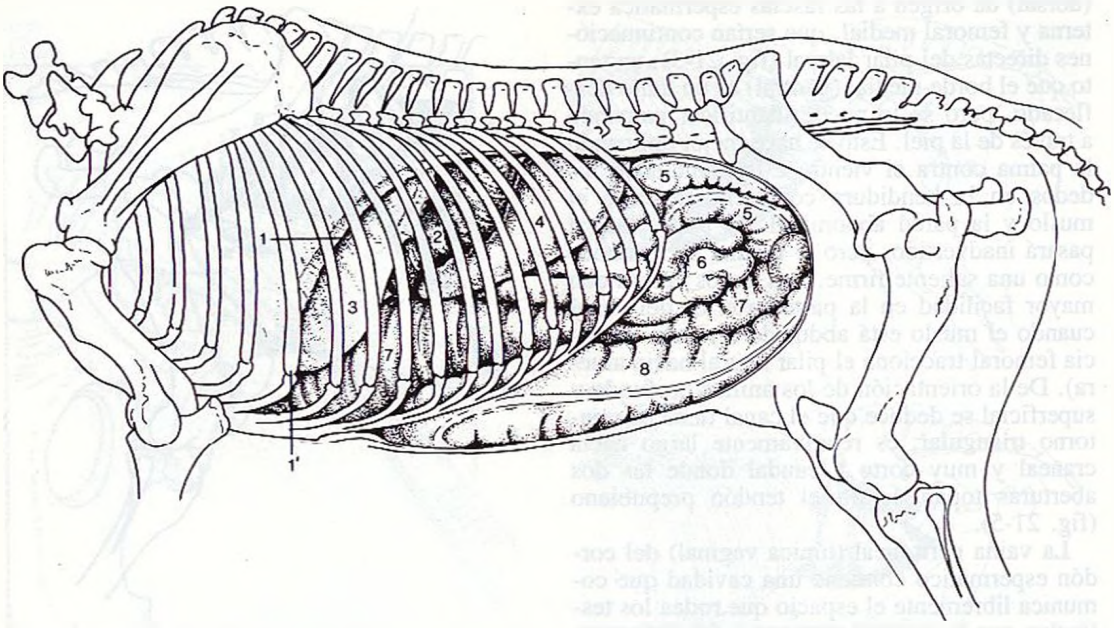


Fig. 21-6A. Proyecciones viscerales en la pared abdominal izquierda (incluyendo el diafragma).

1, borde de corte del diafragma; 1', sexta costilla; 2, estómago; 3, hígado; 4, bazo; 5, colon descendente (con bandas); 6, yeyuno (liso); 7, colon dorsal izquierdo; 8, colon ventral izquierdo.

mas y engrosamientos arteriales también son casi universales y obedecen a la misma causa. Aunque su importancia es muy variable, los de la arteria mesentérica craneal suelen ser los más obvios y los más importantes en potencia.

Con excepción de la gestación avanzada, cuando el útero ejerce una influencia mayor todavía, la topografía del abdomen del equino es dominada por el intestino grueso. En el ciego y colon ascendente tiene lugar la fermentación microbiana que hace que los constituyentes celulósicos de la dieta estén disponibles para su asimilación, de modo que su importancia es comparable a las de las cámaras proximales del estómago del rumiante. El intestino grueso es tan voluminoso que casi siempre se lo encuentra inmediatamente al abrir el abdomen, no importa que la incisión se haga en el flanco o en el piso. Su disposición es complicada y, aunque habrá que hacer una descripción sistemática de cada parte individual, se puede obtener una primera impresión a partir de ilustraciones como las figuras 21-6*A*, 21-6*B* y 21-10.

BAZO

El bazo está dentro de la parte craneodorsal izquierda del abdomen, donde se halla protegido en gran medida, si no por completo, por las costillas más caudales, de las cuales sólo se halla separado por el diafragma. La amplia base dorsal de este órgano está debajo de las últimas tres costillas, aunque un pequeño ángulo puede sobresalir contra el flanco. El vértice ventral aguzado se extiende hacia adelante hasta la novena o décima costilla, a una palma por encima de arco costal (fig. 21-6*A*[4]). El borde craneal es cóncavo y el caudal convexo, de modo que el órgano es más o menos falciforme. La superficie parietal suele ser lisa, aunque a veces presenta unas depresiones que hasta pueden perforarlo hasta la superficie visceral. Se halla aplicado contra el diafragma pero no adherido a él. La superficie visceral consta de tres partes. Una pequeña región dorsal encaja contra el pilar izquierdo del diafragma y el riñón izquierdo y está sujeta a ellos por un ligamento renoesplénico (fig. 21-7[1,6]). El resto de la superficie visceral está dividido por una cresta a lo largo de la cual corre la arteria esplénica y en la cual se inserta el omento mayor. La estrecha franja craneal a la cresta, superficie gástrica (fig. 21-7[3]), se halla adosada a la curvatura mayor del estómago; el área grande caudal a la cresta, superficie intestinal, está en relación con diversas partes de la masa intestinal (fig. 21-7[2]).

La gruesa cápsula contiene considerable cantidad de músculo liso y esto le permite variar considerablemente de volumen porque el bazo se ingurgita cuando la cápsula se relaja. Esto sucede en determinadas enfermedades y es muy obvio en los animales que han sucumbido al carbunco. El órgano tiene un color azul ace-

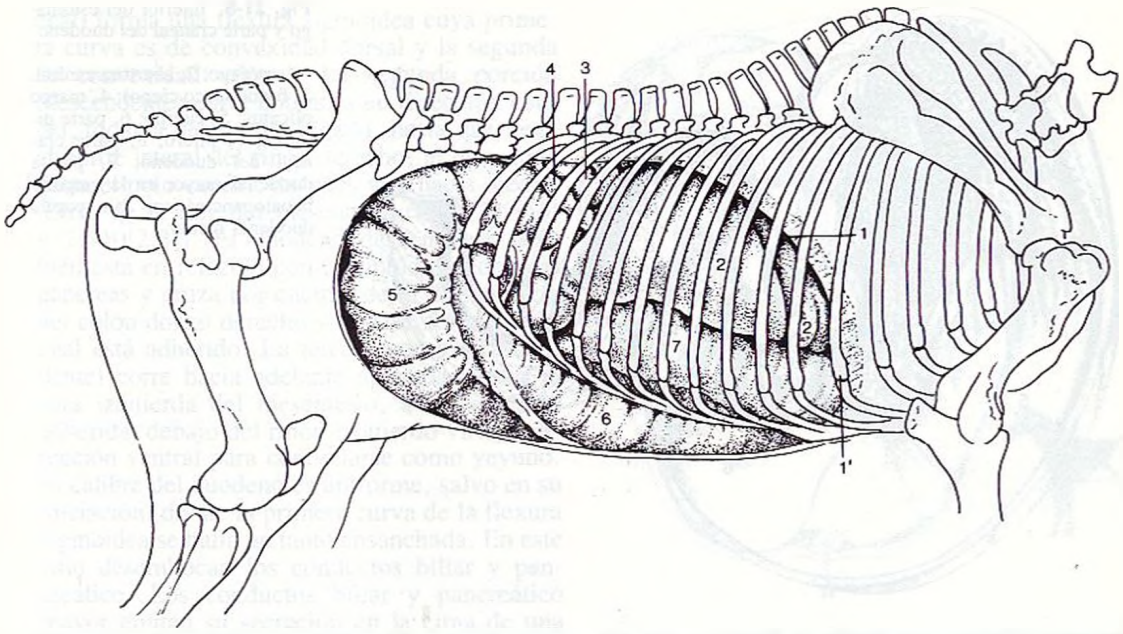


Fig. 21-6B. Proyecciones viscerales en la pared abdominal derecha (incluyendo el diafragma).

1, borde de corte del diafragma; 1', sexta costilla; 2, hígado; 3, riñón derecho; 4, duodeno descendente; 5, cuerpo del ciego; 6, colon ventral derecho; 7, colon dorsal derecho.

rado al retirarlo de la res fresca, pero adquiere un color pardo rojizo por exposición al aire. Este color se debe a la pulpa roja, que constituye la mayor parte del parénquima. La pulpa blanca, que jaspea a la roja, no se ve normalmente a simple vista.

La posición del bazo varía porque excursiona con la respiración. Por lo general sólo su borde caudal puede detectarse a la exploración rectal, pero si el estómago está distendido puede tornarse accesible una parte más grande y para este fin se puede administrar una ración.

ESTÓMAGO

El rasgo más llamativo del estómago es su pequeño tamaño en relación con el animal y con el volumen de forraje consumido. Es probable que esté favorecido con la cifra de 5 a 15 litros que suele mencionarse como su capacidad fisiológica. En el potrillo no destetado es relativamente más grande.

La mayor parte del estómago del equino está en la mitad izquierda del abdomen (fig. 21-9[2]). Al igual que otros estómagos simples, consiste en dos ramas que se encuentran en un ángulo ventral. La rama izquierda comprende el fondo (inusitadamente grande y a menudo llamado saco ciego en esta especie) y el cuerpo, en tanto que la rama derecha o porción pilórica es mucho más estrecha y se extiende a través de la línea media para continuarse con el duodeno (fig. 21-8[6]). Aunque la situación varía según el grado de distensión, el estómago permanece dentro de la protección de la caja torácica aunque se halle muy distendido, de modo que es inaccesible a los métodos comunes de

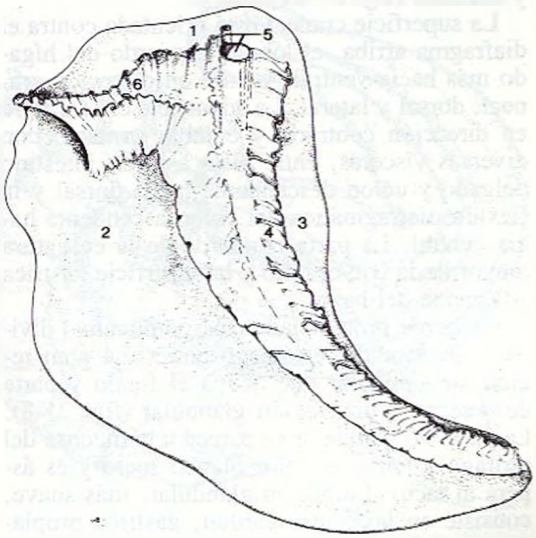


Fig. 21-7. Superficie visceral del bazo.

1, superficie renal; 2, superficie intestinal; 3, superficie gástrica; 4, omento mayor (ligamento gastroesplénico); 5, arteria y vena esplénicas; 6, ligamento renoesplénico.

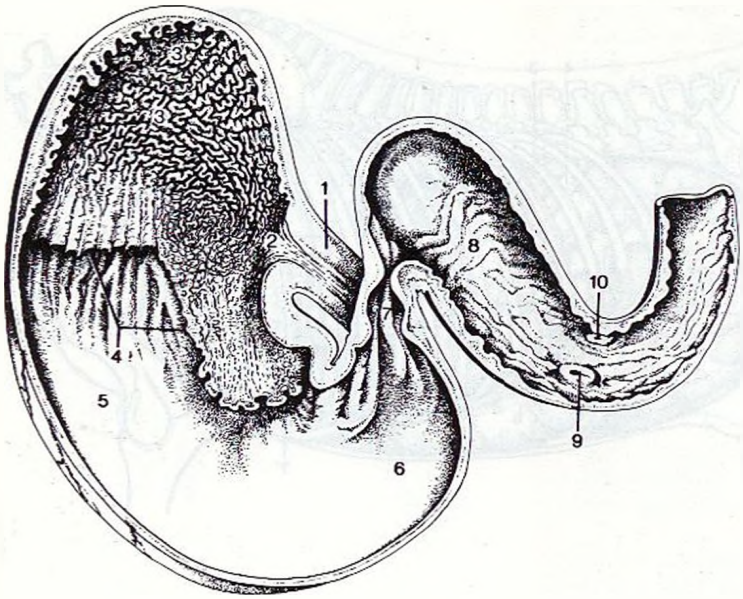


Fig. 21-8. Interior del estómago y parte craneal del duodeno

1, esófago; 2, abertura cardial; 3, fondo (saco ciego); 4, margo plicatus; 5, cuerpo; 6, parte pilórica; 7, píloro; 8, parte craneal del duodeno; 9, papila duodenal mayor en la ampolla hepatopancreática; 10, papila duodenal menor.

examen clínico, sea desde el flanco o por vía rectal. La sobredistensión importante se reconoce por una elevación de las costillas respectivas del lado izquierdo, que altera la simetría normal del tronco. Cuando se halla moderadamente distendido, el fondo se extiende debajo de la parte superior de la decimoquinta costilla o sus cercanías y la parte más baja del cuerpo llega a las partes ventrales de las costillas novena y décima. Como el cardias provee un punto relativamente fijo, el agrandamiento posprandial se cumple principalmente hacia abajo y adelante (fig. 21-6*A*[2]).

La superficie craneal está orientada contra el diafragma arriba, el lóbulo izquierdo del hígado más hacia ventral, y mira en dirección craneal, dorsal y lateral. La superficie caudal mira en dirección contraria y entabla contacto con diversas vísceras, entre ellas asas de intestino delgado y colon descendente hacia dorsal y la flexura diafragmática del colon ascendente hacia ventral. La parte izquierda de la curvatura mayor linda con el hilio y la superficie gástrica adyacente del bazo.

Un borde pronunciado (margo plicatus) divide el interior del estómago entre una gran región no glandular que ocupa el fondo y parte del cuerpo y una región glandular (fig. 21-8). La parte no glandular se parece a la mucosa del esófago y tiene un color blanco sucio y es áspera al tacto. La región glandular, más suave, consiste en las zonas cardial, gástrica propiamente dicha y glandular pilórica; aunque los bordes entre estas zonas están mal definidos, la ocupada por las glándulas gástricas propiamente dichas es un tanto más oscura y más roja que las zonas cardial y pilórica, amarillentas en la pieza fresca. El esfínter cardial está excepcionalmente bien desarrollado y esto, sumado a la entrada oblicua del esófago, sería causante de la conocida incapacidad del caballo para eructar o vomitar; sin embargo, en raras ocasiones, el caballo puede vomitar. La porción distal de la parte pilórica o conducto es más musculosa que el resto del órgano y se halla limitada por unos engrosamientos proximal y distal que convergen en el curvatura menor. Incluso cuando la segunda de ellas, esfínter pilórico, está relajado por completo, la salida real es notablemente estrecha (fig. 21-8[7]).

INTESTINOS

Los intestinos ocupan la mayor parte de la cavidad abdominal. El intestino delgado no ofrece particularidades pero el intestino grueso es muy modificado y grande. Provee el reservorio para la fermentación microbiana y adopta una forma y disposición que torna difícil reconocer las homologías de las partes con las del intestino de otras especies. Sin embargo, se las puede deducir por las inserciones y la irrigación arterial y confirmar sobre la base de su desarrollo.

Intestino delgado

El intestino delgado mide unos 25 m en el cadáver, aunque sería mucho más corto en el animal vivo. El duodeno es relativamente corto y, como se halla sujeto con firmeza, adopta una posición más o menos constante. Empieza ventral al hígado, donde su porción inicial (cra-

neal) forma una flexura sigmoidea cuya primera curva es de convexidad dorsal y la segunda de convexidad ventral. La segunda porción (descendente) corre entonces en dirección caudal, todavía debajo del hígado, hasta que llega al borde lateral del riñón derecho, al que sigue hasta el polo caudal; después vira hacia medial detrás de la raíz del mesenterio (figs. 21-9[6] y 21-10[2,3]). El duodeno descendente también está en relación con el lóbulo derecho del páncreas y cruza por encima de la última parte del colon dorsal derecho y la base del ciego, al cual está adherido. La tercera porción (ascendente) corre hacia adelante aplicada contra la cara izquierda del mesenterio, a la cual está adherida; debajo del riñón izquierdo vira en dirección ventral para continuarse como yeyuno. El calibre del duodeno es uniforme, salvo en su iniciación, donde la primera curva de la flexura sigmoidea se halla un tanto ensanchada. En este sitio desembocan los conductos biliar y pancreático. Los conductos biliar y pancreático mayor emiten su secreción en la cima de una sola papila que se halla rodeada por una envoltura (ampolla hepatopancreática) limitada por una rampa circular de mucosa. La ampolla está en el margen convexo de la flexura, en tanto que el conducto pancreático accesorio desemboca en una pequeña papila en el margen opuesto (fig. 21-8).

La posición y la movilidad restringida del duodeno hacen que sea difícil tener acceso a él

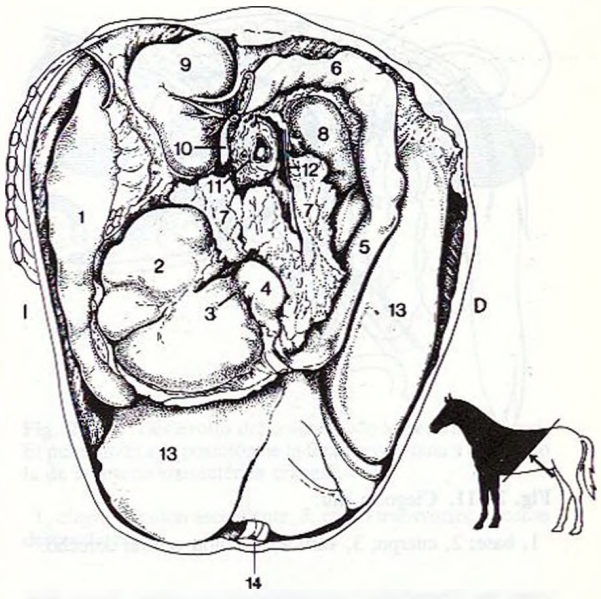


Fig. 21-9. Órganos de la parte craneodorsal de la cavidad abdominal de un caballo joven; vista caudoventral (véase el detalle).

1, bazo; 2, estómago; 3, píloro; 4, 5, partes craneal y descendente del duodeno; 6, flexura caudal del duodeno; 7, páncreas; 8, riñón derecho; 9, riñón izquierdo; 10, glándula adrenal izquierda; 11, arteria y vena mesentéricas craneales; 12, vena porta; 13, hígado; 14, ligamento falciforme.

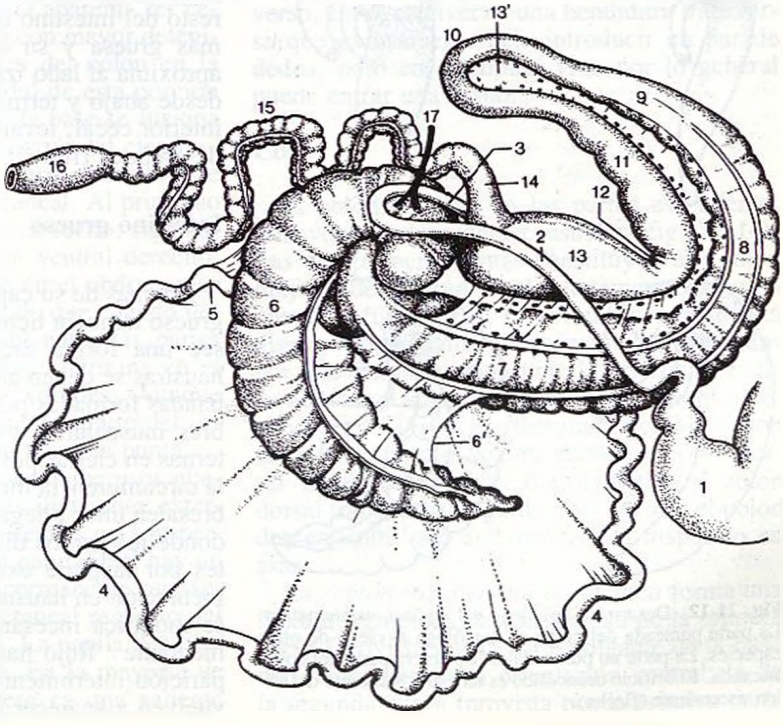


Fig. 21-10. Esquema del tracto intestinal visto desde la derecha.

1, estómago; 2, 3, duodeno descendente y ascendente; 4, yeyuno; 5, íleon; 6, ciego; 6', pliegue cecocólico; 7, colon ventral derecho; 8, flexura esternal; 9, colon ventral izquierdo; 10, flexura pelviana; 11, colon dorsal izquierdo; 12, flexura diafragmática; 13, colon dorsal derecho; 13', mesocolon ascendente; 14, colon transverso; 15, colon descendente (menor); 16, recto; 17, arteria mesentérica craneal.

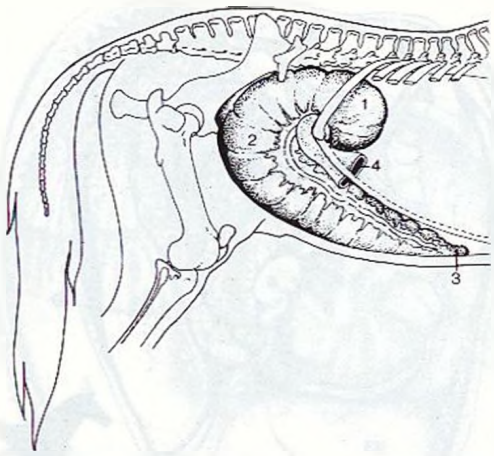


Fig. 21-11. Ciego in situ.

1, base; 2, cuerpo; 3, vértice; 4, colon ventral derecho.

con los abordajes quirúrgicos usuales, pero por fortuna las indicaciones de la cirugía duodenal son muy poco comunes.

El resto del intestino delgado está dentro del borde libre del mesenterio mayor, que es lo suficientemente largo como para que las asas

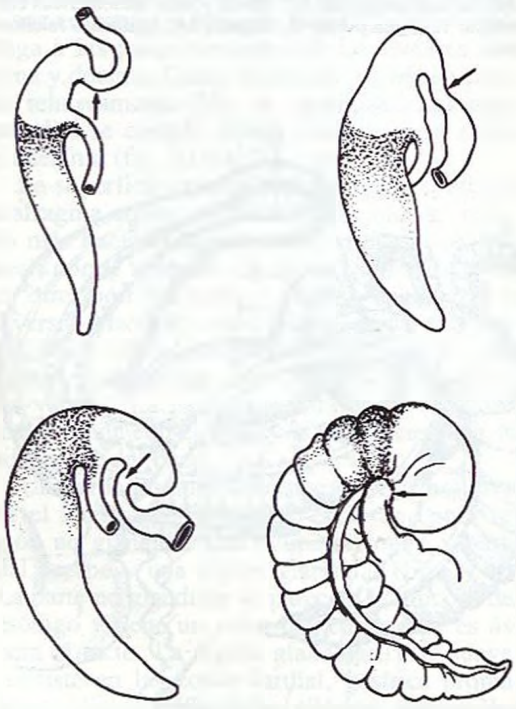


Fig. 21-12. Desarrollo del ciego del equino, esquemático. La parte punteada del ciego es homóloga al ciego de otras especies. La parte no punteada es la primera parte del colon anexada. El orificio cecocólico es un estrechamiento del colon ascendente (flecha).

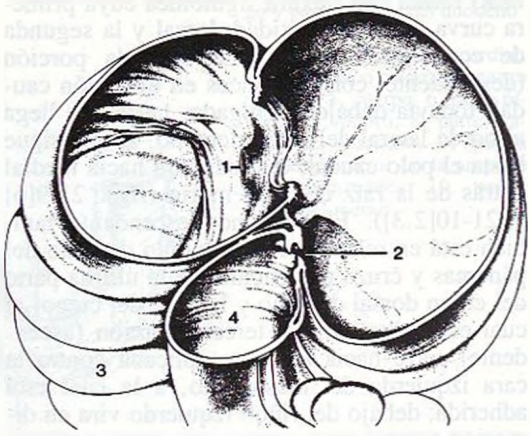


Fig. 21-13. Interior de la base del ciego, vista lateral derecha.

1, terminación del íleon en la papila ileal; 2, orificio cecocólico; 3, cuerpo del ciego; 4, colon ventral derecho.

puedan cambiar mucho de posición. La mayoría de ellas están agrupadas en la parte dorsal izquierda del abdomen, donde se entremezclan con las del colon descendente, aunque algunas se insinúan entre el intestino grueso y los flancos, mientras que otras pueden llegar al piso del abdomen, entre el cuerpo del ciego y las partes ventrales del colon ascendente. El íleon (de acuerdo con la convención que empleamos nosotros, véase p. 145) es muy corto y en la mayoría de las circunstancias se distingue del resto del intestino delgado por su pared mucho más gruesa y su consistencia más firme. Se aproxima al lado izquierdo de la base del ciego desde abajo y termina sobresaliendo dentro del interior cecal, levantando una papila en la cual desemboca (fig. 21-13[1])

Intestino grueso

Además de su capacidad enorme, el intestino grueso también tiene la peculiaridad de que posee una forma saculada. Las saculaciones o haustras se deben al acortamiento de las tenias, bandas formadas por la concentración de las fibras musculares y elásticas longitudinales externas en ciertas posiciones (de una a cuatro) de la circunferencia intestinal. Dentro de la luz sobresalen unos pliegues semilunares en los sitios donde los surcos dividen las haustras adyacentes por la parte externa (fig. 21-10). La segmentación en haustras no es constante sino que se modifica incesantemente en el animal vivo mediante "flujo haustral" gradual y por desaparición intermitente de las contracciones, que vuelven a aparecer pero en un patrón distinto.

Ciego

El ciego incorpora una porción inicial del colon ascendente y se lo reconoce porque se extiende distalmente más allá de la entrada del íleon. Se deduce que el llamado orificio cecocólico en realidad es un estrechamiento del colon ascendente que está en un sitio un poco más distal que su origen verdadero. Sin embargo, la terminología convencional no tiene en cuenta tales consideraciones y se basa por entero en la forma del órgano en el animal adulto (fig. 21-12).

El ciego consiste en una base dorsal expandida, un cuerpo curvo que se va afinando y un vértice ventral en fondo de saco; estas partes se fusionan suavemente y a menudo se compara este órgano con una coma (fig. 21-11). En los caballos grandes puede tener una capacidad mayor de 30 litros y mide un metro o más entre sus extremos. La base está en la parte más dorsal derecha del abdomen, en parte contra el flanco y en parte cubierta por las costillas. Entabla un extenso contacto con el techo del abdomen y los órganos sublumbares desde la decimoquinta costilla o sus cercanías hasta la tuberosidad coxal, pero la adherencia dorsal directa se confina a la región del páncreas y riñón derecho. Esta inserción retroperitoneal se extiende en dirección caudal hasta el nivel de la segunda vértebra lumbar. La base también se fusiona con la raíz del mesenterio por medial y con el colon dorsal derecho por craneal. La parte craneal de la base forma un agrandamiento colgante que a primera vista aparenta ser cerrado, pero al inspeccionarlo con mayor detenimiento se descubre el origen del colon en la parte media de la pared caudal de esta porción colgante. La parte caudal de la base se fusiona imperceptiblemente con el cuerpo del ciego.

El cuerpo (fig. 21-11[2]) corre ventralmente antes de virar en dirección craneal. Al principio está aplicado contra el flanco derecho, siguiendo el borde caudal del colon ventral derecho, pero a medida que se hunde en el abdomen se desplaza hacia medial, se modo que cuando llega al piso del abdomen está entre las partes ventrales del colon ascendente. Termina en el vértice, cerca del cartílago xifoides. Aunque existen cuatro tenias en la mayor parte del órgano, su cantidad disminuye hacia la punta.

El interior se caracteriza por numerosos pliegues que concuerdan con las divisiones externas de las haustras. Estos pliegues no son permanentes, pero a nivel de la papila ileal hay un pliegue más grande y más permanente que separa en parte la expansión craneal respecto del resto de la base (fig. 21-13). La papila ileal tiene una forma muy variable. En la mayoría de los especímenes post mortem es una saliente

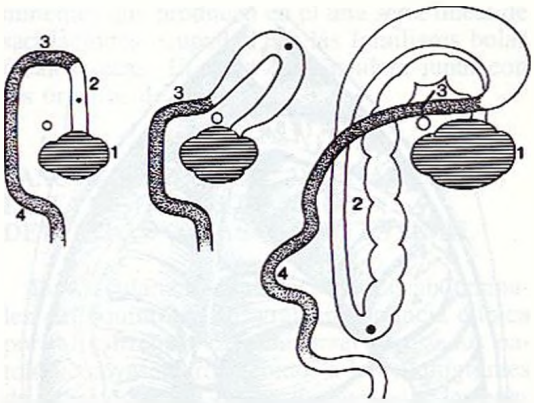


Fig. 21-14. Desarrollo del colon ascendente, vista dorsal. El punto indica la posición de la flexura pelviana y el círculo la de la arteria mesentérica craneal.

1, ciego; 2, colon ascendente; 3, colon transverso; 4, colon descendente.

cónica baja cuya cúspide tiene una abertura hendida limitada por unos pliegues laxos de mucosa (fig. 21-13[1]). En el animal vivo suele ser mucho más sobresaliente y más cilíndrica y presenta un orificio redondeado circunscripto por una orla firme y engrosada. La erección de la papila se debe al tono del músculo y a la ingurgitación de un plexo venoso mucoso.

Aunque la salida del ciego por el orificio cecocólico (fig. 21-13[2]) está a cierta distancia de la papila ileal, la curvatura de la base cecal la coloca más o menos en el mismo plano transverso. En el cadáver es una hendidura transversa que escasamente deja introducir un par de dedos, pero en el animal vivo por lo general puede entrar una mano.

Colon

El colon consiste en las partes ascendente, transversa y descendente usuales (fig. 21-14). Las dos primeras juntas constituyen el "colon mayor" de la jerga usual y la tercera el "colon menor" (fig. 21-10). El colon ascendente está dispuesto en cuatro ramas paralelas separadas por tres flexuras, cada una de las cuales tiene su nombre. La secuencia es colon ventral derecho (fig. 21-10[7]), flexura esternal, colon ventral izquierdo, flexura pelviana, colon dorsal izquierdo, flexura diafragmática y colon dorsal transverso, seguido a su vez por el colon descendente, que es largo y está dispuesto en asas.

La *región transicional cecocólica* forma una flexura sigmoidea; la convexidad de la primera curva (provista por la parte colgante de la base del ciego) tiene una orientación ventral; la de la segunda curva (provista por la primera parte

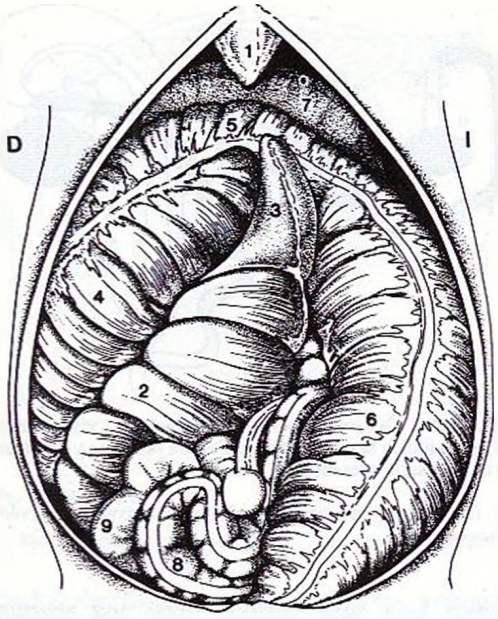


Fig. 21-15. Proyección visceral sobre la pared ventral del abdomen. La posición del vértice del ciego es variable.

1, cartílago xifoides; 2, cuerpo del ciego; 3, vértice del ciego; 4, colon ventral derecho; 5, flexura esternal; 6, colon ventral izquierdo; 7, flexura diafragmática; 8, colon descendente (con bandas); 9, yeyuno (liso). (Basado en Schmaltz, 1927.)

del colon) está orientada hacia dorsal (fig. 21-13). Esta conformación se debería a la inserción más laxa de las tenias medial y lateral a este nivel; las tenias corren como cordones a través de los arcos de intestino que forman al contraerse. El *colon ventral derecho* (fig. 21-13[4]) es estrecho cuando emerge de esta disposición en sifón pero no tarda en expandirse para continuar, primero hacia ventral y luego hacia craneal sobre el piso del abdomen, como un ancho tubo (de unos 20 cm) de calibre uniforme. Al llegar al diafragma (flexura esternal) se desvía a través de la línea media y entonces adquiere el nombre de colon ventral izquierdo. El *colon ventral izquierdo* corre hacia la pelvis, todavía sobre el piso del abdomen (fig. 21-15[6]), hasta que una pronunciada flexura de 180° señala su unión con la parte siguiente, la dorsal izquierda. La *flexura pelviana* también se distingue por una considerable reducción de calibre (figs. 21-10 y 21-16[4]) y por la desaparición de tres de las cuatro bandas que existen en las partes ventrales, de modo que hay una pérdida de las haustras (fig. 21-16[5]). Aunque no hay signos de un esfínter convencional, la flexura pelviana señala el límite entre dos unidades funcionales distintas del colon. La disminución de la fluidez de la ingesta, la súbita alteración del recorrido y la reducción

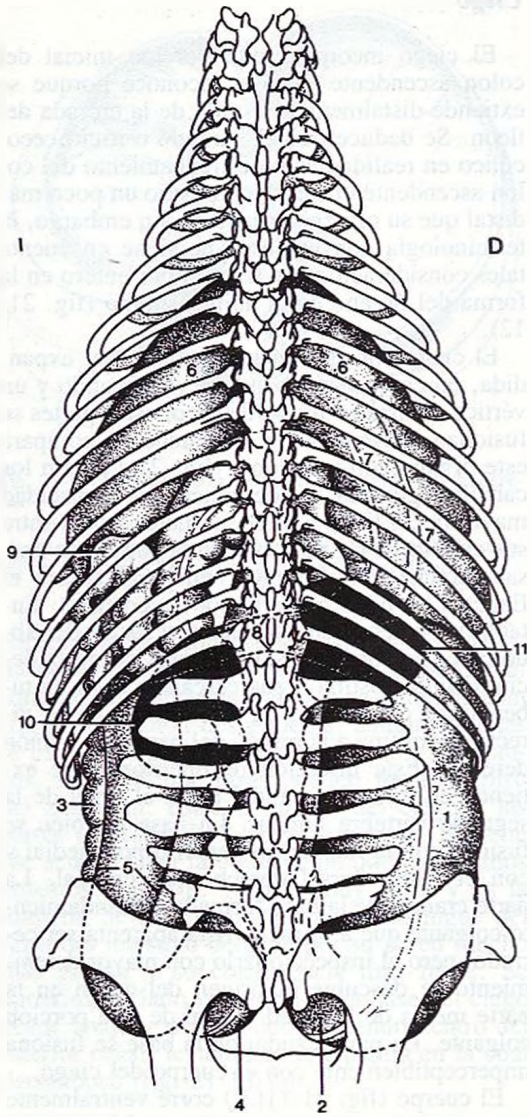


Fig. 21-16. Posición del intestino grueso y los riñones, vista dorsal.

1, base del ciego; 2, cuerpo del ciego; 3, colon ventral izquierdo; 4, flexura pelviana; 5, colon dorsal izquierdo; 6, flexura diafragmática; 7, colon dorsal derecho; 8, colon transverso; 9, parte proximal del colon descendente seccionada; 10, riñón izquierdo; 11, riñón derecho.

del calibre explican por qué es común la impactación a este nivel. El sitio de la flexura varía según la plenitud del recto, vejiga y útero, pero, como suele estar justo dentro o delante de la cavidad pelviana, es fácil encontrarlo al hacer el examen rectal.

El *colon dorsal izquierdo* es estrecho y de pared lisa en el sitio donde emerge de la flexura pelviana, pero se ensancha gradualmente; las tenias aumentan de una a tres y reaparecen las saculaciones. Esta porción corre en dirección

craneal encima del colon ventral izquierdo, debajo de las asas de intestino delgado y del colon descendente, para llegar al hígado, donde se continúa con el colon dorsal derecho en la flexura diafragmática. Cerca de su terminación se relaciona con el bazo y el estómago (fig. 21-6*A*[7]). El *colon dorsal derecho* es el más corto y, en su terminación, es, por mucho, la parte más ancha (unos 30 cm) del colon ascendente (fig. 21-16[7]). Asciende debajo del hígado para encontrar la parte craneal de la base del ciego, que lo desvía hacia medial, donde se convierte en colon transverso (fig. 21-16[8]). El colon dorsal derecho también es la parte más fija y se halla adherida al techo del abdomen, la base del ciego y la raíz del mesenterio. Tiene tres tenias.

El *colon transverso* es muy corto y su situación concuerda con el patrón común para los mamíferos, pues corre de derecha a izquierda delante de la raíz del mesenterio. Tiene dos bandas y rápidamente se estrecha hasta tener el calibre, mucho más pequeño, del colon descendente (fig. 21-16[9]), que le sucede en la región del riñón izquierdo. El colon transverso también tiene una inserción retroperitoneal directa con el techo del abdomen.

Salvo en su origen y en su terminación, el colon ascendente está libre dentro del abdomen, aunque su gran volumen asegura que no cambie mayormente de posición. Los plegamientos que experimenta durante el desarrollo convierten al mesenterio original en una corta lámina peritoneal (mesocolon ascendente) que transcurre entre las porciones adyacentes de las ramas dorsal y ventral (fig. 21-10[13']). Merced a su continuidad con el ciego y el colon transverso se halla sujeto por las inserciones retroperitoneales de estas partes. Esta disposición permite a veces la torsión de las ramas izquierdas a lo largo de su eje común; esta torsión (vólvulo) figura entre las catástrofes abdominales más graves que puede sufrir el caballo. Al principio el vólvulo estrecha la luz, pero puede llegar a cerrarla y luego interrumpir el flujo sanguíneo en los vasos que siguen al intestino.

El *colon descendente* (fig. 20-10[15]), mucho más estrecho que las otras partes, mide varios metros de longitud y pende solo dentro de un mesenterio convencional. Estos rasgos explican que se lo llame colon menor y colon flotante. Está en su mayor parte en la porción dorsal caudal e izquierda del abdomen, en gran medida a dorsal del intestino delgado, y termina en el recto (fig. 21-6*A*[5]). La distinción entre el colon descendente y el recto se basa exclusivamente en la localización pelviana de este último, pero no existe ningún cambio inmediato en cuanto a estructura o aspecto. El colon descendente es traccionado por dos bandas prominentes que producen en él una serie lineal de saculaciones ocupadas por las familiares bolas fecales secas. El recto se considera junto con los órganos de la pelvis.

VASCULARIZACIÓN, DRENAJE LINFÁTICO E INERVACIÓN DEL TRACTO GASTROINTESTINAL

La vascularización de las vísceras abdominales del equino reviste gran importancia clínica por la ocurrencia casi universal de estados patológicos vasculares debidos a larvas migrantes de nematodos. El hecho de que estas lesiones no sean fatales, con frecuencia se debe al extenso sistema de anastomosis entre las arterias que irrigan las sucesivas partes del tracto gastrointestinal. Muchas veces la patología es más grave en la arteria mesentérica craneal y sus ramas principales, que pueden agrandarse tanto por los aneurismas y la reacción del tejido conectivo que se perturba mucho la estructura y la topografía normal. Paradójicamente, la obstrucción de una de las arterias grandes puede acarrear consecuencias mucho menos graves que el cierre de una arteria más pequeña; las anastomosis de las arterias principales son grandes y constantes, en tanto que las de las arterias menores son pequeñas y a menudo peligrosamente deficientes. La arteria mesentérica caudal, que irriga específicamente el colon descendente, también se suele afectar.

En la figura 21-17 se ilustran las ramificaciones y la distribución de las dos arterias mesentéricas. La arteria celíaca tiene, en esencia, la misma distribución en el estómago, hígado y bazo que en otras especies. El drenaje venoso es paralelo a la irrigación arterial y por último la vena porta se forma mediante la confluencia de las tributarias mesentérica caudal, mesentérica craneal y esplénica.

La linfa proveniente de los nódulos regionales del estómago, bazo, hígado, páncreas y diafragma drena en un centro linfático que está en las cercanías de la arteria celíaca y de allí a la cisterna del quilo por medio de un tronco celíaco.

Los nódulos muy numerosos que reciben linfa de los intestinos (con excepción de la parte caudal del colon descendente) están diseminados en la raíz del mesenterio y a lo largo de las arterias del ciego y colon. La linfa se congrega y pasa a la cisterna del quilo mediante un tronco intestinal. Los nódulos distribuidos a lo largo del resto del colon descendente envían linfa a un centro que está en la raíz del mesocolon y de allí al tronco lumbar; la mayor parte de la linfa proveniente del recto y ano también sigue esta vía.

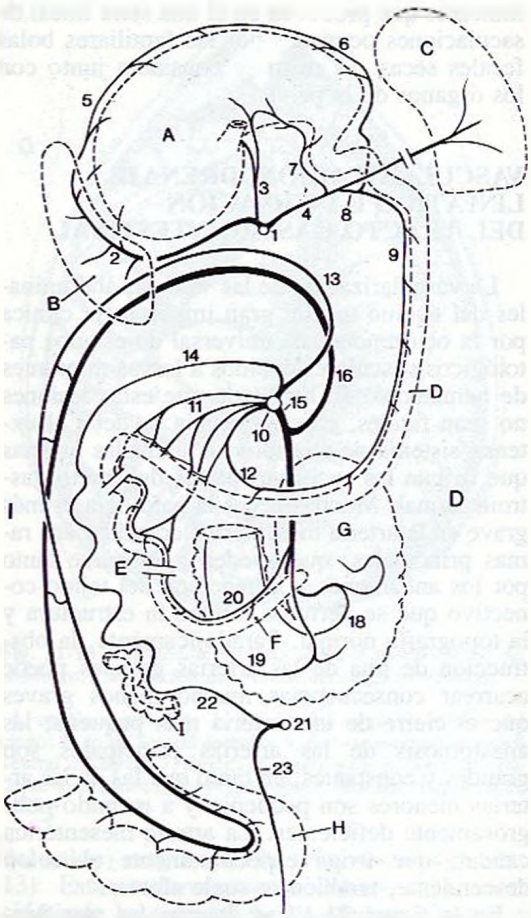


Fig. 21-17. Principales arterias del tracto gastrointestinal, vista dorsal esquemática; el animal ha sido estirado en dirección craneocaudal para mayor claridad.

A, estómago; B, bazo; C, hígado; D, duodeno; E, yeyuno; F, íleon; G, ciego; H, flexura pelviana; I, colon descendente.

1, arteria celíaca; 2, a. esplénica; 3, a. gástrica izquierda; 4, a. hepática; 5, a. gastroepiploica izquierda; 6, a. gastroepiploica derecha; 7, a. gástrica derecha; 8, a. gastroduodenal; 9, a. pancreaticoduodenal craneal; 10, a. mesentérica craneal; 11, arterias yeyunales; 12, a. pancreaticoduodenal caudal; 13, a. cólica derecha; 14, a. cólica media; 15, a. ileocólica; 16, rama cólica de la a. ileocólica; 18, a. cecal lateral; 19, a. cecal medial; 20, a. ileal mesentérica; 21, a. mesentérica caudal; 22, a. cólica izquierda; 23, a. rectal craneal.

Las vísceras abdominales son inervadas por nervios que pasan a través de plexos asociados con los ganglios mesentéricos (fig. 21-21[18,20]. Los elementos nerviosos que rodean las arterias celíaca y mesentérica craneal pueden estar incluidos en la reacción provocada por las larvas de los nematodos y es difícil mostrarlos satisfactoriamente, excepto en animales jóvenes. Muchas veces se afirma, aunque no se demostró, que el dolor "cólico" y los trastornos funcionales asociados con las infestaciones por helmintos se deben más a compromiso secundario de los nervios que a las lesiones vasculares primarias.

HÍGADO

La forma y el tamaño del hígado son muy variables, pero como término medio este órgano pesa unos 5 kg en el caballo de montar y, por ende, representa un 1,5% del peso corporal, proporción ésta que es mucho menor que en los carnívoros.

Está en la parte más craneal del abdomen, directamente contra el diafragma. Es muy asimétrico en el sujeto joven y sano, en el cual unas dos terceras partes están a la derecha del plano mediano (fig. 21-6*B*[2]). La parte más caudal, que también es la más dorsal, se halla a ventral de los extremos vertebrales de las costillas decimosexta y decimoséptima del lado derecho; la parte más craneal y más ventral está contra la parte izquierda del vértice del diafragma (fig. 21-6*A*[3]), de modo que su eje mayor es oblicuo. En el potrillo recién nacido el hígado es relativamente mucho más grande y se extiende sobre el piso del abdomen detrás del arco costal; también es más simétrico. En los sujetos más viejos es común la atrofia; esto es más obvio en el lóbulo derecho y se debe a la presión crónica del colon dorsal derecho y de la base del ciego; con menor frecuencia el lóbulo izquierdo se atrofia por la presión ejercida por el estómago.

La superficie parietal está unida al diafragma por un sistema ligamentoso más complicado que en el rumiante. La superficie visceral está aplicada contra el estómago, duodeno, flexura diafragmática del colon y base del ciego (fig. 21-9), que producen impresiones en ella. La porta hepatitis (o hilio) está en el centro, dentro de un área rugosa debida a la inserción directa del páncreas. El borde fijo dorsal del hígado se extiende entre los ligamentos triangulares derecho e izquierdo y es muy irregular (fig. 21-18). Su parte derecha es gruesa y excavada para recibir el polo craneal del riñón derecho; a medial de ella hay un surco por donde pasa la vena cava caudal (fig. 21-18[7]). Su parte izquierda es mucho más fina y no se prolonga tanto hacia dorsal; cerca de la línea media tiene la impresión del esófago (fig. 21-18[6]). El largo margen libre es mucho más aguzado y se halla interrumpido por una serie de fisuras, de las cuales las más grandes dividen los lóbulos. La nomenclatura actual reconoce los lóbulos izquierdo, cuadrado, derecho y caudado. Los dos primeros están separados por la fisura donde pasa el ligamen-

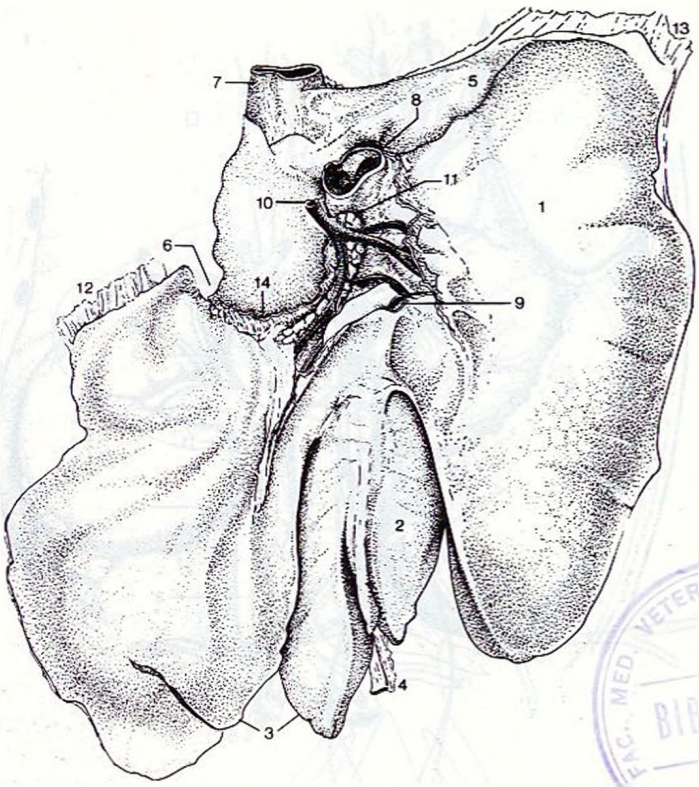


Fig. 21-18. Superficie visceral del hígado.

1, lóbulo derecho; 2, lóbulo cuadrado; 3, lóbulo izquierdo; 4, ligamento redondo; 5, proceso caudado; 6, escotadura esofágica; 7, vena cava caudal; 8, vena porta; 9, conducto biliar; 10, arteria hepática; 11, nódulos linfáticos hepáticos; 12, ligamento triangular izquierdo; 13, ligamento triangular derecho; 14, omento menor.

FAC. MED. VETERINARIA BIBLIOTECA QUITO

to redondo del hígado (vestigio de la vena umbilical, fig. 21-18[4]), pero los límites de los otros son más arbitrarios y de dudosa significación morfológica.

El sistema canalicular es notable por la ausencia de vesícula biliar pero su ancho calibre compensa esta omisión. El colédoco (fig. 21-18[9]) desemboca en el duodeno craneal sobre la papila compartida con el conducto pancreático principal (fig. 21-8[9]). El pasaje oblicuo del colédoco a través de la pared duodenal sirve de esfínter e impide el ingreso de la ingesta.

PÁNCREAS

El páncreas está en su mayor parte a la derecha, comprimido contra el techo del abdomen y los órganos sublumbares (fig. 21-9[7]). Su contorno es triangular, de modo que su vértice encaja en la segunda concavidad de la flexura sigmoidea del duodeno. Su borde derecho sigue al duodeno descendente y su borde izquierdo corre oblicuamente hacia el riñón izquierdo. La vena porta (fig. 21-9[12]) perfora el páncreas cerca de su borde caudal. La superficie ventral está fijada directamente al colon dorsal derecho y la base cecal, en tanto que la superficie dorsal se halla adherida al riñón derecho e hígado. Las aberturas de sus dos conductos se describieron junto con el duodeno.

RIÑONES Y ADRENALES

Los riñones están aplicados contra el diafragma y los músculos psoas a dorsal; cada uno rodeado por una cápsula de grasa. El riñón derecho está a ventral de las últimas dos o tres costillas y de la apófisis transversa de la primera vértebra lumbar, en tanto que el izquierdo está a ventral de la última costilla y de las primeras dos o tres apófisis transversas, de modo que está más o menos medio riñón caudal que su homólogo (fig. 21-16[10,11]). Cada riñón pesa unos 700 g. El derecho tiene la forma de un corazón de baraja, pero el izquierdo adopta una forma más convencional. Ambos exhiben un aplanamiento dorsoventral (fig. 21-19).

El polo craneal del riñón derecho encaja en la impresión renal del hígado; a caudal está fijado ventralmente al páncreas y de la parte adyacente de su superficie ventral (fig. 21-9), única región que a veces está cubierta por peritoneo. Su corto borde medial está indentado por el hilio y se halla en relación con la vena cava caudal y la glándula adrenal derecha (fig. 21-19).

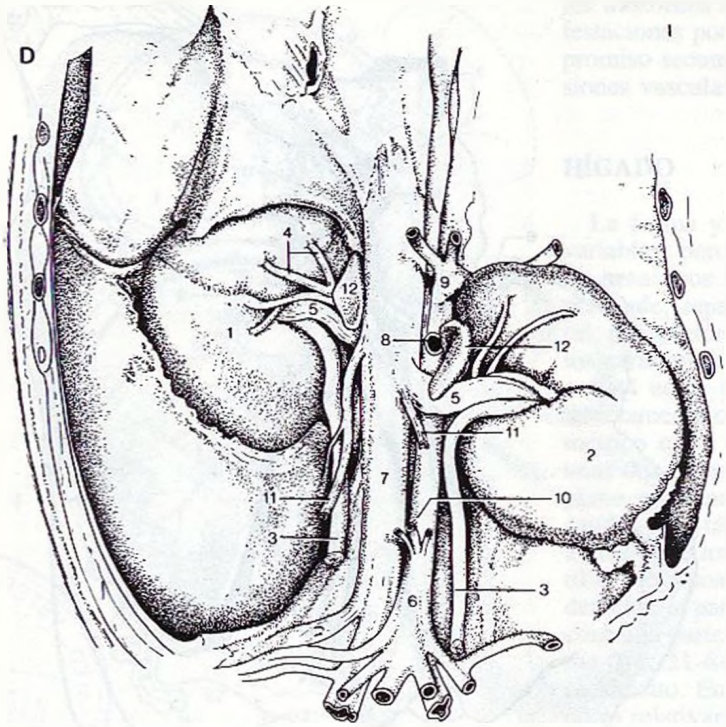


Fig. 21-19. Riñones y glándulas adrenales in situ. vista ventral

1, riñón derecho; 2, riñón izquierdo; 3, uréter; 4, arteria renal; 5, vena renal; 6, aorta; 7, vena cava caudal; 8, arteria mesentérica craneal; 9, arteria celíaca; 10, arterias mesentérica caudal y testiculares; 11, venas testiculares; 12. glándulas adrenales

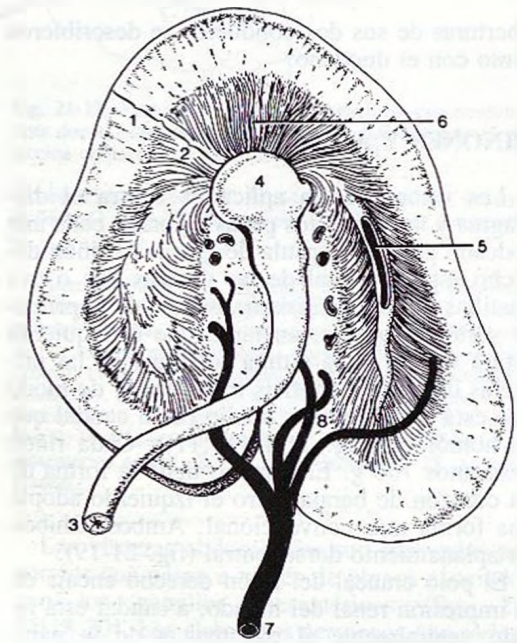


Fig. 21-20. Corte dosal semiesquemático del riñón del equino.

1, corteza renal; 2, médula renal; 3, uréter; 4, pelvis; 5, receso terminal; 6, conductos papilares; 7, arteria renal; 8. arterias interlobulares.

La superficie ventral del riñón izquierdo tiene una cubierta peritoneal más completa y se halla en relación con las asas del colon menor y del intestino delgado, por lo general incluyendo la unión duodenoyeyunal. Craneoventralmente está aplicado al bazo y puede tomar contacto con un estómago distendido (fig 21-9). El borde medial se relaciona con la aorta y la glándula adrenal izquierda (fig. 21-19).

Los riñones son de un tipo unipiramidal modificado; las numerosas pirámides constituyentes están fusionadas por completo y sus primitivos límites sólo se reconocen por la disposición de las arterias interlobulares. En el potrillo es común encontrar signos más evidentes de lobulación con cierta fisuración externa. La estructura se manifiesta mejor en los cortes (fig. 21-20). La fuerte cápsula fibrosa externa se puede desprender normalmente con facilidad, salvo dentro del seno renal, donde se fusiona con la adventicia de las estructuras que entran y salen del órgano. La división del parénquima entre la corteza y la médula se reconoce por un cambio de color y por las arterias arcuadas seccionadas. La corteza es roja pardusca y granular, en tanto que la parte periférica de la médula es roja oscura y su parte interna es pálida; ambas exhiben estriaciones radiales. Los ápices de las pirámides medulares fusionadas forman una cresta renal común que sobresale dentro de la pelvis. Esta tiene una forma curiosa consistente en

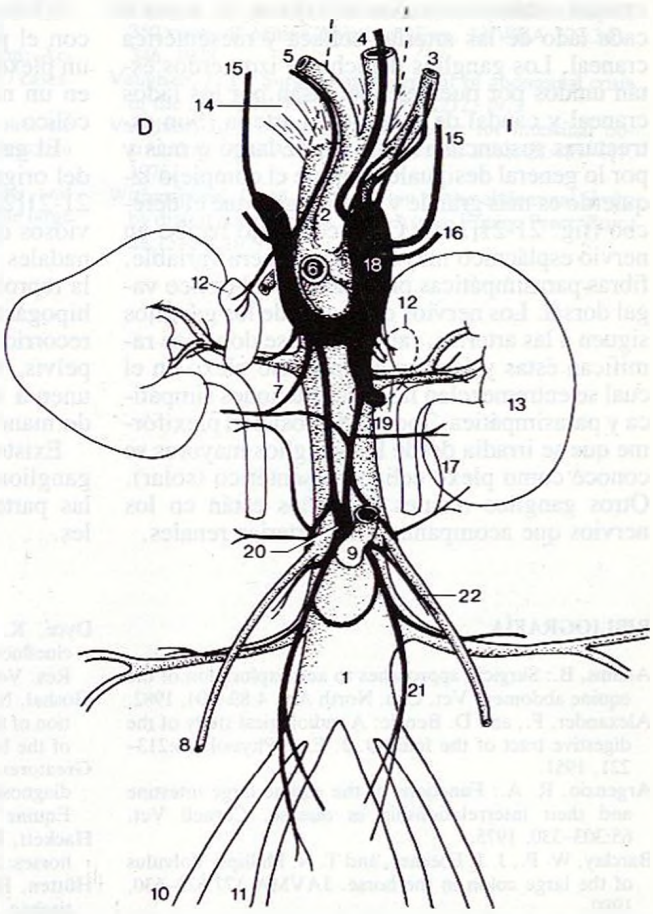


Fig. 21-21. Esquema de los nervios autónomos abdominales y de las ramas de la aorta abdominal, vista ventral.

1, aorta; 2, a. celíaca; 3, a. esplénica; 4, a. gástrica izquierda; 5, a. hepática; 6, a. mesentérica craneal; 7, a. renal; 8, a. testicular (ovárica); 9, a. mesentérica caudal; 10, a. ilíaca externa; 11, a. ilíaca interna; 12, glándulas adrenales; 13, riñones; 14, pilar del diafragma; 15, nervios esplácnicos mayores; 16, nervios esplácnicos menores; 17, nervios esplácnicos lumbares; 18, ganglios celíacos y mesentérico craneal combinados; 19, plexo renal; 20, ganglio mesentérico caudal; 21, n. hipogástrico; 22, plexo testicular (ovárico)

una expansión central (fig. 21-20[4]) en el origen del uréter y dos recesos terminales hacia los polos (fig. 21-20[5]); la mayoría de los conductos papilares desembocan en los recesos. La mucosa pelviana produce una secreción mucosa y por este motivo la orina no filtrada contiene normalmente un poco de proteína (albuminuria fisiológica).

Los vasos renales son cortos y anchos. Muchas veces la arteria se divide antes de llegar al hilio, de modo que pueden entrar muchas ramas independientemente en la superficie ventral (fig. 21-20[8]).

Los uréteres son anchos en su origen pero no tardan en reducirse a un calibre estrecho y más uniforme. Viran en dirección caudal al emerger del seno renal y en lo sucesivo siguen un recorrido tortuoso en el techo del abdomen para llegar a la pelvis. Aquí siguen las partes laterales de los ligamentos anchos (pliegue genital en el macho) antes de inclinarse hacia medial para horadar la pared de la vejiga urinaria cerca de su cuello.

Las *glándulas adrenales* son elongadas e irregulares y se hallan aplicadas contra las partes craneales de los bordes mediales de los respectivos riñones (fig. 21-19[12]). Cada una consiste en una corteza de color amarillo intenso y una médula roja pardusca. Estas glándulas son relativamente grandes en los animales jóvenes.

TECHO DEL ABDOMEN

El techo del abdomen consiste en los cuerpos de las vértebras lumbares, los músculos sublumbares y el diafragma. La aorta y la vena cava caudal están dentro de la hendidura comprendida entre los dos músculos psoas menores, la arteria a la izquierda y la vena a la derecha (fig. 21-19[6,7]). Las ramas de la aorta y las tributarias de la vena son, en principio, las mismas que en otras especies.

Los nervios autónomos y sus ganglios exhiben algunos rasgos que son específicos del equino, aunque se trata de detalles y no de variaciones sustanciales. El patrón general se ilustra en la figura 21-21. Los ganglios celíacos y mesentérico

craneal están fusionados debajo de la aorta a cada lado de las arterias celíaca y mesentérica craneal. Los ganglios derechos e izquierdos están unidos por puentes que pasan por los lados craneal y caudal de esta última arteria. Son estructuras sustanciales de 5 cm de largo o más y por lo general desiguales porque el complejo izquierdo es más grande y más regular que el derecho (fig. 21-21[18]). Cada complejo recibe un nervio esplácnico mayor y, de manera variable, fibras parasimpáticas procedentes del tronco vagal dorsal. Los nervios que salen de los ganglios siguen a las arterias, ramificándose donde se ramifican éstas y formando un denso plexo en el cual se entremezclan las contribuciones simpática y parasimpática. Toda la disposición plexiforme que se irradia desde los ganglios mayores se conoce como plexo celiacomesentérico (solar). Otros ganglios renales pequeños están en los nervios que acompañan a las arterias renales.

El complejo celiacomesentérico está unido con el plexo mesentérico caudal por medio de un plexo aórtico y un tronco adicional que corre en un nivel más ventral dentro del mesenterio cólico.

El ganglio mesentérico caudal está a craneal del origen de la arteria del mismo nombre (fig. 21-21[20,9]). En él se originan los plexos nerviosos que siguen a este vaso y a los vasos gonadales para el colon menor y los órganos de la reproducción, respectivamente, y los nervios hipogástricos (fig. 21-21[21]) que siguen un recorrido retroperitoneal junto al techo de la pelvis. Los nervios esplácnicos lumbares se unen a los ganglios mayores y al plexo aórtico de manera variable.

Existe la emisión directa usual de fibras preganglionares de los nervios esplácnicos para las partes medulares de las glándulas adrenales.

BIBLIOGRAFÍA

Adams, B.: Surgical approaches to and exploration of the equine abdomen. Vet. Clin. North Am. 4:89–104, 1982.

Alexander, F., and D. Benzie: A radiological study of the digestive tract of the foal. Q. J. Exp. Physiol. 36:213–221, 1951.

Argenzio, R. A.: Functions of the equine large intestine and their interrelationship in disease. Cornell Vet. 65:303–330, 1975.

Barclay, W. P., J. J. Foerner, and T. N. Phillips: Volvulus of the large colon in the horse. JAVMA 177:629–630, 1980.

Bradley, O. C.: The topographical anatomy of the thorax and abdomen of the horse. Edinburgh; W. Green and Son, 1922.

Byars, T. D., L. W. George, and D. S. Beisel: A laboratory technique for teaching rectal palpation in the horse. J. Vet. Med. Ed. 7:80–82, 1980.

Campbell, M. L., N. Ackerman, and L. C. Peyton: Radiographic gastrointestinal anatomy of the foal. Vet. Radiol. 25:194–204, 1984.

Candau, M., and L. Bueno: Motricité caecale et transit chez le poney: influence de l'état de réplétion du caecum et des fermentations microbiennes. Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys. 17:503–508, 1977.

Collier, M. A.: Equine cryptorchidectomy: surgical considerations and approaches. Mod. Vet. Pract. 61:511–515, 1980.

de Boom, H. P. A.: Functional anatomy and nervous control of the equine alimentary tract. J. S. Afr. Vet. Assoc. 46:5–11, 1975.

Dobberstein, J., and H. Hartmann: Über die Anastomosenbildung im Bereich der Blind- und Grimmdarmarterien des Pferdes und ihre Bedeutung für die Entstehung der embolischen Kolik. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 48:397–402, 1932.

Dyce, K. M.: The splanchnic nerves and major abdominal ganglia of the horse. J. Anat. 92:62–71, 1958.

Dyce, K. M.: Observations upon the gastrointestinal tract of the living foal. Br. Vet. J. 116:241–246, 1960.

Dyce, K. M., and W. Hartman: An endoscopic study of the cecal base of the horse. Tijdschr. Diergeneesk. 98:957–962, 1973.

Dyce, K. M., W. Hartman, and R. H. G. Aalfs: A cinefluoroscopic study of the cecal base of the horse. Res. Vet. Sci. 20:40–46, 1976.

Goshal, N. G., and R. Getty: Postdiaphragmatic disposition of the pars sympathica and major autonomic ganglia of the horse. Am. J. Vet. Res. 31:1951–1961, 1970.

Greatorex, J. C.: Rectal exploration as an aid to the diagnosis of some medical conditions in the horse. Equine Vet. J. 1:26–30, 1968.

Hackett, R. P.: Nonstrangulated colonic displacement in horses. JAVMA 182:235–240, 1983.

Hütten, H., and H. Wilkens: Zur Technik der diagnostischen Leberpunktion beim Pferd unter besonderer Berücksichtigung ihrer anatomischen Grundlagen. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 70:401–405, 1957.

Isaksson, A.: Wall's liver biopsy for horses. JAVMA 118:320–322, 1951.

Janis, C.: The evolutionary strategy of the Equidae and the origins of rumen and caecal digestion. Evolution 30:757–774, 1976.

Kadletz, M.: Anatomische Grundlagen der rektalen Untersuchung beim Pferd. Wien. Tierärztl. Monatsschr. 17:765–776, 1930.

Kopf, N.: Anatomischer Leitfaden für die Exploration der Bauchhöhle des Pferdes durch mediane Laparotomie. Zentralbl. Vet. Med. A, 27:437–451, 1980.

McCarthy, P. H.: Eyes at the tips of your fingers: The anatomy of the abdominal and pelvic viscera of the narcotized horse as perceived by palpation during exploratory laparotomy. The Australian Equine Research Foundation, 1986. [c/o Peat, Marwick, Mitchell & Co., 500 Bourke St., Melbourne, Victoria 3000, Australia.]

Milne, D. W., M. J. Tarr, R. K. Lochner, et al.: Left dorsal displacement of the colon in the horse. J. Equine Med. Surg. 1:47–52, 1977.

Minder, H. P.: Zur Diagnostik und praxisnahen Behandlung von Dickdarmobstipationen beim Pferd. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 119:79–82, 1977.

Osborne, C. A., M. L. Fahning, R. H. Schultz, et al.: Percutaneous renal biopsy in the cow and horse. JAVMA 153:563–570, 1968.

Pearson, H., A. Messervy, and P. J. N. Pinsent: Surgical treatment of abdominal disorders in the horse. JAVMA 159:1344–1352, 1971.

Schmaltz, R.: Atlas der Anatomie des Pferdes. Vol. 4, Die Eingeweide. Berlin, Richard Schoetz, 1927.

Schneider, R. K., D. W. Milne, and C. W. Kohn: Acquired inguinal hernia in the horse: a review of 27 cases. JAVMA 180:317–320, 1982.

Schummer, A.: Morphologische Untersuchungen über die Funktionszustände des Ileums. Tierärztl. Umschau 8:244–247, 1953.

Sellers, A. L., J. E. Lowe, C. J. Drost, J. R. Georgi, and M. C. Roberts: Retropulsion-propulsion in equine large colon. Am. J. Vet. Res. 43:390–396, 1982.

Stickle, P. L., and J. F. Fessler: Retrospective study of 350 cases of equine cryptorchidism. JAVMA 172:343–346, 1978.

Vaughan, J. T.: Surgical management of abdominal crisis in the horse. JAVMA 161:1199–1212, 1972.

Vaughan, J. T.: Physical examination for intestinal obstruction. Am. Assoc. Equine Pract. Proc. 21:439–447, 1976.

Witherspoon, D. M.: Exploration of the abdominal cavity by digital manipulation. Am. Assoc. Equine Pract. Proc. 23:15–24, 1977.

22

Pelvis y órganos reproductivos del caballo

Este capítulo concierne a la cavidad pelviana y su contenido y a los órganos de la reproducción, incluso las partes extrapelvianas, de ambos sexos. También se hace una breve descripción de la ubre. En el capítulo 24 se comentan la conformación general de la región y los jalones superficiales creados por el esqueleto de la pelvis.

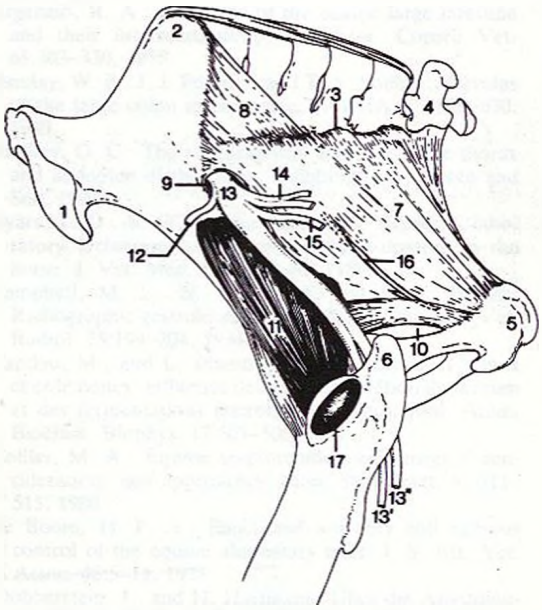


Fig. 22-1. Vista lateral de la pelvis ósea y ligamento sacrociático.

1, tuberosidad coxal; 2, tuberosidad sacra; 3, borde lateral del sacro; 4, Cd1; 5, tuberosidad isquiática; 6, parte caudal del trocánter mayor; 7, ligamento sacrociático; 8, ligamento sacroilíaco dorsal; 9, agujero ciático mayor; 10, agujero ciático menor; 11, glúteo profundo; 12, nervio glúteo craneal; 13, nervio ciático; 13', nervio peroneal común; 13'', nervio tibial; 14, nervio glúteo caudal; 15, nervio cutáneo femoral caudal; 16, nervio pudendo; 17, bolsa trocantérica.

ANATOMÍA GENERAL DE LA CAVIDAD PELVIANA

Conducto pelviano y periné

El techo de la cavidad pelviana está formado por el sacro y las dos o tres primeras vértebras caudales; no se puede ser más específico porque en la definición de la abertura caudal existe un componente arbitrario. Este techo se estrecha de craneal a caudal y es ligeramente cóncavo en su extensión. La tuberosidad y la espina isquiáticas son menos prominentes que en los bovinos y, por ende, la contribución del sustancial ligamento sacrociático a la pared lateral es relativamente mayor (fig. 21-1[7]). El piso es sólido porque la sínfisis de halla firmemente fusionada en los animales maduros. Es más o menos horizontal y plana a lo largo, aunque un tanto ahuecada de lado a lado. La región pubiana presenta un engrosamiento mediano en los animales jóvenes pero, aunque conserva esta conformación en el semental, el hueso se afina y la superficie superior se torna muy excavada en las yeguas, especialmente en las que han tenido varios potrillos.

La entrada de la cavidad pelviana mira en dirección craneoventral; su inclinación sitúa el reborde pubiano debajo de la tercera vértebra sacra y hasta la cuarta en la yegua pero sólo de la segunda en el caballo. Vista de frente, la entrada de la pelvis femenina es ancha y redondeada, en tanto que la del macho es más angular y estrechada, en particular en su parte ventral (fig. 22-2). En ambos sexos la salida de la cavidad es mucho más pequeña que la entrada; se halla limitada por una vértebra caudal, los bordes libres de los ligamentos sacrociáticos y las tuberosidades y arco isquiáticos.

La cavidad tiene la forma aproximada de un cono trunco cuyo eje longitudinal es casi recto

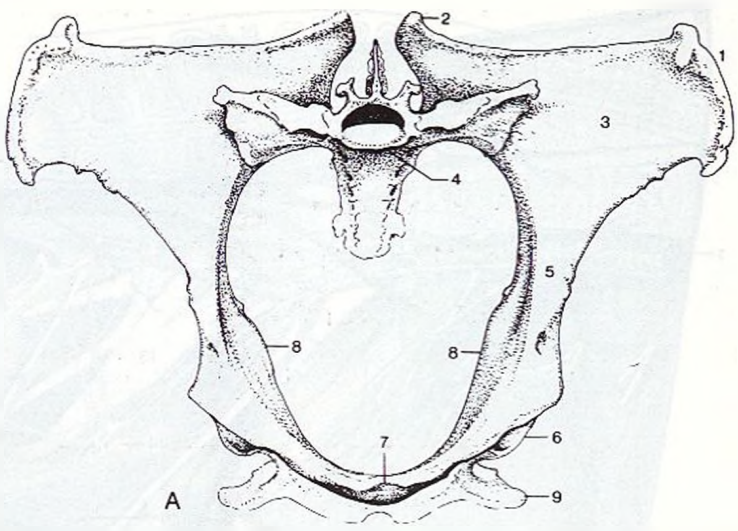
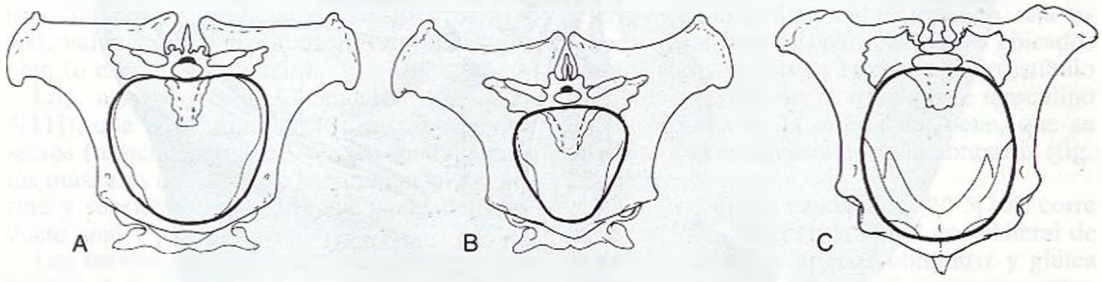


Fig. 22-2. Vista craneal de las pelvis de la yegua (*A*), caballo (*B*) y vaca (*C*). En los diseños inferiores se destaca la línea terminal; obsérvense las diferencias en la forma de la entrada de la pelvis y la posición de las espinas isquiáticas.

1, tuberosidad coxal; 2, tuberosidad sacra; 3, ala del ilion; 4, promontorio; 5, cuerpo del ilion; 6, acetábulo; 7, reborde pubiano; 8, espinas isquiáticas; 9, tuberosidad isquiática.



entre la entrada y la salida (fig. 22-3). Por lo tanto, la pelvis de la yegua está formada de manera más favorable para el parto que la de la vaca; la entrada es amplia, la salida menos estrecha, la cavidad por lo general más amplia, el eje no exhibe ninguna desviación importante y una parte mayor de las paredes laterales consiste en tejido blando.

Véanse la página 59 para una descripción general de la estructura de la pelvis y las figuras 22-8 y 22-17 para una indicación de la topografía y relaciones peritoneales de las vísceras.

El rasgo más distintivo del periné es su confinamiento entre los músculos semimembranosos, que se prolongan ventralmente desde sus cabezas de origen vertebral. Estos músculos cubren las tuberosidades isquiáticas y también las fosas isquiorrectales que, por lo tanto, no contribuyen al contorno superficial. Como los músculos sepultan los bordes caudales de los ligamentos sacrociáticos, dificultan la detección del ablandamiento que es tan útil para establecer la inminencia de la parición en los bovinos.

La fina piel muy pigmentada y con poco pelo del periné es brillante por la secreción de las glándulas sebáceas. Está elevada sobre la parte caudal del conducto anal, formando una saliente cuya forma y extensión varían según el estado funcional. El contorno inusual de la vulva y su posición variable se comentarán más adelante (p. 556). En el macho se puede palpar la

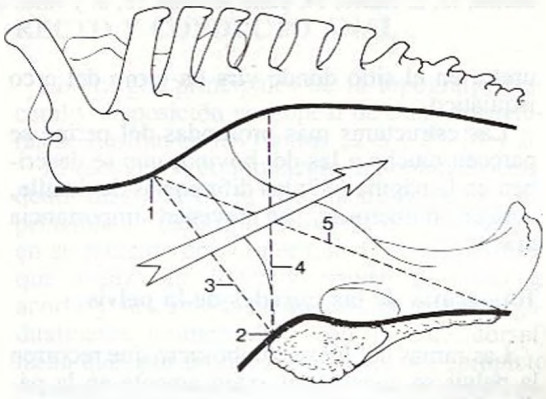


Fig. 22-3. Corte mediano esquemático de la pelvis de la yegua que ilustra ciertos términos obstétricos.

1, promontorio; 2, extremo caudal de la sínfisis pelviana; 3, diámetro conjugado; 4, diámetro vertical; 5, diámetro conjugado diagonal. La flecha indica el eje del conducto pelviano.

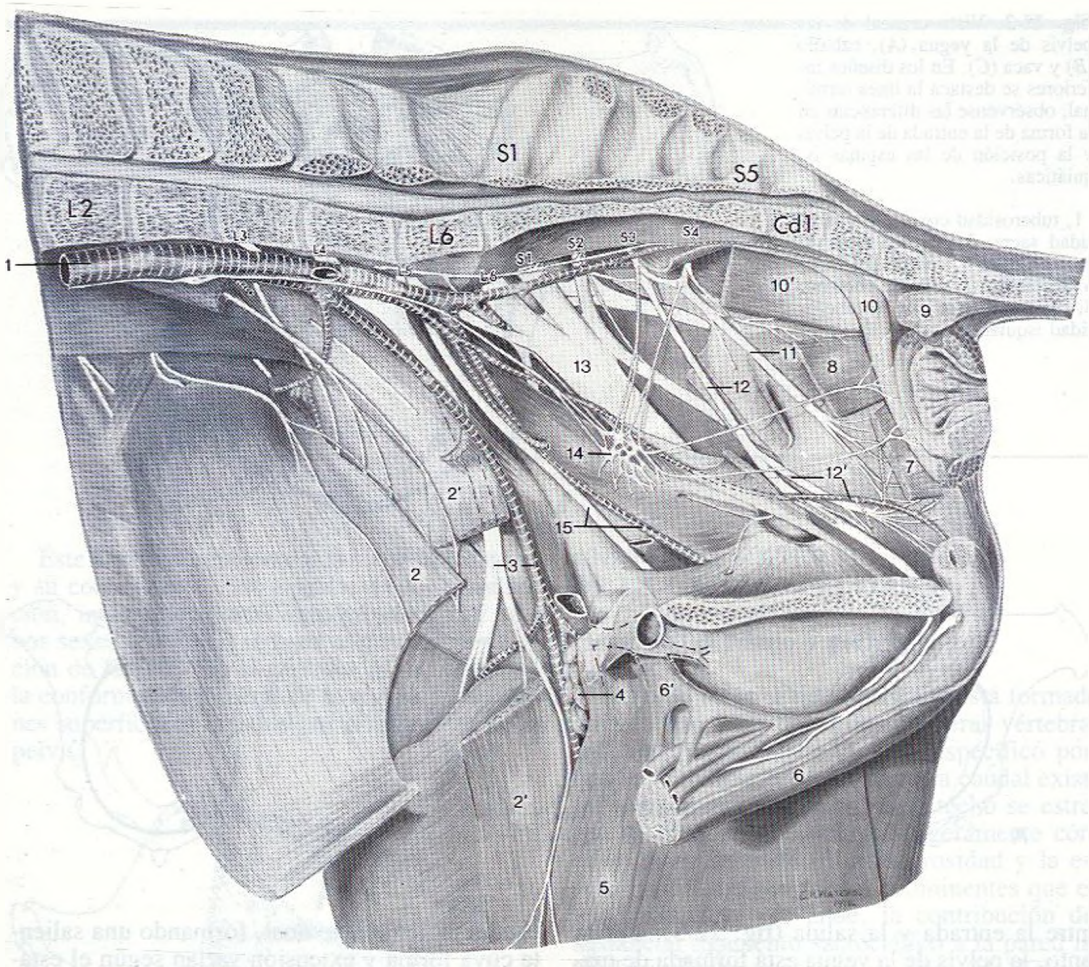


Fig. 22-4. Disección de la pared pelviana, vista medial.

1, aorta; 2, oblicuo interno del abdomen; 2', sartorio resecado; 3, a. y n. femoral; 4, nódulos linfáticos inguinales profundos; 5, gracilis; 6, pene; 6', v. pudenda externa; 7, elevador del ano resecado; 8, coccígeo; 9, rectococcígeo; 10, retractor del pene; 10', músculo ventral de la cola; 11, n. rectal caudal; 12, n. pudendo; 12', n. perineal profundo y a. pudenda interna; 13, n. ciático; 14, plexo pelviano; 15, n. y vasos obturadores.

uretra en el sitio donde vira en torno del arco isquiático.

Las estructuras más profundas del periné se parecen mucho a las del bovino, que se describen en la página 687; las diferencias de detalle, aunque numerosas, no revisten importancia práctica.

Topografía de las paredes de la pelvis

Las ramas del plexo lumbosacro que recorren la pelvis se consideran extensamente en la página 339 y ahora sólo hemos de mencionar unos pocos rasgos. El nervio obturador sigue su curso usual sobre la cara medial del cuerpo del ilion para llegar al agujero obturador, lo cual lo expone al riesgo de lesionarse en las fracturas del hueso o por compresión en la yegua durante el parto (fig. 22-4[15]). La red nerviosa en la cual se originan los nervios glúteo craneal, ciático y glúteo caudal está expuesta a un riesgo similar en el sitio donde está aplicada contra la cara ventral del sacro en camino del agujero ciático mayor (fig. 22-4[13]).

El nervio pudendo (fig. 22-4[12']) nace en los nervios sacros medios (S[2]3-4) y se encamina en dirección de la tuberosidad isquiática. Primero el nervio corre por dentro del ligamento sacrociático pero después se introduce dentro de su sustancia. A su paso por el agujero ciático menor intercambia fibras con el nervio cutáneo caudal del muslo a través de la abertura. Con posterioridad se divide en varias ramas, de las cuales la más importante es el nervio perineal profundo (fig. 22-4[12]). El tronco principal continúa hasta el clítoris o el pene. El perineal

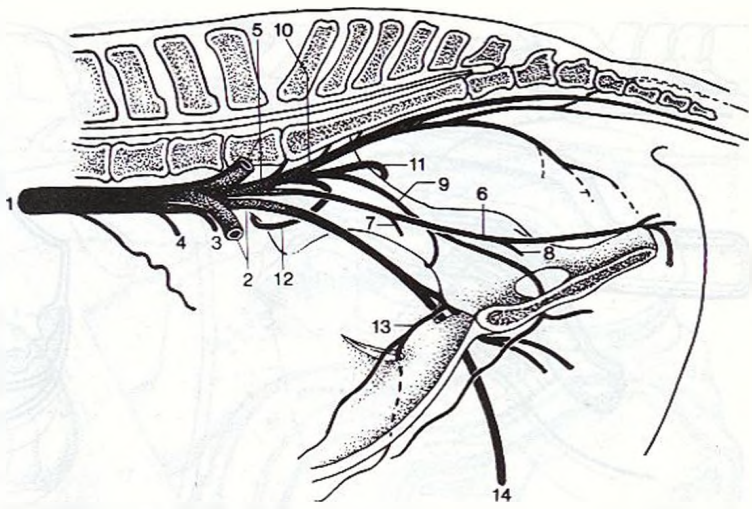


Fig. 22-5. Principales arterias de la pared derecha de la cavidad pelviana, vista medial.

1, aorta; 2, a. ilíaca externa (y su muñón); 3, a. uterina; 4, a. ilíaca circunfleja profunda; 5, a. ilíaca interna (y su muñón); 6, a. pudenda interna; 7, a. umbilical; 8, a. prostática (vaginal); 9, a. obturatriz; 10, a. glútea caudal; 11, a. glútea craneal; 12, a. iliolumbar; 13, tronco pudendo epigástrico; 14, a. femoral.

profundo inerva la musculatura estriada del periné. La rama superficial es sensitiva para el ano, vulva y piel perineal hacia ventral hasta la ubre (o escroto y prepucio).

Los nervios rectales caudales (fig. 22-4[11]), que se originan en los mismos nervios sacros (principalmente S3-4), son motores para los músculos estriados de la parte dorsal del periné y sensitivos para el recto, pared del conducto anal y piel adyacente.

Los nervios pelvianos (fig. 22-4[14]) se despliegan de la manera usual y consisten en fibras parasimpáticas procedentes de los nervios sacros segundo, tercero y cuarto.

La irrigación sanguínea del contenido y las paredes de la pelvis está a cargo de las arterias ilíacas internas, ramas terminales de la aorta abdominal (fig. 22-5[5]). La arteria ilíaca interna es muy corta, pasa debajo del ala del ilion y no tarda en dividirse en las arterias pudenda interna y glútea caudal. La arteria pudenda interna (fig. 22-5[6]) tiene una distribución a predominio visceral. Corre en dirección caudoventral sobre la cara profunda del ligamento sacrociático, cerca del nervio pudendo, antes de desviarse hacia medial y dividirse más o menos a nivel de la espina isquiática. Sus ramas comprenden la arteria umbilical, que envía un poco de sangre al vértice de la vejiga urinaria (y a la parte adyacente del conducto deferente en el macho) y una rama mucho más importante que irriga la mayor parte de los órganos reproductivos intrapelvianos; ésta se conoce como arteria vaginal (fig. 22-5[8]) en la hembra, en la cual irriga la mayor parte de la vejiga, uretra, porción caudal del útero, vagina y, por medio de la arteria rectal media, una parte sustancial del recto. La arteria prostática, su homóloga, irriga la vejiga, uretra, glándulas genitales accesorias y la parte correspondiente del recto. Las ramas terminales de la pudenda interna comprenden la arteria rectal caudal para el recto y ano, una arteria perineal (ventral) para los tejidos ubicados entre el ano y la vulva y ramas para el vestíbulo y el bulbo vestibular; el equivalente masculino de esta última es la arteria del pene, que se anastomosa con divisiones de la obturatriz (fig. 22-5[9]).

La arteria glútea caudal (fig. 22-5[10]) corre en dirección caudal en la pared dorsolateral de la pelvis; emite las arterias obturatriz y glútea craneal. El tronco perfora el ligamento sacrociático antes de irrigar los músculos de la corva y la cola. La arteria obturatriz sale de la pelvis por el agujero obturador y la arteria glútea craneal por el agujero ciático mayor.

Las venas reflejan en gran medida los recorridos de las arterias.

RECTO Y CONDUCTO ANAL

Los rasgos principales de la topografía visceral y disposición peritoneal de estas estructuras se ilustran en las figuras 22-6 y 22-7*A* y *B*.

El recto es la continuación del colon descendente más allá de la entrada de la pelvis. Al principio se parece al colon en su estructura y en su relación con el peritoneo, pero a medida que avanza en dirección caudal su meso se acorta y la cubierta peritoneal desaparece gradualmente (comenzando con la cara dorsal) hasta que, por último, el recto es por completo retroperitoneal y está incluido en un tejido conectivo abundante en grasa. Esta parte terminal pierde el carácter saculado y forma una amplia expansión en forma de ampolla (ampulla recti) justo antes del conducto anal. La ampolla almacena las heces antes de evacuarlas. Un cambio de menor importancia es el reagrupamiento

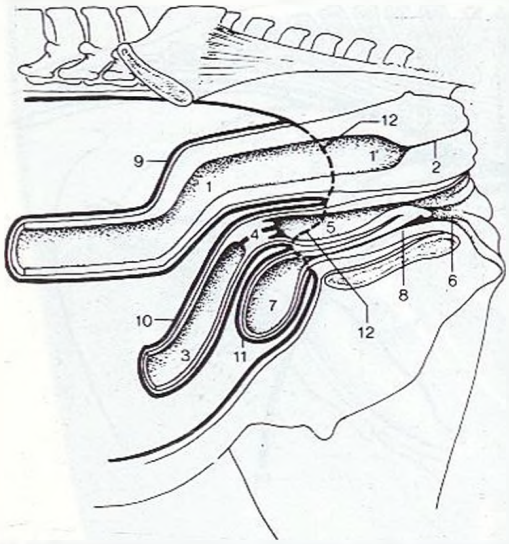


Fig. 22-6. Corte mediano esquemático de la pelvis de la yegua.

1, 1', porciones peritoneal y retroperitoneal del recto; 2, conducto anal; 3, útero; 4, cuello uterino; 5, vagina; 6, vestíbulo; 7, vejiga urinaria; 8, uretra; 9, borde dorsal del recto, inserción del mesorrecto; 10, inserción del ligamento ancho; 11, vértice de la vejiga, inserción del ligamento mediano de la vejiga; 12, extensión caudal del peritoneo.

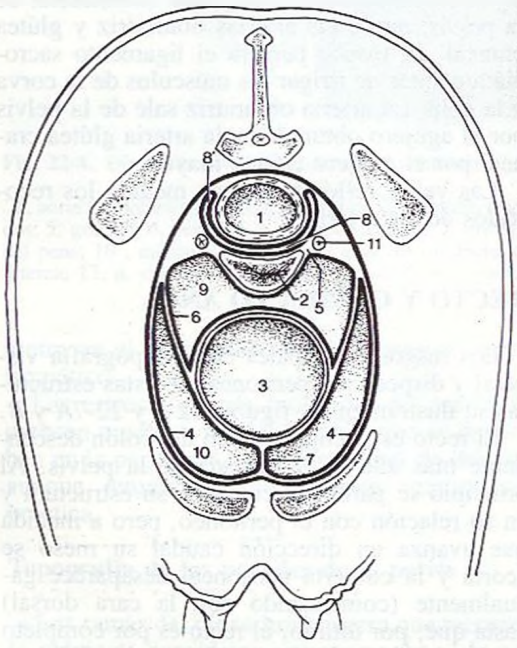


Fig. 22-7A. Disposición del peritoneo en la pelvis de la yegua, corte transversal.

1, recto; 2, vagina; 3, vejiga urinaria; 4, peritoneo parietal; 5, ligamento ancho; 6, ligamento lateral de la vejiga; 7, ligamento mediano de la vejiga; 8, fondo de saco rectogenital; 8', fosa pararrectal; 9, fondo de saco vesicogenital; 10, fondo de saco pubovesical; 11, uréter.

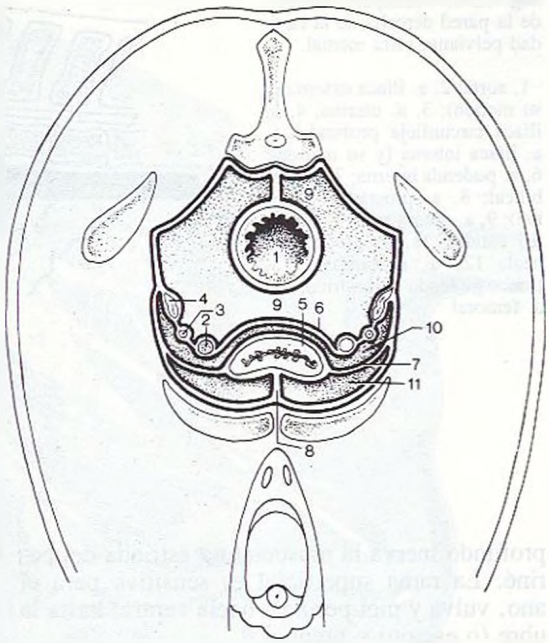


Fig. 22-7B. Disposición del peritoneo en la pelvis del caballo, corte transversal.

1, recto; 2, conducto deferente; 3, uréter; 4, glándula vesicular; 5, vejiga urinaria; 6, pliegue genital; 7, ligamento lateral de la vejiga; 8, ligamento mediano de la vejiga; 9, fondo de saco rectogenital; 9', fosa pararrectal; 10, fondo de saco vesicogenital; 11, fondo de saco pubovesical.

del músculo longitudinal dorsal y lateral en fascículos que se liberan, pasan sobre el ano y fijan al recto con la cuarta o quinta vértebra caudal; estos haces constituyen el músculo rectococcígeo, que es liso (fig. 22-4[9]).

Las relaciones del recto dependen de su plenitud y del sexo. En la yegua el recto está aplicado sobre el útero y la vagina, a menos, como sucede muchas veces, que éstos se hallan desplazados a un lado y el recto pueda entablar contacto con la vejiga. En los machos la superficie ventral descansa sobre la vejiga, la uretra y las glándulas genitales accesorias; la extensión de los contactos individuales depende del estado de la vejiga y del desarrollo de las glándulas, que naturalmente son más pequeñas en el macho castrado.

El conducto o canal anal es la continuación del recto, pero, a diferencia de éste, no suele contener heces. Está cerrado mediante aposición e interdigitación de pliegues mucosos longitudinales y por la contracción de los esfínteres interno y externo. La extensión del conducto es definida nítidamente por las líneas anorrectal y anocutánea, que señalan los límites de la especialización epitelial. El conducto está rodeado por el diafragma pelviano (fig. 22-

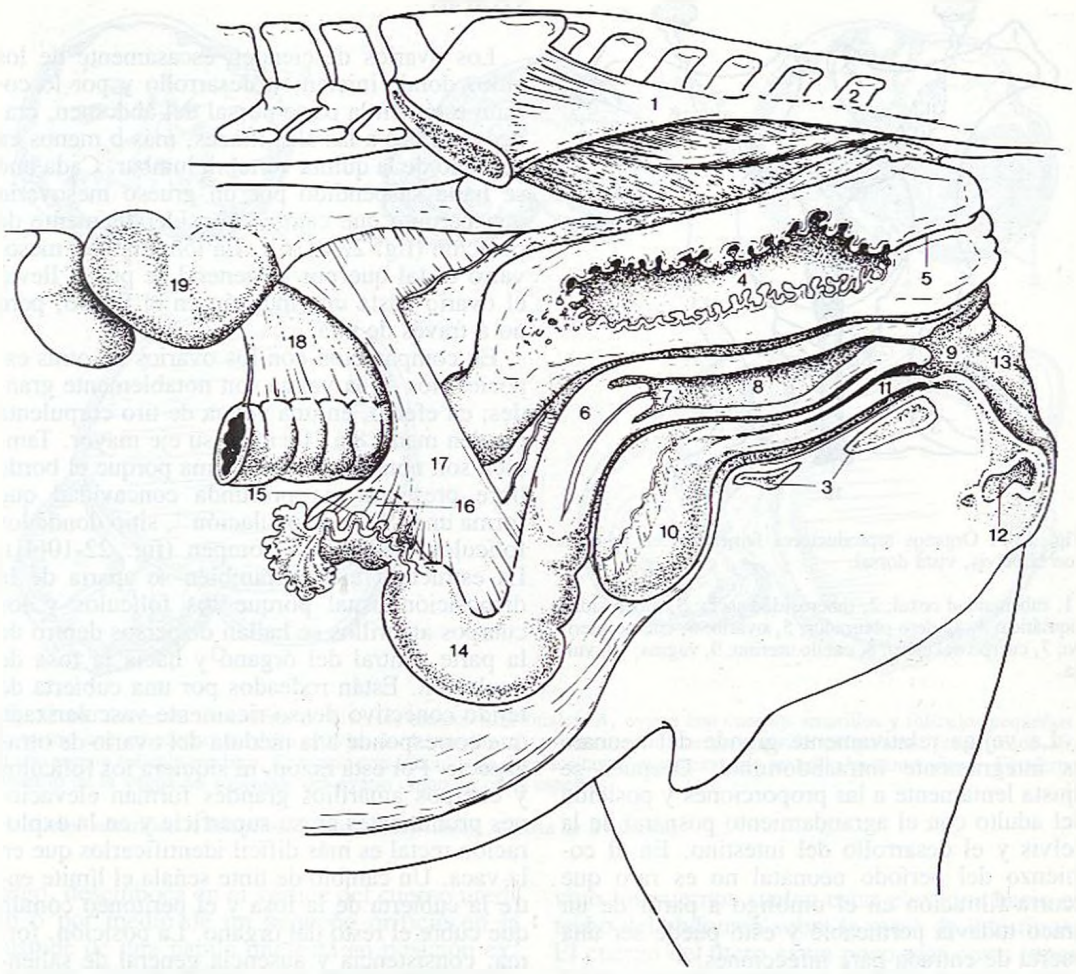


Fig. 22-8. Órganos abdominales caudales y pelvianos de la yegua in situ: los órganos han sido seccionados en el plano paramediano con la pelvis. Por la ausencia del intestino, los ovarios penden mucho más abajo de lo que estarían en el animal intacto.

1, sacro; 2, Cd2; 3, piso de la pelvis; 4, recto; 5, conducto anal; 6, cuello uterino; 7, parte vaginal del cuello; 8, vagina; 9, vestíbulo; 10, vejiga urinaria; 11, uretra; 12, clítoris; 13, vulva; 14, cuerno uterino izquierdo; 15, trompa uterina; 16, ovario; 17, ligamento ancho recortado; 18, mesocolon descendente; 19, riñón izquierdo.

4[7,8]); la parte caudal al diafragma pelviano sobresale como una eminencia cilíndrica en la región perineal.

VEJIGA Y URETRA FEMENINA

La región del cuello vesical está directamente sobre el piso de la pelvis y cuando el órgano se halla contraído al máximo forma un engrosamiento globuloso firme que tiene más o menos el tamaño de un puño cerrado; está retirada tan lejos en la cavidad pelviana que es retroperitoneal casi en su totalidad. A medida que se llena, la vejiga adopta gradualmente una forma más ovoide y se prolonga en dirección craneal sobre la pared abdominal.

Las relaciones de la vejiga dependen de la medida en que esté llena y del sexo. Cuando se halla vacía su vértice suele estar en contacto con la flexura pelviana del colon, pero a medida que se agranda, el vértice y las partes adyacentes adoptan una relación más extensa y más variada con el intestino. En la yegua la superficie dorsal está en contacto con la parte craneal de la vagina, el cuello uterino, una parte variable del cuerpo del útero y, a veces, el recto (fig. 22-8). Las respectivas relaciones en el macho son pliegue genital, conducto deferente, glándulas vesiculares, próstata y recto.

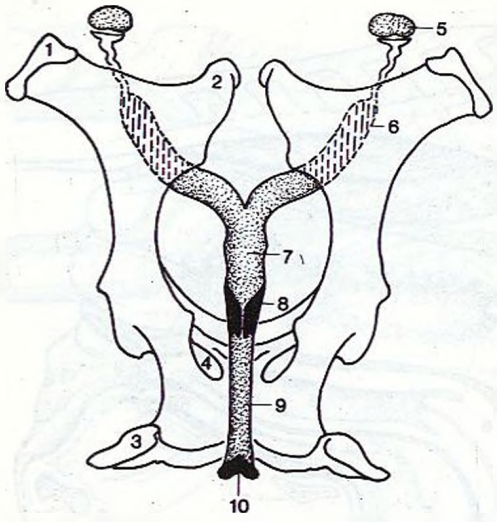


Fig. 22-9. Órganos reproductores femeninos en relación con la pelvis, vista dorsal.

1, tuberosidad coxal; 2, tuberosidad sacra; 3, tuberosidad isquiática; 4, agujero obturador; 5, ovario; 6, cuerno uterino; 7, cuerpo del útero; 8, cuello uterino; 9, vagina; 10, vulva.

La vejiga relativamente grande del neonato es íntegramente intraabdominal. Después se ajusta lentamente a las proporciones y posición del adulto con el agrandamiento posnatal de la pelvis y el desarrollo del intestino. En el comienzo del período neonatal no es raro que ocurra filtración en el ombligo a partir de un uraco todavía permeable y esto puede ser una puerta de entrada para infecciones.

La uretra femenina es muy corta, pues sólo mide unos 6 cm, y desemboca en el vestíbulo, justo a caudal del pliegue transverso del himen. Es bastante amplia, pues se puede introducir un dedo en ella y si se procede con suavidad para que el animal no se irrite se pueden introducir varios. La cortedad, el amplio calibre y el carácter dilatable de la uretra, a veces permiten que la vejiga se prolapse dentro del vestíbulo.

La uretra masculina se describe junto con los órganos de la reproducción.

ÓRGANOS REPRODUCTORES FEMENINOS

La anatomía de los órganos reproductores femeninos está muy influida por la edad, el estado actual del animal y sus antecedentes como reproductor. La descripción inicial corresponde a la yegua madura que ha tenido pariciones pero no está preñada (fig. 22-9).

Ovarios

Los ovarios descienden escasamente de los sitios donde inician su desarrollo y por lo común están en la parte dorsal del abdomen, craneoventrales a las alas ilíacas, más o menos en el plano de la quinta vértebra lumbar. Cada uno se halla suspendido por un grueso mesovario que permite que cambie considerablemente de posición (fig. 22-8[16]). La longitud del mesovario es tal que por lo general se puede llevar el ovario hasta una incisión en el flanco, pero no a través de ella.

En comparación con los ovarios de otras especies, los de la yegua son notablemente grandes; en efecto, en una yegua de tiro corpulenta pueden medir 8 a 10 cm en su eje mayor. También son notables por su forma porque el borde libre presenta una profunda concavidad que forma una "fosa de ovulación", sitio donde los folículos maduros se rompen (fig. 22-10[4]). La estructura interna también se aparta de la disposición usual porque los folículos y los cuerpos amarillos se hallan dispersos dentro de la parte central del órgano y hacia la fosa de ovulación. Están rodeados por una cubierta de tejido conectivo denso ricamente vascularizada que corresponde a la médula del ovario de otras especie. Por esta razón, ni siquiera los folículos y cuerpos amarillos grandes forman elevaciones prominentes en su superficie y en la exploración rectal es más difícil identificarlos que en la vaca. Un cambio de tinte señala el límite entre la cubierta de la fosa y el peritoneo común que cubre el resto del órgano. La posición, forma, consistencia y ausencia general de salientes superficiales pronunciadas caracterizan a los ovarios lo suficiente como para reconocerlos con facilidad en el examen rectal, pero, aun así, se registraron casos notorios en que erróneamente se extirparon sacos cargados de heces del colon menor en la ovariectomía que se realiza a cielo cerrado (a ciegas) por vía vaginal.

Trompas uterinas

La trompa uterina mide unos 20 cm cuando se la extiende, pero en el animal vivo sigue un curso tortuoso que hace que su principio y su fin estén cerca el uno del otro. El infundíbulo se halla marginado por las infructuosas fimbrias que se propagan sobre la superficie del ovario, donde algunas se insertan en forma permanente (fig. 22-11[2]). Una pequeña abertura en la profundidad del infundíbulo conduce a la ampolla (fig. 22-11[3]), que mide unos 10 cm de largo por unos 6 mm de ancho; su calibre en todas las etapas del ciclo es mayor que el del istmo, que sólo tiene la mitad de ancho. El istmo (fig. 22-11[4]) también mide unos 10 cm de

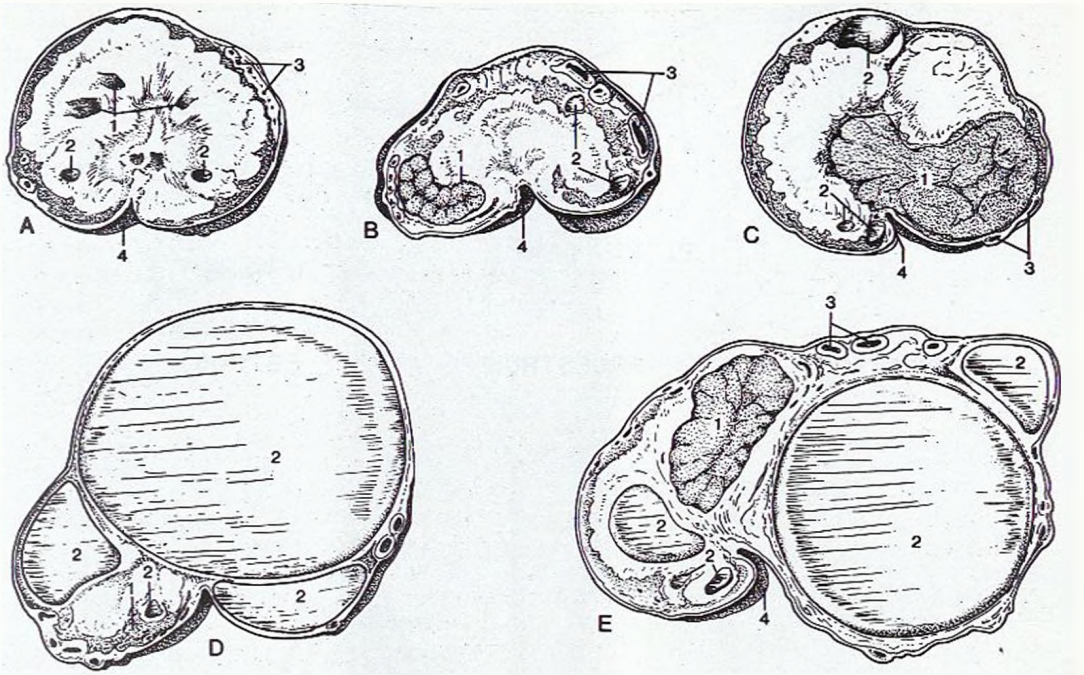


Fig. 22-10. Cortes de los ovarios en diversos estados funcionales. *A*, ovario con cuerpos amarillos y folículos pequeños. *B*, ovario con un cuerpo amarillo en vías de desarrollo. *C*, ovario con un cuerpo amarillo plenamente desarrollado. *D*, ovario con un folículo maduro. *E*, ovario con folículos de diversos tamaños y un cuerpo amarillo bastante grande. El cuerpo amarillo de la yegua no sobresale del ovario como en otras especies.

1, cuerpo amarillo; 2, folículos; 3, vasos sanguíneos; 4, fosa de ovulación.

largo, desemboca en el vértice del cuerno uterino o por medio de un pequeño orificio en la cúspide de una papila que está en posición excéntrica. Extrañamente, esta unión uterotubárica permite distinguir en cierta medida entre los óvulos fertilizados y los infértiles porque los primeros ingresan en el útero después de la demora apropiada, mientras que los segundos no pueden pasar. La mucosa tubárica está plegada, en especial dentro de la ampolla, donde los intrincados pliegues grandes presentan crestas secundarias y hasta terciarias. El mesosálpinx, que sostiene la trompa, se ramifica desde la superficie lateral del mesovario y junto con éste encierra una bolsa ovárica grande pero poco profunda (figs. 22-11[9] y 5-57*A*,[5]).

Útero

El útero tiene un cuerpo grande y dos cuernos divergentes. Los cuernos, que miden unos 25 cm de largo, están íntegramente dentro del abdomen y divergen mucho entre sí. Están suspendidos del techo abdominal por los ligamentos anchos, cuyo ancho varía de modo que los extremos de cada cuerno se hallan sujetos con mayor firmeza que la parte intermedia (fig. 22-8[14]). Sin embargo, en el animal vivo los cuernos suelen estar elevados hacia el techo del abdomen sobre la masa de intestinos. El cuerpo del útero es un poco más corto (unos 20 cm) que los cuernos y se halla en parte dentro del abdomen y en parte en la pelvis. Aunque sus relaciones varían, siempre compren-

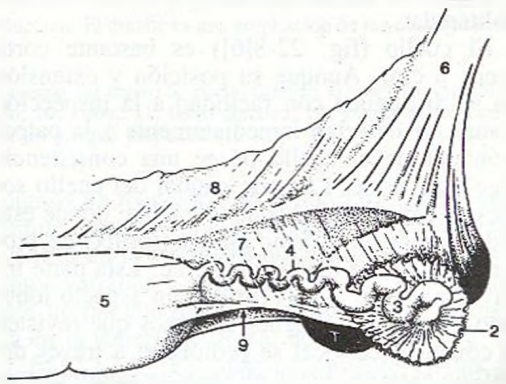


Fig. 22-11. Ovario derecho, trompa uterina y cuerno uterino, vista lateral.

1, ovario; 2, infundíbulo con fimbrias; 3, ampolla de la trompa uterina; 4, istmo de la trompa uterina; 5, cuerno uterino; 6, mesovario; 7, mesosálpinz; 8, mesometrio; 9, entrada de la bolsa ovárica.

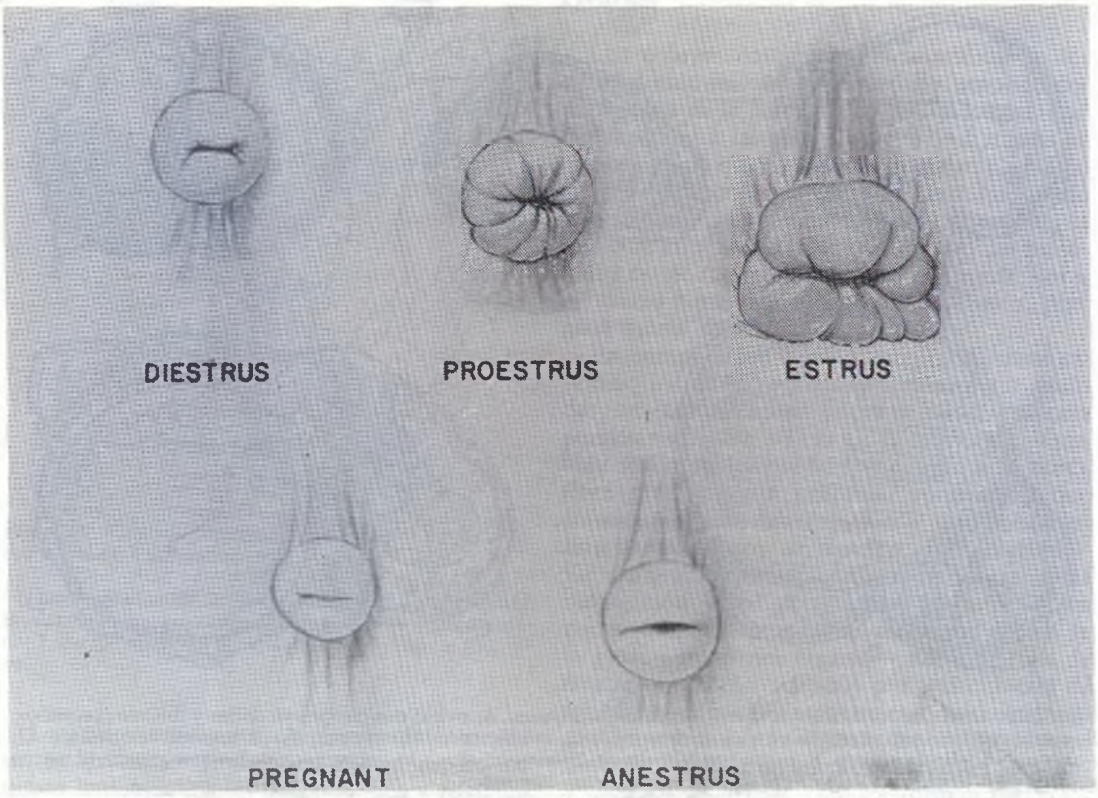


Fig. 22-12A. Aspecto cambiante del cuello uterino (gentileza del doctor R. B. Hillman]. *Diestrus* = diestro, *proestrus* = proestro; *estrus* = estro; *pregnant* = preñez; *anestrus* = anestro.

den la parte terminal del colon descendente y recto por dorsal, la vejiga y diversas partes del intestino por ventral. Muchas veces el cuerpo se halla desplazado a un costado por una vejiga distendida o por la presión del intestino. Cuando el útero está desocupado ambos cuernos y el cuerpo se hallan aplanados y la luz está casi obliterada.

El cuello (fig. 22-8[6]) es bastante corto (unos 6 cm). Aunque su posición y extensión no se distinguen con facilidad a la inspección visual, se detectan inmediatamente a la palpación porque el cuello posee una consistencia algo más firme. La parte caudal del cuello sobresale dentro de la luz de la vagina, donde está rodeada por un espacio anular (fórnix) de profundidad más o menos uniforme. Esta parte intravaginal (fig. 22-8[7]) tiene un aspecto lobulado porque los pliegues mucosos que revisten el conducto cervical se prolongan a través del orificio externo. Estos pliegues se continúan en la pared de la vagina, donde desaparecen gradualmente. Excepto durante el estro y el parto, el conducto cervical está cerrado, pero no con tanta firmeza como para que no se pueda introducir un dedo al sondearlo con suavidad (fig. 22-12*A*).

Vagina

La vagina es casi tan larga como el cuerpo del útero. Está a ventral del recto, dorsal a la vejiga y la uretra, y en contacto lateral con la pared pelviana (figs. 22-8 y 22-12*B*[8]). Aunque en gran medida es retroperitoneal, la extensión de la cobertura depende de la medida en que la vejiga y el recto estén llenos (fig. 22-6). Una pequeña parte craneal de la cara ventral y una parte un poco más grande de la cara dorsal siempre están revestidas de peritoneo. Esto es útil porque la incisión de la parte dorsal del fórnix vaginal es un recurso conveniente para tener acceso a la cavidad peritoneal; este abordaje se utiliza principalmente para las operaciones de los ovarios.

La vagina posee una pared fina y, aunque normalmente su luz está cerrada porque las paredes dorsal y ventral se adosan entre sí, el órgano es muy distensible en cuanto a longitud y circunferencia. La mucosa vaginal presenta unas crestas longitudinales, aunque desaparecen con facilidad por distensión. Normalmente la mucosa es de color rosa pálido, pero se oscurece cuando se ingurgita de sangre, como tiende a suceder por exposición prolongada al aire

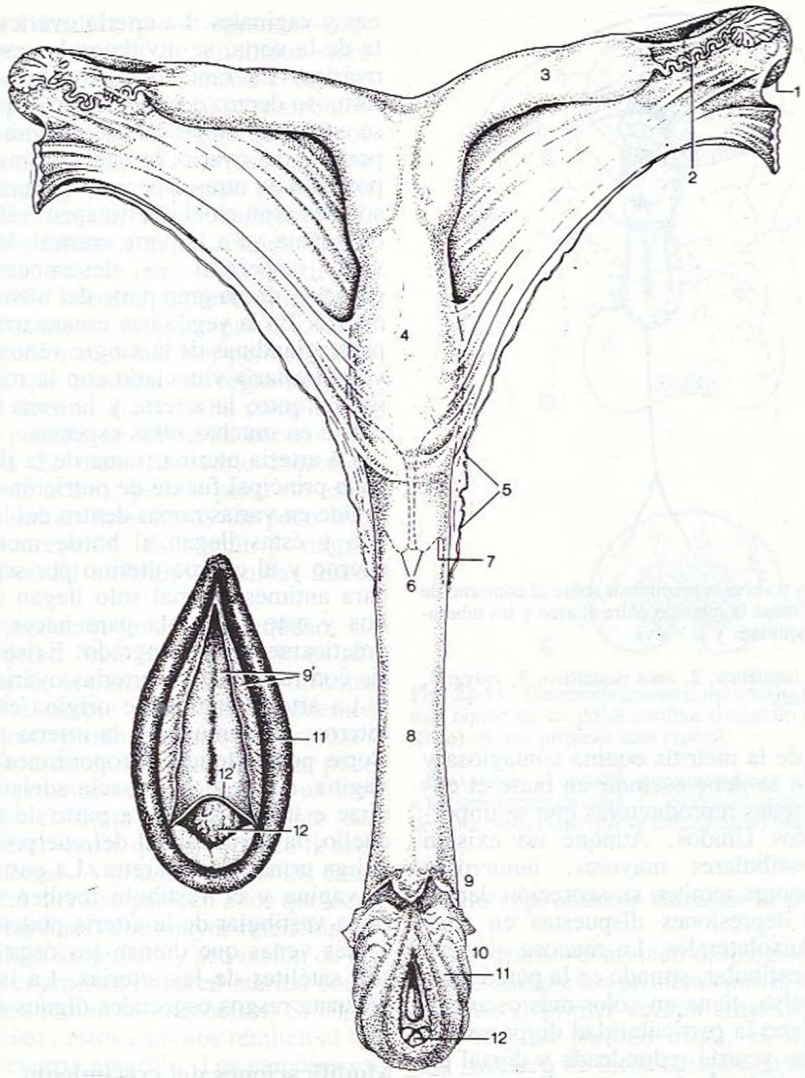


Fig. 22-12B. Vista dorsal de los órganos femeninos de la reproducción. El detalle es una ampliación de la vulva que muestra el glande del clítoris dentro de al comisura ventral.

1, ovario derecho; 2, trompa uterina; 3, cuerno del útero; 4, cuerpo del útero; 5, cuello uterino; 6, porción vaginal del cuello; 7, fórnix; 8, vagina; 9, vestíbulo; 9', pared del vestíbulo; 10, vulva; 11, labio derecho; 12, glande del clítoris en una fosa limitada ventralmente por los labios y dorsalmente por un pliegue prepucial (12').

durante la vaginoscopia. Un pliegue transverso que está a craneal de la desembocadura de la uretra representa los restos del himen; aunque es muy variable, suele ser más prominente que en otras especies domésticas.

Vestíbulo y vulva

La pared dorsal del vestíbulo sólo se aparta gradualmente de la línea del recto y conducto anal; la pared ventral, más larga, se inclina de manera más pronunciada hacia abajo más allá del arco isquiático (fig. 22-8[9]). Los rasgos dignos de mención son la abertura uretral en el límite craneal y el clítoris dentro de la comisura ventral de la vulva. El desarrollo del clítoris es muy variable y está cubierto en gran medida por un pliegue mucoso (prepucio) que se inserta en la superficie dorsal de su glande (fig. 22-12*B*[12,12']). Es muy prominente en las yeguas en celo, en las cuales se expone mediante movimientos de "guiño" de los labios. Lateral y ventralmente está separado de los labios por una fosa del glande. Varios (tres a cinco) senos clitorales de variable profundidad invaden el glande. Estos senos alojarían el microorganis-

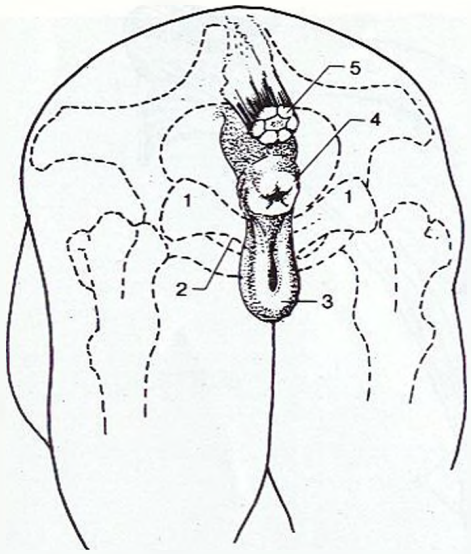


Fig. 22-13. Ano y vulva superpuestos sobre el contorno de la pelvis ósea. Nótese la relación entre el arco y las tuberosidades de los isquiones y la vulva.

1, tuberosidad isquiática; 2, arco isquiático; 3, vulva; 4, ano; 5, cola (corte).

mo causante de la metritis equina contagiosa y por esta razón se debe escindir en parte el clítoris en las yeguas reproductoras que se importan en Estados Unidos. Aunque no existen glándulas vestibulares mayores, numerosas glándulas menores remiten su secreción dentro de pequeñas depresiones dispuestas en filas ventrales y dorsolaterales. La mucosa que cubre el bulbo vestibular, situado en la pared lateral hacia la vulva, tiene un color más oscuro.

La vulva tiene la particularidad de presentar unas comisuras ventral redondeada y dorsal en punta, a diferencia de lo que se observa comúnmente (fig. 22-13[3]). La relación entre la vulva y el esqueleto de la pelvis varía mucho y de manera importante. Por lo general está en su mayor parte a ventral del piso de la pelvis y la abertura se halla cerrada, pero a veces y con mucha frecuencia en los pura sangre, la abertura es más dorsal y el cierre es menos efectivo; en esta circunstancia puede entrar o salir aire del tracto con cada cambio de la presión intraabdominal. De este modo pueden introducirse bacterias y la contaminación puede propagarse al endometrio, causando esterilidad. Este mismo defecto (aspiración de aire) puede deberse a laceración de la vulva en un parto anterior.

Vascularización e inervación

Los órganos de la reproducción son irrigados principalmente por las arterias ováricas, uterinas y vaginales. La arteria ovárica, rama directa de la aorta, se divide en las ramas uterina y ovárica. La rama ovárica sigue un recorrido tortuoso dentro del mesovario, antes de dividirse en varias ramas que se diseminan por la superficie del ovario, lo cual contrasta con la disposición en otras especies, en las cuales los vasos penetran en el ovario apenas llegan a él. La otra rama va a la parte craneal del cuerno. La vena respectiva es desproporcionadamente grande y drena gran parte del útero, además del ovario. En la yegua hay escasa transferencia de prostaglandinas de la sangre venosa a la arterial y esto estaría vinculado con la relación menos íntima entre la arteria y la vena ováricas que existe en muchas otras especies.

La arteria uterina, rama de la ilíaca externa, es la principal fuente de nutrición del útero. Se divide en varias ramas dentro del ligamento ancho y éstas llegan al borde mesometrial del cuerno y al cuerpo uterino por separado. A la cara antimesometrial sólo llegan vasos pequeños y esto se presta para hacer una incisión prácticamente sin sangrado. Existen anastomosis con ramas de las arterias ovárica y vaginal.

La arteria vaginal se origina en la pudenda interna, en común con la arteria rectal media. Corre por el tejido retroperitoneal lateral a la vagina, antes de virar hacia adelante para dividirse e irrigar la mayor parte de la vagina, el cuello, la parte caudal del cuerpo del útero, la vejiga urinaria y la uretra. La parte restante de la vagina y el vestíbulo reciben sangre de la rama vestibular de la arteria pudenda interna.

Las venas que drenan los órganos genitales son satélites de las arterias. La inervación no presenta rasgos especiales dignos de mención.

Modificaciones del crecimiento y cíclicas de los órganos de la reproducción

En la mitad de la gestación los ovarios fetales son mucho más grandes que los de la madre, pero después involucionan y en el momento de nacer han quedado reducidos a la décima parte de su tamaño fetal máximo. Después crecen con lentitud hasta la pubertad, cuando se produce una aceleración repentina. El primer estro suele presentarse al comienzo de un período de apareamiento y, por lo tanto, la edad en que ocurre varía según la fecha de nacimiento del animal y también según la raza y la nutrición. Suele estar entre los 18 y 27 meses de edad. El ovario neonatal es elipsoide y la forma excavada peculiar de la yegua adulta se desarrolla en los dos o tres primeros años (fig. 22-14). En el ovario maduro los folículos más grandes están concentrados cerca de la fosa de ovulación, a

la cual migran a medida que se agrandan (fig. 22-10[2]). Dos o tres (tal vez divididos entre ambos ovarios) alcanzan su tamaño completo en cada ciclo, pero por lo general se rompe uno solo; en ese momento su diámetro es de unos 5 cm. Después de la rotura, la cavidad contiene un poco de sangre y por un tiempo el coágulo blando se puede detectar en el examen rectal. Luego se llena gradualmente de células lúteas, pero incluso cuando está maduro es difícil que el cuerpo amarillo sobresalga por encima de la superficie circundante. Al principio el cuerpo amarillo es de color rojo ladrillo, pero se torna ocre a medida que madura. Su regresión empieza hacia el décimo día y se ha completado más o menos cuando se forma su sucesor. El ciclo promedia 22 días. El ovario izquierdo suele ser el más activo, pero a pesar de esto, en el cuerno uterino derecho es un poco más frecuente la concepción. Es común la migración transuterina del embrión en ambas direcciones.

El tracto reproductor juvenil es pequeño, simétrico y de pared fina. El endometrio es pálido y las capas de la pared uterina son difíciles de diferenciar a simple vista. Los ligamentos anchos son finos y transparentes y los vasos sanguíneos son estrechos y relativamente poco evidentes. Al principio el crecimiento es isométrico –sigue el ritmo del crecimiento del cuerpo en general– hasta que se produce la aceleración prepuberal. A grandes rasgos los cambios cíclicos del útero se parecen a los que ocurren en otras especies, con mayor retención de agua, mayor flujo sanguíneo y activación de las glándulas que engruesan la pared uterina como preparativo para recibir al blastocisto. Si no se produce la preñez, estos cambios remiten al involucionar el cuerpo amarillo. Los cambios cíclicos del tono muscular suscitan cierta controversia, pero la mayoría de las autoridades sostiene que el tono es máximo más o menos a la semana de la ovulación.

El cuello uterino se ablanda durante el estro, cuando la parte intravaginal cae, de modo que su orificio deja de verse al hacer la vaginoscopia. Al estimularlo mediante manipulación, se torna más firme, recupera la posición horizontal y puede exhibir contracciones rítmicas. Además está húmedo e hinchado y es pálido en este momento. Es más rosado y más firme durante el metaestro y diestro, cuando la luz se halla cerrada por un tapón de denso moco (fig. 22-12*A*). Aunque la pared vaginal es pálida y húmeda durante el estro, su propensión a cambiar de color por exposición prolongada al aire resta significación diagnóstica a su aspecto. Las modificaciones citológicas del epitelio vaginal son escasas y también de poca utilidad diagnóstica.

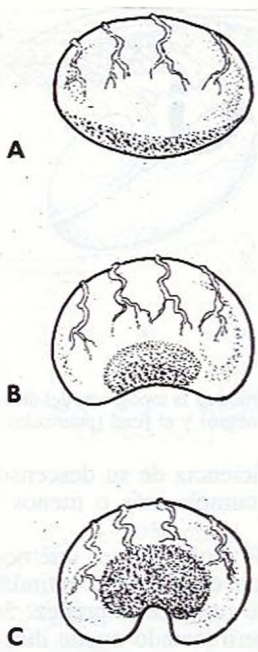


Fig. 22-14. Desarrollo posnatal del ovario. El crecimiento más rápido en los polos confina el epitelio germinal (punteado) en una pequeña área central.

A, al nacer, el epitelio germinal está en la superficie. *B*, a los seis meses de edad. *C*, adulto, el epitelio germinal rodea una concavidad que se conoce como fosa de ovulación.

Tracto reproductor durante la preñez

Los ovarios continúan desplegando actividad cíclica durante los primeros meses de la preñez. Aunque el primer cuerpo amarillo no persiste más allá del período usual, es sustituido por una sucesión de otros cuerpos en los cinco meses siguientes; algunos se forman después de la rotura de folículos y otros obedecerían a luteinización directa. Los cuerpos amarillos accesorios duran más que el original y producen abundante cantidad de progesterona. El crecimiento, maduración y luteinización de folículos nuevos es controlado por hormonas gonadotróficas producidas por las copas endometriales que son un rasgo tan distintivo de esta especie. A los cinco meses los cuerpos amarillos accesorios también remiten y entonces la preñez se mantiene con la progesterona de origen placentario. El enorme desarrollo de las gónadas fetales culmina entre los seis y ocho meses, hecho que a menudo, aunque erróneamente, ha sido vinculado con la producción de gonadotrofinas endometriales. Este acontecimiento, peculiar del caballo entre las especies domésticas, se debe a la secreción hipofisaria de hormona luteinizante (LH). El agrandamiento temporario de los testículos fetales influye sobre el mo-

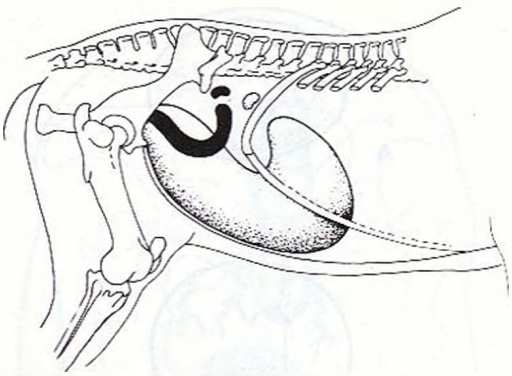


Fig. 22-15. Cambios en la topografía del útero y ovario entre el comienzo (negro) y el final (punteado) de la preñez.

mento y la eficiencia de su descenso, que normalmente se cumple más o menos al llegar a término.

Los cambios proliferativos que ocurren en el endometrio con cada ciclo continúan y se intensifican si se produce la preñez. Se dice que el clínico experimentado puede diagnosticar la preñez más o menos a los 17 días por el "tacto" de la pared uterina. En cambio, pocos días más tarde se reconoce un engrosamiento localizado en el sitio de la implantación y esto es menos dudoso; el engrosamiento suele estar en la superficie ventral del cuerno, hacia su unión con el cuerpo. Todo el cuerno grávico (con mayor frecuencia el derecho) se agranda luego progresivamente, seguido por el agrandamiento del cuerpo y, aunque en menor medida, del cuerno no grávido. A medida que el útero se agranda, desciende dentro del abdomen arrastrando el cuerpo y el cuello fuera de la pelvis (fig. 22-15). Los ligamentos anchos restringen los márgenes mesometriales, de manera que los cuernos se agrandan asimétricamente y se flexionan más sobre sí mismos; los ovarios son traccionados en dirección ventrocraneal. La posición del potrillo se adapta a la forma del útero y hacia la mitad de la gestación se ha situado con su espalda contra la curvatura mayor del cuerno (de modo que es ventral) y ha levantado su cabeza hacia el cuello uterino. Las primeras contracciones uterinas que señalan el comienzo del parto hacen rotar el potrillo de modo que su espalda mira hacia la espalda de la yegua. A causa del agrandamiento general y del considerable tamaño del cuerpo del útero, puede suceder que algún feto ocasional adopte la posición transversa de un cuerno al otro, pero esto es de mal pronóstico para el parto. El agrandamiento del útero desplaza el resto del contenido abdominal hacia adelante y arriba; al final de la preñez el útero domina toda la topografía del abdomen y se extiende hacia adelante debajo de la parrilla costal.

Un rasgo notable de los primeros meses de la preñez es la presencia de un anillo o herradura de copas endometriales que delinean la inserción de la placenta vitelina. Estas "copas", que son características de los Equidae, aparecen primero como unas placas o engrosamientos del endometrio, pero después se convierten en unos cráteres llenos de coágulos de secreción glandular uterina y restos epiteliales. Después del quinto mes desaparecen porque su contenido se esfacela. Las copas producen gonadotrofinas elaboradas por células cuyo origen, contrariamente a lo que se creía, está en la parte opuesta al corion; en realidad se trata de injertos fetales en la pared uterina. Parece ser que la gonadotrofina sérica que se produce en la yegua preñada (PMSG) no llega a la circulación fetal.

El cuello uterino de la yegua preñada es firme y está cerrado por un tapón de moco (fig. 22-12*A*). La pálida pared vaginal también está revestida de un moco que se torna más filante y más denso a medida que progresa la gestación. Los tejidos conectivos del cuello, vagina y vulva se ablandan poco antes del nacimiento, que por lo general se produce rápidamente asistido por las amplias dimensiones de la cavidad pelviana. Es necesario que sea así porque la rotura de las membranas y la pérdida de los líquidos fetales permite la separación de la débil inserción entre el corion y el endometrio, lo cual atenta contra la respiración fetal.

Los cambios puerperales siguen el mismo patrón que en otras especies, pero son rápidos. La involución del útero se completa antes que en la vaca y como no hay daño endometrial que reparar, muchas veces las yeguas servidas durante el "celo de la parición" –hacia las dos semanas de haber parido– a menudo conciben.

Placentación y desarrollo prenatal

En el caballo, a diferencia de otras especies domésticas, una placenta coriovitalina (saco vitelino) provee el principal órgano de intercambio en las primeras cinco o seis semanas de la vida intrauterina. En lo sucesivo, con el establecimiento de la placenta corioalantoica, el saco vitelino desaparece (fig. 22-16[4]). La placenta corioalantoica definitiva es de tipo epiteliocorial y se la suele describir como difusa. La superficie exterior del corion tiene un sinnúmero de vellosidades ramificadas que penetran en criptas de la superficie endometrial para formar una inserción laxa que es reforzada por la presión radial ejercida por los líquidos fetales. Aunque las vellosidades se hallan ampliamente diseminadas, su distribución no es uniforme porque se hallan agrupadas en unidades que a veces se conocen como microcotile-

Cuadro 22-1. *Guía para establecer la edad del feto del caballo.*

Meses	*Longitud nuca-grupa (cm)*	*Rasgos externos*
1	—	El embrión mide 1 a 1,5 cm de largo
2	± 7	Se reconoce la especie y se puede determinar el sexo por los genitales externos
3	± 14	Se distinguen las partes del casco
4	± 25	Hay un poco de pelo alrededor de la boca
5	± 36	Pelos sobre los ojos
6	± 50	Presencia de pestañas
7	± 65	Pelo en la punta de la cola
8	± 80	Ha aparecido pelo a lo largo de la espalda y en los miembros
9	± 95	La mayor parte del cuerpo está cubierta de pelo fino (excepto el vientre)
10	± 110	Pelaje corporal completo
11		A término (por lo general 330 a 345 días)

dones (porque semejan en menor escala la disposición de los cotiledones en los rumiantes). Los pequeños espacios comprendidos entre los microcotiledones miran hacia las aberturas de las glándulas uterinas y se llenan con sus secreciones.

Los capilares de las partes fetal y materna de la placenta llegan directamente debajo de los respectivos epitelios y sólo existe una fina capa de tejido que separa los dos torrentes sanguíneos, pero a pesar de esto no ocurre pasaje de moléculas grandes, incluso anticuerpos, y la transferencia pasiva de inmunidad de la madre al hijo depende de que el potrillo ingiera el calostro.

Un rasgo peculiar es la presencia de los llamados hipomanes en el líquido alantoico (y en menor medida en el amniótico). Los hipomanes son unos cuerpos parduscos blandos que se forman mediante depósito de materia orgánica sobre unos núcleos provistos por partículas sólidas que hay en los líquidos. Aunque carecen de importancia práctica, se les atribuyeron los orígenes más fantásticos y poderes por demás variados, principalmente afrodisíacos y por completo infundados.

Aunque para conseguir información detallada el lector debe recurrir a otras obras, convendría tener en cuenta esta sencilla guía para estimar la edad fetal (cuadro 22-1). Las mediciones nuca-grupa son de escasa utilidad en esta especie porque la gama de tamaños corporales es muy amplia.

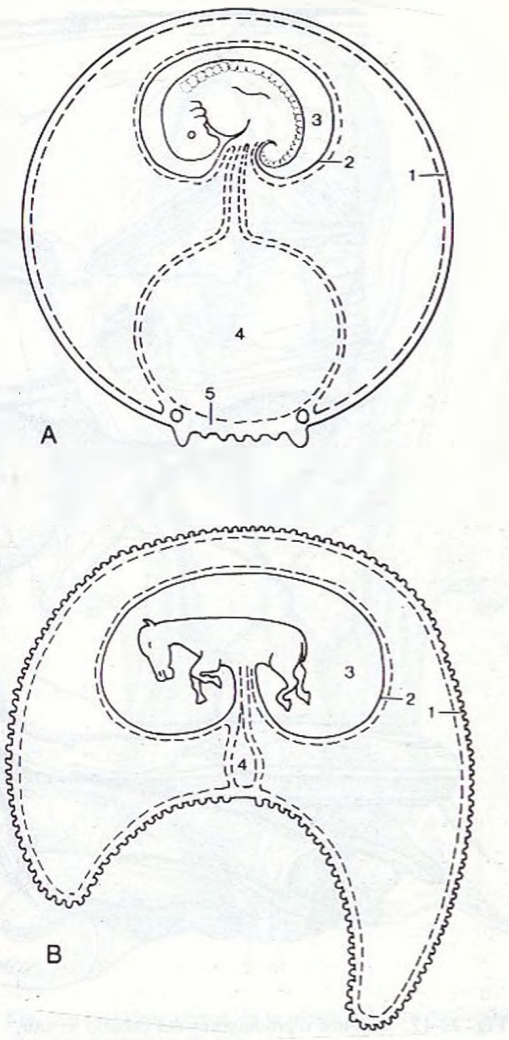


Fig. 22-16. Esquema de la placenta coriovitelina (saco vitelino) (*A*) y la placenta corioalantoica definitiva (*B*).

1, corioalantoides; 2, amnios; 3, cavidad amniótica; 4, saco vitelino; 5, placenta de saco vitelino.

ÓRGANOS REPRODUCTORES MASCULINOS

Escroto y testículos

El escroto está debajo del reborde pubiano, donde se halla oculto a la inspección lateral por el muslo (fig. 22-17). Es a grandes rasgos globuloso, por lo común asimétrico, y se halla dividido por un rafe externo que corre en dirección craneal por el prepucio y en dirección caudal por el periné. La piel escrotal es fina, plegable, con poco pelo y por lo general muy pigmentada; brilla por la secreción sebácea. Las capas más profundas de la pared escrotal presentan la arquitectura usual.

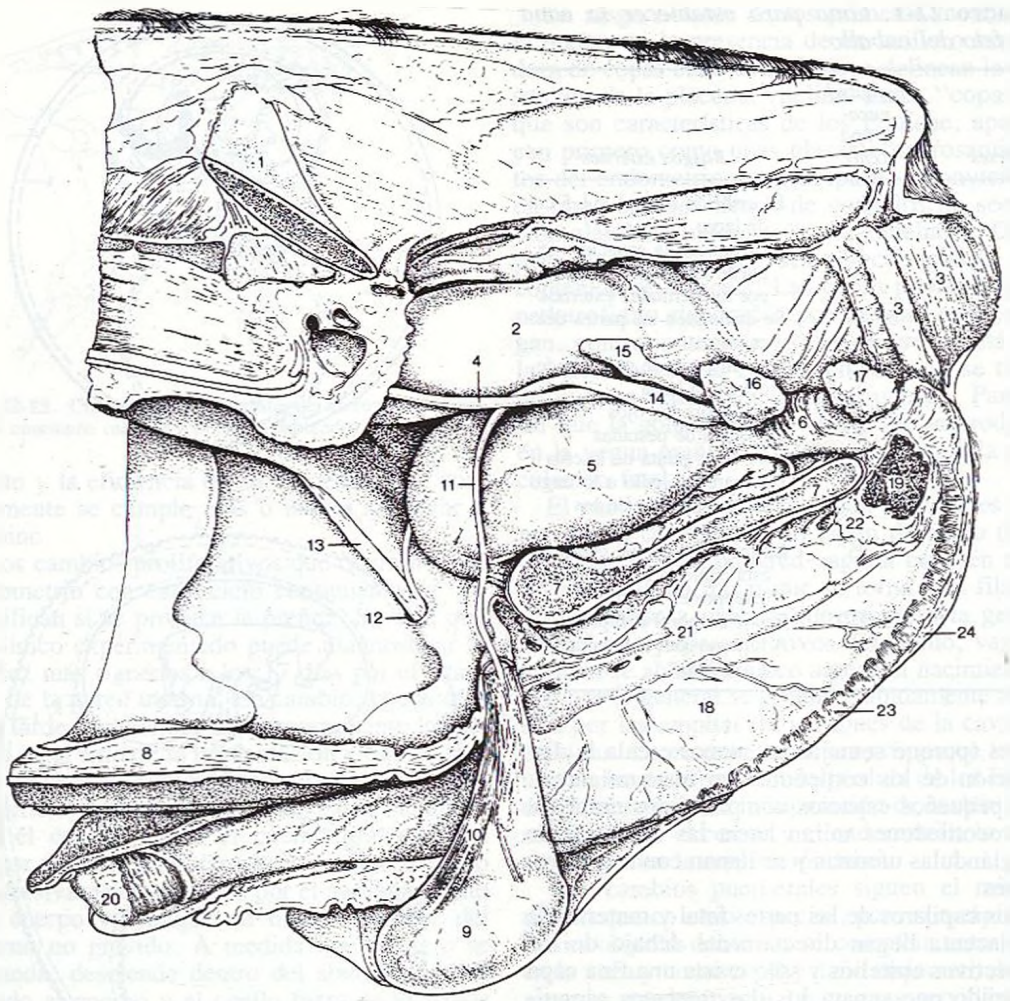


Fig. 22-17. Órganos reproductores del caballo in situ.

1, ala del ilion; 2, recto; 3, esfínter anal externo; 4, uréter; 5, vejiga urinaria; 6, uretra; 7, piso de la pelvis; 8, piso del abdomen; 9, testículo dentro de la túnica vaginal (en una postura inusual pero no aberrante); 10, cremáster; 11, conducto deferente izquierdo; 12, anillo vaginal; 13, arteria y vena testiculares derechas; 14, ampolla del conducto deferente; 15, glándula vesicular; 16, próstata; 17, glándula bulbouretral; 18, pene; 19, pilar izquierdo (seccionado); 20, glande del pene; 21, ligamento suspensor del pene; 22, isquiocavernoso; 23, bulboesponjoso; 24, retractor del pene.

Los testículos son elipsoides imperfectos porque están ligeramente comprimidos de lado a lado (fig. 5-42). Por lo general se hallan dispuestos con sus ejes mayores horizontales, pero se ponen casi verticales al producirse una contracción enérgica de los músculos cremáster que se insertan en la túnica vaginal cerca de los polos craneales. La túnica albugínea es menos gruesa que en los rumiantes y los testículos ceden al comprimirlos con suavidad, pero, aún así, el parénquima rosado grisáceo se halla a cierta presión y sobresale en toda incisión que se haga en la túnica. Los tabiques que penetran en la profundidad desde la cápsula no se unen para formar un mediastino evidenciable a simple vista. El epidídimo está a lo largo del borde dorsal y sobresale un poco más allá de los polos del testículo, donde se inserta con mayor firmeza. Contribuye a formar una bolsa testicular nítida que se abre lateralmente. El ligamento de la cola del epidídimo (fig. 5-42[8]) es muy grueso y hay que seccionarlo en la castración por el método "abierto".

El cordón espermático es ancho y fino en el sitio donde se inserta en el testículo, pero se redondea al seguirlo hacia el anillo inguinal superficial. La parte vascular craneal (fig. 5-42[5]) se distingue bien de la parte caudal, por donde pasa el conducto deferente. Los constituyentes del cordón divergen de la manera usual al entrar en el abdomen (fig. 22-17[12]). El recorrido del conducto deferente lo lleva

luego a través de la cara dorsal de la vejiga, junto al borde medial de la glándula vesicular, ante de penetrar en la próstata para llegar a la uretra. La parte subterminal (unos 20 cm) del conducto está ensanchada para formar una ampolla (fig. 22-17[14]), término inapropiado porque lo que está agrandado es la pared y no la luz. La ampolla es menos evidente en los castrados, en particular cuando esto se ha hecho a temprana edad.

El amplio canal inguinal hace que sea relativamente común la hernia inguinal.

El descenso de los testículos se completa hacia el momento de nacer, a veces antes o a veces después, con aproximadamente dos semanas de diferencia en uno u otro sentido.

Órganos reproductores pelvianos

La corta uretra pelviana (de unos 12 cm) está aplicada directamente sobre la sínfisis pelviana. Aunque suele ser notablemente ancha (unos 6 cm), su luz se halla estrechada en dos sitios, uno a nivel del cuerpo de la próstata y el otro donde la uretra cruza el arco isquiático (fig. 22-18). Los *conductos deferentes* (fig. 22-18[2]) penetran en la pared uretral cerca del origen de la uretra en la vejiga. Cada conducto deferente se combina con el conducto de la glándula vesicular vecina para formar un pasaje común, el conducto eyaculador. Éste sólo mide unos pocos milímetros de largo y desemboca en la uretra al costado del engrosamiento dorsal, el colículo seminal.

Las *glándulas vesiculares* (fig. 22-18[3]) del caballo merecen el nombre alternativo de "vesículas seminales" porque adoptan la forma de una vesículas piriformes de superficie lisa y de unos 12 cm de largo con una gran luz central. Cada una de estas glándulas está contenida en el pliegue genital.

La *próstata* (fig. 22-18[4]) es en gran medida retroperitoneal y enteramente compacta. Consiste en dos lóbulos laterales unidos por un estrecho istmo que cruza la cara dorsal de la uretra cerca del cuello vesical. Cada lóbulo lateral está comprimido contra el borde de la uretra y se prolonga en dirección carneal a lo largo del borde caudolateral de la glándula vesicular adyacente. Como la próstata es firme y lobulillada, es tan fácil distinguirla de ésta mediante el examen rectal como cuando se la expone. Numerosos conductillos de la próstata descargan su secreción en la uretra a través de minúsculas hendiduras que están junto al colículo (fig. 5-47[7]).

El par de *glándulas bulbouretrales* está sobre la cara dorsolateral de la uretra a la salida de la pelvis. Están cubiertas por una fina capa de músculo estriado (bulboglandular) de unos 4 cm de largo y orientadas de modo que sus extremos caudales aguzados convergen (fig. 22-18[6]). Estas glándulas emiten su secreción mediante numerosos poros pequeños que desembocan en la uretra en el sitio donde ésta sale de la pelvis.

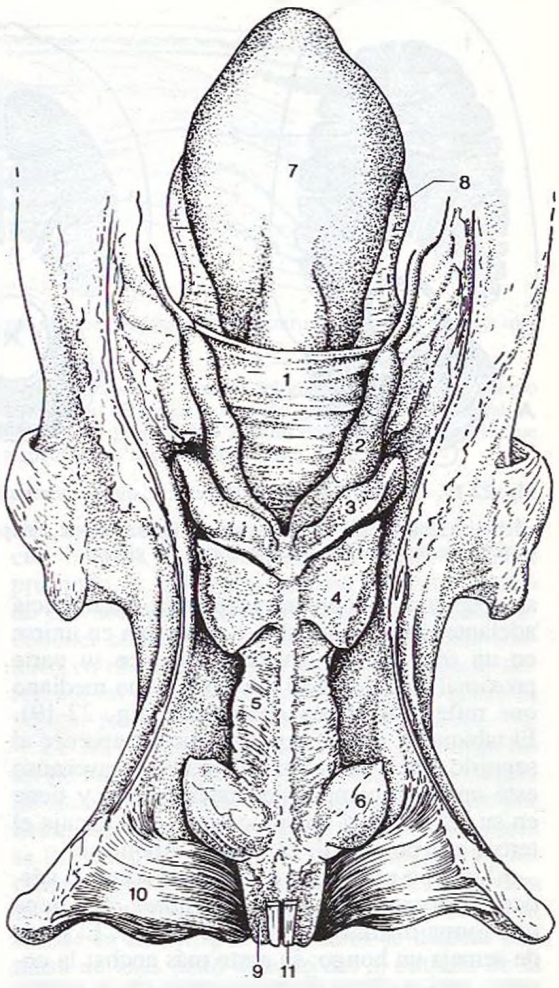


Fig. 22-18. Vista dorsal de la uretra pelviana y glándulas genitales accesorias in situ.

1, pliegue genital; 2, ampolla del conducto deferente; 3, glándula vesicular; 4, próstata; 5, uretral; 6, glándula bulbouretral, 7, vejiga urinaria; 8, ligamento lateral de la vejiga; 9, bulboesponjoso; 10, isquiocavernoso; 11, retractor del pene.

Por supuesto, todas las glándulas genitales accesorias son mucho más pequeñas en los machos castrados.

Pene y prepucio

El pene del caballo consiste en la triada usual de estructuras y es de tipo musculocavernoso. Los dos elementos dorsales –pilares del pene–

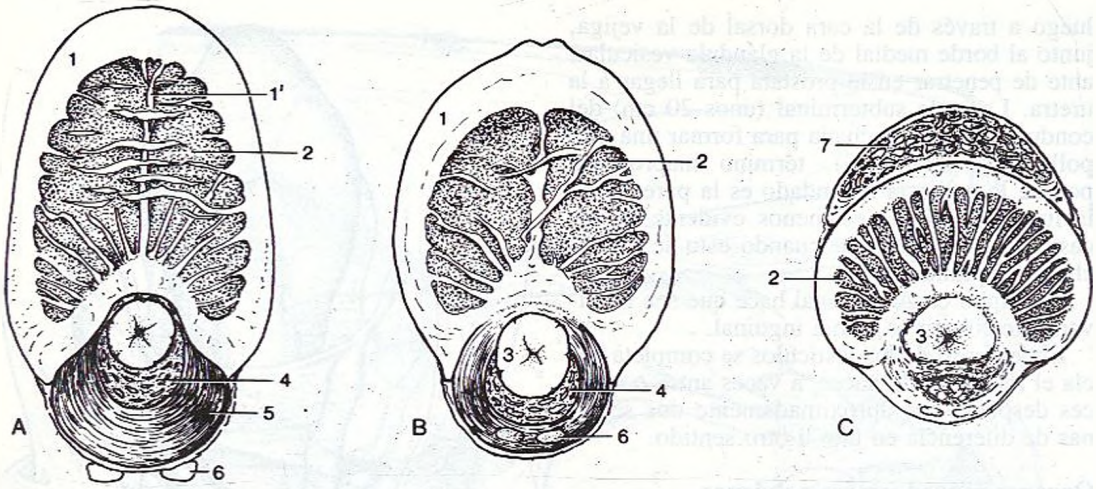


Fig. 22-19. Cortes transversales del pene: *A*, directamente a distal de la raíz, *B*, en la mitad del cuerpo y *C*, en su parte libre.

1, túnica albugínea; 1', tabique peniano incompleto; 2, cuerpo cavernoso; 3, uretra; 4, cuerpo esponjoso; 5, bulboesponjoso; 6, retractor del pene; 7, proceso dorsal del glande.

se originan en la arcada isquiática, viran hacia adelante entre los muslos y no tardan en unirse en un solo cuerpo cavernoso que en su parte proximal está dividido por un tabique mediano que refleja su origen compuesto (fig. 22-19). El tabique se atenúa y por último desaparece al seguirlo hacia la punta. El cuerpo cavernoso está un tanto comprimido lateralmente y tiene en su cara ventral un surco en el cual encaja el tercer cuerpo eréctil, el cuerpo esponjoso.

El cuerpo esponjoso se expande sobre el vértice del órgano para formar el *glande*, que tiene una forma distintiva (fig. 22-20*A*,[1]). El glande semeja un hongo; su parte más ancha, la corona, está a cierta distancia antes de la punta, donde la parte terminal de la uretra sobresale en una fosa central (fig. 22-20[3]). El glande está estrechado formando un cuello detrás de la corona y luego se prolonga en un proceso afinado sobre la cara dorsal del cuerpo; este rasgo no se ve externamente (fig. 22-19[7]).

Una considerable porción del pene en reposo sobresale dentro de la cavidad prepucial. El prepucio del equino (vaina) tiene la particularidad de que forma un pliegue adicional que permite que el pene se alargue mucho durante la erección (fig. 22-20*B*). La entrada (anillo prepucial, fig. 22-20[5']) de este manguito interior está justo dentro del orificio prepucial. El revestimiento del prepucio contiene muchas glándulas y suele ser ensuciado por su secreción, el esmegma. Una masa espesa de este material oscuro suele llenar un pequeño seno (uretral) encima del proceso uretral (fig. 22-20[3']).

El pene del caballo recibe sangre de las arterias obturatriz y pudenda externa, además de la pudenda interna, como es usual.

Por lo general el bulboesponjoso continúa a lo largo de la cara ventral del pene bastante más allá del sitio de la incorporación de la uretra (fig. 22-19[5]). El músculo, que es la continuación directa del uretral, se extiende como un puente sobre el surco ventral del cuerpo cavernoso y al contraerse comprime el cuerpo esponjoso (y la uretra), contribuyendo a la expulsión de orina y semen. Los músculos isquiocavernosos son potentes pero de ninguna manera notables. Los músculos lisos retractores del pene giran en torno del recto antes de pasar a la superficie ventral del pene (fig. 22-20[6]) y continúan hacia adelante, entretejiéndose gradualmente a través de las fibras transversas del bulboesponjoso para hacer su inserción en el glande.

Erección. Como el pene es del tipo musculocavernoso se ingurgita mucho de sangre cuando está en erección. Cuando la erección se completa, proceso éste que insume poco tiempo y se obtiene mediante relajación de las arterias helicinas y la acción de bombeo de los isquiocavernosos, el órgano se agranda mucho a lo largo y a lo ancho. Dentro de los espacios sanguíneos del cuerpo cavernoso se alcanza una presión muy alta, quizá de hasta 3700 mmHg y esto hace que, como en otras especies, a veces se rompa la cápsula fibrosa. El eyaculado es relativamente abundante (unos 65 ml como término medio) y es principalmente el producto de las glándulas vesiculares.

Muchas veces al desmontar después del servicio se produce un notable agrandamiento del glande, que en la corona puede alcanzar brevemente un diámetro de unos 12 cm de antes de que ceda. El retorno del pene fláccido dentro del prepucio está a cargo de los músculos re-

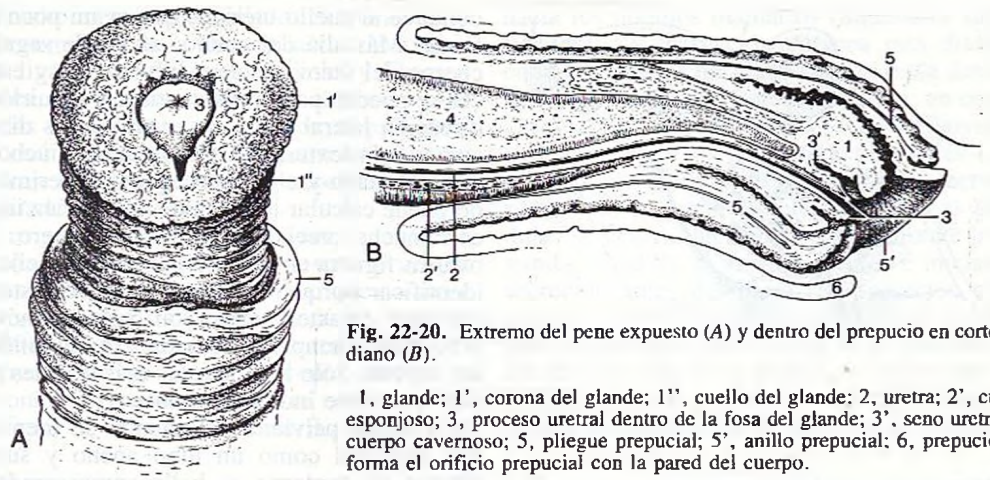


Fig. 22-20. Extremo del pene expuesto (*A*) y dentro del prepucio en corte mediano (*B*).

1, glande; 1', corona del glande; 1'', cuello del glande; 2, uretra; 2', cuerpo esponjoso; 3, proceso uretral dentro de la fosa del glande; 3', seno uretral; 4, cuerpo cavernoso; 5, pliegue prepucial; 5', anillo prepucial; 6, prepucio que forma el orificio prepucial con la pared del cuerpo.

tractores asistidos por el componente muscular liso de las paredes de los espacios cavernosos. En efecto, la postura de reposo del pene depende del tono de este músculo. Si este tono disminuye o se pierde –lo cual es relativamente común en los caballos fatigados o en mal estado general– el pene pende fláccido del prepucio, pero si está expuesto de esta manera es vulnerable a las lesiones. La resistencia del músculo también puede ser vencida por la tracción sostenida cuando hay que exponer el órgano para examinarlo clínicamente o para lavarlo como parte de la rutina higiénica del establo.

ANATOMÍA DE LA EXPLORACIÓN RECTAL

La exploración por vía rectal es una técnica de diagnóstico importante en el caballo. Con mucha facilidad se puede introducir una mano en el recto y colon descendente y luego, desviarla en distintas direcciones para examinar la pared pelviana y del abdomen caudal, el contenido pelviano y una variable cantidad de estructuras abdominales. Algunos órganos siempre se pueden identificar con certeza y otros con menos constancia; los resultados de la investigación no solo dependen de los tamaños relativos del investigador y el paciente, sino también del estado de los órganos; una cosa es palpar un órgano a través de la pared del intestino y otra muy distinta reconocerlo lo suficiente como para identificarlo con seguridad. La mayor parte del esqueleto pelviano se puede identificar con absoluta certeza, aunque a veces una parte del piso que rodea la sínfisis es inaccesible por los órganos que lo cubren. La parte caudal de la pared abdominal también es accesible, aunque es raro que revele datos de interés, aparte del borde caudal del músculo oblicuo interno, que linda con el anillo inguinal profundo, y del anillo vaginal que está dentro de esa abertura. El anillo vaginal se puede reconocer con mayor facilidad en el caballo (entero) en el cual se puede tomar el conducto deferente en el sitio donde está aplicado sobre la vejiga, para seguirlo hasta que desaparece.

De las vísceras, el colon menor es el más fácil de reconocer porque lo identifican la cadena de saculaciones que suelen estar ocupadas por heces un tanto firmes, pero aunque esté vacío se lo puede distinguir por las tenias, una de las cuales sigue la inserción mesentérica y la otra el margen antimesentérico. Aunque el colon menor es móvil, por lo general se detecta una masa de asas justo delante del la entrada de la pelvis y con preferencia a la izquierda. También es accesible una parte considerable del colon ascendente. La flexura pelviana, que es la parte más fácil de identificar, suele estar justo antes e incluso dentro de la cavidad pelviana. La mayoría de las veces se halla justo a la izquierda del plano mediano, pero puede cruzar a la derecha. Las partes adyacentes de las porciones ventral y dorsal izquierdas del colon ascendente se pueden seguir hasta cierta distancia. Se reconocen mejor cuando están llenas de gas porque esto destaca el contraste entre las saculaciones de la amplia parte ventral y la superficie lisa de la parte dorsal estrecha. Aunque los nombres de estas partes son indicativos, no se debe presumir que estén la una sobre la otra, necesariamente. La flexura diafragmática y las porciones derechas del colon suelen estar fuera del alcance incluso para los brazos más largos, aunque a veces puede suceder que las puntas de los dedos toquen apenas y sigan la unión de las porciones ascendente y transversa del colon. La base y la parte dorsal del cuerpo del ciego son accesibles siempre, aunque, a menos que estén

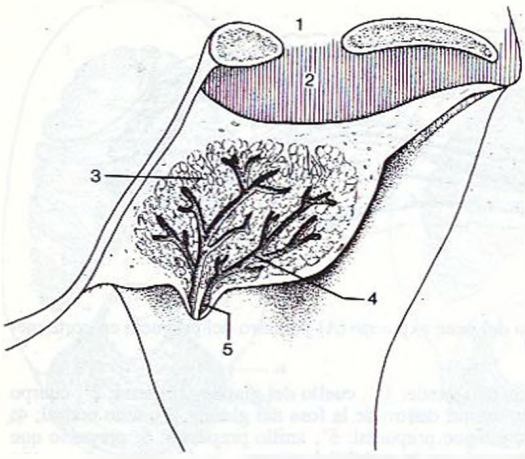


Fig. 22-21. Corte sagital de la ubre.

1, agujero obturador; 2, músculos aductores; 3, tejido glandular; 4, conductos galactóforos; 5, seno del pezón.

insufladas, hay poco que las identifique, aparte de su posición.

Aunque gran parte del intestino delgado es accesible, por lo general no se lo puede identificar con certeza, salvo la parte terminal más firme del íleon, que puede tomarse con los dedos a medida que se aproxima a la cara medial de la base del ciego; la identificación es más fácil si está impactada.

Un caballo pequeño y un brazo largo son los prerrequisitos para llegar a cualquiera de las estructuras de la parte craneal del abdomen. Por lo general se puede sentir el polo caudal del riñón izquierdo y teóricamente se pueden seguir ambos uréteres en el techo del abdomen, pero en la práctica los uréteres sanos no se pueden identificar. También es accesible el borde caudal del bazo, pero no siempre se lo reconoce; en cambio, se puede tener acceso a una porción mayor de este órgano si el estómago se halla distendido, en cuyo caso también se puede identificar el fondo del estómago.

Pueden detectarse ciertos vasos sanguíneos abdominales; en efecto, un recurso de sacrificio de emergencia es la transección de la aorta abdominal por vía rectal. Se puede palpar la arteria mesentérica craneal y quizás algunas de sus ramas principales; la certidumbre de la identificación depende de su estado, porque la reacción a la invasión de larvas de nematodos puede oscurecer todos los detalles si existe un engrosamiento generalizado.

La vejiga urinaria se identifica siempre, cualquiera que sea su grado de llenado y a pesar de que la cubren en parte los órganos de la reproducción. En la yegua la vagina se distingue como un órgano bastante laxo interpuesto entre el recto y la vejiga; si se la sigue hacia adelante, conduce al cuello uterino, que es un poco más firme. Más allá del cuello, se puede seguir el cuerpo del útero hasta su bifurcación y entonces se pueden palpar los cuernos y seguirlos en dirección lateral hacia los ovarios. Las dimensiones y la textura del útero varían mucho según su estado y el clínico equino experimentado puede calcular la fecha de una preñez inicial con mucha precisión palpando el útero. Los ovarios figuran entre los órganos más fáciles de identificar porque su forma y su consistencia son muy características. Son bastante móviles y no están siempre en el sitio exacto donde se los supone. Sólo los folículos más grandes pueden apreciarse individualmente.

La uretra pelviana del caballo se identifica con facilidad como un tubo ancho y suelto, aunque su contorno se halla enmascarado en parte por las glándulas asociadas a ella. Las glándulas bulbouretrales en la salida de la pelvis, las glándulas vesiculares lisas y piriformes, la próstata más nudosa y los agrandamientos fusiformes de las ampollas de los conductos deferentes casi siempre se pueden identificar individualmente. La manipulación puede estimular el músculo uretral, de modo que la uretra se torna más firme y exhibe contracciones rítmicas.

UBRE

Las glándulas mamarias están congregadas en una ubre bastante pequeña situada debajo de la parte caudal del piso del abdomen y la parte craneal de la pelvis, oculta de la inspección casual por el muslo (fig. 22-21). La forma y tamaño de la ubre varían según el estado del momento y los antecedentes de la yegua; es muy pequeña en los animales vírgenes jóvenes. Un surco externo prominente indica que consta de dos mitades, derecha e izquierda; cada mitad tiene la forma de un cono comprimido lateralmente y, si bien tiene un solo pezón, consiste en dos (a veces tres) sistemas canaliculares separados.

La piel de la ubre es fina, muy pigmentada y de poco pelo; posee abundantes glándulas sudoríparas y sebáceas y por lo general es brillante. El pezón es pequeño y cilíndrico, excepto en la yegua en lactación, en que es más grande y más cónico. Dos aberturas perforan su punta y cada una conduce, por medio de un conducto papilar corto, a un pequeño seno lactífero (fig. 22-21[5]) distribuido entre el pezón y la masa glandular y asociado con un juego independiente de conductos lactíferos (fig. 22-21[4]). Los tejidos de las glándulas individuales de cada lado se interdigitan y no se puede demostrar su independencia al disecarlos. Aunque

está mucho menos desarrollado, el aparato suspensor semeja el de la ubre de la vaca y combina los ligamentos elásticos mediales y fibrosos laterales, que juntos encapsulan la ubre y proveen las laminillas que sostienen el parénquima. Los ligamentos mediales proveen un plano de clivaje entre las superficies adosadas de ambas mitades de la ubre.

La irrigación sanguínea proviene de la arteria pudenda externa y el retorno venoso principal está a cargo de la vena respectiva, que no sigue su curso usual a través del conducto inguinal (p. 529). Lo mismo que en la vaca, durante la primera preñez se desarrolla como alternativa una conexión venosa subcutánea con una vena superficial de la pared torácica. La linfa drena hacia los nódulos mamarios (inguinales superficiales). La inervación cutánea está dividida entre los nervios del flanco y una rama descendente (mamaria) del nervio pudendo; en consecuencia, los nervios espinales contribuyentes corresponden a los segmentos medulares L2-4 y S2-4. La sustancia de la glándula es inervada por el nervio genitofemoral (L3-4). Las glándulas se desarrollan rápidamente durante la segunda mitad de la primera preñez e inician su secreción antes del parto. La secreción sebácea, los detritos epiteliales y quizás el calostro que escapan por los orificios de los pezones en los últimos días de la preñez, se secan para cubrir la punta del pezón con una capa cérea que es una indicación útil de parición inminente.

BIBLIOGRAFÍA

Amann, R. P.: A review of anatomy and physiology of the stallion. J. Equine Vet. Sci. 1:83–106, 1981.

Amoroso, E. C., J. L. Hancock, and J. E. Rowlands: Ovarian activity in the pregnant mare. Nature 161:355–356, 1948.

Back, D. G., B. W. Pickett, J. L. Voss, and G. E. Seidel: Observations on the sexual behavior of non-lactating mares. JAVMA 165:717–720, 1974.

Beckett, S. D., R. S. Hudson, D. F. Walker, T. M. Reynolds, and R. I. Vachon: Blood pressure and penile muscle activity in the stallion during coitus. Am. J. Physiol. 225:1072–1075, 1973.

Brambell, F. W. R.: Pre-natal transference of antibodies. Vet. Rec. 70: 1060–1063, 1958.

Byars, T. D., L. W. George, and D. S. Beisel: A laboratory technique for teaching rectal palpation in the horse. J. Vet. Med. Ed. 7:80–82, 1980.

Caslick, E. A.: The vulva and vulvo-vaginal orifice and its relation to genital health of the Thoroughbred mare. Cornell Vet. 27:178–187, 1937.

Clayton Jones, D. G., and G. B. Edwards: Eversion of the bladder in the mare. Vet. Rec. 92:515, 1973.

Colbern, G. T., W. A. Aanes, and T. S. Stashak: Surgical management of perineal lacerations and rectovestibular fistulae in the mare: A retrospective study of 47 cases. JAVMA 186:265–269, 1985.

Ginther, O. J., M. C. Garcia, E. L. Squireys, and W. P. Steffenhagen: Anatomy of vasculature of uterus and ovaries in the mare. Am. J. Vet. Res. 33:1561–1568, 1972.

Ginther, O. J.: Reproductive Biology of the Mare: Basic and Applied Aspects. Cross Plains, Wisconsin, 1979. [Published by the author.]

Greatorex, J. C.: Rectal exploration as an aid to the diagnosis of some medical conditions in the horse. Equine Vet. J. 1:26–30, 1968.

Greenhoff, G. R., and R. M. Kenney: Evaluation of reproductive status of non-pregnant mares. JAVMA 167:449–458, 1975.

Habel, R. E.: The perineum of the mare. Cornell Vet. 43:247–278, 1953.

Heath, E. H., and V. S. Myers: Topographic anatomy for caudal anesthesia in the horse. Vet. Med. [SAC] 62:1237–1239, 1972.

Heinze, C. D.: Methods of equine castration. JAVMA 148:428–432, 1966.

Heinze, C. D., and R. E. Lewis: Radiographic examination of the equine pelvis: case reports. JAVMA 159:1328–1334, 1971.

Hughes, J. P., G. H. Stabenfeldt, and J. W. Warren: Estrous cycle and ovulation in the mare. JAVMA 161:1367–1374, 1972.

Kopf, N.: Rectal findings in horses with intestinal obstruction Proceedings of Equine Colic Research Symposium College of Veterinary Medicine, Athens, University of Georgia, September, 1982, pp. 236–260.

Lieux, P.: Relationship between the appearance of the cervix and the heat cycle in the mare. Vet. Med. [SAC] 65:879–886, 1970.

Lowe, J. E., and R. Dougherty: Castration of horses and ponies by a primary closure method. JAVMA 160:183–185, 1972.

Magda, I. I.: Local anesthesia in operations on the male perineum in horses. (Abstract by R. E. Habel.) JAVMA 113:559, 1948.

Morrow, D. A.: Current Therapy in Theriogenology 2. Diagnosis, Treatment and Prevention of Reproductive Diseases in Animals. Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1986.

Morsman, H. W., and K. L. Duke: Comparative Morphology of the Mammalian Ovary. Madison, University of Wisconsin Press, 1973.

Niekirk, C. H. van: The early diagnosis of pregnancy, the development of the foetal membrances and nidation in the mare. J. S. Afr. Vet. Med. Assoc. 36:483–488, 1965.

Niekirk, C. H. van, and W. R. Allen: Early embryonic development in the horse. J. Reprod. Fertil. (Suppl.) 23:495–498, 1975.

Pearson, H., and B. M. O. Weaver: Priapism after sedation, neuroleptanalgesia and anesthesia in the horse. Equine Vet. J. 10:85–90, 1978.

Powell, D. G., J. S. E. David, and C. J. Frank: Contagious equine metritis: The present situation reviewed and a revised code of practice for its control. Vet. Rec. 103:399–402, 1978.

Scott, E. A., and D. J. Kunze: Ovariectomy in the mare: presurgical, surgical and postsurgical considerations. J. Equine Med. Surg. 1:5–12, 1977.

Sharp, D. C., M. C. Garcia, and O. J. Ginther: Luteinizing hormone during sexual maturation in pony mares. Am. J. Vet. Res. 40:584–586, 1979.

23

Miembro torácico del caballo

OBSERVACIONES INTRODUCTORIAS

En la actualidad a los caballos se los cría principalmente con fines deportivos y de entretenimiento, actividades éstas que a menudo imponen grandes demandas a su velocidad y resistencia y exponen sus miembros a esfuerzos incesantes y riesgos reiterados de lesiones. Basta una incapacidad menor para que un caballo sea inepto para realizar este trabajo y la importancia de la salud de los miembros se enuncia terminantemente con el viejo adagio que dice "si no hay pie no hay caballo". Como la cojera motiva gran parte del trabajo de los especialistas en equinos, es lógico que deban poseer un conocimiento más detallado de la anatomía de los miembros que los que se ocupan de otras especies.

Los miembros del caballo despliegan adaptaciones extremas para la carrera veloz con una pérdida concomitante de la versatilidad. Si bien los miembros torácico y pelviano hallan su uso principal y casi exclusivo en el sostén del cuerpo estando en reposo y en la propulsión hacia adelante cuando están en movimiento, manifiestan una considerable división del trabajo. En reposo los miembros torácicos soportan la mayor parte del peso corporal (55 a 60%) y también son los principales amortiguadores que se requieren en las marchas rápidas en particular al volver al suelo en el salto. Los miembros pelvianos intervienen menos en estas actividades y aportan el principal impulso propulsivo. Sin embargo, esta distribución de las funciones no es invariable; en particular, la parte de la carga sostenida por cada miembro puede alterarse modificando la postura para desviar el centro de gravedad. La maniobra más obvia es levantar la cabeza y acortar así el brazo de palanca del cuello, desplazando el centro en dirección caudal; el movimiento recíproco lleva el centro de gravedad en dirección craneal. Estas alteraciones del porte de la cabeza pueden ser pronunciadas en el animal rengo, que levanta la cabeza cuando apoya en el suelo un miembro torácico dolorido y la baja cuando el miembro sano soporta el peso. Como el movimiento que más llama la atención al observador es este último, se dice que el caballo con renquera delantera "asienta sobre el pie sano". En el estado doloroso de un miembro pelviano el animal baja la cabeza al apoyar el miembro afectado.

Un miembro torácico con buena conformación es recto visto de frente. La línea tendida desde la punta del hombro divide en dos el miembro y pasa por el centro del casco; el dedo sigue a la caña (metacarpo) en una línea recta sin desviarse hacia adentro ni hacia afuera (fig. 23-1). Gran parte del miembro también debe ser recta vista de costado; la línea tendida desde la tuberosidad de la espina escapular debe dividir en dos el miembro hasta el nudo y pasar después justo detrás del casco, cuya inclinación debe ser paralela a la del dedo. Las desviaciones respecto de la conformación normal pueden originar movimientos anómalos con interferencia entre los pies, desgaste desparejo y anormal del casco y aparición de cojera.

Las desviaciones más comunes que se ven de frente se categorizan como "base ancha" o abierto de adelante, en la que los miembros se separan hacia lateral, y "base angosta" o cerrados de adelante en la que los miembros se desvían hacia medial. Las desviaciones vistas de costado comprenden "remetido de adelante", en la que los miembros se encuentran desviados hacia caudal y "plantado de adelante", en la cual se hallan desviadas hacia craneal. También se reconocen las desviaciones craneal, caudal, medial y lateral del carpo, las dos últimas son "zambo" o "cerrado de rodillas" y "patizambo" o "hueco de rodillas".

MÚSCULOS DE LA CINTURA ESCAPULAR

Los músculos que unen el miembro con el tronco son los mismos que en otras especies, pero con ciertas diferencias en los detalles. El *trapecio* se origina en la línea media dorsal, casi desde la nuca hasta la cruz. Sus porciones cervical y torácica se insertan en la espina de la escápula y cuando actúan simultáneamente elevan este hueso contra el tronco. La parte cervical sola desplaza la escápula hacia adelante, avanzando el miembro, en tanto que la parte torácica la desplaza en dirección contraria. Ambas partes pueden delinearse visiblemente a través de la piel cuando están contraídas. Es inervado por el nervio accesorio.

El *braquiocefálico* (fig. 23-2[4]) se origina en la región mastoidea del cráneo y se inserta en una cresta del húmero que corre distalmente desde la tuberosidad deltoidea. En el cuello se le une íntimamente el *omotransversario* (fig. 23-2[6]), que nace en las apófisis transversas de las vértebras cervicales más craneales y termina en la intersección clavicular que divide el braquiocefálico en las porciones cervical y braquial. El borde dorsal del omotransversario está conectado con el trapecio por la fascia superficial. El borde ventral del braquiocefálico se delinea con claridad, al menos en su mitad craneal, porque forma el borde superior del surco yugular.

El ancho de este músculo es máximo sobre la articulación del hombro, donde cubre el origen del bíceps y las inserciones del supraespinoso e infraespinoso. La acción bilateral flexiona el cuello ventralmente cuando éste se halla en libertad para moverse. En las mismas circunstancias la acción unilateral flexiona el cuello hacia el lado activo; cuando el cuello está fijo y el miembro está libre la acción unilateral hace avanzar este último. La inervación es compartida por los nervios accesorio, cervical y axilar.

El *dorsal ancho* (fig. 23-2[13]) se origina en el ligamento supraespinoso y en la fascia toracolumbar y converge para insertarse en la tuberosidad redonda (tuberositas teres major) del húmero. El margen craneal cubre el ángulo caudal de la escápula y la sujeta contra el tronco. Este músculo suele describirse como un retractor del miembro y, por ende, antagonista del braquiocefálico, cuando en realidad su función más importante, en especial en los animales de tiro, sería traccionar el tronco hacia adelante sobre el miembro avanzado. Es inervado por el nervio toracodorsal.

La capa superficial de los músculos de la cintura escapular se completa con los dos músculos pectorales superficiales. El *pectoral descendente* es craneal, se origina en el manubrio y divide su inserción entre el húmero y la fascia del brazo (fig. 23-3[4]). Se halla bien desarrollado y se delinea con nitidez en el animal vivo; un surco mediano lo separa de su homólogo contralateral; el surco lateral que señala su límite con el braquiocefálico está ocupado por la vena cefálica. La prominencia y la accesibilidad de este músculo se prestan para hacer inyecciones intramusculares en él. Es un aductor primario.

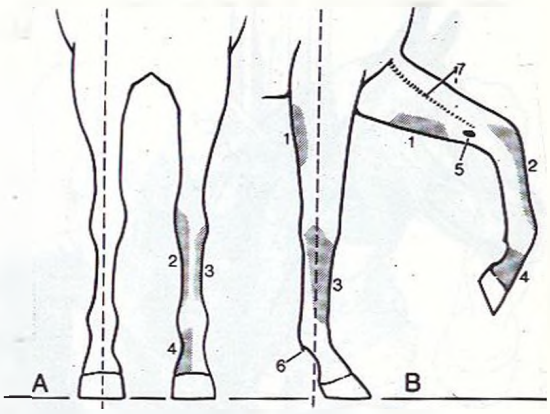


Fig. 23-1. Conformación deseable y zonas autónomas de la inervación cutánea del miembro torácico. *A*, Vista craneal; la línea vertical (entrecortada) tendida desde la punta del hombro divide el miembro en dos partes. *B*, vista lateral derecha; la vertical tendida desde la tuberosidad de la espina escapular divide en dos el miembro hasta el nudo. Las zonas autónomas representan áreas de piel inervadas con exclusividad por los nervios que se enumeran a continuación.

1, nervio cutáneo antebraquial caudal (ulnar); 2, nervio cutáneo antebraquial medial (musculocutáneo); 3, nervio ulnar; 4, nervio mediano; 5, castaña; 6, espolón; 7, vena cefálica. (Blyth y Kitchell, 1982.)

El *pectoral transverso* (fig. 23-3[5]) es caudal, se origina en las esternebras craneales y se inserta en la fascia que cubre la cara medial de la parte superior del antebrazo. El curso transverso de sus fibras pone en evidencia que es un aductor puro, término éste que comprende la desviación lateral del tronco hacia un miembro que antes estaba abducido. Los dos músculos pectorales superficiales son inervados por ramas pectorales del plexo braquial.

Aunque el *romboides* está en la profundidad del trapecio, al contraerse puede formar un rasgo visible en la superficie. Su origen en los ligamentos nucal y supraespinoso se extiende entre la segunda vértebra cervical y la séptima torácica. Todo el músculo se inserta en la cara profunda y el borde dorsal del cartílago escapular (fig. 23-4[4]). Aunque sirve para elevar la escápula, el curso de los fascículos torácicos le permite rotar el hueso de modo que su ángulo ventral se desplace hacia caudal. La inervación

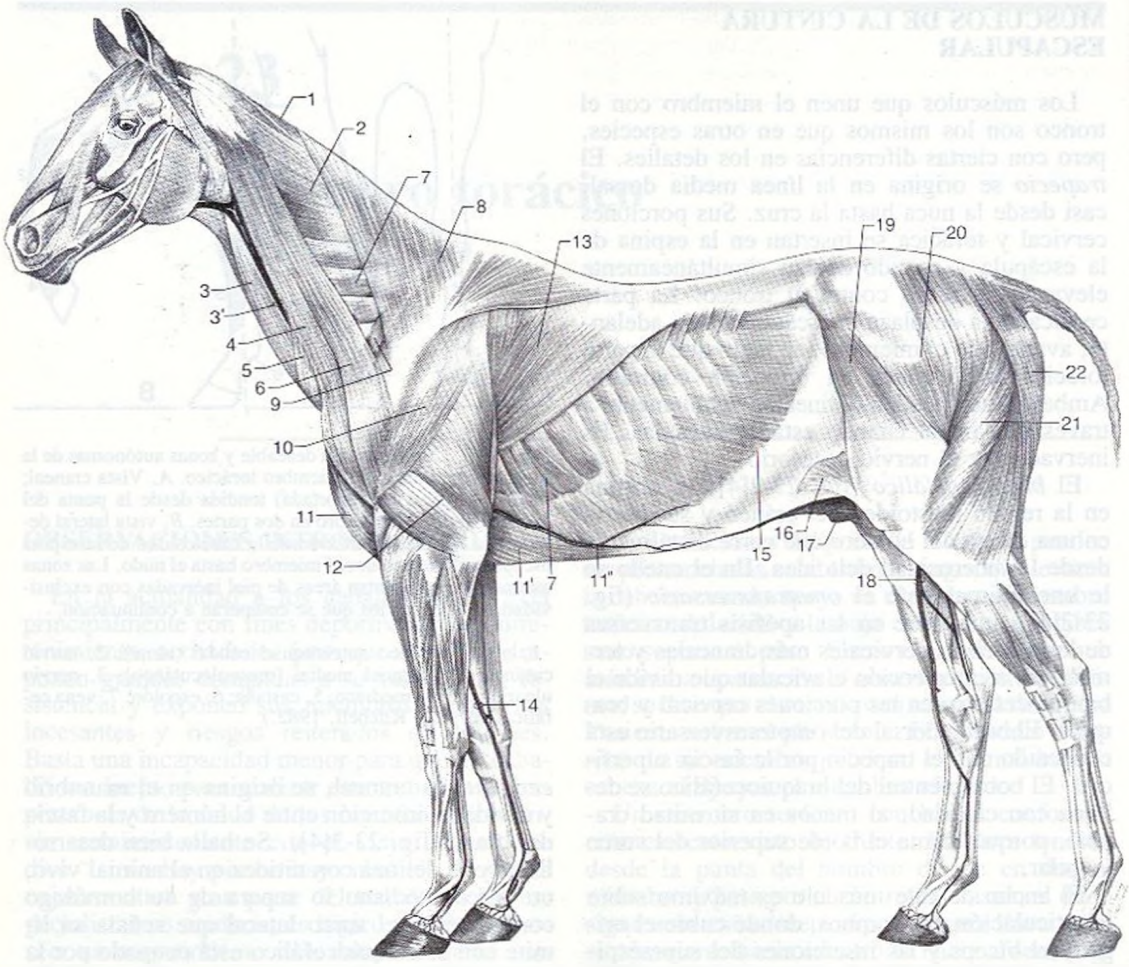


Fig. 23-2. Músculos y venas superficiales. Se han eliminado los músculos cutáneos, excepto el cutáneo del cuello.

1, romboides; 2, esplenio; 3, esternocefálico; 3', vena yugular; 4, braquiocefálico; 5, cutáneo del cuello; 6, omotransversario; 7, serrato ventral; 8, trapecio; 9, subclavio; 10, deltoides; 11, pectoral descendente; 11', pectoral ascendente; 11'', vena torácica superficial; 12, tríceps; 13, dorsal ancho; 14, vena cefálica; 15, oblicuo externo del abdomen; 16, muñón del cutáneo del tronco que forma el pliegue del flanco; 17, prepucio; 18, vena safena interna; 19, tensor de la fascia lata; 20, glúteo superficial; 21, bíceps crural; 22, semitendinoso. (Modificado de Ellenberger, Dittrich y Baum, 1956.)

está a cargo de ramas dorsales de los nervios cervicales caudales.

El *serrato ventral* (fig. 23-4[1]) es muy fuerte, activamente por su extensión y tamaño y pasivamente porque está cubierto y entremezclado con recias láminas de tejido conectivo. Su origen se propaga desde la cuarta vértebra cervical hasta la décima costilla. La inserción está confinada al cartílago escapular y a dos áreas triangulares en la parte adyacente de la cara medial de la escápula. La función predominante del serrato es sostener el tronco, pero las partes cervical y torácica cumplen cada una, una función adicional y antagonista en la rotación de la escápula. La parte cervical, en efecto, rota el hueso de modo que su ángulo ventral se desplaza hacia caudal y retrae así el miembro; la contracción de la parte torácica avanza este ángulo y, por ende, el miembro. Es inervado por el nervio torácico largo.

El *pectoral profundo* (pectoral ascendente) tiene un origen generalizado en la parte caudal del esternón y área adyacente del piso abdominal (fig. 23-4[3]). Los fascículos convergen y el músculo se engruesa a medida que corre en dirección craneolateral hasta una inserción restringida en los tubérculos mayor y menor del húmero. Las alturas relativas de los orígenes y de la inserción sugieren que este músculo contribuiría con el serrato en el sostén del peso del tronco. Las consecuencias catastróficas de la rotura del serrato sugieren que en este sentido el pectoral profundo tiene una eficacia limitada. Es probable que sus usos principales sean

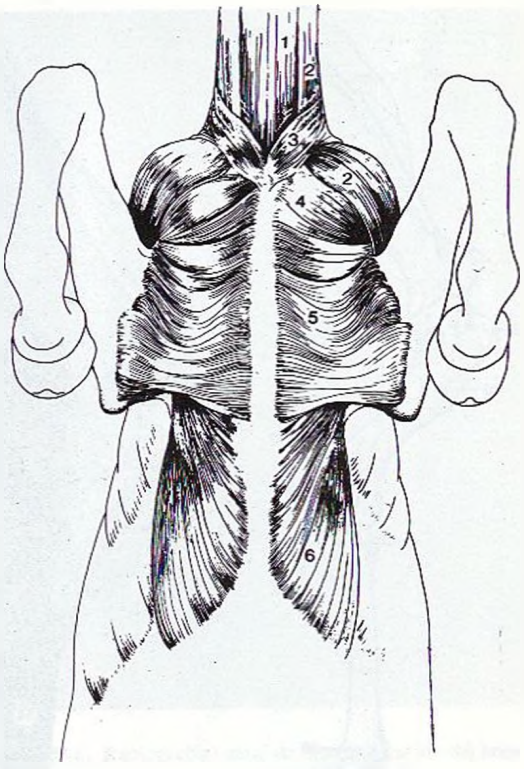


Fig. 23-3. Músculos de la superficie ventral del tórax.

1, esternocefálico; 2, braquiocefálico; 3, cutáneo del cuello; 4, pectoral descendente; 5, pectoral transverso; 6, pectoral ascendente. (Modificado de Ellenberger, Dittrich y Baum, 1956.)

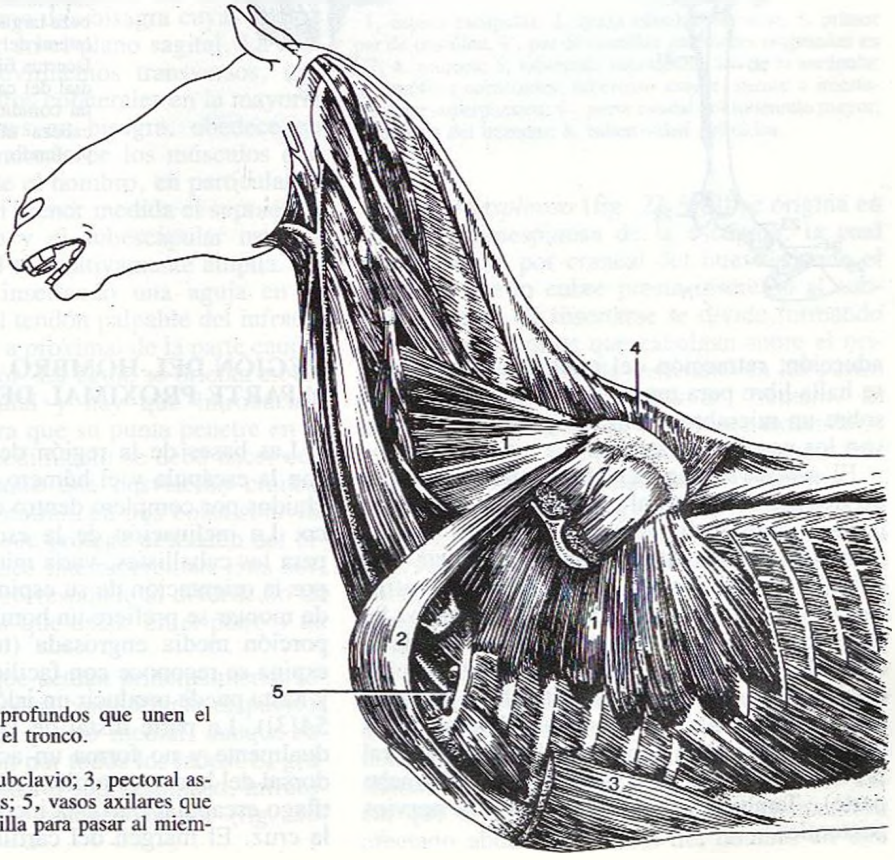


Fig. 23-4. Músculos profundos que unen el miembro torácico con el tronco.

1, serrato ventral; 2, subclavio; 3, pectoral ascendente; 4, romboides; 5, vasos axilares que rodean la primera costilla para pasar al miembro.

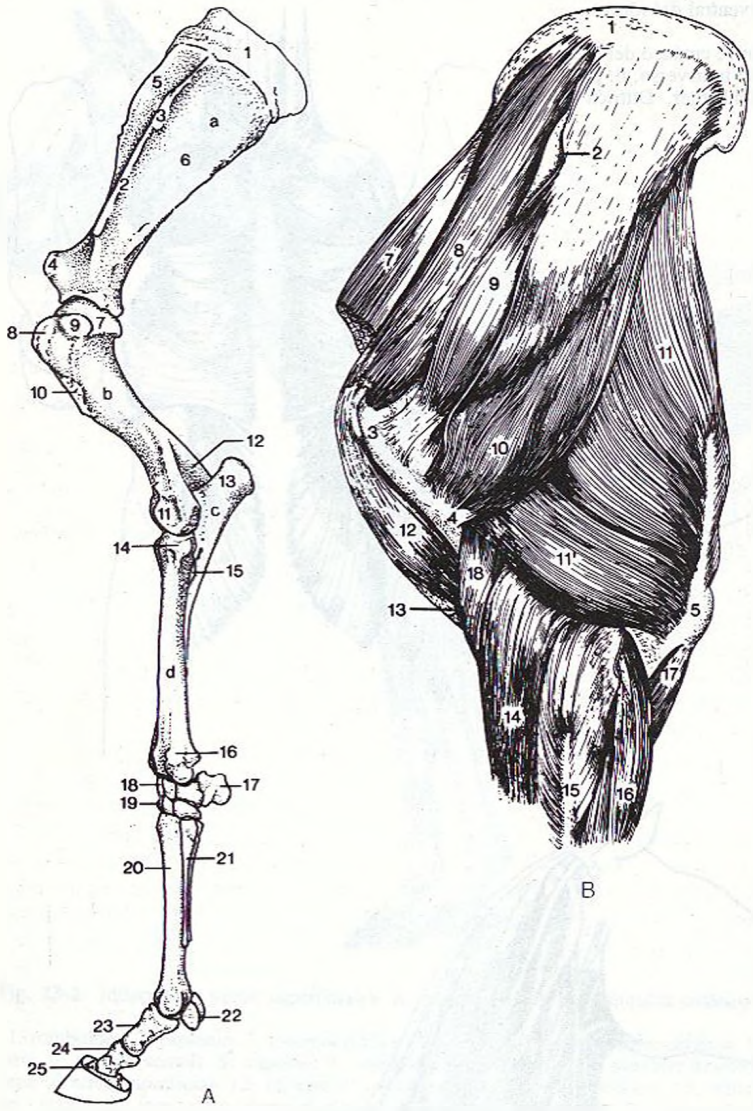


Fig. 23-5A. Esqueleto del miembro torácico izquierdo, vista lateral. a, escápula; b, húmero; c, ulna; d, radio.

1, cartílago escapular; 2, espina escapular; 3, tuberosidad de la espina escapular; 4, tubérculo supraglenoideo; 5, 6, fosas supraespinosa e infraespinosa; 7, cabeza del húmero; 8,9, partes craneal y caudal del tubérculo mayor; 10, tuberosidad deltoidea; 11, cóndilo; 12, fosa olecraneana; 13, olécranon; 14, tubérculo para el ligamento colateral lateral; 15, espacio interóseo; 16, apófisis estiloides lateral; 17, carpiano accesorio; 18, 19, filas proximal y distal de huesos carpianos; 20, gran hueso metacarpiano (caña); 21, pequeño hueso metacarpiano (rudimentario); 22, huesos sesamoideos proximales; 23, falange proximal; 24, falange media; 25, falange distal.

Fig. 23-5B. Músculos asociados con las articulaciones del hombro y del codo, vista lateral.

1, cartílago escapular; 2, espina escapular; 3, tubérculo mayor del húmero; 4, tuberosidad deltoidea del húmero; 5, olécranon; 7, subclavio; 8, supraespinoso; 9, infaespinoso; 10, deltoides; 11, cabeza larga del tríceps; 11', cabeza lateral del tríceps; 12, bíceps; 13, lacertus fibrosus; 14, extensor radial del carpo; 15, extensor digital común; 16, ulnar lateral; 17, cabeza ulnar del flexor digital profundo; 18, braquial.

aducción, retracción del miembro cuando éste se halla libre para moverse y avance del tronco sobre un miembro avanzado y fijado. Lo inervan los nervios pectorales.

El *subclavio* (fig. 23-4[2]), que se encuentra delante del pectoral profundo, se origina en la parte craneal del esternón. Después vira en dirección dorsal para seguir la superficie craneal del supraespinoso, sobre el cual se afina hasta una extensa inserción en el epimisio. Su presencia a lo largo del borde delantero de la escápula contribuye a suavizar la transición desde el cuello, que es estrecho, hasta el mayor ancho entre los hombros. Las acciones del subclavio complementan las del pectoral profundo (del cual se consideraba que formaba parte). También es inervado por los nervios pectorales.

REGIÓN DEL HOMBRO Y PARTE PROXIMAL DEL BRAZO

Las bases de la región del hombro y brazo son la escápula y el húmero, que se hallan incluidos por completo dentro de la piel del tronco. La inclinación de la *escápula*, de interés para los caballistas, varía mucho y se reconoce por la orientación de su espina. En los caballos de montar se prefiere un hombro más caído. La porción media engrosada (tuberosidad) de la espina se reconoce con facilidad a la palpación y hasta puede producir un jalón visible (fig. 23-5*A*[3]). La parte distal de la espina cede gradualmente y no forma un acromion. El borde dorsal del hueso es prolongado por un gran cartílago escapular que está incorporado dentro de la cruz. El margen del cartílago y los ángulos

craneal y caudal del hueso se palpan en la mayoría de los sujetos. Muchas veces el ángulo caudal es muy prominente, a pesar de que está cubierto por el dorsal ancho (fig. 23-5*B*).

El *húmero* forma un ángulo recto con la escápula y desciende de manera menos pronunciada que en las especies más pequeñas. Su relieve superficial es nítido y muchos rasgos se pueden identificar a través de la piel y la musculatura. Los tubérculos mayor y menor del extremo proximal están bien desarrollados y son más iguales entre sí que la mayoría de las especies. Cada uno se halla dividido en una porción craneal y otra caudal. En su parte craneal están separados por un surco intertubercular interrumpido por un tubérculo intermedio; en consecuencia, existen cinco apófisis que, en conjunto, rodean la cabeza por todas partes, menos en su cara caudal. Aunque ambas partes del tubérculo mayor se palpan con facilidad, la división craneal provee el rasgo superficial que se conoce como "punta del hombro" (fig. 23-5[3]). Distalmente a esto la tuberosidad deltoidea ofrece otro jalón fácil de encontrar (fig. 23-5[4]).

La *articulación del hombro* posee los atributos de una articulación esferoidal y teóricamente es capaz de una considerable versatilidad de movimiento (fig. 23-6), pero en la práctica suele funcionar como una bisagra cuyas excursiones tienen lugar en el plano sagital. La restricción de los movimientos transversos, impuesta por ligamentos colaterales en la mayoría de las articulaciones en bisagra, obedece en este caso a los tendones de los músculos que rodean íntimamente el hombro, en particular el infraespinoso (y en menor medida el supraespinoso) lateralmente y el subescapular medialmente. La cavidad es relativamente amplia. Se la puede punzar insertando una aguja en el margen craneal del tendón palpable del infraespinoso, unos 2 cm a proximal de la parte caudal del tubérculo mayor. La aguja se orienta en dirección ventromedial y hay que introducirla unos 4 o 5 cm para que su punta penetre en la cápsula. Este procedimiento se debe hacer con cierta cautela porque una desviación craneal haría que la aguja entrara en una bolsa sinovial totalmente aparte que protege el tendón del bíceps dentro del surco intertubercular. Esta bolsa intertubercular corresponde al divertículo de la cápsula articular que existe en el perro y en otras especies.

Los músculos que actúan principalmente sobre el hombro pueden considerarse dispuestos en un grupo lateral y otro medial, aunque rodean la articulación por todos los lados. El grupo lateral comprende el supraespinoso, infraespinoso, deltoides y redondo menor (fig. 23-5*B*).

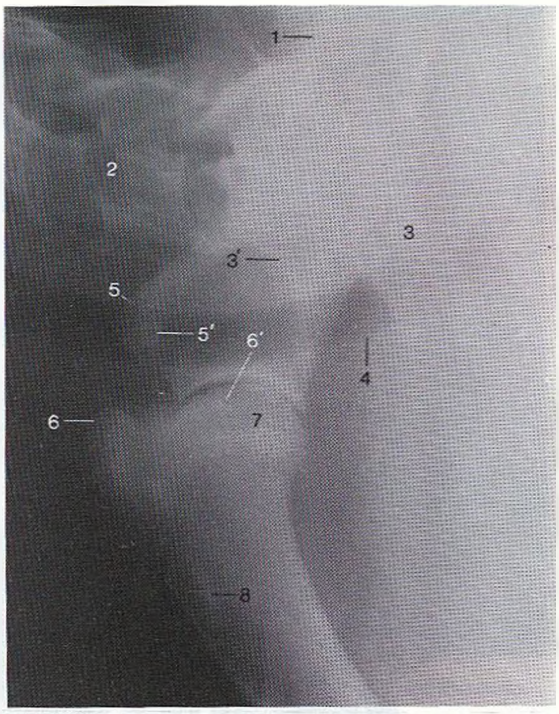


Fig. 23-6. Radiografía lateral de una articulación del hombro.

1, espina escapular; 2, sexta vértebra cervical; 3, primer par de costillas; 3', par de costillas aberrantes originadas en C7; 4, tráquea; 5, tubérculo supraglenoideo de la escápula; 5', apófisis coracoides; tubérculo mayor, menor e intertubercular superpuestos; 6', parte caudal del tubérculo mayor; 7, cabeza del húmero; 8, tuberosidad deltoidea.

El *supraespinoso* (fig. 23-5[8]) se origina en la fosa supraespinosa de la escápula, la cual ocupa; abulta por craneal del hueso, donde el epimisio que lo cubre presta inserción al subclavio. Antes de insertarse se divide formando dos tendones cortos que cabalgan sobre el origen del bíceps antes de insertarse en las partes craneales de los tubérculos del húmero. El músculo está situado de modo que extiende la articulación del hombro, pero su función más importante sería estabilizar la articulación.

El *infraespinoso* (fig. 23-5[9]) guarda una relación similar con la fosa infraespinosa. Su inserción cruza la cara lateral de la articulación del hombro antes de separarse en los tendones profundo y superficial. El corto tendón profundo se inserta en el borde de la parte caudal del tubérculo mayor. El tendón superficial cruza ese relieve para insertarse en un nivel más distal y está protegido por una bolsa sinovial donde se halla aplicado contra el hueso. La inflamación de la bolsa puede ser dolorosa y hacer que el animal esté de pie con el miembro afectado abducido a nivel del hombro en una

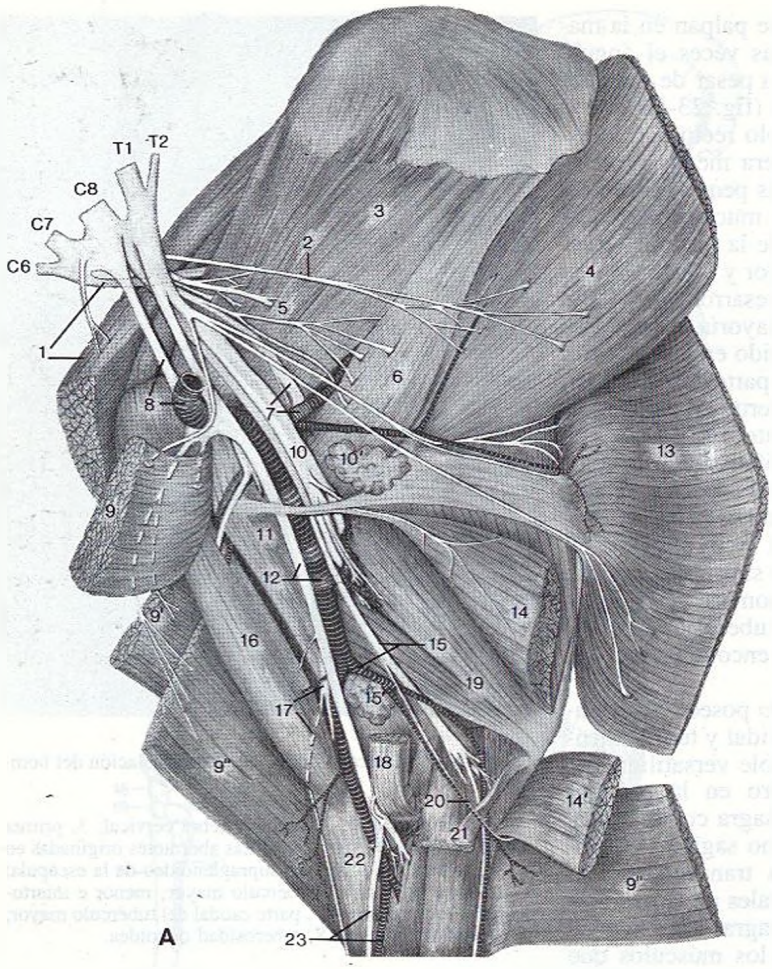


Fig. 23-7A. Nervios y arterias de la superficie medial del hombro y brazo derechos.

1, nervio supraescapular y m. subclavio; 2, nervio toracodorsal; 3, subescapular; 4, dorsal ancho; 5, nervio subescapular; 6, redondo mayor; 7, nervio axilar y arteria subescapular; 8, nervio musculocutáneo y arteria axilar; 9, 9', 9'', pectorales ascendente, descendente y transverso; 10, nervio radial; 10', nódulos linfáticos axilares; 11, coracobraquial; 12, nervio mediano y arteria braquial; 13, cutáneo del tronco; 14, 14', muñones del tensor de la fascia antebraquial; 15, nervio ulnar y arteria ulnar colateral; 15', nódulos linfáticos cubitales; 16, bíceps; 17, nervios musculocutáneo y cutáneo medial del antebrazo; 18, flexor radial del carpo; 19, tríceps; 20, nervio cutáneo antebraquial caudal; 21, flexor ulnar del carpo; 22, lacertus fibrosus; 23, nervio y arteria medianos. (Modificado de Hopkins, 1937.)

postura que alivia la presión local. El infraespinoso es un fijador primario del hombro cuyo tendón sustituye a un ligamento colateral lateral. Cumple una acción abductora secundaria. El supraespinoso e infraespinoso son inervados por el nervio supraescapular.

El *deltoides* (fig., 23-5[10]), nace en el borde caudal y en la espina de la escápula, pero ese último origen es indirecto y se cumple por medio de una aponeurosis que cubre al infraespinoso. Se inserta en la tuberosidd deltoidea. Ese músculo se puede identificar buscando primero ese jalón y siguiendo después su vientre en dirección proximal. Se halla incluido en parte dentro de una depresión del tríceps y en ocasiones la línea entre los músculos se ve en los animales de piel fina. El deltoides es un flexor del hombro que actúa secundariamente como abductor del brazo. Lo inerva el nervio axilar.

El redondo menor es un músculo que no tiene mayor importancia sepultado por el deltoides sobre la parte caudolateral de la articulación del hombro.

El grupo de músculos mediales comprende el músculo subescapular, redondo mayor, coracobraquial y capsular, este último de importancia trivial. El *subescapular* se origina en la fosa subescapular, la cual ocupa (fig. 23-7*A*[3]). Se inserta en el tubérculo menor y, aunque es un estabilizador primario de la articulación, también puede funcionar como aductor del brazo. Es inervado por el nervio subescapular.

El *redondo mayor* (teres major) (fig. 23-7[6]) nace en el ángulo caudal de la escápula. Está contenido entre el subescapular y el dorsal ancho y se inserta junto con éste. Es principalmente un flexor del hombro, pero también puede ser aductor del brazo. Lo inerva el nervio axilar; lo mismo sucede con todos los verdaderos flexores del hombro.

El *coracobraquial* (fig. 23-7[11]) nace en la apófisis coracoides, en la parte medial del tubérculo supraglenoideo, y se inserta en la parte proximal de la diáfisis del húmero. Es un aductor del brazo, pero carece de importancia. Lo inerva el nervio musculocutáneo.

ARTICULACIÓN DEL CODO Y MÚSCULOS DEL BRAZO

Las bases esqueléticas de la *articulación del codo* son el extremo distal del húmero y las partes proximales del radio y ulna (fig. 23-5*A*). Los epicóndilos del húmero se palpan sin mucha dificultad, pero el medial se destaca en particular y sobresale sobre la cara interna del olécranon. El cóndilo se puede identificar en un sitio más distal; presenta una profunda fosa que recibe la apófisis anconeal de la ulna (fig. 23-7*B*[4,6]). Una fosa radial poco profunda ocupa el sitio respectivo en la parte craneal.

El potente olécranon se levanta muy por encima de la articulación para sobresalir sobre la parte inferior de la quinta costilla o del espacio siguiente y, por ende, es una guía menos directa para establecer la posición de la articulación. El extremo proximal del radio presenta una expansión que tiene la superficie articular que concuerda con el cóndilo cilíndrico del húmero e, inmediatamente a distal, unas eminencias medial y lateral que prestan inserción a los ligamentos colaterales. La tuberosidad radial está por delante (fig. 23-7*B*[8]). Los dos ligamentos colaterales se palpan, aunque el medial se halla cubierto por el pectoral transverso, que es relativamente grueso. Una división craneal de ese ligamento es un vestigio del pronador redondo (pronator teres).

La forma de las superficies articulares y la presencia de fuertes ligamentos colaterales restringen el movimiento de la articulación del codo a la flexión y extensión en un plano sagital. El codo del equino es un buen ejemplo de la articulación "en gatillo" que pasa de pronto de una posición estable a otra más móvil. Este carácter depende de dos rasgos de su arquitectura. El primero es la curvatura desigual de la superficie humeral, ya que el radio de curvatura de la parte central es más largo que los de las partes que están por delante y por detrás, que toman contacto con el radio en las posiciones más flexionada y más extendida de la articulación. El segundo es que los ligamentos colaterales se insertan excéntricamente en el húmero y sólo están tensos en la posición intermedia.

Esta articulación se punza mejor introduciendo una aguja horizontalmente en la mitad del borde craneal del ligamento colateral lateral.

Los músculos del brazo que activan la articulación del codo se hallan dispuestos en los grupos flexor y extensor.

Músculos flexores. Comprenden el bíceps braquial y el braquial. Aunque en gran medida está cubierto por el branquiocefálico, el vientre del *bíceps* se palpa donde está aplicado contra la cara craneal del húmero. El bíceps se origina

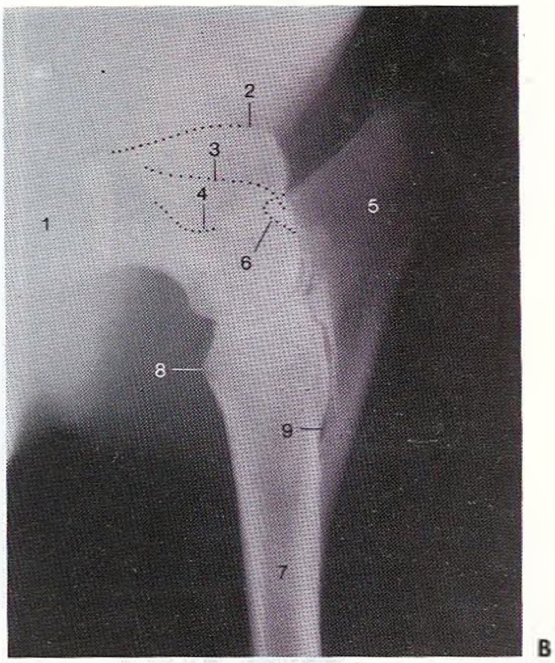


Fig. 23-7B. Radiografía lateral de un codo flexionado.

1, húmero; 2, epicóndilo medial; 3, epicóndilo lateral; 4, fosa olecraneana; 5, olécranon; 6, apófisis ancónea del olécranon; 7, radio; 8, tuberosidad radial; 9, espacio interóseo.

en el tubérculo supraglenoideo de la escápula por medio de un tendón corto, ancho y principalmente fibrocartilaginoso moldeado sobre el surco intertubercular. La bolsa intertubercular que protege al tendón se propaga desde el surco sobre la cara craneal del húmero y puede causar claudicación del hombro cuando se inflama. La bolsa se puede punzar, con certeza si está distendida, introduciendo una aguja entre el músculo y el hueso, un poco por encima del nivel de la tuberosidad deltoidea, y después orientándola en dirección proximal (fig. 23-8[3]).

El bíceps se inserta principalmente en la tuberosidad radial, pero una rama de su inserción pasa debajo del ligamento colateral medial hasta las partes adyacentes del radio y ulna. Una peculiaridad de importancia es que dentro del vientre existe una banda fibrosa (tendón interno) que une los tendones de origen e inserción; una parte se separa para emerger en la superficie y fusionarse en un sitio más distal con el epimisio del músculo extensor radial del carpo. Este puente tendinoso, conocido como lacertus fibrosus, es fácil de encontrar como una estructura firme que cruza la cara flexora del codo (fig. 23-7*A*[22]). Está tensa en el animal de pie pero se relaja al flexionar la articulación. El tendón interno y el lacertus contribuyen a mantener extendida la articulación carpiana cuando

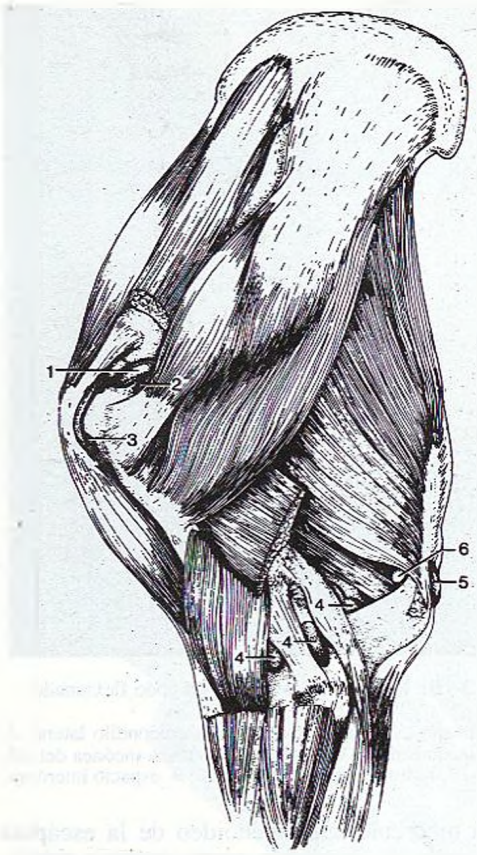


Fig. 23-8. Estructuras sinoviales de las articulaciones del hombro y codo, vista lateral.

1, cápsula de la articulación del hombro; 2, bolsa del infraespinoso; 3, bolsa intertubercular (entre el tendón del bíceps y el húmero); 4, cápsula de la articulación del codo; 5, bolsa olecraneana subcutánea; 6, bolsa olecraneana subtendinosa. (Para identificar los músculos véase la figura 23-5*B*).

el bíceps resiste el colapso del hombro bajo el peso del tronco (fig. 23-31[2,6]).

Aunque el bíceps es considerado el flexor más importante del codo, las disposiciones fibrosas sugieren que su papel pasivo sería más importante. Es inervado por el nervio musculocutáneo.

El *braquial* es puramente carnoso y cruza una sola articulación, el codo. Nace en la parte caudoproximal del húmero, gira lateralmente dentro de un surco espiral y luego cruza la cara flexora del codo para insertarse en la parte craneomedial y proximal del radio (fig. 23-9[3]). En su parte proximal el músculo está cubierto por el tríceps pero la parte distal es superficial y se puede palpar. El braquial es puramente un flexor del codo. Es inervado por el nervio musculocutáneo y, aunque sea sorprendente, por un aporte del nervio radial.

Fig. 23-9. Músculos profundos de las articulaciones del hombro y codo izquierdas, vista lateral.

1, redondo menor; 2, bíceps; 3, braquial; 4, ancóneo; 5, nervio radial.

Músculos extensores. Constituyen una gran masa que llena el triángulo comprendido entre la escápula y el húmero. El grupo comprende el tríceps, el tensor de la fascia antebraquial y el ancóneo.

El *tríceps* es, por mucho, el extensor del codo más importante. Posee tres cabezas que se insertan juntas en el olécranon (fig. 23-5*B*[11,11']). La cabeza larga nace en el borde caudal de la escápula mediante una corta aponeurosis y las cabezas lateral y medial en la diáfisis del húmero. Todas ellas se insertan en el olécranon, con una pequeña bolsa interpuesta entre el tendón de inserción y el hueso. La división entre las cabezas larga y lateral a veces se ve en los animales de piel fina. Una segunda bolsa adquirida (adventicia) suele estar entre la piel y la inserción del tríceps y la parte expandida de la tuberosidad olecraneana ("codillera", fig. 23-8[5]).

El tríceps es un extensor del codo. Como la cabeza larga cubre la articulación del hombro, teóricamente flexionaría esta articulación, pero es probable que se lo emplee poco para este fin.

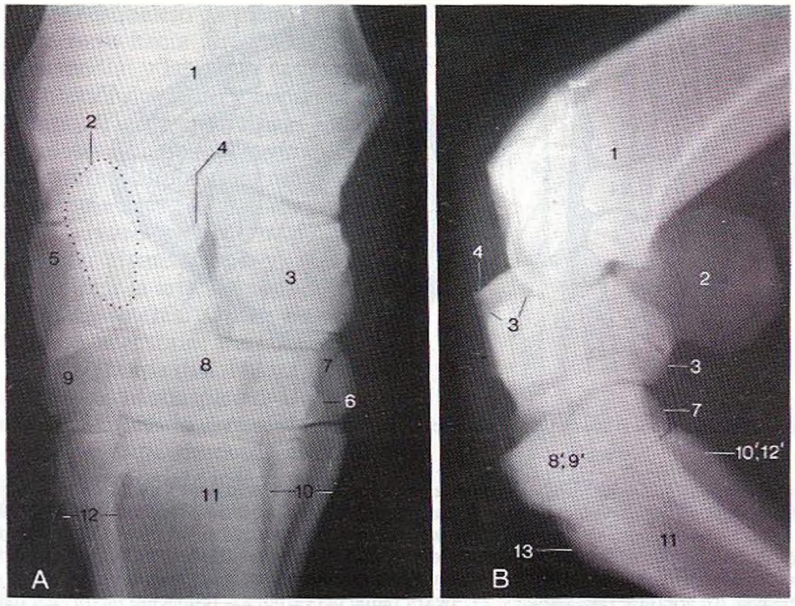


Fig. 23-10. Radiografías dorsopalmar (*A*) y lateral (*B*) del carpo.

1, radio; 2, carpiano accesorio; 3, carpiano radial; 4, carpiano intermedio; 5, carpiano ulnar; 6-9, carpianos primero; segundo, tercero y cuarto; 8', 9', tercero y cuarto carpianos superpuestos; 10-12, metacarpianos segundo, tercero y cuarto; 10', 12', segundo y cuarto metacarpianos superpuestos; 13, tuberosidad del metacarpiano. (Gentileza del doctor Victor T. Rendano.)

El *tensor de la fascia antebraquial* (fig. 23-7*A*[14,14']) es una lámina ancha y fina que cubre la cara medial del tríceps. Nace en el borde caudal de la escápula y en el tendón del dorsal ancho, en tanto que su inserción se distribuye entre el olécranon y la fascia del antebrazo. Como cruza las articulaciones del hombro y del codo, se debe considerar que puede actuar en ambas, pero es probable que esta actividad no sea muy importante.

El *ancóneo* es mucho más pequeño y está en la fosa olecraneana, incluido dentro de la cara profunda de la cabeza lateral del tríceps y en relación directa con la cápsula de la articulación del codo. Cabe suponer que su acción principal consiste en tensar la cápsula y evitar así que sea pellizcada entre el húmero y la ulna (fig. 23-9[4]).

El nervio radial inerva todos los músculos extensores.

ANTEBRAZO Y CARPO

Esqueleto y articulación carpiana

La diáfisis del radio se halla aplanada de adelante a atrás y está densamente cubierta por músculo en su totalidad, excepto en su borde medial, que es subcutáneo. La extremidad distal se ensancha al encuentro del carpo para adaptarse a él (al que los caballistas llaman "rodilla"). A cada lado tiene una apófisis estiloides y, proximal a esto, una eminencia para la inserción de un ligamento colateral. La parte craneal presenta surcos para el pasaje de los tendones extensores. Estos tendones, el moldeamiento del hueso, las apófisis estiloides y las eminencias para la inserción ligamentosa se palpan muy bien.

El esqueleto del carpo está dispuesto en las dos filas usuales (fig. 23-15*A*). La fila proximal comprende los huesos carpianos radial, intermedio y ulnar, que intervienen en la sustentación, junto con un hueso accesorio discoidal, aplanado lateralmente, que sobresale hacia atrás de manera muy conspicua. El hueso accesorio se articula con la apófisis estiloides y el carpiano ulnar pero no hace sustentación. La fila distal también es profunda; además de tres elementos constantes –huesos carpianos segundo, tercero y cuarto– muchas veces hay un primer carpiano piriforme. A menudo este hueso está aislado del resto del esqueleto, incluido en el ligamento palmar del carpo, detrás del segundo carpiano; se lo puede confundir con una fractura astillada cuando aparece en las radiografías (fig. 23-10[6]).

El esqueleto del metacarpo comprende los huesos metacarpianos segundo, tercero y cuar-

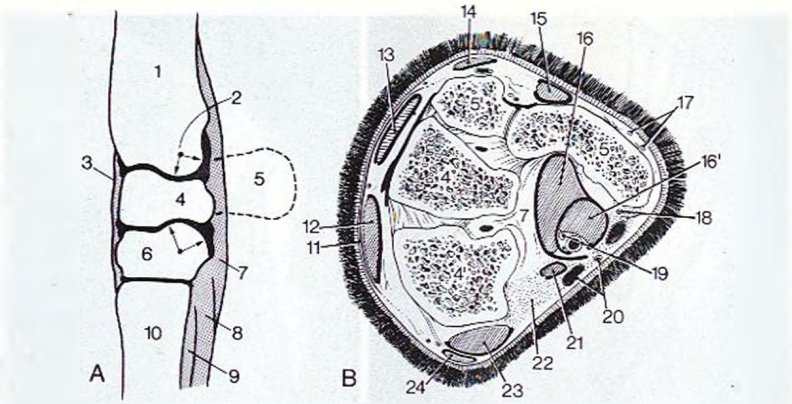


Fig. 23-11. *A*, corte axil del carpo. *B*, corte transversal del carpo derecho, superficie proximal. Ambas articulaciones miran a la izquierda.

1, radio; 2, eje de rotación; 3, cápsula articular fibrosa; 4, 4' carpianos intermedio y radial; 5, 5', carpianos accesorio y ulnar; 6, tercer carpiano; 7, ligamento carpiano palmar; 8, ligamento accesorio (frenador) del flexor digital profundo; 9, interóseo; 10, metacarpiano principal; 11, retináculo extensor; 12, extensor radial del carpo; 13, extensor digital común; 14, extensor digital lateral; 15, tendón largo del ulnar lateral; 16, 16', tendones flexores profundo y superficial en el canal carpiano; 17, rama dorsal del nervio ulnar; 18, rama palmar de la arteria mediana y nervio palmar lateral; 19, arteria mediana y nervio palmar medial; 20, arteria y vena radiales; 21, flexor radial del carpo; 22, retináculo flexor; 23, ligamento colateral medial; 24, extensor oblicuo del carpo.

to. El tercer hueso, el hueso de la caña, es mucho más fuerte que los otros dos y es el único elemento funcional. Presenta una tuberosidad prominente en su superficie dorsal, apenas a distal de la articulación. Los huesos de cada lado, conocidos generalmente como los metacarpianos rudimentarios, son mucho más pequeños. Cada uno tiene una pequeña base proximal que se continúa con un cuerpo que se adelgaza progresivamente. En los animales jóvenes los huesos rudimentarios y el de la caña están unidos por tejido fibroso, pero después éste se suele osificar y las partes superiores de las diáfisis se fusionan. Muchas veces este proceso se acompaña de una inflamación aguda (que lleva a la formación de un "sobrehueso") que deja una marca palpable en la superficie dorsal.

La *articulación carpiana* se mantiene en extensión completa en la postura de pie, pero es capaz de flexionarse mucho. Presenta tres niveles de articulación. El movimiento es más libre en el nivel radiocarpiano (antebraquiocarpiano), donde pueden ocurrir 90 a 100 grados de flexión. La articulación mediocarpiana también es móvil, pues permite unos 45 grados de flexión, pero no puede ocurrir ningún movimiento importante a nivel carpometacarpiano (fig. 23-10*B*).

Las superficies articulares de los huesos reflejan estas diferencias. La superficie articular radial tiene algunas demarcaciones correspondientes a los tres huesos carpianos proximales, pero en conjunto presenta una cresta hemicilíndrica caudal y una estrecha gotera craneal. Las superficies superiores de la fila proximal de huesos del carpo poseen la conformación recíproca, en tanto sus superficies inferiores son convexas adelante y cóncavas atrás. Las superficies de la articulación distal son, a grandes rasgos, planas. La figura 23-11*A* ilustra estos rasgos y los ejes de rotación. Los frentes de los huesos se aproximan entre sí en la extensión completa de la articulación y pueden astillarse "chip fractures" durante la marcha rápida.

El carpo es sostenido principalmente por el hueso de la caña, pero también está en contacto con las bases de los metacarpianos rudimentarios. En efecto, la parte del segundo carpiano que descansa sobre el segundo metacarpiano es tan grande que puede tender a empujar ese hueso respecto de su vecino más grande, induciendo la inflamación aguda dolorosa que mencionamos antes. Por supuesto, el estado que se conoce como "sobrehueso" es más común en la articulación intermetacarpiana medial.

Los tres niveles en la articulación comparten una cápsula fibrosa común, pero los compartimientos sinoviales están separados, con excepción de una angosta comunicación entre los niveles medio y distal. La cápsula fibrosa (fig. 23-11[3]), que tiene extensas conexiones con todos los huesos que intervienen en la articulación, tiene un espesor muy desigual. Es más débil en su lado dorsal, donde está bastante relajada en la posición extendida de la articulación, y es mucho más gruesa en la cara palmar (fig. 23-11[7]), donde se opone a la hiperextensión. Esta parte, el ligamento carpiano palmar, llena las irregularidades de los huesos y

convierte esta faz del esqueleto carpiano en una superficie lisa que mira hacia atrás. Los ligamentos colaterales medial y lateral se extienden entre el extremo inferior del radio y la parte superior del metacarpo. Tienen inserciones intermedias en los huesos carpianos y aseguran que el movimiento se confine al plano sagital. Existen muchos ligamentos más. Algunos simplemente unen huesos adyacentes de la misma fila o huesos distales con el metacarpo y, si bien contribuyen a estabilizar la articulación, individualmente no revisten interés. Otros, en cambio, sujetan el hueso accesorio; uno que corre oblicuamente desde su borde distal hasta el metacarpo forma una cresta conspicua. Un ligamento transverso más grande (retináculo flexor, fig. 23-11[22]) se extiende desde el borde palmar del hueso accesorio para insertarse en la cara mediopalmar de la articulación; completa el cierre de un espacio, el canal carpiano, por el cual pasan los tendones flexores y otros elementos en tránsito desde el antebrazo hacia la parte distal del miembro.

La distensión de la cápsula articular radiocarpiana no es infrecuente. La cápsula sobresale en dirección proximal encima del hueso accesorio, inmediatamente a caudal del tendón extensor digital lateral. Se la puede punzar aquí, pero un abordaje más conveniente es desde la cara dorsal. La fexión del carpo abre al espacio articular, facilitando la entrada de una aguja entre los tendones extensores. También se puede hacer un abordaje similar para el compartimiento medio.

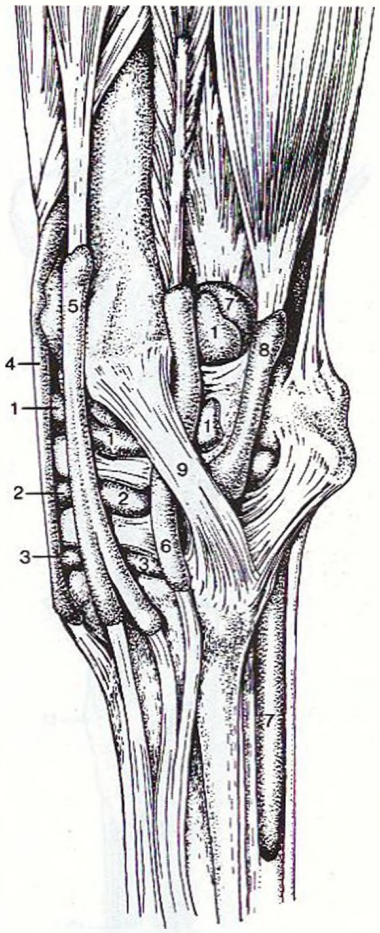


Fig. 23-12. Vista lateral de las estructuras sinoviales del carpo.

1, cápsula de la articulación radiocarpiana; 2, cápsula de la articulación mediocarpiana; 3, cápsula de la articulación carpometacarpiana; 4, vaina del tendón del extensor radial del carpo; 5, vaina del tendón del extensor digital común; 6, vaina del tendón del extensor digital lateral; 7, vaina de los tendones de los flexores digitales superficial y profundo (vaina carpiana); 8, vaina del tendón del ulnar lateral; 9, ligamento colateral lateral. (Según Vollmerhaus.)

Músculos del antebrazo

Grupo extensor. Salvo una excepción, el extensor oblicuo del carpo, todos los extensores carpianos y digitales nacen en la cara craneolateral del extremo inferior del húmero y ocupan la parte craneolateral del antebrazo. Sus tendones de inserción empiezan un poco encima del carpo y en su pasaje sobre la articulación están asegurados por una fascia profunda condensada que se conoce como retináculo extensor (fig. 23-11[11]). Cada uno también está protegido individualmente por una vaina sinovial desde apenas encima hasta bastante debajo del carpo (fig. 23-12).

Con excepción del ulnar lateral, todos son extensores del carpo; los músculos más largos también extienden las articulaciones del dedo. Además, su origen les proporciona cierta capacidad para flexionar el codo, aunque es probable que se usen poco para este fin. Todos son inervados por el nervio radial. Todos ellos pueden identificarse a la palpación y varios producen rasgos visibles muy conspicuos en el antebrazo de los animales de piel fina.

El *extensor radial del carpo* (fig. 23-13[5]), que es el miembro más medial del grupo, corre directamente delante del borde subcutáneo del radio. Su cubierta epimisial recibe al lacertus fibrosus, que le permite prevenir pasivamente la flexión de la articulación carpiana cuando se aplica peso en el miembro.

El *extensor digital común* (fig. 23-13[6]) posee una cabeza radial bastante escasa, además de un origen más sustancial en el húmero. La cabeza radial nunca queda incorporada del todo en la masa principal y se separa en la parte inferior del antebrazo; su tendón se une con el del extensor digital lateral dentro de la caña. El tendón principal continúa su descenso por la

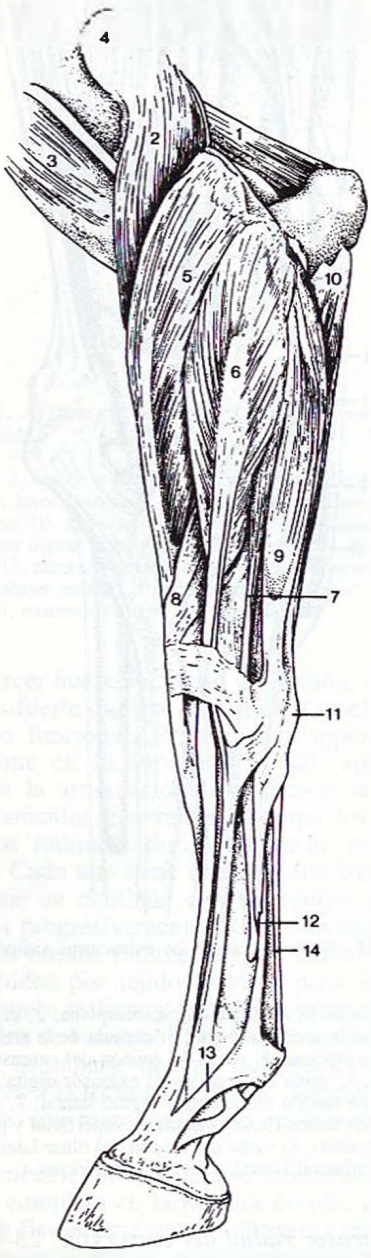


Fig. 23-13. Vista lateral de los músculos distales del miembro torácico izquierdo.

1, ancóneo; 2, braquial; 3, bíceps; 4, tuberosidad deltoidea del húmero; 5, extensor radial del carpo; 6, extensor digital común; 7, extensor digital lateral; 8, extensor oblicuo del carpo; 9, ulnar lateral; 10, cabeza ulnar del flexor digital profundo; 11, hueso carpiano accesorio; 12, interóseo; 13, rama extensora del interóseo; 14, tendones flexores.

cara dorsal del metacarpo y del dedo para insertarse en la apófisis extensora de la tercera falange. Inmediatamente antes de esto recibe ramas del interóseo, que viran en torno de los costados del dedo desde la cara palmar (fig. 23-13[13]).

El *extensor digital lateral* (fig. 23-13[7]), más delgado, crea una cresta prominente en la cara lateral del antebrazo. Recibe la contribución del extensor común en la parte superior de la caña y después se inclina suavemente hacia la cara dorsal del miembro para ir a insertarse en el extremo proximal de la primera falange.

El *ulnar lateral* (fig. 23-13[9]) desciende por la parte caudal de antebrazo. Su corto tendón de inserción se divide encima del hueso carpiano accesorio; una parte se inserta inmediatamente en este hueso y una rama más larga baja sobre la cara lateral del hueso, pasa por la profundidad del ligamento colateral y termina sobre la cabeza del metacarpiano rudimentario lateral. La porción más larga requiere la protección de una vaina sinovial (fig. 23-12[8]).

El *extensor oblicuo del carpo* está aparte porque nace en la diáfisis del radio. Corre en dirección mediodistal para insertarse en el segundo metacarpiano. Aunque en gran medida está cubierto por los otros músculos, su tendón pasa sobre la superficie del tendón del extensor radial del carpo (fig. 23-13[8]).

Grupo flexor. Los músculos del grupo flexor comparten varios atributos. Nacen en la parte caudomedial del húmero, ocupan la parte caudal del antebrazo, son flexores de las articulaciones carpianas y, según el caso, de las digitales y reciben su inervación de los nervios mediano y ulnar.

El *flexor radial del carpo* (fig. 23-14[8]) sigue el borde subcutáneo del radio y cubre los importantes vasos medianos y el nervio mediano. El tendón de inserción pasa a través del retináculo flexor, donde obtiene la necesaria protección de una vaina sinovial antes de insertarse en el metacarpiano rudimentario medial.

El *flexor digital superficial* ocupa una posición central dentro del grupo flexor, entre la masa más grande del flexor profundo y el flexor ulnar del carpo (fig. 23-34[7]). Un ligamento accesorio (frenador) puramente tendinoso, procedente de la superficie caudal del radio, se une con el tendón principal en la parte inferior del antebrazo; es un componente del aparato de sostén pasivo (véase más adelante). Los tendones de los flexores superficial y profundo comparten una misma vaina sinovial, la vaina carpiana, en su pasaje por el canal carpiano.

El tendón es superficial en el metacarpo, pero en el nudo se sitúa a la profundidad necesaria para insertarse en partes vecinas de las falanges primera y segunda (fig. 23-14[13]).

El *flexor digital profundo* es, por mucho, el más grande de los flexores, aunque esto no se evidencia si no se hace la disección. Además de la cabeza humeral, hay cabezas de origen me-

nores en las partes superiores del radio y ulna. El tendón pasa por el canal carpiano y continúa su descenso por la cara palmar del miembro para ir a insertarse en la superficie palmar de la tercera falange. En el metacarpo se le une a su tendón (fig. 23-14[14]) un fuerte ligamento accesorio (frenador) que nace en la gruesa cápsula articular fibrosa en la cara palmar de la articulación carpiana. Este ligamento es un elemento importante del aparato de sostén pasivo y tiene mayor importancia que la contribución análoga al tendón superficial.

PARTE DISTAL DEL MIEMBRO

Las estructuras más distales del miembro no sólo son las más propensas a lesionarse, sino que también despliegan muchas e importantes diferencias específicas.

Esqueleto y articulaciones

El esqueleto comprende los huesos metacarpianos y las falanges proximal, media y distal. Las articulaciones metacarpofalángica y las interfalángicas proximal y distal que unen a estos huesos suelen conocerse como articulaciones del nudo, de la cuartilla y de la corona o articulación del casco. Un par de huesos sesamoideos proximales agranda la concavidad de la articulación del nudo y un solo sesamoide distal la de la articulación del casco.

Hemos señalado la gran desigualdad de los *huesos metacarpianos* (p. 575). Los metacarpianos segundo y cuarto se adelgazan y terminan en unos botones pequeños, pero fácilmente palpables, a tres cuartas partes de la longitud de la caña (fig. 23-15[9,9']). Las partes inferiores de sus diáfisis son libres y cuando se produce una fractura es fácil extirpar el fragmento que está debajo de la línea de fractura.

El tercer metacarpiano es excepcionalmente robusto. Su corte transversal es oval (lo cual lo distingue del hueso de la caña del miembro pelviano, que es más largo pero más redondeado) y su gruesa sustancia compacta atestigua su tremenda robustez; en efecto, es uno de los elementos más fuertes del esqueleto (fig. 25-39[1]).

El extremo distal presenta un cóndilo con una quilla axil que se articula con la falange proximal y con el par de huesos sesamoideos. Visto de costado, el cóndilo abarca unos 220 grados de un círculo como evidencia de la amplia excursión de flexión y extensión, que son los únicos movimientos que pueden ocurrir. La superficie articular de cada lado de la quilla es interrumpida por una ligera cresta que separa un área palmar más curva respecto de la dorsal, que es más grande.

Los *huesos sesamoideos proximales* son pirámides de tres lados cuyas bases miran en di-

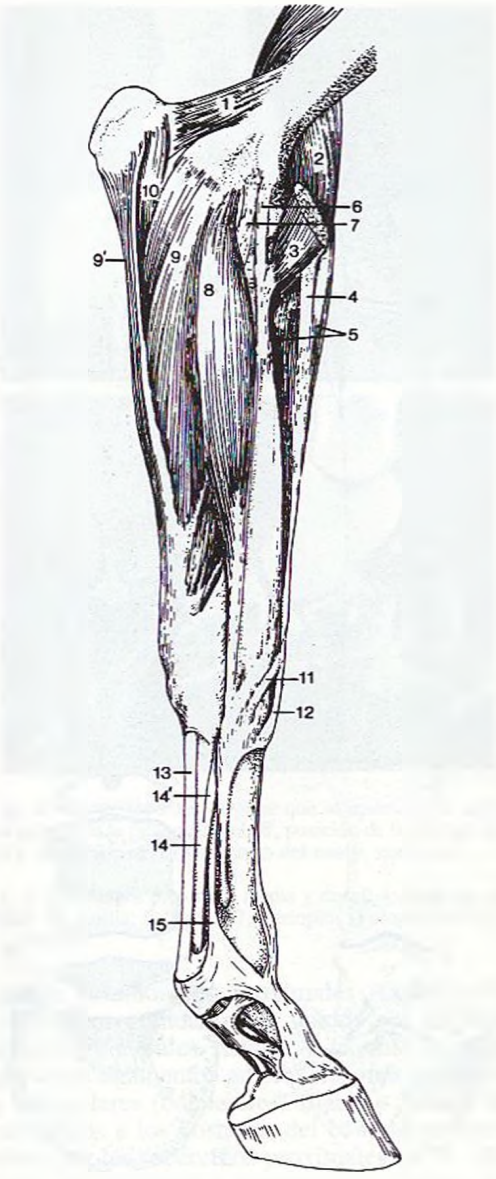


Fig. 23-14. Vista medial de los músculos distales del miembro torácico izquierdo.

1, ancóneo; 2, braquial; 3, bíceps; 4, lacertus fibrosus; 5, extensor radial del carpo; 6, porción larga del ligamento colateral medial (pronador redondo); 7, porción corta del ligamento colateral medial; 8, flexor radial del carpo; 9, 9', cabezas humeral y ulnar del flexor ulnar del carpo; 10, cabeza ulnar del flexor digital profundo; 11, tendón del extensor oblicuo del carpo; 12, tendón del extensor radial del carpo; 13, tendón del flexor digital superficial; 14, tendón del flexor digital profundo; 14', ligamento accesorio (frenador); 15, interóseo.

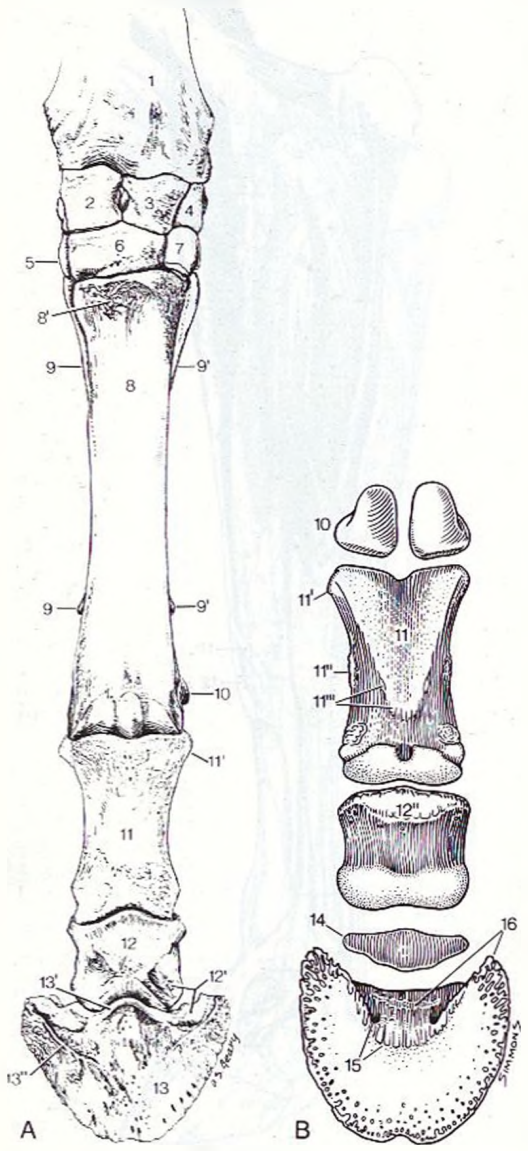


Fig. 23-15. Esqueleto de la parte distal del miembro torácico. *A*, miembro izquierdo, vista dorsal. *B*, vista palmar.

1, radio; 2, carpiano radial; 3, carpiano intermedio; 4, carpiano ulnar; 5-7, carpianos segundo, tercero y cuarto; 8, gran hueso metacarpiano; 8', tuberosidad del metacarpiano, (9, 9', metacarpianos rudimentarios medial y lateral; 10, huesos sesamoideos proximales; 11, falange proximal; 11', tubérculo proximal; 11'', inserción de los ligamentos anular digital distal y palmar abaxil; 11''', inserción de los ligamentos sesamoideos palmar axil y oblicuo; 12, falange media; 12', inserciones del ligamento colateral de la articulación interfalangiana distal (o de la corona); 12'', superficie de apoyo para el tendón del flexor profundo; 13, falange distal; 13', apófisis del extensor; 13'', surco parietal; 14, hueso navicular; 15, foramen soleare y cresta semilunar para la inserción del tendón del flexor profundo; 16, apófisis palmar e inserción del ligamento navicular distal.

rección distal (fig. 23-15[10]). La superficie dorsal (articular) de cada una está aplicada contra el cóndilo, la superficie palmar (flexora) tiene una inclinación axil y mira a los tendones flexores que pasan sobre ella y la superficie abaxil está ahuecada para recibir la gruesa rama del interóseo (véase más adelante). Las caras palmares de los huesos son convertidas por un grueso tejido fibroso (ligamento palmar) en una sola superficie de sustentación sobre la cual los tendones flexores cambian de dirección. Aunque se hallan cerca de la falange proximal, los huesos sesamoideos no se articulan con ella.

Los sesamoideos proximales son los huesos del miembro torácico que con mayor frecuencia se fracturan, seguidos por los metacarpianos y los carpianos. Estas fracturas se conocen en los medios hípicos como "las tres grandes" porque, si son graves, les cuesta la vida a los caballos.

La fuerte *falange proximal* (PI para abreviar) está comprimida de adelante atrás y es más ancha en su parte proximal que en la distal. Su extremo proximal se halla ahuecado y profundizado en su línea axil por un surco que concuerda con el cóndilo del gran metacarpiano. Los tubérculos, palpables a cada lado del nudo, reciben los ligamentos colaterales de la articulación. El extremo distal tiene la forma de dos cóndilos separados por un surco axial y presenta unos tubérculos similares, aunque más pequeños, para los ligamentos colaterales de la articulación de la cuartilla. La superficie palmar del hueso presenta unas rugosidades que prestan inserción a varios ligamentos; se destacan una gran área triangular y varias más pequeñas a cada lado (fig. 23-15[11-11''']).

La *falange media* (PII) es similar a PI en general, pero sólo mide la mitad de su longitud y, por ende, es muy robusta. Ambos extremos poseen el mismo ancho. La superficie articular proximal –ahuecada y con una ligera cresta axil– es la recíproca del extremo inferior de PI, en tanto que la distal –dos cóndilos separados por un surco– es similar a la de PI. La superficie articular distal se extiende sobre la cara palmar, donde se articula con el hueso sesamoide distal. En PII existen tubérculos colaterales proximales para los ligamentos colaterales de la articulación de la cuartilla, pero en la parte distal se hallan reemplazados por unas depresiones prominentes en las cuales nacen los ligamentos colaterales de la articulación del casco. El borde proximopalmar presenta un área lisa (fig. 23-15[12'']) que en el estado natural se halla agrandada por un fibrocartílago complementario que forma una superficie de sustentación para el tendón del flexor profundo (véase más adelante). El fibrocartílago agranda la superficie articular de la articulación de la cuartilla y presta inserción a varios ligamentos.

La *falange distal* (PIII, tejuelo o hueso del casco) suele concordar con el interior del casco, en el cual reside como en un "ataúd". Es cuneiforme : aguzada distalmente y hacia los costados, pero roma en la parte proximal y hacia atrás. La superficie dorsal (parietal) es convexa de lado a lado y está aplicada contra la dermis que la une a la superficie interior de la pared del casco. Se adelgaza caudalmente en las apófisis palmares medial y lateral, que están escotadas (o perforadas) y presentan surcos para las ramas terminales dorsales de las arterias digitales y sus respectivos nervios (fig. 23-15[13"]). En la región proximodorsal respecto a las apófisis hay unas depresiones para los ligamentos colaterales de la articulación del casco. La superficie palmar (solear o de la suela) es ligeramente cóncava para dar cabida a la suela cupuliforme del casco. Las superficies parietal y de la suela son muy porosas para permitir el pasaje de numerosas arterias pequeñas desde el interior del hueso hacia la dermis suprayacente. La superficie articular mira en dirección proximal y es muy similar a la superficie articular proximal de PII pues consiste en dos fosas separadas por una cresta axil. Su borde dorsal se afina hasta una apófisis extensora, punto más alto del hueso, donde se inserta el tendón del extensor digital común. El borde palmar se halla extendido por una estrecha zona articular para el hueso sesamoideo distal que, a diferencia de los sesamoideos proximales, se articula con los dos grandes huesos de la articulación. Inmediatamente a distal de esto, dos prominentes orificios conducen a un conducto en U dentro del hueso; este conducto contiene la anastomosis de las ramas palmares terminales de las arterias digitales. El tendón del flexor profundo termina en la cresta semilunar apenas más distal que los agujeros (fig. 23-15[15]).

Los cartílagos planos (de PIII) que cubren las apófisis palmares y las continuas, están principalmente contra la pared interior del casco, pero sus bordes proximales son libres y subcutáneos y se palpan a cada lado de la articulación de la cuartilla (fig. 23-16[4]).

El *hueso sesamoideo distal (navicular)* tiene la forma de un bote con bordes proximal recto y distal convexo. Su superficie dorsal (articular) toma contacto con el extremo distal de PII y una estrecha carilla distal toca PIII. La superficie palmar (flexora) mira al ancho tendón del flexor profundo y le provee otra superficie de sustentación cuando éste se dobla hacia la cresta semilunar que está en la superficie inferior de PIII. El hueso navicular agranda la concavidad de la articulación del casco, soporta gran esfuerzo y a menudo enferma.

La *articulación del nudo o menudillo* está entre el gran hueso metacarpiano, PI y los

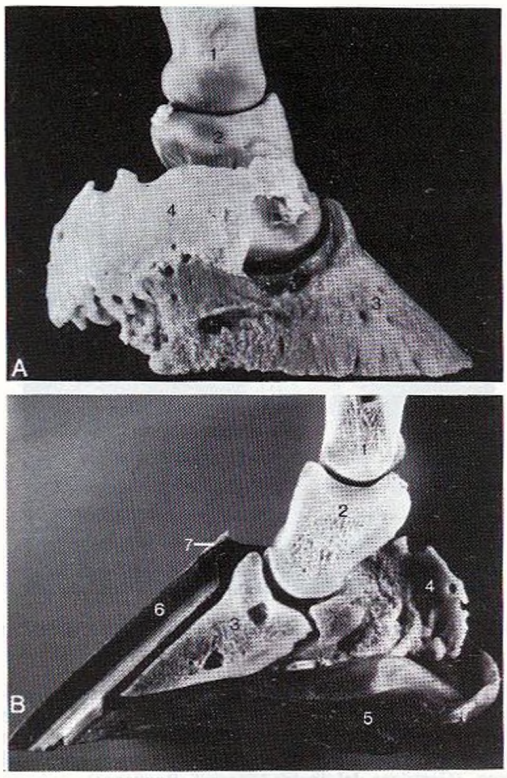


Fig. 23-16. *A*, cartílago ungular que se inserta en la apófisis palmar de la falange distal. *B*, posición de la falange distal y del hueso navicular dentro del casco, corte axil.

1, 2, 3, falanges proximal, media y distal; 4, cartílago ungular; 5, ranilla; 6, pared; 7, perioplo. (Fotografías de L. L. Sadler.)

huesos sesamoideos proximales (fig. 23-17). Los huesos grandes están unidos por los ligamentos colaterales medial y lateral, en tanto que unos ligamentos adicionales más pequeños y triangulares (colaterales) fijan los huesos sesamoideos a los costados del cóndilo metacarpiano y a los tubérculos proximales de PI. Una serie de ligamentos sesamoideos conecta las bases de los huesos sesamoideos con la primera falange y asegura que los sesamoideos se muevan contra el cóndilo metacarpiano al unísono con PI. Los ligamentos más profundos son cortos y van al borde proximopalmar de PI; están cubiertos por unos ligamentos cruzados bastante más largos que terminan en un sitio un poco más distal y éstos, a su vez, están cubiertos por unos ligamentos oblicuos que se insertan ampliamente en el área triangular central de la superficie palmar del mismo hueso. Por último, un ligamento sesamoideo recto adicional que nace en las bases de los sesamoideos, está conectado con el fibrocartílago complementario de PII (fig. 23-18[4]). Los ligamentos cruzados, oblicuos y recto se volve-

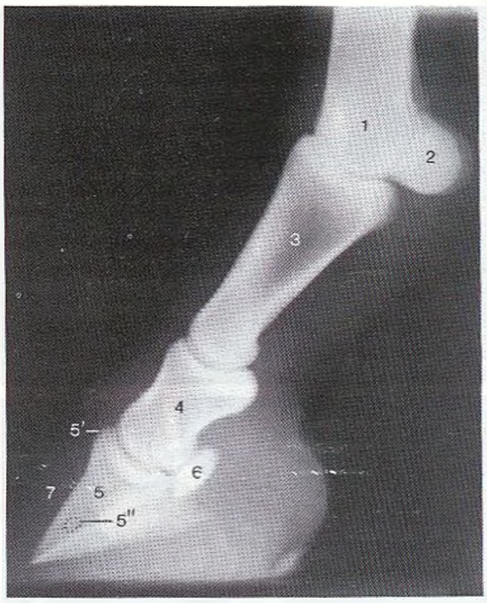


Fig. 23-17. Radiografía lateral de la articulación del nudo y dedo.

1, gran hueso metacarpiano; 2, huesos sesamoideos proximales; 3, falange proximal; 4, falange media; 5, falange distal; 5', apófisis del extensor; 5'', conducto que contiene el arco arterial terminal; 6, hueso navicular; 7, pared del casco. (Gentileza del doctor Victor T. Randano.)

rán a mencionar en relación con la acción del interóseo.

Los huesos sesamoideos están unidos entre sí por un grueso ligamento palmar que prolonga la superficie de sustentación para los tendones flexores en unos 2 cm en dirección proximal (fig. 23-18[2]). Esta prolongación sostiene los tendones cuando los sesamoideos mismos se deslizan debajo del cóndilo en la hiperextensión máxima de la articulación del nudo (cuando el ángulo dorsal puede ser de apenas 90 grados). Estando la articulación flexionada al máximo los sesamoideos pierden contacto con el cóndilo y cabalgan sobre la parte de atrás del hueso metacarpiano, donde no puede ocurrir contacto hueso con hueso porque está la prolongación proximal del ligamento palmar.

La cápsula articular es amplia y para permitir la movilidad de la región emite unos grandes fondos de saco dorsal y palmar en dirección proximal (fig. 23-22[7]). Estos fondos de saco están aplicados contra la diáfisis del hueso metacarpiano y son fáciles de punzar desde el costado; el extremo del metacarpiano rudimentario, el interóseo y el hueso sesamoideo son jalones convenientes (casi visibles) para entrar en el fondo de saco palmar. Las distensiones de la articulación (llamadas "vejigas" o hidrartrosis del nudo) se manifiestan en este sitio. El interior del fondo de saco dorsal contiene un llamado pliegue capsular, que se origina en la diáfisis del hueso metacarpiano y sobresale distalmente en el centro del fondo de saco; su inflamación y agrandamiento puede producir renquera. Unos cortos fondos de saco palmares distales se palpan como pequeñas depresiones en los ángulos entre la PI y las bases de los huesos sesamoideos.

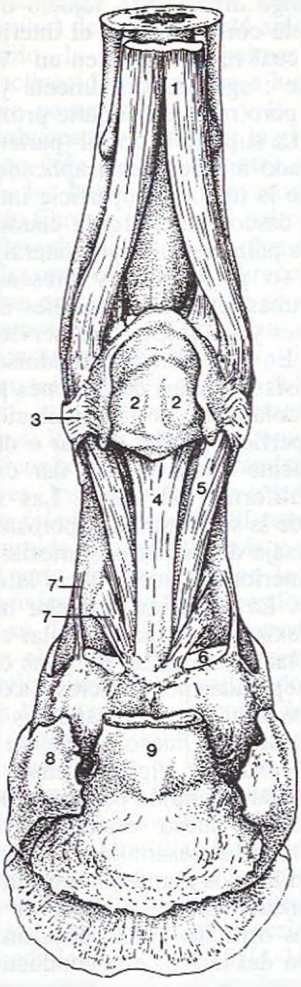


Fig. 23-18. Estructuras que sostienen la articulación del nudo.

1, interóseo; 2, huesos sesamoideos proximales unidos por el grueso ligamento palmar; 3, ligamento sesamoideo colateral; 4, ligamento sesamoideo recto; 5, ligamento sesamoideo oblicuo; 6, muñón del flexor superficial; 7, 7', ligamentos palmares axil y abaxil de la articulación de la cuartilla; 8, cartílago ungular; 9, muñón del flexor profundo.

El movimiento de la *articulación de la cuartilla* es mucho más limitado. Unos ligamentos palmares pares (axiles y abaxiles) conectan la cara palmar de PI con el fibrocartílago complementario de PII (fig. 23-18[7,7']) y junto con

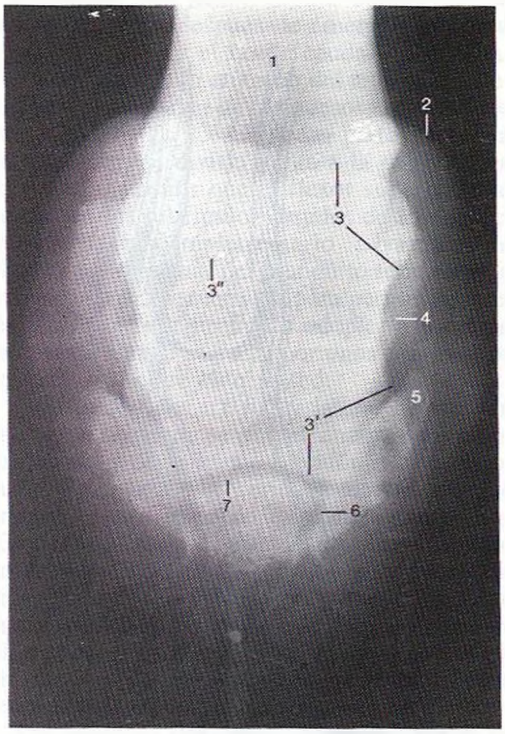


Fig. 23-19. Radiografía dorsopalmar del casco.

1, falange proximal; 2, bulbo del talón; 3, 3', contornos proximal y distal de la falange media; 3'', articulación de la cuartilla; 4, hueso navicular; 5, apófisis palmar de la falange distal; 6, conducto para el arco arterial terminal; 7, articulación del casco. (Gentileza del doctor Víctor T. Rendano.)

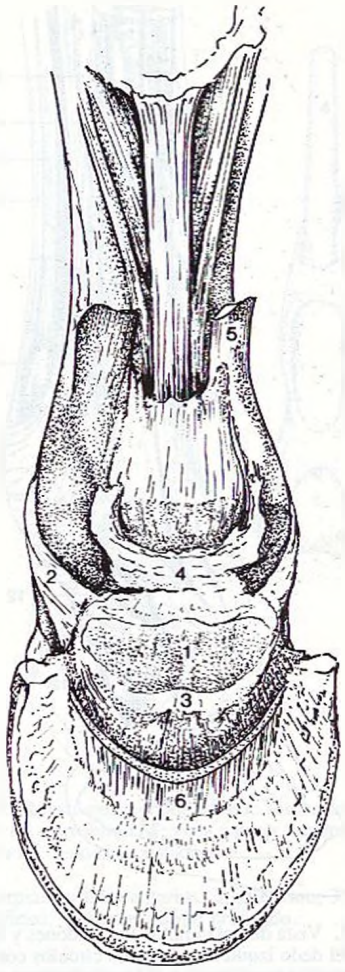


Fig. 23-20. Vista palmar de los ligamentos del hueso navicular.

1, hueso navicular; 2, ligamento colateral del hueso navicular; 3, ligamento navicular distal; 4, tejido conectivo entre la articulación del casco, la vaina digital y la bolsa navicular (véase fig. 23-22[15]); 5, muñón del flexor digital superficial; 6, muñón del flexor digital profundo.

el ligamento sesamoideo recto (fig. 23-18[4]) limitan la hiperextensión. La cápsula es similar a la de la articulación del nudo pero los fondos de saco son más pequeños y sólo es accesible a la punción el dorsal, también desde el costado. En la figura 23-19 se ilustra el aspecto radiográfico de esta articulación y de la del casco.

La *articulación del casco* permite la flexión y la extensión más o menos en el mismo grado que la articulación de la cuartilla. Los ligamentos colaterales son cortos y gruesos y están sólidamente fijados en ambos extremos con depresiones en los huesos. El hueso navicular, componente integral de la articulación, está suspendido del extremo distal de PI por los ligamentos naviculares colaterales (fig. 23-20[2]) que cruzan los bordes medial y lateral de PII y se insertan en los extremos y en el borde proximal del hueso navicular describiendo una U. Un ligamento navicular distal muy corto pero ancho (fig. 23-20[3]), conecta el borde distal del hueso con PIII, insertándose en proximal de los prominentes agujeros soleares. La cápsula se inserta en los márgenes articulares de los tres huesos y se asemeja las de las otras articulaciones digitales en que tiene fondos de saco dorsal y palmar. Los sacos son pequeños y sólo el dorsal es accesible para punzar (en el borde proximal del casco), pero el procedimiento no es fácil.

La incorporación de huesos sesamoideos en las articulaciones del nudo y del casco divide el peso que presiona sobre la parte inferior de cada articulación en dos huesos, la falange y el sesamoide. La elasticidad de los ligamentos sesamoideos y de las tendones flexores que están detrás permite que la articulación ceda un poco durante el impacto del pie. Este sólo es uno de varios mecanismos destinados a disipar la con-

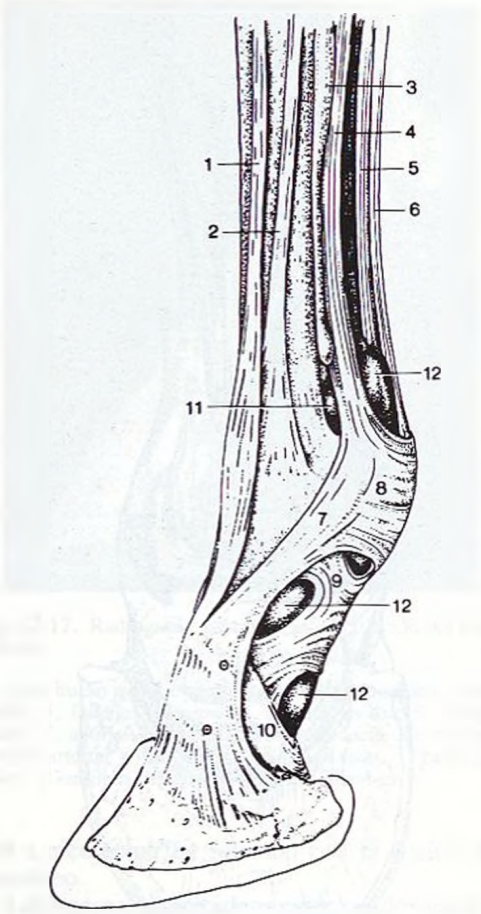


Fig. 23-21. Vista dorsolateral de los tendones y ligamentos anulares del dedo izquierdo. Los dos círculos con un punto indican los sitios para inyectar las articulaciones de la cuartilla y del casco.

1, extensor digital común; 2, extensor digital lateral; 3, metacarpiano rudimentario lateral; 4, interóseo; 5, flexor digital profundo; 6, flexor digital superficial; 7, rama extensora del interóseo; 8, ligamento anular palmar; 9, ligamento anular digital proximal; 10, ligamento anular digital distal; 11, saco palmar de la articulación del nudo; 12, vaina digital.

cusión generada por un animal tan rápido y pesado que tiene superficies de sostén limitadas en los pies.

Tendones, ligamentos anulares y músculo interóseo

Los tendones de los músculos extensores digitales común y lateral entran en la mano delante del hueso metacarpiano y los de los flexores superficial y profundo detrás de él. Un tercer elemento muy importante en el sostén del nudo, el músculo interóseo, de estructura tendinosa, está en la cara palmar, entre el hueso y los tendones flexores.

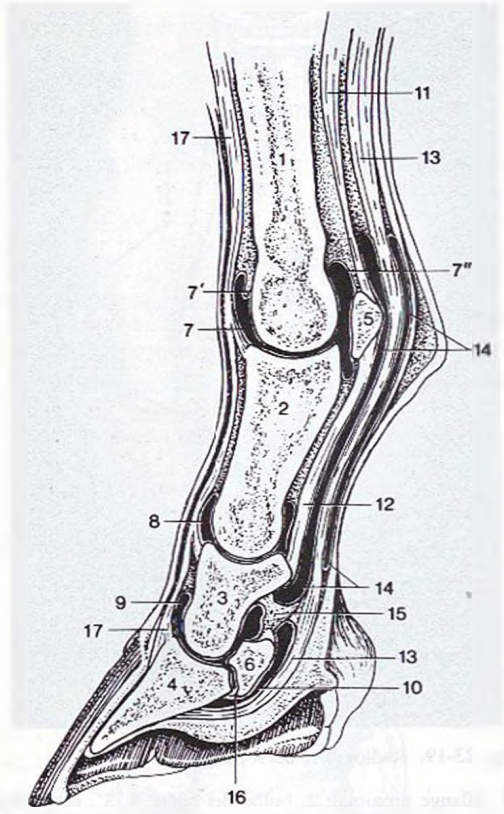


Fig. 23-22. Corte axial semiesquemático del dedo.

1, gran hueso metacarpiano; 2, falange proximal; 3, falange media; 4, falange distal; 5, hueso sesamoideo proximal; 6, hueso sesamoideo distal (navicular); 7, fondo de saco dorsal de la articulación del nudo; 7', pliegue capsular; 7'', fondo de saco palmar de la articulación del nudo; 8, 9, fondo de saco dorsal de las articulaciones de la cuartilla y del casco; 10, bolsa navicular; 11, interóseo; 12, ligamento sesamoideo recto; 13, tendón flexor profundo; 14, vaina digital; 15, puente de tejido conectivo; 16, ligamento navicular distal; 17, tendón del extensor digital común.

El *tendón del extensor común* es protegido por una bolsa sinovial donde pasa sobre la bolsa dorsal de la articulación del nudo. Al ensancharse hace inserciones limitadas en los bordes proximales de PI y PII antes de recibir las ramas extensoras del interóseo, que viran en torno del dedo. Termina en la apófisis extensora de PIII (figs. 23-21[1] y 23-22[17]).

El *tendón del extensor lateral* desciende sobre el hueso metacarpiano por lateral del tendón común, cruza la articulación del nudo y termina en una rugosidad en la cara dorsal de PI. Ambos tendones extensores, aunque se palpan con facilidad en el metacarpo, no se pueden reconocer más allá de la articulación del nudo, donde se tornan más anchos y más finos. Las ramas extensoras del interóseo son más prominentes debajo de la piel.

El *tendón del flexor digital superficial* se hace subcutáneo después de emerger del canal carpiano y provee el borde caudal de la caña. Forma un manguito en torno del tendón del flexor profundo a nivel de los huesos sesamoideos proximales (fig. 23-23*B*). La parte profunda del manguito se divide frente a la parte media de PI para permitir que el flexor superficial se inserte en los tubérculos distales de PI y en el fibrocartílago complementario adyacente de PII. La parte palmar del manguito termina más o menos en el mismo nivel para permitir que el tendón del flexor profundo adopte la posición superficial donde se palpa por unos centímetros antes de que entre en el casco.

Sólo los bordes medial y lateral del *tendón del flexor profundo* se palpan encima del nudo. En la mitad de la caña el tendón recibe el robusto ligamento accesorio (frenador) que se origina en el ligamento carpiano palmar (fig. 23-14[14]). Después este tendón pasa el nudo en el manguito formado por el tendón superficial y más allá de la mitad de PI cabalga sobre la superficie de sostén provista por el fibrocartílago complementario de PII. Luego se ensancha antes de pasar sobre el hueso navicular para terminar en PIII.

Los tendones flexores están sujetos en su sitio por tres *ligamentos anulares* que son engrosamientos locales de la fascia profunda. El primero, ligamento anular palmar, nace en los bordes abaxiles de los huesos sesamoideos proximales; como está adherido al tendón del flexor superficial, el potencial de movimiento entre el tendón y los sesamoideos es francamente restringido. El segundo, ligamento anular digital proximal, semeja una X visto desde atrás (fig. 23-24[6]). El borde proximal de la X y los cuatro ángulos, que se insertan cerca de los tubérculos proximales y distales de PI, se distinguen con mucha facilidad porque el cuerpo y el margen distal se fusionan con el tendón superficial. El tercero, ligamento anular digital distal, se origina en los bordes medial y lateral de PI junto con los ligamentos palmares abaxiles de la articulación de la cuartilla. Forma una cincha que se fusiona con la superficie palmar del tendón profundo y se continúa hasta la inserción en PIII dentro del casco; separa el tendón de la almohadilla digital. Por lo general sólo se puede demostrar su borde libre superior (fig. 23-24[7]).

La bolsa navicular protege el tendón del flexor profundo del roce y la presión excesiva contra el hueso navicular (fig. 23-22[10]). En un sitio más proximal el tendón comparte una compleja vaina sinovial (digital) (fig. 23-22[14]) con el tendón del flexor superficial. La vaina empieza unos pocos centímetros por encima de la articulación del nudo y termina a nivel de la mitad de PII. Lubrica el pasaje de los tendones sobre las superficies de sostén y debajo de las partes libres de los ligamentos anulares y facilita los movimientos entre ellos donde intercambian posiciones. Éste es un sitio común de inflamación que, cuando está distendido, se abulta de manera muy perceptible sobre los huesos sesamoideos proximales. Aunque la vaina se halla en íntima proximidad con las articulaciones de nudo, cuartilla y casco y con la bolsa navicular, estas cavidades no se comunican entre sí, salvo por una conexión entre la vaina y la articulación del casco en el potrillo, pero a pesar de esto los anestésicos inyectados en la articulación de casco en caballos adultos, pasan a la bolsa navicular por difusión.

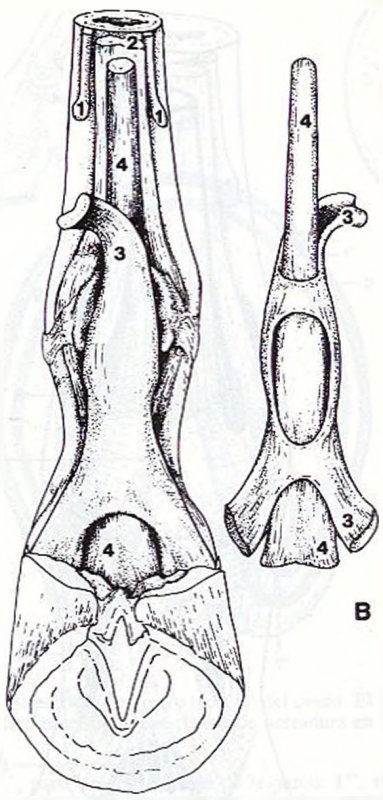


Fig. 23-23. Relaciones y topografía de los tendones flexores superficial y profundo. *A*, vista palmar, tendones in situ. *B*, vista dorsal, tendones aislados.

1, metacarpianos rudimentarios; 2, interóseo; 3, flexor digital superficial; 4, flexor digital profundo.

El *"músculo" interóseo* es una fuerte banda tendinosa plana, desde hace mucho conocida por este motivo como ligamento suspensor. En el potrillo es parcialmente carnoso, pero las fibras musculares desaparecen gradualmente a medida que el animal se torna más pesado; la estructura en el adulto es por entero colágena. El interóseo se origina en el ligamento palmar

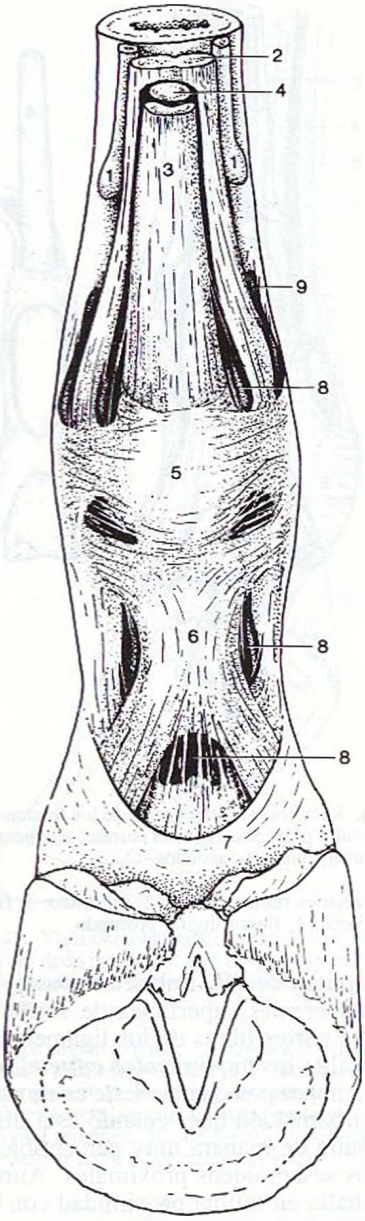


Fig. 23-24. Ligamentos anulares del dedo.

1, metacarpianos rudimentarios; 2, interóseo; 3, flexor digital superficial; 4, flexor digital profundo; 5, ligamento anular palmar; 6, ligamento anular digital proximal; 7, ligamento anular digital distal; 8, vaina digital; 9, fondo de saco palmar de la articulación del nudo.

del carpo y la parte adyacente del gran hueso metacarpiano desciende entre los metacarpianos rudimentarios y se divide poco antes del nudo. Las dos ramas son sustanciales, se palpan con facilidad y se insertan en la superficie abaxil de los huesos sesamoideos proximales. Cada una emite una débil rama (extensora) que gira en torno de PI para unirse con el tendón del extensor común a nivel de la articulación de la cuartilla (figs. 23-18[1] y 23-21[7]).

La continuación funcional del interóseo más allá de los huesos sesamoideos está dada por los ligamentos sesamoideos cruzados, oblicuos y recto (fig. 23-18[4,5]). Estos ligamentos sostienen la articulación del nudo normalmente hiperextendida; la inclusión de los sesamoideos permite el movimiento sin fricción sobre la cara flexora de la articulación (fig. 23-22 [11,5,12]). La energía almacenada dentro del aparato (y en los tendones flexores) mediante estiramiento al producirse el impacto en el casco, se libera al terminar de dar el paso, permitiendo que la articulación se flexione e imparta el impulso anterógrado.

Casco

El extremo distal del miembro está protegido por el casco, formado por queratinización epitelial sobre una dermis muy modificada,* la cual se continúa con la dermis común de la piel a nivel de la corona (así se llama la unión entre la piel y el casco). El casco se divide por razones de conveniencia en pared, perioplo, suela y ranilla; esta última es parte integrante de la cápsula del casco (cápsula ungulae), aunque es homóloga del pulpejo digital de otras especies (p. 379).

La *pared* es la parte del casco que se ve en el animal de pie (fig. 10-18). Es más alta en su segmento dorsal (pinza) y su altura disminuye a los costados (cuartos) hasta que se refleja sobre sí misma, (pars inflexa) formando el talón redondeado en la parte de atrás del casco. Las partes encorvadas continúan hacia adelante por una corta distancia como las barras, que se ven junto a la ranilla cuando la mano está elevada (fig. 23-25[1'''']). El ángulo que forma la pinza con el suelo es de unos 50 grados en el miembro torácico, algo más en el miembro pelviano; los cuartos descienden hacia el suelo de manera más pronunciada, en especial en el lado medial. La pared es más gruesa en pinzas y se afina gradualmente hacia las barras, punto que es importante que los herradores tengan en cuenta al rasquetear o introducir clavos.

La pared crece desde el epitelio que cubre la dermis coronaria (fig. 23-26[2]) (que casi rodea el dedo en la corona). Consiste en unos túbulos córneos incluidos en material córneo intertubular menos estructurado y se desliza sobre el hueso del casco (tejuelo) y los cartílagos de éste para desgastarse mediante contacto con el suelo. La mayor parte forma el estrato me-

* Antiguamente y todavía ahora se la suele llamar corion.

dio, que suele estar pigmentado. El estrato interno, más profundo y no pigmentado, tiene unas 600 láminas córneas que se interdigitan con las láminas sensitivas de la dermis laminar subyacente (fig. 23-26[5]). Los traumatismos que afectan a la dermis coronaria causan defectos córneos que descienden con la pared, llegando al suelo más o menos a los 8 meses (crecimiento algo menor a 1 cm por mes).

El *perioplo* aporta el estrato externo de la pared (fig. 23-26[6,6']). Consiste en una banda de cuerno blando y elástico de pocos milímetros de espesor cerca de la corona, pero que se seca y deja una fina capa brillante en la parte distal. La banda se ensancha hacia la parte palmar, donde cubre los bulbos de los talones y se fusiona con la base de la ranilla. El perioplo, que consiste en una mezcla de cuerno tubular e intertubular, se produce sobre la estrecha dermis perióplica (fig. 23-26[1]) directamente proximal a la dermis coronaria.

La *suela* llena el espacio comprendido entre la pared y la ranilla y forma la mayor parte de la superficie inferior del casco (fig. 23-27[11]). Como es ligeramente cóncava, sólo el borde distal de la pared y la ranilla toman contacto con suelo firme. Las partes comprendidas entre las barras y los cuartos, conocidas como ángulos de la suela (fig. 23-27[11']), pueden tener manchas sanguíneas debidas a traumatismo de la dermis subyacente. La suela córnea, aunque

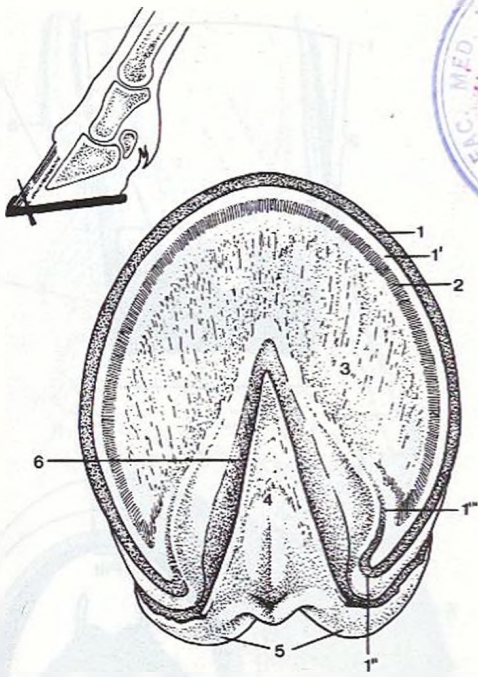


Fig. 23-25. Superficie de apoyo (solear) del casco. El detalle muestra la dirección de los clavos de herradura en la línea blanca.

1, pared, 1', parte no pigmentada de la pared; 1'', talón; 1''', barra; 2, línea blanca (unión de la pared y suela); 3, suela; 4, ranilla; 5, bulbos de los talones; 6, surco paracuneal.

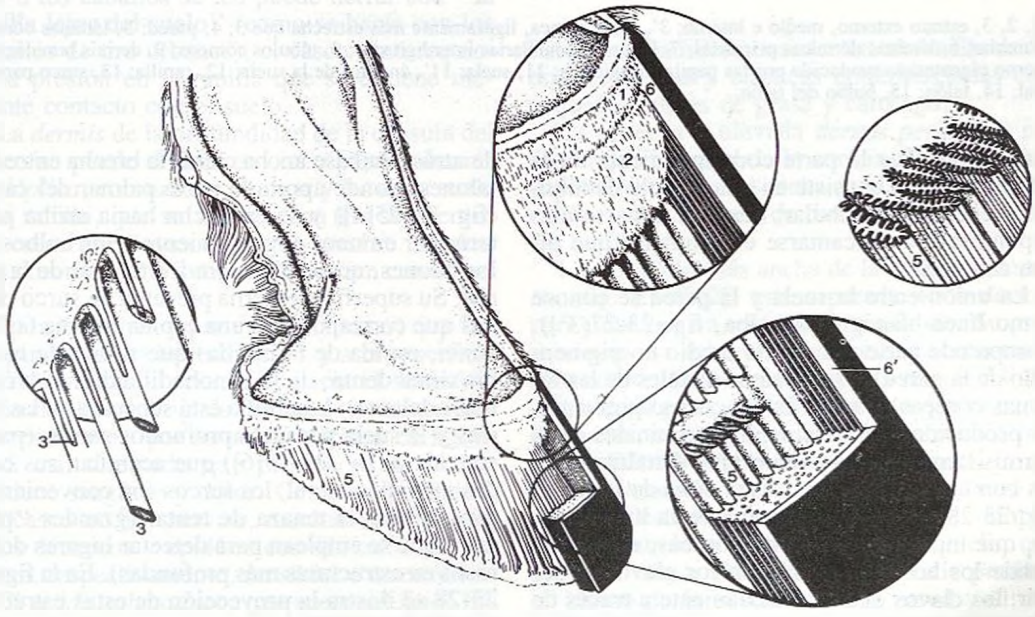


Fig. 23-26. Estructura de la pared del casco y de la dermis laminar subyacente.

1, dermis perióplica; 2, dermis coronaria; 3, túbulos córneos que crecen desde el epitelio sobre las papilas (3') de la dermis coronaria (ampliada en el detalle de la izquierda); 4, estrato medio de la pared consistente en túbulos córneos incluidos en material córneo intertubular menos estructurado; 5, láminas dérmicas que se interdigitan con las láminas córneas de la pared del casco (véanse también los detalles a la derecha); 6, perioplo; 6', estrato externo de la pared (perioplo seco)

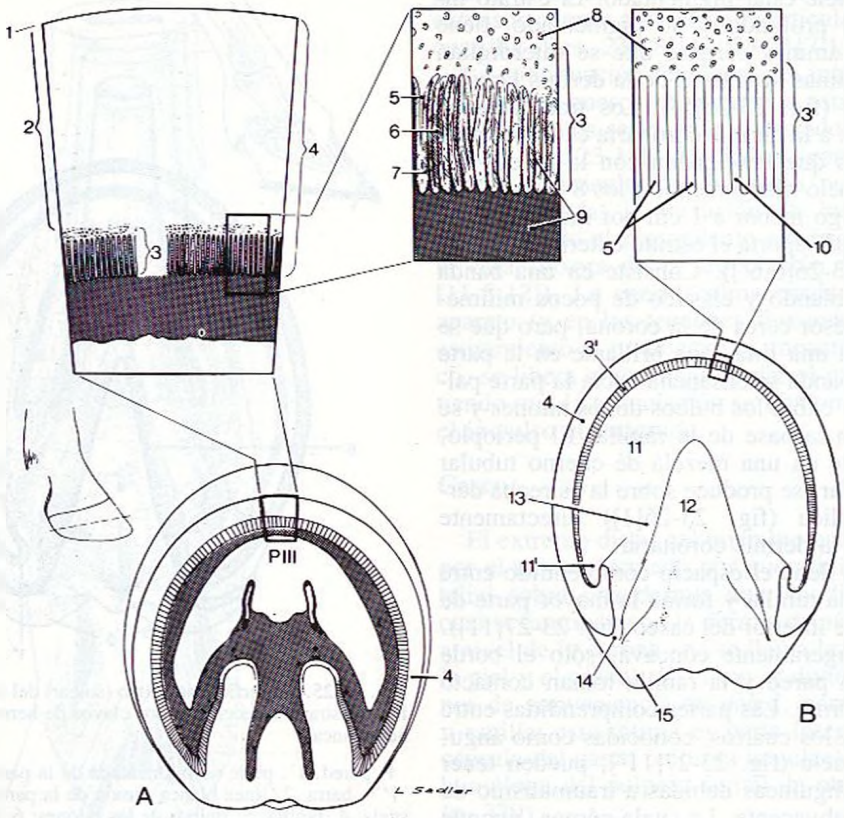


Fig. 23-27. *A*, corte transversal del dedo a nivel de PIII, superficie proximal. *B*, superficie de la suela del casco.

1, 2, 3, estrato externo, medio e interno; 3', línea blanca, ligeramente más estrecha que 3; 4, pared; 5, láminas córneas primarias; 6, láminas dérmicas primarias; 7, láminas secundarias interdigitadas; 8, túbulos córneos; 9, dermis laminar; 10, cuerno pigmentado producido por las papilas terminales; 11, suela; 11', ángulos de la suela; 12, ranilla; 13, surco paracuneal; 14, talón; 15, bulbo del talón.

más blanda que la parte correspondiente de la pared, también consiste en una mezcla de túbulos y cuerno intertubular; tiende a tornarse más esponjosa y a descamarse en animales que pisan estiércol.

La unión entre la suela y la pared se conoce como línea blanca (zona alba, fig. 23-27(3'1). Comprende parte del estrato medio no pigmentado de la pared, los extremos distales de las láminas córneas y, entre éstas, cuerno pigmentado producido sobre las papilas terminales de la dermis laminar (éstas sobresalen distalmente, a ras con las papilas dérmicas encima de la suela, fig. 23-28[3]). La orla interna de la línea blanca, que incluye las láminas córneas, es el sitio donde los herradores colocan los clavos al herrar; los clavos entran oblicuamente a través de la pared para emerger pocos centímetros por encima de la herradura, donde se los corta y dobla para trabarlos (fig. 23-25).

La *ranilla* (cuña ungular, cuneus ungulae) es cuneiforme y se extiende dentro de la suela desde atrás. Su base ancha cierra la brecha entre los talones, donde aporta la parte palmar del casco (fig. 23-25[4]) y se ensancha hacia arriba para terminar en unos engrosamientos, los bulbos de los talones, que están sobre los talones de la pared. Su superficie externa presenta un surco central que corresponde a una espina interna (spina cunei, espina de la ranilla) que sobresale hacia proximal dentro de la almohadilla digital (véase más adelante). La ranilla está separada de las barras y la suela por unos profundos surcos (paracuneales) (fig. 23-25[6]) que acentúan sus bordes medial y lateral; los surcos son convenientes para aplicar la tenaza de tentar (grandes "pinzas" que se emplean para detectar lugares dolorosos en estructuras más profundas). En la figura 23-28 se ilustra la proyección de estas estructuras. En los caballos que permanecen de pie sobre lechos húmedos muchas veces en estos surcos se produce el intértrigo o podredumbre de la ranilla, infección maloliente que puede propagarse a los tejidos sensibles más profundos.

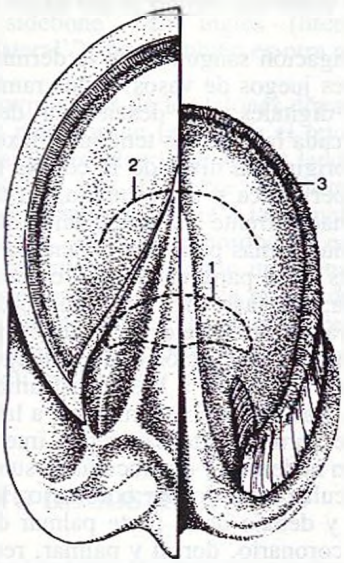


Fig. 23-28. Superficie de la suela del casco. Se ha eliminado la mitad del casco para exponer la dermis.

1, posición del hueso navicular; 2, posición de la inserción del tendón del flexor profundo; 3, papilas terminales. (Schmaltz, 1911.)

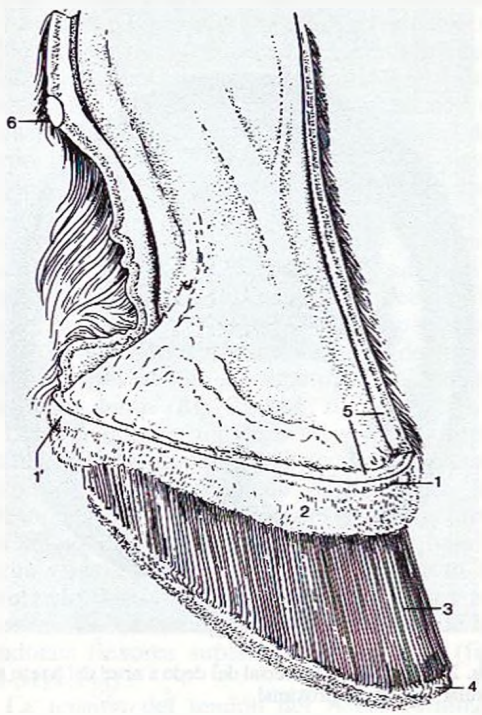


Fig. 23-29. Dermis expuesta mediante eliminación del casco.

1, dermis perióplica; 1', dermis perióplica ensanchada en el bulbo de los talones; 2, dermis coronaria; 3, dermis laminar; 4, papilas terminales en los extremos de las láminas dérmicas; 5, borde de corte de la piel; 6, espolón.

El cuerno de la ranilla es tubular y bastante blando y elástico y se mantiene plegable mediante la secreción grasosa de glándulas que están en la almohadilla digital subyacente. Aunque a los caballos se los puede herrar con "la ranilla lejos del suelo" (como se hacía con los caballos de tiro urbanos), el casco sano requiere la presión en la ranilla que se obtiene mediante contacto con el suelo.

La *dermis* de la profundidad de la cápsula del casco se puede dividir en cinco partes: dermis *perióplica*, coronaria y laminar y las de la suela y la ranilla, que se asocian con los segmentos del casco que llevan el mismo nombre. La dermis coronaria y la laminar se asocian con la pared.

Toda la dermis (aparte de la laminar) que tiene papilas paralelas entre ellas y a la superficie dorsal del casco, orientadas hacia el suelo. Se halla ricamente irrigada por vasos y tiene abundantes nervios; por lo tanto, el clavo de herradura mal orientado que penetra en la dermis produce sangrado y dolor. Como en la cápsula del casco no hay nervios, muchas veces los tejidos dérmicos y epidérmicos adosados se designan, respectivamente, sensibles e insensibles.

El *tejido subcutáneo*, que suele ser fino, fija la dermis con estructuras más profundas como el hueso, los cartílagos y los tendones del casco. Está muy engrosado en dos sitios: debajo de la dermis coronaria (almohadilla coronaria) y debajo de la dermis de la ranilla (almohadilla digital). Estas almohadillas consisten en una malla de fibras colágenas y elásticas entremezcladas con pequeños islotes de grasa y cartílago.

La estrecha y elevada *dermis perióplica* rodea al dedo a nivel de la corona. Tachonada de papilas cortas, se ensancha caudalmente, donde cubre a los bulbos de los talones (fig. 23-29[1,1']).

La elevación más ancha de la *dermis coronaria* (fig. 23-29[2]) está separada de la dermis perióplica por un surco poco profundo. Su prominencia se debe a la almohadilla coronaria subyacente. La dermis coronaria también sigue a la corona pero, del mismo modo que la pared del casco, se pliega sobre sí misma por encima de los talones. Se la conoce en general como rodete coronario, aunque muchos clínicos interpretan este término de manera más amplia para incluir la corona externa. El epitelio que cubre la mayor parte de su superficie produce el grueso de la sustancia de la pared y el que cubre el margen distal doblado hacia adentro produce la mayor parte del cuerno no estructurado de las laminillas córneas.

La *dermis laminar* consiste en unas 600 láminas sensibles (dérmicas) que se interdigitan

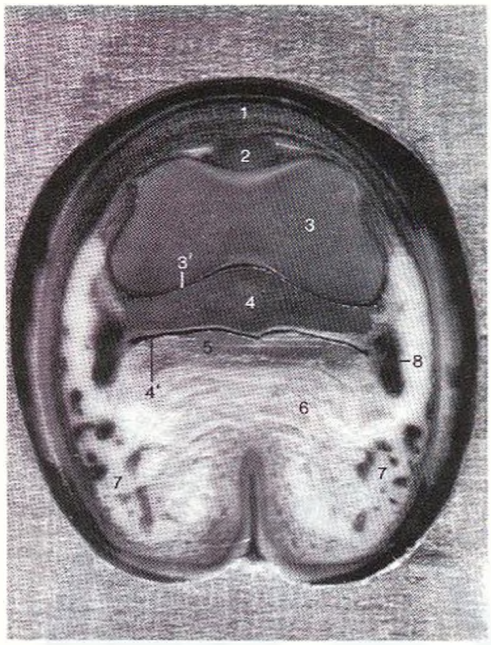


Fig. 23-30. Corte transversal del dedo a nivel del hueso navicular; superficie proximal.

1, dermis coronaria; 2, apófisis extensora de PIII; 3, extremo distal de PII; 3', articulación de la corona o interfalángica distal; 4, hueso navicular; 4', bolsa (podotroclear); 5, tendón del flexor profundo; 6, almohadilla digital; 7, cartílago del casco (ungular) y plexo venoso; 8, posición de los vasos y nervio digitales.

con las láminas insensibles (córneas) en la superficie profunda de la pared (fig. 23-27[5-7]). Ambos juegos presentan numerosas laminillas secundarias que aseguran todavía más la pared a la dermis y, por último, a la falange distal, pero permitiendo al mismo tiempo que el cuerno se deslice sobre el hueso.

Normalmente el epitelio que cubre las láminas sensitivas prolifera justo lo suficiente para permitir que la pared se deslice, pero posee capacidad para producir cantidades adicionales de cuerno (cicatrizal) para cerrar un defecto en la pared. Este potencial se utiliza de manera más exagerada todavía en la laminitis crónica (infosura), enfermedad en que la inserción normal se afloja y el hueso del casco rota respecto de la pared, de modo que el espacio que está delante del hueso se llena de un cuerno irregular producido sobre un nuevo conjunto de laminillas sensitivas que se forman cerca de la superficie dorsal del hueso.

La *dermis de la suela* se inserta firmemente en la superficie inferior de la falange distal.

La *dermis de la ranilla* está entre la ranilla y la almohadilla digital que ocupa el espacio que se halla debajo del tendón del flexor profundo y entre los cartílagos del casco (fig. 23-30[6]).

La irrigación sanguínea de la dermis proviene de tres juegos de vasos, todos ramas de las arterias digitales que descienden dentro del casco a cada lado de los tendones flexores. Los que se originan a nivel de la corona nutren la dermis perióplica y la coronaria, en tanto que los que nacen frente a la articulación de la cuartilla envían ramas para la almohadilla digital y la dermis de la parte caudal del casco, incluso la ranilla; los vasos del tercer juego empiezan en las ramas terminales dorsales y palmares (mencionadas en relación con los agujeros de la suela de PIII) y van a la dermis laminar y de la suela. Las venas no acompañan a las arterias sino que forman extensas redes intercomunicantes en la dermis y el subcutáneo subyacente, en particular en el rodete coronario, la dermis laminar y debajo de la parte palmar del casco (plexos coronario, dorsal y palmar, respectivamente). Ellas se combinan para formar las venas digitales medial y lateral que se convierten en satélites de las arterias a nivel de la articulación de la cuartilla (fig. 23-37[14]).

El casco es una estructura flexible que cede a la presión al impactar con el suelo, de modo que disipa gran parte de la respectiva concusión. La carga que presiona sobre la articulación del casco se divide entre PIII y el hueso navicular. La fuerza ejercida sobre PIII es transmitida por las láminas interdigitadas a la pared del casco, cuyo borde distal, por lo tanto, es el elemento de sustentación principal, en especial en los caballos herrados con la ranilla despegada del piso. La fuerza retrae al dedo inclinado, en tanto que los talones se separan por la distorsión de la pared. La fuerza ejercida sobre el hueso navicular presiona sobre la "cincha" elástica provista por el tendón del flexor profundo, que a su vez comprime la almohadilla digital y la ranilla (fig. 23-22). Estos últimos reorientan la fuerza hacia los costados, de modo que la almohadilla presiona sobre los cartílagos y la ranilla contra las barras y la suela y de este modo contribuye al desplazamiento de los talones hacia afuera.

El movimiento de vaivén de los talones no se evidencia a simple vista pero, como todo herrador puede verificar, pule la superficie superior de las respectivas partes de la herradura. Para no interferir con este mecanismo los herradores no clavan a la pared esta parte de la herradura; si se descuida esta precaución, se produce en el caballo una "encastilladura" y eventualmente empieza a renquear.

Este mecanismo explica por qué la continuación caudal de la falange distal es cartilaginosa y no ósea. La calcificación progresiva del cartílago, con su consiguiente osificación, es un

signo de envejecimiento común que se conoce como "sidebone" en inglés (literalmente "hueso lateral"), que también es otra causa de renquera.

Los movimientos de los talones deparan otro beneficio más porque favorecen el retorno venoso. Los densos plexos de ambos lados de los cartílagos (fig. 23-30[7]) se comprimen con cada paso y entregan sangre a las venas digitales valvulares. Esto se comprobó en condiciones experimentales canulando una vena digital bajo anestesia local; con cada pisada del caballo se exprime sangre. (En otras especies las contracciones de músculos estriados de la mano comprimen las venas y contribuyen al retorno venoso.)

APARATO DE SOSTÉN PASIVO

Se sabe bien que los caballos pueden permanecer de pie mucho más tiempo que otros animales domésticos. En efecto, muchos hasta creen que duermen de pie, pero esto no es totalmente cierto porque, si bien pueden descansar o dormitar de pie, para dormir bien deben echarse en el suelo, a menudo únicamente de noche cuando no se los observa. Cuando los caballos permanecen de pie inmóviles, la mayor parte del peso es soportado por los tendones, ligamentos y fascia profunda del aparato de sostén, lo cual no cansa y sólo requiere un mínimo de energía muscular.

La columna ósea del miembro torácico sostiene el extremo craneal del tronco en la inserción del músculo serrato ventral en la superficie medial de la escápula (fig. 23-31[1]). Una línea vertical tendida desde aquí pasa detrás del hombro, a través del codo y a través de la articulación carpiana, o un poco craneal a ella y también por craneal de las articulaciones del nudo y cuartilla. Sin sostén, esta columna se colapsaría por la flexión de las articulaciones del hombro y codo, por hiperextensión (o quizá flexión [plegamiento hacia adelante]) de la articulación carpiana y por hiperextensión de las articulaciones del nudo y cuartilla. (En realidad la articulación del casco se flexiona cuando el nudo se deprime por el peso y se la puede omitir en este comentario.)

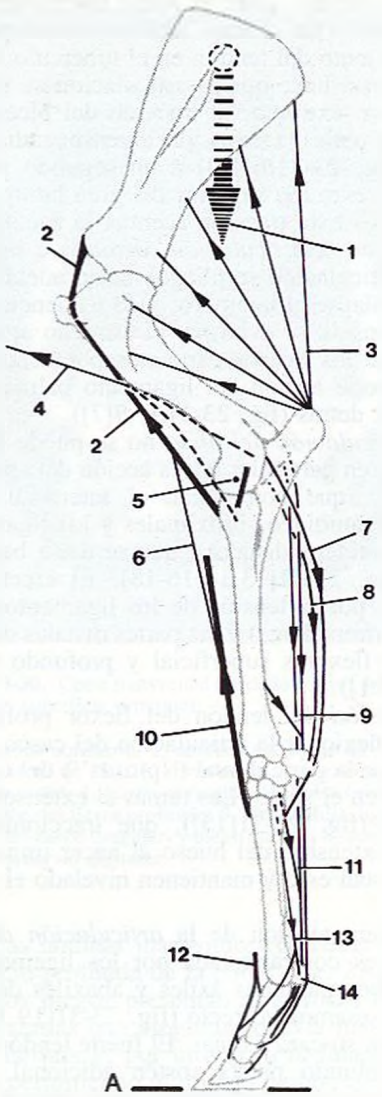
La *articulación del hombro* no puede flexionarse porque se lo impide el fuerte tendón interno del bíceps (fig. 23-31[2]), que conecta el tubérculo supraglenoideo de la escápula con el radio. Se puede considerar que esta última inserción es fija porque está muy cerca del eje de rotación de la articulación del codo (fig. 23-31[5]), estabilizada por el peso sobre el miembro. La tensión en el ancho tendón del bíceps presiona mucho sobre el surco intertubercular del húmero. En efecto, algunos creen que el moldeamiento del tendón en el tubérculo intermedio hasta hace que la articulación se trabe. En su otro extremo, la tracción del bíceps se transmite por el lacertus y el extensor radial del carpo (fig. 23-31[6,10]) a un segundo punto fijo en el extremo superior del gran hueso metacarpiano. Esta tracción acentúa la acción del extensor de la *articulación carpiana* e impide que la articulación se pliegue hacia adelante y que se colapse el miembro; toda tendencia a la hiperextensión se evita por el estrecho agrupamiento de los huesos carpianos por delante y por la fuerte acción del ligamento palmar del carpo por detrás (fig. 23-11*A*, *B*[7]).

La *articulación del nudo* no se puede hiperextender en particular por la acción del aparato suspensor (que comprende el interóseo, los huesos sesamoideos proximales y los ligamentos sesamoideos distales), que se tensa bajo la carga (fig. 23-31[13,14,16-18]. El efecto es reforzado por la tensión de los ligamentos accesorios (frenadores) y las partes distales de los tendones flexores superficial y profundo (fig. 23-31[9,11]).

La tensión del tendón del flexor profundo tiende a flexionar la articulación del casco, haciendo que la parte dorsal ("pinzas") del casco se hunda en el suelo. Las ramas al extensor del interóseo (fig. 23-31[15]), que traccionan la apófisis extensora del hueso al hacer impacto, contrarrestan esto y mantienen nivelado el casco.

La hiperextensión de la *articulación de la cuartilla* es contrarrestada por los ligamentos sesamoideos palmares axiles y abaxiles del ligamento sesamoideo recto (fig. 23-31[19,18]), que cruzan su cara palmar. El fuerte tendón del flexor profundo presta sostén adicional. (El plegamiento hacia adelante se evita por el flexor superficial, que se inserta en la cara palmar de la articulación.)

Estando fijada la articulación del hombro (por el tendón del bíceps), el peso del tronco descansa sobre el extremo superior del radio, que es casi vertical. En consecuencia, a menos que el caballo se desplace mucho hacia adelante, sólo se requieren pequeñas fuerzas para impedir que la articulación del codo se flexione. Estas fuerzas provienen en particular de la tensión pasiva de los componentes tendinosos de los flexores carpianos y digitales y los ligamentos colaterales situados en posición excéntrica (fig. 23-31[7-9,5]). El tono del tríceps intervendría en esto, aunque en el animal de pie este músculo aparenta estar relajado aunque se levante el otro miembro torácico para que el caballo esté en tres patas (véanse los efectos de la parálisis del radial en la p. 597).



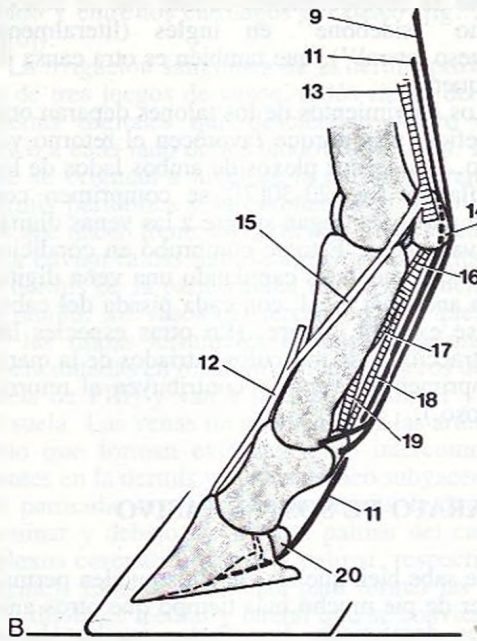


Fig. 23-31. *A*, aparato de sostén del miembro torácico izquierdo, vista lateral. *B*, detalle del dedo, vista lateral.

1, peso del tronco; 2, tendón interno del bíceps; 3, tríceps; 4, braquiocefálico y fascia braquial de la articulación del codo; 5, eje de rotación del codo próximo al ligamento colateral excéntrico; 6, lacertus fibrosus; 7, ulnar lateral; 8, flexor ulnar del carpo; 9, flexor digital superficial y ligamento accesorio (frenador); 10, extensor radial del carpo; 11, flexor digital profundo y ligamento accesorio (frenador), 12, extensor digital común; 13, interóseo: 14, huesos sesamoideos proximales; 15, rama al extensor del interósco; 16, 17, 18, ligamentos sesamoideos cruzado, oblicuo y recto; 19, ligamento palmar axil; 20, hueso navicular. (*A*, según Schmaltz, 1911.)

VASOS SANGUÍNEOS Y ESTRUCTURAS LINFÁTICAS DEL MIEMBRO TORÁCICO

La *arteria axilar*, principal abastecedora de sangre del miembro, entra en el espacio axilar después de cruzar el borde craneal de la primera costilla. Desciende por la cara medial del brazo acompañada por los nervios mediano y ulnar y poco después se conoce como *arteria braquial*. El tronco emite varias ramas para los músculos del hombro y brazo, de las cuales las más importantes son la arteria subescapular, que sigue el borde caudal de la escápula, y la braquial profunda, que desaparece entre las cabezas del tríceps (fig. 23-7*A*). Inmediatamente a proximal de la articulación del codo nacen las ramas craneal y caudal menores (cubital transversa y ulnar colateral, respectivamente) para los músculos del antebrazo; en la figura 23-32[12,11]) se ilustran sus cursos adicionales y sus conexiones. La arteria braquial cruza el codo por craneal del ligamento colateral medial, donde se puede palpar a través del pectoral transverso para tomar el pulso (fig. 23-33[5]). Junto con el nervio mediano, de sumerge debajo del flexor radial del carpo a caudal del radio y enseguida emite la arteria interósea común que pasa a través del espacio interóseo para llegar a los músculos craneolaterales del antebrazo.

El tronco principal, que ahora se llama *arteria mediana*, se abre paso gradualmente hasta la superficie caudal del antebrazo antes de dividirse en tres encima del carpo. Las ramas menores (rama palmar de la mediana, arteria ra-

dial) aportan las pequeñas arterias metacarpianas palmares que acompañan al músculo interóseo, mientras que el tronco principal pasa por el canal carpiano junto con los tendones de los flexores digitales (fig. 23-11[19]) y continúa con ellos en la caña, donde se convierte en la arteria palmar medial, principal arteria para el dedo y el casco. Encima del nudo se divide en las arterias digitales medial y lateral. Las arterias digitales pasan sobre las superficies abaxiles de los huesos sesamoideos (donde se palpan) y continúan en el dedo a cada lado de los

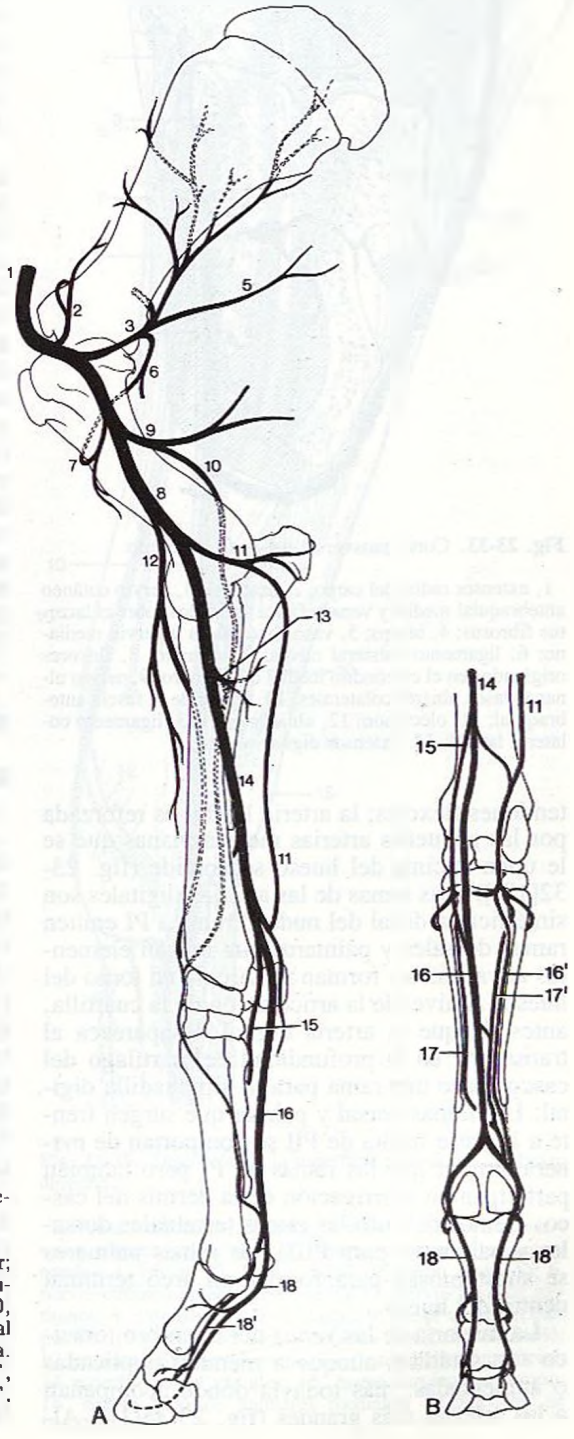


Fig. 23-32. Principales arterias del miembro torácico derecho. *A*, vista medial. *B*, vista palmar.

1, arteria axilar; 2, a. supraescapular; 3, a. subescapular; 5, a. toracodorsal; 6, 7, arterias humerales circunflejas caudal y craneal; 8, a. braquial; 9, a. braquial profunda; 10, a. radial colateral; 11, a. ulnar colateral; 12, a. cubital transversa; 13, a. interósea común; 14, a. mediana; 15, a. radial; 16, 16', arterias palmares medial y lateral; 17, 17', arterias metacarpianas palmares medial y lateral; 18, 18', arterias digitales medial y lateral.

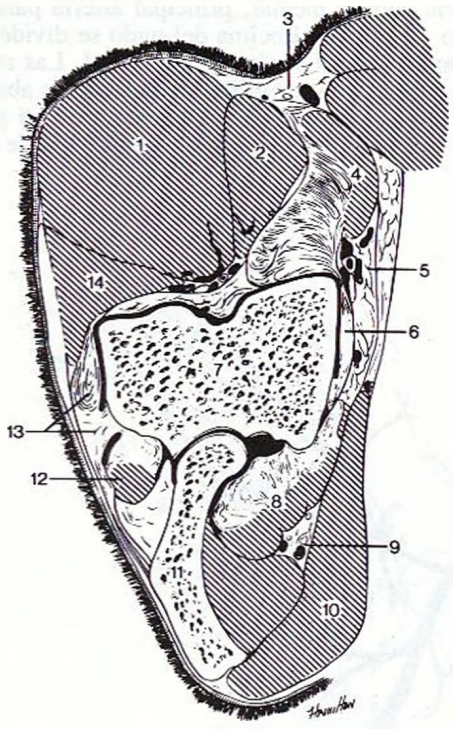


Fig. 23-33. Corte transversal del codo izquierdo.

1, extensor radial del carpo; 2, braquial; 3, nervio cutáneo antebraquial medial y vena cefálica aplicados sobre el lacertus fibrosus; 4, bíceps; 5, vasos braquiales y nervio mediano; 6, ligamento colateral medial; 7, húmero; 8, flexores originados en el epicóndilo medial del húmero; 9, nervio ulnar y vasos ulnares colaterales; 10, tensor de la fascia antebraquial; 11, olécranon; 12, ulnar lateral; 13, ligamento colateral lateral; 14, extensor digital común.

tendones flexores; la arteria lateral es reforzada por las pequeñas arterias metacarpianas que se le unen encima del hueso sesamoide (fig. 23-32[18']). Las ramas de las arterias digitales son simétricas a distal del nudo. Frente a PI emiten ramas dorsales y palmares que irrigan elementos adyacentes y forman un círculo en torno del hueso. A nivel de la articulación de la cuartilla, antes de que la arteria digital desaparezca al transcurrir en la profundidad del cartílago del casco, nace una rama para la almohadilla digital. Las ramas dorsal y palmar que surgen frente a la parte media de PII se comportan de manera similar que las ramas en PI pero también participan en la irrigación de la dermis del casco. Hemos descrito las ramas terminales dorsales y palmares (para PIII); las ramas palmares se anastomosan para formar un arco terminal dentro del hueso.

La mayoría de las *venas* del miembro torácico son satélites, aunque a menudo duplicadas o aumentadas, más todavía donde acompañan a las arterias más grandes (fig. 23-35[1]). Algunas venas superficiales buscan cursos independientes y ya mencionamos las provenientes del casco. Las venas superficiales comprenden las venas cefálica y cefálica accesoria, que son prominentes y se palpan en el antebrazo (fig. 23-35[10,10']). La vena cefálica se comunica con la vena braquial por medio de la cubital mediana a nivel del codo y continúa su ascenso en el surco comprendido entre el baquiocefálico y el pectoral descendente, donde puede lesionarse en las heridas por "estacada". Desemboca en la vena yugular externa en la base del cuello.

Dos conjuntos de *nódulos linfáticos* drenan la parte libre del miembro. Los nódulos cubitales están en la cara medial del húmero, inmediatamente proximales a la articulación del codo (fig. 23-7*A*[15']). Estos nódulos drenan las partes más distales del miembro y envían su linfa a los nódulos axilares. Estos últimos están a medial de la articulación del hombro, en el ángulo comprendido entre las arterias axilar y subescapular (fig. 23-7[10']) y drenan el brazo y el hombro, junto con una parte de la pared torácica caudal al miembro. Sus vasos eferentes van a los nódulos cervicales profundos caudales y desde allí la linfa pasa directa o indirectamente a las venas de la entrada torácica. Los nódulos linfáticos cervicales superficiales drenan principalmente la piel de la parte superior del miembro, pero también reciben un poco de linfa de estructuras más profundas.

NERVIOS DEL MIEMBRO TORÁCICO

Ramas del plexo braquial

Salvo contadas excepciones, las estructuras del miembro torácico son inervadas por el plexo braquial, formado por contribuciones de los tres últimos nervios cervicales y los dos primeros torácicos (C6-T2). El plexo llega a la axila como una ancha banda que emerge entre las partes del escaleno, pero no tarda en dividirse en unos doce troncos, más o menos. Describimos a los troncos principales, que revisten interés clínico porque son vulnerables a los traumatismos o se prestan para hacer bloqueos nerviosos, a pesar de que existen pocos rasgos importantes encima del carpo.

El *nervio supraescapular* (C6-7) sale de la axila hundiéndose entre los músculos subescapular y supraespinoso. Después vira en torno del cuello de la escápula antes de agotarse en los músculos supraespinoso e infraespinoso (fig. 23-36[2]). Toda relación directa con un hueso siempre entraña un riesgo de lesión y el nervio supraescapular puede dañarse donde corre aplicado contra la escápula; al parecer esto

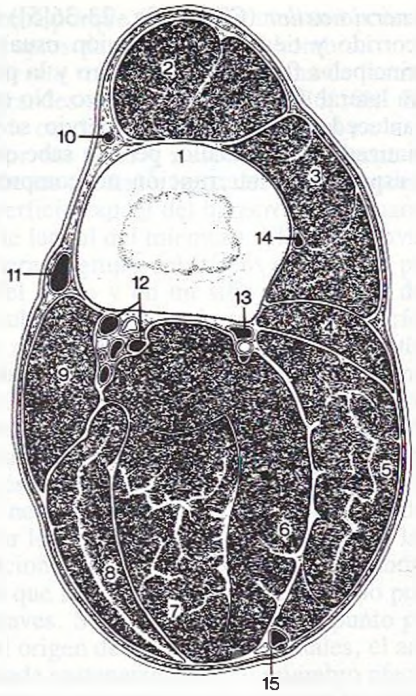


Fig. 23-34. Corte transversal del antebrazo derecho un poco por encima de su parte media.

1, radio; 2, extensor radial del carpo; 3, extensor digital común; 4, extensor digital lateral; 5, ulnar lateral; 6, flexor digital profundo; 7, flexor digital superficial; 8, flexor ulnar del carpo; 9, flexor radial del carpo; 10, vena cefálica accesoria y nervio cutáneo antebraquial medial (rama del músculo cutáneo);11, vena cefálica; 12, arteria, venas y nervio medianos; 13, ramas musculares de los vasos medianos; 14, vasos interóseos craneales; 15, nervio ulnar vasos ulnares colaterales.

suele deberse a la tracción del nervio cuando el animal tropieza con el miembro extendido hacia atrás. Por lo tanto, esta lesión es más frecuente en caballos que trabajan en terreno desparejo. Hasta el daño grave del nervio puede tener un escaso efecto inmediato, aunque el observador situado frente a un caballo afectado puede notar una desviación lateral de la articulación del hombro a cada paso. Después de un tiempo la atrofia muscular altera mucho la conformación de la región del hombro haciendo que la espina escapular sobresalga respecto de los músculos atrofiados. La parálisis del supraescapular suele conocerse como "guadañeo".

El *nervio musculocutáneo* (C7-8) (fig. 23-36[3,3',3'']) corre primero craneolateral a la arteria axilar, antes de virar debajo del vaso para unirse con el nervio mediano. Antes de esta unión emite una rama para el coracobraquial y el bíceps. La parte incorporada en el tronco del mediano se separa en la parte distal del brazo y va a inervar al braquial y emite un nervio cutá-

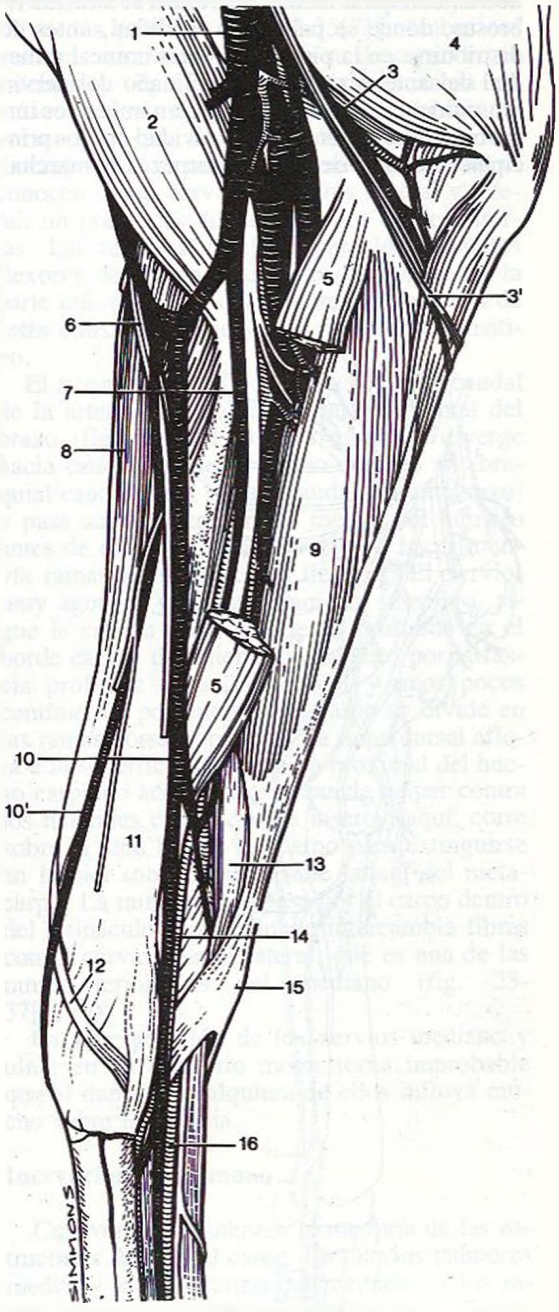


Fig. 23-35. Disección de la superficie medial del antebrazo derecho.

1, venas braquiales múltiples; 2, bíceps; 3, nervio ulnar y vasos ulnares colaterales; 3', nervio cutáneo antebraquial caudal; 4, tríceps; 5, flexor radial del carpo resecado; 6, nervio cutáneo antebraquial medial; 7, nervio y vasos medianos; 8, extensor radial del carpo; 9, flexor ulnar del carpo; 10, 10', venas cefálica y cefálica accesoria; 11, radio; 12, extensor oblicuo del carpo; 13, flexor digital superficial; 14, arteria y vena radiales; 15, hueso carpiano accesorio; 16, nervio y vasos palmares mediales. (Rediseñado de Bradley, 1920.)

neo antebraquial medial que cruza el lacertus fibrosus, donde se palpa con facilidad, antes de distribuirse en la piel de las caras craneal y medial del antebrazo y carpo. El daño del nervio musculocutáneo no puede ser común pero es improbable que la pérdida de actividad por los principales flexores del codo entorpezca la marcha.

El *nervio axilar* (C7-8) (fig. 23-36[5]) sigue el recorrido y tiene la distribución usual para los principales flexores del hombro y la piel de la cara lateral del brazo y antebrazo. No existirían antecedentes de que este nervio se haya traumatizado en el caballo, pero se sabe que en otras especies su interrupción no compromete

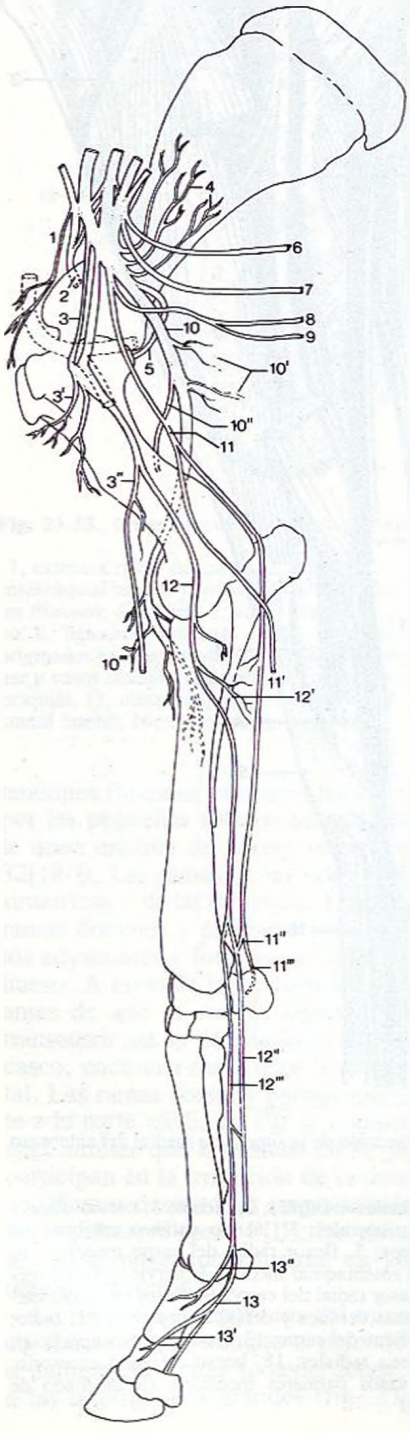


Fig. 23-36. Distribución de los nervios del miembro torácico derecho, vista medial. La arteria axilar aparece punteada a nivel del hombro.

1, nervios pectorales craneales; 2, n. supraescapular; 3, musculocutáneo; 3', ramas proximales; 3'', ramas distales con el n. cutáneo antebraquial medial; 4, n. subescapular; 5, n. axilar; 6, n. torácico largo; 7, n. toracodorsal; 8, n. torácico lateral; 9, nervios pectorales caudales; 10, n. radial; 10', ramas musculares proximales (tríceps); 10'', n. cutáneo antebraquial lateral; 10''', ramas musculares distales; 11, n. ulna . 11', n. cutáneo antebraquial caudal; 11'', rama palmar; 11''', rama dorsal; 12, n. mediano; 12', ramas musculares; 12'', n. palmar lateral; 12''', n. palmar medial; 13, n. digital palmar medial; 13', 13'', ramas dorsales.

la marcha porque otros músculos son potencialmente aptos para flexionar el hombro.

El *nervio radial* (C8-T1) es una de las ramas más grandes del plexo (fig. 23-36[10]). Sigue el borde caudal de la arteria braquial en la parte superior del bazo y después se sumerge entre las cabezas medial y larga del tríceps, rodeando la superficie caudal del húmero para situarse en la parte lateral del miembro. El nervio envía ramas para el grupo del tríceps en la parte proximal del brazo y en un sitio más distal, donde está cubierto por la cabeza lateral del tríceps, emite otras ramas para los músculos extensos del carpo y dedo. Una continuación puramente sensitiva (nervio cutáneo antebraquial lateral) inerva la piel de la cara lateral del antebrazo; contrariamente a lo que sucede en otras especies, esta rama se extingue a nivel del carpo.

El nervio radial es el único encargado de inervar los músculos extensores de todas las articulaciones más distales que el hombro, de modo que las consecuencias de su daño pueden ser graves. Si la lesión está en un punto proximal al origen de las ramas tricipitales, el animal no puede sostenerse sobre el miembro afectado, de modo que permanece de pie con las articulaciones flexionadas de manera atípica, el ángulo entre la escápula y el húmero está agrandado y el codo está deprimido en relación con el tronco, en tanto que el casco pisa sobre su parte dorsal. La parálisis radial alta puede deberse a traumatismo o enfermedad del húmero o a un daño en el mismo plexo braquial. Si se afectan otros componentes del plexo, los signos pueden complicarse con parálisis simultánea de los músculos flexores de las articulaciones distales.

Por supuesto, las consecuencias de las lesiones más distales que el origen de las ramas tricipitales son menos severas porque se mantienen las posturas normales del hombro y codo. El animal puede apoyar la superficie dorsal del casco en el suelo, pero podrá sostener peso con el miembro si primero restablece la posición normal del casco. Muchos caballos aprenden a compensar esta incapacidad apoyando el casco en el suelo antes de que se pierda el ímpetu impartido al miembro enviándolo rápidamente hacia adelante al dar el paso; la marcha puede parecer casi normal si el terreno es plano, pero las irregularidades ponen rápidamente en dificultades al animal afectado. La isquemia que ocurre a veces por el decúbito lateral prolongado puede simular una parálisis radial baja.

El *nervio mediano* (C8-T2) es la rama más grande del plexo braquial (fig. 23-36[12]). Sigue el borde craneal de la arteria braquial en la mayor parte de su recorrido por el brazo, pero se desvía hacia el margen caudal a medida que se aproxima al codo. Está cubierto por el pectoral transverso donde cruza esta articulación, pero aún así el nervio y la arteria forman juntos un cordón palpable (fig. 23-35[7]). Ambas estructuras continúan juntas en su descenso en el antebrazo, sepultadas dentro de la masa de músculos flexores, y se dividen en el mismo nivel un poco por encima de la articulación radiocarpiana. Las ramas terminales del nervio se conocen como nervios palmares medial y lateral; un poco más adelante hemos de describirlas. Las ramas musculares para los músculos flexores del carpo y el dedo se separan en la parte más proximal del antebrazo y más allá de estas emisiones el nervio es puramente sensitivo.

El *nervio ulnar* (T1-2) sigue el borde caudal de la arteria braquial en la parte proximal del brazo (fig. 23-36[11]) pero entonces diverge hacia caudal, emite el nervio cutáneo antebraquial caudal (para la cara caudal del antebrazo) y pasa sobre el epicóndilo medial del húmero antes de entrar en el antebrazo. Al hacerlo envía ramas a los músculos flexores. El nervio, muy agotado y ahora puramente sensitivo, sigue la cabeza ulnar del flexor profundo en el borde caudal del miembro, cubierto por la fascia profunda (fig. 23-34[15]), y unos pocos centímetros por encima del carpo se divide en las ramas dorsal y palmar. La rama dorsal aflora a la superficie ligeramente proximal del hueso carpiano accesorio y se puede palpar contra los tendones cortos que se insertan aquí; corre sobre la cara lateral del carpo para extinguirse en la piel sobre la superficie lateral del metacarpo. La rama palmar pasa por el carpo dentro del retináculo flexor, donde intercambia fibras con el nervio palmar lateral, que es una de las ramas terminales del mediano (fig. 23-37[3,5']).

La superposición de los nervios mediano y ulnar en su territorio motor torna improbable que el daño de cualquiera de ellos influya mucho sobre la marcha.

Inervación de la mano

Cuatro nervios inervan la mayoría de las estructuras distales al carpo; los nervios palmares medial y lateral, ramas del mediano, y las ramas palmar y dorsal del nervio ulnar. Todas, menos la rama dorsal del ulnar, están a palmar del gran hueso metacarpiano. El nervio palmar medial (fig. 23-37[8]) corre en el surco comprendido entre el interóseo y los tendones flexores. En la mitad de la caña emite una rama comunicante que cruza oblicuamente sobre el tendón del flexor superficial (donde se palpa) para unirse al nervio palmar lateral. Un poco por encima del nudo el palmar medial se convierte en el nervio digital medial, que inmediatamente da origen a una o dos ramas dorsales

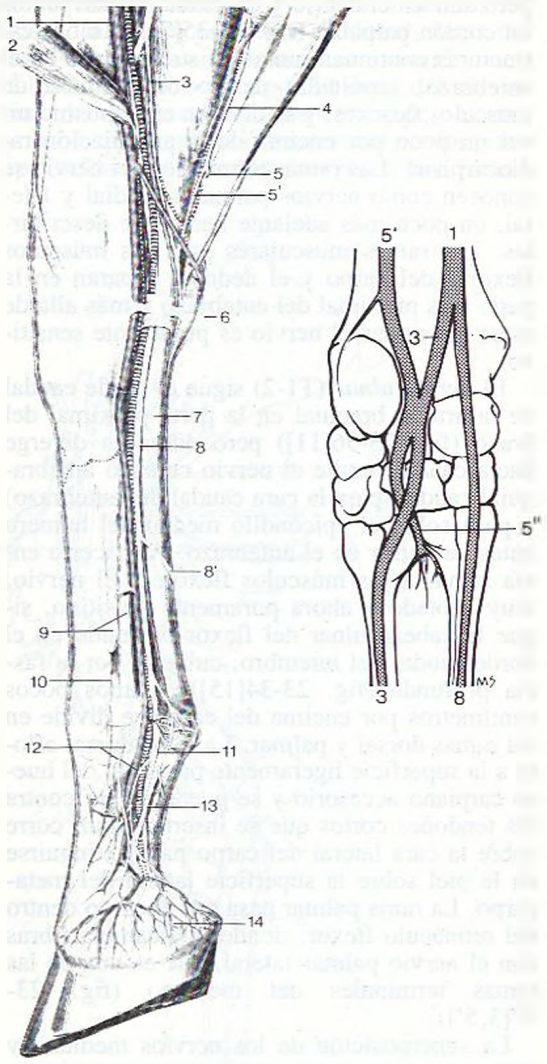


Fig. 23-37. Vasos y nervios de la mano derecha, vista medial. El detalle muestra una vista caudal del intercambio de fibras entre los nervios mediano y ulnar en el carpo izquierdo.

1, vasos y nervio medianos; 2, flexor radial del carpo; 3, nervio palmar lateral; 4, nervio ulnar; 5, 5', ramas dorsal y palmar del nervio ulnar; 5'', rama profunda para el interóseo que da origen a los nervios metacarpianos palmares; 6, retináculo flexor; 7, tendones flexores; 8, nervio y vasos palmares mediales; 8', rama comunicante; 9, interósco y extremo distal del metacarpiano rudimentario; 10, nervio metacarpiano palmar medial; 11, nervio y vasos digitales; 12, ramas dorsales del nervio digital; 13, ligamento del espolón; 14, plexo venoso coronario. (Modificado de Hopkins, 1937.)

que se distribuyen por la cara dorsomedial del dedo y la corona. El tronco principal del nervio digital continúa junto con la arteria del mismo nombre sobre la parte lateral del hueso sesamoide proximal, pasa debajo del ligamento del espolón (fig. 23-37[13]) y luego desaparece en

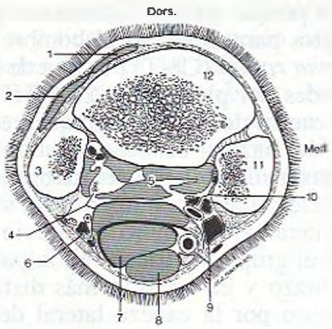


Fig. 23-38. Corte transversal del metacarpo izquierdo unos 3 cm distal a la articulación carpometacarpiana.

1, extensor digital común; 2, extensor digital lateral; 3, metacarpiano rudimentario lateral; 4, arteria y nervio metacarpiano palmar lateral y ligamento accesorio del tendón del flexor profundo; 5, interóseo; 6, nervio y vasos palmares laterales; 7, flexor digital profundo; 8, flexor digital superficial; 9, nervio y vasos palmares mediales; 10, nervio metacarpiano palmar medial, rama palmar superficial de la arteria radial y vasos metacarpianos palmares mediales; 11, metacarpiano rudimentario medial; 12. gran hueso metacarpiano (caña).

el casco. Unas ramas pequeñas inervan las estructuras a caudal de las falanges. El nervio termina inervando la dermis laminar y de la suela.

Se recordará que el nervio palmar lateral (fig. 23-37[3]) intercambia fibras con la rama palmar del nervio ulnar en el carpo. Emerge de la corta unión (1 a 2 cm) y sigue un curso y tiene una distribución idénticos a los del nervio palmar medial, incluso las ramificaciones en el dedo. La primera rama de este nervio compuesto nace en el carpo y poco después se divide en finos nervios metacarpianos palmares medial y lateral, que descienden en la profundidad siguiendo la superficie axil de los metacarpianos rudimentarios. Estos nervios inervan el interóseo y fondo de saco palmar de la articulación del nudo, antes de hacerse subcutáneos a nivel de los extremos distales de los metacarpianos rudimentarios (fig. 23-37[10]). A continuación inervan el fondo de saco dorsal de la articulación antes de mezclarse con las ramas dorsales de los nervios digitales, pero no llegan a la corona.

Todos estos nervios pueden bloquearse en diversos niveles, principalmente para diagnosticar cojeras. El procedimiento se hace porque el caballo rengo mejora temporariamente al desensibilizar el área desde está la lesión inadvertida. En consecuencia, se requiere una sucesión de inyecciones para bloquear territorios cada vez más grandes. Por lo común se emplean cuatro sitios.

1. Los bloqueos digitales palmares se hacen sobre los nervios digitales a nivel de la articulación de la cuartilla y apenas a proximal del cartílago del casco (la arteria digital está junto al nervio). El bloqueo desensibiliza todos los ele-

mentos del casco, excepto la parte dorsal del rodete coronario.

2. Los bloqueos a nivel del hueso sesamoideo proximal se hacen para anestesiar los nervios digitales y sus ramas dorsales (la arteria digital y su vena son dorsales respecto del nervio, junto a las ramas dorsales). El bloqueo desensibiliza el dedo, exceptuando la cara dorsal de la cuartilla.

3. En los bloqueos metacarpianos distales las inyecciones se hacen a nivel de los extremos distales de los metacarpianos rudimentarios. El territorio anestesiado combina los nervios palmares (la vena palmar corre por dorsal del nervio y la arteria está en la profundidad de ambos) y ramas de los nervios metacarpianos palmares (subcutáneo, distal al metacarpiano rudimentario, profundo, entre el metacarpiano rudimentario y el interóseo, fig. 23-39). El bloqueo desensibiliza el dedo y la articulación del nudo.

4. En el bloqueo metacarpiano proximal las inyecciones se administran en la superficie axil del extremo proximal de los metacarpianos rudimentarios. Se anestesian los nervios palmares medial y lateral y el origen de los nervios metacarpianos en estos últimos (grandes vasos acompañan el nervio palmar medial en particular, fig. 23-38). El bloqueo desensibiliza todo el dedo y la mayoría de las estructuras de la región caudal del metacarpo.

En la figura 23-1 se ilustran las *zonas autónomas de inervación de la piel*. Pellizcando la piel en el centro de una zona se verifica la integridad del nervio en particular.

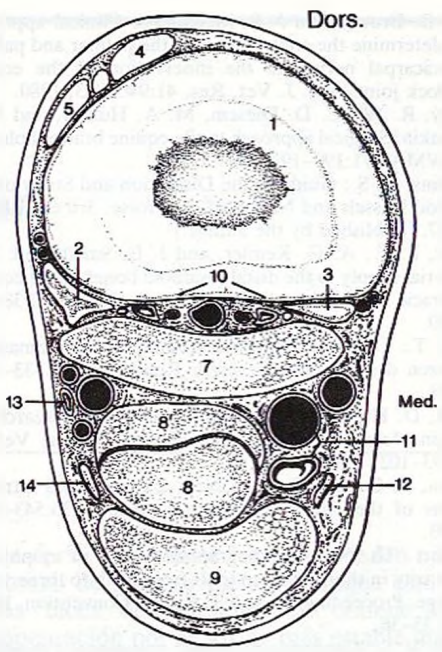


Fig. 23-39. Corte transversal en la mitad del metacarpo izquierdo.

1, 2, 3, huesos metacarpianos grande y pequeños; 4, extensor digital común; 5, extensor digital lateral; 7, interóseo; 8, flexor digital profundo; 8', ligamento accesorio (frenador); 9, flexor digital superficial; 10, vasos y nervios metacarpianos palmares; 11, arteria y vena palmares mediales; 12, nervio palmar medial; 13, arteria palmar lateral; 14, nervio palmar lateral.

BIBLIOGRAFÍA

Ackerman, N., H. E. Garner, J. R. Coffman, and J. W. Clement: Angiographic appearance of the normal equine foot and alterations in chronic laminitis. JAVMA 166:58–62, 1975.

Adams, O. R.: Lameness in Horses, 4th ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1985.

Allan, G. S.: Radiography of the equine fetlock. Equine Pract. 1:40–47, 1979.

Arcularius, K.: Die lokale intravenöse Anästhesie zur Schmerzausschaltung im Zehenbereich beim Pferd und Rind. Mh. Vet. Med. 37:877–873, 1982.

Blyth, L. L., and R. L. Kitchell: Electrophysiologic studies of the thoracic limb of the horse. Am. J. Vet. Res. 43:1511–1524, 1982.

Bowman, K. F., L. H. Evans, and M. E. Herring: Evaluation of surgical removal of fractured distal splint bones in the horse. Vet. Surg. 11:116–120, 1982.

Bradley, O. C.: The Topographical Anatomy of the Limbs of the Horse. Edinburgh, W. Green & Son, Ltd., 1920.

Bramlage, L. R., A. A. Gabel, and R. P. Hackett: Avulsion fractures of the origin of the suspensory ligament in the horse. JAVMA 176: 1004–1010, 1980.

Brown, M. P., and F. J. MacCallum: Anconeal process of ulna: separate centre of ossification in the horse. Br. Vet. J. 130:434–439, 1974.

Brown, M. P., and F. J. MacCallum: Observations on the growth plates in limbs of foals. Vet. Rec. 98:443–446, 1976.

Calislar, T., and L. E. St. Clair: Observations on the navicular bursa and the distal interphalangeal joint cavity in the horse. JAVMA 154:410–412, 1969.

Churchill, E. A.: Surgical removal of fracture fragments of the proximal sesamoid bone. JAVMA 128:581–582, 1956.

Coffman, J. R., J. H. Johnson, E. J. Finocchio, and M. M. Guffy: Biomechanics of pedal rotation in equine laminitis. JAVMA 156:219–221, 1970.

Colles, C. M., and J. Hickman: The arterial supply of the navicular bone and its variation in navicular disease. Equine Vet. J. 9:150–154, 1977.

Colles, C. M., H. E. Garner, and J. R. Coffman: The blood supply of the horse's foot. Proceedings of 25th Annual Convention A.A.E.P., 1979, pp. 385–397.

Derksen, F. J.: Diagnostic local anesthesia of the equine front limb. Equine Pract. 2:41–47, 1980.

Ellenberger, W., H. Dittrich, and H. Baum: Atlas of Animal Anatomy for Artists. New York, Dover Publications, 1956.

Firth, E. C., and P. W. Poulos: Microangiographic studies of metaphyseal vessels in young foals. Res. Vet. Sci. 34:231–235, 1983.

Garner, H. E., L. E. St. Clair, and H. J. Hardenbrook: Clinical and radiographic studies of the distal portion of the radius in race horses. JAVMA 149:1536–1540, 1966.

Goller, H.: Gefäss- und Nerventopographie der Vorder- und Hinterextremität des Pferdes. Vet. Med. Nachrichten 4:240–255, 1962.

Gray, B. G., H. N. Engel, Jr., P. F. Rumph, J. LaFaver,

B. G. Brown, and J. S. McKibben: Clinical approach to determine the contribution of the palmar and palmar metacarpal nerves to the innervation of the equine fetlock joint. Am. J. Vet. Res. 41:940–943, 1980.

Henry, R. W., C. D. Diesem, M. A. Hunter, and J. S. Rankin: Surgical approach to the equine brachial plexus. JAVMA 171:190–192, 1977.

Hopkins, G. S.: Guide to the Dissection and Study of the Blood Vessels and Nerves of the Horse, 3rd ed. Ithaca, 1937. [Published by the author.]

James, P. T., A. G. Kemler, and J. E. Smallwood: The arterial supply to the distal sesamoid bones of the equine thoracic and pelvic limbs. J. Vet. Orthop. 2:38–45, 1980.

Koch, T.: Über die Nervenversorgung der Gliedmassenspitzen des Pferdes. Tierärztl. Rundschau 44:333–337, 1938.

Leach, D. H., and A. I. Dagg: A review of research on equine locomotion and biomechanics. Equine Vet. J. 15:93–102, 1983.

Mishra, P. C., and D. H. Leach: Extrinsic and intrinsic veins of the equine hoofwall. J. Anat. 136:543–560, 1983.

Monfort, Th. N.: A radiographic survey of epiphyseal maturity in thoroughbred foals from birth to three years of age. Proceedings of A.A.E.P. 13th Convention, 1967, pp. 33–36.

Myers, V. S.: Confusing radiologic variations at the distal end of the radius of the horse. JAVMA 147:1310–1312, 1965.

Myers, V. S., and J. K. Burt: The radiographic location of epiphyseal lines in equine limbs. Proc. Am. Assoc. Equine Pract. 12:21–39, 1966.

Myers, V. S., and M. A. Emmerson: The age and manner of epiphyseal closure in the forelegs of two Arabian foals. J. Am. Vet. Res. Soc. 7:39–40, 1966.

Nickels, F. A., B. D. Grant, S. D. Lincoln: Villinodular synovitis of the equine metacarpophalangeal joint. JAVMA 168:1043–1046, 1976.

Nyrop, K. A., J. R. Coffman, R. M. DeBowes, and L. C. Booth.: The role of diagnostic nerve blocks in the equine lameness examination. Comp. Contin. Ed. 5:S669–S676, 1983.

Ottaway, C. W., and A. N. Worden: Bursae and tendon sheaths of the horse. Vet. Rec. 52:474–483, 1940.

Palmer, S. E.: Radiography of the abaxial surface of the proximal sesamoid bones of the horse. JAVMA 181:264–265, 1982.

Park, R. D., J. P. Morgan, and T. O'Brien: Chip fractures in the carpus of the horse: a radiographic study of their incidence and location. JAVMA 157:1305–1312, 1970.

Pohlmeyer, K., and R. Redecker: Die für die Klinik bedeutsamen Nerven an den Gliedmassen des Pferdes einschliesslich möglicher Varianten. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 81:501–505, 1974.

Preuss, F., and H. Eggers.: Zur Radialislähmung des Pferdes. Tierärztl. Umschau 6:430–435, 1951.

Quick, Ch. B., and V. T. Rendano: Radiographic interpretation: equine radiology—the pastern and foot. Mod. Vet. Pract. 58:1022–1027, 1977.

Quick, Ch. B., and V. T. Rendano: Radiographic interpretation: equine radiology—the splint bones. Mod. Vet. Pract. 60:56–60, 1979.

Rendano, V. T.: Radiographic interpretation: equine radiology—the carpus. Mod. Vet. Pract. 58:701–707, 1977.

Rendano, V. T.: Radiographic interpretation: equine radiology—the fetlock. Mod. Vet. Pract. 58:871–875, 1977.

Rendano, V. T., and B. Grant: The equine third phalanx: its radiographic appearance. J. Am. Vet. Res. Soc. 14:125–136, 1978.

Rooney, J. R.: Clinical reports. Functional anatomy of the equine suspensory ligament. Mod. Vet. Pract. 54:43–45, 1973.

Sack, W. O.: Nerve distribution in the metacarpus and front digit of the horse. JAVMA 167:298–305, 1975.

Sack, W. O.: Subtendinous bursa on the medial aspect of the equine carpus. JAVMA 168:315–316, 1976.

Sack, W. O., and R. E. Habel.: Rooney's Guide to the Dissection of the Horse. Ithaca, Veterinary Textbooks.

Schebitz, H., and H. Wilkens: Atlas of Radiographic Anatomy of the Horse, 3rd ed. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1978.

Schmaltz, R.: Atlas der Anatomie des Pferdes. Vol. 1, 3rd ed. Berlin, Richard Schoetz, 1911.

Schrijver, H. F., D. L. Bartel, N. Langrana, and J. E. Lowe: Locomotion in the horse: kinematics and external and internal forces in the normal equine digit in the walk and trot. Am. J. Vet. Res. 39:1728–1733, 1978.

Scott, E. A., D. E. Thrall, and G. A. Sandler: Angiography of equine metacarpus and phalanges: Alterations with medial palmar artery and medial palmar digital artery ligation. Am. J. Vet. Res. 37:869–873, 1976.

Scruthfield, W. L.: Injection of the navicular bursa. Southwest. Vet. 30:161–163, 1977.

Shively, M. J.: Normal radiographic anatomy of the equine digit. J. Equine Med. Surg. 2:77–84, 1978.

Smallwood, J. E., and M. J. Shively: Radiographic and xeroradiographic anatomy of the equine carpus. Equine Pract. 1:22–28, 1979.

Stede, M., F. Preuss, and G. Stede: Angewandt-Anatomische Grundlagen zur Gleichbeinfraktur des Pferdes. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 90:212–215, 1977.

Stump, J. E.: Anatomy of the normal equine foot, including microscopic features of the laminar region. JAVMA 151:1588–1598, 1967.

VanPelt, R. W.: Intra-articular injection of the equine carpus and fetlock. JAVMA 140:1181–1190, 1962.

Verschooten, F., and A. de Moor: Tendinitis in the horse: its radiographic diagnosis with air-tendograms. J. Am. Vet. Radiol. Soc. 19:23–30, 1978.

Webbon, P. M.: A post mortem study of equine digital flexor tendons. Equine Vet. J. 9:61–67, 1977.

Wintzer, H. J.: Zur Bewertung des Röntgenbildes vom Strahlbein des Pferdes in der Lahmheitsdiagnostik. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 112:471–479, 1970.

Wintzer, H. J., and B. Schlarmann: Zur arteriellen Blutversorgung des Strahlbeins und der Gleichbeine beim Pferd. Zentralbl. Vet. Med. A. 18:646–652, 1971.

24

Miembro pelviano del caballo

CONFORMACIÓN DE LA GRUPA

Aunque los miembros pelvianos sostienen poco más del 40% del peso corporal imparten, por mucho, la mayor parte del ímpetu anterógrado en la locomoción. Este empuje se entrega a través de las articulaciones de las caderas y sacroilíacas, que intrínsecamente son más estables que la del hombro y la sinarcosis escapulotorácica, que son las respectivas "articulaciones" del miembro torácico. La articulación sacroilíaca es reforzada por firmes ligamentos y ella y la articulación de la cadera están bien sostenidas por los músculos de la grupa y el muslo. Estos músculos son particularmente macizos en el caballo, en el cual redondean los contornos de manera distintiva. En consecuencia, es más difícil apreciar los rasgos y la orientación de la pelvis que en otras especies domésticas.

A pesar del desarrollo muscular, la tuberosidad coxal es un jalón conspicuo que se palpa en toda su extensión y se ve en su parte superior (fig. 24-1[2]). La tuberosidad isquiática (fig. 24-1[3]) es más difícil de localizar, en cambio, aunque se puede obtener una impresión general de su posición a la palpación profunda sobre los músculos que forman el contorno caudal de la grupa y el muslo. Haciendo esto se puede estimar la inclinación de la pelvis visualizando la línea que une ambas salientes. En la conformación convencional, generalmente aprobada, esta línea forma un ángulo de unos 30 grados con el horizonte; de esto se deduce que el sacro es más o menos horizontal. Cuando el ángulo es mucho más pequeño y las dos tuberosidades están casi por compartir el mismo plano horizontal, la implantación de la cola aparenta ser alta. Si, en cambio, el ángulo es mucho mayor, se dice que el animal tiene anca de ganso. La grupa es corta en estos animales y los músculos de la corva son menos largos y pueden ejercer un brazo de palanca menor. Aunque esto es a todas luces desventajoso, se obtiene cierta compensación por el sostén más estable que los miembros proporcionan al tronco y para muchos caballistas la grupa que desciende con suavidad es aceptable en un caballo de montar.

La posición de la articulación de la cadera no se puede determinar directamente sino que se deduce de su relación con el trocánter mayor del fémur. Esta protuberancia se halla dividida en las partes craneal baja y caudal alta, que se pueden identificar por separado a la palpación (fig. 24-1[5,5']). En niveles más distales es fácil reconocer el tercer trocánter (que sólo es prominente en esta especie) y el epicóndilo lateral, que pueden emplearse para establecer la orientación del fémur. Éste es más vertical de lo que a menudo se supone (fig. 19-1].

ARTICULACIÓN DE LA CADERA

La estabilidad de la articulación de la cadera se debe en gran medida a la profundidad y extensión del acetábulo, que se hallan aumentadas considerablemente por un rodete fibrocartilaginoso que rodea en gran parte la cabeza femoral (fig. 24-1[4]). Además la cabeza está sujeta por dos ligamentos que impiden que se luxe. Uno, el *ligamento de la cabeza femoral*, es corto y fuerte, pero no es peculiar en ningún sentido; el otro, el *ligamento accesorio*, es exclusivo del caballo y el asno en las especies domésticas. Empieza como un desprendimiento del tendón prepubiano y llega a la articulación siguiendo un surco poco profundo en la cara ventral del pubis; esto lo lleva a la escotadura acetabular, por la cual pasa para insertarse en la cabeza (fig. 21-2[5']). Los dos ligamentos juntos restringen la excursión y la versatilidad

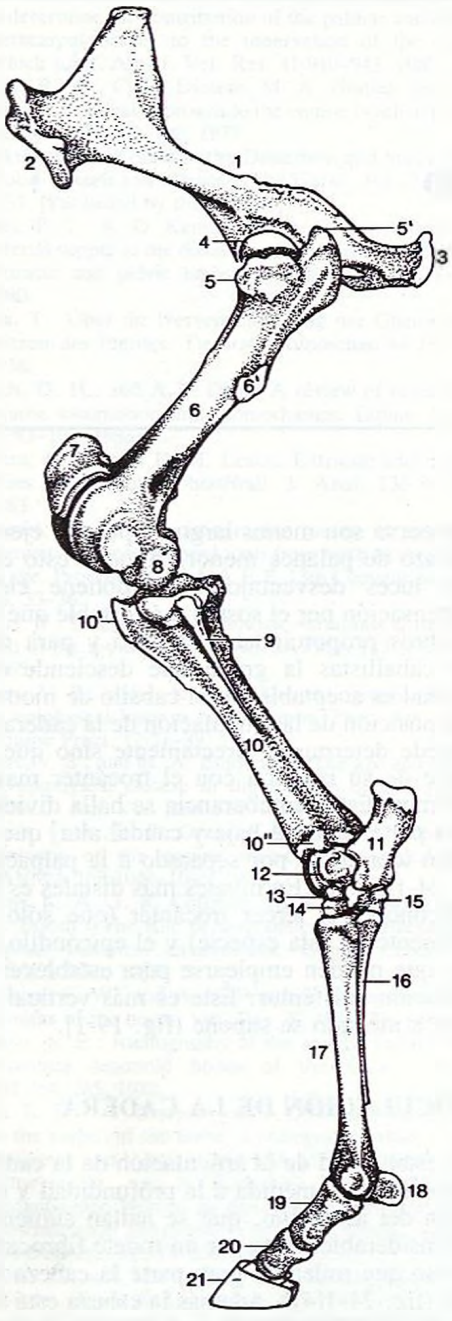


Fig. 24-1. Esqueleto del miembro pelviano, vista lateral.

1, hueso de la cadera (coxal); 2, tuberosidad coxal; 3, tuberosidad isquiática; 4, cabeza del fémur; 5, 5', partes craneal y caudal del trocánter mayor; 6, fémur; 6', tercer trocánter; 7, rótula; 8, cóndilo femoral; 9, peroné; 10, tibia; 10', tuberosidad tibial; 10'', maléolo lateral; 11, calcáneo; 12, talus; 13, tarsiano central; 14, tercer tarsiano; 15, cuarto tarsiano; 16, metatarsiano IV (rudimentario lateral); 17, metatarsiano III (hueso de la caña); 18, huesos sesamoideos proximales; 19, 20, 21, falanges proximal, media y distal, la última dentro del casco.

de los movimientos que puede realizar la articulación. Las más severas son las restricciones de la rotación y abducción; en la práctica el movimiento se confina casi a la flexión y extensión en el plano sagital, lo cual es mucho menos de lo que la geometría de las superficies articulares sugiere.

Aunque la cápsula articular es muy amplia, su profundidad la torna poco accesible. Si hay que punzarla, la aguja se introduce entre las dos partes del trocánter mayor orientada horizontalmente y en dirección craneomedial en un ángulo de unos 40 grados con el plano transverso.

MÚSCULOS DE LA CADERA Y MUSLO

Por razones de conveniencia se considera que comprenden los grupos glúteo, de la corva, medial y craneal.

Músculos glúteos. Las fascias superficial y profunda de la grupa y muslo son continuación de las coberturas respectivas del lomo. La fascia profunda emite varios tabiques que se fijan en la cintura pelviana y en el borde caudal del ligamento sacrociático luego de pasar entre ciertos músculos. Los más sustanciales de estos tabiques separan el glúteo superficial y el bíceps femoral, el bíceps y el semitendinoso y el semitendinoso y semimembranoso, de manera que moldean los músculos haciendo que sus contornos individuales a menudo se vean bien a través de la piel; esto rige en particular en los animales muy entrenados en el momento en que los músculos se contraen. La superficie interna de esta fascia, incluso los lados de los tabiques, da origen, a su vez, a muchos fascículos de los músculos a los cuales cubre.

El *tensor de la fascia lata* (fig. 24-2[3]) se irradia desde su origen en la tuberosidad coxal para terminar en una amplia aponeurosis (fascia lata) que se inserta en la rótula, el ligamento patelar lateral y el borde craneal de la tibia. El borde craneal de la parte carnosa se relaciona con los nódulos linfáticos subilíacos. El tensor es un flexor de la cadera que contribuye a avanzar el miembro durante la fase rápida del paso y es inervado por el nervio glúteo craneal.

El *glúteo superficial* está entre el tensor y el bíceps (fig. 24-2[4]). Tiene orígenes aparte en la tuberosidad coxal y la fascia glútea, pero ambas porciones se combinan para ir a una inserción común en el tercer trocánter, aunque a veces esta prolongación está separada. El glúteo superficial es un flexor en potencia de la cadera y un abductor del muslo. Sus dos partes están inervadas por separado por los nervios glúteos craneal y caudal.

El *glúteo medio* es un músculo de excepcional tamaño y potencia (fig. 24-2*B*[2']). Su an-

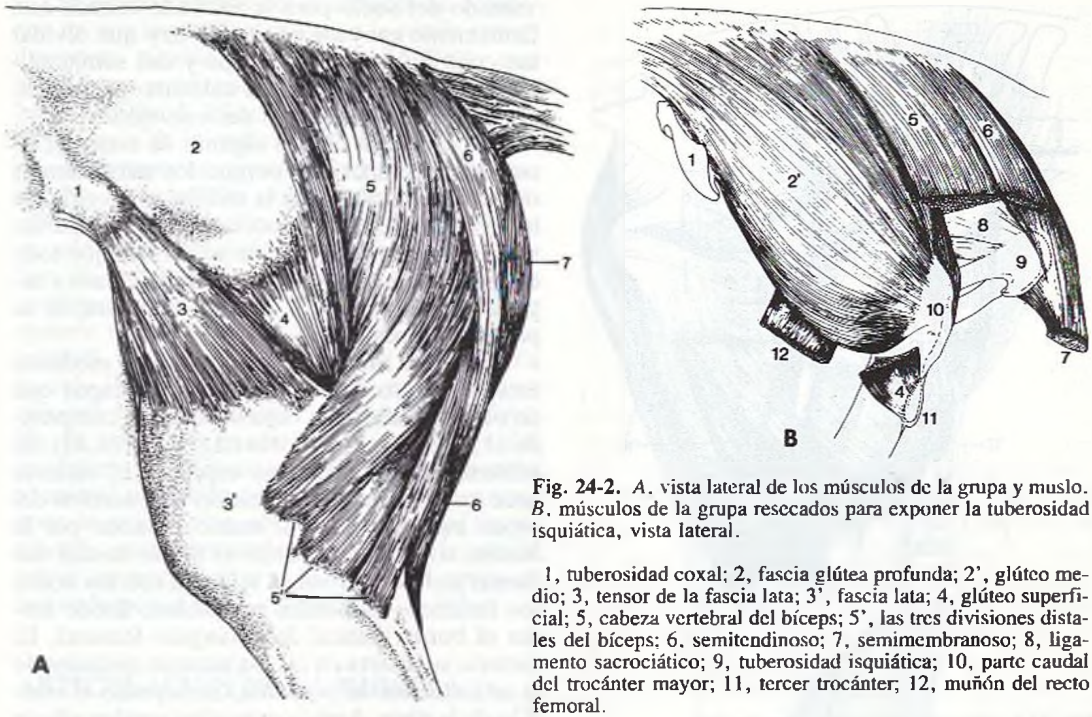


Fig. 24-2. *A*, vista lateral de los músculos de la grupa y muslo. *B*, músculos de la grupa resecados para exponer la tuberosidad isquiática, vista lateral.

1, tuberosidad coxal; 2, fascia glútea profunda; 2', glúteo medio; 3, tensor de la fascia lata; 3', fascia lata; 4, glúteo superficial; 5, cabeza vertebral del bíceps; 5', las tres divisiones distales del bíceps; 6, semitendinoso; 7, semimembranoso; 8, ligamento sacrociático; 9, tuberosidad isquiática; 10, parte caudal del trocánter mayor; 11, tercer trocánter; 12, muñón del recto femoral.

cho origen se propaga en abanico desde una depresión excavada en la superficie del longissimus, sobre la tuberosidad coxal y el ala ilíaca, hasta el sacro y parte adyacente del ligamento sacrociático. La inserción principal está en la parte caudal del trocánter mayor, pero hay una división profunda –glúteo accesorio que tiene una inserción aponeurótica aparte en la línea intertrocantérica del fémur. Esta aponeurosis pasa sobre la parte craneal del trocánter, donde su deslizamiento se facilita por la interposiciónde una bolsa sinovial (trocantérica). Esta bolsa se puede inflamar, estado que se detecta porque el animal vacila al presionar sobre ella. Los caballos que tienen este problema se alivian estando de pie con el miembro afectado en abducción; cuando se mueven, tienden a adoptar una marcha oblicua a modo de perro, desviando el miembro en un arco.

Este músculo es principalmente un extensor de la cadera, pero también posee una acción secundaria como abductor del muslo. Su asociación con el longissimus lo convierte en un participante eficaz en el encabritamiento. Lo inerva el nervio glúteo craneal.

El *glúteo profundo* está en la profundidad de la parte caudal del glúteo medio. Se origina en la espina isquiática y alrededor de ella y corre más o menos transversalmente para insertarse en la parte craneal del trocánter mayor. Es un abductor del muslo y lo inerva el nervio glúteo craneal.

Músculos caudales (corva). La posesión de cabezas de origen vertebrales bien desarrolladas por parte de los tres músculos de la corva hace que la grupa esté rellena. La cabeza vertebral del *bíceps* (fig. 24-2[5]) nace en el sacro y parte adyacente del ligamento sacrociático. Desciende detrás de los músculos glúteos, a los cuales cubre en parte, antes de cruzar la tuberosidad isquiática para recibir la cabeza pelviana, más pequeña, que se origina en esa saliente. El músculo se inserta mediante tres divisiones (fig. 24-2[5']), la primera en la fascia lata y la rótula, la segunda en el ligamento patelar lateral y la cresta tibial y la tercera, el tendón tarsiano, une el tendón común del calcáneo. La cabeza vertebral es inervada por el nervio glúteo caudal y la cabeza pelviana por el ciático.

La cabeza vertebral del *semitendinoso* (fig. 24-2[6]) tiene un origen adyacente al del bíceps. Después de fusionarse con la cabeza pelviana del músculo, se desvía hacia medial para ir a insertarse en la cara medial de la tibia y la fascia crural. También emite un tendón tarsiano que se une al tendón común del calcáneo. Las cabezas vertebral y pelviana son inervadas por los nervios glúteo caudal y ciático, respectivamente.

El *semimembranoso* (fig. 24-2[7]) está incluido en el grupo de la corva, aunque topográficamente es un músculo de la cara medial del muslo. La cabeza vertebral es relativamente débil y la pelviana más sustancial. El músculo

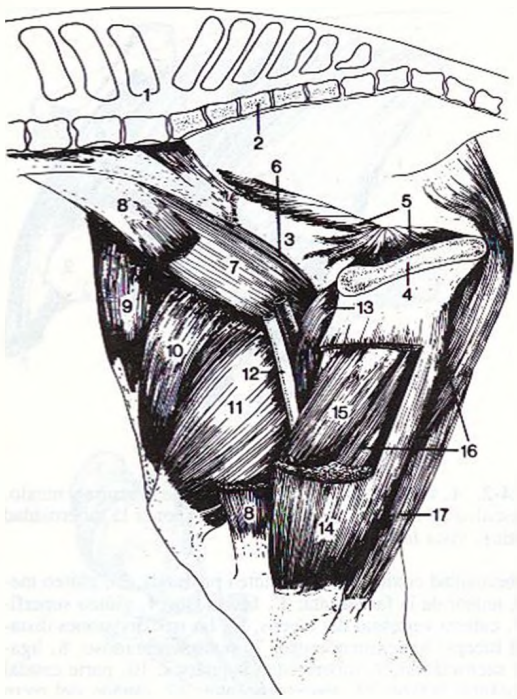


Fig. 24-3. Músculos del muslo, vista medial.

1, última vértebra lumbar, 2, sacro; 3, cuerpo del ilion; 4, sínfisis pelviana; 5, obturador interno; 6, psoas menor; 7, psoasilíaco; 8, sartorio resecado; 9. tensor de la fascia lata; 10, recto femoral; 11, vasto medial; 12, vasos femorales en el triángulo femoral; 13, pectíneo; 14, gracilis (al que se le ha sacado un trozo); 15, aductor; 16, semimembranoso; 17, semitendinoso.

combinado está cubierto en gran medida por el gracilis y sigue el margen caudal del aductor, al cual se encuentra íntimamente adosado. Está insertado por medio de dos divisiones, una craneal que se inserta en el epicóndilo del fémur y en el ligamento colateral medial de la articulación de la rodilla y una caudal que corre en dirección distal hasta el cóndilo medial de la tibia. Su principal inervación proviene del nervio ciático.

La acción y los usos de los músculos de la corva son complicados y en ciertos aspectos enigmáticos. Es evidente que las tres unidades están bien ubicadas para extender la cadera. Al considerar las acciones en la rodilla es más útil dividir el grupo de la corva en dos unidades funcionales, la que se inserta proximal al eje de rotación de la articulación y la otra más distal, en lugar de considerar los tres músculos en forma individual. La unidad "proximal" comprende partes de los músculos que son extensores en potencia porque pueden enderezar la rodilla traccionando el fémur hacia caudal cuando el miembro soporta peso. La unidad "distal" flexiona la rodilla cuando el casco está levantado del suelo pero la extiende cuando está firmemente apoyada en él. No hay que olvidar las contribuciones del bíceps y del semitendinoso al tendón común del calcáneo porque estas partes son extensoras del corvejón.

No cabe duda de que algunas de estas acciones son incompatibles porque los movimientos de las articulaciones de la rodilla y corvejón están vinculados en sus acciones por el aparato recíproco (p. 615). De esto se deduce que todo el grupo de la corva, que comprende partes capaces de flexionar la rodilla, no siempre se puede contraer en masa.

Músculos mediales. Los músculos mediales están dispuestos en las mismas tres capas que en otras especies. La capa superficial comprende el *gracilis* y el *sartorio* (fig. 24-3[14,8]). El primero no tiene nada en especial. El sartorio nace en la fascia y en el tendón de inserción del psoas menor y llega al muslo pasando por la brecha comprendida entre el borde caudal del flanco y el íleon. Está en relación con los nódulos linfáticos inguinales profundos, donde forma el borde craneal del triángulo femoral. El sartorio se inserta en las estructuras mediales de la articulación de la rodilla, incluyendo el cóndilo de la tibia. Ambos músculos pueden aducir el muslo, pero el sartorio sería más importante como flexor de la cadera. El gracilis es inervado por el nervio obturador y el sartorio por el safeno.

La capa media se halla constituida por el pectíneo y el aductor. El *pectíneo* (fig. 24-3[13]) es un pequeño músculo fusiforme que corre entre la parte medial del ligamento accesorio y la superficie medial del fémur, por lo que está situado de manera que flexiona la cadera y aduce el muslo. Lo inerva el nervio obturador.

El *aductor* (fig. 23-3[15]), mucho más grande, llena el espacio comprendido entre el pectíneo y el semimembranoso. Nace en el piso de la pelvis y en el tendón sinfisario y se inserta en la superficie caudal y en el epicóndilo medial del fémur y en el ligamento colateral medial de la rodilla. Aunque su función primaria es aducir el muslo, puede ejercer una acción extensora subsidiaria. Lo inerva el nervio obturador.

Los pequeños músculos de la cadera –cuadrado femoral, gemelos, obturador interno y obturador externo– revisten escasa importancia. El tendón del obturador interno cruza el borde del isquion como en el perro. Los tres primeros están inervados por el ciático y el obturador externo por el obturador.

Músculos craneales. Este grupo comprende el *cuadríceps femoral*, que posee las cuatro cabezas de origen con sus nombres propios usuales, y el insignificante capsular.

Las cuatro cabezas del cuadríceps se combinan en una inserción común en la rótula con el ligamento patelar medio (fig. 24-4[8]), que provee una continuación funcional hasta la tuberosidad tibial. El recto femoral es un flexor en potencia de la cadera, pero la acción principal del grupo es extender la rodilla. Por supuesto, la extensión comprende la estabilización de la articulación para que no se colapse cuando la extremidad soporta peso durante la fase de sostén de la marcha. Se observa y se confirma mediante palpación que el músculo aparece relajado cuando el animal está de pie, inmóvil. Esto sugiere que una vez que la rótula ha sido llevada a su posición de reposo, no se requiere ningún esfuerzo adicional considerable de parte del cuadríceps. La parálisis del cuadríceps es un trastorno muy severo porque el animal no puede estabilizar la rodilla y tampoco la articulación del corvejón, cuyos movimientos están vinculados con los de la rodilla por el aparato recíproco (p. 615). El grupo es inervado por el nervio femoral.

ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

Aunque suele concordar con el patrón común, la rodilla del equino también exhibe varios rasgos distintivos importantes. El más notable provee un medio para "trabar" la articulación de manera que un miembro pelviano puede sostener una parte desproporcionada del peso corporal y permitir que el otro esté en reposo mientras el animal está de pie. Esto es un componente primordial del aparato de sostén pasivo (p. 613).

El mecanismo de traba se basa en ciertas peculiaridades de las superficies articulares. La tróclea femoral es muy asimétrica porque la cresta o labio medial es más grande que la lateral y se prolonga hacia proximal hasta una protuberancia terminal que se identifica con facilidad a la palpación (fig. 24-4[10] y 24-6[2]). La superficie troclear presenta dos superficies distintas. La más grande, conocida como superficie deslizante, corresponde a toda la tróclea de la mayoría de las especies y mira en una dirección a predominio craneal; la más pequeña, conocida como superficie de reposo, forma una estrecha repisa encima de la superficie deslizante, respecto de la cual se halla muy angulada porque mira hacia dorsal (fig. 24-14[18]). La rótula tiene una forma más o menos rombal vista desde adelante (fig. 24-14*B* [2]); en el estado fresco es prolongada hacia medial por un *fibrocartílago parapatelar* (fig. 24-14[3]). La superficie articular de la rótula también está dividida. El área que mira hacia atrás, más extensa, se articula con la tróclea durante la mayor parte de la excursión normal del movimiento, pero en su punta presenta una estrecha banda orientada en dirección distal, que sólo toma contacto con el fémur en el límite de la extensión.

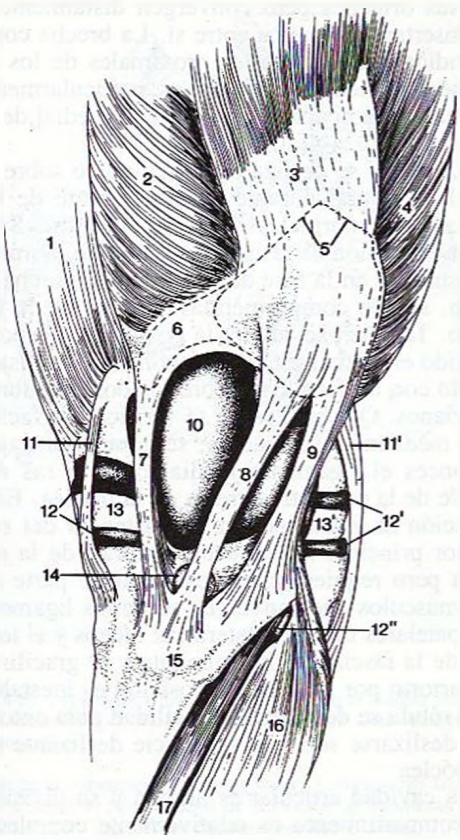


Fig. 24-4. Vista craneal de la articulación de la rodilla izquierda.

1, aductor; 2, vasto medial; 3, recto femoral; 4, vasto lateral; 5, contorno de la rótula; 6, contorno del fibrocartílago patelar; 7, 8, 9, ligamentos patelares medial, medio y lateral; 10, cresta medial de la tróclea femoral cubierta por la cápsula articular; 11, 11', ligamentos colaterales medial y lateral; 12, 12', cápsulas articulares femorotibiales medial y lateral; 12''receso de 12' debajo del tendón conjunto del tercer peroneal y el extensor digital largo; 13, 13', meniscos medial y lateral; 14, bolsa infrapatelar distal; 15, tuberosidad tibial; 16, extensor digital largo; 17, tibial craneal. (Según Vollmerhaus.)

Los tres *ligamentos patelares* están conectados por un retináculo en el cual también se fusionan los tendones de inserción de varios músculos del muslo. El ligamento medio (fig. 24-4[8]) corre desde el vértice de la rótula hasta la tuberosidad tibial, en tanto que los ligamentos lateral y medial van desde los ángulos de la rótula o, con mayor precisión en lo tocante al medial, desde el cartílago parapatelar. Por lo tanto, los tres ligamentos se hallan muy separados

en sus orígenes pero convergen distalmente y se insertan muy cerca entre sí. La brecha comprendida entre las partes proximales de los ligamentos medial y medio es particularmente ancha y está ocupada por la cresta medial de la tróclea (fig. 24-4[10]).

La rótula se desliza de arriba abajo sobre la tróclea femoral durante la mayor parte de las excursiones normales de la articulación. Sólo en la extensión extrema, como sucede momentáneamente en la fase de sostén de la marcha al paso, se ven comprometidas superficies de reposo. También se adopta la posición de reposo cuando el animal está de pie con su peso distribuido con uniformidad sobre los dos miembros pelvianos. Que esto es así se verifica con facilidad mediante la palpación; se comprobará que entonces el ligamento medial corre a ras del borde de la respectiva cresta de la tróclea. Esta posición se mantiene sin la asistencia del extensor principal (cuadríceps femoral) de la rodilla pero requiere cierto esfuerzo de parte de los músculos que convergen sobre los ligamentos patelares medial y lateral: el bíceps y el tensor de la fascia lata lateralmente y el gracilis y el sartorio por medial. La posición es inestable y la rótula se desaloja con facilidad para entonces deslizarse sobre la superficie deslizante de la tróclea.

La cavidad articular es amplia y su división en compartimiento es relativamente completa. El extenso compartimiento femoropatelar está contenido en su mayor parte entre el fémur, la rótula y el cuadríceps. La parte más distal que la rótula es más accesible, aunque se halla separada de los ligamentos patelares (y del retináculo) por una gruesa almohadilla adiposa. Se comunica con el compartimiento femorotibial medial en la gran mayoría de los caballos, pero con el respectivo compartimiento lateral en muchos menos, quizás el 25%. El tabique entre los compartimientos medial y lateral casi nunca está perforado. La inconstancia de estos rasgos reviste considerable importancia práctica porque cabe presumir que toda infección se habrá de propagar rápidamente entre los tres compartimientos, mientras que por razones de prudencia las sustancias terapéuticas se deben inyectar por separado en cada uno de ellos.

Para hacer estas inyecciones hay que estar familiarizados con la disposición de los ligamentos y poseer capacidad para reconocerlos a la palpación. El ligamento colateral medial se puede identificar cerca de su origen en el epicóndilo femoral y provee un jalón conveniente para punzar el compartimiento femorotibial medial. La aguja se introduce cerca de su borde craneal, entre él y el ligamento patelar medial (figs. 24-4[11,7] y 24-5[7,6]). El ligamento colateral lateral se palpa en toda su extensión pero es más fácil encontrarlo cerca de su inserción en la cabeza del peroné. El compartimiento femorotibial lateral se punza entre este ligamento y el tendón de origen del extensor digital largo, más craneal y también palpable (fig. 24-4[11',16]). El compartimiento femoropatelar también es fácil de punzar desde el costado, detrás de la parte proximal del ligamento patelar lateral (24-4[9]). También se puede abordar este compartimiento desde adelante, entre los ligamentos patelares, pero para esto hay que pasar la aguja a través de una considerable capa de grasa.

ESQUELETO DE LA PIERNA Y CORVEJÓN, ARTICULACIÓN DEL CORVEJÓN

La tibia es el único componente funcional del esqueleto de la pierna. Su diáfisis se halla densamente cubierta por músculo en sus caras craneolateral y caudal, pero es subcutánea por medial (fig. 24-7[1]). La superficie articular distal, conocida como cóclea, consiste en dos surcos separados por una cresta, todos con una inclinación craneolateral. La cóclea se halla flanqueada por los maléolos medial y lateral.

El peroné está muy reducido. Su extremo proximal o cabeza forma una articulación ceñida con el cóndilo lateral de la tibia (fig. 24-1[9]). La cabeza suele continuarse con un cuerpo corto a modo de una varilla, pero a veces se interpone una banda de tejido blando que puede simular una fractura en las radiografías. Al final de la vida embrionaria el extremo distal aislado del peroné se asimila con la tibia, a la cual le aporta el maléolo lateral (fig. 24-1[10'']). La línea de unión puede evidenciarse en el hueso del adulto; la independencia del centro maleolar de osificación se reconoce bien en las radiografías de los animales jóvenes.

El corvejón consta de los siguientes elementos; talus y calcáneo en la fila proximal, un hueso tarsiano central en la fila intermedia y huesos primero y segundo fusionados, con huesos tercero y cuarto separados en la fila distal (fig. 24-8). La superficie proximodorsal del talus (fig. 24-8[5]) presenta una tróclea oblicua (trochlea tali) que concuerda con la cóclea de la tibia (fig. 24-10*B*[2]). La superficie distal es más o menos plana y descansa sobre el hueso central. El calcáneo está en su mayor parte aplicado en la cara plantar del talus; la tuberosidad que corona a la apófisis del calcáneo se levanta unos 5 cm por encima del espacio articular tarsocrural y sirve de guía aproximada para identificar ese elemento. El hueso compuesto constituido por los huesos tarsianos primero y segundo es relativamente pequeño y

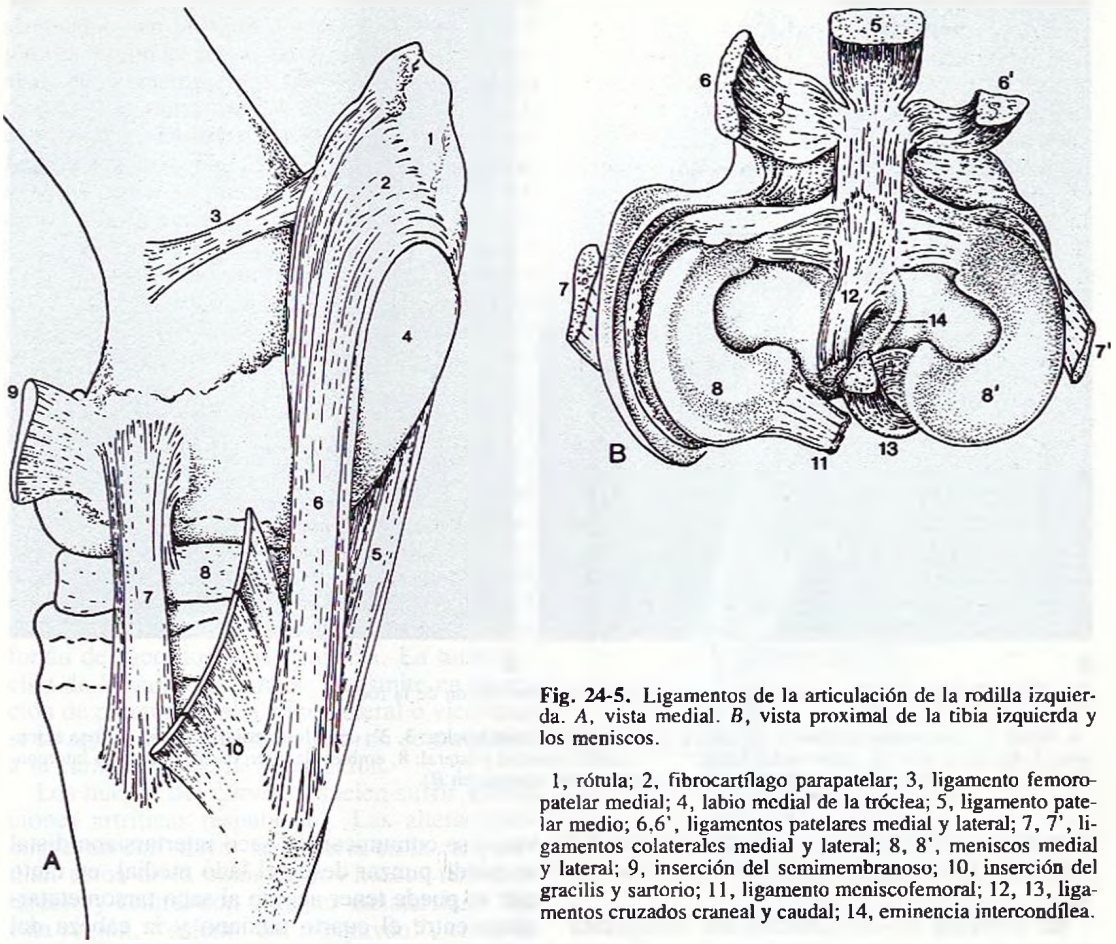


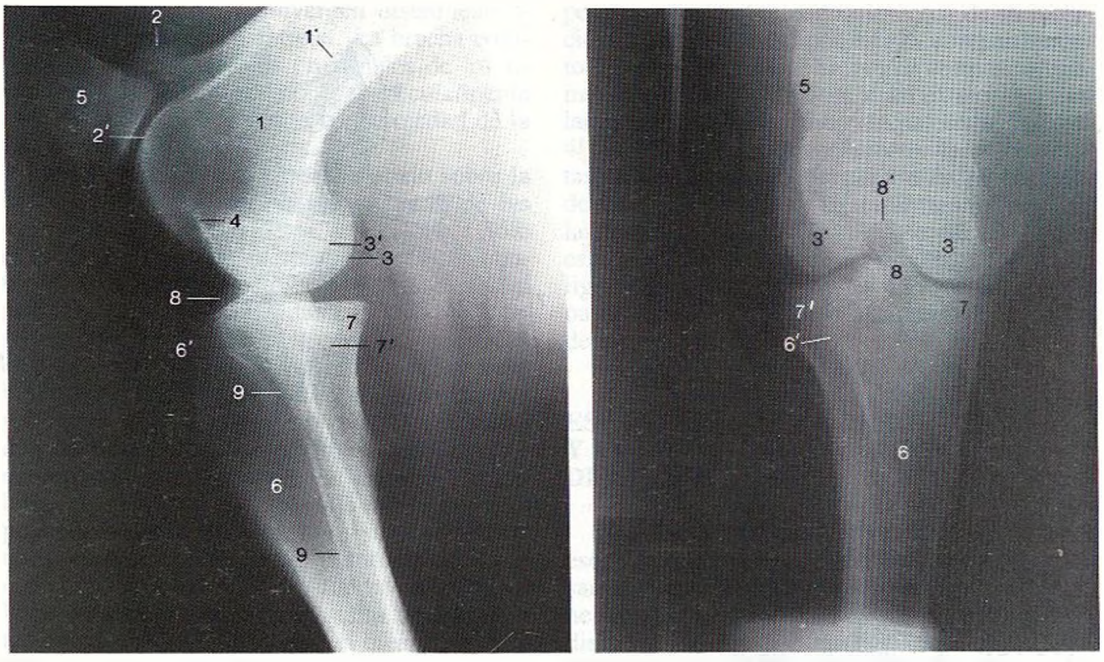
Fig. 24-5. Ligamentos de la articulación de la rodilla izquierda. *A*, vista medial. *B*, vista proximal de la tibia izquierda y los meniscos.

1, rótula; 2, fibrocartílago parapatelar; 3, ligamento femoropatelar medial; 4, labio medial de la tróclea; 5, ligamento patelar medio; 6,6', ligamentos patelares medial y lateral; 7, 7', ligamentos colaterales medial y lateral; 8, 8', meniscos medial y lateral; 9, inserción del semimembranoso; 10, inserción del gracilis y sartorio; 11, ligamento meniscofemoral; 12, 13, ligamentos cruzados craneal y caudal; 14, eminencia intercondílea.

está en su mayor parte detrás del tercer tarsiano, cuneiforme y mucho más grande. El cuarto hueso (en el lado lateral) es cuboide, a diferencia de los otros huesos de la fila distal, que son aplanados; su mayor profundidad hace que ocupe las filas intermedia y distal. Los huesos de la fila distal se articulan con los huesos metatarsianos, el tercero (caña) en el centro y el segundo y cuarto (rudimentarios), mucho más pequeños, a los costados.

Basta hacer un examen superficial del esqueleto del tarso para darse cuenta de que si bien puede ocurrir un movimiento libre en la articulación tarsocrural, prácticamente no puede haber ningún juego en ningún otro nivel. La oblicuidad de las superficies articulares de la tibia y talus asegura que la parte distal del miembro se desplace hacia afuera y también hacia adelante cuando la articulación del corvejón se flexiona.

La capa fibrosa de la cápsula articular corre desde la tibia hasta el metatarso. Se inserta con firmeza en diversas partes del esqueleto pero en otras es libre y, además, tiene una robustez muy variable; las partes más débiles (fondos de saco) sobresalen cuando el saco sinovial se distiende. Numerosos ligamentos se asocian con el corvejón, pero la mayoría son cortos y se los puede considerar simples engrosamientos locales de la cápsula. Los tres más grandes y mejor individualizados son más importantes. El par de ligamentos colaterales corre desde los maléolos hasta los respectivos metacarpianos rudimentarios y se pueden palpar en toda su longitud (fig. 24-9[11,11']). Presentan inserciones intermedias en los huesos que cruzan y estas inserciones contribuyen a asegurar que los movimientos del corvejón se limiten a la flexión y extensión a nivel tarsocrural. Un largo ligamento plantar (fig. 24-9[14]) sigue la cara plantar del calcáneo, pasa sobre el cuarto tarsiano y luego continúa distalmente dentro de la parte proximal del metatarso. Está cubierto en gran medida por el tendón del flexor digital superficial, pero se puede palpar a cada lado de éste. No es infrecuente que se desgarre más o menos en la mitad de su extensión y en la incidencia lateral el consiguiente engrosamiento



A B

Fig. 24-6. Radiografías lateral (*A*) y caudocraneal (*B*) de la articulación de la rodilla.

1, fémur; 1', fosa supracondílea; 2, 2', labios medial y lateral de la tróclea; 3, 3', cóndilos medial y lateral; 4, fosa extensora; 5, rótula; 6, tibia; 6', tuberosidad tibial, 7, 7', cóndilos medial y lateral; 8, eminencia intercondílea; 8', fosa intercondílea; 9, peroné con un defecto de osificación congénito (no aparece en *B*).

imparte un perfil convexo a la cara plantar del corvejón. Este estado se conoce como trascorva.

El corvejón es una articulación compuesta que tiene tres sacos articulares, uno común para los niveles tarsocrural e intertarsiano proximal, uno para el nivel intertarsiano distal y uno para el nivel tarsometatarsiano (fig. 24-8[10-13]). Los dos sacos más distales son pequeños y a veces se comunican; el saco intertarsiano distal se puede punzar desde el lado medial, en tanto que se puede tener acceso al saco tarsometatarsiano entre el cuarto tarsiano y la cabeza del metatarsiano rudimentario; ninguna de estas técnicas es muy confiable en manos del novato. La parte proximal del saco talocrural es muy amplia y propensa a una sobredistensión que hace que la cápsula sobresalga en sus puntos

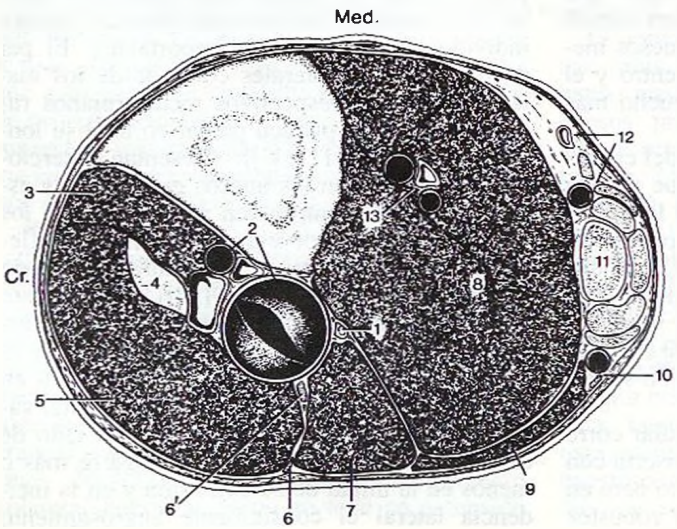


Fig. 24-7. Corte transversal de la pierna izquierda un poco antes de su punto medio.

1, tibia; 1', peroné; 2, vasos tibiales craneales; 3, tibial craneal; 4, tercer peronco; 5, extensor digital largo; 6, 6', nervios peroneos superficial y profundo; 7, extensor digital lateral; 8, flexor digital profundo; 9, sóleo; 10, vena safena lateral y nervio cutáneo sural caudal; 11, 11', flexor digital superficial rodeado por los otros componentes del tendón común del calcáneo (gastrocnemio y tendones tarsianos del semitendinoso y bíceps; 12, rama caudal de la vena safena medial, nervio tibial y arteria safena; 13, vasos tibiales caudales.

más débiles. Existen tres de estos fondos de saco. Uno, en la parte dorsomedial del corvejón, es limitado por el tendón del tercer peroneal, el ligamento colateral medial, el maléolo medial y la rama medial del tendón del tibial craneal (fig. 24-9[10]). El saco se punza con facilidad aquí aunque no esté distendido, pero se debe tomar la precaución de evitar la rama craneal de la vena safena medial, que cruza el sitio. Los sacos segundo y tercero están en la parte plantar. Uno se halla entre el ligamento colateral medial y el tendón del flexor profundo a nivel del maléolo medial (fig. 24-9[10']) y el otro detrás del ligamento colateral lateral, entre el calcáneo y el maléolo lateral. Si el saco articular no está muy distendido puede ser difícil hacer la punción en cualquiera de estos sitios.

La tumefacción del saco articular puede confundirse con una distensión de la vaina sinovial (tarsiana) en torno del tendón del flexor profundo (fig. 14-9[3'']). El diagnóstico diferencial es sencillo. Cuando el saco articular está distendido, la presión ejercida sobre cualquiera de los fondos de saco plantares se transmite al fondo de saco dorsal y viceversa. La tumefacción de la vaina tarsiana se transmite en dirección de plantomedial a plantolateral o viceversa si se aplica presión local, pero no se transmite a la cara dorsal de la articulación.

Los huesos del corvejón suelen sufrir alteraciones artríticas (esparaván). Las alteraciones empiezan con mayor frecuencia en la cara medial, cerca de la unión de los huesos tarsianos tercero y central con el tercer metatarsiano. En esta región, "asiento del esparaván", cruza la rama medial del tendón del tibial craneal (tendón cuneano de los autores clínicos) (fig. 24-9[8']) que va a su inserción en los huesos tarsianos primero y segundo fusionados. El tendón es un punto de referencia útil porque se palpa. En ocasiones se reseca una porción con la finalidad de paliar el dolor reduciendo la presión sobre la lesión y eliminando el movimiento entre los elementos distales del tarso. Muchas veces el tratamiento sirve para reducir el dolor, aunque obviamente no cura la enfermedad.

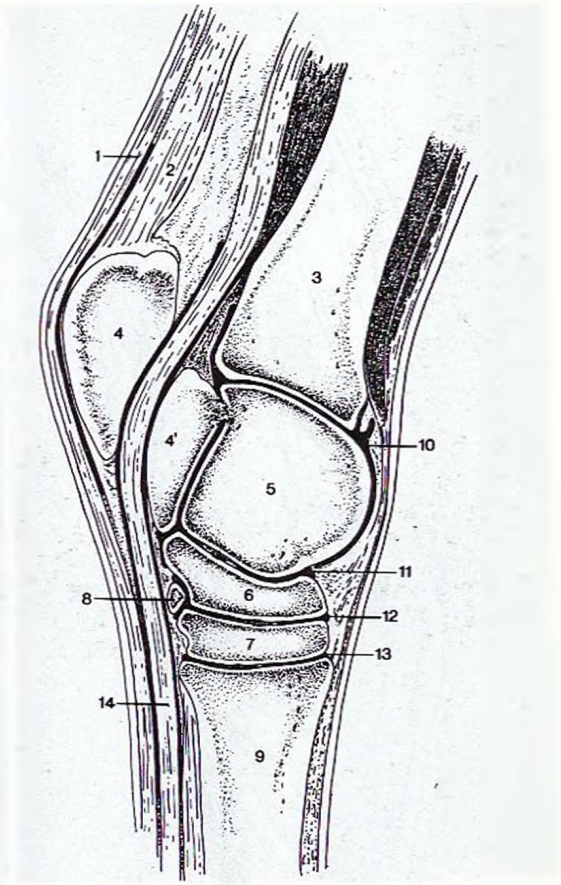


Fig. 24-8. Corte sagital de la articulación del corvejón.

1, flexor digital superficial; 2, gastrocnemio; 3, tibia; 4, calcáneo; 4', sustentaculum tali; 5, talus; 6, tarsiano central; 7, tercer tarsiano; 8, cuarto tarsiano (principalmente en el lado lateral); 9, gran metatarsiano (hueso de la caña); 10, articulación tarsocrural; 11, articulación intertarsiana proximal (se comunica con 10); 12, articulación intertarsiana distal; 13, articulación tarsometatarsiana; 14, flexor digital profundo.

MÚSCULOS DE LA PIERNA

La pierna se halla envuelta por tres capas de fascias. La capa superficial es la continuación de la respectiva fascia del muslo. La capa media está formada por las aponeurosis de los músculos tensor de la fascia lata, bíceps, semitendinoso, gracilis y sartorio. Sus partes lateral y medial se combinan en la parte caudal para formar una recia placa que se extiende en el espacio comprendido entre el flexor profundo y el tendón común del calcáneo. La placa recibe los tendones tarsianos del bíceps y semitendinoso y se inserta en el calcáneo como parte de la formación tendinosa común del calcáneo. La arteria safena, las venas safenas medial y lateral y los nervios surales lateral y caudal están incluidos entre las fascias superficial y media. La capa fascial profunda emite tabiques que corren entre los músculos para ir a insertarse en la tibia. En consecuencia, divide la pierna en una cantidad de compartimientos osteofasciales.

Músculos dorsolaterales. Este grupo comprende el tibial craneal, peroneo tercero y los extensores digitales largo y lateral. Todos son flexores del corvejón y los que siguen más allá son extensores del dedo. El *tibial craneal* se origina en el cóndilo lateral y en la tuberosidad

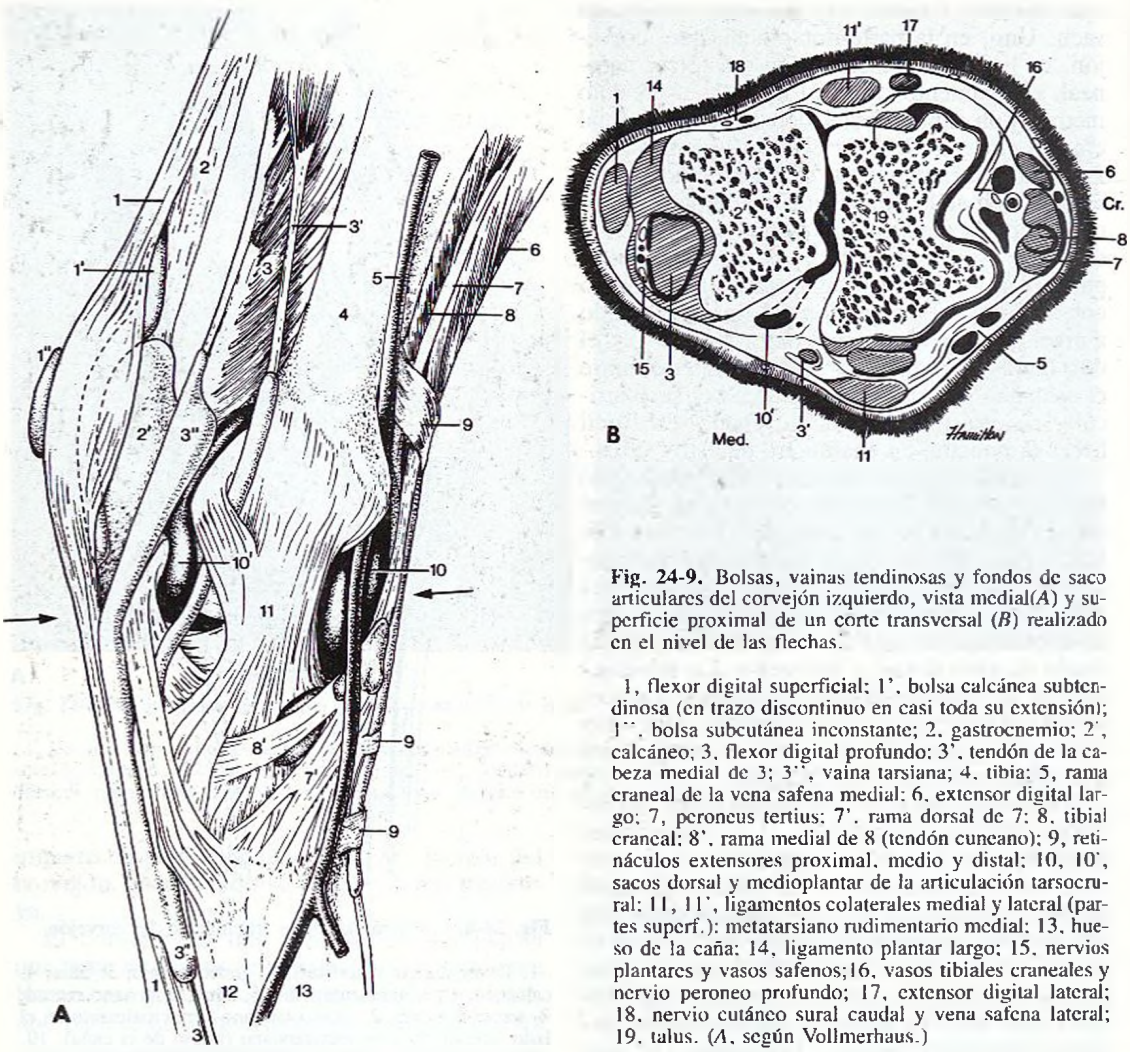


Fig. 24-9. Bolsas, vainas tendinosas y fondos de saco articulares del corvejón izquierdo, vista medial(*A*) y superficie proximal de un corte transversal (*B*) realizado en el nivel de las flechas.

1, flexor digital superficial; 1', bolsa calcánea subtendinosa (en trazo discontinuo en casi toda su extensión); 1'', bolsa subcutánea inconstante; 2, gastrocnemio; 2', calcáneo; 3, flexor digital profundo; 3', tendón de la cabeza medial de 3; 3'', vaina tarsiana; 4, tibia; 5, rama craneal de la vena safena medial; 6, extensor digital largo; 7, peroneus tertius; 7', rama dorsal de 7; 8, tibial craneal; 8', rama medial de 8 (tendón cuneano); 9, retináculos extensores proximal, medio y distal; 10, 10', sacos dorsal y medioplantar de la articulación tarsocrural; 11, 11', ligamentos colaterales medial y lateral (partes superf.); metatarsiano rudimentario medial; 13, hueso de la caña; 14, ligamento plantar largo; 15, nervios plantares y vasos safenos;16, vasos tibiales craneales y nervio peroneo profundo; 17, extensor digital lateral; 18, nervio cutáneo sural caudal y vena safena lateral; 19, talus. (*A*, según Vollmerhaus.)

de la tibia y continúa en dirección distal, íntimamente aplicado al hueso (fig. 24-7[3]). El tendón de inserción empieza justo encima del nivel del corvejón y pasa por una hendidura en el tendón del tercer peroneo antes de dividirse él mismo. La rama dorsal, más larga, continúa hasta la tuberosidad del metatarsiano, en tanto que la rama medial, más pequeña, diverge para cruzar el ligamento colateral medial antes de insertarse en el primer hueso tarsiano (fig. 24-9[8,8']). Cuando el músculo se contrae, presiona sobre el "asiento del esparaván"(p. 609). Aunque el tibial craneal parece ser un flexor del corvejón, es difícil conocer con certeza su función por la necesidad de que el corvejón y la rodilla se muevan juntos (véase más adelante). De acuerdo con un punto de vista, su papel primordial consiste en contrarrestar el movimiento de pandeo aplicado a la tibia por la acción de otros músculos y por la gravedad.

El *tercer peroneo* es tendinoso casi con exclusividad (fig. 24-7[4]). Nace en el extremo inferior del fémur junto con el extensor largo; en gran parte de su recorrido se halla sumergido en la superficie profunda de ese músculo, pero se bifurca al llegar al corvejón, de modo que la rama lateral se inserta en el calcáneo y en el cuarto hueso tarsiano y la dorsal en la parte proximal del tercer tarsiano y tercer metatarsiano (fig. 24-11[1]). El tendón vincula las acciones de las articulaciones de la rodilla y del corvejón, función que se demuestra de manera convincente si se rompe, porque entonces aparece una capacidad para extender el corvejón mientras se mantiene flexionada la rodilla, combinación de movimientos que normalmente es imposible.

El *extensor digital largo*, el músculo más grande del grupo, se origina en común con el tercer peroneo mediante un corto tendón, pero

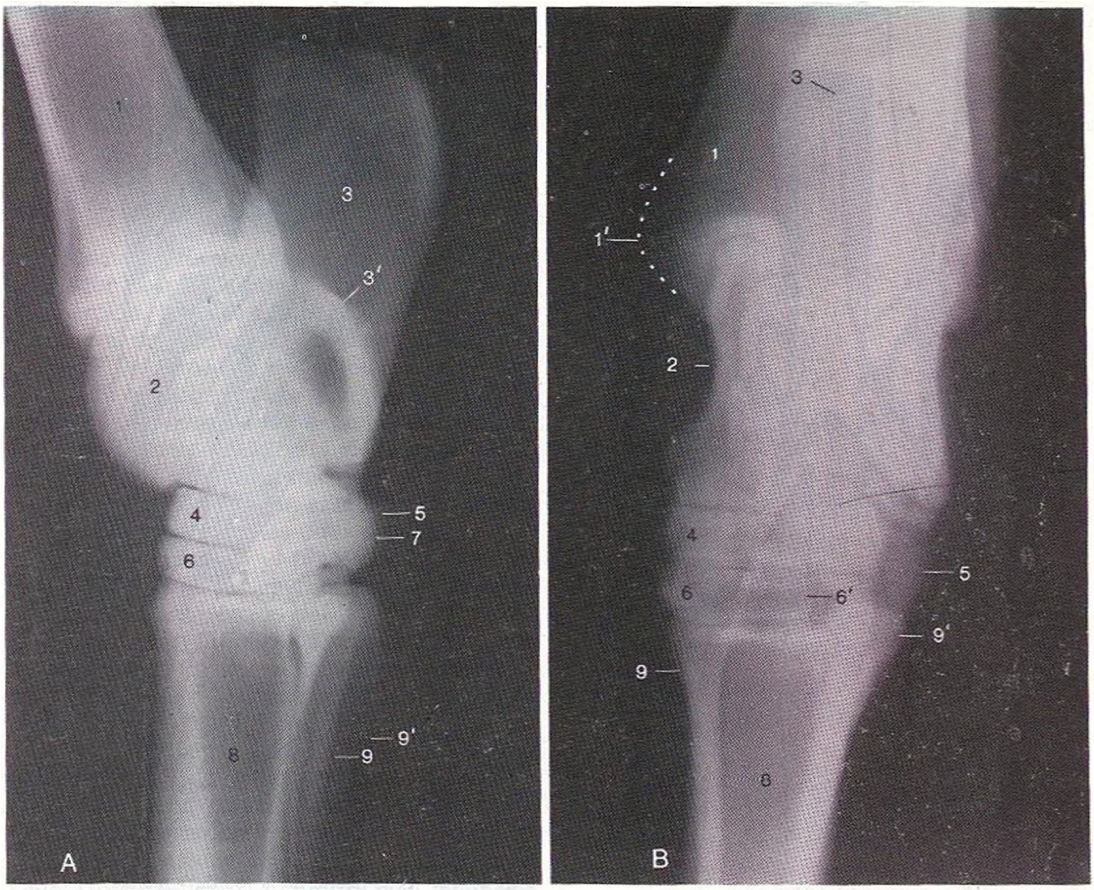


Fig. 24-10. Radiografías lateral (*A*) y dorsoplantar (*B*) de la articulación del corvejón.

1, tibia; 1', maléolo medial (delineado); 2, talus; 3, calcáneo; 3', sustentaculum tali; 4, tarsiano central; 5, cuarto tarsiano; 6, tercer tarsiano (en *B* superpuesto a los tarsianos 1 y 2); 6', prolongación plantar del tercer tarsiano; 7, tarsianos 1 y 2; 8, gran hueso metatarsiano; 9, 9', metatarsianos rudimentarios medial y lateral.

en seguida le sigue un ancho vientre que cubre al tibial craneal (fig. 24-12[5]). El tendón de inserción empieza en la parte inferior de la pierna y continúa hasta la apófisis extensora de la tercera falange, emitiendo de paso inserciones para las falanges primera y segunda. Cerca de la mitad de la caña se le une el tendón más pequeño del extensor lateral (fig. 24-12[6]). Lo rodea una vaina sinovial desde el nivel de la mitad del tarso hasta la unión de tendones y se halla sujeto en su sitio por tres retináculos donde cruza el corvejón. Este músculo es capaz de flexionar el corvejón y de extender el dedo.

El *extensor digital lateral* corre entre el extensor largo y el flexor profundo en la cara lateral del miembro. Nace en el ligamento colateral lateral de la rodilla y en las partes adyacentes de la tibia y peroné y termina uniéndose al tendón del extensor largo. Su tendón también es sujeto por retináculos y se halla protegido por una vaina sinovial donde cruza el corvejón. Un músculo extensor digital corto, muy pequeño, oculta el ángulo comprendido entre los tendones convergentes de los músculos más grandes (fig. 24-12[10]), pero no reviste importancia.

Todos los músculos del grupo dorsolateral son inervados por el nervio peroneo.

Músculos caudales. Este grupo comprende el poplíteo, cuya acción se confina a la rodilla, y el gastrocnemio, sóleo y flexores digitales superficial y profundo, todos los cuales extienden el corvejón, pero los dos últimos también flexionan el dedo.

El *poplíteo* es un músculo triangular relativamente pequeño que está aplicado directamente sobre la cara caudal de la articulación de la rodilla (fig. 24-13*B*[7]). Nace en el cóndilo lateral del fémur y se inserta en el borde caudomedial de la tibia. El poplíteo flexiona la rodilla y rota la pierna hacia adentro.

El *gastrocnemio*, que es el músculo más superficial y el más grande del grupo, nace me-

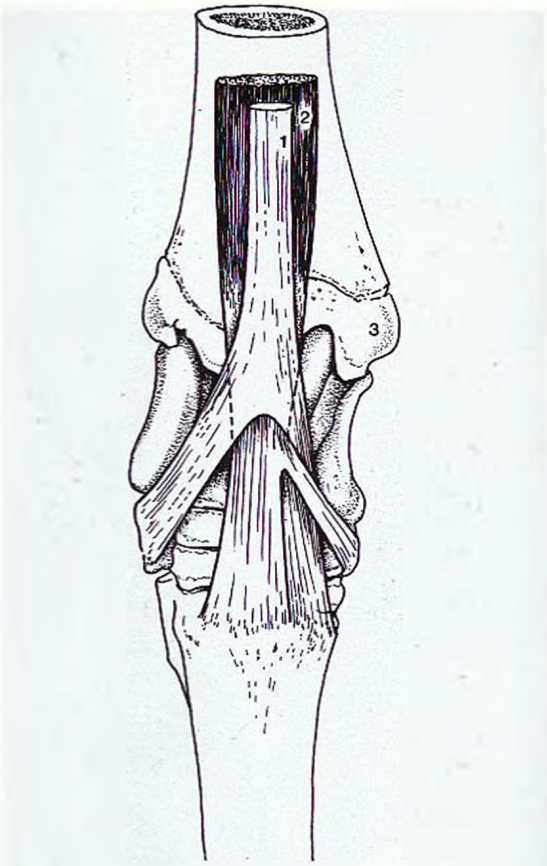


Fig. 24-11. Inserción de los flexores del corvejón derecho, vista dorsal.

1, peroneus tertius dividido en las ramas dorsal y lateral; 2, tibial craneal dividido en las ramas dorsal y medial; 3, maléolo medial.

Fig. 24-12. Vista lateral de la rodilla y pierna.

1, divisiones distales del bíceps; 2, semitendinoso; 3, gastrocnemio; 4, sóleo; 5, extensor digital largo; 6, extensor digital lateral; 7, flexor digital profundo; 8, flexor digital superficial; 9, retináculos extensores proximal, medio y distal; 10, extensor digital corto.

diante dos cabezas en las tuberosidades supracondíleas del fémur (fig. 24-13[1]). Las cabezas, al principio cubiertas por los músculos de la corva, no tardan en unirse en un fuerte tendón único que es un componente principal del tendón del calcáneo. El tendón del gastrocnemio se inserta en la punta del corvejón después de haber intercambiado su posición con el tendón del flexor superficial, que describe una curva a su alrededor. Teóricamente el gastrocnemio es un flexor de la rodilla y un extensor del corvejón, pero como los tendones del tercer peroneo y del flexor superficial aseguran que estas articulaciones se extiendan o se flexionen juntas, es difícil entender su acción. Se dijo que su función primaria es comparable a la del tibial craneal, ajustar la carga sobre la tibia, pero esto parece ser improbable porque antes de que el tendón se ponga tenso pueden ocurrir unos 15 grados de movimiento en el sistema. El sóleo es un músculo acintado que corre desde la cabeza del peroné hasta el tendón del gastrocnemio, pero no revista importancia.

El *flexor digital superficial* (fig. 24-13*B*[3]) es en su mayor parte tendinoso, aunque posee un poco más de músculo que el tercer peroneo. Se origina en la fosa supracondílea del fémur, cubierto por el gastrocnemio y gira en torno del tendón de ese músculo para encaminarse hacia la tuberosidad del calcáneo, donde se expande para formar un casquete; los bordes medial y lateral se insertan aquí, pero la porción principal continúa su descenso sobre la cara plantar del corvejón para entrar en la caña. Se inserta en las falanges primera y segunda de manera similar al flexor superficial del miembro torácico. Una considerable bolsa sinovial proteje al tendón expandido donde cubre la tuberosidad; la bolsa también se prolonga en dirección proximal entre los tendones del flexor y el gastrocnemio donde doblan el uno sobre el otro (fig. 24-9[1']). Una segunda bolsa subcutánea más

pequeña (fig. 24-9[1'']) puede formarse sobre el tendón espandido donde éste cubre el calcáneo. Ambas bolsas pueden inflamarse y distenderse. La parte proximal del músculo es un constituyente principal del llamado aparato recíproco (p. 615). La parte distal sostiene las articulaciones del nudo y la cuartilla de manera similar al flexor superficial del miembro torácico.

El *flexor digital profundo* consiste en tres cabezas que después se unen en un solo tendón de inserción. La cabeza medial nace en el cóndilo lateral de la tibia pero en seguida se desvía hacia el lado medial de la pierna (fig. 24-13[5]). El estrecho tendón pasa por el corvejón dentro de un surco excavado en el maléolo medial y el ligamento colateral medial, donde está protegido por una vaina sinovial. Una vez que ha pasado por el corvejón, el tendón se une con el tendón común para las otras cabezas.

La cabeza lateral y el tibial caudal tiene un extenso origen en la superficie caudal de la tibia, distal a la inserción del poplíteo (fig. 24-13[5',5'']). Son difíciles de separar y de todos modos es poco útil tratar de establecer la distinción porque los tendones se combinan en la parte inferior de la pierna. El tendón común cruza la cara plantar del corvejón sobre el sustentaculum tali del calcáneo. Una vaina sinovial (tarsiana) envuelve el tendón desde la parte distal de la pierna hasta su unión con el tendón de la cabeza medial en la parte superior de la caña (fig. 24-9[3'']). Otra rienda tendinosa más (ligamento accesorio), que corre desde la cápsula articular para unirse al tendón común, es análoga a la formación del miembro torácico, pero suele estar menos desarrollada. La parte distal del tendón se comporta de modo similar a la respectiva parte del flexor digital profundo del miembro torácico.

Todos los músculos del grupo caudal son inervados por el nervio tibial.

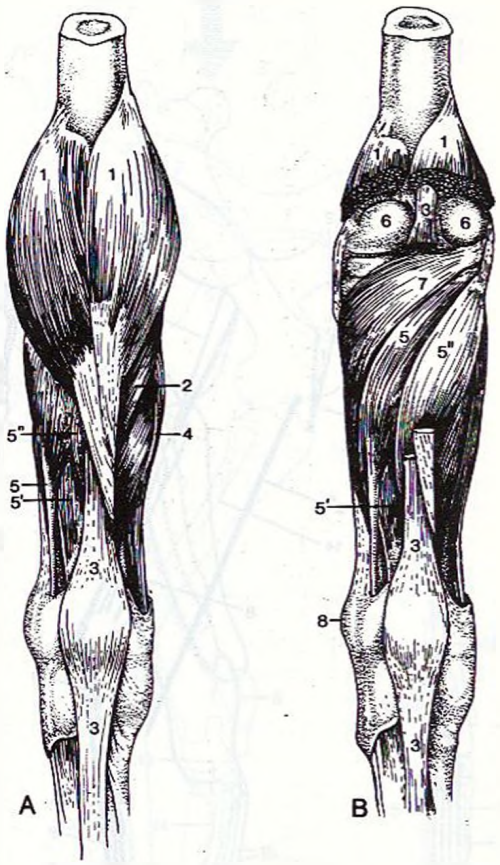


Fig. 24-13. Vista caudal de los músculos superficiales (*A*) y profundos (*B*) de la pierna derecha.

1, gastrocnemio; 2, sóleo; 3, flexor digital superficial; 4, extensor digital lateral; 5, 5', 5'', cabezas medial y lateral y tibial caudal del flexor digital profundo; 6, cóndilos femorales; 7, poplíteo; 8, maléolo medial.

APARATO DE SOSTÉN PASIVO

El extremo caudal del tronco descansa sobre la cabeza del fémur. Una línea vertical tendida desde el centro del sostén pasa caudal a la articulación de la rodilla y a las articulaciones craneal del corvejón, nudo y cuartilla, antes de intersectar el casco (fig. 24-14*A*). Si no se la sostiene, la columna ósea del miembro pelviano se colapsaría mediante flexión de la rodilla y el corvejón e hiperextensión de las articulaciones del nudo y la cuartilla. Los tendones y ligamentos del aparato de sostén pasivo permiten que el caballo evite este colapso con un mínimo de esfuerzo muscular.

Los mecanismos de sostén que están debajo del corvejón son muy similares a los del miembro torácico, pero el ligamento accesorio del tendón del flexor digital profundo, que nace en la cara plantar del corvejón es débil y a veces falta. Esto se compensa por la firme inserción intermedia del tendón del flexor digital superior en la punta del corvejón, cuya función es a grandes rasgos comparable con la del ligamento accesorio del respectivo tendón del miembro torácico. La parte del tendón del flexor superficial que está entre sus inserciones a proximal y distal de la articulación del nudo se halla tensa cuando se aplica peso en el miembro y ayuda al interóseo en el sostén del nudo.

La fijación de las articulaciones de la rodilla y corvejón depende del mecanismo de traba de la primera articulación y de la existencia del llamado aparato recíproco, que asocia los movimientos de las dos articulaciones. A los efec-

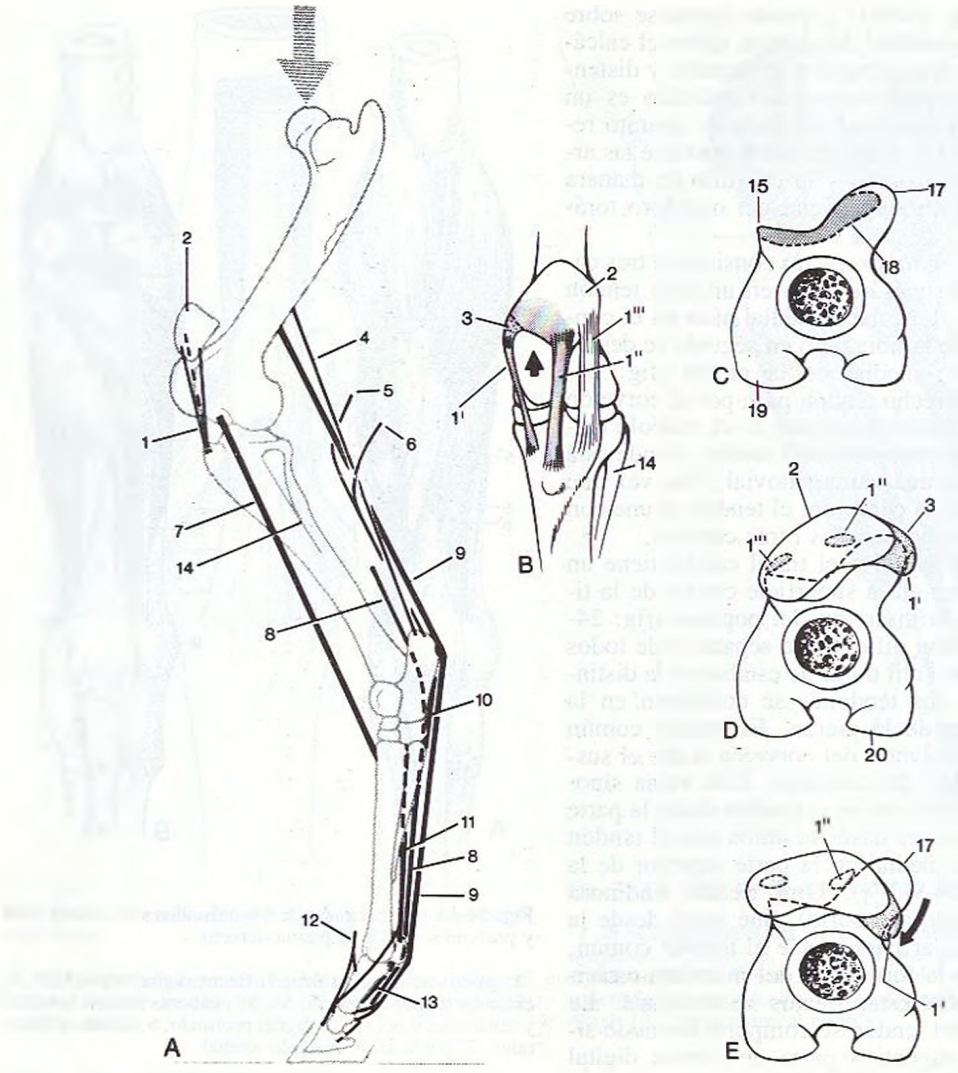


Fig. 24-14. *A*, aparato de sostén del miembro pelviano izquierdo, vista lateral. *B*, articulación de la rodilla izquierda, vista craneal. *C-E*, extremo distal del fémur izquierdo, vista desde distal; en *D*, posición de la rótula en el caballo apoyado en sus cuatro miembros; en *E*, la rodilla está trabada.

1, 1', 1'', 1''', ligamentos patelares medial, medio y lateral; 2, rótula; 3, fibrocartílago parapatelar; 4, banda fibrosa asociada con el gastrocnemio; 5, tendón tarsiano del semitendinoso; 6, tendón tarsiano del bíceps; 7, tercer peroneo; 8, flexor digital profundo; 9, flexor digital superficial; 10, ligamento plantar largo;11, interóseo; 12, extensor digital largo; 13, ligamentos sesamoideos; 14, peroné; 15, cresta troclear lateral; 17, tubérculo del extremo proximal de la cresta troclear medial; 18, superficie de reposo en el extremo proximal de la tróclea; 19, cóndilo lateral; 20, cóndilo medial. (*A* según Schmaltz, 1911.)

tos de "trabar" la rodilla, primero se coloca la rótula en la posición de reposo (extendiendo la articulación) y después se fija rotando unos 15 grados hacia medial (fig. 24-14*E*, flecha). Esto engancha el cartílago parapatelar y el ligamento patelar medial con firmeza sobre la protuberancia de la cresta patelar medial (fig. 24-14[17]); la palpación confirma que ahora el ligamento medial corre en un sitio más caudal, tal vez 2 cm detrás del reborde del labio o cresta media. Asegurada en esta posición, la rótula resiste firmemente el desplazamiento y una mayor parte del peso corporal puede aplicarse sobre la articulación trabada, permitiendo que el otro miembro pelviano descanse con sólo la parte dorsal o "pinzas" de casco aplicada en el piso. El "destrabado" sucede con gran rapidez porque la rótula rota hacia lateral y vuelve a su sitio usual, de modo que ahora se puede flexionar la articulación.

El aparato recíproco está a cargo de dos cordones tendinosos –el tercer peroneo y el flexor superficial– que pasan entre el extremo distal del fémur y el corvejón, uno sobre la cara craneal y el otro sobre la cara caudal de la tibia (fig. 24-14[7,9]). De este modo se asegura que ambas articulaciones se muevan simultáneamente; la flexión o extensión de una requiere un movimiento similar en la otra articulación. Sin embargo, cierta laxitud del sistema hace que sea innecesario que los cambios angulares sean idénticos en ambas articulaciones, en especial durante las marchas rápidas, cuando los tendones deben absorber grandes fuerzas.

Cuando la rodilla está trabada, el peso del cuarto trasero tiende a flexionar la articulación del corvejón y a esto se le opone la tensión en el flexor superficial caudal a la tibia. El tercer peroneo no interviene en este momento y parece ser que es superfluo en el animal que permanece de pie en reposo.

La articulación de la rodilla sólo se halla trabada por completo cuando el caballo apoya la mayor parte de su peso sobre este miembro y hace descansar el otro sobre la parte dorsal del casco. Hay que señalar que si bien de este modo se conserva energía, no se elimina el esfuerzo muscular porque cada pocos minutos el animal cambia el sostén de un lado al otro a medida que sus músculos se cansan o tal vez cuando la tensión en las estructuras de sostén pasivas se torna incómoda.

A veces un trastorno neuromuscular dificulta el destrabado y hasta puede imposibilitarlo. El "trabajo" temporario puede interrumpirse si el animal efectúa un movimiento repentino, en tanto que el "trabado" permanente puede aliviarse seccionando el ligamento medial para romper el asa de retención (fig. 24-14*B*,[1']). Esta operación se hace con facilidad y sin peligro porque en la profundidad del ligamento hay una gruesa capa de grasa que protege la membrana sinovial.

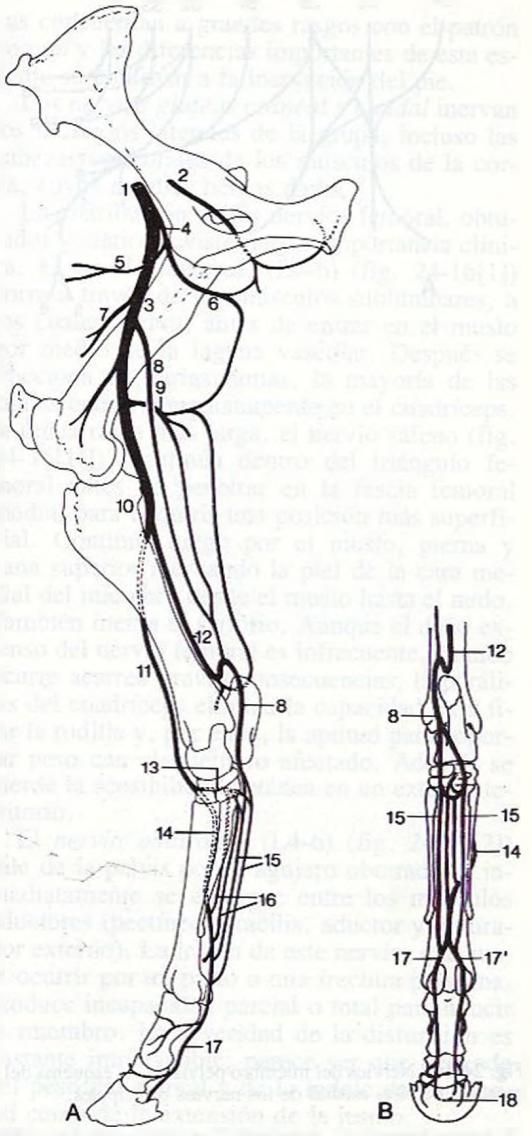


Fig. 24-15. Arterias principales del miembro pelviano derecho, vistas medial (*A*) y caudal (*B*).

1, arteria ilíaca externa; 2, a. obturatriz; 3, a. femoral; 4, a. femoral profunda; 5, tronco pudendo epigástrico; 6, a. femoral circunfleja medial; 7, a. femoral circunfleja lateral; 8, a. safena; 9, a. femoral caudal; 10, a. poplítea; 11, a. tibial craneal; 12, a. tibial caudal; 13, a. tarsiana perforante; 14, a. metatarsiana dorsal; 15, arterias plantares medial y lateral; 16, arterias metatarsianas plantares medial y lateral; 17, 17', arterias digitales medial y lateral; 18, arco terminal, anastomosis de las arterias digitales dentro de la falange distal.

VASCULARIZACIÓN DEL MIEMBRO PELVIANO

La arteria principal del miembro, *arteria femoral*, es la continuación directa de la arteria ilíaca externa (fig. 24-15[1,3]). Llega al triángulo femoral acompañada por la vena y el nervio femoral. Casi inmediatamente emite la arteria safena y varias ramas musculares más grandes. La arteria safena (fig. 24-15[8]) sigue un recorrido superficial por la cara medial del miembro, donde se la puede seguir casi hasta el corvejón.

Las ramas musculares comprenden las arterias femorales profunda y caudal (fig. 24-15[4,9]) que se anastomosan entre sí y con otras arterias más proximales y más distales, formando una vía alternativa que funciona cuando el tronco principal se obstruye. Luego la arteria femoral transcurre oblicuamente sobre

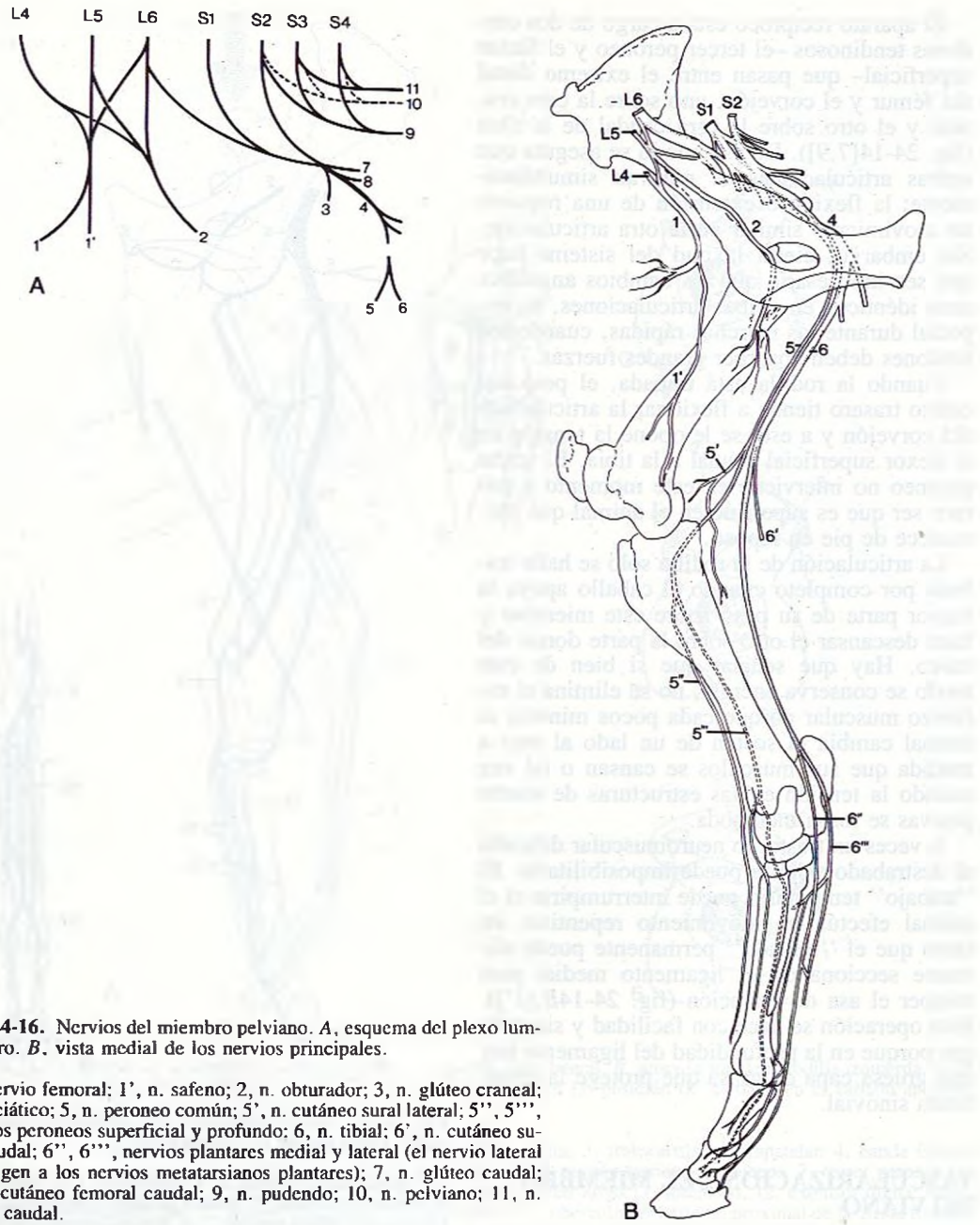


Fig. 24-16. Nervios del miembro pelviano. *A*, esquema del plexo lumbosacro. *B*, vista medial de los nervios principales.

1, nervio femoral; 1', n. safeno; 2, n. obturador; 3, n. glúteo craneal; 4, n. ciático; 5, n. peroneo común; 5', n. cutáneo sural lateral; 5'', 5''', nervios peroneos superficial y profundo; 6, n. tibial; 6', n. cutáneo sural caudal; 6'', 6''', nervios plantares medial y lateral (el nervio lateral da origen a los nervios metatarsianos plantares); 7, n. glúteo caudal; 8, n. cutáneo femoral caudal; 9, n. pudendo; 10, n. pelviano; 11, n. rectal caudal.

el fémur para alcanzar la cara medial de la rodilla, donde pasa entre las cabezas de origen del gastrocnemio. El segmento a nivel de la rodilla conocido como arteria poplítea, se divide en las arterias tibiales craneal y caudan en la parte superior de la pierna.

La *arteria tibial craneal* (fig. 24-15[11]), más grande, corre a través del espacio interóseo entre el peroné y la tibia para situarse en la cara dorsolateral, por donde corre hacia distal entre los músculos y el hueso. Aflora a la superficie en el corvejón y se continúa como arteria metatarsiana dorsal, que se palpa en el surco comprendido entre los huesos de la caña y metatarsiano rudimentario lateral. Una rama perforante (fig. 24-15[13]) corre entre los huesos tarsianos para anastomosarse con ramas de la arteria safena sobre la cara plantar del miembro. La arteria metatarsiana dorsal es el vaso más grande del pie (fig. 24-15[14]). Hacia el nudo pasa debajo del extremo libre del metatarsiano rudimentario para situarse en la cara plantar de la

caña, donde es reforzada por pequeñas ramas de la safena. Termina dividiéndose en las arterias digitales medial y lateral (fig. 24-15[17,17']), que repiten el patrón de los vasos del miembro torácico.

La *arteria tibial caudal*, primero corre distalmente dentro del flexor profundo (fig. 24-15[12]), pero cerca del corvejón entra en el espacio que está delante del tendón del calcáneo y envía una corta anastomosis en S para la arteria safena vecina y una rama más larga que vuelve a ascender por la pierna para ir al encuentro de la femoral caudal. La arteria safena, reforzada de esta manera, se divide en las arterias plantares medial y lateral, que descienden hacia el nudo (fig. 24-15[15]). Estas y las arterias metatarsianas plantares más profundas no revisten mucha importancia individualmente y eventualmente pueden extinguirse o unirse con la arteria metatarsiana dorsal o sus divisiones digitales.

Las *venas* profundas son en gran medida satélites de las arterias. Lo mismo que en el miembro torácico, ciertos troncos superficiales, incluso las venas safenas medial y lateral, corren solos. Una rama de la primera muchas veces se destaca bien donde cruza la cara dorsal de corvejón; a veces este engrosamiento (''esparaván sanguíneo'') puede confundirse con una distensión del fondo de saco articular dorsal (fig. 24-9[5,10]). En la pierna las venas safenas corren entre el tendón del calcáneo y la masa muscular caudal, una a cada lado (fig. 24-7[10,12]). Después la vena medial cruza la cara medial del muslo para desembocar en la vena femoral, mientras que la vena lateral desemboca en la vena femoral caudal a nivel de la rodilla.

El drenaje linfático precedente de la parte distal del miembro va en su mayor parte al grupo de *nódulos poplíteos*, situados en la profundidad de la fosa poplítea entre el bíceps y el semitendinoso. Los vasos eferentes de este grupo y otros vasos adicionales originados en el muslo corren principalmente hacia los *nódulos inguinales profundos* dentro del triángulo femoral. Parte de la linfa proveniente de los elementos superficiales va a los *nódulos subilíacos*. Los recorridos de ciertos vasos linfáticos pueden verse como unos cordones visibles a través de la piel en algunas infecciones que afectan los vasos linfáticos.

Las estructuras remanentes del metatarso y el dedo se parecen mucho a las respectivas partes del miembro torácico. Ya se mencionaron ciertas diferencias cuantitativas (p. 579).

NERVIOS DEL MIEMBRO PELVIANO

La formación y ramificación del plexo lumbosacro y la distribución de sus ramas periféricas concuerdan a grandes rasgos con el patrón común y las diferencias importantes de esta especie se confinan a la inervación del pie.

Los *nervios glúteos craneal y caudal* inervan los músculos laterales de la grupa, incluso las cabezas vertebrales de los músculos de la corva, cuyos detalles hemos dado.

La distribución de los nervios femoral, obturador y ciático reviste mayor importancia clínica. El *nervio femoral*, (L4-6) (fig. 24-16[1]) corre a través de los músculos sublumbares, a los cuales inerva, antes de entrar en el muslo por medio de la laguna vascular. Después se fracciona en varias ramas, la mayoría de las cuales entran inmediatamente en el cuadríceps. la única rama más larga, el nervio safeno (fig. 24-16[1']), continúa dentro del triángulo femoral antes de penetrar en la fascia femoral medial para adquirir una posición más superficial. Continúa luego por el muslo, pierna y caña superior inervando la piel de la cara medial del miembro desde el muslo hasta el nudo. También inerva el sartorio. Aunque el daño extenso del nervio femoral es infrecuente, cuando ocurre acarrea graves consecuencias; la parálisis del cuadríceps elimina la capacidad para fijar la rodilla y, por ende, la aptitud para soportar peso con el miembro afectado. Además se pierde la sensibilidad cutánea en un extenso territorio.

El *nervio obturador* (L4-6) (fig. 24-16[2]) sale de la pelvis por el agujero obturador e inmediatamente se extingue entre los músculos aductores (pectíneo, gracilis, aductor y obturador externo). La lesión de este nervio, que suele ocurrir por un parto o una fractura pelviana, produce incapacidad parcial o total para aducir el miembro. La severidad de la disfunción es bastante imprevisible; parece ser que depende del peso del animal y de la índole del terreno, así como de la extensión de la lesión.

El nervio ciático (L6-S2) (fig. 24-16[4]) emerge de la pelvis por el agujero ciático mayor y luego de un breve recorrido sobre el ligamento sacrociático vira en dirección distal detrás de la articulación de la cadera para entrar en el muslo cubierto por el bíceps. Más o menos a nivel de esta articulación se divide en los nervios tibial y peroneal, que al principio corren juntos. Ambos nervios se separan un poco antes de llegar a la rodilla, cuando el peroneal se desplaza hacia lateral para pasar entre el bíceps y la cabeza lateral del gastroctemio, mientras que el nervio tibial mantiene su curso y corre entre las dos cabezas del gastrocnemio. Ambas divisiones emiten ramas cutáneas estando todavía en el muslo. La del peroneal (nervio cutáneo lateral de la pierna, fig. 24-16[5']) perfora el bíceps para hacerse subcutánea y distribuirse a la piel de la parte lateral de la pierna. La rama

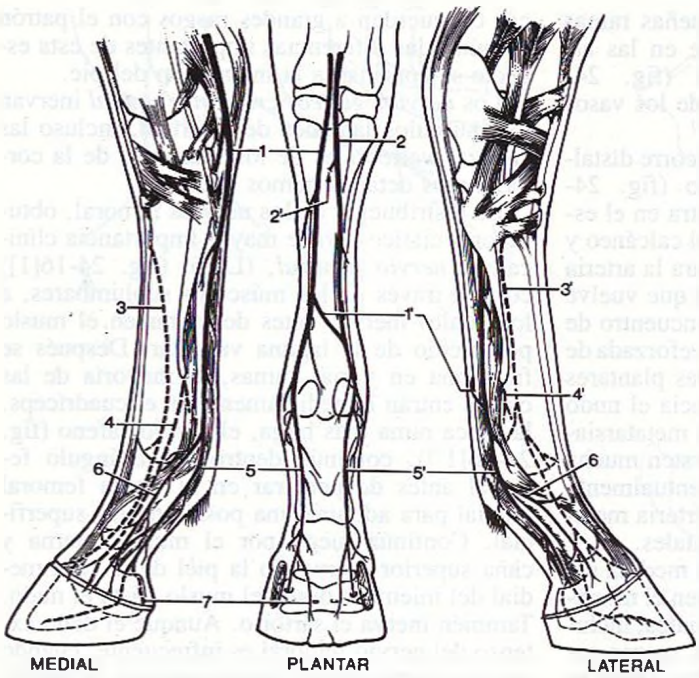


Fig. 24-17. Nervios del pie derecho.

1, 2, nervios plantares medial y lateral (ramas del tibial); 1', rama comunicante; 2', rama profunda (para los nervios metatarsianos plantares) seccionada; 3, 3', nervios metatarsianos dorsales medial y lateral (ramas del peroneal profundo); 4, 4', nervios metatarsianos plantares medial y lateral (ramas del plantar lateral, 2'); 5, 5', nervios digitales medial y lateral; 6, rama dorsal del n. digital; 7, rama para la almohadilla digital. (Pohlmeyer y Hedecker, 1974.)

del tibial (nervio cutáneo caudal de la pierna, fig. 24-16[6']) desciende en el plano fascial comprendido entre el tendón cutáneo y el flexor profundo, siguiendo durante una parte de su recorrido la vena safena lateral. Envía ramas para la piel de la cara plantolateral del corvejón y la caña y llega hasta el nudo.

El *nervio peroneal* se divide a caudal del ligamento colateral lateral de la rodilla en las ramas profunda y superficial. La rama superficial (fig.24-16[5'']) continúa su descenso por la pierna, un tanto hundida en el surco comprendido entre los extensores largo y lateral, donde se puede palpar debajo de la mitad de la pierna. Inerva el extensor lateral y la piel de la cara lateral de la pierna y los segmentos más distales del miembro. La rama profunda adopta un curso paralelo después de hundirse profundamente entre estos dos músculos para seguir la cara craneal del tabique que los separa (fig. 24-16[5'''] y 24-7[6']). Provee ramas para los músculos remanentes del grupo dorsolateral y luego continúa su descenso cubierto por el tendón del extensor largo como nervio sensitivo puro que se divide en las ramas medial y lateral sobre el corvejón. Estas ramas, los nervios metatarsianos dorsales medial y lateral, avanzan hacia los surcos comprendidos entre los huesos de la caña y los metatarsianos rudimentarios (fig. 24-17[3,3']). El nervio lateral sigue la arteria metatarsiana dorsal, que es palpable (fig. 24-18[8]). Después de emitir filetes para la piel y las articulaciones del nudo y de la cuartilla, ambos se extinguen finalmente en el casco.

La sección completa del nervio peroneal produce incapacidad para extender activamente el dedo; el casco apoya en el suelo sobre su superficie dorsal, a menos que se lo aplique pasivamente sobre su planta. Esta postura es comparable a la que ocurre en la parálisis radial. Los animales afectados pueden aprender a compensar la dificultad de manera similar, adelantando rápidamente el pie y apoyando el casco en el suelo antes de que se pierda el ímpetu. Además de la incapacidad motora, también se pierde la sensibilidad cutánea en la cara dorsolateral de la parte inferior del miembro. Las lesiones peroneas son más frecuentes en dos circunstancias: daño intrapelviano del nervio ciático (que también puede afectar a la división tibial) y traumatismo en la región del peroné, donde el nervio es superficial.

El *nervio tibial* se divide entre las dos cabezas del gastrocnemio y cruza la rodilla sobre la superficie del poplíteo. Emite ramas para estos músculos y para otros del grupo caudal antes de continuar como tronco sensitivo en el espacio que está entre el tendón del calcáneo y el flexor profundo, donde se palpa con facilidad (fig. 24-7[12]). Cuando está a nivel del calcáneo, se divide en los nervios plantares medial y lateral que pasan sobre el sustentaculum tali junto al tendón del flexor profundo. El nervio lateral diverge lateralmente y apenas a distal del corvejón emite el tronco común para los nervios metatarsianos plantares medial y lateral (fig. 24-17[2']). Éstos inervan el músculo interóseo y los elementos asociados con él, así como el

fondo de saco plantar de la articulación del nudo (fig. 24-17[4,4']). El nervio plantar medial sigue la línea del tronco original. Aunque los nervios plantares se asemejan en general a los palmares del miembro torácico, la rama comunicante es relativamente pequeña y hasta puede faltar; cuando existe, se la suele palpar donde se desvía en dirección laterodistal sobre la cara superficial de los tendones flexores (fig. 24-17[1']).

Existe otra diferencia más. Los nervios metatarsianos dorsales y plantares cumplen una función bastante más importante en la inervación sensitiva del contenido del casco que los respectivos troncos del miembro torácico –la rama dorsal del nervio ulnar y los nervios metacarpianos palmares–, que no llegan a la corona.

La parálisis tibial se manifiesta con una ligera caída del corvejón cuando se soporta peso en el miembro afectado. A pesar de la incapacidad para flexionar las articulaciones distales no se perturba mayormente la marcha. El déficit sensitivo es muy considerable.

Las lesiones que afectan al tronco del ciático afectan los músculos de la corva y también los de la pierna, pero a pesar de esto las consecuencias son menos desastrosas de lo que se anticiparía. La retención de la actividad del cuadríceps permite que el animal fije la rodilla y, por medio del aparato recíproco, el corvejón, de modo que puede apoyar su peso en el miembro. La sensibilidad cutánea y profunda desaparece debajo de la rodilla, salvo en el territorio de nervio safeno.

Las ramas superficial y profunda del nervio peroneal pueden bloquearse haciendo una inyección, primero subcutánea y después en la profundidad a partir de un solo punto de entrada, entre los extensores largo y lateral, más o menos una palma a proximal de la articulación tarsocrural (fig. 24-7[6,6']). Aparte de esto, las técnicas anestésicas locales para cirugía y diagnóstico suelen ser similares a las prescriptas para el miembro torácico; la única distinción importante es la prolongación distal de los nervios metatarsianos dorsales. Se puede bloquear el nervio tibial antes de su división (a nivel de la punta del corvejón) en lugar de los nervios plantares (fig. 24-7[12]).

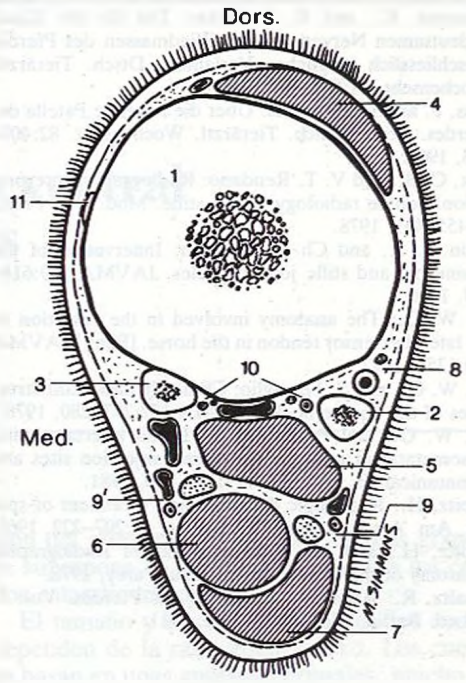


Fig. 24-18. Corte transversal de la parte media del metatarso derecho.

1, 2, 3, huesos metatarsianos grande y pequeños; 4, extensor digital largo; 5, interósco; 6, flexor digital profundo; 7, flexor digital superficial; 8, a. metatarsiana dorsal y n. metatarsiano dorsal lateral; 9, 9', vasos y nervios plantares laterales y mediales; 10, vasos y nervios metatarsianos plantares; 11, n. metatarsiano dorsal medial.

BIBLIOGRAFÍA

Bradley, O. C.: The Topographical Anatomy of the Limbs of the Horse. Edinburgh, W. Green and Son, 1920.

Delahanty, D. D.: Defects—not fractures—of the fibulae in the horse. JAVMA 133:258–260, 1958.

Edwards, G. B.: Changes in the sustentaculum tali associated with distension of the tarsal sheath (thoroughpin). Equine Vet. J. 10:97–102, 1978.

James, P. T., A. G. Kemler, and J. E. Smallwood: The arterial supply to the distal sesamoid bones of the equine thoracic and pelvic limbs. J. Vet. Orthop. 2:38–46, 1980.

Jeffcott, L. B.: Pelvic lameness in the horse. Equine Pract. 4:21–47, 1982.

Jeffcott, L. B.: Interpreting radiographs. 3: Radiology of the stifle joint of the horse. Equine Vet. J. 16:81–88, 1984.

Koch, T.: Die Nervenversorgung der Hinterzehe des Pferdes. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 28:440–443, 1939.

Kovács, G.: The Equine Tarsus. Budapest, Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences, 1967.

Lewis, R. E., and C. D. Heinze: Radiographic examination of the equine pelvis: technique. JAVMA 159:1387–1390, 1971.

Monfort, Th. N.: A radiographic survey of epiphyseal maturity in thoroughbred foals from birth to three years of age. Proceedings of A.A.E.P. 13th Convention, pp. 33–36, 1967.

Nickels, F. A., and R. Sande: Radiographic and arthroscopic findings in the equine stifle. JAVMA 181:918–924, 1982.

Nilsson, S. A.: Bidrag till kännedomen om fotens innervation hos häst. [English summary.] Skand. Vet. Tidskr. 38:401–460, 1948.

Orsini, P. G., V. T. Rendano, and W. O. Sack: Ectopic nutrient foramina in the third metatarsal bone of the horse. Equine Vet. J. 13:132–134, 1981.

Pohlmeyer, K., and R. Redecker: Die für die Klinik bedeutsamen Nerven an den Gliedmassen des Pferdes einschliesslich möglicher Varianten. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 81:501–505, 1974.

Preuss, F. and E. Henschel: Über die reitende Patella des Pferdes. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 82:409–413, 1969.

Quick, C. B., and V. T. Rendano: Radiographic interpretation: equine radiology — the stifle. Mod. Vet. Pract. 59:455–461, 1978.

Rankin, J. S., and Ch. D. Diesem: Innervation of the equine hip and stifle joint capsules. JAVMA 169:614–619, 1976.

Sack, W. O.: The anatomy involved in the resection of the lateral extensor tendon in the horse. [Film.] JAVMA 160:1251, 1972.

Sack, W. O., and S. Ferraglio: Clinically important structures of the equine hock. JAVMA 172:277–280, 1978.

Sack, W. O., and P. G. Orsini: Distal intertarsal and tarsometatarsal joints in the horse: injection sites and communication. JAVMA 179:355–359, 1981.

Schebitz, H.: Radiologic diagnosis and treatment of spavin. Am. Assoc. Equine Pract. Proc. 11:207–222, 1965.

Schebitz, H., and H. Wilkens: Atlas of Radiographic Anatomy of the Horse. Berlin, Paul Parey, 1978.

Schmaltz, R.: Atlas der Anatomie des Pferdes. Vol. 1. 3rd ed. Berlin, Richard Schoetz, 1911.

Shively, M. J., and J. E. Smallwood: Radiologic and xeroradiographic anatomy of the equine tarsus. Equine Pract. 2:19–36, 1980.

Trout, D. R., and C. L. Lohse: Anatomy and therapeutic resection of the peroneus tertius muscle in the foal. JAVMA 179:247–251, 1981.

Updike, S. J.: Functional anatomy of the equine tarsocrural collateral ligaments. Am. J. Vet. Res. 45:867–874, 1984.

Updike, S. J.: Anatomy of the tarsal tendons of the equine tibialis cranialis and peroneus tertius muscles. Am. J. Vet. Res. 45:1379–1382, 1984.

Updike, S. J.: Fascial compartments of the equine crus. Am. J. Vet. Res. 46:692–696, 1985.

Valdez, H., and O. R. Adams: Surgical approach for medical meniscectomy in the horse. JAVMA 173:766–769, 1978.

Van Pelt, R. W.: Arthrocentesis and injection of the equine tarsus. JAVMA 148:367–377, 1966.

Van Pelt, R. W., W. F. Riley, and P. J. Tillotson: Stifle disease (gonitis) in horses: clinicopathologic findings and intra-articular therapy. JAVMA 157:1173–1186, 1970.

Vaughan, L.: Upward displacement of the patella and its treatment by desmotomy. Br. Equine Vet. Assoc. Proc. 1:28–29, 1962.

25

Cabeza y cuello ventral de los rumiantes

CONFORMACIÓN Y RASGOS EXTERNOS

Conformación y rasgos externos en los bovinos

Los rasgos de la cabeza del bovino que llaman la atención son la forma piramidal angulada, el hocico desnudo y los cuernos (si los hay). La forma se debe mucho al desarrollo tardío de los senos frontales, que invaden los huesos de la caja craneana, convirtiendo el contorno cupuliforme de la cabeza del ternero en la frente amplia y aplanada y en la superficie nucal verticalizada del adulto (figs. 25-1 y 25-2). Las proporciones también se alteran mucho después de nacer por el mayor crecimiento de la parte facial que del neurocráneo.

La piel modificada que rodea las fosas nasales llega hasta el borde del labio superior formando el plano nasolabial, glabro y liso. Este plano se mantiene húmedo por la secreción acuosa de una gruesa capa de glándulas ecrinas ubicadas debajo de la piel. La superficie presenta numerosos surcos finos que delinean un patrón que sería individual y a veces se usa como medio de identificación (''impresión nasal'') (fig. 25-3).

El tegumento glabro se continúa a través de la gran narina oval dentro del vestíbulo nasal, donde se fusiona con la mucosa. La abertura del conducto nasolagrimal está inmediatamente a caudal de la unión mucocutánea. Está oculta en el lado ventromedial del pliegue que prolonga en dirección rostral el cornete ventral. pero se la puede descubrir para hacer canulacion doblando el ala lateral de la narina hacia afuera; esto se puede hacer merced a la flexibilidad del esqueleto fibroso y cartilaginoso del hocico.

Los labios son gruesos, relativamente inmóviles e insensibles y participan poco en la prensión del alimento. El superior es más grande y se superpone al inferior adelante y a los costados estando en reposo.

El tamaño y la conformación de los cuernos dependen de la raíz, edad y sexo. Los cuernos se basan en unas apófisis cornuales, mucho más pequeñas, que crecen a partir de los huesos frontales en los ángulos caudolaterales de la frente. La apófisis cornual presenta una superficie crestada y porosa y está cubierta por una dermis papilar que también hace las veces de periostio. La dermis especializada se fusiona con la de la piel circundante en la base de la saliente. La parte principal de la pared o vaina del cuerno crece a partir del epitelio que cubre la dermis sobre la apófisis cornual; la capa externa, más blanda (epicera), es producida por una banda epitelial irregular que está en la base y es transicional en relación con la epidermis común. La vaina del cuerno representa una modificación del estrato córneo del epitelio y consiste principalmente en túbulos formados sobre las papilas dérmicas; los túbulos corren a lo largo y están soldados entre sí por cuerno intertubular irregular producido por las regiones interpapilares del epitelio. Como toda la superficie epitelial es productiva y puesto que el cuerno más viejo es desplazado en dirección apical por el de origen más reciente, la vaina del cuerno es más gruesa hacia la punta (fig. 25-4). Aunque el crecimiento del cuerno es incesante, la celeridad de la producción varía de acuerdo con los estados de tensión a que está sometido el animal y es usual encontrar en ellas una alternancia de anillos de mayor y menor espesor. Los últimos representan períodos en que la producción era menos activa y el cuerno producido era más blando y más propenso a desgastarse. En las vacas estos períodos suelen corresponder a las pariciones. Como el primer ternero suele nacer cuando la vaca tiene unos dos años y

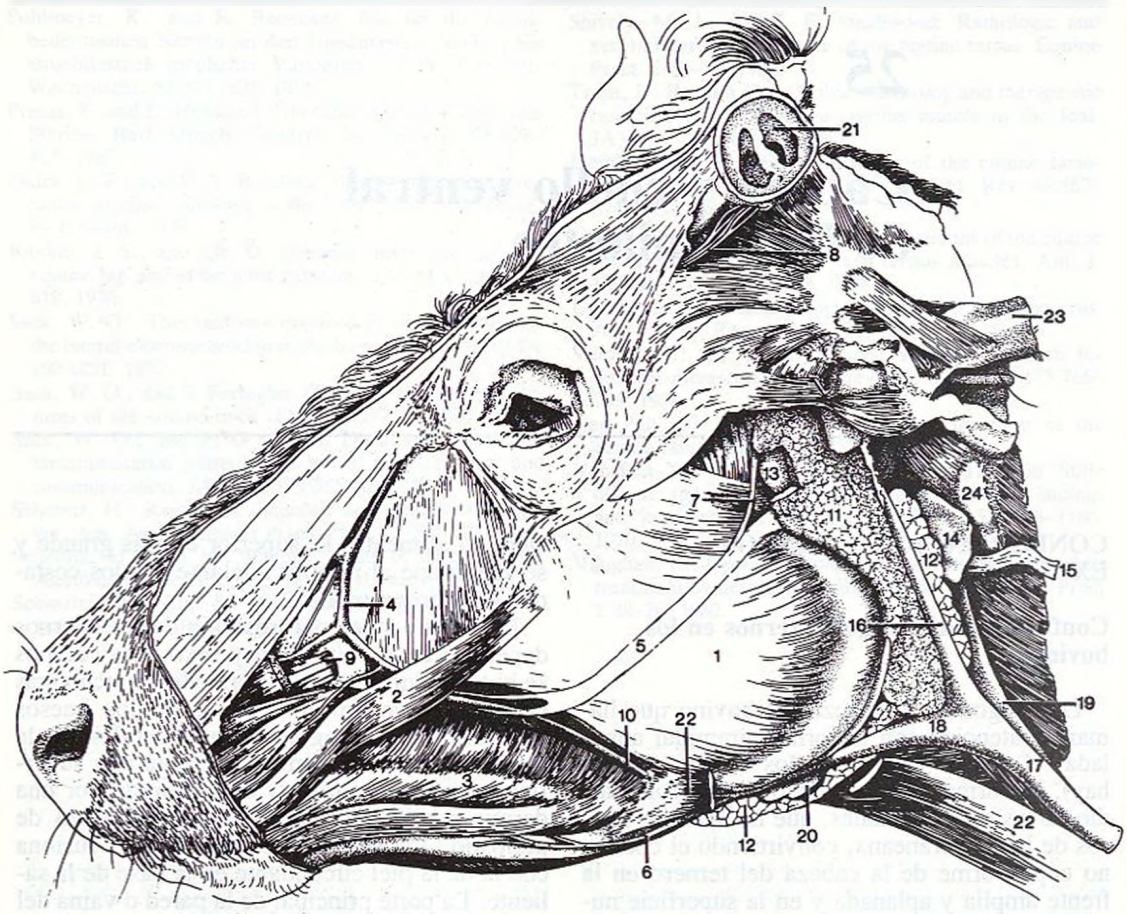


Fig. 25-1. Disección superficial de la cabeza.

1, masetero; 2, cigomático, 3, buccinador; 4, vena facial; 5, 6, ramas bucales dorsal y ventral del nervio facial; 7, nervio auriculotemporal; 8, nervio cornual; 9, nervio infraorbitario; 10, conducto parotídeo y arteria y vena faciales; 11, glándula parótida, 12, glándula mandibular; 13, nódulo linfático parotídeo, 14, nódulo linfático retrofaríngeo lateral, 15, nervio accesorio espinal, 16, vena maxilar, 17, vena yugular externa, 18, vena linguofacial, 19, arteria carótida común; 20, nódulo linfático mandibular; 21, divertículo cornual del seno frontal, 22, esternomandibular resecado, 23, muñón de la oreja, 24, ala del atlas.

puesto que en lo sucesivo nace un ternero cada año, la cantidad de anillos suele ser uno menos que la edad del animal en años (fig. 25-5).

La dermis sensible del asta es inervada principalmente por el nervio cornual (fig. 25-1[8]), rama de la división cigomaticotemporal del nervio maxilar. El nervio cornual nace dentro de la órbita y luego corre hacia atrás a través de la fosa temporal, donde está protegido por la cresta prominente de la línea temporal. Después el nervio se divide en dos o más ramas que rodean esta cresta y llegan al cuerno por separado cubiertos por el fino músculo frontal. El nervio cornual se suele bloquear para las operaciones de descornado y entonces se lo busca donde cruza la cresta, más o menos a mitad de camino entre la barra posorbitaria y el cuerno (fig. 25-6[1]). La técnica anestésica no es eficaz siempre y entre las explicaciones propuestas para su fracaso figuran la variación en la relación entre el nervio y la cresta ósea, división temprana en ramas divergentes y la existencia de contribuciones sustanciales inusuales de los nervios supraorbitarios o infratroclear. Como el nervio para el seno frontal puede penetrar en el divertículo que está dentro del cuerno, ni siquiera la infiltración en torno de la base del cuerno asegura la desaparición total de la sensibilidad.

El nervio cornual se acompaña de una arteria y una vena de considerable tamaño que se ramifican desde los vasos temporales superficiales dentro de la fosa temporal. La arteria se ramifica antes de llegar al cuerno y sus ramas más pequeñas corren en los surcos y conductos de la apófisis cornual y se retraen al ser seccio-

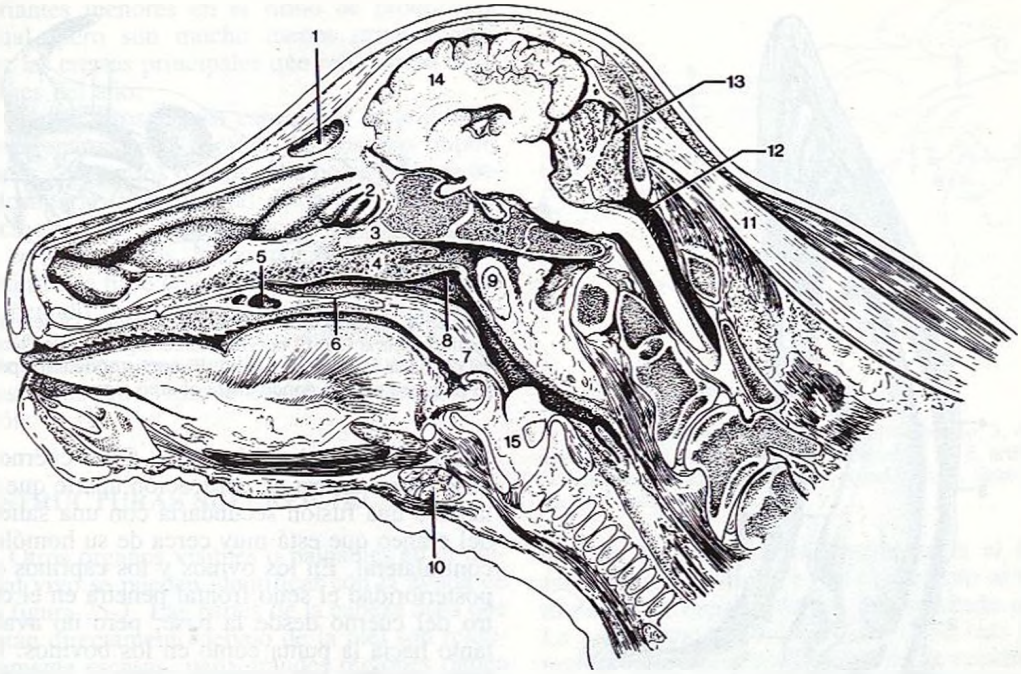


Fig. 25-2. Corte paramediano de la cabeza de un ternero de dos semanas. Nótese la caja craneana redondeada.

1, seno frontal; 2, cornetes etmoidales; 3, vómer, 4, tabique faríngeo, 5, seno palatino, 6, paladar duro, 7, paladar blando, 8, nasofaringe, 9, nódulo linfático retrofaríngeo medial, 10, glándula mandibular, 11, ligamento nucal, 12, cisterna cerebelomedular, 13, cerebelo, 14, cerebro, 15, laringe.

nadas, de modo que no es fácil tomarlas con pinzas hemostáticas; por esta razón, el descornado produce una hemorragia arterial en chorro si el corte no se hace cerca del cráneo, donde las arterias todavía estén incluidas en tejido blando.

Los cuernos se notan apenas en el ternero recién nacido y se puede evitar que se desarrollen cauterizando el epitelio germinal a temprana edad (dos a cuatro semanas). La epidermis circundante, que invade la herida durante la curación, carece de la capacidad inductiva especializada para formar cuerno que poseía la cobertura original. Cuando el ternero tiene unos seis meses, una prolongación del seno frontal invade la apófisis cornual.

Conformación y rasgos externos en ovinos y caprinos

La forma y aspecto de la cabeza exhiben muchas diferencias de acuerdo con la especie, la raza, el sexo y la edad, pero si bien determinan el "carácter" del animal, en su mayor parte no revisten mucho interés clínico. En cambio, es importante señalar que el perfil dorsal de la cabeza, a diferencia del bovino adulto, es cupuliforme sobre la cavidad craneana y desciende caudalmente hacia el plano nucal, rasgo éste que suele ser enmascarado por la localización y tamaño de los cuernos. La nariz con perfil convexo es un rasgo imprescindible en ciertas razas de ovinos.

La cabeza de la cabra tiene un pelaje bastante largo, pero la del ovino es más corta y en algunas razas la lana se extiende mucho sobre la cara. El plano nasal semeja el del perro, pero su extensión es mucho más limitada, en particular en las cabras. Se confina a una estrecha franja a cada lado del profundo filtro mediano,

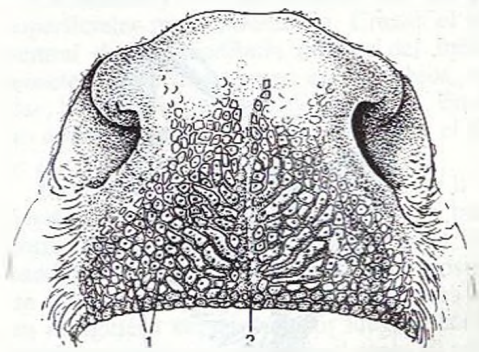


Fig. 25-3. El labio superior y los bordes de las narinas se combinan para formar el plano nasolabial en los bovinos. Nótense los orificios de las glándulas nasolabiales (1) y el filtro (2).

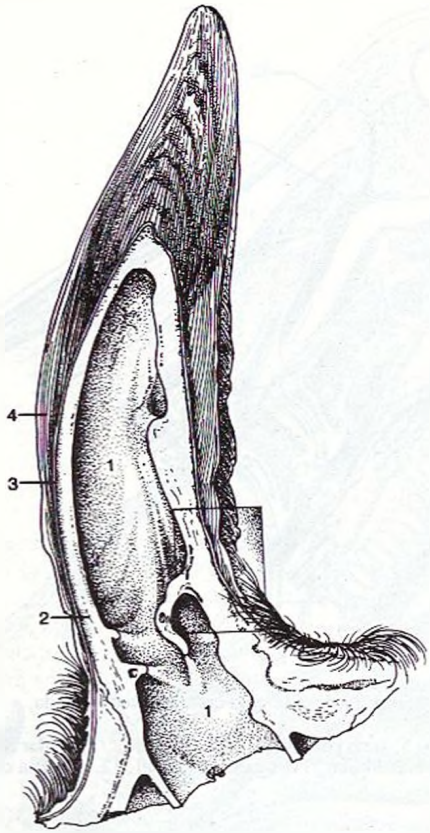


Fig. 25-4. Corte longitudinal de un cuerno. En el detalle de la figura 10-20 se ilustra la producción de los túbulos córneos sobre las papilas dérmicas.

1, divertículo cornual del seno frontal; 2, apófisis cornual; 3, periostio, dermis y epidermis; 4, túbulos córneos.

con prolongaciones laterales a lo largo de los bordes superiores de las largas narinas hendidas.

Los cuernos se originan cerca y detrás de las órbitas en una situación muy distinta a la localización temporal del bovinos. Cada cuerno se basa en un centro de osificación aparte que establece una fusión secundaria con una saliente del cráneo que está muy cerca de su homóloga contralateral. En los ovinos y los caprinos con posterioridad el seno frontal penetra en el centro del cuerno desde la base, pero no avanza tanto hacia la punta como en los bovinos. Las razas mochas son comunes, pero si hay cuernos, suelen existir en ambos sexos, aunque los de los machos son mucho más fuertes. En unas pocas razas raras pueden haber dos pares y en los morvecos hasta tres en forma ocasional. En ambas especies los cuernos crecen mucho desde que aparecen, antes de la maduración del animal y después de ella.

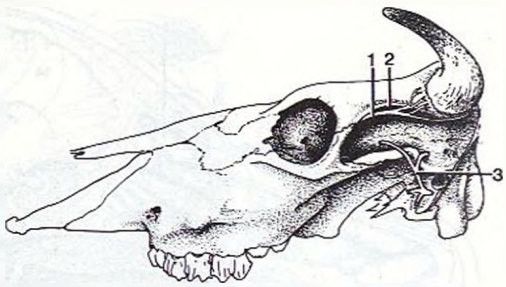


Fig. 25-6. Cabeza ósea con nervio cornual (1) y nervio auriculopalpebral (3). El nervio cornual sigue la línea temporal (2) hacia la base del cuerno. El nervio auriculopalpebral se palpa en el sitio donde cruza el arco cigomático.

Los cuernos de las cabras suelen ser ovales al corte y crecen en dirección caudal sobre el cráneo. Los de los ovinos son de corte triangular y siguen un curso helicoidal que los lleva primero en dirección caudal y después ventral y luego dorsal en una forma de creciente complejidad. A veces este crecimiento hace que la superficie interna del cuerno próxima a la piel de la cara sufra necrosis compresiva si toma contacto con ésta. Los pastores de las majadas de razas vulnerables están atentos y a menudo eliminan una lonja superficial del cuerno con carácter terapéutico o preventivo. Esta operación puede hacerse sin anestesia si sólo se aserra "cuerno", pero a veces también hay que eliminar dermis y hueso, que son sensibles.

Los cuernos de los ovinos y caprinos están tan cerca de la órbita que los elementos que los inervan ascienden directamente detrás de la apófisis cigomática, donde se puede bloquear el nervio. El cuerno del caprino recibe una inervación subsidiaria mediante ramas del nervio infratroclear; a estas ramas se puede llegar haciendo una segunda inyección en el borde dorsomedial de la órbita.

El crecimiento intermitente de la sustancia córnea produce una superficie externa muy corrugada; por lo general existen varias o muchas

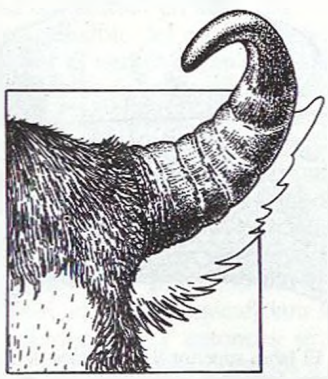


Fig. 25-5. Anillos del cuerno debidos a variaciones en la producción de cuerno.

variantes menores en el ritmo de producción anual, pero son mucho menos pronunciadas que las crestas principales que reflejan las estaciones del año.

Ciertos otros rasgos especiales de la piel se mencionaron en el capítulo 10; los más importantes son, en los ovinos, una bolsa cutánea infraorbitaria (preorbitaria) de la cual mana una secreción que mancha la cara delante del ojo y, en los caprinos, los grupos de glándulas que están en la base de los cuernos. Las borlas que a menudo penden de la región de la garganta en las cabras son anexos cilíndricos de piel que contienen una varilla cartilaginosa y algunos vasos y nervios; se desconoce su significación.

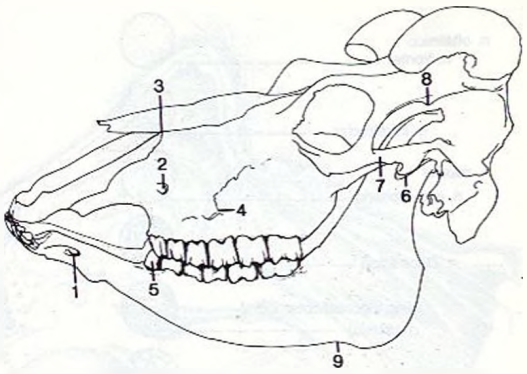


Fig. 25-7. Vista lateral de la cabeza ósea.

1, agujero mentoniano; 2, agujero infraorbitario; 3, escotadura nasoincisiva; 4, tuberosidad facial; 5, P_2; 6, articulación temporomandibular; 7, arco cigomático; 8, línea temporal; 9, escotadura vascular.

ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

Otros órganos visibles o palpables en el animal vivo se pueden identificar con la ayuda de la figura 25-1. Las partes de la cabeza ósea que están directamente debajo de la piel son relativamente escasas, pero grandes regiones tienen una fina cubierta de fascia y músculo cutáneo que dificulta poco la palpación. Además de la ancha frente y del dorso de la nariz, se pueden identificar con facilidad la línea temporal, el arco cigomático, la tuberosidad facial, la escotadura nasoincisiva y el borde ventral de la mandíbula. También se palpan los agujeros supraorbitario, infraorbitario y mentoniano (fig. 25-7).

Unos pocos rasgos específicos de la musculatura de la mímica son importantes. La inervación proviene del nervio facial (VII), que se divide en sus ramas terminales principales en la profundidad de la glándula parótida. El nervio auriculopalpebral inerva los músculos del oído externo y los párpados. Llega a estos elementos cruzando el arco cigomático directamente delante de la articulación temporomandibular, sitio éste donde su posición superficial lo torna vulnerable (fig. 25-6[3]). La lesión de este nervio puede evidenciarse por la caída de la oreja y de los párpados, en particular el inferior, porque la parálisis del orbicular no permite cerrar el ojo. Por lo tanto, es evidente que puede ser ventajoso bloquear el nervio para eliminar el reflejo de parpadeo al examinar el ojo. Este nervio se lo localiza mejor donde pasa sobre el arco cigomático.

La rama bucal dorsal es la continuación del tronco original y cruza el músculo masetero en un sitio expuesto que entraña considerable riesgo de que se lesione. Los efectos de esta lesión comprenden pérdida de la inervación de los músculos de la nariz y labio superior y del buccinador. Lo primero produce una ligera distorsión de la cara, que se desvía hacia el lado sano, y lo segundo hace que el alimento se acumule en un espacio dentro del vestíbulo oral. La rama bucal ventral sigue un curso más protegido, caudomedial a la rama de la mandíbula y llega a la cara acompañada por la arteria facial y su vena. Su territorio es limitado y los efectos visibles de su lesión son mínimos (fig. 25-1[5,6]).

En la figura 25-8 se ilustra la distribución de los *nervios cutáneos*. La mayor parte de la piel de la cabeza es inervada por ramas del trigémino, aunque los dos primeros nervios cervicales inervan una banda caudal sobre el ángulo de la mandíbula, en tanto que el vago inerva parte de la piel del oído externo. En ocasiones se intentan "bloqueos" específicos de algunos de estos nervios. El gran nervio infraorbitario se palpa en el sitio donde sale del agujero infraorbitario, unos 3 cm a dorsal del primer diente malar. El nervio mentoniano se localiza donde emerge del agujero mentoniano de la mandíbula, 3 a 4 cm caudal al diente incisivo lateral.

La *arteria* y la vena *faciales* son los vasos superficiales más importantes. Cruzan el borde ventral de la mandíbula delante del músculo masetero y se distribuyen en los labios, mejillas, hocico y estructuras perioculares. En el sitio donde la arteria está aplicada contra el hueso se puede tomar el pulso.

También se debe notar la posición de la *vena frontal*, ya que este vaso de bastante tamaño corre cierto peligro al trepanar el seno frontal caudal. La vena sigue un curso caudorrostral en un surco palpable del hueso frontal, para entrar en el agujero supraorbitario; luego recorre un conducto en la parte lateral del seno. El agujero está unos 2 cm a medial de la línea temporal y unos 2 cm caudal al ángulo lateral del ojo (fig. 25-12[4]).

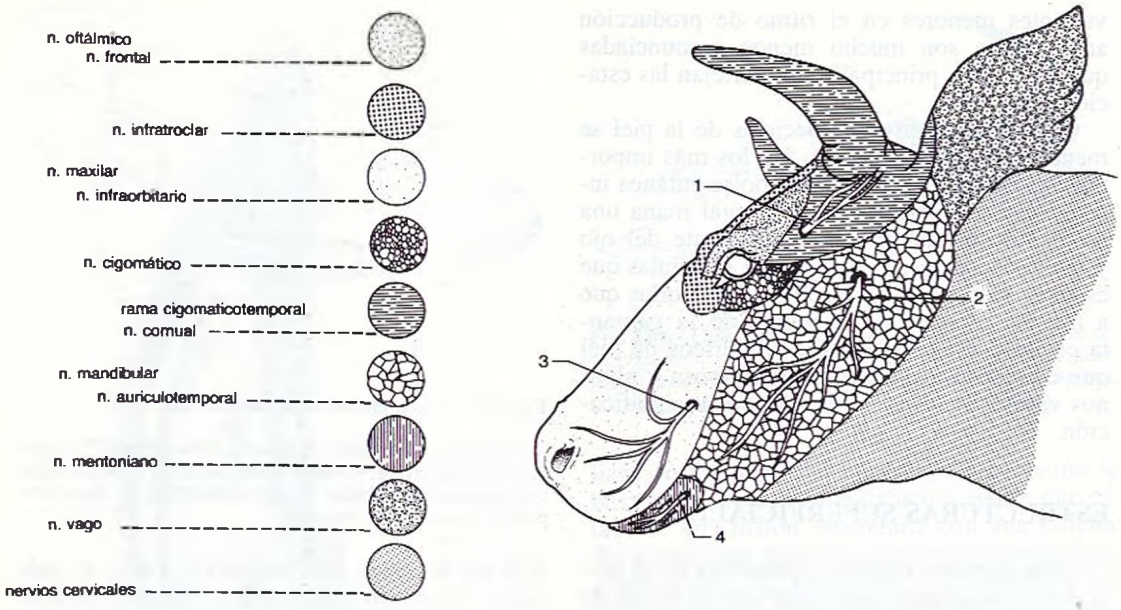


Fig. 25-8. Inervación cutánea de la cabeza.

1, nervio cornual; 2, n. auriculotemporal; 3, n. infraorbitario; 4, n. mentoniano.

El extremo ventral de la *glándula mandibular* forma un engrosamiento notorio en el espacio intermandibular. Al palparla, muchas veces se confunde esta glándula con el *nódulo linfático mandibular* adyacente, pero su tamaño más grande, su consistencia más blanda y su posición más medial y más rostral permiten identificarla bien. El nódulo linfático se puede identificar por separado en la cara medial del tendón del esternomandibular (fig. 25-1[20,22]). Normalmente también se palpa al nódulo linfático parotídeo, rostro ventral a la articulación temporomandibular.

En la última parte de su trayecto a lo largo del margen rostral del masetero, el *conducto parotídeo* acompaña los vasos faciales y el nervio bucal ventral. El conducto penetra en la mejilla frente al quinto diente malar superior.

CAVIDAD NASAL Y SENOS PARANASALES

La cavidad nasal es mucho más pequeña de lo que se supondría por el aspecto externo ya que sus paredes están ensanchadas y ahuecadas por senos aéreos, en tanto que gran parte del espacio interno se halla ocupado por los cornetes. En la parte caudal el tabique nasal no llega al piso y esto origina la formación de un conducto mediano único que es la continuación del par de pasajes nasales y conduce a la nasofaringe (figs. 25-9 y 25-10).

Cada pasaje nasal está dividido por los cornetes principales en los meatos dorsal, medio y ventral, que se ramifican desde el meato común que está aplicado contra el tabique nasal. La luz de la parte más profunda de la cavidad está subdividida además, por un sinnúmero de cornetes etmoidales; el mayor de ellos sobresale en dirección rostral y se conoce como cornete medio. El meato dorsal conduce a los meatos etmoidales e interviene en particular en la olfación; el meato medio se comunica con ciertos senos y el meato ventral es la principal vía respiratoria. La vía nasal se elige a veces para pasar una sonda, cuando el instrumento se orienta para seguir el espacio más grande formado en la unión de los meatos ventral y común (fig. 25-10[9]).

Las paredes de las vías nasales están revestidas por una membrana mucosa abundantemente vascularizada. La mucosa cubre el *órgano vomeronasal* dentro del piso de la cavidad; este órgano se comunica con el meato ventral y con la boca por medio del conducto incisivo.

El sistema de senos paranasales está muy poco desarrollado en el ternero de corta edad y deben transcurrir varios años para que alcance su tamaño completo. Incluso en el animal maduro el compartimiento maxilar continúa ajustándose a la extrusión de los dientes malares (figs. 25-2[1,5] y 25-9[9,9',10]).

El juego completo de senos es muy complicado. Comprende los compartimientos frontales dentro de los huesos del techo y paredes la-

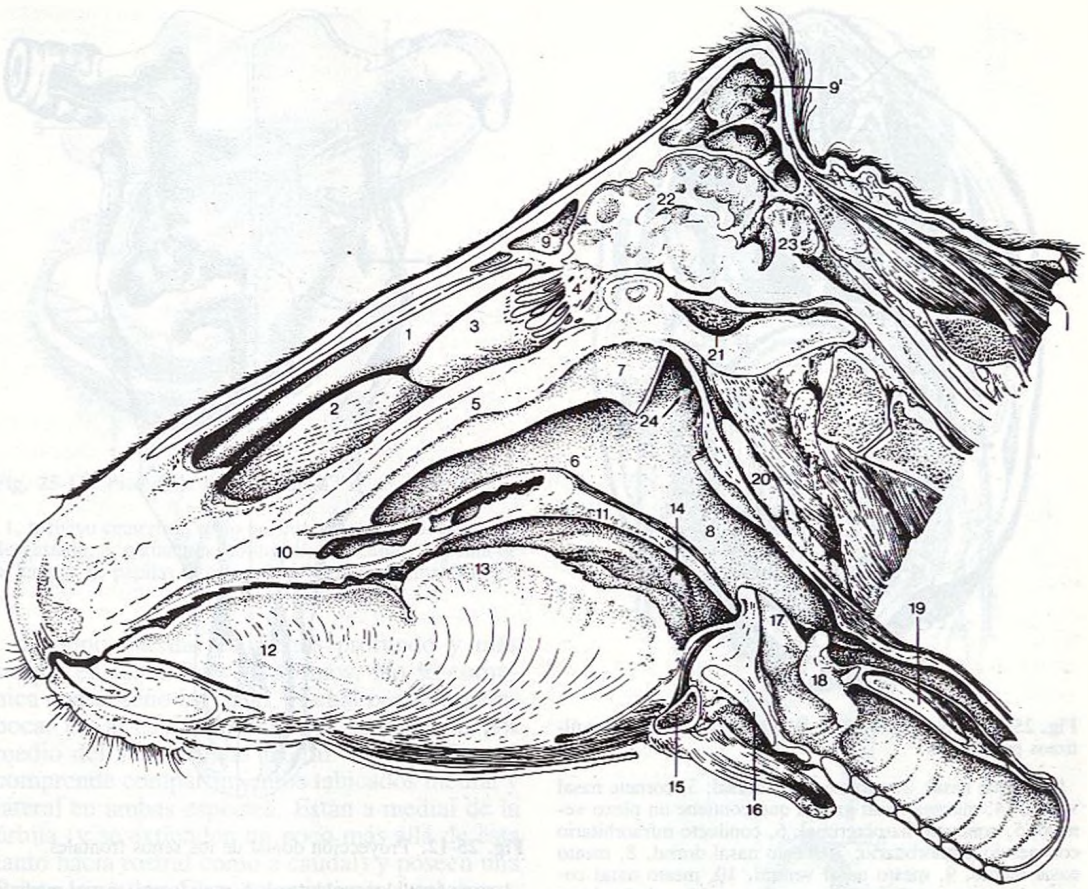


Fig. 25-9. Corte paramediano de la cabeza.

1, cornete nasal dorsal; 2, cornete nasal ventral; 3, cornete nasal medio; 4, cornetes etmoidales; 5, vómer, 6, coana; 7, tabique faríngeo resecado, 8, nasofaringe, 9, seno frontal rostral, 9'. seno frontal caudal, 10, seno palatino, 11, paladar blando. 12, punta de la lengua; 13, torus linguae, 14, entrada del seno amigdalino, 15, basihioides, 16, cartílago tiroides, 17, epiglotis, 18. cartílago aritenoides, 19, cartílago cricoides. 20, nódulo linfático retrofaríngeo medial, 21, plexo venoso alrededor de la hipófisis, 22, cerebro, 23, cerebelo, 24, hacia la abertura faríngea de la trompa auditiva.

terales del cráneo, un complejo palatomaxilar dentro de la parte caudal del paladar duro y la cara delante y debajo de la órbita, un seno lagrimal dentro de la pared medial de la órbita, senos esfenoidales que se extienden más allá de la órbita dentro de la parte rostral del piso del cráneo y senos de los cornetes, dentro de los cornetes nasales. Cualquiera de estos espacios puede infectarse o adquirir interés clínico, pero en la práctica la atención se concentra en los senos maxilares y frontales caudales. En las figuras 25-11 y 25-12 se ilustran las proyecciones superficiales en las cuales estos espacios se pueden percutir.

El *seno maxilar* ocupa gran parte del maxilar encima de los alvéolos de los dientes malares. Se comunica con la cavidad nasal por medio de una gran abertura nasomaxilar, pero el drenaje natural de pus u otros líquidos se obstaculiza por su situación alta en la pared medial. El seno maxilar se continúa con el seno palatino sobre la placa ósea acompañada por el nervio infraorbitario en su borde libre (fig. 25-10[6]). También se extiende en dirección caudal (como seno lagrimal delante de la órbita) y dentro de la frágil ampolla lagrimal que se introduce en la parte ventral de la órbita.

El *seno frontal* comprende varios compartimientos que se comunican por separado con los meatos etmoidales. Los dos y a veces tres pequeños compartimientos rostrales son de escaso interés clínico. El caudal que es por mucho el más grande y el más importante, se propaga en particular dentro del hueso frontal. Cubre la parte dorsal de la caja encefálica y también se extiende dentro de las paredes laterales y nucal, incluso el centro del cuerno. Se halla separado de su homólogo y de los com-

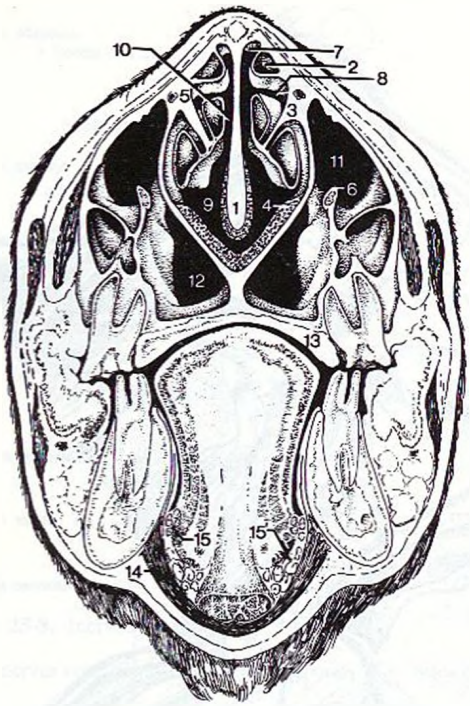


Fig. 25-10. Corte transversal de la cabeza a nivel de los últimos premolares.

1, tabique nasal; 2, cornete nasal dorsal; 3, cornete nasal ventral; 4, mucosa nasal gruesa que contiene un plexo venoso; 5, conducto nasolagrimal; 6, conducto infraorbitario con nervio infraorbitario; 7, meato nasal dorsal, 8, meato nasal medio, 9, meato nasal ventral, 10, meato nasal común, 11, seno maxilar, 12, seno palatino, 13, paladar duro, 14, milohioideo, 15, glándula sublingual polistomática, 15', glándula sublingual monostomática.

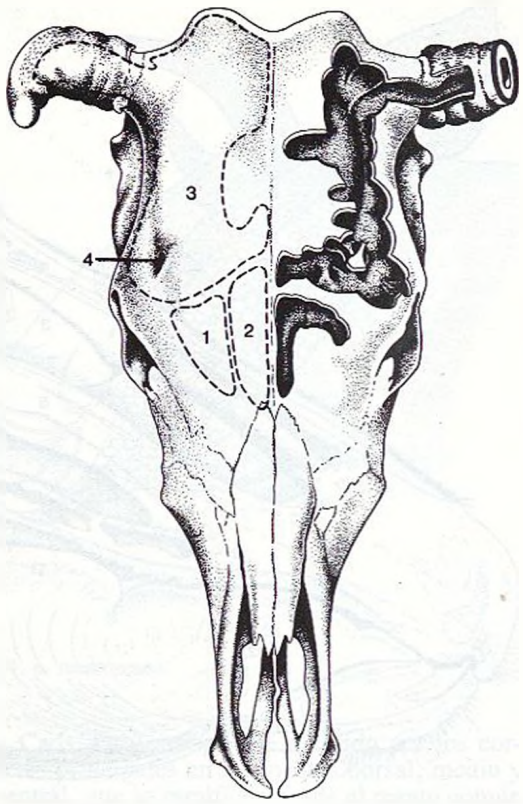


Fig. 25-12. Proyección dorsal de los senos frontales.

1, seno frontal rostral lateral; 2, seno frontal rostral medial; 3, seno frontal caudal con divertículo cornual; 4, agujero supraorbitario.

partimientos homolaterales más pequeños por tabiques de posición un tanto variable (fig. 25-12). Las aberturas que se ven en estos tabiques en los cráneos disecados están cerradas por

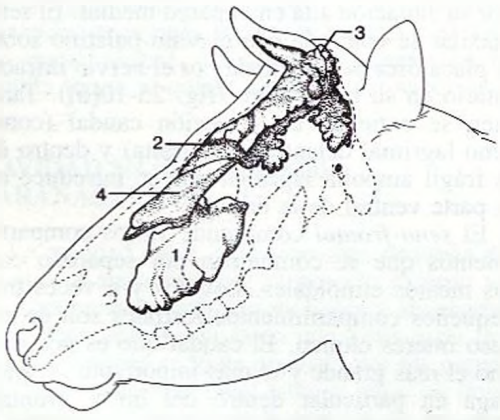


Fig. 25-11. Proyección lateral de los senos paranasales.

1, seno maxilar; 2, seno frontal rostral, 3, seno frontal caudal, 4, seno del cornete dorsal.

mucosa en el estado fresco. La cavidad principal, que se sigue agrandando durante toda la vida, está subdividida, a su vez, por tabiques irregulares perforados. La inflamación de esta mucosa es una secuela común del descornado quirúrgico.

La protección que el seno frontal confiere a la *cavidad craneana* no permite prever la extensión de esta última mediante la inspección simple de la cabeza. En realidad la cavidad craneana es asombrosamente pequeña, un tanto globulosa, y está tan inclinada que su extremo rostral está encima y detrás de la cavidad nasal (fig. 25-9). Está protegida por encima, detrás y a los costados por los huesos neumatizados de la bóveda craneana. La topografía tiene importancia para la técnica humanitaria usual de faenamiento. El blanco está definido por la intersección de las diagonales que unen los ángulos laterales de los ojos con las partes más cercanas de las bases de los cuernos contralaterales (o puntos equivalentes en las ramas mochas). El martillo o percutor, entonces, debe pasar por la parte menos profunda del seno frontal para llegar al encéfalo.

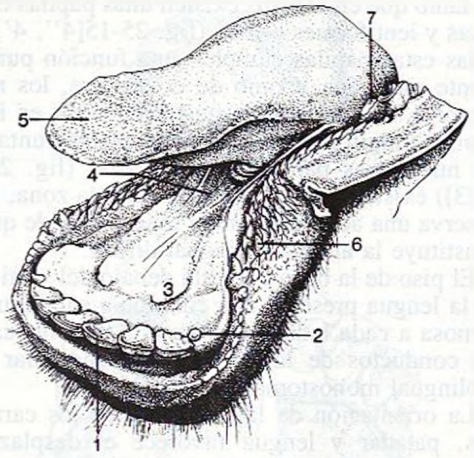


Fig. 25-13. Piso de la boca y lengua.

1, incisivo central; 2, resto del cuarto incisivo deciduo (i_4) desgastado; 3, carúncula sublingual; 4, frenillo; 5, punta de la lengua; 6, papilas bucales; 7, primer diente malar (P_2).

El seno maxilar es menos profundo y más simple en los ovinos y caprinos. No se comunica con el seno lagrimal, el cual puede desembocar en la cavidad nasal por separado o por medio del seno frontal lateral. El seno frontal comprende compartimientos tabicados medial y lateral en ambas especies. Están a medial de la órbita (y se extienden un poco más allá de ésta tanto hacia rostral como a caudal) y poseen una forma irregular. El compartimiento lateral provee la prolongación dentro del centro del cuerno.

BOCA

Como los bovinos no ingieren bocados grandes, el pequeño tamaño de la abertura oral no es una desventaja para el animal pero sí obstaculiza mucho la inspección clínica de las partes de la boca y la laringe. El vestíbulo comprendido entre los carrillos y el borde de las quijadas es sorprendentemente amplio; la superficie interna de los labios y los carrillos presenta unas grandes papilas que apuntan hacia atrás y son más prominentes hacia los ángulos de la boca (fig. 25-13[6]).

La cavidad bucal propiamente dicha es larga y estrecha y se halla ocupada en gran medida por la lengua. El paladar duro es más estrecho directamente delante de los dientes malares. Está tallado de manera que exhibe una docena o más de crestas transversas que sobresalen cada vez menos hasta que desaparecen hacia la parte posterior de la boca; sus rugosidades tienen numerosas papilas (fig. 25-14). La región que en otras especies está ocupada por los dientes incisivos superiores tiene aquí el par de almohadillas dentales; se trata de unas elevaciones semilunares que ceden al comprimirlas, aunque su superficie está cornificada (fig. 25-14[2]). Los bovinos no pastan mordiendo borde con borde sino que, luego de introducir un manojo de pasto en la boca con la asistencia de la lengua, lo cortan presionando los bordes de los incisivos contra estas almohadillas; el riesgo de que las almohadillas se lesionen está reducido por su fuerte cubierta y su flexibilidad así como por la inclinación hacia adelante y la implantación bastante laxa de los incisivos (figs. 25-17 y 25-18). La papila incisiva que está detrás de las almohadillas está flanqueada por las pequeñas aberturas de los conductos incisivos.

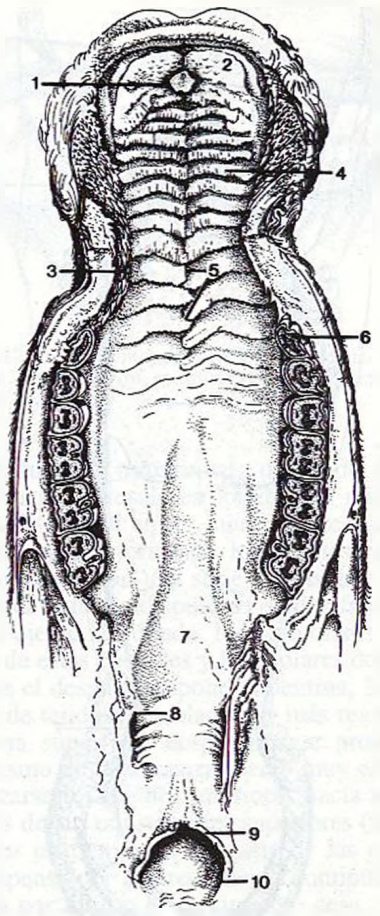


Fig. 25-14. Techo de la cavidad bucal.

1, papila incisiva; 2, almohadilla dental; 3, papilas bucales; 4, rugosidades palatinas; 5, rafe palatino, 6, primer diente malar superior (P^2); 7, paladar blando; 8, abertura del seno amigdalino; 9, borde libre del paladar blando, 10, arco palatofaríngeo.

Los labios de los rumiantes pequeños son mucho más móviles que los de los bovinos. En

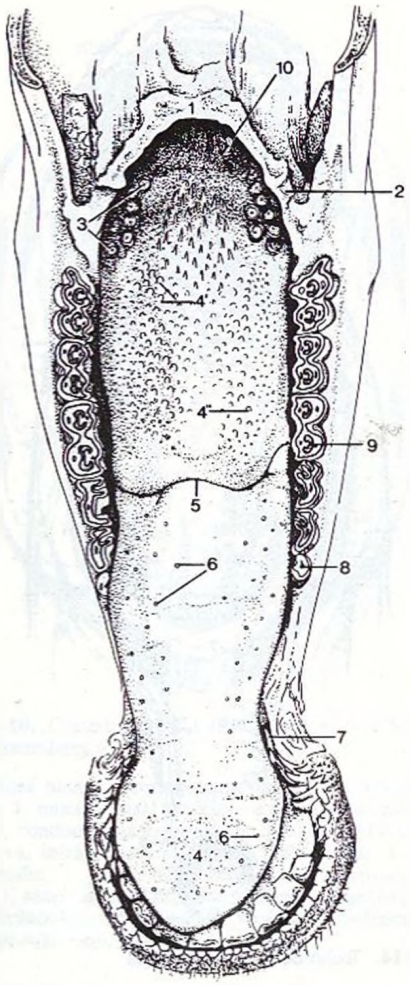


Fig. 25-15. Lengua y maxilar inferior.

1, paladar blando seccionado; 2, arco palatogloso, 3, papilas circunvaladas; 4, papilas filiformes; 4', papilas lentiformes; 4'', papilas cónicas; 5, fosa lingual; 6, papilas fungiformes; 7, papilas bucales; 8, primer diente malar inferior (P_2); 9, M_1; 10, amígdala lingual difusa.

ellos son los principales órganos de la prensión y permiten que estas especies pasten a ras del suelo.

En los bovinos el principal órgano de la prensión es la *lengua* puntiaguda. Su parte caudal está elevada para formar un gran torus delimitado por delante por una fosa lingual transversa en la cual tiende a acumularse el alimento; esto puede servir de puerta de entrada para una infección porque el epitelio, muy delicado dentro de la fosa, puede ser punzado con facilidad por partículas aguzadas (fig. 25-15[5]). Las papilas, que imparten a la superficie de la lengua una aspereza característica, están concentradas en el dorso y hacia la punta. En la punta hay abundante cantidad de papilas filiformes duras, orientadas en dirección caudal, en tanto que en el torus existen unas papilas cónicas y lentiformes planas (fig. 25-15[4'', 4']), todas estas papilas cumplen una función puramente mecánica. Como de costumbre, los receptores sensitivos de la gustación están en las papilas fungiformes diseminadas por la punta y las numerosas papilas circunvaladas (fig. 25-15[3]) existentes hacia la raíz. En esta zona, se observa una acumulación de tejido linfoide que constituye la amígdala lingual difusa.

El piso de la boca que está debajo del vértice de la lengua presenta una carúncula sublingual carnosa a cada lado y junto a ella desembocan los conductos de las glándulas mandibular y sublingual monostomática (fig. 25-13).

La orientación de las salientes en los carrillos, paladar y lengua favorece el desplazamiento retrógrado del material que ingrese en la boca; esto, combinado con la insensibilidad general de las partes de la boca y la copiosa secreción salival, explicaría la frecuencia con que los bovinos degluten cuerpos extraños que están en su forraje.

DENTICIÓN Y APARATO MASTICATORIO

Los rasgos más inusuales de la dentadura son la ausencia de dientes incisivos y caninos en la arcada superior y la asimilación de los caninos a los incisivos en la inferior. Como no se desarrollan los primeros premolares superiores e inferiores, las fórmulas dentales son $\frac{0\text{-}0\text{-}3}{3\text{-}1\text{-}3}$ para el juego temporario y $\frac{0\text{-}0\text{-}3\text{-}3}{3\text{-}1\text{-}3\text{-}3}$ para los dientes permanentes.

Los ocho *dientes "incisivos"* que están en la parte anterior de la arcada inferior están dispuestos en una media luna ininterrumpida que se adosa a las almohadillas dentales estando la boca cerrada. Cada diente presenta una ancha corona espatulada que se continúa abruptamente con una raíz estrecha a modo de una clavija; la corona es asimétrica y en los animales jóvenes se superpone a la cara lingual de su vecino medial. Las superficies labial convexa y lingual cóncava al principio convergen en una cresta, pero ésta se ensancha progresivamente a medida que se va exponiendo la dentina con el uso incesante (fig. 25-16*D*, *E*). A veces las coronas se erosionan por completo en los animales viejos y entonces sólo quedan en el margen mandibular las raíces estrechas pero ampliamente espaciadas. Muchas veces los incisivos caen antes de que se llegue a este estado.

La amplia brecha o diastema que separa la fila de dientes frontales respecto de los malares

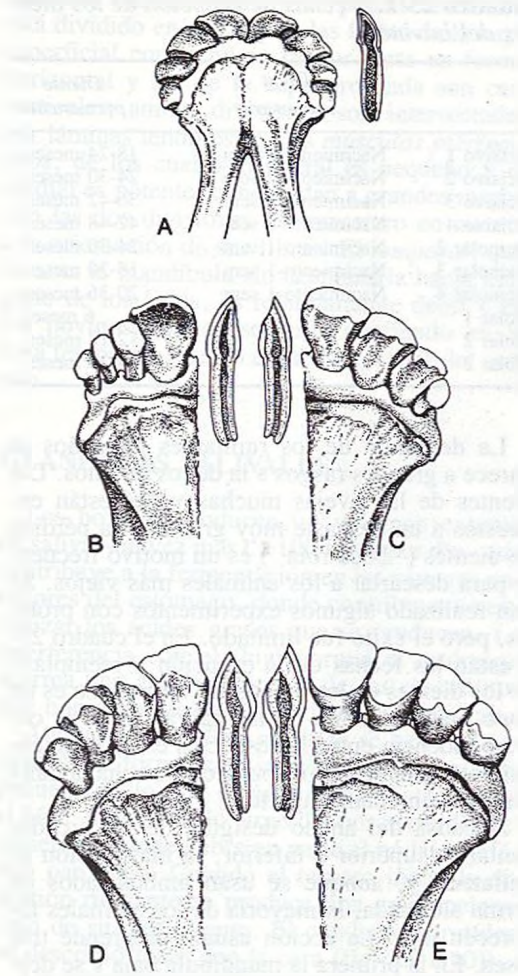


Fig. 25-16. Cambios en los incisivos según la edad.

A, incisivos deciduos en el ternero neonato. En el corte longitudinal de i_1 el esmalte todavía rodea la corona. *B*, dos años, i_1 ha sido sustituido. Los otros incisivos son deciduos. El borde distal de I_1 está un poco desgastado y se ha expuesto la dentina. *C*, tres años y medio. I_1, I_2 e I_3 son permanentes, i_4 es deciduo. La superficie oclusal de I_2, más ancha que la de I_3, aparece en el corte longitudinal. *D*, cinco años. *E*, ocho años. Nótese el tamaño de la superficie oclusal en el corte longitudinal. El borde lingual de la superficie oclusal de I_1 e I_2 es liso; se dice que estos dos dientes están "nivelados".

permite tomar con facilidad la lengua para obligar al animal a dejarse examinar la boca. Los seis *dientes malares* de cada arcada tienen un tamaño creciente desde adelante hacia atrás y están dispuestos de manera que la mayoría de ellos hacen la oclusión con dos oponentes. Las filas dentales superiores están más separadas que las de la mandíbula de modo que sólo unas angostas franjas de dientes oponentes se hallan en contacto cuando la boca está cerrada en oclusión central (fig. 25-10). Las tablas tienen

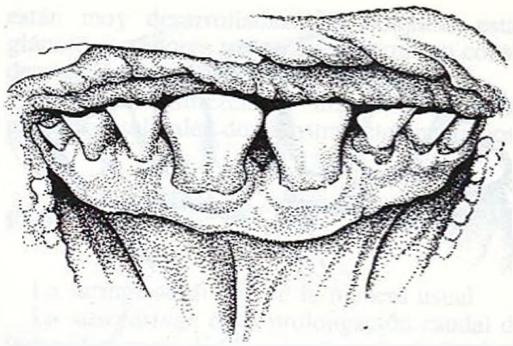


Fig. 25-17. Vista frontal de los incisivos de una vaca de dos años. Los incisivos centrales son permanentes y los otros son deciduos.

una inclinación transversal, de modo que el borde bucal sobresale en los dientes maxilares y el borde lingual en los mandibulares. Las superficies masticatorias de los dientes no desgastados presentan una serie de cúspides semilunares de esmalte dispuestas en dos filas paralelas al eje de la quijada; los premolares tienen un par de estas cúspides y los molares dos. Una vez que el desgaste expone la dentina, la alternancia de tejidos más blandos y más resistentes crea una superficie despareja que provee un mecanismo de desmenuzamiento muy eficaz al desplazarse los dientes inferiores hacia adentro a través de sus equivalentes superiores (fig. 25-19). Por un tiempo el desgaste de las coronas se compensa por su crecimiento continuo, pero cuando por último el crecimiento cesa, se forman las raíces y la altura de la parte expuesta sólo se mantiene entonces mediante la extrusión gradual de la porción incluida. Eventualmente las coronas se consumen en los animales que sobreviven hasta una edad muy avanzada.

La mayoría de los *dientes temporarios* se parecen mucho a sus reemplazantes, pero los premolares temporarios, que al principio realizan todo el trabajo de la masticación, son más grandes y más complicados que sus sucesores.

En el cuadro 25-1 se consignan las fechas de erupción de los dientes de los bovinos.

La estimación de la edad del animal se basa en estas fechas y en el grado de desgaste de los incisivos, pero ninguno de estos factores es muy confiable porque las fechas de erupción son influidas por la raza y reflejan diferencias en el grado de maduración general. La celeridad del desgaste provee un criterio un tanto más útil, aunque obviamente depende de la índole del forraje. El desgaste convierte el borde cortante en una superficie que se ensancha poco a poco. El borde lingual de esta superficie es anfractuoso al principio, pero se alisa al desgastarse el diente; este cambio de carácter ocurre a los seis años en el primer incisivo y a los

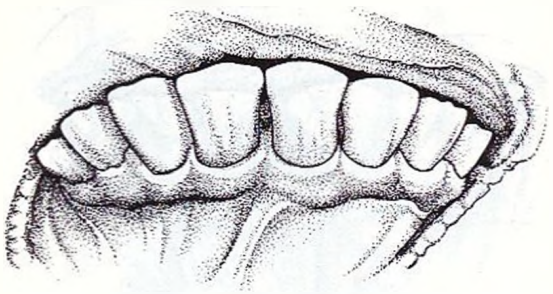


Fig. 25-18. Vista frongal de los incisivos de una vaca de 4 1/2 a 5 años. Los cuartos incisivos han alcanzado la altura de sus vecinos y empiezan a desgastarse.

siete, ocho y nueve años en los incisivos segundo, tercero y cuarto, respectivamente; se dice entonces que los dientes están "nivelados". La exposición de la raíz coincide con esta alteración en la corona (fig. 25-16*E*). Las modificaciones que ocurren a edades ulteriores son demasiado poco confiables como para tenerlas en cuenta.

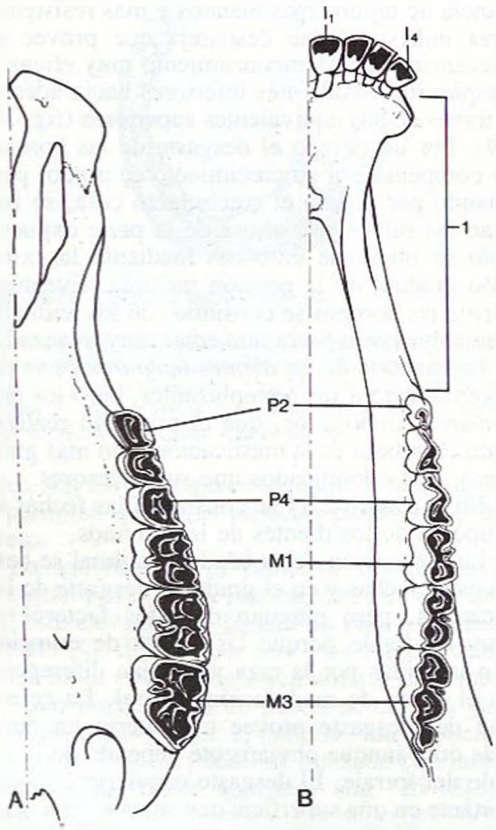


Fig. 25-19. Mitad izquierda de la arcada dentaria superior y mitad derecha de la arcada inferior. Nótense las formas distintas de los dientes malares superiores e inferiores y el gran diastema (1).

Cuadro 25-1. *Fechas de erupción de los dientes del bovino*

	Dient temporario	*Diente permanente*
Incisivo 1	Nacimiento-2 sem	18-24 meses
Incisivo 2	Nacimiento-2 sem	24-30 meses
Incisivo 3	Nacimiento-2 sem	36-42 meses
Incisivo 4	Nacimiento-2 sem	42-48 meses
Premolar 2	Nacimiento-1 sem	24-30 meses
Premolar 3	Nacimiento-1 sem	18-30 meses
Premolar 4	Nacimiento-1 sem	20-36 meses
Molar 1		6 meses
Molar 2		12-18 meses
Molar 3		24-30 meses

La dentición de los rumiantes pequeños se parece a grandes rasgos a la de los bovinos. Los dientes de las ovejas muchas veces están expuestos a un desgaste muy grande y la pérdida de dientes ("boca rota") es un motivo frecuente para descartar a los animales más viejos. Se han realizado algunos experimentos con prótesis, pero el éxito fue limitado. En el cuadro 25-2 están las fechas de la erupción y reemplazo de los dientes en los ovinos. El reemplazo es un poco más temprano en las cabras, pero la correspondencia entre las especies es lo suficientemente grande como para que no haga falta preparar un cuadro aparte.

A causa del ancho desigual de las arcadas dentarias superior e inferior, la masticación es unilateral y, aunque se usan ambos lados en forma alternada, la mayoría de los animales favorecen uno. La acción usual comprende tres fases. En la primera la mandíbula baja y se desplaza en forma lateral, en la segunda sube y se desplaza más todavía hacia el mismo lado y en la tercera, que se cumple con mucha mayor rapidez y vigor, sube y se desvía medialmente de manera que las medias lunas de la fila dentaria inferior encajan entre las de la fila superior al retornar la mandíbula a su posición de reposo.

Los músculos más importantes en la fase de trabajo son los pterigoideos del lado activo y el

Cuadro 25-2. *Fechas de erupción de los dientes del ovino*

	Diente temporario	*Diente permanente*
Incisivo 1	Antes nacimiento-1 sem.	12-18 meses
Incisivo 2	Antes nacimiento-1 sem.	21-24 meses
Incisivo 3	Antes nacimiento-1 sem.	27-31 meses
Incisivo 4	Nacimiento-1 sem.	36-48 meses
Premolar 2	Nacimiento-4 sem.	21-24 meses
Premolar 3	Nacimiento-4 sem.	21-24 meses
Premolar 4	Nacimiento-4 sem.	21-24 meses
Molar 1		3 meses
Molar 2		9 meses
Molar 3		18 meses

masetero del lado pasivo. El potente *masetero* está dividido en dos capas: las fibras de la capa superficial corren en su mayor parte en forma horizontal y las de la capa profunda son casi verticales; ambas divisiones son intersectadas por láminas tendinosas. Los *músculos pterigoideos*, de los cuales el lateral es pequeño y el medial es potente, concuerdan a grandes rasgos con las dos divisiones del masetero en cuanto a la orientación de sus fibras. El *temporal*, que levanta la mandíbula sin desplazarla hacia ninguno de los lados, es relativamente débil y en los bovinos adultos se halla confinado en la fosa temporal, situada en la cara lateral del cráneo.

GLÁNDULAS SALIVALES

Los bovinos producen un volumen enorme de saliva –tal vez más de 100 litros por día– que contribuye a la fermentación en las cámaras anteriores del estómago, donde contribuye a neutralizar los ácidos grasos que se producen. La interferencia con el flujo normal al estómago acarrea una grave depleción de los electrólitos que normalmente se reabsorben y se reciclan.

Aunque la *glándula parótida* se halla en actividad en forma casi ininterrumpida, es más pequeña de lo que se anticiparía. Está ventral al oído, aplicada a lo largo del borde caudal del masetero, donde cubre en parte el nódulo linfático parotídeo. Cuando el ternero inicia la digestión rumiante se produce una gran aceleración de su crecimiento. El conducto parotídeo se describió junto con la cara (fig. 25-1[10]).

La *glándula mandibular* es mucho más grande que la parótida. Produce una secreción mixta, pero sólo cuando el animal come o vuelve a masticar; el flujo es más copioso cuando el forraje está seco. La glándula se extiende describiendo una arco sobre la cara interna de la mandíbula. Su extremo ventral palpable sobresale debajo de la mandíbula y a menudo está casi en contacto con su homóloga en la línea media; su extremo dorsal se halla dentro de la fosa atlántica. El conducto corre debajo de la mucosa oral para desembocar junto a la carúncula sublingual (fig. 25-13[3]).

La *glándula sublingual* tiene las dos subdivisiones usuales. La parte polistomática se halla en el piso de la boca, lateral a la lengua y drena por medio de muchos orificios pequeños cerca del frenillo; se le superpone la parte rostral más compacta cuyo único conducto se abre cerca del conducto de la glándula mandibular o junto con él (fig. 25-10[15,15']).

Debajo de las mucosas labial, de la mejilla, palatina y lingual están diseminadas numerosas glándulas salivales menores; las de los carrillos están muy desarrolladas. En conjunto estas glándulas menores tienen que aportar un considerable volumen de secreción.

No existen diferencias importantes en las glándulas salivales de los rumiantes pequeños.

FARINGE

La faringe se divide de la manera usual.

La *nasofaringe* es la prolongación caudal de la cavidad nasal. En los rumiantes se halla dividida en forma incompleta por un pliegue membranoso mediano (tabique faríngeo) que prolonga el tabique nasal hasta la pared dorsal de la faringe (fig. 25-9[7]). El extremo caudal de este tabique se halla engrosado por una masa de tejido linfoide, la amígdala faríngea. Existen otras aglomeraciones linfoideas en las paredes laterales de la faringe en torno de las entradas hendidas de las trompas auditivas.

La *orofaringe* es estrecha y esto restringe mucho el tamaño de los bocados que se pueden deglutir. En su parte lateral contiene la amígdala palatina, que sobresale desde la luz en torno de un seno amigdalino profundo y ramificado. La entrada de este seno (fig. 25-9[14]), pero no la amígdala misma, se ve en la superficie.

La *laringofaringe* se afina en dirección caudal antes de unirse con el esófago y normalmente su luz está cerrada por los músculos que la revisten; el músculo principal que interviene en esto, el cricofaríngeo, se describe a veces como el esfínter craneal del esófago. Los recesos piriformes, a cada lado de la entrada de la laringe, permiten que entre constantemente saliva en el esófago sin necesidad de que ocurra una deglución activa (fig. 25-21[7]).

La faringe se puede palpar desde afuera o desde el interior de la boca y también se la puede inspeccionar con un espéculo oral. La tumefacción de tejido linfoide en la pared faríngea puede obstaculizar el paso del alimento y del aire. La faringe también puede comprimirse cuando están inflamados los nódulos linfáticos retrofaríngeos mediales adyacentes (fig. 25-20[12]).

La faringe recibe y transmite a la boca el alimento regurgitado y también recibe el gas que se eructa del estómago en gran cantidad; parte de este gas sale al exterior; pero una porción considerable va a los pulmones cuando se cierra la comunicación con la nasofaringe. No se ha elucidado bien la significación de este fenómeno; en los animales que consumen ciertas raciones la absorción del gas eructado puede hacer que se altere la leche y acarrear patología pulmonar.

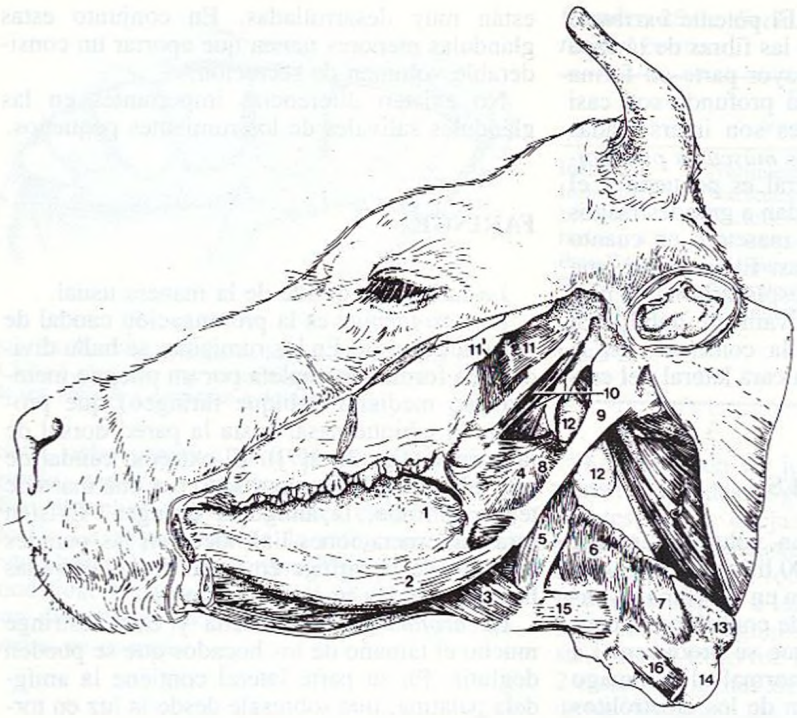


Fig. 25-20. Conexiones de la faringe y laringe con la base del cráneo y la lengua.

1, raíz de la lengua; 2, estilogloso, 3, hiogloso, 4, constrictor rostral de la faringe, 5, constrictor medio de la faringe, 6, 7, constrictores caudales de la faringe "tirofaríngeo y cricofaríngeo"; 8, estilofaríngeo caudal; 9, estilohioideo; 10, tensor y elevador del velo del paladar; 11, pterigoideo lateral; 11', restos del pterigoideo medial; 12, nódulo linfático retrofaríngeo medial; 13, esófago, 14, tráquea; 15, tirohioideo, 16, esternotiroideo.

LARINGE

La mayor parte de la laringe está entre las ramas de la mandíbula pero se prolonga en la parte superior del cuello, donde se la puede palpar. Para apreciar sus rasgos palpables hay que identificar correctamente tres estructuras esqueléticas de la línea media: el basihioides y los cartílagos tiroides y cricoides. Los que están familiarizados con la anatomía superficial del caballo pueden experimentar una incertidumbre inicial cuando examinan bovinos por primera vez. El espaciamiento distinto de las prominencias ventrales se debe a la forma del cartílago tiroides, que es completa en su cara ventral y sobresale más en su punta caudoventral.

La laringe del bovino exhibe algunas otras peculiaridades dignas de mención. La *entrada*, que puede inspeccionarse con la asistencia de un laringoscopio, está limitada por el margen bajo y arrollado de la espiglotis y por las prominentes prolongaciones corniculadas de los cartílagos aritenoides (fig. 25-21[4,5]). La intubación se dificulta por la ligera inclinación ventrocaudal de la entrada (fig. 25-9).

El *vestíbulo*, no posee los ventrículos mediano ni laterales y sus paredes laterales hacen una transición suave con la glotis. El tamaño de la *hendidura glótica* varía según la fase de la respiración, pero estos cambios no son tan pronunciados durante la respiración tranquila. Es más estrecho de lo que se supondría y esto limita el calibre de la sonda endotraqueal que se podría introducir. La relación con los nódulos linfáticos retrofaríngeos mediales es importante porque cuando están agrandados pueden comprimir la laringe, así como la faringe (fig. 25-9[20]).

OJO

El reborde orbitario sobresale en relación con las superficies circundantes. La *cavidad orbitaria* es amplia, aunque reducida en su cara ventrorrostral por el frágil y fino abultamiento de la ampolla lagrimal, dentro de la cual se prolonga el seno maxilar. Los ojos de las órbitas divergen hacia arriba, afuera y adelante y forman entre sí un ángulo de unos 120 grados. Por lo tanto, es evidente que, como es usual en los ungulados, el campo de visión monocular es grande y el binocular es pequeño.

Los *párpados* están sostenidos por unas densas placas fibrosas o "tarsos". La piel se halla firmemente adherida al músculo orbicular, pero en otras partes su inserción es más laxa y el párpado se pliega cuando los ojos están abiertos. Las pestañas son largas y más abundantes en el párpado superior (fig. 25-22). Los músculos de los párpados comprenden el frontal, que corre desde la frente hasta el párpado superior, y el malar, que se irradia desde el párpado inferior hacia la cara. Estos

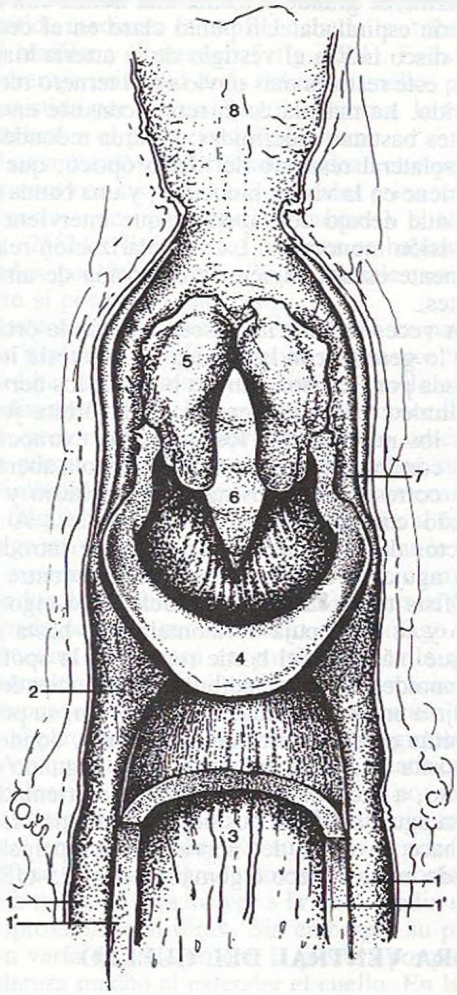


Fig. 25-21. Vista rostrodorsal de la laringe.

1, paladar blando su centro se ha resecado para exponer la lengua); 1', borde de corte del paladar blando; 2, arco palatofaríngeo, 3, raíz de la lengua. 4, epiglotis; 5, apófisis corniculada del cartílago aritenoides; 6, hendidura glótica que permite ver la cavidad infraglótica; 7, receso piriforme; 8, esófago abierto.

músculos son inervados por el facial, principalmente por medio del nervio auriculopalpebral. El elevador, inervado como siempre por el nervio motor ocular común, permanece activo en la parálisis del facial y mitiga los efectos de esta lesión.

La conjuntiva contiene considerable cantidad de acumulaciones linfoides dispersas en su parte palpebral. En el espesor de los párpados están las glándulas usuales. Las glándulas tarsales (de Meibomio), que son las más grandes, ocupan los estratos más profundos de los tarsos y pueden verse a través de la conjuntiva del párpado evertido.

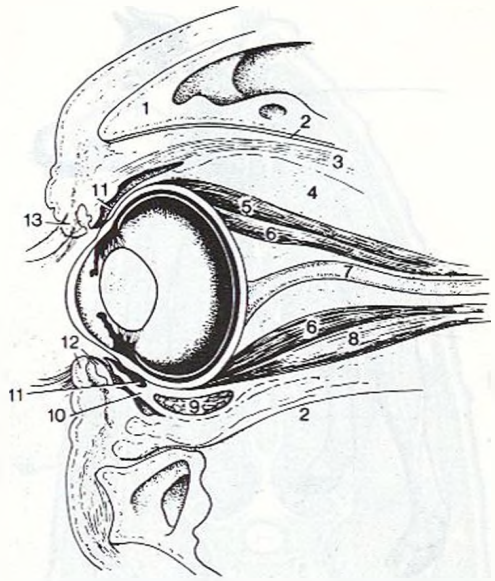


Fig. 25-22. Corte de la órbita.

1, hueso frontal con el seno frontal rostral; 2, extensión de la órbita; 3, elevador del párpado superior; 4, grasa; 5, recto dorsal; 6, retractor del bulbo ocular; 7, nervio óptico; 8, recto ventral; 9, oblicuo ventral; 10, tercer párpado: 11, saco conjuntival; 12, párpado inferior; 13, párpado superior.

En el ángulo medial de la abertura palpebral hay una carnosidad, la carúncula lagrimal. El *tercer párpado* cubre una parte variable del bulbo. El cartílago que lo sostiene se hunde por medial del globo ocular, donde se asocia con las glándulas lagrimales accesorias superficial y profunda. Normalmente sólo se ve una pequeña parte del tercer párpado (fig. 25-22[10]), pero aparece una parte más grande cuando el ojo está retraído o se lo presiona dentro de su cavidad; con esta maniobra se desplaza la grasa retrobulbar y esto, a su vez, empuja el cartílago y, por ende, el pliegue hacia adelante.

La *glándula lagrimal*, lobulada y bipartita, está sobre la parte dorsolateral del globo ocular. Drena mediante numerosos conductos de distinto calibre en el fondo de saco conjuntival superior. Las lágrimas se congregan junto a la carúncula lagrimal antes de entrar en las hendiduras de los puntos lagrimales que conducen al saco lagrimal. El saco está dentro de una depresión en la parte craneal de la pared orbitaria y se afina hacia el conducto nasolagrimal, el cual recorre primero el seno maxilar y después se aplica sobre la pared lateral de la cavidad nasal para descargar su contenido en el vestíbulo nasal.

Los *músculos extrínsecos*, que no presentan ningún rasgo notable en particular, se ilustran esquemáticamente en la figura 9-13.

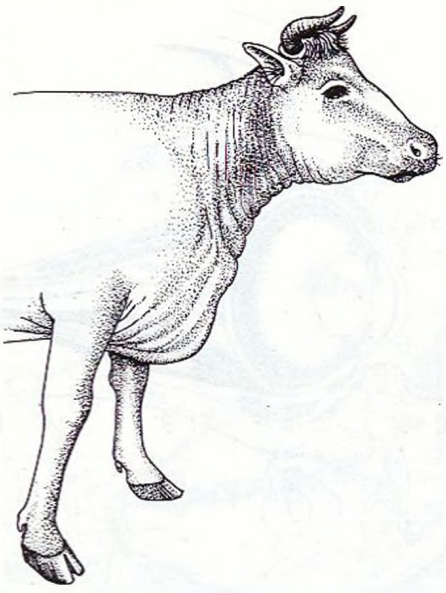


Fig. 25-23. Gran pliegue cutáneo mediano (papada) en el extremo caudal del cuello.

El *globo ocular* es pequeño en relación con la órbita. La esclerótica es fina y adquiere localmente un tinte azulado por la coroides subyacente, que es oscura. Es común que haya cierta pigmentación, en especial hacia la unión con la córnea, que tiende a acentuarse con la edad. La córnea es ovoide con su extremo puntiagudo hacia lateral. Posee bastante espesor, en especial hacia su margen.

La pupila del bovino está ensanchada en sentido laterolateral si está contraída, pero se torna circular al dilatarse. Sus bordes superior e inferior son interrumpidos por unas salientes irregulares, los gránulos iridianos, que son más pequeños que en el caballo; se destacan más a lo largo del borde superior. Los músculos ciliares están poco desarrollados y la capacidad para la acomodación es limitada, por lo tanto. Las capas vascular y coroidocapilar de la coroides están separadas en la parte caudal del bulbo por el *tapetum* de brillantes colores, que refleja la luz (lámina 2*F*). El tapetum es triangular y su base está directamente encima del disco óptico. Sus partes periféricas son más coloreadas y despliegan una mezcla de azules metálicos y verdes, en tanto que el área próxima al disco óptico es rojiza, en especial en el ternero. El examen oftalmoscópico del tapetum revela unos flecos oscuros dispersos donde entran capilares, en tanto que los vasos más grandes aparecen como líneas rojas. Cuatro pares de arterias y venas se irradian en cruz desde el disco óptico, que es lateroventral en relación con el polo posterior del ojo. La vena dorsal es particularmente grande y forma una trenza con una arteria espiralada. Un punto claro en el centro del disco indica el vestigio de la arteria hialoidea; este resto es más obvio en el ternero recién nacido. La mácula de la retina consiste en dos partes bastante indefinidas: un área redondeada dorsolateral respecto del disco óptico, que interviene en la visión binocular, y una banda horizontal debajo del tapetum, que interviene en la visión monocular. La vascularización relativamente escasa sugiere la extensión de ambas partes.

A veces se hace la evisceración de la órbita, por lo general con la técnica de anestesia local ideada por Peterson. En los bovinos los nervios oftálmico y maxilar entran en la órbita junto con los nervios para los músculos extraoculares, con los cuales comparten una sola abertura que corresponde a los agujeros orbitario y redondo combinados de otras especies. A los efectos de bloquear estos nervios se introduce una aguja en el ángulo comprendido entre las apófisis temporal y frontal del hueso cigomático y se la empuja horizontalmente hasta que llegue más allá del borde rostral de la apófisis coronoides de la mandíbula. Introduciendo la aguja a una profundidad de unos 7 cm, su punta se sitúa en el agujero orbitorredondo, donde se deposita el agente anestésico. Un segundo depósito, a veces luego de cambiar la orientación de la aguja desde el mismo punto de inserción, se hace en torno del nervio auriculopalpebral donde cruza el arco cigomático (fig. 25-6[3]).

CARA VENTRAL DEL CUELLO

Los elementos dorsales del cuello se describen junto con la columna vertebral (cap. 26). La piel de la cara ventral es muy móvil y redundante; se pliega y forma unos surcos cuando el animal baja la cabeza hasta el suelo y, además, la parte caudal del cuello tiene la gran papada que se continúa con el pecho entre los miembros torácicos (fig. 25-23).

El *surco* que sigue el trayecto de la vena yugular externa suele ser obvio. En su lado dorsal está limitado por el braquiocefálico (cleidomastoideo), que corre desde el brazo hasta el cráneo, y en su lado ventral por la parte esternomandibular del esternocefálico que va desde el manubrio del esternón hasta el ángulo de la mandíbula. Una segunda parte del esternocefálico (esternomastoideo) forma el piso del surco y provee una separación sustancial entre la vena y la arteria carótida común (fig. 25-24[7]). La *vena yugular externa* es fácil de elevar para hacer inyecciones y muestrear sangre porque sólo su parte caudal está cubierta por el músculo cutáneo, pero incluso éste es bastante

débil. La vena se forma a caudal de la glándula parótida mediante la confluencia de las tributarias maxilar y linguofacial (fig. 25-1). Es la vía de drenaje principal de la cabeza y cuello, pero es asistida por la vena yugular interna, la vena vertebral y el plexo vertebral interno.

Los músculos superficiales rodean el espacio que contiene las vísceras cervicales y los vasos y nervios que viajan entre la cabeza y el tórax (fig. 25-24). Todos estos órganos se hallan rodeados por fuertes envolturas fasciales unidas entre sí por tejido más laxo.

La *tráquea* se puede identificar a la palpación profunda y se la reconoce con mayor facilidad hacia el extremo superior del cuello entre la divergencia de los músculos esternocefálicos, pero ni siquiera aquí es del todo subcutánea porque los finos músculos acintados esternotirohioideos la siguen en toda su extensión. La tráquea (fig. 25-24[14]) es pequeña al corte y algo más profunda que ancha; su forma la torna susceptible al estrechamiento por compresión local. La simetría de sus relaciones es perturbada por el curso desviado del esófago. Su estructura se destaca en particular por la concentración de tejido linfoide en el espacio retromucoso dorsal (por fuera del músculo traqueal pero dentro de los anillos cartilaginosos).

Aunque el *esófago* no se puede identificar a la palpación, su posición se evidencia por el rápido desplazamiento del bolo alimenticio cuando el animal deglute. En su curso cervical el esófago se desvía gradualmente a la izquierda de la tráquea, para volver a la línea media sólo al aproximarse al tórax. Sin embargo, su posición varía de acuerdo con la postura porque se endereza mucho al extender el cuello. En la figura 25-24 se ilustran las relaciones en la mitad del cuello.

El esófago del rumiante es muy distensible y el aspecto que suele tener en el cadáver, cuando la luz es muy amplia y la pared fina y laxa, da una impresión errónea de su estado usual en el animal vivo. La mucosa se caracteriza por ser muy insensible, uno de los motivos por los cuales los bovinos raras veces aparentan perturbarse por el pasaje de una sonda gástrica. Aunque normalmente el transporte es rápido en ambas direcciones, es muy común que se atasquen fragmentos de alimento en el esófago. Los sitios predilectos son el origen en la faringe, la entrada torácica y a nivel de la bifurcación traqueal.

La *glándula tiroides* se halla dividida casi por completo en dos lóbulos, que tienen la forma de pirámides invertidas y están a los costados del cartílago cricoides. Ambos lóbulos se hallan unidos por un tenue istmo que cruza el segundo anillo traqueal por su cara ventral. Los lóbulos tiroideos son finamente granulares y de

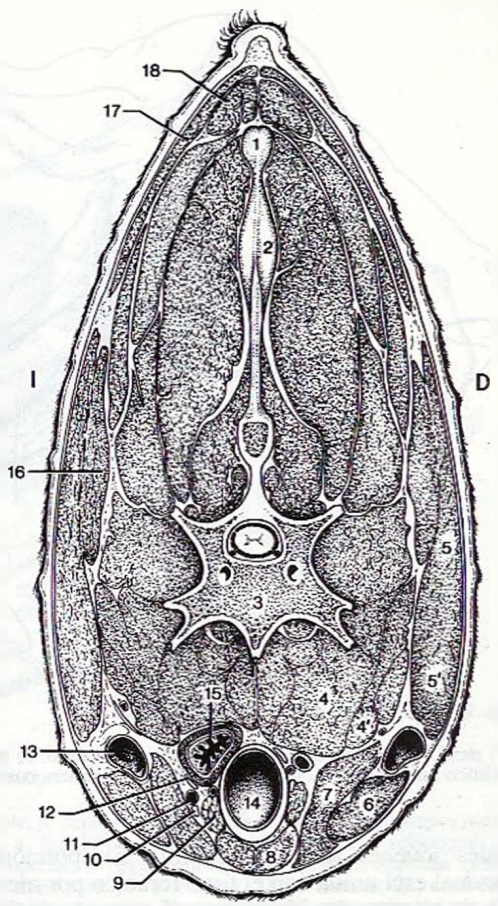


Fig. 25-24. Corte transversal en la mitad del cuello.

1,2, ligamento nucal (funículo y lámina nucal); 3, vértebra; 4, largo del cuello; 4', largo de la cabeza; 5, 5', braquiocefálico; 5, cleidocefálico; 5', cleidomastoideo, 6, 7, esternocefálico; 6, esternomandibular; 7, esternomastoideo; 8, esternohioideo y esternotiroideo combinados; 9, timo y vena yugular interna; 10, nervio laríngeo recurrente; 11, arteria carótida común; 12, tronco vagosimpático; 13, vena yugular externa; 14, tráquea; 15, esófago; 16, omotransversario; 17, trapecio; 18, romboides.

color rojo ladrillo en el adulto, pero más pálidos en el ternero (fig. 6-3*C*).

Las *glándulas paratiroides* son pequeñas (unos 8 a 10 mm) y por su forma irregular y su posición inconstante a menudo son difíciles de encontrar. Pueden estar incluidas en otras estructuras, por lo general tiroides, timo o glándula mandibular. La paratiroides externa se halla la mayoría de las veces a craneal de la tiroides pero caudal a la bifurcación de la carótida; la interna estaría incluida con mayor frecuencia en la tiroides o bien entre ésta y la tráquea. Se las ha confundido con nódulos linfáticos, a los cuales se parecen a primera vista.

El *timo* es grande y lobulillado y se extiende desde la laringe hasta el pericardio en los ani-

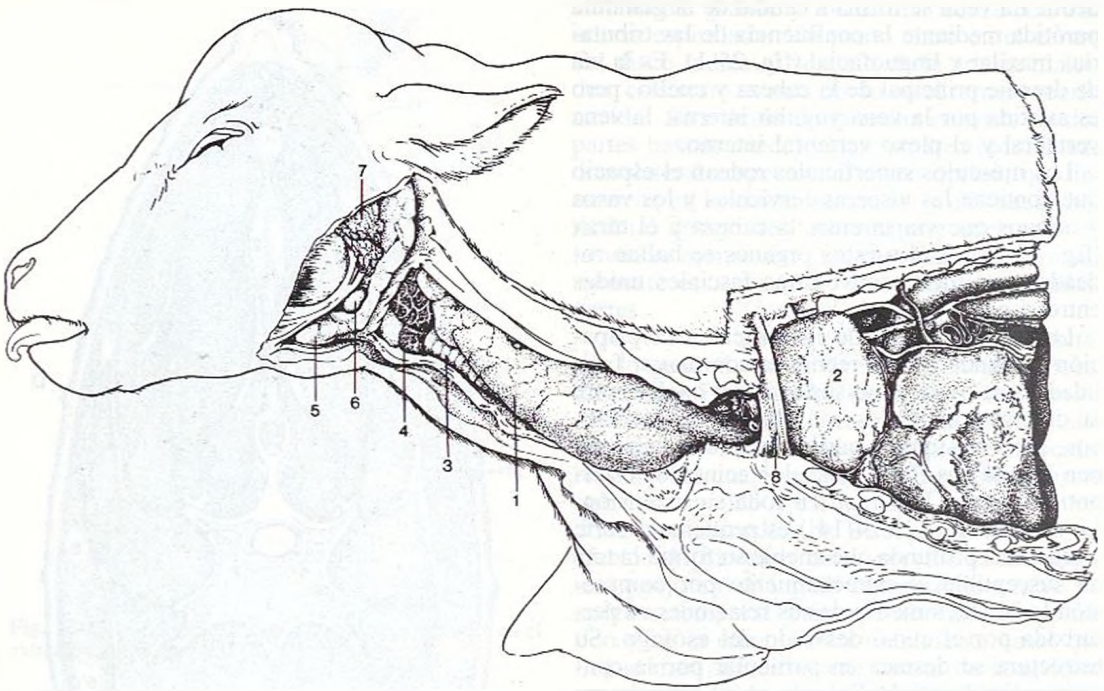


Fig. 25-25. Timo en el ternero recién nacido.

1, parte cervical del timo; 2, parte torácica del timo; 3, tráquea; 4, glándula tiroides; 5, glándula mandibular; 6, nódulo linfático mandibular; 7, glándula parótida; 8, primera costilla.

males jóvenes (fig. 25-25[1,2]). Su porción cervical está unida con el timo torácico por medio de un estrecho istmo ventral respecto de la tráquea. La parte cervical se divide en dos cuernos que se afinan sobre las caras laterales de la tráquea y tal vez lleguen a la laringe. El timo crece rápidamente en los primeros seis a nueve meses de la vida posnatal, aunque alcanza su máximo tamaño relativo mucho antes. En efecto, su involución puede empezar ya a la octava semana de vida. La regresión ocurre con una celeridad variable y el timo, en particular su parte torácica, todavía puede ser muy grande en animales de varios años de edad. Por último, el istmo y la parte cervical desaparecen casi por completo. El timo de los terneros jóvenes es de un color rosado intenso y hasta rojo, pero el órgano se aclara con la edad; además su consistencia se torna firme a medida que el tejido activo es sustituido por tejido fibroadiposo.

La *arteria carótida común* sigue un curso dorsolateral respecto de la tráquea, dentro de una vaina fascial compartida por el tronco vagosimpático. La vena yugular interna y el nervio laríngeo recurrente se hallan en íntima relación con la vaina en el lado derecho, pero en el izquierdo se interpone el esófago. La arteria termina sobre la pared lateral de la faringe, donde emite una pequeña arteria occipital; el tronco original se continúa (sin alterar su recorrido) como arteria carótida externa. En el feto una arteria carótida interna nace junto con la arteria occipital, pero empieza a cerrarse ya antes de nacer; por lo general se oblitera por completo a los pocos meses de edad, aunque en ocasiones persiste una luz residual por un año o dos (fig. 25-26[4]). La arteria carótida común no emite ramas de importancia individual antes de su terminación. En ocasiones se detecta la pulsación de la carótida común al comprimir la arteria contra las apófisis transversas de las vértebras.

En este punto corresponde que mencionemos brevemente la irrigación sanguínea del encéfalo, menos por su importancia clínica que por su relevancia para las controvertidas técnicas de faenamiento judías y musulmanas, en que se sacrifica a los animales con un profundo tajo ritual en el cuello sin aturdir al animal de antemano.

El encéfalo es irrigado por una combinación de vasos que abastecen unos plexos arteriales muy intrincados dentro de la cavidad craneana, por fuera de la duramadre y sumergidos dentro de los senos cavernosos y otros senos venosos más. Estos plexos, las retia mirabilia, se forman mediante un sinnúmero de arterias anastomosantes íntimamente arrolladas. Las redes son

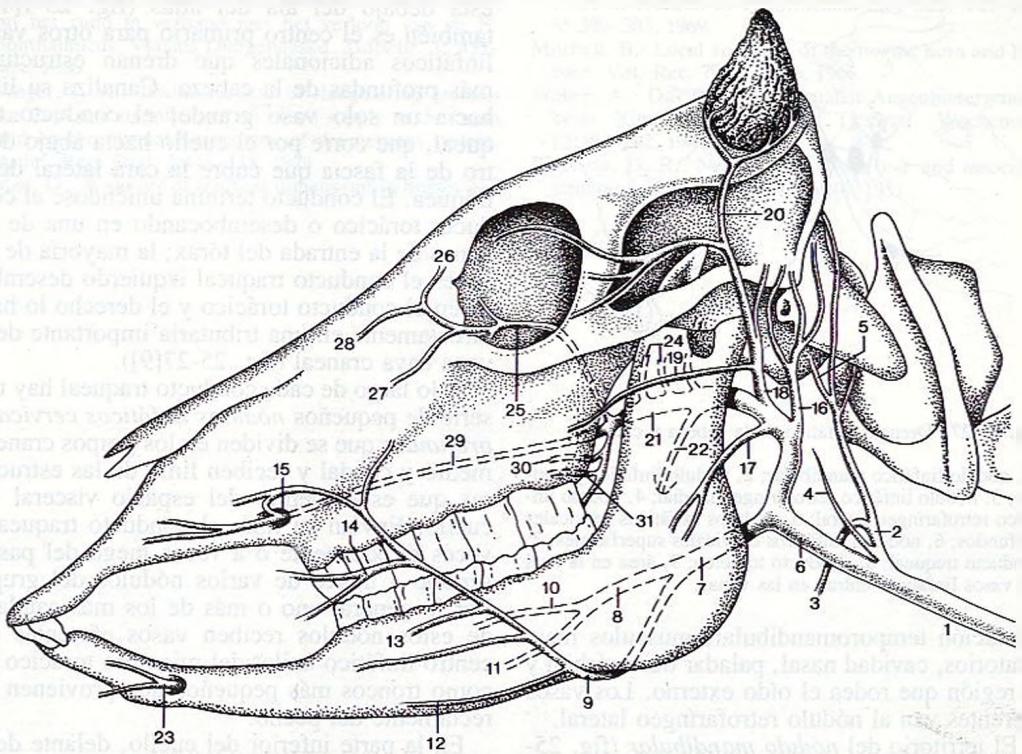


Fig. 25-26. Ramificaciones de la arteria carótida común izquierda.

1, arteria carótida común; 2, a. occipital; 3, a. palatina ascendente; 4, resto de la a. carótida interna; 5, a. meníngea media; 6, a. carótida externa; 7, tronco linguofacial; 8, a. lingual; 9, a. facial; 10, a. lingual profunda; 11, a. sublingual; 12, a. submentoniana; 13, arterias labiales inferiores; 14, a. labial superior; 15, agujero infraorbitario; 16, a. auricular caudal; 17, rama masentérica; 18, a. temporal superficial; 19, a. facial transversa; 20, a. cornual; 21, a. maxilar; 22, a. alveolar inferior; 23, a. mentoniana; 24, ramas rostrales y caudal para la rete mirabile; 25, a. malar; 26, a, angular del ojo; 27, a. nasal lateral caudal; 28, a. nasal dorsal; 29, a. infraorbitaria; 30, a. esfenopalatina; 31, arterias palatinas mayor y menor. (Cortesía del doctor James E. Smallwood.)

abastecidas en su parte periférica por diversas arterias (fig. 7-34); en el lado distal o cerebral la red se estrecha hasta formar un tronco emisario que horada la membrana dural para formar con su homóloga el polígono (círculo) arterial cerebral. El polígono está en la cara ventral del encéfalo y emite ramas de acuerdo con el patrón convencional. La arteria basilar, que corre en dirección caudal sobre la médula oblonga y se continúa en la médula espinal, contribuye al polígono en los bovinos pero recibe sangre de él en los ovinos. Si bien esto es difícil de explicar sobre bases hemodinámicas, todas las partes del encéfalo del bovino son irrigadas por una mezcla de sangre carotídea y vertebral, mientras que en los ovinos la sangre vertebral sólo llega a la parte caudal del tronco cerebral. Estas diferencias son importantes para el ritual de faenamiento porque al seccionar los troncos carotídeos comunes quedan intactas las arterias vertebrales. Como consecuencia de investigaciones adicionales recientes se ha impugnado la sugerencia de que la reducción abrupta de la presión dentro de las arterias cerebrales ocasiona una pérdida casi inmediata de la conciencia.

El *tronco vagosimpático* no exhibe rasgos particulares dignos de mención. Los componentes vago y simpático pierden su asociación y se separan antes de entrar en el tórax. Sus recorridos y conexiones adicionales se comentan en otra parte. Los nervios laríngeos recurrentes se parecen a los de otras especies.

ESTRUCTURAS LINFÁTICAS DE LA CABEZA Y CUELLO

Los nódulos linfáticos más importantes de la cabeza se mencionaron en sus contextos topográficos; otros nódulos más pequeños que están por lo general por medial de la rama de la mandíbula revisten escaso interés práctico.

El *nódulo parotídeo* (fig. 25-1[13]) recibe linfa de la piel que cubre la mayor parte de la cabeza, en especial las áreas más dorsales. También recoge linfa de la quijada superior, ar-

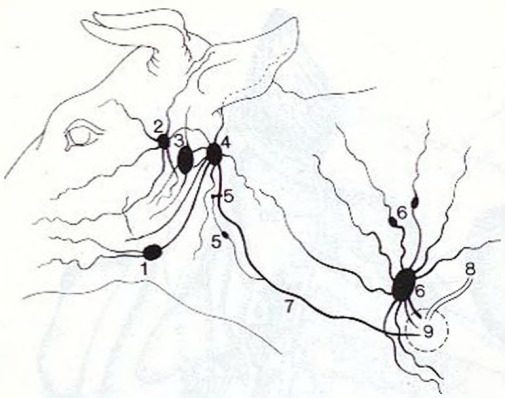


Fig. 25-27. Drenaje linfático de la cabeza y cuello.

1, nódulo linfático mandibular; 2, nódulo linfático parotídeo; 3, nódulo linfático retrofaríngeo medial; 4, nódulo linfático retrofaríngeo lateral; 5, nódulos linfáticos cervicales profundos; 6, nódulos linfáticos cervicales superficiales; 7, conducto traqueal; 8, conducto torácico; 9, área en la cual los vasos linfáticos entran en las venas.

ticulación temporomandibular, músculos masticatorios, cavidad nasal, paladar duro, órbita y la región que rodea el oído externo. Los vasos eferentes van al nódulo retrofaríngeo lateral.

El territorio del *nódulo mandibular* (fig. 25-1[20]) se superpone a los de los nódulos parotídeo y retrofaríngeo medial. Los principales vasos aferentes provienen de la piel y estructuras subyacentes de la parte ventral de la cabeza y de la parte rostral de la boca; incluso la punta de la lengua. Los vasos aferentes van al nódulo retrofaríngeo lateral.

El gran *nódulo retrofaríngeo medial* está incluido en grasa entre la faringe y la base del cráneo (figs. 25-9[20] y 25-20[12]). Recibe linfa de la mayoría de las estructuras más profundas de la cabeza, incluso las cavidades nasal y oral, faringe, laringe, cráneo y músculos de la mandíbula, así como de la parte ventral del extremo superior del cuello. Los vasos eferentes también drenan en el *nódulo retrofaríngeo lateral*, que es el centro colector de toda la cabeza (fig. 25-27[4]). Este nódulo lateral, que está debajo del ala del atlas (fig. 25-1[14]) también es el centro primario para otros vasos linfáticos adicionales que drenan estructuras más profundas de la cabeza. Canaliza su linfa hacia un solo vaso grande, el conducto traqueal, que corre por el cuello hacia abajo dentro de la fascia que cubre la cara lateral de la tráquea. El conducto termina uniéndose al conducto torácico o desembocando en una de las venas de la entrada del tórax; la mayoría de las veces el conducto traqueal izquierdo desemboca en el conducto torácico y el derecho lo hace directamente en una tributaria importante de la vena cava craneal (fig. 25-27[9]).

A lo largo de cada conducto traqueal hay una serie de pequeños *nódulos linfáticos cervicales profundos* que se dividen en los grupos craneal, medio y caudal y reciben linfa de las estructuras que están dentro del espacio visceral del cuello. Envían su linfa al conducto traqueal a veces directamente o a veces luego del pasaje seriado a través de varios nódulos del grupo. Por lo general uno o más de los más caudales de estos nódulos reciben vasos eferentes del centro linfático axilar del miembro torácico así como troncos más pequeños que provienen directamente del pecho.

En la parte inferior del cuello, delante de la escápula, hay un nódulo único mucho más grande, el *nódulo cervical superficial* (preescapular), que descansa sobre los músculos profundos que cubren las vértebras cervicales; este nódulo se palpa con facilidad a pesar de que está cubierto por el omotransversario. Recibe linfa de un área muy amplia de piel y músculos subyacentes, que va desde la mitad del cuello hasta la porción caudal del tórax, incluso la parte proximal del miembro torácico. El flujo a través del nódulo está compartimentado porque determinadas porciones del nódulo están en relación con distintas partes del campo de drenaje. Los grandes vasos eferentes desembocan de diversas maneras en los grandes troncos linfáticos y venosos de las cercanías.

Cualquiera de los grandes nódulos puede ser doble.

BIBLIOGRAFÍA

Baldwin, B. A.: The anatomy of the arterial supply to the cranial regions of the sheep and ox. Am. J. Anat. 115:101–118, 1964.

Baldwin, B. A., and F. R. Bell: The anatomy of the cerebral circulation in the sheep and ox. The dynamic distribution of the blood supplied by the carotid and vertebral arteries to cranial regions. J. Anat. 97:203–216, 1963.

Bowen, J. S.: Dehorning the mature goat. JAVMA 171:1249–1250, 1977.

Brown, W. A., P. V. Christofferson, M. Masler, and M. B. Weiss: Postnatal tooth development in cattle. Am. J. Vet. Res. 21:7–34, 1960.

Butler, W. F.: Innervation of the horn region in domestic ruminants. Vet. Rec. 80:490–492, 1967.

Diesem, C.: Gross anatomic structure of the equine and bovine orbit and its contents. Am. J. Vet. Res. 29:1769–1781, 1968.

Dougherty, R. W., R. E. Habel, and H. E. Bond: Esophageal innervation and eructation reflex in sheep. Am. J. Vet. Res. 19:115–128, 1958.

Dougherty, R. W., K. J. Hill, F. L. Campeti, R. C. McClure, and R. E. Habel: Studies of pharyngeal and laryngeal activity during eructation in ruminants. Am. J. Vet. Res. 23:213–219, 1962.

Lambooy, E., and W. Spanjaard: Effect of the shooting position on the stunning of calves by captive bolt. Vet. Rec. 109:359–361, 1981.

Lauwers, H., and N. R. De Vos: Innervatie van de hoorn bij het rund in verband met het verloop van de N. ophthalmicus. Vlaams Diergeneeskd. Tidjschr. 35:451–464, 1966.

Levinger, I. M.: Jewish method of slaughtering animals for food and its influence on blood supply to the brain and on the normal functioning of the nervous system. Anim. Reg. Stud. 2:111–118, 1979.

Lodge, D.: A survey of tracheal dimensions in horses and cattle in relation to endotracheal tube size. Vet. Rec. 85:300–303, 1969.

Mitchell, B.: Local analgesia of the bovine horn and horn base. Vet. Rec. 79:133–136, 1966.

Müller, A.: Das Bild des normalen Augenhintergrundes beim Rind. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 82:181–182, 1969.

Peterson, D. R.: Nerve block of the eye and associated structures. JAVMA 118:145–148, 1951.

26

Cuello, dorso y cola de los rumiantes

CONFORMACIÓN Y RASGOS SUPERFICIALES

La espalda y el lomo están formados sobre el armazón de las vértebras torácicas y lumbares. El lomo se halla nítidamente dividido de los flancos por las puntas prominentes de las apófisis transversas lumbares, pero los límites de la espalda no se pueden definir con tanta exactitud porque la espalda se fusiona con mayor suavidad con la pared lateral del tórax, incorporando las porciones superiores de las escápulas con sus cartílagos y músculos que los cubren. Convendrá incluir en este capítulo las pocas observaciones que se deben hacer sobre la región sacra dorsal que se fusiona con los cuartos y la raíz de la cola.

En el animal que está de pie, en reposo, el contorno dorsal se halla ligeramente elevado en la cruz, pero aparte de esto sigue una línea bastante recta desde inmediatamente detrás del cráneo hasta la raíz de la cola (fig. 26-1).* La línea del cuello, que se basa en la porción funicular del ligamento nucal, varía, por supuesto, de acuerdo con el porte de la cabeza.

El contorno dorsal del tronco está dado por las cúspides de las apófisis espinosas de las vértebras, muchas de las cuales se pueden palpar por separado. La identificación de los huesos individuales es más confiable si se la inicia en el amplio espacio comprendido entre la apófisis erecta de la última vértebra lumbar y el margen craneal inclinado de la cresta sacra mediana. La cresta sacra se puede seguir hacia caudal hasta palpar las salientes individuales de las apófisis espinosas de las vértebras caudales, que la siguen; toda duda acerca de la identidad de estas apófisis se resuelve levantando y bajando la cola para descubrir la articulación muy móvil comprendida entre los huesos primero y segundo de la cola (fig. 26-3[6]). La certeza en la identificación del primer espacio intercaudal reviste especial importancia porque éste es el sitio para inyectar anestésico local con el fin de obtener anestesia epidural "baja" (p. 645). En ocasiones la raíz de la cola está elevada, en particular en las vacas durante el estro.

Avanzando en dirección craneal desde el espacio lumbosacro es fácil distinguir las apófisis espinosas lumbares en los animales flacos. La enumeración se torna más difícil en la parte caudal del tórax, donde varias apófisis convergen, y el recuento se pierde por completo donde las vértebras quedan incluidas entre los cartílagos escapulares. La primera espina torácica está a craneal de las escápulas, donde se puede detectar a la palpación profunda a pesar de que no está cerca de la piel. A las vértebras cervicales no se puede llegar desde arriba, pero su posición general se detecta palpando de costado. Las apófisis transversas están bien desarrolladas y divididas en dos partes, de las cuales la ventral es muy grande, esto es muy obvio en la sexta vértebra cervical. A pesar de esto, la identificación individual de estos huesos es difícil hasta que el ala del atlas provee un jalón inconfundible.

Los rasgos adicionales que pueden detectarse en la región de los cuartos traseros comprenden las tuberosidades sacras, que sobresalen en la pelvis y están a cada lado del espacio lumbosacro, así como las grandes crestas ilíacas que unen estas saliencias con las tuberosidades coxales. Las crestas están elevadas por encima de sus alrededores y las cruzan las prolongaciones craneales de la musculatura glútea.

* Esta descripción es para bovinos de origen europeo. La pronunciada jiba de los bovinos de la línea cebú (*Bos indicus*) y sus cruzas se debe principalmente al agrandamiento de los músculos romboides.

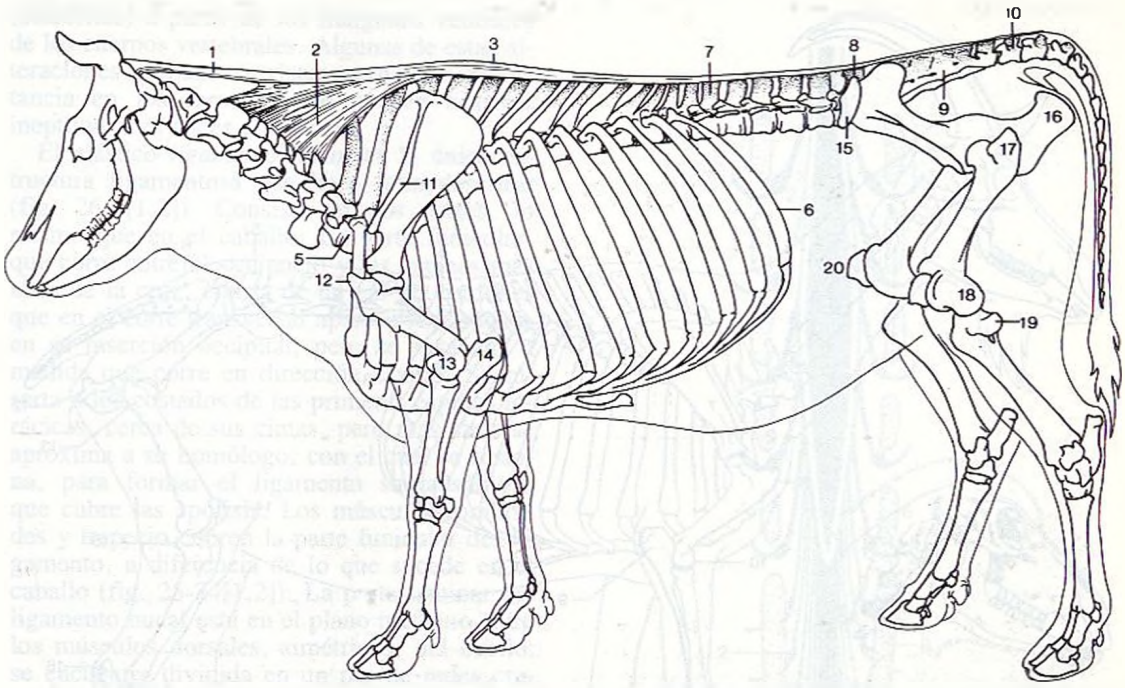


Fig. 26-1. Esqueleto y ligamentos nucal y supraespinoso. La mayoría de las partes marcadas del esqueleto son palpables.

1, 2, ligamento nucal; 1, porción funicular (funiculus nuchae); 2, lámina nucal; 3, ligamento supraespinoso; 4, atlas; 5, última vértebra cervical (C7); 6, decimotercera costilla; 7, primera vértebra lumbar (L1); 8, última vértebra lumbar (L6); 9, sacro; 10, primera vértebra caudal; 11, espina de la escápula; 12, tubérculo mayor; 13, epicóndilo lateral; 14, olécranon; 15, tuberosidad coxal; 16, tuberosidad isquiática; 17, trocánter mayor; 18, cóndilo lateral; 19, cóndilo lateral de la tibia y resto del peroné; 20, rótula.

La cabeza se lleva más alta en los ovinos y las cabras y estas especies también tienen una caída en la grupa.

COLUMNA VERTEBRAL

El eje vertebral corre paralelamente a la línea de la piel en el lomo y la parte caudal de la espalda, pero más hacia craneal se desvía ventralmente hasta llegar a su nivel más bajo en la entrada del tórax; en este sitio existe una flexura abrupta que aproxima gradualmente la columna al borde dorsal a medida que asciende en el cuello (fig. 26-2).

El esqueleto vertebral y sus articulaciones concuerdan con el patrón usual, pero hay que mencionar algunos rasgos distintivos. La fórmula vertebral es C7, T13, L6, S5, Cd18-20 en los bovinos y C7, T13, L6(7), S4 (ovinos) o S5 (caprinos), Cd16-18 en los rumiantes pequeños. La gran movilidad del cuello permite que el animal suba y baje la cabeza y llegue hasta su flanco con la lengua. La mayoría de los movimientos cervicales representan la suma de pequeños cambios en varias articulaciones, pero para adoptar la posición de pastoreo se requiere un enderezamiento más considerable en la articulación cervicotorácica, donde las vértebras del cuello se ponen en línea con las del tórax. Aunque los movimientos de la región torácica son limitados por la presencia de la parrilla costal, la flexibilidad del tronco es máxima a craneal del nivel del diafragma porque detrás de éste el movimiento es muy restringido, en especial en dirección lateral, por el ajuste íntimo de las apófisis articulares y lo ceñido de las cápsulas que las envuelven. También vuelve a haber mayor movilidad en la articulación lumbosacra.

La flexibilidad por lo general bastante limitada de la columna se deduce por la relativa cortedad de los discos intervertebrales, que en los bovinos sólo contribuyen al 10% de la longitud de la columna. Los discos tienen la arquitectura usual y están sujetos a las mismas alteraciones degenerativas que en otras especies, deshidratación progresiva y colagenización de los núcleos, con fragmentación de los haces fibrosos envolventes. Estos fenómenos, que forman parte del proceso de envejecimiento normal, se confunden en grados imperceptibles con las alteraciones más severas y francamente patológicas. Si bien da la impresión de que to-

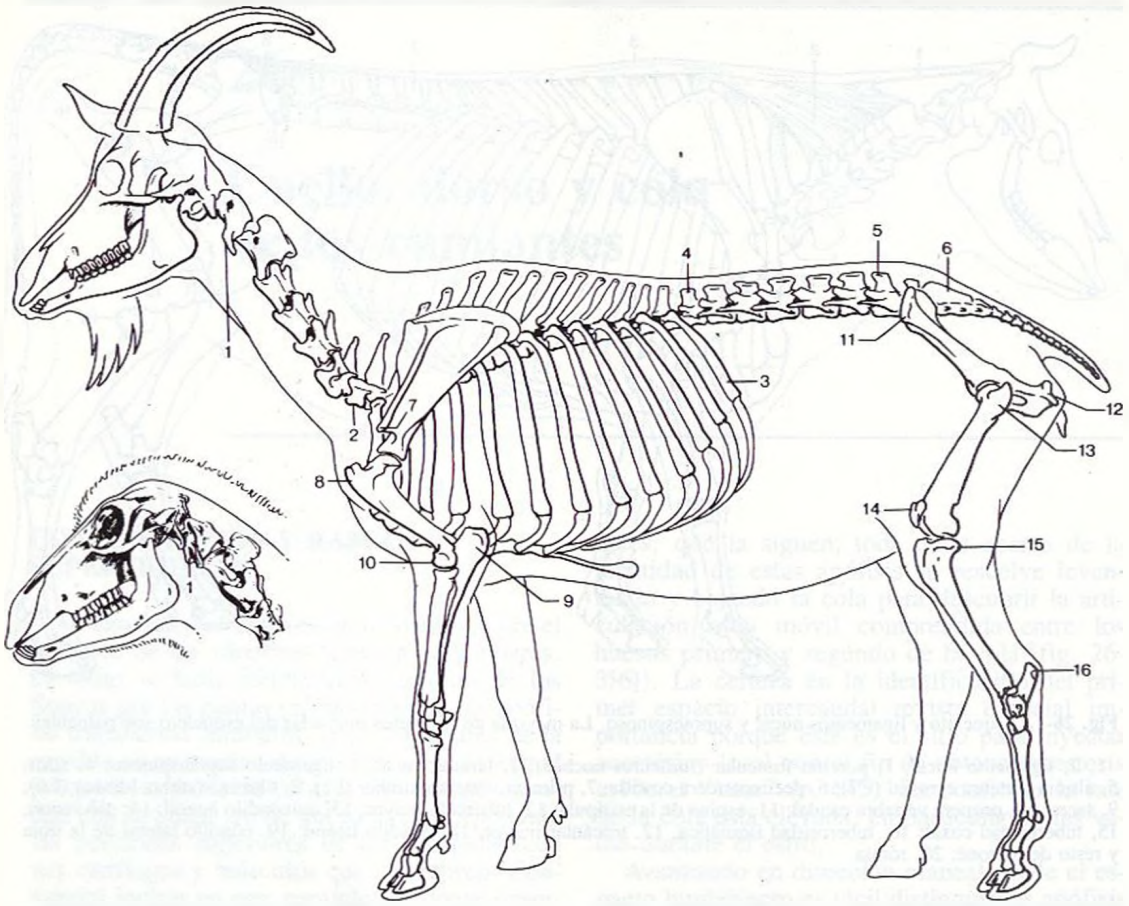


Fig. 26-2. Esqueleto de la cabra y calavera de la oveja. La mayoría de las partes marcadas del esqueleto son palpables.

1, atlas; 2, última vértebra cervical (C7); 3, última costilla; 4, primera vértebra lumbar (L1); 5, última vértebra lumbar (L7); 6, sacro; 7, acromion; 8, tubérculo mayor; 9, olécranon; 10, epicóndilo lateral; 11, tuberosidad coxal; 12, tuberosidad isquiática; 13, trocánter mayor; 14, rótula; 15, cóndilo lateral de la tibia; 16, calcáneo.

dos los discos son susceptibles por igual a la degeneración, el que se daña más a menudo es el disco lumbosacro por el mayor esfuerzo a que lo somete la movilidad especial de la articulación lumbosacra. En ocasiones las lesiones discales se acompañan de alteraciones en las articulaciones sinoviales lumbosacras y de la formación de excrecencias óseas anormales

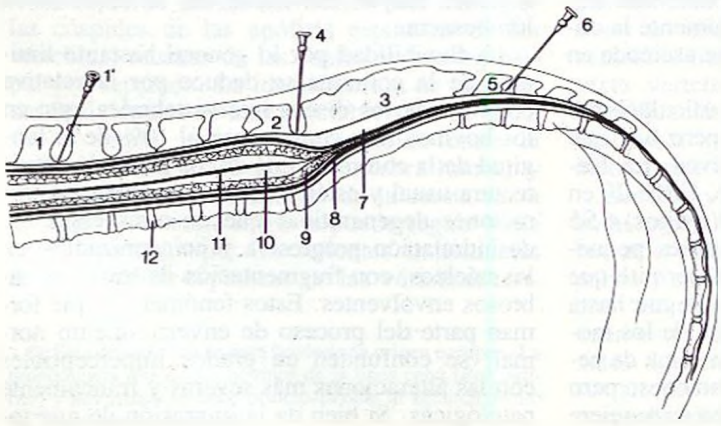


Fig. 26-3. Parte caudal del canal vertebral y su contenido (muy ampliado). Las agujas señalan los sitios para hacer inyecciones epidurales.

1, primera vértebra lumbar; 1', aguja en posición para anestesiar el flanco; 2, última vértebra lumbar (L6); 3, sacro; 4, aguja en el espacio lumbosacro; 5, primera vértebra caudal; 6, aguja entre la primera y la segunda vértebras caudales (bloqueo de la cola); 7, espacio epidural; 8, duramadre; 9, espacio subaracnoideo; 10, médula espinal; 11, conducto central; 12, disco intervertebral.

(osteófitos) a partir de los márgenes ventrales de los cuerpos vertebrales. Algunas de estas alteraciones comunes revisten particular importancia en los toros porque pueden acarrear ineptitud para hacer el servicio.

El elástico *ligamento nucal* es la única estructura ligamentosa que hace falta describir (fig. 26-1[1,2]). Consiste en dos partes, lo mismo que en el caballo. La parte funicular, que corre entre el occipucio y las espinas más altas de la cruz, consta de un par de cordones que en el corte transversal aparece redondeada en su inserción occipital, pero se ensancha a medida que corre en dirección caudal. Se inserta a los costados de las primeras espinas torácicas, cerca de sus cimas, pero más atrás se aproxima a su homólogo, con el cual se fusiona, para formar el ligamento supraespinoso que cubre las apófisis. Los músculos romboides y trapecio cubren la parte funicular del ligamento, a diferencia de lo que sucede en el caballo (fig. 25-24[1,2]). La parte laminar del ligamento nucal está en el plano mediano entre los músculos dorsales, simétricos, del cuello; se encuentra dividida en un par de redes craneales que se extienden entre la parte funicular y los huesos cervicales segundo a cuarto, y en una lámina impar que llena el triángulo entre las apófisis espinosas de la primera vértebra torácica y la última o dos últimas cervicales. Además de aliviar el trabajo de los músculos cervicales, el ligamento nucal tiene importancia ocasional porque determina el recorrido que siguen las infecciones. No existen bolsas entre este ligamento y las vértebras en los bovinos.

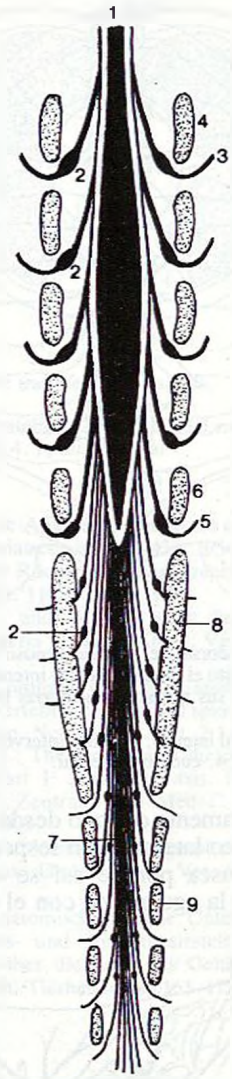


Fig. 26-4. Relación del extremo caudal de la médula espinal y sus ramas con las vértebras, vista dorsal esquemática. Nótese la posición de los ganglios espinales (2).

1, médula espinal; 2, ganglios espinales; 3, segundo nervio espinal lumbar; 4, corte del arco de la segunda vértebra lumbar; 5, sexto nervio lumbar; 6, corte del arco de la sexta vértebra lumbar; 7, cola de caballo; 8, corte del sacro; 9, corte del arco de la segunda vértebra caudal.

TOPOGRAFÍA DEL CANAL VERTEBRAL

El canal vertebral es más ancho dentro del atlas y luego se afina rápidamente dentro del sacro; entre ambos extremos se halla más expandido donde contiene los engrosamientos de la médula espinal que dan origen a los nervios que forman los plexos de los miembros. Muchas veces hay que tener acceso al conducto vertebral para extraer líquido cerebroespinal del espacio subaracnoideo o para introducir un anestésico local en el espacio epidural. En ocasiones también se inyectan agentes terapéuticos en estos espacios. El examen del esqueleto revela que si bien teóricamente se puede entrar a través de cualquiera de los espacios interarcuales, esto es más fácil en las brechas más amplias que están entre el atlas y el cráneo, en la articulación lumbosacra y entre las dos primeras vértebras de la cola (fig. 26-3). El primer espacio intercaudal es convenientemente grande, pues mide unos 2 × 2 cm. La mayoría de los otros espacios interarcuales sólo miden pocos milímetros en cada dirección y, puesto que están a considerable profundidad debajo de la piel, no es fácil localizarlos al sondear con la aguja. A veces se hacen inyecciones epidurales a través de los espacios interarcuales lumbares (en especial el primero) para obtener anestesia local en el flanco. Por lo general se adopta un

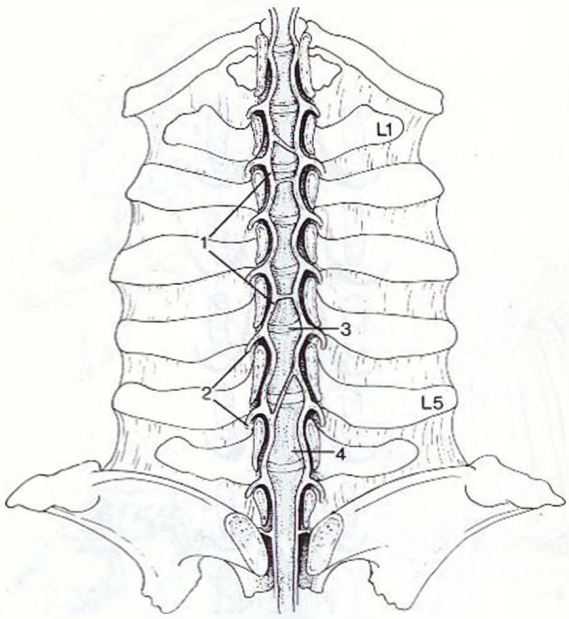


Fig. 26-5. Vista dorsal del drenaje venoso del canal vertebral. Se ha expuesto el plexo vertebral interno con sus conexiones internas y sus ramas segmentarias laterales.

1, plexo vertebral interno; 2, venas intervertebrales; 3, disco intervertebral; 4, cuerpo vertebral.

abordaje ligeramente oblicuo desde un punto de entrada un poco lateral y con respecto del espacio que se busca porque así se corre menos riesgo de que la aguja tope con el hueso.

La médula llega a la unión lumbosacra en los bovinos adultos, pero penetra más allá hasta la segunda mitad del sacro en los terneros jóvenes.

Se halla dividida en 8 segmentos cervicales, 13 torácicos, 6 lumbares, 5 sacros y, por lo general, 5 caudales. Los ocho segmentos cervicales están acomodados dentro de las siete vértebras del cuello, en tanto que cada uno de los segmentos torácicos y lumbares craneales exhibe una correspondencia casi exacta con el hueso de la misma designación. El desplazamiento craneal de la parte más caudal de la médula deja el espacio en el canal correspondiente a la última vértebra lumbar para su ocupación por los cinco segmentos sacros cortos y enchufados (fig. 26-4). Aunque la médula termina encima del disco lumbosacro, el espacio subaracnoideo se prolonga dentro del sacro y, por ende, se lo puede punzar en la unión lumbosacra (fig. 26-3[4]).

El *plexo vertebral interno* (fig. 26-5[1]) tiene la misma organización y funciones generales que en otras especies, pero presenta dos rasgos de particular interés clínico. El primero es la posibilidad de que el plexo transmita sangre desviada de la vena cava caudal cuando ésta se halla estrechada u obstruida por meteorismo ruminal; la compresión de la vena cava puede ser directa o deberse indirectamente a un desplazamiento del hígado contra el diafragma (fig. 26-6). El segundo rasgo importante es el riesgo de hemorragia al hacer la punción subaracnoidea o epidural.

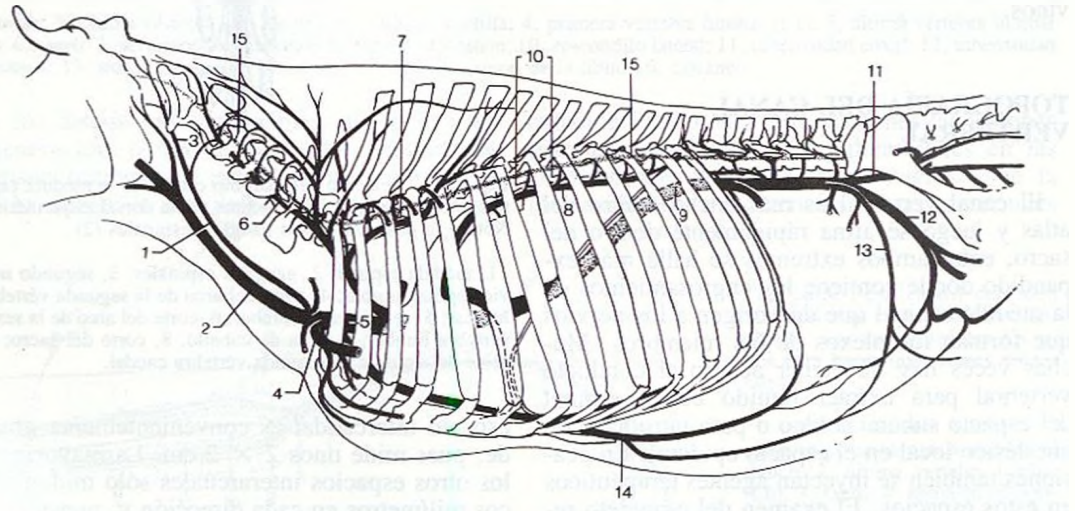


Fig. 26-6. Comunicaciones de las grandes venas con el sistema plexo vertebral-ácigos. Nótense específicamente las conexiones entre el plexo vertebral interno (15) y las venas intercostales (10) y entre el plexo y las ramas de la vena vertebral (6).

1, vena yugular interna; 2, v. yugular externa; 3, v. occipital; 4, v. axilar; 5, vena cava craneal; 6, v. vertebral, 7, v. intercostal suprema; 8, v. ácidos izquierda; 9, v. cava caudal; 10, venas intercostales; 11, v. ilíaca interna; 12, v. ilíaca externa; 13, v. ilíaca circunfleja profunda; 14, v. epigástrica craneal; 15, plexo vertebral interno punteado en el canal vertebral.

VASOS DE LA COLA

La arteria y vena medianas de la cola requieren una breve mención. La arteria, que es la continuación de la sacra mediana, es más ventral que la vena en casi toda la longitud de la cola y es un sitio común para tomar el pulso. Los vasos están aplicados lado a lado en la parte más proximal (Cd2 o 3), donde la arteria y la vena están disponibles para extraer sangre. En este nivel ambas están aplicadas contra la cara ventral de las vértebras caudales, donde se hallan protegidas por las apófisis hemales (fig. 26-7). Como estas apófisis se unen para formar arcos hemales en las primeras vértebras de la cola (fig. 2-10*E*,[9]) los vasos sólo son accesibles en las uniones intervertebrales de la parte proximal.

Se acostumbra amputar la cola a los corderos.

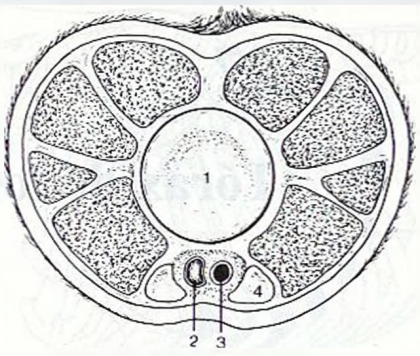


Fig. 26-7. Corte transversal de la cola.

1, disco intervertebral; 2, vena caudal mediana. 3, arteria caudal mediana; 4. apófisis hemal

BIBLIOGRAFÍA

Almquist, J. O., and R. G. Thomson: Relation of sexual behavior and ejaculation frequency to severity of vertebral body osteophytes in dairy and beef bulls. JAVMA 163:163–168, 1973.

Arnold, J. P., and R. L. Kitchell: Experimental studies of the innervation of the abdominal wall of cattle. Am J. Vet. Res. 18:229–240, 1957.

Bane, A., and H. J. Hansen: Spinal changes in the bull and their significance in serving inability. Cornell Vet. 52:362–384, 1962.

Davis, L. E., H. E. Dale, and B. A. Westfall: Effects of ruminal insufflation on the venous return in the goat. Am. J. Vet. Res. 25:1166–1174, 1964.

Farquharson, J.: Paravertebral lumbar anesthesia in bovine species. JAVMA 97:54–57, 1940.

Hansen, H. J.: Studies on the pathology of the lumbosacral disc in female cattle. Acta Orthop. Scand. 25:161–165. 1956.

Scheiber, J., and O. Schaller: Anatomische Studien über die extradurale Anaesthesie bei Rind und Hund. Wien Tierärztl. Monatschr. 41:385–436, 1954.

Seiferle, E.: Zur Rückenmarkstopographie von Pferd und Rind. Z. Anat. 110:371–384, 1940.

Skarda, R. T., and W. W. Muir: Segmental lumbar epidural analgesia in cattle. Am. J. Vet. Res. 40:52–57 1979.

Slijper, E. J.: Comparative biologic-anatomical investigations on the vertebral column and spinal musculature of mammals. Kon. Ned. Akad. Wet. 2:1–128, 1946.

Smuts, M. M. S.: The foramina of the cervical vertebrae of the ox. Part I: Atlas and axis; Part II: Cervical vertebrae 3–7. Zentralbl. Vet. Med. C, 3:289–295, 1974; C, 4:24–37, 1975.

Smuts, M. M. S.: Venous drainage of the cervical vertebrae of the ox. Onderstep. J. Vet. Res. 44:233–248. 1977.

Weber, W.: Anatomisch-klinische Untersuchungen über die Punktions- und Anaesthesiestellen des Rückenmarkes und über die Lage des Gehirnes beim Rind Schweiz. Arch. Tierheilkd. 84:161–173. 1942

27

Tórax de los rumiantes

CONFORMACIÓN Y ANATOMÍA SUPERFICIAL

La forma y extensión de la cavidad torácica no concuerdan con las expectativas basadas en la conformación del animal vivo. Esto sucede por las razones usuales: la inclusión de las partes superiores de los miembros torácicos en la piel del tronco, la divergencia de las líneas de la espalda y pecho (parte inferior del tórax craneal a los miembros torácicos) respecto de los límites internos del tórax y la prolongación del diafragma hacia adelante (fig. 27-1).

El hombro y el brazo se hallan íntimamente aplicados contra la pared torácica y sólo se palpan directamente unos pocos rasgos del esqueleto del miembro. La orientación de la escápula se reconoce por la localización de su espina –caracterizada por una cresta–, en tanto que el ángulo caudal, que está sobre las vértebras en situación dorsal respecto de la sexta costilla, también es identificable hasta en los animales más gordos. El borde dorsal del cartílago escapular es palpable y se halla casi en el mismo nivel que la cresta de la cruz. La punta del hombro está encima y delante de la primera articulación esternocondral (fig. 27-2*A*). El húmero desciende en dirección caudoventral entre el hombro y el codo. La posición de la articulación del codo se deduce por su relación con la apófisis olecraneana, cuya cúspide está sobre el quinto espacio intercostal, inmediatamente a dorsal de las articulaciones costocondrales (fig. 27-1). El miembro torácico se puede rotar contra la pared torácica y también se lo puede desplazar en su totalidad hasta cierta distancia, pero la excursión de sus movimientos no alcanza para descubrir todo el tórax, de modo que hay partes del corazón y los pulmones que no son accesibles para auscultar y percutir.

Craneal y caudal al miembro, gran parte del tórax está cubierta por los músculos de la cintura escapular que convergen sobre sus inserciones en la escápula y el húmero y por los músculos oblicuo externo y recto del abdomen. No se pueden palpar todas las costillas y tampoco toda la longitud de las que son accesibles, pero normalmente no es difícil identificarlas desde la decimotercera hasta la sexta. Esta enumeración revela la creciente oblicuidad de las costillas caudales y su gran ancho, en especial hacia sus extremos inferiores. Los cartílagos costales se inclinan cada vez más hacia adelante desde sus uniones con las costillas a medida que se sigue la serie en dirección caudal. Las primeras ocho se articulan con el esternón directamente y las cinco siguientes se unen para completar el arco costal, que establece el límite del flanco (fig. 27-1).

Las costillas esternales tienen una conexión firme con el esternón y forman una parte del tórax estrecha y bastante rígida (fig. 27-2*B*). Las costillas esternales están más arqueadas y rodean un espacio mucho más amplio; sus movimientos producen casi toda la ventilación pulmonar no atribuible al diafragma.

PARED TORÁCICA

La estructura de las paredes laterales del tórax del bovino es muy notable, en particular por el gran ancho de las costillas y la reducción de los espacios entre ellas, lo cual dificulta la cirugía, de modo que el acceso al tórax, aunque sólo está indicado en forma ocasional, suele requerir la resección de una o más costillas. Las costillas de los rumiantes pequeños, en cambio, son relativamente más estrechas. Aunque no hace falta enumerar los diversos músculos respiratorios, hay que señalar la manera en que el

grueso longissimus thoracis y el iliocostal cubren los extremos vertebrales de las costillas, limitando así el área de pulmón disponible para percutir y auscultar.

Al igual que en otras especies, el diafragma se inserta en las vértebras lumbares mediante los tendones de las gruesas porciones de los pilares dorsales y lateral y ventralmente en las costillas y el esternón a través de la parte esternocostal carnosa. El centro tendinoso del diafragma llega hacia adelante hasta la sexta costilla, sólo un poco a caudal de la punta del codo en el animal de pie en reposo. Como el tórax es más corto, la inclinación del diafragma es más pronunciada en los rumiantes que en el caballo (fig. 27-3[22]).

Aunque la actividad del diafragma predomina durante la respiración normal, los bovinos pueden sobrevivir a la parálisis diafragmática pero con una perturbación mayor de la usual que en los animales más pequeños.

CAVIDADES PLEURALES

Aunque cada *saco pleural* semeja un hemicono truncado, la asimetría es más pronunciada que en la mayoría de las especies.

Las relaciones externas de los sacos pleurales son muy importantes porque influyen sobre el abordaje de los distintos órganos torácicos y abdominales. Tres rasgos de la topografía pleural revisten particular interés clínico. El primero está en un sitio craneal, donde la pleura costal derecha penetra en el cuello por un espacio de 4 a 5 cm delante de la parte media de la primera costilla, antes de virar hacia medial para unirse al mediastino. La *cúpula pleural* formada de esta manera contiene la punta del lóbulo craneal del pulmón derecho. La cúpula siempre se extiende a través de la línea media de conformidad con el mayor desarrollo del pulmón derecho (fig. 27-1*B*). La importancia principal de esto radica en la posibilidad de que se interese el saco pleural derecho en las heridas penetrantes de la base del cuello.

La *reflexión caudal de la pleura* de la pared torácica al diafragma es más importante. Esta reflexión sigue una línea de concavidad craneal que asciende pronunciadamente en su parte caudal; su recorrido la lleva a través de la octava unión costocondral, la mitad de la undécima costilla y, por último, la duodécima costilla un poco debajo del borde lateral del iliocostal (fig. 27-1[4]). Detrás de esta línea el diafragma se inserta en los tejidos intercostales y las costillas y se puede abordar el abdomen sin peligro de lesionar la pleura. En el cadáver se puede obtener una idea bastante exagerada de la extensión del receso costodiafragmático por-

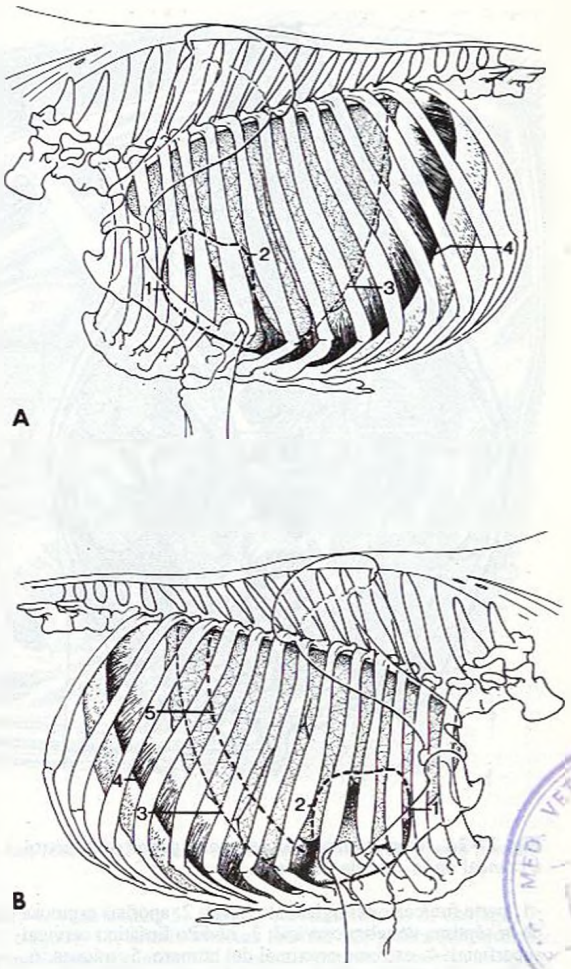


Fig. 27-1. Proyecciones izquierda (*A*) y derecha (*B*) del corazón y los pulmones sobre la pared torácica. También se ilustran el borde basal del pulmón y la línea de reflexión pleural.

1, extensión craneal del corazón; 2, extensión caudal del corazón; 3, borde basal del pulmón; 4, línea de la reflexión pleural; 5, borde caudal del área para percutir el pulmón. vista desde el lado derecho.

que el colapso de los pulmones y la acumulación de gas ruminal pueden empujar anormalmente el diafragma muy dentro del tórax.

El tercer detalle importante concierne a la inserción del *mediastino* en el diafragma. Aunque el mediastino está más o menos en el plano mediano en gran parte de su extensión, la mitad ventral de la parte caudal es desviada por el mayor tamaño de la base del pulmón derecho y se sitúa muy a la izquierda. Aunque es asimétrico en relación con el tórax, su proyección divide más o menos en dos partes iguales el retículo dentro del abdomen, lo cual es muy importante al considerar el probable curso que sigue un cuerpo extraño que penetra en el dia-

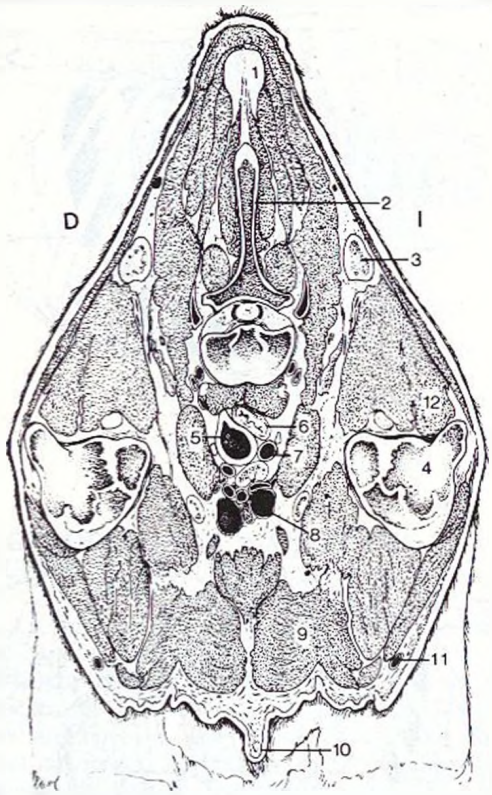


Fig. 27-2A. Corte transversal del cuello pocos centímetros a craneal de la entrada del tórax.

1, parte funicular del ligamento nucal; 2, apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical; 3, nódulo linfático cervical superficial; 4, extremo proximal del húmero; 5, tráquea; 6, esófago, 7, arteria carótida común; 8, vena yugular externa; 9, pectoral descendente; 10, papada; 11, vena cefálica; 12, supraespinoso.

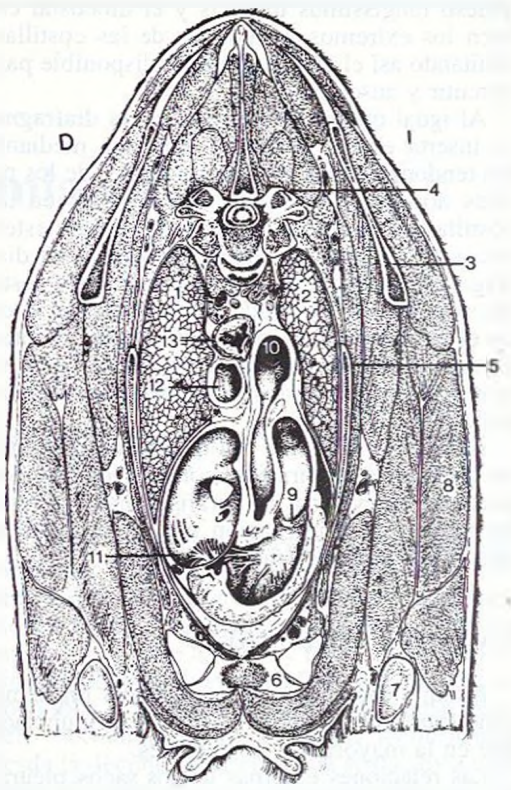


Fig. 27-2B. Corte transversal del tórax a nivel de la cuarta vértebra torácica. Nótese la asimetría de los pulmones.

1, 2, lóbulos craneales de los pulmones derecho e izquierdo; 3, escápula; 4, cuarta vértebra torácica; 5, tercera costilla; 6, esternón, 7, olécranon; 8, cabeza larga del tríceps; 9, válvula pulmonar; 10, cayado aórtico; 11, válvula atrioventricular derecha; 12, tráquea; 13, esófago.

fragma desde el retículo (figs. 27-4, 27-5, 26-7 y 28-12).

La toracocentesis y la pericardiocentesis se hacen mejor en el animal de pie punzando el sexto o séptimo espacio intercostal y el quinto espacio izquierdo respectivamente, directamente a dorsal de las uniones costocondrales.

La pleura de los bovinos es más gruesa y más fuerte que la de la mayoría de las otras especies y el mediastino soporta considerable presión lateral, incluso en el sitio donde ha quedado reducido a poco más de dos membranas pleurales adosadas. En consecuencia, el colapso de un pulmón no acarrea inevitablemente el colapso del otro.

PULMONES

Los pulmones de los bovinos poseen la forma más o menos piramidal usual pero se distinguen por sus pronunciadas lobulaciones, lobulillos muy evidentes y considerable asimetría. El *pulmón izquierdo* está dividido en los lóbulos craneal y caudal, pero el primero es divisible en dos partes, una que corre hacia adelante en dirección de la punta del saco pleural y la otra en dirección ventral sobre el pericardio (fig. 27-7[7]).

No hace falta describir cada superficie y margen del pulmón. Más interesante, en cambio, es la forma de los bordes ventral y basal porque el primero determina la accesibilidad del corazón y el segundo el límite caudal para realizar el examen. El borde ventral es sinuoso, pero su rasgo principal es la escotadura (entre las dos partes del lóbulo craneal) que va desde el tercer espacio intercostal hasta la séptima costilla y permite que el corazón esté en contacto con la pared torácica (fig. 27-1*A*). El borde basal modifica su posición de acuerdo con la fase de la respiración; como término medio entre las posiciones inspiratoria y espiratoria, puede considerarse que si-

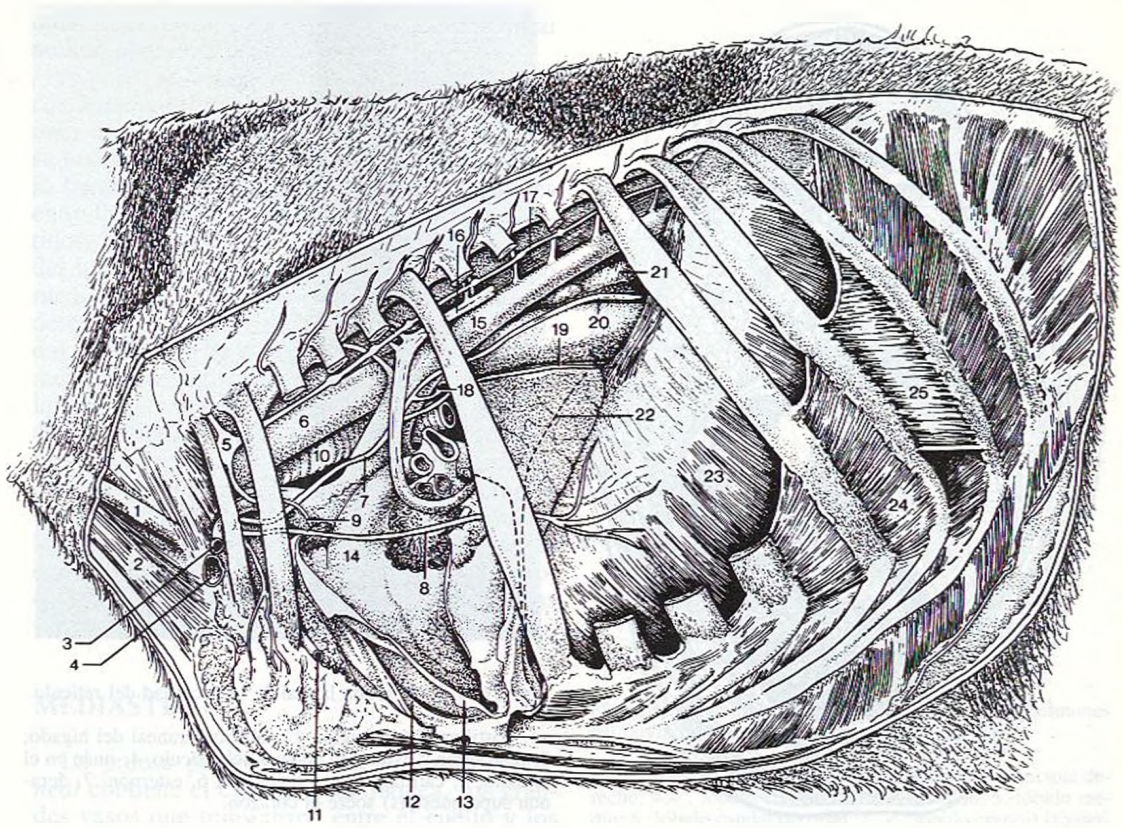


Fig. 27-3. Vista lateral izquierda de la cavidad torácica. Se han retirado el pulmón izquierdo y parte de la pleura mediastinal.

1, vena yugular externa; 2, esternocefálico; 3, arteria axilar; 4, vena axilar; 5, ganglio cervicotorácico; 6, esófago; 7, vago, 8, nervio frénico; 9, uno de los nervios cardíacos; 10, tráquea; 11, arteria torácica interna; 12, pleura mediastinal; 13, pericardio reflejado; 14, tronco pulmonar; 15, aorta; 16, vena ácigos izquierda; 17, tronco simpático; 18, nervio laríngeo recurrente; 19, tronco ventral del vago; 20, tronco dorsal del vago; 21, nódulos linfáticos mediastinales caudales; 22, extensión craneal del diafragma; 23, diafragma; 24, músculo intercostal interno; 25, músculo intercostal externo.

gue una línea casi recta desde la unión de la sexta costilla con su cartílago hasta la parte superior de la undécima costilla (fig. 27-1[3]). Debe observarse que la parte marginal del pulmón es muy fina y que normalmente se obtienen pocos datos auscultando esta franja. El corazón también se interpone en el campo pulmonar. En la práctica, por lo tanto, el área caudal útil para auscultar el pulmón se reduce a un triángulo asombrosamente pequeño limitado por el tríceps, el borde de los músculos de la espalda y, como hipotenusa, la línea que une la punta del olécranon con la parte superior de la undécima costilla. Este triángulo llega un poco más hacia caudal en el lado derecho por la presión que el estómago ejerce sobre el diafragma en el lado izquierdo. Existe una pequeña área preescapular (donde el pulmón derecho está en relación a través del mediastino, con la pared torácica izquierda) que reviste una importancia clínica muy escasa.

El *pulmón derecho* es más grande que el izquierdo en una proporción de 3 a 2. Además de los lóbulos craneal y caudal, posee un lóbulo medio y un pequeño lóbulo accesorio que se origina en la cara medial de la base (fig. 27-6). Las consecuencias topográficas del tamaño más grande del pulmón derecho se consideraron al comentar el mediastino. También se debe observar que la escotadura cardíaca, más pequeña que la del lado izquierdo, se restringe a las partes inferiores de los espacios tercero y cuarto y, por ende, se halla cubierta por completo por el brazo (fig. 27-1*B*). El lóbulo craneal derecho es ventilado por un bronquio traqueal que nace independientemente de la tráquea pocos centímetros hacia craneal de la bifurcación de ésta. La percusión del borde basal del pulmón se hace con mayor exactitud en el lado derecho, donde se detecta una transición abrupta desde la resonancia pulmonar hacia la matidez hepática; en el lado izquierdo la parte superior del

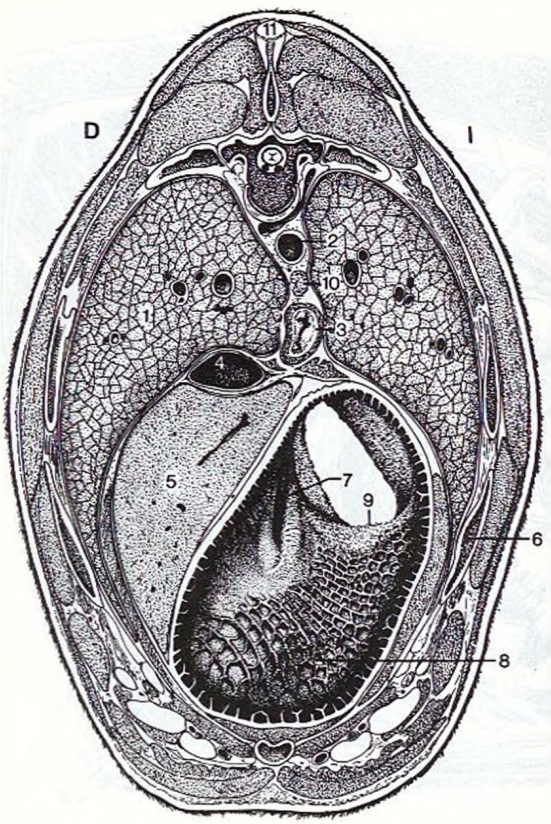


Fig. 27-4. Corte transversal del tronco a nivel de la octava vértebra torácica. Nótese que las costillas cubren las vísceras abdominales.

1, lóbulo caudal del pulmón derecho; 2, aorta; 3, esófago; 4, vena cava caudal; 5, hígado; 6, séptima costilla; 7, surco reticular; 8, retículo; 9, pliegue rumiorreticular; 10, nódulo linfático mediastinal caudal; 11, ligamento supraespinoso.

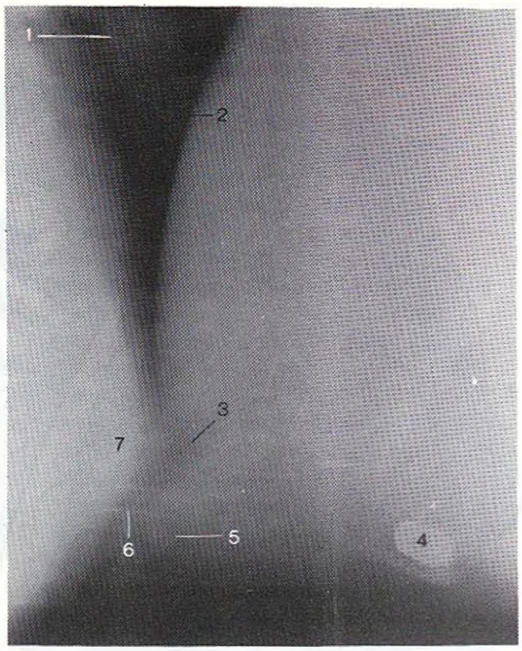


Fig. 27-5. Radiografía lateral de la vecindad del retículo.

1, costillas; 2, diafragma y extensión craneal del hígado; 3, diafragma y extensión craneal del retículo; 4, imán en el retículo; 5, cartílago costal osificado; 6, esternón; 7, derannon superpuesto(s) sobre el corazón.

rumen ocupada con gas hace que la percusión sea inoperante.

Los pulmones del bovino se distinguen por los gruesos tabiques de tejido conectivo que delimitan áreas en la superficie y penetran en la profundidad para dividir la sustancia pulmonar en segmentos. Los tabiques, que pueden contribuir a localizar las infecciones, se tornan más obvios todavía en ciertas enfermedades en las cuales están engrosados y edematosos (fig. 4-22).

La capacidad para realizar intercambio respiratorio es limitada, en comparación con la de otras especies, por la superficie alveolar total relativamente pequeña y por la menor densidad dc los capilares. Gran parte de esta capacidad se requiere para las necesidades basales y existe una reserva escasa disponible para las circunstancias de mayor estrés.

Los pulmones de los ovinos y cabras son similares macroscópicamente pero presentan lobulillos menos evidentes. En los ovinos muchas veces el aspecto varía según las partes del pulmón, en algunas de las cuales se observan nítidamente los tabiques de tejido conectivo a través de pleura, mientras que en otras son casi imperceptibles.

La circulación en los pulmones es mantenida por las arterias pulmonares y bronquiales y por las venas pulmonares. Existen numerosas anastomosis periféricas entre los sistemas bronquial y pulmonar y toda la sangre que retorna al corazón lo hace mediante un solo juego de venas. Las venas pulmonares, aunque variables, suelen agruparse en tres conjuntos cuando desembocan en el atrio izquierdo.

Dos plexos linfáticos drenan los pulmones y convergen en los nódulos dispuestos en torno de la bifurcación traqueal. Un plexo se halla directamente debajo de la pleura y drena ésta y el tejido conectivo adyacente; el segundo corre a mayor profundidad en los tractos peribronquiales. Los cursos de los vasos más profundos son interrumpidos por pequeños nódulos linfáticos pulmonares situados sobre el árbol bronquial dentro de la sustancia de los pulmones (fig. 27-6[11]); estos nódulos nunca son conspicuos y no siempre se los puede encontrar. Normalmente los vasos linfáticos profundos y superficiales van a los nódulos traqueobron-

quiales, pero unos pocos los eluden y pasan al nódulo siguiente de la cadena.

A veces se considera que los *nódulos linfáticos traqueobronquiales* (fig. 27-6[9, 10]) forman un centro linfático aparte y en ocasiones se los asigna al centro mediastinal. Cada nódulo tiene un territorio limitado, pero los límites entre las áreas de drenaje adyacentes no son nítidos. En general, el nódulo craneal recibe linfa del lóbulo craneal derecho y la envía al grupo mediastinal craneal; el nódulo traqueobronquial derecho recibe linfa de las partes media y caudal del pulmón derecho y la envía a los nódulos mediastinales medios; el nódulo medio drena los lóbulos accesorio y ambos caudales y el nódulo izquierdo recibe linfa de todos los lóbulos del pulmón izquierdo y de las partes mediales del pulmón derecho y envía sus vasos eferentes directamente al conducto torácico o a los nódulos mediastinales caudales. Es probable que las conexiones entre los diversos nódulos que rodean la bifurcación traqueal establezcan vías alternativas.

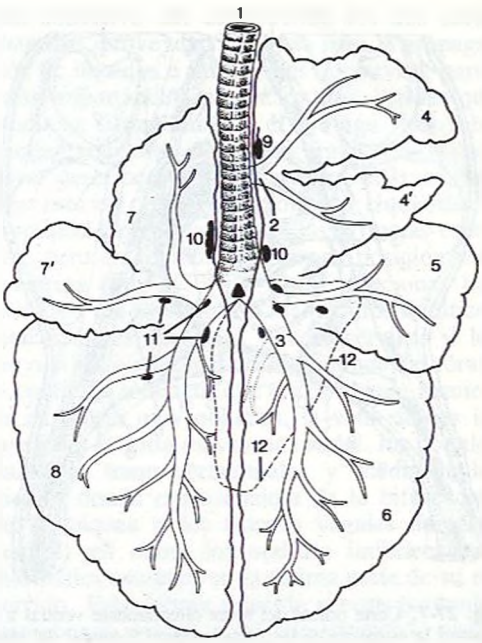


Fig. 27-6. Lobulaciones y árbol bronquial de los pulmones del bovino (vista dorsal esquemática).

1, tráquea; 2, bronquio traqueal; 3, bronquio principal derecho; 4,4', lóbulo craneal derecho dividido; 5, lóbulo medio; 6, lóbulo caudal derecho; 7, 7', lóbulo craneal izquierdo dividido; 8, lóbulo caudal izquierdo; 9, nódulo linfático traqueobronquial craneal; 10, nódulos linfáticos traqueobronquiales; 11, nódulo linfático pulmonar; 12, contorno del lóbulo accesorio del pulmón derecho.

MEDIASTINO

La gruesa parte dorsal del *mediastino craneal* contiene el esófago y la tráquea, los grandes vasos que transcurren entre el cuello y los miembros torácicos, una considerable cantidad de nódulos linfáticos, el conducto torácico y diversos nervios (fig. 27-3). En los animales más viejos la parte ventral es fina y sólo contiene el vestigio del timo y los vasos torácicos internos, pero la diferencia en el espesor es menos llamativa en el animal joven, en el cual el timo no ha involucionado del todo (figs. 27-7*A*,[10'']) y 25-25[2]). El mediastino craneal está desplazado a un costado, de modo que se halla aplicado contra las costillas izquierdas, por el gran tamaño del lóbulo craneal del pulmón derecho, cuyo borde craneal está unido a la pared torácica izquierda.

El *mediastino medio* se halla ocupado por el corazón y el pericardio en su parte ventral; en su parte dorsal contiene la terminación de la tráquea, el esófago, los vasos pulmonares, el cayado aórtico, el conducto torácico, la vena ácigos izquierda, los nódulos linfáticos mediastinales medios y traqueobronquiales y los nervios vagos (figs. 27-3 y 27-2*B*). En consecuencia, forma un tabique de espesor muy irregular que en algunos sitios ha quedado reducido a una doble lámina pleural. Es muy ancho a ventral del corazón, donde contiene el ligamento esternopericárdico. Este ancho permite hacer un abordaje transesternal del pericardio que evita tener que abrir los sacos pleurales.

El *mediastino caudal* suele ser fino. La parte dorsal se extiende muy hacia caudal debajo de las vértebras y contiene tramos adicionales de esófago, aorta, nervios vagos y nódulos linfáticos mediastinales caudales (fig. 27-3). El tabique es muy corto en el sitio donde está a nivel de la base del corazón, pero se vuelve a alargar ventralmente donde es desviado hacia la izquierda por el mayor tamaño de la boca del pulmón derecho (fig. 27-7[10]).

CORAZÓN

No se han hecho estudios detallados sobre la posición del corazón en bovinos vivos, pero es probable que existan diferencias individuales, así como alteraciones por actividades respiratorias y de otra índole. Por lo tanto las proyecciones convencionales del contorno y los orificios del corazón sobre el esqueleto deben aplicarse con cautela en clínica. El corazón, dentro del pericardio, adopta una posición asimétrica dentro del tórax porque por lo menos el 60% está a la izquierda de la línea media y se extiende

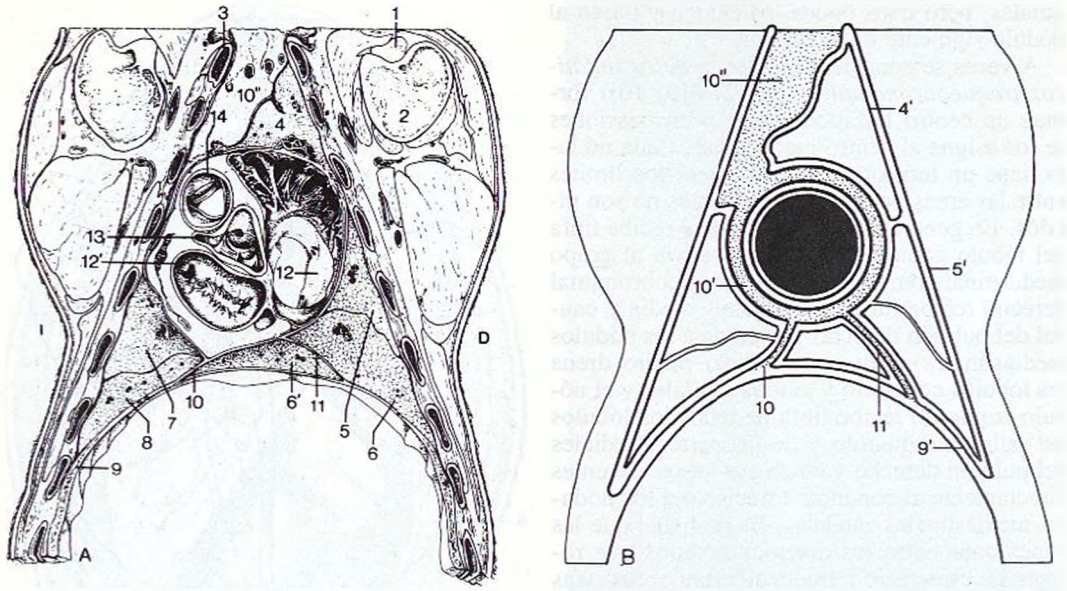


Fig. 27-7. Corte dorsal del tórax directamente ventral a la articulación del hombro. *A*, realista. *B*, esquematizado para mostrar la asimetría de las partes craneal y caudal del mediastino (punteado).

1, tendón del bíceps; 2, húmero; 3, primera costilla; 4, lóbulo craneal del pulmón derecho; 4', pleura pulmonar; 5, lóbulo medio del pulmón derecho; 5', pleura costal; 6, 6', lóbulos caudal y accesorio del pulmón derecho; 7, parte caudal del lóbulo craneal del pulmón izquierdo; 8, lóbulo caudal del pulmón izquierdo; 9, diafragma; 9', pleura diafragmática; 10, 10', 10'', mediastino caudal, medio y craneal, este último ocupado por el timo; 11, pliegue de la vena cava; 12, 12', válvulas atrioventriculares derecha e izquierda; 13, a. coronaria izquierda originada en la válvula aórtica; 14, válvula pulmonar.

desde el segundo espacio intercostal o la costilla siguiente hasta el quinto espacio. Por lo tanto, su mayor parte está cubierta por los miembros en el animal de pie (fig. 27-1). La base está más o menos en el plano horizontal de la última articulación costocondral, en tanto que la punta se halla frente al sexto cartílago costal, un par de centímetros dorsal al esternón. El eje que une al centro de la base con la punta, por lo tanto, se inclina un poco en dirección caudal y hacia la izquierda. El borde caudal es más o menos vertical.

Aunque la *forma general* es cónica, cierto grado de compresión lateral define las superficies derecha e izquierda que están en relación con las caras mediales de los pulmones y con la pared torácica. El corazón es relativamente más profundo que en el caballo. Si bien el contacto directo con la pared torácica es restringido (fig. 27-1), los pulmones se hallan excavados con tanta profundidad en torno de las escotaduras cardíacas que se los puede auscultar en una amplia área

En el animal joven el borde craneal del pericardio está en contacto con el timo (fig. 27-7*A*, [10'']) y el borde caudal se halla en relación con el diafragma y a través de éste con el hígado y el retículo, lo cual es importante cuando ocurre penetración de cuerpos extraños desde el retículo (fig. 27-5). La base es cruzada por la tráquea, los bronquios principales y los vasos pulmonares y está en relación con los nódulos traqueobronquiales (fig. 27-3).

El corazón de los ovinos y caprinos tiene un tamaño y una forma muy variables según la raza. En algunas razas el corazón es relativamente largo y estrecho, pero en otras mucho más ancho y más corto. A falta de criterios más absolutos, el corazón aislado del ovino se identifica con mayor facilidad por la calidad de la grasa.

El corazón del bovino está construido de acuerdo con el plan general de los mamíferos y exhibe pocos caracteres específicos de importancia.

En el *atrio derecho* desembocan las venas cavas craneal y caudal y el seno coronario, que también recibe la ácigos izquierda en esta especie. Entre la cresta intervenosa y el orificio de la vena cava caudal existe una fosa que corresponde al agujero oval de la vida fetal; en muchos animales muy jóvenes puede haber una abertura hacia el atrio izquierdo que es permeable a una sonda, pero es raro que tenga importancia.

El *ventrículo derecho*, semilunar al corte, está envuelto por las caras derecha y craneal de la cámara izquierda (figs. 27-2*B* y 27-7*A*). La

válvula atrio ventricular derecha consiste en tres cúspides cuyos bordes libres son gruesos e irregulares, en particular a edad avanzada. Las cúspides de la válvula pulmonar también están engrosadas hacia sus márgenes y a veces forman unos nódulos pronunciados en los animales más viejos.

El único rasgo digno de mención del *atrio izquierdo* es la cicatriz fibrosa que suele estar en el sitio donde estaba la válvula del agujero oval.

Los surcos interventriculares indican la extensión del *ventrículo izquierdo*. La cara caudal presenta un surco intermedio casi tan prominente como ellos, ocupado por una rama de la arteria coronaria izquierda. La válvula atrioventricular izquierda es comparable a la del lado derecho pero sólo posee dos cúspides grandes (fig. 27-7*A*, [12']). Los engrosamientos nodulares son más comunes en la válvula aórtica que en la pulmonar.

Como guía aproximada para sus posiciones, se puede considerar que las válvulas pulmonar y aórtica están debajo de la tercera costilla (y espacio siguiente) y cuarta costilla, respectivamente, cada una a cerca de 10 cm encima de las uniones costocondrales; la válvula atrioventricular izquierda está debajo del cuarto espacio y quinta costilla (fig. 28-3[3]) y la derecha debajo de la cuarta costilla y su espacio, cada una en un nivel apenas más ventral que la correspondiente válvula arterial (fig. 28-23[1]).

El *esqueleto* de tejido conectivo que rodea las aberturas atrioventriculares y arteriales contiene un par de huesillos (ossa cordis) (fig. 7-13[5]), el más grande de los cuales, que normalmente es el primero que aparece, está en relación con el origen de la cúspide aórtica septal, mientras que el segundo se forma en relación con la inserción de la cúspide izquierda de esta válvula.

La arteria coronaria izquierda es considerablemente más grande que la derecha, que sólo tiene un recorrido circunflejo.

Vale la pena mencionar que los patólogos hallan que el istmo de la aorta (tramo comprendido entre el origen del tronco braquiocefálico y la unión con el conducto arterioso) está muy estrechado en el ternero recién nacido y esto podría sugerir erróneamente al observador desprevenido que la aorta se origina en el ventrículo derecho. Las proporciones usuales aparecen en terneros que llegan a tener unos pocos días de edad.

ESÓFAGO, TRÁQUEA Y TIMO

El esófago y la tráquea entran en el tórax rodeados por una fascia laxa que continúa el tejido conectivo del cuello entre los dos sacos pleurales, proveyendo una vía para la propagación de líquidos e infecciones que reviste particular importancia en relación con heridas que producen filtraciones en el esófago. Las relaciones cambiantes de los dos órganos en el cuello se describen en otra parte (p. 637); el esófago está en posición dorsolateral izquierda de la tráquea donde pasa entre las primeras costillas, pero en seguida adopta una posición más simétrica (fig. 27-3[6]). Otras relaciones importantes del esófago son los nódulos linfáticos mediastinales craneales y costocervical y los nervios vago y simpático a la entrada del tórax, el conducto torácico (que cruza su cara izquierda en forma muy oblicua), la vena ácidos izquierda y la aorta más hacia caudal, los nódulos linfáticos traqueobronquiales y mediastinales medios donde cruza encima de la bifurcación de la tráquea y los troncos vagales dorsal y ventral, así como los nódulos linfáticos mediastinales caudales en la última parte de su recorrido. Esta última relación reviste particular importancia porque un nódulo agrandado puede presionar sobre el esófago e impedir la eructación de gas desde el rumen (fig. 27-4 [3, 10])

Normalmente el esófago se ve relajado y su diámetro puede llegar a medir 6 cm. El músculo es estriado en toda su extensión. No existen evidencias anatómicas del esfínter funcional que se describe directamente antes del diafragma. La parte rodeada por el diafragma se halla estrechada en los especímenes fijados in situ pero el examen del hiato en el animal vivo no sugiere que el diafragma lo ciña con firmeza y siempre hay considerable cantidad de tejido adventicial en esta región.

La *tráquea* es profunda y está comprimida en ambos lados; en el vivo no presenta la prominente cresta dorsal característica del espécimen fresco. Está encima de las tributarias de la vena cava craneal donde entra en el tórax y continúa en esta posición relativa hasta su terminación, pasando sobre la vena cava craneal y el atrio derecho. Un bronquio aparte para el lóbulo craneal derecho se desprende pocos centímetros antes de la bifurcación a nivel de la cuarta costilla o del espacio siguiente (fig. 27-6[2]). Otras relaciones importantes se establecen con los nervios simpático, vago, laríngeo recurrentes y frénico, con diversos nódulos linfáticos a la entrada del tórax y con la aorta, la vena ácigos y los nódulos linfáticos traqueobronquiales en la parte más caudal.

Ya hemos mencionado el *timo* en el cuello. La porción torácica de esta glándula llena la parte ventral del mediastino craneal cuando está en su apogeo, extendiéndose sobre la superficie craneal del pericardio y llegando a cierta distancia sobre el origen del tronco pul-

monar y del cayado aórtico (figs. 25-25[2] y 27-7*A*, [10'']). Es raro que la involución de la parte torácica del timo sea completa y normalmente siempre persiste algún vestigio, consistente en especial en tejido fibroadiposo, incluso en animales viejos. En el ternero los nervios frénicos y otros elementos de esta región pueden estar sepultados entre los lobulillos, a través de los cuales se abren paso.

GRANDES VASOS Y NERVIOS INTRATORÁCICOS

Pocos detalles de los grandes vasos intratorácicos revisten importancia clínica. Las ramas de la aorta torácica se parecen a las del caballo.

La *vena cava craneal* se forma inmediatamente por dentro del pecho mediante la confluencia de las dos venas branquiocefálicas, cada una, a su vez, formada por la unión de las venas yugular externa y subclavia. Sus tributarias comprenden las venas torácicas internas que reciben las ''venas de la leche'' que corren hacia adelante desde la ubre (fig. 31-7). La *vena cava caudal* pasa dentro del pliegue de la vena cava acompañada por el nervio frénico derecho.

La *vena ácigos izquierda* drena la mayor parte de la porción dorsal de la pared torácica y los elementos que rodean las vértebras. Se incurva en dirección ventral dentro del mediastino cruzando delante de la raíz del pulmón izquierdo y luego de horadar el pericardio vira en dirección caudal sobre la superficie del atrio izquierdo para entrar en el atrio derecho en el seno coronario (fig. 27-3[16]). Tiene comunicaciones importantes con los vasos venenosos dentro del canal vertebral por mediación de las venas intercostales y las primeras lumbares (fig. 26-6). También existe una vena ácigos derecha, pero su importancia es menor.

La presión del interior de las venas cavas refleja diversos acontecimientos del ciclo cardíaco. Aumenta durante la sístole atrial y de nuevo cuando las cúspides de la válvula atrioventricular van a cerrarse al comenzar la sístole ventricular, y aún de nuevo a medida que la cámara atrial se llena cada vez más previamente a una nueva contracción. En los bovinos estos cambios de presión muchas veces se manifiestan con pulsaciones en la vena yugular externa en la porción inferior del cuello.

Las partes cervicales de los *nervios vagos* se mencionaron antes. Las continuaciones torácicas siguen el curso usual y presentan las mismas ramas colaterales. Terminan dividiéndose en ramas dorsal y ventral que se unen con sus homólogas contralaterales para constituir los troncos vagales dorsal y ventral que siguen los bordes del esófago en el abdomen. El tronco dorsal es el más grande. Las ramas de ambos inervan la pared del esófago, en tanto que una conexión sobre la superfice izquierda del esófago indicaría un reordenamiento adicional de las fibras como preparativo para entrar en el abdomen; en ocasiones el aspecto macroscópico sugiere un engrosamiento del tronco dorsal a expensas del ventral, pero en ocasiones sucede a la inversa. Las relaciones del tronco dorsal con los nódulos linfáticos mediastinales caudales es de considerable importancia (véase más adelante).

No hace falta agregar nada a las descripciones generales del sistema nervioso simpático y los nervios frénicos.

ESTRUCTURAS LINFÁTICAS DEL TÓRAX

El drenaje linfático del tórax es complicado y variable. En vista de que en no todas las piezas se detectan los muchos nódulos que hemos descrito y puesto que los límites entre centros vecinos son imperceptibles a veces, no siempre se pueden asignar con seguridad los nódulos individuales a un grupo en particular.

La parte dorsal del tórax presenta unos pequeños *nódulos intercostales* que están inmediatamente debajo de la pleura en los extremos dorsales de ciertas especies (fig. 27-8[7]). Estos nódulos reciben sus vasos aferentes de estructuras que rodean las vértebras y de la parte dorsal de la pared torácica; sus vasos eferentes conducen principalmente a los nódulos mediastinales craneales a la entrada del tórax. Parte de esta linfa puede pasar a través de una segunda serie de pequeños nódulos situados alrededor de la aorta y sus respectivos vasos.

Los *nódulos esternales* caudales están ocultos por el transverso del tórax, en tanto que el nódulo craneal, más grande, está delante de éste (fig. 27-8[3,2]). Estos nódulos drenan la parte ventral de las paredes torácica y abdominal craneal y también reciben un poco de linfa de la cubierta muscular de los miembros. Los vasos eferentes convergen sobre el nódulo mediastinal craneal y desde aquí la linfa pasa al conducto torácico o al traqueal izquierdo; también puede ocurrir pasaje directo a estos conductos.

Otros nódulos más importantes ocupan posiciones más centrales en el mediastino. El grupo *mediastinal craneal* consiste en una gran cantidad de nódulos diseminados en torno de la tráquea, esófago y grandes vasos inmediatamente hacia adentro de la entrada torácica (fig. 27-8[4]). Reciben linfa del mediastino craneal, centros torácicos dorsales y pulmones. Los vasos eferentes van al conducto torácico o a uno de los conductos traqueales. Un nódulo que es de transición para los nódulos cervicales pro-

fundos caudales podría denominarse individualmente nódulo costocervical.

Los *nódulos mediastinales medios* están principalmente a la derecha del cayado aórtico (fig. 27-8[5]). Reciben linfa de estructuras adyacentes y de ciertos nódulos traqueobronquiales. El flujo de salida se divide entre tributarios directos del conducto torácico y los grupos mediastinales craneal y caudal.

Los *nódulos traqueobronquiales* se describieron junto con el pulmón (fig. 27-8[8]). Su flujo de salida se distribuye entre diversos nódulos mediastinales.

El grupo *mediastinal caudal* consiste en sólo uno o dos nódulos (fig. 27-8[6]). El nódulo más grande, que puede ser solitario, alcanza a veces una longitud de 20 cm o más y está flexionado para cubrir la parte terminal del esófago y aplicarse contra el diafragma a dorsal del hiato. Este grupo recibe linfa de los nódulos traqueobronquiales, contenido del mediastino caudal, diafragma y sectores adyacentes del hígado, bazo y estómago. Los vasos eferentes van al conducto torácico. El esófago y el tronco vagal dorsal pueden comprometerse en las afecciones de estos nódulos.

La linfa procedente de la piel y de los elementos más superficiales de la pared torácica se divide entre el gran nódulo cervical superficial, situado craneal a la escápula, y el nódulo subilíaco muy atrás.

El *conducto torácico*, al cual eventualmente llega toda esta linfa, se origina en la cisterna del quilo y entra en el tórax a la derecha de la aorta

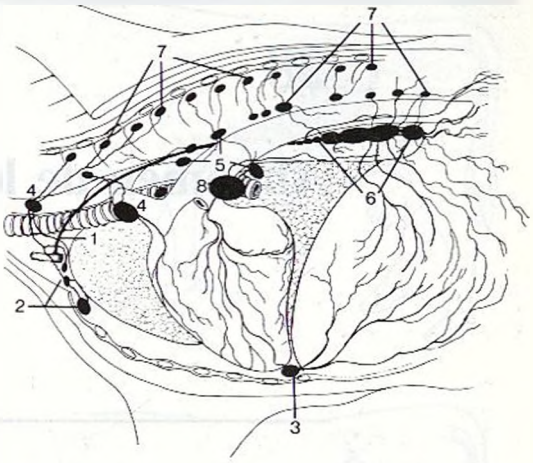


Fig. 27-8. Drenaje linfático de la pared torácica y mediastino.

1, conducto torácico; 2, nódulos linfáticos esternales craneales; 3, nódulo linfático esternal caudal; 4, nódulos linfáticos mediastinales craneales; 5, nódulos linfáticos mediastinales medios; 6, nódulos linfáticos mediastinales caudales; 7, nódulos linfáticos intercostales; 8, nódulos traqueobronquial.

para luego inclinarse de manera ventral sobre la cara derecha del cayado aórtico y cruzar la cara izquierda de la tráquea e ir luego a terminar mediante una desembocadura en la vena cava craneal o una de sus tributarias en el lado izquierdo. Muchas veces este conducto es doble en la totalidad o en parte de su trayecto.

BIBLIOGRAFÍA

Alexander, A. F., and R. Jensen: Normal structure of bovine pulmonary vasculature. Am. J. Vet. Res. 24:1083–1093, 1963.

Barone, R.: La projection pariétale des pleures et des poumons chez le bovins. Rev. Med. Vet. 112:691–698. 1961.

Fowler, M. E.: Intrathoracic surgery in large animals. JAVMA 162:967–973, 1973.

Habel, R. E.: Guide to the Dissection of the Domestic Ruminants, 3rd ed. Ithaca, 1983. (Published by the author.)

Lodge, D.: A survey of the tracheal dimensions in horses and cattle in relation to endotracheal tube size. Vet. Rec. 85:300–302, 1969.

McKibben, J. S., and R. Getty: A comparative morphologic study of the cardiac innervation in domestic animals: Cattle. Anat. Rec. 165:141–151, 1969.

McLaughlin, R. F., W. S. Tyler, and R. O. Canada: A study of the sub-gross pulmonary anatomy in various mammals. Am. J. Anat. 108:149–158. 1961.

Meyling, H. A., and H. ter Borg: The conducting system of the heart in hoofed animals. Cornell Vet. 47:419–455, 1957.

Ottaway, C. W.: The anatomical closure of the foramen ovale in the equine and bovine heart. Vet. J. 100:111–118, 130–134, 1944.

Pavaux, C.: Atlas en Couleurs d'Anatomie des Bovins: Splanchnologie. Paris, Maloine S. A. Editeur, 1982.

Roberts, S. J., P. C. Kennedy, and D. D. Delehanty: A persistent right aortic arch in a Guernsey bull. Cornell Vet. 43:537–542, 1953.

Rodriguez, F. L., S. L. Robbins, and M. Banasiewicz: Septal artery in human, porcine, equine, ovine, bovine and canine hearts. A postmortem angiographic study. Am. Heart J. 62:247–261, 1961.

Schorno, E.: Die Lappen und Segmente der Rinderlunge und deren Vaskularisation. Diss. Med. Vet. Zürich, 1955.

Schreiber, J.: Topographisch-anatomischer Beitrag zur klinischen Untersuchung der Rumpfeingeweide des Rindes. Wien. Tierärztl. Monatsschr. 40:131–144, 1953.

Steck, W.: Technik und Ergebnisse der Finger-Finger-Perkussion am Thorax bei Grosstieren. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 102:641–650, 1960.

Steck, W.: Lungschallperkussion und Brustwandschallperkussion bei Grosstieren. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 104:59–66, 1962.

Veit, H. P., and R. L. Farrell: The anatomy and physiology of the bovine respiratory system relating to pulmonary disease. Cornell Vet. 68:555–581, 1978.

28

Abdomen de los rumiantes

CONFORMACIÓN Y ANATOMÍA SUPERFICIAL

La forma del abdomen varía según la edad, obesidad y estado fisiológico. En los adultos es profundo y ancho, y su piso, que se hunde detrás del esternón, asciende de pronto en su parte caudal para unirse al reborde pelviano. Esta pronunciada retracción no es evidente a primera vista porque la parte caudal del abdomen está cubierta por los muslos y por los pliegues cutáneos que corren entre los flancos y las articulaciones de las rodillas y además en su parte ventral está la ubre o el prepucio. La extensión de la parte abdominal cubierta por las costillas más caudales y sus cartílagos también está oculta, pero se puede deducir por la descripción del diafragma (p. 649). El abdomen suele presentar simetría bilateral, aunque la preñez avanzada o la distensión excesiva del rumen puede hacer que uno de sus lados sobresalga más. La parte superior del flanco es excavada, formando la fosa paralumbar junto al lomo, en tanto que la parte inferior convexa se fusiona con el piso.

En el ternero joven el abdomen es menos profundo y está comprimido en ambos lados, en tanto que su piso asciende de manera más gradual hacia la pelvis; la separación de las costillas caudales, la profundización del tronco y las depresiones junto a la columna vertebral aparecen a medida que crece el rumen.

Las paredes laterales y ventral del abdomen son limitadas por la última costilla y el arco costal, los extremos de las apófisis transversas lumbares, la tuberosidad coxal y la línea terminal de la entrada de la pelvis (fig. 26-1). No todos estos rasgos son palpables, aunque la identificación del borde de la caja torácica, la tuberosidad coxal y la mayoría de las apófisis transversas no suele plantear problemas. La palpación se debe hacer con cuidado porque en determinadas técnicas anestésicas hay que identificar correctamente los huesos. Los bovinos tienen seis vértebras lumbares. El reconocimiento de las vértebras segunda a quinta es fácil y hasta se lo puede hacer sin palpación en los animales flacos, la primera apófisis no siempre se puede localizar porque es corta y está introducida dentro del ángulo entre la última costilla y la columna y por lo general la cubre una almohadilla de grasa; la última siempre elude los dedos porque está a medial de la tuberosidad coxal, debajo de una gruesa cubierta muscular (fig. 26-5). En ocasiones existen siete vértebras lumbares en los ovinos y caprinos.

PARED VENTROLATERAL DEL ABDOMEN

Estructura

Las paredes ventral y laterales del abdomen están formadas por hasta nueve o diez capas, aunque no todas las cubren en su totalidad. La piel es muy móvil, salvo sobre la tuberosidad del coxal. El *músculo cutáneo* es grueso sobre las partes inferiores del flanco pero se afina hacia el dorso y no llega a cubrir la fosa paralumbar; tampoco cubre el piso del abdomen, con excepción de unos fascículos que en el macho proveen los músculos craneal y caudal del prepucio. El músculo cutáneo se extiende por el pliegue del flanco para terminar en una aponeurosis que cubre la superficie lateral del muslo (fig. 28-1*A*).

La laxa *fascia superficial* provee al tránsito de los nervios cutáneos y contiene algunos nódulos linfáticos. El nódulo subilíaco, alargado, está dispuesto verticalmente dentro del pliegue cutáneo, comprimido contra el borde craneal

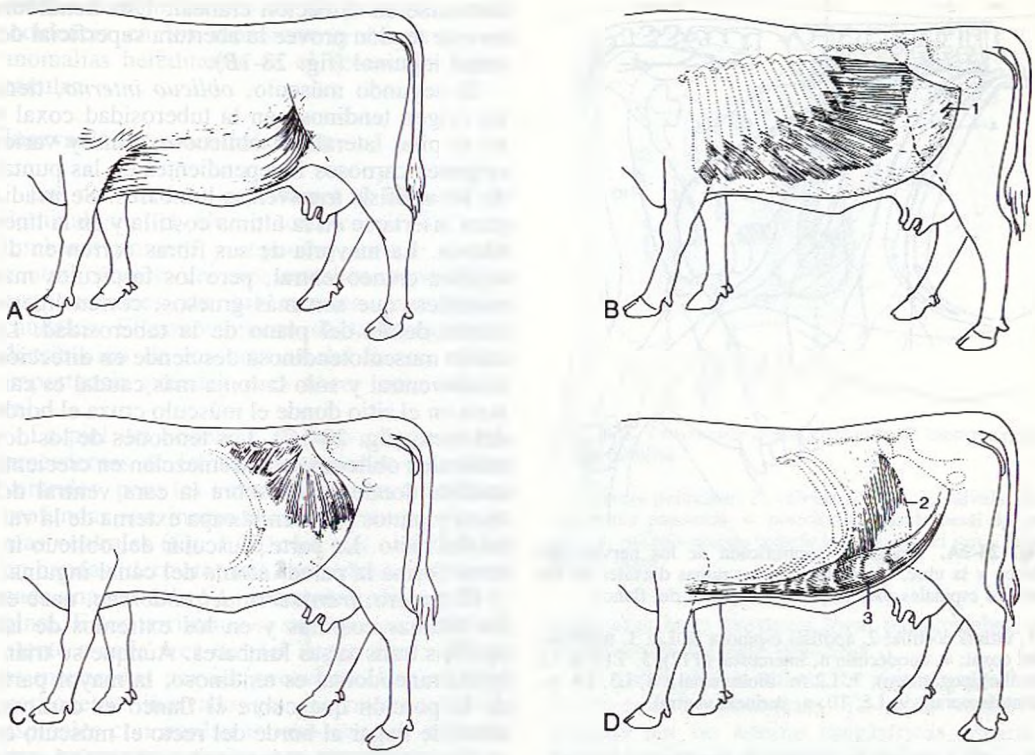


Fig. 28-1. Cutáneo del tronco y músculos abdominales. *A*, cutáneo del tronco bien desarrollado, en particular en la parte ventral. *B*, oblicuo externo del abdomen con el anillo inguinal superficial (1) en su aponeurosis. *C*, oblicuo interno del abdomen. *D*, transverso del abdomen (2) y recto del abdomen (3). Nótese la reducción en el espesor de la pared a lo largo de la porción caudal del borde del recto.

del muslo a cierta distancia encima de la rótula; siempre se lo detecta a la palpación. Drena las capas más superficiales de la pared corporal hasta la parte caudal del tórax y también recibe linfa de la piel y los músculos superficiales del muslo y la grupa (fig. 31-9[2]). Varios nódulos linfáticos más pequeños de la fosa paralumbar drenan las partes circundantes; aunque normalmente no se advierten, se presentan como unas tumefacciones circunscriptas cuando están agrandados. La vena "de la leche" subcutánea (abdominal) corre hacia adelante sobre el piso abdominal desde la ubre (figs. 28-9[11] y 31-7[1]).

La *fascia profunda* está transformada en una túnica amarilla elástica (túnica flava), fijada al músculo subyacente y contribuye al sostén de las vísceras. Ventralmente da origen a la fascia espermática externa o a la lámina medial del aparato suspensor de la ubre.

A grandes rasgos, la *cara muscular* está dispuesta de la misma manera que en otras especies. En el flanco consiste en una triple capa de músculos planos originados en las costillas, apófisis transversas lumbares e ilion (fig. 28-1). Estas capas se continúan sobre el piso del abdomen con unos tendones aponeuróticos que rodean los músculos rectos a cada lado de la línea blanca, en la cual se insertan las aponeurosis (fig. 1-33). La línea blanca corre desde el apéndice xifoides del esternón hasta el centro del reborde pubiano, donde se fusiona con los tendones terminales de los rectos para formar el tendón prepubiano.

Lo ideal, aunque con poca frecuencia en la práctica, es que las incisiones quirúrgicas en el flanco sigan un trayecto en rejilla de modo que las fibras de cada capa sean separadas y no transecadas. Por lo tanto, es útil que el cirujano conozca el recorrido de las fibras y también la extensión relativa de las partes carnosas y aponeuróticas de estos músculos.

El músculo más superficial del flanco, el *oblicuo externo*, nace por medio de una parte indentada carnosa, en las superficies externas de las últimas ocho costillas. Sus fibras más dorsales siguen un curso más o menos horizontal hacia la tuberosidad coxal pero la gran mayoría se inclina en dirección caudoventral para ir a insertarse en la línea blanca. La brecha que se interpone entre el borde dorsal y las apófisis transversas es cerrada por una lámina fascial. A

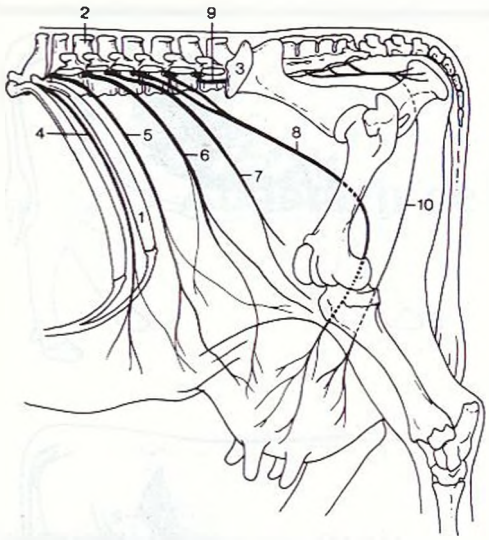


Fig. 28-2A. Topografía simplificada de los nervios del flanco y la ubre. No se ilustran las ramas dorsales de los nervios espinales para la porción superior del flanco.

1, última costilla; 2, apófisis espinosa de L2; 3, tuberosidad coxal; 4, duodécimo n. intercostal (T12); 5, T13; 6, Ll (n. iliohipogástrico); 7, L2 (n. ilioinguinal); 8, L3, L4 (n. genitofemoral); 9, L5; 10, n. perineal ventral.

la parte carnosa le sigue un tendón aponeurótico cuya transformación ocurre a lo largo de una línea que primero cae verticalmente, más o menos a nivel de la tuberosidad coxal, antes de

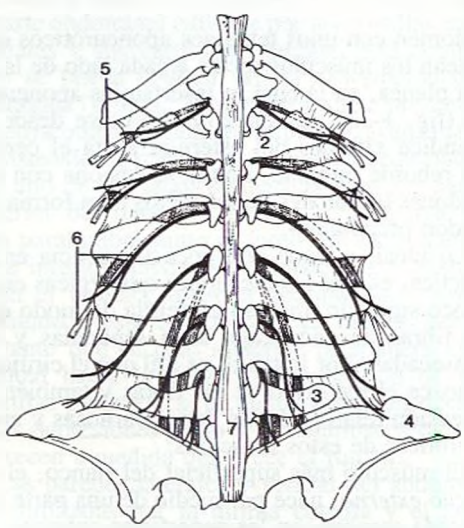


Fig. 28-2B. Relación entre los nervios espinales lumbares y las apófisis transversas de las vértebras lumbares.

1, última costilla; 2, primera vértebra lumbar; 3, sexta vértebra lumbar; 4, tuberosidad coxal; 5, ramas dorsal y ventral del decimotercer nervio torácico (la rama ventral ha sido punteada en parte); 6, ramas dorsal y ventral del segundo nervio lumbar; 7, ligamento supraespinoso.

desviarse en dirección craneal. Una hendidura en este tendón provee la abertura superficial del canal inguinal (fig. 28-1*B*).

El segundo músculo, *oblicuo interno*, tiene un origen tendinoso en la tuberosidad coxal y en el pilar lateral del oblicuo externo y varios orígenes carnosos independientes en las puntas de las apófisis transversas lumbares. Se irradia para insertarse en la última costilla y en la línea blanca. La mayoría de sus fibras corren en dirección craneoventral, pero los fascículos más caudales, que son más gruesos, corren ligeramente detrás del plano de la tuberosidad. La unión musculotendinosa desciende en dirección caudoventral y sólo la lonja más caudal es carnosa en el sitio donde el músculo cruza el borde del recto (fig. 28-1*C*). Los tendones de los dos músculos oblicuos se entremezclan en creciente medida donde pasan sobre la cara ventral del recto y juntos proveen la capa externa de la vaina del recto. La parte muscular del oblicuo interno forma la pared interna del canal inguinal.

El tercero, *transverso del abdomen*, nace en las últimas costillas y en los extremos de las apófisis transversas lumbares. Aunque su triángulo craneodorsal es tendinoso, la mayor parte de la porción que cubre el flanco es carnosa; antes de llegar al borde del recto el músculo es sustituido por una aponeurosis que cruza la cara dorsal del recto para llegar a la línea blanca y formar así la capa interna de la vaina del recto. La mayoría de las fibras corren transversalmente y ninguna pasa detrás del plano de la tuberosidad coxal; de modo que la superficie dorsal del recto queda al descubierto en su parte más caudal (fig. 28-1*D*).

El *recto del abdomen* se origina en las superficies externas de los extremos inferiores de las últimas diez costillas y continúa como una ancha banda separada de su vecina por la línea blanca aplanada, para estrecharse a medida que se aproxima al reborde pubiano, en el cual se inserta mediante el tendón prepubiano, que es muy grueso. Este músculo es interrumpido por varios tabiques tendinosos ondulados que lo dividen en unidades que indican su origen segmentario (fig. 28-1[3]).

Una fascia fina reviste por dentro los músculos abdominales y sostiene el peritoneo parietal. Los depósitos de grasa en los tejidos subperitoneales son más frecuentes hacia la entrada de la pelvis. Merece destacarse la índole totalmente tendinosa de la pared abdominal a lo largo de la parte caudal del borde lateral del músculo recto.

El canal inguinal es tan parecido al del caballo (p. 529) que no hace falta describirlo por separado. Aunque la hernia inguinal es infrecuente en los bovinos, ocurre a menudo en los ovinos machos, a pesar de que no existen dife-

rencias anatómicas obvias. Es probable que la incidencia en los moruecos se relacione con anomalías hereditarias en el desarrollo gubernacular.

Inervación y vascularización

Los nervios más importantes de la pared abdominal son el último torácico (T13) y los lumbares primero y segundo, aunque el piso ventral respecto del arco costal es inervado por continuaciones de los nervios intercostales caudales. El conocimiento de la topografía y distribución de los nervios del flanco reviste importancia práctica para hacer anestesia local.

La piel del abdomen es inervada por ramas procedentes de las ramas primarias dorsales y ventrales, pero los músculos y otras estructuras profundas son inervados solamente por las ramas ventrales (fig. 1-33). La piel está dividida en bandas (dermatomas) que rodean el tronco y cada una pertenece a un determinado nervio espinal. Estos territorios se superponen y normalmente a cada área de piel llegan filetes de por lo menos dos nervios sucesivos. Las regiones peritoneales inervadas por los mismos nervios espinales concuerdan mucho con los dermatomas en cuanto a posición y extensión.

Las *ramas dorsales* (fig. 1-33[4]) de los nervios torácicos y lumbares inervan los músculos epiaxiles y la banda de piel que va desde la línea media dorsal hasta más o menos el nivel de la rótula. Debajo de esta línea la piel es inervada por dos conjuntos de ramas de las ramas ventrales (fig. 1-33[5]).

Las *ramas ventrales* son mucho más anchas donde entran en el flanco entre los músculos oblicuo interno y transverso. Cada una guarda una relación bastante constante con el esqueleto, que sirve de guía para hacer el bloqueo anestésico de los nervios. Estos nervios no corren transversalmente sino en forma oblicua, desviándose en una dirección cada vez más caudal (fig. 28-2*A*). La última rama ventral torácica suele pasar debajo de la punta de la primera apófisis transversa lumbar, la primera rama lumbar (n. iliohipogástrico) debajo de la punta de la segunda vértebra lumbar y la segunda rama lumbar (n. ilioinguinal) debajo de la punta del cuarto hueso (fig. 28-2*B*). La mayoría de las variaciones afectan el último de estos tres nervios, que a veces corre con menor oblicuidad de lo usual y cruza debajo de la apófisis transversa de la tercera vértebra lumbar.

El nervio para el músculo cutáneo es una excepción al patrón general de la inervación de la pared abdominal porque este músculo es inervado por una rama del plexo braquial, y este origen distante explica que en las operaciones realizadas bajo anestesia local paravertebral no se desensibilice este músculo.

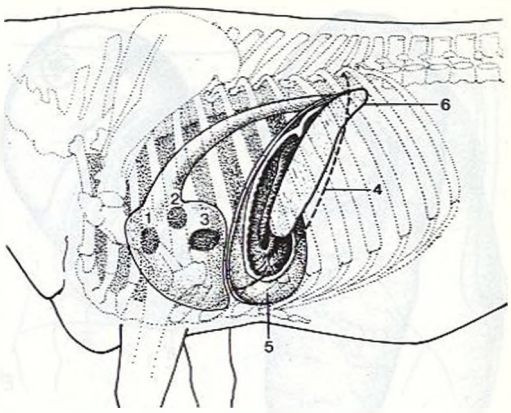


Fig. 28-3. Proyección lateral izquierda de ciertos órganos en las costillas.

1, válvula pulmonar; 2, válvula aórtica; 3, válvula atrioventricular izquierda; 4, posición del borde basal del pulmón; 5, retículo abierto (nótese la posición del surco reticular), 6, bazo.

La pared abdominal recibe *vasos sanguíneos* de diversas procedencias. La parte ventral es irrigada por las arterias epigástricas craneal y caudal, ramas de la torácica interna y de la pudenda externa, respectivamente. Los flancos son irrigados por ramas parietales de la aorta y de ellas la más importante en cirugía es la arteria ilíaca circunfleja profunda, que proviene de la ilíaca externa y perfora el flanco un poco a craneal de la tuberosidad coxal. Al principio las venas son satélites, pero en la vaca que ha tenido cría esta disposición se modifica con la formación de la "vena de la leche" cuya importancia especial se considera más adelante (p. 716).

BAZO

Antes de considerar los órganos individuales conviene obtener una impresión general de la topografía visceral, observando las figuras 28-5 y 28-12.

El bazo es un órgano plano y oblongo situado sobre la parte craneodorsal del rumen, aplicado contra la mitad izquierda del diafragma e insertado en ambos órganos. Su extremo superior se halla debajo de los extremos dorsales de las últimas costillas y su eje se extiende ventralmente, con una ligera inclinación craneal, a través de la línea de las costillas, para terminar en la región de la séptima articulación costocondral (figs. 28-3[6] y 28-5*A* [2]). En la mayoría de los animales su extremo inferior se sitúa sobre el retículo, lo cual plantea el riesgo

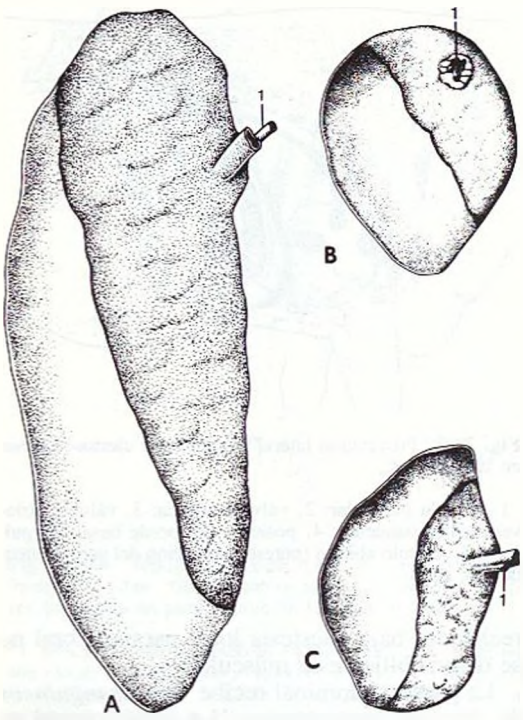


Fig. 28-4. Bazo de buey (*A*), oveja (*B*) y cabra (*C*), superficie visceral. El área dorsomedial está descubierta. Se indica la arteria esplénica (1).

de que se afecte en los casos de abscesos y perforaciones, que son comunes en este último órgano. La parte superior del bazo es retroperitoneal y la línea de reflexión de la serosa corre en dirección craneoventral sobre las superficies parietal y visceral. El hilio está confinado al ángulo dorsocraneal del lado medial y para llegar a él los vasos esplénicos deben pasar primero sobre el techo del rumen (fig. 28-19[11]).

La cápsula contiene poco músculo y por esta razón las variaciones fisiológicas del tamaño del bazo son más limitadas que en otras especies. En ocasiones un bazo agrandado puede prolongarse detrás de la última costilla en el ángulo comprendido entre ésta y la columna lumbar, pero en la práctica se puede considerar que el bazo está fuera del alcance de la percusión o palpación. Normalmente se lo aborda para una biopsia a través del extremo superior del undécimo espacio intercostal y así se corre escaso riesgo de lesionar el pulmón, en particular si la aguja se introduce durante la espiración.

El bazo pose una consistencia relativamente blanda y su color varía mucho, pues tiende a ser azul acerado en las vacas y más rojizo en los machos y animales jóvenes. La división de la pulpa en áreas rojas y blancas es muy obvia; los corpúsculos blancos son un poco más grandes que una cabeza de alfiler.

El bazo es relativamente pequeño en los ovinos y caprinos, en los cuales su forma, posición e inserciones se parecen a las del extremo dorsal del órgano del bovino. Es más o menos triangular en los ovinos y cuadrilateral en los caprinos (fig. 28-4*B*, *C*).

ESTÓMAGO

Consideraciones generales

El estómago consta de cuatro cámaras –rumen, retículo, omaso y abomaso– a través de las cuales pasa sucesivamente el alimento. Las tres primeras, conocidas colectivamente como preestómago (proventrículo) están desarrolladas para procesar los complejos hidratos de carbono, que representan una proporción muy grande de la dieta normal de los rumiantes, y sólo la última cámara es comparable, en cuanto a estructura y función, al estómago simple de la mayoría de las otras especies. Sin embargo, todas estas cámaras derivan del huso gástrico del embrión sin asistencia de una contribución del esófago (fig. 28-6).

La topografía del abdomen del rumiante exhibe un predominio del enorme desarrollo del estómago, que en los bovinos adultos llena casi toda la mitad izquierda de la cavidad y ocupa una porción sustancial de la derecha (figs. 28-7, 28-8 y 28-9). Posee una capacidad de unos 60 litros. Esta cifra, mucho menor que algunas estimaciones, se distribuye entre las diversas cámaras de la siguiente manera: rumen 80%, retículo 5%, omaso 8% y abomaso 7%. En rumiantes pequeños las proporciones son un tanto distintas, pues serían rumen 75%, retículo 8%, omaso 4% y abomaso 13%. Los volúmenes relativos son bastante constantes a corto plazo por la enorme capacidad de almacenamiento de las primeras cámaras y porque el pasaje más o menos continuo de la ingesta hacia las partes distales reduce a un mínimo los efectos de la alimentación intermitente.

Las distintas cámaras pueden identificarse como expansiones del huso del intestino anterior en el embrión inicial. Las cámaras crecen con celeridad desigual durante los períodos embrionario y fetal, predominando primero una y después otra. En una etapa el estómago fetal tiene una configuración casi similar a la del adulto, pero en los últimos meses de la vida intrauterina el abomaso aventaja a las otras cámaras y al nacer representa más de la mitad del peso y capacidad de todo el órgano, lo cual es apropiado porque es la única parte que debe cumplir una función inmediata. Más adelante

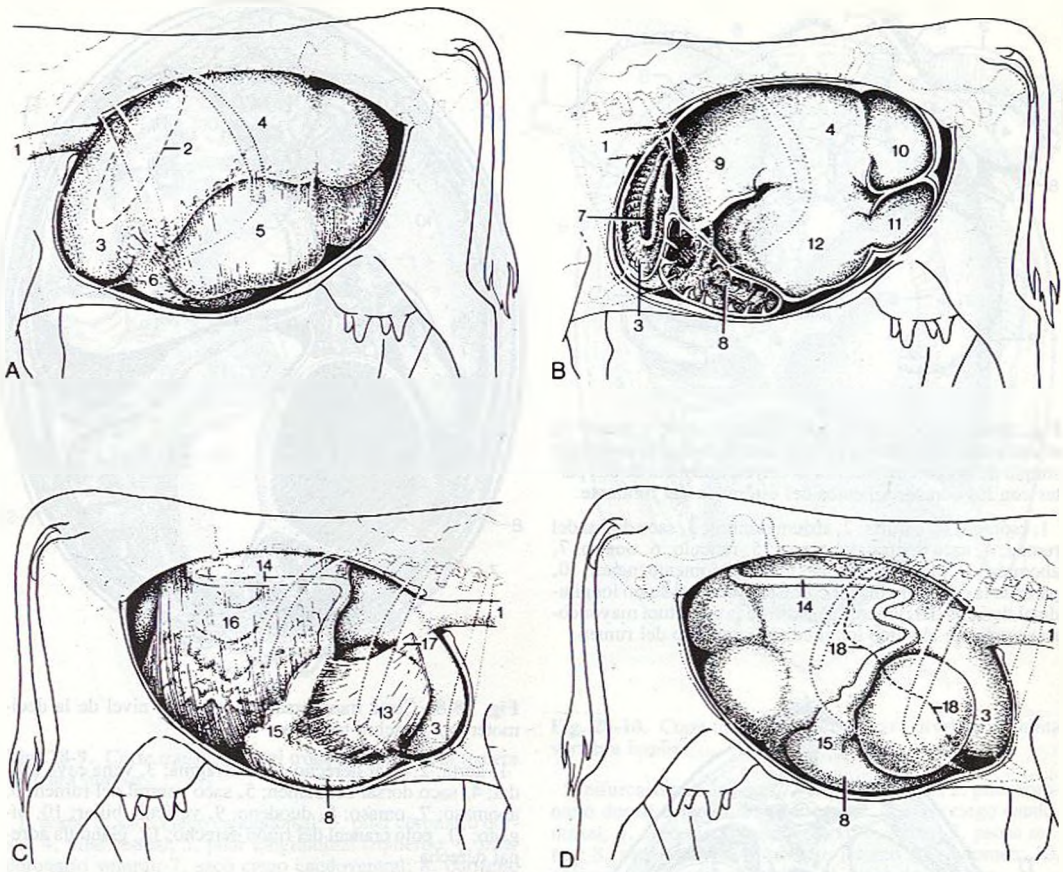


Fig. 28-5. Topografía de las vísceras abdominales. *A*, relación entre las vísceras abdominales y la pared abdominal izquierda. *B*, posición del estómago abierto. *C*, relación entre las vísceras abdominales y la pared abdominal derecha. *D*, posición de las partes del estómago vistas desde la derecha.

1, esófago; 2, contorno del bazo; 3, retículo; 4, saco dorsal del rumen; 5, saco ventral del rumen cubierto por la pared superficial del omento mayor; 6, fondo del abomaso cubierto por la pared superficial del omento mayor; 7, surco reticular; 8, abomaso; 9, atrium ruminis; 10, saco ciego caudodorsal; 11, saco ciego caudoventral; 12, saco ventral del rumen (abierto); 13, omaso cubierto por el omento menor; 14, duodeno descendente; 15, porción pilórica del abomaso; 16, omento mayor que cubre la masa intestinal; 17, omento menor seccionado respecto del hígado; 18, posición del borde caudoventral del hígado.

se describirán los cambios posnatales a través de los cuales se adquieren las proporciones y la topografía del adulto (p. 673).

Rumen y retículo

El rumen y el retículo juntos forman el recipiente donde el material alimenticio, invulnerable al ataque de las enzimas digestivas de los mamíferos, es degradado por procesos de maceración microbiana. Algunos de los productos más simples se asimilan directamente, mientras que otros son susceptibles de digestión convencional en segmentos más distales del tracto digestivo.

El rumen se halla comprimido lateralmente y se extiende desde el cardias –que está un poco por encima de la parte media del séptimo espacio intercostal o de la octava costilla– hasta la entrada de la pelvis, desde el techo hasta el piso del abdomen y desde la pared corporal izquierda a través de la línea media, en particular hacia ventral y caudal, donde puede llegar al flanco derecho inferior (figs. 28-10 y 28-12[11]). El retículo, mucho más pequeño, está craneal al rumen, cubierto por las costillas sexta a octava, principalmente a la izquierda del plano mediano. Llega desde el cardias hasta la parte más anterior del diafragma y ocupa toda la altura de esta parte menos profunda del abdomen; además atraviesa la línea media, en especial en la parte ventral, donde está aplicado sobre el apéndice xifoides del esternón (figs. 27-4[8] y 27-5[3]). Esta posición permite aplicar presión

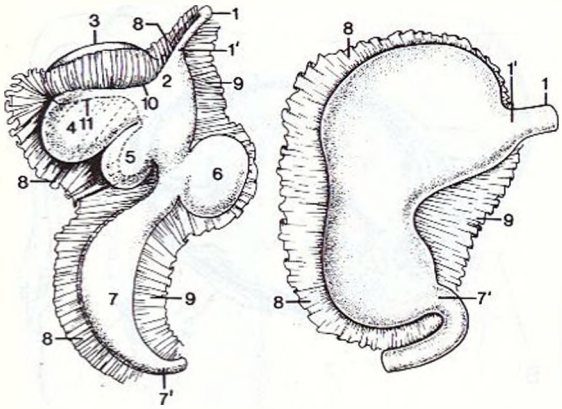


Fig. 28-6. Inserciones de los omentos mayor y menor en el estómago del rumiante en vías de desarrollo. El estómago simple de la derecha muestra la correspondencia de sus partes con los compartimientos del estómago del rumiante.

1, esófago; 1', cardias; 2, atrium ruminis; 3, saco dorsal del rumen; 4, saco ventral del rumen; 5, retículo; 6, omaso; 7, abomaso; 7', píloro, 8, omento mayor; 9, omento menor; 10, parte de la curvatura mayor correspondiente al surco longitudinal derecho del rumen; 11, parte de la curvatura mayor correspondiente al surco longitudinal izquierdo del rumen.

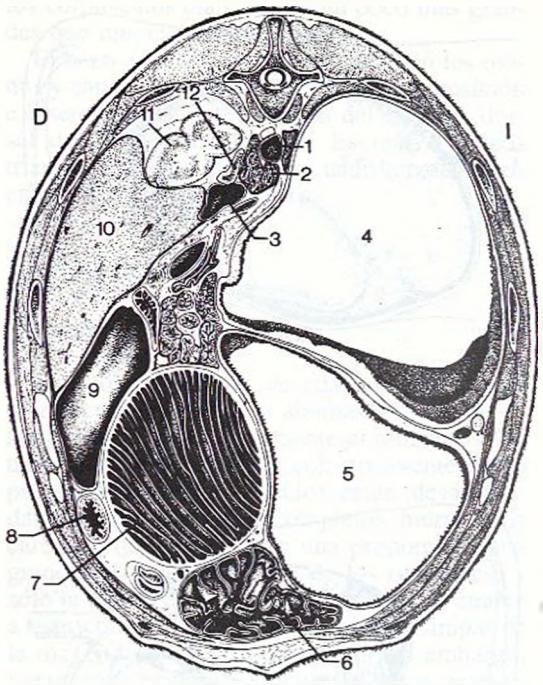


Fig. 28-8. Corte transversal del tronco a nivel de la decimotercera vértebra torácica.

1, aorta; 2, pilar derecho del diafragma; 3, vena cava caudal; 4, saco dorsal del rumen; 5, saco ventral del rumen; 6, abomaso; 7, omaso; 8, duodeno; 9, vesícula biliar; 10, hígado; 11, polo craneal del riñón derecho; 12, glándula adrenal derecha.

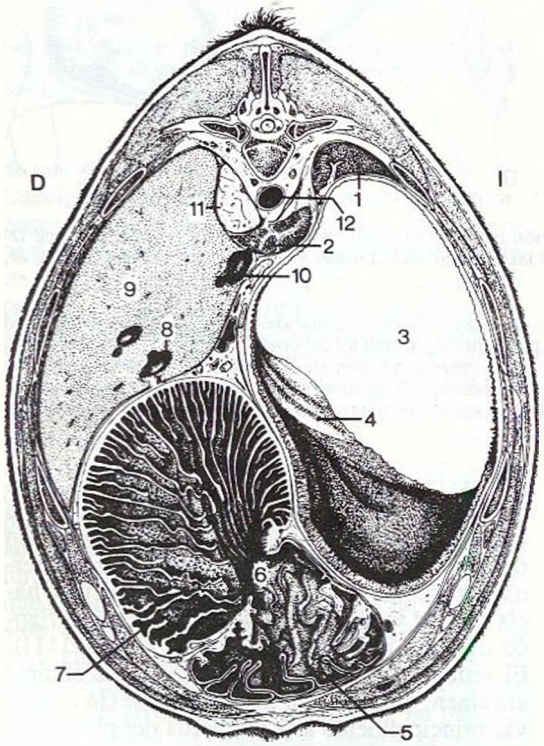


Fig. 28-7. Corte transversal del tronco a nivel de la décima vértebra torácica.

1, bazo; 2, pilares del diafragma; 3, atrium ruminis; 4, pilar craneal; 5, abomaso; 6, abertura omasoabomasal, 7, omaso; 8, vena porta; 9, hígado; 10, vena cava caudal; 11, pulmón derecho; 12, aorta.

externa para suscitar dolor en caso de que el retículo esté enfermo.

El rumen y el retículo se hallan relacionados tan íntimamente en cuanto a estructura y función, que en la actualidad muchos prefieren describir un compartimiento ruminorreticular combinado. Existe mucho a favor de esta convención. La división del rumen respecto del retículo, aunque es más completa, se produce exactamente de la misma manera que la *subdivisión* del rumen, es decir, mediante inflexión de las paredes para formar una serie de pilares que sobresalen por dentro. Todo el espesor de la pared del estómago, excepto el peritoneo, participa en estas formaciones. Las divisiones y los pilares que las delimitan se ilustran en la figura 28-5*B*. El rumen y el retículo se comunican sobre el *pliegue ruminorreticular*, que tiene la forma de una U. Los principales *pilares ruminales* rodean el órgano dividiéndolo en los sacos mayores dorsal y ventral, en tanto que los *pilares coronarios*, más chicos, señalan los sacos ciegos caudales. El pilar craneal adopta una dirección oblicua que divide en parte el extremo craneal del resto del saco dorsal, destacando la asociación de la primera

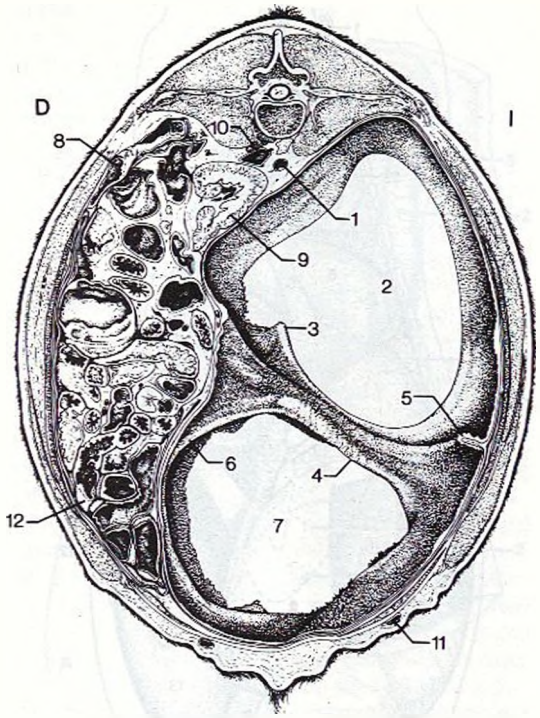


Fig. 28-9. Corte transversal del tronco a nivel de la tercera vértebra lumbar.

1, aorta; 2, saco ciego caudodorsal; 3, pilar coronario dorsal; 4, pilar caudal; 5, pilar longitudinal izquierdo; 6, pilar coronario ventral; 7, saco ciego caudoventral; 8, duodeno descendente; 9, riñón izquierdo; 10, vena cava caudal; 11, vena de la leche; 12, masa intestinal.

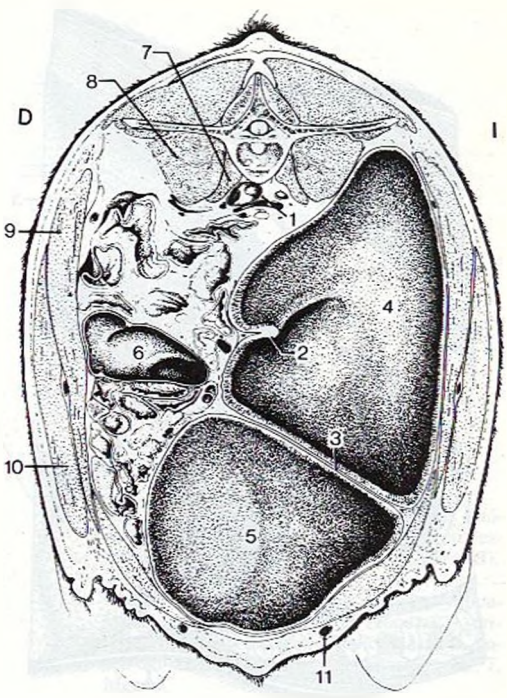


Fig. 28-10. Corte transversal del tronco a nivel de la quinta vértebra lumbar.

1, bifurcación de la aorta y vena cava caudal; 2, pilar coronario dorsal derecho; 3, pilar caudal; 4, saco ciego caudodorsal; 5, saco ciego caudoventral; 6, colon; 7, psoas menor; 8, psoas mayor; 9, oblicuo interno del abdomen; 10, oblicuo externo del abdomen; 11, vena de la leche.

parte (*atrium ruminis*) con el retículo. Los surcos externos concuerdan con las posiciones de estos pliegues. Las proporciones relativas de los compartimientos varían entre los rumiantes domésticos. El tamaño más pequeño del saco dorsal y la extensa prolongación caudal del saco ciego ventral imparten al rumen de los ovinos y caprinos un aspecto desequilibrado en comparación con el rumen del bovino, que es más simétrico. También existen diferencias en el desarrollo de los surcos visibles externamente pero en conjunto carecen de importancia práctica.

La serosa cubre toda la superficie del rumen y retículo, salvo en su parte dorsal, donde la pared ruminal está adherida directamente al techo del abdomen, desde el hiato esofágico del diafragma hasta el nivel de la cuarta vértebra lumbar (fig. 28-17[12]), y en ciertos surcos en los cuales se refleja para continuarse con el omento mayor. Esta limitación de la inserción directa permite que el ruminorretículo tenga la libertad necesaria para que ocurran las incesantes y recíprocas contracciones y agrandamiento de sus diversas partes, que son características de su estado normal.

Las *relaciones* se estudian con mayor facilidad observando las ilustraciones (figs. 28-5*A*, *B*, 28-8 y 28-12). Los puntos más importantes son contacto entre el retículo y el diafragma e hígado hacia craneal; insinuación del abomaso entre las dos cámaras (saco ventral del rumen y retículo) hacia ventral; relación de la superficie derecha del rumen con la masa intestinal, omaso, abomaso, páncreas y riñones y el entremetimiento de la pared superficial del omento mayor entre el saco ventral del rumen y la pared abdominal. El rumen también entabla una relación variable con el útero y otros órganos a la entrada de la pelvis, donde el saco dorsal se puede palpar por vía rectal. El contacto directo del saco dorsal con la parte superior del flanco izquierdo facilita la auscultación y palpación, así como su punción con trócar para aliviar el meteorismo.

El *interior* del ruminorretículo se comunica con el esófago y el omaso mediante unas aberturas dispuestas en los extremos del *surco reticular* (ex esofágico), gotera prominente que

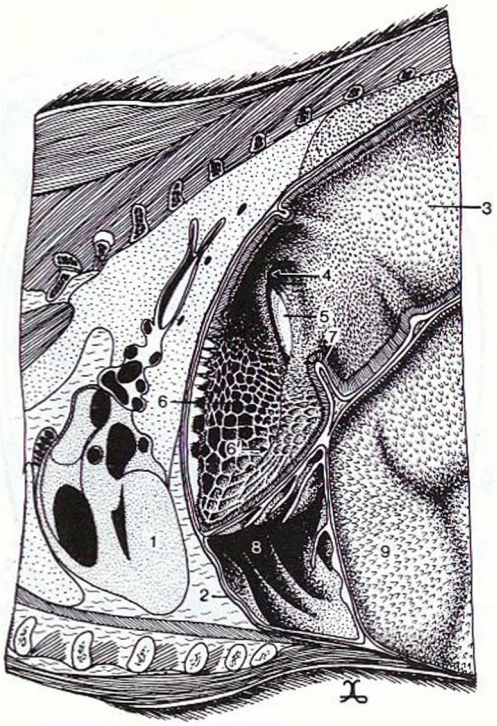


Fig. 28-11. Corte paramediano de una parte del tronco de la cabra.

1, corazón; 2, diafragma; 3, atrium ruminis; 4, 5, 6', surco reticular; 4, cardias; 5, piso del surco; 6' orificio reticuloomasal; 6, retículo; 7, pliegue ruminorreticular; 8, abomaso; 9, saco ventral del rumen.

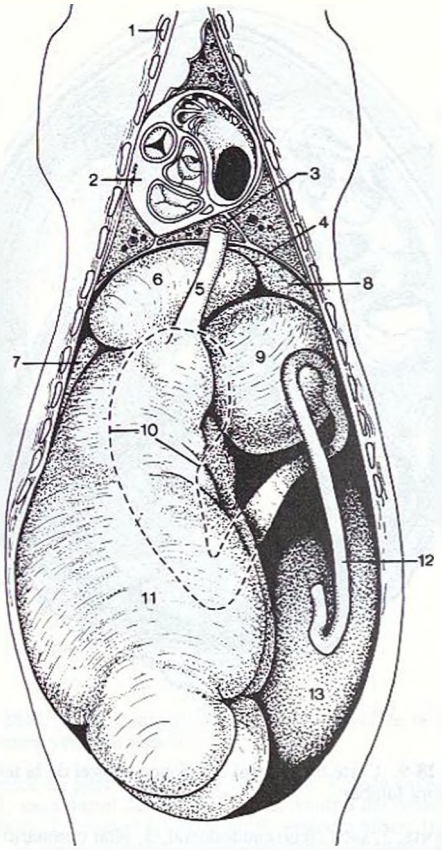


Fig. 28-12. Corte dorsal del tórax y vista dorsal del estómago y masa intestinal para ilustrar la topografía de los órganos torácicos y abdominales.

1, primera costilla; 2, corazón seccionado a nivel de las válvulas; 3, lóbulo accesorio del pulmón derecho; 4, diafragma; 5, esófago; 6, retículo; 7, bazo; 8, hígado; 9, omaso; 10, contorno del abomaso; 11, saco dorsal del rumen; 12 duodeno descendente; 13, masa intestinal.

desciende desde el cardias sobre la cara derecha del retículo hacia el fondo (fig. 28-11(4,5,6')). El surco está limitado por labios carnosos en espiral; el extremo superior del labio izquierdo (craneal) se ensancha para rodear la abertura en forma de rendija del cardias, en tanto que un espesamiento similar del extremo inferior del labio derecho (caudal) oculta parcialmente la abertura redonda que da paso hacia el omaso (fig. 28-13[1,2]). El cardias está en la unión del rumen con el retículo y descarga hacia ambas cámaras. En el animal no destetado el surco reticular puede convertirse en un tubo cerrado formando un conducto que envía la leche directamente desde el esófago hacia el canal omasal, desde donde cae en el abomaso. Las contracciones musculares que aproximan los labios entre sí obedecen a la estimulación refleja del amamantamiento o a la presentación de alimentos apropiados con balde. A medida que el animal madura, las alteraciones de la dieta y del régimen de comidas hacen que se utilice cada vez menos este atajo. Sin embargo, hay motivos para creer que, en particular en la cabra, una porción de los principios nutritivos solubles liberados hacia la saliva durante la masticación saltea el ruminorretículo. Determinadas sustancias químicas estimulan el cierre del surco (p. ej., sulfato de cobre). Esto permite hacer una estratagema útil cuando se desea introducir drogas en el abomaso sin dilución previa en el proventrículo.

La *mucosa ruminorreticular* está revestida por un epitelio estratificado duro que tiene un color pardo verdoso, pero el piso del surco reticular es suave y pálido. La mucosa reticular tiene un patrón distintivo formado por unas crestas de más o menos 1 cm de altura que delinean unas celdas de 4, 5 y 6 lados (fig. 27-4[8]). Estas crestas y los pisos de las celdas comprendidas entre ellas tienen unas papilas bajas. El patrón reticular se torna menos regular hacia la unión con el rumen y gradualmente se

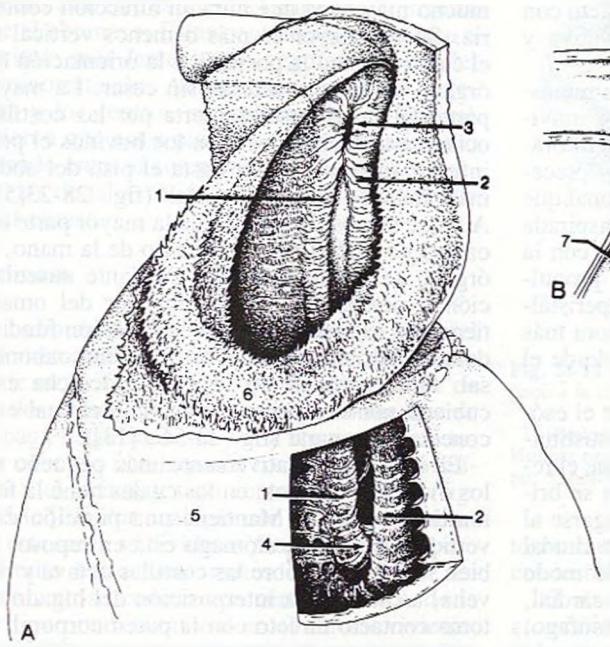


Fig. 28-13. Abertura del esófago en el estómago y curso del surco reticular un poco destorcido (*A*) y detalle del orificio cardíaco (*B*).

1, labio izquierdo (craneal) del surco reticular; 2, labio derecho del surco reticular; 3, orificio cardial; 4, orificio reticuloomasal; 5, pared del retículo; 6, pliegue ruminorreticular; 7, hígado.

fusiona con la superficie papilada de esta cámara. La prominencia de las papilas ruminales varía según la edad, la dieta y el sitio. Normalmente son más grandes y más densas dentro de los sacos ciegos, menos numerosas y menos prominentes en el saco ventral y tienen el menor desarrollo en el centro del techo y hacia los bordes libres de los pilares. Las papilas individuales varían desde unas bajas elevaciones redondeadas hasta unas hojas aplanadas de más o menos 1 cm de longitud, pasando por formas cónicas y lingüiformes.

Antes se interpretaba que la rugosidad del revestimiento ruminorreticular era una adaptación para producir la rotura mecánica de la ingesta macerada, pero desde que se supone que los ácidos grasos volátiles producidos mediante fermentación microbiana se absorben en el rumen y el retículo, se considera que es principalmente un recurso para aumentar la superficie epitelial. Estos ácidos –en particular el butírico– estimulan el desarrollo de los papilas y su absorción se facilita por el riquísimo plexo capilar subepitelial.

El retículo de los rumiantes pequeños es relativamente más grande que el de los bovinos. Aunque se extiende más hacia caudal, su contacto con el piso del abdomen está sujeto a mucha variación funcional (fig. 28-11[6]). Este revestimiento despliega diferencias conspicuas de una especie a otra. Las crestas que limitan a las "celdas" reticulares son relativamente mucho más bajas y tienen bordes serrados más prominentes en los ovinos y caprinos. La mucosa "ruminal" papilada también se extiende por una parte más grande de la pared reticular en estas especies.

La musculatura lisa de la pared ruminorreticular está dispuesta en dos túnicas que son la continuación del músculo estriado del esófago. La fina capa externa corre en dirección craneocaudal sobre el rumen pero adopta un curso oblicuo en el retículo. La mayoría de los fascículos de la capa interna, mucho más gruesa, corren más o menos perpendicularmente a la capa superficial y, por ende, rodean el eje mayor del rumen. Se extienden dentro de los pilares y forman las bases de estas estructuras. Las partes más gruesas del músculo ruminorreticular se venden para consumo como mondongo.

La secuencia regular de *contracciones ruminorreticulares* mezcla y redistribuye el contenido estomacal. El ciclo consiste en una contracción reticular bifásica (la relajación entre las fases de contracción es más frecuente en los bovinos que en los ovinos), que envía el contenido del retículo hacia el atrium ruminis, seguida por la contracción del saco dorsal del rumen primero y por la del saco ventral después. La onda de contracción recorre a cada uno en dirección craneocaudal. Este proceso obedece a regulación central y su ritmo y vigor se ajustan de acuerdo con la información provista por re-

ceptores intramurales que son estimulados por el estiramiento de la pared y por el contacto con los fragmentos flotantes. Las vías sensitiva y motora viajan con los nervios vagos.

La regurgitación del alimento para su remasticación requiere la coordinación de los movimientos del estómago con los de la pared torácica y la garganta. La regurgitación es precedida por una contracción reticular adicional que abarca la región cardial; la ingesta es aspirada dentro del esófago mediante inspiración con la vía aérea superior cerrada y luego son propulsadas hacia la boca por una onda antiperistáltica. El material remasticado denso, ahora más empapado y disgregado, tiende a caer desde el cardias hacia el retículo.

En la eructación (emisión de gas por el esófago), el patrón normal de actividad es sustituido por contracciones ruminales en las que el retículo no participa. Estas contracciones se originan en el saco ventral y suelen propagarse al saco dorsal, donde empiezan en la parte caudal y se propagan en dirección craneal, de modo que envían el gas ruminal hacia el área cardial, desde donde es aspirado dentro del esófago, por medio de una onda antiperistáltica que lo envía rápidamente en dirección oral. Luego atraviesa el esfínter faringoesofágico relajado, pasa a la faringe y parte de este gas escapa por la boca, pero, como comentamos antes, una parte entra en los pulmones.

El contenido del rumen exhibe cierta estratificación, de modo que el alimento recién ingerido se acumula encima del material remasticado más pesado y macerado. Por lo tanto, el material más liviano tiende más a regurgitarse para su masticación e insalivación adicional.

Los bovinos son notoriamente descuidados para comer y a menudo ingieren cuerpos extraños, en particular trozos de alambre, con su forraje. Estos cuerpos tienden a acumularse en el retículo y, si son afilados, pueden ser propulsados a través de la pared reticular por las contracciones de este órgano (reticulitis traumática). Las secuelas comunes comprenden abscedación del hígado y quizá de otros órganos abdominales, pero lo más grave es una pericarditis supurada cuando el objeto atraviesa el diafragma. Algunos de estos cuerpos extraños corroen, en tanto que otros se inmovilizan introduciendo un imán por la boca (fig. 27-5[4]).

Omaso

El omaso está dentro de la parte intratorácica del abdomen a la derecha de la línea media, entre el rumen y el retículo a la izquierda y el hígado y la pared corporal a la derecha (figs. 28-7[7] y 28-12[9]). Está aplanado en ambos lados y presenta un largo borde convexo que mira hacia la derecha y a caudal y una curvatura menor mucho más corta que mira en dirección contraria. Su eje mayor es más o menos vertical en el cadáver, pero la posición y la orientación del órgano viviente se alteran sin cesar. La mayor parte del omaso está cubierta por las costillas octava a undécima, pero en los bovinos el polo inferior suele sobresalir hasta el piso del abdomen debajo del arco costal (fig. 28-23[5]). Aunque su posición hace que la mayor parte del omaso no esté al alcance directo de la mano, el órgano se puede examinar mediante auscultación y percusión. El polo inferior del omaso tiene una extensa inserción de la región fúndica del abomaso en torno del orificio omasoabomasal. Gran parte de su superficie derecha está cubierta por el omento menor, con el cual está conectada en parte (fig. 28-5*C*, [13]).

El omaso es relativamente más pequeño en los ovinos y caprinos, en los cuales tiene la forma de un poroto. Mantiene una posición casi vertical cuando el estómago está en reposo. Si bien se proyecta sobre las costillas octava y novena, a causa de la interposición del hígado no toma contacto directo con la pared corporal.

El *interior* está ocupado por unas 100 láminas semilunares originadas en los costados y en la curvatura mayor, que sobresalen hacia la curvatura menor, donde existe un pasaje más abierto, el *canal omasal* (fig. 28-7). Las láminas son de varias longitudes y las de tamaños distintos están alternadas, de modo que dividen su luz en una serie de recesos estrechos y bastante uniformes. El *orificio reticuloomasal* está en el extremo superior del corto canal y la gran *abertura omasoabomasal*, oval (fig. 28-7[6]), en el otro extremo, parcialmente ocluida por el prolapso de los pliegues abomasales. El piso del canal (conocido como surco omasal) es liso, salvo por unas pocas crestas bajas que corren a lo largo y por un puñado de salientes a modo de garras que custodian la abertura superior.

El epitelio que reviste las láminas está elevado para cubrir numerosas papilas. La mayoría de éstas son pequeñas y lenticulares, pero existen algunas salientes cónicas más grandes que apuntan en dirección distal y promoverían la progresión peristáltica de la ingesta. El contenido de los recesos omasales está finamente dividido y es bastante seco; imparte al órgano una firmeza que permite reconocerlo fácilmente a la palpación durante la laparotomía, sea de modo directo o indirectamente a través de la pared del rumen.

Las contracciones omasales son bifásicas. La primera fase introduce la ingesta desde el conducto omasal en los recesos comprendidos entre las láminas, en tanto que la segunda fase es una contracción en masa de todo el omaso. El efecto principal de esta contracción es exprimir

líquido del material que está en los recesos, proceso éste que es esencial para que la ingesta pase al abomaso. Estas contracciones ocurren a un ritmo más lento y más regular que las del reuminorretículo. Aunque las superficies abrasivas y los centros musculosos de las láminas sugieren que estos pliegues trituran el alimento frotando entre sí sus partículas, no existen evidencias de tal actividad. La absorción continúa en el omaso.

Abomaso

El abomaso está flexionado sobre el piso del abdomen, rodeando el polo inferior del omaso desde atrás (fig. 28-12[10]). La más grande de sus dos ramas forma un saco piriforme que se propaga hacia adelante y a la izquierda para tomar contacto con la pared corporal entre el retículo y el atrium y saco ventral del rumen (fig. 28-5*A*, [6]. Por analogía con el estómago simple esta rama se divide en *fondo* y *cuerpo*, pero el límite entre estas partes es impreciso. En efecto, no se conoce con certeza el sitio de la abertura omasoabomasal en el animal viviente; es posible que sea terminal, en cuyo caso no existiría ningún divertículo ciego y, por ende, ningún fondo verdadero. La parte craneal del fondo está extensamente unida con el retículo, el atrium y el saco ventral mediante fascículos musculares.

La rama distal, más estrecha y más uniforme, es la *parte pilórica* del órgano. Corre transversalmente o con una inclinación ligeramente craneal hacia la pared derecha del cuerpo y asciende para terminar en el píloro, a caudal de la parte más baja del omaso (fig. 28-5*D*, [15]). El abomaso no suele tomar contacto con el hígado en los bovinos adultos.

El abomaso de los ovinos y caprinos es relativamente grande, pero aparte de esto no exhibe rasgos distintivos importantes. A diferencia de lo que sucede en los bovinos adultos, por lo general entabla contacto directo con el hígado porque el omaso es más pequeño.

La posición y relaciones del abomaso dependen de la plenitud de las distintas partes del estómago, de la actividad abomasal intrínseca y, en particular, de las contracciones del rumen y del retículo con los cuales está conectado el abomaso. La edad y las preñez son otros factores importantes que influyen sobre su extensión y topografía (fig. 28-15). Aunque es difícil especificar las relaciones abomasales con exactitud, es fundamental tener en cuenta que las variaciones normales tienen sus límites, más allá de los cuales las desviaciones causan perturbaciones digestivas capaces de poner en peligro la vida. El desplazamiento abomasal, que puede ser hacia la derecha o la izquierda, es un trastorno bien reconocido, en particular en las vacas lecheras.

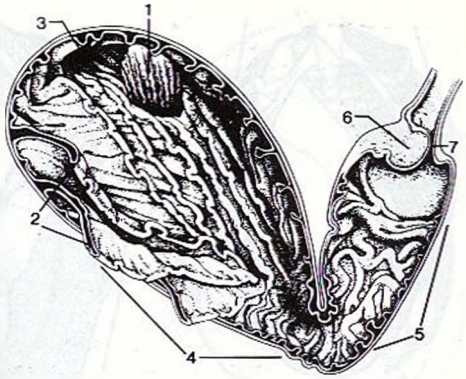


Fig. 28-14. Abomaso abierto visto desde atrás, arriba y un poco a la izquierda.

1, abertura omasoabomasal a través de la cual se ven las láminas omasales; 2, pliegues espirales; 3, fondo; 4, cuerpo; 5, porción pilórica; 6, toro pilórico; 7, píloro.

El abomaso está revestido por una *mucosa glandular* rosada cubierta de modo que contraste mucho con el revestimiento áspero del proventrículo. El área de la mucosa está aumentada más o menos al séxtuple por la presencia de grandes pliegues, que suman más de una docena, se originan en torno de la entrada y describen una espiral sobre las paredes del fondo y cuerpo antes de atenuarse a medida que se aproximan a la flexura (fig. 28-14[2]). La aproximación de los extremos proximales de estos pliegues forma una válvula mucosa o "tapón" que dificulta el reflujo de la ingesta dentro del omaso. La mucosa de la parte pilórica presenta unas pocas rugosidades bajas y es muy notable por el gran engrosamiento o *toro* (torus pyloricus) que sobresale desde la curvatura menor para estrechar el pasaje pilórico (fig. 28-14[6]). La disposición vascular del torus sugiere que es capaz de entrar en erección, pero no se conoce la posible significación funcional de esto (ni de toda la estructura, dado el caso). La mucosa oscura del cuerpo y fondo contiene glándulas pépticas verdaderas; en cambio, las glándulas de la porción pilórica, más clara, secretan moco únicamente.

La pared abomasal es relativamente fina. La cubierta serosa sólo es deficiente en la inserción con las otras cámaras gástricas y a lo largo de los orígenes de los omentos. La túnica muscular consiste en estratos longitudinal y circular. El músculo longitudinal está confinado a las curvaturas del fondo y cuerpo, pero forma una cubierta más gruesa y más ancha para la porción pilórica. Las fibras circulares establecen una capa más potente y más completa, pero también están mejor desarrolladas en la

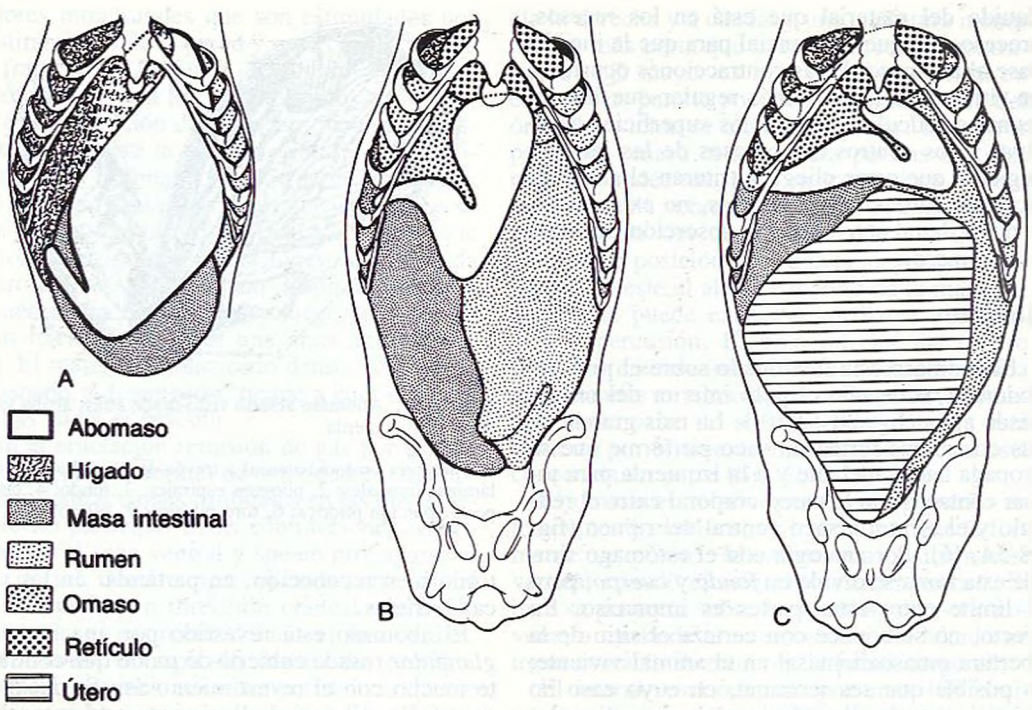


Fig. 28-15. Vistas ventrales de las vísceras abdominales de un ternero recién nacido (*A*), una vaca de cinco años (*B*) y una vaca de seis años preñada (*C*) basadas en reconstrucciones de cortes transversales de animales congelados en posición de pie. (Lagerlof, 1929, y Habel, 1981.)

porción pilórica, en especial en su parte más distal.

Los *movimientos* del abomaso en el animal adulto son bastante lentos. Consisten en contracciones generales de la rama proximal y en un peristaltismo más enérgico confinado a la porción pilórica. Muchas veces esta última actividad parece ser desencadenada por el desplazamiento de la ingesta cuando la región fúndica se eleva por la contracción reticular. Es posible que estas alteraciones normales de su posición faciliten los desplazamientos patológicos del abomaso. La atonía con acumulación de gas en el fondo es constante en estos casos y es probable que un ligero desplazamiento inicial se agrave porque este gas no pueda escapar en la forma usual por la abertura omasoabomasal cuando ésta se sitúa debajo de la burbuja gaseosa.

Omentos

La inserción del *omento mayor* empieza a dorsal del esófago. Las dos láminas serosas que lo constituyen transcurren directamente hasta el rumen, pero se hallan tan separadas entre ellas que la parte poscardial inmediata al techo del rumen queda sin recubrir (fig. 28-17[12]). Este espacio retroperitoneal está cerrado en su extremo caudal, donde las dos láminas serosas se unen a mitad de camino del surco longitudinal derecho para formar una duplicatura convencional que se inserta en el estómago. La inserción de este pliegue se puede seguir a lo largo del surco longitudinal derecho, a través del surco caudal entre los sacos ciegos caudales y luego hacia adelante a lo largo del surco longitudinal izquierdo. Ahora cruza el atrium ruminis y se ensancha para hacer una inserción amplia en el retículo antes de virar bruscamente a la derecha, rebajo del ruminorretículo, para llegar a la curvatura mayor del abomaso (figs. 28-5*A*, *C* y 28-6[8]). Sigue a ésta hasta el píloro y continúa por la cara caudal de la primera porción (vertical) del duodeno, desde la cual se extiende sobre el duodeno descendente y después sobre el mesoduodeno. La inserción omental se refleja donde el duodeno vira en dirección craneal y repite su inserción a lo largo del duodeno descendente hasta que vuelve a la flexura craneal del duodeno en la porta hepatis. Luego regresa a la cara derecha del rumen pasando por el páncreas.

El *omento menor* se origina en la superficie visceral del hígado, entre la porta y la impresión esofágica (fig. 28-22) y pasa a la región del surco reticular, la cara derecha del omaso y desde aquí a lo largo de la curvatura menor

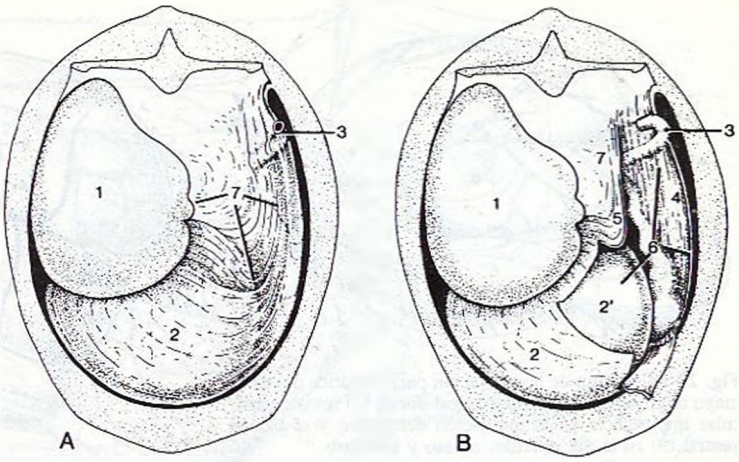


Fig. 28-16. Inserción del omento mayor en el estómago y en la pared dorsal del cuerpo. *A*, vista caudal del omento mayor intacto. *B*, vista caudal del omento mayor abierto para ver la bolsa epiploica.

1, saco dorsal del rumen; 2, saco ventral del rumen cubierta por la pared superficial del omento mayor; 2', saco ventral del rumen que sobresale dentro de la bolsa omental; 3, flexura caudal del duodeno; 4, pared superficial del omento mayor; 5, pared profunda del omento mayor; 6, bolsa omental; 7. receso supraomental.

del abomaso hasta la primera porción del duodeno, que lo devuelve al hígado (fig. 28-5*C*).

Las láminas del omento rodean un espacio, la *bolsa omental*, que se halla separada por completo de la cavidad peritoneal más grande, excepto en el agujero epiploico que está cerca del porta hepatis. La bolsa es una simple hendidura capilar en el animal vivo, pero con fines descriptivos es más fácil considerarla como si estuviese distendida. El esquema (fig. 28-16[6,2']) ofrece una primera impresión de su topografía porque se verá que el saco ventral del rumen sobresale dentro de ella. Las láminas omentales, que corren transversalmente en el abdomen, están aplicadas la una contra la pared abdominal y la otra contra las vísceras (principalmente intestinos) (fig. 28-17[3,4]). Las láminas superficial y profunda se unen hacia caudal y de esta manera cierran la bolsa detrás (fig. 28-16*A*). El omaso, abomaso y omento menor proveen la mayor parte de la pared craneal de la bolsa. La entrada de la cavidad de la bolsa, agujero epiploico, está en situación dorsocraneal entre el hígado y el duodeno o, con mayor exactitud, entre la vena cava caudal por dorsal y la vena porta por ventral.

El omento mayor es un importante reservorio de grasa, la cual se deposita primero a lo largo de los pequeños vasos que se ramifican y anastomosan entre las capas peritoneales; por lo general existe tanta grasa que todo el omento es grueso y opaco. La pared superficial cubre como una cortina el saco ventral del rumen e impide verlo al abrir la parte inferior del flanco izquierdo y las paredes superficial y profunda cubren los órganos que están a ventral del duodeno contra el flanco derecho (fig. 28-5*A*, *C*). Los intestinos se hallan encerrados en el espacio que está encima de la bolsa y a la derecha del rumen, que se conoce como receso supraomental; este receso está libremente abierto por detrás y a menudo entra en él el útero grávido (figs. 28-16[7] y 28-17[11]).

Inervación y vascularización

Los principales nervios gástricos, eferentes y aferentes parasimpáticos, corren en los troncos formados a lo largo del esófago por el reagrupamiento de las fibras vagales (fig. 27-3[19,

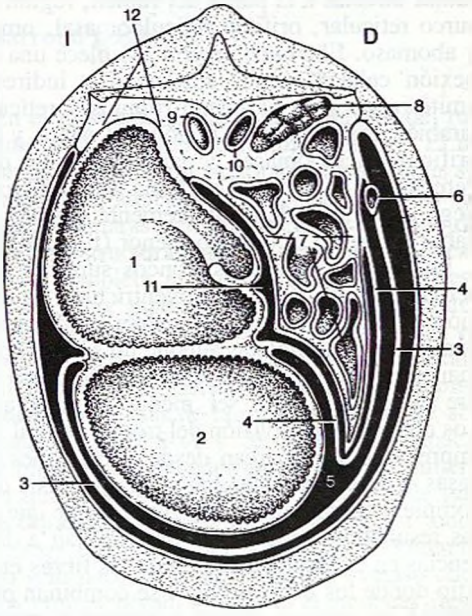


Fig. 28-17. Corte transversal esquemático de la cavidad abdominal que muestra la disposición del omento mayor.

1, saco dorsal del rumen; 2, saco ventral del rumen; 3, pared superficial del omento mayor; 4, pared profunda del omento mayor; 5, bolsa omental; 6, duodeno descendente; 7, masa intestinal; 8, riñón derecho; 9, aorta; 10, vena cava caudal; 11, receso supraomental; 12, inserción retroperitoneal del rumen.

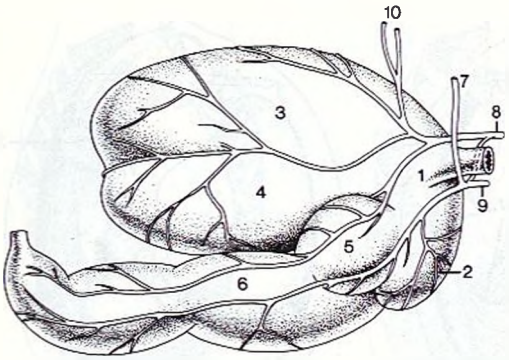


Fig. 28-18. Patrón de la inervación parasimpática del estómago del rumiante. El tronco vagal dorsal (8) reviste particular importancia en la inervación del rumen y el tronco ventral (9) en la del retículo, omaso y abomaso.

1, cardias; 2, retículo; 3, 4, sacos dorsal y ventral del rumen; 5, omaso; 6, abomaso; 7, rama del tronco vagal ventral para el hígado y píloro; 8, tronco vagal dorsal; 9, tronco vagal ventral; 10, ramas para el ganglio celiacomesentérico. (Rediseñado de Christ, 1930.)

20]). Los nervios simpáticos que llegan al estómago con los plexos periarteriales cumplen una función secundaria.

El *tronco vagal dorsal* tiene extensas conexiones con el plexo celíaco, pero también envía ramas directas a la pared del rumen, región del surco reticular, orificio reticuloomasal, omaso y abomaso. El *tronco ventral* establece una conexión celíaca menos sustancial e indirecta; emite ramas para el atrium ruminis y retículo, también incluyendo la región del surco y del orificio reticuloomasal, y para el omaso y cara derecha del abomaso. Una rama larga adicional llega al píloro independientemente después de haber recorrido el omento menor (fig. 28-18).

La sección de ambos troncos suprime toda actividad motora en el proventrículo. La sección del tronco dorsal solamente produce una parálisis casi completa, aunque no siempre permanente, del rumen, en tanto que el efecto sobre el retículo suele ser menos pronunciado. Los efectos de la división del tronco ventral son imprevisibles y abarcan desde alteraciones escasas o no discernibles hasta una parálisis casi completa del proventrículo. Se presume que estos resultados inconstantes obedecerían a diferencias en el reagrupamiento de las fibras en el sitio donde los nervios vagos se combinan para formar los troncos dorsal y ventral y porque después parte de estas funciones son asumidas por neuronas de asociación de la pared estomacal.

Las contracciones del abomaso disminuyen mucho tras la sección bilateral de los vagos pero no se interrumpen del todo, tal vez porque existe algún control intrínseco en el plexo nervioso submucoso en la pared de esta cámara solamente. La división de los nervios esplácnicos sólo ocasiona una ligera alteración de los movimientos gástricos. Clínicamente pueden ocurrir perturbaciones de la función del estómago por compromiso de los nervios vagos en cualquier parte de su recorrido desde el tallo encefálico; las causas más comunes son infecciones mediastinales y reticulitis traumática.

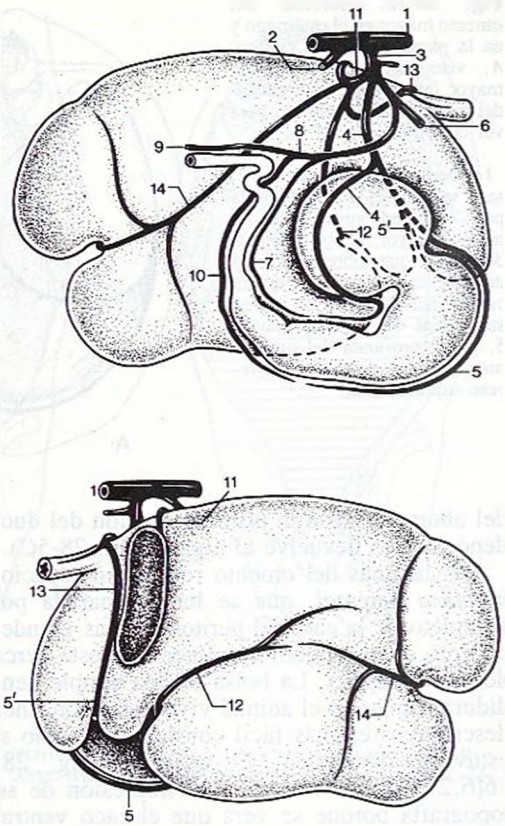


Fig. 28-19. Arterias del estómago del rumiante.

1, aorta; 2, a. mesentérica craneal; 3, a. celíaca; 4, a. gástrica izquierda; 5, a. gastroepiploica izquierda; 5', a. reticular accesoria; 6, a. hepática; 7, a. gástrica derecha; 8, a. gastroduodenal; 9, a. pancreaticoduodenal craneal; 10, a. gastroepiploica derecha; 11, a. esplénica; 12, a. ruminal izquierda (a menudo rama de la gástrica izquierda); 13, a. reticular; 14, a. ruminal derecha. (Gentileza del doctor James E. Smallwood.)

El estómago es irrigado por varias ramas de la *arteria celíaca* (fig. 28-19[3]). La gran arteria ruminal derecha (fig. 28-19[14]) corre en dirección caudal en el surco longitudinal derecho y continúa por el surco izquierdo pasando entre los sacos ciegos dorsal y ventral. Irriga la mayor parte de la pared del rumen y termina anastomosándose con la arteria ruminal izquierda (fig. 28-19[12]), que sigue el surco

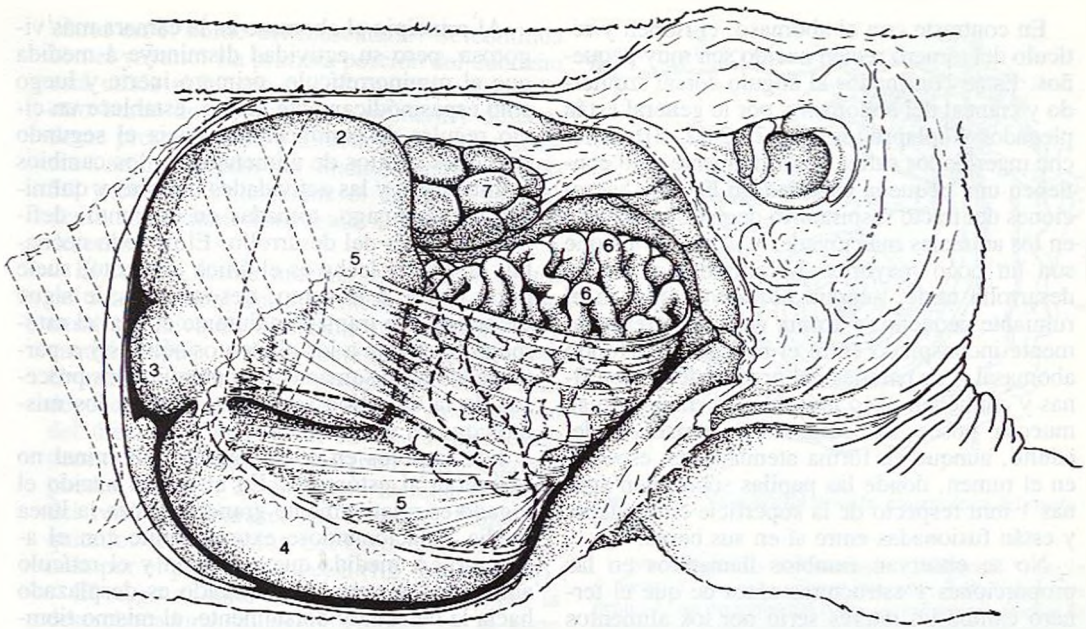


Fig. 28-20. Topografía de los órganos abdominales de un ternero recién nacido, vista lateral izquierda. Se han retirado la pared abdominal izquierda y el miembro pelviano izquierdo.

1, acetábulo izquierdo; 2, rumen; 3, retículo; 4, abomaso; 5, omento mayor; 6, intestino delgado; 7, riñón izquierdo; 8, bazo.

craneal (entre el atrium y el saco ventral) para nutrir las partes adyacentes del rumen y el retículo. Este último órgano también recibe una rama directa (fig. 28-19[13]) del tronco original. El omaso y el abomaso son irrigados por las arterias gástrica izquierda y gastroepiploica izquierda (fig. 28-19[4, 5]) que siguen sus curvaturas; finalmente estas arterias se unen con ramas del mismo nombre de la arteria hepática que descienden sobre la parte craneal del duodeno (fig. 28-19[7, 10]).

Las *venas* son en su mayoría satélites de las arterias. La vena ruminal izquierda se une con las venas emisarias del retículo, omaso y abomaso, la derecha con las venas provenientes del bazo y su unión produce una tributaria importante (vena esplénica) que da origen a la vena porta.

Sobre el estómago existen muchos *nódulos linfáticos* pequeños dispersos, en particular en los surcos ruminales y sobre las curvaturas omasales y abomasales. La linfa proveniente del proventrículo, luego de su pasaje seriado por estos nódulos periféricos, pasa a una cantidad de grandes nódulos atriales situados entre el cardias y el omaso y desde allí hasta la raíz visceral de la cisterna del quilo. Los nódulos dispuestos a lo largo de las curvaturas del abomaso envían sus vasos eferentes a los nódulos linfáticos del hígado.

Desarrollo posnatal

En el momento de nacer el estómago del rumiante está preparado para digerir leche. El abomaso predomina y es notable no sólo por su tamaño, que supera la capacidad conjunta de las otras cámaras, sino también por el grado de madurez estructural que ha alcanzado. Su extensión completa se aprecia directamente después de haber ingerido una comida abundante. En estos momentos, en efecto, el abomaso va desde el hígado y el diafragma hasta la entrada de la pelvis, de un flanco al otro y desde el piso hasta bastante más de la mitad superior del abdomen (figs. 28-15*A* y 28-20[4]). Su capacidad bien podría exceder en un 60% la dimensión que tiene en el adulto. Es inevitable que este órgano tan grande incida sobre casi todos los otros elementos del contenido abdominal, pero sólo hace falta mencionar el extenso contacto con el hígado, que en el neonato llega mucho más allá del plano mediano. Al principio la mucosa abomasal no es del todo madura y transcurren algunos días hasta que las glándulas fúndicas entran en plena actividad; es probable que esto sea una previsión para permitir la absorción de los anticuerpos inalterados del calostro en las primeras 24 horas de la vida extrauterina.

En contraste con el abomaso, el rumen y retículo del ternero recién nacido son muy pequeños. Están confinados al ángulo dorsal izquierdo y craneal del abdomen y por lo general están plegados y colapsados (fig. 28-20[2, 3]); la leche ingerida los saltea y normalmente sólo contienen una pequeña cantidad de líquido: secreciones del tracto respiratorio deglutidas in utero en los animales más jóvenes y saliva en los que son un poco mayores. El omaso también se desarrolla tarde, aunque no tanto como en el rumiante pequeño, y forma un puente relativamente inconspicuo entre el retículo y el fondo abomasal. Las paredes del proventrículo son finas y contienen poco músculo, mientras que su mucosa posee los rasgos característicos del adulto, aunque en forma atenuada, en especial en el rumen, donde las papilas sobresalen apenas 1 mm respecto de la superficie circundante y están fusionadas entre sí en sus bases.

No se observan cambios llamativos en las proporciones y estructuras antes de que el ternero exhiba un interés serio por los alimentos sólidos, por lo general a partir de las dos o tres semanas de edad. En lo sucesivo el abomaso sigue creciendo con lentitud pero de manera incesante mientras que el rumen y el retículo entran en un período de crecimiento espectacular, de modo que suelen haber crecido más que el abomaso hacia las ocho semanas y llegan a duplicar su tamaño a las 12 semanas. Este crecimiento desigual continúa, pero con mayor lentitud, hasta el momento en que se establecen la topografía y las proporciones definitivas. Es difícil especificar esta edad porque intervienen muchos factores variables y, si bien algunos autores afirman que su conformación es virtualmente adulta después de los tres meses, otros creen que esto sólo sucede cerca del final del primer año.

El desarrollo normal depende de la disponibilidad de una dieta normal de forraje sólido, pero existen algunas incertidumbres acerca de los estímulos exactos que intervienen. Antes se pensaba que las características físicas de la dieta eran importantísimas y que el alimento fibroso no sólo estiraba la pared del estómago y estimulaba su crecimiento muscular, sino que también promovía la diferenciación de su mucosa. Con posterioridad se comprobó que muchos rasgos macroscópicos y microscópicos de la mucosa sólo se desarrollan con la exposición a determinados productos finales de la fermentación microbiana, en particular ácido butírico. La exposición a estos estímulos debe persistir cierto tiempo para que el desarrollo siga su curso normal porque el retorno a la dieta láctea exclusiva en un ternero destetado en parte puede ocasionar la detención y a veces hasta la reversión de los procesos de maduración.

Al principio el abomaso es la cámara más vigorosa, pero su actividad disminuye a medida que el ruminorretículo, primero inerte y luego sólo espasmódicamente activo, establece un ciclo regular de contracciones hacia el segundo mes. Los hábitos de alimentación, los cambios estructurales y las actividades motoras y químicas del estómago, tomadas en conjunto, definen tres fases del desarrollo. El período neonatal, en que la leche es el único alimento, suele durar dos o, a lo sumo, tres semanas; le sigue un período de transición durante el cual el estómago se adapta a los alimentos sólidos y a partir de las ocho semanas la anatomía y los procesos de la digestión son prácticamente los mismos que en el adulto.

Los cambios en la topografía abdominal no se limitan al estómago. En el recién nacido el hígado es relativamente grande y cruza la línea media, relacionándose extensamente con el abomaso. A medida que el rumen y el retículo aumentan de tamaño, el hígado es desplazado hacia la derecha y dorsalmente, al mismo tiempo rota de modo que su lóbulo izquierdo queda en posición craneoventral respecto del derecho y fuera del alcance del abomaso. Simultáneamente los intestinos son separados del flanco izquierdo y quedan confinados en el lado derecho; la expansión del saco dorsal del rumen también desplaza el riñón izquierdo hacia el otro lado de la línea media, hasta situarlo por debajo y a caudal del otro riñón (figs. 28-9[9] y 29-10[10]).

INTESTINOS

Los intestinos están casi en su totalidad a la derecha de la línea media, comprimidos principalmente en la parte dorsal del abdomen y en parte debajo de la cubierta costal. Aunque miden hasta 50 metros en los bovinos adultos, su capacidad es relativamente escasa, lo cual concuerda con la eficiencia de la digestión gástrica. La mayoría está contenida en su mesenterio común en el cual están flexionados y arrollados en una disposición compleja que es fácil de seguir en el esquema (fig. 28-21) o en la pieza aislada, pero difícil de desenredar in situ porque el intestino está amontonado y oculto en parte por la grasa.

El *duodeno* se origina debajo de las costillas. Su primera porción se eleva casi verticalmente hacia la superficie visceral del hígado, contra el cual forma varias asas en rápida sucesión. Luego se encamina hacia la pelvis como duodeno descendente, pero vira cuando está casi a nivel de la tuberosidad coxal. Luego la parte ascendente retorna hacia el hígado, pasando a la izquierda de la arteria mesentérica craneal para

entrar en el borde del mesenterio. Se continúa con el yeyuno. La primera porción del duodeno está unida al hígado por el omento menor. El otro borde de las porciones primera y descendente presta inserción directa o a cierta distancia a ambas paredes del omento mayor (fig. 28-5C y 28-16). Únicamente el duodeno descendente se ve inmediatamente al abrir el flanco derecho.

El *yeyuno* forma muchas asas cortas dentro del margen libre del mesenterio. Su curso general las lleva en dirección ventral primero y caudal después, y finalmente hacia dorsal hacia el intestino grueso. La posición de estas asas depende de la plenitud del rumen y del tamaño del útero; por lo general en su mayoría están dentro del receso supraomental, pero algunas pueden emerger de éste para insinuarse detrás del rumen y aparecer así contra el flanco izquierdo. La extensión del corto *íleon* es definida por el pliegue ileocecal (fig. 28-21(4, 6]).

El *ciego* se halla delimitado del colon por la desembocadura del íleon. Aunque es la parte más ancha del intestino, casi no presenta particularidades. Su punta ciega redondeada sobresale en dirección caudal desde el receso supraomental y flota a lo alto cuando está llena de gas, pero desciende cuando su contenido es más pesado.

El *colon* se halla dividido en las partes ascendente, transversa y descendente usuales. La primera de ellas está arrollada de manera muy intrincada. Al dejar el ciego, forma una flexura sigmoidea aplanada (fig. 28-21[7]) antes de estrecharse y virar en dirección ventral para describir una doble espiral que se inserta en el lado izquierdo del mesenterio. A dos vueltas centrípetas les siguen dos vueltas centrífugas (fig. 28-21[8, 9]) que vuelven a situar el colon en la periferia del mesenterio, donde se continúa con un asa distal que lo lleva primero hacia la pelvis y luego lo aleja de ella (fig. 28-21[10]). Más allá de esto se continúa con el corto colon transverso (fig. 28-21[11]) que cruza la línea media delante de la arteria mesentérica y pasa directamente al colon descendente. Esta parte corre hacia la entrada de la pelvis dentro de un mesenterio engrosado por grasa que se halla fusionado con las partes vecinas del intestino. El meso del colon descendente es corto al principio, pero se alarga delante del sacro, donde el colon forma una flexura sigmoidea antes de continuarse como recto. Esta laxitud permite que la mano del veterinario haga la exploración rectal con considerable amplitud. El recto se describe junto con las vísceras pelvianas.

El colon ascendente de los bovinos presenta 1,5 a 2 vueltas centrípetas y la misma cantidad de vueltas centrífugas; en los rumiantes pequeños existen tres a cuatro vueltas en cada dirección. Una diferencia más significativa está en el aspecto de rosario de cuentas de las vueltas centrífugas de los pequeños rumiantes, cuyo contenido ya se ha segmentado en las bolitas estercóreas tan características. Después de la serie lineal de estas bolitas de estiércol en el colon ascendente aparece una aglomeración de ellas en una columna más gruesa en el colon descendente y recto, que son más anchos.

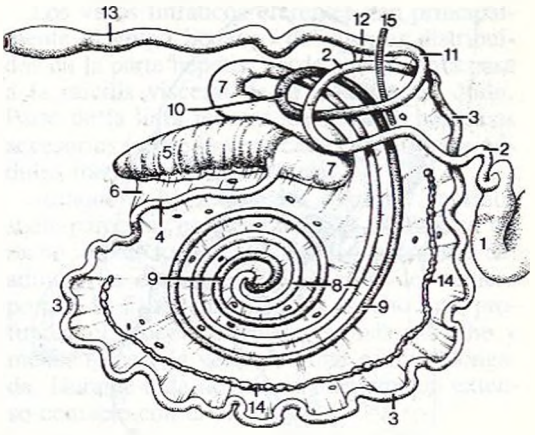


Fig. 28-21. Vista lateral derecha esquemática del tracto intestinal.

1, porción pilórica del abomaso; 2, duodeno; 3, yeyuno; 4, íleon; 5, ciego; 6, pliegue ileocecal; 7-10, colon ascendente; 7, asa proximal del colon ascendente; 8, vueltas centrípetas del colon espiral; 9, vueltas centrífugas del colon espiral; 10, asa distal del colon ascendente; 11, colon transverso; 12, colon descendente; 13, recto; 14, nódulos linfáticos yeyunales; 15, arteria mesentérica craneal.

Pocos rasgos del *interior* de los intestinos merecen comentario. En los bovinos el conducto pancreático accesorio desemboca en un sitio muy distal de la rama descendente del duodeno y el conducto biliar lo hace en un sito más proximal, donde el duodeno está aplicado contra el hígado. En los rumiantes pequeños está presente el conducto pancreático principal. El íleon sobresale dentro del ciego, de modo que existe una pequeña rampa en torno del orificio ileal. En toda la mucosa hay abundante tejido linfoide, en especial en el intestino delgado, donde ocurren nodulillos solitarios y aglomerados. Los nodulillos aglomerados pueden alcanzar longitudes de 25 cm y se distinguen por su superficie cribiforme irregular. Por lo general una de estas placas se extiende a través del orificio ileal y entra en el intestino grueso.

La mayor parte de los intestinos es irrigada por la *arteria mesentérica craneal*, pero la sangre de la primera parte del duodeno proviene de la arteria celíaca y la del colon descendente de la arteria mesentérica caudal. Las venas intestinales se combinan para formar la vena mesen-

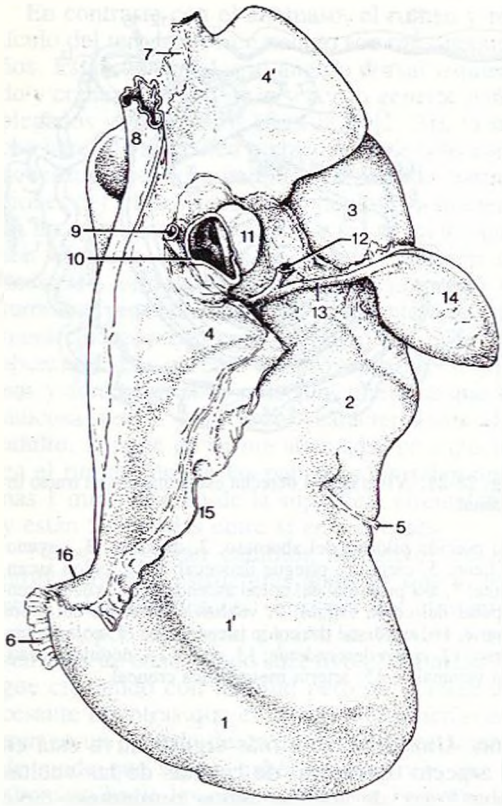


Fig. 28-22. Superficie visceral del hígado.

1, lóbulo izquierdo; 1', impresión omasal; 2, lóbulo cuadrado; 3, lóbulo derecho; 4, 4', procesos papilar y caudado del lóbulo caudado; 5, ligamento redondo; 6, ligamento triangular izquierdo; 7, ligamento triangular derecho; 8, vena cava caudal; 9, arteria hepática; 10, vena porta; 11, nódulo linfático hepático; 12, conducto biliar; 13, conducto cístico; 14, vesícula biliar; 15, omento menor; 16, impresión esofágica.

térica craneal, segunda raíz de la vena porta. En el mesenterio existe gran cantidad de nódulos linfáticos yeyunales, donde forman una cadena más o menos continua de nódulos gigantes dispuestos entre los festones periféricos de intestino delgado y las vueltas, más centrales, del colon espiral (fig. 23-21[14]). La cadena más grande pude llegar a medir un metro de longitud. En los pequeños rumiantes esta cadena de nódulos está sobre la concavidad de la última vuelta centrífuga del colon espiral. Junto al ciego, colon y recto existen otros nódulos pequeños. La corriente eferente de los nódulos mesentéricos pasa a la cisterna del quilo. Los nervios que llegan al intestino acompañando a la arteria mesentérica craneal consisten en fibras simpáticas y vagales. Los nervios parasimpáticos para la última porción del colon provienen de las raíces sacras.

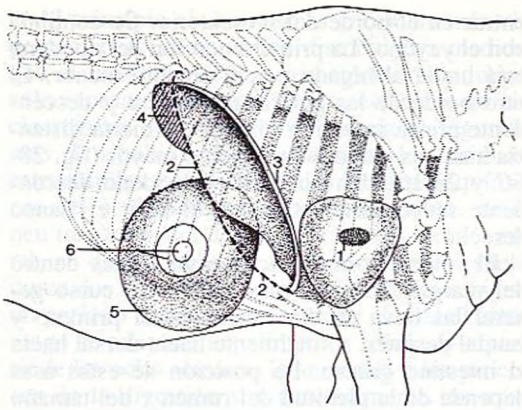


Fig. 28-23. Proyección lateral derecha de ciertos órganos en las costillas.

1, válvula atrioventricular derecha; 2, posición del borde basal del pulmón; 3, prolongación craneal del diafragma e hígado; 4, campo de la percusión hepática; 5, omaso; 6, campo para percutir y auscultar el omaso.

HÍGADO

El hígado del animal adulto está casi con exclusividad en la mitad derecha del abdomen, en relación con la cara caudal del diafragma y cubierto por las costillas (fig. 28-7[9]). Su proyección se extiende entre el tercio ventral del sexto espacio intercostal y la parte superior del último (fig. 28-23[4]). La superficie visceral se halla en relación con el retículo, atrium ruminis, omaso, duodeno, vesícula biliar y páncreas, la mayoría de los cuales imprimen su forma en el órgano viviente; las impresiones persisten en la pieza indurada in situ (fig. 28-22). El grueso borde dorsal se extiende más en dirección caudal y es modelado en parte por el proceso caudado romo, el cual está separado de la masa principal por un receso que corresponde al polo craneal del riñón derecho. El borde medial (originalmente dorsal) sigue la línea media con bastante exactitud y hacia su extremo inferior presenta una impresión (fig. 28-22[16]) que da paso al esófago y debajo de esto hay una pequeña parte que entra en la mitad izquierda del abdomen. La vena cava caudal (fig. 28-22[8]) atraviesa en un túnel este borde del hígado y mientras tanto recibe a sus tributarias hepáticas (fig. 28-7[10]).

El fino borde lateral tiene la fisura que dividía a las "mitades" derecha e izquierda del órgano fetal y en la mayoría de los bovinos adultos esta fisura recibe al ligamento redondo, que es un vestigio de la vena umbilical (fig. 28-22[5]). El vértice en fondo de saco de la vesícula biliar piriforme (fig. 28-22[14]) sobresale más allá del borde lateral del lóbulo derecho y está aplicado

contra el diafragma frente a la parte ventral de las costillas décima o undécima.

El hígado está sujeto en su posición por ciertos ligamentos que lo unen al diafragma y, en particular, por la presión visceral. Su posición puede verificarse por la matidez a la percusión de un área centrada en la parte dorsal de la undécima costilla y undécimo espacio intercostal. El área de percusión es pequeña en relación con el tamaño del órgano y concuerda con el área de contacto directo con la pared corporal (fig. 28-8[10]). Si la extensión de esta área está francamente aumentada esto suele significar un agrandamiento desproporcionado del órgano.

Es necesario señalar la relación entre el hígado y el saco pleural derecho para poder hacer biopsias con un riesgo mínimo (fig. 28-23[2, 4]). Para hacer la punción se prefiere el undécimo espacio intercostal en el plano de la parte inferior de la tuberosidad coxal. El trócar se orienta al encuentro del diafragma y, por ende, del hígado, perpendicularmente para que la punción sea limpia; con este abordaje se evitan los vasos más grandes. El tamaño relativamente más grande del hígado en el ternero joven permite a veces palpar este órgano detrás de la última costilla.

La estructura del hígado no exhibe ningún rasgo importante que sea específico de la especie. El órgano está encerrado en una fuerte cápsula fibrosa, pero las extensiones de ésta dentro del parénquima no delinean lobulillos obvios, a diferencia de lo que sucede en el hígado del cerdo. Los conductos hepáticos se congregan en la región portal para formar un solo conducto desde el cual parte el conducto cístico hacia la vesícula biliar. La continuación de esta unión es el colédoco, que desemboca en el duodeno. Los conductos hepáticos más superficiales se pueden ver a través de la cubierta de tejido hepático, en particular si están engrosados por enfermedad; en muchos países, animales que a todas luces aparentan ser sanos tienen esta manifestación de infestación por fasciolas (distomatosis).

El hígado recibe su sangre de la *arteria hepática* y la *vena porta* que entran en la porta hepatis. La sangre de estas procedencias se mezcla dentro de los sinusoides hepáticos y regresa a la circulación general por las venas hepáticas, que desembocan en la porción de la vena cava caudal incluida en el hígado. Las desembocaduras de las venas hepáticas principales están dispuestas en dos aglomeraciones ampliamente separadas entre ellas; las anastomosis intrahepáticas entre ambos conjuntos proveen una vía colateral en potencia que adquiere importancia cuando el tramo intermedio de la vena cava caudal se obstruye.

Los vasos linfáticos eferentes van principalmente al grupo hepático de *nódulos* distribuidos en la porta hepatis; desde aquí la linfa pasa a la raicilla visceral de la cisterna del quilo. Parte de la linfa recorre los nódulos hepáticos accesorios (sobre la vena cava caudal) y los nódulos mediastinales caudales.

Aunque el hígado de los ovinos y caprinos suele parecerse en general al del bovino, su tamaño impide toda confusión de los órganos del adulto. Se distinguen del hígado del ternero porque la fisura umbilical es mucho más profunda, el proceso caudado es más estrecho y menos romo y la vesícula biliar es más elongada. Durante toda la vida se mantiene un extenso contacto con el abomaso.

PÁNCREAS

El páncreas es una glándula blanda y lobulillada de forma irregular y color amarillo rosado. Se lo consume como manjar con el nombre de mollejas. Con fines descriptivos puede considerarse que consiste en dos lóbulos que se unen en un cuerpo craneal respecto de la vena porta, donde la glándula está adherida al hígado. El lóbulo izquierdo se extiende a través del abdomen, insinuado entre el hígado, el diafragma y los grandes vasos dorsalmente y la masa intestinal y el saco ruminal dorsal ventralmente; por lo tanto, entra en el área retroperitoneal encima del rumen. El lóbulo derecho tiene una cobertura peritoneal más completa y sigue el meso de la porción descendente del duodeno, ventral al riñón derecho y aplicado contra el flanco.

Aunque se desarrolla a partir de un esbozo dorsal y otro ventral, el sistema excretorio suele quedar reducido en los bovinos a un solo conducto accesorio cuando la formación ventral pierde su conexión directa con el intestino. El conducto remanente desemboca en el duodeno descendente unos 20 a 25 cm más allá de la desembocadura del colédoco. Su orificio se encuentra elevado sobre una pequeña papila.

La forma y la topografía del páncreas de los pequeños rumiantes son muy similares a las del bovino. Existe un solo conducto que en estas especies representa el conducto ventral; este conducto desemboca en el duodeno junto con el colédoco, por lo general por medio de un tronco común, rasgo éste que hace que estas especies se presten para hacer estudios experimentales sobre los efectos de la desviación de la bilis hacia el sistema canalicular del páncreas.

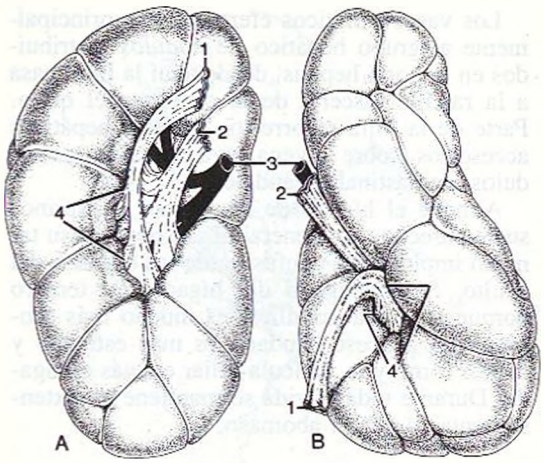


Fig. 28-24. Vista ventral de los riñones derecho (*A*) e izquierdo (*B*) del bovino.

1, uréter; 2, vena renal; 3, arteria renal; 4, seno renal.

RIÑONES Y GLÁNDULAS ADRENALES

Los riñones de los bovinos adultos conservan gran parte de sus lobulaciones fetales y cada uno está dividido por fisuras superficiales en una docena de lóbulos. El riñón derecho tiene una forma elipsoidal aplanada y está en una posición convencional con una inserción retroperitoneal dorsal en la musculatura sublumbar. Su polo craneal asienta en la impresión renal del hígado. El riñón izquierdo es menos regular porque está aplanado en su polo craneal y engrosado en la porción caudal (fig. 28-24). Su posición debajo y detrás de su homólogo es inusual y se debe al crecimiento del rumen (fig. 29-10[10]). Aunque están rodeados por considerables acumulaciones de grasa (cápsula adiposa), la posición de ambos riñones varía según la fase de la respiración y de acuerdo con la presión ejercida por otras vísceras. En el cadáver el riñón derecho suele estar debajo de la última costilla y de las dos o tres primeras apófisis transversas lumbares, mientras que el izquierdo se halla en un nivel más ventral debajo de las vértebras lumbares segunda a cuarta. Por lo tanto, el riñón izquierdo es muy accesible a la exploración rectal, pero no se suele llegar a palpar el riñón derecho. El riñón izquierdo puede retornar al lado izquierdo al ceder la presión, sea mediante ayuno en el animal vivo o tras la evisceración durante la necropsia.

No hace falta describir en detalle las numerosas relaciones del riñón derecho. Comprenden hígado, páncreas, duodeno, colon y, en la mayoría de los animales, la glándula adrenal. Su hilio es ampliamente abierto y tiene una posición ventromedial; el uréter nace en él y cruza

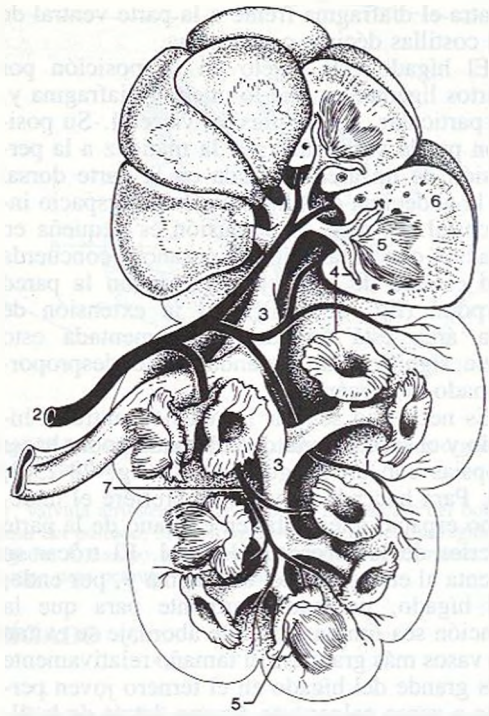


Fig. 28-25. Riñón de bovino disecado para mostrar su interior (semiesquemático).

1, uréter; 2, arteria renal; 3, ramas principales del uréter; 4, cálices; 5, papila renal; 6, corteza renal; 7, arterias interlobulares.

el borde medial para seguir un recorrido retroperitoneal sinuoso debajo del techo abdominal y entrar en la pelvis. El uréter puede palparse por vía rectal, pero por lo general no se lo detecta si no está distendido.

El riñón izquierdo está rotado unos 90 grados sobre el eje de la aorta a los efectos de alcanzar su localización en el adulto; pende en un meso relativamente largo, descansa sobre la masa intestinal y es aplanado por el contacto con el rumen. El uréter izquierdo cruza la cara dorsal del riñón para pasar a la mitad izquierda del abdomen. Su recorrido final es similar al del uréter derecho.

La *estructura* de los riñones del bovino es de tipo multipiramidal (fig. 28-25). Las pirámides medulares separadas están cubiertas por una corteza continua, aunque a primera vista ésta parece estar fragmentada por fisuras que penetran desde su superficie hacia el interior. La corteza (fig. 28-25[6]) está rodeada por una cápsula fuerte que se desprende con facilidad del órgano sano, salvo hacia el hilio, donde se fusiona con la pared del uréter. Las regiones cortical y medular se distinguen en los cortes macroscópicos por el color mucho más claro de

la primera y por los vasos seccionados que marcan su límite mutuo. Los penachos vasculares glomerulares distribuidos por toda la corteza pueden verse a simple vista. El ápice (papila, fig. 28-25[5]) de cada pirámide modular penetra en un cáliz o copa formada por una de las ramas terminales del uréter; finalmente estas ramas se unen para formar dos conductos principales que convergen desde los polos craneal y caudal e iniciar un uréter único. Por lo tanto, no existe ninguna expansión central grande que corresponda a una pelvis renal.

Las *arterias renales* (fig. 28-25[2]) provienen de la aorta y son insólitamente grandes en relación con los órganos a los cuales irrigan. Las *venas renales* desembocan en la vena cava caudal. Los vasos linfáticos, que existen en gran profusión, conducen a los nódulos renales, miembros agrandados de la serie aórtica lumbar (lumboaórtica), y éstos, a su vez, drenan hacia el tronco linfático lumbar (fig. 28-26[4, 4']).

Los *riñones de las ovejas y cabras* son muy distintos a los de los bovinos, pero por su aspecto externo y su estructura interna concuerdan mucho con los del perro (fig. 5-31). Su forma es más regular que en este último, pues están protegidos de las presiones deformantes por gruesas masas de grasa. La almohadilla adiposa hace que el riñón izquierdo sea menos desplazable por el rumen.

Las *glándulas adrenales* están cerca de los riñones. La glándula derecha es piramidal y suele estar aplicada contra el margen medial del extremo craneal del respectivo riñón (fig. 28-8[12]). La izquierda tiene una forma menos regular y una posición menos constante; por lo general está dentro de la grasa perirrenal, unos pocos centímetros más craneal que el riñón izquierdo. La distinción en corteza y médula es muy evidente en los cortes macroscópicos. Las glándulas adrenales, especialmente las cortezas, son relativamente más grandes en los fetos y animales jóvenes.

NÓDULOS LINFÁTICOS DEL TECHO DEL ABDOMEN

Una cantidad de nódulos linfáticos importantes están diseminados en torno de la bifurcación de la aorta y entre sus ramas terminales. La mayoría pertenece al grupo ilíaco medial, que recoge linfa de los miembros pelvianos, paredes pelvianas y vísceras de la pelvis (fig. 28-26[5]). El gran nódulo inguinal profundo (iliofemoral) que está en el ángulo comprendido entre las arterias ilíacas externa e ilíaca circunfleja profunda, recibe linfa de la ubre; cuando está agrandado se lo puede palpar por vía rectal cerca del borde craneal del ilion (fig. 28-26[7]). La corriente eferente forma el tronco lumbar, que corre hacia adelante sobre la aorta para entrar en la cisterna del quilo, gran saco linfático de finas paredes que ocupa el espacio comprendido entre la aorta y la vena cava, cerca del hiato aórtico del diafragma.

Unos pocos nódulos mucho más pequeños (lumboaórticos) dispuestos a lo largo de la musculatura psoas se ocupan del drenaje linfático de las vértebras y músculos vecinos. Los nódulos renales pertenecen a esta serie (fig. 28-26[4,4']).

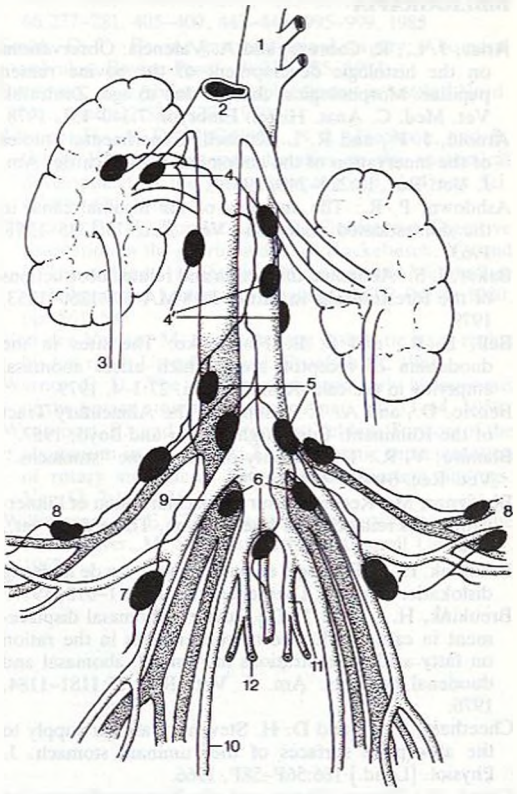


Fig. 28-26. Nódulos linfáticos asociados con la parte caudal de la aorta abdominal y vena cava caudal (vista ventral).

1, aorta; 2, vena cava caudal; 3, uréter; 4, nódulos linfáticos renales; 4', nódulos linfáticos aórticos lumbares; 5, nódulos linfáticos ilíacos mediales; 6, nódulos linfáticos sacros; 7, nódulos linfáticos inguinales profundos; 8, nódulos linfáticos ilíacos laterales; 9, arteria ilíaca externa; 10, arteria ilíaca interna; 11, arteria umbilical; 12, arteria uterina.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, J. L., R. Cabrera, and A. Valencia: Observations on the histologic development of the bovine rumen papillae. Morphological changes due to age. Zentralbl. Vet. Med. C, Anat. Histol. Embryol. 7:140–151, 1978.

Arnold, J. P., and R. L. Kitchell: Experimental studies of the innervation of the abdominal wall of cattle. Am. J. Vet. Res. 18:229–240, 1957.

Ashdown, P. R.: The anatomy of the inguinal canal in the domesticated mammals. Vet. Rec. 75:1345–1351, 1963.

Baker, J. S.: Abomasal impaction and related obstructions of the forestomachs in cattle. JAVMA 175:1250–1253, 1979.

Bell, F. R., and S. E. Holbrooke: The sites in the duodenum of receptor areas which affect abomasal emptying in the calf. Res. Vet. Sci. 27:1–4, 1979.

Benzie, D., and A. T. Phillipson: The Alimentary Tract of the Ruminant. Edinburgh, Oliver and Boyd, 1957.

Blamire, V. R.: The capacity of the bovine "stomachs." Vet. Rec. 64:493–494, 1952.

Blavignac, M.: Recherche sur la vascularisation et l'innervation des reins chez le boeuf. Lyon, Thèse doct. vet., 1964.

Breukink, H. J.: Etiologie en pathogenese van de lebmaag dislokatie. Tijdschr. Diergeneeskd. 102:611–618, 1977.

Breukink, H. J., and T. De Ruyter: Abomasal displacement in cattle: influence of concentrates in the ration on fatty acid concentrations in ruminal, abomasal and duodenal contents. Am. J. Vet. Res. 37:1181–1184, 1976.

Cheetham, S. E., and D. H. Stevens: Vascular supply to the absorptive surfaces of the ruminant stomach. J. Physiol. [Lond.] 186:56P–58P, 1966.

Christ, H.: Nervus Vagus und die Nervengeflechte der Vormägen der Wiederkäuer. Z. Zellforsch. 11:342–374, 1930.

Comline, R. S., L. A. Silver, and D. H. Stevens: Physiological anatomy of the ruminant stomach. *In* Handbook of Physiology, Section 6. Alimentary Canal, Vol. V. Washington, D. C., American Physiological Society, 1968.

Davis, L. E., H. E. Dale, and D. A. Westfall: Effects of ruminal insufflation on venous return in the goat. Am. J. Vet. Res. 25:1166–1174, 1964.

Dietz, O.: Untersuchungen zur Vagusfunktion, zur Vagusbeeinflussung und zu Vagusausfällen am Verdauungsapparat des erwachsenen Rindes. Arch. Exp. Vet. Med. 24:1385–1439, 1970.

Dirksen, G.: Die Erweiterung, Verlagerung und Drehung des Labmagens beim Rind. Berlin, Paul Parey, 1962.

Dougherty, R. W. (ed.): Physiology of Digestion in the Ruminant. London, Butterworths, 1965.

Ehrlein, H. J.: Untersuchungen über die Motorik des Labmagens der Ziege unter besonderer Berücksichtigung des Pylorus. Zentralbl. Vet. Med. A, 17:481–497, 1970.

Ehrlein, H. J., and H. Hill: Motorik und Nahrungstransport des Psalters (Omasum) der Ziege. Zentralbl. Vet. Med. A, 16:573–596, 1969.

Frewein, J.: Der Anteil des Sympathicus and der autonomen Innervation des Rindermagens. Wien. Tierärztl. Monatsschr. 50:398–412, 1963.

Fubini, S. L., N. G. Ducharme, J. P. Murphy, and D. F. Smith: Vagus indigestion syndrome resulting from a liver abscess in dairy cows. JAVMA 186:1297–1300, 1985.

Habel, R. E.: A study of the innervation of the ruminant stomach. Cornell Vet. 46:555–633, 1956.

Habel, R. E.: Applied Veterinary Anatomy, 2nd ed. Ithaca, 1981. [Published by the author.]

Habel, R. E.: Guide to the Dissection of the Domestic Ruminants, 3rd ed. Ithaca, 1983. [Published by the author.]

Habel, R. E., and D. F. Smith: Volvulus of the bovine abomasum and omasum. JAVMA 179:447–455, 1981.

Hall, L. W.: Wright's Veterinary Anaesthesia and Analgesia, 7th ed. London, Baillière Tindall, 1971.

Heath, T.: Origin and distribution of portal blood in the sheep. Am. J. Anat. 122:95–105, 1968.

Henninger, R. W.: Anterior abdominal pain in cattle. Comp. Contin. Ed. 6:S453–S464, 1984.

Hofmann, R. R., and B. Schnorr: Die funktionelle Morphologie des Wiederkäuermagens. Schleimhaut und Versorgungsbahnen. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag, 1982.

Hofmann, R. R.: Zur Topographie und Morphologie des Weiderkäuermagens im Hinblick auf seine Funktion. Zentralbl. Vet. Med., Beiheft 10. Berlin, Paul Parey, 1969.

Hofmann, R. R.: The Ruminant Stomach (Stomach Structure and Feeding Habits of East African Game Ruminants). Vol. 2. East African Monographs in Biology, Kenya, 1973. Lit. Bureau, Nairobi (P.O. Box 30022).

Hofmann, R. R.: Adaptive changes of gastric and intestinal morphology in response to different fibre content in ruminant diets. *In* Fibre in Human and Animal Nutrition. R. Soc. N.Z. Bull. 20:51–58, 1983.

Jaartsveld, W. A. B.: De betekenis van de leverbiopsie voor de diagnostiek van inwendige ziekten bij het rund. Tijdschr. Diergeneeskd. 91:433–443, 1966.

Lagerlöf, N.: Investigations of the topography of the abdominal organs in cattle, and some clinical observations and remarks in connection with the subject. Skand. Vet. 19:1–96, 1929.

Langham, R., and E. T. Hallman: The bovine kidney in health and disease. JAVMA 95:22–32, 1939.

Lauwers, H., L. Ooms, P. Simoens, and N. R. De Vos: The functional structure of the pylorus in the ox. Zentralbl. Vet. Med. C, Anat. Histol. Embryol. 8:56–78, 1979.

McGavin, M. D., and J. L. Morril: Scanning electron microscopy of ruminal papillae in calves fed various amounts and forms of roughage. Am. J. Vet. Res. 37:497–508, 1976.

McGeady, T. A., and W. O. Sack: The development of vagal innervation of the bovine stomach. Am. J. Anat. 121:121–130, 1967.

Mills, J. H. L., and R. G. Christian: Lesions of bovine ruminal tympany. JAVMA 157:947–952, 1970.

Morrison, A. R., and R. E. Habel: A quantitative study of the distribution of vagal nerve endings in the myenteric plexus of the ruminant stomach. J. Comp. Neurol. 122:297–306, 1964.

Osborne, C. A., M. L. Fahning, R. H. Schultz, and V. Pernam: Percutaneous renal biopsy in the cow and horse. JAVMA 153:563–570, 1968.

Pavaux, C.: Atlas en Couleurs d'Anatomie des Bovins: Splanchnologie. Paris, Maloine S. A. Editeur, 1982.

Pearson, H., and P. J. N. Pinsent: Intestinal obstruction in cattle. Vet. Rec. 101:162–166, 1977.

Rebhun, W. C.: Vagus indigestion. JAVMA 176:506–510, 1980.

Reschly, L. J., and H. E. Dale: Effects of ruminal insufflation on the circulatory system of the anesthetized goat. Am. J. Vet. Res. 31:279–289, 1970.

Ruckebusch, Y., and P. Thivend: Digestive Physiology in Ruminants. Westport, Connecticut, AVI Publishing Company, 1980.

Sack, W. O.: Abdominal topography of a cow with left abomasal displacement. Am. J. Vet. Res. 29:1567–1576, 1968.

Sack, W. O.: Das Blutgefässystem des Labmagens von Rind und Ziege. Zentralbl. Vet. Med. C, Anat. Histol. Embryol. 1:27–54, 1972.

Schenk-Saber, B., B. Schnorr, and K. D. Weyrauch: Afferente Nervenendigungen in der Vormagenschleimhaut von Schaf und Ziege. Z. Mikrosk.-Anat. Forsch. 99:773–784, 1985.

Schnorr, B., and B. Vollmerhaus: Das Oberflächenrelief der Pansenschleimhaut bei Rind und Ziege. Zentralbl. Vet. Med. A, 14:93–104, 1967.

Schnorr, B., and B. Vollmerhaus: Das Blutgefässystem des Pansens von Rind und Ziege. IV. Mitteilung zur funktionellen Morphologie der Vormägen der Hauswiederkäuer. Zentralbl. Vet. Med. A, 15:799–828, 1968.

Schreiber, J.: Topographisch-anatomischer Beitrag zur klinischen Untersuchung der Rumpfeingeweide des Rindes. Wien. Tierärztl. Monatsschr. 40:131–144, 1953.

Sellers, A. F., and C. E. Stevens: Motor functions of the ruminant forestomach. Physiol. Rev. 46:634–661.

Sellers, A. F., C. E. Stevens, A. Dobson, and F. D. McLeod: Arterial blood flow to the ruminant stomach. Am. J. Physiol. 207:371–377, 1964.

Smith, D. F.: Bovine intestinal surgery (7 parts). Mod. Vet. Pract. 65:705–710, 853–857, 909–914, 1984; 66:277–281, 405–409, 443–446, 995–999, 1985.

Smith, D. F.: Bovine gastrointestinal surgery: Abomasal volvulus. Bovine Pract. 19:230–235, 1984.

Svendsen, P.: Abomasal displacement in cattle. Nord. Vet. Med. 22:571–577, 1970.

Tamate, H., A. D. McGilliard, N. L. Jacobson, and R. Getty: Effects of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. J. Dairy Sci. 45:408–420, 1962.

Thivend, P., R. Toullec, and P. Guilloteau: Digestive adaptation in the preruminant. *In* Ruckebusch, Y., and P. Thivend (eds.): Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Lancaster, England, MTP Press, 1980, pp. 561–585.

Van der Velden, M. A.: Lebmaag dislokatie naar rechts bij het rund. Utrecht, Acad. Proefschrift, 1981.

Warner, E. D.: The organogenesis and early histogenesis of the bovine stomach. Am. J. Anat. 102:33–64, 1958.

Wensvoort, P., and M. A. van der Velden: Torsion of the abomasum in ruminants: Diagrammatic representation of rotary movements based on postmortem findings. Vet. Q. 2:125–135, 1980.

Williamson, M. E.: The venous and biliary systems of the bovine liver. M. S. Thesis. Ithaca, Cornell University, 1967.

29

Pelvis y órganos reproductores femeninos de los rumiantes

CONDUCTO PELVIANO

Los jalones superficiales del *esqueleto pelviano* se consideran junto con la anatomía superficial de las regiones de la espalda y glútea (p. 742). El techo de la pelvis, formado por el sacro y las primeras vértebras caudales, se estrecha desde adelante hacia atrás. El sacro, que constituye su mayor parte, es un tanto cóncavo a lo largo y esta línea es seguida al principio por las vértebras caudales, que luego viran de pronto en dirección ventral para constituir la cola libre. El sacro se articula con el ala del íleon hacia craneal y el recio cuerpo oblicuo de este hueso forma la parte adyacente de la pared lateral de la pelvis. Más a caudal la mayor parte de la pared lateral es membranosa, aunque la espina isquiática sobresale dorsalmente por encima del acetábulo y la tuberosidad isquiática se levanta desde el piso para estrechar la salida (fig. 29-1). Las dos mitades de la cintura pelviana se unen en una sínfisis que es cartilaginosa en la vaquillona pero después se osifica. El piso está ahuecado de lado a lado y también a lo largo porque la porción isquiática se inclina hacia arriba pronunciadamente hacia la salida (fig. 29-2[8]). En las vaquillonas existe una cresta sobre la parte más craneal de la sínfisis, pero en las vacas mayores esta región está al mismo nivel e incluso deprimida. Las partes laterales del piso son perforadas por los grandes agujeros obturadores, en tanto que el borde caudal está profundamente cortado por la arcada isquiática.

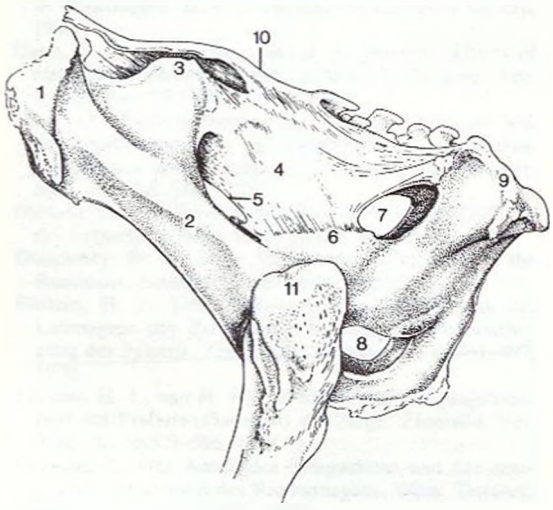


Fig. 29-1. Vista lateral de la pelvis ósea.

1, tuberosidad coxal; 2, cuerpo del ilion; 3, tuberosidad sacra; 4, ligamento sacrociático; 5, agujero ciático mayor; 6, espina isquiática; 7, agujero ciático menor; 8, agujeros obturadores derecho e izquierdo; 9, tuberosidad isquiática; 10, sacro; 11, trocánter mayor.

La parte membranosa de la pared lateral consiste en el *ligamento sacrociático* (fig. 29-2[11]), ancha lámina que se extiende entre el borde lateral del sacro y los bordes dorsales del ilion e isquion. Deja abiertos los agujeros ciáticos mayor y menor. En los bovinos el llamado agujero menor en realidad es, por mucho, el más grande de los dos (fig. 29-1[10]).

La *entrada* de la cavidad pelviana se halla limitada por la línea terminal formada sucesivamente por el promontorio sacro, la línea ileopectínea del ilion y el margen craneal del pubis (fig. 29-3). La oblicuidad de este plano hace que el pecten del pubis esté debajo de la segunda articulación intersacra (fig. 29-2). La entrada es comparativamente estrecha. Los cuerpos ilíacos corren paralelamente al plano mediano, salvo en las vaquillonas y las vacas jóvenes, en las cuales la entrada se estrecha ventralmente.

La *salida* es mucho más estrecha que la entrada. A grandes rasgos es triangular y tiene un

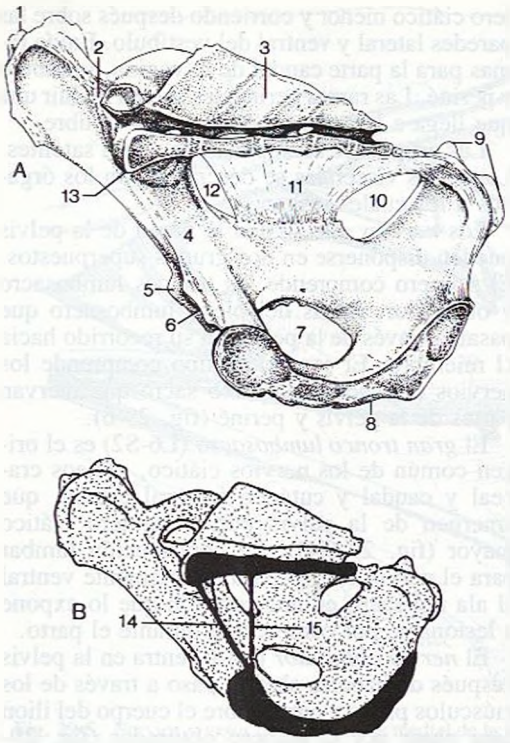


Fig. 29-2. Corte mediano de la pelvis ósea. En *B*, se indican en negro el techo y el piso de la cavidad pelviana. La línea que une el promontorio con el pecten es el diámetro conjugado (14) y la línea vertical entre el pecten y el techo es el diámetro vertical (15).

1, tuberosidad coxal; 2, articulación sacroilíaca; 3, sacro; 4, cuerpo del ilion; 5, borde craneal del acetábulo; 6, pecten pubiano; 7, agujero obturador; 8, sínfisis; 9, tuberosidad isquiática; 10, agujero ciático menor; 11, ligamento sacrociático; 12, agujero ciático mayor; 13, promontorio; 14, diámetro conjugado; 15, diámetro vertical.

vértice dorsal redondeado formado por la tercera vértebra caudal, unas paredes laterales divergentes provistas por los bordes engrosados de los ligamentos sacrociáticos y una base constituida por las tuberosidades sobresalientes y el arco inciso de los isquiones (fig. 29-12).

Las *articulaciones* entre el sacro y la cintura pelviana son de carácter mixto –las articulaciones sinoviales son complementadas por anchas áreas unidas directamente por ligamentos– y se hallan bien adaptadas para transmitir a la columna el empuje procedente de los miembros pelvianos. También existen ligamentos más largos que puentean la brecha que está entre las tuberosidades sacras de los iliones y los márgenes laterales y apófisis espinosas del sacro. Normalmente ocurre poco o nada de movimiento en las articulaciones sacroilíacas; los movimientos pelvianos que se observan durante

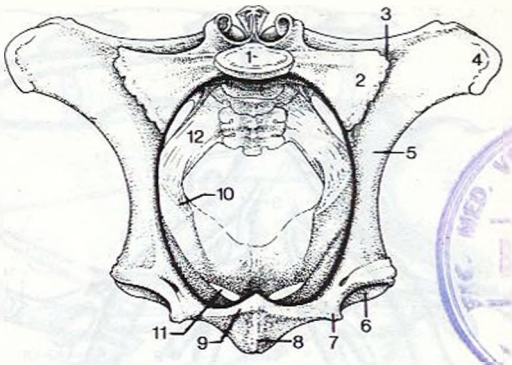


Fig. 29-3. Vista craneal de la pelvis ósea. Se indica la línea terminal (negro).

1, cuerpo de la primera vértebra sacra; 2, ala del sacro; 3, articulación sacroilíaca; 4, tuberosidad coxal; 5, cuerpo del ilion; 6, acetábulo; 7, eminencia iliopubiana; 8, sínfisis; 9, pecten pubiano; 10, espina isquiática; 11, agujero obturador; 12, ligamento sacrociático.

la locomoción común ocurren en la articulación lumbosacra, que es relativamente móvil.

Más adelante (p. 698) se considera la relevancia de la anatomía pelviana para el parto.

Ciertos espacios que están dentro del anillo óseo de la pelvis se hallan aislados de la cavidad pelviana principal por los diafragmas pelviano y urogenital. Se trata de las *fosas isquiorrectales*, dispuestas una a cada lado del ano y vestíbulo. Normalmente están ocupadas por grasa, pero en los animales más viejos y en otros en mal estado general hay poca grasa y las posiciones de las fosas se tornan más obvias por las profundas depresiones de la piel (fig. 29-12[12]).

La cintura pelviana de los rumiantes pequeños es menos robusta que la de la vaca. Los cuerpos ilíacos son relativamente largos y se inclinan a un ángulo menor con sus articulaciones con la columna vertebral. Estos rasgos, combinados con el sacro más corto (sólo hay cuatro vértebras sacras), hacen que el diámetro vertical intersecte las vértebras de la cola.

TOPOGRAFÍA DE LAS PAREDES DE LA PELVIS

La irrigación sanguínea de la pelvis está a cargo de las arterias *sacra mediana* e ilíacas internas (fig. 29-4). La primera de éstas corre debajo del sacro, donde emite los vasos segmentarios que entran en los agujeros sacros ventrales, y luego continúa en la cola como arteria caudal mediana (p. 647) (fig. 26-7[3]).

La *arteria ilíaca interna* no se divide en los troncos visceral y parietal, como en algunas especies, sino que continúa como un vaso único

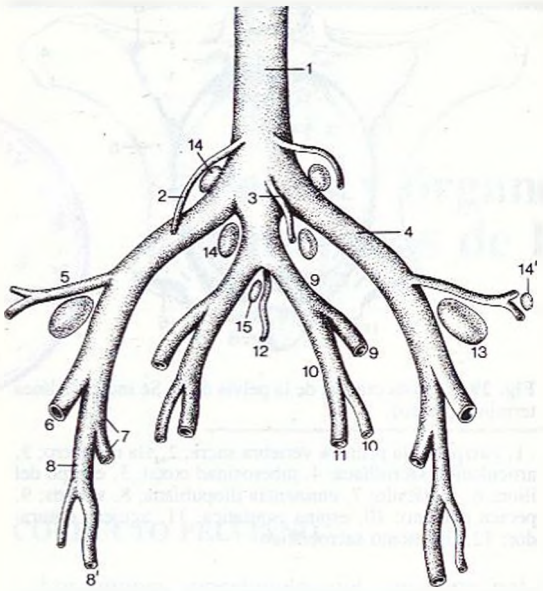


Fig. 29-4. Ramificaciones de la parte caudal de la aorta abdominal.

1, aorta; 2, arteria ovárica; 3, arteria mesentérica caudal; 4, arteria ilíaca externa; 5, arteria ilíaca circunfleja profunda; 6, arteria femoral; 7, arteria femoral profunda; 8, tronco pudendo epigástrico; 8', arteria pudenda externa; 9, arteria ilíaca interna; 10, arteria umbilical; 11, arteria uterina; 12, arteria sacra mediana; 13, nódulo linfático inguinal profundo (iliofemoral); 14, 14', nódulos linfáticos ilíacos medial y lateral; 15, nódulos linfáticos sacros. (Rediseñado de Habel, 1983.)

que emite ramas colaterales para las vísceras y para los músculos glúteos que cubren las paredes de la pelvis.

La arteria cruza la línea terminal cerca de la articulación sacroilíaca y continúa sobre el ilion para llegar a la porción inferior del ligamento sacrociático, donde se divide en las ramas pudenda interna y glútea caudal en la vecindad de la espina isquiática (fig. 29-5[10, 10', 12]). La única rama parietal colateral importante de la ilíaca interna es la *arteria glútea craneal*, que emerge a través del agujero ciático mayor. La *arteria glútea caudal* sale de la pelvis por el agujero ciático menor. La primera rama visceral de la ilíaca interna es la *arteria umbilical*, en la cual se origina la gran arteria uterina que entra en el ligamento ancho (p. 694); más allá de esto, la arteria umbilical, tan importante en el feto, se convierte en un cordón a predominio fibroso que tiene una luz vestigial; corre hasta la vejiga dentro del borde libre del ligamento vesical lateral. La otra rama visceral es la *arteria vaginal* (fig. 29-5[11]) para el tracto reproductor dentro de la pelvis.

La *arteria pudenda interna* sigue el curso del tronco primitivo pasando primero junto al agujero ciático menor y corriendo después sobre las paredes lateral y ventral del vestíbulo. Envía ramas para la parte caudal de la vagina, vestíbulo y periné. Las ramas perineales suelen incluir una que llega a la parte caudodorsal de la ubre.

Las arterias se acompañan de venas satélites. Los vasos viscerales se describen con los órganos a los cuales irrigan.

Los *nervios* que siguen la pared de la pelvis pueden disponerse en dos grupos superpuestos. El primero comprende los troncos lumbosacro y obturador, ramas del plexo lumbosacro que pasan a través de la pelvis en su recorrido hacia el miembro. El segundo grupo comprende los nervios derivados del plexo sacro que inervan partes de la pelvis y periné (fig. 29-6).

El *gran tronco lumbosacro* (L6-S2) es el origen común de los nervios ciático, glúteos craneal y caudal y cutáneo femoral caudal, que emergen de la pelvis por el agujero ciático mayor (fig. 29-6[4]). La contribución lumbar para el nervio ciático pasa directamente ventral al ala del sacro en una relación que lo expone a lesionarse por compresión durante el parto.

El *nervio obturador* (L4-6) entra en la pelvis después de haberse abierto paso a través de los músculos psoas y corre sobre el cuerpo del ilion para pasar por el agujero obturador (fig. 29-5[6]). Se ramifica en los músculos aductores del muslo. La porción pelviana del nervio obturador es vulnerable a las fracturas y a la compresión durante el parto en el sitio donde está aplicado contra el hueso.

El *nervio pudendo* (S2-4) transita sobre la cara interna del ligamento sacrociático, dorsal a la arteria pudenda interna (fig. 29-5[7]). Es principalmente un nervio somático para los músculos voluntarios del ano y vestíbulo y para la piel perineal, pero también envía filetes a la uretra, vagina, vestíbulo y ano. La técnica de bloqueo nervioso que antes requería un conocimiento detallado del curso y ramificaciones del nervio pudendo ha sido desplazada en gran medida por la anestesia epidural baja.

Uno o más *nervios rectales caudales* (S4-5) corren entre el recto y la cara interna del diafragma pelviano (fig. 29-5[8]). Consisten en fibras motoras somáticas destinadas al diafragma pelviano y la musculatura voluntaria del ano, fibras motoras parasimpáticas para el músculo liso del recto y fibras sensitivas para las mucosas anal y vestibular. Las divisiones terminales comparten su territorio con la rama perineal profunda del nervio pudendo.

El llamado *nervio pelviano* (fig. 29-5[9]) tiene las mismas raíces que el pudendo pero consiste en fibras parasimpáticas para las vísceras pelvianas (p. 345). La inervación simpática para las vísceras de la pelvis corre con el *nervio hipogástrico*.

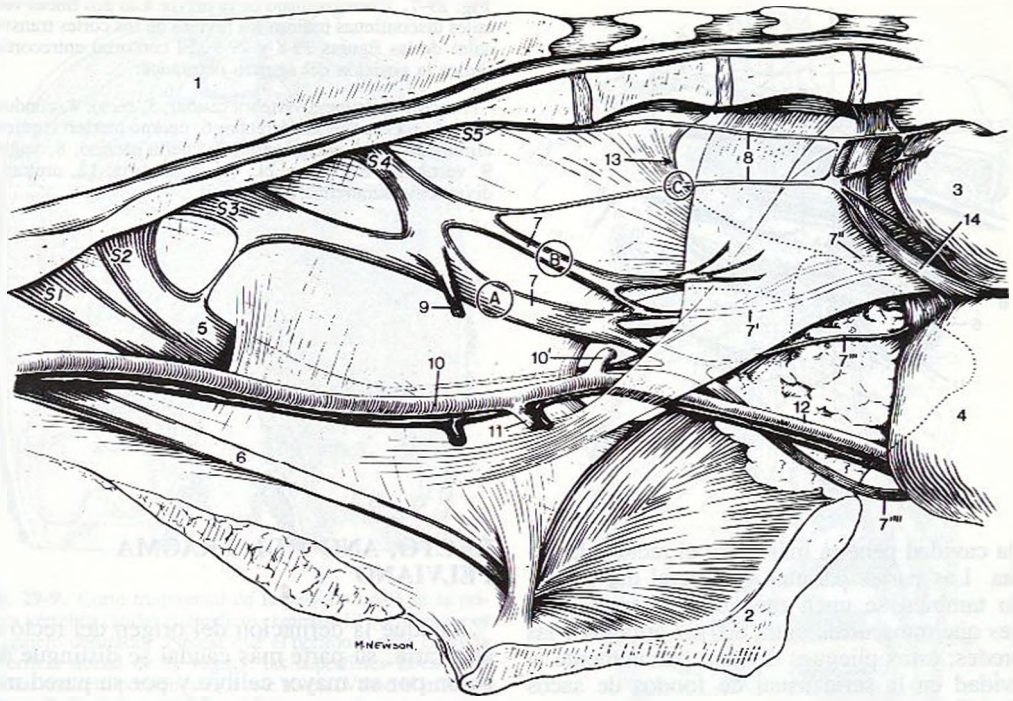


Fig. 29-5. Nervios y vasos de la superficie medial de la pared pelviana. Se puede hacer anestesia local del nervio pudendo inyectando en los sitios A y B; los nervios rectales caudales se pueden anestesiar haciendo una inyección en C.

1, sacro; 2, sínfisis pelviana; 3, recto (reflejado); 4, vagina (reflejada); 5, n. ciático; 6, n. obturador; 7, n. pudendo; 7', rama cutánea distal del n. pudendo; 7'', rama cutánea proximal del n. pudendo; 7''', n. perineal profundo; 7'''', continuación del n. pudendo para el clítoris; 8, nervios rectales caudales; 9, n. pelviano; 10, a. ilíaca interna; 10', a. glútea caudal; 11, a. vaginal; 12, a. pudenda interna; 13, borde caudal del ligamento sacrociático; 14, retractor del clítoris. (Modificado de Habel, 1956.)

TOPOGRAFÍA VISCERAL GENERAL

La topografía general de las vísceras pelvianas puede estudiarse con ayuda de cortes medianos y transversos (figs. 29-7 a 29-9). Por supuesto, ocurren desplazamientos frecuentes de órganos a través del límite entre el abdomen y la pelvis, de manera que no se puede describir ninguna disposición única de las vísceras como patrón normal. La porción del tracto reproductor que está dentro de la pelvis varía mucho porque depende de la edad, el estado actual y los antecedentes de la vaca, pero a corto plazo el órgano menos constante de todos es la vejiga urinaria, porque penetra en dirección craneal a lo largo del piso abdominal cuando está distendida y se retira dentro de la pelvis al descargar su orina. Ciertos órganos abdominales también pueden atravesar la línea terminal. El más común es el vértice del ciego, que muchas veces asienta contra el útero dentro de la entrada de la cavidad pelviana.

La *cavidad peritoneal* llega casi hasta el plano sacrocaudal. La línea de reflexión es curva

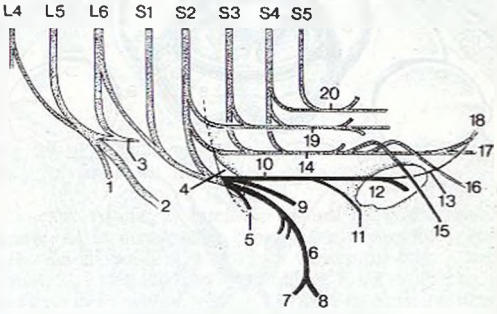


Fig. 29-6. Esquema del plexo lumbosacro formado por las ramas ventrales de los nervios lumbares caudales y sacros. Los nervios más profundos aparecen punteados y los que están fuera de la pelvis ósea aparecen en negro.

1, nervio safeno; 2, n. femoral; 3, n. obturador; 4, agujero ciático mayor; 5, n. glúteo craneal; 6, n. ciático; 7, n. peroneal; 8, n. tibial; 9, n. glúteo caudal; 10, n. cutáneo femoral caudal; 11, rama cutánea de 10; 12, agujero ciático menor; 13, comunicación entre 10 y 18; 14, n. pudendo; 15, 16, ramas cutáneas proximal y distal de 14; 17, n. perineal superficial; 18, n. perineal profundo; 19, nervios pelvianos; 20, n. rectal caudal.

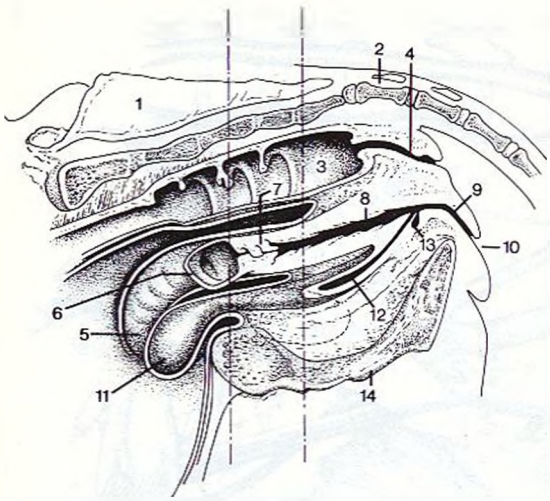


Fig. 29-7. Corte mediano de la pelvis. Las dos líneas verticales discontinuas indican los niveles de los cortes transversales de las figuras 29-8 y 29-9. El contorno entrecortado indica la posición del agujero obturador.

1, sacro; 2, primera vértebra caudal; 3, recto; 4, conducto anal; 5, cuerno uterino derecho; 6, cuerno uterino izquierdo eliminado en su mayor parte; 7, cuello uterino; 8, vagina; 9, vestíbulo; 10, vulva; 11, vejiga urinaria; 12, uretra; 13 divertículo suburetral; 14, sínfisis.

y la cavidad penetra más entre el recto y la vagina. Las partes parietal y visceral del peritoneo también se unen mediante diversos pliegues que transcurren entre ciertos órganos y las paredes; estos pliegues dividen parcialmente la cavidad en la serie usual de fondos de sacos (figs. 5-36 y 29-7).

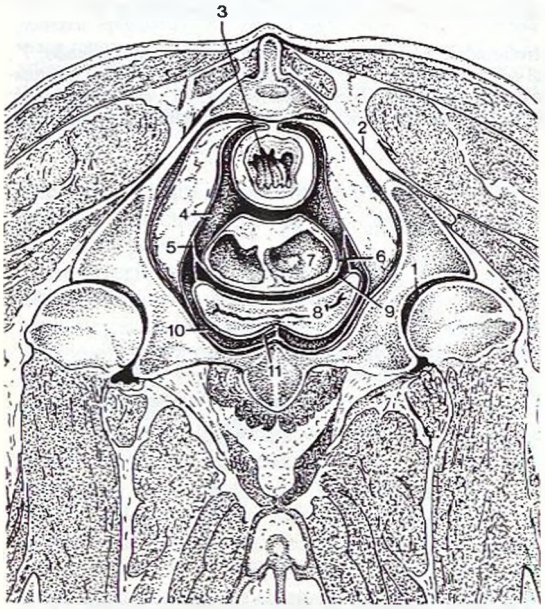


Fig. 29-8. Corte transversal de la pelvis a nivel de la articulación de la cadera (superficie craneal). Nótese la gran cantidad de grasa retroperitoneal en la pelvis. (Véase el nivel de este corte en la fig., 29-7).

1, articulación de la cadera; 2, ligamento sacrociático; 3, recto; 4, fondo de saco rectogenital; 5, ligamento ancho del útero, 6, ligamento lateral de la vejiga; 7, útero seccionado donde los dos cuernos están cerca entre sí; 8, vejiga urinaria; 9, fondo de saco vesicogenital; 10, fondo de saco pubovesical; 11, ligamento mediano de la vejiga.

RECTO, ANO Y DIAFRAGMA PELVIANO

Aunque la definición del origen del recto es arbitraria, su parte más caudal se distingue del colon por su mayor calibre y por su pared más gruesa y más muscular. El interior del recto presenta unos pliegues transversos transitorios; suele estar distendido de heces (fig. 29-11[8]).

El mesenterio del colon descendente se continúa como mesorrecto, que inmediatamente se acorta a sólo 3 cm. Sigue disminuyendo al seguirlo en dirección caudal hasta que desaparece, de modo que el recto entabla amplio contacto con el techo y las paredes de la pelvis (fig. 29-9[4]); una creciente porción de la circunferencia queda denudada de serosa hasta que, por último, la superficie ventral es la única que linda con el *saco rectogenital* (fig. 29-9[5]). La última parte del recto se halla incluida en grasa, la cual, junto con otras masas de las fosas isquiorrectales, provee la almohadilla que permite que el intestino se adapte a distintos grados de plenitud. La íntima conexión con el techo y las paredes de la pelvis dificulta las exploraciones rectales y muchas veces hay que introducir la mano hasta dentro del colon, que es mucho más móvil (fig. 29-10).

Algunos haces (rectococcígeos) del músculo longitudinal de la pared rectal corren dorsales al ano para insertarse en las vértebras caudales, en tanto que otros fascículos más pequeños invaden el cuerpo del periné entre el margen ventral del ano y el vestíbulo.

El *conducto anal* está rodeado por el diafragma pelviano, y la parte posdiafragmática forma una baja eminencia cilíndrica debajo de la piel. La abertura anal es una corta hendidura transversa a través de la cual la piel continúa proveyendo una cubierta epitelial cutánea para el

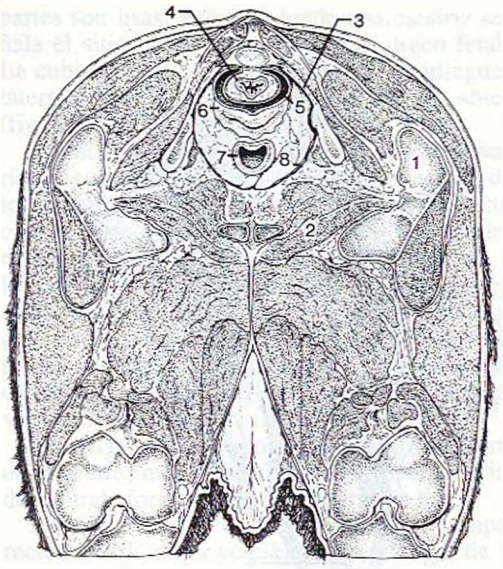


Fig. 29-9. Corte transversal de la pelvis a nivel de la primera vértebra caudal (superficie craneal). El corte pasa por el agujero obturador. Nótese que el peritoneo sólo cubre la superficie dorsal de la vagina; las superficies laterales y ventral son retroperitoneales a este nivel. (Véase el nivel de este corte en la fig. 29-7.)

1, trocánter mayor; 2, agujero obturador; 3, ligamento sacrociático; 4, recto; 5, fondo de saco rectogenital; 6, vagina; 7, cuello de la vejiga; 8, grasa retroperitoneal.

último tramo del conducto. La mayor parte del revestimiento del conducto está moldeada formando una serie de columnas interdigitadas que cierran bien la luz (fig. 29-11[4]).

El *ano* está custodiado por dos esfínteres. El esfínter interno es un simple engrosamiento del músculo circular del intestino, en tanto que el externo, estriado y bajo control voluntario, forma una banda de unos 3 cm de ancho directamente debajo de la piel. Muchos fascículos rodean la luz; unos pocos se insertan en las vértebras caudales y una gran proporción de ellos se continúa dentro del constrictor de la vulva, por lo general después de decusarse en el cuerpo del periné (fig. 29-12[5]).

La *irrigación sanguínea* del recto está principalmente a cargo de la arteria rectal craneal, rama de la mesentérica caudal, que corre dentro del mesorrecto y luego sobre la pared rectal dorsal. El segmento caudal, conducto anal, y la región anal suelen ser irrigados por ramitos procedentes de la arteria rectal caudal, rama indirecta de la arteria vaginal. Las venas rectales craneales conducen a la circulación portal por medio del tronco mesentérico, en tanto que las provenientes de la región anal drenan en el sistema sistémico a través de las venas pudendas internas.

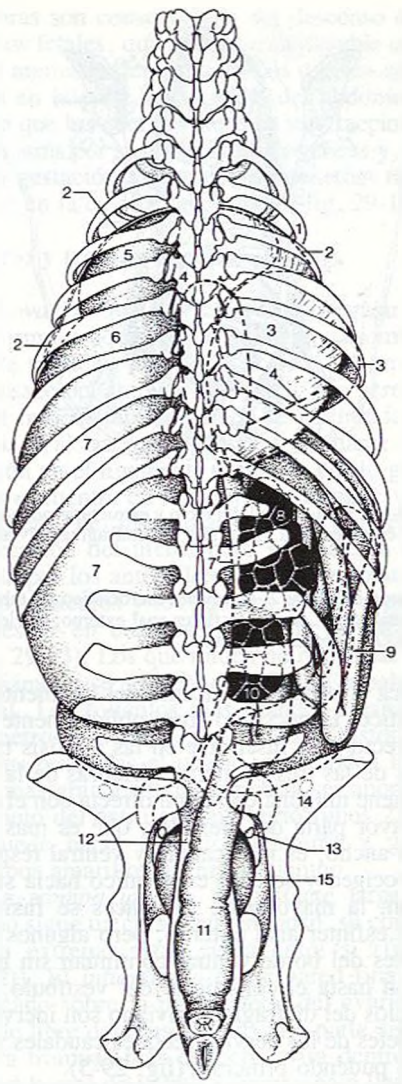


Fig. 29-10. Relación de los principales órganos abdominales y pelvianos con el esqueleto, vista dorsal.

1, sexta costilla; 2, extensión craneal del diafragma; 3, omaso, en su mayor parte cubierto por el hígado; 4, contorno del abomaso; 5, retículo; 6, atrium ruminis; 7, saco dorsal; 7', extensión medial del rumen; 8, riñón derecho; 9, duodeno descendente; ventral a él está la masa intestinal; 10, riñón izquierdo; 11, recto; 12, útero; 13, ovario; 14, nódulo linfático ilíaco lateral; 15, vejiga urinaria.

El *diafragma pelviano* consiste en dos partes que se aproximan entre sí con tanta oblicuidad que son casi paralelas. Cada mitad contiene dos músculos estriados, el coccígeo y el elevador del ano, interpuestos entre unas láminas fasciales interna y externa (figs. 29-11[7, 6] y 29-12[3, 4]).

Estos músculos estriados comparten un origen común en la cara medial de la espina is-

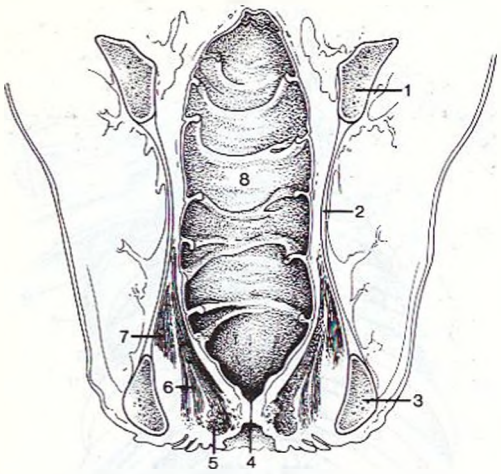


Fig. 29-11. Corte dorsal del recto y estructuras adyacentes. Nótese en especial la topografía del diafragma pelviano (6, 7).

1, cuerpo del ilion; 2, ligamento sacrociático; 3, tuberosidad isquiática; 4, ano; 5, esfínter anal externo; 6, elevador del ano; 7, coccígeo; 8, recto.

quiática y la parte adyacente del ligamento sacrociático. El coccígeo corre oblicuamente junto al recto para insertarse en las apófisis transversas de las tres primeras vértebras de la cola y no tiene ninguna conexión directa con el ano. La mayor parte del elevador, que es más fino y más ancho, es más caudal y ventral respecto del coccígeo y se abre en abanico hacia su inserción; la mayoría de sus haces se fusionan con el esfínter anal externo, pero algunos procedentes del borde ventral continúan sin interrupción hasta el constrictor del vestíbulo. Los músculos del diafragma pelviano son inervados por filetes de los nervios rectales caudales y del tronco pudendo principal (fig. 29-5).

La fascia es una parte esencial de esta disposición. La hoja interna es continuación directa de la fascia pelviana parietal y se extiende sobre los dos músculos para fusionarse con la fascia visceral del recto, el tabique rectovaginal (continuación profunda del cuerpo del periné) y la fascia que cubre los músculos ventrales de la cola. La hoja externa diverge en la superficie interna del ligamento sacrociático a caudal del origen de los músculos para cubrir el agujero ciático menor y formar la pared medial de la fosa isquiorrectal. Las hojas externas e interna se fusionan entre ellas encima y debajo de los músculos del diafragma. El borde inferior del diafragma pelviano se continúa con el diafragma urogenital que completa el cierre de la abertura pelviana caudal.

Aunque no cabe duda de que los músculos del diafragma pelviano contribuyen a retener las vísceras dentro de la pelvis, no se requiere

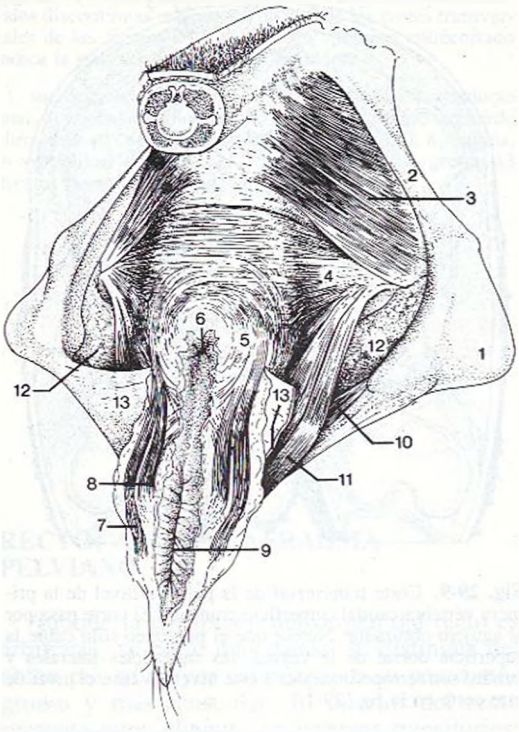


Fig. 29-12. Músculos del periné.

1, tuberosidad isquiática; 2, ligamento sacrociático; 3, coccígeo; 4, elevador del ano; 5, esfínter anal externo; 6, ano; 7, retractor del clítoris; 8, constrictor de la vulva; 9, vulva; 10, diafragma urogenital; 11, grasa en la fosa isquiorrectal; 12, grasa en la fosa isquiorrectal; 13, fascia perineal (eliminada en parte en el lado derecho).

su actividad incesante. Cuando el animal está plácidamente de pie la presión intrapelviana es un poco subatmosférica y toda tendencia hacia el desplazamiento visceral ocurre hacia adentro, alejándose del periné.

VEJIGA Y URETRA

La *vejiga* es piriforme y suele estar confinada dentro de la cavidad pelviana, de modo que sólo si está muy distendida se propaga hacia adelante sobre el piso del abdomen. El cuello está muy en el interior de la pelvis y es la única parte del órgano que no se halla cubierta por peritoneo; en lugar de esto, se inserta en el piso de la pelvis y en la superficie ventral de la vagina mediante tejido adiposo y conectivo laxo (fig. 29-7). La orina que escapa a través de una vejiga rota –trastorno que no es infrecuente, aunque más común en los novillos– pasa a la cavidad peritoneal o infiltra la fascia pelviana, según el sitio del desgarro. Su cuerpo y su vértice descansan sobre un lecho de grasa. Estas

partes son lisas, excepto donde una cicatriz señala el sitio de la conexión con el uraco fetal. La cubierta peritoneal se refleja en los pliegues laterales y ventral que se describieron antes (fig. 29-8[8, 6, 11]).

Es natural que las relaciones de la vejiga varíen según su grado de distensión y el estado de los órganos vecinos. Siempre está en contacto con la parte craneal de la vagina y cuello uterino y muchas veces está debajo del cuerpo y los cuernos del útero. Cuando llega al abdomen toma contacto con el saco ciego caudodorsal del rumen y con los intestinos. La vejiga fetal se fusiona con el uraco (que pasa a través del ombligo); en el ternero joven este órgano todavía es en gran medida intraabdominal.

No existe esfínter interno y la primera parte de la uretra, más craneal que el músculo estriado uretral, forma parte del reservorio.

La *uretra* es estrecha (en especial en comparación con la de la yegua) y corre debajo de la vagina, en la cual se inserta progresivamente a medida que avanza en dirección caudal. Desemboca en el vestíbulo por medio de una hendidura mediana que es compartida por el *divertículo suburetral* (fig. 29-7[13]). Éste es un saco ciego que se extiende en dirección craneal debajo de la última parte de la uretra; es lo suficientemente grande como para recibir la articulación terminal de un dedo y puede causar inconvenientes al intentar la cateterización. La abertura también está resguardada hacia craneal por el pliegue mucoso (himen) que señala el límite entre la vagina y el vestíbulo. El *uretral* o esfínter vesical externo es un músculo estriado que sólo cubre la parte caudal del tubo, que en su parte más craneal está fijado al piso de la pelvis por un ligamento sinfisario corto pero fuerte. Los fascículos craneales del músculo se insertan en un rafe mediano o en el dorso de la uretra, pero más atrás forman una U que se inserta a cada lado de las paredes de la vagina y vestíbulo. Dentro de este esfínter se halla incluido el divertículo suburetral.

La irrigación sanguínea de estos órganos proviene de ramitos vesicales o uretrales de las arterias umbilical y vaginal.

ÓRGANOS DE LA REPRODUCCIÓN

Como la anatomía de los órganos reproductores se modifica mucho según la edad y la actividad fisiológica, la descripción inicial versa sobre el tracto de la vaca madura, que ha tenido cría pero no está grávida. Después se consideran las alteraciones del desarrollo y funcionales más importantes.

Las peculiaridades topográficas principales de los órganos reproductores de los rumiantes hembras son consecuencia del descenso de los ovarios fetales, que es más considerable que en otros animales domésticos. Los ovarios adultos están en la parte más caudal del abdomen, de modo que los cuernos uterinos son traccionados hacia atrás por sus inserciones ováricas y, salvo en la gestación avanzada, no penetran mayormente en la cavidad abdominal (fig. 29-15[1]).

Ovario y trompa uterina

El *ovario* bovino es un cuerpo irregular firme de forma prácticamente ovoide y asombrosamente pequeño (unos 4 × 2,5 × 1,5 cm) para el tamaño del animal. Está unido a la pared corporal inmediatamente antes de la entrada de la pelvis y al tracto reproductor mediante su inclusión en el ligamento ancho, y por lo general se lo encuentra en relación con la parte ventral del cuerpo del ilion, más o menos a nivel de la bifurcación del útero, pero su posición es influida por los antecedentes en la reproducción.

Los folículos y los cuerpos amarillos pueden sobresalir en cualquier parte de su superficie (fig. 29-13). Los que miden no menos de 5 mm de diámetro se pueden identificar a la palpación rectal. Los folículos más grandes alcanzan un diámetro de 2 cm y, por lo tanto, distorsionan en sus cercanías al ovario, pero todos los que son más grandes todavía podría ser anormales. El ciclo del estro es muy corto (unos 21 días) y puede haber folículos maduros y grandes cuerpos amarillos al mismo tiempo.

La *trompa uterina* es bastante larga pero, como sigue un curso muy sinuoso, su comienzo y su extremo están cerca entre sí (fig. 29-16[2]). El *infundíbulo* es de pared fina y está aplicado sobre la parte lateral del ovario en el borde libre del mesosálpinx. La parte siguiente de la trompa, más estrecha, vira dentro de la pared lateral de la bolsa ovárica para llegar a la punta del cuerno uterino; está dividida en la ampolla y el istmo más o menos en una relación de 2:1. La ampolla es algo más ancha que el istmo, pero la diferencia sólo es obvia en determinadas fases del ciclo. La transición de la trompa al cuerno uterino es gradual y se reconoce por un engrosamiento muscular.

Los ovarios de las ovejas y las cabras son similares a los de las vacas, aparte de los cambios funcionales relacionados con la frecuente ocurrencia de gestaciones gemelares y múltiples. La trompa uterina es relativamente muy larga.

Útero

A primera vista el útero del bovino da la impresión de consistir en un cuerpo relativamente largo seguido por dos cuernos afinados y divergentes, cada uno arrollado ventralmente sobre

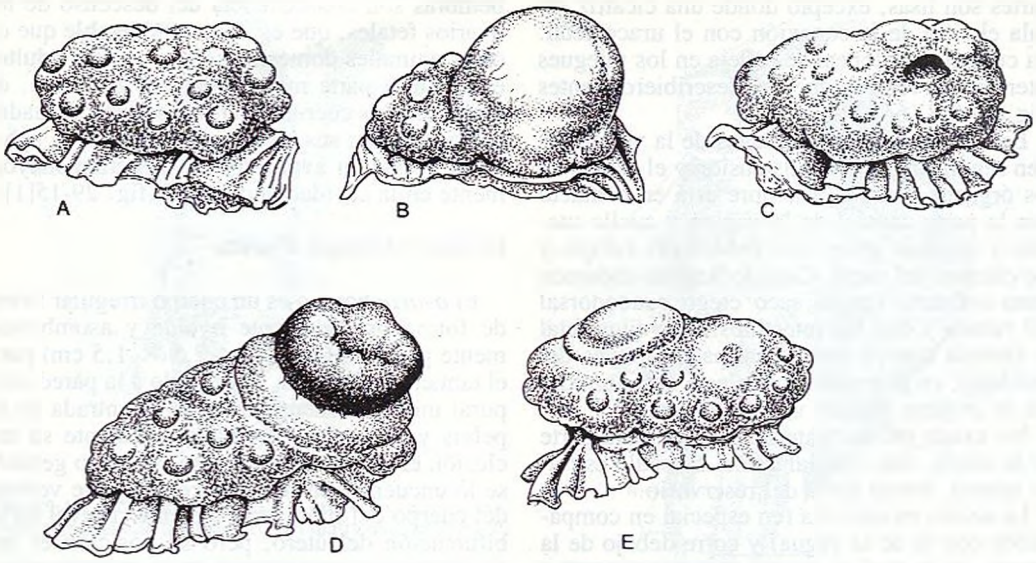


Fig. 29-13. Diversas etapas funcionales del ovario. *A*, ovario con pequeños folículos secundarios. *B*, ovario con un folículo maduro listo para romperse. *C*, ovario con un folículo que se ha roto recientemente; la cicatriz es pequeña y redonda. *D*, ovario con un cuerpo amarillo maduro. *E*, ovario con un cuerpo amarillo en involución.

sí mismo (fig. 29-14), pero esta impresión es errónea porque, en primer lugar, la mayor parte del llamado cuerpo está formada por la fusión incompleta de las partes caudales de los cuernos, que están aplicadas lado a lado, incluidas dentro de envolturas serosas y musculares comunes. La disposición verdadera se identifica por un surco dorsal que se acentúa hacia la bifurcación; por supuesto, esta disposición es muy obvia al corte. En los sitios donde por último los cuernos divergen, los tejidos superficiales tienden un puente en el espacio comprendido entre ellos formando los ligamentos dorsal y ventral (intercornuales) (fig. 29-14[5]) que delimitan un pequeño saco abierto hacia

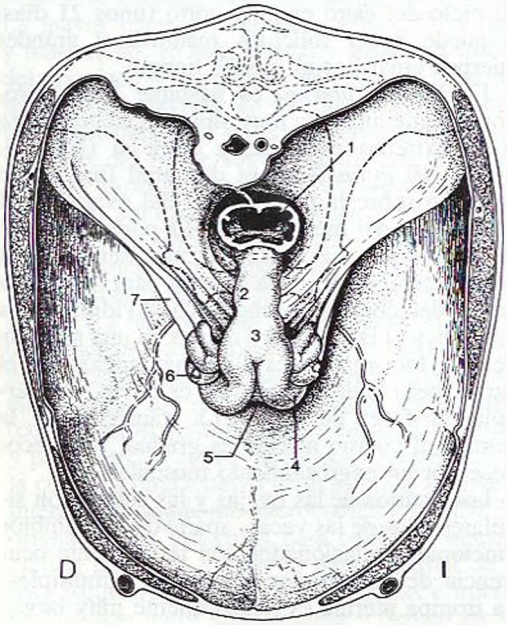


Fig. 29-14. Órganos reproductores femeninos in situ (vista craneal). Las líneas entrecortadas indican la pelvis ósea. El útero está caído dentro de este abdomen eviscerado en gran medida.

1, recto; 2, cuello uterino; 3, cuerpo del útero; 4, cuerno uterino izquierdo; 5, ligamento intercornual; 6, ovario derecho; 7, ligamento ancho.

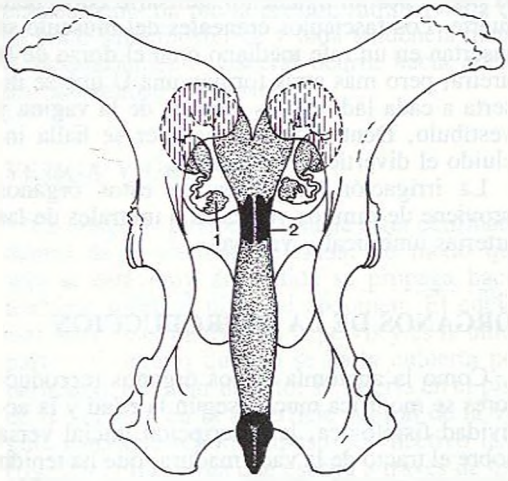


Fig. 29-15. Vista dorsal de la pelvis ósea y sus respectivos órganos reproductores no grávidos. Nótese la posición de los ovarios en relación con el pecten pubiano.

1, ovario; 2, cuello uterino.

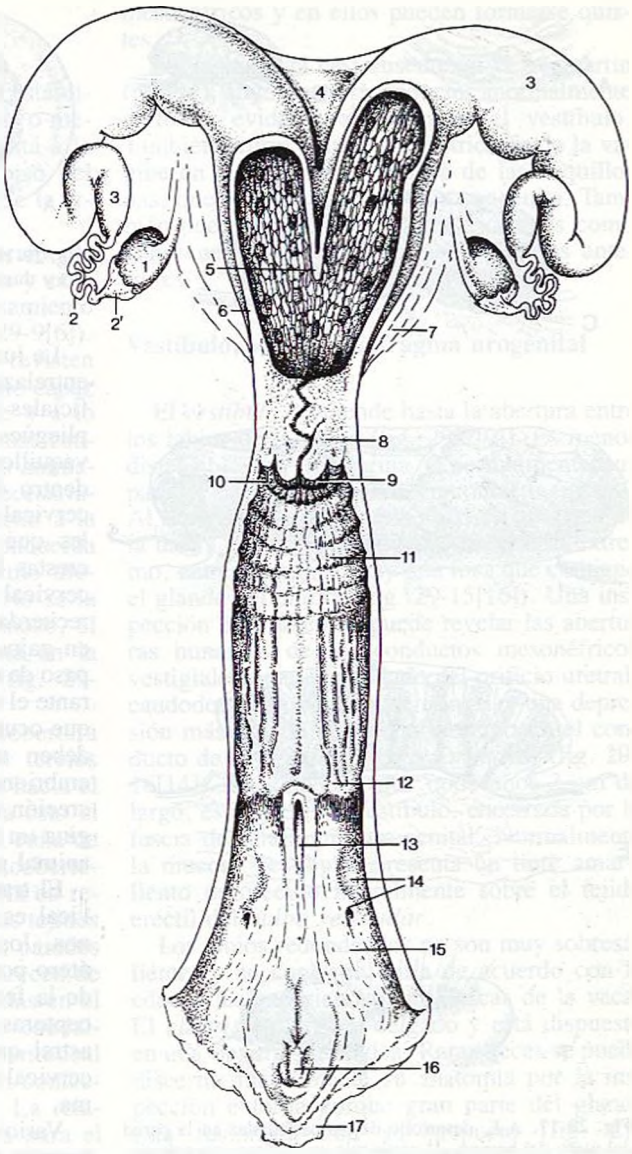


Fig. 29-16. Vista dorsal de los órganos de la reproducción femeninos. Se han abierto el útero, cuello uterino, vagina y vestíbulo.

1, ovario; 2, trompa uterina; 2', infundíbulo; 3, cuerno uterino; 4, ligamento intercornual; 5, pared del útero que divide los dos cuernos; 6, cuerpo del útero con carúnculas; 7, ligamento ancho; 8, cuello uterino; 9, parte vaginal del cuello; 10, fórnix; 11, vagina; 12, posición del ex himen; 13, orificio uretral externo y divertículo suburetral; 14, glándula vestibular mayor y su orificio excretor; 15, vestíbulo; 16, glande del clítoris; 17, labio derecho.

craneal y dispuesto de manera muy conveniente para que el órgano se fije al introducir un dedo durante el examen rectal.

Segundo, el apretado arrollamiento de los *cuernos* no es constante sino que se debe a la estimulación del músculo de la pared uterina y del ligamento ancho. El estímulo se produce manipulando al animal vivo y por este motivo la forma del útero a veces aparenta ser más obvia y su consistencia es más firme al hacer el examen rectal. Este efecto ocurre con mayor seguridad durante el estro y algunos creen que sólo tiene lugar durante este período.

El *cuerpo* verdadero es muy corto (fig. 29-16[6]). El aspecto externo no es informativo y el límite craneal es difícil de establecer mediante inspección o palpación. El límite caudal se reconoce con mayor facilidad por la firmeza del cuello, que sobresale en dirección caudal dentro de la vagina donde está rodeada por un fórnix anular (fig. 29-16[10]). La disposición de estas partes se torna obvia al abrir el órgano, porque entonces se comprueba que cada cuerno mide unos 35 cm, con el tercio caudal incorporado en el seudocuerpo; el cuerpo verdadero apenas mide 3 cm y el cuello unos 8 a 10 cm de largo.

El espesor y el color del endometrio varían según la fase del ciclo. La superficie tiene unos bajos pliegues longitudinales y circulares, pero

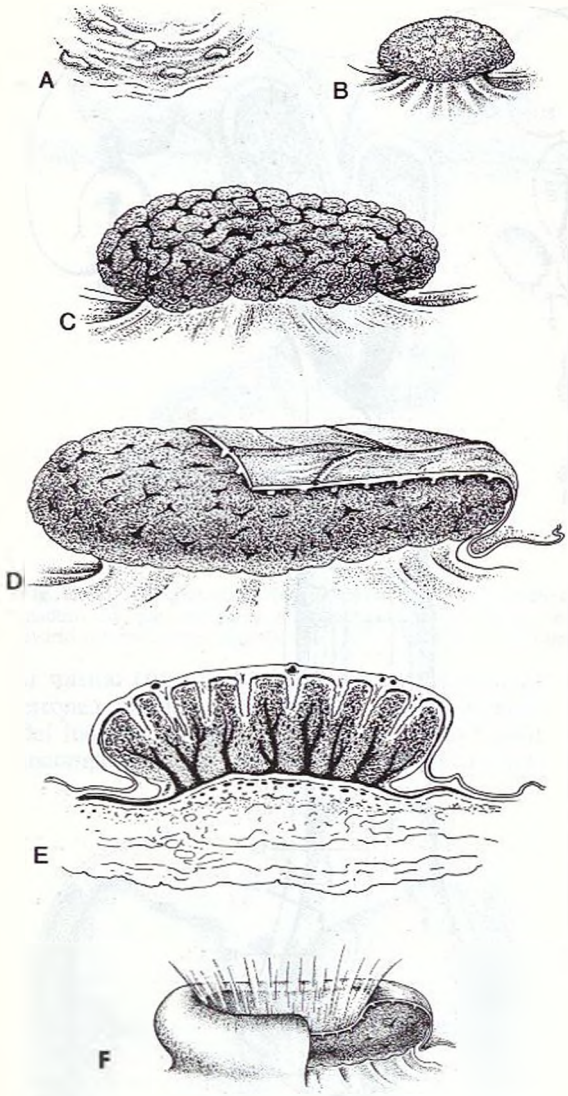


Fig. 29-17. *A-E*, desarrollo de las carúnculas en la pared del útero del bovino. *A*, carúncula en un útero no grávido. *B*, carúncula en un útero gráfico de dos semanas. *C*, carúncula en un útero gráfico de seis meses. *D*, carúncula cerca del término, cubierta en parte por un cotiledón (tejido fetal). *E*, corte de un placentomo. *F*, placentomo de una oveja.

sus rasgos más característicos son las *carúnculas* uterinas, en las cuales se insertan las membranas fetales durante la preñez (fig 29-17). Las carúnculas de la vaca madura pero no grávida miden unos 15 mm de largo cada una y sobresalen bien sobre la superficie circundante. Existen unas 40 dispuestas en cuatro filas más o menos regulares en las partes más anchas de cada cuerno, pero se reducen a una doble línea hacia la punta. La mucosa del cuerpo es más lisa y conduce al cuello a través de la constricción del orificio uterino interno (fig. 29-16).

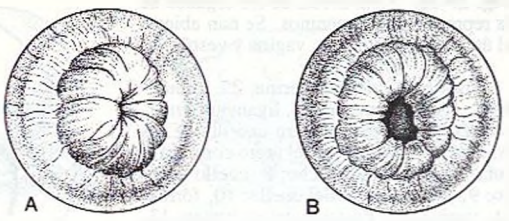


Fig. 29-18. Aspecto del cuello uterino durante la gestación (*A*) y durante el estro (*B*).

La luz del *cuello* (cervix) está cercada por el entrelazamiento de unas prolongaciones superficiales irregulares, restos de los tres o cuatro pliegues circulares que ocluyen el pasaje en la vaquillona. El último de estos anillos sobresale dentro de la vagina (fig. 29-18). La mucosa cervical también tiene unas crestas longitudinales que intersectan los anillos; cuando estas crestas llegan a la abertura externa del canal cervical su divergencia produce un aspecto que recuerda una naranja pelada con su disposición en gajos radiales. El canal cervical permite el paso de un instrumento con mayor facilidad durante el estro y en el parto, pero las dificultades que ocurren en otros momentos pueden y hasta deben superarse para realizar trasplantes de embriones. La mucosa cervical produce una secreción mucosa durante el estro y también origina un tapón de moco que sella el canal en el animal grávido.

El trasplante de embriones por vía endocervical es importante en reproducción de bovinos, los huevos fecundados son lavados del útero por el canal cervical 7 a 10 días después de la fecundación y se trasplantan a vacas receptoras que están en la misma etapa del ciclo astral que la vaca dadora. Superar la barrera cervical en esta etapa no plantea ningún problema.

Varios rasgos distinguen el útero de los rumiantes pequeños, pero revisten escasa importancia práctica. Las superficies libres de las carúnculas uterinas son cóncavas, siendo esta concavidad más evidente en la oveja (fig. 29-17*F*), en la cual el endometrio suele ser pigmentado, aunque en diverso grado y con irregularidad. Ciertas distinciones del cuello uterino son más significativas. Una mayor cantidad de pliegues circulares irregulares sobresalen dentro del canal, densamente agrupados entre sí; el último pliegue, que forma la porción vaginal del cuello, se halla normalmente hundido dentro de un receso en la pared vaginal. En conjunto estos rasgos dificultan mucho la caracterización del útero en la mayoría de las etapas del ciclo y a veces pueden llegar a imposibilitarla.

Vagina

La parte remanente del tracto genital está dividida entre la vagina y el vestíbulo más o menos en una relación de 3:1. El límite está a la entrada de la uretra, que horada el piso del tracto un par de centímetros a craneal de la arcada isquiática (fig. 29-7).

La vagina es un órgano que prácticamente no presenta rasgos dignos de mención y normalmente se halla cerrada por el adosamiento de sus paredes dorsal y ventral (fig. 29-9[6]). Las dimensiones en el estado pasivo revisten escasa significación porque es un órgano capaz de expandirse mucho transversalmente y a lo largo. Es usual encontrar que la parte más caudal está estrechada, en particular en los animales más jóvenes pero no vírgenes necesariamente. La constricción sólo suele afectar a la parte ventral y como su extensión concuerda con la porción caudal en U del músculo uretral, es probable que se deba a esto. No se la debe confundir con el himen membranoso, el cual raras veces es prominente y está en la unión de la vagina y el vestíbulo (fig. 29-16[12]).

Por fuera la vagina presenta una cobertura peritoneal muy incompleta. Los dos tercios craneales de la superficie dorsal miran hacia el saco rectogenital (fig. 29-7). Caudal a esto el recto y la vagina están unidos por una cuña de tejido. La superficie ventral tiene una cobertura peritoneal menos completa y se halla en relación con la vejiga y la uretra y con los tejidos de relleno que rodean esta última. Las paredes laterales de la vagina prácticamente carecen de peritoneo porque primero están incluidas en el espesor del ligamento ancho y más caudalmente comparten la disposición retroperitoneal general (fig. 29-9[6]). En parte toman contacto directo con las paredes pelvianas. La relación con el peritoneo tiene relevancia para el pronóstico de las heridas de la pared vaginal. La cubierta serosa de la región del fórnix provee al cirujano una alternativa para entrar en la cavidad peritoneal. Esta vía se usa con mayor frecuencia para las operaciones en el ovario; se abre la pared dorsal porque ofrece un acceso conveniente al ovario y se evitan los múltiples vasos que están debajo y a los costados de la vagina (p. 695).

Aparte de los rasgos que ya se mencionaron, el interior sólo se distingue por unos bajos pliegues que aparecen cuando el órgano se colapsa. La mayoría de ellos son longitudinales, pero la parte craneal también puede presentar una cantidad de crestas circulares. Debajo de la mucosa del piso, cerca de la unión con el vestíbulo, corren vestigios de los conductos mesonéfricos y en ellos pueden formarse quistes.

La vagina está casi ausente en el freemartin (p. 699), cuyo tracto reproductor anormalmente corto es evidente al examinar el vestíbulo. También ocurre aplasia o constricción de la vagina en la enfermedad blanca de las vaquillonas, que es otra malformación congénita. También pueden ocurrir otras constricciones como consecuencia de traumatismos en partos anteriores.

Vestíbulo, vulva y diafragma urogenital

El *vestíbulo* desciende hasta la abertura entre los labios de la vulva (fig. 29-7[9]). Es menos distensible que la vagina y normalmente sus paredes laterales se hallan en contacto entre sí. Al separarlas se expone la abertura mediana de la uretra en su límite craneal. En el otro extremo, entre los labios, hay una fosa que contiene el glande del clítoris (fig. 29-15[16]). Una inspección más detenida puede revelar las aberturas hundidas de los conductos mesonéfricos vestigiales, una a cada lado del orificio uretral; caudodorsal a cada uno de ellos hay una depresión más grande en la cual desemboca el conducto de la *glándula vestibular mayor* (fig. 29-16[14]). La glándula, que mide unos 3 cm de largo, está lateral al vestíbulo, encerrada por la fascia del diafragma urogenital. Normalmente la mucosa vestibular presenta un tinte amarillento oscurecido lateralmente sobre el tejido eréctil del *bulbo vestibular*.

Los labios redondeados no son muy sobresalientes y su contorno varía de acuerdo con la edad y las experiencias obstétricas de la vaca. El *clítoris* es largo y delgado y está dispuesto en una flexura sigmoidea. Raras veces se puede discernir mayormente su anatomía por la inspección externa porque gran parte del glande está fusionada con su prepucio (fig. 29-16[16]). La vulva del freemartin es muy pequeña y está rodeada por un pelo anormalmente largo.

El vestíbulo penetra en el *diafragma urogenital*, que cierra el hiato comprendido entre el tabique rectovaginal y el borde caudal del piso de la pelvis. La fuerte fascia del diafragma nace en la arcada isquiática y en su parte dorsal gira en torno del vestíbulo, con el cual se fusiona; completa sus inserciones fusionándose con el tabique rectovaginal, el borde ventral del diafragma pelviano y la fascia pelviana parietal. Fija con firmeza el tracto genital y se opone a la tracción anterógrada del útero grávido cuando éste se hunde en el abdomen, así como a la tracción hacia atrás del tracto durante el parto (fig. 29-21).

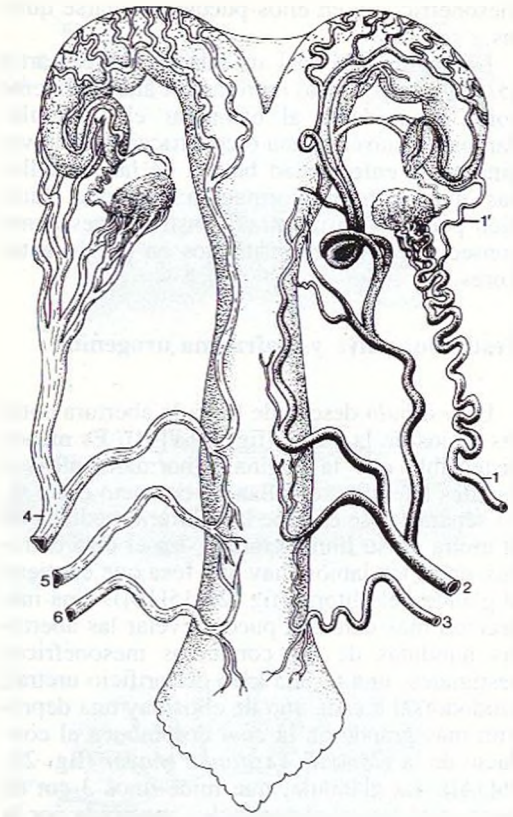


Fig. 29-19. Diseño semiesquemático de la irrigación sanguínea del tracto reproductor del bovino (vaca). Las arterias se representan en el lado derecho y las venas en el izquierdo.

1, arteria ovárica; 1', rama uterina; 2, arteria uterina; 3, arteria vaginal; 4, vena ovárica; 5, vena uterina; 6, vena vaginal.

El *constrictor del vestíbulo* (fig. 29-12[11]) se origina en el margen inferior del elevador del ano y en la decusación muscular entre el ano y la vulva. Corre sobre la pared lateral del vestíbulo, inmediatamente detrás del diafragma. Su tendón pasa debajo del vestíbulo para unirse con su homólogo del otro lado. La contracción estrecha el pasaje genital y levanta una cresta en su piso.

El *constrictor de la vulva* (fig. 29-12[8]) es menos importante. Consiste en varios fascículos débiles que se continúan desde el esfínter anal para terminar insertándose en la piel vulvar y perivulvar. Su contracción hace que la abertura vulvar se abra.

Vascularización e inervación

La *arteria ovárica*, relativamente pequeña, irriga el ovario, la trompa uterina y la parte adyacente del cuerno del útero; su división uterina se anastomosa con ramas craneales de la arteria uterina. La arteria ovárica se distinguen por las extraordinarias circunvoluciones que describe en su pasaje por la parte más craneal del ligamento ancho (fig. 29-19[1]). Este arrollamiento se parece al de la arteria testicular homóloga y su extenso contacto con la vena ovárica plexiforme (fig. 29-20) facilita la transferencia de prostaglandinas de la sangre venosa a la arterial (p. 221).

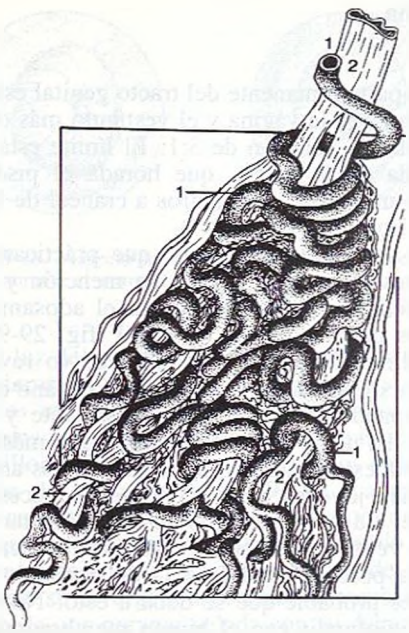


Fig. 29-20. Relación de la arteria ovárica y sus ramas (1) con las de la vena ovárica (2). El entrelazamiento asegura una gran área de contacto.

La *arteria uterina* nace en la ilíaca interna junto con la arteria umbilical (fig. 29-4[11, 10]). Por mucho, es la más grande de las tres arterias genitales y entra en la cavidad pelviana dentro del ligamento ancho. Antes de llegar al útero se divide en las ramas craneal y caudal, a partir de las cuales nacen una media docena de vasos tronculares que irrigan la pared uterina mediante una serie de ramas que corren transversalmente sobre las caras dorsal y ventral del cuerpo y cuernos; las ramas más grandes tienen una posición coincidente con las series de las carúnculas. Esta disposición hace que el borde antimesometrial del útero esté menos irrigado que otras partes de su circunferencia, lo cual reviste gran importancia quirúrgica porque la incisión en esta curvatura prácticamente no produce sangrado. Las ramas más caudales se anastomosan dentro del ligamento ancho con divisiones de la arteria vaginal (fig. 29-12[2,3]).

La *arteria vaginal* abandona la arteria ilíaca interna en la parte caudal de la pelvis y corre primero sobre la superficie dorsolateral de la vagina antes de desviarse hacia adelante sobre la pared vaginal lateral. Se la puede palpar por vía rectal en el animal grávido a este nivel. En su pasaje desprende muchas ramas para los tejidos vaginales y vestibulares, además de otras que irrigan la uretra y la vejiga. La rotura de la pared vaginal –catástrofe relativamente común en vaquillonas que paren por primera vez–puede causar la destrucción de esta arteria y provocar una hemorragia intraperitoneal fatal.

En los tejidos parametriales del ligamento ancho y sobre la cara ventral del útero y la vagina existe un *plexo venoso* muy grande y conspicuo que en este sitio se halla cubierto en parte por la capa externa del músculo uterino. El plexo constituye un rebalse de sangre que puede drenar en varias direcciones (fig. 29-19). El vaso emisario más grande es la vena ovárica (fig. 29-19[4]), que corre en el margen craneal del ligamento ancho; las venas vaginales, por lo general dos a cada lado, le siguen en importancia y van hacia el tronco ilíaco interno; el vaso medio, que acompaña a la arteria uterina, es relativamente insignificante.

El tracto genital es inervado por *nervios* simpáticos y parasimpáticos.

ESTRUCTURAS LINFÁTICAS DE LA PELVIS

Los nódulos linfáticos de la pelvis son bastante pequeños e inconstantes en cuanto a ocurrencia y distribución; la mayor parte de la linfa que se forma en los órganos pelvianos va directamente a los nódulos ilíacos mediales y sacros que están alrededor de la bifurcación de la aorta (fig. 28-26[5, 6)]).

Los nódulos anorrectales y mesentéricos caudales están distribuidos sobre la pared del recto y conducto anal.

En ocasiones existen nódulos hipogástricos y otros pequeños nódulos inconstantes sobre la cara interior del ligamento sacrociático. Los nódulos hipogástricos pueden continuarse con los del grupo ilíaco medial; cuando están aislados, aparentan ser los responsables de recoger linfa de la parte dorsal de las paredes pelvianas, cola, músculos lumbares y glúteos y órganos genitales y urinarios.

Todo el flujo linfático pelviano pasa por el centro ilíaco medial para entrar en el origen del tronco linfático lumbar.

El nódulo inguinal profundo (iliofemoral) (p. 679) recibe linfa de los músculos glúteos y del muslo, de los nódulos mamarios y poplíteo y quizás de los órganos de la reproducción (fig. 29-4[13)].

CRECIMIENTO Y CAMBIOS CÍCLICOS EN LOS ÓRGANOS DE LA REPRODUCCIÓN

Los *órganos reproductores juveniles*, desproporcionadamente pequeños, son blandos al tacto. Los ovarios contienen folículos de distintos tamaños, pero como ninguno de ellos ha madurado no existen cuerpos amarillos. El útero es simétrico, de finas paredes y relajado; su superficie externa es rosada y lisa y su mucosa intensamente rosada, con las carúnculas escasamente elevadas sobre sus alrededores y más evidentes a causa de su palidez. El cuello uterino es blando, sus pliegues son regulares y su conducto es distensible. Los ligamentos anchos son cortos, finos y translúcidos. La vagina es estrecha y en la mayoría de los animales jóvenes los conductos mesonéfricos recorren toda la longitud de la mucosa. Más o menos en 1 de cada 20 terneras el himen persiste como un pliegue prominente. Muchas veces la mucosa vestibular está congestionada.

Antes de la pubertad, el crecimiento de los órganos de la reproducción es isométrico, pero al iniciarse el *ciclo del estro*, como regla cuando la vaquillona tiene 8 a 10 meses, se genera una respuesta a las hormonas ováricas que se producen ahora. Los efectos acumulativos de unos pocos ciclos ocasionan un llamativo aumento de las dimensiones, con diferenciación de las partes componentes de los órganos tubulares. Los cuernos uterinos se tornan más curvos y ahora los ovarios son más firmes y pueden tener cuerpos amarillos.

El folículo maduro sobresale de la superficie del ovario y a partir del décimosexto día del *ciclo* se lo puede identificar en el examen rectal. El tamaño completo (2 cm) se alcanza el décimoctavo día. La rotura del folículo es precedida por una reducción de la presión interna que se reconoce porque a la palpación su pared fluctúa; en ocasiones, luego de la rotura se produce una hemorragia moderada, pero todo coágulo no tarda en ser sustituido por un cuerpo amarillo que sigue creciendo hasta más o menos el decimoquinto día del ciclo (las opiniones sobre esto son contradictorias). Al llegar a su tamaño máximo el cuerpo amarillo es un poco más pequeño que el folículo al cual sustituye. Luego el cuerpo amarillo entra en involución y al cumplirse los 21 días, cuando se produce el estro siguiente, se ha contraído hasta más o menos la tercera parte de su diámetro máximo. Luego sigue achicándose hasta que finalmente desaparece o es sustituido por tejido cicatrizal.

Los cuerpos amarillos de los bovinos exhiben llamativos cambios de color, pues viran del pardo al ocre a medida que maduran y pasan del anaranjado y rojo ladrillo al blanco grisáceo durante la regresión. La nueva tanda de folículos indica su agrandamiento entre los 12 y 14 días del ciclo.

Los cambios cíclicos macroscópicos que experimentan las trompas no son pronunciados, pero sí revisten importancia funcional. La ampolla es perceptiblemente más ancha que el istmo después de la ovulación, cuando la parte distal de la trompa hace las veces de un esfínter que retarda por unos días el pasaje del huevo hacia el útero.

Los cambios cíclicos en el útero (p. 210) empiezan en el proestro y continúan en el metaestro; el endometrio se engruesa por la hiperemia y el edema y muchas veces la remisión de éstos se acompaña de hemorragias locales debajo de la superficie de la mucosa. Parece ser que, al menos en parte, éste sería el origen de la creciente pigmentación de la pared uterina porque el órgano más viejo intacto adquiere un tinte externo grisáceo o amarillento, en tanto que la mucosa suele tornarse parda rojiza. La movilidad del músculo uterino –espontánea y como respuesta a los estímulos externos– es máxima inmediatamente antes del estro y durante éste.

La mucosa cervical presenta una actividad aumentada durante el estro (fig. 29-18*B*) y esta actividad, que después se propaga al epitelio que tapiza la parte craneal de la vagina, produce un moco transparente de baja viscosidad. La secreción cervical y vaginal se emite eventualmente por la vulva y cuando el sangrado del metaestro es considerable el moco se mancha de sangre. Otros cambios endometriales, que comprenden un agrandamiento y mayor complejidad y actividad de las glándulas, culminan más o menos a la semana de la ovulación.

No existe ningún ciclo pronunciado de cornificación del epitelio vaginal.

El ciclo del estro se repite cada 21 días. Los rumiantes pequeños son poliéstricos estacionales (principalmente en otoño y comienzos del invierno); el ciclo dura 16 a 17 días en las ovejas y 20 días en las cabras.

TRACTO REPRODUCTOR DURANTE LA GESTACIÓN

La gestación dura unas 40 semanas (280 días) en los bovinos pero únicamente unos 147 días en las ovejas y 154 días en las cabras. En este tiempo todas las partes del aparato reproductor presentan algunos cambios, pero los más notables ocurren, por supuesto, en el útero, que aumenta su peso 15 veces y hasta 100 veces si se incluye su contenido.

El *ovario* del animal preñado se distingue por la presencia del cuerpo amarillo de gestación, que se puede reconocer por su persistencia después del momento en que el cuerpo periódico del ciclo infértil habría empezado a involucionar. La sobrevida del cuerpo amarillo no se acompaña siempre de la supresión total de toda actividad folicular y, aunque algunas vacas pueden entrar en celo durante la preñez, no se sabe si en ellas ocurre ovulación. El cuerpo amarillo no es necesario para mantener la preñez en los últimos tres meses y normalmente empieza a involucionar más o menos un mes antes del término.

Los cambios progestacionales que experimenta el *endometrio* como parte del ciclo reproductor persisten y se intensifican en presencia de un embrión. Esta respuesta se evidencia hacia los 30 días de la fertilización (p. 201). El blastocisto se radica primero en un cuerno y como la ovulación es más común en el ovario derecho (60%) hay cierta preferencia por este lado. Al poco tiempo las membranas se propagan al otro cuerno pero el embrión y después el feto casi siempre se halla confinado a un solo lado; en consecuencia, casi siempre ocurre una considerable asimetría del útero grávido. En efecto, la creciente desigualdad en el tamaño de los cuernos es uno de los primeros signos clínicamente detectables del estado de preñez en la vaca. El amnios distendido se palpa desde los 30 días y el feto mismo puede palparse a los 70 días más o menos.

Las *carúnculas* del cuerno grávido se agrandan y de unos "botones" bajos y de superficie lisa en la mucosa se convierten en grandes engrosamientos sésiles con una superficie punteada para la recepción de las vellosidades coriónicas (fig. 29-17). Con posterioridad las del cuerno no grávido se agrandan, pero en menor medida. Al llegar al término las carúnculas más grandes tienen el tamaño de un puño cerrado. El estiramiento y agrandamiento no afectan en la misma medida todas las partes del cuerno, y la curvatura menor, sujeta por el ligamento ancho, es la más resistente a la expansión; en consecuencia, el cuerno grávido altera su forma de modo que la curvatura mayor y las partes que la flanquean se alejan de sus inserciones.

Los tejidos que están dentro del ligamento ancho también se hipertrofian y por un tiempo impiden que el útero se hunda en el abdomen, pero hacia el tercer mes el ligamento se estira al máximo y el útero empieza a deslizarse hacia abajo sobre el piso del abdomen (fig. 29-21).

En todo el útero grávido existe un gran aumento del *flujo sanguíneo* al que todas las arterias contribuyen. El cambio más grande se ob-

serva en la arteria uterina del lado grávido, cuyo diámetro aumenta desde pocos milímetros hasta el grosor de un dedo índice. La arteria deja de ser sinuosa y corre directamente por el ligamento ancho tensado, ahora cruzando directamente hacia adelante el cuerpo del ilion, contra el cual se la puede palpar a través de la pared rectal; en este momento se detecta una vibración característica (frémito). En la arteria uterina del lado no grávido y en las arterias vaginales y ováricas se reconocen modificaciones similares, pero no tan intensas y más tardías.

La *topografía* del útero no es la misma en todas las gestaciones. Por lo general el útero creciente entra en el receso supraomental entre la cara derecha del rumen y la doble capa del omento mayor. A medida que crece desciende hacia el piso del abdomen, de modo que hacia el fin del cuarto mes está casi por entero en el abdomen, con su cuello traccionado a través del reborde pubiano e incluso más allá de él. En los dos meses siguientes se agranda rápidamente y se desplaza en dirección craneal debajo del arco costal derecho, desplazando el rumen hacia la izquierda y los intestinos hacia dorsal (fig. 29-22). Mientras tanto la vagina se estira y a medida que el cuello se desliza hacia la parte caudal del piso abdominal, el útero se sitúa fuera del alcance de la mano introducida en el colon. La incapacidad de palpar el útero hacia el quinto mes es un signo de preñez tan útil como su agrandamiento palpable en etapas anteriores o posteriores. El crecimiento adicional no tarda en volver a situar el útero al alcance de la mano y finalmente se prolonga hacia ade-

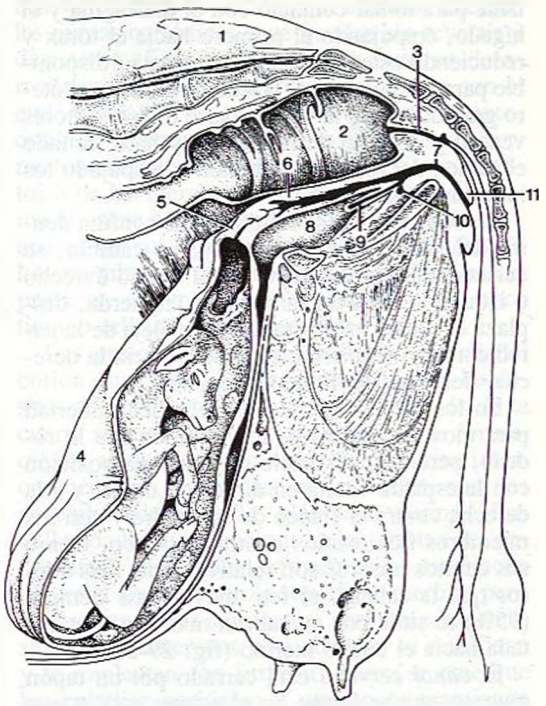


Fig. 29-21. Corte paramediano del abdomen caudal y la pelvis de una vaca preñada. El corte no es del todo vertical porque pasa a través del canal vertebral y del agujero obturador.

1, sacro; 2, recto; 3, conducto anal; 4, útero; 5, cuello uterino; 6, vagina; 7, vestíbulo; 8, vejiga urinaria; 9, uretra; 10, divertículo suburetral; 11, vulva.

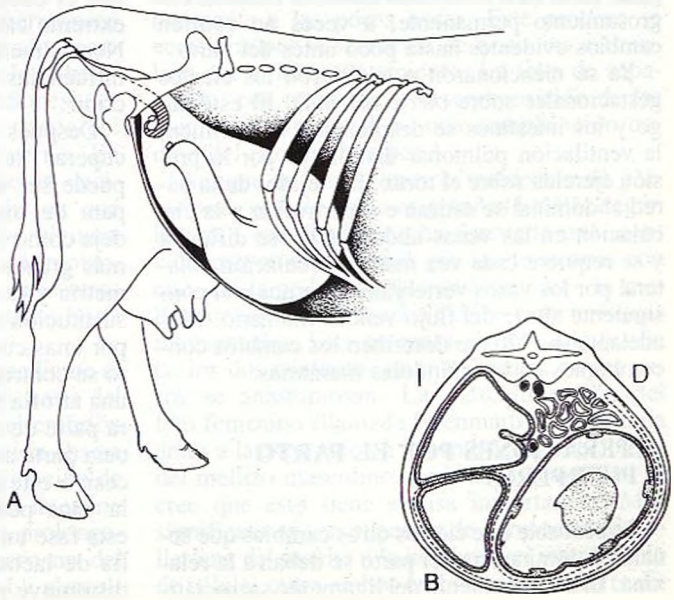


Fig. 29-22. Posición del útero no grávido y grávido de seis meses en la vista lateral (*A*) y topografía del útero grávido de seis meses en corte transversal (*B*).

lante para tomar contacto con el diafragma y el hígado, empujando el primero hacia el tórax y reduciendo ostensiblemente el espacio disponible para los pulmones. Hacia el término, el útero grávido ocupa la mayor parte de los sectores ventral y derecho del abdomen y ha levantado el rumen del piso del abdomen y empujado los intestinos hacia arriba.

En otras preñeces el útero no se confina dentro del receso supraomental y, en cambio, se desliza hacia adelante contra el flanco derecho o izquierdo. Si avanza hacia la izquierda, desplaza el rumen hacia craneal y lo aleja de la pared corporal izquierda; si lo hace hacia la derecha, desplaza del flanco el omento.

En los primeros meses el feto tiene libertad para moverse dentro de los líquidos que lo rodean, pero después suele adoptar una posición con la espalda vuelta en dirección dorsal y a la derecha contra el flanco de su madre y con los miembros flexionados contra el tronco. Como sus cuartos traseros son relativamente más densos que la cabeza, el feto mayor casi siempre (95%) se sitúa con su cabeza más alta, presentada hacia el cuello uterino (fig. 29-21).

El *canal cervical* está cerrado por un tapón mucoso que se forma en el primer mes y que después sobresale por el orificio externo del cuello; está menos contraído que en las especies que adoptan una postura erecta. Los primeros cambios que experimenta la *vagina* se deben a la tracción ejercida sobre ella, pero después la pared adquiere creciente elasticidad y la luz virtual es más amplia como preparativo para el pasaje del ternero. En la primípara se evidencia un agrandamiento de la *vulva* desde el final del primer trimestre, pero en la multípara, en la cual a menudo la vulva tiene un engrosamiento permanente, a veces no ocurren cambios evidentes hasta poco antes del parto.

Ya se mencionaron o sugirieron los efectos gestacionales sobre *otros sistemas*. El estómago y los intestinos se desplazan y comprimen, la ventilación pulmonar disminuye por la presión ejercida sobre el tórax, los tejidos de la pared abdominal se estiran e hipertrofian y la circulación en las venas abdominales se dificulta y se requiere cada vez más la circulación colateral por los vasos vertebrales internos y el consiguiente ajuste del flujo venoso mamario. Más adelante (p. 720) se describen los cambios concomitantes en las glándulas mamarias.

ALTERACIONES POR EL PARTO Y PUERPERIO

Es probable que ciertos otros cambios que señalan la inminencia del parto se deban a la relaxina. El ablandamiento del ligamento sacrociático produce un hundimiento de la cola junto al tronco . También se producen cambios similares en los otros ligamentos pelvianos, en el tejido conectivo del cuello uterino y del tracto reproductor caudal y en la piel vulvar y perineal. Las articulaciones sacroilíacas se aflojan pero los efectos sobre la sínfisis pelviana son escasos. Estas modificaciones se distribuyen a lo largo de varias semanas, pero se suelen acelerar mucho pocos días antes del parto. Cuando éste realmente es inminente el edema de las partes blandas puede hacer que los labios se abran.

La mayoría de los rasgos de la anatomía pelviana de importancia práctica en obstetricia ya se mencionaron, pero sería útil repasar ciertos puntos. La pelvis ósea del bovino es muy desfavorable para un parto fácil. Tiene una entrada angosta estrechada ventralmente en las vaquillonas, pero es más estrecha todavía hacia caudal a causa de las altas espinas isquiáticas dobladas hacia adentro y de las tuberosidades isquiáticas muy sobresalientes; el eje del "canal del parto" presenta una angulación al pasar sobre el reborde pelviano y de nuevo donde los isquiones viran dorsalmente hacia la salida. La localización del pecten pubiano debajo de la parte media del sacro no permite aumentar la altura elevando el tronco de la cola. Si bien se puede obtener un ligero aumento rotando la pelvis ventralmente sobre las articulaciones sacroilíacas relajadas, esto no puede suceder en la vaca que está de pie, en la cual el peso corporal desplaza a la cintura pelviana en dirección contraria. A estos inconvenientes esqueléticos se les suman ciertas obstrucciones potenciales representadas por las partes blandas menos distensibles; los impedimentos principales son el cuello uterino, una región ceñida en el extremo caudal de la vagina y el borde vulvar. Normalmente estos elementos se relajan por las influencias hormonales que se acaban de describir.

Después del parto los órganos tienden a recuperar su estado anterior. La restauración puede ser más o menos completa en la multípara de mayor edad, pero la primera preñez deja como un legado permanente todo un tracto más grande y más grueso, la pérdida de la simetría y de la suavidad del animal virgen y la sustitución de los delgados pliegues cervicales por unas cuñas entrelazadas irregulares. El útero se contrae apenas se desocupa y experimenta una atrofia rapidísima en la cual pierde la tercera parte de su peso en un par de días y otra tercera parte antes de la primera semana. En lo sucesivo este achicamiento es más lento y cuando la vaca permanece "vacía" puede seguirle a esta fase un período de superinvolución ("atrofia de lactación") en que el tamaño del útero disminuye por debajo de lo normal en reposo.

La involución de la vagina, vestíbulo y vulva es más lenta y no llega a completarse nunca. Las estructuras ligamentosas suelen restaurarse rápidamente, aunque a veces en forma incompleta.

Es difícil distinguir las alteraciones atribuibles al *envejecimiento* de los efectos de los embarazos repetidos porque la mayoría de las vacas tienen una vida reproductora bastante activa. El tracto de los animales más viejos se distingue por su mayor tamaño, la mayor dureza, asimetría, engrosamiento y alargamiento de los ligamentos anchos, las arterias más engrosadas, prominentes y arrolladas y muchas veces por signos de traumatismo cervical y vulvar. Los ovarios no se lesionan durante la gestación pero en los animales más viejos a menudo están distorsionados y exhiben adherencias adventicias.

ALGUNOS ASPECTOS DEL DESARROLLO PRENATAL

Desarrollo inicial y placentación

En la vaca la ovulación ocurre más o menos a las 10 a 20 horas del cese del estro.

El *clivaje* del óvulo fecundado se inicia mientras desciende por la trompa y conduce al estado de mórula sólida. La acumulación de líquido entre las células morulares produce un blastocisto hacia el octavo o noveno día, cuatro a cinco días después de que el embrión llegue al útero. Esta demora se debe a la acción esfinteriana transitoria de la región ístmica de la trompa. El blastocito del bovino primero es esférico pero crece rápidamente para formar una vesícula muy alargada.

Normalmente el embrión único permanece dentro del cuerno en el que ha entrado, pero cuando se producen mellizos por óvulos liberados por el mismo ovario, las contracciones uterinas pueden hacer que uno pase a través del cuerpo uterino para llegar al otro cuerno. En esta especie no ocurre ninguna reacción decidual pronunciada y es difícil decidir en qué momento se produce la *implantación*; algunos autores creen que el blastocisto ya está implantado al final de la segunda semana, pero otros opinan que este acontecimiento se atrasa hasta el final de la quinta semana.

El amnios y el corion se definen mediante el plegamiento de la porción extraembrionaria del trofoblasto, cuando el amnios rodea el embrión directamente. Después de su formación, hacia la tercera semana se produce la evaginación de la alantoides vascularizada a partir del intestino posterior. Éste no tarda en emitir dos prolongaciones tubulares que llegan casi, pero no del todo, al extremo del saco coriónico. La alantoides vasculariza el corion y el amnios, excepto las puntas coriónicas, que quedan sin revestir y degeneran (fig. 29-23). La *placenta* se desarrolla mediante la interacción del corion con el endometrio de las carúnculas y, por lo tanto, consiste en partes dispersas o *placentomos* formados en gran medida sobre la parte corioalantoica de las membranas fetales. Cada placentoma consiste en una parte caruncular materna y una parte cotiledónea fetal (fig. 29-17*D*, *E*). Las membranas crecen con gran rapidez en las primeras semanas de la gestación y al poco tiempo rellenan ambos cuernos.

Las prolongaciones vellosas que crecen del corion que cubre las carúnculas invaden las fositas de la superficie endometrial después de la cuarta semana y con posterioridad unas formaciones similares crean áreas placentarias intercarunculares accesorias relacionadas con las desembocaduras de las glándulas uterinas. Las vellosidades que penetran en las criptas del endometrio caruncular primero sólo establecen una relación laxa con la superficie uterina, pero en los tres meses siguientes, aproximadamente, se tornan numerosas y se alargan, se ramifican y se implantan con firmeza. Ahora se cree que los epitelios coriónico y uterino se mantienen intactos y, en consecuencia, la mayoría de las autoridades clasifican la placenta como epiteliocorial. La placenta se opone al intercambio de cuerpos inmunes in utero y la protección inmunológica inicial del ternero depende de la absorción de anticuerpos del calostro de la madre durante las primeras 24 horas de la vida extrauterina.

Los tejidos fetales y maternos suelen separarse con facilidad poco después del parto y las membranas (“secundinas”) se expulsan normalmente a las pocas horas. Este proceso se aceleraría por la secreción de ocitocina estimulada por el amamantamiento. La falta de separación, con retención y descomposición de las membranas in utero, es una complicación común del período puerperal.

Aunque en los bovinos la incidencia de *gestaciones gemelares* no es grande (1 a 4%, según la raza), este fenómeno ha suscitado una atención mayor de la usual por la frecuencia con que –hasta podría decirse casi siempre– la melliza de un ternero macho exhibe características intersexuales. Esta anomalía se debe a la fusión de los dos conjuntos de membranas, cuyos vasos se anastomosan. La masculinización del feto femenino (llamada freenmartin) se atribuía antes a la exposición a los andrógenos recibidos del mellizo masculino, pero en la actualidad se cree que esto tiene escasa importancia. Más significativos son el pasaje de hormona antimulleriana del macho a la hembra y el intercambio de células entre ambos embriones, que en reali-

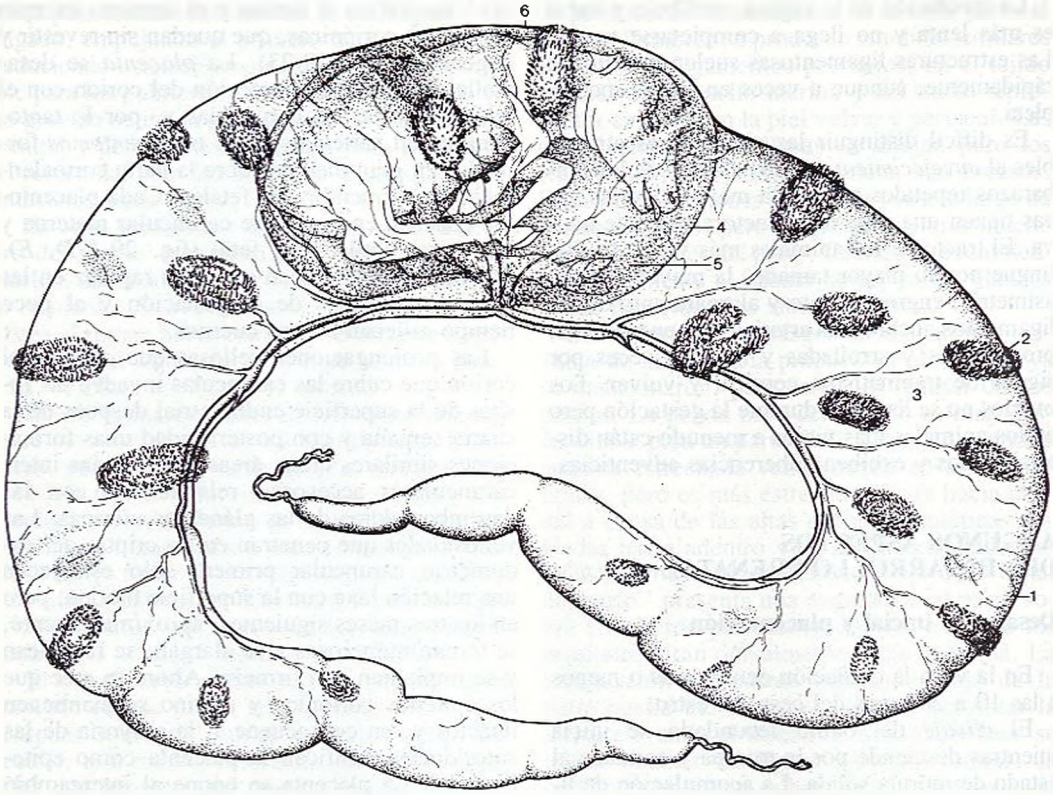


Fig. 29-23. Feto de bovino con sus membranas. Las vellosidades se restringen principalmente a los cotiledones.

1, corioalantoides; 2, cotiledón; 3, cavidad alantoica; 4, amnios; 5, cavidad amniótica; 6, corioamnios.

dad son quimeras. Esta interpretación se corrobora por el descubrimiento de que la mayoría de los mellizos bovinos –quizá todos los que comparten la circulación placentaria– aceptan injertos de los tejidos de sus mellizos cuando son adultos, indicando que ha ocurrido un intercambio celular en una época en que eran inmunológicamente tolerantes. Hay razones para creer que se intercambian células germinales, además de somáticas.

Estimación de la edad fetal

Muchas veces es necesario (o por lo menos conveniente) hacer un cálculo aproximado de la edad de un embrión o feto abortado en el campo. Se han publicado muchas tablas que consignan la longitud cefalocaudal, el peso corporal fetal y otros datos a distintas edades de la gestación, pero todas tienen la desventaja de que registran valores medios para parámetros

Cuadro 29-1. *Guía para estimar la edad de los fetos de bovino*

Edad en meses	*Longitud nuca-grupa (cm)*	*Rasgos externos*
1	1	Se distinguen la cabeza y los esbozos de los miembros
2	6	Se distinguen los dedos
3	10	Engrosamiento escrotal (macho) o mamario (hembra)
4	20	Primeros pelos en torno de los ojos; presencia de los esbozos de los cuernos
5	30-40	Aparecen pelos alrededor de la boca; los testículos están en el escroto
6	40-60	Pelo en el extremo de la cola
7	50-70	Pelo en las partes proximales de los miembros
8	60-80	El pelo cubre todo el cuerpo, pero es corto y escaso en el abdomen
9	70-90	Aspecto maduro y cuerpo bien cubierto de pelo; han erupcionado los dientes incisivos
		Término (278-290 días)

Cuadro 29-2. *Guía para estimar la edad de los fetos de ovino*

Edad en meses	*Longitud nuca-grupa (cm)*	*Rasgos externos*
1	2	Oreja triangular, párpado en formación, empiezan a aparecer folículos de los pelos táctiles en torno de los ojos; se destacan los dedos principales del miembro torácico
1,5	6	Párpados fusionados, genitales externos diferenciados, tetillas
2	11	Empieza a aparecer pelo en el cuerpo
3	24	Aparecen pelos táctiles en la cara; testículos en la parte superior del escroto
4	38	Pelo lanudo que empieza a crecer; los ojos vuelven a abrirse
		Término (147-155 días)

que varían mucho según la raza, el estado nutricional, el "tamaño de la camada" y otros factores. Una de las guías más populares, porque es la más fácil de memorizar, parece ser la más confiable; asigna 1 cm de crecimiento nuca-grupa para cada una de las primeras 12 semanas del desarrollo y 2,5 cm por semana en lo sucesivo. Con excepción de los embriones muy jóvenes, esta estimación raras veces se desvía en mucho más de dos semanas cuando se trata de especímenes normales de las razas más grandes, Difícilmente se podría pretender mayor exactitud con cualquier método sencillo.

Los métodos cualitativos que tienen en cuenta la anatomía externa e interna del feto son más confiables pero más difíciles de memorizar. Para obtener información completa sobre estos temas consúltese cualquiera de los textos más grandes de embriología u obstetricia veterinaria y las guías muy abreviadas (cuadro 29-1 y 29-2, que consignamos son fines de referencia rápida solamente.

La madurez, en el sentido de la capacidad para hacer la respuesta fisiológica integral necesaria para sobrevivir fuera del útero, sólo se adquiere relativamente tarde en la gestación. En los corderos la mortalidad es muy grande cuando nacen prematuramente a los 140 días y llega al 100% a los 135 días. Aunque no se cuenta con cifras muy confiables para esta especie, los terneros prematuros parecen ser relativamente más viables, pero todavía tienen un potencial de sobrevida desfavorable en comparación con el neonato prematuro humano. Es lamentable que la información que se posee sobre estas cuestiones, que revisten una importancia económica y un interés científico tan obvios, sea escasa y defectuosa.

BIBLIOGRAFÍA

Abusineina, M. E.: Effect of parity and pregnancy on the dimensions and weight of the cervix uteri of cattle. Br. Vet. J. 125:12–24, 1969.

Amoroso, E. C.: Placentation. *In* Parkes, A. S. (ed.): Marshall's Physiology of Reproduction. Vol. II. London, Longmans, Green and Company, London, 1952.

Basset, E. G.: Gestational changes in connective tissue in the ewe. Nature 181:196–197, 1958.

Basset, E. G.: The anatomy of the pelvic and perineal region in the ewe. Aust. J. Zool. 13:201–241, 1961.

Betteridge, K. J.: The normal genital organs. *In* Laing, J. A. (ed.): Fertility and Infertility in the Domestic Animals, 2nd ed. London, Baillière, Tindall and Cassel, 1970.

Betteridge, K. J.: Embryo transfer in farm animals. A review of techniques and applications. Monograph 16. Ottawa, Dept. of Agriculture, 1977.

Bjorkman, N.: Morphological and histochemical studies on the bovine placenta. Acta Anat. 22:1–33, 1954.

Bjorkman, N.: Fine structure of cryptal and trophoblastic giant cells in the bovine placentome. J. Ultrastruct. Res. 24:249–258, 1968.

Bowen, R. A., R. P. Elsden, and G. E. Seidel: Embryo transfer for cows with reproductive problems. JAVMA 172:1303–1307, 1978.

Brambell, F. W. R.: Pre-natal transference of antibodies. Vet. Rec. 70:1060–1063, 1958.

Dawson, F. L. M.: The normal bovine uterus: physiology, histology and bacteriology. Vet. Rev. Annots. 5:73–81, 1959.

El-Banna, A. A., and E. S. Hafez: Profile analysis of the oviductal wall in rabbits and cattle. Anat. Rec. 166:469–478, 1970.

Erickson, B. H.: Development and senescence of the postnatal bovine ovary. J. Anim. Sci. 25:800–805, 1966.

Evans, H. E., and W. O. Sack: Prenatal development of domestic and laboratory animals. Growth curves, external features and selected references. Anat. Histol. Embryol. 2:11–45, 1973.

Ginther, O. J.: Utero-ovarian relationships in cattle: physiologic aspects. JAVMA 153:1656–1664, 1968.

Ginther, O. J., and C. H. Del Campo: Vascular anatomy of the uterus and ovaries and the unilateral luteolytic effect of the uterus: cattle. Am. J. Vet. Res. 35:193–203, 1974.

Gjesdal, F.: Age determination of bovine foetuses. Acta Vet. Scand. 10:197–218, 1969.

Habel, R. E.: A source of error in the bovine pudendal nerve block. JAVMA 128:16–17, 1956.

Habel, R. E.: The topographic anatomy of the muscles, nerves and arteries of the bovine female perineum. Am. J. Anat. 119:79–95, 1966.

Habel, R. E.: Guide to the Dissection of Domestic Ruminants, 3rd ed. Ithaca, 1983. [Published by the author.]

Hafez, E. S. E., and E. Rajakoski: Placental and foetal development during multiple bovine pregnancy, anatomical and physiological studies. Anat. Rec. 150:303–316, 1964.

Hartman, W.: Intra-abdominal pressure in small ruminants. Zentralbl. Vet. Med. A, 20:498–502, 1973.

Hartman, W., and C. C. Van de Watering: The function of the bladder neck in female goats. Zentralbl. Vet. Med. A, 21:430–435, 1974.

Hunter, R. H. F.: Physiology and technology of reproduction in female domestic animals. London, Academic Press, 1980.

Jelinek, K.: Das innere Lymphgefässsystem der Gebärmutter der Kuh. I. Lymphkapillaren des Perimetrium. II. Lymphkapillaren und Lymphgefässe des Myometrium. III. Lymphkapillaren des Endometrium Anat. Anz. 138:281–306, 1975.

Jost, A. B. Vigier, and J. Prepin: Freemartins in cattle: the first steps of sexual organogenesis. J. Reprod. Fertil. 29:349–379, 1972.

Kothbauer, O., and O. Schaller: Die segmentale Projektion der Cervix uteri des Rindes auf der Haut. Wien. Tierärztl. Monatsschr. 62:157–162, 1975.

Lamond, D. R., and M. Drost: Blood supply to the bovine ovary. J. Anim. Sci. 38:106–112, 1974.

Loen, A. v.: A contribution to the knowledge of the double cervix condition in cattle. Utrecht, Acad. Proefschrift, 1961.

Mapletoft, R. J., M. R. Del Campo, and O. J. Ginther: Local venoarterial pathway for uterine-induced luteolysis in cattle. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 153:289–294.

Miller, R. I., and R. S. F. Campbell: Anatomy and pathology of the bovine ovary and oviduct. Vet. Bull. 48:737–753, 1978.

Miyagi, M.: Changes in the arteria uterina media of cows caused by pregnancy. Jpn. J. Vet. Res. 13:137–138. 1966.

Morrow, D. A.: Postpartum ovarian activity and involution of the uterus and cervix in dairy cattle. Vet. Scope 14:1–13, 1969.

Morrow, D. A.: Current Therapy in Theriogenology 2. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1986.

Naaktgeboren, C., and E. J. Slijper: Biologie der Geburt. Berlin, Paul Parey, 1970.

Noakes, D. E.: The normal breeding animal. *In* Laing, J. A. (ed.): Fertility and Infertility in Domestic Animals, 3rd ed. London, Baillière, Tindall and Cassel, 1979.

Pavaux, C.: Atlas en Couleurs d'Anatomie des Bovins: Splanchnologie. Paris, Maloine S. A. Editeur, 1982.

Reutner, T. F., and B. B. Morgan: A study of the bovine vestibular gland. Anat. Rec. 101:193–211, 1948.

Richter, J., and R. Götze: Tiergeburtshilfe, 3rd ed. Berlin, Paul Parey, 1978.

Roberts, S. J.: Veterinary Obstetrics and Genital Disease (Theriogenology), 3rd ed. Ann Arbor, Michigan, Edwards Brothers, Inc. (Distr.). 1986. [Published by the author.]

Robinson, T. J.: Reproduction in cattle. *In* Cole, H. H., and P. T. Cupps (eds.): Reproduction in Domestic Animals, 3rd ed. New York, Academic Press, 1977.

Seidel, G. E., Jr.: Superovulation and embryo transfer in cattle. Science 211:351–357, 1981.

Seiferle, E.: Über Art- und Altersmerkmale der weiblichen Geschlechtsorgane unserer Haussäugetiere. Z. Anat. 101:1–78, 1933.

Sloss, V., and J. H. Dufty: Handbook of Bovine Obstetrics. Baltimore, Williams and Wilkins, 1980.

Stevens, D. H.: Comparative Placentation. London, Academic Press, 1975.

Vollmerhaus, B.: Gefässarchitektonische Untersuchungen am Geschlechtsapparat des weiblichen Hausrindes. Zentralbl. Vet. Med. A, 11:538–596, 1964.

Walker, D. F., and J. T. Vaughan: Bovine and Equine Urogenital Surgery. Philadelphia, Lea and Febiger, 1980.

Wassilev, W.: Wachstumsanatomie des Beckens bei der Kuh. Anat. Anz. 121:313–326, 1967.

Zemjamis, R.: Diagnostic and Therapeutic Techniques in Animal Reproduction. Baltimore, Williams & Wilkins, 1962.

30

Pelvis y órganos reproductores masculinos de los rumiantes

RASGOS GENERALES DE LA PELVIS

Las diferencias sexuales del esqueleto son muy pronunciadas en los bovinos adultos, aunque en ocasiones surgen dificultades para identificar la cintura pelviana del castrado. Los huesos del macho son más largos y más anfractuosos que los de la hembra y rodean un canal pelviano conspicuamente más apretado. La parte craneal del piso de la pelvis masculina es cupuliforme en vez de estar nivelada como en la vaca madura, en tanto que la parte caudal asciende más a pico hacia dorsal. Por lo tanto, a veces se recomienda fijarse en el aspecto del corte a través de la sínfisis como guía para establecer el sexo en la res dividida en dos, pero este no es confiable, en especial en los animales más jóvenes. La salida de la pelvis masculina también es más estrecha por la mayor desviación hacia adentro de las apófisis dorsales de las tuberosidades isquiáticas.

En los toros viejos, pero no en las vacas, es común la espondilosis y la anquilosis de las articulaciones sacroilíacas, que deben considerarse un fenómeno fisiológico. Si es severa, puede incapacitar al toro para hacer el servicio.

La región perineal llega hasta el escroto. La parte urogenital es dividida en dos por un rafe que sigue el curso de la uretra. Los potentes músculos bulboesponjoso e isquiocavernoso que cubren la uretra y los pilares del pene se palpan a través de la piel. No llegan más allá del punto donde se fusionan los componentes del pene y, por lo tanto, el cuerpo del órgano se palpa directamente detrás y delante del escroto. La piel de la región urogenital es inervada por ramas cutáneas del nervio pudendo y los filetes correspondientes a las ramas mamarias llegan a la pared escrotal caudal.

La topografía visceral de la parte dorsal de la cavidad pelviana es la misma en ambos sexos. En la parte ventral, más estrecha, la uretra masculina está rodeada por considerable cantidad de grasa y tejido conectivo donde está aplicada sobre el piso de la pelvis; sólo una estrecha franja mediana mira directamente hacia el fondo de saco rectogenital, que se extiende hasta el nivel de la primera vértebra caudal (fig. 30-1[11]).

ÓRGANOS DE LA REPRODUCCIÓN

Escroto

El escroto péndulo está entre las partes craneales de los muslos y puede llegar a nivel de las articulaciones del corvejón. Está moldeado en torno de los testículos y presenta un surco mediano que concuerda con la división interna. En la unión del escroto con la pared corporal, entre los anillos inguinales superficiales y un poco a caudal de ellos, existe un cuello constreñido. La fina y elástica piel escrotal posee una escasa cobertura de pelo fino y está firmemente adherida al dartos que está en la profundidad. En los animales castrados existe una masa de grasa ("grasa de capa dura") muy desarrollada que rodea la parte inguinal del cordón. Cuando esta grasa es excesiva, dilata el canal inguinal y produce una *seudohernia inguinal*.

En la cara craneal del escroto hay unas pequeñas tetillas rudimentarias (fig. 30-2). Préstase atención a su cantidad y espaciamiento en la selección de toros de razas lecheras.

La sensibilidad del escroto está a cargo de tres fuentes: las ramas ventrales de los dos primeros nervios lumbares, el nervio genitofemoral que pasa por el canal inguinal y ramas descendentes largas del nervio pudendo. El nervio genitofemoral también inerva el cremáster.

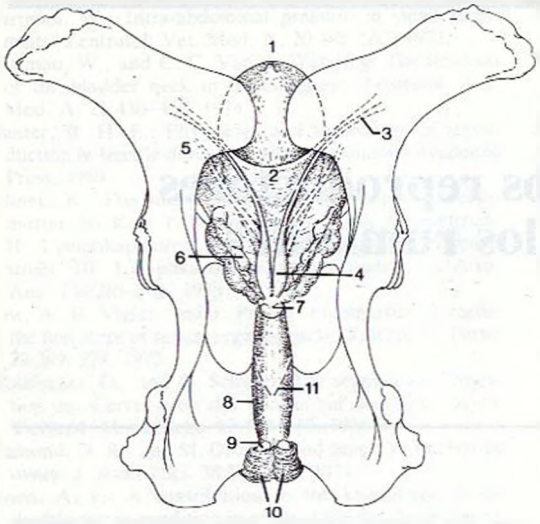


Fig. 30-1. Vista dorsal de la pelvis y de los respectivos órganos urogenitales.

1, vejiga urinaria; 2, pliegue genital; 3, conducto deferente derecho; 4, ampolla del conducto deferente; 5, uréter izquierdo; 6, glándula vesicular; 7, cuerpo de la próstata; 8, uretral (alrededor de la uretra); 9, glándula bulbouretral; 10, bulbocesponjoso; 11, extensión caudal del fondo de saco rectogenital (línea entrecortada).

En ocasiones el escroto del morueco está oculto por la lana, lo cual es una posible causa de infertilidad porque dificulta la disipación del calor. En el escroto de los machos cabríos y moruecos son comunes las tetillas rudimentarias.

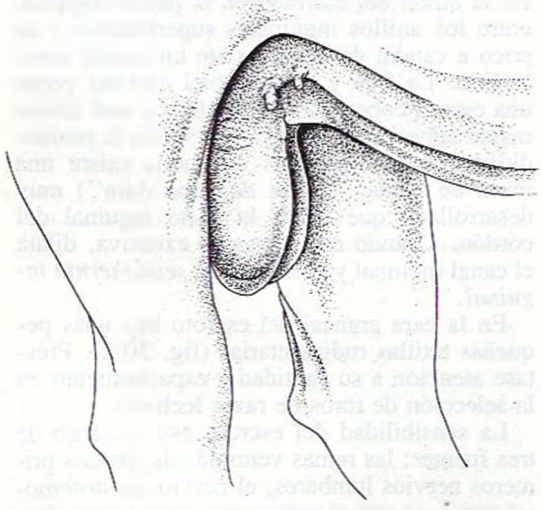


Fig. 30-2. Vista craneolateral de un escroto y tetillas rudimentarias en las cercanías.

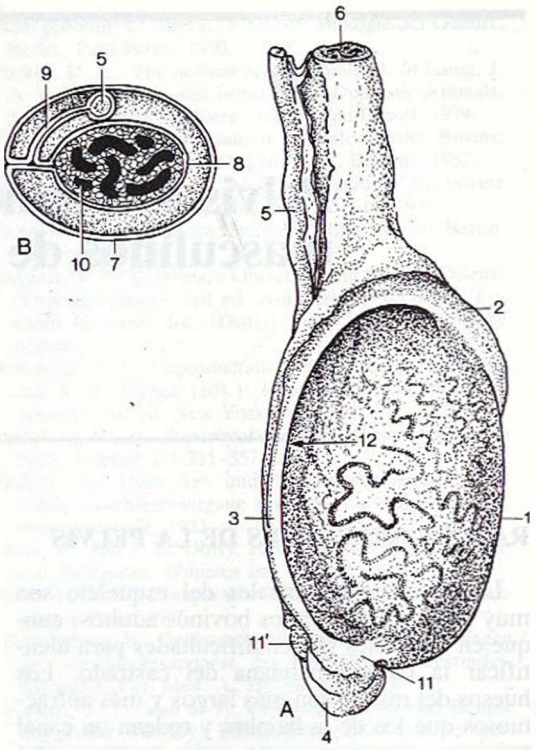


Fig. 30-3. Vista caudal del testículo derecho (*A*) y corte transversal esquemático del cordón espermático (*B*).

1, borde libre del testículo; 2, cabeza del epidídimo; 3, cuerpo del epidídimo; 4, cola del epidídimo; 5, conducto deferente; 6, parte vascular del cordón espermático que consiste en la arteria testicular y el plexo pampiniforme; 7, túnica vaginal parietal; 8, túnica vaginal visceral; 9, mesoducto deferente; 10, plexo pampiniforme y arteria testicular; 11, ligamento propio del testículo; 11', ligamento de la cola del epidídimo, cortado; 12, bolsa testicular.

Testículo y epidídimo

Los testículos de los rumiantes son elipsoides alargados y grandes, y penden casi verticalmente dentro del escroto, donde se los puede palpar. Tienen que ser libremente móviles –las adherencias pueden evidenciar una enfermedad inflamatoria– y redondeados; los testículos relativamente pequeños, que tienden a ser más cilíndricos, muchas veces se asocian con fertilidad disminuida. El epidídimo sigue el borde caudomedial del testículo que está vuelto hacia su homólogo y se halla firmemente unido al testículo en los polos. Su cabeza continúa hasta cierta distancia sobre el borde libre del testículo antes de doblarse sobre sí misma. La cola sobresale ventralmente formando un conspicuo engrosamiento cónico; por lo general firme, la cola es más blanda después de la eyaculación. La superficie externa lisa del testículo sólo es notable por la sinuosidad de los vasos intracapsulares (fig. 30-3). Los testículos

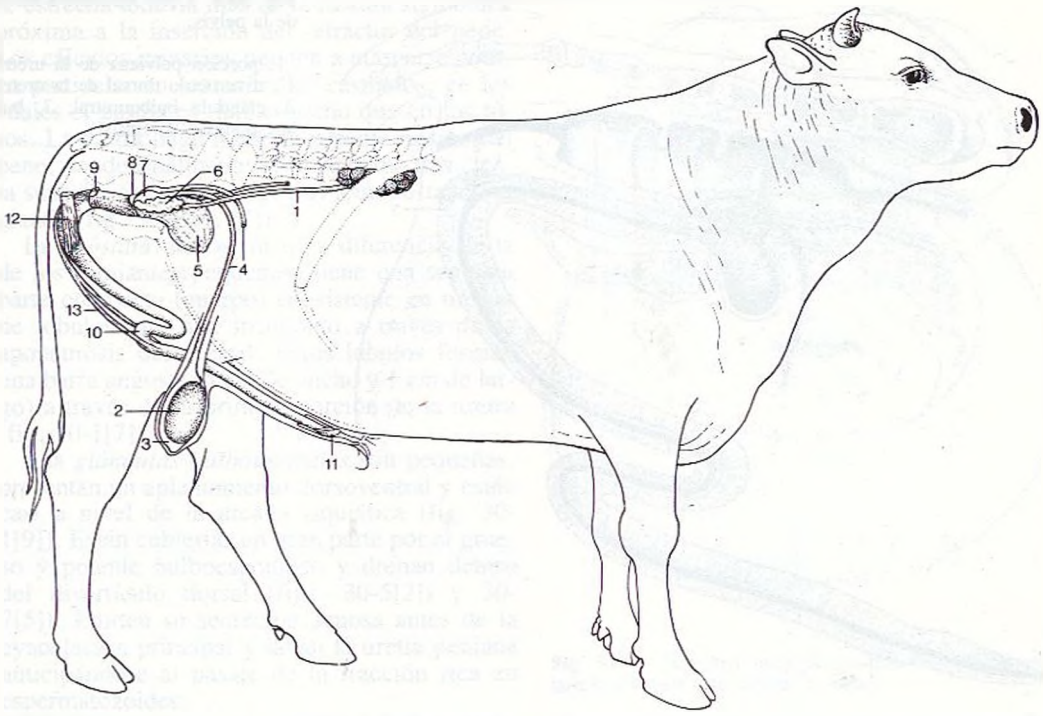


Fig. 30-4. Disposición de los órganos urogenitales de un toro.

1, uréter; 2, testículo derecho; 3, epidídimo; 4, conducto deferente; 5, vejiga urinaria; 6, glándula vesicular; 7, ampolla del conducto deferente; 8, cuerpo de la próstata; 9, glándula bulbouretral; 10, flexura sigmoidea del pene; 11, glande del pene; 12, isquicavernoso; 13, retractor del pene.

en relación con el cuerpo y los epidídimos en relación con los testículos son relativamente más grandes en los rumiantes pequeños.

Al incidir la cápsula se expone el parénquima amarillo que se halla sometido a cierta presión dentro de delicados tabiques que convergen en un mediastino central prominente.

El conducto deferente asciende sobre el lado medial del testículo, donde sigue el borde craneal del epidídimo luego de emerger de la cola; es fácil reconocerlo a la palpación como una cuerda firme pero estrecha (fig. 30-3[5]).

El cordón espermático se puede identificar dentro del cuello del escroto. Se lo busca aquí para aplastarlo en el método de castración de Burdizzo; el abordaje se hace mejor desde atrás. La mayor parte del cordón consiste en los vasos testiculares, que le imparten una forma cónica que se afina en dirección dorsal. La arteria es más contorneada todavía que en otras especies y sus espiras están incluidas entre las muchas venas que constituyen el plexo pampiniforme (figs. 5-44 y 5-45). Existen anastomosis arteriovenosas; aunque no se conoce con certeza su significación funcional, originarían los varicoceles que ocurren a veces en el muñón del cordón de los animales castrados.

Los linfáticos del cordón transportan una fracción sustancial de la testosterona que producen los testículos. Estos vasos van directamente a los nódulos linfáticos ilíacos mediales, mientras que la linfa proveniente del escroto pasa a los nódulos inguinales superficiales (escrotales), que están a caudal del cuello escrotal.

Órganos reproductores pelvianos

Los constituyentes del cordón espermático se dispersan en el anillo vaginal. El *conducto deferente* está orientado en dirección caudal y vira por medial del uréter para situarse en la parte dorsal de la vejiga urinaria (fig. 30-4[4]). Pasa a través de la sustancia de la próstata antes de entrar en la uretra (fig. 30-5); en la última parte de su curso se le une el conducto de la glándula vesicular para formar un pasaje común muy corto.

El tramo terminal (unos 10 a 12 cm) del conducto está junto a su homólogo dentro del pliegue genital. Está engrosado para formar la ampolla o glándula ampollar cilíndrica (fig. 30-1[4]), pero este agrandamiento se debe con exclusividad a la proliferación glandular dentro de la mucosa. Entre las ampollas existe a veces

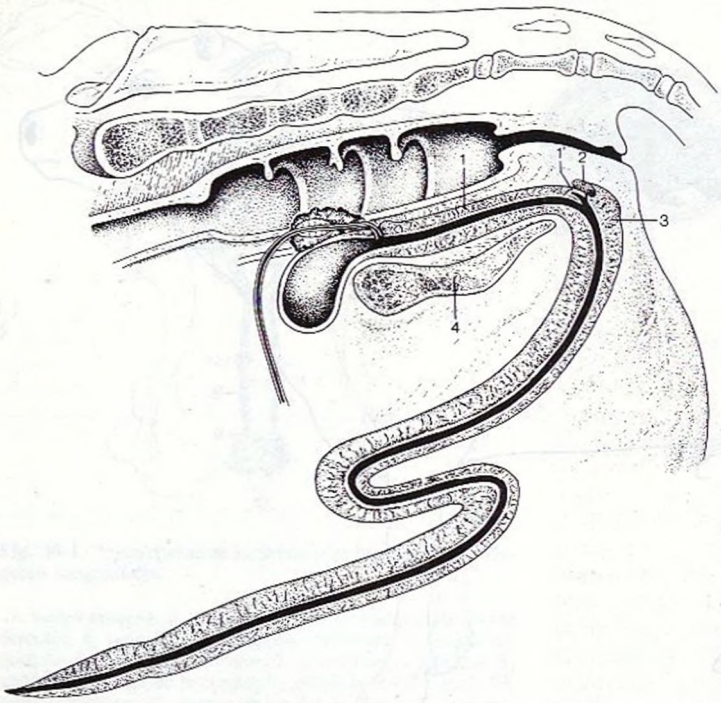


Fig. 30-5. Corte mediano a través de la pelvis.

1, porción pelviana de la uretra; 1', divertículo dorsal de la uretra; 2, glándula bulbouretral; 3, bulboesponjoso; 4, sínfisis.

un vestigio mediano (útero masculino) de los conductos paramesonéfricos fusionados.

El par de *glándulas vesiculares* es muy grande (10 a 15 × 3 a 5 cm) y contribuye a aumentar el volumen del líquido seminal (fig. 30-1[6]). Están por lateral de los conductos deferentes, cubiertas por el peritoneo del pliegue genital, excepto en sus bordes laterales. Estas glándulas están flexionadas sobre sí mismas, son muy lobuladas e irregulares y más o menos sólidas y poseen unas luces ramificadas estrechas (fig. 5-48*B*).

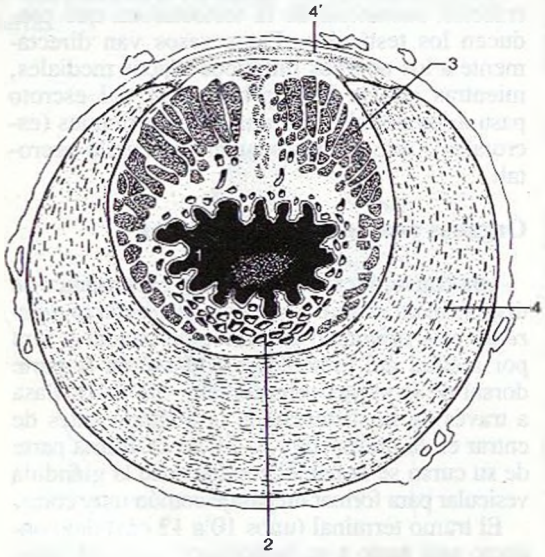


Fig. 30-6. Corte transversal de la uretra pelviana inmediatamente caudal al cuerpo de la próstata.

1, uretra; 2, tejido esponjoso (estrato cavernoso); 3, parte diseminada de la próstata; 4, uretral; 4', aponeurosis dorsal del uretral.

La porción pelviana de la *uretra* está aplicada sobre la sínfisis. Su luz relativamente pequeña es estrechada todavía más por una cresta dorsal que se continúa desde la vejiga y por unos pliegues longitudinales de la mucosa. Caudal a la arcada isquiática la luz presenta un divertículo dorsal que está en relación con los conductos excretores de las glándulas bulbouretrales; este rasgo imposibilita casi la cateterización de la vejiga porque la punta del instrumento siempre se introduce en el divertículo* (fig. 30-5[1']). El potente músculo estriado uretral es semilunar en los cortes porque su parte dorsal está sustituida por una densa placa aponeurótica (fig. 30-6[4, 4']). La parte diseminada de la próstata corre todo a lo largo de la uretra pelviana pero su espesor disminuye al seguirla en dirección caudal; en su mayor parte está en el lado dorsal de la luz (fig. 30-6[3]). Un fino manguito de tejido esponjoso que rodea la luz uretral se halla expandido caudalmente para formar el bulbo bilobulado del pene. El calibre de la uretra peniana está disminuido y

* De todas maneras la cateterización sería difícil sin relajación previa del pene para eliminar la flexura sigmoidea.

se estrecha todavía más en la flexura sigmoidea próxima a la inserción del retractor del pene. Los cálculos urinarios tienden a atascarse aquí, en particular en los animales castrados, en los cuales el pasaje es más estrecho que en los toros. La uretra llega hasta el extremo mismo del pene, donde finalmente aparece como una cresta superficial (proceso uretral) a un costado del glande (fig. 30-10*A*, [2]).

La *próstata* de los toros (a diferencia de la de los rumiantes pequeños) tiene una segunda parte compacta (cuerpo) consistente en un par de lóbulos que han irrumpido a través de la aponeurosis del uretral. Estos lóbulos forman una barra angosta (4 cm de ancho y 1 cm de largo) a través de la primera porción de la uretra (fig. 30-1[7]).

Las *glándulas bulbouretrales* son pequeñas, presentan un aplanamiento dorsoventral y están casi a nivel de la arcada isquiática (fig. 30-1[9]). Están cubiertas en gran parte por el grueso y potente bulboesponjoso y drenan dentro del divertículo dorsal (figs. 30-5[2]) y 30-7[5]). Emiten su secreción acuosa antes de la eyaculación principal y lavan la uretra peniana anticipándose al pasaje de la fracción rica en espermatozoides.

En los toros la mayor parte de los órganos de la reproducción intrapelvianos se palpa en la exploración rectal. Las ampollas tienen el espesor de un lápiz, más o menos, y son llamativamente más blandas que las partes adyacentes de los conductos deferentes. Las glándulas vesiculares se identifican por su superficie lobulillada y su consistencia dura; por lo general existe cierta asimetría, pero a veces es difícil evaluarla porque son comunes la inflamación y las formaciones quísticas. La uretra pelviana puede palparse en toda su longitud; muchas veces la manipulación estimula contracciones rítmicas en su cubierta muscular. El cuerpo de la próstata es palpable, pero por lo general no se pueden identificar las glándulas bulbouretrales.

Pene y prepucio

El pene del toro adulto mide casi un metro de longitud pero una cuarta parte de esto corresponde a la flexura sigmoidea, que está encima y detrás del escroto (fig. 30-4). Como es de tipo fibroelástico es relativamente rígido aunque no está en erección. Los pilares tienen la forma de unas varillas comprimidas lateralmente y están rodeados casi en su totalidad por los potentes músculos isquiocavernosos (fig. 30-8). Contienen espacios cavernosos más desarrollados que los de otras partes del pene. El pilar y su respectivo músculo indentan profundamente los músculos del muslo, lo cual es útil para establecer el sexo de la res limpia.

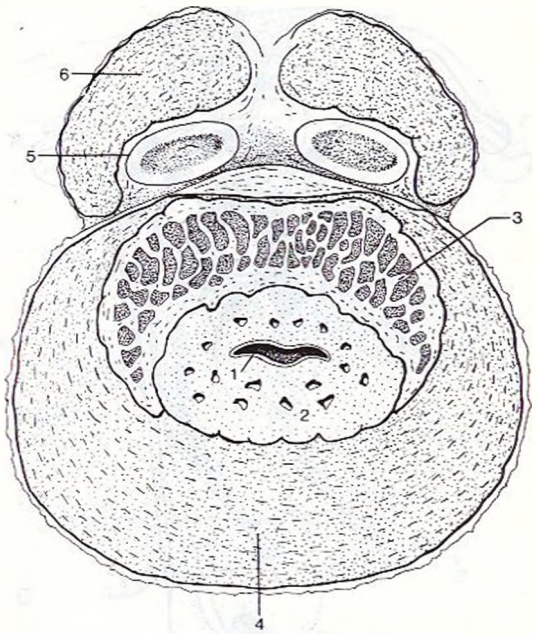


Fig. 30-7. Corte transversal de la uretra pelviana inmediatamente craneal a la arcada isquiática.

1, uretra; 2, estrato cavernoso; 3, parte diseminada de la próstata; 4, uretral; 5, glándula bulbouretral; 6, bulboesponjoso.

El cuerpo del pene presenta un corte transversal más o menos circular y está formado por la fusión de los pilares y la incorporación de la parte esponjosa de la uretra. Su arquitectura no es obvia desde afuera porque las tres partes están rodeadas por una túnica fibrosa común (fig. 30-9[4]). La parte caudal del cuerpo del pene está suspendida del tendón sinfisario por un ligamento suspensor que a veces se rompe, permitiendo que el pene caiga.

El extremo libre del pene en reposo está dentro de la parte caudal de la cavidad prepucial (fig. 30-4). Lo cubre una pequeña almohadilla de tejido más blando que forma el glande, que es asimétrico, un tanto espiralado y está doblado ventralmente. La uretra sigue una costura o rafe a lo largo de la cara derecha de la parte libre y termina en una saliente poco elevada que tiene en su punta un orificio en hendidura (fig. 30-10*A*, [2]).

El extremo libre del pene es muy distintivo en los rumiantes pequeños, en los cuales el proceso uretral se continúa algunos centímetros (2 a 3 cm en los caprinos y 3 a 4 cm en los ovinos) más allá del glande (fig. 30-10*D*, *C*). El proceso es delgado y un tanto sinuoso y se afina hasta su punta, donde desemboca la uretra. El proceso es eréctil y, antiguamente, al igual que en las sociedades primitivas actuales, se lo am-

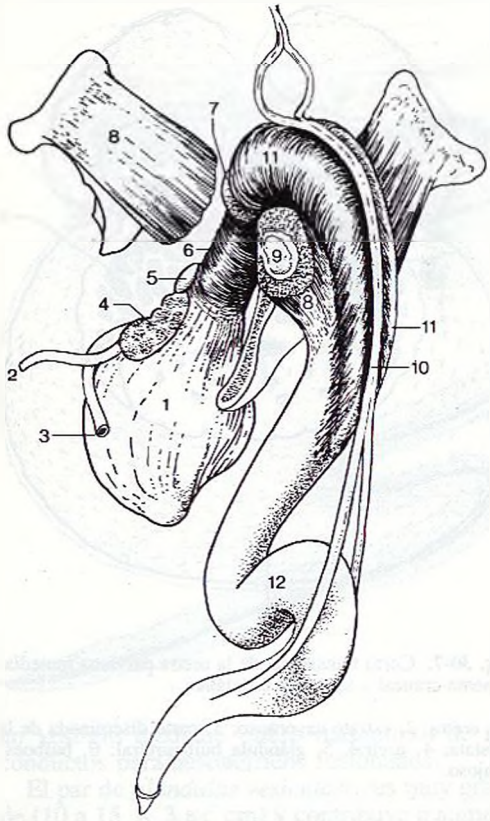


Fig. 30-8. Pene y sus músculos, vista caudolateral.

1, vejiga urinaria; 2, uréter; 3, conducto deferente; 4, glándula vesicular; 5, cuerpo de la próstata; 6, uretral; 7, glándula bulbouretral; 8, isquiocavernoso; 9, pilar del pene (corte transversal); 10, retractor del pene; 11, bulboesponjoso; 12, flexura sigmoidea.

putaba con la intención de privar de su capacidad fertilizante a los moruecos.

La cavidad prepucial es larga (unos 40 cm) y estrecha; sólo la parte más profunda está ocupada normalmente por el pene. La piel de la parte libre del pene es lisa y se halla firmemente adherida sobre el ápice; pero se torna menos regular en su parte caudal, donde una inserción más laxa le permite modificar su disposición cuando el pene hace protrusión o se retrae. La lámina interna del prepucio presenta unos bajos pliegues longitudinales hacia el orificio y unas elevaciones linfoides dispersas a mayor profundidad dentro de la cavidad. Por fuera, la parte craneal del prepucio cae caudal al ombligo, de manera más conspicua en los toros de las razas para carne, en los cuales puede lesionarse por los pastos cortantes. El orificio está rodeado por un mechón de pelo largo y grueso. El prepucio es relativamente corto en las especies más pequeñas.

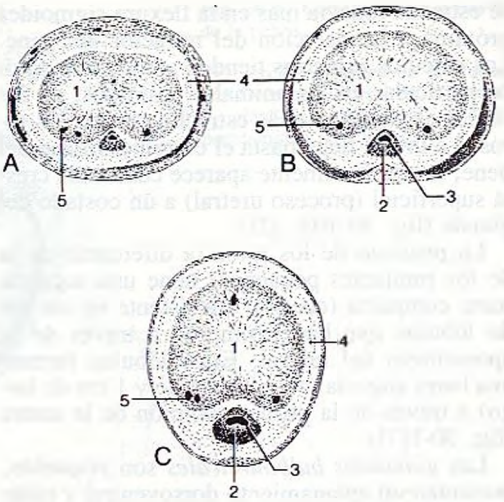


Fig. 30-9. Cortes transversales del pene 18 cm a caudal del glande (*A*), 5 cm a craneal (*B*) y 8 cm a caudal (*C*) de la flexura sigmoidea.

1, cuerpo cavernoso; 2, cuerpo esponjoso; 3, uretra; 4, túnica albugínea; 5, venas de gruesas paredes.

El pene recibe sangre de ramas provenientes de las arterias pudendas internas dentro de la pelvis. Una de ellas, la arteria del bulbo, irriga el bulbo y el cuerpo esponjoso. Una segunda rama, la arteria profunda del pene, entra en el pilar y una tercera, la arteria dorsal, corre a lo largo del borde superior hacia el glande, al cual nutre; también emite muchos ramitos para el prepucio. Estas arterias se acompañan de venas satélites que drenan los espacios sanguíneos y los tejidos del pene. Los pilares y el cuerpo cavernoso del pene forman una unidad vascular continua dentro de la cual entra sangre extra durante la excreción, primero mediante elevación de la presión sanguínea tras la dilatación de los vasos y después mediante las contracciones de los músculos isquiocavernosos. La sangre venosa procedente de los pilares y del cuerpo cavernoso pasa a la circulación sistémica a través de vasos pelvianos. La sangre del bulbo del pene, cuerpo esponjoso y glande también va a las venas del área pelviana, pero existe una vía alternativa hacia otras venas más craneales. Por consiguiente, el drenaje del sistema esponjoso no se interrumpe del todo por la contracción del músculo bulboesponjoso. Los nervios dorsales del pene, que acompañan las arterias dorsales, son pares, pero su distribución exhibe una considerable superposición. Como para que ocurra la erección completa se requiere la estimulación de la punta del pene, la integridad de estos nervios es esencial para un correcto comportamiento reproductor.

La piel prepucial, incluso la capa visceral, es inervada por filetes provenientes de los troncos nerviosos abdominales ventrales (T13, L1-4) y pudendos (S2-4).

Los músculos prepuciales craneales se originan en la región xifoidea y se insertan junto a la abertura prepucial y detrás de ella tracciona la parte pendiente del prepucio hacia adelante y hacia arriba y contribuyen a estrechar el orificio. Por lo general también existen músculos prepuciales caudales, pero son más pequeños y de importancia incierta. Ambos grupos son desprendimientos del músculo cutáneo del tronco y son inervados por el plexo braquial.

Ya mencionamos los músculos uretral y bulboesponjoso. El bulboesponjoso sigue la uretra sobre la arcada isquiática hasta el pene, disminuyendo de tamaño a medida que avanza en dirección distal (fig. 30-8[11]).

El retractor del pene (fig. 30-8[10]) está mucho más desarrollado que su homólogo, el retractor de clítoris. Nace en las vértebras caudales, pasa al costado del recto y después continúa debajo de la piel del periné para llegar al pene en la segunda curva de la flexura sigmoidea. Algunas fibras se insertan aquí, pero la mayoría prosigue hasta una inserción más distal y más difusa. Las contracciones locales de este músculo, que normalmente son evidentes, contribuyen a mantener la flexura. Su contracción es controlada por la inervación simpática que, aunque es de origen lumbar, llega con los troncos nerviosos pudendos y rectales caudales. Por esta razón no se puede obtener una buena anestesia del pene ni relajación de los músculos retractores mediante anestesia epidural, porque se perdería la capacidad para estar de pie. En cambio, los troncos pudendo y rectal caudal pueden bloquearse donde corren por medial del ligamento sacrociático (fig. 29-5); este procedimiento permite traccionar el pene para inspeccionarlo o tratarlo. La relajación del pene puede conseguirse administrando un tranquilizante antiadrenérgico. Si también se requiere anestesia hay que bloquear los nervios sacros mediante infiltración "epidural baja". Las fibras elásticas del cuerpo cavernoso colaboran pasivamente con los músculos retractores para que se vuelva a formar la flexura cuando después el pene vuelve a introducirse en el prepucio. Se han registrado malformaciones de los músculos retractores; algunas impedirían la protrusión del órgano erecto y otras comprometen la capacidad para retraer el pene.

Los vasos linfáticos de la región prepucial pasan a los nódulos inguinales superficiales próximos al cuello del escroto y luego el drenaje continúa hacia nódulos que están en la bifurcación aórtica.

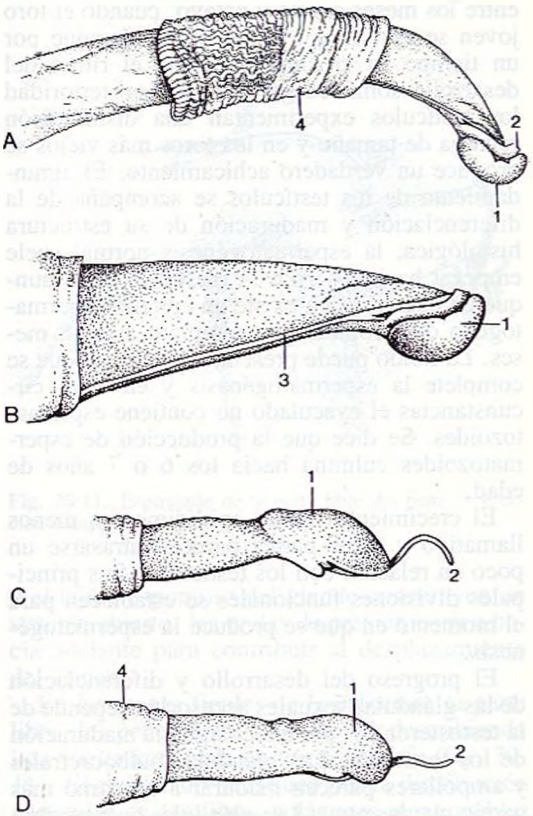


Fig. 30-10. Vista lateral derecha del extremo distal del pene del toro, fláccido (*A*) y erecto (*B*) y extremo distal del pene del morueco y del macho cabrío (*C, D*).

1, glande; 2, proceso uretral; 3, rafe; 4, piel prepucial.

DESARROLLO POSNATAL DE LOS ÓRGANOS DE LA REPRODUCCIÓN

Los testículos de los bovinos descienden por el canal inguinal en una etapa temprana del período fetal y en el momento de nacer están en la parte superior del escroto; aunque es grande en el feto que se halla en la mitad de la gestación, el escroto es una bolsa bastante insignificante en el neonato, cuando los componentes de su pared todavía están poco diferenciados. Con posterioridad el músculo dartos se torna más fuerte y se dispone en haces más gruesos y hacia el séptimo u octavo mes de la vida posnatal adquiere sensibilidad a los cambios de temperatura.

Los testículos neonatales son muy pequeños –aumentan su peso unas 50 veces hasta madurar– y no presentan la forma elipsoide llena de los órganos del adulto. Desde la primera semana crecen con mayor rapidez que el cuerpo en conjunto y su desarrollo se acelera todavía más

entre los meses cuarto y octavo, cuando el toro joven se aproxima a la pubertad. Aunque por un tiempo su crecimiento sigue el ritmo del desarrollo somático general, con posterioridad los testículos experimentan una disminución relativa de tamaño y en los toros más viejos se produce un verdadero achicamiento. El agrandamiento de los testículos se acompaña de la diferenciación y maduración de su estructura histológica; la espermatogénesis normal suele empezar hacia los 10 a 11 meses de edad, aunque en ocasiones ya existe un epitelio espermatógeno desarrollado por completo a los 8 meses. La libido puede presentarse antes de que se complete la espermatogénesis y en estas circunstancias el eyaculado no contiene espermatozoides. Se dice que la producción de espermatozoides culmina hacia los 6 o 7 años de edad.

El crecimiento de los epidídimos es menos llamativo y estas partes parecen atrasarse un poco en relación con los testículos. Sus principales divisiones funcionales se establecen para el momento en que se produce la espermatogénesis.

El progreso del desarrollo y diferenciación de las glándulas sexuales accesorias depende de la testosterona y, por ende, sigue la maduración de los testículos. Las glándulas bulbouretrales y ampollares parecen madurar a un ritmo más parejo que las otras. Las glándulas bulbouretrales son pequeñas y piriformes en el recién nacido, pero, como su crecimiento ulterior afecta más su longitud y su ancho que su profundidad, aparentan aplanarse contra la uretra a medida que se agrandan. Las glándulas ampollares se agrandan sin cesar pero conservan su forma inicial.

Los cambios más llamativos ocurren en las glándulas vesiculares. En el neonato son simples brotes de los extremos caudales de los conductos deferentes y sólo una vez que han crecido considerablemente aparecen las flexuras características. La primera flexura se torna evidente a las pocas semanas, pero la segunda no se forma hasta el sexto mes. La lobulaciones empiezan en el extremo en fondo de saco y se propagan gradualmente hacia el conducto; esto se acompaña de un oscurecimiento del color, de una consistencia más blanda y de un agrandamiento de la luz. La secreción empieza cuando se establece la segunda flexura.

Al principio la parte externa (cuerpo) de la próstata está confinada dentro de la envoltura aponeurótica, pero después irrumpe a través de ésta inmediatamente a caudal del cuello vesical. Las partes externa y diseminada de la próstata siguen creciendo durante el primer año y todavía, aunque con mayor lentitud, por algún tiempo después.

El pene neonatal es muy delgado y mide menos –a veces mucho menos– de la mitad de largo del adulto. No presenta la flexura sigmoidea y sólo contiene una pequeña cantidad de tejido eréctil. Su punta no se ha separado todavía de su vaina y la cavidad prepucial, poco profunda porque no se extiende sobre el pene, está ocupada por unos pliegues mucosos irregulares. El aumento de longitud hace que el pene adquiera las curvas características, que empiezan a formarse hacia el tercer mes. El pene crece con relativa lentitud y si bien este crecimiento se acelera hacia la pubertad, el tamaño final no se alcanza hasta bien entrado el segundo año, cierto tiempo después de que los otros órganos de la reproducción completan su desarrollo. La separación del pene respecto del prepucio empieza hacia la cuarta semana según algunos autores, aunque otros describen una demora mucho más prolongada. Primero se confina a la cara izquierda del glande pero después la separación se propaga en torno de toda la circunferencia y se extiende en dirección proximal a lo largo de los costados del órgano. Un estrecho frenillo persiste por algún tiempo y, si bien la separación suele completarse hacia los 8 meses, en muchos toros jóvenes quedan riendas de esta conexión que unen el pene con la capa parietal del prepucio. Estas bridas pueden persistir hasta el primer servicio, cuando su rotura produce sangrado. El rafe existente a lo largo del ápice del órgano del adulto provee la evidencia de la antigua conexión. En ocasiones persiste un frenillo completo que produce una desviación ventral del ápice del pene erecto.

La castración frustra el desarrollo normal o, si se la realiza más tarde, ocasiona la regresión a un estado más infantil. Las glándulas genitales accesorias son muy sensibles al estado endocrino. El pene no se desarrolla con normalidad en el castrado sino que continúa siendo corto y, como su punta no se libera, el animal debe orinar en la profundidad del prepucio.

Las reacciones de los órganos masculinos a la administración artificial de estrógenos han llamado la atención desde que en ciertos países se adoptó la costumbre de administrar preparados de estas hormonas a los terneros para promover el crecimiento. Esta práctica, aunque remunerativa para el granjero, es desacertada porque los residuos de hormona en la res pueden atentar contra la salud humana. Las anormalidades de los testículos y órganos genitales accesorios que causan estas hormonas se detectan en el examen histológico. La mayoría de las veces se examina la próstata para obtener la evidencia de esta práctica, que ha sido prohibida en muchos países.

ERECCIÓN Y EYACULACIÓN

Se dijo que el pene del toro es de tipo fibroelástico. Esto significa que la erección sólo comprende un ligero aumento del diámetro y longitud y que la protrusión se produce por el endurecimiento del órgano y desaparición de las flexuras preexistentes a medida que la presión interna aumenta (fig. 30-10*B*). Como los espacios cavernosos son relativamente pequeños, se requiere poca ingurgitación adicional y la erección se produce rápidamente.

En la primera fase de la erección se relajan las arterias nutricias. Esto hace aumentar la presión dentro del cuerpo esponjoso y cuerpo cavernoso respecto del nivel de reposo (5 a 16 mmHg) hasta alcanzar la de la presión arterial (75 a 80 mmHg); las presiones dentro de estos cuerpos fluctúan luego siguiendo los latidos cardíacos. El ápice del pene hace protrusión en esta etapa, aunque los músculos del pene –isquiocavernosos y bulboesponjoso– no han entrado en actividad todavía. Ahora las contracciones de los isquiocavernosos elevan la presión más todavía y al mismo tiempo ocluyen las arterias y las venas, comprimiéndolas contra la arcada isquiática. Estas contracciones propulsan la sangre hacia adelante y ahora el pene sobresale unos 25 a 40 cm respecto del prepucio. Después de la introducción, el contacto con la pared vaginal estimula los receptores del tegumento de la parte libre y se estimula así de manera refleja la consumación de la erección. Durante un breve período la presión en el cuerpo cavernoso puede aumentar mucho, llegando incluso de 60 a 100 veces la presión arterial.

En este momento se produce la eyaculación. El semen avanza por la uretra mediante las contracciones de los músculos uretral y bulboesponjoso. Se comprimen así los espacios del cuerpo esponjoso y, puesto que estos espacios y el tejido esponjoso del glande constituyen un sistema abierto, las ondas de presión corren hacia adelante para contribuir al desplazamiento del semen.

Fig. 30-11. Espiralado de la parte libre del pene en erección completa.

En las etapas finales de la erección, la parte libre del pene forma una espiral describiendo una vuelta izquierda en torno del rafe (fig. 30-11). El espiralado se induce por la distribución particular de las fibras colágenas inextensibles de la túnica albugínea, donde una condensación local constituye el llamado ligamento apical. Como el espiralado prematuro o exagerado puede imposibilitar la introducción existen indicaciones ocasionales para hacer la división quirúrgica del ligamento. Las presiones extremas que se generan en las últimas etapas de la erección a veces ocasionan el estallido de la cápsula del pene; el sitio más común de la rotura es la superficie dorsal, en la curva distal de la flexura sigmoidea.

BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Raouf, M.: The postnatal development of the reproductive organs in bulls with special reference to puberty. Acta Endocrinol. (Suppl.) 49:1–56, 1960.

Ashdown, R. R.: The arteries and veins of the sheath of the bovine penis. Anat. Anz. 105:222–230, 1958.

Ashdown, R. R.: The adherence between the free end of the bovine penis and its sheath. J. Anat. 94:198–204, 1960.

Ashdown, R. R.: Adherence between penis and sheath in beef calves at the time of castration. J. Agric. Sci. 58:71–72, 1962.

Ashdown, R. R., and M. A. Coombs: Experimental studies on the spiral deviation of the bovine penis. Vet. Rec. 82:126–129, 1968.

Ashdown, R. R., and Z. Majeed: The shape of the free end of the bovine penis during erection and protrusion. Vet. Rec. 99:354–356, 1976.

Ashdown, R. R., and H. Pearson: Studies on "corkscrew penis" in the bull. Vet. Rec. 93:30–35, 1973.

Ashdown, R. R., and H. Pearson: Anatomical and experimental studies on the eversion of the sheath and protrusion of the penis in the bull. Res. Vet. Sci. 15: 13–24, 1973.

Ashdown, R. R., and J. A. Smith: The anatomy of the corpus cavernosum penis of the bull and its relationship to spiral deviation of the penis. J. Anat. 104:153–159, 1969.

Ashdown, R. R., J. S. E. David, and C. Gibbs: Impotence in the bull. 1. Abnormal venous drainage of the corpus cavernosum penis. Vet. Rec. 104:423–428, 1979.

Ashdown, R. R., H. Gilanpour, J. S. E. David, and C. Gibbs: Impotence in the bull. 2. Occlusion of the longitudinal canals of the corpus cavernosum penis. Vet. Rec. 104:598–603, 1979.

Ashdown, R. R., S. W. Rickett, and R. C. Wardley: The fibrous architecture of the integumentary coverings of

the bovine penis. J. Anat. 103:567–572, 1968.
Aubry, J. N., and R. M. Butterfield: The structure and function of the prepuce in the bull. J. Anat. 106:192, 1970.
Beckett, S. D., R. S. Hudson, D. F. Walker, and R. C. Purohit: Effect of local anesthesia of the penis and dorsal penile neurectomy on the mating ability of bulls. JAVMA 173:838–839, 1978.
Beckett, S. D., T. M. Reynolds, and J. E. Bartels: Angiography of the crus penis in the ram and buck during erection. Am. J. Vet. Res. 39:1950–1954, 1978.
Beckett, S. D., T. M. Reynolds, D. F. Walker, R. S. Hudson, and R. C. Purohit: Experimentally induced rupture of corpus cavernosum penis of the bull. Am. J. Vet. Res. 35:765–767, 1974.
Beckett, S. D., D. F. Walker, R. S. Hudson, T. M. Reynolds, and R. I. Vachon: Corpus cavernosum penis pressure and penile muscle activity in the bull during coitus. Am. J. Vet. Res. 35:761–764, 1974.
Betteridge, K. J.: The normal genital organs. *In* Laing, J. A. (ed.): Fertility and Infertility in the Domestic Mammals, 2nd ed. London, Baillière, Tindall and Cassel, 1970.
Blom, E., and N. O. Christensen: Studies on pathological conditions in the testis, epididymis and accessory sex glands in the bull. I. Normal anatomy, technique of the clinical examination and a survey of the findings in 2000 Danish slaughter bulls. Skand. Vet. Tidskr. 37:1–47, 1947.
Bonadona, T. A., A. Sferco, and T. Zuliani: Some observations on the rectal, scrotal, subscrotal and endotesticular temperatures in the bull. Zentralbl. Vet. Med. 4:697–712, 1957.
Bovee, K. C.: Physical examination of the urinary system. Vet. Clin. North Am. 1:119–128, 1971.
Coulter, G. H., L. L. Larson, and R. H. Foote: Effect of age on testicular growth and consistency of Holstein and Angus bulls. J. Anim. Sci. 41:1383–1389, 1975.
Fehlings, K.: Korrosions- und röntgenanatomische Untersuchungen der Arteria testicularis von Katze, Hund, Schwein, Schaf, Rind und Pferd. Hannover, Inaug. Dissert. 1976.
Hofman, R. R.: Die Gefässarchitektur des Bullenhodens, zugleich ein Versuch ihrer funktionellen Deutung. Zentralbl. Vet. Med. 7:59–93, 1960.
Humphrey, J. D., and P. W. Ladds: Quantitative histological studies of changes in the bovine testis and epididymis associated with age. Res. Vet. Sci. 19: 135–141, 1975.
Hundeiker, M.: Vaskuläre Regulationseinrichtungen am Hoden. Arch. Dermatol. Forsch. 245:229–241, 1972.
Kainer, R. A., L. C. Faulkner, and M. Abdel-Raouf: Glands associated with the urethra of the bull. Am. J. Vet. Res. 30:963–974, 1969.
Kroes, R., J. M. Berkvens, M. J. Loendersloot, and E. J. Ruitenberg: Oestrogen-induced changes in the genital tract of the male calf. Zentralbl. Vet. Med. A, 18: 717–730, 1971.
Larson, L. L.: The pudendal nerve block for anesthesia of the penis and relaxation of the retractor penis muscle. JAVMA 123:18–27, 1953.
Larson, L. L.: Examination of the reproductive system of the bull. *In* Morrow, D. A. (ed.): Current Therapy in Theriogenology. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1986. pp. 101–116.
Larson, L. L., and R. L. Kitchell: Neural mechanisms in sexual behavior. I. Gross anatomical and correlative neurophysiological studies of the external genitalia of the bull and the ram. Am. J. Vet. Res. 19:853–865, 1958.
Lewis, J. E., D. F. Walker, S. D. Beckett, and R. I. Vachon: Blood pressure within the corpus cavernosum penis of the bull. J. Reprod. Fertil. 17:155–156, 1968.
Mather, E. C.: Puberty in the bull. *In* Morrow, D. A. (ed.): Current Therapy in Theriogenology. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1980, pp. 339–341.
Seidel, G. E., and R. H. Foote: Motion picture analysis of ejaculation in the bull. J. Reprod. Fertil. 20:313–317, 1969.
Setchell, B. P.: The Mammalian Testis. London, Elek Books, 1978.
Singh, K. B.: Pelvic urethrotomies in bulls. Vet. Rec. 105:137–141, 1979.
Waites, G. M. H., and B. P. Setchell: Physiology of the testis, epididymis and scrotum. *In* McLaren, A. (ed.): Advances in Reproductive Physiology. Vol. 4. London, Logos, 1969.
Watson, J. W.: Mechanism of erection and ejaculation in the bull and ram. Nature 204:95–96, 1964.
Wensing, C. J. G.: Testicular descent in some domestic mammals. I. Anatomical aspects of testicular descent. Proc. K. Ned. Akad. C, 71:423–434, 1968.

31

Ubre de los rumiantes

RASGOS EXTERNOS

Las cuatro glándulas mamarias de la vaca están condensadas en una sola masa, la ubre. La mayor parte de esta masa está debajo de la parte caudal del abdomen pero una parte se extiende debajo del piso de la pelvis y, por lo tanto, está entre los muslos. El aspecto de la ubre varía mucho según la madurez y el estado funcional, así como según las características individuales y de la raza. En muchas vacas lecheras es extremadamente grande y a veces pesa hasta 60 kg, pero el tamaño no refleja bien la productividad porque, aparte de otras consideraciones, hay amplias diferencias en las proporciones de parénquima glandular y de grasa y otros tejidos conectivos. También existen pocas evidencias confiables que confirmen las creencias populares que relacionan la producción de leche con peculiaridades de la conformación. Ciertos rasgos de conformación –en particular el tamaño, forma y posición de los pezones– revisten importancia práctica para saber si la ubre se presta para ordeñar a mano o a máquina (fig. 31-1).

La ubre está dividida en cuartos, que corresponden a las cuatro glándulas. Cada una tiene uno de los pezones o papilas principales. Las tetillas accesorias, a veces asociadas con tejido glandular funcional, son muy comunes, en particular en los cuartos traseros (fig. 31-2). Estas tetillas son indeseables y si, como sucede a veces, están muy cerca de las glándulas funcionales o hasta fusionadas con los pezones principales, pueden complicar el ordeño. Por lo general la ubre presenta un prominente surco intermamario mediano que la divide en las mitades derecha e izquierda; el límite entre los cuartos delanteros y traseros de un lado raras veces es nítido, en cambio, porque el parénquima de una glándula topa con el de la otra sin que hayan evidencias de tabicación interna. La superficie dorsal de la mayor parte de la ubre concuerda con la pared del vientre, pero la que está debajo de la pelvis es menos regular y más estrecha porque se halla comprimida lateralmente entre los muslos (fig. 31-4). Entre la base de la ubre y las estructuras que están encima se interpone cierta cantidad de grasa.

La piel de la ubre es fina, elástica y muy móvil sobre la fascia subyacente, salvo en las papilas y pezones donde está fijada a las capas más profundas de la pared. Tiende a caer en pliegues sobre la parte caudal de la ubre que asciende hacia el periné. Además se halla escasamente cubierta por un pelo más sedoso que el de las partes vecinas, aunque los pezones son lampiños.

APARATO SUSPENSOR

La ubre está suspendida por fuertes láminas fasciales que rodean y encierran la sustancia glandular y se extienden hacia la profundidad para fusionarse con el armazón de tejido conectivo que penetra por todo el órgano. Aunque el examen cuidadoso revela que las fascias que cu-

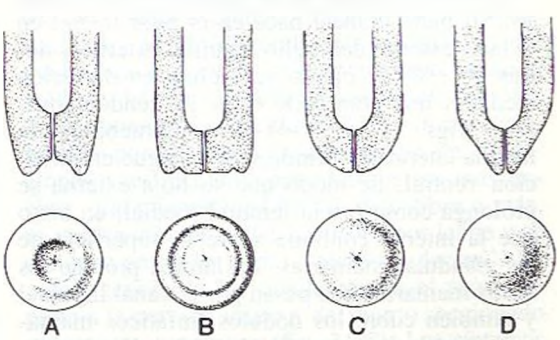


Fig. 31-1. Variaciones de forma del extremo del pezón. *A*, infundibuliforme. *B*, discoidal. *C*, redondeada; *D*, en punta.

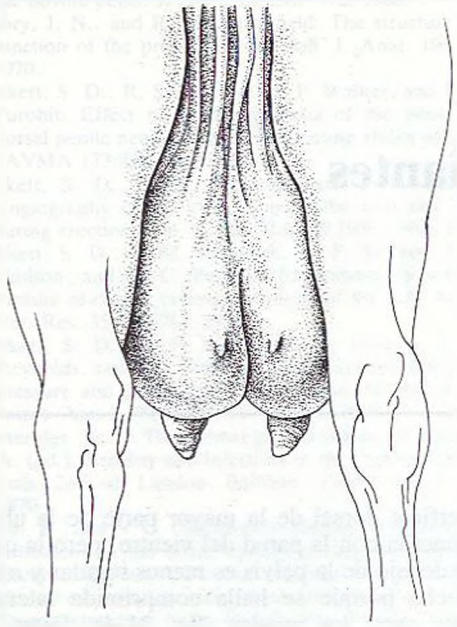


Fig. 31-2. Tetillas supernumerarias en la superficie caudal de la ubre.

bren las caras interna y externa de cada mitad de la ubre forman un revestimiento continuo, es usual describir las láminas medial y lateral como si fuesen independientes. La lámina medial es la más importante (figs. 31-3[9] y 31-4[5]). Consiste en gran medida en tejido elástico y, aunque su origen principal es la túnica amarilla que bordea la línea blanca, también llega al comienzo del tendón sinfisario que divide y da origen a los músculos mediales de los muslos. Como la ubre continúa debajo de la pelvis, se deduce que muchas fibras de esta lámina tienen que irradiarse desde el extremo caudal de la inserción. Las láminas mediales derecha e izquierda están separadas por una pequeña cantidad de tejido conectivo laxo, lo cual permite amputar limpiamente una mitad de la ubre.

La lámina lateral es de tejido conectivo denso. Su parte craneal nace en el pilar lateral en el lado externo del anillo inguinal externo y detrás de esto su origen se inclina en dirección medial y una gran parte surge del tendón sinfisario (figs. 31-3 y 31-4). Se comprueba que la lámina lateral se escinde si se la sigue en dirección ventral, de modo que su hoja externa se prolonga como fascia femoral medial, en tanto que la interna continúa sobre la superficie de las glándulas mamarias. La lámina protege los vasos mamarios que pasan por el canal inguinal y también cubre los nódulos linfáticos mamarios (inguinales superficiales) situados encima de la parte caudal de la ubre.

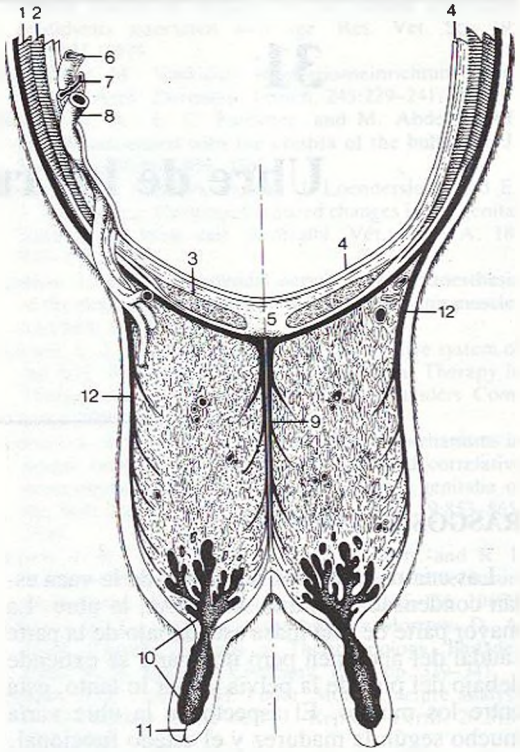


Fig. 31-3. Corte transversal del piso del abdomen y de los cuartos craneales de la ubre.

1, oblicuo externo del abdomen; 2, oblicuo interno del abdomen; 3, recto del abdomen; 4, peritoneo; 5, línea blanca; 6, vaso linfático; 7, vena pudenda externa; 8, arteria pudenda externa (mamaria); 9, láminas mediales del aparato suspensor de la ubre; 10, seno lactífero; 11, conducto papilar; 12, láminas laterales del aparato suspensor.

Las láminas medial y lateral son gruesas dorsalmente y se afinan progresivamente al seguirlas hacia ventral hasta que son muy insustanciales cuando llegan a la cara ventral de la ubre, donde se fusionan. Su atenuación se explica porque emiten numerosas laminillas que penetran oblicuamente en los cuartos para entrelazarse con capas más o menos horizontales de tejido glandular. Las láminas medial y lateral también se fusionan sobre los bordes craneal y caudal de las mitades de la ubre. La diferencia en la estructura de las láminas explica la caída de la parte medial de la ubre muy cargada, efecto éste que se torna más obvio por la divergencia de los pezones hacia los costados (fig. 31-3).

Una contribución menor al sostén está a cargo de unas pocas cintas de tejido elástico que tienen su origen en la túnica amarilla y se hunden en la parte adyacente de la base de la ubre.

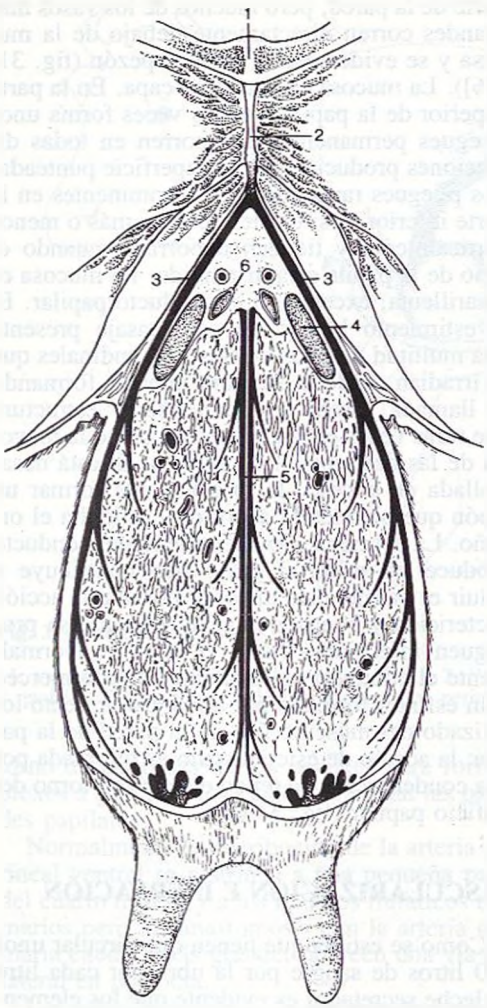


Fig. 31-4. Corte transversal del piso de la pelvis y cuartos caudales de la ubre.

1, sínfisis pelviana; 2, tendón sinfisario; 3, láminas suspensoras laterales; 4, nódulo linfático mamario (inguinal superficial); 5, láminas suspensoras mediales; 6, rama de la vena pudenda externa.

ESTRUCTURA DE LAS GLÁNDULAS Y PEZONES

La sustancia de la ubre consiste en parénquima glandular y tejido conectivo, entremezclados en proporciones que a veces pueden estimarse mediante palpación a través de la piel. La ubre en la cual predomina el parénquima tiene una consistencia más blanda cuando está vacía y cuando está distendida de leche se la siente más turgente que la ubre "carnosa" rica en tejido conectivo que es firme en todo momento. Cada glándula está construida en torno de un sistema canalicular ramificado y sus sectores periféricos están divididos entre sí por laminillas de tejido conectivo que provienen de la envoltura glandular. Las unidades secretorias que están dentro de estos sectores adoptan la forma de alvéolos microscópicos que conducen a pequeños conductos excretorios (fig. 31-10). Los conductos adyacentes confluyen y al cabo de varias uniones sucesivas se forman unos doce conductos lactíferos anchos que convergen sobre un gran seno lactífero situado en la parte inferior del cuarto y que llega hasta el pezón (fig. 10-32[4]). La mayoría de los conductos del cuarto delantero llegan al seno respectivo desde el lado lateral, en tanto que los del cuarto trasero están principalmente hacia el lado caudal. Los conductos lactíferos (fig. 10-32[3]) tienen la particularidad de ser muy irregulares porque hay una alternancia de dilataciones y estrechamientos. Las partes más anchas, que pueden medir 3 cm de calibre o más, se palpan cuando están ocupadas por leche y se conocen entonces como "nudos de leche". La convergencia de los conductos en el seno imparte a la porción inferior del cuarto seccionado un aspecto esponjoso (fig. 31-5). Los sistemas canaliculares de los cuatro cuartos son inde-

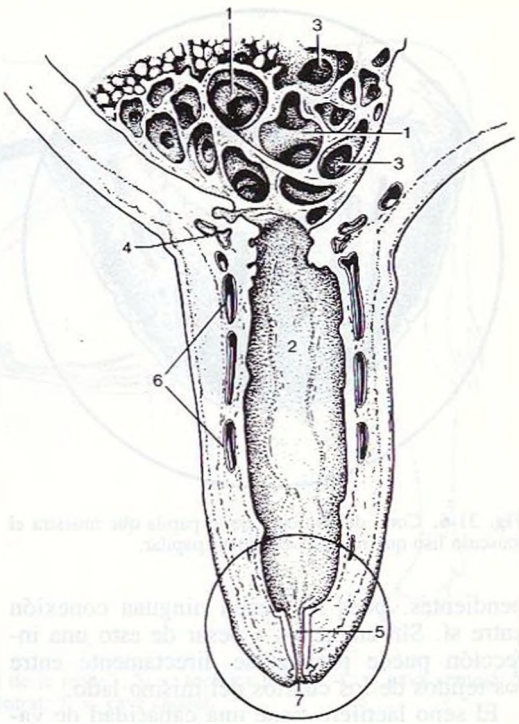


Fig. 31-5. Corte de una papila y seno lactífero. El área rodeada por un círculo se ilustra en la figura 31-6.

1, 2, seno lactífero; 1, seno glandular; 2, seno de la papila; 3, aberturas de los conductos lactíferos; 4, anillo venoso submucoso; 5, conducto papilar; 6, plexo venoso en la pared del pezón; 7, orificio del pezón.

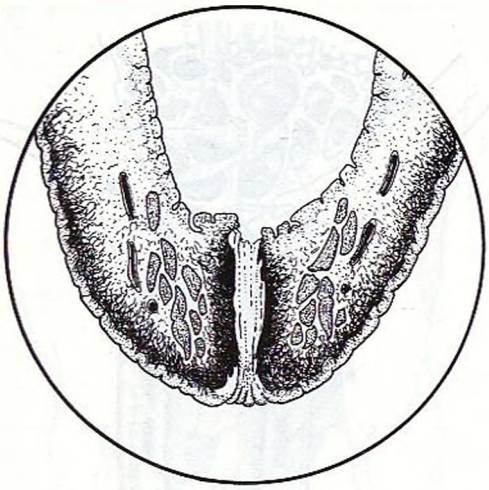


Fig. 31-6. Corte del extremo de la papila que muestra el músculo liso que rodea el conducto papilar.

pendientes, pues no tienen ninguna conexión entre sí. Sin embargo, a pesar de esto una infección puede propagarse directamente entre los tejidos de los cuartos del mismo lado.

El seno lactífero tiene una capacidad de varios centenares de mililitros (fig. 31-5[1, 2]). Se halla dividido en forma muy imperfecta por un pliegue mucoso en una parte que está dentro de la sustancia de la glándula (seno glandular) y una parte dentro del pezón (seno de la papila). La prominencia del pliegue varía mucho, en parte por la ingurgitación variable de un anillo submucoso de venas (fig. 31-5[4]). A veces es tan pronunciado que impide el paso de la leche del seno glandular al seno de la papila y a veces su posición se reconoce al palpar la ubre cargada de leche.

La posición, orientación, tamaño y forma de los pezones son muy variables, pero por lo general estas estructuras son más o menos cilíndricas y miden unos 8 cm de longitud. La pared de la papila o pezón suele medir unos 6 mm de espesor, pero aumenta hacia 1 cm en el extremo inferior, donde es recorrida por el conducto papilar (canal del pezón); este estrecho pasaje conduce el exterior (fig. 31-6). Son comunes las variaciones en la forma del vértice del pezón (fig. 31-1).

La pared del pezón consiste en tres estratos, aunque a veces se agrega una subdivisión de la capa media. La capa externa está dada por la piel seca y glabra, que carece de las glándulas usuales; esta piel es sensible en extremo. La capa media consiste en tejido conectivo mezclado con cierta cantidad de músculo liso. Contiene muchas venas que constituyen una forma de tejido eréctil que se congestiona al manipular el pezón. El plexo está diseminado por gran parte de la pared, pero muchos de los vasos más grandes corren directamente debajo de la mucosa y se evidencian al abrir el pezón (fig. 31-5[6]). La mucosa es la tercera capa. En la parte superior de la papila muchas veces forma unos pliegues permanentes que corren en todas direcciones produciendo una superficie punteada. Los pliegues raras veces son prominentes en la parte inferior y, si existen, corren más o menos verticalmente y tienden a borrarse cuando el seno de la papila está distendido. La mucosa es amarillenta, excepto en el conducto papilar. El revestimiento blanco de este pasaje presenta una multitud de finas crestas longitudinales que se irradian desde la abertura interna, formando la llamada roseta de Fürstenberg, estructura que raras veces es tan conspicua como la mayoría de las descripciones sugieren. Si está desarrollada en exceso, la roseta puede formar un tapón que bloquea la abertura y dificulta el ordeño. La descamación del epitelio del conducto produce un material graso que contribuye a ocluir el pasaje; este material posee una acción bactericida y contribuye a impedir que se propaguen infecciones hacia el interior. Normalmente el conducto se mantiene cerrado merced a un esfínter formado por un engrosamiento localizado del músculo liso de la pared de la papila; la acción de este músculo es reforzada por una condensación de tejido elástico en torno del orificio papilar (fig. 31-6).

VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN

Como se estima que tienen que circular unos 500 litros de sangre por la ubre por cada litro de leche secretado, es evidente que los elementos vasculares tienen que ser muy amplios. La arteria principal de la ubre continúa a la arteria pudenda externa más allá de las ramas que ésta emite para la pared abdominal y el muslo. La complementa una pequeña mayor contribución de la arteria perineal ventral. La arteria principal, que puede medir más de 1,5 cm de diámetro, entra en la ubre después de haber pasado por el canal inguinal, donde es acompañada por una vena satélite, vasos linfáticos y nervios (fig. 31-3[6, 7, 8]). Al principio la arteria forma una flexura sigmoide –para compensar el estiramiento cuando la ubre está cargada– antes de dividirse en una gran arteria mamaria craneal que tiene una orientación ventrocraneal y una arteria mamaria caudal, mucho más pequeña, que corre hacia la parte caudal de la ubre. Ambas están incluidas en parte o en todo dentro de la sustancia de la ubre a la cual envían muchas ramas. Algunas de estas ramas más grandes llegan a los senos lactíferos desde todos los lados y originan unos ramitos que se unen en

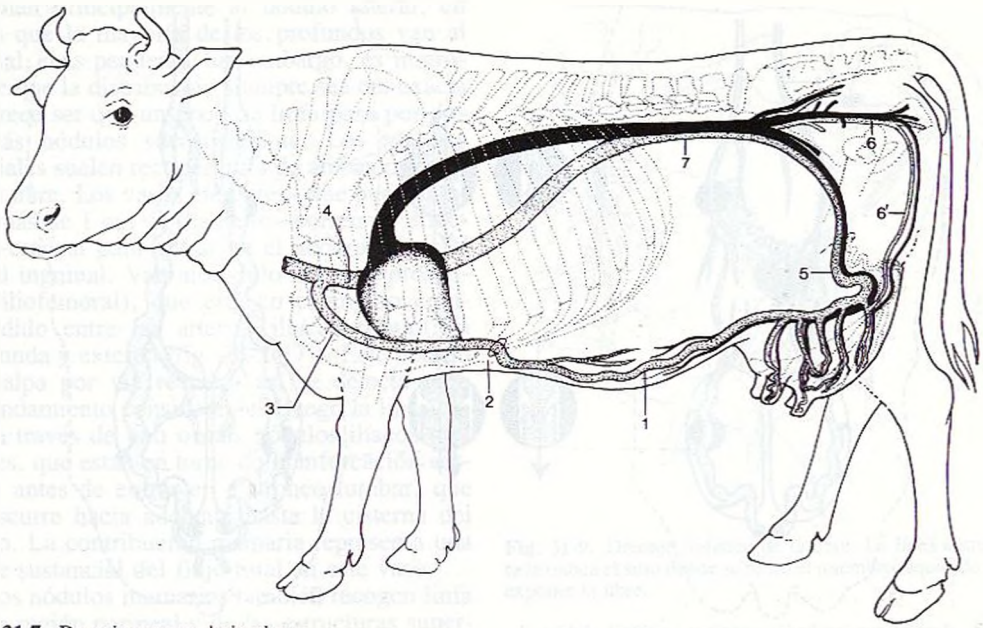


Fig. 31-7. Drenaje venoso de la ubre.

1, vena subcutánea abdominal ("de la leche"); 2, "fuente de la leche"; 3, v. torácica interna; 4, v. cava craneal; 5, v. pudabs externa; 6, v. pudenda interna; 6', v. perineal ventral; 7, v. cava caudal.

torno de las bases de los pezones para formar plexos a partir de los cuales se irrigan las paredes papilares.

Normalmente la distribución de la arteria perineal ventral se restringe a una pequeña parte del cuarto trasero y a los nódulos linfáticos mamarios pero las anastomosis con la arteria mamaria caudal, más grande, proveen una vía colateral en potencia.

Las arterias mamarias de las mitades izquierda y derecha de la ubre se comunican entre sí detrás de las láminas mediales.

El patrón de las venas es más complicado. Encima de la base de la ubre existe un anillo venoso formado por conexiones transversas entre los pares de venas (fig. 31-8*B*). El drenaje está a cargo de las venas pudendas externas, que pasan por los canales inguinales, y las venas subcutáneas abdominales ("de la leche") que siguen un curso tortuoso en el subcutáneo de la pared ventral del abdomen (fig. 31-7[5, 1]). La sangre entra en la parte caudal del anillo por una o dos venas perineales (la disposición es irregular) que descienden sobre el periné (fig. 31-7[6']) y en otras partes por muchas tributarias provenientes de la ubre misma. Estas últimas pueden dividirse en un grupo profundo que penetra en la base de la ubre y en un grupo superficial de venas que horadan la fascia envolvente para correr sobre la superficie externa de la glándula. Estas venas se reconocen a través de la piel y se pueden distinguir de los troncos linfáticos subcutáneos por su dirección dorsocraneal. Se comunican con los plexos venosos que drenan a los pezones y con los anillos que rodean las uniones de los senos de la papila y de la glándula.

La importancia principal de esta distribución radica en la cantidad de vías que tiene la sangre para salir de la ubre, lo cual es imprescindible para que no se entorpezca el flujo cuando el animal está echado en el piso. El examen de las válvulas revela que la parte caudal del anillo y las venas perineales que lo abastecen sólo permiten el paso de la sangre hacia al vena pudenda externa del mismo lado o del lado opuesto. Las válvulas son menos regulares en las venas del resto de la base de la ubre y muchas veces son pocas y a todas luces incompetentes. En general, las que están cerca de la vena pudenda externa envían la sangre hacia este vaso; en la parte más craneal del anillo la sangre puede desplazarse con libertad en cualquier dirección, aunque normalmente va a la vena subcutánea abdominal (fig. 31-7). Los ángulos formados por los vasos tributarios en sus entradas corroboran esta interpretación.

La vena subcutánea abdominal sigue un curso llamativamente tortuoso, su estructura es varicosa y sus válvulas son incompetentes. Se forma hacia el final de la primera gestación mediante la apertura de un pasaje entre las venas epigástricas superficiales caudal y craneal (fig. 31-8). En el ternero estas venas forman dos sis-

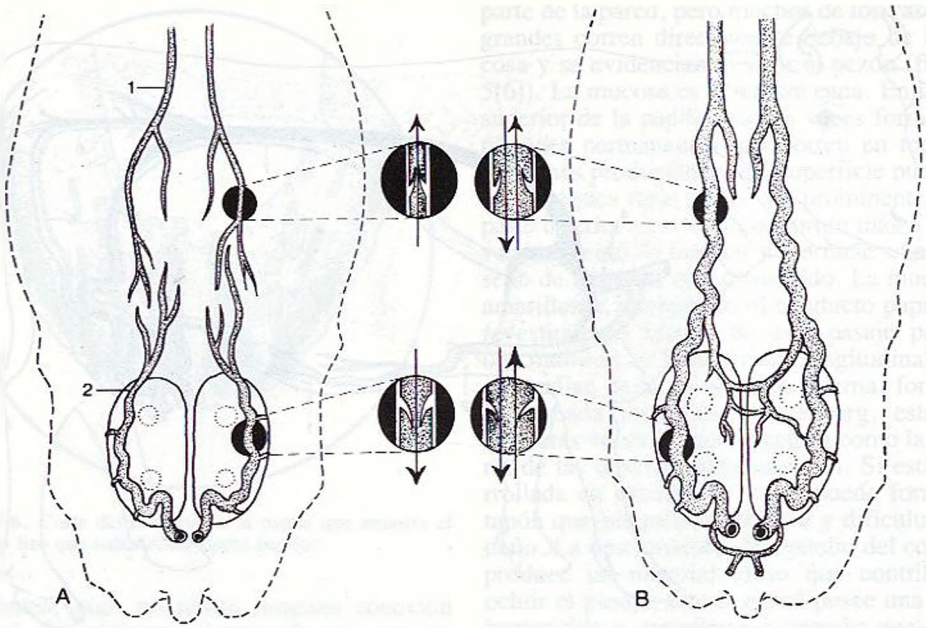


Fig. 31-8. Desarrollo de las venas subcutáneas abdominales, vista dorsal esquemática.

A, la región drenada por la vena epigástrica superficial craneal (1) está separada de la correspondiente a la vena epigástrica superficial caudal (2) en el ternero y la vaquillona. Las válvulas de la vena epigástrica superficial craneal dirigen la sangre en dirección craneal, mientras que las de la vena epigástrica superficial caudal lo hacen en dirección caudal.

B, la vena subcutánea abdominal se forma durante la preñez. El mayor flujo sanguíneo que pasa por la ubre a medida que se agranda distiende las venas de modo que las válvulas venosas se tornan ineficientes y las dos regiones de drenaje se unen, permitiendo que la sangre circule en ambas direcciones.

temas conectados muy tenuamente que drenan la pared abdominal. La vena epigástrica superficial caudal desemboca en la vena pudenda externa como la orientación de las válvulas sugiere y lo confirma la dirección de las raicillas que llegan a ella. La vena epigástrica superficial craneal es un vaso menor que penetra en la pared abdominal para unirse con la epigástrica craneal o, si esta perforación ocurre en un sitio más craneal, con la vena torácica interna. Después, con el crecimiento de las glándulas mamarias durante la preñez y el vasto aumento del flujo sanguíneo por ellas, las venas mamarias se congestionan, sus tributarias se ingurgitan y sus válvulas se desintegran progresivamente hasta que se establece una conexión con los vasos craneales sobre la ex línea "divisoria de las aguas".

La vena subcutánea abdominal del animal adulto a veces posee comunicaciones adicionales o alternativas con las venas más profundas en varios niveles. En ocasiones corre hacia adelante para unirse con la vena torácica superficial y se la puede seguir entonces hasta la axila. La abertura a través de la pared corporal ("fuente de la leche") que se produce normalmente, se identifica con facilidad a la palpación. Muchas veces esta vena se utiliza para hacer inyecciones intravenosas o para extraer sangre.

Es difícil estimar la importancia de la conexión perineomamaria. La orientación de las válvulas del sector ventral indica que el flujo debe cumplirse hacia la ubre, pero a veces parece ser que la parte dorsal drena hacia el periné y, por ende, hacia las venas pudendas internas.

A través de la pared del pezón y del tejido conectivo que sostiene al parénquima corre un plexo linfático muy abundante que no posee válvulas. La mayoría de los troncos que emanan de este plexo son superficiales y, a causa de su extraordinario tamaño, pueden reconocerse a través de la piel. Se distinguen de las venas subcutáneas por sus cursos dorsocaudales, que los llevan a los nódulos linfáticos mamarios que están arriba y al costado de la parte caudal de la ubre. Estos nódulos pueden detectarse en el animal vivo palpando profundamente desde atrás entre la ubre y el muslo (figs. 31-4[4] y 31-9[1]).

El desarrollo y la cantidad de nódulos exhiben una variación considerable. La mayoría de las veces existen dos nódulos en cada lado: uno es grande (unos 8 cm), arriñonado y superficial y el otro es más pequeño, ovoide y más profundo. Los vasos linfáticos superficiales se en-

caminan principalmente al nódulo lateral, en tanto que la mayoría de los profundos van al medial, más pequeño. Sin embargo, es improbable que la distribución siempre sea tan exacta y parece ser que un poco de linfa pasa por dos o más nódulos sucesivamente. Los nódulos mediales suelen recoger linfa de ambas mitades de la ubre. Los vasos eferentes –que pueden tener más de 1 cm de diámetro– corren en dirección craneal para entrar en el abdomen por el canal inguinal. Van al nódulo inguinal profundo (iliofemoral), que está en el ángulo comprendido entre las arterias ilíacas circunfleja profunda y externa (fig. 28-26[7]). Este nódulo se palpa por vía rectal y así se detecta todo agrandamiento considerable. Luego la linfa corre a través de uno o más nódulos ilíacos mediales, que están en torno de la bifurcación aórtica, antes de entrar en el tronco lumbar, que transcurre hacia adelante hasta la cisterna del quilo. La contribución mamaria representa una parte sustancial del flujo total en este vaso.

Los nódulos mamarios también recogen linfa de la región perineal y de las estructuras superficiales de la parte adyacente del muslo. Es probable que una fracción de la linfa que emana de la ubre saltee estos nódulos y vaya directamente al nódulo inguinal profundo. Se dijo que a veces un poco de linfa mamaria pasa al nódulo subilíaco que está en el pliegue del flanco. Se describen unos pequeños nódulos intramamarios, pero no es fácil detectarlos.

La ubre recibe una inervación múltiple de nervios espinales lumbares y sacros. La sustancia de la glándula y las partes más profundas de la pared de la papila son inervadas por el genitofemoral solo, pero la piel que cubre la ubre es inervada desde tres direcciones. Las ramas ventrales de los nervios lumbares primero y segundo transcurren en dirección caudoventral por la pared abdominal para inervar la piel de las partes craneales de los cuartos delanteros; el nervio genitofemoral pasa por el canal inguinal y envía ramas superficiales para la piel del sector medio de la ubre, en tanto que las ramas mamarias del nervio pudendo descienden por el periné para inervar la piel de la cara caudal de los cuartos traseros. Esta disposición difusa complica las técnicas de anestesia local para hacer cirugía mayor en la ubre, pero por fortuna la anestesia para operar el pezón es mucho más sencilla porque los nervios corren más o menos verticalmente dentro de su pared.

El nervio genitofemoral contiene fibras aferentes y eferentes simpáticas. Estas últimas inervan la musculatura lisa de los pezones y los vasos sanguíneos y las células mioepiteliales de la sustancia glandular. La estimulación de las fibras aferentes de la pared del pezón interviene en el reflejo neurohumoral de la "bajada" de la leche, iniciando la liberación de ocitocina. A pesar de afirmaciones anteriores, en la actualidad no se cree que la ubre reciba una inervación parasimpática.

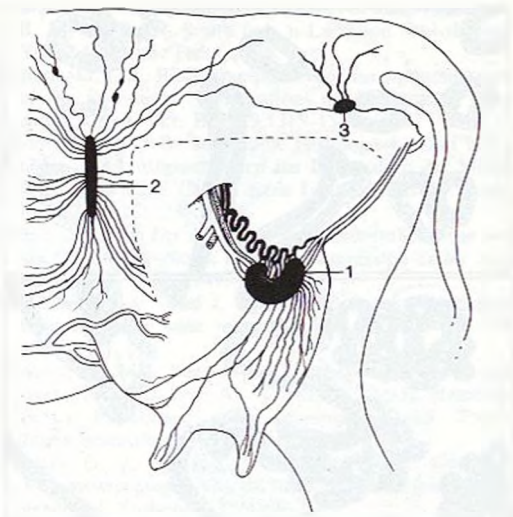


Fig. 31-9. Drenaje linfático de la ubre. La línea entrecortada indica el sitio donde se retiró el miembro izquierdo para exponer la ubre.

1, nódulo linfático mamario (inguinal superficial); 2, nódulo linfático subilíaco; 3, nódulo linfático isquiático.

EDAD Y CAMBIOS FUNCIONALES

El desarrollo de las glándulas mamarias empieza en el embrión joven y para el momento de nacer ha llegado a la etapa en que existen unas papilas cortas pero bien formadas, pequeños senos y las primeras ramificaciones de los sistemas canaliculares (p. 386). la mayor parte de la ubre –si puede usarse esta palabra para una estructura tan poco impresionante– consiste en tejido adiposo. En los tres primeros meses de la vida posnatal el aumento de tamaño de la ubre apenas sigue el ritmo del crecimiento somático general y se debe con exclusividad a la acumulación de grasa.

En lo sucesivo y, por ende, mucho antes de la pubertad, el crecimiento mamario se acelera. El sistema canalicular y el tejido glandular se desarrollan con mayor rapidez que el cuerpo en conjunto durante el resto del primer año, aunque después se retarda poco a poco y se torna isométrico hacia más o menos los doce meses.

Es probable que el crecimiento muy rápido del período prepuberal se deba a la producción cíclica de estrógenos por los ovarios porque ocurren brotes de actividad inmediatamente antes de la ovulación, cuando los niveles de es-

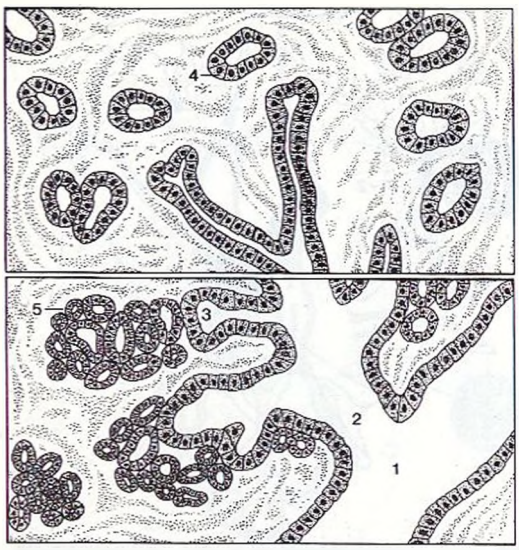


Fig. 31-10. Dos etapas en el desarrollo del tejido glandular mamario. La histología de la vaca "seca" se ilustra en el diseño de arriba y la de la vaca en lactación en el de abajo.

1, conducto lactífero; 2, pequeño conducto lactífero; 3, conductos interlobulillares; 4, alvéolo inactivo; 5, alvéolo activo.

trógenos son máximos. Estas ondas de actividad crean un sistema canalicular bien desarrollado y muy ramificado para el momento en que la vaquillona inicia su primera gestación. El crecimiento canalicular continúa durante la primera mitad de la preñez, en tanto que en la segunda mitad predomina el crecimiento de las unidades secretorias. A medida que el parénquima aumenta la grasa disminuye y este proceso continúa en la próxima lactación.

En la última parte del embarazo el crecimiento depende de la prolactina y la hormona del crecimiento de origen hipofisario, así como de los estrógeno y de la progesterona. Los niveles más altos de hormonas hipofisarias se registran en los últimos días previos al parto.

El mantenimiento de la secreción depende de la presencia de cantidades normales de ACTH, TSH y somatotrofina. También se requiere un ordeñe regular para que la producción de leche se mantenga. El acto de ordeñar estimula la liberación de prolactina, ACTH y ocitocina; por lo tanto, dentro de determinados límites, el ordeñe más frecuente aumenta el rendimiento porque se forma más tejido glandular. La producción de leche puede aumentarse artificialmente mediante la administración de somatotrofina.

En las vacas lecheras el período de lactación se prolonga artificialmente porque poco después de la parición se las empieza a ordeñar con regularidad. La mayoría de estas vacas son vueltas a servir seis semanas más tarde y, por ende, están preñadas durante la mayor parte del período de lactación. El ordeño se interrumpe unos dos meses antes del nacimiento del ternero siguiente y la vaca "se seca". La involución parcial que ocurre entonces no tarda en cesar y la ubre vuelve a agrandarse poco antes de que nazca el ternero siguiente (fig. 31-10). En consecuencia, las vacas lecheras que conciben después de la primera inseminación lactan durante unos diez meses y están secas unos dos meses cada año. Una buena vaca lechera produce 7000 litros en el curso de una lactación, cantidad que es mucho mayor que la requerida para criar un ternero.

En las vacas seniles se observan alteraciones regresivas permanentes en las cuales el tejido conectivo reemplaza en creciente medida al parénquima glandular. Una gran proporción (25% en algunas estadísticas) de vacas aparentemente normales presentan induración en uno o más cuartos como consecuencia de inflamación del tejido glandular (mastitis).

UBRE DE LOS RUMIANTES PEQUEÑOS

La ubre de los pequeños rumiantes está en la región inguinal. Sólo comprende dos glándulas que están más (cabras) o menos (ovejas) delimitadas por fuera. El aspecto macroscópico varía considerablemente. En las cabras lecheras la ubre es relativamente grande en relación con el tamaño corporal y es profunda y un tanto cónica, mientras que en las ovejas es relativamente más pequeña y más hemisférica, aunque a veces se inclina hacia la forma caprina en las razas que son ordeñadas para producir queso. Los pezones también exhiben una variación considerable porque son cilíndricos en los animales jóvenes, mientras que en los animales más viejos, en especial cabras de gran productividad, tienden a tornarse cónicos y a presentar unas bases anchas que se fusionan suavemente con los contornos de la glándula. En las cabras no son infrecuentes los pezones accesorios.

En las cabras la piel de la ubre presenta un pelo fino y está pigmentada de acuerdo con el patrón general del animal. En las ovejas la parte superior puede estar cubierta por el vellón, pero la parte expuesta suele tener una ligera pigmentación y por lo general está sucia por la secreción de las glándulas que están en los sacos cutáneos inguinales, interpuestos entre la ubre y las caras internas de los muslos.

La estructura, suspensión y disposición vascular concuerdan con las de la ubre del bovino en todos los respectos. En los animales que han parido se desarrolla una vena de la leche, pero suele ser menos conspicua que en las vacas.

BIBLIOGRAFÍA

Adams, E. W., and C. B. Richard: The antistreptococcic activity of bovine teat canal keratin. Am. J. Vet. Res. 24:122–135, 1963.

Anderson, R. R.: Development and structure of the mammary gland. Endocrinological control. *In* Larson, B. L., and V. R. Smith (eds.): Lactation. Vol. I. The Mammary Gland/Development and Maintenance. New York, Academic Press, 1974.

Baldwin, R. L.: Mammary growth and lactation. *In* Cole, H. H., and P. T. Cupps (eds): Reproduction in Domestic Animals, 2nd ed. New York, Academic Press, 1969.

Becker, R. B., and P. T. Dix: Circulatory system of the cow's udder. Fla. Agric. Exp. Sta. Bull. 379:1–18, 1942.

Brewer, R. L.: Mammary vessel ligation for gangrenous mastitis. JAVMA 143:44–45, 1963.

Hampl, A.: Die Lymphknoten der Rindermilchdrüse. Anat. Anz. 121:38–54, 1967.

Heath, T. J., and R. L. Kerlin: Lymph drainage from the mammary gland in sheep. J. Anat. 144:61–70, 1986.

Hickman, J., and R. Walker: Mammary gland and teat. *In* An Atlas of Veterinary Surgery. Philadelphia, J. B. Lippincott, 1980.

Johansson, I.: Untersuchungen über die Variation in der Euter- und Strichform der Kühe. Z. Tierz. Züchtungsbiol. 70:223–225, 1957.

Krüger, W.: Welche Bedeutung haben anatomische Euter- und Zitzenmerkmale fur die Ausbildung von Euterentzündungen beim Rind? Tierzücht. 6:57–71, 1954.

Kubicek, J.: Die röntgenologische Darstellung der Zitze des Rindes: Beitrag zur Klinik der Milchabflussstörungen. Tierärztl. Umschau 27:119–124, 1972.

Lascelles, A. K., A. T. Cowie, P. E. Hartmann, and M. J. Edwards: The flow and composition of lymph from the mammary gland of lactating and dry cows. Vet. Sci. 5:190–201, 1964.

LeRoux, J. M. W., and H. Wilkens: Beitrag zur Blutgefässversorgung des Euters der Kuh. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 66:429–435, 1959.

Linzell, L. J.: Valvular incompetence in the venous drainage of the udder. J. Physiol. [Lond.] 153:481–491, 1960.

Linzell, L. J.: Mammary blood flow and methods of identifying and measuring precursors of milk. *In* Larson, B. L., and V. R. Smith (eds.): Lactation. Vol. I. New York, Academic Press, 1974.

McDonald, J. S.: Radiographic method for anatomic study of the teat canal. Observations on 22 lactating dairy cows. Am. J. Vet. Res. 29:1315–1319, 1968.

Michel, G., and B. Schneider: Histologische und histochemische Untersuchungen zur Innervation der Milchdrüse vom Rind (Bos Taurus L.). Z. Mikrosk. Anat. Forsch. 89:231–238, 1975.

Mosimann, W.: Zur Anatomie der Rindermilchdrüse und über die Morphologie ihrer sezernierenden Teile. Acta Anat. 8:347–378, 1949.

Nickerson, S. C., and J. W. Pankey: Cytologic observations of the bovine teat end. Am. J. Vet. Res. 44: 1433–1441, 1983.

Peeters, G.: Milk ejection and synthesis of milk in ruminants. *In* Yokoyama, A., H. Mizuno, and H. Nagasawa (eds.): Physiology of the Mammary Gland. Tokyo, Japan Scientific Societies Press, 1978.

Peeters, G., L. Massart, W. Oyaert, and R. Coussens: Volumewijzigingen van de rundertepels. Vlaams Diergeneeskd. Tijdschr. 17:59–68, 1948.

Shinde, Y.: Role of milking in initiation and maintenance of lactation in the dairy animals. *In* Yokoyama, A., H. Mizuno, and H. Nagasawa (eds): Physiology of the Mammary Gland. Tokyo, Japan Scientific Societies Press, 1978.

Sinha, Y. N.,and H. A. Tucker: Mammary development and pituitary prolactine level of heifers from birth through puberty and during the estrous cycle. J. Dairy Sci. 52:507–512, 1969.

St. Clair, L. E.: The nerve supply to the bovine mammary gland. Am. J. Vet. Res. 3:10–16, 1942.

Turner, C. W.: The Mammary Gland. I. The Anatomy of the Udder in Cattle and Domestic Animals. Columbia, Missouri, Lucas Bros., 1952.

Weber, A. F.: The bovine mammary gland. Structure and function. JAVMA 170:1133–1136, 1977.

Ziegler, H.: Zur Hyperthelie und Hypermastie (überzählige Zitzen und Milchdrüsen) beim Rind. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 96:344–350, 1954.

Ziegler, H., and W. Mosimann: Anatomie und Physiologie der Rindermilchdrüse. Berlin, Paul Parey, 1960.

32

Miembro torácico de los rumiantes

Hemos de resumir gran parte de la anatomía de los miembros porque la mayoría de las estructuras de los segmentos proximales concuerdan con el patrón general y pocas diferencias poseen una importancia funcional o clínica real. Dedicaremos la mayor parte de la atención al pie, en el cual a menudo ocurren infecciones o se hacen intervenciones quirúrgicas. Greenough, MacCallum y Weaver (1981) ofrecen una guía excelente sobre la significación clínica de la anatomía de las distintas partes.

REGIÓN DEL HOMBRO

Los músculos de la cintura escapular tienen orígenes diversos en la cabeza, cuello y tronco y convergen sobre la escápula y húmero (fig. 32-1).

El *trapecio* (fig. 32-1[1]) nace en la línea media del dorso del cuello y tórax y se inserta en la espina de la escápula. Su parte cervical, más grande, es superficial en el dorso del cuello. El grueso borde ventral de la porción torácica se distingue a través de la piel en los animales flacos.

El fino *braquiocefálico* se extiende sobre la superficie lateral del cuello entre el brazo y la cabeza. Su porción caudal (cleidobraquial, fig. 32-1[6']) se origina en una intersección clavicular indistinta y termina sobre la superficie lateral (cresta) del húmero, cubriendo la punta prominente del hombro. Las inserciones de la porción cervical están divididas entre la superficie nucal del cráneo (cleidooccipital) y la apófisis mastoides (cleidomastoideo). El borde ventral del cleidomastoideo delimita el surco yugular.

El *omotransversario* (fig. 32-1[5]) transcurre entre el ala del atlas y la fascia del hombro y el acromion. En su mayor parte está en la profundidad del cleidooccipital, pero se torna subcutáneo cerca del hombro, donde sigue el borde ventral del trapecio. Cubre el nódulo linfático cervical superficial pero no impide su palpación.

El *dorsal ancho* (fig. 32-1[2]), el único músculo superficial que se extiende a caudal del miembro, nace en la fascia toracolumbar y hace su inserción principal en la tuberosidad redonda del húmero.

El *pectoral descendente* (fig. 32-1[10]), es estrecho pero profundo y termina junto con el cleidobraquial en el húmero y la fascia braquial. El *pectoral transverso* (fig. 32-1[11]), forma un puente en la axila y luego vira en dirección ventral sobre la cara medial de la articulación del codo antes de terminar en la fascia antebraquial.

El *pectoral ascendente* nace en el esternón y en la túnica abdominal adyacente y asciende a través de la cara medial del brazo para insertarse en ambos tubérculos del húmero. Envía una rienda a la superficie craneal del supraespinoso. El subclavio, que tanto se destaca en el caballo, es rudimentario.

El *romboides* está en la profundidad del trapecio y del extremo proximal de la escápula. Se origina en la parte funicular del ligamento nucal y se inserta en la superficie medial del cartílago escapular. Este músculo hace la contribución principal a la jiba de los bovinos de origen cebú, en los cuales este rasgo varía considerablemente en cuanto a tamaño, posición (cervicotorácica o torácica) y estructura según las razas y variedades; en algunos, consiste esencialmente en un engrosamiento de la carne de este músculo mientras que en otros está sustituido por una masa de tejido adiposo.

El gran *serrato ventral*, abierto en abanico, es el sostén principal del tronco. Su porción cervical nace en las vértebras cervicales caudales y se

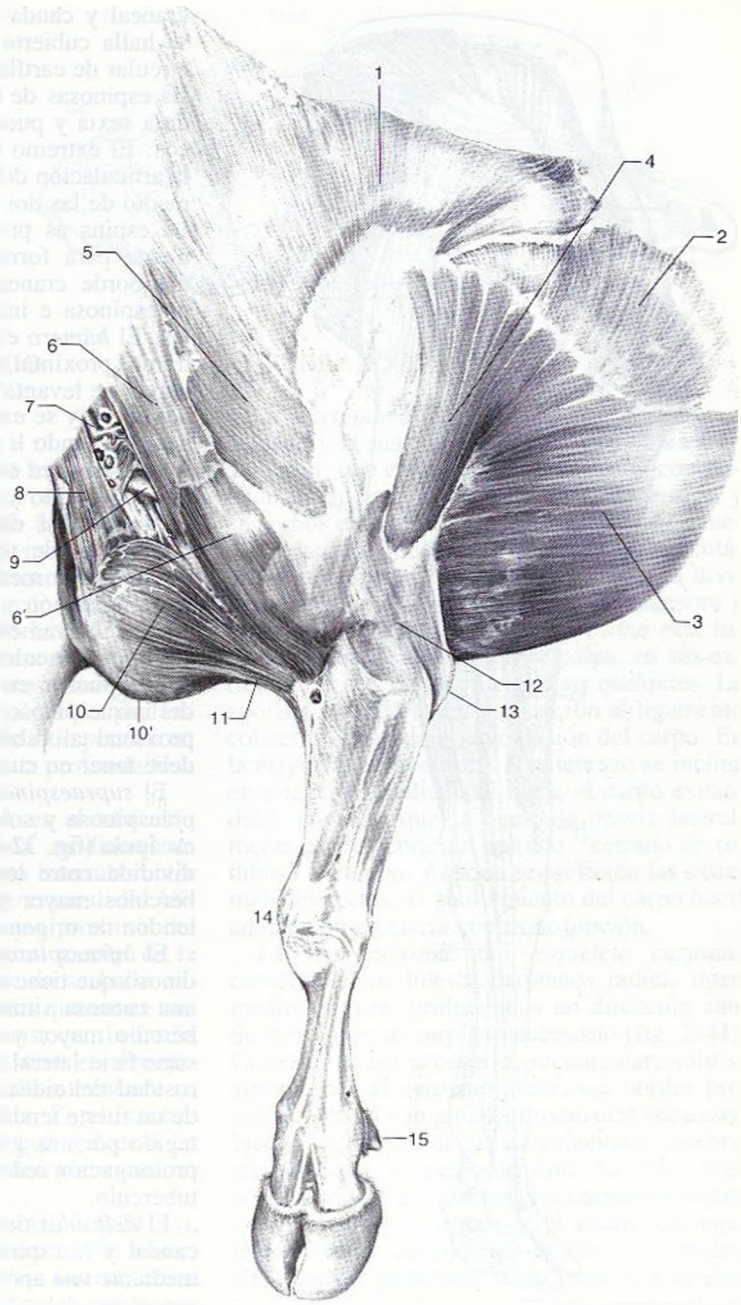


Fig. 32-1. Disección superficial de la unión del miembro torácico al tronco.

1, trapecio; 2, dorsal ancho; 3, cutáneo del tronco; 4, omobraquial cutáneo; 5, omotransversario; 6, 6', braquiocefálico; 6', cleidobraquial; 7, vena yugular externa; 8, esternocefálico; 9, vena axilar; 10, pectoral descendente; 10', esternón; 11, pectoral transverso; 12, tríceps; 13, olécranon; 14, carpo; 15, dedo rudimentario. (Horowitz, inédito; diseñado por D. S. Geary.)

inserta en la superficie medial de la escápula, cerca del ángulo craneal. La porción torácica proviene de la parte ventrolateral del tórax y termina más cerca del ángulo caudal. Esta parte contiene muchas riendas tendinosas y se halla cubierta por una aponeurosis brillante, todo lo cual le permiten proveer un sostén pasivo.

La escápula, el húmero, y sus respectivos músculos están incorporados bajo la piel del tórax. Suelen estar íntimamente aplicados contra el costado de éste, creando sólo una ligera depresión a lo largo del borde caudal del tríceps, pero algunas vacas (en especial las Jerseys) están de pie con sus hombros y codos abducidos y esto hace que el húmero esté angulado lejos de las costillas. Este defecto de conformación, que obedecería a una debilidad hereditaria de ciertos músculos de la cintura es-

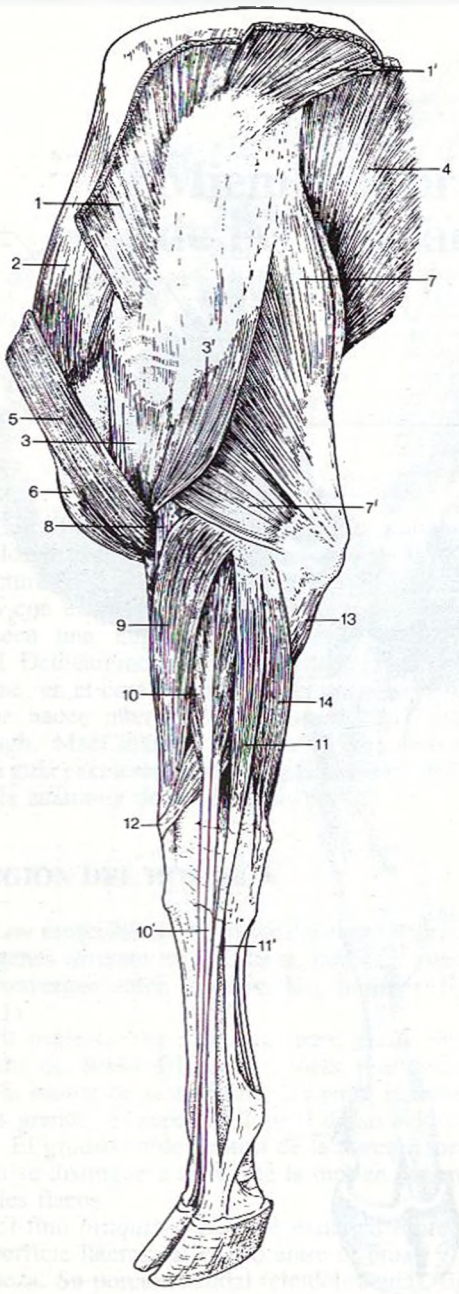


Fig. 32-2. Músculos del miembro torácico; vista lateral.

1, 1', trapecio; 2, supraespinoso; 3, 3', deltoides; 4, dorsal ancho; 5, braquiocefálico; 6, bíceps; 7, 7', cabezas larga y lateral del tríceps; 8, braquial; 9, extensor radial del carpo; 10, extensor común de los dedos; 10', tendón del vientre lateral; 11, 11', extensor lateral de los dedos; 12, extensor oblicuo del carpo; 13, cabeza ulnar del flexor profundo de los dedos; 14, ulnar lateral.

capular, es antiestético pero de escasa trascendencia. La posición e inclinación de la *escápula* se puede determinar palpando sus ángulos craneal y caudal y la espina. El borde dorsal se halla cubierto por una ancha lámina semicircular de cartílago que está frente a las apófisis espinosas de las vértebras torácicas segunda a sexta y puede palparse en los sujetos flacos. El extremo ventral del hueso (y por ende la articulación del hombro) está lateral al punto medio de las dos primeras costillas (fig. 26-1). La espina es prominente y sobresale ventralmente para formar un acromion; corre cerca del borde craneal, delimitando las fosas supraespinosa e infraespinosa, que son desiguales. El *húmero* es fuerte, en especial en su extremo proximal, donde el masivo tubérculo mayor se levanta bien por encima de la cabeza del hueso y se extiende sobre la superficie craneal formando la punta del hombro. La tuberosidad deltoidea está en un sitio unos 12 cm más distal que esto y, como se palpa, identifica el borde craneal del hueso. La articulación del hombro es de tipo esferoide (bola y encaje) pero en gran medida sus movimientos se limitan a la flexión y extensión. La cápsula articular es relativamente amplia, aunque está sostenida por músculos en todos los costados. Se la puede punzar en el borde craneal del tendón del infraespinoso, en un punto inmediatamente proximal al tubérculo mayor, cuya altura se debe tener en cuenta.

El *supraespinoso* ocupa la estrecha fosa supraespinosa y sobresale bien por delante de la escápula (fig. 32-2[2]). Su inserción tendinosa, dividida entre las partes craneales de los tubérculos mayor y menor, se arquea sobre el tendón de origen del bíceps.

El *infraespinoso* es un músculo bastante tendinoso que tiene dos inserciones en el húmero, una carnosa situada en la parte caudal del tubérculo mayor y otra más larga, situada en la superficie lateral, entre el tubérculo y la tuberosidad deltoidea. Esta última adopta la forma de un fuerte tendón plano que se encuentra protegido por una gran bolsa donde pasa sobre la prolongación redondeada de la parte caudal del tubérculo.

El *deltoides* tiene un origen dual en el borde caudal y la espina de la escápula, este último mediante una aponeurosis que se fusiona con la superficie del infraespinoso (fig. 32-2[3, 3']). Se inserta en la tuberosidad deltoidea.

El *subescapular* nace en la superficie medial de la escápula y termina en el tubérculo menor. Consiste en varios haces paralelos y en su parte media está cubierto por una fuerte aponeurosis que aporta la mayor parte del tendón.

El *redondo mayor* se origina en la escápula, cerca de su ángulo caudal, y se inserta en la tuberosidad redonda del húmero.

El redondo menor y el coracobraquial no presentan detalles de interés.

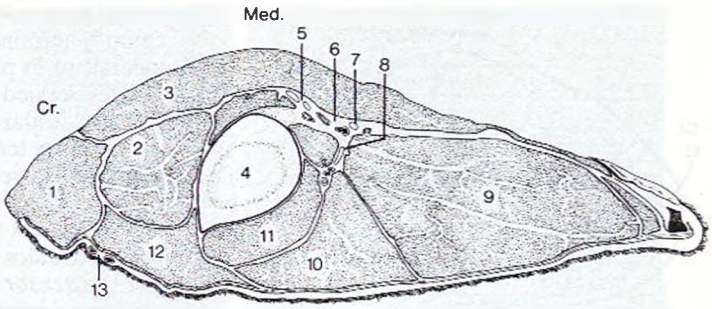


Fig. 32-3. Corte transversal de la mitad del brazo izquierdo.

1, pectoral descendente; 2, bíceps; 3, pectoral ascendente; 4, húmero; 5, nervio mediano; 6, vasos braquiales; 7, nervio ulnar; 8, nervio radial; 9, 10, cabezas larga y lateral del tríceps; 11, braquial; 12, braquiocefálico; 13, vena cefálica.

ARTICULACIÓN DEL CODO Y MÚSCULOS DEL BRAZO

La articulación del codo está frente a los extremos ventrales de las costillas cuarta y quinta y no presenta rasgos fuera de lo común. La punta del codo, los epicóndilos medial y lateral del húmero y los robustos ligamentos colaterales se palpan con facilidad. La cápsula articular se puede punzar desde el lado lateral entre el borde caudal del epicóndilo humeral y el borde craneal del olécranon, elementos éstos que se pueden identificar mediante palpación profunda. La aguja introducida en este sitio penetra en un saco de la cápsula dentro de la profunda fosa olecraneana.

El *bíceps* (fig. 32-3[2]) nace en el tubérculo supraglenoideo de la escápula mediante un fuerte tendón. Pasa por el surco intertubercular y continúa sobre la superficie craneal del húmero para terminar en el extremo proximal del radio y en el ligamento colateral medial de la articulación del codo. El músculo se halla cubierto por una fuerte aponeurosis que emite una débil conexión (lacertus fibrosus) con la fascia que cubre los músculos extensores en el antebrazo; esta expansión aponeurótica extiende su acción a la articulación carpiana. En el hombro hay una bolsa intertubercular que reduce a un mínimo la fricción entre el tendón y el surco intertubercular.

El carnoso músculo *braquial* (fig. 32-3[11]), se origina en la parte caudoproximal del húmero, gira en torno de la superficie lateral, cruza la cara craneal de la articulación del codo y termina en el borde medial del radio, distal a la inserción del bíceps.

El *tríceps* llena el ángulo entre la escápula y el húmero (fig. 32-3[7, 7']). La cabeza larga nace en el borde caudal de la escápula y las cabezas lateral y medial en las respectivas superficies del húmero; las tres cabezas convergen sobre la tuberosidad olecraneana.

El tensor de la fascia antebraquial y el ancóneo no presentan rasgos de importancia especial.

ANTEBRAZO Y CARPO

La ulna, aunque es un hueso completo, es delgado y la sustentación principal está a cargo del radio, que es masivo. El *radio* está comprimido de adelante atrás en toda su extensión y en ambos extremos presenta una expansión medial y lateral. Todo el borde medial es subcutáneo y se palpa, de modo que establece la división usual entre la masa muscular extensora a craneal y la flexora a caudal. La *ulna* está fusionada con el radio y sólo se palpa, en sus extremos, el olécranon y la apófisis estiloides. La apófisis estiloides presta inserción al ligamento colateral lateral de la articulación del carpo. En la mayoría de los sujetos el antebrazo se inclina en dirección mediodistal hacia el carpo expandido, en tanto que la mano se desvía lateralmente produciendo un aplomo "cerrado de rodillas" o zambo. Aunque se prefieren las extremidades rectas, el abultamiento del carpo hacia adentro no atentaría contra la función.

La fila proximal del *esqueleto carpiano* comprende los huesos carpianos radial, intermedio y ulnar, prolongados en dirección caudolateral por un carpiano accesorio (fig. 2-41). Como el hueso accesorio, rectangular, sólo se articula con el carpiano ulnar, sus bordes proximal y distal son guías aproximadas para establecer los niveles de las articulaciones antebraquiocarpiana y mediocarpiana. La fila distal sólo consta de dos huesos, los carpianos segundo y tercero fusionados y el cuarto. Aunque puede ocurrir movimiento en los tres niveles, en su mayor parte tiene lugar entre el antebrazo y el carpo; existe un movimiento moderado en la articulación mediocarpiana pero muy poco en la carpometacarpiana, que es plana. Los múltiples ligamentos, de los cuales el par colateral es el más importante, prácticamente impiden los movimientos que no consistan en flexión y extensión. Las irregularidades de la cara palmar del esqueleto del carpo están cubiertas por la gruesa capa fibrosa de la cápsula articular (ligamento palmar del carpo) que las alisa y se combina con el hueso carpiano accesorio y el retináculo flexor para rodear el canal carpia-

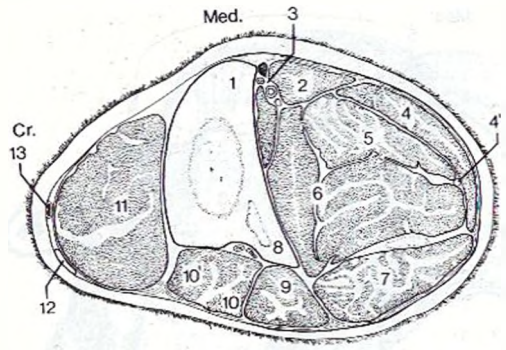


Fig. 32-4. Corte transversal de la mitad del antebrazo izquierdo.

1, radio; 2, flexor radial del carpo; 3, vasos y nervio medianos; 4, flexor ulnar del carpo; 4', nervio ulnar; 5, flexor digital superficial; 6, flexor digital profundo; 7, ulnar lateral; 8, ulna; 9, extensor digital lateral. 10, 10', extensor digital común; 11, extensor radial del carpo; 12, rama superficial del nervio radial; 13, vena cefálica.

no. La tracción de los músculos que se insertan en el carpiano accesorio se transmite al carpo inferior y el metacarpo mediante varios ligamentos cortos. La capa fibrosa de la cápsula articular se fusiona dorsalmente con la gruesa fascia profunda (retináculo extensor) que sujeta en su sitio los tendones extensores. En ocasiones una bolsa inconstante entre el retináculo y la piel se agranda (higroma) formando una anormalidad desagradable aunque indolora. Las cápsulas de las dos articulaciones distales se comunican entre sí. Se puede hacer la punción desde la cara dorsal a nivel antebraquiocarpiano y mediocarpiano; esto es más fácil de hacer estando la articulación flexionada.

La mayoría de los nombres de los músculos del antebrazo sugieren sus acciones principales, aunque los que cruzan el codo tienen una influencia secundaria aquí. Los extensores (fig. 32-4[7, 9-11]), comprenden, en secuencia mediolateral: extensor radial del carpo, extensor digital común, extensor digital lateral y ulnar lateral, mientras que el extensor oblicuo del carpo es más profundo. Todos ellos son inervados por el nervio radial. El grupo flexor comprende el flexor radial del carpo, el flexor ulnar del carpo y los flexores digitales superficial y profundo. La inervación de los flexores está a cargo de los nervios mediano y ulnar.

El *extensor radial del carpo* (fig. 32-2[9]) nace encima del epicóndilo lateral del húmero y termina en el tubérculo dorsoproximal del gran hueso metacarpiano. Dos bolsas subtendinosas facilitan su movimiento sobre la superficie dorsal de la articulación carpiana.

El *extensor digital común* (fig. 32-2[10]) consta de dos partes. El vientre medial, más grande, empieza en el epicóndilo lateral del húmero, pasa sobre la superficie dorsolateral del carpo y termina en la falange media del dedo medial; se lo puede considerar el extensor propio de este dedo. El vientre lateral se origina de manera similar pero también en el radio y ulna; su estrecho tendón (fig. 32-2[10']) acompaña al del otro vientre, con el cual comparte una vaina tendinosa en el carpo, antes de dividirse a la altura del nudo en ramas que van a las falanges distales de ambos dedos.

El *extensor digital lateral* (fig. 32-2[11]) nace en el húmero, radio y ulna en la vecindad del ligamento colateral lateral. El tendón pasa sobre la superficie lateral del carpo encerrado en una vaina tendinosa, acompaña a los tendones del extensor común a través del metacarpo y termina en la falange media del dedo lateral; es el extensor propio de este dedo.

El *ulnar lateral* (fig. 32-2[14]) se extiende entre el epicóndilo lateral del húmero y el hueso carpiano accesorio. Aunque su inervación lo sitúa entre los extensores del carpo, su inserción indica que sólo puede flexionar esta articulación.

El *extensor oblicuo del carpo* (fig. 32-2[12]) es un músculo plano, el último y menos importante de los extensores, que se inicia en la superficie lateral del radio y ulna y pasa sobre el tendón del extensor radial del carpo (protegido por una vaina) para terminar en la parte medioproximal del gran hueso metacarpiano.

El *flexor radial del carpo* (fig. 32-4[2]) empieza en el epicóndilo medial del húmero y corre a caudal del borde medial del radio para insertarse en la superficie proximopalmar del hueso metacarpiano. Su corto tendón, rodeado por una vaina, cruza la cara caudomedial del carpo, donde está sujeto por el retináculo flexor.

El *flexor ulnar del carpo*, músculo plano de la cara caudomedial del antebrazo (fig. 32-4[4]), nace en el epicóndilo medial del húmero y en la ulna. Se inserta en el hueso carpiano accesorio.

El *flexor digital superficial* también se origina en el epicóndilo medial y enseguida se divide en dos vientres. El tendón del vientre profundo pasa por el canal carpiano, mientras que el del vientre superficial lo hace por fuera del retináculo flexor. Ambos son lubricados en este nivel por bolsas subtendinosas alargadas. Aunque los tendones se fusionan en la mitad de la caña, vuelven a dividirse en el nudo, donde las divisiones se combinan con ramas del interóseo para formar manguitos en torno de las ramas del flexor profundo. Cada una termina en la falange media del dedo respectivo.

Las tres cabezas del *flexor digital profundo* (fig. 32-4[6]) se originan en el húmero, radio y ulna, respectivamente. Forman un grueso

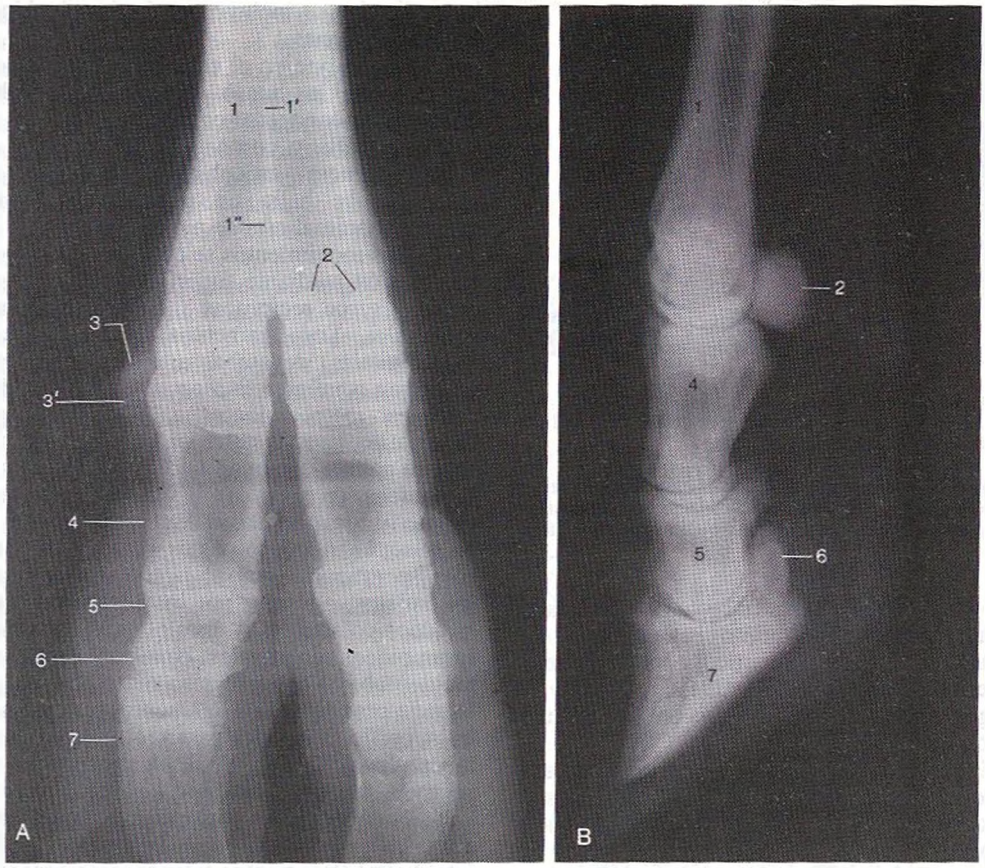


Fig. 32-5. Radiografías dorsopalmar (*A*) y lateral (*B*) de la mano.

1, hueso metacarpiano; 1', tabique medio; 1'', canal metacarpiano distal; 2, huesos sesamoideos proximales; 3, dedo rudimentario; 3', falange vestigial dentro del dedo rudimentario; 4, falange proximal; 5, falange media; 6, hueso navicular; 7, falange distal.

tendón común que pasa por el canal carpiano, donde es lubricado por una bolsa subtendinosa alargada. En el metacarpo el tendón está en una posición profunda respecto del tendón del flexor superficial y, al igual que éste, se divide en dos ramas, una para cada dedo. Estas ramas se insertan principalmente en las falanges distales, pero también tienen conexiones elásticas con las falanges medias.

Las inserciones y los respectivos ligamentos y vainas de los tendones flexores se describen detalladamente en el próximo apartado.

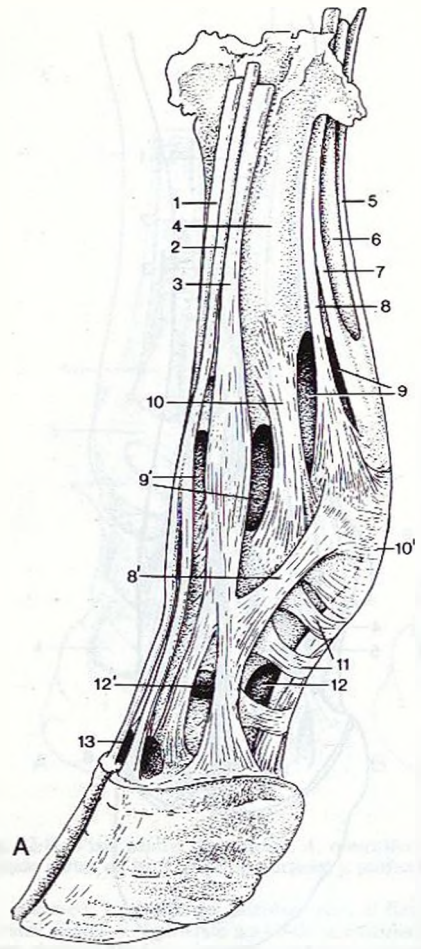
PARTE DISTAL DEL MIEMBRO

La parte distal del miembro suele conocerse como pie delantero. El pie (en ese sentido amplio) consiste en el extremo inferior expandido del metacarpo, los dos dedos principales y los pesuños rudimentarios. Los dedos están rodeados por una envoltura común de piel que llega hasta las coronas, de manera que únicamente las uñas están separadas por la hendidura interdigital. Los dedos rudimentarios sobresalen detrás del nudo y normalmente no toman contacto con el piso firme.

En los ovinos el espacio interdigital contiene un largo (2 a 4 cm) fondo de saco (seno interdigital) que se abre en la piel dorsal un poco encima de la pezuña (fig. 10-24). La secreción de las glándulas apocrinas que están en la pared de este saco sería un marcador territorial.

Esqueleto y articulaciones

El esqueleto se reduce a los huesos de los dedos principales (III y IV) y a los vestigios de los que los flanquean (II y V) (fig. 32-5). Aunque los elementos metacarpianos principales están fusionados para formar un solo hueso de la caña, éste se divide en su extremo inferior en cóndilos articulares aparte para las dos falanges proximales. Todos los huesos más distales es-



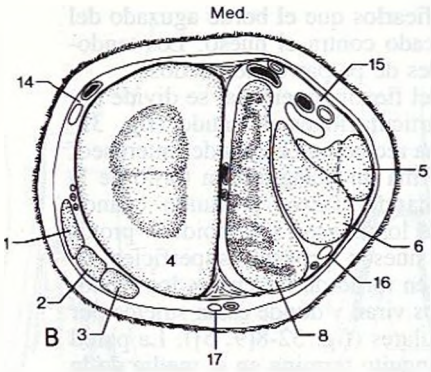


Fig. 32-10. *A*, mano izquierda, vista lateral. *B*, corte transversal del metacarpo izquierdo.

1, 2, tendones medial y lateral del extensor digital común; 3, extensor digital lateral; 4, hueso metacarpiano; 5, flexor digital superficial; 6, flexor digital profundo; 7, banda del interóseo para el flexor superficial; 8, 8', interóseo y su rama extensora, 9, 9', bolsas palmar y dorsal de la articulación del nudo; 10, 10', ligamentos colateral lateral y anular de la articulación del nudo; 11, ligamentos anulares digitales; 12, 12', sacos palmar y dorsal de la articulación de la cuartilla; 13, saco dorsal de la articulación medial de la corona; 14, vena digital común dorsal III y nervio radial superficial; 15, vasos medianos y nervio mediano; 16, rama palmar del nervio ulnar; 17, rama dorsal del nervio ulnar. (Horowitz, inédito.)

tarios están unidos a la fascia profunda engrosada que forma dos ligamentos que van a los extremos abaxiles de los huesos naviculares; estos ligamentos se tornan palpables al elevar los dedos rudimentarios.

Pezuña

Los pesuños principales se incurvan el uno hacia el otro en ambos extremos, tomando contacto por detrás y a veces también en sus ápices (fig. 32-12). La uña lateral es la que más peso soporta y es más grande que la medial (aunque esto no sucede siempre en el pie). Cada uña consiste en un perioplo, pared, suela y bulbo. La superficie de contacto con el suelo está formada por el borde distal de la pared, la suela y la parte dorsal del bulbo (fig. 32-12[1, 3, 4']); las partes visibles en el animal de pie son la pared a los costados y el bulbo en la parte de atrás de la uña. El borde coronario de la uña es más alto en el lado abaxil que en el axil. Más o menos los dos tercios apicales de la uña están ocupados por la falange distal y el tendón del flexor profundo; el espacio que está detrás corresponde al pulpejo digital, almohadilla elástica de tejido fibroadiposo que también se prolonga debajo de la "mitad" más grande del hueso (fig. 32-11[8]).

El *perioplo* provee una estrecha banda (cerca de 1 cm) a lo largo del borde coronario, que se ensancha hacia atrás, donde hace una transición con el bulbo y se fusiona con el perioplo de la otra uña. Está cubierta en parte por pelo. Su consistencia es intermedia entre la de la epidermis de la piel y el cuerno duro de la pared (fig. 32-13[6]).

La *pared*, agudamente flexionada sobre sí misma, forma la mayor parte de las superficies axil y abaxil (fig. 32-12); la flexura produce una cresta al frente que en su parte distal se incurva hacia la punta de la uña. Ambas superficies están delimitadas caudalmente por surcos más o menos nítidos (fig. 32-12[5]) que se extienden desde el borde coronario hacia la superficie de contacto con el suelo; la parte cór-

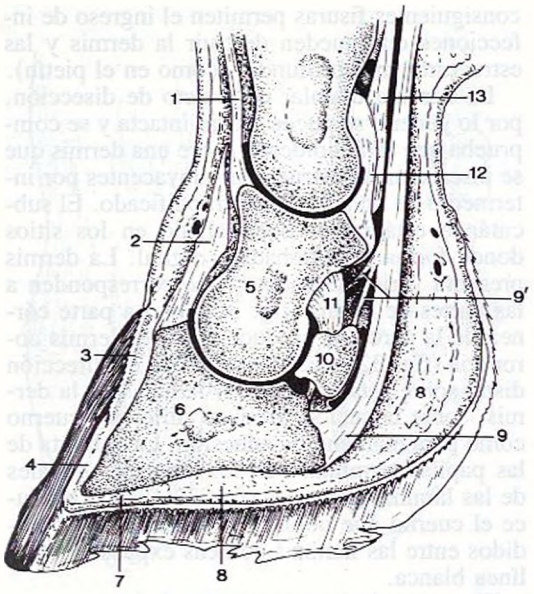


Fig. 32-11. Corte sagital del dedo medial de la mano.

1, extensor digital propio (medial); 2, extensor digital común; 3, dermis coronaria; 4, dermis laminar; 5, falange media; 6, falange distal; 7, dermis de la suela cubierta por la suela; 8, almohadilla digital; 9, flexor digital profundo; 9', fibras del flexor digital profundo para la falange media y el hueso navicular; 10, hueso navicular; 11, ligamento navicular colateral: 12, ligamentos palmares de la articulación de la cuartilla; 13, flexor digital superficial.

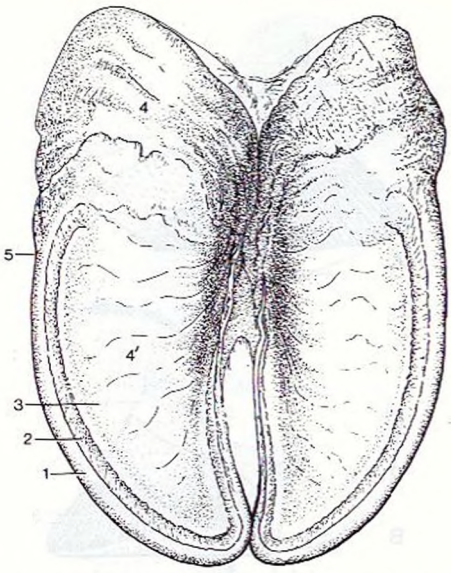


Fig. 32-12. Superficie de contacto con el suelo de la pezuña delantera.

1, pared; 2, línca blanca; 3, suela; 4, bulbo; 4', parte dorsal del bulbo; 5, surco abaxil que divide la pared respecto del bulbo.

nea caudal a los surcos pertenece al bulbo. El surco axil es más craneal y provee un área débil susceptible a las penetraciones, de modo que la infección puede propagarse entonces con facilidad a la articulación de la corona, que está a pocos milímetros de distancia. La pared presenta unas crestas prominentes paralelas al borde coronario; se deben a la producción despareja de cuerno, que puede ocasionarse por trastornos locales o más generales. Aunque normalmente el borde distal toma contacto con el suelo a lo largo de toda la extensión de la pared abaxil, sólo lo hace en el lado axil cerca de la punta de la uña; a causa de su ligera concavidad, este borde sólo soporta peso en terreno blando. La robustez de la pared no es uniforme, pero es más gruesa cerca del ápice hacia el suelo, en especial en el lado abaxil. Consiste en cuerno tubular e intertubular y se produce a lo largo de la ancha y plana dermis coronaria.* El "surco" coronario, visible en la uña desprendida, que está moldeado a esta dermis es, por lo tanto, mucho más ancho y menos profundo (casi plano, en realidad) que en el caso del equino. Las láminas córneas son cortas y bajas y forman una unión más débil con la dermis laminar que en el caballo. Esto concordaría con la mayor extensión de la superficie de sustentación, que en los rumiantes comprende la suela y el bulbo.

La *suela* (fig. 32-13[3]) es un área relativamente lisa confinada dentro del ángulo de inflexión de la pared, de la cual está separada por la llamada línea blanca, que es más blanda. En realidad esta línea es un poco más clara que el cuerno, por lo general no pigmentado, que se halla a cada lado; sólo mide unos pocos milímetros de ancho y comprende la alternancia de los extremos distales de las láminas córneas con el cuerno un tanto más oscuro producido sobre las papilas terminales de las láminas sensibles. En el centro la suela se fusiona imperceptiblemente con el vértice del bulbo; la unión entre ambas depende de la extensión de la almohadilla digital, que está bajo el bulbo (fig. 32-11[8, 7]).

El *bulbo* provee la cara caudal y una considerable porción de la superficie de contacto con el suelo, donde su vértice se inserta en la suela en forma de V. Es la parte de sustentación principal. Una gran proporción del cuerno intertubular hace que sea relativamente blando, pero su considerable espesor compensaría esto. El cuerno bulbar tiende a descamarse cuando se permite que se acumule (como sucede en animales que están en piso con estiércol) y las

* Antes y todavía ahora se la denomina corion.

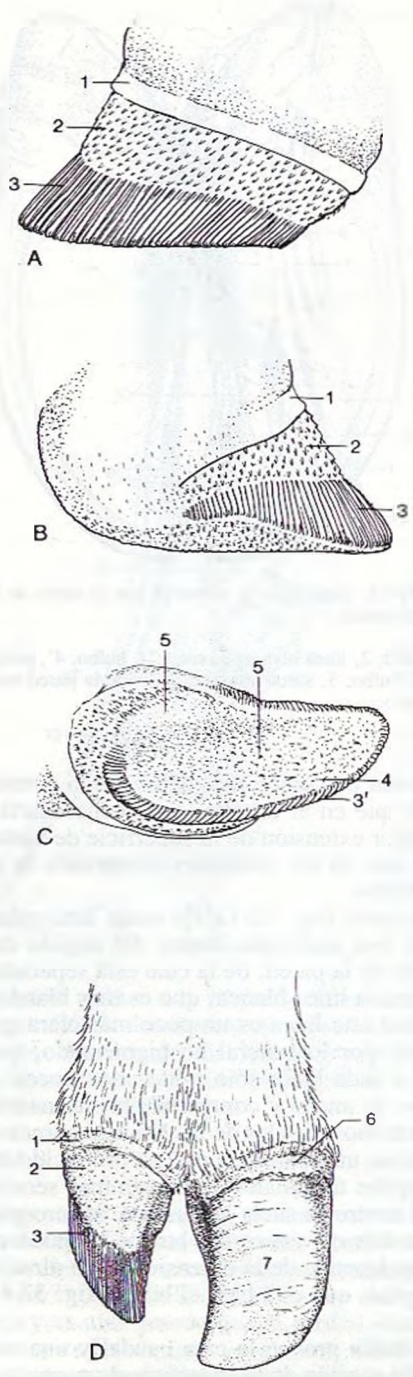


Fig. 32-13. Dermis sobre la cual se produce la uña córnea. *A, B, C,* superficies abaxil, axil y de la suela. *D,* superficie dorsal de la dermis y uña.

1, dermis perióplica; 2, dermis coronaria; 3, dermis laminar; 3', papilas terminales en los extremos distales de las láminas; 4, dermis de la suela; 5, dermis del bulbo; 6, perioplo; 7, pared de la uña.

consiguientes fisuras permiten el ingreso de infecciones que pueden destruir la dermis y las estructuras más profundas (como en el pietín).

La cápsula ungular del sujeto de disección, por lo general se puede retirar intacta y se comprueba que está moldeada sobre una dermis que se inserta en las estructuras subyacentes por intermedio de un subcutáneo modificado. El subcutáneo está mejor desarrollado en los sitios donde forma la almohadilla digital. La dermis presenta varios segmentos que corresponden a las partes de la uña (fig. 32-13). La parte córnea de la pared se produce sobre la dermis coronaria (fig. 32-13[2]) y se desliza en dirección distal sobre éstas y entre las láminas de la dermis, sobre la cual se produce suficiente cuerno como para mantener la adhesión. La cubierta de las papilas terminales en los extremos distales de las láminas dérmicas (fig. 32-13[3']) produce el cuerno que obtura los espacios comprendidos entre las láminas córneas expuestas en la línea blanca.

El cuerno de las otras partes de la uña crece alejándose de la dermis a razón de unos 5 cm por mes y un poco más en los terneros. En los bovinos que pueden andar con libertad, el desgaste de la superficie de contacto con el suelo es igual al crecimiento y en la punta de la uña el ángulo con el suelo se mantiene en alrededor de 50 grados. Si el piso es blando el crecimiento es mayor que el desgaste y hay que recortar periódicamente las uñas para que la pezuña no crezca hacia adelante en un ángulo menor. Si ocurre esto la articulación de la corona se hiperextiende gradualmente, el flexor profundo se tensa y aumenta el peso aplicado sobre la parte (caudal) de la pezuña que está encima de la inserción del flexor profundo y sobre el hueso navicular. Esto suscita dolor y, por lo tanto, renquera. Al final de la vida fetal el crecimiento excesivo de cuerno periódico y bulbar muy blando rodea la pared y la suela cornificadas más duras; se dice que este "colchón" evita que se lesionen las membranas fetales (fig. 32-14). Esta envoltura blanda no tarda en secarse al exponerse al aire, revelando las estructuras más duras del casco sobre las cuales el ternero se pone de pie a los pocos minutos de nacer.

Las uñas rudimentarias, que son miniaturas de las uñas principales, consisten principalmente en la pared y bulbo, pero no revisten importancia práctica.

VASOS SANGUÍNEOS Y ESTRUCTURAS LINFÁTICAS DEL MIEMBRO TORÁCICO

La *arteria axilar*, fuente principal de nutrición del miembro, se utiliza a veces para reco-

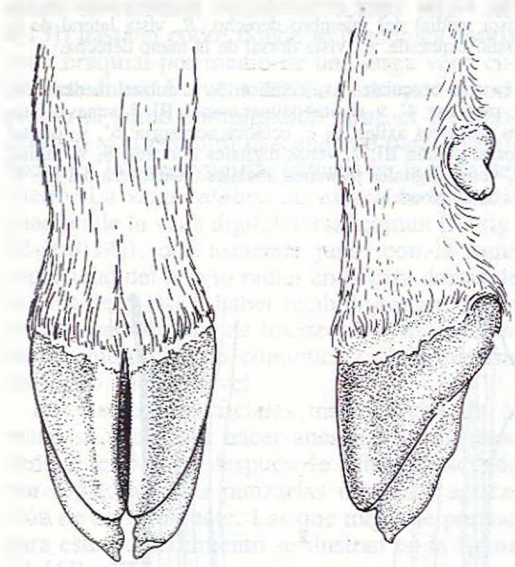


Fig. 32-14. Vistas dorsal y lateral de la pezuña de un ternero recién nacido. La cubierta de cuerno blando en la superficie de contacto con el suelo se seca rápidamente después de nacer.

ger sangre arterial; se la puede localizar a la palpación profunda donde gira en torno de la primera costilla. Emite la gran arteria subescapular (que sigue el borde caudal de la escápula) donde cruza la articulación del hombro y desde aquí recibe el nombre de arteria braquial (fig. 32-15[4]). Esta arteria desciende por la cara medial del brazo hasta la articulación del codo en compañía del nervio mediano (fig. 32-3[6]) y se la puede palpar, incluso para tomar el pulso, inmediatamente a craneal del ligamento colateral medial. Más allá del codo el tronco arterial se sumerge debajo del flexor radial del carpo y después de haber desprendido la arteria interósea común cambia de nombre nuevamente y se convierte en la arteria mediana. La *arteria mediana* sigue el borde medial del radio en la profundidad del flexor (fig. 32-4[3, 2]) antes de acompañar al tendón del flexor digital profundo por el canal carpiano. Corre junto con una vena satélite y con el nervio mediano por el metacarpo, aplicada sobre la superficie medial de los tendones flexores debajo de una gruesa fascia profunda (fig. 32-10*B*[15]). Durante todo su recorrido el tronco desprende muchas ramas colaterales que entablan suficientes anastomosis como para mantener una circulación colateral adecuada en caso de que se bloquee. Las ramificaciones son muy profusas, en particular cerca del carpo y varias arterias menores que nacen aquí descienden para participar en la vascularización de los dedos.

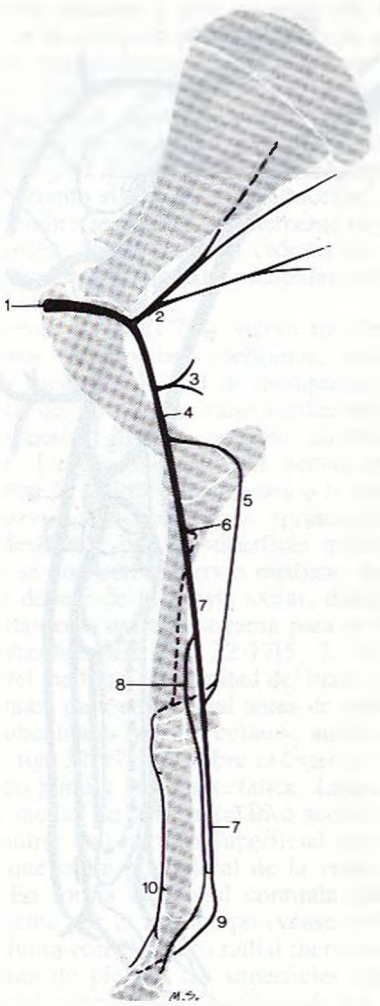


Fig. 32-15. Vista medial de las principales arterias del miembro torácico derecho.

1, arteria axilar; 2, a. subescapular; 3, a. braquial profunda; 4, a. braquial; 5, a. ulnar colateral; 6, a. interósea común; 7, a. mediana; 8, a. radial; 9, a. digital palmar común III; 10, a. digital dorsal común III.

La arteria mediana se superficializa y se torna vulnerable en la articulación del nudo, donde su recorrido la lleva sobre la superficie palmar de las ramas mediales de los tendones flexores. En el sitio donde se introduce en el espacio interdigital recibe el nombre de *arteria digital palmar común III*. Esta arteria y su vena satélite sobresalen visiblemente en este sitio en las vacas de piel fina y la arteria puede palparse, aunque por lo general no se llega a percibir el pulso (fig. 32-15[9]).

Dentro del espacio interdigital la arteria digital común emite ramas para los dedos rudimentarios y las almohadillas digitales y también en-

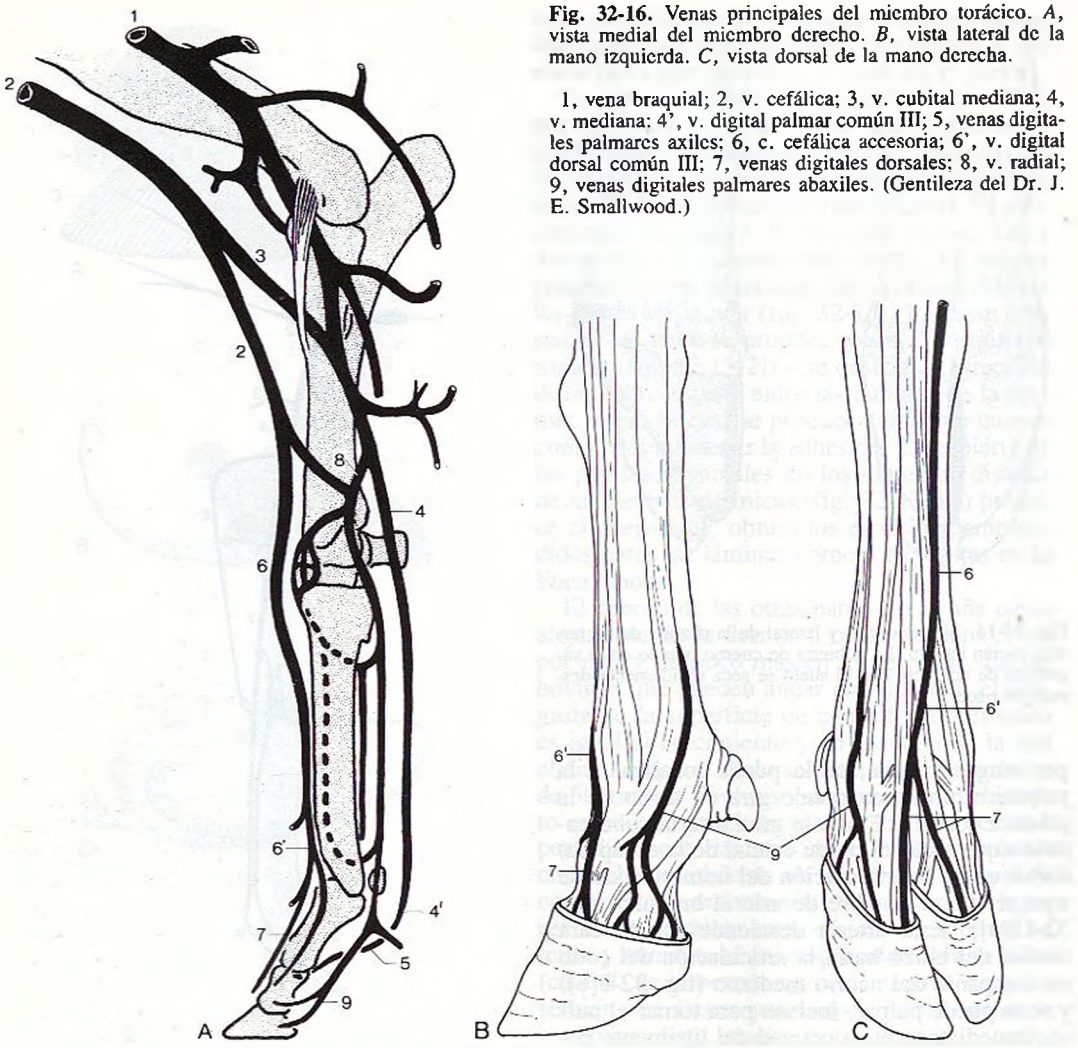


Fig. 32-16. Venas principales del miembro torácico. *A*, vista medial del miembro derecho. *B*, vista lateral de la mano izquierda. *C*, vista dorsal de la mano derecha.

1, vena braquial; 2, v. cefálica; 3, v. cubital mediana; 4, v. mediana; 4', v. digital palmar común III; 5, venas digitales palmares axiles; 6, c. cefálica accesoria; 6', v. digital dorsal común III; 7, venas digitales dorsales; 8, v. radial; 9, venas digitales palmares abaxiles. (Gentileza del Dr. J. E. Smallwood.)

vía una rama anastomótica debajo del ligamento interdigital proximal para la pequeña arteria digital dorsal común III, que desciende en el surco que está en la superficie dorsal del hueso metacarpiano. Luego la arteria digital común se divide en las arterias digitales palmares axiles, cada una de las cuales corre distalmente sobre el dedo, pasa debajo del ligamento colateral común axil y entra en la falange distal por el gran agujero que está junto a la apófisis extensora. Las arterias digitales palmares de la cara abaxil de los dedos, más pequeñas, derivan de las continuaciones metacarpianas palmares de las arterias interósea y radial; cada una penetra en la falange distal en el extremo palmar de su superficie abaxil. Las arterias digitales palmares se anastomosan dentro del hueso formando un arco terminal que libera muchas ramas para la dermis. Las pequeñas arterias digitales *dorsales* revisten menor importancia. Las arterias digitales se seccionan inevitablemente al amputar un dedo; el muñón de la arteria digital palmar axil, que es la más grande de todas, sangra copiosamente y debe ser ligado.

Las *venas del miembro torácico* se dividen entre un sistema profundo satélite de las arterias y un sistema superficial semiindependiente. Ambos se comunican mediante anastomosis prominentes en el codo, encima del carpo y en la mano.

El sistema superficial comprende las venas cefálica y cefálica accesoria, así como las tributarias de esta última en la mano (fig. 32-16). La mayoría se pueden palpar y forman rasgos superficiales visibles en los sujetos jóvenes y de piel fina. La *vena cefálica* (fig. 32-16[2]) nace en la vena radial, que asciende sobre la cara medial del carpo fuera del retináculo flexor. Cruza la superficie medial del radio (donde se le une la cefálica accesoria) y después trepa

sobre el extensor radial del carpo (fig. 32-4[13]) hasta el codo, donde se comunica con la vena braquial por medio de una larga vena cubital mediana. La vena cefálica asciende entonces en el surco comprendido entre el braquiocefálico y el pectoral descendente para desembocar en la vena yugular externa en la base del cuello. La *vena cefálica accesoria* es la continuación de la vena digital dorsal común III (fig. 32-10*B*[14]), que asciende junto con la rama superficial del nervio radial en la cara dorsal de la caña después de haber recibido sangre de las superficies dorsales de los dedos y una anastomosis interdigital la comunica con el sistema profundo en este nivel.

Las venas superficiales más grandes de la mano se usan para hacer anestesia local intravenosa retrógrada después de haberlas elevado por repleción para punzarlas mediante aplicación de un torniquete. Las que mejor se prestan para este procedimiento se ilustran en la figura 32-16*B* y *C*.

Los *nódulos linfáticos* del miembro torácico comprenden el gran nódulo axilar propio, que está aplicado contra la pared torácica a caudal de la articulación del hombro, y unos pequeños nódulos accesorios (nódulos linfáticos axilares de la primera costilla) que están aplicados sobre la primera costilla y espacio intercostal adyacente. El nódulo axilar recibe linfa de los huesos, articulaciones y músculos de los segmentos superiores del miembro, incluso los músculos ventrales de la cintura escapular. Sus vasos eferentes van primero a los nódulos accesorios y después a los nódulos cervicales profundos caudales y directamente a una de las venas de la entrada torácica. En la media res colgada, el nódulo se puede inspeccionar haciendo una incisión medial en el medio del primer espacio intercostal. Los músculos dorsales de la cintura escapular, la piel y la fascia subcutánea del hombro, brazo y antebrazo y todas las estructuras distales drenan directamente en el nódulo cervical superficial, que se puede palpar delante del hombro.

NERVIOS DEL MIEMBRO TORÁCICO

Ramas del plexo braquial

El plexo braquial está formado por los tres últimos nervios cervicales y los dos primeros torácicos. Muchas ramas tienen una importancia puramente local, pero los pocos troncos cuya distribución es más extensa requieren una descripción bastante completa por su importancia clínica, incluso porque se pueden infiltrar sus ramas con anestésico para hacer cirugía en los dedos. El *supraescapular* (C6-7) es uno de los nervios menores y gira en torno del borde craneal de la escápula para introducirse en los músculos supraespinoso e infraespinoso (fig. 32-17[4]). Su destrucción* influye poco sobre la postura de pie, aparte de causar a veces una ligera abducción del brazo, pero la marcha se afecta más y el animal avanza el miembro con un movimiento rígido de circunducción, en el que el hombro se abduce visiblemente en la fase de sostén. En la parálisis crónica los músculos se atrofian y la espina escapular se define nítidamente.

El *nervio axilar* (C7-8) inerva los flexores verdaderos del hombro (deltoides, redondos mayor y menor) y la piel de la superficie craneolateral del brazo y la craneomedial del antebrazo superior (nervio cutáneo antebraquial craneal). La parálisis de este nervio influye poco sobre la actitud estacionaria o la marcha.

El *nervio musculocutáneo* (principalmente C6-8) desciende por la superficie medial del brazo y se une con el nervio mediano después de virar debajo de la arteria axilar, donde casi inmediatamente emite una rama para el bíceps y el coracobraquial (fig. 32-17[5, 7, 16]). Se separa del mediano en la mitad del brazo y emite una rama para el braquial antes de continuar en el subcutáneo (nervio cutáneo antebraquial medial, fig. 32-17[18]) sobre el extensor radial del carpo junto a la vena cefálica. Luego transita por medial de la vena cefálica accesoria antes de unirse con la rama superficial del nervio radial (que corre por lateral de la vena) en el carpo. En forma ocasional continúa independientemente por el metacarpo (véase más adelante). Junto con el nervio radial inerva una extensa área de piel en las superficies dorsal y medial del miembro. La parálisis de las ramas musculares ejerce un efecto mínimo sobre la marcha.

El *nervio mediano* (C8-T2), más grande, desciende por la cara medial del brazo, cruza la articulación del codo (donde se palpa delante de la arteria braquial, fig. 32-3[5, 6]) y se sumerge debajo de los músculos flexores a los cuales envía ramas. Después, su tronco muy reducido sigue a la arteria mediana cubierto por el flexor radial del carpo (fig. 32-4[3]) dentro del canal carpiano, antes de dividirse en la mitad del metacarpo en varias ramas que inervan la mayor parte de la cara palmar de la mano; estas ramas se describen más adelante.

El *nervio ulnar* (C8-T2) nace junto con el nervio mediano pero diverge de éste en la mitad

* Las descripciones de esta parálisis y de las de otros nervios se basan en investigaciones experimentales, pero no siempre concuerdan con los cuadros clínicos, tal vez porque las lesiones accidentales tienden a complicarse con daño de otras estructuras y no consisten siempre en la sección completa del nervio.

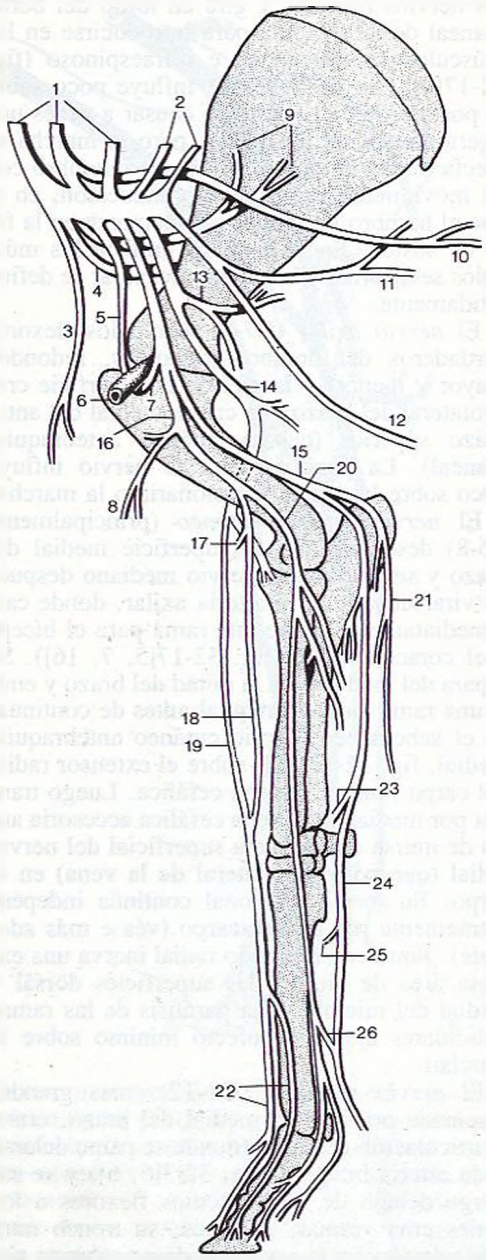


Fig. 32-17. Vista medial de los nervios del miembro torácico.

1, 2, raíces del plexo braquial; 3, n. pectoral craneal; 4, n. supraescapular; 5, n. musculocutáneo; 6, a. axilar; 7, asa del n. musculocutáneo antes de unirse con el n. mediano; 8, rama proximal del n. musculocutáneo; 9, n. subescapular; 10, n. torácico largo; 11, n. toracodorsal; 12, n. torácico lateral; 13, n. axilar; 14, n. radial; 15, n. ulnar; 16, nervios musculocutáneo y mediano combinados; 17, rama distal del n. musculocutáneo; 18, n. cutáneo antebraquial medial; 19, rama superficial del n. radial; 20, n. mediano; 21, n. cutáneo antebraquial caudal; 22, nervios digitales dorsales comunes III y II; 23, rama dorsal del n. ulnar; 24, rama palmar del n. ulnar; 25, rama profunda del n. ulnar (para los músculos interóseos); 26, rama comunicante. (Gentileza del Dr. J. E. Smallwood.)

del brazo (fig. 32-17[15]). Después de emitir una rama para la piel (nervio cutáneo antebraquial caudal) corre hacia el olécranon, donde penetra entre los orígenes de los músculos flexores. Envía ramas a estos músculos antes de continuar entre la musculatura de la parte caudal del antebrazo, como nervio a predominio sensitivo (fig. 32-4[4']). Se divide poco antes del hueso carpiano accesorio; la rama palmar corre por el canal carpiano lateral a los tendones flexores en tanto la rama dorsal se superficializa y puede palparse donde desciende sobre la cara lateral del hueso carpiano accesorio hacia el metacarpo. Ambas ramas se pueden seguir más abajo.

Como los nervios mediano y ulnar comparten la inervación de los flexores carpianos y digitales, la destrucción de cualquiera de ambos troncos influye poco sobre la postura o la marcha. Incluso si se seccionan ambos no se altera inmediatamente el aspecto del animal de pie, pero después sobreviene hiperextensión del carpo. La marcha se altera si se hace la neurectomía doble y se cumple con una acción exagerada en "paso de ganso" en que se hiperextienden las articulaciones carpianas y las inferiores, pero el paso no se acorta y la mano conserva su capacidad para soportar peso.

El *nervio radial* (C7-T1) ocupa una posición más caudal en el brazo. Se introduce entre las cabezas del tríceps (fig. 32-3[8]) antes de seguir al braquial en torno del húmero para llegar a la superficie craneal de la articulación del codo y mientras tanto emite ramas musculares. El tronco del radial es vulnerable donde pasa sobre la aguzada cresta epicondílea del húmero en la profundidad de la cabeza lateral del tríceps. En este sitio se divide en varias ramas que inervan los músculos extensores del carpo y los dedos y en una rama cutánea (nervio cutáneo, antebraquial lateral) que acompaña a la vena cefálica y, más distalmente, a la cefálica accesoria. Esta considerable rama superficial recibe la rama cutánea del nervio musculocutáneo antes de cruzar la cara dorsomedial del carpo (fig. 32-17[19, 18]). Más adelante se describe su distribución en la superficie dorsal de la mano. El nervio radial inerva con exclusividad los extensores de todas las articulaciones distales al hombro y los efectos de su lesión en la parte proximal de su recorrido por supuesto son graves. El codo "cae" y el miembro aparenta ser anormalmente largo. El animal se mueve con dificultad arrastrando las puntas de los dedos y no se apoya en el miembro afectado. No puede apoyar la suela de la uña en el piso sino que lo hace sobre las superficies dorsales de los dedos. Si el daño es más distal, el animal por lo general aprende a compensar la pérdida de la función de los músculos extensores del carpo y dedos.

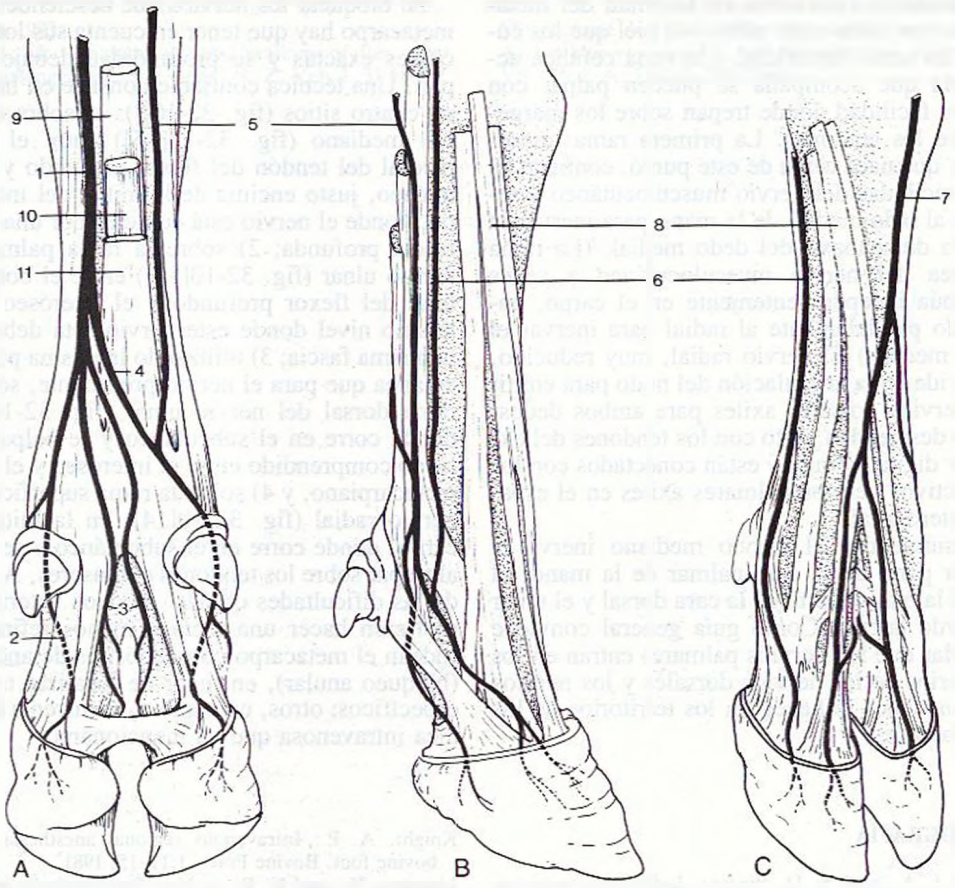


Fig. 32-18. Vistas palmar (*A*), lateral (*B*) y dorsal (*C*) de los nervios principales de la mano.

1, nervio mediano; 2, n. digital palmar abaxil; 3, nervios digitales palmares axiles; 4, rama comunicante; 5, rama palmar del n. ulnar; 6, rama dorsal del n. ulnar; 7, rama superficial del n. radial; 8, tendones extensores digitales; 9, interóseo; 10, tendón del flexor profundo; 11, tendón del flexor superficial.

Inervación de la mano

Los nervios que continúan a través del carpo son el mediano, las ramas palmar y dorsal del ulnar y la rama superficial del radial (que incorpora la contribución del musculocutáneo). El bloqueo de todos ellos (en la mitad del metacarpo) desensibiliza por completo los dedos.

El *nervio mediano* corre acompañado por grandes vasos satélites en su descenso por medial de los tendones flexores. Se divide en cuatro ramas encima del nudo (fig. 32-18[1]). La primera (fig. 32-18[2]) corre en dirección distal en el surco comprendido entre los tendones flexores y el interóseo e inerva las superficies palmar y abaxil del dedo medial. Los dos nervios axiles (fig. 32-18[3]) junto con la arteria digital palmar común III y su vena, pasan sobre los tendones flexores que van al dedo medial y entran en el espacio interdigital para inervar las superficies axiles de los dedos. (Pueden unirse brevemente formando un corto nervio digital palmar común III.) La cuarta, que es una rama comunicante (fig. 32-18[4]), cruza el tendón flexor superficial para unirse a la rama palmar del nervio ulnar que desciende por lateral de los tendones flexores.

La *rama palmar del nervio ulnar* (fig. 32-18[5]) recibe la rama comunicante del mediano, corre hacia distal en el surco entre los tendones flexores y el interóseo e inerva las superficies palmar y abaxil del dedo lateral.

La *rama dorsal del nervio ulnar* (fig. 32-18[6]) pasa sobre la cara lateral del carpo y continúa en el surco comprendido entre el interóseo y el hueso metacarpiano (donde se palpa) hacia el nudo. Cruza éste por dorsal del interóseo e inerva la superficie dorsoabaxil del dedo lateral.

La *rama superficial del nervio radial* (fig. 32-18[7]) cruza la superficie dorsomedial del carpo y luego se inclina lateralmente, llega a

los tendones extensores en la mitad del metacarpo y se sitúa entre ellos y la piel que los cubre. La rama superficial y la vena cefálica accesoria que acompaña se pueden palpar con mayor facilidad donde trepan sobre los márgenes de los tendones. La primera rama importante, que nace cerca de este punto, contiene fibras recibidas del nervio musculocutáneo y retorna al lado medial de la mano para inervar la región dorsoabaxil del dedo medial. (La rama cutánea del nervio musculocutáneo a veces continúa independientemente en el carpo, corriendo paralelamente al radial para inervar el dedo medial.) El nervio radial, muy reducido, se divide en la articulación del nudo para emitir los nervios dorsales axiles para ambos dedos. Estos descienden junto con los tendones del extensor digital común y están conectados con los respectivos nervios palmares axiles en el espacio interdigital.

Resumiendo, el nervio mediano inerva la mayor parte de la cara palmar de la mano, el radial la mayor parte de la cara dorsal y el ulnar el borde lateral. Como guía general conviene recordar que los nervios palmares entran en los territorios de los nervios dorsales y los nervios más mediales lo hacen en los territorios de los más laterales.

Al bloquear los nervios que descienden en el metacarpo hay que tener en cuenta sus localizaciones exactas y su profundidad debajo de la piel. Una técnica confiable consiste en inyectar en cuatro sitios (fig. 32-10*B*): 1) sobre el nervio mediano (fig. 32-10[15]) entre el borde medial del tendón del flexor profundo y el interóseo, justo encima de la mitad del metacarpo, donde el nervio está cubierto por una fuerte fascia profunda; 2) sobre la rama palmar del nervio ulnar (fig. 32-10[16]) entre el borde lateral del flexor profundo y el interóseo en el mismo nivel donde este nervio está debajo de la misma fascia; 3) utilizando la misma punción cutánea que para el nervio precedente, sobre la rama dorsal del nervio ulnar (fig. 32-10[17]) donde corre en el subcutáneo y se palpa en el surco comprendido entre el interóseo y el hueso metacarpiano, y 4) sobre la rama superficial del nervio radial (fig. 32-10[14]) en la mitad del carpo, donde corre en el subcutáneo y se palpa al trepar sobre los tendones extensores. A causa de las dificultades obvias, muchos veterinarios prefieren hacer una técnica menos refinada y rodean el metacarpo con depósitos de anestesia (bloqueo anular), en lugar de localizar troncos específicos; otros, en cambio, recurren a la técnica intravenosa que ya mencionamos.

BIBLIOGRAFÍA

Bogan, J. A., and A. D. Weaver: Lidocaine concentrations associated with intravenous regional anesthesia of the distal limb of cattle. Am. J. Vet. Res. 39:1672–1673, 1978.

Bruchmann, W.: Untersuchungen über die Punktionsmöglichkeiten am Schulter-, Ellbogen- und Hüftgelenk des Rindes. Dissertation, Hannover, Tierärztliche Hochschule, 1965.

Eisenmenger, E.: Gelenkspunktionen für Diagnostik und Therapie. Tierärztl. Prax. 2:401–404, 1974.

Estill, C. T.: Intravenous local analgesia of the bovine lower leg. Vet. Med. [SAC] 72:1499–1502, 1977.

Fehlings,K.: Intravenöse regionale Anästhesie an der Vena digitalis dorsalis communis III bei Eingriffen an den Vorderzehen des Rindes. Dsch. Tierärztl. Wochenschr. 87:4–7, 1980.

Fezl, L.: Biometric studies on the ground surface of bovine claws. Zentralbl. Vet. Med. A, 15:844–860, 1968.

Fezl, L.: Changes in the form of the interdigital space in cattle during locomotion. Zentralbl. Vet. Med. A. 21:592–602, 1974.

Gogi, S. N., J. M. Nigam, and A. P. Singh: Angiographic evaluation of bovine foot abnormalities. Vet. Radiol. 23:171–174, 1982.

Greenough, P. R., F. J. MacAllum and A. D. Weaver: Lameness in Cattle, 2nd ed. Philadelphia, J. B. Lippincott, 1981.

Habel, R. E.: Guide to the Dissection of the Domestic Ruminants, 3rd ed. Ithaca, 1983. [Published by the author.]

Horowitz, A.: The veins of the thoracic limb of the ox. Speculum, 17:21–30, 1964.

Knight, A. P.: Intravenous regional anesthesia of the bovine foot. Bovine Pract. 1:11–15, 1981.

Lauwers, H., and N. R. de Vos: Systematische en topografische beschrijving van de venen de voor- en achtervoet bij het rund. Vlaams Diergeneeskd. Tijdschr. 36:81–91, 1967.

Peters, E.: Zur Anatomie der gemeinsamen digitalen Sehnenscheide am Vorder- und Hinterfuss des Rindes. Dissertation, Hannover, Tierärztliche Hochschule, 1965.

Prentice, D. E.: Growth and wear rates of hoof horn in Ayrshire cattle. Res. Vet. Sci. 14:285–290, 1973.

Prentice, D. E., and G. Wyn-Jones: A technique for angiography of the bovine foot. Res. Vet. Sci. 14: 86–89, 1973.

Rebhun, W. C., and E. G. Pearson: Clinical management of bovine foot problems. JAVMA 181:572–577, 1982.

Sack, W. O., and W. Cottrell: Puncture of shoulder, elbow and carpal joints in goats and sheep. JAVMA 185:63–65, 1984.

Schreiber, J.: Die anatomischen Grundlagen der Leitungsanästhesie. III. Nerven der Vorderextremität. Wien. Tierärztl. Monatsschr. 43:273–287, 1956.

Taylor, J. A.: The applied anatomy of the bovine foot. Vet. Rec. 72:1212, 1960.

Toussaint Raven, E.: Determination of weight bearing by the cow's foot. Tijdschr. Diergeneesk. 96:1237–1243, 1971.

Vaughan, L. C.: Peripheral nerve injuries: an experimental study in cattle. Vet. Rec. 76:1293–1300, 1964.

Way, R.: The Bovine Foot. Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1954.

Weaver, A. D.: Intravenous local anesthesia of the lower limb in cattle. JAVMA 160:55–57, 1972.

Weaver, A. D.: The bovine interdigital space. Vet. Rec. 93:132, 1973.
West, D. M.: Anatomical considerations of the distal interphalangeal joint of sheep. N. Z. Vet. J. 31:58–60.
Wilkens, H.: Zur makroskopischen und mikroskopischen Morphologie der Rinderklaue mit einem Vergleich der Architektur von Klauen- und Hufröhrchen. Zentralbl. Vet. Med. A. 11:163–200, 1964.

FAC. MED. VETERINARIA Y ZOOTECNIA
QUITO

33

Miembro pelviano de los rumiantes

CONFORMACIÓN DE LA GRUPA

Los cuartos traseros, en especial los de las vacas lecheras, tienen un aspecto demacrado en el que gran parte del esqueleto pelviano se detecta debajo de la piel. La tuberosidad sacra puede palparse al costado del espacio lumbosacro; aunque normalmente no sobresale sobre la cresta sacra convexa, esto sucedería en la luxación de la articulación sacroilíaca. Está conectada con la tuberosidad coxal, muy sobresaliente (''punta del anca''), por la cresta ilíaca, que sólo se halla fina e incompletamente cubierta por el glúteo medio (fig. 33-1). La tuberosidad isquiática (''punta de la nalga'') de forma triangular, es prominente lateralmente al ano (fig. 33-1[6]) y se eleva unos 10 cm sobre el piso de la pelvis, bastante por encima del nivel de la vulva. La línea que une las tuberosidades coxal e isquiática indica la inclinación de la pelvis medida contra el horizonte. El ángulo grande baja a la arcada isquiática y hace que la entrada de la pelvis sea más vertical; el ángulo pequeño (anca aplanada) hace que el fémur esté verticalizado y se presume que esto predispone a las concusiones traumáticas en la articulación de la cadera. La piel está estirada sobre la tuberosidad isquiática, delineando bien la parte superior, a la cual se le une el ligamento sacrociático palpable que llega desde el ángulo caudolateral del sacro. El amplio espaciamiento de las tuberosidades isquiáticas sugiere una pelvis ancha que se presta para partos fáciles.

ARTICULACIÓN DE LA CADERA

La posición de la articulación de la cadera se deduce localizando el trocánter mayor del fémur, que se palpa a través del bíceps. El trocánter está por lateral y un poco caudal a la articulación, debajo de la línea que une las tuberosidades coxal e isquiática (fig. 26-1); la proyección encima de la línea significa luxación dorsal de la cadera o fractura del cuello femoral. El acetábulo se halla profundizado por una sustancial adición fibrosa a su borde; la cabeza del fémur está sujeta en su sitio por un solo ligamento (lig. capitis) a cuya ocasional debilidad y hasta ausencia se le atribuyeron luxaciones. La superficie articular de la cabeza se extiende lateralmente sobre la superficie superior semicilíndrica del cuello, confirmando que las excursiones de esta articulación, ostensiblemente de bola y cavidad, son más libres en el plano sagital, pero la flexión se acompaña de cierta rotación externa del fémur asegurando que la rodilla no roce con el abdomen. La articulación de la cadera se puede punzar introduciendo una aguja craneal al trocánter y llevándola hacia medial y un poco en dirección craneal; la profundidad de esta articulación hace que sea difícil realizar con buen éxito la punción.

MÚSCULOS DE LA CADERA Y MUSLO

Los músculos glúteos están relativamente poco desarrollados. El *glúteo superficial* se fusiona con el bíceps formando un solo músculo (véase más adelante) y el *glúteo medio*, mucho más fino que el del caballo, nace en el ala ilíaca y ligamento sacrociático adyacente y se inserta en el trocánter mayor (fig. 33-1[7]). Una subdivisión profunda (glúteo accesorio) termina en un tendón plano sobre la superficie lateral del trocánter, donde está protegido por una bolsa sinovial (trocantérica). El *glúteo profundo* no tiene peculiaridades dignas de mención.

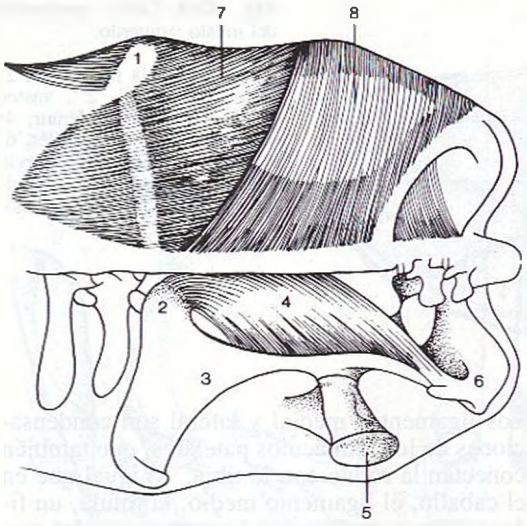


Fig. 33-1. Vista dorsal de la grupa; se retiraron los músculos del lado izquierdo.

1, tuberosidad coxal; 2, tuberosidad sacra; 3, ilion; 4, ligamento sacrociático; 5, trocánter mayor del fémur; 6, tuberosidad isquiática; 7, glúteo medio; 8, bíceps.

La ausencia de las cabezas vertebrales de los músculos semitendinoso y semimembranoso y la debilidad relativa del glúteo medio confieren al cuarto trasero su aspecto angular (fig. 33-2). El *bíceps* rellena la parte caudolateral del muslo. Tiene un origen amplio en el sacro, ligamento sacrociático y cara ventral de la tuberosidad isquiática. (La parte que nace en el sacro representa el glúteo superficial de otras especies.) La inserción también es extensa y comprende la fascia lata, rótula, ligamento patelar lateral y, por intermedio de la fascia crural, la tibia y el calcáneo. La cabeza vertebral que pasa sobre el trocánter mayor es inervada por el nervio glúteo caudal y la cabeza isquiática por el nervio ciático. Una gran bolsa bicipital permite que la parte del tendón que va al ligamento patelar se deslice suavemente sobre el prominente epicóndilo lateral del fémur. La bolsa se inflama a veces, con mayor frecuencia en bovinos que deben echarse sobre suelo duro; a veces se comunica con la articulación femorotibial.

El *semitendinoso* (fig. 33-2[5]) se origina en la cara ventrolateral de la tuberosidad isquiática y desciende, primero en dirección caudal y después medial, hasta el músculo precedente. El *semimembranoso* nace en la superficie ventral del isquion, medial al semitendinoso. Ambos tienen inserciones similares a las del bíceps, pero en el lado medial del miembro. Los músculos de este grupo cumplen diversas funciones, pero en particular extienden la cadera, rodilla y corvejón durante la fase de sustentación del paso y aportan gran parte de la fuerza propulsiva.

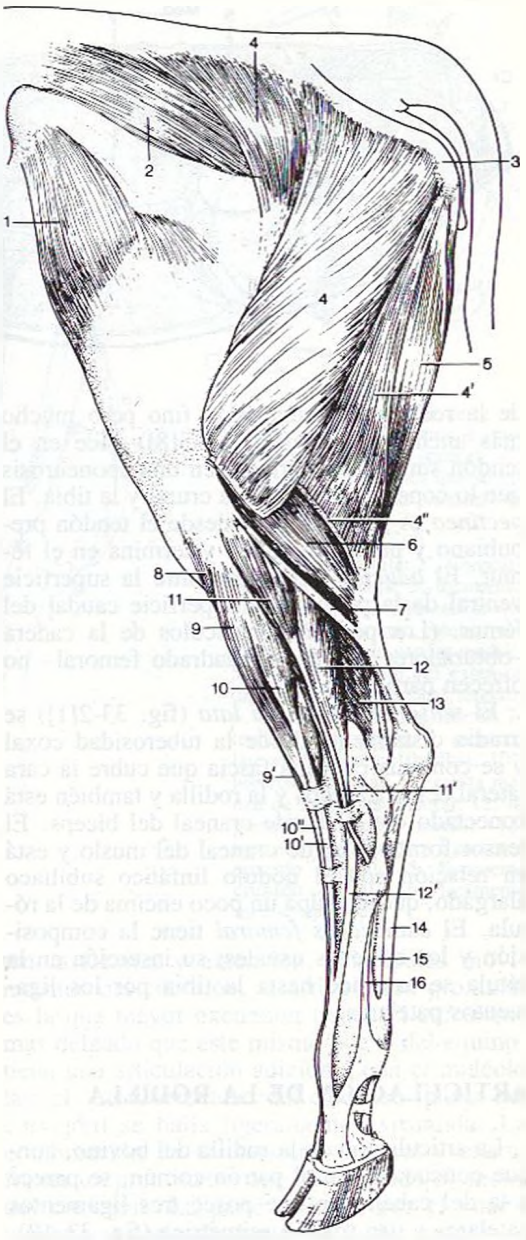


Fig. 33-2. Vista lateral de los músculos del miembro pelviano izquierdo.

1, tensor de la fascia lata; 2, glúteo medio; 3, tuberosidad isquiática; 4, 4', 4'' bíceps seccionado transversalmente en 4''; 5, semitendinoso; 6, cabeza lateral del gastrocnemio; 7, sóleo rudimentario; 8, tibial craneal; 9, 9', peroneal tercero; 10, 10', 10'', extensor digital largo; 11, 11', peroneal largo; 12, 12', extensor digital lateral; 13, flexor digital profundo; 14, tendón del flexor digital superficial; 15, tendón del flexor digital profundo; 16, interóseo.

El acintado *sartorio* (fig. 33-3[4]) se extiende desde el cuerpo del ilion hasta la cara medial

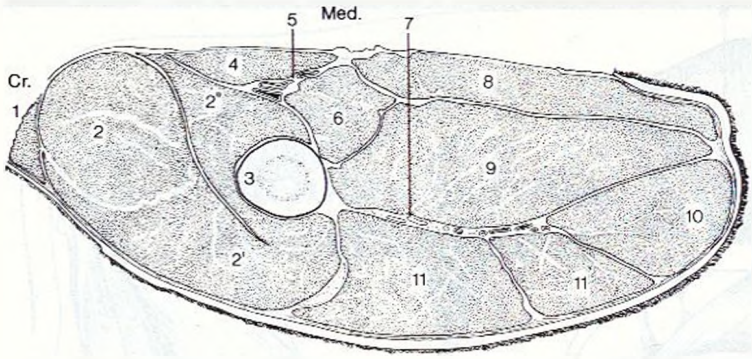


Fig. 33-3. Corte transversal del muslo izquierdo.

1, tensor de la fascia lata; 2, recto femoral; 2', 2'', vastos lateral y medial; 3, fémur; 4, sartorio; 5, vasos femorales; 6, pectíneo y aductor; 7, nervio ciático; 8, gracilis; 9, semimembranoso; 10, semitendinoso; 11, bíceps.

de la rodilla. El igualmente fino pero mucho más ancho *gracilis* (fig. 33-3[8]) nace en el tendón sinfisario y termina en una aponeurosis que lo conecta con la fascia crural y la tibia. El *pectíneo* es grande; viene desde el tendón prepubiano y pubis adyacente y termina en el fémur. El *aductor* transcurre entre la superficie ventral de la pelvis y la superficie caudal del fémur. (Los pequeños músculos de la cadera –obturadores, gemelos, cuadrado femoral– no ofrecen particularidades.)

El *tensor de la fascia lata* (fig. 33-2[1]) se irradia distalmente desde la tuberosidad coxal y se continúa con una fascia que cubre la cara lateral del cuadríceps y la rodilla y también está conectado con el borde craneal del bíceps. El tensor forma el borde craneal del muslo y está en relación con el nódulo linfático subilíaco alargado, que se palpa un poco encima de la rótula. El *cuadríceps femoral* tiene la composición y los orígenes usuales; su inserción en la rótula se extiende hasta la tibia por los ligamentos patelares.

ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

La articulación de la rodilla del bovino, aunque concuerda con el patrón común, se parece a la del caballo en que posee tres ligamentos patelares y una tróclea asimétrica (fig. 33-4*B*). Está caudal al pliegue cutáneo que conecta al miembro con el flanco. La rótula, los ligamentos patelares y la tuberosidad tibial se palpan en su superficie craneal; dos "hoyitos" palpables en el extremo proximal de la tuberosidad separan los tres ligamentos y, por ende, se identifican con facilidad. El prominente epicóndilo femoral, el ligamento colateral (y su inserción en la fíbula rudimentaria, fig. 33-4*A*[9]) y, en un sitio más craneal, el origen común del extensor digital largo y el peroneo tercero (fig. 33-4[5]) se palpan en la cara lateral de la articulación.

El ligamento patelar medio corresponde al único ligamento de la mayoría de las especies. Los ligamentos medial y lateral son condensaciones de los retináculos patelares, que también conectan la rótula con la tibia. Al igual que en el caballo, el ligamento medio, la rótula, un fibrocartílago medial y el ligamento patelar medial se combinan para formar un asa que pasa sobre el extremo proximal expandido de la cresta medial (fig. 33-4*B*[11]) de la tróclea del fémur. Aunque este asa se mantiene en su sitio con relativamente poco esfuerzo muscular, impidiendo que se flexione la rodilla, el mecanismo no es de ninguna manera tan eficiente como en el caballo, en el que la rodilla se puede trabar por completo. Se mencionaron casos de luxación lateral de la rótula, aunque raras veces.

Por lo general la cavidad de la articulación femoropatelar y las cavidades medial y lateral de la articulación femorotibial se comunican entre sí, de modo que una inyección en cualquiera de ellas se propaga por todo el sistema. Sin embargo, se utilizan dos sitios para hacer la punción. Uno, comprendido entre los ligamentos patelares medial y medio a poca distancia en proximal de la tibia, de acceso al espacio femoropatelar, y el otro, en el surco extensor de la tibia craneal al tendón común del extensor digital largo y tercer peroneal permite abordar el compartimiento femorotibial lateral por medio de un divertículo que facilita el movimiento del tendón.

ESQUELETO DE LA PIERNA Y DE LA ARTICULACIÓN DEL CORVEJÓN

La *tibia* es el único hueso de sustentación de la pierna (crus). La superficie medial, incluso el prominente maléolo medial, es subcutánea y las superficies remanentes están cubiertas por los músculos (fig. 33-6). El extremo distal del hueso presenta dos surcos sagitales separados por una cresta (cóclea) y cada surco está limitado por fuera por el respectivo maléolo. La *fíbula* está muy reducida. Un rudimento proximal, que por

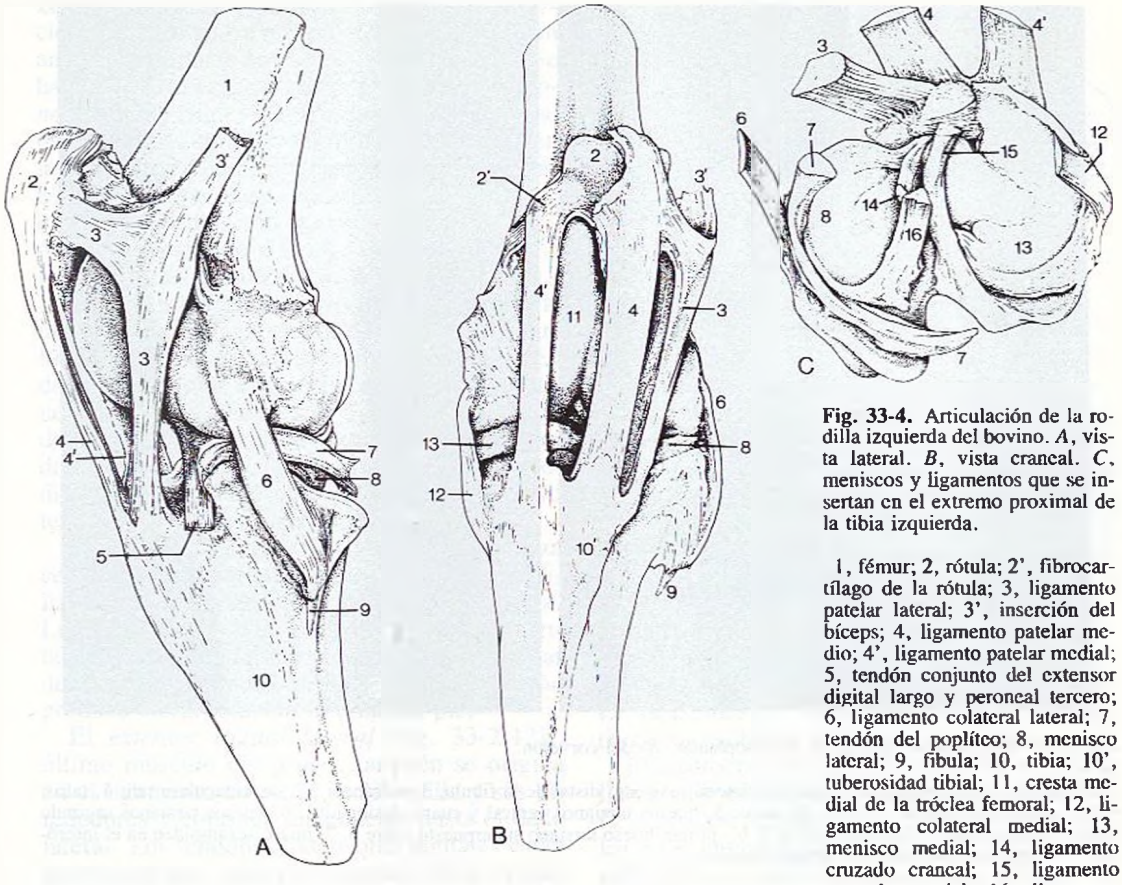


Fig. 33-4. Articulación de la rodilla izquierda del bovino. *A*, vista lateral. *B*, vista craneal. *C*, meniscos y ligamentos que se insertan en el extremo proximal de la tibia izquierda.

1, fémur; 2, rótula; 2', fibrocartílago de la rótula; 3, ligamento patelar lateral; 3', inserción del bíceps; 4, ligamento patelar medio; 4', ligamento patelar medial; 5, tendón conjunto del extensor digital largo y peroneal tercero; 6, ligamento colateral lateral; 7, tendón del poplíteo; 8, menisco lateral; 9, fíbula; 10, tibia; 10', tuberosidad tibial; 11, cresta medial de la tróclea femoral; 12, ligamento colateral medial; 13, menisco medial; 14, ligamento cruzado craneal; 15, ligamento cruzado caudal; 16, ligamento meniscofemoral.

lo general remata en una punta distal, se halla fusionado con el cóndilo lateral de la tibia y recibe el ligamento colateral lateral de la rodilla. El rudimento distal es un hueso cuadrilátero aparte palpable (maléolo lateral, fig. 33-5[2]) que se articula con la tibia y también participa en la formación de la articulación del corvejón.

El esqueleto tarsiano debe estudiarse con miras a reconocer las partes más proximales en las radiografías y mediante palpación. Está formado por los siguientes elementos: calcáneo y talus, en la fila proximal, huesos central y cuarto fusionados en la fila intermedia y huesos segundo y tercero fusionados, además de un primer hueso independiente pequeño, en la fila distal (fig. 2-53). En gran contraste con el caballo, el *talus* tiene una tróclea en cada extremo (como en los artiodáctilos en general, fig. 33-5[4',4'']). La tróclea proximal se articula con la cóclea tibial y el hueso maleolar formando la articulación tarsocrural, en tanto que la tróclea distal lo hace con el calcáneo por detrás y con los huesos central y cuarto fusionados en el lado distal, formando la articulación intertarsiana proximal. Estas dos articulaciones permiten la flexión y extensión, principales movimientos del corvejón; la articulación proximal es la que mayor excursión tiene. El *calcáneo*, más delgado que este mismo hueso del equino, tiene una articulación adicional con el maléolo lateral. La tuberosidad del calcáneo (punta del corvejón) se halla ligeramente expandida. La combinación de los tarsianos central y cuarto forma un gran hueso que abarca todo el ancho del corvejón. La parte provista por el cuarto tarsiano se extiende dentro de la fila distal y se articula con el hueso metatarsiano. Se halla en relación con los huesos segundo y tercero fusionados en su lado medial. El pequeño primer tarsiano está sobre la cara plantar de la articulación. Las superficies de los elementos distales que contribuyen a la formación de las articulaciones intertarsiana distal y tarsometatarsiana son relativamente planas y sólo permiten un movimiento mínimo. En la parte proximal del interóseo (fig. 33-5[7]) está incluido un pequeño hueso sesamoideo con forma discoidal sobre la cara plantar del hueso metatarsiano.

Pocos de los muchos ligamentos son importantes individualmente. La articulación está

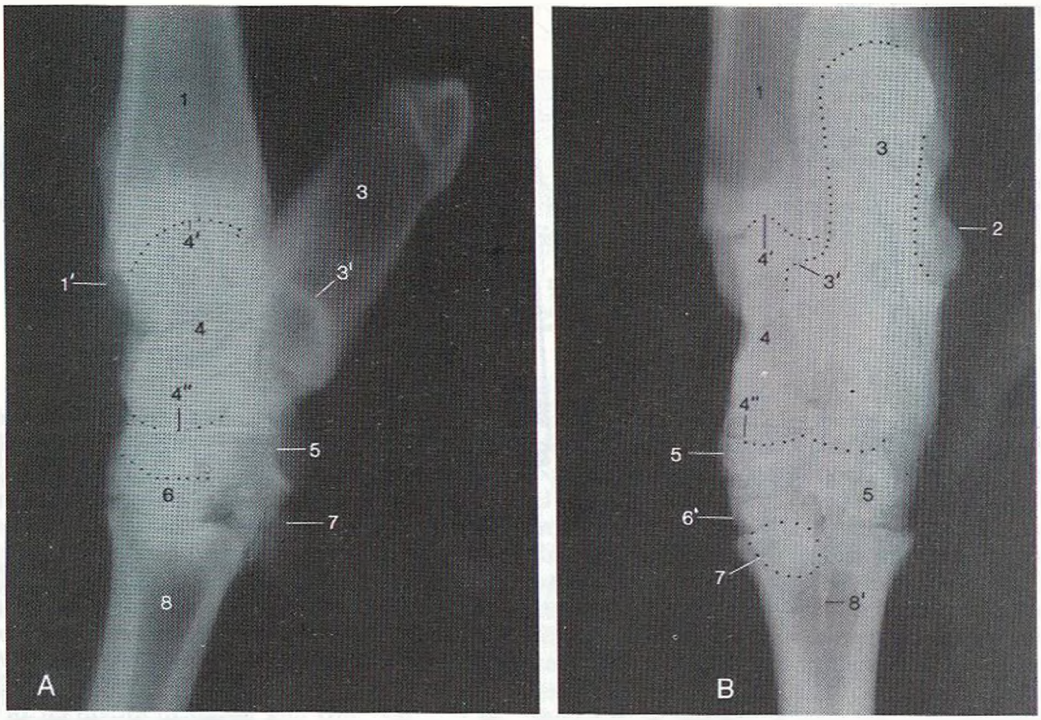


Fig. 33-5. Radiografías lateral (*A*) y dorsoplantar (*B*) del corvejón.

1, tibia; 1', maléolo medial; 2, maléolo lateral (extremo distal de la fibula; 3, calcáneo; 3', sustentaculum tali; 4, talus; 4', 4'', tróclcas proximal y distal del talus; 5, huesos tarsianos central y cuarto fusionados; 6, huesos tarsianos segundo y cuarto fusionados superpuestos sobre 5; 6', primer hueso tarsiano superpuesto sobre 6; 7, hueso sesamoideo en el interóseo; 8, hueso metatarsiano; 8', tabique medio.

sostenida a cada lado por ligamentos colaterales cuyos componentes largos pueden palparse en toda su extensión desde los respectivos maléolos hasta el metatarso. El ligamento plantar largo (palpable en la cara plantomedial) sigue el borde plantar del calcáneo y se extiende más allá de éste hasta el metatarso; une en la cara plantar a los huesos, que de otro modo serían separados por los potentes músculos que se insertan en la punta del corvejón.

Las dos articulaciones más importantes (tarsocrural e intertarsiana proximal) comparten una cavidad común que es relativamente amplia. Cuando está agrandada, la cápsula se abulta perceptiblemente sobre la parte dorsomedial del corvejón, medial al tendón del tibial craneal e inmediatamente distal al maléolo medial. Se la puede punzar aquí con mayor seguridad que en el caballo porque el saco no está cubierto por una vena. Las otras articulaciones raras veces revisten importancia clínica.

La conformación del miembro pelviano, en particular el corvejón, es importante en la selección de animales reproductores. Las puntas de los corvejones deben estar verticalmente debajo de las tuberosidades isquiáticas en las vistas lateral y caudal. Si están demasiado cerca entre sí vistas desde atrás, se dice que el animal tiene "corvejones de vaca" y sus pies adoptan una postura abierta. (La conformación contraria, "abierto de garrones" aproxima los pies entre sí.) El ángulo normal de la articulación del corvejón (vista de costado) es de unos 140 grados, lo cual proporciona al metatarso una ligera inclinación hacia adelante. Cuando el ángulo es perceptiblemente más pequeño el corvejón se hunde y se dice que el animal es "sentado de garrones", si es mayor de lo normal se dice que es "parado de garrones", defecto éste que puede acarrear "cuartillas débiles" porque el ángulo en la articulación del nudo es menor. Las posiciones anómalas del corvejón causan una postura de pie defectuosa y plantean el riesgo de que se dañen los tendones y estructuras sinoviales de los dedos.

MÚSCULOS DE LA PIERNA

El plano músculo *tibial craneal* (fig. 33-2[8]) es el más profundo y más medial del grupo craneolateral. Se origina en el extremo pro-

ximal de la tibia y perfora el tendón de inserción del peroneal tercero delante del corvejón antes de insertarse en el hueso metatarsiano. Se halla cubierto en gran parte por el ancho *peroneal tercero* (fig. 33-2[9]), que nace por lateral en el extremo inferior del fémur y se inserta en la cara dorsomedial del corvejón y metatarsiano. El tercer peroneal, aunque más carnoso que el respectivo músculo del caballo, todavía contiene mucho tejido conectivo que corre todo a lo largo del músculo y resiste el estiramiento.

El *extensor digital largo* (fig. 33-2[10] tiene un origen común en el músculo precedente que lo cubre. En la mitad de la pierna se divide en dos vientres que están lado a lado y se continúan con unos tendones que corren en posición dorsolateral sobre el corvejón. El vientre medial representa el extensor propio del dedo medial y del otro el músculo extensor común cuyo tendón se ramifica para ambos dedos.

El *peroneal largo* (fig. 33-2[11]) empieza cerca del ligamento colateral lateral de la rodilla y desciende por el lado lateral de la pierna. Luego cruza sobre el tendón del extensor digital lateral para girar en torno de la cara plantar del corvejón, donde se inserta. Su contracción produce cierta rotación interna del pie.

El *extensor digital lateral* (fig. 33-2[12]), último músculo del grupo, también se origina en el ligamento colateral de la rodilla y sus alrededores y continúa distalmente hasta el dedo lateral. Los tendones extensores digitales están protegidos por vainas tendinosas donde cruzan la superficie dorsal del corvejón debajo de dos retináculos que lo sujetan. El retináculo proximal se palpa con facilidad incluso en vacas pesadas y de piel gruesa.

El *gastrocnemio* (fig. 32-2[6]) nace en dos cabezas en la superficie caudal del fémur y forma el engrosamiento muscular que está en el extremo superior de la pierna, para luego estrecharse de pronto y formar el fuerte tendón que se inserta en la punta del corvejón.

El *flexor digital superficial*, aunque más musculoso que en el caballo, es muy tendinoso y relativamente inextensible (fig. 33-6[14]). Se origina en el fémur, entre las cabezas del gastrocnemio, vira en torno de la superficie medial del tendón de ese músculo y se ensancha para cubrir la punta del corvejón. Los bordes de este casquete se insertan en los costados de la punta pero la mayor parte del tendón continúa su descenso por la superficie plantar hacia el pie. El segmento crural, que actúa simultáneamente con el tercer peroneal delante de la pierna, vincula los movimientos de las articulaciones de la rodilla y corvejón. (Esto se debe tener en cuenta cuando se intenta corregir la posición de nalgas relativamente común de un feto que hace una presentación de nalga y corvejones flexionados.) Una extensa bolsa subtendinosa (calcánea) protege el tendón donde rodea el gastrocnemio y de nuevo sobre la punta del corvejón. En ocasiones se forma una bolsa subcutánea (higroma) sobre el tendón en este sitio.

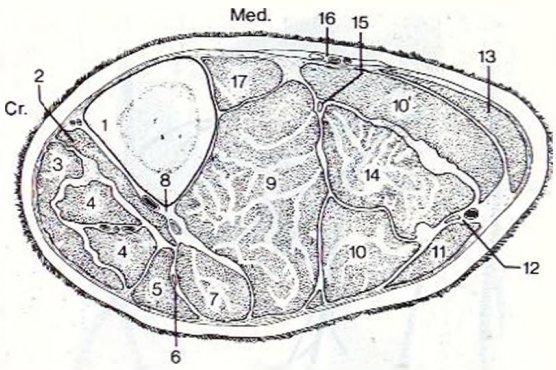


Fig. 33-6. Corte transveral de la pierna izquierda.

1, tibia; 2, tibial craneal; 3, tercer peroneal; 4, extensor digital largo; 5, peroneal largo; 6, nervio peroneal; 7, extensor digital lateral; 8, vasos tibiales craneales; 9, flexor digital profundo; 10, cabezas lateral y medial del gastrocnemio; 11, bíceps; 12, nervio cutáneo sural caudal y vena safena lateral; 13, semitendinoso; 14, flexor digital superficial; 15, nervio tibial; 16, vasos safenos y nervio safeno; 17, poplíteo.

El gastrocnemio y el flexor superficial se hallan en un estado de contracción continua (refleja) en los terneros con "paresia espástica". En estos animales el corvejón y la rodilla están extendidos al máximo y el miembro afectado se usa rígidamente de modo que sólo las puntas de la pezuña tocan el suelo. Esto mejora asociando los tendones (o las ramas del nervio tibial para el gastrocnemio).

Las tres cabezas del *flexor digital profundo* están aplicadas directamente sobre la tibia (fig. 33-6[9]). Dos se unen en la pierna para formar un grueso tendón que pasa sobre la superficie plantar del corvejón por medial del calcáneo, donde está protegido por una vaina sinovial, la llamada vaina tarsiana. Aquí el tendón está sujeto por el retináculo flexor y otra fascia profunda, la manera que cuando la vaina está distendida sólo sobresale en sus extremos proximal y distal respecto de la articulación. El fino tendón de la tercera cabeza excava un pasaje a través de la densa fascia tarsiana medial dentro de su propio revestimiento sinovial para unirse con el tendón principal en el metatarso. El *poplíteo*, en la cara caudal de la tibia, no presenta rasgos especiales.

La mayoría de las estructuras locomotoras y cutáneas del pie son muy similares a sus homólogas del miembro torácico y no hace falta describirlas, pero el hueso metatarsiano es perceptiblemente más largo que el metacarpiano y su corte transversal es cuadrilátero, de modo que

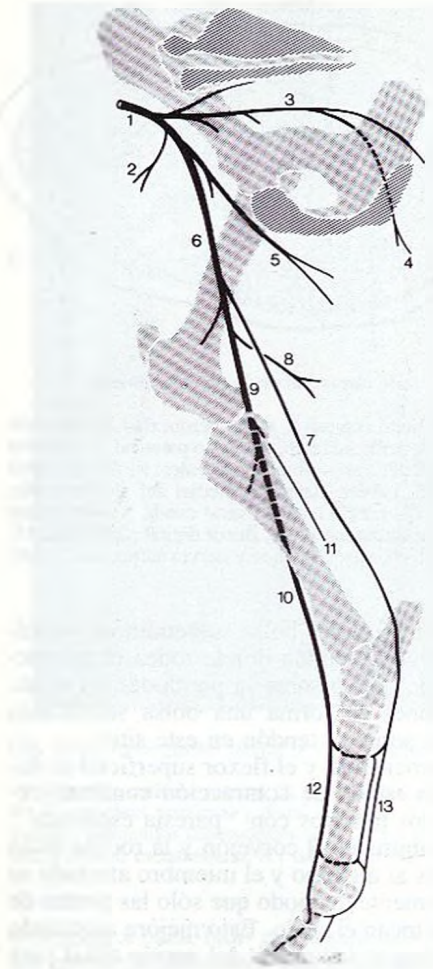


Fig. 33-7. Arterias principales del miembro pelviano derecho, vista medial.

1, arteria ilíaca externa; 2, a. ilíaca circunfleja profunda; 3, a. ilíaca interna; 4, a. glútea caudal; 5, a. femoral profunda; 6, a. femoral; 7, a. safena; 8. a. femoral caudal; 9, a. poplítea; 10, a. tibial craneal; 11, a. tibial caudal; 12, arterias metatarsianas dorsales; 13, arterias plantares medial y lateral y metatarsiana (más cerca del hueso).

la caña trasera tiene un aspecto más profundo en la vista lateral (fig. 33-11). La mayor incidencia de enfermedades en los dedos del miembro pelviano, en particular el lateral, no tiene explicación del todo satisfactoria.

VASOS SANGUÍNEOS Y ESTRUCTURAS LINFÁTICAS DEL MIEMBRO PELVIANO

La *arteria ilíaca externa*, rama directa de la aorta, nutre al miembro pelviano. Sale del abdomen por la laguna vascular junto con la vena y nervio femorales donde recibe el nombre de *arteria femoral* y transcurre hacia distal entre los músculos del muslo antes de cruzar la superficie medial del fémur para situarse en la cara flexora de la articulación de la rodilla. Aquí se denomina *arteria poplítea*, pero enseguida se divide en las arterias tibiales craneal y caudal (fig. 33-7[10,11]). Una rama de la femoral, la *arteria safena* (fig. 33-7[7]), sigue un curso superficial sobre la superficie del gracilis y muchas veces se usa para tomar el pulso a las vacas; es más fácil encontrarla deslizando la mano desde atrás, entre la ubre y el muslo. La arteria safena es la principal responsable de la vascularización de la parte caudal de la pierna y sigue el tendón común del calcáneo hasta el corvejón, donde emite las arterias plantares medial y lateral.

La *arteria tibial craneal* puede considerarse la continuación del tronco principal. Se halla profundamente incluida en los músculos crurales y vira sobre la superficie lateral de la tibia (fig. 33-6[8]) para llegar a la cara flexora (dorsal) de la articulación del corvejón, donde está cubierta por el tendón del extensor digital largo. La arteria tibial caudal es una rama muscular local de importancia menor.

El tronco principal, que ahora se llama *arteria metatarsiana dorsal* (fig. 33-7[12]), envía una arteria perforante a través de la parte superior del hueso metatarsiano antes de continuar en el surco de la superficie dorsal del hueso. Hacia el nudo se libera una segunda arteria perforante. Las ramas perforantes se unen con las arterias plantares y también están conectadas por pequeños vasos más profundos. Una rama de la arteria plantar medial que cruza la superficie plantar de la rama medial del tendón del flexor superficial en un punto proximal al nudo, se puede lesionar. Esta rama (arteria plantar digital común III) continúa hacia adelante por el espacio interdigital donde se anastomosa con el tronco principal. Esta anastomosis es sustancial y gira debajo del ligamento interdigital proximal, donde se la encuentra al amputar un dedo. Las superficies axiles de los dedos son irrigadas por ramas originadas en la anastomosis y las superficies abaxiles por continuaciones de las arterias plantares medial y lateral.

Muchas otras ramas colaterales parten de los troncos principales, en particular cerca de las articulaciones, pero su gran cantidad y sus frecuentes anastomosis hacen que no tengan importancia individual.

Las *venas* están divididas entre un sistema profundo satélite de las arterias y unos pocos vasos superficiales que siguen recorridos independientes (fig. 33-8). Los vasos superficiales comprenden las venas safenas medial y lateral

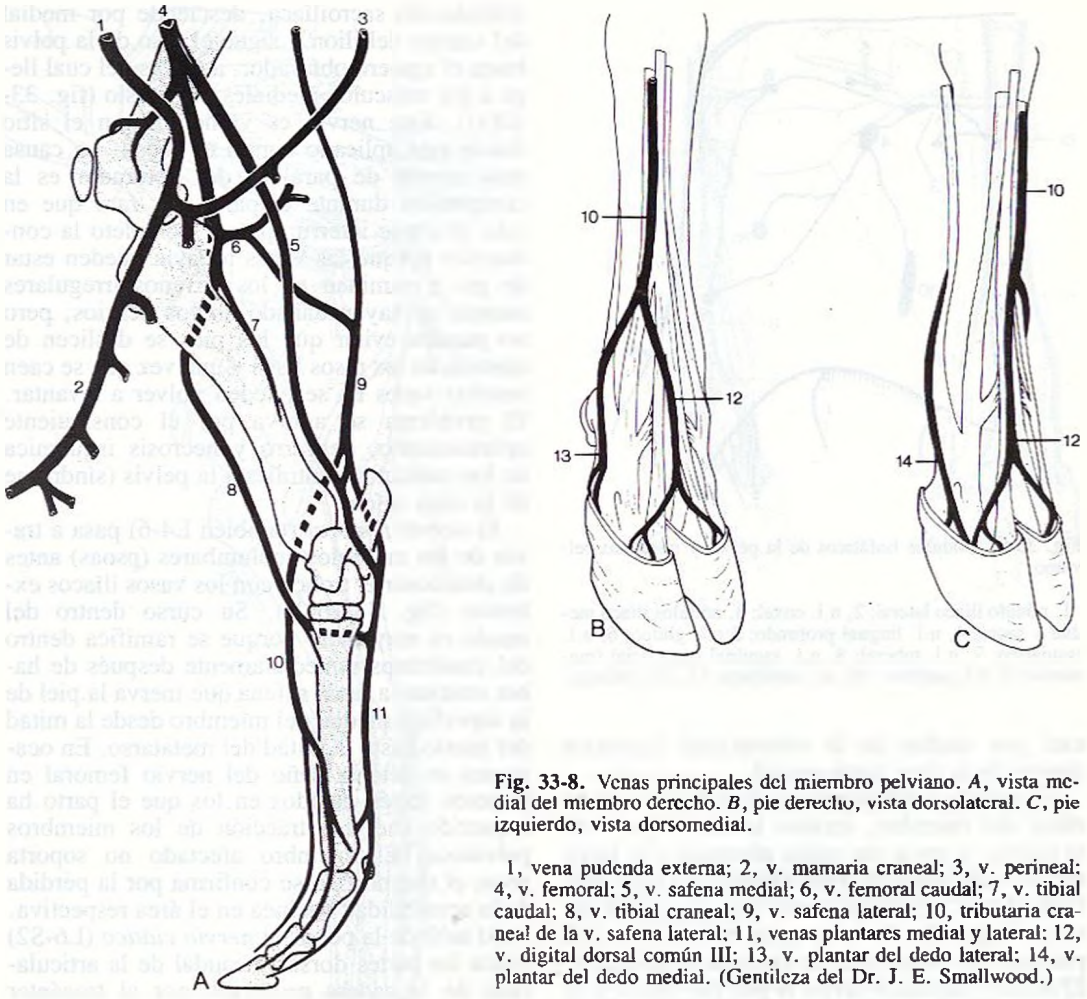


Fig. 33-8. Venas principales del miembro pelviano. *A*, vista medial del miembro derecho. *B*, pie derecho, vista dorsolateral. *C*, pie izquierdo, vista dorsomedial.

1, vena pudenda externa; 2, v. mamaria craneal; 3, v. perineal; 4, v. femoral; 5, v. safena medial; 6, v. femoral caudal; 7, v. tibial caudal; 8, v. tibial craneal; 9, v. safena lateral; 10, tributaria craneal de la v. safena lateral; 11, venas plantares medial y lateral; 12, v. digital dorsal común III; 13, v. plantar del dedo lateral; 14, v. plantar del dedo medial. (Gentileza del Dr. J. E. Smallwood.)

y sus tributarias. La *vena safena lateral* (fig. 33-8[9]), más grande, nace en dos tributarias. La tributaria craneal asciende con los tendones extensores y el nervio peroneal superficial y cruza el corvejón sobre la parte dorsolateral de la articulación. La caudal asciende con la arteria plantar lateral desde su origen subcutáneo en el dedo lateral. Sigue a los tendones flexores cubierta por la fascia profunda y cruza la articulación en posición plantolateral. La vena safena lateral levanta la piel formando un relieve donde cruza hacia el borde caudal de la pierna y después sigue la curvatura del gastrocnemio para desembocar en la vena femoral caudal. La *vena safena medial* (fig. 33-8[5]) también nace en dos tributarias. La craneal es inconstante y se comunica con la tributaria craneal de la vena safena lateral. La caudal se origina en el subcutáneo de la cara abaxil del dedo medial, asciende con la arteria plantar medial y pasa por el lado plantomedial del corvejón. La vena safena medial asciende junto con la arteria safena palpable sobre la cara medial de la pierna y encima de la rodilla se sumerge entre el gracilis y el sartorio para desembocar en la vena femoral.

Las venas superficiales que están debajo del corvejón (fig. 33-8*B,C*) pueden elevarse por repleción aplicando un torniquete en casos en que se debe inyectar un anestésico local a los efectos de desensibilizar los dedos.

Los *nódulos linfáticos* del miembro comprenden el nódulo poplíteo, moderadamente grande, que está en la fosa poplítea, y el nódulo subilíaco, muy grande, que se descubrió junto con el drenaje de la pared abdominal (fig. 33-9[9,10]). También suele haber un pequeño nódulo coxal, ventral a la tuberosidad coxal, y un grupo de nódulos glúteos en la superficie lateral del ligamento sacrociático (fig. 33-9[2,5]). El nódulo isquiático (fig. 33-9[6]) está sobre el ligamento inmediatamente dorsal al agujero ciático menor y en la media res se lo puede inspeccionar incidiendo el ligamento desde el interior de la pelvis. El nódulo tuberal (fig. 33-9[7])

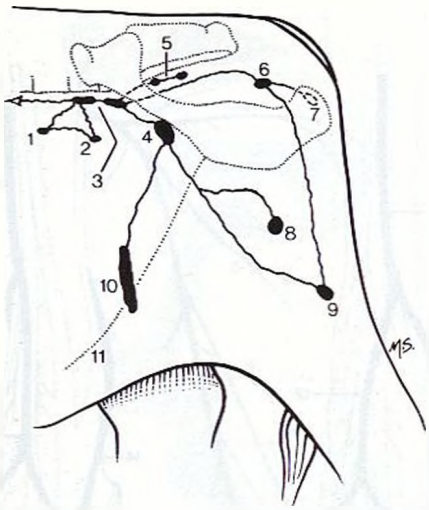


Fig. 33-9. Nódulos linfáticos de la pelvis y miembro pelviano.

1, nódulo ilíaco lateral; 2, n.l. coxal; 3, nódulos ilíaco medial y sacro; 4, n.l. lingual profundo; 5 n.l. glúteo; 6, n.l. isquiático; 7. n.l. tuberal; 8, n.l. inguinal superficial (mamario); 9, n.l. poplíteo; 10, n.l. subilíaco; 11, línea blanca.

está por medial de la tuberosidad isquiática dentro de la fosa isquiorrectal.

El *nódulo poplíteo* recoge la linfa de la parte distal del miembro, incluso la mayor parte de la pierna, y envía sus vasos aferentes a lo largo de dos vías, una que sigue el nervio ciático hasta el nódulo isquiático y otra que acompaña los vasos femorales hasta el gran nódulo inguinal profundo al costado de la entrada de la pelvis. El *nódulo subilíaco* drena la piel del muslo y la rodilla, además del flanco; sus eferentes también van con preferencia al nódulo inguinal profundo. El nódulo coxal drena el tensor de la fascia lata (por el cual está cubierto) y el cuadríceps, los nódulos glúteos drenan la articulación de la cadera y músculos circundantes, el nódulo isquiático recoge linfa de los músculos caudales del muslo, vísceras pelvianas y músculos de la salida de la pelvis, y el nódulo tuberal drena la piel local y también al bíceps.

NERVIOS DEL MIEMBRO PELVIANO

Ramas del plexo lumbosacro

La distribución de los nervios originados en el plexo lumbosacro sigue el patrón común y sólo hemos de describir los que van al muslo y más allá.

El *nervio obturador* (L4-6) está aplicado directamente sobre el hueso en la mayor parte de su recorrido; cruza la superficie ventral de la articulación sacroilíaca, desciende por medial del cuerpo del ilion y sigue el piso de la pelvis hasta el agujero obturador, a través del cual llega a los músculos mediales del muslo (fig. 33-10[1]). Este nervio es vulnerable en el sitio donde está aplicado contra el hueso. La causa más común de parálisis del obturador es la compresión durante el parto. Es raro que en esta lesión se interrumpa por completo la conducción porque las vacas todavía pueden estar de pie y caminan en los terrenos irregulares aunque se hayan dañado ambos nervios, pero no pueden evitar que los pies se deslicen de costado en los pisos lisos y una vez que se caen muchas veces no se pueden volver a levantar. El problema se agrava por el consiguiente aplastamiento, desgarro y necrosis isquémica de los músculos ventrales a la pelvis (síndrome de la vaca caída).

El *nervio femoral* (también L4-6) pasa a través de los músculos sublumbares (psoas) antes de abandonar el tronco con los vasos ilíacos externos (fig. 33-10[2]). Su curso dentro del muslo es muy corto porque se ramifica dentro del cuadríceps inmediatamente después de haber emitido la rama safena que inerva la piel de la superficie medial del miembro desde la mitad del muslo hasta la mitad del metatarso. En ocasiones se detecta daño del nervio femoral en terneros recién nacidos en los que el parto ha requerido enérgica tracción de los miembros pelvianos. El miembro afectado no soporta peso; el diagnóstico se confirma por la pérdida de la sensibilidad cutánea en el área respectiva.

Al salir de la pelvis el *nervio ciático* (L6-S2) rodea las partes dorsal y caudal de la articulación de la cadera protegido por el trocánter mayor, antes de hundirse entre los músculos caudales del muslo, a los cuales inerva. Su trayecto entre el bíceps y el semimembranoso, unos pocos centímetros caudal al fémur, lo expone a las lesiones por inyecciones intramusculares (fig. 33-3[7]). Antes de llegar al gastrocnemio termina dividiéndose en los nervios tibial y peroneal común que comparten la responsabilidad de inervar todos los elementos del miembro distales a la rodilla (excepto la piel medial). El nervio ciático también se puede lesionar durante el parto de un feto grande o en mala posición. Si la lesión es severa el miembro afectado cuelga suelto con las articulaciones de la rodilla y corvejón extendidas, las digitales flexionadas y el pie doblado. La sensibilidad cutánea se pierde en todo el miembro, excepto en el territorio inervado por el nervio safeno.

El *nervio tibial* (L6-S2) corre entre las cabezas del gastrocnemio a corta distancia por craneal del nódulo linfático poplíteo e inmediatamente emite ramas para los músculos crurales

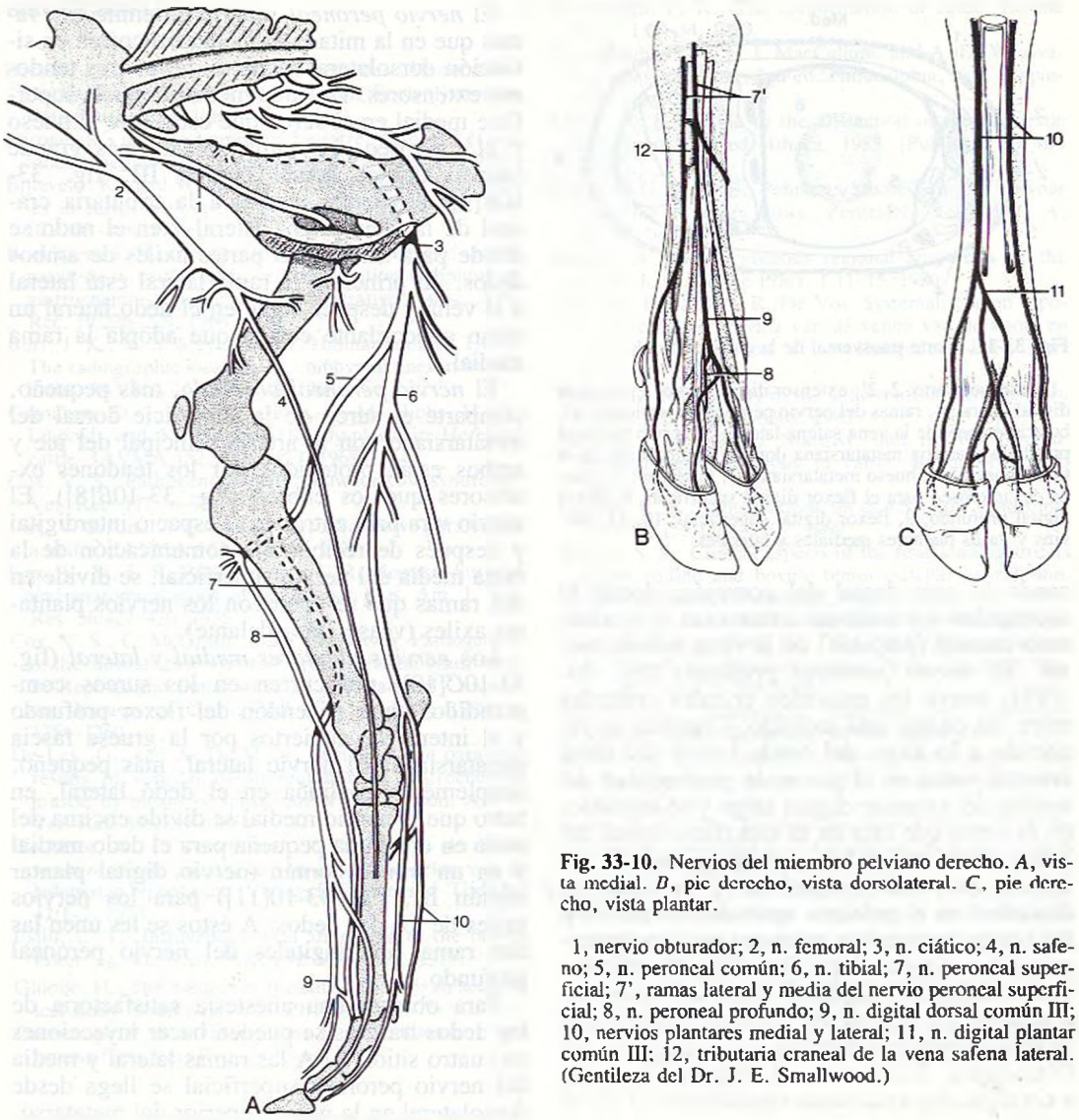


Fig. 33-10. Nervios del miembro pelviano derecho. *A*, vista medial. *B*, pie derecho, vista dorsolateral. *C*, pie derecho, vista plantar.

1, nervio obturador; 2, n. femoral; 3, n. ciático; 4, n. safeno; 5, n. peroneal común; 6, n. tibial; 7, n. peroneal superficial; 7', ramas lateral y media del nervio peroneal superficial; 8, n. peroneal profundo; 9, n. digital dorsal común III; 10, nervios plantares medial y lateral; 11, n. digital plantar común III; 12, tributaria craneal de la vena safena lateral. (Gentileza del Dr. J. E. Smallwood.)

caudales (fig. 33-10[6]). Ciertas ramas se seccionan aquí en el tratamiento de la paresia espástica (véase antes). El tronco principal continúa como nervio sensitivo delante del tendón común del calcáneo hacia el corvejón, donde se lo puede palpar y bloquear desde el lado medial. Se divide frente a la punta del corvejón en los nervios plantares medial y lateral que acompañan hacia distal el tendón del flexor profundo. Su distribución en el pie se describe en el próximo apartado. Las lesiones severas del nervio tibial se manifiestan con una pronunciada hiperflexión del corvejón y extensión del nudo, de modo que la cuartilla es vertical. Como la inervación de los extensores digitales se mantiene intacta, la pezuña se aplica correctamente en el suelo cuando el animal camina y sigue sustentando el peso que le corresponde. La posición anómala de las articulaciones se exagera al caminar.

El *nervio peroneal común* (L6-S2) (fig. 33-10[5]) cruza la superficie lateral del gastrocnemio cubierto por la parte inferior del bíceps y al aproximarse a la superficie se palpa y es vulnerable donde pasa por caudal del ligamento colateral lateral de la rodilla. A continuación se sumerge entre los músculos peroneal largo y extensor digital lateral antes de dividirse en las ramas superficial y profunda (fig. 33-6[6]). El *nervio peroneal superficial*, que es la más grande de las dos ramas, cruza la superficie profunda del peroneal largo y al reemerger continúa en dirección distal por lateral del tendón del extensor digital largo. Llega al pie cru-

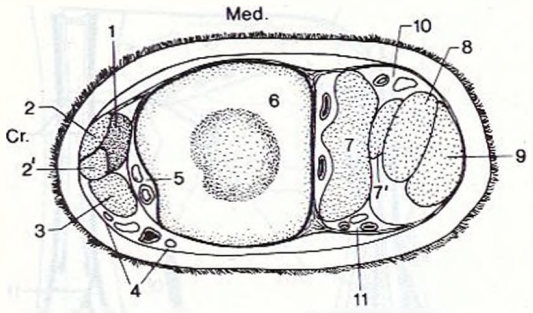


Fig. 33-11. Corte transversal de la caña izquierda.

1, extensor corto; 2, 2', extensor digital largo; 3, extensor digital lateral; 4, ramas del nervio peroneal superficial y tributaria craneal de la vena safena lateral; 5, nervio peroneal profundo y arteria metatarsiana dorsal (continuación de la tibial craneal); 6, hueso metatarsiano; 7, interóseo; 7', banda del interóseo para el flexor digital superficial; 8, flexor digital profundo; 9, flexor digital superficial; 10, 11, nervios y vasos plantares mediales y laterales.

zando la cara dorsal del corvejón, donde lo acompañan los tendones extensores y la tributaria craneal (palpable) de la vena safena lateral. El *nervio peroneal profundo* (fig. 33-10[8]) inerva los músculos crurales craneales entre los cuales está incluido. Continúa su recorrido a lo largo del borde lateral del tibial craneal, entra en el pie en la profundidad del tendón del extensor digital largo y se introduce en el surco que está en la superficie dorsal del hueso de la caña. Las continuaciones de los nervios peroneales superficial y profundo se describen en el próximo apartado. La parálisis del nervio peroneal se reconoce por hiperextensión del corvejón e hiperflexión de las articulaciones del nudo y digitales. Si no se lo pone pasivamente en la posición correcta, el miembro se apoya sobre la superficie dorsal de los dedos flexionados. Eventualmente el animal aprende a corregir esto avanzando rápidamente el pie al caminar.

Inervación del pie

Los nervios que siguen más allá del tarso son las ramas superficiales y profundas del nervio peroneal y de los nervios plantares medial y lateral (fig. 33-10*B*,*C*). En general las ramificaciones de estos nervios semejan las de la mano; la cara dorsal de los dedos corresponde al nervio peroneal, en tanto que la cara plantar es inervada por el tibial, aunque con cierta superposición a los costados.

El *nervio peroneal superficial* emite tres ramas que en la mitad del metatarso corren en situación dorsolateral respecto de los tres tendones extensores. La rama medial cruza la superficie medial en el surco que está entre el hueso y el interóseo. La rama media, más grande (nervio digital dorsal común III, fig. 33-10*B*[9]) desciende medial a la tributaria craneal de la vena safena lateral y en el nudo se divide para inervar las partes axiles de ambos dedos. Al principio la rama lateral está lateral a la vena y después sigue en el dedo lateral un curso concordante con el que adopta la rama medial.

El *nervio peroneal profundo*, más pequeño, comparte el surco de la superficie dorsal del metatarsiano con la arteria principal del pie y ambos están protegidos por los tendones extensores que los cubren (fig. 33-10*B*[8]). El nervio vira para entrar en el espacio interdigital y después de recibir una comunicación de la rama media del nervio superficial, se divide en dos ramas que se unen con los nervios plantares axiles (véase más adelante).

Los *nervios plantares medial y lateral* (fig. 33-10*C*[10]) transcurren en los surcos comprendidos entre el tendón del flexor profundo y el interóseo, cubiertos por la gruesa fascia metatarsiana. El nervio lateral, más pequeño, simplemente continúa en el dedo lateral, en tanto que el nervio medial se divide encima del nudo en una rama pequeña para el dedo medial y en un tronco común (nervio digital plantar común III, fig. 33-10[11]) para los nervios axiles de los dos dedos. A éstos se les unen las dos ramas interdigitales del nervio peroneal profundo.

Para obtener una anestesia satisfactoria de los dedos traseros se pueden hacer inyecciones en cuatro sitios: 1) A las ramas lateral y media del nervio peroneal superficial se llega desde dorsolateral en la mitad superior del metatarso, donde corren en el subcutáneo a cada lado de la vena; la rama media puede palparse contra los tendones extensores (fig. 33-11[4]). 2) El nervio peroneal profundo (fig. 33-11[5]) también es accesible en este sitio introduciendo la aguja entre los tendones extensores y el hueso metatarsiano para llegar al surco dorsal (de lo contrario insértese la aguja a una profundidad de 1 cm en el espacio interdigital, en un sitio inmediatamente más distal que el nudo). 3) y 4) A los nervios plantares medial y lateral se llega en la mitad superior del metatarso, en los surcos que están entre el tendón del flexor profundo y el interóseo, donde transcurren debajo de la gruesa fascia (fig. 33-11[10,11]).

BIBLIOGRAFÍA

Barone, R.: Anatomie Comparée des Mammifères Domestiques, Tomes I et II. Lyon, École Nationale Vétérinaire, 1966–1968.

Barone, R., and M. Lombard: Le jarret du boeuf et son fonctionnement. Rev. Med. Vet. 119:1141–1166, 1968.

Bijleveld, K., and W. Hartman: Electromyographic studies in calves with spastic paralysis. Neth. J. Vet. Sci. 101:805–808, 1976.

Bouckaert, J. H., and A. De Moor: Treatment of spastic paralysis in cattle: improved denervation technique of gastrocnemius muscle and postoperative course. Vet. Rec. 79:226–229, 1966.

Burt, J. K., V. S. Meyers, D. J. Hillman, and R. Getty: The radiographic locations of epiphyseal lines in bovine limbs. JAVMA 152:168–174, 1968.

Carnahan, D. L., M. M. Guffy, C. M. Hibbs, H. W. Leipold, and K. Huston: Hip dysplasia in Hereford cattle. JAVMA 152:1150–1157, 1968.

Cox, V. S.: Pathogenesis of the downer cow syndrome. Vet. Rec. 111:76–79, 1982.

Cox, V. S., and C. E. Martin: Peroneal nerve paralysis in a heifer. JAVMA 167:142–144, 1975.

Cox, V. S., J. E. Breazile, and T. R. Hoover: Surgical and anatomical study of calving paralysis. Am. J. Vet. Res. 36:427–430, 1975.

Cox, V. S., C. McGrath, and S. Jorgensen: Pathogenesis of the 'downer cow' syndrome (bovine crush syndrome). *In* Reports and Summaries. XI International Congress on Diseases of Cattle. Vol. II. Tel Aviv, 1980, p. 1258–1260.

De Ley, G., and A. De Moor: Bovine spastic paralysis: results of surgical desafferentation of gastrocnemius muscle by means of spinal dorsal root section. Am. J. Vet. Res. 38:1899–1900, 1977.

De Moor, A., F. Verschooten, P. Desmet, et al.: Intraveneuze lokale anesthesie van de distale delen van de ledematen bij het rund. Vlaams Diergeneeskd. Tijdschr. 42:1–7, 1973.

Estill, C. T.: Intravenous local anesthesia of the bovine lower leg. Vet Med. [SAC] 72:1499–1502, 1977.

Gloobe, H.: The menisci of the stifle in cattle: an anatomical study. Southwest. Vet. 29:132–135, 1976.

Greenough, P. R.: Observations on some diseases of the bovine foot. Vet. Rec. 74:53–63, 1962.

Greenough, P. R.: The conformation of cattle. Bovine Pract. 1:20–34, 1980.

Greenough, P. R., F. J. MacCallum, and A. D. Weaver: Lameness in Cattle, 2nd ed. Philadelphia, J. B. Lippincott, 1981.

Habel, R. E.: Guide to the Dissection of the Domestic Ruminants, 3rd ed. Ithaca, 1983. [Published by the author.]

Jönsson, G., and B. Pehrson: Studies on the downer syndrome in dairy cows. Zentralbl. Vet. Med. A, 16:757–784, 1969.

Knight, A. P.: Intravenous regional anesthesia of the bovine foot. Bovine Pract. 1:11–15, 1980.

Lauwers, H., and N. R. De Vos: Systematische en topographische beschrijving van de venen van de voor- en achtervoet bij het rund. Vlaams Diergeneeskd. Tijdschr. 36:81–91, 1967.

Nelson, D. R.: Surgery of the stifle joint in cattle. Comp. Contin. Ed. 5:S300–S305, 1983.

Paulsen, D. B., J. L. Noordsy, and H. W. Leipold: Femoral nerve paralysis in cattle. Bovine Pract. 2: 14–26, 1981.

Prather, E. K.: Observations on downer cow syndrome. JAVMA 155:1794–1797, 1969.

Rathor, S. S.: Clinical aspects of the functional disorders of the equine and bovine femoropatellar articulation. Utrecht, Akad. Proefschrift, 1968.

Schreiber, J.: Die anatomischen Grundlagen des Leitungsanästhesie beim Rind. IV. Teil., Die Leitungsanästhesie der Nerven der Hinterextremität. Wien. Tierärztl. Monatsschr. 43:673–705, 1956.

Seifeile, E.: Angewandte Anatomie am Lebenden. Schweiz. Arch. Tierheilkd. 94:280–286, 1952.

Smallwood, J. E., and M. J. Shively: Radiographic and xeroradiographic anatomy of the bovine tarsus. Bovine Pract. 2:28–45, 1981.

Smith, R. N.: The proximal metatarsal sesamoid of the domestic ruminants. Is it a vestige of a second metatarsal? Anat. Anz. 103:241–245, 1956.

Tryphonas, L., G. F. Hamilton, and C. S. Rhodes: Perinatal femoral nerve degeneration and neurogenic atrophy of quadriceps femoris muscle in calves. JAVMA 164:801–807, 1974.

Van Pelt, R. W.: Arthrocentesis and injection of the bovine tarsus. Vet. Med. 57:125–132, 1962.

Van Pelt, R. W.: Intra-articular treatment of tarsal degenerative joint disease in cattle. JAVMA 166:239–246.

34

Cabeza y cuello del cerdo

COMENTARIOS INTRODUCTORIOS

A pesar de su enorme importancia económica, el cerdo ocupa una posición secundaria en instrucción anatómica veterinaria. Esto obedece a que sólo se hacen intervenciones quirúrgicas en unas pocas regiones del cuerpo, a la índole del animal mismo y a la manera en que se cría la mayoría de los cerdos en la actualidad. El examen físico se dificulta por la hostilidad del animal, pues los cerdos jóvenes reaccionan de manera vociferante frente a la menor restricción y los intentos por sujetar a los animales mayores pueden ser peligrosos para los inexpertos. Además, una gruesa capa de grasa subcutánea opone una barrera considerable a la palpación y auscultación.

En los últimos decenios el cerdo doméstico ha quedado relegado a una posición similar a las de las aves de corral; grandes planteles están en cría intensiva, de modo que el animal individual cada vez es menos importante y se procura tener un plantel sano con una gran producción. Además, la corta vida del cerdo (5 a 6 meses desde que nace hasta que se lo faena) y la limitación de la interferencia humana, suelen protegerlo de los daños importantes. La atención veterinaria se encamina en particular hacia las enfermedades infecciosas, problemas de la reproducción, malformaciones congénitas e inspección de la res faenada.

Las importantes semejanzas estructurales y nutricionales con la especie humana han hecho que en los últimos años el cerdo (incluso la variedad "mini") sea objeto de considerable investigación biomédica. A pesar de esto, sólo se conoce para algunas áreas del cuerpo la anatomía detallada que los investigadores necesitan, pero esta información debe buscarse en textos de referencia más grandes.

CABEZA ÓSEA

La cabeza ósea del cerdo varía mucho. Es más o menos piramidal en las razas primitivas pero pasa rápidamente a una gran altura sobre el encéfalo en algunas razas mejoradas (fig. 34-2). La superficie dorsal del cráneo se halla nítidamente delimitada respecto de la fosa temporal por una línea temporal prominente que se continúa en la apófisis cigomática del hueso frontal, que no completa el reborde orbitario. La órbita es pequeña. El arco cigomático es extremadamente recio y profundo y contribuye a limitar la fosa temporal por lateral. La superficie articular es ancha y plana. La fosa (fig. 34-2[6]) rostral respecto de la órbita define el origen del elevador del labio superior.

En la superficie basal las regiones craneal y coanal son dorsales respecto del plano del paladar. La región craneal es muy notable por sus apófisis paracondíleas muy largas (fig. 34-2[23]) y sus grandes ampollas timpánicas. Las coanas son cortas pero anchas y están particularmente bien encerradas y situadas muy hacia caudal. La alta superficie nucal está limitada por gruesas crestas nucales.

La mandíbula, fuerte y más bien rectilínea, es sólida y su sínfisis se osifica más o menos al año de nacer. La región del mentón está socavada como adaptación al hábito de hozar. La apófisis coronoides es corta y la apófisis condílea baja y triangular.

RASGOS EXTERNOS Y ESTRUCTURAS SUPERFICIALES

La cabeza y cuello del cerdo forman un cono cuya base se fusiona con el tronco a nivel de los miembros torácicos. La superficie dorsal de la cabeza siempre es cóncava, menos en las ra-

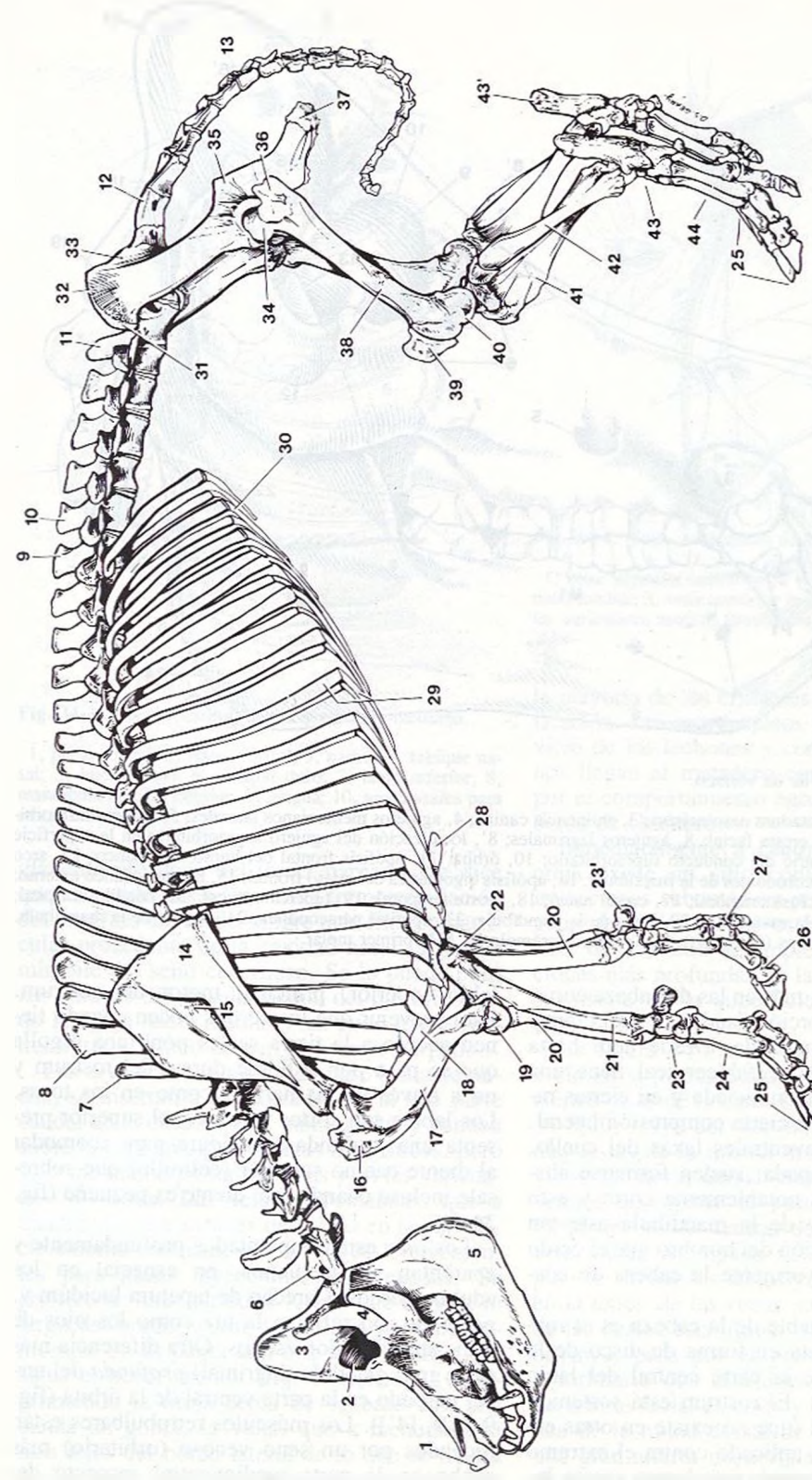


Fig. 34-1. Esqueleto de un verraco.

1, hueso rostral; 2, órbita; 3, fosa temporal; 4, arco cigomático; 5, mandíbula; 6, primera vértebra cervical; 7, última vértebra cervical (C7); 8, primera vértebra torácica; 9, última vértebra torácica (T16); 10, primera vértebra lumbar; 11, última vértebra lumbar (L5); 12, sacro; 13, vértebras caudales; 14, escápula; 15, espina de la escápula; 16, tubérculo mayor del húmero; 17, húmero; 18, esternón; 19, cóndilo del húmero; 20, radio; 21, ulna; 22, olécranon; 23, huesos carpianos; 23', hueso carpiano accesorio; 24, huesos metacarpianos; 25, falanges; 26, falanges del dedo principal; 27, falanges del dedo accesorio; 28, cartílago xifoides; 29, décimo par de costillas; 30, arco costal; 31, tuberosidad coxal; 32, cresta ilíaca; 33, tuberosidad sacra; 34, cabeza del fémur en el acetábulo; 35, espina isquiática; 36, trocánter mayor; 37, tuberosidad isquiática; 38, fémur; 39, rótula; 40, cóndilo lateral del fémur; 41, tibia; 42, fíbula; 43, huesos tarsianos; 43', calcáneo; 44, huesos metatarsianos.

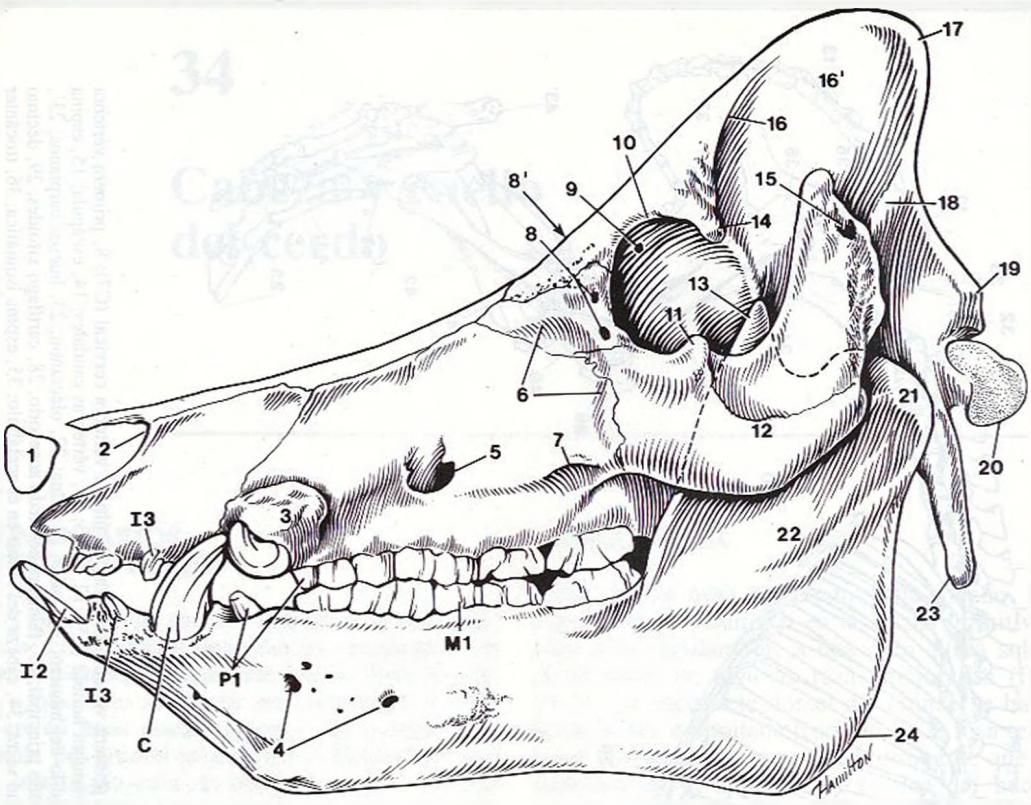


Fig. 34-2. Cabeza ósea de un verraco.

1, hueso rostral; 2, escotadura nasoincisiva; 3, eminencia canina; 4, agujeros mentonianos laterales; 5, agujero infraorbitario; 6, fosa canina; 7, cresta facial; 8, agujeros lagrimales; 8', localización del agujero supraorbitario en la superficie dorsal; 9, extremo orbitario del conducto supraorbitario; 10, órbita; 11, apófisis frontal del hueso cigomático; 12, arco cigomático; 13, apófisis coronoides de la mandíbula; 14, apófisis cigomática del hueso frontal; 15, meato acústico externo; 16, línea temporal; 16', fosa temporal; 17, cresta nucal; 18, cresta temporal; 19, tubérculo nucal; 20, cóndilo occipital; 21, apófisis condílea de la mandíbula; 22, rama de la mandíbula; 23, apófisis paracondílea; 24, ángulo de la mandíbula. I2, I3, Incisivos; C, caninos (colmillos); P1, primeros premolares; M1, primer molar.

zas de cabeza larga, más en las de cabeza corta. Esto imparte a la porción caudal alta del cráneo una prominencia inusitada. Desde aquí hasta los hombros el cono cefalocervical tiene una inclinación menos pronunciada y en ciertas razas es cilíndrico, con cierta compresión lateral. En las partes lateroventrales laxas del cuello, conocidas como papada, suelen formarse abscesos. El cuello es notablemente corto y esto hace que el ángulo de la mandíbula esté tan cerca de la articulación del hombro que el cerdo no puede rotar mayormente la cabeza de costado (fig. 34-1).

El rasgo más notable de la cabeza es el rostrum u *hocico*, punta en forma de disco de la jeta que comprende la parte central del labio superior (fig. 34-3). El rostrum está sostenido por el hueso rostral (que no existe en otras especies domésticas), aplicado contra el extremo rostral del tabique nasal; este hueso presta inserción a los cartílagos nasales y al elevador del labio superior, principal motor del rostrum. Para prevenir que los cerdos hocen cuando tienen acceso a la tierra se les pone una argolla que se pasa por el borde dorsal del rostrum y no a través de las narinas como en los toros. Los labios son cortos y firmes; el superior presenta una profunda escotadura para acomodar al diente canino superior (colmillo) que sobresale incluso cuando este diente es pequeño (fig. 34-5).

Los *ojos* están implantados profundamente y aparentan ser pequeños, en especial en los adultos gordos. Carecen de tapetum lucidum y, por ende, no reflejan la luz como los ojos de otros animales domésticos. Otra diferencia más es la gran glándula (lagrimal) *profunda* del tercer párpado en la parte ventral de la órbita (fig. 9-15*B*, [4']). Los músculos retrobulbares están rodeados por un seno venoso (orbitario) más ancho en la parte medioventral respecto del globo ocular, donde también envuelve a la

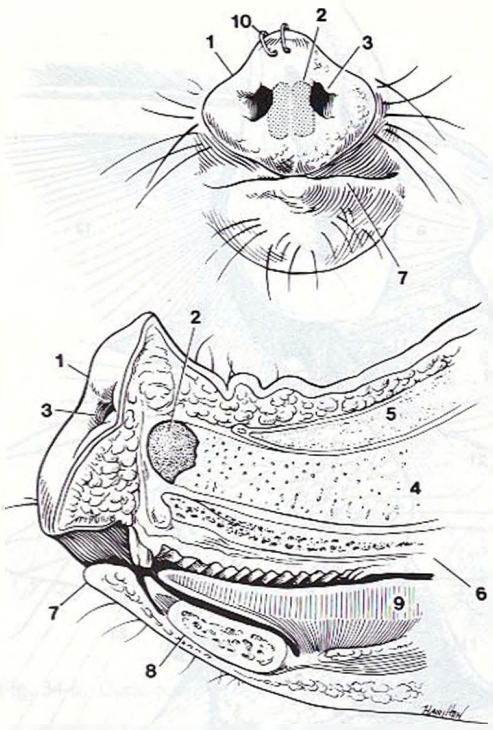


Fig. 34-3. Hocico visto de frente y en corte mediano.

1, plano rostral; 2, hueso rostral; 3, narina; 4, tabique nasal; 5, hueso nasal; 6, paladar duro; 7, labio inferior; 8, mandíbula con T1 inferior; 9, lengua; 10, aros nasales para evitar el hozado.

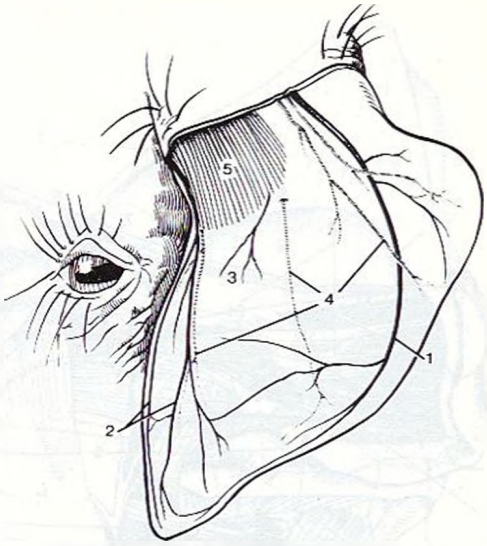


Fig. 34-4. Vasos sanguíneos de la oreja izquierda.

1, vena auricular lateral (para venipuntura); 2, vena auricular medial; 3, vena auricular intermedia; 4, ramas arteriales auriculares medial, intermedia y lateral; 5, parietoauricular.

glándula profunda del tercer párpado. Se dice que este seno interviene en la termorregulación del encéfalo enviando sangre más fría, en particular procedente de la cavidad nasal, a la rete mirabile del seno cavernoso. Se lo puede punzar a través del ángulo medial del ojo orientando la aguja hacia medial y un poco hacia ventral entre el globo ocular y el tercer párpado.

Las *orejas* son ovales y de base bastante ancha; se insertan a los costados de la alta parte caudal de la cabeza. Son puntiagudas y penden sobre la cara en algunas razas domésticas, pero se mantienen erguidas en otras y en las variedades silvestres. Las venas subcutáneas, que a menudo se ven a través de la piel en la superficie externa convexa, son las únicas convenientes para hacer inyecciones intravenosas. Se prefiere la vena auricular lateral que corre a lo largo del borde lateral de la oreja para anastomosarse en la punta con una vena similar que sigue el borde medial (fig. 34-4[1, 2]). Comprimiendo la oreja cerca de su base con una banda de goma, la vena, que a menudo está más lejos del borde lateral de lo que se ilustra en la figura 34-4, se dilata por repleción. Las orejas de los cerdos jóvenes son melladas por la mayoría de los criadores con fines de identificación. Los mordisqueos de las orejas son un vicio de los lechones y cerdos jóvenes y algunos llegan al matadero con una oreja faltante por el comportamiento agresivo de sus compañeros de chiquero.

Inmediatamente a caudal de la base de la oreja existe un sitio conveniente para hacer inyecciones subcutáneas pero hay que evitar la glándula parótida que esté ventral a la oreja. Este mismo sitio se emplea para hacer inyecciones más profundas en la masa muscular que se inserta en la superficie caudal del cráneo (fig. 34-5).

La figura 34-5 muestra las estructuras que están en la profundidad del músculo cutáneo y ciertos otros de la cara. Las ramas bucales (fig. 34-5[20, 19]) del nervio facial (VII), están dispuestas de la misma manera que en los bovinos (la rama dorsal cruza al masetero y la ventral acompaña al conducto parotídeo en torno del borde ventral de la mandíbula). La vena facial acompaña a la rama ventral después de drenar los labios y cruzar la cara. Nace en la unión de las venas nasal dorsal y frontal, de las cuales esta última, también como en los bovinos, pasa por el prominente agujero supraorbitario que está dorsomedial a la órbita. La arteria facial es corta y la irrigación sanguínea de la mitad dorsal de la cara proviene de una gran arteria infraorbitaria que emerge con el nervio del mismo nombre del agujero infraorbitario.

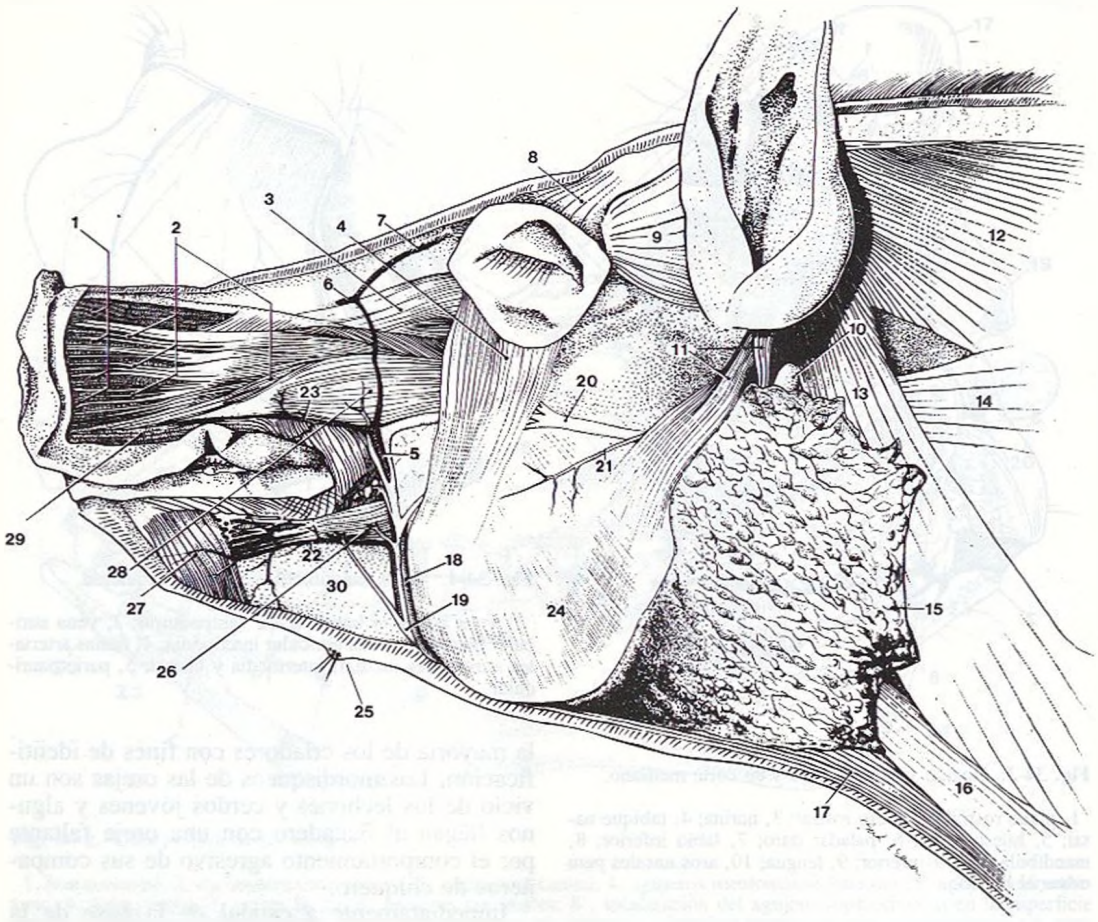


Fig. 34-5. Disección superficial de la cabeza.

1, fascículos seccionados del elevador nasolabial; 2, canino; 3, elevador del labio superior; 4, malar; 5, vena facial; 6, vena nasal dorsal; 7, vena frontal; 8, elevador del ángulo del ojo; 9, frontoescutular; 10, nódulo linfático retrofaríngeo lateral; 11, parotidoauricular; 12, trapecio; 13, cleidooccipital; 14, omotransversario; 15, glándula parótida; 16, esternocefálico; 17, esternohioideo; 18, conducto parotídeo; 19, 20, ramas bucales ventral y dorsal del nervio facial; 21, nervio facial transverso; 22, vena labial inferior; 23, vena labial superior; 24, masetero; 25, pelos y glándula mentonianos; 26, depresor del labio inferior; 27, mentoniano; 28, depresor del labio superior; 29, orbicular de la boca; 30, mandíbula.

La gran glándula parótida se halla detrás de la rama de la mandíbula y llega casi hasta la articulación del hombro (fig. 34-5[15]). La glándula mandibular (fig. 34-15[18]) y los importantes nódulos linfáticos de la cabeza, de los cuales el mandibular (fig. 34-5[1]) se incide siempre en inspección de carnes, tienen una posición profunda respecto de la parótida.

CAVIDADES NASALES Y SENOS PARANASALES

Las cavidades nasales son largas y estrechas y llegan bastante más atrás del nivel de las órbitas (fig. 34-6[5, 8]). A pesar de que la cara se ensancha, continúan siendo angostas pues están separadas de la superficie lateral de la cabeza por los gruesos músculos de la expresión facial y grasa, y no por los senos maxilares como en los bovinos y equinos (fig. 34-7*A*). Las narinas, redondas, conducen a las cavidades nasales, que están divididas en tres meatos por dos cornetes. El meato dorsal conduce a los cornetes etmoidales en el fondo de la cavidad, en tanto que los meatos medio y ventral conducen aire a través de las coanas hacia la nasofaringe. El fondo está hacia dorsal de la nasofaringe y, aunque se halla comprimido en dirección dorsoventral, es muy extenso (fig. 34-6[5]). Está ocupado por unos pequeños cornetes etmoidales que poseen la mucosa olfatoria. La olfación del cerdo es muy aguda, atributo que se explota en Francia, donde se emplean

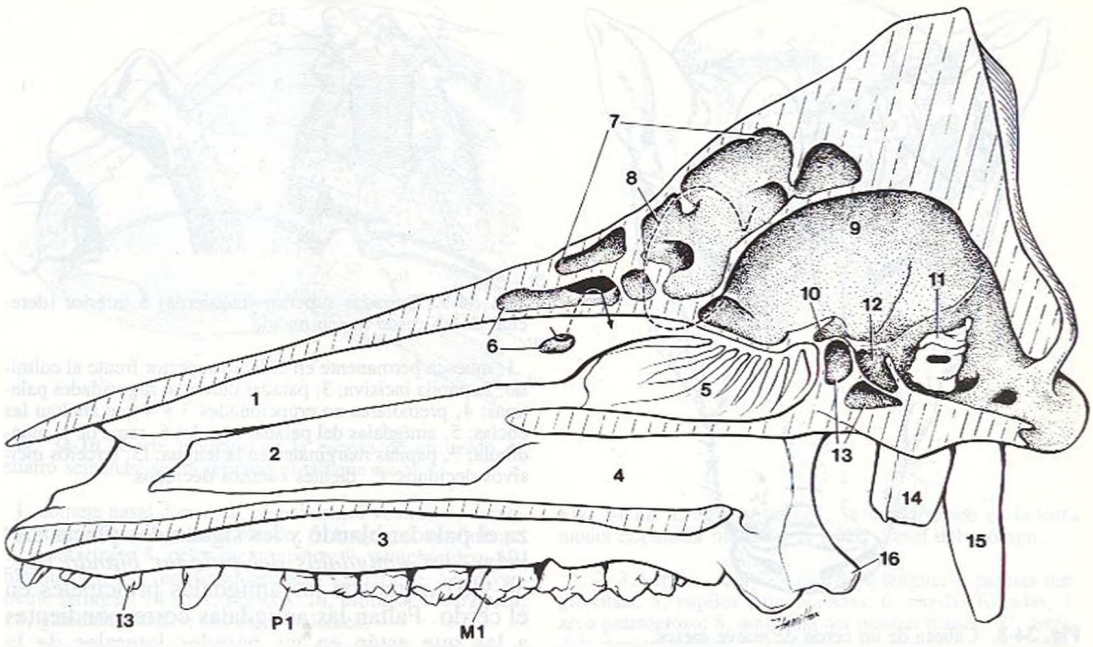


Fig. 34-6. Corte paramediano de la cabeza ósea.

1, cornete dorsal fenestrado en 6 para mostrar el seno del cornete; 2, cornete ventral; 3, paladar duro; 4, coana; 5, cornetes etmoidales en el fondo de la cavidad nasal; 6, seno del cornete; 7, seno frontal; 8, posición de la órbita; 9, cavidad craneana; 10, conducto óptico; 11, porción petrosa del hueso temporal; 12, fosa para la hipófisis; 13, seno esfenoidal; 14, ampolla timpánica; 15, apófisis paracondílea; 16, gancho (hamulus) del hueso pterigoides.

cerdos para localizar trufas que crecen a pocos centímetros bajo tierra.

El cornete nasal dorsal es una gruesa placa que sobresale ventralmente desde la pared dorsolateral de la cavidad nasal (fig. 34-7[2]). El cornete ventral, aunque más corto, es mucho más profundo y consiste en unos rollos superior e inferior que se insertan lateralmente por medio de una lámina común. Hay que conocer la configuración normal de los cornetes nasales para poder estimar su deformidad en la rinitis atrófica, enfermedad debilitante común de los cerdos jóvenes (fig. 34-7*B*).

El cerdo tiene los *senos* maxilar, frontal, lagrimal, esfenoidal y del cornete (fig. 4-6), pero sólo los senos frontales revisten un interés más que pasajero. Ya mencionamos la restricción del seno maxilar (fig. 4-6[4]) al nivel de la órbita. Este seno está en la base del ancho arco cigomático, en el cual penetra hasta cierta distancia. Los senos frontales (fig. 4-6[1, 2]) del cerdo maduro excavan toda la superficie dorsal del cráneo hacia caudal de los huesos nasales. Separan a tal extremo las tablas externa e interna de los huesos frontal y parietal que se pierde toda correspondencia entre la forma externa del cráneo y la cavidad craneana. Por lo tanto, el encéfalo está unos 5 cm debajo de la piel y se halla bien protegido por dos tablas de hueso (fig. 34-6[7]). Aunque no se conoce el origen de este y de otros rasgos especiales del cráneo del cerdo, se conjetura que se relaciona con los hábitos de hozar y pelear con

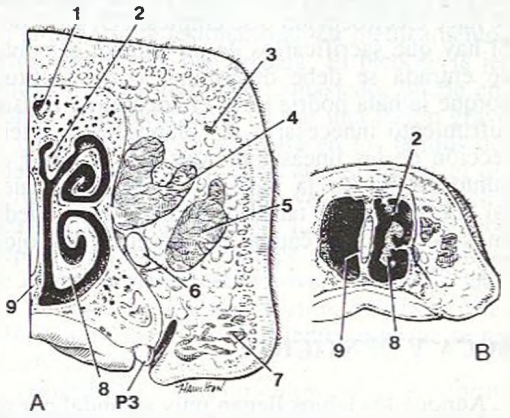


Fig. 34-7. *A*, corte transversal de la nariz del cerdo adulto a nivel de P3. *B*, corte transversal de la nariz de un cerdo joven con rinitis atrófica avanzada (nótese la ausencia total de cornetes en una cavidad nasal); compárense los cornetes nasales con los normales en *A*.

1, extensión rostral del seno frontal; 2, cornete nasal dorsal; 3, vena nasal dorsal; 4, elevador del labio superior; 5, canino; 6, nervio y arteria infraorbitarios; 7, orbicular de la boca; 8, cornete nasal ventral; 9, tabique nasal.

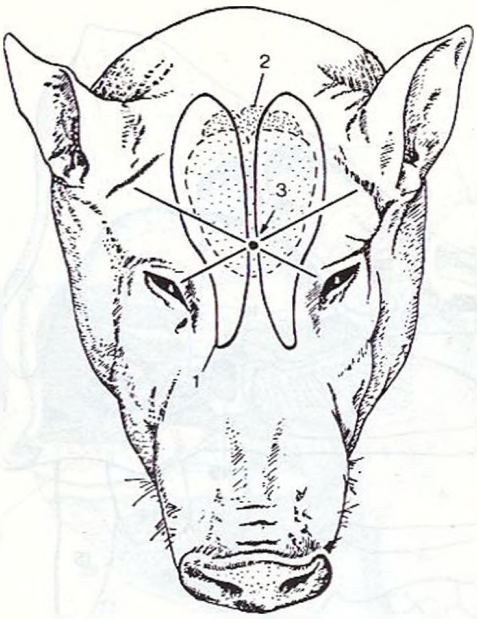


Fig. 34-8. Cabeza de un cerdo de nueve meses.

1, contorno de los senos frontales; 2, posición del encéfalo; 3, punto en el cual se debe golpear al cerdo para aturdirlo en el faenamiento. (Modificado de Taylor, 1955.)

rápidos empujes ascendentes con los colmillos.

La localización profunda del encéfalo tiene sus consecuencias en el faenamiento porque no se puede aturdir con seguridad con un golpe a los cerdos y, por ende, con medios mecánicos (martillo o percutor cautivo) sin hacerlos sufrir. En la actualidad en la mayoría de los mataderos se hace electrocución o se emplea CO_2 gaseoso. Si hay que sacrificarlos de un balazo, el punto de entrada se debe determinar con exactitud porque la bala podría errar el encéfalo y causar sufrimiento innecesario. El blanco es la intersección de las líneas que conectan el ojo y el punto medio de la base del oído contralateral. En cerdos de tamaño mediano esto queda unos 5 cm hacia caudal del nivel de los ojos (fig. 34-8).

BOCA Y DENTICIÓN

Aunque los labios llegan muy a caudal por el costado de la cara, los cerdos no pueden abrir tanto la boca como los perros y los gatos, de modo que, aparte de la dificultad para sujetarlos, las partes caudales de la cavidad oral larga y estrecha por lo general no se pueden inspeccionar. El techo de la cavidad presenta muchas rugosidades palatinas prominentes (fig. 34-9[3]) que terminan abruptamente donde empieza el paladar blando y les siguen dos placas aisladas, las *amígdalas del paladar blando* (fig. 34-9[5]), que son las amígdalas principales en el cerdo. Faltan las amígdalas correspondientes a las que están en las paredes laterales de la orofaringe de las otras especies.

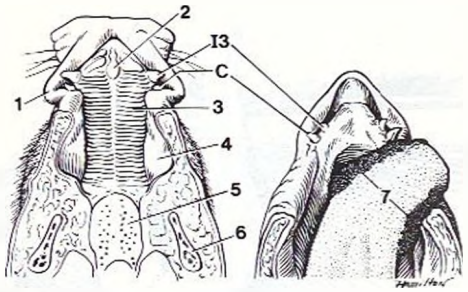


Fig. 34-9. Quijadas superior (izquierda) e inferior (derecha) de un cerdo recién nacido.

1, muesca permanente en el labio superior frente al colmillo; 2, papila incisiva; 3, paladar duro con rugosidades palatinas; 4, premolares no erupcionados 3 y 4 que abultan las encías; 5, amígdalas del paladar blando; 6, rama de la mandíbula; 7, papilas marginales en la lengua; I3, terceros incisivos deciduos; *C*, dientes caninos deciduos.

El piso de la cavidad oral está ocupado por la lengua puntiaguda. En el neonato la lengua está flanqueada por unas papilas marginales acintadas (fig. 34-9[7]) que persisten en los primeros 15 a 18 días de vida y se presume que contribuyen al amamantamiento. Se observó que se hinchan antes del contacto real con el pezón. Hay que evitarlas al hacer el "descolmillado" (véase más adelante).

Los cerdos tienen la *dentadura* más completa entre los otros mamíferos domésticos (fig. 3-20). La fórmula de los dientes permanentes es: $\frac{3\text{-}1\text{-}4\text{-}3}{3\text{-}1\text{-}4\text{-}3}$

Los *incisivos* inferiores son rectos y sobresalen hacia adelante, al encuentro de los incisivos superiores curvos, con los cuales realizan una acción de prensión (fig. 34-2). Los caninos curvos o *colmillos* se hallan profundamente insertados en las quijadas; en los verracos sus extremos proximales incluidos permanecen abiertos, de modo que crecen durante toda la vida del animal. Los inferiores se mantienen aguzados mediante el roce con los superiores y son para los verracos unas armas temibles que deben tratarse con respeto. Los colmillos pueden aserrarse bajo anestesia, pero los criadores, sin tener en cuenta el dolor que siente el animal, a menudo los cortan con una gran cizalla sin otra sujeción que un dogal. Los colmillos de la cerda son más pequeños y, con excepción de sus puntas, no sobresalen de la boca. Permanecen abiertos hasta unos dos años, después de lo cual se forma una raíz y dejan de crecer.

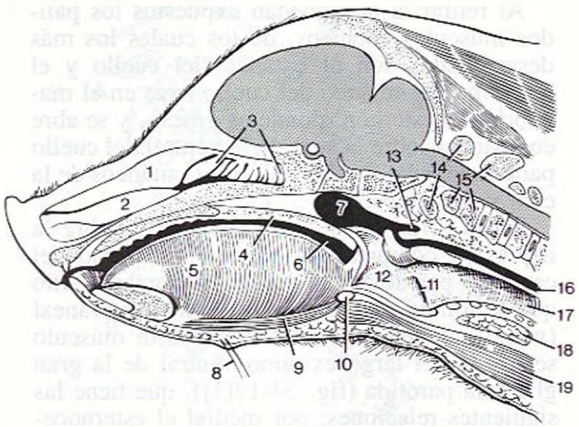


Fig. 34-10. Corte mediano de la cabeza de un cerdo de cuatro semanas; se ha retirado el tabique nasal.

1, cornete nasal dorsal; 2, cornete nasal ventral; 3, cornetes etmoidales; 4, paladar blando; 5, lengua; 6, orofaringe; 7, nasofaringe; 8, pelos mentonianos; 9, geniohioideo; 10, basihioides; 11, ventrículo laríngeo; 12, laringe; 13, divertículo faríngeo; 14 atlas; 15, axis; 16, esófago; 17, tráquea; 18, glándula tiroides; 19, esternohioideo.

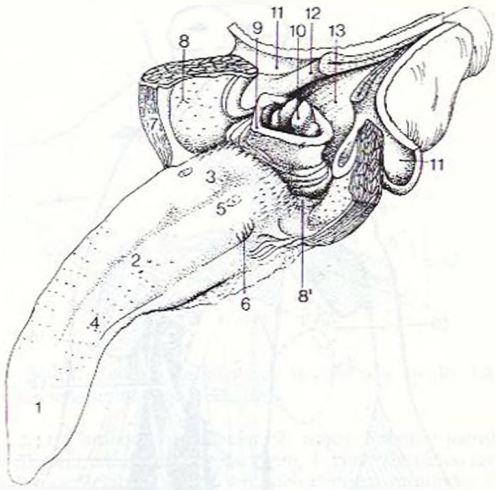


Fig. 34-11. Lengua y faringe. Se han dividido en la línea media el paladar blando y la pared dorsal del esófago.

1, 2, 3, vértice, cuerpo y raíz de la lengua; 4, papilas fungiformes; 5, papilas circunvaladas; 6, papilas foliadas; 7, arco palatogloso; 8, amígdala del paladar blando; 8', amígdala paraepiglótica; 9, epiglotis; 10, apófisis corniculadas de los cartílagos aritenoides; 11, pared dorsal de la nasofaringe; 12, arco palatofaríngeo; 13, entrada del esófago.

Las coronas de los *dientes malares* aumentan de longitud y ancho desde adelante hacia atrás. La superficie oclusal de los masivos molares se torna irregular por numerosos tubérculos y es ideal para triturar alimentos.

El cerdo nace con ocho dientes: los terceros incisivos deciduos superiores e inferiores y los caninos (fig. 34-9). Estos dientes sobresalen casi lateralmente de las encías y pueden lesionar la teta de la cerda o a los compañeros de camada que compiten por la misma teta. Por estos motivos se los suele cortar a las pocas horas de nacer ("descolmillado").

Los primeros incisivos superiores e inferiores y los terceros premolares erupcionan una a tres semanas después de nacer y los cuartos premolares superiores e inferiores lo hacen pocos días después. Los segundos premolares superiores e inferiores erupcionan más o menos a los dos meses y los segundos incisivos los siguen más o menos a los tres meses. Esto completa la dentadura decidua, cuya fórmula es:

$$\frac{3\text{-}1\text{-}3}{3\text{-}1\text{-}3}.$$

Hacia la edad de la comercialización (unos seis meses) han erupcionado los primeros dientes permanentes, que son los primeros molares superiores e inferiores, pero todavía no ha comenzado el reemplazo de los dientes deciduos. El cerdo llega a tener por lo menos un año y medio hasta que adquiere la dentadura permanente completa. Si bien existen criterios para calcular la edad de los cerdos por la dentadura, es raro que se los emplee.

FARINGE Y LARINGE

Ninguna de estas estructuras merecería describirse si no fuese por un rasgo peculiar, el *divertículo faríngeo*, que se origina en la pared faríngea dorsal a la entrada del esófago (fig. 34-10[13]). Este divertículo mide más o menos 1 cm de largo en el lechón y 3 a 4 cm en el adulto y penetra hacia caudal dentro de los músculos de la faringe. Su importancia radica en el peligro de lesionarlo al dar medicamentos a los cerdos con una jeringa. El pico de la jeringa, si se lo introduce demasiado, puede entrar en el divertículo y causar una lesión grave si la medicación se deposita en los tejidos del cuello. En el lechón de cuatro semanas el divertículo faríngeo está a nivel de la parte craneal de la base de la oreja. La medicación debe depositarse en la orofaringe, que en el animal de cuatro semanas está a nivel del ángulo lateral del ojo. La diferencia entre ambos niveles sólo es de 2,5 cm, lo cual indica por qué se requiere tanta precaución.

La laringe tiene ventrículos laterales y forma un ángulo obtuso con la tráquea (fig. 34-10[12, 17]). Los ventrículos y este ángulo se mencionaron como impedimentos para intubar en la anestesia inhalatoria.

Craneolateral a la base de la epiglotis está la amígdala paraepiglótica (fig. 34-11[8']). Las otras amígdalas son la del paladar blando (fig. 34-11[8]), que ya mencionamos, la amígdala faríngea en el techo de la nasofaringe y la

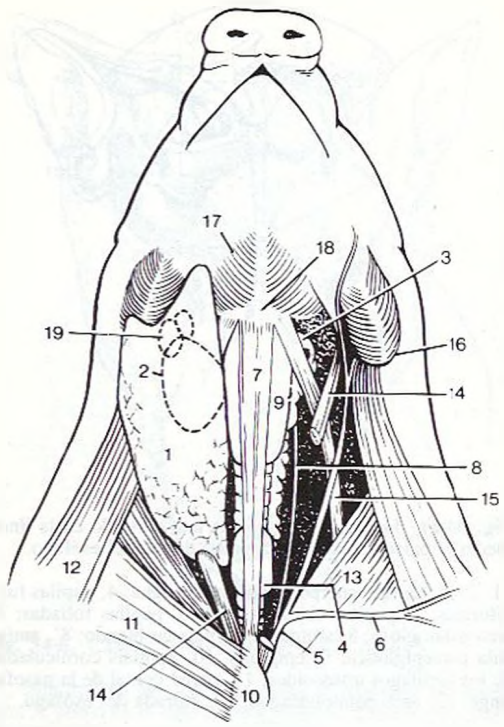


Fig. 34-12. Vista ventral del cuello. Disección profunda a la derecha y disección superficial, tras eliminar el cutáneo del cuello, a la izquierda. Semiesquemático.

1, glándula parótida; 2, glándula mandibular; 3, timo, el punto en el extremo craneal indica la posición de la paratiroides externa (III); 4, tiroides; 5, vena yugular externa; 6, vena cefálica; 7, esternohioideo (diseñado más estrecho de lo que en realidad es); 8, vena yugular interna; 9, laringe; 10, miembro del esternón; 11, músculo pectoral superficial; 12, braquiocefálico; 13, subclavio; 14, esternocefálico; 15, omohioideo; 16, ángulo de la mandíbula; 17, milohioideo; 18, basihioides; 19, nódulos linfáticos mandibulares

amígdala tubárica, que está en relación con la abertura faríngea de la trompa auditiva. En ocasiones hay que examinar la amígdala paraepiglótica y la del paladar blando después del faenamiento, la primera sobre el conjunto formado por la laringe, tráquea, esófago, corazón y pulmones y la segunda en la superficie de corte de la cabeza.

PARTE VENTRAL DEL CUELLO

Ya mencionamos la cortedad y la movilidad limitada del cuello. No hay ligamento nucal. El compartimiento visceral es relativamente pequeño y aloja las mismas estructuras que en las otras especies, incluso una vena yugular interna que funciona plenamente y está dentro de la vaina carotídea y un timo cervical bien desarrollado al costado de la tráquea.

Al retirar la piel quedan expuestos los pálidos músculos cutáneos, de los cuales los más desarrollados son el cutáneo del cuello y el platysma. El cutáneo del cuello nace en el manubrio del esternón, donde es grueso, y se abre en abanico sobre la superficie ventral del cuello para fusionarse con los músculos cutáneos de la cara y los labios.

En su origen el cutáneo del cuello cubre la depresión comprendida entre el manubrio del esternón palpable y la punta del hombro, sitio que se utiliza para punzar la vena cava craneal (véase más adelante). Retirando este músculo se expone el largo extremo ventral de la gran glándula parótida (fig. 34-12[1]), que tiene las siguientes relaciones: por medial el esternocefálico, braquiocefálico y glándula mandibular; hacia craneal, la mandíbula y por ventral los esternohioideos fusionados. La laringe está hacia caudal del espacio intermandibular y su prominencia (laríngea) se palpa en el medio del cuello. La glándula tiroides, cuyos dos lóbulos están fusionados por ventral de la tráquea, está cerca de la entrada torácica (fig. 6-3*D*). La glándula mandibular, triangular (fig. 34-12[2]), ventrolateral respecto de la laringe, está cubierta por lateral por la glándula parótida y se halla en relación craneolateral con el ángulo de la mandíbula. Los importantes nódulos linfáticos mandibulares (fig. 34-12[19]), que deben distinguirse de la glándula salival mandibular en la inspección de carnes, están en un sitio rostral, lateral y ligeramente ventral respecto de esta glándula (fig. 34-15[1, 18]).

Al retirar las glándulas parótida y mandibular se exponen el braquiocefálico, la vena yugular externa y el omohioideo. El braquiocefálico (fig. 34-12[12]) es el músculo más lateral; es ancho y plano y corre desde el extremo distal del húmero sobre la superficie lateral del brazo hasta los huesos temporal y occipital en la parte de atrás del cráneo. El esternocefálico (fig. 34-12[14]) se extiende desde el esternón hasta el hueso temporal y transcurre entre las venas yugulares externa e interna. Aunque su diámetro es más grande que el de su equivalente interna, la vena yugular externa no es tan fácil de punzar como en las especies grandes porque en ninguna parte es subcutánea. El omohioideo (fig. 34-12[15]) corre entre la fascia medial de la articulación del hombro y el basihioides; cruza las caras mediales de la glándula mandibular y del esternocefálico.

El timo (fig. 34-12[3]) está por lateral de la laringe y la tráquea, cerca de la vaina carotídea. Está particularmente bien desarrollado y alcanza su tamaño máximo hacia el época del faenamiento (seis meses). Su extremo craneal es bulboso y contiene en su superficie la minúscula (1 a 4 mm) glándula paratiroides externa (III).

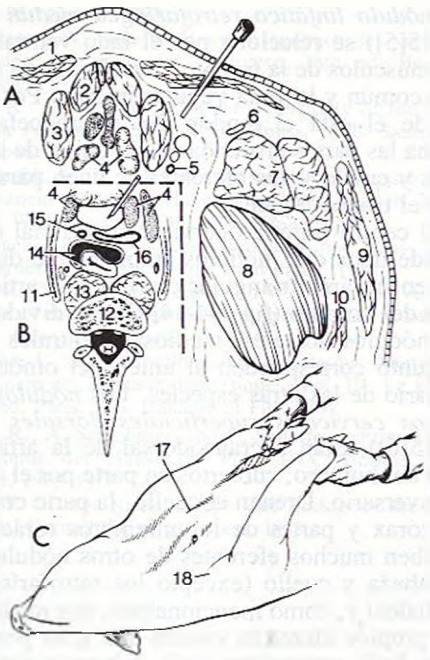


Fig. 34-13. *A*, corte transversal del cuello ventral algo craneal al manubrio del esternón. *B*, corte transversal a poca distancia a caudal de *A*, a nivel de la primera costilla. *C*, cerdo sujeto de espalda para punzar la vena cava craneal; véase la aguja colocada.

1, cutáneo del cuello; 2, esternohioideo; 3, esternocefálico; 4, nódulos linfáticos y timo; 5, arteria carótida común y venas yugulares externa e interna; 6, vena cefálica; 7, braquiocefálico; 8, subclavio; 9, platysma; 10, omotransversario; 11, primera costilla; 12, cuerpo de C7; 13, largo del cuello; 14, tráquea y esófago; 15, vena cava craneal y arteria subclavia izquierda; 16, tronco bicarotídeo y arteria subclavia derecha; 17, manubrio palpable del esternón; 18, articulación del hombro.

(No se ha localizado la paratiroides interna [IV] en el cerdo adulto; se presume que desaparece en el embrión.)

El procedimiento clínico que se efectúa con mayor frecuencia en el cuello es la *venipuntura de la vena cava craneal*, que puede hacerse en el animal de pie sujeto con un dogal o en el tendido de espalda (fig. 34-13C). La aguja, insertada en la depresión que está entre el manubrio del esternón, palpable, y la punta del hombro derecho, se avanza en dirección del extremo dorsal de la escápula izquierda, tratando de punzar cualquiera de las grandes venas que están entre el primer par de costillas o delante de ellas. La aguja atraviesa el cutáneo del cuello y sigue por el espacio cuneiforme entre el braquiocefálico y subclavio por lateral y el esternocefálico y esternohioideo por medial. Se prefiere el lado derecho porque el nervio frénico izquierdo ocupa una posición más vulnerable, en tanto que el conducto torácico, que es impar, también está más a la izquierda.

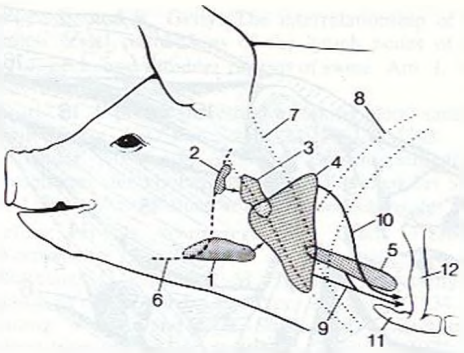


Fig. 34-14. Centros linfáticos de la cabeza y cuello. Las flechas señalan el flujo de la linfa.

1, centro linfático mandibular; 2, centro linfático parotídeo; 3, centro linfático retrofaríngeo; 4, centro linfático cervical superficial; 5, centro linfático cervical profundo; 6, mandíbula; 7, braquiocefálico; 8, subclavio; 9, tronco linfático traqueal; 10, linfa procedente de los nódulos cervicales superficiales dorsales; 11, manubrio del esternón; 12, primera costilla. (Saar y Getty, 1964.)

NÓDULOS LINFÁTICOS DE LA CABEZA Y CUELLO

Se los puede agrupar en cinco centros linfáticos, todos ellos en la parte ventrolateral del cuello (fig. 34-14). La linfa proveniente de la cabeza y cuello, después de pasar por los nódulos linfáticos regionales, va principalmente a las venas de la entrada del tórax mediante los troncos traqueales, pero parte de ella llega a su destino directamente desde los nódulos cervicales superficiales dorsales, en los cuales drenan varios de los nódulos más craneales.

El centro linfático mandibular consiste en hasta seis nódulos mandibulares principales y cuatro accesorios. Los *nódulos linfáticos mandibulares* (fig. 34-15[1]) están entre el borde caudoventral de la mandíbula y la parte craneal del esternohioideo (fig. 34-15[9]) y se hallan en relación caudal con la glándula mandibular. La vena facial (fig. 34-15[19]) cruza su superficie lateral. Drenan a la mitad ventral de la cabeza, incluso el paladar y la laringe; sus eferentes van a los nódulos linfáticos mandibulares accesorios y a los cervicales superficiales ventrales y dorsales. Los nódulos mandibulares accesorios (fig. 34-15[2]) están cerca del borde caudoventral de la glándula mandibular, cubiertos por la glándula parótida. Drenan las mismas partes de la cabeza que los nódulos mandibulares, pero también la porción ventral del cuello; sus eferentes van a los nódulos cervicales superficiales ventrales y dorsales.

El centro linfático parotídeo consiste en un solo grupo de *nódulos linfáticos parotídeos* (fig. 34-15[3]) que está por ventral de la articulación temporomandibular, sobre el borde cau-

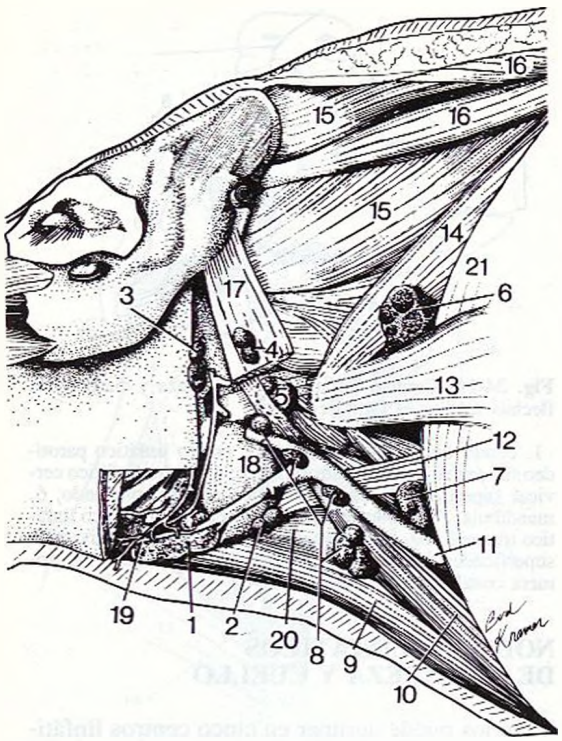


Fig. 34-15. Disección del cuello para mostrar los nódulos linfáticos; vista lateral izquierda.

1, nódulos linfáticos mandibulares; 2, nódulos linfáticos mandibulares accesorios; 3, nódulos linfáticos parotídeos; 4, nódulos linfáticos retrofaríngeos laterales; 5, nódulos linfáticos retrofaríngeos mediales; 6, 7, 8, nódulos linfáticos cervicales superficiales dorsales, medios y ventrales; 9, esternohioideo; 10, esternocefálico; 11, vena yugular externa; 12, omohioideo; 13, omotransversario; 14, serrato ventral del cuello; 15, esplenio; 16, romboides del cuello y cabeza; 17, cleidomastoideo; 18, glándula mandibular; 19, vena facial; 20, tirohioideo; 21, subclavio.

dal de la mandíbula, cubiertos por la glándula parótida. Drenan la parte de la cabeza dorsal al paladar y sus eferentes se encaminan hacia los nódulos retrofaríngeos laterales.

El centro linfático retrofaríngeo consiste en dos nódulos laterales y uno medial. Los *nódulos linfáticos retrofaríngeos laterales* (fig. 34-15[4]) están a nivel de la articulación temporomandibular, entre la glándula parótida por lateral y el cleidomastoideo por medial, unos pocos centímetros a caudomedial de los nódulos parotídeos. Drenan las partes superficiales de la unión de la cabeza y cuello y sus eferentes van a los nódulos cervicales superficiales dorsales.

El *nódulo linfático retrofaríngeo medial* (fig. 34-15[5]) se relaciona por el lado ventral con los músculos de la faringe y con la arteria carótida común y la vena yugular interna. Por lateral de él está el tendón del esternocefálico. Drena las partes profundas de la unión de la cabeza y cuello y sus eferentes se unen para formar el tronco traqueal.

El centro linfático cervical superficial comprende unos diez nódulos ampliamente dispersos en un área triangular craneal a la articulación del hombro (fig. 34-14[4]). Se dividen en los nódulos dorsales, medios y ventrales y en conjunto corresponden al único del omotransversario de las otras especies. Los *nódulos linfáticos cervicales superficiales dorsales* (fig. 34-15[6]) están a craneodorsal de la articulación del hombro, cubiertos en parte por el omotransversario. Drenan el cuello, la parte craneal del tórax y partes de los miembros torácicos. Reciben muchos eferentes de otros nódulos de la cabeza y cuello (excepto los retrofaríngeos mediales) y, como mencionamos, por medio de sus propios eferentes envían una gran porción de la linfa proveniente de la cabeza y cuello a las venas que están en la entrada del tórax. Los *nódulos linfáticos cervicales superficiales medios* (fig. 34-15[7]) están en relación ventral con la vena yugular externa, cubiertos lateralmente por el braquiocefálico. Drenan las partes superficiales de la región del hombro y sus eferentes se unen con los de los nódulos cervicales superficiales dorsales o los acompañan. Los *nódulos linfáticos cervicales superficiales ventrales* (fig. 34-15[8]) forman una cadena a lo largo del borde ventral del braquiocefálico cubiertos por la glándula parótida. Drenan las partes superficiales del cuello ventral, miembro torácico y tórax ventral (incluso las glándulas mamarias craneales) y reciben linfa de los nódulos mandibulares y retrofaríngeos laterales.

El centro linfático cervical profundo (fig. 34-14[5]) consiste en una gran cantidad de pequeños nódulos divididos en los grupos craneal, medio y caudal. Los nódulos craneales y medios pueden faltar, en tanto que el grupo caudal puede consistir en sólo unos pocos nódulos. Los nódulos cervicales profundos siguen el curso de la vena yugular interna y la tráquea hasta la entrada del tórax. Drenan estructuras adyacentes, principalmente la tráquea, glándula tiroides y vaina carotídea; sus eferentes desembocan en las grandes venas en la entrada del tórax.

BIBLIOGRAFÍA

Adamesteanu, I., et al.: Valeur semilogique de la langue "en dentelle" chez le Porcelet. Rec. Med. Vet. 142:389–396, 1966.

Barone, R.: Anatomie comparée des mammifères domestiques. Vols. I–III. Lyon, Laboratoire d'Anatomie, École Nationale Vétérinaire, 1966–1978.

Brown, C. M.: A method for collecting blood from hogs using the thoracic inlet. Vet. Med. [SAC] 74:361–363, 1979.

Cox, J. E.: Immobilization and anesthesia of the pig. Vet.

Rec. 92:143–146, 1973.
Ellenberger, W., and H. Baum: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, 18th ed. Berlin, Springer, 1943.
Getty, R.: Sisson and Grossman's Anatomy of the Domestic Animals. Vol. II. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1975.
Habermehl, K. H.: Besitzt das weibliche Hausschwein permanent wachsende Hakenzähne? Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 75:441–444, 1962.
Habermehl, K. H.: Altersbestimmung bei Haus- und Labortieren, 2nd ed. Berlin, Paul Parey, 1975.
Huhn, R. G., G. D. Osweiler, and W. P. Switzer: Application of the orbital sinus bleeding technique to swine. Lab. Anim. Care 19:403–405, 1969.
Montané, L., E. Bourdelle, and C. Bressou: Anatomie regionale des animaux domestiques. Vol. III, Le Porc, 2nd ed. Paris, J. S. Baillière et Fils, 1964.
Nickel, R., A. Schummer, and E. Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Vols. I–IV. Berlin, Paul Parey, 1975–1977.
Pond, W. G., and K. A. Houpt: The Biology of the Pig. Ithaca, Cornell University Press, 1978.
Saar, L. I., and R. Getty: The interrelationship of the lymph vessel connections of the lymph nodes of the head, neck, and shoulder regions of swine. Am. J. Vet. Res. 25:618–636, 1964.
Sankari, S.: A practical method of taking blood samples from the pig. Acta Vet. Scand. 24:133–134, 1983.
Sauerländer, R., and H. Wissdorf: Die unterschiedliche Ausbildung der klinisch wichtigen Ohrvenen bei Steh- und Hängeohrschweinen sowie die Bedeutung der Ohrgefässe für die Wärmeregulation. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 79:73–77, 1972.
Schlotthauer, C. F., and G. M. Higgins: The parathyroid glands in swine. Mayo Clin. Proc. 9:374–376, 1934.
Schwartz, W. L., and J. E. Smallwood: Collection of blood from swine. Tex. Vet. Med. J. 39:6–7, 1977.
Simoens, P.: Morphologic study of the vasculature in the orbit and eyeball of the pig. Thesis, State University of Ghent, Faculty of Veterinary Medicine, 1985.
Taylor, J. A.: Regional and applied anatomy of the domestic animals. Part I: Head and Neck. Edinburgh, Oliver and Boyd, 1955.
W. A. A.: Pharyngeal perforation in pigs. JAVMA 125:69, 1954.

35

Columna vertebral, dorso y tórax del cerdo

COLUMNA VERTEBRAL

La fórmula es C7, T-14-15, L6-7, S4 y Cd20-23. Las siete vértebras cervicales son cortas y recorren el cuello cerca de su centro (fig. 35-1). Exhiben los siguientes rasgos específicos para la especie: C2 tiene una apófisis espinosa alta y relativamente fina; C3-6 presentan unas placas apofisarias bilaterales que se originan en las apófisis transversas y aumentan de tamaño de C3 a C6, en tanto que C7 tiene una apófisis espinosa alta (fig. 34-1).

Como la dimensión dorsoventral del cuello es casi la misma que la de la parte craneal del tórax, la primera vértebra torácica también se halla cerca del punto medio del diámetro dorsoventral del tronco. Las vértebras caudales a ésta se elevan gradualmente y las de las regiones torácica caudal y lumbar están más cerca y son casi paralelas a la superficie dorsal del lomo.

La cantidad de vértebras torácicas y lumbares es muy variable. La mayoría de los cerdos tienen 14 o 15 vértebras torácicas y 6 lumbares, de modo que son 20 o 21 en total, pero la gama completa observada es 19 a 23. No se sabe si esta variabilidad se debe a la cría selectiva para obtener animales de cuerpo más largo. Los cerdos de cuerpo largo son deseables porque rinden lomos más largos que, después de los jamones, son las partes más valiosas de la res (fig. 35-1[14, 22]).

El sacro consiste en cuatro unidades fusionadas parcialmente que carecen de apófisis espinosas, de modo que se produce una caída repentina de la altura de la columna vertebral en la unión lumbosacra, y las crestas ilíacas, que

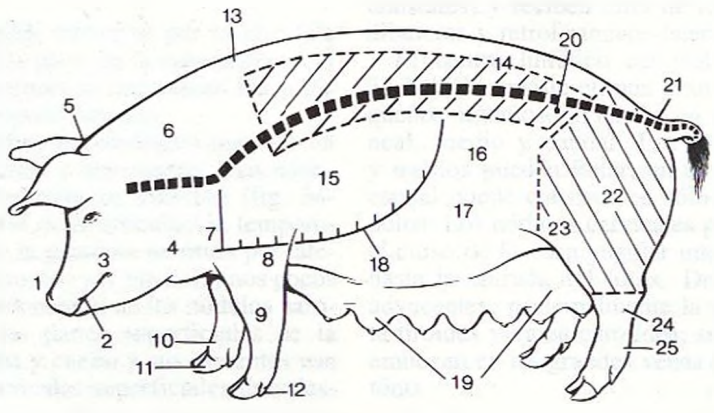


Fig. 35-1. Partes del cerdo. Se indica la posición de la columna vertebral. Las áreas sombreadas muestran los cortes del jamón y lomo de la carnicería.

1, hocico; 2, boca; 3, mejilla; 4, papada; 5, nuca; 6, cuello; 7, articulación del hombro; 8, articulación del codo; 9, carpo; 10, articulación del nudo; 11, pezuña; 12, dedo accesorio; 13, cruz; 14, lomo (área lumbar); 15, tórax; 16, flanco; 17, abdomen; 18, extensión ventral del tórax ósco; 19, glándulas mamarias; 20, posición de la tuberosidad coxal; 21, maslo; 22, muslo; 23, articulación de la rodilla; 24, articulación del corvejón; 25, metatarso.

flanquean la apófisis espinosa de L6, son las partes esqueléticas más altas de la región (fig. 34-1[32]). El *espacio lumbosacro* se emplea para administrar anestésicos epidurales; mide unos 2 cm en dirección craneocaudal y 3 cm en dirección transversal; está cerrado por un ligamento amarillo y se halla 2 a 5 cm hacia caudal de una línea que une las tuberosidades coxales. En los cerdos jóvenes la médula espinal termina en el sacro y, por ende, está al alcance de la aguja, pero en los animales mayores ha ascendido, pues termina por craneal de L6 y no corre peligro (fig. 8-67C).

El cerdo tiene unas 20 vértebras caudales, de las cuales más o menos las últimas 15 forman la *cola* arrollada. Los vasos caudales medianos de la superficie ventral de la cola pueden usarse para extraer sangre. La arteria y las dos venas satélites están debajo de la piel y se punzan en el muslo (Cd4 o Cd5); la sangre obtenida puede ser arterial, venosa o mixta. El "mordisqueo de la cola", forma de canibalismo entre los lechones destetados, es un problema cuando muchos animales viven hacinados. La mutilación puede complicarse con una infección ascendente por vía venosa directa que saltea los linfáticos locales y produce piemia; esto puede hacer que se decomise la res total o parcialmente. Mediante canibalismo también se puede transmitir la triquinosis. Se cree que la causa de los mordisqueos de la cola y de las orejas es un comportamiento exploratorio excesivo. El primer riesgo se evita amputando la cola cuando los lechones tienen dos o tres días de edad.

DORSO

El contorno del dorso depende de la raza y del estado del animal. En los cerdos viejos y gordos suele ser recto (paralelo al piso), pero en la mayoría de los cerdos modernos para carne el dorso presenta un arqueamiento uniforme. En los de máxima calidad también es ancho de lado a lado. Los criadores de cerdos suelen seleccionar animales de cuerpo ancho y postura ancha porque esto promete una buena musculatura en el torneo y jamones gruesos.

Una gruesa capa de grasa separa la piel de los músculos del dorso y la cruz (fig. 35-2). Esto es un segmento del panículo adiposo, depósito de grasa bien desarrollado que existe en casi todo el subcutáneo del cerdo. El panículo está muy bien formado y es firme (grasa del dorso) sobre los lomos y, como se lo debe descartar, ocasiona una pérdida sustancial al productor. Parte de esta grasa se destina a preparar manteca de cerdo y parte se cura para preparar el "pork" de los populares alimentos enlatados de "pork and beans" (cerdo y frijoles). La cría selectiva ha reducido mucho el espesor de la grasa del dorso hasta unos 3 cm o menos; este espesor se debe tener en cuenta al realizar inyecciones en los músculos del dorso.

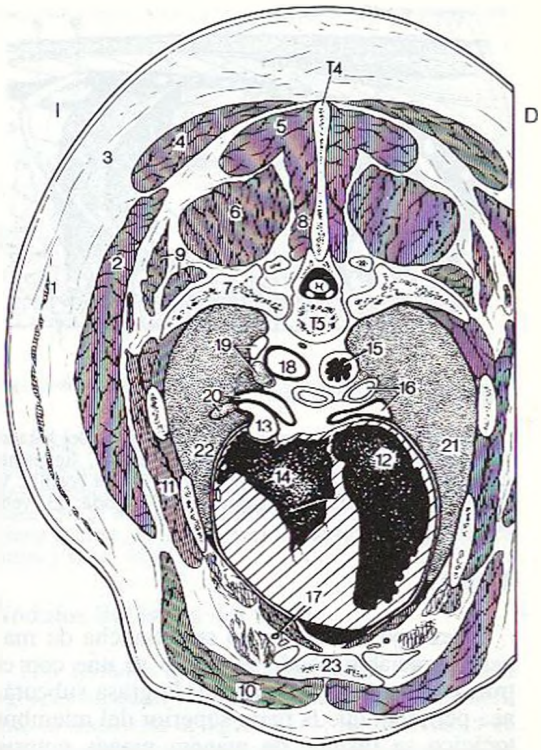


Fig. 35-2. Corte transversal del tórax en T5; el extremo ventral del corte es un poco más craneal que el dorsal. Este cerdo fue colgado de los miembros pelvianos antes de congelarlo para el corte, de modo que la escápula y el brazo han caído en dirección craneal.

1, cutáneo del tronco; 2, dorsal ancho; 3, panículo adiposo; 4, trapecio; 5, espinal torácico; 6, longissimus thoracis; 7, costilla; 8, multífido; 9, iliocostal; 10, pectoral ascendente; 11, serrato ventral; 12, atrio derecho; 13, una vena pulmonar; 14, atrio izquierdo; 15, esófago; 16, bronquio principal derecho (arriba) y arteria pulmonar derecha; 17, arteria torácica interna y su vena; 18, aorta; 19, vena ácigos izquierda y nódulo linfático traqueobronquial; 20, arteria pulmonar izquierda y nódulo linfático traqueobronquial; 20, arteria pulmonar izquierda y nódulo linfático traqueobronquial; 21: lóbulo craneal derecho del pulmón; 22, parte craneal del lóbulo craneal izquierdo del pulmón; 23, esternón.

Los músculos del dorso concuerdan con el patrón general. Comprenden (desde lateral hacia medial) las columnas del iliocostal, longissimus y transversoespinal, que están a dorsal de las costillas y de las apófisis transversas lumbares (fig. 35-2[9, 6, 5]). El longissimus (fig. 35-2[6]) es el de mayor diámetro y se lo conoce como "ojo del lomo" en el comercio. Los psoas mayor y menor (lomito o solomillo) parte más deseable de la res, están por ventral de las apófisis transversas lumbares.

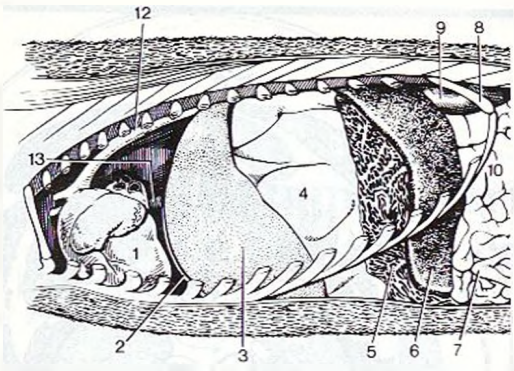


Fig. 35-3. Corazón in situ.

1, corazón; 2, diafragma; 3, lóbulo izquierdo del hígado; 4, estómago muy dilatado; 5, omento mayor, ligamento gastroesplénico; 6, bazo; 7, yeyuno; 8, última costilla; 9, riñón izquierdo; 10, colon ascendente; 12, aorta; 13, vena cava caudal.

TÓRAX

El cuerpo del cerdo no se ensancha de manera apreciable donde el cuello se une con el tronco. El ancho del cuello y la grasa subcutánea permiten que la parte superior del miembro torácico se fusione de manera menos notoria que en otras especies, de modo que la unión sólo está señalada por la depresión lateroventral entre la laxa papada y la articulación del hombro. Hay una depresión similar entre la punta del codo y la pared torácica. Las puntas del hombro y del codo se palpan, la última frente al extremo ventral de la quinta costilla en el animal de pie (fig. 35-4[3]). El manubrio del esternón está en el nivel transverso de la articulación del hombro y también se palpa con facilidad.

La mayoría de los cerdos tienen 14 o 15 pares de costillas pero su cantidad varía entre 13 y 17. No son raras las asimetrías numéricas (alrededor de un 6,5%). La siete primeras costillas son esternales.

El tórax óseo del cerdo maduro es mucho más pequeño de lo que las dimensiones externas de la parte craneal del tronco sugerirían (fig. 35-1). Se halla comprimido lateralmente por delante para dar cabida a la escápula y el brazo dentro del tronco y alcanza su altura máxima más caudalmente a causa de la inclinación ascendente de las vértebras torácicas.

La cavidad torácica es relativamente larga. La línea de reflexión pleural sigue la mitad dorsal de la última costilla y luego baja en una curva suave hasta la séptima unión costocondral (fig. 35-4[10]). El mediastino craneal (fig. 35-4[14]), al igual que el de los rumiantes, está aplicado contra los extremos ventrales de las costillas izquierdas, en tanto que más a dorsal está separado de ellas por el lóbulo craneal del pulmón izquierdo.

El *corazón* del cerdo es pequeño en relación con el cuerpo, en especial en los animales gordos. Su escaso peso (0,3% del peso corporal, comparado con un 1% en el caballo y perro) se citó como factor predisponente del síndrome de "muerte súbita", que es relativamente común y costoso en los cerdos. Parece ser que el tamaño del corazón no ha acompañado al aumento del peso corporal a medida que se seleccionaron cerdos de crecimiento cada vez más rápido para cría. (En 1800 un cerdo doméstico tardaba dos a tres años en pesar 40 kg, en 1850 los cerdos llegaban a pesar 70 kg en ese lapso y en la actualidad, como término medio, pesan 100 kg cuando sólo tienen cinco a seis meses.)

El corazón se extiende desde la segunda costilla hasta la quinta y ocupa poco más de la mitad ventral del espacio torácico disponible (figs. 35-2 y 35-3). Está cubierto por el brazo y el tríceps en el animal de pie, pero se torna accesible traccionando el miembro hacia adelante. La escotadura cardíaca izquierda, por ser

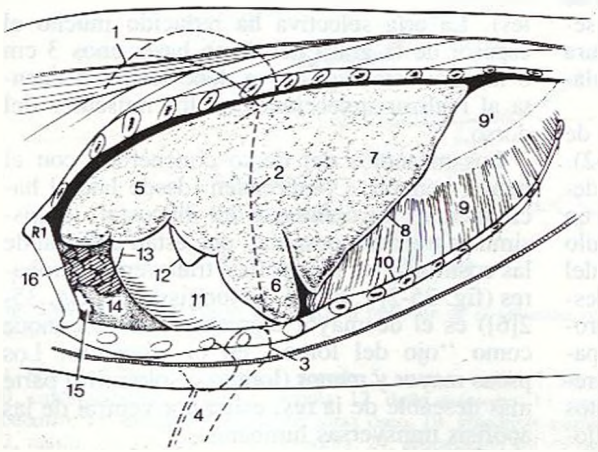


Fig. 35-4. Vísceras torácicas in situ, semiesquemático.

1, escápula; 2, borde caudal del tríceps; 3, olécranon; 4, radio y ulna; 5, 6, partes craneal y caudal del lóbulo craneal del pulmón; 7, lóbulo caudal del pulmón; 8, borde basal del pulmón; 9, 9', partes muscular y tendinosa del diafragma; 10, línea de la reflexión pleural; 11, corazón; 12, 13, aurículas izquierda y derecha; 14, mediastino craneal; 15, nódulo linfático esternal; 16, timo.

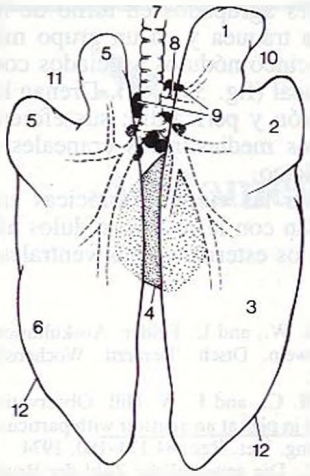


Fig. 35-5. Vista dorsal de los pulmones (véase también la figura 4-23).

1, lóbulo craneal derecho; 2, lóbulo medio derecho; 3, lóbulo caudal derecho; 4, lóbulo accesorio del pulmón derecho; 5, lóbulo craneal izquierdo dividido; 6, lóbulo caudal izquierdo; 7, tráquea; 8, bronquio traqueal; 9, nódulos linfáticos traqueobronquiales; 10, escotadura cardíaca derecha; 11, escotadura cardíaca izquierda; 12, borde basal.

más grande que la derecha, permite que el corazón tenga un contacto más grande con la pared torácica de ese lado.

Se puede hacer paracentesis a través de los espacios intercostales quinto izquierdo y cuarto derecho; la aguja se introduce unos 5 cm hacia dosal del nivel del olécranon y se la orienta hacia medial.

Los *pulmones* tienen las siguientes lobulaciones. El pulmón derecho consiste en los lóbulos craneal, medio, caudal y accesorio y los dos primeros están separados por la escotadura cardíaca (fig. 35-5). El pulmón izquierdo tiene un lóbulo craneal dividido y un lóbulo caudal; la escotadura cardíaca determina la división del lóbulo craneal. El lóbulo craneal del pulmón derecho es ventilado por separado por un bronquio traqueal (fig. 35-5[8]) que nace un poco hacia craneal de la bifurcación traqueal. Los lobulillos, aunque no tan nítidos como en los bovinos, se ven en toda la superficie pulmonar.

La proyección de los pulmones en la pared torácica es relativamente pequeña. El borde basal izquierdo va desde la sexta unión costocondral hasta el extremo dorsal de la antepenúltima costilla (fig. 35-4[8]). El borde basal derecho es menos pronunciado y llega hasta el extremo dorsal de la penúltima costilla. La auscultación y percusión de los pulmones sólo se suelen hacer en cerdos jóvenes que no son ariscos.

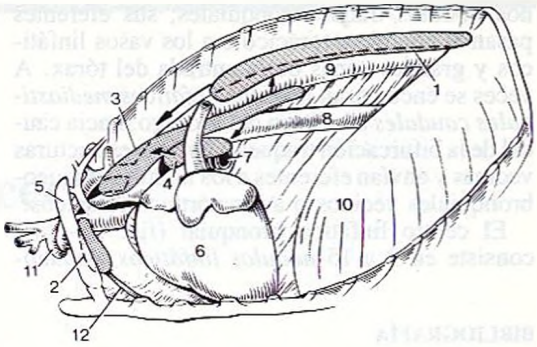


Fig. 35-6. Centros linfáticos del tórax, vista lateral izquierda.

1, centro linfático torácico dorsal; 2, centro linfático torácico ventral; 3, centro linfático mediastinal; 4, centro linfático bronquial; 5, primera costilla; 6, corazón; 7, bronquio izquierdo; 8, esófago; 9, aorta; 10, diafragma; 11, vena y arteria axilares; 12, arteria torácica interna. (Modificado de Baum y Grau, 1938.)

Nódulos linfáticos del tórax

Los nódulos linfáticos del tórax se pueden agrupar en cuatro centros situados de la manera que se ilustra en la figura 35-6. Reciben linfa de los órganos y la pared torácicos, y los músculos adyacentes y la envían al conducto torácico o, en el caso de los nódulos más craneales, directamente a las venas de la entrada del tórax.

El centro linfático torácico dorsal (fig. 35-6[1]) consiste en dos a diez pequeños *nódulos linfáticos aórticos torácicos* que acompañan a la aorta y a la vena ácigos izquierda hacia caudal de la sexta vértebra torácica. Drenan los músculos asociados con la mitad dorsal de la pared torácica, el mediastino y algunos nódulos mediastinales caudales; sus eferentes van al conducto torácico.

El centro linfático torácico ventral (fig. 35-6[2]) consiste en uno a cuatro grandes *nódulos linfáticos esternales* separados que están a nivel del primer espacio intercostal entre los vasos torácicos internos derecho e izquierdo. Sólo los más ventrales se asocian con el esternón. Drenan linfa de los músculos relacionados con la mitad ventral de la pared torácica, mediastino y tres primeros pares de glándulas mamarias; sus eferentes pasan a los grandes linfáticos o venas de la entrada del tórax.

El centro linfático mediastinal (fig. 35-6[3]) comprende dos a ocho nódulos mediastinales craneales y uno a tres caudales que forman una larga cadena a través de la base del corazón. Los *nódulos linfáticos mediastinales craneales* están en el mediastino craneal y se hallan en relación con la tráquea, esófago y grandes vasos sanguíneos. Drenan los músculos dorsales del cuello y tórax, los órganos del mediastino craneal y algu-

nos nódulos traqueobronquiales; sus eferentes pasan al conducto torácico o a los vasos linfáticos y grandes venas de la entrada del tórax. A veces se encuentran *nódulos linfáticos mediastinales caudales* a lo largo del esófago, hacia caudal de la bifurcación traqueal. Drenan estructuras vecinas y envían eferentes a los nódulos traqueobronquiales vecinos o a los aórticos torácicos.

El centro linfático bronquial (fig. 35-6[4]) consiste en 9 a 15 *nódulos linfáticos traqueobronquiales* agrupados en torno de la bifurcación de la tráquea y en un grupo más craneal de uno a cinco nódulos asociados con el bronquio traqueal (fig. 35-5[9]). Drenan los pulmones, corazón y pericardio; sus eferentes van a los nódulos mediastinales craneales o al conducto torácico.

Al retirar las vísceras torácicas en la faena sólo quedan con la res los nódulos aórticos torácicos y los esternales más ventrales.

BIBLIOGRAFÍA

Baum, H., and H. Grau: Das Lymphgefässsystem des Schweines. Berlin, Paul Parey, 1938.

Fraser, A. F.: Farm Animal Behavior, 2nd ed. London, Baillière and Tindall, 1980, p. 181.

Fredeen, H. T., and J. A. Newman: Rib and vertebral numbers in swine. Can. J. Anim. Sci. 42:232–239, 1962.

Getty, R., and N. G. Goshal: Applied anatomy of the sacrococcygeal region of the pig as related to tail bleeding. Vet. Med. [SAC] 62:361–367, 1967.

Hanbury, R.D., P. B. Doby, H. O. Miller, and K. D. Murrell: Trichinosis in a herd of swine: Cannibalism as a major mode of transmission. JAVMA 188:1155–1158, 1986.

Huisman, G. H.: De bloedcirculatie van het varken. Tijdschr. Diergeneeskd. 94:1428–1436, 1969.

Mickwitz, G. W., and U. Feider: Auskultation der Lunge beim Schwein. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 79:231–235, 1972.

Penny, R. H. C., and F. W. Hill: Observations of some conditions in pigs at an abattoir with particular reference to tail biting. Vet. Rec. 94:174–180, 1974.

Schmaltz, R.: Die gewöhnliche Zahl der Brust- und Lendenwirbel beim Schwein. Berl. Tierärztl. Wochenschr. 1925:117–118.

Schulz, W.: Die Perkussion beim Schwein. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 67:158–159, 1960.

Winkler, G. C., and N. F. Cheville: Morphometry of postnatal development in the porcine lung. Anat. Rec. 211:427–433, 1985.

Wissdorf, H.: Die Gefässversorgung der Wirbelsäule vom Hausschwein. Zbl. Vet. Med. A (Suppl.) 12:1–104, 1970.

36

Abdomen del cerdo

El abdomen continúa con uniformidad desde el tórax óseo hasta la pelvis, impartiendo al tronco la forma de un cilindro con cierta compresión lateral. En los animales gordos o preñados puede haber una expansión caudal al arco costal, en especial hacia ventral, pero nunca tan pronunciada como en los rumiantes. Los órganos abdominales más craneales son intratorácicos y están cubiertos lateralmente por las costillas. De modo similar, el extremo caudal de la cavidad abdominal está cubierto lateralmente por los muslos (fig. 36-5*B*, [18]).

PARED ABDOMINAL

Desde el punto de vista clínico la parte ventrolateral de la pared abdominal es la más importante porque se la incide en la operación cesárea, que es la intervención más común en esta especie. La incisión que se prefiere sigue el borde dorsal de las glándulas mamarias abdominales. La hernia inguinal (y escrotal) es común en los lechones machos y también requiere corrección quirúrgica; aunque en realidad no penetra en la pared abdominal, el cirujano trabaja en el anillo inguinal superficial, hendidura que está en el músculo abdominal más externo.

La pared abdominal del cerdo consiste en las capas usuales: piel, fascia superficial y cutáneo del tronco, fascia profunda, capa muscular, fascia transversa y peritoneo. Ciertas capas están separadas por abundante cantidad de grasa y para exponer mejor las estructuras profundas es probable que haya que eliminar un poco de ella durante la intervención quirúrgica. Las partes carnosas de los músculos abdominales del cerdo no resisten bien las suturas y muchos cirujanos prefieren cerrar las incisiones suturando las partes aponeuróticas de los músculos y las fascias. Sin embargo, es importante saber qué músculos se encuentran en las incisiones en cualquier parte de la pared abdominal.

El *cutáneo del tronco* cubre el costado del tronco y se extiende dorsalmente hasta más o menos el nivel de la columna vertebral; la mitad dorsal es fina y no tiene importancia (fig. 36-1[14]). El músculo es más grueso en su parte ventral, en particular donde termina en el pliegue del flanco. Las fibras de esta parte empiezan en la línea media ventral y siguen un curso caudodorsal, dejando sin cubrir el prepucio y el piso del abdomen caudal a él. Una rama aislada del músculo cutáneo forma el músculo prepucial craneal (fig. 36-1[16]), que se origina cerca del cartílago xifoides y pasa al costado del prepucio, debajo del cual se une con su homólogo del otro lado. En ocasiones existe un débil músculo prepucial caudal.

La fascia subyacente se halla íntimamente adherida a la parte ventral del oblicuo externo del abdomen. Contiene algunas fibras elásticas, pero no tantas como para impartirle un color amarillo ni proporcionarle el sostén elástico que se nota en los equinos y bovinos. Esta capa da origen en su parte caudal a la gruesa fascia espermática externa que cubre a toda la túnica vaginal extraabdominal en los machos.

El *músculo oblicuo abdominal externo* nace en la superficie lateral de las costillas y en la fascia toracolumbar (fig. 36-2[1]). La parte carnosa del músculo (que cubre gran parte del flanco) es seguida por una pequeña parte aponeurótica en una línea que va desde la tuberosidad coxal hacia el arco costal y la unión curva se halla cubierta por completo por el cutáneo del tronco. La parte aponeurótica se inserta en la línea blanca y está unida al tendón prepubiano y a la tuberosidad coxal. Entre estas dos últimas inserciones la aponeurosis termina fusionándose con la fascia que cubre el psoasilíaco y muchas veces esta línea de fusión se

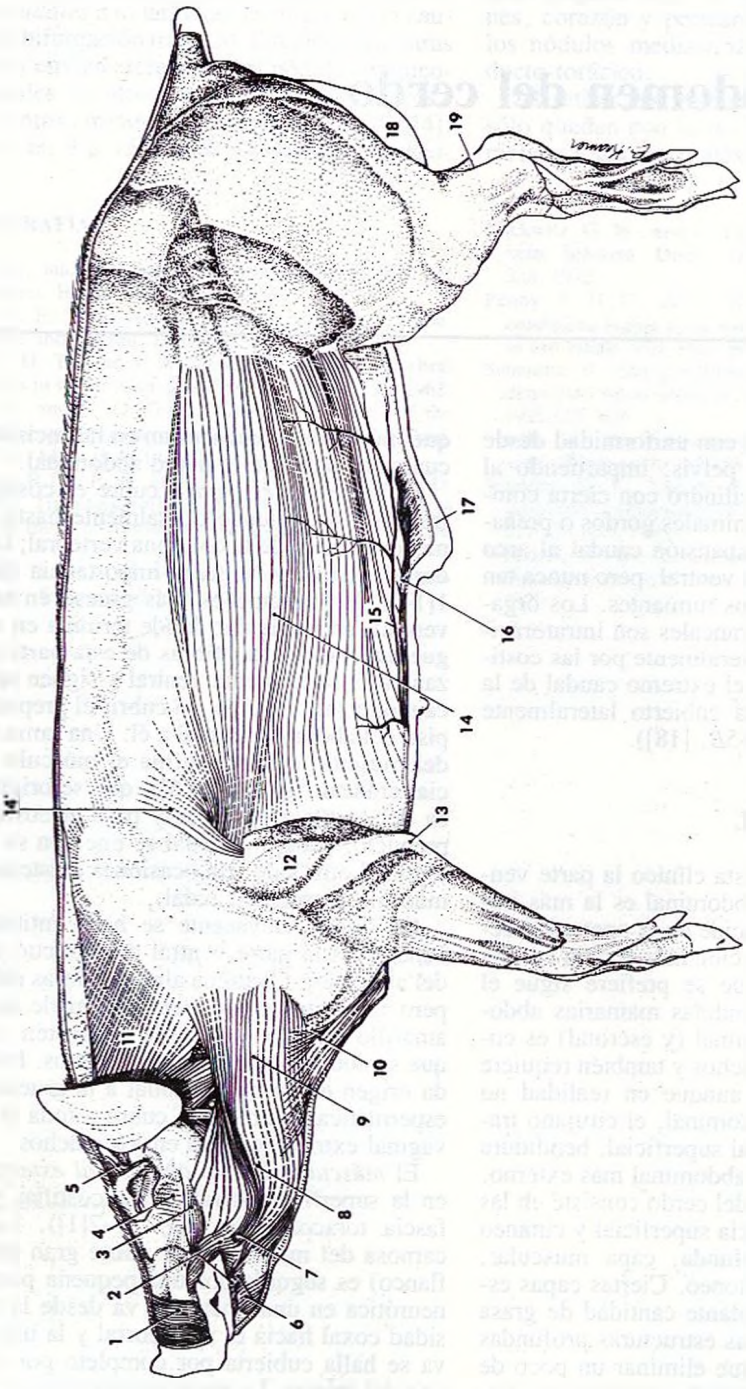


Fig. 36-1. Músculos cutáneos y otros superficiales.

1, elevador nasolabial; 2, orbicular de la boca; 3, cigomático; 4, malar; 5, elevador del ángulo del ojo; 6, mentoniano; 7, cutáneo del labio; 8, cutáneo de la cara; 9, platysma; 10, cutáneo del cuello; 11, trapecio; 12, tríceps; 13, punta del codo; 14, cutáneo del tronco; 14', parte omobraquial del cutáneo del tronco; 15, vena epigástrica superficial craneal; 16, prepucial craneal; 17, prepucio; 18, escroto; 19, vena safena lateral.

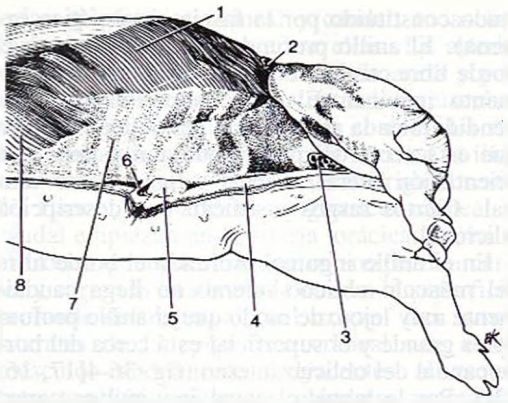


Fig. 36-2. Vista ventrolateral de la pared abdominal derecha. Se ha retirado el cutáneo del tronco.

1, oblicuo abdominal externo; 2, nódulos linfáticos subilíacos; 3, nódulos linfáticos inguinales superficiales; 4, pene; 5, divertículo prepucial; 6, cordón fibroso al ombligo; 7, recto del abdomen con intersecciones tendinosas que brillan a través de la lámina superficial de la vaina del recto; 8, pectoral ascendente.

conoce como ligamento inguinal. El anillo inguinal superficial, gran hendidura en la aponeurosis, está orientado hacia lateral y un poco hacia ventral respecto de la inserción prepubiana.

La parte carnosa del *músculo oblicuo abdominal interno* no es tan grande como la del oblicuo externo. Se origina en la fascia toracolumbar y mediante una estrecha aponeurosis proveniente de la tuberosidad coxal y de la mitad lateral del ligamento inguinal. Las fibras corren en dirección craneoventral hacia la línea blanca y el arco costal, donde los fascículos más craneales se insertan directamente. Al resto de la parte carnosa le sigue una extensa aponeurosis que pasa por fuera del recto del abdomen y se fusiona con la del oblicuo externo para formar la lámina externa de la vaina del recto, por medio de la cual ambos músculos se insertan en la línea blanca (fig. 36-3[9]). El oblicuo interno, que únicamente se origina en la parte lateral del ligamento inguinal y se inserta por medio de la línea blanca en el extremo craneal de la sínfisis pelviana, presenta así un borde libre curvo (fig. 36-4[12]). El borde se fusiona con el tendón de inserción triangular del recto (fig. 36-4[10']) y juntos forman el límite craneal del anillo inguinal profundo (fig. 36-4[17]).

El *recto del abdomen* (fig. 36-4[10]) se origina en la superficie ventral del esternón y el arco costal y termina en un tendón triangular plano craneoventral a la sínfisis pelviana. El músculo es relativamente estrecho en su parte media y, por ende, no se extiende por la superficie lateral de la pared abdominal como en las

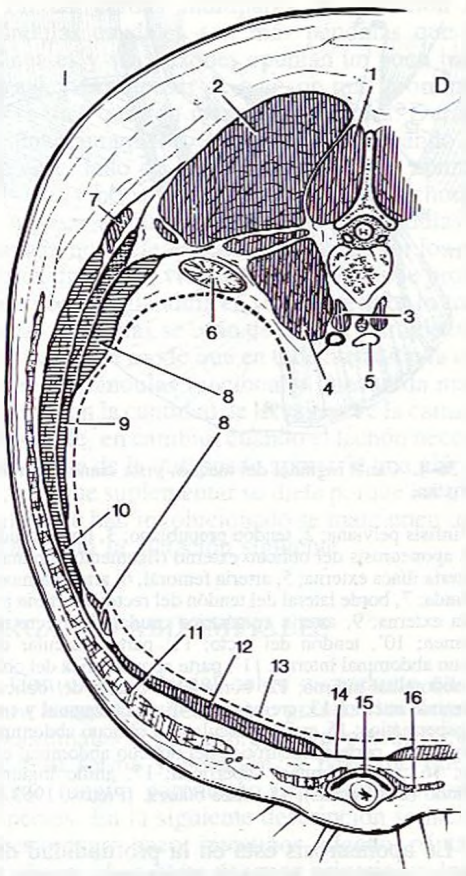


Fig. 36-3. Corte transversal de la pared abdominal izquierda aproximadamente a nivel de L2.

1, multífido; 2, longissimus lumborum; 3, psoas menor y nódulo linfático aórtico lumbar; 4, psoas mayor y aorta; 5, vena cava caudal; 6, polo craneal del riñón izquierdo; 7, iliocostal; 8, transverso del abdomen; 9, oblicuo abdominal interno; 10, oblicuo abdominal externo; 11, cutáneo del tronco; 12, recto del abdomen; 13, peritoneo; 14, línea blanca; 15, divertículo prepucial y prepucio; 16, prepucial craneal.

especies grandes. Es más grueso en su parte caudal.

El *transverso del abdomen* continúa sin interrupción desde el transverso del tórax, que está dorsal al esternón y los cartílagos costales. Tiene una extensa parte carnosa que cubre todo el flanco, excepto una estrecha franja vertical en el muslo. Sus fibras corren en dirección dorsoventral desde la superficie profunda del arco costal, la última costilla y las apófisis transversas lumbares para ser seguidas por una aponeurosis; la transición se extiende desde el cartílago xifoides y gradualmente se desplaza hacia lateral sobre la superficie profunda del recto antes de elevarse finalmente en forma abrupta inmediatamente delante de la tuberosidad co-

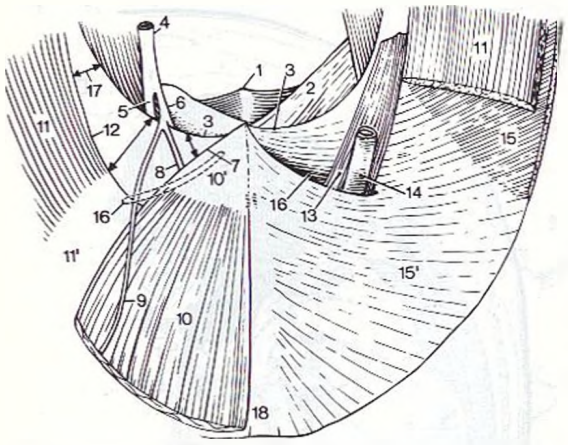


Fig. 36-4. Canal inguinal del macho, vista craneal semiesquemática.

1, sínfisis pelviana; 2, tendón prepubiano; 3, borde caudal de la aponeurosis del oblicuo externo (ligamento inguinal); 4, arteria ilíaca externa; 5, arteria femoral; 6, arteria femoral profunda; 7, borde lateral del tendón del recto; 8, arteria pudenda externa; 9, arteria epigástrica caudal; 10, recto del abdomen; 10', tendón del recto; 11, parte muscular del oblicuo abdominal interno; 11', parte aponeurótica del oblicuo abdominal interno; 12, borde libre caudal del oblicuo abdominal interno; 13, cremáster; 14, túnica vaginal y cordón espermático; 15, parte muscular del oblicuo abdominal externo; 15', parte aponeurótica del oblicuo abdominal externo; 16, anillo inguinal superficial; 17, anillo inguinal profundo (tres flechas); 18, línea blanca. (Preuss, 1963.)

xal. La aponeurosis está en la profundidad del recto y junto con la fascia transversa forma la lámina interna de la vaina del recto (fig. 36-3[8]).

Por lo tanto, la pared abdominal es en gran medida aponeurótica en una franja dispuesta a lo largo del borde lateral del recto que mide unos 10 cm de largo y hasta 5 cm de ancho. La franja está en la profundidad de la base del pliegue del flanco, cubierta por el cutáneo del tronco, que aquí tienen cerca de 1 cm de espesor. La *línea blanca*, estrecha costura craneal al prepucio, se ensancha hasta unos 2 cm encima de éste antes de volver a estrecharse gradualmente (fig. 36-3[14]). El ombligo del macho sólo está a pocos centímetros delante del prepucio (fig. 37-9[8]), y éste se interpone en la reparación quirúrgica de la hernia umbilical y hay que reflejarlo para poder superponer y suturar los bordes del anillo herniario.

En principio, el *canal inguinal* del cerdo concuerda con la descripción que se hizo para otras especies. Es un espacio potencial comprendido entre los músculos oblicuos abdominales externo e interno que tiene unas aberturas (anillos) profunda y superficial; el primer anillo conduce del canal a la cavidad abdominal y el segundo del canal a los tejidos subcutáneos de la ingle (en el macho dentro del manguito cerrado constituido por la fascia espermática externa). El anillo profundo está formado por el borde libre caudal del oblicuo interno y el ligamento inguinal. El anillo superficial es una hendidura en la aponeurosis del oblicuo externo que está cerca del pectén pubiano y tiene una orientación lateral, craneal y ligeramente ventral. Ciertos rasgos justifican una descripción adicional.

En el anillo inguinal profundo el borde libre del músculo oblicuo interno no llega caudalmente muy lejos, de modo que el anillo profundo es grande y el superficial está cerca del borde caudal del oblicuo interno (fig. 36-4[17, 16, 12]). Por lo tanto, el canal inguinal es corto. Además, el tendón de inserción del músculo recto (fig. 36-4[10']) es lo suficientemente ancho como para fusionarse con la mitad medial del borde caudal del oblicuo interno haciéndolo participar en la formación del anillo inguinal profundo, cuyos bordes, por lo tanto, son por craneal el borde libre caudal del oblicuo interno y el borde lateral del tendón del recto (fig. 36-4[12, 10']) y por caudal el ligamento inguinal (fig. 36-4[3]). El anillo vaginal está aplicado sobre el anillo inguinal profundo, cerca del borde libre caudal del oblicuo interno. Aunque normalmente es mucho más pequeño que el anillo inguinal profundo, puede ensancharse si un asa de intestino se abre paso dentro de él (hernia inguinal indirecta).

El anillo inguinal superficial no es una división nítida en la aponeurosis del oblicuo externo sino una abertura cuyos dos bordes han sido traccionados en direcciones contrarias, creando un pasaje plano de paredes superpuestas. En consecuencia, el anillo inguinal superficial en sí posee considerable profundidad y el extremo subcutáneo del pasaje es más caudal que el extremo abdominal.

Los dos anillos inguinales son muy grandes y se superponen en parte; esto predispone al macho joven a la hernia inguinal cuando se produce una reacción de crecimiento anormal del gubernáculum. En este trastorno un asa de intestino entra en el anillo vaginal y se sitúa dentro de la túnica vaginal, que es tubular, produciendo un bulto subcutáneo entre los muslos. La inclusión de intestino dentro de la túnica vaginal torna riesgosa la castración de estos animales.

La lámina femoral que continúa el labio lateral del anillo inguinal superficial dentro de la superficie medial del muslo está bien desarrollada.

La *irrigación sanguínea* del flanco y de la pared ventrolateral del abdomen deriva de dos arterias dorsales y dos ventrales. Las arterias dorsales son la abdominal craneal y la ilíaca circunfleja profunda y las ventrales son las ar-

terias epigástricas craneal y caudal, todas las cuales se anastomosan entre ellas. La arteria abdominal craneal se origina en la aorta y por medio de dos ramas largas nutre los músculos abdominales cerca de la última costilla. La arteria ilíaca circunfleja profunda nace en la ilíaca externa y con su rama craneal irriga el resto del flanco. Las arterias epigástricas craneal y caudal empiezan en la arteria torácica interna y el tronco pudendo epigástrico, respectivamente, y corren la una hacia la otra en la superficie profunda del recto, al cual irrigan. Las ramas laterales de la epigástrica craneal van a los músculos abdominales adyacentes al recto, pero también irrigan las glándulas mamarias medias (las glándulas caudales reciben a la arteria mamaria craneal, rama de la epigástrica superficial caudal).

El centro linfático inguinal superficial, que comprende los nódulos subilíacos inguinales superficiales, drena gran parte de la pared abdominal. Los *nódulos linfáticos subilíacos* forman un pequeño grupo sobre el borde craneal del muslo, encima del pliegue del flanco (fig. 36-2[2]). Drenan la piel de una amplia área del tronco y pelvis, el cutáneo del tronco y la parte craneal del muslo; sus eferentes suelen ir a los nódulos ilíacos mediales. Los *nódulos linfáticos inguinales superficiales* (fig. 36-2[3]) forman un grupo alargado en la ingle, por lateral del pene o en un sitio dorsolateral respecto del último par de glándulas mamarias. Drenan en gran medida a las partes caudoventrales del animal, incluso prepucio, glándulas mamarias (hasta el tercer par hacia adelante) y la piel comprendida entre los muslos, la del periné y de las partes distales de los miembros pelvianos. Sus eferentes pasan por el canal inguinal hasta los nódulos ilíacos mediales.

Glándulas mamarias

La mayoría de las cerdas tienen siete pares de glándulas mamarias que forman el contorno ventral del tronco y corren desde la axila hasta la rodilla (fig. 35-1). Las glándulas están suspendidas por las láminas fibrosas medial y lateral provenientes de la fascia abdominal profunda. Los pezones son largos y en la punta están perforados por dos orificios a través de los cuales mana la leche de la misma cantidad de sistemas canaliculares dentro de cada glándula. La irrigación sanguínea proviene de las arterias torácica externa y de las epigástricas superficiales craneal y caudal; la sangre retorna por venas satélites. El drenaje linfático se cumple pasando por los nódulos cervicales superficiales ventrales y los esternales para los dos primeros pares de glándulas y por los nódulos inguinales superficiales para los cinco pares caudales.

En las cerdas multíparas en lactación las glándulas caudales son más péndulas que las craneales y sus pezones apuntan un poco hacia lateral, pero a pesar de que son más prominentes se dice que son menos productivas. Durante el amamantamiento estos pezones, cuando están en el lado de abajo, muchas veces apuntan al suelo y no son accesibles para los lechones.

A pesar de que la cerda tiene 14 glándulas, la camada no suele exceder de 8 a 10. En los primeros días de la vida del lechón la leche producida por una glándula es suficiente, por lo tanto varias glándulas se usan de menos y empiezan a atrofiarse, de modo que en toda lactación la cantidad de glándulas funcionales concuerda más o menos con la cantidad de lechones de la camada. Más tarde, en cambio, cuando el lechón necesita más leche de la que puede aportarle una glándula, hay que suplementar su dieta porque las glándulas que han involucionado se mantienen inactivas hasta la lactación siguiente.

ÓRGANOS ABDOMINALES

Con excepción del colon ascendente que es muy alargado y del ciego, grande, los órganos abdominales se parecen a los del perro en cuanto a su forma y posición, a pesar de que no existe ningún parentesco cercano entre ambas especies. En la siguiente descripción se incluye el estómago, bazo, intestinos, hígado, páncreas y riñones. Los otros órganos urinarios y los de la reproducción que comparten el mismo espacio se describen con la pelvis (p. 785).

Los intestinos, el estómago y el bazo no sólo están sujetos con laxitud a la pared abdominal, sino que pueden expandirse y cambiar de posición de acuerdo con la ingestión de alimentos, la respiración y los cambios posturales. El hígado, el páncreas y los riñones tienden a desplazarse menos porque están fijados con mayor firmeza. Este último grupo de órganos ocupa la parte caudoventral, que es más grande. El ciego y la porción ascendente del colon forman una asa notoria que, aunque está insertada dorsalmente, se desplaza libremente sobre el piso de la cavidad. Las vistas dorsal y lateral de la figura 36-5 ofrecen una impresión general de la topografía.

Estómago y bazo

El cerdo tiene un *estómago* simple que se distingue de los otros estómagos simples por la presencia de un divertículo que corona el fondo. Este divertículo apunta en dirección caudoventral (fig. 36-6[2]) y está tapizado por mucosa glandular, con su interior separado del fondo por un pliegue espiral.

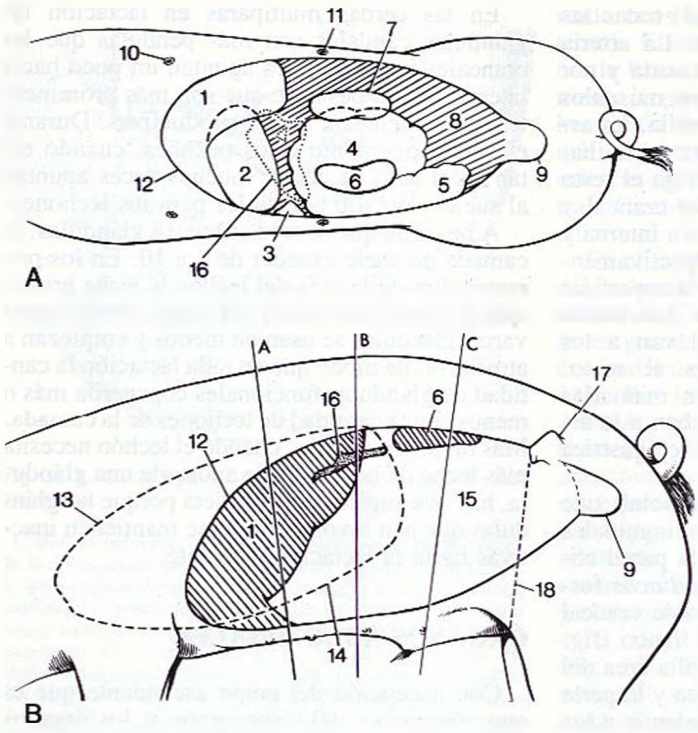


Fig. 36-5. *A*, proyección dorsal de la cavidad abdominal que ilustra la posición aproximada de los principales órganos del abdomen en forma esquemática. *B*, proyección lateral con las posiciones relativamente constantes del hígado, páncreas y riñones; *A*, *B* y *C* indican los niveles aproximados de los tres cortes transversales de la figura 36-12.

1, hígado; 2, estómago; 3, bazo; 4, masa del colon ascendente; 5, ciego; 6, riñón izquierdo; 7, riñón derecho; 8, espacio para el intestino delgado; 9, cavidad pelviana; 10, posición de la quinta costilla; 11, posición de la última costilla; 12, posición del diafragma; 13, extensión craneal de la cavidad torácica; 14, arco costal; 15, espacio para los órganos abdominales de posición menos constante (intestinos, estómago, bazo); 16, páncreas; 17, ala del ilion; 18, extensión craneal del muslo.

Salvo por una estrecha banda cerca del cardias, el estómago se halla revestido por mucosa glandular. El área no glandular es blancuzca y fácil de reconocer porque semeja el revestimiento del esófago. Rodea la abertura cardíaca y penetra en el divertículo, del cual tapiza una pequeña parte (fig. 36-6[4]). La mucosa del fondo, divertículo y porción superior del cuerpo, que representa un amplio tercio de todo el revestimiento, contiene glándulas cardíacas, confiriendo al cerdo, por mucho, la región glandular cardíaca más grande (fig. 36-6[6]). La región de las glándulas gástricas propias (fig. 36-6[9]) es más ventral y reviste el resto del cuerpo gástrico, con excepción de la curvatura menor. La región glandular pilórica (fig. 36-6[9]) cubre el resto de la curvatura menor y la parte pilórica. Estas regiones, que se distinguen con mayor facilidad por sus tintes distintos en el cerdo que en las otras especies domésticas, no están definidas con la nitidez que la figura 36-6 sugiere. El píloro, al igual que el de los rumiantes, es acentuado por una protuberancia carnosa, torus pyloricus, fig. 36-6[10] consistente en músculo y tejido adiposo; todavía no se conoce con certeza su función.

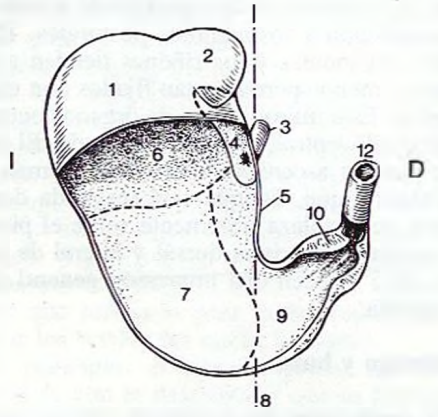


Fig. 36-6. Estómago abierto en parte, vista caudoventral semiesquemática.

1, fondo; 2, divertículo; 3, esófago; 4, mucosa no glandular; 5, curvatura menor; 6, región de glándulas cardíacas; 7, región de glándulas gástricas propias; 8, posición aproximada del plano mediano; 9, región de glándulas pilóricas; 10, toro pilórico; 12, duodeno.

El plano mediano divide el estómago moderadamente lleno, de manera que el fondo y el cuerpo están a la izquierda y la porción pilórica, relativamente pequeña, a la derecha, pero las partes izquierdas están inclinadas en dirección craneoventral.

Las relaciones craneales del estómago son el hígado y el diafragma. Por caudal, el estómago está en contacto con el bazo a la izquierda, por ventral con los intestinos (por lo general la masa del colon ascendente) y por dorsal con el páncreas. Según la posición de la masa cólica, el yeyuno también puede relacionarse con la superficie visceral del estómago. El estómago

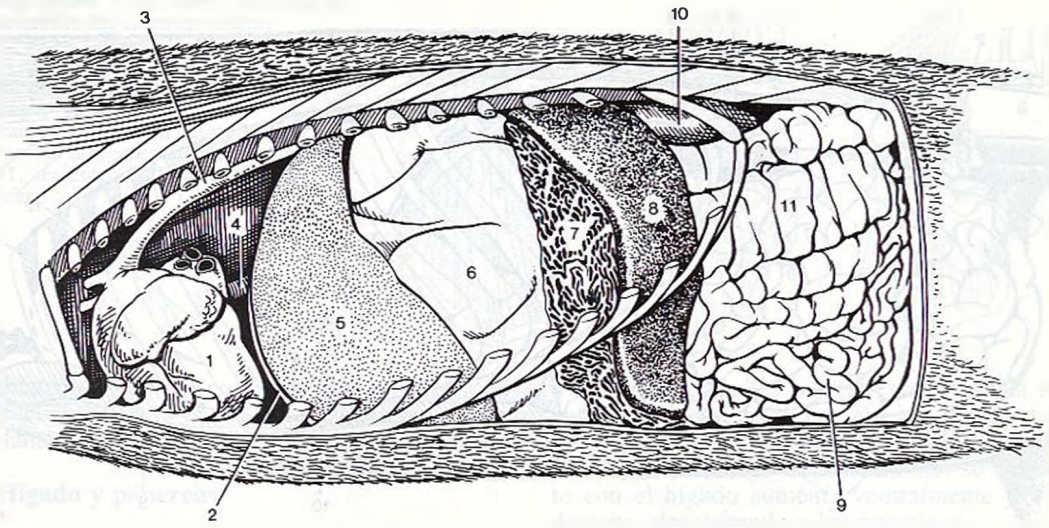


Fig. 36-7. Corazón y vísceras abdominales in situ, vista lateral izquierda.

1, corazón; 2, diafragma seccionado; 3, aorta; 4, vena cava caudal; 5, lóbulo lateral izquierdo del hígado; 6, estómago muy distendido; 7, omento mayor (ligamento gastroesplénico); 8, bazo; 9, yeyuno; 10, riñón izquierdo; 11, masa del colon ascendente.

no llega al piso de la cavidad abdominal cuando está moderadamente lleno, pero si se halla muy distendido se expande caudal y ventralmente (hasta el piso), desplazando el bazo y el colon ascendente hacia caudal (fig. 36-7[6]). En estos casos el tamaño del estómago es tan grande que su parte pilórica puede llegar al piso del abdomen sobre el arco costal derecho.

Los omentos mayor y menor están dispuestos de la misma manera que en el perro, pero el receso caudal del omento mayor es mucho más corto y no cubre la superficie ventral de los intestinos, de modo que no es la primera estructura que aparece al incidir la pared abdominal.

El *bazo* se puede reconocer por su color rojo vivo, su forma alargada y el jaspeado superficial producido por la prominencia de los corpúsculos esplénicos. Se halla sujeto con mucha laxitud a la curvatura mayor del estómago por un ligamento gastroesplénico bastante ancho y tiene una orientación más o menos dorsoventral (fig. 36-7[8]). Su extremo dorsal encaja entre el fondo del estómago, el polo craneal del riñón izquierdo y el lóbulo izquierdo del páncreas, pero estas relaciones no son inmediatas porque siempre se interpone grasa. El cuerpo esplénico está en contacto con el estómago y el intestino. Cuando el estómago se halla moderadamente lleno, el bazo está frente a las últimas tres o cuatro costillas y su extremo ventral cruza el arco costal y a veces también el plano mediano, pero si el estómago está muy dilatado el bazo es empujado hasta la vecindad de la última costilla.

Intestinos

El intestino delgado es similar al del perro. El *duodeno* sale del píloro a la derecha del plano mediano y corre en dirección caudodorsal, ventral al lóbulo derecho del hígado y al riñón derecho. Al virar en torno de la parte caudal de la raíz del mesenterio pasa entre ésta y el colon descendente antes de sumergirse ventralmente para continuarse con el yeyuno. El conducto biliar desemboca en el duodeno a unos 3 cm y el conducto pancreático único (conducto pancreático accesorio), a unos 12 cm del píloro en papilas que se ven a simple vista en cerdos de tamaño para faenar.

El *yeyuno* no presenta particularidades. Se dispone en asas, sujetas por un largo mesenterio, que ocupan la porción caudoventral de la cavidad abdominal, la cual comparten con la masa del colon ascendente (fig. 36-7[11, 9]). Como esta última está a la izquierda del mesenterio, el yeyuno se halla en gran medida a la derecha, pero puede haber porciones en contacto con la pared abdominal izquierda por craneal y caudal del colon ascendente (fig. 36-5*A*, [8]).

El *íleon*, próximo al flanco izquierdo, sube para unirse con el ciego, al cual está conectado por el pliegue ileocecal. Su extremo levanta una papila evidente en el interior del ciego y esta papila tiene un esfínter que, según se supone, impide el reflujo de la ingesta.

Observando la disposición simple en el perro (fig. 36-9) se obtendrá una noción más clara

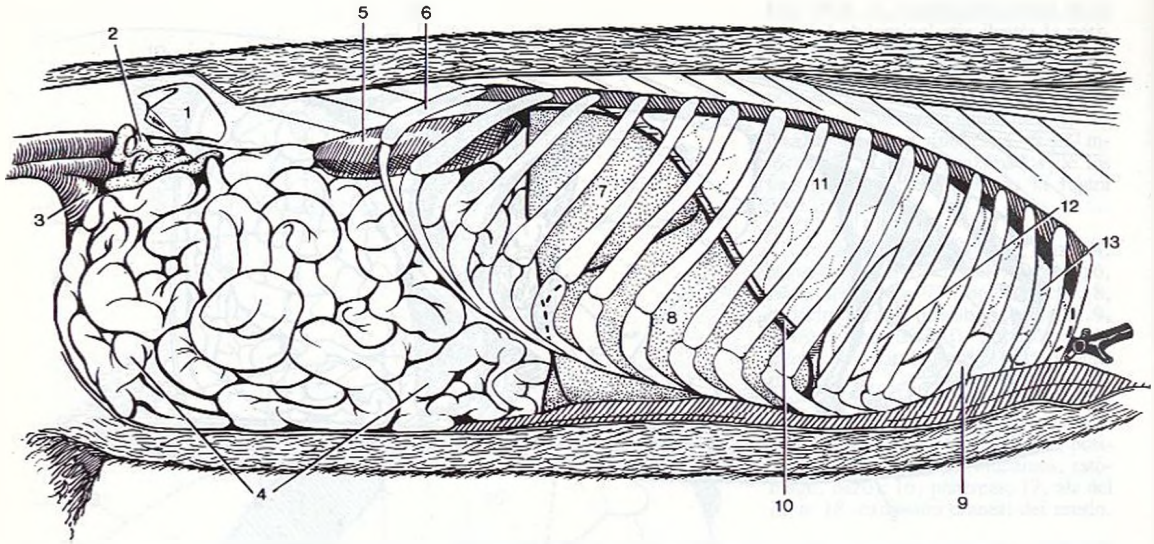


Fig. 36-8. Vísceras abdominales y torácicas in situ, vista lateral derecha.

1, ala del ilion; 2, cuernos uterinos; 3, vejiga urinaria; 4, yeyuno; 5, riñón derecho; 6, última costilla; 7, 8, lóbulos lateral y medial derechos del hígado; 9, corazón en el pericardio; 10, diafragma seccionado; 11, 12, 13, lóbulo caudal, medio y craneal del pulmón derecho.

del *intestino grueso* del cerdo. El colon transverso y el descendente son similares en ambas especies porque forman un gancho en torno de las partes craneal e izquierda de la raíz del mesenterio. El colon ascendente está muy alargado en el cerdo y se halla arrollado para formar una masa cónica. Durante el desarrollo el asa inicial del colon ascendente (fig. 36-10[6]) cae a la izquierda del mesenterio que suspende el yeyuno e íleon. La rama proximal procedente del ciego cruza la rama distal y a medida que se alarga describe una espiral alrededor de ésta, de modo que la rama proximal del asa inicial da origen a las vueltas centrípetas que están en el exterior del cono, mientras que la rama distal da origen a las vueltas centrífugas ocultas. La base del cono es dorsal y está sujeta al techo de la cavidad abdominal en la vecindad del riñón izquierdo y páncreas; el vértice del cono es ventral. Empezando en el ciego, que en esta extraordinaria disposición se sitúa cerca del flanco izquierdo (!), las vueltas centrípetas giran en sentido horario (vistas desde arriba) hasta la punta del cono. Luego se invierten y vuelven a la base en apretadas vueltas antihorarias (fig. 36-9). La vuelta que llega a la base corre en dirección craneal, a la derecha de la raíz del mesenterio y, convirtiéndose en colon transverso, empieza a incurvarse en torno de la raíz. El eje del cono es dorsoventral, pero su extremo ventral tiene considerable libertad para desplazarse a lo largo del piso del abdomen. Las vueltas centrípetas externas del cono están saculadas por la presencia de dos bandas, en tanto las vueltas internas son lisas.

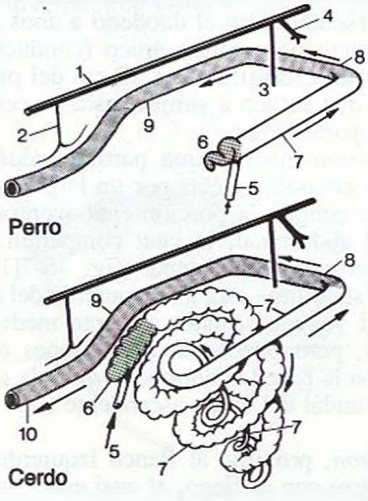


Fig. 36-9. Intestino grueso en el perro y el cerdo, esquemático.

1, aorta; 2, arteria mesentérica caudal; 3, arteria mesentérica craneal; 4, arteria celíaca; 5, íleon; 6, ciego; 7, colon ascendente; 8, colon transverso; 9, colon descendente; 10, recto. (Preuss, inédito.)

El yeyuno y el íleon contienen numerosas placas prominentes de nodulillos linfáticos aglomerados. Una es larga y se extiende a través de la papila ileal dentro del colon ascendente.

La estructura y posición del *recto* concuerdan con las de las otras especies. Está un poco

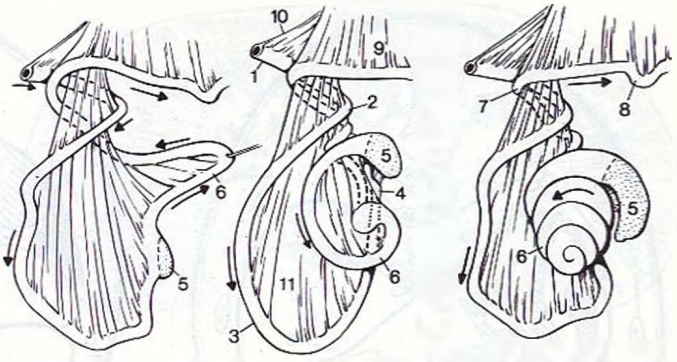


Fig. 36-10. Vista lateral izquierda del desarrollo del colon ascendente.

1, duodeno descendente; 2, flexura caudal del duodeno; 3, yeyuno; 4, íleon; 5, ciego; 6, colon ascendente; 7, colon transverso; 8, colon descendente; 9, mesocolon descendente; 10, mesoduodeno; 11, mesenterio. (Modificado de Horowitz.)

dilatado antes del comienzo del estrecho conducto anal. Para el ano y las estructuras circundantes véase la página 785.

Hígado y páncreas

El *hígado*, relativamente grande, se parece al del perro en cuanto a las lobulaciones y posición. Presenta unas profundas fisuras que lo dividen en los lóbulos lateral y medial izquierdos y en los lateral y medial derechos (fig. 36-11). Además en el centro están el corto lóbulo cuadrado y el proceso caudado; por lo general este último no toma contacto con el riñón derecho. La vesícula biliar está entre los lóbulos cuadrado y medial derecho. El gran contenido de tejido fibroso interlobulillar delinea los minúsculos lobulillos hepáticos en la superficie; esto hace que el hígado de cerdo sea menos sabroso y mucho más barato que el hígado del bovino, que contiene menos tejido conectivo. Las marcas superficiales causadas por el tejido fibroso identifican el hígado de cerdo aislado. El tejido fibroso es tan abundante que la biopsia por aspiración, que se hace en los rumiantes, por ejemplo, no se puede hacer. En cambio se puede hacer la biopsia quirúrgica a través de la línea medial ventral, inmediatamente por caudal del esternón, donde el hígado se halla ampliamente aplicado contra el piso del abdomen (fig. 36-8[8]).

Salvo en su parte ventral, el hígado está cubierto por las costillas. A pesar de las apariencias, la parte que está en el lado derecho es mucho mayor que la que está en el izquierdo (fig. 36-12 *A*[7]). El eje del hígado se inclina en dirección craneal izquierda y ventral desde su parte más caudal que está a lo alto en el lado derecho. El hígado entabla un extenso contacto craneal con el diafragma, al cual está sujeto por los ligamentos triangular izquierdo y coronario, que rodean íntimamente la vena cava caudal donde ésta pasa sobre el grueso borde dorsal (fig. 36-12[4]). Las relaciones de la superficie visceral profundamente cóncava comprenden el estómago a la izquierda y el páncreas en el centro, en tanto que las partes restantes de la superficie visceral están en relación con el duodeno, yeyuno y, a veces, colon ascendente. Cuando el estómago está distendido, su contacto con el hígado aumenta ventralmente y a la derecha, desplazando a los intestinos.

El *páncreas* está aplicado al techo de la cavidad abdominal, que se inclina de manera que la porción craneal de la glándula es un poco más ventral que la caudal. Unas dos terceras partes están a la izquierda del plano mediano, donde se establecen relaciones con el fondo del estómago, el bazo y el polo craneal del riñón izquierdo (fig. 36-5[16]). El borde derecho sigue al duodeno descendente; toma contacto con el hígado hacia craneal y puede llegar al polo craneal del riñón derecho hacia caudal (fig. 36-13). La vena porta (fig. 36-13[3]) atraviesa el páncreas en ángulo agudo en su recorrido desde

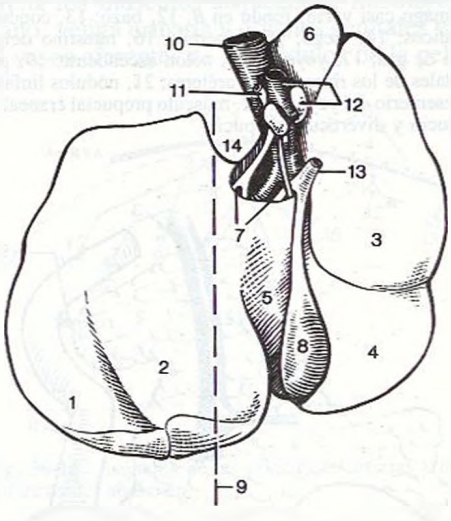


Fig. 36-11. Superficie visceral del hígado.

1, lóbulo lateral izquierdo; 2, lóbulo medial izquierdo; 3, lóbulo lateral derecho; 4, lóbulo medial derecho; 5, lóbulo cuadrado; 6, proceso caudado; 7, porta hepatitis; 8, vesícula biliar; 9, posición aproximada del plano mediano; 10, vena cava caudal; 11, arteria hepática; 12, vena porta y nódulos linfáticos hepáticos; 13, colédoco; 14, escotadura esofágica.

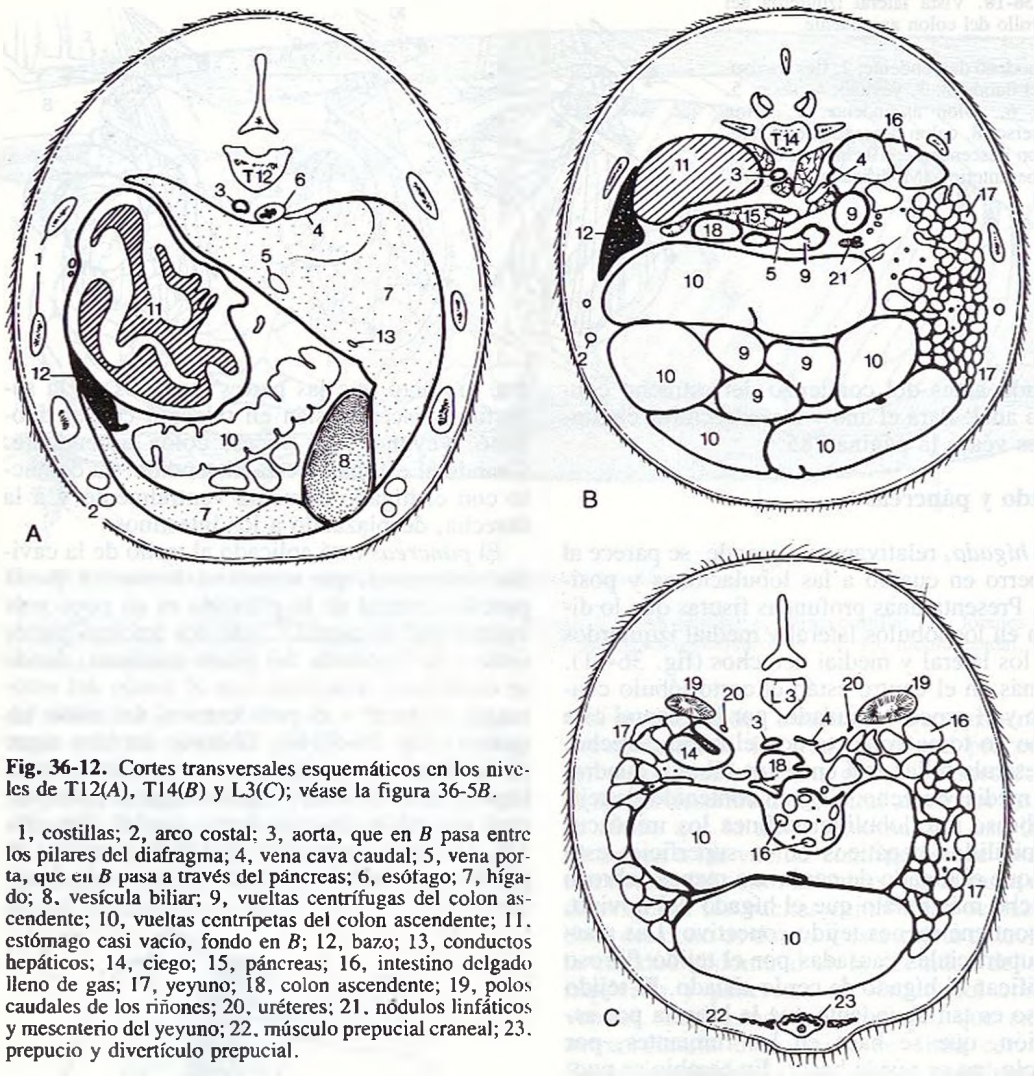


Fig. 36-12. Cortes transversales esquemáticos en los niveles de T12(*A*), T14(*B*) y L3(*C*); véase la figura 36-5*B*.

1, costillas; 2, arco costal; 3, aorta, que en *B* pasa entre los pilares del diafragma; 4, vena cava caudal; 5, vena porta, que en *B* pasa a través del páncreas; 6, esófago; 7, hígado; 8, vesícula biliar; 9, vueltas centrífugas del colon ascendente; 10, vueltas centrípetas del colon ascendente; 11, estómago casi vacío, fondo en *B*; 12, bazo; 13, conductos hepáticos; 14, ciego; 15, páncreas; 16, intestino delgado lleno de gas; 17, yeyuno; 18, colon ascendente; 19, polos caudales de los riñones; 20, uréteres; 21, nódulos linfáticos y mesenterio del yeyuno; 22, músculo prepucial craneal; 23, prepucio y divertículo prepucial.

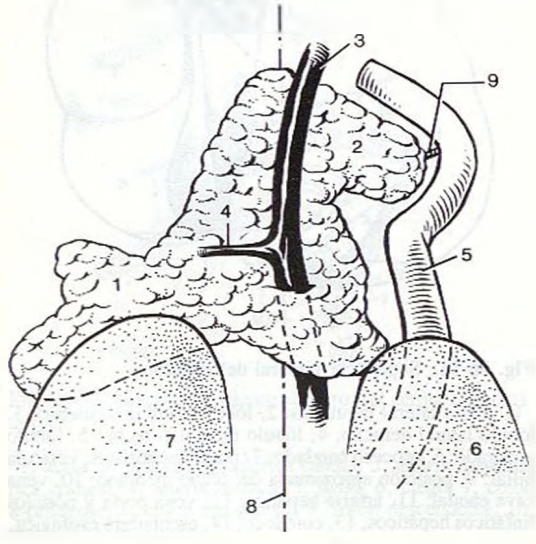


Fig. 36-13. Páncreas, vista dorsal; reconstruido sobre la base de cortes transversales seriados.

1, lóbulo izquierdo del páncreas; 2, lóbulo derecho del páncreas; 3, vena porta; 4, vena gastroesplénica; 5, duodeno descendente; 6, 7, polos craneales de los riñones derecho e izquierdo; 8, posición aproximada del plano mediano; 9, conducto pancreático.

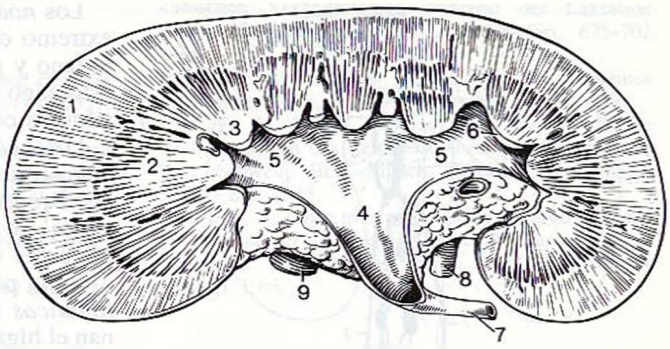


Fig. 36-14. Riñón seccionado a través de los polos e hilio.

1, corteza; 2, médula; 3, papila; 4, pelvis; 5, cálices mayores; 6, cáliz menor; 7, uréter; 8, arteria renal; 9, vena renal.

la raíz del mesenterio hasta el hígado. El páncreas está rodeado por grasa y puede hallarse cubierto por serosa en la vecindad del duodeno.

Riñones

Los riñones, aplanados en dirección dorsoventral, están aplicados de plano contra los músculos psoas (incluidos en abundante cantidad de grasa) con el polo craneal por ventral de la última costilla y el polo caudal debajo de la cuarta vértebra lumbar. Por ende, su posición es más o menos simétrica, a diferencia de lo que ocurre en otras especies. El riñón izquierdo está en relación ventral con el colon ascendente, base del ciego y páncreas (fig. 36-7[10]). El derecho entabla relación ventralmente con el duodeno descendente, yeyuno y quizá páncreas, pero no toma contacto con el hígado, a diferencia de otras especies domésticas (fig. 36-8[5]).

El hilio está en el borde medial. La larga pelvis renal consiste en una cavidad central y dos grandes recesos (cálices mayores) orientados hacia los polos (fig. 36-14]. Más o menos unos diez cálices menores en forma de copa rodean una cantidad igual de papilas renales, de cuyos vértices mana orina hacia la pelvis. Como consecuencia de la fusión de pirámides renales adyacentes durante el desarrollo, algunas papilas son más grandes que otras. Por lo tanto, por dentro el riñón del cerdo es similar al del humano.

ESTRUCTURAS LINFÁTICAS DE LA CAVIDAD ABDOMINAL

Se las puede dividir en tres grupos que se asocian con la pared abdominal dorsal y los riñones, órganos irrigados por la arteria celíaca, y los órganos irrigados por las arterias mesentéricas craneal y caudal.

El primer grupo consiste en los nódulos aórticos lumbares, renales e ilíacos (fig. 36-15[6, 7, 18, 13]). Los *nódulos linfáticos aórticos lumbares* (fig. 36-3[3]) acompañan a la aorta abdominal y son la continuación de los nódulos aórticos torácicos. Drenan la pared dorsal y lateral del abdomen, la grasa perirrenal, los riñones, los testículos y los ovarios; sus eferentes se combinan para formar troncos lumbares que desembocan en la cisterna del quilo. Algunos se exponen en el matadero al dividir en dos la res con la sierra.

Los dos a cuatro *nódulos linfáticos renales* están ubicados cerca del hilio del riñón. Drenan este órgano y sus adyacencias y sus eferentes pasan a los troncos lumbares o a la cisterna del quilo.

Los *nódulos frenicoabdominales* y *testiculares*, inconstantes, pueden estar sobre el borde lateral del psoas mayor y en el origen de la arteria testicular (incluso en el cordón espermático), respectivamente.

El gran grupo de *nódulos linfáticos ilíacos mediales* rodea las ramas terminales de la aorta y sigue los vasos ilíacos externos (fig. 36-16[10]). Drena los músculos adyacentes, miembro pelviano, vejiga urinaria y órganos genitales y recibe vasos eferentes de los nódulos de la pelvis y

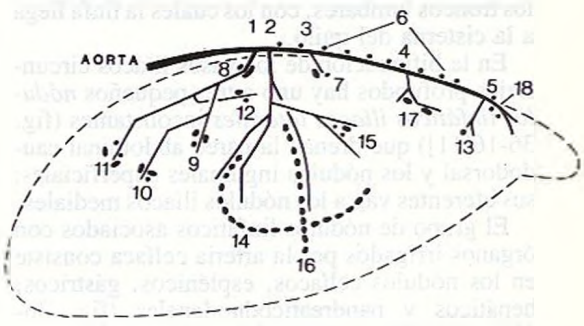


Fig. 36-15. Esquema de las principales arterias y nódulos linfáticos del abdomen.

1, arteria celíaca; 2, arteria mesentérica craneal; 3, arteria renal; 4, arteria mesentérica caudal; 5, arteria ilíaca circunfleja profunda; 6, nódulos aórticos lumbares; 7, nódulos renales; 8, nódulos celíacos; 9, nódulos esplénicos; 10, nódulos gástricos; 11, nódulos hepáticos; 12, nódulos pancreatoduodenales; 13, nódulos ilíacos laterales; 14, nódulos yeyunales; 15, nódulos ileocólicos; 16, nódulos cólicos; 17, nódulos mesentéricos caudales; 18, nódulos ilíacos mediales.

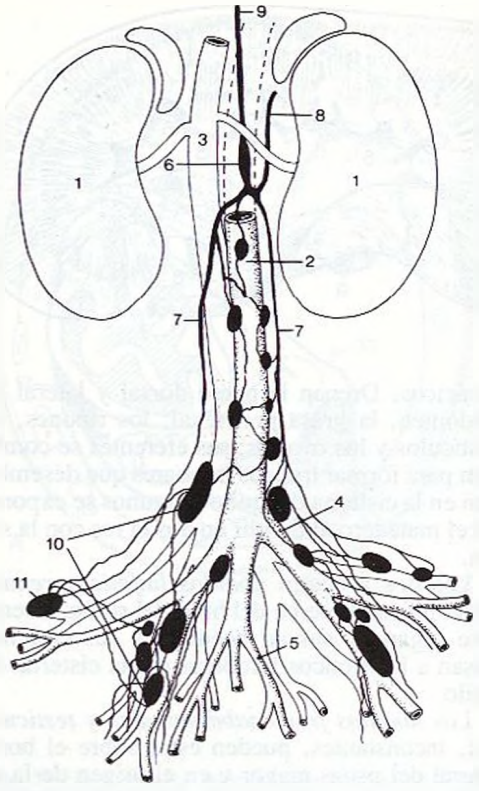


Fig. 36-16. Nódulos linfáticos del área sublumbar, vista ventral.

1, riñones; 2, aorta; 3, vena cava caudal; 4, arteria ilíaca externa; 5, arteria ilíaca interna; 6, cisterna del quilo; 7, troncos lumbares y nódulos aórticos lumbares; 8, tronco intestinal; 9, conducto torácico; 10, nódulos ilíacos mediales; 11, nódulos ilíaco lateral.

miembro pelviano. Los vasos eferentes pasan a los troncos lumbares, con los cuales la linfa llega a la cisterna del quilo.

En la bifurcación de los vasos ilíacos circunflejos profundos hay uno a tres pequeños *nódulos linfáticos ilíacos laterales* inconstantes (fig. 36-16[11]) que drenan la pared abdominal caudodorsal y los nódulos inguinales superficiales; sus eferentes van a los nódulos ilíacos mediales.

El grupo de nódulos linfáticos asociados con órganos irrigados por la arteria celíaca consiste en los nódulos celíacos, esplénicos, gástricos, hepáticos y pandreaticoduodenales (fig. 36-15[8-12]). Por lo general están cerca de la entrada de las arterias en los órganos a los cuales drenan. Un pequeño grupo de *nódulos linfáticos celíacos* se halla aplicado contra la misma arteria celíaca; este grupo vuelve a filtrar la linfa proveniente de los nódulos esplénicos, gástricos, hepáticos y pancreaticoduodenales y también drena las partes caudales de los pulmones, mediastino y diafragma. Sus eferentes van a la cisterna del quilo.

Los *nódulos linfáticos esplénicos* están en el extremo dorsal del hilio del bazo. Drenan ese órgano y partes adyacentes del omento mayor, estómago y páncreas; sus eferentes van a los nódulos celíacos.

Los *nódulos linfáticos gástricos* están cerca del cardias y de la curvatura menor del estómago. Drenan el estómago y, en parte, el extremo caudal del esófago, diafragma y páncreas; sus eferentes van a los nódulos celíacos.

En la porta hepatitis hay dos a siete *nódulos linfáticos hepáticos* (fig. 36-11[12]) que drenan el hígado, páncreas (en parte) y los nódulos pancreaticoduodenales; sus eferentes pasan a los nódulos celíacos.

Los *nódulos linfáticos pancreaticoduodenales* están distribuidos a lo largo del duodeno y algunos están incluidos en el páncreas. Drenan el páncreas, duodeno y parte del estómago y omento; los eferentes de los nódulos más craneales van a los nódulos celíacos y los de los más caudales a los nódulos cólicos, que pertenecen al grupo relacionado con la arteria mesentérica craneal.

El grupo de nódulos linfáticos relacionado con los órganos irrigados por las arterias mesentéricas drena la mayor parte del intestino delgado y grueso y comprende los nódulos yeyunales, ileocólicos, cólicos y mesentéricos caudales (fig. 36-15[14-17]). Los más importantes de éstos y de toda la cavidad abdominal son los *nódulos linfáticos yeyunales*, que forman una banda larga y elevada en el mesenterio, a mitad de camino entre la raíz y la inserción del intestino delgado. Drenan el yeyuno y el íleon y sus eferentes forman el gran tronco linfático yeyunal que confluye con el tronco cólico en la raíz del mesenterio. Los nódulos linfáticos yeyunales se examinan con regularidad después de la faena porque revelan signos de enfermedades entéricas, incluso tuberculosis, de modo que a menudo hay que decomisar toda la res.

El pequeño grupo de *nódulos linfáticos ileocólicos* se localiza por la unión ileocólica y drena el ciego y el íleon. Los eferentes pasan al tronco que se origina en los nódulos cólicos.

Los numerosos *nódulos linfáticos cólicos* forman una larga cadena en el centro de la masa cónica del colon ascendente y, por ende, son inaccesibles a la inspección de rutina. Drenan todo el colon ascendente, el colon transverso y partes del ciego y colon descendente. Sus eferentes se combinan para formar el tronco cólico, el cual, junto con el tronco yeyunal, da origen al tronco intestinal que lleva linfa a la cisterna del quilo.

Un grupo de pequeños *nódulos linfáticos mesentéricos caudales* está en el mesocolon y drena el colon descendente y también el páncreas, que está en las cercanías. Sus eferentes van a los nódulos aórticos lumbares.

BIBLIOGRAFÍA

Ashdown, R. R.: The anatomy of the inguinal canal in the domesticated mammals. Vet. Rec. 75:1345–1351, 1963.

Becker, H. N.: Castration, inguinal hernia repair and vasectomy in boars. *In* Morrow, D. A. (ed.): Current Therapy in Theriogenology. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1980.

de Kruijf, J. M.: Leberbiopsie beim Schwein. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 81:10, 1974.

Glawischnig, E.: Das puerpurale Schweineeuter und seine klinischen Veränderungen während der Laktation. Wien. Tierärztl. Monatsschr. 51:576–596, 675–702. 1964.

Kähler, W.: Arterien der Körperwand des Schweines. Vet. Dissertation, Hannover, Tierärztl. Univ., 1960.

Preuss, F., H. Lange, G. Luckhaus, and W. Fricke: Besonderheiten des Leistenkanals und Schenkelblattes beim Schwein. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 76:229–231, 1963.

Runnels, L. J.: Obstetrics and cesarean section in swine. *In* Morrow, D. A. (ed.): Current Therapy in Theriogenology. Philadelphia, W. B. Saunders Company, 1980, p. 1068.

37

Pelvis y órganos reproductores del cerdo

PELVIS

La porción pelviana del tronco se continúa con el dorso y abdomen sin producir jalones perceptibles; ventralmente se fusiona suavemente con los muslos. Una ligera depresión vertical encima del pliegue del flanco señala la unión entre el abdomen y el muslo. A causa de la gruesa capa de grasa en las superficies dorsal y laterales y de la musculatura de los muslos, la pelvis ósea aparenta ser proporcionalmente bastante pequeña, pero aun así las tuberosidades coxales e isquiáticas se pueden palpar, estas últimas a través de las cabezas vertebrales del bíceps y semitendinoso. Esta tuberosidad (fig. 37-1[3]) no se fusiona con el cuerpo del isquion hasta varios años después de nacer, de modo que puede desprenderse y desplazarse en dirección ventral por la tracción de los fuertes músculos de la corva que se insertan en ella. Los cerdos que tienen este problema, la mayoría de las veces hembras jóvenes, sufren mucho dolor y no pueden incorporarse, de modo que se mueren o hay que sacrificarlos.

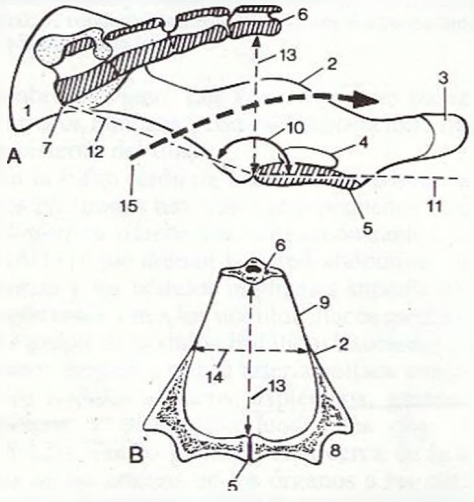


Fig. 37-1. *A*, corte mediano de la pelvis. *B*, corte transversal de la pelvis cerca del nivel del diámetro vertical.

1, tuberosidad coxal; 2, espina isquiática; 3, tuberosidad isquiática; 4, agujero obturador; 5, sínfisis pelviana; 6, S4; 7, promontorio; 8, acetábulo; 9, ligamento sacrociático; 10, ángulo entre el piso de la pelvis y el diámetro conjugado; 11, plano del piso pelviano; 12, diámetro conjugado; 13, diámetro vertical; 14, diámetro transverso; 15, eje de la pelvis.

En la vista lateral, la pelvis ósea da la impresión de ser mucho menos angulada que la de la mayoría de los mamíferos domésticos; el ángulo formado entre el piso de la pelvis y el *diámetro conjugado* (línea que conecta el extremo craneal de la sínfisis con el promontorio) es grande y se aproxima a los 180 grados (fig. 37-1[10]). Esto produce un conjugado largo y una entrada pelviana oval grande tan oblicua que está casi en el plano dorsal. El piso de la pelvis en el cerdo de pie (en particular si tiene la espalda arqueada) se inclina hacia el suelo en dirección caudal.

El diámetro conjugado de la cerda mide 12 a 15 cm y el transverso de la entrada pelviana sólo 7 a 10 cm de largo, en tanto que el *diámetro vertical* de la pelvis, altura real del canal del parto, mide 8 a 10 cm. El diámetro vertical intersecta al segmento caudal del sacro, el cual conserva su movilidad por algunos años, de modo que puede ocurrir cierto ajuste para el pasaje del feto. A este nivel el diámetro transverso se adapta menos y está disminuido por la incurvación hacia adentro de las espinas isquiáticas (fig. 37-1[2, 14]). Por lo tanto, el canal del parto óseo tiene un diámetro de unos 8 a 9 cm en todas las direcciones. Por supuesto, el pasaje real está disminuido por la presencia de la pared vaginal, recto, uretra, obtura-

dor interno y grasa, lo cual impide que los veterinarios, salvo que sus manos sean pequeñas, presten asistencia por vía vaginal en caso de distocia.

El espacio entre el sacro y la espina isquiática está cerrado por el ligamento sacrociático (fig. 37-1[9]), que se relaja en el momento del parto, de modo que aumenta así el diámetro vertical de la pelvis y de su salida. El aflojamiento simultáneo de la sínfisis y de la articulación sacroilíaca puede ser útil, pero es probable que el diámetro transverso no se modifique.

La determinación del sexo de la media res limpia se facilita reconociendo el corto muñón del pilar del pene en el extremo caudal de la sínfisis pelviana del macho. En el corte transversal del pilar se ve un centro rojo (cuerpo cavernoso) dentro de un anillo blanco de la túnica albugínea.

Ano y estructuras circundantes

La ausencia congénita del ano (atresia anal) es frecuente en los lechones neonatos y muchas veces se la puede atribuir a un verraco en particular. Es llamativo que muchas veces estos lechones vivan tres a cuatro semanas sin tratamiento. Si el extremo cerrado del recto no está demasiado lejos de la piel se puede crear un pasaje al exterior con una intervención quirúrgica relativamente sencilla. El prolapso del recto, que sucede en cerdos de más de 22,5 kg (50 lb.), requiere en cambio una cirugía más sofisticada, en especial cuando el recto evertido ha sido mutilado por los compañeros de chiquero, como sucede a menudo.

Aunque por lo general se presta poca atención a las estructuras que rodean el ano en el momento en que se corrige el prolapso rectal, para tratar los casos más complicados es esencial conocer los músculos asociados con el recto y el conducto anal. La capa muscular longitudinal externa del recto se congrega en la superficie dorsal como músculo rectococcígeo y corre en dirección caudal sólo hasta las primeras vértebras caudales. La capa muscular circular interna se engruesa para formar el esfínter anal interno. El esfínter anal externo está sujeto a la fascia de la cola arriba y a los músculos asociados con el tracto genital abajo. El elevador del ano se inserta en la superficie lateral del conducto anal, después de haberse originado en el ligamento sacrociático unos pocos centímetros hacia craneolateral del ano. El retractor del pene (o del clítoris) nace en la superficie ventral del sacro y corre por lateral del recto en dirección al pene (o clítoris); su parte rectal es independiente, nace en las vértebras de la cola y forma una fina asa en torno de la cara ventral del recto.

La *palpación rectal* se puede hacer en cerdas que pesan más de 150 kg (330 lb) sin dificultad ni efectos nocivos para los animales. Parece ser que el pequeño diámetro y la corta suspensión del colon descendente son un impedimento más importante que la estrechez de la pelvis. Con abundante lubricación y suficiente colaboración, se puede introducir el antebrazo casi hasta el codo. El antebrazo se encaja firmemente en el canal pelviano, de manera que la excursión interna depende por entero de la longitud y movilidad de la mano. De este modo se pueden examinar la entrada de la pelvis y la vejiga, pero lo más importante es que también se investigan los ovarios, el cuello uterino y las arterias uterinas para hacer el diagnóstico de preñez. También se pueden palpar el riñón derecho y el colon espiral (reconocido por su contenido grueso y granular). El examen rectal no se puede hacer en los verracos porque es evidente que la mano causa dolor al animal.

Nódulos linfáticos de la pelvis

Los *nódulos linfáticos mediales*, agrupados en torno de las ramas terminales de la aorta, se describieron en la página 781. En la cavidad pelviana se continúan con los *nódulos linfáticos sacros*, que están aplicados contra la superficie ventral de este hueso; los *nódulos linfáticos anorrectales*, que son inconstantes, pueden continuar la cadena entre el muslo y el recto. Estos nódulos drenan el ano, el recto y la cola y sus eferentes van a los nódulos ilíacos mediales. Los *nódulos linfáticos isquiáticos y glúteos* están por lateral del ligamento sacrociático (fig. 38-3[4, 4']). Estos últimos drenan la región glútea y los primeros el periné, la pelvis ósea y los músculos caudales del muslo y también reciben linfa de los nódulos poplíteos. Sus eferentes pasan por los nódulos glúteos y van a los nódulos ilíacos mediales.

ÓRGANOS REPRODUCTORES FEMENINOS

Los *ovarios* son bastante móviles, miden unos 5 cm de largo y se caracterizan por ser irregulares, con muchos folículos y cuerpos amarillos que sobresalen de su superficie (figs. 5-51[1] y 37-2A[1]). Están suspendidos entre los intestinos por largos mesovarios. Cada uno de ellos está la mayoría de las veces unos pocos centímetros a lateroventral de la entrada pelviana, aunque los dos pueden estar cerca de un flanco, de modo que se los puede extirpar haciendo una sola incisión en un flanco. Los ovarios descienden junto con los cuerpos uterinos

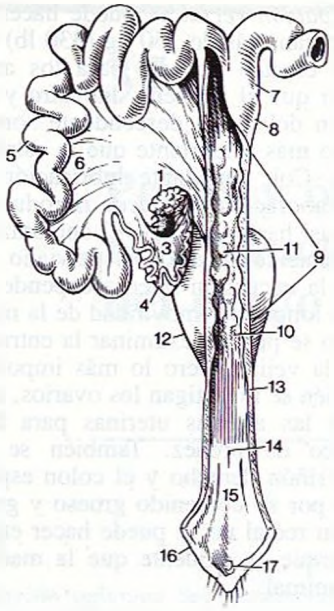


Fig. 37-2A. Tracto reproductor de la cerda abierto en parte por dorsal; no se ilustran el cuerno uterino ni el ovario del lado derecho.

1, ovario izquierdo; 2, bolsa ovárica; 3, mesosálpinx; 4, trompa uterina; 5, cuerno uterino; 6, ligamento ancho; 7, segmentos paralelos de los cuernos uterinos; 8, cuerpo del útero; 9, cuello uterino; 10, orificio uterino externo; 11, prominencias de mucosa; 12, vejiga urinaria; 13, vagina; 14, orificio uretral externo; 15, vestíbulo; 16, vulva; 17, glande del clítoris.

a medida que avanza la preñez, hasta que se tornan inaccesibles a la palpación rectal.

La *trompa uterina* mide unos 20 cm de largo y empieza dentro de la bolsa ovárica en un gran orificio que mira al ovario. Corre sobre el mesosálpinx coniforme para continuarse con el cuerno del útero sin que haya ninguna constricción perceptible (fig. 37-2*A*[4]). La obstrucción de la trompa (que produce hidrosálpinx) es la causa más común de infertilidad en las cerdas.

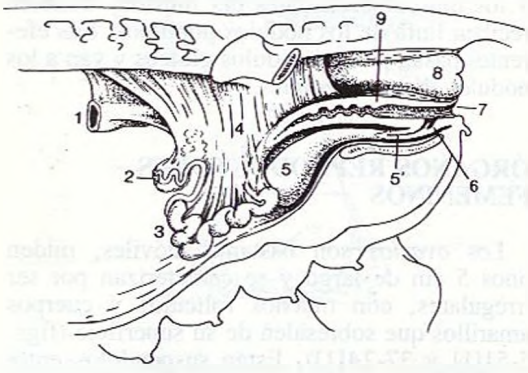


Fig. 37-2B. Órganos reproductores de la cerda in situ. La presencia de los intestinos en el animal intacto hace que los ovarios y los cuernos uterinos estén en un sitio más dorsal de lo que se ilustra aquí.

1, colon descendente; 2, ovario; 3, cuernos uterinos; 4, ligamento ancho; 5, vejiga urinaria; 5', uretral; 6, divertículo suburetral; 7, vulva; 8, recto; 9, cuello uterino.

El cuerpo del *útero* es corto. Los cuernos continúan hacia adelante por unos centímetros dentro de un revestimiento común de músculo longitudinal, dando la impresión de que el cuerpo uterino es más largo de lo que realmente es. El músculo circular, más profundo, que está en la unión del cuerpo y los cuernos, forma un complejo esfínter que funciona de modo que cuando la entrada de un cuero está cerrada, la otra se halla abierta. Este mecanismo entra en acción en el parto porque regula la presentación de los fetos a la entrada de la pelvis y previene la colisión que de otro modo podría ocurrir si ambos cuernos se contrajesen al mismo tiempo. El efecto esfinteriano es tal que la mano introducida en el tracto no detecta la bifurcación del útero. Parece ser que este mecanismo no funciona al comienzo de la preñez porque se produce la migración transuterina de los embriones y tampoco en el órgano atónico, porque durante la operación cesárea muchas veces se pueden retirar fetos de un cuerno a través de una incisión en el otro.

Los cuernos uterinos son llamativos por su longitud. En el estado no grávido cada uno mide cerca de 1 metro de largo y en plena preñez esta longitud puede duplicarse con facilidad porque a veces cada cuerno contiene ocho o más fetos. Los cuernos no grávidos y, para el caso, los ovarios son tan móviles que no se les puede asignar ninguna posición exacta en la cavidad abdominal. Los cuernos están hacia craneal de la entrada de la pelvis, a mitad de camino entre el techo y el piso, suspendidos por unos extensos ligamentos anchos (fig. 37-2*B*[4]). Se hallan en relación con el colon espiral, el intestino delgado y quizá la vejiga urinaria. A causa de su sinuosidad, semejan asas de intestino delgado. Los ligamentos anchos, que contienen mucho músculo liso, se agrandan considerablemente durante la preñez, permitiendo que los cuernos se asienten en el piso del abdomen y tornando a los fetos inaccesibles a la palpación rectal; por lo tanto, el diagnóstico de preñez por vía rectal depende casi con exclusividad de la palpación del cuello y de la arteria uterina. Hacia el final de la preñez los cuernos uterinos llenan casi la mitad ventral del abdomen pues empujan a los intestinos hacia craneodorsal y llegan al estómago e hígado.

La arteria uterina (fig. 37-3[6]), vaso sustancial, es la principal proveedora de sangre del útero, el cual también recibe sangre de ramas de las arterias ováricas y vaginal (fig. 37-3[2,

7]). La arteria uterina nace en la umbilical y cruza la superficie medial de la arteria ilíaca externa, donde se la puede palpar por vía rectal durante la preñez; puede ser tan grande como la ilíaca cuando falta poco para llegar a término. Al igual que en la vaca, se puede detectar un "frémito", que es un indicador confiable de preñez avanzada.

La vena ovárica, que drena la mayor parte del útero, además del ovario y la trompa uterina, consiste en dos a tres vasos intercomunicados. Junto con ramas de la arteria uterina, la arteria ovárica forma un denso plexo en torno de los conductos venosos, permitiendo que las prostaglandinas luteolíticas procedentes del cuerno uterino lleguen al ovario homolateral.

Los fetos están unidos al endometrio de los cuernos uterinos por medio de una *placenta difusa* (lámina 1*A*); salvo en las puntas, que se necrosan, el saco coriónico fusiforme forma unos pliegues coriónicos que mantienen un extenso contacto con los tejidos maternos. Este contacto no destruye los tejidos maternos, y el corion se puede desprender del endometrio sin dificultad, de modo que la retención de las membranas fetales es una rareza. Los fetos dejan atrás su placenta cuando inician su viaje hacia el exterior. Los sacos coriónicos y amnióticos rotos crean un tubo continuo lubricado por moco por el cual los fetos se desplazan libremente hasta que son propulsados por una contracción peristáltica hacia el canal de parto. Mientras tanto quedan conectados con su placenta por cordones umbilicales tan extensibles que los fetos pueden pasarse los unos a los otros. La estructura de la placenta explicaría la ausencia de transferencia de anticuerpos in utero y la necesidad de calostro para que el neonato repare esta deficiencia.

El *cuello uterino* es peculiar por su longitud (hasta 25 cm) y por la presencia de hileras de prominencias de mucosa que sobresalen dentro de la luz y se interdigitan para ocluir el conducto (fig. 37-2*A*[11]). Sus extremos están mal definidos; el canal cervical simplemente se ensancha en cada extremo para continuarse con el útero o con la vagina. Cerca de la mitad del cuello está dentro de la cavidad abdominal. A la palpación rectal el cuello se siente duro durante el diestro o la preñez, en tanto que durante el estro o antes del parto es llamativamente grande y edematoso y sus prominencias de mucosa son blandas e indistintas.

La vagina no presenta particularidades.

El *vestíbulo* (fig. 37-2*A*[15]) es relativamente largo porque la uretra desemboca en el tracto genital en un sitio bastante craneal. Con esto concuerda la posición totalmente abdominal de la vejiga urinaria que, cuando está llena, puede llegar hasta el ombligo. La vejiga está cubierta

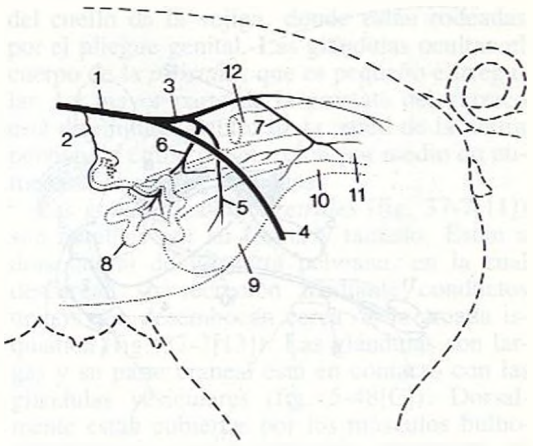


Fig. 37-3. Esquema de las principales arterias que irrigan el lado izquierdo del tracto reproductor femenino.

1, aorta; 2, a. ovárica con rama uterina craneal; 3, a. ilíaca interna; 4, a. ilíaca externa continuada por la femoral en el muslo izquierdo; 5, a. umbilical; 6, a. uterina izquierda que cruza la superficie medial de la ilíaca externa; 7, a. vaginal con rama uterina caudal; 8, cuerno uterino izquierdo; 9, vejiga urinaria; 10, uretra; 11, vagina; 12, recto.

por completo por un peritoneo que ventralmente se propaga entre la uretra y el pubis. El orificio uretral externo (fig. 37-2*A*[14]) se asocia con un pequeño divertículo suburetral que puede impedir el pasaje de un catéter (fig. 37-2*B*[6]).

La *vulva* es un tanto cónica y está inclinada de modo que la hendidura mira en dirección dorsocaudal. En algunas cerdas vírgenes el cono vira más hacia arriba, de modo que la hendidura es inaccesible para el verraco. Las cerdas vírgenes con vulva infantil son relativamente comunes y también indeseables como reproductoras porque este defecto sugiere escaso desarrollo del tracto reproductor, con gran probabilidad de infertilidad. El clítoris de la cerda normal se ve apenas, a pesar de que mide unos 6 cm de longitud. El clítoris agrandado, que se ve a menudo en las cerdas, se asocia con intersexualidad (seudohermafroditismo femenino).

ÓRGANOS REPRODUCTORES MASCULINOS

Los órganos reproductores del verraco se caracterizan por la posición subanal del escroto, unas grandes glándulas vesiculares y bulbouretrales y un pene fino dotado de una flexura sigmoidea (fig. 37-4).

La cola del epidídimo, que es prominente y palpable, y el respectivo polo del *testículo* apuntan en dirección caudodorsal cerca del

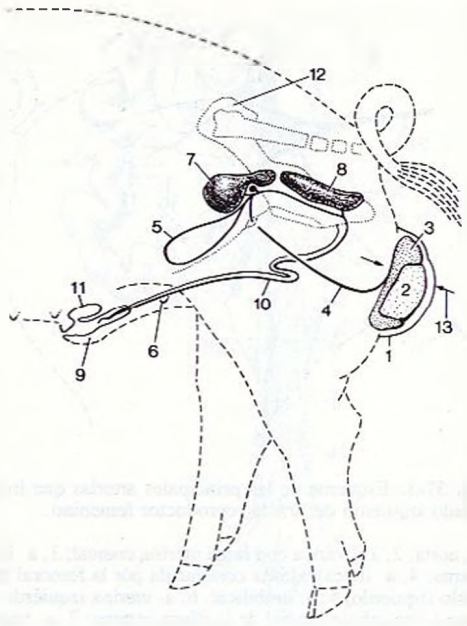


Fig. 37-4. Esquema de los órganos reproductores del verraco.

1, escroto; 2, testículo izquierdo; 3, cola del epidídimo; 4, conducto deferente; 5, vejiga urinaria; 6, tetilla rudimentaria; 7, glándula vesicular que cubre el pequeño cuerpo de la próstata; 8, glándula bulbouretral; 9, prepucio; 10, pene; 11, divertículo prepucial; 12, coxal derecho; 13, nivel del corte transversal de la figura 37-5.

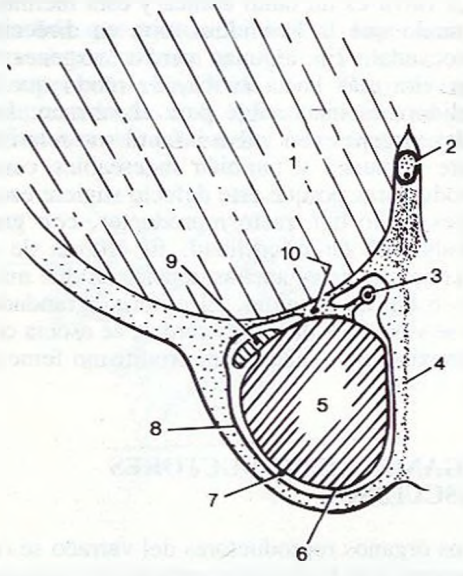


Fig. 37-5. Corte transversal del testículo izquierdo in situ, superficie dorsal. Véase el nivel de este corte en la figura 37-4[13]).

1, muslo izquierdo; 2, pene; 3, conducto deferente; 4, tabique escrotal; 5, testículo; 6, túnica albugínea cubierta por la túnica vaginal visceral; 7, cavidad vaginal; 8, túnica vaginal parietal; 9, cuerpo del epidídimo; 10, mesorquio.

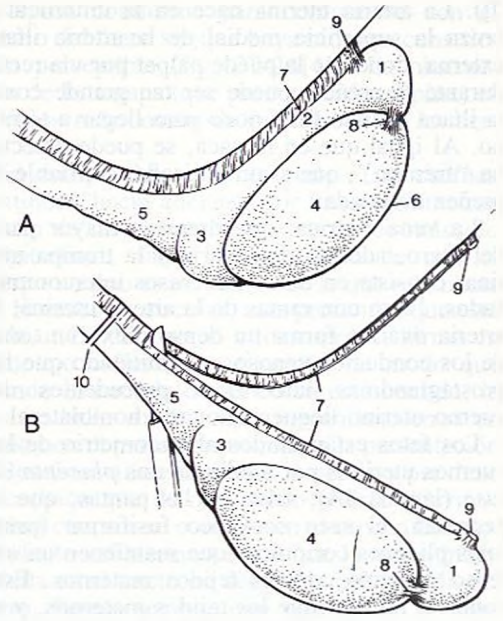


Fig. 37-6. *A*, testículo izquierdo de un verraco in situ, vista lateral. *B*, se ha separado el testículo del cuerpo, como en uno de los métodos de castración a cielo abierto, cortando el ligamento de la cola del epidídimo y el mesorquio.

1, cola del epidídimo; 2, cuerpo del epidídimo; 3, cabeza del epidídimo; 4, testículo; 5, cordón espermático; 6, borde libre del testículo; 7, mesorquio; 8, ligamento propio del testículo; 9, ligamento de la cola del epidídimo; 10, ligadura y sección del cordón espermático para extirpar el testículo.

ano. El borde libre del testículo mira en dirección caudoventral, en tanto que el borde de inserción está aplicado contra la superficie caudal del muslo (fig. 37-5[5]).

Prácticamente a todos los machos se los castra cuando tienen dos a cuatro semanas para asegurarse de que no llegue al mercado carne catingosa. En algunos países se discute la necesidad de hacer la castración de rutina porque en la actualidad a los cerdos se los faena antes de que la catinga impregne la carne. Se hace el "método abierto" de castración, que es rápido, y en el que la incisión de la piel expone el testículo dentro de la cavidad vaginal y la operación se completa con su extirpación junto con parte del cordón espermático (fig. 37-6). El ligamento (fig. 37-6[9]) que fija la cola del epidídimo a la túnica vaginal parietal se secciona o se desgarra para liberar el testículo y cortar el cordón espermático (fig. 37-6[5]). Prácticamente se procede de la misma manera para castrar verracos mayores. En el "método cerrado", optativo, la incisión cutánea respeta la túnica vaginal parietal. La túnica no abierta (junto con la fascia espermática circundante) se separa mediante divulsión respecto de la pared escrotal y después de ligarla se la secciona cerca del anillo inguinal externo.

Los largos cordones espermáticos están junto con el pene en el espacio subcutáneo comprendido entre los muslos. Las túnicas vaginales y los cremásteres adheridos a su superficie medial están encerrados por una gruesa fascia espermática que se fusiona con la fascia medial de los muslos.

El descenso del testículo empieza más o menos a los 60 días de gestación. La parte extraabdominal del gubernaculum, parte distal del canal inguinal, se agranda y gradualmente tracciona el testículo hacia el canal inguinal. Más o menos a los 90 días de gestación se inicia la regresión del gubernáculum extraabdominal y esto crea espacio para el testículo fuera del canal inguinal. Durante varios días antes del término el testículo puede deslizarse en vaivén por el canal, pero en el momento de nacer el gubernáculum ha involucionado lo suficiente como para que el testículo adopte una posición escrotal. La retención del testículo (criptorquidia) es común en los cerdos.

El gubernaculum anormalmente grande o en posición ectópica, tal vez combinado con una regresión tardía, expande más de lo usual el canal inguinal. Esto puede ocasionar un descenso insuficiente o, si el testículo ha pasado por el canal inguinal, puede permitir que un asa de intestino se introduzca en la cavidad vaginal con posterioridad (hernia inguinal indirecta o escrotal si el asa de intestino llega al testículo). La corrección quirúrgica de este defecto se combina con la castración "cerrada"; la túnica vaginal liberada (y la fascia espermática circundante) se retuerce desde el extremo testicular hacia adelante para empujar el yeyuno herniado de nuevo en la cavidad abdominal. Luego se ligan y se retiran la túnica vaginal y su contenido de cordón espermático y testículo y el anillo inguinal superficial se sutura para evitar que otra asa de intestino entre en el muñón. Las hernias inguinales que se ven a veces en hembras jóvenes se asocian con tractos genitales francamente anormales que semejan el tipo del freemartin bovino.

Al entrar en la cavidad abdominal el *conducto deferente* vira marcadamente en dirección dorsomedial para desaparecer entre la vejiga urinaria y la gran glándula vesicular (fig. 37-7). Sin agrandarse para formar ampollas, los conductos derecho e izquierdo convergen por dorsal de la uretra, penetran en el cuerpo de la próstata (fig. 37-7[8]) y desembocan en la uretra pelviana sobre una ligera elevación.

Los conductos de las *glándulas vesiculares* (fig. 37-7[7]) desembocan en la uretra junto a los conductos deferentes. Estas glándulas son tan grandes que sólo sus extremos caudales están en la cavidad pelviana y su mayor parte sobresale dentro de la cavidad abdominal más allá del cuello de la vejiga, donde están rodeadas por el pliegue genital. Las glándulas ocultan el cuerpo de la *próstata*, que es pequeño e irregular. La mayor parte de la próstata del verraco está diseminada dentro de la pared de la uretra pelviana y emite su secreción por medio de numerosas aberturas pequeñas.

Las *glándulas bulbouretrales* (fig. 37-7[11]) son notables por su forma y tamaño. Están a dorsolateral de la uretra pelviana, en la cual descargan su secreción mediante conductos únicos que desembocan cerca de la arcada isquiática (fig. 37-7[13]). Las glándulas son largas y su parte craneal está en contacto con las glándulas vesiculares (fig. 5-48[C]). Dorsalmente están cubiertas por los músculos bulboglandulares, cuya contracción promueve su evacuación. Los extremos caudales se identifican sin dificultad en el examen rectal. En el macho entero su contacto mutuo impide que el dedo toque la uretra. En machos sin testículos palpables, en cambio, la incapacidad para tocar la uretra sugiere que el animal es criptórquido. Las glándulas accesorias de los machos jóvenes y castrados son pequeñas (fig. 37-7*B*).

El tamaño de las glándulas genitales accesorias está en relación con el gran eyaculado, que promedia unos 200 ml (pero puede llegar a ser de un litro). Sin embargo, las glándulas vesiculares y bulbouretrales excepcionalmente grandes sólo producen el 15 a 20% y el 10 a 25% del eyaculado, respectivamente; la mayor parte del líquido seminal (55 a 75%) es producido por la próstata y las glándulas uretrales. El componente seminal del eyaculado sólo representa el 2 al 5% (Pond y Houpt, 1978).

A medida que la uretra rodea la arcada isquiática para incorporarse en el *pene*, su luz aumenta de diámetro y el respectivo cuerpo esponjoso se agranda para formar un engrosamiento en su superficie caudal. Este engrosamiento está cubierto en su porción caudal por el grueso bulboesponjoso y forma el bulbo del pene, que es palpable (fig. 37-7*A*[15]). Los dos pilares (fig. 37-7[17]) del pene se originan en la arcada isquiática a craneal del bulbo y, rodeados por los músculos isquiocavernosos, convergen para formar el cuerpo del pene. Los músculos bulboesponjoso e isquiocavernoso terminan pocos centímetros a proximal de la flexura sigmoidea. En la figura 37-8*A* se muestra un corte transversal a este nivel.

A grandes rasgos, el pene es similar al del toro (fig. 37-4). Es relativamente fino, mide unos 60 cm de largo cuando está fláccido y tiene una gruesa túnica albugínea que envuelve el cuerpo cavernoso y el cuerpo esponjoso. Al principio este último está aplicado sobre la superficie ventral plana del cuerpo cavernoso, pero en la parte más distal ocupa el profundo

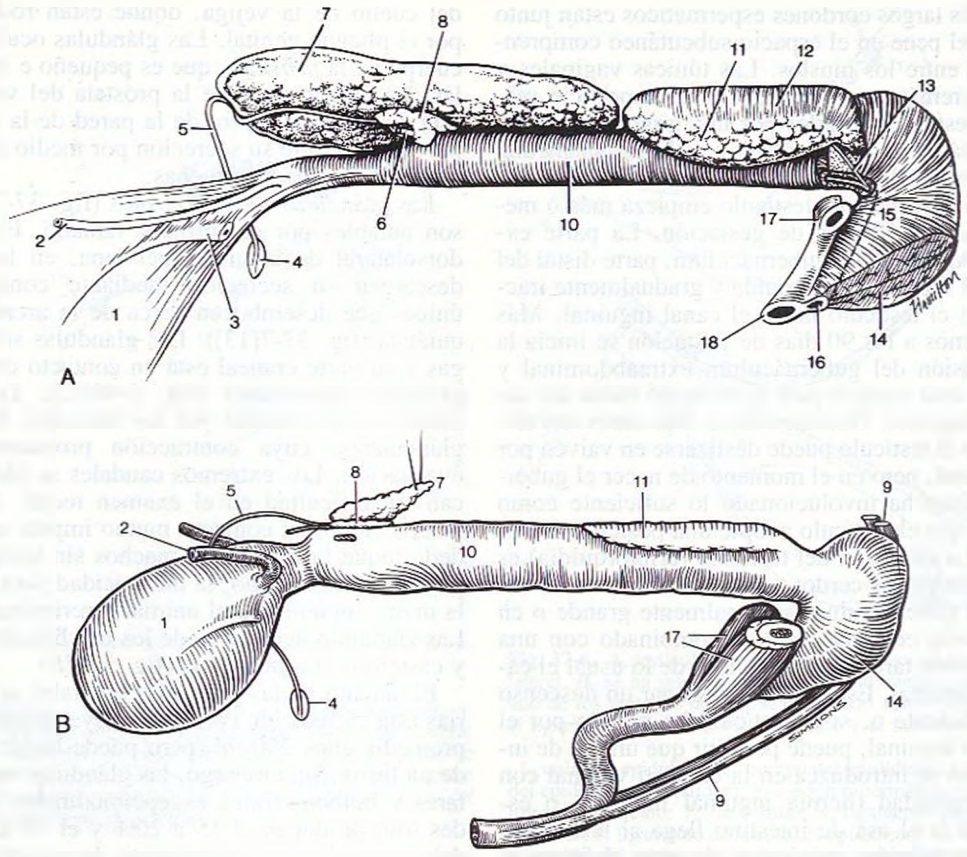


Fig. 37-7. Uretra pelviana de un verraco de ocho meses (*A*) y de un castrado de seis meses (*B*), vista lateral izquierda. Se ha retirado la glándula vesicular izquierda para exponer la próstata.

1, vejiga urinaria; 2, uréter izquierdo; 3, arteria umbilical izquierda; 4, anillo vaginal derecho; 5, conducto deferente derecho; 6, conducto deferente izquierdo seccionado a nivel de la próstata; 7, glándula vesicular derecha; 8, cuerpo de la próstata; 9, retractor del pene; 10, uretra pelviana rodeada por el uretral; 11, glándula bulbouretral izquierda; 12, bulboglandular que cubre la mitad dorsal de la glándula bulbouretral; 13, conducto excretorio de la glándula bulbouretral izquierda; 14, bulboesponjoso; 15, bulbo del pene; 16, uretra y cuerpo esponjoso; 17, pilares derecho e izquierdo seccionados; 18, cuerpo cavernoso.

surco uretral, llevando la uretra hacia el centro del pene (fig. 37-8*B*[5]). Aparte de la flexura sigmoidea, el cuerpo del pene está retorcido en su eje longitudinal más o menos en una vuelta antihoraria completa al mirarlo desde distal. La dirección de esta vuelta es la misma que la del corto tramo en tirabuzón de la parte libre (fig. 37-8*C*).

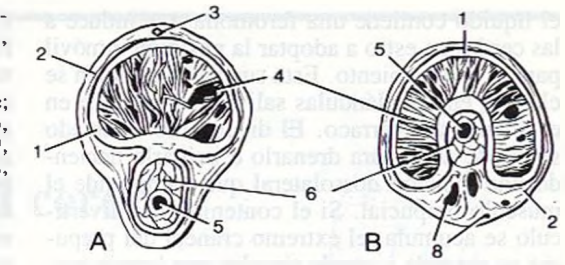
Durante la erección la presión sanguínea aumenta intensamente en los espacios cavernosos y esto endereza la flexura sigmoidea, alarga al pene en un 25% y también acrecienta su diámetro en un 20%. El giro longitudinal aumenta a seis vueltas, en tanto que la espiral en tirabuzón de la parte libre se acentúa todavía más.

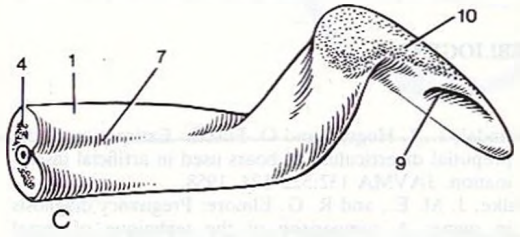
Durante el coito, proceso lento que puede durar hasta 30 minutos, se dice que el verraco "se emborracha" porque no se observa actividad obvia de su parte, pero ocurren movimientos de avance y retroceso del pene a causa de la contracción y relajación alternante del retractor del pene, que se inserta asimétricamente en un sitio distal a la flexura sigmoidea. La presunción de que las prominencias mucosas del cuello uterino están dispuestas formando un conducto con una "rosca izquierda" adaptada al extremo espiralado del pene carece de fundamento, pero se presume que el extremo del pene entra en el útero.

El *prepucio* es relativamente largo y aloja la parte libre del pene en su estrecha mitad caudal (fig. 37-9*A*). La mitad craneal es más ancha y se comunica dorsalmente con un divertículo prepucial (fig. 37-9[5]), saco que contiene un líquido maloliente constituido por detritos celulares empapados de orina. El divertículo se halla cubierto por el músculo prepucial craneal (fig. 37-9[1]) que lo vacía antes de la cópula y se dice que este líquido lubrica el pene. Aparte de producir el mal olor que rodea al verraco,

Fig. 37-8. *A*, corte transversal del pene proximal a la flexura sigmoidea. *B*, pene distal a la flexura sigmoidea. *C*, extremo libre del pene.

1, túnica albugínea; 2, tejido conectivo que rodea el pene; 3, arteria dorsal del pene; 4, cuerpo cavernoso; 5, uretra; 6, cuerpo esponjoso; 7, surco uretral; 8, vasos sanguíneos; 9, orificio uretral externo; 10, fino glande del pene. (Mollerus, 1967.)





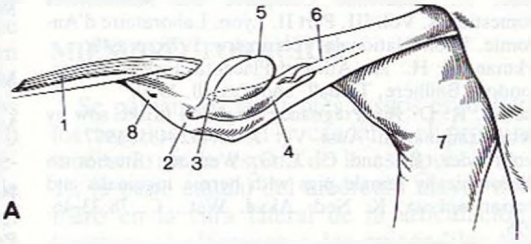
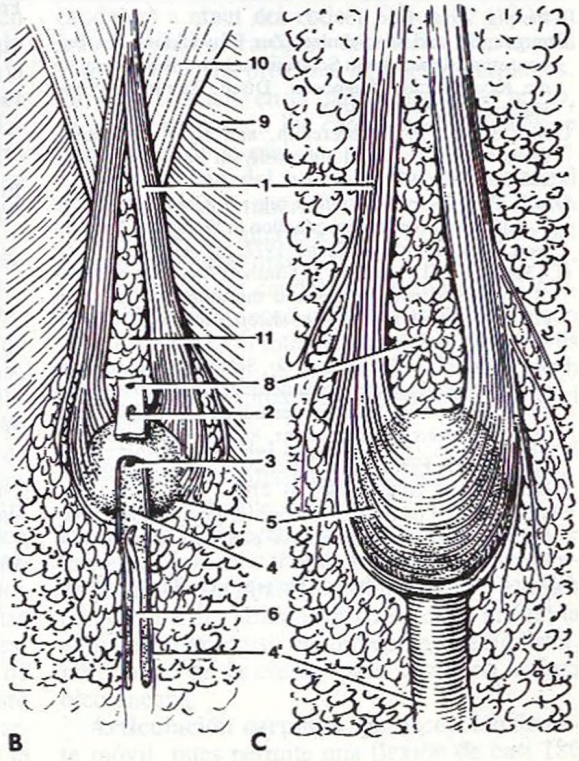


Fig. 37-9. Prepucio y divertículo prepucial. *A*, vista craneolateral esquemática in situ. *B*, vista ventral. *C*, vista dorsal.

1, músculo prepucial craneal, en *A* seccionado en ambos extremos; 2, orificio prepucial; 3, orificio entre el prepucio y el divertículo; 4, 4', partes craneal ancha y caudal estrecha de la cavidad prepucial; 5, divertículo prepucial; 6, pene; 7, superficie medial del corvejón derecho; 8, ombligo; 9, cutáneo del tronco; 10, pectoral ascendente; 11, grasa prepucial. (*B* y *C* según Meyen, 1958.)



el líquido contiene una feromona que induce a las cerdas en estro a adoptar la posición inmóvil para el apareamiento. Esta sustancia también se elabora en las glándulas salivales y aparece en el aliento del verraco. El divertículo infectado se puede abrir para drenarlo e irrigarlo haciendo una incisión dorsolateral que comprende el músculo prepucial. Si el contenido del divertículo se acumula, el extremo craneal del prepucio se agranda y puede simular una hernia umbilical (porque el ombligo, fig. 37-9[8], sólo está unos pocos centímetros por craneal del orificio prepucial). Muchas veces este divertículo se extirpa en los verracos utilizados en inseminación artificial, con el fin de reducir la contaminación del semen y eliminar el mal olor que acompaña a la recolección. En ocasiones el pene no puede proyectarse porque su punta se ha introducido en el divertículo prepucial; en estos casos el pene se puede liberar introduciendo el dedo en el orificio prepucial. El divertículo es pequeño en los castrados.

BIBLIOGRAFÍA

Aamdal, J., I. Hogset, and O. Filseth: Extirpation of the preputial diverticulum of boars used in artificial insemination. JAVMA 132:522–524, 1958.

Balke, J. M. E., and R. G. Elmore: Pregnancy diagnosis in swine: A comparison of the technique of rectal palpation and ultrasound. Theriogenology 17:231–236, 1982.

Barone, R.: Anatomie Comparée des Mammifères Domestiques. Vol. III, Part II. Lyon, Laboratoire d'Anatomie, Ecole Nationale Vétérinaire, 1978, p. 849.

Björkman, N. H.: An Atlas of Placental Fine Structure. London, Baillière, Tindall, and Cassell, 1970.

Cameron, R. D. A.: Pregnancy diagnosis in the sow by rectal examination. Aust. Vet. J. 53:432–435, 1977.

Colenbrander, B., and C. J. G. Wensing: Studies on phenotypically female pigs with hernia inguinalis and ovarian aplasia. K. Ned. Akad. Wet., C, 78:33–46, 1975.

Dhindsa, D. S., P. J. Dzuik, and H. W. Norton: Time of transuterine migration and distribution of embryos in the pig. Anat. Rec. 159:325–330, 1967.

Dimigen, J., and W. Schulze: Zur Entwicklung der Bulbourethraldrüsen beim Schwein und ihre Bedeutung für die Kryptorchidendiagnostik. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 77:529–532, 1970.

Done, S. H., M. J. Meredith, and R. R. Ashdown: Detachment of ischial tuberosity in sows. Vet. Rec. 105:520–523, 1979.

Dzuik, P. J.: Reproduction in pigs. *In* Cole, H. H., and P. T. Cupps (eds.): Reproduction in Domestic Animals. New York, Academic Press, 1977, pp. 455–474.

el Campo, C. H ., and O. J. Ginther: Vascular anatomy of the uterus and ovaries and the unilateral luteolytic effect of the uterus: horses, sheep, and swine. Am. J. Vet. Res. 34:305–316, 1973.

Endell, W., E. Holtz, and O. Schmidt: Makro- und mikromorphologische Veränderungen der Cervix Uteri des Schweines im Stadium der hohen Graviditat. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 89:349–354, 1976.

Frazer, A. F.: Farm Animal Behavior, 2nd ed. London, Baillière and Tindall, 1980, p. 210.

Ginther, O. J.: Internal regulation of physiological processes through local venoarterial pathways. A review. J. Anim. Sci. 39:550–564, 1974.

Glover, T. D.: The semen of the pig. Vet. Rec. 67:36–40. 1955.

Hansen, L. H., and I. J. Christiansen: The accuracy of porcine pregnancy diagnosis by a newly developed ultrasonic A-scan tester. Br. Vet. J. *132*:66–67, 1976.

Huchzermeyer, F., and H. Plonait: Trächtigkeitsdiagnose und Rektaluntersuchung beim Schwein. Tierärztl. Umschau 15:399–401, 1960.

Meredith, M. J.: Pregnancy diagnosis in the sow by examination of the uterine arteries. Proc. Int. Pig Vet. Soc. Congr. Ames, Iowa, D5:1–2, 1976.

Meredith, M. J.: Clinical examination of the ovaries and cervix of the sow. Vet. Rec. 101:70–74, 1977.

Meyen, J.: Neue Untersuchungen zur Funktion des Präputialbeutels des Schweines. Zentralbl. Vet. Med. 5:475–492. 1958.

Mollerus, F. W.: Zur funktionellen Anatomie des Eberpenis. Berlin (FU), Vet. Diss., 1967.

Morton, D. B., and J. E. F. Rankin: The histology of the vaginal epithelium of the sow in oestrus and its use in pregnancy diagnosis. Vet. Rec. 84:658–662, 1969.

Perry, J. S.: Parturition in the pig. Vet. Rec. 66:706–709. 1954.

Pond, W. G., and K. A. Houpt: The Biology of the Pig. Ithaca, Cornell University Press, 1978, p. 164.

Preuss, F., and E. Henschel: Praktikum der angewandten Veterinäranatomie. 1. Teil: Fleischfresser, Schwein, Geflügel. Berlin, Department of Veterinary Anatomy, Free University, 1968.

Preuss, F., M. Lange, G. Luckhaus, and W. Fricke: Besonderheiten des Leistenkanals und Schenkelblattes beim Schwein. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 76:229–231, 1963.

Roberts, S. J.: Veterinary Obstetrics and Genital Diseases (Theriogenology). Woodstock, V.T. 1986 [Published by the author.]

Tillmann, H.: Über den Mündungsverschluss der Gebärmutterhörner bei multiparen Haustieren, insbesondere beim Schwein, unter Berücksichtigung seiner physiologischen Bedeutung. Tierärztl. Umschau 2:99–101, 1947.

Wensing, C. J. G.: Testicular descent in some domestic mammals. I. Anatomical aspect of testicular descent. Proc. K. Ned. Akad. Wet., C, 71:423–434, 1968.

Wensing, C. J. G.: Testicular descent in some domestic mammals. II. The nature of the gubernacular change during the process of testicular descent in the pig. Proc. K. Ned. Akad. Wet., C, 76:190–195, 1973.

Wensing, C. J. G.: Abnormalities of testicular descent. Proc. K. Ned. Akad. Wet., C, 76:373–381, 1973.

Wensing, C. J. G., and B. Colenbrander: Cryptorchidism and inguinal hernia. Proc. K. Ned. Akad. Wet., C, 76:489–494, 1973.

38

Miembros del cerdo

FAC. MED. VETERINARIA Y ZOOTECNIA BIBLIOTECA

Hablando en términos generales, los miembros del cerdo reciben escasa atención veterinaria. Los rasgos que distinguen principalmente el esqueleto de los miembros son las ulnae y fibulae bien desarrolladas, que intervienen en la sustentación, y los pares de dedos principales y accesorios (fig. 34-1). Los dedos accesorios ("dedos rudimentarios") son caudales respecto de los principales y tienen su conjunto completo de huesos, lo cual difiere diametralmente de los dedos rudimentarios de los bovinos (fig. 38-2[3]).

Las *uñas* son similares a las de los bovinos, pero son rectas (no se doblan hacia adentro en las puntas) y tienen un pulpejo digital blando (bulbo) bien diferenciado de la pared y de la suela (fig. 38-1). Las de los dedos accesorios son miniaturas de las principales pero sólo hacen sustentación en terrenos blandos. La corta vida y la práctica común de tener los cerdos en piso de cemento hacen que raras veces haya que recortar las uñas.

Hace poco se comprobó que las enfermedades articulares son sorprendentemente comunes. Se desconoce la causa, aunque hay evidencias de que contribuiría a esto la práctica de seleccionar para obtener un aumento de peso rápido. Como ya mencionamos, en la actualidad los cerdos llegan a pesar más de 100 kg (220 lb.) en cinco a seis meses, mucho antes de que el esqueleto termine de crecer, lo cual insume cinco a seis años. En la actualidad hasta es raro que los animales reproductores alcancen la madurez porque a las cerdas se las descarta cuando tienen unos cuatro años y a los verracos antes de los dos para reducir a un mínimo las cruzas consanguíneas ("inbreeding"). El esqueleto inmaduro no soporta estas cargas, de modo que se lesiona el cartílago articular y esto acarrea deformidad ósea. El aumento de las artropatías ha dado ímpetu a los estudios sobre la estructura de las articulaciones y procedimientos para inyectarlas.

MIEMBRO TORÁCICO

Se palpan los siguientes rasgos esqueléticos: los ángulos craneal y caudal y el prominente tubérculo de la espina de la escápula (fig. 34-1), la parte caudal del tubérculo mayor del húmero en la cara lateral de la articulación del hombro, el olécranon y los epicóndilos medial y lateral del húmero (en especial sus bordes caudales) a nivel del codo y, unos 15 a 20 cm más a distal, el carpiano accesorio, que revela el nivel de la fila proximal de huesos carpianos. La vena cefálica, en la parte craneal del brazo, se puede punzar en los cerdos en los cuales se ve a través de la piel.

Articulación del hombro. La parte craneal más grande del tubérculo mayor desvía hacia medial el surco intertubercular (y el tendón del bíceps). Aunque más pequeña, la parte palpable es la porción caudal, lo mismo que el tendón del infraespinoso que está en relación con ella. La inyección intraarticular se hace a través del borde craneal de este tendón, en un punto inmediatamente proximal a su pasaje sobre el tubérculo.

Articulación del codo. El epicóndilo lateral del húmero se halla acentuado por una cresta, fácilmente palpable, que sigue su borde caudal. Para hacer la inyección intraarticular la aguja se introduce inmediatamente a caudal de este borde, entre él y la ulna. En otro método se emplea como jalón el extremo proximal de la cresta; la aguja se introduce en dirección mediodistal, por caudal de la cresta, para entrar en la fosa olecraneana.

Articulación carpiana. Es excepcionalmente móvil, pues permite una flexión de casi 180

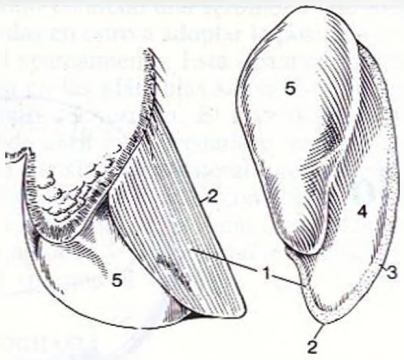


Fig. 38-1. Superficie axil y de apoyo del pesuño.

1, superficie axil de la pared; 2, borde dorsal de la pared; 3, superficie abaxil de la pared; 4, suela; 5, pulpejo digital (bulbo) del pesuño.

grados. Los compartimientos mediocarpiano y carpometacarpiano están comunicados, de modo que la inyección en uno llega al otro. Las inyecciones se hacen desde la superficie dorsal, por medial y lateral del tendón del extensor radial del carpo, dentro de los espacios radiocarpiano y mediocarpiano.

El *tronco arterial principal* (arteria braquial) está por medial del húmero y cruza la articulación del codo un poco por delante del epicóndilo medial. Desde aquí transcurre distalmente cubierta por el flexor radial del carpo sobre la superficie medial del antebrazo (como arteria mediana). La arteria mediana acompaña los tendones flexores por el canal carpiano y está aplicada sobre la parte caudomedial de éstos en el metacarpo. En todos los niveles del miembro hay ramas capaces de mantener la circulación en caso de que el tronco principal se interrumpa.

Estructuras linfáticas. La linfa procedente de las partes superficiales del brazo y antebrazo va a los nódulos cervicales superficiales ventrales y la procedente de las estructuras más profundas y de toda la parte distal del miembro pasa a través de los *nódulos linfáticos axilares de la primera costilla*. Estos últimos nódulos están por craneal de la primera costilla y a ventral de los vasos axilares y también reciben linfa de estructuras de la parte ventral del cuello (incluso timo y glándula tiroides) y el pecho; sus eferentes van a las venas que están a la entrada del tórax.

Las llamadas *glándulas carpianas* están en la parte caudomedial del carpo (fig. 38-2). Consisten en unos conjuntos planos de glándulas adheridas a la superficie profunda de la piel, que desembocan mediante tres a cuatro orificios pequeños pero visibles; se presume que funcionan como marcadores territoriales.

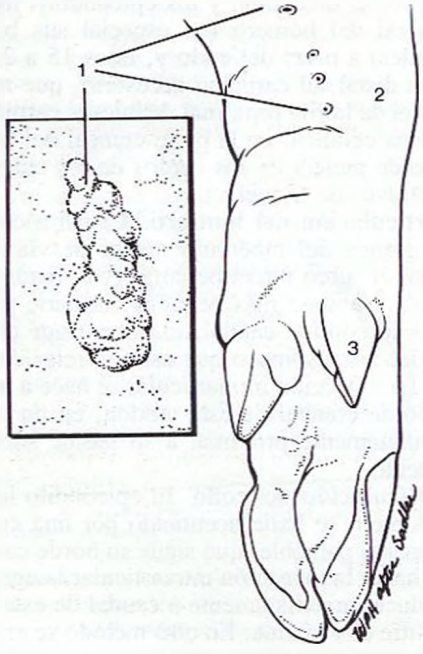


Fig. 38-2. Mano izquierda, vista caudomedial. El detalle muestra las glándulas carpianas en la superficie profunda de la piel, ampliadas.

1, glándulas carpianas; 2, superficie medial del carpo; 3, uña del dedo rudimentario medial.

MIEMBRO PELVIANO

Los jalones palpables comprenden la tuberosidad coxal (fig. 34-1[31]) (ligero agrandamiento en el extremo ventral de la cresta ilíaca) y la tuberosidad isquiática (fig. 34-1[37]) que está por lateral de la vulva en la hembra. El trocánter mayor del fémur es una dureza menos definida que está un poco a ventral de la línea que conecta estos jalones. Los nódulos linfáticos subilíacos del borde craneal del muslo no se palpan normalmente (fig. 36-2[2]). Los músculos caudales del muslo (bíceps, semitendinoso, semimembranoso) se usan para hacer inyecciones intramusculares, aunque, aparte de la posible lesión del nervio ciático, esto podría afectar la calidad de los jamones. La cresta tibial, el ligamento patelar único, la rótula, el surco extensor de la tibia y los ligamentos colaterales son jalones palpables a nivel de la rodilla. La superficie medial de la tibia se puede seguir desde la rodilla hasta su extremo distal (maléolo medial). Distalmente el tendón del calcáneo conduce al calcáneo, único hueso bien palpable en el tarso. Sin embargo, los maléolos medial y lateral y la cuarta parte distal de la prominente fíbula se pueden palpar. Como consecuencia de una cama insuficiente y los

traumatismos que esto ocasiona, muchos cerdos padecen de bursitis adquirida en la superficie lateral del corvejón y sobre la tuberosidad del calcáneo (agrión).

Articulación de la cadera. A causa de su profundidad, los jalones para hacer inyecciones están lejos de la articulación. Se traza una línea imaginaria entre el coxal y la parte lateral de la tuberosidad isquiática. Según el tamaño del cerdo, el trocánter mayor se palpa 2 a 4 cm por ventral de esta línea. La aguja se inserta en la línea 2 a 4 cm a craneal del trocánter y se la introduce perpendicularmente a la superficie para que atraviese los músculos glúteos hasta la parte dorsal de la cápsula articular. El grueso tejido fibroso de la cápsula y el glúteo profundo pueden sentirse como una obstrucción.

Articulación de la rodilla. La articulación femoropatelar se comunica con las articulaciones femorotibiales medial y lateral en el extremo distal de la tróclea; las articulaciones femorotibiales medial y lateral también se comunican entre sí a través del espacio intercondíleo, de modo que una sola inyección sirve para las tres. La punción se hace por lateral del ligamento patelar, más o menos en la tercera parte de la distancia desde la rótula hasta la tuberosidad tibial.

Articulación del corvejón. La articulación tarsometatarsiana tiene dos cápsulas articulares independientes, una proximal respecto de los metatarsianos II y III y la otra proximal respecto de los metatarsianos IV y V; la articulación intertarsiana distal se comunica con la primera. No existe comunicación entre las articulaciones tarsocrural y la intertarsiana proximal, que son las únicas accesibles para hacer inyecciones. Para la articulación tarsocrural se pueden usar dos sitios, ambos laterales; uno es dorsal y el otro plantar respecto del ligamento colateral. La articulación intertarsiana proximal se inyecta desde la superficie medial, en un punto plantar respecto del ligamento colateral.

La femoral es la *principal arteria* que irriga el muslo y la pierna. Cruza la superficie medial del fémur y, después de pasar por la rodilla, donde se conoce como poplítea, se divide en las arterias tibiales craneal y caudal. La arteria más grande de la mitad distal del miembro es la safena, rama de la femoral. Pasa por la superficie medial de la rodilla y es subcutánea a

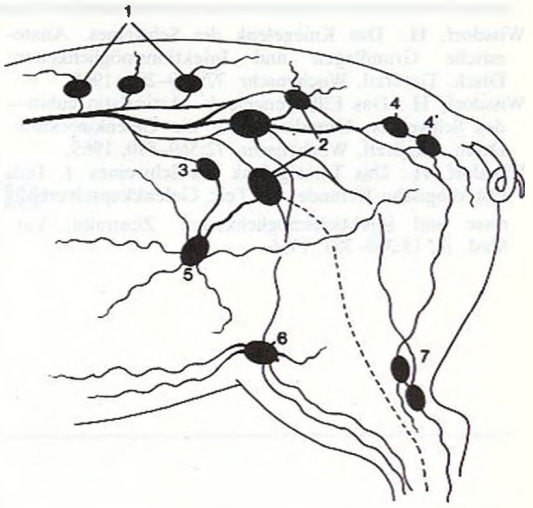


Fig. 38-3. Flujo linfático del miembro pelviano, vista lateral.

1, nódulos aórticos lumbares; 2, nódulos ilíacos medios; 3, nódulo ilíaco lateral; 4, nódulo isquiático; 4', nódulos glúteos; 5, nódulos subilíacos; 6, nódulos inguinales superficiales; 7, nódulos poplíteos.

mitad de camino entre la tibia y el tendón del calcáneo. Luego pasa por la parte caudomedial del corvejón junto con el tendón del flexor profundo y se sitúa entre los tendones flexores y la piel en el metatarso; es la fuente principal de nutrición para los dedos.

Estructuras linfáticas. La linfa proveniente de las partes superficiales del muslo y la pierna drena hacia los nódulos linfáticos inguinales superficiales y subilíacos (fig. 38-3[6, 5]). La linfa procedente de las partes profundas viaja en dirección central en vasos linfáticos que acompañan a las arterias poplítea y femoral para llegar a los nódulos ilíacos mediales (fig. 38-2[2]). Las estructuras profundas de la mitad distal del miembro envían su linfa a los *nódulos linfáticos poplíteos* (fig. 38-3[7]), que en la mayoría de los cerdos se palpan entre los extremos distales del bíceps y semitendinoso, aunque a veces son tan profundos que no se palpan. Sus eferentes pasan a los nódulos glúteos e isquiático en la superficie lateral del ligamento sacrociático o se unen a los linfáticos que van a los nódulos ilíacos mediales.

BIBLIOGRAFÍA

Dämmrich, K., and J. Unshelm: Entwicklung und entwicklungsabhängige Veränderungen des Os femoris bei 205 Tage alten Schweinen unterschiedlicher Nutzungsrichtung und Grösse. Zentralbl. Vet. Med. A. 19:445–476, 1972.

Ham, G. W., I. MacDonald, and S. W. H. Elsley: A radiographic study of the development of the skeleton of the fetal pig. J. Agric. Sci. 72:123–130, 1969.

Klug-Simon, C., J. Dimigen, H. Wissdorf, and H. Wilkens: Injektionsmöglichkeit am Schultergelenk, Articulatio humeri, beim Hausschwein. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 77:603–606, 1970.

Wissdorf, H.: Das Kniegelenk des Schweines. Anatomische Grundlagen und Injektionsmöglichkeiten. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 72:289–294, 1965.

Wissdorf, H.: Das Ellbogengelenk—Articulatio cubiti—des Schweines. Grundlagen für die Gelenkinjektion. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 72:569–570, 1965.

Wissdorf, H.: Das Tarsalgelenk des Schweines. I. Teil: Osteologische Befunde; II. Teil: Gelenkkapselverhältnisse und Injektionsmöglichkeiten. Zentralbl. Vet. Med. A, 13:369–383, 1966.

Wissdorf, H., and K. Neurand: Das Karpalgelenk des Schweines—Grundlagen für die Gelenkinjektion. Dtsch. Tierärztl. Woschenschr. 73:401–404, 1966.

Wissdorf, H., C. Simon, and J. Dimigen: Anatomische Grundlagen zur Injektion in das Hüftgelenk (Articulatio coxae) beim Schwein (*Sus scrofa s. domestica*, L. 1758). Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 77:107–109, 1970.

Zietzschmann, O., and O. Krölling: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere. Berlin, Paul Parey, 1955, p. 363.

39

Anatomía aviaria

Este capítulo versa sobre la estructura de las especies productoras de alimentos y, cuando corresponda, sobre los pájaros de jaula más comunes. La finalidad de este libro sólo permite echar un vistazo ocasional a los rasgos de la anatomía aviaria que revisten interés biológico. La mayor parte del material siguiente se considera de utilidad práctica para los veterinarios.* Las mediciones y, salvo una excepción, las figuras corresponden a la gallina.

RASGOS EXTERNOS Y TEGUMENTO

Las plumas son la característica principal que distingue a las aves de los mamíferos. Imparten suavidad a la línea del cuerpo y contribuyen a transformar los miembros torácicos en alas. Las plumas figuran entre los rasgos (aparte de otros que se mencionarán más adelante) que alivianan a las aves en relación con su tamaño y, por ende, mejoran su eficiencia en el aire.

La *piel* es fina y laxa y se desgarra con facilidad, pero como cuenta con escasos vasos sanguíneos y nervios, las heridas no sangran tanto como en los mamíferos, y además las aves parecen ser insensibles a las manipulaciones de su piel. La piel del cuerpo es amarillenta, pero puede estar más intensamente pigmentada en las zancas y los pies. Es más pálida en las gallinas ponedoras productivas, en las cuales el pigmento pasa a la yema. La superficie dorsal de la unión del cuello con el tronco es el sitio que se recomienda para hacer inyecciones subcutáneas. Durante el empollado las áreas de piel de la superficie inferior del cuerpo se tornan altamente vascularizadas y se denudan en parte (manchas de cloquera) para facilitar la transferencia de calor a los huevos.

La *cresta*, las *barbas* (palea) y los *lóbulos de las orejas* (orejillas) (así como el moco del pavo) son formaciones ornamentales blandas de la piel de la cabeza (fig. 39-1 *A*, *B*). Su dermis es gruesa y vascular pero está cubierta por una epidermis fina, de modo que se lesiona con facilidad y puede ser puerta de entrada para las infecciones. A casi todos los pollitos y pavipollos que se crían comercialmente se les extirpa la cresta y el moco para que no se traumaticen en los espacios confinados en que se mantiene a estas aves. Los bordes de las barbas se emplean para hacer inyecciones intradérmicas.

El *pico* es el equivalente funcional de los labios y dientes de los mamíferos. Es un derivado de la piel que provee una cubierta córnea para las partes rostrales de la maxilla* y mandíbula que crece incesantemente para compensar el desgaste natural. Su abundante inervación hace que el pico sea muy sensible. A la mayoría de los pollos y pavos criados comercialmente se les despunta el pico (recortado del pico superior delante de las narinas) para prevenir el canibalismo. En los psitaciformes (aves del tipo del loro) y las palomas la base del pico está cubierta por una membrana carnosa (cera) que puede rodear las narinas. Esto es un rasgo prominente en las cotorras y sirve para saber el sexo. La cera del gallo es azul y la de la gallina parda clara.

Las escamas de las zancas y pies son placas epidérmicas cornificadas similares a las de los reptiles (fig. 39-1*C*). En las aves acuáticas los

* Para los especialistas en pájaros de jaula puede ser útil la detallada presentación de la anatomía *clínica* de las aves basada en el loro del Amazonas escrita por McKibben y Harrison (1986).

* N. de R: De acuerdo con la Nómina Anatómica Avium, editada por J. J. Baumel, se ha usado el latín –Maxilla– como nombre común para el conjunto de estructuras óseas que corresponden al "upper jaw" del inglés.

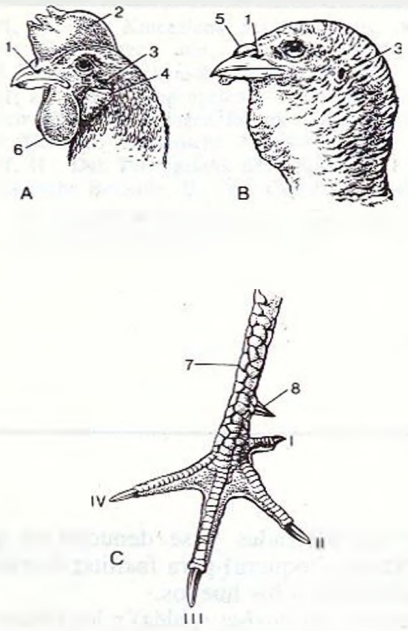


Fig. 39-1. Cabeza de la gallina (*A*) y pava (*B*); pie derecho de un gallo (*C*).

1, narina; 2, cresta; 3, abertura del oído; 4, lóbulo de la oreja; 5, moco; 6, barbas; 7, zanca (metatarso); 8, espolón; I-IV, dedos.

tres dedos que apuntan hacia adelante están unidos por una membrana de piel (pie palmeado) para nadar mejor. El *espolón* (fig. 39-1[8]), que se forma en la superficie caudomedial de la zanca del gallo como arma, tiene un centro óseo con un cono de cuerno. La longitud del espolón y los anillos de crecimiento de su base se pueden usar para determinar la edad. La eliminación de la papila del espolón en el pollito inhibe su crecimiento.

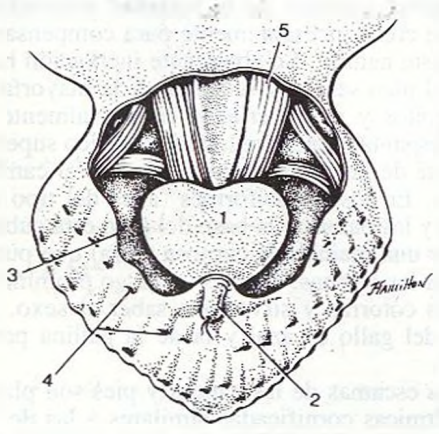


Fig. 39-2. Glándula uropigia in situ, vista dorsal.

1, glándula uropigia; 2, papila de la glándula uropigia a través de la cual se excreta la secreción; 3, borde de corte de la piel; 4, folículos de las plumas; 5, vértebras caudales y sus respectivos músculos. (Lucas y Stettenheim, 1972.)

La *glándula uropigia* sebácea (glándula oleosa, fig. 39-2[1]) es la única glándula cutánea, aparte de las del oído externo y de la abertura de la cloaca (ventus); en el resto del cuerpo no existen glándulas sebáceas ni sudoríparas dispersas. La glándula uropigia es bilobulada, mide unos 2 cm de diámetro y está a dorsal de las vértebras caudales que forman una corta rabadilla. Su secreción grasa emerge del par de aberturas que están en la punta de una papila cutánea (fig. 39-2[2]) y es llevada al cuerpo y a las plumas de las alas al acicalarse las aves. En las aves acuáticas esta secreción es importante para impermeabilizar las plumas y aislar la parte sumergida del cuerpo. La glándula uropigia es prominente en las cotorras pero falta en algunas especies.

Plumas

Las plumas son estructuras epidérmicas altamente especializadas que evolucionaron a partir de las escamas de los reptiles. Aunque son livianas en relación con su tamaño, su construcción es fuerte. Si bien se reconocen seis tipos, sólo hemos de describir las plumas de contorno y el plumón. Las primeras son las plumas visibles externamente, que modifican los contornos, las alas y la cola; ocultan las plumas profundas (plumón) que crean un espacio aéreo muerto eficaz que aísla el cuerpo. Las plumas están concentradas en tractos o pterilas (pterylae) que dejan unas áreas descubiertas (apteria) que se prefieren para hacer intervenciones quirúrgicas. También enmascaran la emaciación.

La porción expuesta de una *pluma de contorno* típica consiste en un astil o raquis extendido a cada lado por una cendal (vexilla) (fig. 38-3*A*). El cendal consiste en numerosas ramas dispuestas en apretada secuencia (barbas, fig. 39-3[2]) que parten del raquis o astil en un ángulo de unos 45 grados. Las barbas adyacentes están unidas entre sí por gran cantidad de minúsculas bárbulas que forman las superficies niveladas del cendal. Esta conexión se cumple mediante unos ganchos microscópicos que están en las filas distales de las bárbulas y toman con laxitud las bárbulas proximales que cruzan debajo de ellas (fig. 39-3[3']). Las barbas vecinas se desconectan con facilidad, pero se vuelven a unir si se las aproxima entre sí.

El tallo principal (scapus) presenta en el reverso de la pluma un surco longitudinal que termina en una depresión (ombligo distal, fig. 39-3[8]) frente a la parte proximal algodonosa del cendal. Del ombligo puede emerger una pequeña hipopluma sedosa (fig. 39-3[9]) que aumenta la plumosidad.

La parte encastrada (cañón, cálamo) de la pluma ocupa un folículo plumoso, invaginación oblicua tubular de la piel (fig. 39-3[5']). La pequeña papila dérmica que está en el fondo del folículo se extiende dentro de la abertura (ombligo proximal) del extremo proximal del cañón. El cálamo mismo es hueco y contiene aire y detritos celulares (casquetes pulposos) derivados de la papila. Los músculos de las plumas (fig. 39-3[7]), similares a los músculos erectores de los pelos de los mamíferos, se insertan a los costados de los folículos y a menudo forman unas redes extensas que elevan o deprimen grupos enteros de plumas.

Las barbas de los *plumones* no se unen para formar un cendal cerrado sino que su disposición aleatoria imparte a la pluma su aspecto algodonoso.

En determinados momentos las aves cambian sus plumas (muda) para sustituir las desgastadas o cambiar su plumaje con fines de exhibición o mimetismo. Esto suele suceder una vez por año después de la época del apareamiento y se desencadena por cambios hormonales relacionados en particular con la duración del día y la temperatura. Durante la muda, que es un proceso lento y gradual, a las aves no se les debe causar estrés sino que requieren reposo y una dieta rica en proteínas y minerales para cubrir las grandes demandas metabólicas que les impone la rápida proliferación epidérmica. Muchas veces las aves en mal estado nutricional producen plumas deformadas. El reemplazo de las grandes plumas de contorno es secuencial y simétrico, de modo que pueden seguir volando. Los patos y gansos pierden estas plumas al mismo tiempo y entonces no pueden volar. La pluma vieja es desplazada por el crecimiento epidérmico en la base del folículo, de modo que al desocuparse éste empieza a crecer una pluma nueva. Esto sucede también cuando se arranca una pluma. Por lo tanto, al recortar las plumas hay que recordar que es improbable que de este modo las aves queden incapacitadas para volar en forma permanente.

En ciertas especies el sexo se reconoce por la forma y color de ciertas plumas o por los tractos de plumas.

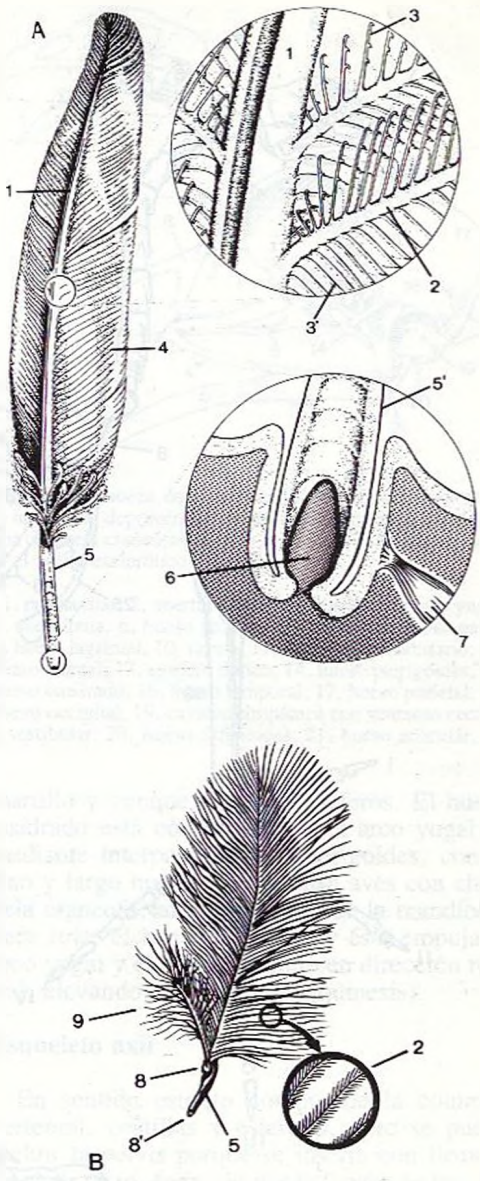


Fig. 39-3. *A*, pluma de contorno. *B*, pulmón con ampliaciones.

1, astil; 2, barba con bárbulas; 3, bárbula distal con ganchos microscópicos; 3', bárbula proximal; 4, cendal formado por las barbas; 5, cálamo; 5', cálamo en el folículo de la pluma; 6, papila dérmica; 7, músculo de la pluma; 8, ombligo distal; 8', ombligo proximal; 9, hipopluma.

SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO

El *esqueleto* es liviano, compacto y fuerte y contiene más fosfato de calcio que los huesos de los mamíferos. Se caracteriza por la fusión de vértebras, un esternón prominente y una pelvis abierta ventralmente (fig. 39-4). Un rasgo peculiar de las aves es la neumatización de los huesos por sacos aéreos que son extensiones de los pulmones y están principalmente en la cavidad corporal, donde se entremezclan con las vísceras. Los divertículos de los sacos se propagan a través de agujeros neumáticos dentro de las cavidades medulares de los huesos vecinos llenando de aire una parte considerable del esqueleto. La neumatización es un proceso gradual que se consigue a expensas de la médula ósea. Este proceso está más avanzado en las

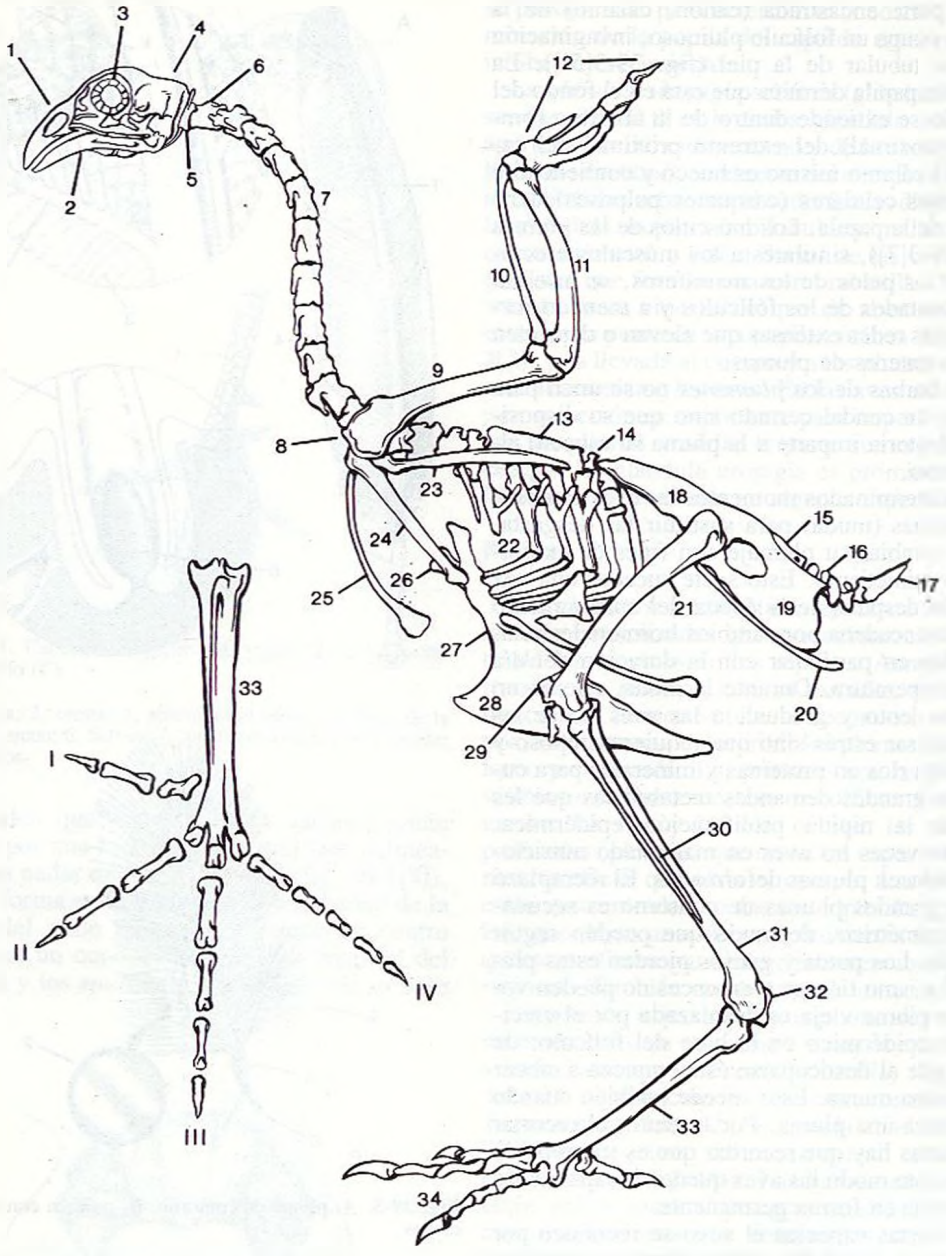


Fig. 39-4. Esquelcto de una gallina; el detalle muestra una vista dorsal de los huesos del pie izquierdo.

1, parte facial de la cabeza; 2, mandíbula (los huesos hioides sobresalen debajo de la mandíbula); 3, órbita y anillo esclerótico del globo ocular: 4, cráneo; 5, atlas; 6, axis; 7, vértebras cervicales; 8, articulación del hombro; 9, húmero; 10, radio; 11, ulna; 12, mano; 13, notarium; 14, vértebra torácica libre; 15, sinsacro; 16, vértebras causales; 17, pigotilo: 18, ilion; 19, isquion; 20, pubis; 21, fémur; 22, costilla; 23, escápula; 24, coracoides; 25, clavículas fusionadas; 26, manubrio del esternón; 27, esternón; 28, quilla; 29, rótula; 30, fíbula; 31, tibiotarso; 32, hueso sesamoideo (cartílago tibial osificado) en la articulación del corvejón; 33, tarsometatarso; 34, dedos; I, II, III, IV. dedos. (Lucas y Stettenheim, 1972.)

mejores voladoras, cuyo esqueleto es grande y fuerte, sin ser proporcionalmente pesado. Gran parte del cráneo del adulto también está neumatizado por espacios que se comunican con las vías aéreas de la cabeza y no con el sistema de sacos aéreos. Otra particularidad es que antes de la época de la postura aparezca hueso medular (trabecular), que sería un depósito de calcio, pero este hueso extra no se debe confundir con procesos patológicos en las radiografías.

Cabeza ósea

Los rasgos sobresalientes de la cabeza ósea son las grandes órbitas situadas entre el cráneo, bulboso, y la cara, piramidal (fig. 39-5). La mandíbula es plana y sólo acrecienta muy poco la altura de la cabeza. Los enormes ojos han desplazado a los huesos que están entre las órbitas en la mayoría de las cabezas de los mamíferos y reducido a otros a una fina lámina mediana (tabique interorbitario, fig. 39-5[11]). Varios huesos craneanos consisten en dos láminas separadas por hueso esponjoso, de modo que son más gruesos de lo que se supondría y dan la impresión de que la cavidad craneana es más grande de lo que realmente es. El hueso occipital rodea al agujero magno. Un solo cóndilo occipital que está inmediatamente a ventral de éste se articula con el atlas formando una articulación que permite que las aves roten la cabeza sobre la columna vertebral en un arco mucho mayor que los mamíferos. La depresión semiesférica de la parte inferior de la pared lateral del cráneo es la cavidad timpánica (fig. 39-5[19]). Su borde delimita el meato acústico externo, que está cerrado por la membrana timpánica en el animal vivo. Las ventanas coclear y vestibular que están en la profundidad de la depresión conducen al oído interno.

La eutanasia (mediante inyección en el encéfalo) se puede hacer a través del agujero magno después de flexionar la articulación atlantooccipital (fig. 39-25[flecha]).

La *parte facial de la cabeza ósea* está formada principalmente por los huesos nasal y premaxilares que rodean la gran abertura nasal (fig. 39-5[2]). El hueso nasal es dorsal y en los psitaciformes, por ejemplo, establece una conexión cartilaginosa flexible (bisagra o charnela craneofacial) con el hueso frontal, permitiendo que la maxilla se eleve mientras se deprime la mandíbula. Debajo de la abertura nasal el maxilar es pequeño y está conectado con la articulación mandibular por el largo y fino arco yugal (fig. 39-5[9]), homólogo del arco cigomático del mamífero. Los huesos palatinos (fig. 39-5[6]) son unas varillas orientadas en dirección caudal que unen los premaxilares con los huesos pterigoides por ventral de las órbitas. Por lo tanto, el tabique óseo entre las cavidades nasal y oral sólo existe en la parte rostral, donde está formado por las apófisis palatinas de los premaxilares.

La *mandíbula* (fig. 39-5[5]) consiste en dos huesos finos fusionados en su parte rostral, donde están cubiertos por el pico inferior. Caudalmente la mandíbula está unida con el cráneo, entre la órbita y el meato acústico externo, por los huesos articular y cuadrado (fig. 39-5[21, 15]), elementos que corresponden al martillo y yunque de los mamíferos. El hueso cuadrado está conectado con el arco yugal y, mediante interposición del pterigoides, con el fino y largo hueso palatino. En aves con charnela craneofacial la depresión de la mandíbula hace rotar el hueso cuadrado y éste empuja el arco yugal y el hueso palatino en dirección rostral, elevando así la maxilla (quinesis).

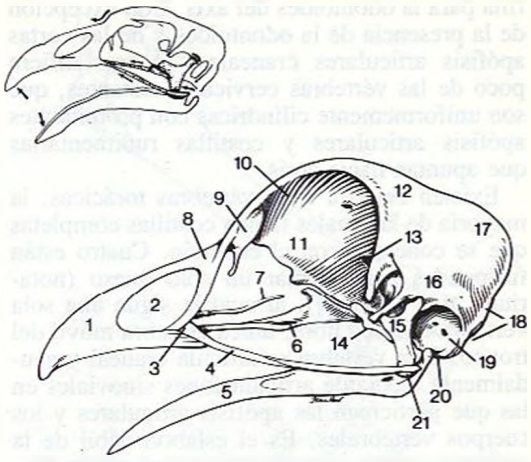


Fig. 39-5. Cabeza ósea, el detalle muestra cómo se eleva la maxilla al deprimirse la mandíbula en pájaros que tienen una charnela craneofacial. (No se ilustran el aparato hioideo ni el anillo esclerótico del globo ocular.)

1, premaxilar; 2, abertura nasal; 3, maxilar; 4, arco yugal; 5, mandíbula; 6, hueso palatino; 7, vómer; 8, hueso nasal; 9, hueso lagrimal; 10, órbita; 11, tabique interorbitario; 12, hueso frontal; 13, agujero óptico; 14, hueso pterigoides; 15, hueso cuadrado; 16, hueso temporal; 17, hueso parietal; 18, huevo occipital; 19, cavidad timpánica con ventanas coclear y vestibular; 20, hueso esfenoides; 21, hueso articular.

Esqueleto axil

En sentido estricto comprende la columna vertebral, costillas y esternón, pero se puede incluir la pelvis porque se inserta con firmeza en el sinsacro, formado por la fusión de las vértebras lumbares, sacras y caudales (fig. 39-4[15]).

La división de la *columna vertebral* en cantidades definidas de vértebras cervicales, torácicas, lumbares, sacras y caudales se dificulta por la extensa fusión y por la incertidumbre sobre el sitio de la unión entre los elementos cervicales y torácicos.

La cantidad de *vértebras cervicales* varía según la longitud del cuello. Las aves pequeñas a veces sólo tienen 8, en tanto que los cisnes tienen hasta 25; la cantidad en las gallinas es de 14 a 17. El atlas (fig. 39-4[5]) es un pequeño anillo que se articula con el único cóndilo occipital mediante una depresión en su arco ventral. En su parte caudal el arco ventral tiene una ca-

rilla para la odontoides del axis. Con excepción de la presencia de la odontoides y de las cortas apófisis articulares craneales, el axis difiere poco de las vértebras cervicales restantes, que son uniformemente cilíndricas con prominentes apófisis articulares y costillas rudimentarias que apuntan hacia atrás.

Existen cinco a siete vértebras torácicas, la mayoría de las cuales tienen costillas completas que se conectan con el esternón. Cuatro están fusionadas para formar un solo hueso (notarium, fig. 39-4[13]), al cual le sigue una sola vértebra torácica libre, única vértebra móvil del tronco. Esta vértebra se articula craneal y caudalmente mediante articulaciones sinoviales en las que participan las apófisis articulares y los cuerpos vertebrales. Es el eslabón débil de la columna porque su extremo craneal puede desplazarse hacia ventral y topar con la médula espinal (''kinky back'' de los pollos parrilleros). La última o las dos últimas vértebras torácicas se fusionan con las vértebras lumbares, sacras y primera caudal para formar el *sinsacro* (fig. 39-4[15]). El sinsacro y el notarium imparten rigidez a la parte dorsal del tronco, rigidez que se extiende lateral y caudalmente por la fusión del sinsacro con los largos huesos de la cadera. Al sinsacro le siguen cinco o seis vértebras caudales libres que permiten el movimiento de la cola. El segmento más caudal (pigostilo, fig. 39-4[17]) consiste en varios rudimentos fusionados y sostiene las plumas de contorno de la cola.

Al igual que en los mamíferos, la *pelvis* ósea consiste en los huesos de las caderas derecha e izquierda y el (sin)sacro. Presenta una profunda concavidad ventral y es relativamente larga, pues rodea por lo menos la mitad del tronco, lo cual se atribuye a la postura bípeda. Las anchas superficies dorsal y lateral de los huesos de las caderas están formadas por el ilion y el isquion, respectivamente (fig. 39-4[18, 19]). El pubis es una fina varilla fijada al borde ventral del isquion (fig. 39-4[20]). El ilion y el isquion se unen para formar el acetábulo, que es perforado. En un sitio caudodorsal respecto de éste hay una apófisis roma (antitrocánter) que se articula con el trocánter del fémur y limita la abducción. Los huesos de las caderas no se unen en una sínfisis ventral y el amplio espacio entre ellos favorece el pasaje del huevo.

Cinco o seis pares de *costillas* conectan el extenso esternón con las vértebras torácicas. Cada costilla completa consiste en las partes dorsal y ventral (vertebral y esternal) que se unen entre sí por medio de una articulación cartilaginosa. La costilla vertebral corresponde a la parte ósea y la esternal a la cartilaginosa de la costilla del mamífero. La mayoría de las costillas vertebrales presentan una apófisis (uciforme) orientada en dirección caudodorsal que se superpone a la costilla siguiente. Estas apófisis prestan inserción a músculos y ligamentos y refuerzan la pared torácica. Las costillas completas son precedidas por las costillas flotantes (vertebrales) de las últimas vértebras cervicales.

El *esternón* es un gran hueso no segmentado que, con sus largas apófisis, forma una parte considerable de la pared ventral del cuerpo (fig. 39-4[27]). Presta inserción a los grandes músculos del vuelo (véase más adelante). Tiene una quilla (carina) prominente en muchas buenas voladoras, en tanto que en otras especies la quilla es baja pero está compensada por el mayor ancho esternal. El esternón de la gallina es relativamente largo y estrecho y, si bien la gallina es una mala voladora, tiene una quilla profunda (fig. 39-4[28]). La posición subcutánea de la quilla es ideal para muestrear médula ósea en las grandes aves de jaula, pero las expone a las lesiones cuando duermen en perchas (las quillas torcidas o contusas son un factor importante para la calificación de las aves de corral). El manubrio (fig. 39-4[26]), apófisis sagital que está en el extremo craneal del esternón, está flanqueado por grandes carillas que reciben los masivos huesos coracoides desde arriba. Unas largas apófisis, craneales y caudales respecto de las articulares con las costillas esternales, amplían el sostén provisto a la pared corporal lateral y ventral. Unos agujeros neumáticos de la superficie dorsal cóncava del esternón se comunican con el saco aéreo clavicular. El extremo caudal del esternón es cartilaginoso en las aves jóvenes pero después se osifica; su flexibilidad, por lo tanto, indica la edad.

Esqueleto apendicular

El esqueleto apendicular está muy modificado por la conversión de los miembros torácicos en alas y porque los miembros pelvianos son los únicos responsables de la locomoción en tierra, del sostén en las perchas y de soportar los esfuerzos de posarse después del vuelo. Los huesos largos aviarios tienen unas cortezas finas y quebradizas que no se prestan para el plaqueado ni el enclavijado de huesos que podría contemplarse en la reparación de fracturas en las grandes aves de jaula. Los huesos de los miembros torácicos están aplicados contra el esqueleto axil, en particular el esternón, por una cintura escapular bien desarrollada; en cambio, los huesos distales del ala han experimentado una reducción. El esqueleto del miembro pelviano es fuerte y se halla simplificado distalmente mediante fusiones y desapariciones.

Miembro torácico. La escápula (fig. 39-4[23]) es una varilla plana que está dispuesta por lateral de la columna vertebral, paralelamente a ella, y se extiende hacia caudal hasta la pelvis. Se halla unida al esqueleto axil por músculos y ligamentos, en tanto que en su parte craneal está conectada con la clavícula y el coracoides; con este último forma la superficie articular que recibe la cabeza del húmero (articulación del hombro). El fuerte coracoides (fig. 39-4[24]) se extiende desde la articulación del hombro hasta una firme articulación con el extremo craneal del esternón; sirve de sujeción frente a los vigorosos movimientos ascendentes y descendentes del ala. Las clavículas derecha e izquierda están unidas para formar la fúrcula (horquilla, fig. 39-4[25]), cuyos bordes y expansión ventral mediana se hallan sujetos al extremo craneal del esternón y a los coracoides mediante una fuerte membrana. La fúrcula conecta las articulaciones del hombro a modo de un elástico y contribuye a aplicar la cintura contra el esqueleto axil. Un agujero (canal trióseo) situado en la unión de la escápula, coracoides y clavícula, transmite el tendón de uno de los músculos del vuelo (véase más adelante).

El recio húmero (fig. 39-4[9]) es plano en ambos extremos. Su extremo proximal presenta los tubérculos dorsal y ventral (fig. 39-6[2, 3]). Cerca del tubérculo ventral hay un agujero neumático (fig. 39-6[4]). La ulna es más gruesa y más larga que el radio (fig. 39-6*B*, *C*). La fila distal de huesos carpianos se ha fusionado con el metacarpo. En la figura 39-6 se ilustran éstos y los huesos remanentes del miembro torácico.

Los músculos de la pechuga que mueven el ala están bien desarrollados y en algunas especies representan hasta el 20% del peso corporal. El músculo pectoral (fig. 39-7[1]), que es superficial, se origina en la quilla del esternón y en la clavícula y va directamente a la superficie ventral del tubérculo dorsal del húmero. Su contracción produce el potente batido descendente del ala. El supracoracoideo (39-7[2]), más pequeño, también nace en el esternón y la clavícula. Su tendón se encamina en dirección dorsal a través del canal trióseo y luego cruza la cabeza del húmero para terminar cerca de su antagonista. Los músculos de la pechuga se palpan como rutina para reconocer el estado general de salud del ave. También se emplean para dar inyecciones intramusculares, pero se debe tomar la precaución de no entrar en la cavidad corporal (fig. 39-16[2, 2']). La porción craneal de estos músculos se debe evitar para este fin porque aquí entran los grandes vasos y, si se lesionan, pueden causar una hemorragia fatal.

Algunos prefieren seccionar el tendón del extensor radial del carpo para que el ave no pueda volar. Este músculo prominente está a dorsal del radio en el ala extendida lateralmente; su corto tendón pasa en posición subcutánea sobre la superficie craneodorsal de la articulación del carpo y termina sobre el extremo proximal del hueso carpometacarpiano (fig. 39-8[5']).

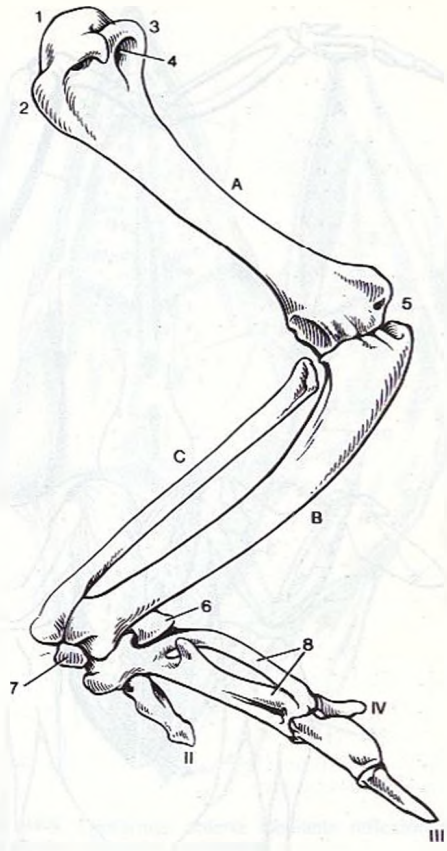


Fig. 39-6. Superficie dorsal del esqueleto del ala izquierda extendida parcialmente hacia lateral. *A*, húmero; *B*, ulna; *C*, radio.

1, cabeza; 2, tubérculo dorsal; 3, tubérculo ventral; 4, agujero neumático; 5, articulación del codo; 6, carpiano ulnar; 7, carpiano radial; 8, carpometacarpianos; II, III, IV, dedos.

Miembro pelviano. El fémur (fig. 39-4[21]) se parece al hueso del mamífero en su forma general. Su extremo proximal palpable se puede usar para muestrear médula ósea. Existe una rótula. La tibia de las aves está fusionada con los elementos tarsianos formando un tibiotarso (fig. 39-4[31]) mucho más largo que el fémur y tiene una fíbula poco desarrollada en su cara lateral. Esta parte del miembro se conoce popularmente como "palillo de tambor". Los elementos tarsianos distales se fusionan con el hueso metatarsiano (que en sí es una fusión de los metatarsianos II, III y IV) para formar el

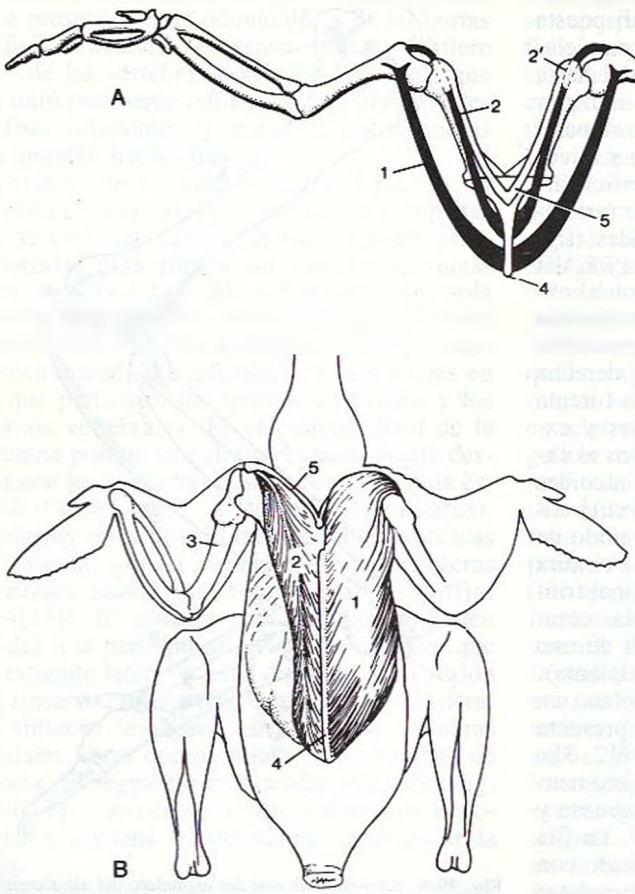


Fig. 39-7. Músculos del vuelo, vista craneal esquemática (*A*); disecados, vista ventral (*B*).

1, pectoral; 2, supracoracoideo; 2', canal trióseo para el tendón de 2; 3, húmero; 4, esternón; 5, clavícula.

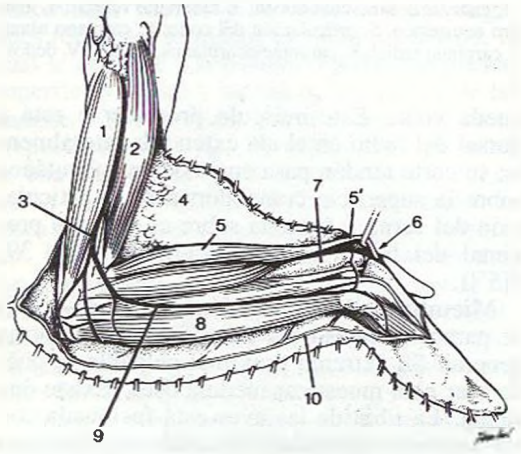


Fig. 39-8. Disección superficial del ala izquierda extendida hacia lateral, superficie ventral.

1, tríceps; 2, bícep; 3, vena braquial; 4, pliegue cutáneo (propatigio); 5, extensor radial del carpo y, 5', su tendón; 6, articulación carpiana: 7, parte subcutánea del radio; 8, flexor ulnar del carpo; 9, vena ulnar (alar) cutánea; 10, piel reflejada.

tarsometatarso (fig. 39-4[33]). Como no hay huesos tarsianos libres, el corvejón es una articulación intertarsiana que une el tibiotarso con el tarsometatarso. Este último se extiende hasta el suelo, donde origina los cuatro dedos cuyo esqueleto se ilustra en la figura 39-4.

En la superficie caudal de la articulación intertarsiana hay un cartílago (tibial) a través del cual pasan los tendones de los flexores digitales. El tendón palpable del gastrocnemio corre por un manguito conectado con la superficie caudal del cartílago y termina en la cara plantar del tarsometatarso. En caso de insuficiencia dietética (perosis) que desfigura el cartílago, los tendones pueden deslizarse fuera del corvejón y causar severa renquera y deformidad. Los flexores digitales están dispuestos de modo que el ave pueda estar en la percha con un mínimo de energía muscular; al bajar su cuerpo el ave flexiona las articulaciones de la rodilla y corvejón y así pasivamente estos tendones se tensan y cierran los dedos en torno de la percha. Por el contrario, cuando un ave *grande* abre la garra, debe extender primero las piernas para re-

lajar la tensión en los tendones flexores. Las cotorras están en la percha con los dedos II y III adelante y I y IV atrás (compárese con la fig. 39-4). Los tendones de los músculos del miembro suelen osificarse en las aves grandes, de modo que aparecen en las radiografías.

Los músculos rojos y blancos (carne oscura y blanca) se distinguen con mucha claridad en las aves. Los rojos contienen mayor cantidad de mioglobina y tienen mayor vascularización, más mitocondrias y más glóbulos de lípidos dentro de sus fibras. Como fuente de energía consumen grasa y no glucógeno (carbohidrato). Como la grasa aporta más energía que el carbohidrato por unidad de peso, los músculos en los cuales predominan las fibras rojas se prestan más para los esfuerzos sostenidos. Los músculos blancos son más potentes pero poseen menos resistencia. Los músculos de la pechuga de las aves con capacidad bien desarrollada para volar son rojos y los de las gallinas y pavos son blancos.

APARATO DIGESTIVO

El aparato digestivo consiste en la orofaringe, esófago, estómago, duodeno, yeyuno, íleon, un par de ciegos y colon; este último finaliza en la cloaca, que también sirve al sistema urogenital. Al igual que en el mamífero, el hígado y el páncreas descargan sus secreciones en el intestino y forman parte del sistema. Varias partes, incluso el pico, exhiben considerables modificaciones y adaptaciones a la dieta.

Orofaringe

Las aves no tienen paladar blando ni una constricción obvia que separe la boca de la faringe. Por lo tanto, "orofaringe" es la cavidad combinada que va desde el pico hasta el esófago. El techo de esta cavidad aplanada en dirección dorsoventral está formado por el paladar, su piso por la mandíbula, la lengua y el montículo laríngeo (fig. 39-9). No existen labios ni dientes y sus funciones están a cargo de los bordes del pico y del estómago muscular (véase más adelante). El *paladar* presenta una larga hendidura más corta y más caudal (infundibular, fig. 39-9[4]); es la abertura común de las trompas auditivas. La coana y la hendidura infundibular desembocan juntas en la cotorra. Existen muchas *papilas* "mecánicas" dispersas por separado o dispuestas en filas transversas; tienen una orientación caudal y contribuyen a propulsar el bolo hacia el esófago. El alimento es humedecido por abundante cantidad de saliva, que se secreta a través de las aberturas apenas visibles (fig. 39-9[2]) de varios juegos de

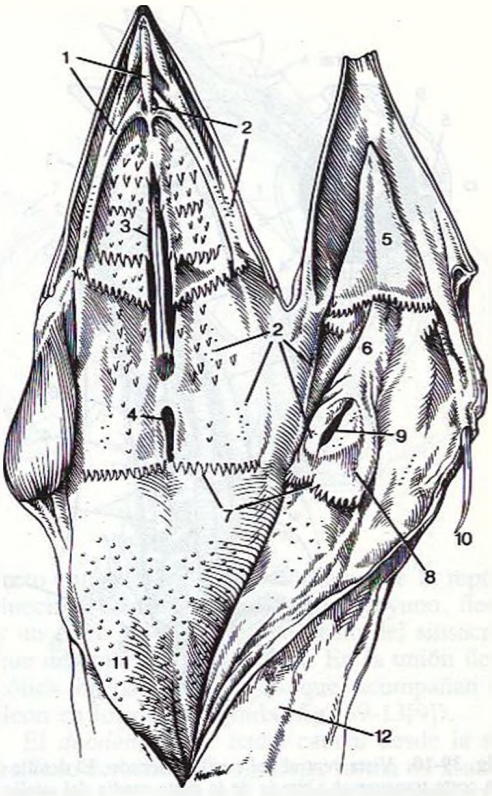


Fig. 39-9. Orofaringe abierta mediante reflexión de la mandíbula, que está a la derecha.

1, crestas palatinas mediana y lateral; 2, desembocaduras de las glándulas salivales; 3, coana; 4, hendidura infundibular; 5, cuerpo de la lengua; 6, raíz de la lengua; 7, papilas "mecánicas"; 8, montículo laríngeo; 9, glotis; 10, cuerno branquial del aparato hioideo; 11, esófago; 12, posición de la tráquea.

glándulas salivales. La *lengua* (fig. 39-9[5, 6]) es triangular, se halla sostenida por un delicado aparato hioideo y no es protráctil. Desplaza el bolo dentro de la orofaringe y al deglutir lo propulsa dentro del esófago mientras la hendidura coanal se cierra. Los patos y gansos tienen una lengua marginada con papilas que encajan con holgura en unos surcos dispuestos en los bordes del pico y sirven para tamizar partículas de alimento que están en el agua. El *montículo laríngeo* (fig. 39-9[8]) se levanta caudal a la base de la lengua. Presenta una hendidura mediana (glotis) que no se halla protegida por una epiglotis. Una falla de papilas señala el nivel de origen del esófago.

Esófago

El esófago está situado primero entre la tráquea y los músculos cervicales, pero enseguida se desvía hacia la derecha, posición ésta que

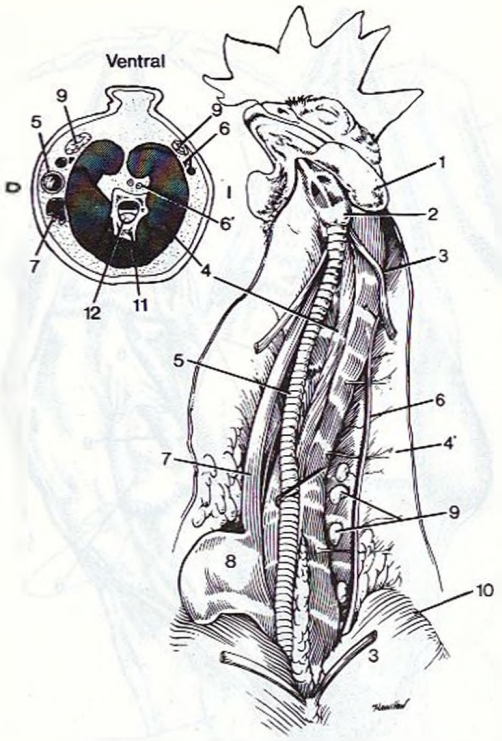


Fig. 39-10. Vista ventral del cuello disecado. El detalle es un corte transversal a través de la parte media del cuello.

1, barba; 2, laringe; 3, esternotiroideo seccionado; 4, músculos cervicales; 4', nervio cervical; 5, tráquea; 6, vena yugular y vago; 6', arterias carótidas internas; 7, esófago; 8, buche; 9, timo; 10, pectoral; 11, vértebra; 12, médula espinal.

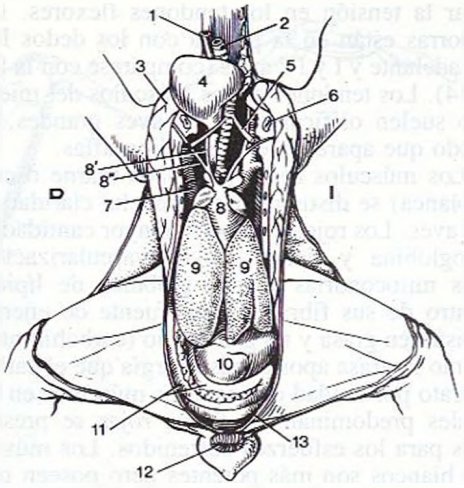


Fig. 39-11. Vísceras después de retirar la pared ventral del cuerpo, vista ventral.

1, esófago; 2, tráquea; 3, pectoral seccionado; 4, buche; 5, esternotraqueal; 6, hueso coracoides seccionado; 7, vena cava craneal derecha; 8, corazón; 8', arteria carótida común; 8'', arteria subclavia; 9, 9', lóbulos derecho e izquierdo del hígado; 10, molleja (saco ciego caudal); 11, asa duodenal que encierra al páncreas, 12, abertura de la cloaca o ventus; 13, uno de los ciegos.

mantiene en todo el resto del cuello, aunque él y la tráquea son muy móviles (fig. 39-10). A la entrada del tórax su pared ventral presenta una gran expansión que forma el *buche* (fig. 39-10[8]), que sobresale más todavía a la derecha y está aplicado contra los músculos de la pechuga. (En los patos y gansos, como en la mayoría de las aves, el buche sólo es un agrandamiento fusiforme del esófago.) El esófago cervical y el buche son subcutáncos y se palpan, de modo que están en situación ideal para hacer cirugía (cuerpos extraños, impactación), pero son vulnerables a la laceración. El buche almacena alimentos por breves períodos cuando el estómago muscular está lleno. Dentro de la cavidad corporal el esófago pasa sobre la bifurcación de la tráquea, debajo de la superficie ventral de los pulmones y sobre la base del corazón (fig. 39-11); se fusiona con el estómago glandular directamente a la izquierda del plano mediano. En el segmento caudal del esófago del pato existe mucho tejido linfoide (amígdala esofágica).

El esófago es capaz de distenderse mucho; su túnica propia contiene glándulas mucíparas cuya secreción lubrica el pasaje del bolo. Durante la cloquera el gran buche simétrico de las palomas macho y hembra elabora un material grumoso (leche de buche) que consiste en células descamadas cargadas de lípido y mezcladas con alimentos ingeridos, que se regurgita y se da a los pichones.

Estómago

El estómago se halla dividido mediante un estrechamiento en una parte glandular y otra muscular (proventrículo y molleja), dispuesta la primera delante de la segunda cerca del plano mediano. El proventrículo está en contacto por ventral con el lóbulo izquierdo del hígado y la molleja, más grande y más caudal, también toca el hígado pero entabla un contacto más extenso con el esternón y la parte inferior de la pared abdominal lateral izquierda, de modo que se la expone al retirar el esternón y los músculos abdominales durante la necropsia (fig. 39-11[10]).

El *proventrículo* es fusiforme y mide unos 4 cm de largo. Su mucosa blancuzca está revestida por un epitelio columnar mucosecretante que se halla nítidamente delimitado respecto del revestimiento más rojizo del esófago (fig. 39-12). Presenta numerosas elevaciones macroscópicas (papilas) a través de las cuales pasan los conductos colectores de un grueso lecho de glándulas. Estas glándulas producen HCl y

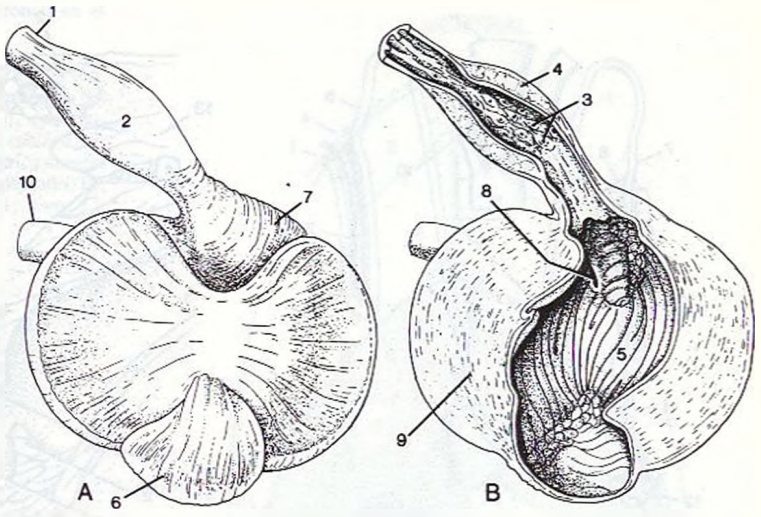


Fig. 39-12. Estómago, superficie ventral (*A*) y abierto ventralmente (*B*).

1, esófago; 2, proventrículo; 3, papilas; 4, glándulas proventriculares profundas visibles en la superficie de corte; 5, luz de la molleja; 6, saco ciego caudal; 7, saco ciego craneal; 8, orificio pilórico; 9, masa muscular craneoventral; 10, duodeno.

pepsina y se ven con facilidad en la superficie de corte de la pared, en la profundidad de la fina túnica muscular (fig. 39-12[4]). Las papilas son tan prominentes que pueden confundirse con lesiones parasitarias.

La *molleja* tiene una forma lenticular y está dispuesta de modo que sus superficies convexas miran más o menos a la derecha e izquierda. Su interior es alargado y está agrandado por unos sacos ciegos craneal y caudal, de los cuales el primero se conecta con el proventrículo (fig. 39-12[7, 6]). El píloro y el origen del duodeno están en la superficie derecha, junto al saco ciego craneal (fig. 39-14[4]). La mayor parte del órgano consiste en dos gruesas masas de músculo que se insertan en unos centros tendinosos brillantes, uno en cada superficie. Los sacos ciegos están cubiertos por dos músculos más finos. La membrana mucosa es fina pero muy fuerte, aunque sólo consiste en una delgada capa de glándulas tubulares cubiertas por epitelio cuboide. La secreción de las glándulas se solidifica en la superficie y forma una dura *cutícula* de coilina, que es un complejo de carbohidrato y proteína. La cutícula, áspera y plegada se repone a medida que se desgasta en la superficie mediante la producción de las glándulas que están debajo. En las aves que comen semillas las potentes contracciones de la molleja trituran el alimento con ayuda de la arenilla ingerida, remedando la función masticatoria que cumplen los dientes en los mamíferos. Por lo tanto, se les debe proveer arenisca, cuya radiodensidad identifica la molleja en las radiografías.

Intestinos

Los intestinos ocupan la parte caudal de la cavidad corporal y establecen un extenso contacto con la molleja y los órganos de la reproducción. Consisten en duodeno, yeyuno, íleon y un corto colon ventral respecto del sinsacro, que desemboca en la cloaca. En la unión ileocólica brotan dos ciegos que acompañan al íleon en forma retrógrada (fig. 39-13[9]).

El *duodeno* corre hacia caudal desde la superficie derecha de la molleja, forma un asa cerrada en U y regresa a la unión duodenoyeyunal, que está cerca del estómago. La mayor parte del asa está aplicada sobre el piso del abdomen y sigue la curvatura caudal de la molleja (fig. 39-11[11]). El páncreas está entre ambas ramas del duodeno y desemboca en el extremo distal de éste; cerca de este sitio también desembocan los conductos biliares (fig. 39-13[4]).

El *yeyuno* forma unas asas sueltas a lo largo del borde del mesenterio y su pared es tan fina que su contenido le imparte un aspecto verdoso (fig. 39-14[7]). Una pequeña evaginación (divertículo vitelino, fig. 39-14[8]) señala la primitiva conexión con el saco vitelino. (El saco vitelino persiste dentro de la cavidad corporal para nutrir al pollito por unos días.) Existen placas de nodulillos linfáticos aglomerados. En el pato y el ganso el yeyuno está dispuesto en varias asas en U, mientras que en la paloma forma una masa cónica que posee vueltas centrípetas externas y centrífugas internas.

El *íleon* se continúa a partir del yeyuno sin delimitación. Se le atribuye un origen comprendido entre el divertículo vitelino o frente a los ápices de los ciegos (fig. 39-13[7]).

El intestino grueso comprende los ciegos y el colon (fig. 39-13[9, 11]). Los *ciegos*, relativamente largos en las gallinas y pavos, se originan en la unión ileocólica y acompañan al íleon, al cual están unidos por pliegues ileocecales. Al principio corren en dirección craneal

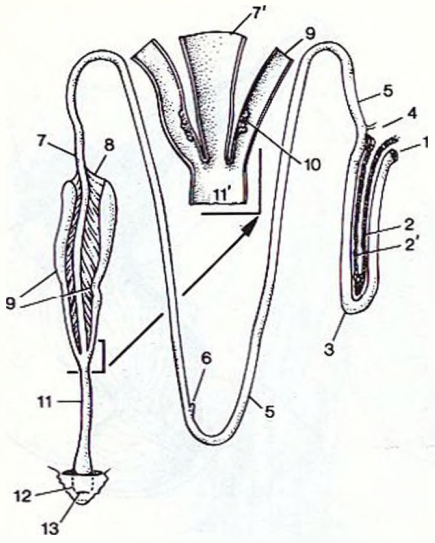


Fig. 39-13. Tracto intestinal aislado con detalle de la unión ileocólica.

1, píloro; 2, 2', lóbulos dorsal y ventral del páncreas; 3, asa duodenal; 4, conductos biliares y pancreáticos que desembocan en el duodeno; 5, yeyuno; 6, divertículo vitelino; 7, íleon; 7', íleon abierto; 8, pliegue ileocecal; 9, ciegos; 9', ciego abierto; 10, amígdala cecal; 11, colon; 11', colon abierto; 12, cloaca; 13, ventus.

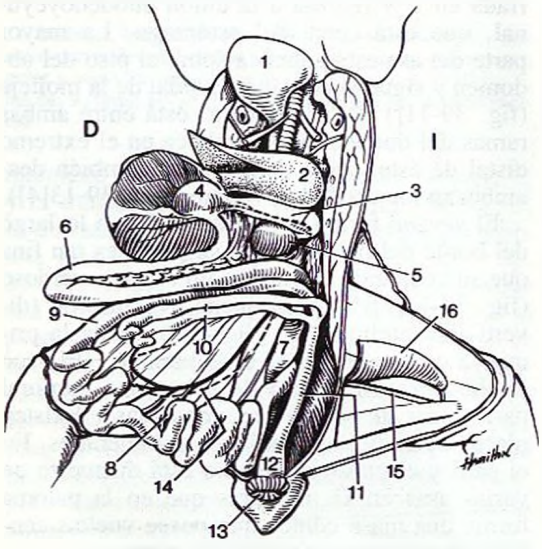


Fig. 39-14. Tracto gastrointestinal después de reflejar el hígado, el estómago y el intestino delgado en dirección craneolateral hacia la derecha del ave, vista ventral.

1, buche; 2, lóbulo izquierdo del hígado; 3, proventrículo con el vago en su superficie dorsal; 4, saco ciego craneal en el lado derecho de la molleja reflejada; 5, bazo; 6, asa duodenal que rodea el páncreas; 7, yeyuno; 8, divertículo vitelino; 9; íleon; 10, ciegos; 11, colon; 12, cloaca; 13, ventus; 14, vasos mesentéricos craneales y nervio intestinal en el mesenterio; 15, nervio ciático y arteria isquiática; 16, gracilis y aductor.

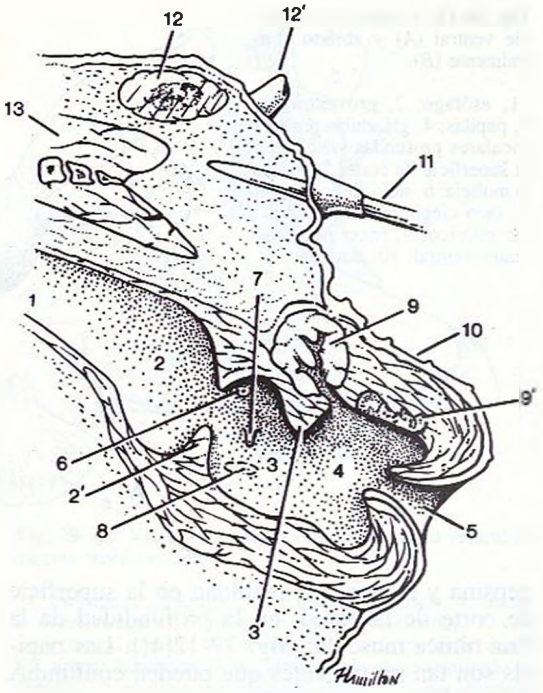


Fig. 39-15. Corte mediano de la cloaca, semiesquemático.

1, colon; 2, coprodeo; 2', pliegue coprourodeal; 3, urodeo; 3', pliegue uroproctodeal; 4, proctodeo; 5, ventus (abertura de la cloaca); 6, orificio ureteral; 7, papila del conducto deferente; 8, posición del orificio del oviducto (sólo en el lado izquierdo); 9, bolsa cloacal; 9', glándula proctodeal dorsal; 10, piel; 11, pluma de la cola; 12, glándula uropigia; 12', papila de la glándula uropigia; 13, músculos que rodean las vértebras caudales.

pero después viran hacia atrás de modo que sus extremos cerrados suelen estar cerca de la cloaca (fig. 39-11[13]). El segmento proximal posee una gruesa túnica muscular (esfínter cecal) y contiene mucho tejido linfoide (la llamada amígdala cecal, fig. 39-13[10]). La porción media, de fina pared, es verdosa por su contenido. Los extremos cerrados tienen paredes más gruesas y son bulbosos. En los ciegos se produce la degradación bacteriana de la celulosa. Los pájaros passeriformes y las palomas tienen ciegos muy cortos y los psitaciformes no los tienen.

El *colon* mide unos 10 cm de largo y termina con un ligero agrandamiento al llegar a la cloaca.

Cloaca

La cloaca, común a los aparatos digestivo y urogenital, se abre al exterior en el *ventus* (fig. 39-15[5]). El colon, los uréteres y los conductos deferentes (o el oviducto izquierdo) desembocan en ella en distintos niveles. En forma se-

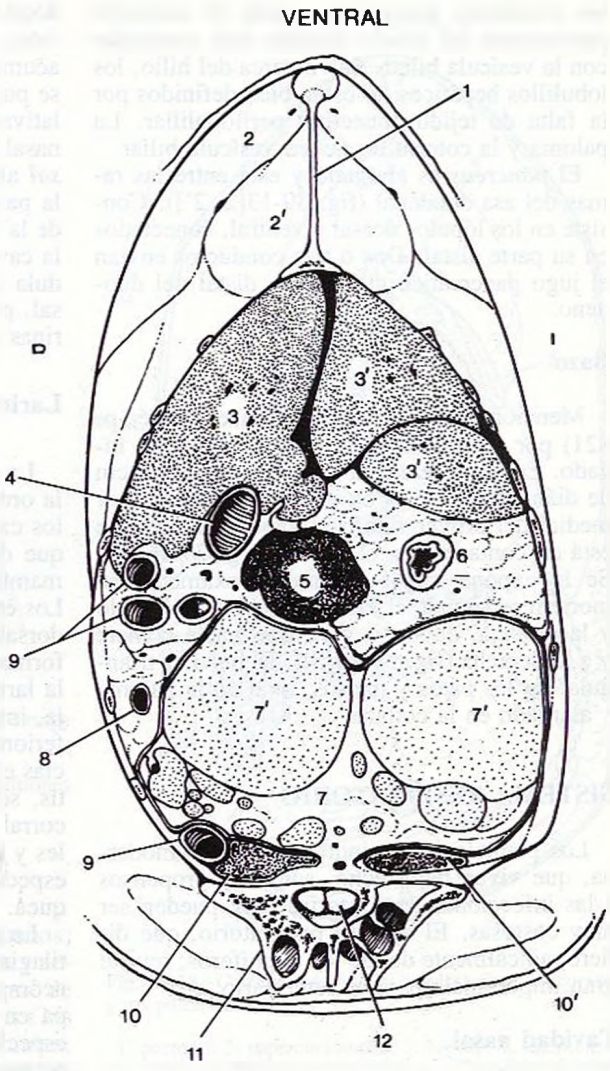


Fig. 39-16. Corte transversal del tronco en el extremo craneal del ilion.

1, quilla del esternón; 2, pectoral; 2', supracoracoideo; 3,3', lóbulos derecho e izquierdo del hígado; 4, vesícula biliar; 5, bazo; 6, estrechamiento entre el proventrículo y la molleja; 7, ovario; 7', folículos; 8, vena mesentérica craneal en la grasa mesentérica; 9, intestino delgado; 10, 10', riñones derecho e izquierdo; 11, ilion; 12, médula espinal.

cuencial, la cloaca está dividida en coprodeo, urodeo y proctedeo por dos pliegues anulares más o menos completos.

El *coprodeo* es la continuación ampollar del colon, en la cual se almacenan las heces (fig. 39-15[2]). Está limitado caudalmente por el pliegue coprourodeal (fig. 39-15[2']), que puede estirarse por la presión de las heces, de manera que la abertura central se evierte a través del ventus. El urodeo y el proctodeo (fig. 39-15[5, 4]) se describen con el sistema urogenital (p. 815).

Hígado y páncreas

El *hígado* aviario es pardo oscuro, salvo en las dos primeras semanas siguientes a la ruptura del cascarón, cuando obtiene un color amarillo por los pigmentos de la yema (vitelinos) que siguen absorbiéndose del intestino antes de que finalmente el saco vitelino involucione. El hígado consiste en los lóbulos derecho e izquierdo, conectados en su parte craneal por un puente que pasa por dorsal del corazón (fig. 39-11). El lóbulo derecho, más grande, tiene la vesícula biliar en su superficie visceral y está perforado por la vena cava caudal, en tanto que el lóbulo izquierdo se halla dividido (fig. 39-16[3']). La superficie parietal del hígado es convexa y está aplicada contra las costillas esternales y el esternón, de modo que queda expuesto al retirar los músculos de la pechuga y el esternón en el examen post mortem. La superficie visceral es cóncava y toma contacto con el bazo, proventrículo, molleja, duodeno, yeyuno y ovario o testículo derecho. Dos conductos biliares, uno de cada lóbulo, desembocan en el extremo distal del duodeno, cerca de

los conductos pancreáticos; sólo el conducto proveniente del lóbulo derecho está conectado con la vesícula biliar. Salvo cerca del hilio, los lobulillos hepáticos no están bien definidos por la falta de tejido conectivo perilobulillar. La paloma y la cotorra no tienen vesícula biliar.

El *páncreas* es alargado y está entre las ramas del asa duodenal (fig. 39-13[2, 2']). Consiste en los lóbulos dorsal y ventral, conectados en su parte distal. Dos o tres conductos envían el jugo pancreático al extremo distal del duodeno.

Bazo

Mencionamos el bazo aquí (véase también p. 821) por su relación con el estómago y el hígado. Es una esfera roja pardusca de unos 2 cm de diámetro que está en el plano mediano, por medial del proventrículo y craneoventralmente está en contacto con el hígado (fig. 39-16[5]). Se lo expone mejor durante el examen post mortem reflejando el lóbulo derecho del hígado y la molleja, duodeno y yeyuno hacia craneal y a la derecha (fig. 39-14[5]). El bazo es triangular en los patos y gansos, oval en la paloma y alargado en la cotorra.

SISTEMA RESPIRATORIO

Los planteles de la industria avícula moderna, que viven bajo techo, son muy propensos a las infecciones respiratorias, que pueden ser muy costosas. El aparato respiratorio, que difiere radicalmente del de los mamíferos, reviste gran importancia para el veterinario.

Cavidad nasal

Las narinas (fig. 39-1[1]), que están en la base del pico, se hallan cubiertas por un pliegue córneo (opérculo). Conducen a la cavidad nasal que, al igual que en el mamífero, está dividida por un tabique mediano y entabla una amplia comunicación con la orofaringe por medio de la coana (fig. 39-9[3]).

Las cavidades nasales están comprimidas en ambos lados y se extienden hasta las grandes órbitas. En este espacio penetran los *cornetes* rostral, medio y caudal, originados en la pared lateral (fig. 39-25[2, 2', 2'']). Los cornetes rostral y medio encierran recesos que se comunican con la cavidad nasal; el caudal rodea un divertículo del *seno infraorbitario*. Este seno está por lateral de la cavidad nasal, en la cual desemboca mediante un estrecho conducto situado de modo que impide su drenaje natural. El seno tiene una pared fina y está directamente debajo de la piel, por rostral y ventral del ojo, donde se lo identifica porque cede a la palpación; se lo puede abrir y el exudado, que se acumula en su interior en varias enfermedades, se puede drenar. El conducto nasolagrimal, relativamente ancho, desemboca en la cavidad nasal ventral al cornete medio. La *glándula nasal* alargada se extiende hacia adelante, desde la parte dorsal de la órbita, en la pared lateral de la cavidad nasal. Su conducto desemboca en la cavidad a nivel del cornete rostral. La glándula se conoce en general como glándula de sal, pero sólo secreta sodio en las especies marinas (y en algunas otras).

Laringe, tráquea y siringe

La *laringe* ocupa un montículo en el piso de la orofaringe (fig. 39-9[8]). Está sostenida por los cartílagos cricoides y el par de aritenoides, que difieren mucho de sus equivalentes en el mamífero pero ocupan posiciones similares. Los eritenoides se articulan con la parte rostrodorsal del cricoides, que es anular. La glotis, formada por los aritenoides, cierra la entrada de la laringe mediante una acción muscular refleja, impidiendo que entren en las vías aéreas inferiores partículas de alimento y otras sustancias extrañas. A pesar de la estrechez de la glotis, se puede intubar la tráquea en las aves de corral más grandes. No existen pliegues vocales y la voz se produce en la siringe, estructura especial que está en la bifurcación de la tráquea.

La *tráquea*, constituida por unos anillos cartilaginosos completos y densamente apilados, acompaña al esófago en todo el cuello y se palpa en el lado derecho (fig. 39-10[5]). En las especies de cuello largo, como los cisnes trompeteros, es mucho más larga que el cuello y a nivel de la entrada del tórax forma un asa que se acomoda en una excavación del esternón. La tráquea se bifurca en dos bronquios primarios, dorsales a la base del corazón. Estos bronquios entran en la superficie ventral de los pulmones después de un breve recorrido.

La *siringe* está formada por la parte terminal de la tráquea y el comienzo de los bronquios primarios (fig. 39-17). Los cartílagos traqueales de la siringe son fuertes, en tanto que los cartílagos bronquiales faltan en gran medida, aunque las aberturas bronquiales están separadas por una corta barra vertical (pesulo, fig. 39-17[3]). Las paredes laterales y mediales de los bronquios son membranosas y producen la voz al hacerlas vibrar (fig. 39-17[2, 2']). Los patos y cisnes machos tienen una ampolla ósea (presunto resonador) en el lado izquierdo de la siringe. En los pájaros cantores existe un intrincado conjunto de músculos siríngeos.

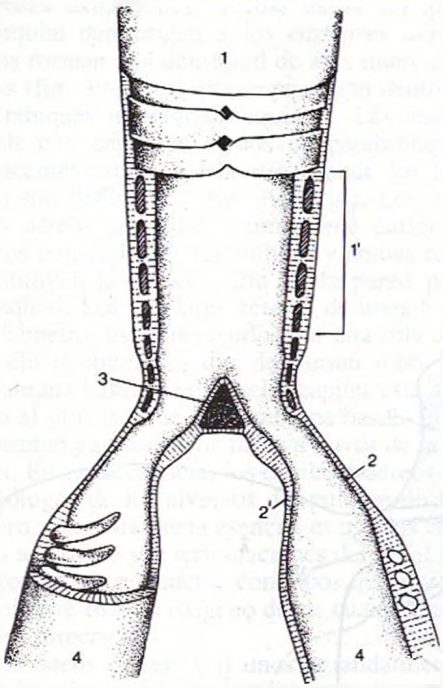


Fig. 39-17. Representación semiesquemática de la siringe abierta.

1, tráquea; 1', tímpano; 2, 2', membranas timpaniformes lateral y medial; 3, pesulo; 4, bronquios primarios.

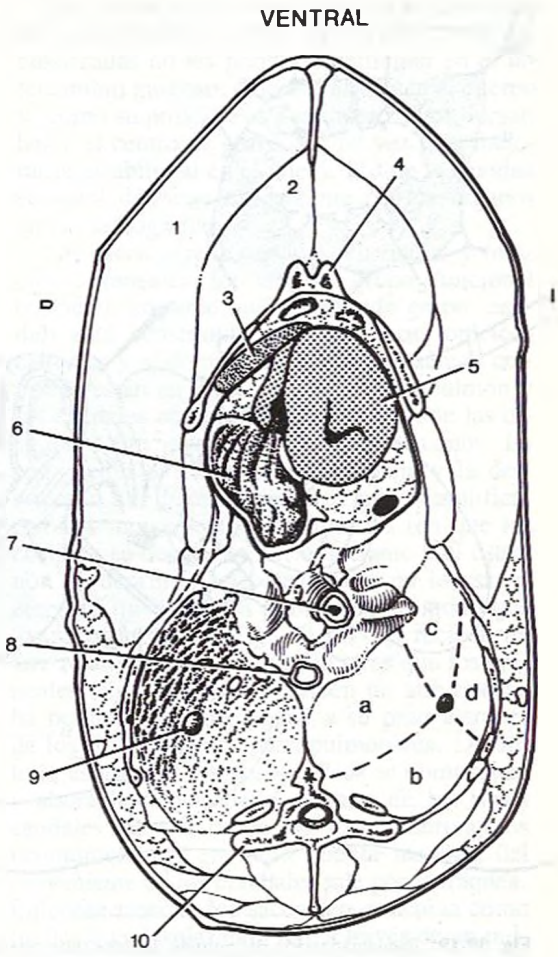


Fig. 39-18. Corte transversal del tronco a nivel del corazón y los pulmones.

1, pectoral; 2, supracoracoideo; 3, hígado; 4, esternón; 5, ventrículo izquierdo; 6, atrio derecho; 7, esófago; 8, aorta descendente; 9, bronquio primario en el pulmón derecho; 10, vértebra torácica (notarium).

a, b, c, d, áreas del pulmón izquierdo ventiladas por bronquios secundarios medioventrales, mediodorsales, lateroventrales y laterodorsales.

Pulmones

Los pulmones son relativamente pequeños, no lobulados, de color rojo vivo y blandos y sedosos al tacto. Ocupan la parte craneodorsal de la cavidad corporal y están aplicados contra las vértebras torácicas y las costillas vertebrales, que los marcan profundamente. No cubren las superficies laterales del corazón, a diferencia de lo que sucede en los mamíferos. La superficie dorsal convexa está adaptada a la curvatura de las costillas, en tanto que la superficie ventral (septal) cóncava está aplicada contra el tabique horizontal (véase más adelante) y mira hacia el esófago, corazón e hígado (fig. 39-18). Los pulmones están débilmente sujetos a la pared corporal y al tabique horizontal que los confina desde abajo. No existe ninguna cavidad pleural que corresponda a la de los mamíferos y su capacidad expansiva es insignificante.

El *bronquio primario* (fig. 39-19[1]) entra en la superficie ventral, corre en diagonal a través del pulmón, estrechándose mientras tanto, y en el borde caudal se continúa con el saco aéreo abdominal (fig. 39-19[13], véase más adelante). En la gallina emite 40 a 50 *bronquios secundarios* clasificados como medioventrales, mediodorsales, lateroventrales y laterodorsales, de acuerdo con las áreas generales del pulmón a las cuales ventilan (fig. 39-18[a-d]).

Por lo general hay cuatro *bronquios medioventrales* (fig. 39-19[3]) que nacen inmediatamente después de que el bronquio primario entra en el pulmón. El primero envía una rama a la superficie para su conexión directa con el saco aéreo cervical (fig. 39-19[9]); el tercero se comunica de manera similar con los sacos clavicular y torácico craneal (fig. 39-19[10, 11]). Luego unos ocho bronquios mediodorsales (fig. 39-19[4]) parten de la pared dorsal del bronquio primario, pero no tienen ninguna conexión con sacos aéreos. Frente al conjunto precedente surgen unos ocho *bronquios lateroventrales*

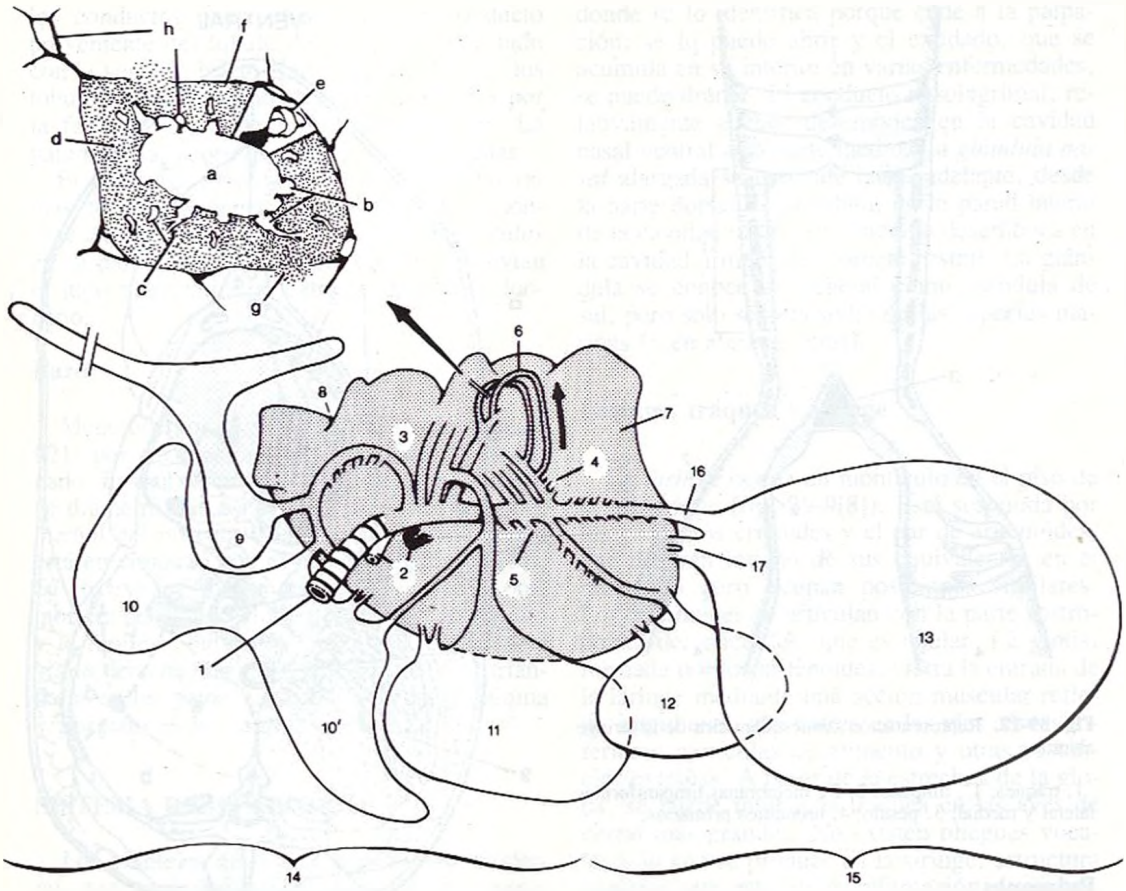


Fig. 39-19. Esquematización del pulmón derecho (vista medioventral) y sus respectivos sacos aéreos. Se han simplificado las estructuras intrapulmonares. El detalle muestra un corte transversal de un parabronquio.

1, bronquio primario; 2, vasos pulmonares en el hilio; 3, bronquios medioventrales; 4, bronquios mediodorsales; 5, bronquios lateroventrales; 6, asas de parabronquios; 7, pulmón; 8, muescas causadas por las costillas; 9, saco aéreo cervical; 10, 10', partes extratorácica e intratorácica del saco aéreo clavicular; 11, sacos aéreos torácicos craneales; 12, saco aéreo torácico caudal; 13, saco aéreo abdominal; 14, sacos aéreos craneales funcionalmente relacionados con los parabronquios paleopulmonares; 15, sacos aéreos caudales funcionalmente relacionados con los parabronquios neopulmonares; 16, conexión directa (sacobronquial); 17, conexión indirecta (bronquial recurrente) del saco aéreo con el pulmón.

a, luz; b, atrios; c, infundíbulos; d, red de capilares aéreos y sanguíneos; e, atrio (diseñado sólidamente) y capilares aéreos esquemáticos que muestran su continuidad; f, tabique interparabronquial; g, tejido intercambiador de gases que se anastomosa mediante una brecha en el tabique interparabronquial; h, vasos sanguíneos.

(fig. 39-19[5]). Uno, más grande que los restantes, envía una rama a la superficie para entablar una conexión directa con el saco aéreo torácico caudal (fig. 39-19[12]). Por último, unos 25 *bronquios laterodorsales* nacen en la parte opuesta a la de los grupos mediodorsal y lateroventral. Son más pequeños que los de los tres grupos precedentes y no pasan de modo directo a los sacos aéreos.

Los bronquios secundarios emiten unos 400 a 500 *parabronquios*, en cuyas paredes relativamente gruesas tiene lugar el intercambio gaseoso. Los parabronquios originados en los bronquios medioventrales y mediodorsales se comunican entre ellos en forma terminoterminal para formar asas de diversas longitudes (fig. 39-19[6]). Estas asas, que están densamente aglomeradas y son paralelas, constituyen unas tres cuartas partes del tejido pulmonar y forman la división funcional que se conoce como paleopulmón. Los parabronquios de los bronquios lateroventrales y laterodorsales más pequeños forman una división funcional menos regular y más caudal que se conoce como neopulmón.

Los diámetros internos y externos de los parabronquios miden cerca de 1 y 2 mm, respectivamente. Los parabronquios se anastomosan con los vecinos, de los cuales están separados por tabiques fenestrados (fig. 39-19[f]). Nu-

merosas extensiones (atrios) de la luz parabronquial dan origen a los *capilares aéreos*. Estos forman una densa red de asas interconectadas (fig. 39-19[e]) que se propagan dentro de los tabiques interparabronquiales. Las anastomosis con capilares aéreos de parabronquios adyacentes están en los sitios donde los tabiques son deficientes (fig. 39-19[g]). Los capilares aéreos se hallan íntimamente entremezclados con capilares sanguíneos y ambas redes constituyen la mayor parte de la pared parabronquial. Los capilares aéreos, de unos 5 μm de diámetro, están revestidos por una sola capa de células epiteliales que descansan sobre una membrana basal. El endotelio capilar está aplicado al otro lado de la membrana basal. El intercambio gaseoso tiene lugar a través de la barrera. En consecuencia, los capilares aéreos son homólogos de los alvéolos del pulmón de mamífero. Una diferencia esencial es que los capilares aéreos no son terminaciones del árbol respiratorio sino conductos continuos que pueden recibir aire rico en oxígeno desde cualquiera de ambas direcciones.

Los *sacos aéreos* son unos agrandamientos cerrados de pared fina del sistema bronquial que se extienden más allá del pulmón en íntima relación con las vísceras torácicas y abdominales. Estos sacos emiten divertículos que entran en diversos huesos y hasta se extienden entre los músculos esqueléticos.

La gallina posee ocho sacos aéreos: el cervical y el clavicular y los pares de sacos torácicos craneales, torácicos caudales y abdominales. El *saco cervical* (fig. 39-19[9]) consiste en una pequeña cámara central que está ventral a los pulmones y desde la cual unos largos divertículos se extienden dentro y a lo largo de las vértebras cervicales y torácicas. El *saco clavicular*, mucho más grande, está a la entrada del tórax. Su porción torácica (fig. 39-19[10']) llena el espacio que está por craneal y en torno del corazón y se extiende dentro del esternón. Sus divertículos extratorácicos (fig. 39-19[10]) pasan entre los músculos y huesos de la cintura escapular para aerear el húmero. Por lo tanto, las fracturas expuestas del húmero pueden introducir infección en los sacos aéreos y los pulmones. El par de *sacos torácicos craneales* (fig. 39-19[11]) está por ventral de los pulmones, entre las costillas esternales y el corazón e hígado. El par de *sacos torácicos caudales* (fig. 39-19[12]) es más caudal, entre la pared corporal y los sacos abdominales. El par de *sacos abdominales* (fig. 39-19[13]) es el más grande. Ocupan las partes caudodorsales de la cavidad abdominal, donde están en amplio contacto con los intestinos, molleja, órganos genitales y riñones. Sus divertículos penetran en recesos del sinsacro y acetábulo.

Los sacos aéreos funcionan principalmente en la respiración, aunque sus paredes poco vascularizadas no les permiten participar en el intercambio gaseoso. Además alivianan el cuerpo y, como su posición es a grandes rasgos dorsal, bajan el centro de gravedad, tal vez para mejorar la estabilidad en el vuelo. Los de la cavidad corporal delinean nítidamente ciertos órganos en las radiografías.

Los sacos aéreos cervical, clavicular y torácicos craneales forman un grupo funcional (craneal), en tanto que el segundo grupo (caudal) está constituido por los sacos torácicos caudales y abdominales. Los sacos aéreos craneales están en relación con el paleopulmón y los caudales con el neopulmón, que son las divisiones funcionales que ya mencionamos. La respiración de las aves es compleja y la descripción que hacemos aquí es muy simplificada. Los movimientos inspiratorios (en que las costillas se desplazan hacia adelante y el esternón se deprime) introducen aire en los sacos aéreos a través de los pulmones, de modo que los sacos caudales (fig. 39-19[15]) reciben un aire relativamente fresco, mientras que los craneales (fig. 39-19[14]) reciben un aire que ya ha perdido mucho oxígeno a su paso a través de los parabronquios paleopulmonares. Durante la espiración los sacos aéreos se comprimen y ahora la mayor parte del aire de los sacos caudales pasa a través de los parabronquios neopulmonares, en tanto que la mayoría del proveniente de los craneales sale por la tráquea. En consecuencia, los sacos aéreos actúan como fuelles que desplazan el aire a través de un pulmón que en gran medida es pasivo. En ellos el flujo aéreo es en marejada, como en el pulmón del mamífero, pero el flujo aéreo en el pulmón es circular; es decir, el aire pasa por las asas de parabronquios paleopulmonares siempre en la misma dirección. Todavía no se ha elucidado del todo bien cómo se consigue esto.

APARATO UROGENITAL

Riñones y uréteres

Los *riñones* son pardos y alargados (fig. 39-20*A-C*). Llenan los recesos que están en las superficies ventrales de los huesos de las caderas y están aplicados contra el sinsacro, llegando casi hasta su límite caudal; cranealmente están en contacto con los pulmones. Los sacos aéreos abdominales, que están aplicados contra sus superficies ventrales, emiten divertículos que llegan a las superficies dorsales. Varios vasos y nervios pasan a través de los riñones y esto no permite retirarlos sin que se lesionen.

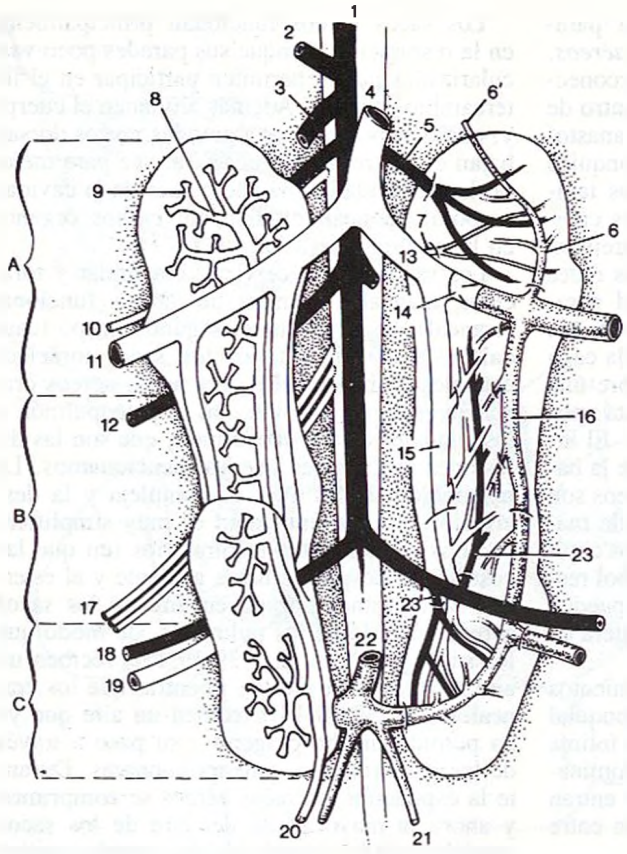


Fig. 39-20. Vista ventral esquemática de los riñones y de los vasos y nervios de sus cercanías. El riñón derecho muestra las ramas del uréter y el riñón izquierdo los vasos renales. A, B, C, divisiones craneal, media y caudal del riñón.

1, aorta; 2, arteria celíaca; 3, arteria mesentérica craneal; 4, vena cava caudal; 5, arteria renal craneal; 6, vena porta renal craneal; 6', anastomosis con el seno venoso vertebral; 7, vena renal craneal; 8, rama primaria del uréter; 9, rama secundaria del uréter; 10, nervio femoral; 11, vena ilíaca externa; 12, arteria ilíaca externa; 13, vena ilíaca común; 14, válvula portal; 15, vena renal caudal; 16, vena porta renal caudal; 17, nervio ciático; 18, arteria isquiática; 19, vena isquiática; 20, uréter; 21, vena ilíaca interna; 22, vena mesentérica caudal; 23, 23', arterias renales media y caudal. (Fentener van Vlissingen.)

Cada riñón está dividido arbitrariamente en las divisiones craneal, media y caudal por las arterias ilíaca externa e isquiática (fig. 39-20[12, 18]), ramas de la aorta abdominal. En otras especies, pero no en la gallina, las divisiones caudales derecha e izquierda están fusionadas.

El *uréter* (fig. 39-20[20]) nace en la división craneal mediante la confluencia de varias ramas primarias y pasa sobre la superficie medioventral del riñón, recibiendo a su paso ramas adicionales de las divisiones media y caudal; no existe pelvis renal. Luego el uréter continúa en dirección caudal a lo largo del conducto genital para terminar en el urodeo (véase más adelante). La orina concentrada que hay en su interior le imparte un tinte blancuzco. No existe vejiga ni uretra.

Las ramas primarias del uréter (fig. 39-20[8]) se forman mediante la confluencia de varias ramas secundarias, cada una de las cuales recibe orina de un pequeño grupo (cinco a seis) de *lobulillos renales*. Éstos son cónicos, y miden 1 a 2 mm de diámetro y, cuando están en la superficie, sobresalen un poco formando un patrón visible. Cada lobulillo consiste en nefrones y en las redes vasculares responsables de extraer orina en la sangre. Los túbulos colectores están en la periferia del cono y confluyen en su punta. Cinco a seis lobulillos se combinan para formar un tubo alargado irregular. Los túbulos colectores de cada lóbulo se combinan para formar una rama secundaria del uréter.

Vasos sanguíneos de los riñones

El riñón es irrigado por las *arterias renales* craneal, media y caudal (fig. 39-20[5, 23, 23']). La arteria craneal nace en la aorta y las otras en la arteria isquiática. Tras repetidas divisiones cada una da origen a unas arterias intralobulillares microscópicas que ocupan típicamente el centro de los lobulillos renales. Las arterias interlobulillares irrigan los corpúsculos y los túbulos renales. Aunque las venas más pequeñas son satélites de las arterias, las varias *venas renales* (fig. 39-20[7, 15]) que salen del órgano desembocan en la vena ilíaca común (fig. 39-20[13]), rama de la vena cava caudal. A esto se le superpone un sistema porta renal constituido por *venas portales renales* craneal y caudal (fig. 39-20[6, 16]). Las venas portales reciben sangre de las partes caudales del cuerpo y la envían a los lechos capilares intralobulillares que reciben sangre arterial de las arterias re-

nales, de modo que la sangre que ya ha pasado por un lecho capilar en el miembro pelviano o en la pelvis entra en el riñón para pasar por un segundo lecho. Una *válvula portal* (fig. 39-20[14]) regula la cantidad de sangre venosa que entra en el riñón; cuando está estrechada entra más sangre en los riñones, aunque un poco siempre escapa mediante conexiones con los senos vertebrales y la vena mesentérica caudal (fig. 39-20[6', 22]) en los extremos craneal y caudal del sistema. La mayor parte de la sangre de la vena mesentérica caudal pasa por la vena porta hepática derecha y por el hígado antes de llegar al corazón. (Se sugirió que no se deben inyectar antibióticos en los músculos del miembro pelviano porque parte de la droga se excretaría por vía renal antes de llegar al corazón para su distribución general.)

Órganos reproductores masculinos

Consisten en testículos, epidídimos y conductos deferentes pares y un solo falo que es el órgano copulador. Los testículos permanecen en sus sitios de origen y faltan el cordón espermático, la túnica vaginal y el escroto. Tampoco existen glándulas genitales accesorias ni uretra.

Testículo

Los testículos, que tienen la forma de un poroto, son relativamente grandes (unos 5 cm) y blancos durante la época del apareamiento; en el período inactivo (durante la muda) se reducen a casi la mitad de este tamaño y se tornan amarillentos. Sujetos por cortos mesorquios, están aplicados simétricamente contra los extremos craneales de los riñones, en relación por ventral con los sacos abdominales, preventrículo, hígado e intestinos (fig. 39-21[3]). Los testículos se pueden extirpar (castración) para inducir el engorde haciendo una incisión cerca de la última costilla. También se puede efectuar una incisión similar para establecer el sexo de las aves de jaula más grandes porque el ave de sexo conocido tiene un valor mucho mayor.

La serosa cubre una fina túnica albugínea de la cual se deriva un estroma escaso; no hay mediastinum testis. No es infrecuente la pigmentación oscura sobre los testículos y dentro de ellos. Los túbulos seminíferos pasan a la pared dorsomedial, donde desembocan en la rete testis. El *epidídimo* no está dividido en cabeza, cuerpo y cola, sino que aparece como un ligero abultamiento sobre el testículo. Está formado por una densa aglomeración de conductillos eferentes que se unen para formar el conducto epididimario por medio del cual los espermatozoides llegan al *conducto deferente* (fig. 39-21[7]). Éste nace en el extremo caudal del epidídimo y presenta un sinnúmero de apretadas asas; acompaña al uréter hasta la cloaca, donde desemboca en una papila baja que está en la pared lateral del urodeo (fig. 39-15[7]). El conducto presenta un ligero agrandamiento terminal (receptáculo). Durante el período reproductor el conducto está repleto de espermatozoides que le imparten un color blanco. El eyaculado del gallo no suele llegar a ser de 1 ml. El líquido seminal se elabora en los testículos y en las células epiteliales que tapizan los conductos extratesticulares.

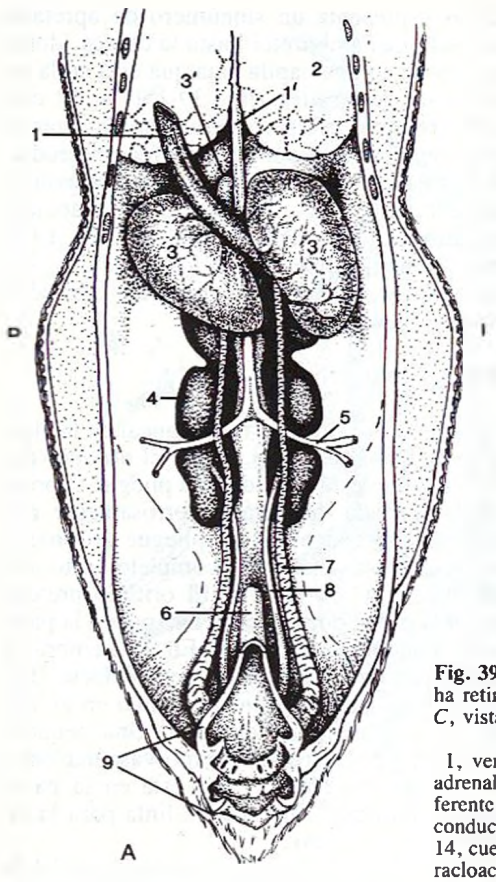
Cloaca y falo

El *coprodeo*, división más craneal de la cloaca, se describió antes (p. 809). El *urodeo* (fig. 39-15[3]) que está a caudal del pliegue coprourodeal, se halla delimitado borrosamente respecto del proctodeo por un pliegue uroproctodeal poco sobresaliente e incompleto en su parte ventral (fig. 39-15[3']). El orificio ureteral está en la pared dorsolateral, encima de la papila del conducto deferente. En la hembra la abertura en forma de ranura del oviducto (fig. 39-15[8]) ocupa una posición similar en el lado izquierdo (véase más adelante). Una pequeña placa de tejido vascular (cuerpo vascular paracloacal, fig. 39-21[15']) que está en la pared lateral del urodeo, aportaría la linfa para la intumescencia del falo.

El *proctodeo*, corto segmento más caudal de la cloaca, termina en una abertura, el ventus. Una pequeña abertura en su pared dorsal conduce a la bolsa cloacal (fig. 39-15[9]), acumulación de tejido linfático que cumpliría funciones inmunológicas similares a las del timo (p. 262). Caudal a la bolsa hay una pequeña glándula (proctodeal dorsal, fig. 39-15[9']).

El ventus es una hendidura horizontal cuyo labio ventral reviste interés porque tiene el *falo* no protráctil en su superficie interna. El falo consiste en un pequeño tubérculo mediano flanqueado por un par de cuerpos fálicos laterales más grandes (fig. 39-21[13, 14]). Estos cuerpos sobresalen en el estado intumescente y juntos forman un surco que recibe el eyaculado proveniente de los conductos deferentes (fig. 39-21*C*). Durante la inseminación el ventus se evierte y el falo es aplicado con fuerza contra la mucosa cloacal de la hembra ("beso" cloacal). El falo del pavo tiene un aspecto similar. El ganso y el pato tienen un falo protráctil de varios centímetros de largo, capaz de lograr una introducción. Tiene la forma de un cono fino y exhibe un surco espiral que conduce el semen hasta la punta.

Los pollitos de un día de ambos sexos presentan una minúscula protuberancia genital en el futuro sitio del falo. Una diferencia apenas



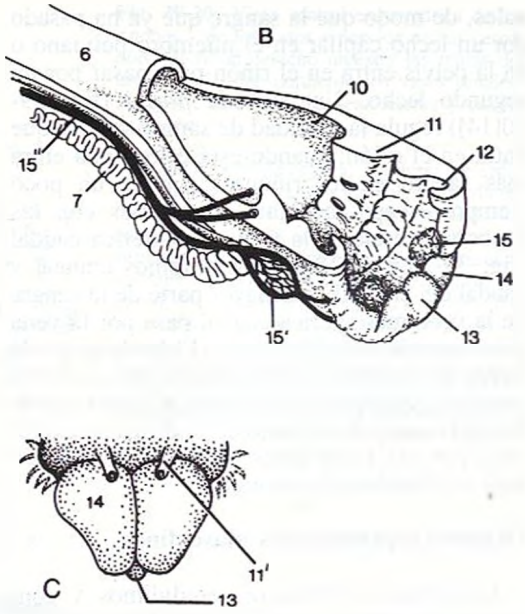


Fig. 39-21. *A*, vista ventral de los órganos reproductores masculinos; se ha retirado el piso de la cloaca, que en *B* aparece vuelto hacia arriba. *C*, vista caudal del falo intumescente.

1, vena cava caudal; 1', aorta; 2, pulmón; 3, testículo; 3', glándula adrenal derecha; 4, riñón; 5, arteria isquiática; 6, colon; 7, conducto deferente; 8, uréter; 9, cloaca, 10, coprodeo; 11, urodeo; 11', papila del conducto deferente derecho; 12, proctodeo; 13, tubérculo fálico mediano; 14, cuerpo fálico lateral; 15, pliegues linfáticos; 15', cuerpo vascular paracloacal; 15'', arteria pudenda. (*C* según King y McLelland, 1984.)

visible en la forma (que es redondeada en los machos y cónica en las hembras) permite descartar a casi todos los pollitos machos para cuando se selecciona un plantel de ponedoras.

Órganos reproductores femeninos

Consisten en el ovario y el oviducto. En los pájaros en general sólo funcionan los órganos izquierdos; los del lado derecho se forman pero después involucionan. El oviducto aviario, a diferencia de su equivalente nominal en los mamíferos (trompa uterina), representa todo el tracto genital y va desde el ovario hasta la cloaca.

Ovario

En los cinco primeros meses desde la salida del cascarón el ovario se desarrolla gradualmente desde una pequeña estructura irregular dotada de una superficie finamente granular hasta un órgano en el que se pueden observar *folículos* individuales. La cantidad y el tamaño de éstos aumentan rápidamente hasta que algunos alcanzan varios centímetros de diámetro (fig. 39-16[7']). El ovario maduro se parece a un racimo de uvas y está ampliamente adherido a la división craneal del riñón izquierdo. Contiene varios centenares de folículos, muchos más que la cantidad de huevos (unos 1.500) que hasta la gallina más productiva habrá de poner. Los folículos más grandes son péndulos y están en contacto con el estómago, bazo e intestinos. Cada uno consiste en un gran oocito lleno de vitelo, rodeado por una pared folicular muy vascularizada. Poco antes de la ovulación aparece en el lado opuesto del pedículo una banda blanca desvascularizada (estigma), indicando el sitio donde la pared se habrá de romper al ocurrir la ovulación (fig. 39-22[2]). El folículo vacío (cáliz) involuciona después de la ovulación y a los pocos días desaparece. No se requiere cuerpo amarillo porque no hay embrión que mantener como en los mamíferos; una vez que el huevo fue expulsado los órganos reproductores han cumplido su cometido.

Oviducto

El oviducto reviste una importancia funcional mucho más grande de lo que su nombre sugiere. No sólo conduce el huevo fecundado hasta la cloaca, sino que también agrega una

sustancial cantidad de nutrientes y al rodear al huevo con membranas y una cáscara provee de protección al embrión. Transmite espermatozoides al óvulo para su fertilización inmediata y almacena espermatozoides para futuro uso porque una sola inseminación es suficiente para fertilizar los huevos liberados en los diez días siguientes, más o menos.

El oviducto (fig. 39-22[3-7]) puede dividirse en infundíbulo, magnum, istmo, útero y vagina, de acuerdo con la función de sus partes; por supuesto, el útero y la vagina no son análogos a los órganos de los mamíferos que se designan con estos nombres. El oviducto ocupa la parte dorsal izquierda de la cavidad corporal, donde está en relación con el riñón, intestinos y molleja. Es un arrollamiento masivo de unos 60 cm de largo (más o menos el doble que el largo del cuerpo) cuando es plenamente funcional. En cambio, está muy reducido en las pollas y durante la muda (período sin postura). Está suspendido del techo de la cavidad corporal por un pliegue peritoneal (mesoviducto) y algunas asas están conectadas por una continuación ventral que forma el prominente ligamento ventral musculoso (fig. 39-22[12]). La pared del oviducto consiste en las capas usuales: serosa, túnica muscular (consistente en una capa externa espiral y otra interna circular), una submucosa escasa y una túnica mucosa que contiene muchas glándulas.

El extremo craneal consiste en el *infundíbulo* (fig. 39-22[3]), de 7 cm de largo, compuesto por una parte aplanada y otra tubular. La parte aplanada es de fina pared y se halla estirada formando una hendidura (ostium infundibular) de varios centímetros de largo; su extremo lateral se inserta en la pared corporal cerca de la última costilla. El saco aéreo abdominal izquierdo sitúa el ostium de modo que pueda captar al oocito recién liberado. El oocito pasa a través del infundíbulo en unos 15 minutos, pero mientras tanto las glándulas infundibulares le proveen su capa chalacífera, fina cubierta de densa albúmina que rodea la yema. Las chalazas, consistentes en unas riendas arrolladas que suspenden la yema y le permiten rotar de modo que el disco germinal siempre esté arriba, se desarrollan en un tramo más avanzado del conducto genital (fig. 39-23[3']), a pesar de que forman parte de esta capa.

El *magnum* (fig. 39-22[4]), altamente sinuoso, mide unos 30 cm y es el segmento más largo del conducto. Sus paredes tienen unos masivos pliegues mucosos engrosados por las glándulas que aportan cerca de la mitad de toda la albúmina del huevo. En el extremo distal del magnum los pliegues mucosos son más bajos y la secreción es más mucosa. El hueso tarda unas tres horas en pasar por esta parte.

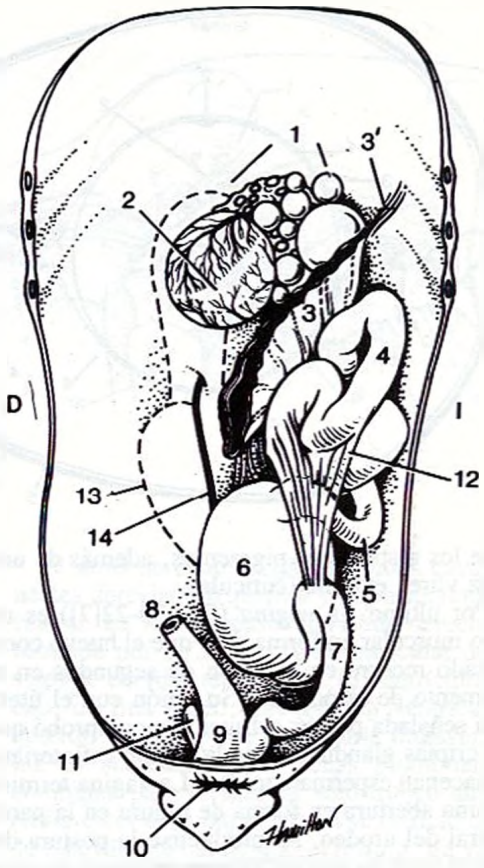


Fig. 39-22. Vista ventral de los órganos reproductores de una gallina ponedora (semiesquemática).

1, ovario; 2, estigma en un folículo maduro; 3, infundíbulo; 3', inserción del infundíbulo en la pared corporal; 4, magnum; 5, istmo; 6, útero que contiene un huevo; 7, vagina; 8, colon; 9, cloaca; 10, ventus (abertura de la cloaca); 11, oviducto derecho y vestigal; 12, borde libre del ligamento ventral del oviducto; 13, contorno del riñón derecho; 14, uréter derecho.

El *istmo* (fig. 39-22[5]) mide unos 8 cm de largo y es delimitado del magnum por una estrecha zona aglandular (translúcida). Es más fino y sus pliegues mucosos son más bajos que los del magnum. Sus glándulas secretan más albúmina y también un material que rápidamente se condensa para formar las dos membranas homogéneas que están entre la albúmina y la cáscara. El huevo tarda más de una hora en recorrer el istmo.

El *utero* (glándula de la cáscara, fig. 39-22[6]) es una cámara de pared más fina y un tanto agrandada que mide unos 8 cm de largo. Su mucosa presenta muchos pliegues bajos y crestas que se aplanan contra el huevo, que permanece aquí unas 20 horas. Aquí se agrega un poco de albúmina acuosa que redondea el huevo al pasar a través de las membranas permeables. Sigue a esto el depósito de la cáscara

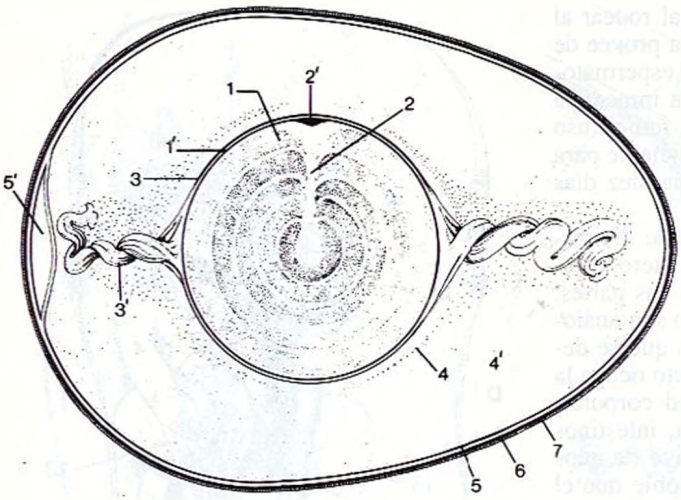


Fig. 39-23. Corte semiesquemático de un huevo fecundado.

1, yema; 1', membrana vitelina; 2, latebra; 2', disco germinal; 3, capa chalacífera; 3', chalaza; 4, 4', albúmina fluida y densa; 5, membranas interna y externa de la cáscara; 5', cámara de aire; 6, cáscara; cutícula.

y de los respectivos pigmentos, además de una capa vítrea externa (cutícula).

Por último, la *vagina* (fig. 39-22[7]) es un tubo muscular en forma de S que el huevo completado recorre en cuestión de segundos en el momento de la postura. Su unión con el útero está señalada por un esfínter. Se comprobó que las criptas glandulares de la región esfinteriana almacenan espermatozoides. La vagina termina en una abertura en forma de ranura en la pared lateral del urodeo. Al producirse la postura del huevo (con su extremo romo primero) la abertura vaginal sobresale a través del ventus, reduciendo a un mínimo el contacto con las heces.

En el lado derecho de la cloaca hay un resto del oviducto derecho (fig. 39-22[11]) que puede ser quístico y estar agrandado.

CAVIDAD CORPORAL

Habiendo descrito los órganos y los sacos aéreos, corresponde que nos ocupemos brevemente de cómo está subdividida la cavidad corporal. En las aves los órganos torácicos y abdominales no están separados entre sí por un diafragma, pero la cavidad corporal está dividida en tres partes por unos tabiques horizontal y oblicuo en la porción craneal de la cavidad. Estos tabiques son finos y translúcidos, aunque contienen un poco de tejido fibroso y, en lo tocante al tabique horizontal, algo de músculo hacia la periferia. El tabique oblicuo suele destruirse al mover las vísceras durante la disección.

El *tabique horizontal* se inserta por lateral en las costillas y por medial en los cuerpos de las vértebras torácicas; hacia caudal toma contacto con el tabique oblicuo. Forma la superficie ventral de un par de cavidades limitadas lateral y dorsalmente por las costillas y las vértebras torácicas. Estos espacios contienen los pulmones.

El *tabique oblicuo*, más grande, se inserta en el esternón ventralmente bajo, en las costillas sexta y séptima por lateral y en el tabique horizontal y las vértebras torácicas dorsalmente. Forma la superficie caudoventral del par de cavidades limitadas dorsalmente por el tabique horizontal y lateralmente por la pared torácica y abdominal. Esta parte de la cavidad corporal contiene los sacos aéreos torácicos y las partes torácicas de los sacos aéreos cervical y clavicular.

La más grande de las tres partes está a caudal del tabique oblicuo, limitada dorsalmente por la pelvis, dorsocranealmente por el tabique oblicuo y ventralmente por la porción caudal del esternón y los músculos abdominales. Contiene el corazón, hígado, bazo y tractos gastrointestinal y urogenital y los sacos aéreos abdominales. Se halla subdividida por los mesenterios y los pliegues peritoneales, de modo que existe un complejo conjunto de compartimientos cuya descripción no entra en los alcances de esta obra.

GLÁNDULAS ENDOCRINAS SELECCIONADAS

El par de *glándulas tiroideas* (fig. 39-24[5]) de la gallina son pardas rojizas, ovales y de unos 10 mm de largo por 5 mm de ancho. En la cotorra, en la cual la tiroidopatía es un problema importante, son pálidas y sólo miden 2 a 3 mm de largo por 1 a 2 mm de ancho. Las glándulas tiroideas están en la entrada del tórax, caudales al buche y en íntima relación con la arteria carótida común, la vena yugular y el nervio vago (que acompaña a la vena); en realidad están inmediatamente a craneal del sitio

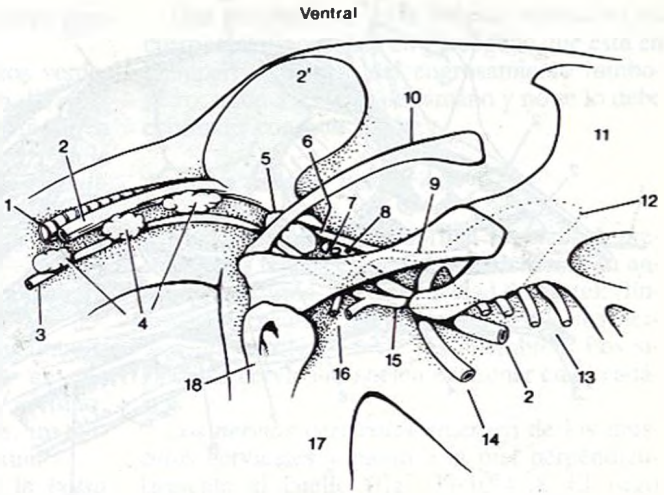


Fig. 39-24. Unión del cuello y tronco vista desde la derecha, semiesquemática. La parte craneal está a la izquierda.

1, tráquea; 2, esófago; 2', buche; 3, vena yugular derecha; 4, timo; 5, glándula tiroides; 6, arteria carótida común derecha; 7, glándulas paratiroides; 8, glándula ultimobranquial; 9, arteria braquicefálica derecha; 10, clavícula; 11, esternón; 12, posición del corazón; 13, costillas esternales; 14, aorta descendente; 15, vena cava craneal derecha; 16, arteria y vena subclavias; 17, ala; 18, húmero.

donde estos vasos se unen a los vasos subclavios (fig. 39-24[16]). Su color las distingue de los lóbulos tímicos, que son un tanto similares pero de color beige.

Las *glándulas paratiroides* (fig. 39-24[7]), dos o tres a cada lado, son unos elementos minúsculos (1 a 3 mm) de color pardo amarillento que están inmediatamente a caudal de la glándula tiroides; una de ellas puede estar insertada en la glándula.

La *glándula ultimobranquial*, más pequeña todavía y de color rosado (fig. 39-24[8]), está junto a las paratiroides.

Las *glándulas adrenales* (fig. 39-21[3']) son de color pardo amarillento, ovales o triangulares, y miden unos 13 mm de largo por 8 mm de ancho. Cada una está en el polo craneal del respectivo riñón, en relación por ventral con el ovario (o epidídimo).

La *hipófisis* (fig. 39-25[7]) está fijada debajo del diencéfalo y ocupa la fosa hipofisaria en la base del cráneo. Se parece a la de los mamíferos en cuanto a su división en adenohipófisis y neurohipófisis y a su formación.

APARATO CIRCULATORIO

Corazón

El corazón de las aves posee cuatro cámaras y es similar al de los mamíferos, salvo por algunos rasgos menores. Sin embargo, es relativamente mucho más grande y la frecuencia de sus contracciones y, por ende, su volumen minuto, son mucho mayores. La forma es cónica y la punta corresponde con exclusividad al ventrículo izquierdo. El corazón está dentro del tórax entre los lóbulos del hígado y delante de ellos (fig. 39-11[8]). Se inserta en el esternón mediante el pericardio fibroso.

El atrio derecho recibe las venas cavas craneales derecha e izquierda y la única vena cava caudal. La válvula atrioventricular derecha está formada por un solo colgajo muscular desprovisto de cuerdas tendinosas. El ventrículo derecho, de fina pared, envuelve al ventrículo izquierdo de modo que en el corte transversal su luz es semilunar. Las venas pulmonares se combinan para formar un solo tronco antes de entrar en el atrio izquierdo en su orificio dotado de una válvula para evitar el reflujo. La válvula atrioventricular izquierda tiene tres cúspides conectadas con cuerdas tendinosas. El ventrículo izquierdo, de gruesa pared (fig. 39-18[5]), tiene la forma de un cilindro aguzado. Las barras musculosas de su interior imparten al corte transversal un aspecto en roseta. La punción cardíaca para muestrear sangre es peligrosa en las aves pequeñas.

Arterias

Cuando todavía está oculta por el corazón, la aorta emite las arterias coronarias derecha e izquierda y un tronco braquiocefálico. Este tronco se divide inmediatamente en las arterias braquiocefálicas derecha e izquierda, que emiten las arterias carótidas comunes hacia adelante por el cuello y las arterias subclavias hacia las alas (fig. 39-11[8', 8'']). A la entrada del tórax las carótidas comunes se continúan como carótidas internas aplicadas lado a lado sobre la superficie inferior de las vértebras cervicales (fig. 39-10[6']). La arteria subclavia emite un gran tronco pectoral para los músculos de la pechuga y el esternón, antes de acompañar al húmero en el ala. En su descenso a lo largo de la columna vertebral la aorta emite las siguientes ramas principales: celíaca (estómago, bazo, hígado, intestino, fig. 39-20[2]), mesentérica craneal (intestinos, fig. 39-20[3]), renal craneal (riñón,

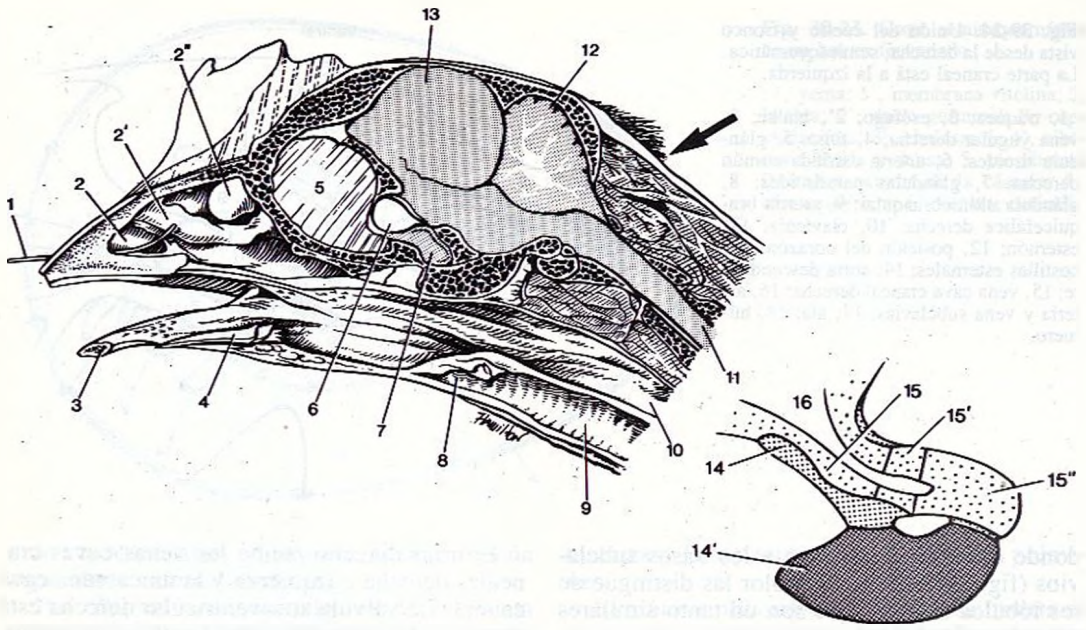


Fig. 39-25. Corte mediano de la cabeza con una ampliación de la hipófisis (detalle). La flecha señala el abordaje para el agujero magno mediante el cual se puede hacer eutanasia con una inyección en el encéfalo.

1, alambre en la narina; 2, 2', 2'', cornetes nasales rostral, medio y caudal; 3, mandíbula; 4, lengua; 5, tabique interorbitario; 6, quiasma óptico; 7, hipófisis (véase también en detalle); 8, laringe; 9, tráquea; 10, esófago; 11, médula espinal; 12, cerebelo; 13, cerebro, 14, 14', pars tuberalis y pars distalis de la adenohipófisis; 15, 15', 15'', eminencia mediana, infundíbulo y lóbulo neural de la neurohipófisis; 16, tercer ventrículo.

gónada, fig. 39-20[5]), ilíaca externa (muslo, fig. 39-20[12]), isquiática (riñón, oviducto, miembro pelviano, fig. 39-20[8]) y mesentérica caudal (intestino, cloaca). Termina irrigando el extremo del oviducto, las estructuras pelvianas y la cola.

Venas

Las dos *venas cavas craneales* (fig. 39-11[7]) son satélites de las arterias braquiocefálicas y envían ramas (venas yugulares y subclavias) al cuello y la cabeza y a la pechuga y el ala. La yugular derecha, siempre más grande que la izquierda, se ve a través de la piel y se la puede usar para hacer venipuntura en las aves que tienen una región sin plumas en el medio del cuello (fig. 39-10[6]). Muchas aves de jaula pequeñas carecen de yugular izquierda. La vena ulnar cutánea (vena del ala), que está en la superficie ventral del ala extendida, también sirve para este fin; se la ve también con facilidad a través de la piel (fig. 39-8[9]). Para extraer poca sangre se puede recortar un poco una uña o incidir la cresta.

La *vena cava caudal* drena el hígado, riñón, gónadas y oviducto. Termina ventral a los riñones originando las venas ilíacas comunes que drenan la pelvis y miembro pelviano (fig. 39-20[13]). Como se describió en la página 814, parte de la sangre proveniente de la pelvis y miembro pelviano pasa a través del riñón (sistema porta renal) antes de llegar a la vena cava caudal. La sangre procedente del tracto gastrointestinal llega al hígado con las *venas portas hepáticas* derecha e izquierda que entran en los lóbulos respectivos. La vena izquierda drena a las partes izquierda y ventral del estómago. La vena derecha, más grande, drena las partes derecha y dorsal del estómago, el bazo y resto del tracto mediante las venas mesentéricas craneal y caudal. La mesentérica caudal, conectada con el extremo caudal del sistema porta renal (fig. 39-20[22]), también lleva una cantidad considerable de sangre al riñón. Por lo tanto, la sangre proveniente del tracto gastrointestinal puede retornar al corazón sin pasar por el hígado.

Estructuras linfáticas

Sólo el ganso y el pato tienen nódulos linfáticos: un par de nódulos cervicotorácicos a la entrada del tórax y un par de nódulos lumbares cerca de los riñones.

Los *vasos linfáticos* son menos numerosos que en los mamíferos. Acompañan a los vasos sanguíneos, poseen válvulas y contienen nodulillos linfáticos microscópicos dispuestos a intervalos en sus paredes. Conducen linfa hasta

la entrada del tórax, donde se la descarga dentro de las venas cavas craneales.

Aunque no existen nódulos linfáticos verdaderos, existe mucho tejido linfático en diversos órganos (hígado, páncreas, pulmón y riñón) en forma de *nodulillos linfáticos solitarios* y en la orofaringe e intestino como placas de *nodulillos linfáticos aglomerados*. Existe una placa cecal (amígdala cecal, fig. 39-13[10] y página 808) particularmente prominente.

El *timo* consiste en varios lóbulos separados que acompañan a las venas yugulares (fig. 39-10[9]). Los lóbulos están divididos en lobulillos, cada uno de los cuales consiste en una corteza oscura y una médula pálida. El timo, mejor desarrollado en las aves jóvenes, involuciona cuando se inicia la madurez sexual.

Se ha descrito la localización de la *bolsa cloacal* (p. 815, fig. 39-15[9]). La bolsa consiste en una pared lobulillada que rodea una luz irregular; los lobulillos son similares a los del timo. Esta bolsa también involuciona gradualmente desde los dos a tres meses de edad, dejando un pequeño nodulillo en el adulto.

Con anterioridad (p. 810, fig. 39-16[5]) se describió la localización y forma del *bazo*, cuya estructura se parece a la del mamífero, si bien la distinción entre la pulpa roja y blanca es menos pronunciada.

SISTEMA NERVIOSO Y ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

Encéfalo y médula espinal

El encéfalo es pequeño, en realidad apenas más grande que uno de los ojos (fig. 39-25). Los *hemisferios cerebrales* son piriformes y sus extremos rostrales aguzados (bulbos olfativos) están encajados entre las grandes órbitas. En comparación con sus equivalentes en el mamífero, los hemisferios son relativamente pequeños y lisos. Los hemisferios derecho e izquierdo están separados por una fisura mediana y del cerebelo por una fisura transversa. La punta de la epífisis se puede ver en la intersección de esas fisuras. Los *lóbulos ópticos*, homólogos de los colículos rostrales del mamífero, están caudoventrales a los hemisferios. Son extraordinariamente grandes –en consonancia con el desarrollo de los ojos– y se ven desde las caras dorsal y ventral. El quiasma óptico (fig. 39-25[6]) también es proporcionalmente grande. (Los pequeños bulbos olfativos indican que el sentido del olfato está subdesarrollado.) El *cerebelo* (fig. 39-25[12]) también es relativamente grande y, en esencia, consiste en un cuerpo central (homólogo del vermis del mamífero) con pequeños apéndices laterales (flóculos).

Una peculiaridad de la *médula espinal* es un cuerpo gelatinoso rico en glucógeno que está en la superficie dorsal del engrosamiento lumbosacro; mide 3 a 5 mm de tamaño y no se lo debe confundir con una lesión.

Algunos nervios periféricos

El nervio periférico normal es blanco, presenta unas tenues estriaciones cruzadas y su ancho es uniforme. La enfermedad de Marek (linfomatosis neural) altera el aspecto de los nervios, en especial los de los miembros. Los siguientes nervios se suelen examinar en el cadáver.

Los *nervios cervicales* emergen de los músculos cervicales y pasan a la piel perpendicularmente al cuello (fig. 39-10[4']). El *vago* (fig. 39-10[6]) acompaña a la vena yugular. (El tronco simpático cervical se halla en la profundidad de los músculos.) El vago vuelve a aparecer sobre la superficie dorsal del proventrículo (fig. 39-14[3]). El *plexo braquial* se expone a cada lado de los músculos cervicales al reflejar el esófago, la tráquea y los grandes vasos por craneal del corazón. La mayoría de sus ramas pasan al ala por ventral de la escápula y caudal del húmero. Los *nervios intercostales* se exponen retirando los pulmones. El *nervio intestinal* (fig. 39-14[14]) acompaña a los vasos mesentéricos craneales en el mesenterio. Los nervios de los *plexos lumbar* y *sinsacral* atraviesan el riñón, el cual hay que retirar para exponerlos (fig. 39-20[10, 17]). Por último, el *nervio ciático* se puede examinar en la superficie medial del muslo reflejando dos músculos finos (fig. 39-14[15]).

Ojo

Aunque la forma del globo ocular difiere un poco respecto del globuloso del mamífero, la estructura general es la misma (fig. 39-26). El globo ocular llena casi la órbita y, por ende, tiene poco espacio para moverse; este déficit se compensa con el largo cuello y la móvil articulación atlantooccipital.

El párpado inferior es el más grande y más móvil. El tercer párpado tiene un borde reforzado y, como es translúcido, no parece comprometer la visión cuando está desplazado a través de la córnea. Las secreciones de la glándula lagrimal y de la glándula profunda del tercer párpado salen del saco conjuntival por medio de dos puntos que conducen a un espacioso conducto nasolagrimal. El punto superior es sorprendentemente grande.

La *córnea* es fina y muy curva. Su pequeño diámetro enmascara el enorme globo ocular al cual pertenece. La *esclerótica* se halla reforza-

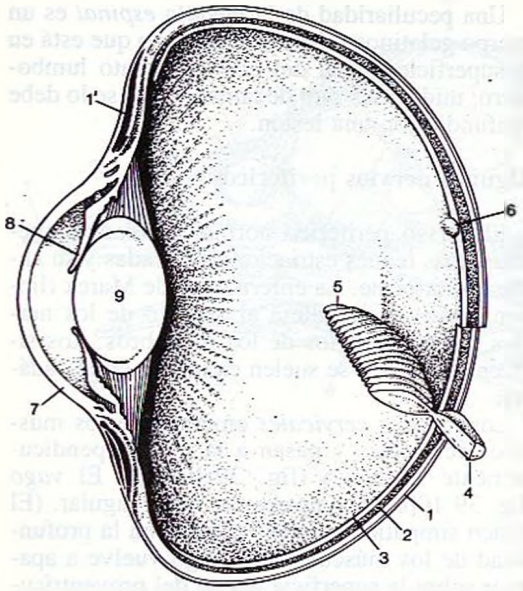


Fig. 39-26. Corte esquemático a través del globo ocular.

1, esclerótica; 1', anillo de huesillos esclerales; 2, coroides; 3, retina; 4, nervio óptico; 5, pectén; 6, fóvea central; 7, córnea; 8, iris; 9, cristalino.

da por una capa de cartílago convertido en un anillo de huesillos próximos a la córnea (fig. 39-26[1']). No existe tapetum lucidum. El *iris* es pardo amarillento pero empalidece un poco más durante el período de la postura. Rodea una pupila redonda que puede cambiar de tamaño rápidamente por acción de los músculos *estriados* esfínter y dilatador. Aun así, el iris aviario responde asombrosamente poco a la luz. La *retina* carece de vasos sanguíneos y presenta una notable saliente (pectén, fig. 39-26[5]) sobre el disco óptico. Éste es una cresta plegada negra que sobresale dentro del vítreo; posee abundantes vasos sanguíneos y se presume que interviene en la nutrición de la retina. Los músculos extraoculares son similares a los de los mamíferos, pero falta el retractor del bulbo.

Oído

No existe oreja. El *oído externo* consiste nada más que en el meato acústico externo, que desemboca al costado de la cabeza cubierto por una placa de pequeñas plumas. El meato es corto y recto, de modo que es fácil examinar (e igualmente fácil de lesionar) la membrana timpánica, que es relativamente grande. Ventral a la abertura hay un lóbulo de estructura similar a la cresta y la barba (fig. 39-1[4]).

El *oído medio* semeja el de los mamíferos. La membrana timpánica se halla conectada con la ventana vestibular por medio de la columela y los respectivos cartílagos; éstos transmiten las vibraciones de la membrana a la perilinfa del oído interno. La columela, homóloga del estribo del mamífero, es una minúscula varilla ósea expandida en cada extremo; su expansión medial (placa podal) ocluye la ventana vestibular.

La estructura y la subdivisión del *oído interno* concuerdan con el patrón del mamífero, aunque la cóclea no forma una espiral sino que es apenas curva y mucho más corta que la del mamífero. Una capa relativamente gruesa de células sensoriales compensaría la cortedad del conducto coclear.

BIBLIOGRAFÍA

Baumel, J. J. (ed.): *Nomina Anatomica Avium*: An Annotated Anatomical Dictionary. New York, Academic Press, 1979.

Canfield, T. H.: Sex determination of day-old chicks. Poult. Sci. 19:235–238, 1940.

Fedde, M. R.: Respiration in birds. *In* Swenson, M. J. (ed.): Duke's Physiology of Domestic Animals, 10th ed. Ithaca, Cornell University Press, 1984, pp. 255–261.

Habermehl, K. H.: Altersbestimmung bei Haus- und Labortieren. 2nd ed. Berlin, Paul Parey, 1975.

Harrison, G. J.: Endoscopic examination of avian gonadal tissues. Vet. Med. [SAC] 73:479–484, 1978.

King, A. S.: The urogenital system. *In* Getty, R. (ed.): Sisson and Grossman's The Anatomy of the Domestic Animals, 5th ed. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1975.

King, A. S., and J. McLelland: Birds—their structure and function, 2nd ed. London, Baillière Tindall, 1984.

King, A. S., and J. McLelland: Form and Function in Birds, Vols. 1–3. London, Academic Press, 1979–1985.

King, A. S., and V. Molony: The anatomy of respiration. *In* Bell, D. J., and B. M. Freemon (eds.): The Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl. Vol. 1. New York, Academic Press, 1971, p. 109.

Kronberger, H.: Anatomische und physiologische Grundlagen der Diagnostik und Therapie von Erkrankungen der Vögel. Monatsh. Veterinärmed. 13:505–508, 1977.

Lowenstine, L. J.: Avian anatomy and its relation to disease processes. Proceedings of the Meeting of the Association of Avian Veterinarians, San Diego, June 1983.

Lucas, A. M., and P. R. Stettenheim: Avian Anatomy: Integument, Parts I and II. Agriculture Handbook 362. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1972.

McKibben, J. S., and G. J. Harrison: Clinical anatomy with emphasis on the Amazon parrot. *In* Harrison, G. J., and L. R. Harrison (eds.): Clinical Avian Medicine and Surgery, Including Aviculture. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1986, pp. 31–66.

Satterfield, W. C., and R. B. Altman: Avian sex deter-

mination by endoscopy. Am. Assoc. Zool. Vet. Ann. Proc., Honolulu, 1977, pp. 45–48.

Schultz, D. J.: Avian physiology and its effect on therapy. Proc. No. 55: Refresher course for veterinarians on aviary and caged birds. Sydney, University of Sidney, 1981, p. 475.

Shively, M. J.: Xerographic anatomy of the pigeon: *Columbia livia domestica*. Southwest. Vet. 35:101–111, 1982.

Watanabe, T.: Comparative and topographical anatomy of the fowl. VII. On the peripheral courses of the vagus nerve in the fowl. (In Japanese.) Jpn. J. Vet. Sci. 22:145–154, 1960.

Índice analítico

A

Abdomen. Véanse órganos individuales
  cavidad, 46, 136, 433
  conformación, 433, 526, 658
  descripción general, 136
  disposición del peritoneo, 136, 441, 670
  drenaje linfático, 269, 540, 672
  examen rectal, 563, 786
  paredes
    canal inguinal, 71, 437, 530, 660, 774
    drenaje linfático, 270, 679, 775, 781
    estructura, 69, 434, 526, 658, 771
    inervación, 338, 660
    vascularización, 257, 435, 532, 661, 774
  rasgos superficiales, 626, 658
  regiones, 139
  topografía
    factores que influyen, 139, 440, 457, 697, 786
    parietal, 69
    visceral, 139, 436, 661, 775
Abdominocentesis, 435
Abertura. Véase *Orificio*
Abomaso, 668
  desplazamiento, 669
Acetábulo, 60, 61
Acomodación del cristalino, 353
Acromion, 89
Acropodio, 88
Acueducto, 290, 299
Acupresión, 484
Acupuntura, puntos de, 371
Adenohipófisis, 225, 318
Adhesión intertalámica, 301
Aditus laryngis, 169
Agonista, 40
Agujero(s)
  alar, 51
    rostral, 77
  apical del diente, 124
  ciáticos mayor y menor, 62, 546
  ciego, 156
  de la vena cava, 68
  epiploico, 138, 671
  esfenopalatino, 77
  estilomastoideo, 77, 332, 367
  etmoidal, 331
  infraorbitario, 78, 391, 487, 625
  interventricular, 324
  intervertebrales, 50
  magno, 78, 79
  mandibular, 79
  maxilar, 77
  mentoniano, 79, 391, 487, 625, 756
  neumático, 799
  nutricio, 27
  obturador, 60
  óptico, 329, 354
  orbitario, 361
  orbitorotundum, 361. Véase también *Fisura orbitaria*
  oval, 78, 244, 654
  palatino caudal, 77
  rasgado anterior, 78, 80
  redondo, 330. Véase también *Agujero orbitorotundum*
  retroarticular, 77
  supracondíleo, 90, 467
  supraorbitario, 360, 625
  transverso, 52
  trióseo, 803
  vertebral(es), 50
    lateral, 50
      del atlas, 413
  yugular, 334
Alantoides, 161, 183
Almohadilla
  coronaria, 588
  digital, 379, 588, 591, 734
Alvéolo del diente, 125
Amígdala(s), 256
  cecales, 807, 820
  del cerebelo, 306
  del paladar blando, 760, 761
  esofágica, 806
  faríngea, 133, 633, 761
  lingual, 630
  palatina, *Lámina 3*, 118, 133, 266, 395, 633
  paraepiglótica, 761
  tubárica, 364, 761
Amnios, 559
Ampolla
  de la trompa uterina, 213, 552
  del conducto deferente, 204, 560
  del recto, 550
  hepatopancreática, 535
  lagrimal, 627, 634
  timpánica, 77, 363, 401, 405, 413
Anastomosis arteriovenosas, 248
  de la piel, 375
Anencefalia, 284
Angiología, 231
  sistemática, 252

Ángulo
  iridocorneal, 350, 352
  nasofrontal, 390
Anillo
  de huecesillos del ojo aviario, 821
  fibroso, 55
  inguinal
    profundo, 71, 530
    superficial, 71, 529, 530
  prepucial, 562
  timpánico, 363
  vaginal, 204, 531, 560, 563, 774
Ano, 147, 453, 547, 550, 687
Antagonista, 40
Antebrazo, 88, 465, 574, 725
Antitrago, 362, 404
Antitrocánter, 802
Aorta, 257, 428, 820
Aparato
  de sostén del miembro
    pelviano, 613
    torácico, 591
  digestivo, 114
    desarrollo, 153
  estímulo-respuesta, 276
  hioideo, 79, 166, 400
  lagrimal, 357
  locomotor, 46
  masticatorio, 122
  recíproco, 614
  respiratorio, 162
    desarrollo, 179
  suspensor
    de la ubre, 713
    del nudo, 581
  urogenital, 181
    desarrollo, 181
Apareamiento, 462, 790
Apófisis
  accesorias de las vértebras, 52, 54, 414
  ancónea, 92
  angular de la mandíbula, 79
  ciliar, 350
  corniculada del cartílago aritenoides, 167
  cornual del hueso frontal, 81, 381, 621
  coronoides de la mandíbula, 79
  extensora de la falange distal, 582
  ganchosa, 802
  hemal de las vértebras de la cola, 54, 414, 647
  lingual del basihioides, 81
  mamilar de las vértebras, 52, 54, 414
  mastoides, 77
  paracondílea, 77
  retroauricular, 77, 128, 399
  supraganchosa, 465
Apterias, 798
Aracnoides, 322
Árbol
  bronquial, 178, 423
  de la vida del cerebelo, 298
Arco
  branquial, 74, 157
    derivados, 74
  cigomático, 76
  costal, 57
  hemal, 54, 403
  isquiático, 60
  mandibular, 154
  palatofaríngeo, 131
  palatogloso, 118, 131
  reflejo, 277
  terminal, 615
  yugal, 801
Área
  cardiógena, 231
  central de la retina, 636
Arena encefálica, 226
Arquicerebelo, 298
Arquipallium, 303, 307
Arrugas del paladar, 117
Arteria(s), 41
  abdominales craneales, 257
  alveolar inferior, 256
  arqueada del riñón, 196
  axilar, 254, 592, 735
  basilar, 326, 638
  braquial, 254, 592, 735, 794
    profunda, 254, 593
    superficial, 254
  braquiocefálica, 819
  broncoesofágica, 257
  bronquiales, 179, 257
  carótida
    común, 255, 407, 507, 638, 819
    externa, 256, 405
    interna, 225, 257, 326, 408, 638, 820
  caudal
    auricular, 256, 404
    mediana, 258, 767
  cecal, 258
  celíaca, 257, 820
    distribución, 143
  central de la retina, 352, 360
  cerebelosas, 326
  cerebrales, 326
  cervical
    profunda, 252
    superficial, 254
  ciliar, 360
  circunfleja
    braquial, 593
    femoral, 259, 615
    ilíaca profunda, 257, 533, 661, 775
  colateral
    radial, 593
    ulnar, 559, 593
  cólica, 258
    derecha, 539
    media, 258, 539
  coronaria, 240
  costoabdominal, 257
  de la cabeza, 256, 408, 507, 625, 638
  de la pared abdominal ventral, 435
  del bulbo del pene, 210, 260, 461
  del clítoris, 261
  del conducto deferente, 261
  del encéfalo, 418
  del miembro
    pelviano, 258, 479, 615, 748, 795
    torácico, 254, 466, 592, 735, 785
  del ojo, 360
  del pene, 210, 260, 461, 549
  digital, 255, 590, 615, 736
    común, 255, 259
    III común
      dorsal, 735
      palmar, 735
      plantar, 748
  dorsal del pene, 210, 260, 461
  epigástrica
    caudal, 258, 435, 661, 774
    craneal, 253, 421, 661, 774
  esofágica, 257
  espinales, 326
  esplénica, 258, 441
  estructura, 246
  etmoidal, 257, 360
  facial, 256, 486, 625, 639
    transversa, 639
  faríngea ascendente, 256

femoral, 259, 477, 615, 748, 795
caudal, 259, 615
profunda, 258, 615
frénica caudal, 257
gástrica, 257, 441, 672
corta, 258
gastroduodenal, 257, 441
gastroepiploica, 258, 441, 672
glútea(s)
caudal, 260, 549, 684
craneal, 261, 549, 684
hemorroidal. Véase *Arteria rectal*
hepática, 257, 677
hialoidea, 353
ileal, 258
ileocólica, 258
rama cólica, 539
ilíaca(s)
externa, 257, 748, 820
interna, 257, 260, 549, 684
iliolumbar, 261
infraorbitaria, 257, 757
intercostales, 253, 257, 421
interlobular del riñón, 196
interósea
común, 255, 593
craneal, 255
isquiática, 820
lagrimal, 360
laríngea craneal, 256
lingual, 256
lumbar, 257
malar, 360, 639
mamaria, 716
maxilar, 256, 403
mediana, 255, 593, 735, 794
de la cola, 647
mesentérica(s)
caudal, 147, 540, 820
craneal, 147, 368, 532, 539, 675, 820
distribución, 148
metacarpiana, 255
palmar, 593
metatarsiana, 259
dorsal, 615, 748
plantar, 615
musculofrénica, 253, 421
obturatriz, 549
occipital, 256
oftálmica, 403
externa, 257, 360
interna, 359
ovárica, 218, 258, 556, 694
palatina, 257
palmar medial, 593
pancreaticoduodenal, 258, 436, 539
parotídea, 256
pedia, 259
perforante tarsiana, 615
perineal ventral, 260, 549, 717
poplítea, 259, 615, 748
profunda del pene, 210, 261, 461
prostática, 260, 460, 549
pudenda
externa, 258
interna, 260, 549, 684
pulmonar, 177, 252, 429
radial, 593
rectal, 687
media, 261, 549
renal, 196, 258, 813
craneal, 820
retinianas, *Lámina 2*, 636
ruminal, 672
sacra mediana, 257, 683
safena, 41, 477, 748, 795
sistémicas, 252
subclavia, 252, 428, 820
subescapular, 254, 593
supraescapular, 593
supraorbitaria, 360
temporal superficial, 256, 639
terminales, 251
testicular, 204, 258
tibial
caudal, 41, 616, 748
craneal, 259, 615, 748
tiroidea, 227, 256, 408
torácica interna, 252, 421
toracodorsal, 593
tronco braquiocefálico, 428
ulnar, 255
transversa, 255, 593
umbilical, 199, 260, 684
del feto, 264
uretral, 260
uterina, 218, 556, 694, 787
vaginal, 260, 455, 549, 556, 684, 695
vertebral, 252, 326
vesical caudal, 261
yeyunal, 258
Arteriolas, 307
Articulación(es), 29
atlantoaxoidea, 55, 413
atlantooccipital, 54
cadera, 106, 108, 475, 601, 742, 795
carpianas, 95, 470, 576, 793. Véase también *Carpo*
cartilaginosas, 29
codo, 95, 467, 572, 592, 725, 793
luxación, 467
costoesternal, 59
costotransversa, 58
cuartilla, 582, 592, 729, 731
de la columna vertebral, 54
del bolillo, 582, 729
del corvejón, 108, 608, 745, 795, 804
del nudo, 581, 591, 728
desarrollo, 87
discales, 32
fibrosas, 29
hombro, 94, 464, 570, 591, 793, 803
intercondrales, 59
interesternales, 59
intertarsianas, 804
intervertebrales, 55
movimientos, 32
rodilla, 107, 477, 605, 744, 795
mecanismo de traba, 605, 614
sacroilíaca, 61
"saltante", 573
sinoviales, 30
tipos, 36
tarsianas, 108, 480, 608, 745, 795, 804
temporomandibular, 128, 328, 399, 497
Artrología, 46
Ascenso medular, 321
Aspiración vaginal de aire en yeguas, 556
Atlas, 801
Atresia anal, 785
Atrium ruminis, 664
Aurícula de parabronquios, 811
Autopodium, 88
Axila, 97
Axis, 51, 412
Axón, 274

B

Bajada de la leche, 719
Banda(s)

Banda(s) (*cont.*)
coronaria, 586, 588
del colon, 147, 536
Barbas
de gallo, 797
de la pluma, 798
Bárbulas de la pluma, 798
Barorreceptores, 250
Barra del casco, 586
Barrera hematoencefálica, 327
Basihioides, 79
Basipodium, 88
Bazo, 271, 436, 532, 661, 810, 820
Beso cloacal, 816
Bifurcación traqueal, 171
Bigotes del gato, 370, 378
Biopsia
de hígado, 676, 779
de médula ósea, 420
Bisagra craneofacial, 801
Blastocisto, 699
Bloqueos de nervios. Véase el texto sobre nervios individuales
Boca, 114, 394, 493, 629
desarrollo, 153
Bolillo, 581
Bolsa, 38
bicipital, 743
calcánea, 610, 613, 747
cloacal, 815, 820
del tríceps, 100, 574
escafoidea, 585, 731
gutural, 364, 502
infracardíaca, 423
infraespinosa, 570
intertubercular, 95, 570, 573, 725
nucal, 515
omental, 138, 670
ovárica, 217, 454, 553, 689, 786
sinovial, 38
subcutánea del corvejón, 613
supraespinosa, 515
testicular, 458, 560
tricipital, 100, 574
trocantérica, 546, 603
Borde basal del pulmón, 422, 520, 650, 769
Brachium
conjunctivum, 298
pontis, 299
Braquignatismo, 390
Brazo, 88, 464, 573, 725
Broncograma, 422
Bronquio, 171, 173, 177, 811
traqueal, 171, 651, 769
Buche, 806
Bulbo, 252, 428
del casco, 379, 381, 733, 794
del glande, 460
del pene, 209, 458
del talón, 380, 586, 587
ocular, 347. Véase también *Ojo*
olfativo, 304, 329, 820
vestibular, 216, 455, 555, 694

C

Cabeza. Véanse estructuras y órganos individuales
conformación, 54, 484, 621
desarrollo, 73
descripción general, 73
drenaje linfático, 266, 408, 509, 639, 763
inervación, 329, 488, 625
músculos, 81, 486
ósea, 74, 80, 81, 390, 487, 625, 754, 800
rasgos superficiales, 391, 484, 621, 754
vascularización, 255, 408, 487, 507, 625, 638
Cadera, hueso de la, 59
Caída del pelo, 376
Caja encefálica, 401
Cálamo, 798
de la pluma, 798
Calcáneo, 106. Véase también *Huesos tarsianos*
Cálices
del ovario, 816
del riñón, 195, 780
Calostro, 457
Calvario, 320
Cámara de aire del huevo, 817
Campo visual, 348
Canal(es)
alantoico, 183
anal, 147, 453, 547, 550. Véase también *Recto*
carpiano, 96, 577
central del encéfalo, 289, 290
cervical. Véase *Cérvix*
de Gartner, 188
del epidídimo, 203
espiral, 366
eyaculador, 204, 561
facial, 332, 367
haversianos, 27
hialoideo, 358
hipogloso, 78, 335
inguinal, 71, 435, 530, 660, 774
mandibular, 121, 332, 394, 499, 633
nasolagrimal, 163, 357, 393, 484, 504, 601, 634, 810
desarrollo, 359
nasopalatino, 117, 369
omasal, 668
óptico, 77
palatino, 79
pancreático, 153, 675, 678, 777
accesorio, 153, 675, 677, 777
papilar, 389, 715
pelviano, 436, 451, 682
semicircular, 364, 366
sublingual, 122, 394
trióseo, 803
vertebral, 50, 321, 417, 515, 645
Canalículo lagrimal, 357
Canibalismo, 767, 797
Caña, 93, 576, 579, 728, 748
Capilares, 247
aéreos, 811
Cápsula del cerebro
externa, 306
interna, 306
Cara, desarrollo, 154
Cardias, 141
Carina, 802
Carpo, 80, 468, 574, 725, 793. Véase también *Articulaciones carpianas; Huesos carpianos*
Cartílago
alar, 163
anular de la oreja, 363, 405
aritenoides, 167
articular, 25, 30
auricular, 362
costal, 57, 420
cricoides, 167
de Meckel, 74
de la falange distal, 581
del casco, 602
epifisario, 27, 86
escapular, 89, 570
escutiforme, 83, 362
interaritenoides, 167
laríngeo, 166
nasal, 162

parapatelar, 104
tibial, 804
tiroides, 166
xifoides, 58
Carúncula(s)
del útero, 215, 692, 697
lagrimales, 376, 486
sublingual, 120
Casco, 380, 381, 586, 732, 793
función, 590
Castración, 206, 454, 815
Cateterización, 689, 706
Cavidad
abdominal. Véase *Abdomen*
craneal, 320, 628
dental, 124
infraglótica, 169
medular, 87
nasal, 163, 489, 626, 758, 810
desarrollo, 154
función, 165
oral, 114, 394, 493, 629
desarrollo, 153
pelviana, 47, 451, 546
peritoneal, 137
pleural, 173, 518, 649
timpánica, 363, 801
torácica. Véase *Tórax*
Cayado aórtico, 232, 252
derecho persistente, 427
Celoma, 49
Célula(s)
de Leydig, 202
de Schwann, 276
de Sertoli, 203
enteroendocrinas, 230
germinal primordial, 184
gustativas, 369
intersticiales, 202
linfocitos T, 273
sustentaculares, 203
Cemento, 124
Centro(s)
de gravedad, 566
de osificación, 86
germinal de ganglios linfáticos, 265
linfático(s)
axilares, 267
bronquial, 268
celíaco, 269
cervical, 267
iliofemoral, 260
iliosacro, 270
inguinales, 270
isquiáticos, 270
lumbares, 269
mandibulares, 267
mediastinales, 268
mesentéricos, 269
parotídeos, 266
poplíteo, 270
retrofaríngeo, 267
torácicos, 268
perineal, 72
tendinoso del diafragma, 67
Cera del oído, 362
Cerdas del porcino, 376
Cere, 797
Cerebelo, 296, 821. Véase también *Encéfalo*
función, 299, 318
Cerebro, 303. Véase también *Encéfalo*
Cerumen, 362
Cérvix, 214, 455, 554, 686, 787
en la preñez, 558, 698
Ciego, 146, 445, 536, 675, 807
desarrollo, 536
Cilias, 356
Cinesia, 801
Cingulum, 308
Cintura pelviana, 59
Circulación
colateral, 41, 250
coronaria, 241
en el feto, 263
sistémica, 41, 233, 252
pulmonar, 41, 233, 252
Círculo vascular mayor del iris, 360
Circulus arteriosus cerebri, 638
Circunvoluciones del cerebro, 281, 306
Cisterna
cerebelobulbar, 324, 418
quilosa, 147, 268
Claustrum, 306
Clavícula, 90, 97, 465
Clítoris, 216, 455, 555, 694, 787
Cloaca, 808, 815
Coana, 78, 491, 805
Cóclea
de la tibia, 105, 606
del oído, 361, 366
Codo, 465, 572, 725. Véase también *Articulaciones*
cubierto, 574
Cola, 54, 642, 645, 767
de caballo, 322, 417, 514
mordeduras de, 767
Colículo seminal, 207, 458
Colmillos, 760
Colon, 146, 446, 537, 675, 777, 808
ascendente, desarrollo, 537, 777
delgado, 537, 539
espiral, 675
flotante, 539
grueso, 537
Columela, 822
Columna vertebral. Véanse huesos, ligamentos y músculos individuales
articulaciones, 54
canal vertebral, 50, 321, 417, 645
conformación, 54, 411, 511, 642, 766
descripción general, 50
esqueleto, 50, 412, 512, 643, 766, 801
músculos, 62, 415
vascularización, 262, 646, 647
Comisura
del fórnix, 308
habenular, 301
Complejo nuclear olivar, 296
Cóndilos occipitales, 78
Conductillos eferentes, 203
arterioso, 264
persistente, 425
biliar, 152, 540, 797, 807
cístico, 152
coclear, 366
colédoco, 152
deferente, 203, 458, 705, 789, 815
endolinfático, 365
epoöphori longitudinales, 188
galactóforo, 389, 715
hepático, 151
incisivo, 117, 369
linfático, 267, 269
mesonéfrico, 181, 183
vestigial, 693
metanéfrico, 183
paramesonéfrico, 188
parotídeo, 121, 392, 499, 626
pronéfrico, 181
tirogloso, 156, 226
torácico, 268, 430, 525, 657

Conductillos eferentes (*cont.*)
traqueal, 267, 640
venoso, 263
vitelino, 159
Conjuntiva, 356
Cono
arterioso, 237
medular, 289, 322
Copa
del diente, 497
endometrial, 558
óptica, 288, 358
Coprodeo, 808
Corazón
desarrollo, 231, 243
descripción general, 232
forma y topografía, 233, 424, 522, 653, 768, 819
huesos, 238
inervación, 240
ruidos, 242
sistema de conducción, 239
vascularización, 239
Cordón espermático, 202, 204, 560, 705, 789
Corion. Véase *Dermis*
Córnea, 348, 352, 403, 634, 821
Cornete(s)
etmoidal, 164, 394
nasales, 164, 393, 490, 626, 759, 810
Cornezuelos, 379
Cornificación, 372
Coroides, 349
Corona radiata, 219
Coronilla, 586
Corpúsculo
bulboso, 278
laminillar, 278
meniscoide, 278
renal, 195
Corteza cerebral, 303
Corva, músculos de la, 110, 603
Corvejón, 88, 108, 480, 608, 745, 795, 804
cubierto, 613, 795
Costillas, 57, 419, 517, 648, 768, 802
asternales, 57
flotantes, 57
Cotiledón, 700
Coxal, 59
Cráneo, 73. Véase también *cabeza*
Cremáster, 70, 206
Cresta(s), 797
ampollares, 365
de pelo, 375
del cuello, 511
facial, 80, 486
ilíaca, 60
mamaria, 388
neural, 284, 285
nucal del cráneo, 74
renal, 195
sacra, 54, 414
sagital mediana del cráneo, 74
terminal del corazón, 237
uretral, 200
Criptorquidia, 71, 192, 531
Cristalino, 352
desarrollo, 358
Cruz, 411, 511, 642
Cuartilla del casco, 586
Cuello. Véanse estructuras y órganos individuales
articulaciones, 54
conformación, 411, 511, 756
drenaje linfático, 267, 408, 509, 640, 764
esqueleto, 50, 412, 512
inervación, 335
músculos, 84, 406, 417, 506, 762
rasgos superficiales, 636
vascularización, 262, 405, 507, 636, 638, 646
Cuerda(s)
del tímpano, 332, 342, 367
vocales. Véase *Pliegues vocales*
Cuernos, 381, 621, 624
Cuerpo(s)
albicantes, 213
amarillo, 212, 220, 553, 557, 695
accesorio, 557
calloso, 306
carotídeo, 249
cavernoso, 208, 460, 561, 708
ciliar, 350
esponjoso, 208, 460, 561
fálico, 815
gelatinoso de la médula espinal, 821
geniculado, 301
mamilar, 301, 318
perineal, 72, 688
trapezoide, 292
ultimobranquial, 227
vascular paracloacal, 815
vítreo, 353
Cumulus oöphorus, 219
Cuña ungular, 587
Cúpula pleural, 174, 420, 519, 649
Cutícula de coilina, 807

CH

Chalaza, 817

D

Dartos, 205
Dedo(s), 88
rudimentarios, 468, 480, 727, 733, 735, 793
Deglución, 136, 170
Dendritas, 274
Dens del axis, 51, 55
Dentición, 123, 397, 495, 630, 760
Dentina, 124
secundaria, 496
Dermatomas, 48, 335, 660
Dermis, 22, 373
del casco, 586
irrigación sanguínea, 590
Descenso de los testículos, 190, 462, 560, 709, 789
Descorne, 622
Desplazamiento abonasal, 669
Diáfisis, 87
Diafragma, 67, 420, 518, 649
función, 68
pélvico, 72, 217, 452, 687. Véase también *Periné*
selar, 225
urogenital, 73, 217, 594
Diámetros
conjugados, 547, 683, 784
de la pelvis, 547, 683, 703, 784
Diastema, 630
Diencéfalo, 290, 300
Diente(s), 123, 397, 495, 630, 760
aciculares, 760
de lobo, 496
desarrollo, 125, 126
descripción general, 123
erupción, 125
reemplazo, 125, 126
repulsión, 496
sectoriales, 130, 398
simples, estructura, 123

Difiodoncia, 123
Disco
  articular, 32, 129
  germinal, 817
  intervertebral, 30, 55, 414
Divertículo
  de Meckel, 159
  de la trompa auditiva, 501
  del estómago, 775
  dorsal de la uretra, 706
  faríngeo, 761
  nasal, 163, 484
  vitelino, 807
  prepucial,386, 790
  suburetral, 200, 216, 689, 787
Dolor referido, 318, 371
Duodeno, 144, 440, 442, 674, 777, 807
Duramadre, 322, 417

E

Esfínter. Véase *Músculos esfinterianos*
Espalda. Véanse huesos, articulaciones y regiones individuales
Edad
  de los fetos, 457, 559, 699
    estimación, 458, 559, 699
  por los dientes, 398, 497, 631
Eje
  óptico, 348
  visual, 351
Electromiografía, 40
Embriones, transferencia de, 692
Eminencia iliopubiana, 60
Empercharse, 804
Encéfalo, 281, 290, 820
  barrera hematoencefálica, 325
  desarrollo, 283
    filogenético, 281
  meninges, 322
  morfología general, 281
  peso, 281
  revestimiento ependimario, 324
  subdivisiones, 290
  superficie
    dorsal, 281
    ventral, 281
  topografía, 321
  vascularización, 326, 328, 638
  ventrículos, 290, 292, 324, 325
Encías, 123
Endocardio, 238
Endolinfa, 364
Endometrio, 215
Epiceras, 381, 621
Epidermis, 21, 372
Epidídimo, 203, 458, 560, 705, 815
Epífisis
  cerebral, 226, 301, 820
  de los huesos largos, 27, 87
Epiglotis, 133, 166
Epihioides, 395
Epitálamo, 301
Erección del pene, 210, 461, 562, 663, 710, 789
Eructación, 633, 667
Escafoides, 581, 729
  timpánica, 366
  vestibular, 366
Escápula, 89, 570, 803
  caída, 517, 570
Esclerótica, *Lámina 4*, 348, 634, 821
Esclerotomas, 48
Escotadura
  cardíaca del pulmón, 176, 421, 520, 651
  ciática
    mayor, 60
    menor, 60
  intertrágica, 363
  pretrágica, 363
  vascular de la mandíbula, 81
Escroto, 205, 458, 559, 704, 787
Esmalte, 124
Esófago, 134, 406, 426, 524, 637, 655, 805
Espacio
  epidural, 322
  epiescleral, 354
  lumbosacro, 414, 766
  subaracnoideo, 324
  subdural, 322
Espalda
  articulaciones, 55
  conformación, 411, 419, 511, 642, 767
  descripción general, 46
  drenaje linfático, 268
  esqueleto, 52, 413, 512, 643, 766, 801
  grasa de la, 767
  inervación, 322, 335
  rasgos superficiales, 65, 511, 642
  vascularización, 257, 262, 646
Esparaván sanguíneo, 618
Espermatozoides, transporte de, 210
Espina, 50
  bífida, 285
  ilíaca, 60
  isquiática, 60
Esplacnopleura, 49
Espolón, 797
Esqueleto, 47, 412, 512, 643, 644, 755, 800
Estatoconias, 365
Estemebras, 58, 420
Esternón, 58, 419, 802
Estigmas, 816
Estilopodio, 88
Estómago, 139, 438, 533, 662, 775, 806
  anterior, 662
  desarrollo, 158
    posnatal, 673
  drenaje linfático, 143, 269, 541, 672
  inervación, 143, 671
  túnica muscular, 142
  vascularización, 143, 440, 672
Estomodeo, 143
Estrella dental, 496
Estría(s)
  de la piel abdominal, 373
  habenulares, 301
  mallearis, 466
Estribo, 467
Estro, 212, 456, 695
Eyaculado, 562, 789, 815

F

Falo, 815
Faringe, 131, 395, 501, 634
  desarrollo, 157
Fascia, 22
  de la grupa y muslo, 602
  de la pierna, 609
  espermática, 205, 789
  ilíaca, 71
  lata, 602
  orbitaria, 354
Fascículos del sistema nervioso central, 276
Fauces, 134
Fémur, 102, 804
Feto, edad. 457, 559, 699
Fibras zonulares, 350

Fibrocartílago
complementario de la falange media, 580
parapatelar, 605
Fíbula, 105, 608, 745
Filtro, 116, 390
Filum terminale, 322
Fimbrias de la trompa uterina, 213, 552
Fisura
óptica, 358
orbitaria, 77, 541. Véase también *Agujero orbitorotundum* 77, 541
palatina, 78
palpebral, 356
petrotimpánica, 333
timpanooccipital, 78
Flanco, irrigación sanguínea, 774
Flehmen, 369
Flexuras
del colon
diafragmática, 538
esternal, 537
pélvica, 538, 563
sigmoidea, 675
del pene, sigmoidea, 707, 789
Focos de los ruidos cardíacos, 242, 425, 523, 655
Folias del cerebelo, 298
Folículo
dental, 125
ovárico, 212, 219, 695, 816
Fondo
del estómago, 140
del globo ocular, 349, 402, 404
Fontanela, 29
Fonticulus, 29
Formación reticular, 296, 312
Fórnix
de la conjuntiva, 356
de la vagina, 215
del hipocampo, 308
Fosa(s)
canina, 756
de ovulación, 552
de la cavidad craneal, 47
del glande, 563
desnudas, 31
extensora del fémur, 104
hipofisaria, 224, 320, 322
interpeduncular, 300
isquiorrectal, 73, 451, 683
lagrimal, 78
lingual, 630
nasales, 154, 162, 484, 810
falsas, 163
olecraneana, 90
oval, 237
paralumbar, 526, 658
pararrectal, 550
pterigopalatina, 77
romboidal del tallo encefálico, 292
supracondílea, 104
temporal, 76
trocantérica, 102
Fosita ótica, 367
Freemartin, 693, 700
Frémito, 788
Frenillo, 117

G

Gancho del hueso pterigoides, 405
Ganglio(s), 276
aortorrenal, 197, 346
celíaco, 345, 346, 543
cervical(es)
craneal, 334, 343
medio, 343, 524
ciliar, 338, 342, 345
de la raíz doral, 44, 285, 309, 417
espinal, 44
espiral, 366
geniculado, 332, 342, 367
gonadal, 345, 346
hemolinfático, 266
lumbar, 343
mandibular, 332, 342
mesentérico, 345, 346, 543
ótico, 334, 343
parasimpáticos, 341
paravertebrales, 320
prevertebrales, 345
pterigopalatino, 331, 333, 342, 346
renal, 345, 346
simpáticos, 341
subvertebral, 320
trigeminal, 330
Gestación, tiempo de, 457, 559, 696
Glande del pene, 209, 460, 561, 709
Glándula(s)
adrenales, 228, 449, 543, 682, 819
ampollares, 204, 458, 706
anales, 350
bulbouretrales, 208, 458, 561, 706, 710, 789
cardíacas, 142
carpianas, 384
ceruminosas, 362
cigomáticas, 116, 122, 400, 403
circunanales, 386, 456
circunorales, 384
de Meibomio, 634
de sal, 810
de la cáscara, 817
de la cola, 386
de la piel, 383
de los cuernos, 384
del (los) saco(s)
anales, 386
infraorbitario, 384
inguinal, 386
interdigital, 384
del seno lactífero, 389, 715
del tercer párpado, 357
endocrinas, 224
intestinales, 145
lagrimales, 357, 403, 504, 634
profundas, 756
mamarias, 388, 433, 564, 613, 720, 775
desarrollo, 388
drenaje linfático, 430, 434, 565, 718
edad y cambios funcionales, 719
inervación, 565, 719
vascularización, 433, 565, 716
mandibulares, 121, 392, 400, 499, 626, 634, 638, 762
nasales, 810
laterales, 162
oleosas, 798
olfativas, 369
paratiroides, 227, 407, 637, 762
parótida, 121, 392, 399, 499, 634, 757, 762
pilóricas, 142
pineal, 226, 301
pituitaria. Véase *Hipófisis*
prepuciales, 386, 458, 790
proctodeica, 815
salivales, 120, 399, 499, 634
inervación, 122
sebáceas, 383
sexuales accesorias, 207, 561
sublingual, 122, 400, 499, 634
sudoríparas, 388

tarsales, 397, 485, 634
tiroides, 226, 407, 508, 637, 818
ultimobranquial, 819
uropigia, 798
vesiculares, 207, 561, 706, 710, 789
vestibulares, 216, 455, 555, 694
yugales, 392, 499
Glaucoma, 352
Globo ocular. Véase *Ojo*
Globus pallidus, 306
Glomérulo, 186, 195
Glomus carotídeo, 249
Glotis, 170, 805, 810. Véase también *Laringe*
Gonfosis, 29
Granulaciones (vellosidades) aracnoideas, 325
Gránulos iridianos, 350, 634
Grasa, 23
de bacalao, 703
de la espalda, 767
orbitaria, 347
parda, 24
Grupa, 475, 601, 742
Gubernaculum, 190
Guiñada en yeguas, 555
Gustación, 318, 370

H

Habénulas, 301
Haustraciones, 147, 536
Haz auriculoventricular, 238
Hemiplejía laríngea, 335, 503, 525
Hendidura
glótica, 169
infundibular, 805
interdigital, 727
Hernia
diafragmática, 420
escrotal, 789
inguinal, 455, 530, 560, 774, 789
umbilical, 774
Heterodoncia, 123
Hiato
aórtico, 68
esofágico, 68
Hígado, 148, 447, 540, 676, 779, 808
desarrollo, 158
drenaje linfático, 269
inervación, 151
vascularización, 149, 677
Himen, 189, 555, 690, 693
Hipocampo, 307
Hipófisis, 224, 303, 318
Hipomanes, 559
Hipotálamo, 301, 318
Hocico, 162
Hombro, 88, 464, 570, 722
Horquilla, 803
Hoz del cerebro, 322, 326
Huesecillos
del corazón, 28, 238, 655
del oído, 363
Hueso(s)
acetabular, 60, 476
astillados, 93, 575
bolillo, 582
cadera, 59, 802
cardíaco, 28, 238, 655
carpianos, 92, 471, 575, 725, 803
clasificación, 24
coracoides, 803
cuadrado, 801
de la caña, 93, 575, 580, 728, 748
de los deseos, 803
del pene, 28, 209, 438, 460
descripción general, 24
escafoides, 582, 729
esplácnicos, 28
falanges, 94, 728
hemal, 54, 414
irrigación sanguínea, 25
largos, desarrollo, 87
metacarpianos, 93, 575, 580
metatarsianos, 106, 748
neumáticos, 28
peñasco del temporal, 364, 366
rostrales, 163, 756
sesamoideos, 28, 583
de la rodilla, 479
de los interóseos, 746
distales, 582, 729
proximales, 580, 728
tarsianos, 106, 608, 745
Huevo, 817
Húmero, 90, 570, 803
Humor
acuoso, 351, 352
vítreo, 353
Huso muscular, 278

I

Íleon, 145, 445, 536, 675, 777, 807
Ilion, 59
Implantación, 220
del embrión, 700
Impresiones nasales, 374, 390, 621
Incisura. Véase *Escotadura*
Índice
cefálico, 390
craneofacial, 391
Infundíbulo
de la trompa uterina, 213, 454, 552, 689
del diente, 496
del oviducto, 817
Interneuronas, 277
Intersecciones tendinosas, 70
Intestinos, 144, 442, 534, 674, 777, 807
desarrollo, 159
descripción general, 144
drenaje linfático, 147, 446, 540, 675
inervación, 147
vascularización, 147, 446, 540, 675
Intumescencias de la médula espinal, 289
Inyección
de anestesia local intravenosa, 737
de articulaciones. Véanse articulaciones individuales
epidural, 329, 515, 645
subaracnoidea, 329
Iris, 350, 504, 821
Islote(s)
pancreáticos, 131, 229
sanguíneo, 231
Isquion, 59
Istmo
de la aorta, 655
de la trompa uterina, 213, 552
del oviducto, 817

J

Jeta, 756
Jiba de los bovinos cebú, 642

L

Laberinto
membranoso, 364

Laberinto (*cont.*)
óseo, 365
Labio(s), 115, 394, 484, 621
articular, 32, 106
de la vulva, 216
Lacertus fibrosus, 573, 725
Lactíferos, 147
Lago lagrimal, 357
Lágrimas, 357
Lagunilla vascular, 529
Lámina(s)
alar, 285
basal, 285
cloacal, 161, 182
córnea, 587, 733
cribiforme, 320
dental, 156
dérmicas, 588
espiral, 366
femoral, 774
nasal, 162, 390, 624
nasolabial, 116, 162, 621
neural, 284
omasal, 668
rostral, 162, 757
sensibles, 588
suspensora de la ubre, 714
terminal gris, 301, 303
Lana, pelos de, 378
Lanolina, 283
Laringe, 166, 400, 503, 633, 761, 810
mecanismo, 170
Laringofaringe, 131, 502, 633
Látebra, 817
Leche
de buche, 806
uterina, 220
Lemnisco medial, 296, 310
Lengua, 118, 395, 496, 629, 805
desarrollo, 155
inervación, 120
Ligamento(s)
accesorios
de la articulación de la cadera, 107, 529, 601
de los flexores digitales, 578, 584, 613
alar, 54, 413
ancho del útero, 216, 455, 553, 689
anular
del radio, 95
digital, 584, 731
palmar, 584
apical
de la odontoides, 54, 413
del pene, 711
arterioso, 252, 265, 425, 429
atlantoaxoideo dorsal, 55, 413
axil colateral, 729
coronario, 149
costotransverso, 58
cricotiroideo, 503
cruzado de la rodilla, 31, 107, 478, 607
de sujeción, 578, 584, 613
de la cabeza femoral, 107, 475, 742
de la cola del epidídimo, 203, 788
de la columna vertebral, 56
del cornezuelo, 598
del ovario, 217, 454
del testículo, 203
denticulado, 322
elástico
de la articulación del bolillo, 729
dorsal de la uña, 469
esternopericárdico, 235, 523
falciforme, 149, 436, 443
femoropatelar, 107
medial, 607
frenicoesplénico, 441
frenicopericárdico, 235, 424
gastroesplénico, 141, 438
gastrofrénico, 440
inguinal, 528
interarqueados, 56
intercapital, 56, 58
intercornual, 690
interdigitales, 729
colateral axil, 728
falangosesamoideo, 728
longitudinal de la columna vertebral, 56
navicular
colateral, 583
distal, 583
nucal, 56, 415, 513, 645
orbitarios, 77, 354
palmares
carpianos palmares, 575, 726
de los sesamoides proximales, 580, 582
palpebrales, 356
patelar, 108, 530
pectíneo, 350, 352
plantar largo, 608, 746
propio
del ovario, 217, 454
del testículo, 203, 788
pulmonar, 176, 421
redondo
de la vejiga, 260, 265
del hígado, 265
del útero, 217, 455
sacrociático, 61, 546, 682, 785
sacroilíaco, 61
sacrotuberoso, 61, 451
sesamoideos, 102, 582, 587, 728
distales, 582, 728
supraespinoso, 56, 643
suspensor
del nudo, 585
del ovario, 454
del pene, 707
transverso
de la odontoides, 413
del acetábulo, 529
del atlas, 54
triangular, 149
Limbo del globo ocular, 348
Línea(s)
blanca, 49, 70, 381, 436, 529, 587, 774
de alzada, 528
de reflexión pleural, 420, 519, 649, 768
terminal, 60, 547, 682
Linfocitos T, 273
Líquido
cerebroespinal, 324
lagrimal, 357
Lóbulos de la oreja, 797

M

Mácula
de la retina, 351, 636
del oído interno, 362
Magnum, 817
Maléolo, 105, 608, 745
Mamas, 396, 564, 715, 775
accesorias, 388, 713
canal, 389, 715
esfínter, 716
orificio, 716
rudimentarias en machos, 389, 704
seno, 389, 715

variaciones de forma, 714
Mancha
ciega de la retina, 351
del esmalte, 497
Mandíbula, 79, 129, 392, 801
Mano, 88, 92, 93
Manubrio del esternón, 58, 768, 802
Margo plicatus, 534
Martillo, 363
Masa intermedia del tálamo, 402
Masticación, 632
Meato
acústico
externo, 77, 362, 405
interno, 321, 332
etmoidal, 164
nasal, 165
Mecanorreceptores, 318
Mediastino, 173, 422, 522, 649, 653
testicular, 202
Médula
espinal, 289, 417, 705
irrigación sanguínea, 327, 515
topografía, 320
tractos, 292
oblonga, 291
ósea, 25
biopsia, 420
Mejilla, 116
Membrana(s)
anal, 160, 183
atlantoaxoidea, 413
atlantooccipital, 55, 412
cloacal, 161, 182
fetal, 221
iridopupilar, 359
nictitante. Véase *Tercer párpado*
sinovial, 31
timpánica, 362, 405
urogenital, 183
Meninges, 322
Meniscos, 32, 107, 607, 745
Mesencéfalo, 290, 299
Mesenterio, 137
Mesocolon, 146
ascendente, 539
Mesoconducto deferente, 204
Mesogastrio, 138
Mesometrio, 215
Mesonefros, 181, 183
Mesorrecto, 687
Mesosálpinx, 214, 217, 553
Mesovario, 212, 217
Mesoviducto, 817
Metacarpo, 88
Metáfisis, 87
Metanefros, 181, 185
Metapodium, 88
Metatálamo, 301
Metatarso, 88
Metencéfalo, 290
Microcotiledones, 558
Midriasis, 361
Mielencéfalo, 290
Mielina, 276
Mielograma, 413
Miembros
pelvianos. Véanse también huesos, articulaciones, músculos y regiones individuales
articulaciones, 105, 475, 605, 608, 742, 795
conformación, 475, 601, 742, 746
descripción general, 102
drenaje linfático, 270, 477, 618, 742, 750, 795
esqueleto, 102, 602, 804
inervación, 338, 482, 618, 750
músculos, 108, 602, 609, 742, 747
topografía y palpación, 475
vascularización, 258, 262, 479, 615, 748, 795
torácicos
articulaciones, 94, 464, 570, 725, 793
conformación, 566, 724
descripción general, 89
drenaje linfático, 267, 464, 594, 737, 794
esqueleto, 89, 570, 728, 803
inervación, 335, 471, 594, 737
músculos, 96, 568, 577
parte distal, 468, 578, 727
topografía y palpación, 464
vascularización, 254, 262, 466, 592, 735, 794
Miocardio, 238
Miología, 46
Miometrio, 215
Miosis, 361
Miótomos, 48
Moco de los pavos, 797
Modiolo, 366
Mollejas, 677, 807
Montículo laríngeo, 805
Mucosa olfativa, 368
Muda, 799
Músculo(s), 36
abductor
cruris caudalis, 110
largo del pulgar, 101
acciones, 39
aductores, 110, 604, 744
agonistas, 40
ancóneo, 100, 579, 725
antagonistas, 40
aritenoideo transverso, 168
articular coxal, 110
auriculares, 362
bíceps
braquial, 101, 573, 725, 804
femoral, 109, 603, 743
blanco, 804
braquial, 100, 574, 725
braquiocefálico, 97, 406, 513, 569, 762
buccinador, 82, 491
bulboesponjoso, 209, 461, 562, 709, 789
bulboglandular, 561
canino, 82
cigomático, 622
ciliar, 350
cleidobraquial, 97, 722
cleidocervical, 406
cleidomastoideo, 406, 722
cleidooccipital, 722
coccígeo, 71, 73, 452, 687
complejo, 416
constrictor
de la faringe, 133, 634
de la vulva, 694
del vestíbulo, 694
coracobraquial, 99, 570, 725
cremáster, 70, 206, 528
cricoaritenoideo, 168
cricofaríngeo, 134
cricotiroideo, 168
cuadrado
femoral, 110
lumbar, 72, 416
cuadríceps femoral, 112, 605
cutáneo, 62
del cuello, 84, 513, 762, 772
del tronco, 61, 528, 658, 659, 771
omobraquial, 723
de la cabeza, 81, 486
de la columna vertebral, 62, 415
de la corva, 110, 603

Músculo(s) (*cont.*)
de la expresión facial, 82
de la faringe, 501
de la masticación, 28, 497
función, 130
de la pared
abdominal, 69
torácica, 67
de la pechuga, 803
de la salida pelviana, 72
de las plumas, 799
del cuello, 84, 406, 417, 505
del estribo, 364, 367
del globo ocular, 354
del miembro
pelviano, 108, 602, 609, 742, 747
torácico, 96, 568, 577, 622
del oído externo, 83
del periné, 147
deltoides, 99, 570, 724
depresor del labio
inferior, 83, 486
superior, 758
descripción general, 36
diafragma, 67
digástrico, 129, 498
dilatador
de la faringe, 134
de la pupila, 351
dorsal
ancho, 98, 569, 722
largo, 416
electromiografía, 40
elevador
del ángulo ocular, 83
del ano, 758
del labio superior, 83, 486
del párpado superior, 355
del velo del paladar, 134
nasolabial, 83
epiaxiles, 62
erector del pelo, 376
escaleno, 67, 84
esfinteriano(s)
anal, 147, 687, 785
cardial, 534
cecal, 807
cecocólico, 146
del cuello, 82
espinal y semiespinal torácico y cervical, 416
esplenio, 62
esqueléticos, 37
esternocefálico, 85, 406, 505, 762
esternohioideo, 85, 406, 505
esternomastoideo, 406
esternooccipital, 406
esternotiroideo, 85, 406, 505
estilofaríngeo caudal, 134, 634
estilogloso, 119, 634
extensor
digital
común, 101, 577, 726
largo, 112, 611, 747
lateral del miembro
pelviano, 113, 474, 611, 743
torácico, 102, 577, 724, 726
largo del pulgar, 113
oblicuo del carpo, 101, 578, 726
radial del carpo, 101, 577, 726, 804
flexor
digital
profundo del miembro
pelviano, 113, 613, 747
torácico, 102, 578, 827
superficial del miembro
pelviano, 113, 612, 747
torácico, 102, 578, 727
radial del carpo, 102, 473, 578, 726
ulnar del carpo, 102, 726, 804
frontal, 634
gastrocnemio, 113, 612, 747
gemelos, 110
geniogloso, 119
geniohioideo, 119
glúteo
accesorio, 109, 603, 742
medio, 109, 603, 742
profundo, 109, 546, 603, 743
superficial, 108, 602, 603, 742
hipofaríngeo, 134
hiogloso, 119, 634
hipoaxiles, 67
ilíaco, 72
iliocostal, 62, 415
inervación, 39
infraespinoso, 99, 464, 478, 724
intercostales, 67
interespinales, 416
interóseos, 23, 102, 585, 729
intertransversarios, 416
irrigación sanguínea, 38
isquiocavernoso, 209, 461, 562, 789
isquiouretral, 461
largo
de la cabeza, 415
del cuello, 415
laríngeos, 168
longissimus, 62, 415, 767
longus
capitis, 67, 84, 406
colli, 67, 84, 406, 425
malar, 83
masetero, 129, 497, 632
masticatorios, función, 130
mentoniano, 758
milohioideo, 120
multífidos, 416
oblicuos
de la cabeza, 416
del abdomen, 70, 528, 659, 771
del globo ocular, 354
obturador, 110, 605
occipitomandibular, 498
oculares, 355
omohioideo, 85, 505, 762
omotransversario, 97, 513, 569, 722
orbicular
de la boca, 82, 116
del ojo, 83, 356, 361
orbitario, 355, 357
palatino, 134
palatofaríngeo, 134
papilar del corazón, 237
parotiroauricular, 83
pectinados, 237
pectíneo, 109, 604, 744
pectoral, 803
ascendente, 98, 568, 722
descendente, 98, 569, 722
profundo, 98, 569
superficial, 98
transverso, 98, 569, 722
peroneo
anterior, 112, 610, 747
corto, 112
largo, 112, 743, 747
platysma. Véase *Músculo cutáneo del cuello.*
poplíteo, 112, 612, 613, 748
prepucial, 209, 461, 709, 790
pronador

cuadrado, 100
redondo, 100, 473, 573
psoas
mayor, 72, 416
menor, 72, 416
psoasilíaco, 72, 416
pterigofaríngeo, 134
pterigoideo, 130, 498, 632, 634
recto(s)
de la cabeza
dorsal, 416
lateral, 417
ventral, 67, 84, 416
del abdomen, 70, 528, 501, 660
del globo ocular, 354
femoral, 112, 605
interno del muslo, 109, 604, 744
torácico, 67
rectococcígeo, 550, 687, 785
redondos mayor y menor, 100, 570, 725
respiratorios, función, 68
retractor
del bulbo ocular, 355
del clítoris, 785
del pene, 209, 461, 562, 709, 785
rojo, 804
romboides, 98, 569, 722
rotadores, 416
sartorio, 110, 604, 744
semiespinal de la cabeza, 416
semimembranoso, 110, 604, 743
semitendinoso, 110, 603, 743
serrato
dorsal, 67
ventral, 98, 569, 723
sinergistas, 40
sóleo, 113
subclavio, 98, 569, 722
subescapular, 99, 463, 570, 724
sublumbares, 72
supinador, 100
largo, 100
supracoracoideo, 804
supraespinoso, 99, 570, 724
tarsal, 356
temporal, 129, 497, 632
tensor
de la fascia
antebraquial, 100, 574, 725
lata, 109, 602, 744
del tímpano, 364, 367
del velo del paladar, 134
tibial
caudal, 113
craneal, 112, 479, 610, 747
tiroaritenoideo, 168
tirofaríngeo, 134
tirohioideo, 634
transverso
del abdomen, 70, 528, 660, 773
del tórax, 67, 421
transversoespinal, 62, 416
trapecio, 97, 513, 568, 722
traqueal, 172, 507
tríceps, 100, 574, 725, 804
sural, 113
ulnar
lateral, 101, 577, 726
posterior, 101
uretral, 200, 207, 690, 706
vastos del cuadríceps, 112
ventricular, 167
vocal, 167
Muslo, 88, 602, 743

N

Nariz, 162
Nasofaringe, 131, 364, 634
Nefrón, 195
Neocerebelo, 298
Neopallium, 303, 306
Neopulmo, 811, 813
Nervio(s)
abducens, 332, 361
accesorio, 335
alveolar inferior, 332
antebraquial cutáneo, 336, 337, 471, 472, 594, 737
auricular caudal e interno, 333
auriculopalpebral, 333, 392, 488, 625
auriculotemporal, 331
autónomos de la cabeza, 333
bucales, 331
cardíacos, 242, 335
carotídeo interno, 345
caudales, 340
cervicales, 335, 821
ciático, 339, 482, 618, 750, 821
poplíteo
externo. Véase *Nervio peroneo común*
interno. Véase *Nervio tibial*
cigomático, 331, 342, 361
ciliares, 331
cortos, 342
largos, 349
circunflejo, 337, 472, 492, 737
cornuales, 361, 622, 624
costoabdominales, 338
craneales, 329
componentes, 296
del canal pterigoideo, 333, 342
del miembro
pelviano, 338, 482, 618, 750
torácico, 335, 471, 594, 737
depresor (del vago), 335
digital(es), 595, 598, 618
III
dorsal común, 752
palmar, 739
plantar común, 752
dorsal
del clítoris, 340
del pene, 340
espinales, 44, 321, 335
esplácnicos, 345
estapedial, 333
etmoidal, 331, 361
facial, 332, 361, 367, 405, 625
ramas yugales, 333, 488
femoral, 330, 338, 482, 618, 750
femorocutáneo caudal, 339
frénico, 335, 425
genitofemoral, 338, 719
glosofaríngeo, 334, 343
rama para el seno carotídeo, 334
glúteos, 339, 618
hipogástricos, 343, 346, 460, 685
hipogloso, 335
iliohipogástrico, 338
ilioinguinal, 338
infraorbitario, 331, 489, 625
infratroclear, 330, 361
intercostales, 338
intermediofacial, 332
intestinales, 821
lagrimal, 330, 342
laríngeos, 335
recurrente, 335, 524
lingual, 332
lumbares, 338, 660

Nervio(s) (*cont.*)
mandibular, 330, 331
masetérico, 331
maxilar, 330, 361
mediano, 337, 472, 595, 737, 739
mentoniano, 332, 489, 625
metacarpiano palmar, 598
medial, 598
metatarsiano
dorsal, 618
plantar, 618, 619
milohioideo, 332
musculocutáneo, 336, 471, 594, 737
nasal caudal, 331
nasociliar, 330
obturador, 339, 548, 616, 618, 684, 750
oculomotor, 330, 361
oftálmico, 330, 361
olfativo, 304, 329, 369
óptico, 329, 351, 361
desarrollo, 358
palatinos mayor y menor, 331
palmar
lateral, 598
medial, 595, 598
pectoral, 336
pelvianos, 340, 343, 357, 549, 685
periféricos, 44
perineal
profundo, 340, 549
superficial, 340
peroneo
común, 340, 482, 618, 751
profundo, 340, 618, 752
superficial, 340, 618, 752
petroso
mayor, 333, 342, 346, 367
profundo (simpático), 342
profundo, 345
plantares, 340, 618, 619, 752
pterigoideo, 331, 343
pterigopalatino, 331
pudendos, 340, 548, 684
radial, 337, 472, 595, 738, 740
rectal caudal, 340, 549, 684
sacros, 340
safeno
externo (cutáneo), 340, 618
interno, 339, 482, 618
subescapular, 336
sublingual, 332
supraorbitario, 361, 489
sural cutáneo, 616
temporal profundo, 331
tibial, 340, 482, 616, 619, 751
timpánico, 334
torácico, 338
lateral y largo, 336
toracodorsal, 336
trigémino, 330, 361
troclear, 330, 361
ulnar, 337, 472, 595, 737, 739
vago, 334, 343, 656, 821
vertebrales, 345
vestibulococlear, 332, 334, 366
Neumatización de los huesos, 28, 799
Neuroglia, 275
Neurohipófisis, 225, 318
Neurolemocito, 276
Neurona, 274
motora
inferior, 316
superior, 316
posganglionar, 320
preganglionar, 320
Neuroporos, 284
Nódulo
atrioventricular, 239
hemal, 266
linfáticos, 42, 265. Véase también en órganos individuales
aglomerados, 675, 820
anorrectales, 695, 786
aórticos torácicos, 268, 769
axilares, 419, 464, 573, 594, 737
de la primera costilla, 737, 794
celíacos, 781
cervicales, 409, 464, 610, 640, 764
cervicotorácicos, 820
cólicos, 782
coxales, 750
cubitales, 268, 471, 594
de la cabeza, 266, 408, 508, 639, 763
de la pelvis, 270, 695, 786
de las vísceras abdominales, 269, 540, 672, 675, 677, 781
del cuello, 267, 408, 508, 640, 764
del miembro
pelviano, 270, 477, 618, 742, 750, 795
torácico, 267, 464, 594, 737, 794
del techo abdominal, 269, 679
del tórax, 268, 430, 525, 656, 771
escrotales, 705
esplénicos, 781
esternales, 430, 656, 769
faciales, 392
frenicoabdominales, 781
gástricos, 782
glúteos, 750, 786
hepáticos, 540, 677, 782
hipogástricos, 695
ileocólicos, 782
ilíacos, 679, 781, 786
iliofemorales, 679, 695, 719
inguinales
profundos, 618, 679, 695, 719
superficiales, 458, 705, 714, 775
intercostales, 430, 525, 656
isquiáticos, 750, 786
lumboaórticos, 679, 781
mamarios, 714, 718
mandibulares, 408, 487, 626, 639, 763
mediastinales, 430, 525, 655, 657, 769
mesentéricos, 695, 782
pancreaticoduodenales, 782
parotídeos, 408, 487, 626, 639, 763
poplíteos, 477, 618, 750, 795
pulmonares, 178, 652
renales, 678, 781
retrofaríngeos, 408, 508, 622, 627, 634, 639, 763
sacros, 786
solitarios, 820
subilíacos, 526, 618, 658, 750, 775, 794
testiculares, 781
traqueobronquiales, 178, 430, 525, 652, 657, 770
tuberales, 750
yeyunales, 675, 782
sinuatrial, 239
Noradrenalina, 341
Notarium, 801
Notocorda, 49
Núcleo(s)
abducente, 294
ambiguo, 296
basales, 303, 304
caudado, 308, 317
cerebeloso (dentado) lateral, 298
coclear, 296, 314
cuneiforme, 292
medial, 310

de Edinger-Westphal, 330
de los nervios craneales, 294
del cuerpo trapezoide, 314
del facial, 296
del hipogloso, 294
del oculomotor, 294, 299
del sistema nervioso central, 276
del tálamo, 301
del tracto
espinal descendente del nervio trigémino, 296
solitario, 296
del trigémino, 296
del troclear, 294, 299
delgado, 292, 310
dentado, 298
endopeduncular, 301
exteroceptivos, 296
fastigial, 298
geniculado
lateral, 314
medial, 314
habenular, 301
interpuestos, 298
lentiforme, 306
mesencefálico
del nervio trigémino, 296, 299
sensoriales, 330
olivar, 296
parasimpáticos
del nervio oculomotor, 296, 342
del vago, 296
medios, 343
salivales rostrales, 342
paraventriculares, 318
pónticos, 330
pulposo, 55
pulvinar, 314
rojo, 298, 299, 317
salivales, 296
sensoriales principales del nervio trigémino, 296
subtalámicos, 301, 317
supraópticos, 318
vestibulares, 296, 314
Nudos de leche, 715
Nueces, 379

O

Oído, 367, 404, 822
desarrollo, 367
Ojo(s), 347, 404, 504, 634, 756, 821
anexos, 353
desarrollo, 358
enucleación, 354
estructura, 348
fascias orbitarias, 354
inervación, 361
medios de refracción, 352
movimientos, 355
tercer párpado, 357, 403, 485, 634, 821
vascularización, 359
Olécranon, 92, 573
Omaso, 668
Ombligo, 49, 774
distal y proximal de la pluma, 798
Omentos, 138, 441, 663, 670, 777
Oocito, 817
Opérculo, 810
Ora serrata, 351
Órbita, 77, 353, 402
Oreja, 362, 404
Órgano(s)
de los sentidos, 347
del esmalte, 156
espiral del oído interno, 366
gustativo, 369
olfativo, 368
reproductores
femeninos, 211, 454, 552, 689, 786, 816
desarrollo, 186
edad y cambios cíclicos, 219, 456, 556, 695
inervación, 218, 556, 695
vascularización, 218, 455, 556, 694, 787
masculinos, 201, 458, 559, 703, 787, 815
desarrollo, 184
posnatal, 709
edad y cambios funcionales, 210, 462, 562, 709, 789
inervación, 548
vascularización, 461, 549, 708
urinarios, 192, 447, 453, 541, 551, 677, 688, 780, 813
desarrollo, 181
vestibulococlear, 361
vomeronasal, 117, 369, 491, 626
Orificio
atrioventricular, 237
cecocólico, 146, 445, 537
del oviducto, 815
del pezón, 716
ileocólico, 146
infundibular, 817
intrafaríngeo, 131
nasomaxilar, 492
omasoabomasal, 664, 668
pilórico, 806
reticuloomasal, 668
ureteral, 815
Orofaringe, 131, 133, 395, 633, 805
Osificación de un hueso largo, 86
Osteología, 46
Osteona, 25
Ostium. Véase *Orificio*
Ovario, 212, 454, 552, 689, 786, 816
cambios funcionales, 213, 553, 689, 696
Ovariohisterectomía, 454
Oviducto, 816. Véase también *Trompa uterina*
Ovulación, 219, 699
Óvulo, 220

P

Paladar, 78
blando, 131, 134, 400, 493
desarrollo, 155
duro, 117, 118, 493, 629
hendido, 155
Paleocerebelo, 298
Paleopallium, 303, 304
Paleopulmón, 813
Palillo de tambor, 804
Palpación rectal, 563, 687, 786
Pallium, 303
Páncreas, 152, 229, 447, 540, 677, 779, 807, 810
desarrollo, 159
Panículo adiposo, 23, 374, 767
Papada, 636
Papila(s)
dentales, 156
dérmicas, 373, 376
duodenales mayores, 146
gustativas, 369
ileales, 537
incisivas, 117, 493, 629, 760
marginales de la lengua, 395, 630
óptica, *Lámina 2*, 351
renales, 195
ruminales, 665
terminales del casco, 589
yugales, 629

Paraganglios, 229
Pared del casco, 586
Parición, 222, 457, 558, 698, 781
Párpado, 347, 356, 485, 634
Pectén
  de la retina, 821
  del pubis, 60
Pedúnculos cerebelosos, 298
Pelo(s), 375
  ciclo, 378
  crecimiento, 378
  de defensa, 375
  de tipo sinusal, 370, 484
  desarrollo, 376
  lanosos, 378
  olfatorios, 368
  protectores, 375
  reemplazo, 378
  táctiles, 378
  tilotricos, 379
Pelvis. Véase órganos individuales
  cavidad, 436, 451, 546, 682
    dimensiones, 547, 683, 703, 784
  conformación, 601, 742
  descripción general, 59, 88
  disposición peritoneal, 199, 550, 686
  drenaje linfático, 270, 695, 786
  esqueleto, 53, 59, 547, 703, 784, 802
  examen rectal, 563, 786
  paredes
    aberturas, 72, 451, 546, 682, 687
    drenaje linfático, 270, 695, 786
      estructura, 71, 72, 452, 529, 692
    vascularización, 260, 549, 683
  topografía
    parietal, 451, 548, 683
    visceral
      hembras, 199, 201, 551, 557, 685, 785
        factores que influyen, 696, 786
      machos, 459, 561, 705
Pene, 208, 506, 561, 707, 710, 789
  erección, 210, 461, 562, 708, 711, 789
  vascularización, 210, 260, 461, 549, 708
Pericardio, 233
Pericardiocentesis, 650
Pericarion, 274
Perilinfa, 366
Perimetrio, 215
Periné, 72, 451, 457, 687
Perioplo, 586, 733
Periórbita, 354
Perlostio, 25, 87
Peritoneo, 137
Pestañas, 356
Pesulo, 810
Piamadre, 322
Pico, 797
Pie, 88, 107
Piel, 21, 372, 797
  función, 21, 372
  inervación, 375
  receptores, 370
  vascularización, 374
Pierna, 88, 479, 606, 609, 744, 747
Pigostilo, 802
Pilares
  cerebrales, 300
  del miembro pelviano, 88
  del pene, 208, 707
  ruminales, 664
Píloro, 141, 144
Pirámides, 292, 296
  medulares del riñón, 195
Placa(s)
  de empolle, 797
  de ganglios linfáticos, 146, 445, 675
  de Peyer. Véase *Placas de ganglios linfáticos*
  del crecimiento, 27, 86
dental, 117, 629
  motora terminal, 39, 278
Placenta, *Lámina 1*, 221, 457, 699, 687
  clasificaciones, 222
  de saco vitelino, 559
  tipos, *Lámina 1*, 221
Placentomas, 699
Placoda
  olfatoria, 154
  ótica, 367
Planta del casco, 586
Pleura, 173
Plexo
  braquial, 45, 335, 471, 594, 737, 821
  cardíaco, 346
  celíaco, 343
  celiacomesentérico, 543
  coroideo, 303, 324, 326
  coronario (venoso), 598
  gonadal, 343
  lumbar, 821
  lumbosacro, 45, 338, 685
  mesentérico, 343
  pulmonar, 346
  renal, 343
  sinsacro, 821
  solar, 543
  venoso
    del casco, 590
    pampiniforme, 204, 705
    parametrial, 695
    vertebral interno, 329, 418, 646
Pliegue(s)
  aritepiglóticos, 169
  capsulares de la articulación del nudo, 582
  coprourodeal, 808, 815
  de la vena cava, 174
  del flanco, 442
  duodenocólico, 453
  genital, 204, 550, 561
  ileocecal, 445, 807
  neural, 284
  prepucial, 563
    de la yegua, 555
  ruminorreticular, 664
  uretral, 185, 190
  urogenital. Véase *Pliegue genital*
  uroproctodeico, 815
  vesical, 199
  vestibular, 169
  vocal, 169, 400, 503
Pluma, 797
  folículo, 798
  músculos, 799
  tractos, 798
Plumón, 798, 799
Polifiodoncia, 123
Polígono
  arterial cerebral, 326, 638
  de Willis, 326, 638
Pozo de leche, 718
Prepucio, 209, 461, 562, 708, 790
Proceso
  uretral, 563, 709
  vaginal, 191, 434, 436
Proctodeo, 161, 815
Promontorio
  del oído medio, 363
  del sacro, 54, 415
Pronación, 91
Pronefros, 181
Propatigio, 804

Propiocepción, 371
Prosencéfalo, 290, 300
  evolución, 305
Próstata, 208, 458, 561, 706, 710, 789
Protuberancia occipital externa, 74
Proventrículo, 662, 806
Proyección somatotópica, 282
Pterilas, 798
Pubis, 59, 60
Puente, 291, 317
Pulmón(es), 175, 421, 519, 650, 769, 810
  desarrollo, 179
  drenaje linfático, 178, 521, 652
  inervación, 178, 522
  vascularización, 177, 521, 652
Pulpa
  casquetes de, 799
  del diente, 124
  roja y blanca del bazo, 271
Pulpejo(s)
  carpiano, 468
  del pie, 379
  dental, 117
Pulsaciones yugulares, 657
Pulvinus digitalis, 379
Punción. Véase *Inyección*
Puntal de la ranilla, 587
Puntos lagrimales, 357, 403
Pupila, 350, 404, 504, 634
Putamen, 306

Q

Queratinización, 372
Quiasma óptico, 314, 329
Quijada, 756
Quilla del esternón, 802
Quimiorreceptores, 250, 318

R

Radio(s), 91, 574, 725
  del cristalino, 353
Ramas comunicantes
  blancas, 343
  grises, 343
Ranilla, 587
Receptáculo del conducto deferente, 815
Receptores
  de la presión, 370
  del dolor, 370
  del tacto, 370
  sensitivos de la piel, 370
Receso
  costodiafragmático, 174, 519, 649
  costomediastinal, 174
  epitimpánico, 363
  maxilar, 394
  piriforme, 133
  supraomental, 671
  terminal del riñón, 541
Recto, 146, 452, 549, 686
Reflejo(s)
  corneal, 349, 361
  neuseoso, 395
  palpebral, 361
  patelar, 278, 279
  pupilar, 314
Región(es)
  abdominal, 139
  del hombro, 88
  perineal, 72
Regurgitación, 667
Remolino de pelo, 375
Respiración en aves, 813
Rete
  carpi dorsale, 251
  de vasos sanguíneos, 251
  mirabile, 251, 418, 638
    oftálmica, 361
  testis, 203
Retículo, 663
Retina, 351, 821
  en rampa, 352
Retináculo, 23
  del carpo, 96, 577, 726
  del corvejón, 610
  patelar, 744
Rima glottidis, 169
Rinencéfalo, 305, 307, 320
Rinitis atrófica, 758
Riñón, 193, 447, 538, 541, 677, 780, 813
  pelvis renal, 194, 197
  tipos, 195
  vascularización, 196, 813
Rodilla
  carpo, 574
  costal, 420
Rombencéfalo, 290
Ronroneo en gatos, 171, 402
Roseta de Fürstenberg, 716
Rótula, 104, 605
Rugido, 335, 503, 525
Rumen, 662
Ruminorretículo, 663
  contracciones, 667
  interior, 665
  relaciones, 665

S

Sabor, 318, 370
Saco(s)
  aéreo, 812
  alantoico, 161
  anal, 147, 386, 453
  ciego, 533
  conjuntival, 356
  faríngeo, 157
  gutural, 364, 501, 503
  hipofisario, 153
  infraorbitario, 384, 625
  inguinal, 386
  interdigital, 590, 728
  lagrimal, 357
  malares, 117
  paraanales, 147, 386, 453
  pubovesical, 550
  rectogenital, 550, 687, 703
  vesicogenital, 550
  vitelino, 559, 807
Sacro, 52, 414
Saculaciones del intestino grueso, 147, 536
Sáculo, 364
Sebo, 383
Segmento broncopulmonar, 177
Semen, 211, 220
Seno(s)
  amigdalinos, 627, 633
  clitoridiano, 555
  conchal, 492, 628
  coronario, 261
  esfenoidal, 627
  esfenopalatino, 493
  frontal, 394, 491, 759
  infraorbitario, 810
  interdigital, 728

Seno(s) (*cont.*)
lactífero, 389, 715
lagrimal, 627
maxilar, 394, 492, 627, 759
palatino, 627
paranasales, 165, 394, 491, 626, 759
pilosos, 370, 484
renales, 194
uretral, 562
venarum, 236
venoso(s), 42
basilar del encéfalo, 328
carotídeo, 249
cavernoso del encéfalo, 328
coronario, 237, 261
orbitario, 756
recto, 328
sagital dorsal, 328
transverso del encéfalo, 328
venosus, 243
Sensibilidad cutánea, 370
Separación del pelo, 375
Seudocérvix, 455
Seudohernia inguinal, 703
Seudopreñez, 456
Sialograma, 396
Signo de la vela del timo, 427
Silla turca, 320
Sinapsis, 275
Sincondrosis, 29
Sindesmosis, 29
Síndrome de Horner, 361
Sinergistas, 40
Sinsarcosis, 89, 96
Sínfisis, 30
de la mandíbula, 129
pelviana, 61
Sinovia, 31
Sinsacro, 801
Sinusoides, 248
Siringe, 810
Sistema. Véase *Aparato*
activador reticular ascendente, 313
cardiovascular, 231
desarrollo, 231, 243
extralemniscal, 310
extrapiramidal, 316
inmunológico, 266
lemniscal, 309
linfático, 43, 265
nervioso, 274
autónomo, 318, 341
desarrollo, 283
parasimpático, 341, 342
simpático, 342, 343
subdivisiones, 278
visceral, 318, 341
piramidal, 316
portal renal, 813
reticular descendente, 317
reticuloendotelial, 265
venoso, 262
Sobreinvolución uterina, 698
Somatopleura, 49
Somatotopia, 281
Somitas, 46
Subcutáneo, 22, 374
del casco, 588
Subtálamo, 301
Sudoración, 388
Supinación, 91
Surco
coronario
del casco, 733
del corazón, 236
cruzado, 306
de Galvayne, 497
del cerebro, 281, 306
esofágico. Véase *Surco reticular*
esplenial, 306
intermamario, 713
intertubercular del húmero, 90, 570
neural, 284
omasal, 668
paraconal del corazón, 236
paracuneal, 587
reticular, 652, 665
rinal, 304
silviano, 306
subsinusal del corazón, 236
yugular, 85, 506, 636
Surfactante, 180
Sustancia
gris
periacueductal, 299
periventricular, 313
negra, 299, 317
Sustentaculum tali, 106, 480
Suturas, 29

T

Tabique
faríngeo, 633
horizontal de la cavidad corporal, 818
interorbitario, 800
lingual, 119, 395
nasal, 164
oblicuo de la cavidad corporal, 818
orbitario, 354, 356
pellucidum, 308
rectovaginal, 688, 694
telencefálico, 308
urorrectal, 161, 182
Tálamo, 301
Talón del casco, 586
Talus, 106, 608, 745
Tallo
encefálico, 283, 294, 299
óptico, 358
Tapetum, 349, 506, 636
Tarso, 88. Véase también *Articulaciones tarsianas*
del párpado, 356
Tarsometatarso, 804
Tectum, 299
Tegmentum, 299
Tejido eréctil, 249
Telencéfalo, 290, 303
Tendón(es), 38
de la cuña, 609
extensores, 583, 730
flexores, 684, 731
interno del bíceps, 573, 591
prepúbico, 70, 529, 660
sinfisario, 714
vaina, 38
Tenia(s), 147, 536
Tercer párpado, 357, 403, 485, 634, 821
Testículo, 201, 458, 559, 703, 710, 788, 815
desarrollo, 184
descenso, 190, 462, 560, 709, 789
función, 206
posición, 202, 788
revestimientos, 206
Tibia, 104, 606, 744, 804
Tibiotarso, 804
Tienda del cerebelo, 321, 322
Timo, 266, 273, 427, 509, 524, 637, 655, 762, 820

Tope de la cabeza, 390
Toracocentesis, 421, 520, 650, 768
Tórax. Véase órganos individuales
  cavidad, 821
  conformación, 419, 517, 648
  descripción general, 68
  disposición pleural, 173, 420, 518, 649, 768
  drenaje linfático, 268, 430, 525, 656, 769
  esqueleto, 57, 422, 518, 649
  paredes, 57, 67
    diafragma, 67, 420, 518, 649
    drenaje linfático, 268, 430, 525, 656, 769
    estructura, 57, 67, 419, 518, 648, 768
    inervación, 338
    vascularización, 257, 262
  topografía
    parietal, 419
    visceral, 174, 233, 421, 519, 650, 768
Torulas táctiles, 379
Torus
  lingual, 627, 629
  pilórico, 669, 775
Trabéculas septomarginales, 237
Tracto(s)
  cerebelorreticular, 313
  corticoespinal, 317
  corticorreticular, 313
  del sistema nervioso central, 276
  espinocerebeloso, 312
  espinorreticulotalámico, 313
  espinotalámico, 310
  gastrointestinal, 139, 436, 533, 662, 775
    desarrollo, 138
    drenaje linfático, 147, 269, 539, 672, 675, 781
    inervación, 147, 539, 671, 675
    vascularización, 147, 440, 446, 539, 672, 675
  intestinal, 535
  olfativo, 304
  reticulocerebeloso, 313
  reticuloespinal, 318
  reticulotalamocortical, 313
  rubroespinal, 317
  vestibuloespinal, 314
Trago, 362, 404
Transferencia de embriones, 692
Tráquea, 171, 407, 427, 506, 524, 636, 655 810
Triángulo
  de Viborg, 502
  femoral, 477
Trígono de la vejiga, 200
Tripa, 666
Trocánteres del fémur, 104, 601
Tróclea
  de la órbita, 354
  del fémur, 104, 605
  del húmero, 90
  del talus, 106
Trompa(s)
  auditiva, 133, 363, 364, 405, 500, 805
  de Eustaquio. Véase *Trompa auditiva*
  de Falopio. Véase *Trompa uterina*
  uterina, 213, 454, 552, 689, 786
Tronco(s)
  arterioso, 243
  bicarotídeo, 255
  braquiocefálicos, 252, 428
  costocervical, 252
  linfático lumbar, 270
  nervioso lumbosacro, 339, 684
  pudendo epigástrico, 258
  pulmonar, 252, 429
  simpático, 334, 343, 425, 821
  vagales, 334, 671
  vagosimpáticos, 334, 343, 408, 639
Tuber cinereum, 301, 318
Tubérculo
  cuadrigémino
    caudal, 299, 314
    rostral, 299, 314
  cuneiforme, 310
  del psoas, 60
  delgado, 310
  fálico, 185, 190
  intermedio del húmero, 570
  intervenoso del corazón, 237
  supraglenoideo, 89
Tuberosidad
  coxal, 61, 742
  deltoidea, 90
  facial, 81, 625
  isquiática, 60, 784
  radial, 573
  sacra, 60
  tibial, 105
Tubo neural, 284
Túbulo(s)
  del cuerno, 381, 383, 587
  seminíferos, 202
Túnica
  abdominal, 527, 658
  albugínea, 202
  dartos, 205
  vaginal, 204, 531

U

Ubre. Véase *Glándulas mamarias*
Ulna, 92, 468, 725
Unidad motora, 39
Unión
  costocondral, 57
  ileocecocólica, 445
  lumbosacra, 766
Uña, 381, 468
Uraco, 183, 199
Uréter, 197, 449, 541, 813
Uretra
  femenina, 200, 453, 552, 689
  masculina, 207, 458, 561, 706
Urodeo, 815
Urograma, 448
Útero, 214, 454, 553, 689, 786
  del oviducto, 817
  desarrollo, 188
  edad y cambios cíclicos, 219, 456, 557, 695
  inervación, 218, 556, 695
  masculino, 706
  tipos, 192
  vascularización, 218, 455, 556, 694
Utrículo, 364
Úvea, 349

V

Vagina, 215, 455, 554, 693
  bulbi, 348, 354
  del oviducto, 817
Vago, 334, 343, 656, 821
Vaina
  carpiana, 577, 578
  del músculo recto del abdomen, 70, 436
  del recto, 436

Vaina (*cont.*)
digital, 585, 731
prepucial, 209, 562
tarsiana, 609, 613
tendinosa, 38
del carpo, 577
Válvula
aórtica, 238
atrio ventricular, 237, 238
bicúspide, 238
del agujero oval fetal, 237
mitral, 238
portal, 815
pulmonar, 238
tricúspide, 237
Vasa vasorum, 249
Vasos
desarrollo, 231
inervación, 249
linfáticos, 42, 265
cisterna del quilo, 147, 268
conducto
linfático, 267, 269
torácico, 268, 430, 525, 657
traqueal, 267, 640
troncos lumbares, 270
sanguíneos, 40, 246. Véase también *Arterias; Venas*
vascularización, 249
Vejiga, 197, 453, 551, 560, 685, 688
Velo(s)
medulares, 291, 298
omental, 441
palatino, 134
Vellosidad intestinal, 145
Vena(s), 41, 248
abdominal subcutánea, 718
ácigos, 261
derecha, 429
izquierda, 646, 651, 656
angular del ojo, 392
auricular lateral, 757
braquial, 597, 804
bronquiales, 177
cardíaca mayor, 240
cava
caudal, 262, 429, 820
craneal, 261, 429, 656, 820
cefálica, 261, 466, 567, 594, 736, 704
accesoria, 467, 594, 737
de la leche, 656, 717
del ala, 820
del espolón, 532
digital, 590, 591
III común dorsal, 737
dorsal del pene, 461
epigástrica superficial, 708, 772
esplénica, 262
facial, 392, 486, 625, 757
profunda, 487
transversa, 487
frenicoabdominal, 449
frontal, 625
hepática, 261, 676
ilíaca
circunfleja profunda, 646
común, 813, 820
interna, 262
linguofacial, 261, 392
lumbares, 430
maxilar, 261
mediana
cubital, 467, 594
de la cola, 767
mesentéricas, 262, 675, 815, 820
ovárica, 218, 695, 787
perineal, 717
porta, 151, 262, 540, 677, 779
hepática, 815, 820
renal, 813
pudenda externa, 531, 717
pulmonares, 252, 819
radial, 594
renal, 262, 813
safena, 262
lateral, 479, 617, 749
medial, 567, 617, 749
sistémicas, 261
subclavia, 261, 820
sublingual, 395
testicular, 204
tiroidea caudal, 407
torácica superficial, 532
ulnar, 820
umbilical, 263
uterina, 217
vaginal, 695
vorticosas, 360
yugal, 487
yugular, 820
externa, 85, 261, 405, 636, 762
interna, 261, 405, 638, 646
pulso, 242
Venipuntura
de la vena cava craneal, 760
para anestesia local, 737
Ventana
coclear, 363
vestibular, 363
Ventrículo(s)
del corazón, 236, 237
del encéfalo, 290, 292, 324, 325
laríngeo, 169, 503
Ventriculus. Véase *Estómago*
Vénulas, 248
Vermis, 298
Vértebra(s), 50. Véase también *Columna vertebral*
anticlinales, 413
atlas, 50, 412, 801
axis, 412
desarrollo, 48
típicas, 50
Vesícula
biliar, 148, 152, 447, 676, 779, 808
óptica, 358
ótica, 367
seminal, 561. Véase también *Glándulas vesiculares*
Vestíbulo
de la boca, 115, 493
de la laringe, 169
de la vagina, 215, 455, 555, 693, 787
del oído, 361, 366
nasal, 162
Vía(s)
aferentes
somáticas
especiales, 314
generales, 309
y eferentes viscerales, 318
auditiva, 314
del reflejo pupilar, 314
motoras somáticas, 316
piramidales, 316
propioceptivas, 312
vestibulares, 314, 315
visuales, 314
Visión
binocular, 347

monocular, 348
Vulva, 216, 455, 556, 693, 787

Y

Yeyuno, 145, 443, 535, 674, 777, 807
Yunque, 364

Z

Zeugopodium, 88
Zona(s)
  alba. Véase *Línea blanca*
  autónomas de inversación cutánea, 471, 599
    en la extremidad delantera, 471, 566, 599
  inserta, 301

UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
591.4 Y ZOOTECNIA
D994
BIBLIOTECA

AUTOR Dyce, K,M.

TITULO Anatomia Veterinaria

FECHA	PRESTADO A
07/04/2014	Patricio de la Cueva.
02/05/2014	José Paredes
22/07/2014	Pamela Estupiñán
24/10/2015	Marlon Haiza
14/10/2015	Pamela Altamirano

591.4
D994 Dyce, K.M.
Anatomía veterinaria.