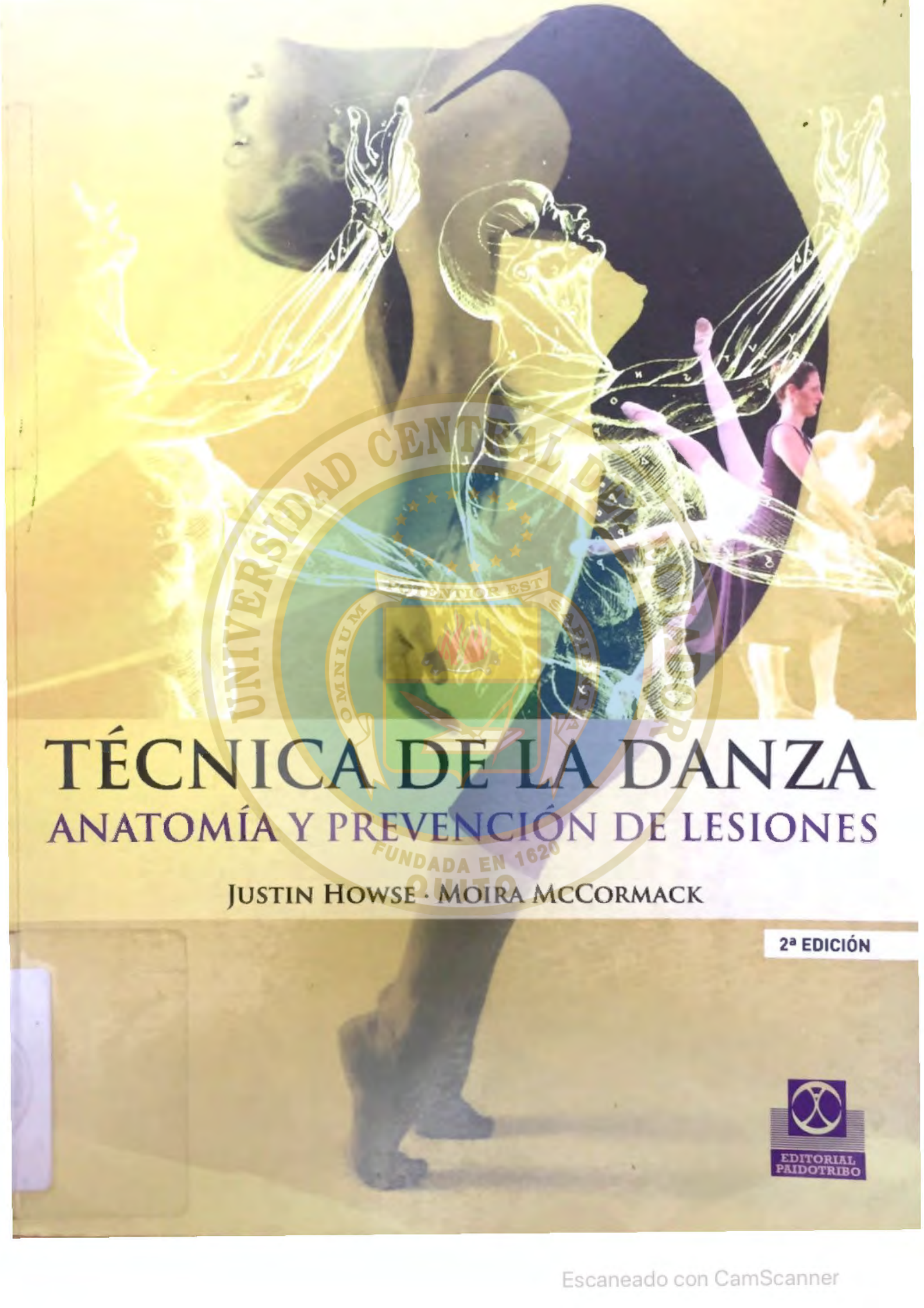




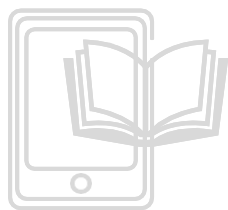
TÉCNICA DE LA DANZA

ANATOMÍA Y PREVENCIÓN DE LESIONES

JUSTIN HOWSE · MOIRA MCCORMACK

2ª EDICIÓN





BASE LEGAL PARA DIGITALIZACIÓN DE LIBROS CON DERECHOS DE AUTOR

El Sistema Integrado de Bibliotecas de la Universidad Central del Ecuador, digitalizará su acervo bibliográfico siempre y cuando sea para fines educativos y de investigación. No se permite la reproducción y distribución para la comercialización directa e indirecta del mismo.

La digitalización del material bibliográfico se lo realiza de acuerdo al Código Orgánico De La Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación Art. 212 numeral 9, Literal ii “(...) Una biblioteca o archivo podrá, además, realizar los siguientes actos (...) La reproducción electrónica y comunicación pública de obras de su colección para ser consultadas gratuita y simultáneamente hasta por un número razonable de usuarios, sólo en terminales de redes de la respectiva institución o para usuarios de esa institución bajo su control, en condiciones que garanticen que no se puedan hacer copias electrónicas de esas reproducciones” y literal vii “La reproducción, adaptación, traducción, transformación, arreglo, distribución y comunicación de una obra protegida por derechos de autor o una prestación protegida por derechos conexos, en uno o más formatos accesibles para el uso exclusivo de personas con discapacidad”.

Este material se considera un producto intelectual a favor de su autor; por tanto, la titularidad de sus derechos se encuentra protegida por el Código Orgánico De La Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación. La violación a dichos derechos constituye un delito que será responsabilidad del usuario.

Este libro está disponible físicamente en:

BIBLIOTECA	Sistema integrado de bibliotecas	PISO	
		ESTANTE	
		BANDEJA	
CONVENIO INTERINSTITUCIONAL		UNIVERSIDAD	

Técnica de la danza. Anatomía y prevención de lesiones



2ª edición revisada y aumentada



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE ARTES
BIBLIOTECA

FECHA: 28-09-2012 PRECIO: 39²⁰

DONACION: _____ FACTURA No. 15680

España

Editorial Paidotribo
Les Guixeres
C/ de la Energía, 19-21
08915 Badalona
Tel.: 00 34 93 323 33 11
Fax: 00 34 93 453 50 33
www.paidotribo.com
paidotribo@paidotribo.com

Argentina

Editorial Paidotribo Argentina
Adolfo Alsina, 1537
C1088 AAM Buenos Aires
Tel.: 00 54 11 4383 64 54
Fax: 00 54 11 4383 64 54
www.paidotribo.com.ar
paidotribo.argentina@paidotribo.com

México

Editorial Paidotribo México
Lago Viedma, 81
Col. Argentina
11270 Delegación Miguel Hidalgo
México D.F.
Tel.: 00 52 55 55 23 96 70
Fax: 00 52 55 55 23 96 70
www.paidotribo.com.mx
paidotribo.mexico@paidotribo.com

Título original: *Anatomy dance technique and injury prevention*, 4th ed.

Copyright de la edición original: © 2009 Justin House and Moira McCormack

Publicado con autorización de A&C Black Publishing Limited

Revisión técnica: Mónica Mateo Duch
Fisioterapeuta

Traducción: Pedro González del Campo Román

Diseño cubierta: David Carretero

© 2011, Justin Howse
Moira McCormack

Editorial Paidotribo
Les Guixeres
C/ de la Energía, 19-21
08915 Badalona (España)
Tel.: 93 323 33 11 - Fax: 93 453 50 33
<http://www.paidotribo.com>
<http://www.paidotribo-ebooks.com>
E-mail: paidotribo@paidotribo.com

Segunda edición
ISBN: 978-84-9910-093-7

Fotocomposición: Editor Service, S.L.
Diagonal, 299 - 08013 Barcelona
Impreso en España por Sagrafic, S.L.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Índice

Prólogo Dame Ninette de Valois

VII

Introducción

IX

Sección 1 • Anatomía y fisiología 1

1.1. El esqueleto.....2	1.8. El sistema respiratorio50
Cartílago.....2	Movimientos costales51
Hueso2	Músculos respiratorios.....51
Partes del esqueleto4	Patrones respiratorios.....52
	Respiración.....53
1.2. Las articulaciones9	Transporte de oxígeno y dióxido de carbono53
Tipos de articulaciones.....9	Control de la respiración.....53
Movimientos articulares.....9	
Articulaciones importantes.....11	1.9. El sistema excretor54
1.3. Los músculos18	1.10. El sistema endocrino55
Consideraciones generales18	Acciones de las glándulas endocrinas.....57
Músculos individuales24	
Principales grupos musculares34	1.11. Anatomía funcional relevante
1.4. El sistema nervioso37	para el ballet58
El sistema nervioso voluntario o somático38	Postura.....58
El sistema nervioso autónomo.....39	Apertura en dehors60
El sistema sensorial.....39	Empleo de la cintura escapular.....62
1.5. La piel42	Plié63
	Tendu64
1.6. El sistema cardiovascular43	Arabesque65
La sangre43	Relevé66
Circulación de la sangre.....44	Puntas.....66
El sistema linfático.....47	Hipermovilidad69
1.7. El tubo digestivo y la digestión47	Patrones de crecimiento y estirones de
El tubo digestivo.....47	crecimiento en adolescentes71
La digestión.....48	
Funciones del hígado49	

Sección 2 • Lesiones: patología, causas, tratamiento, prevención, nutrición 75

2.1. Fisiopatología de las lesiones:	2.5. Tratamientos específicos de las lesiones.....94
inflamación y curación.....76	Medidas urgentes94
Inflamación76	Tratamientos de fisioterapia.....95
Curación de las lesiones80	Tratamientos médicos y quirúrgicos107
2.2. Tipos de lesiones.....81	2.6. La prevención de lesiones110
Lesiones articulares81	Desarrollo y mantenimiento de una buena técnica110
Lesiones óseas.....82	Desarrollo y mantenimiento de la fuerza muscular y la movilidad articular.....110
Lesiones tendinosas84	Preservación de la capacidad cardiorrespiratoria.....110
Lesiones musculares86	Buena nutrición.....112
Radiografías, tomografías, gammagrafías y ecografías.....87	Evaluación ortopédica del bailarín para la prevención de lesiones.....112
2.3. Causas y complicaciones de las lesiones en danza89	2.7. Nutrición.....115
Causas de las lesiones en danza89	Requisitos nutricionales.....115
Complicaciones generales de las lesiones.....91	La alimentación diaria117
2.4. El tratamiento de las lesiones: principios generales93	Ingesta previa a la actuación.....118
El objetivo primario del tratamiento.....93	2.8. Síndrome de infrarrendimiento inexplicable119
El objetivo secundario del tratamiento94	

Sección 3 • Lesiones específicas: causas y tratamiento 121

3.1. Esguince del ligamento lateral del tobillo122	3.9. Fractura osteocondral de la cabeza del astrágalo.....128
3.2. Rotura del ligamento lateral del tobillo125	3.10. Tendinopatía del Aquiles128
3.3. Esguince del ligamento medial del tobillo125	3.11. Rotura del tendón de Aquiles.....129
3.4. Esguinces crónicos de los ligamentos lateral y medial del tobillo126	3.12. Bursitis del tendón de Aquiles130
3.5. Subluxación de los tendones peroneos.....126	3.13. Compresión posterior del tobillo130
3.6. Esguince de la cápsula anterior del tobillo126	3.14. Compresión anterior del tobillo131
3.7. Fractura del maléolo lateral.....127	3.15. Tendinopatía y tenosinovitis en el músculo tibial posterior132
3.8. Fractura del maléolo medial127	3.16. Tendinopatía y tenosinovitis en el músculo flexor largo del dedo gordo..132
	3.17. Tendinitis en el músculo extensor largo del dedo gordo133

3.18. Fracturas por sobrecarga de los metatarsianos	133	3.40. Lesión del ligamento colateral lateral de la rodilla	150
3.19. Osteocondritis de la cabeza del II o III metatarsianos	134	3.41. Lesiones de los ligamentos cruzados de la rodilla	150
3.20. Subluxación del cuboides	135	3.42. Lesión en el menisco medial de la rodilla	151
3.21. Distensión de la fascia plantar	136	3.43. Lesión en el menisco lateral de la rodilla	152
3.22. Distensiones capsulares de la I articulación metatarsofalángica	136	3.44. Roturas del tendón del cuádriceps o del tendón rotuliano, o fractura de la rótula	153
3.23. Sesamoiditis	137	3.45. Distensiones y roturas del músculo cuádriceps	153
3.24. <i>Hallux valgus</i>	138	3.46. Distensiones y roturas de los músculos aductores	154
3.25. <i>Hallux rigidus</i>	139	3.47. Distensiones inguinales	154
3.26. Uñas encarnadas	141	3.48. Compresión de la cadera	155
3.27. Callos y callosidades	141	3.49. Distensiones y roturas de los músculos isquiotibiales	155
3.28. Áreas de calcificación	141	3.50. Cadera en resorte	156
3.29. Fracturas por sobrecarga del peroné	142	3.51. Enfermedad de Perthes y desprendimiento de la epífisis superior del fémur	156
3.30. Dolor en la espinilla y fracturas de tibia por sobrecarga	142	3.52. Bursitis trocantérea	157
Reacción ósea a la sobrecarga y fracturas por sobrecarga	142	3.53. Dolor en la zona glútea	157
Factores de riesgo	143	3.54. Distensiones sacroilíacas	157
3.31. Síndrome del compartimiento anterior	145	3.55. Distensión de los músculos insertos en la cresta ilíaca	158
3.32. Desgarros y calambres en la musculatura sural	146	3.56. Lesión en los ligamentos interespinosos	158
3.33. Dolor anterior en la rodilla	147	3.57. Distensiones de las articulaciones cigapofisarias	158
3.34. Tirantez del músculo tensor de la fascia lata (TFL)	147	3.58. Hernias de discos lumbares	159
3.35. Tendinopatía rotuliana	148	3.59. Fracturas por sobrecarga de las vértebras lumbares	159
3.36. Enfermedad de Osgood Schlatter	148		
3.37. Condromalacia rotuliana	149		
3.38. Distensiones capsulares de la rodilla	150		
3.39. Lesión del ligamento colateral medial de la rodilla	150		

3.60. Dolor torácico	160	3.62. Problemas en hombros y brazos	161
3.61. Tortícolis agudo.....	161		

Sección 4 • Ejercicios de fortalecimiento 163

La sección 4 contiene una serie de ejercicios, ilustrados con 256 fotografías especialmente realizadas.

Sección 5 • Fallos en la técnica y variaciones anatómicas: sus causas, consecuencias y tratamiento 209

Fallos individuales en la técnica	211	5.12. Retracción de los músculos isquiotibiales	224
5.1. Discrepancia en el nivel de los hombros	211	5.13. Rodillas hiperextendidas	225
5.2. Tensión en el cuello y los hombros	212	5.14. Retracción de los músculos surales ...	226
5.3. Lesiones en las costillas.....	213	5.15. Retracción del tendón de Aquiles	227
5.4. Escoliosis	213	Retracción del tendón de Aquiles y saltos.....	228
5.5. Cifosis.....	214	5.16. Arqueamiento tibial.....	228
5.6. Lordosis	216	5.17. Compresión posterior de la articulación tibioastragalina	230
5.7. Rotación externa excesiva.....	218	5.18. Rodamiento/pronación.....	233
5.8. Restricción de la apertura en las caderas	220	5.19. Debilidad de los músculos intrínsecos del pie	233
5.9. Retracción en la cara anterior de las caderas	222	5.20. Variaciones en la longitud de los dedos del pie y los metatarsianos	234
5.10. Debilidad de los músculos aductores.....	223	Bailar sobre superficies inclinadas.....	236
5.11. Insuficiencia del músculo cuádriceps..	224	5.21. Disposición incorrecta del peso	236

Glosario de términos de ballet	239
Índice alfabético	241
Créditos	248

Prólogo

Dame Ninette de Valois

Este libro nos brinda la oportunidad de plantearnos algunas reflexiones serias. En él abundan las observaciones técnicas sobre el movimiento en el mundo del ballet y se acompaña de útiles figuras. Este libro será una revelación para estudiantes, bailarines, profesores y para quienes se dedican al ballet en general. Me atrevería a afirmar que también será motivo de reflexión para coreógrafos. En la actualidad no es obligatorio que los coreógrafos respalden sus trabajos con ideas científicas o prácticas. Pero recordemos que, del mismo modo que un compositor no debe superar los límites de la amplitud vocal de los cantantes, parece razonable que los coreógrafos estudien con atención no sólo las limitaciones de las extremidades de los bailarines, sino también sus límites físicos en general.



Introducción

Todos cuantos pertenezcan al mundo de la danza, sean bailarines o profesores, necesitan profundos conocimientos sobre anatomía y fisiología para la prevención y el tratamiento de lesiones. Los profesores, sobre todo si son jóvenes, deben conocer las limitaciones del cuerpo y las variaciones en el grado de movilidad de los distintos alumnos. Pedir a un alumno que adopte posiciones que no le son posibles provocará lesiones. Intentar forzar a un estudiante a adoptar una posición imposible de obtener causará una lesión si los intentos persisten. Igualmente, los bailarines deben ser conscientes de sus propias limitaciones y trabajar dentro de ellas con inteligencia. Los estudiantes también se deben dar cuenta de que todo cuerpo tiene sus limitaciones y que no deben dañar sus cuerpos.



Anatomía y fisiología





1.1. El esqueleto

El esqueleto constituye el andamio sobre el que se construyen los otros tejidos y conforma la estructura del cuerpo humano. La mayor parte del esqueleto está compuesto de tejido óseo duro y relativamente incompresible, mientras que otras partes se componen de cartílago, un material más flexible. Mientras el feto se desarrolla, el esqueleto se compone en primer término de cartílago, la mayor parte del cual se reemplaza gradualmente por hueso durante el crecimiento y desarrollo del cuerpo. Este proceso se denomina osificación. En el momento de nacer el bebé, la mayoría de los huesos están completamente osificados, excepto el área de los extremos de los huesos, donde encontramos anillos de cartílago llamados láminas epifisarias de crecimiento. Es este cartílago el que permite alargarse a los huesos a medida que el niño crece. Una vez que el esqueleto alcanza la madurez, los huesos se osifican por completo, pero el cartílago sigue recubriendo los extremos de los huesos de las articulaciones de mayor movilidad, y recibe el nombre de cartílago articular.

Cartílago

- El cartílago es más blando que el hueso, menos rígido y ligeramente elástico.
- El cartílago se puede considerar una gelatina compuesta en hasta un 75% de agua y un 25% de proteínas. Se compone de condrocitos (células que producen una matriz extracelular llamada condrina) y proteoglicanos, y se fortalece con distintas cantidades de fibras colágenas duras, fibras elásticas amarillas (elastina) y proteínas.
- Los vasos sanguíneos no penetran en el cartílago y, por tanto, recibe sus nutrientes por difusión de los líquidos de los tejidos circundantes.
- El cartílago **hialino** (que en griego significa 'cristal') se encuentra en los cartílagos costales, los anillos de cartílago de las vías respiratorias y la nariz, donde se requiere cierto grado de estructura y flexibilidad. También es el cartílago que conforma las láminas de crecimiento ya mencionadas.
- El cartílago **hialino articular** cubre los extremos de los huesos donde se articulan entre sí en las diartrosis (véase la p. 9). Este cartílago es duro y vidrioso, y proporciona una capa dura y resistente que protege los extremos de los huesos, reduce la fricción y soporta la compresión. Se nutre con el líquido sinovial que ocupa el espacio articular.

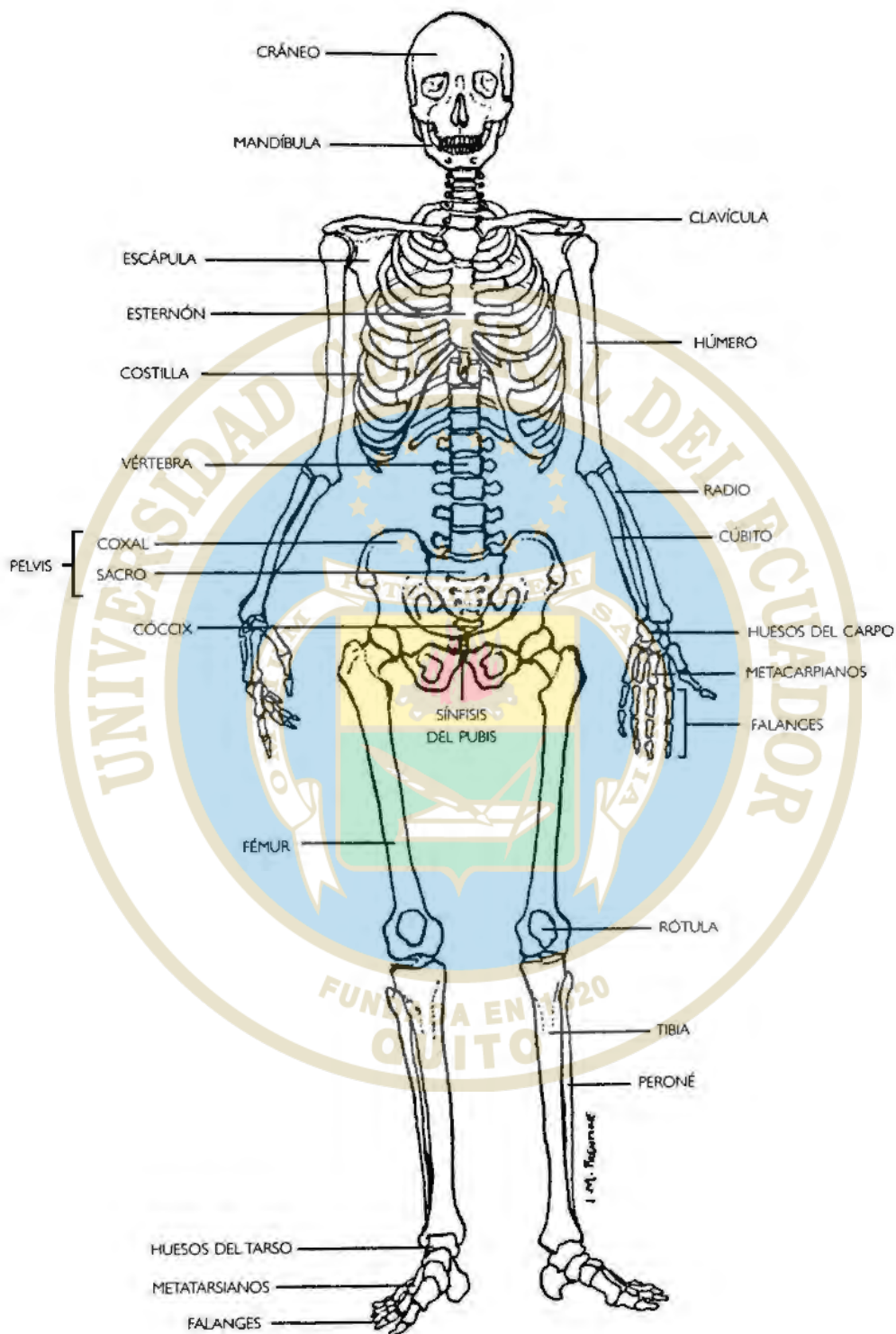
- El **fibrocartílago** tiene un mayor contenido de colágeno que el cartílago hialino y, por tanto, puede soportar más compresión y oponer resistencia a las fuerzas de tracción o rotura. Se encuentra en los discos intervertebrales y en la sínfisis del pubis donde se requieren estas propiedades.
- El **cartílago elástico** contiene más elastina y recupera su forma original cuando se deforma. Se encuentra en la oreja.

Hueso

La constitución del hueso es parecida a la del cartílago, pero está impregnado de sales de calcio, sobre todo fosfato y carbonato. Estas sales le confieren dureza, rigidez y mucha resistencia a la compresión. Su componente orgánico, el colágeno, le confiere mucha resistencia a la tracción, es decir, capacidad para soportar poderosas fuerzas de tracción.

El esqueleto se compone de dos tipos de tejido óseo: **hueso compacto** y **hueso esponjoso**. El hueso compacto conforma las láminas externas de la corteza de los huesos, creando una cubierta dura y resistente que constituye el 80% del hueso del cuerpo. La estructura microscópica del hueso compacto muestra una disposición densa y concentrada de conductos circulares rodeados de capas concéntricas (laminillas) de tejido óseo o matriz. Recibe el nombre de sistema de Havers. Las laminillas contienen osteoblastos (células óseas), nervios y vasos sanguíneos en los conductos. La porción interna del hueso se compone de hueso esponjoso (trabecular), que se compone de láminas o varillas de hueso llamadas trabéculas. Los espacios entre las trabéculas están rellenos de médula roja, una sustancia grasa en la que están suspendidos hematocitos en formación. Cada una de estas trabéculas o varillas se compone de capas de hueso que contienen osteocitos y riego sanguíneo que llega mediante difusión de la médula circundante.

Los osteoblastos depositan hueso nuevo, porque el hueso vivo es un tejido que experimenta cambios constantes. En cualquier momento, el 5% de la masa ósea está en proceso de remodelación. Los osteoclastos son otro grupo de células que se erosionan constantemente y absorben el hueso dañado o formado previamente. Actúan en conjunción para garantizar que el hueso conserva su resistencia. Este proceso también permite alterar la estructura del hueso si es necesario, por ejemplo, para responder a nuevas tensiones si una persona practica un nuevo ejercicio, o para reparar daños. Y muy importante, el hueso res-



1.1. El esqueleto.



ponde a la nutrición, desarrollando resistencia y densidad con una ingesta suficiente de calcio y calorías, pero debilitándose cuando existe un desequilibrio hormonal y dietético.

La masa ósea se mantiene con el ejercicio normal, y cualquier aumento de la actividad física obliga al hueso a adaptar su material y propiedades geométricas para soportar mejor futuras cargas de la misma naturaleza (ley de Wolf); es decir, el hueso se remodela para acomodarse a las nuevas tensiones. Esto se suele apreciar en las tensiones normales que causan un engrosamiento de los metatarsianos II y III de los bailarines.

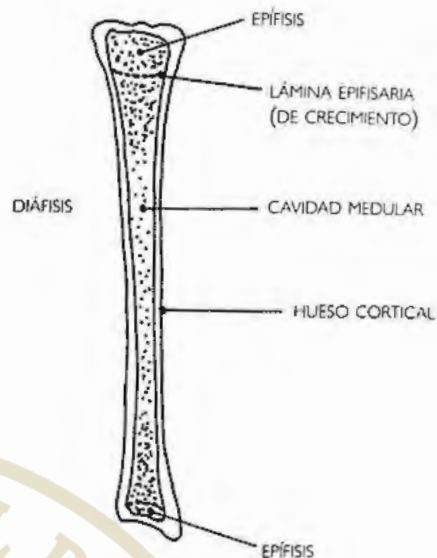
DIFERENTES FORMAS DE LOS HUESOS

- Los **huesos largos**, como el fémur, la tibia, el peroné, el húmero y el cúbito, presentan una diáfisis y dos epífisis (fig. 1.2.). Los metatarsianos y las falanges son huesos largos en miniatura.
- Los **huesos cortos** suelen tener forma cúbica, por ejemplo, los huesos del carpo en la muñeca y los huesos del tarso en el retropié.
- Los **huesos planos**, como la escápula y los huesos del cráneo.
- Los **huesos irregulares**, como su nombre indica, son de forma irregular, como el hueso coxal en la cadera.
- Los **huesos sesamoideos**, como los dos situados debajo de la articulación del dedo gordo.

FUNCIONES DE LOS HUESOS

- **Sustentación.** El esqueleto constituye una armazón.
- **Producción de eritrocitos.** Los eritrocitos proceden de la médula roja que contienen ciertos huesos.
- **Movimiento.** Los huesos actúan de palancas movidas por fuerzas musculares.
- **Protección.** El cráneo protege el encéfalo; la caja torácica protege el corazón y los pulmones; la pelvis protege los órganos reproductores, y la columna vertebral protege la médula espinal.
- **Almacenamiento.** Calcio, fósforo y magnesio se almacenan en el hueso y se movilizan en cualquier momento pasando a la circulación de la sangre para necesidades específicas.

El diagrama de la figura 1.1 muestra el esqueleto humano y los huesos más importantes. El cráneo, que contiene y protege el encéfalo, se sostiene sobre la columna vertebral; la columna vertebral también contiene y protege la médula espinal. Columna abajo se encuentra la caja torácica, dentro de la cual se hallan el corazón y los pulmones. En el extremo inferior de la columna vertebral se encuentra el sacro, una columna de cinco vértebras que, como resultado de la evolución, se han fusionado y forman un solo hueso. En el vértice del sacro hallamos el cóccix, formado por cuatro vértebras diminutas que suelen ser móviles, aunque sólo pasivamente, y representan una cola ru-



1.2. Diagrama de un hueso largo.

dimentaria. El sacro forma parte de la pelvis, con sus lados compuestos de dos grandes huesos llamados coxales. Estos se unen en el dorso con el sacro en las articulaciones sacroiliacas y, por delante, forman la sínfisis del pubis. Ambas articulaciones permiten un movimiento mínimo. A los lados de la pelvis están las articulaciones coxofemorales, a partir de las cuales se extienden inferiormente las extremidades inferiores. Por lo que a las extremidades superiores se refiere, la inserción de la cintura escapular en el resto del esqueleto es mucho menos segura y definida. En el extremo interno de las clavículas hay una articulación con el esternón, la articulación esternoclavicular, aunque, aparte de esta única conexión con el resto del cuerpo (la clavícula) depende de distintos grupos musculares de la cintura escapular.

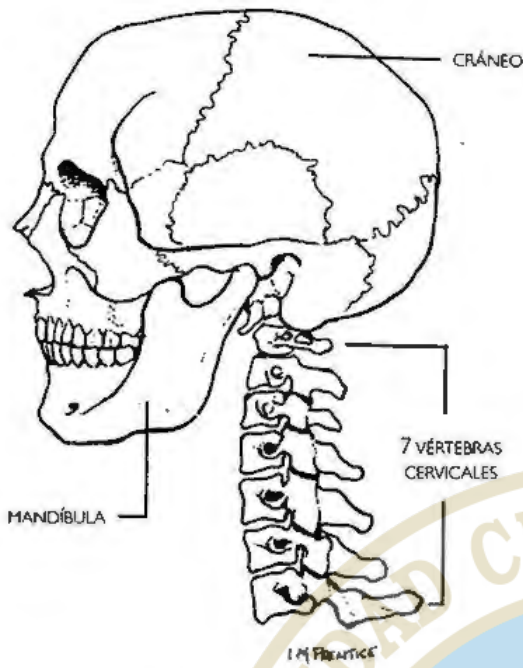
Partes del esqueleto

El esqueleto se puede considerar formado por dos partes:

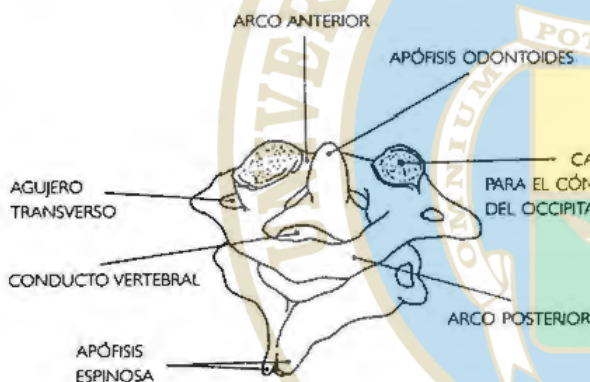
- a) el esqueleto axial, compuesto por el cráneo, la columna vertebral, el sacro y la caja torácica;
- b) el esqueleto apendicular, que se compone de la cintura escapular y las extremidades superiores, los huesos coxales y las extremidades inferiores.

ESQUELETO AXIAL

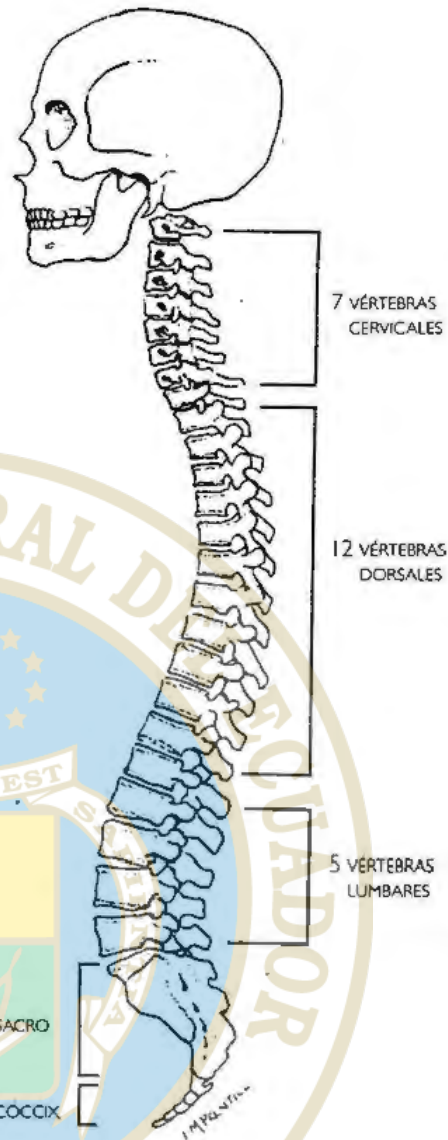
El cráneo, que rodea el encéfalo, junto con la mandíbula, forma la porción más pesada del cuerpo. Se asienta sobre el extremo superior de la columna cervical. La columna cervical comprende siete vértebras diferenciadas. Las vértebras cervicales I y II están muy especializadas y difieren totalmente de las demás (figs. 1.3 y 1.4). La primera vértebra cervical también se llama atlas, cuyo nombre deriva de la mitología clásica. Atlas tenía que sostener el peso



1.3. El cráneo y la columna cervical.



1.4. Atlas y axis vistos desde arriba.

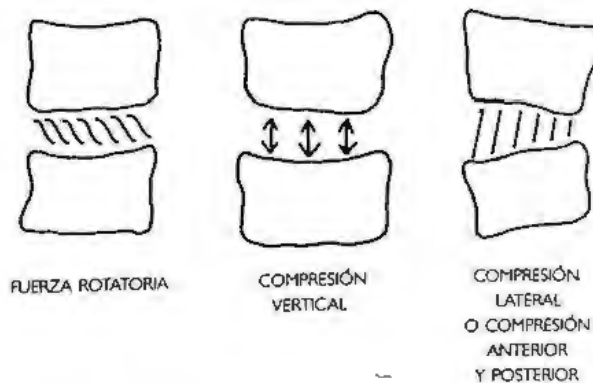
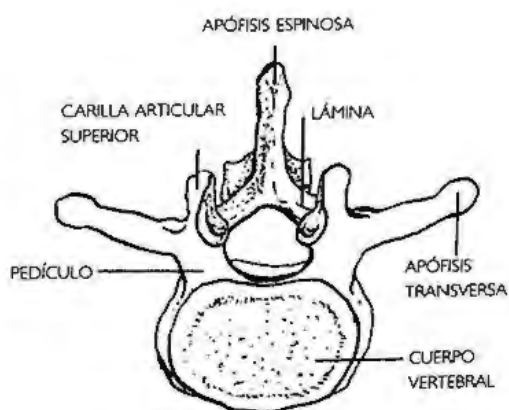


1.5. Vista de perfil de la columna vertebral.

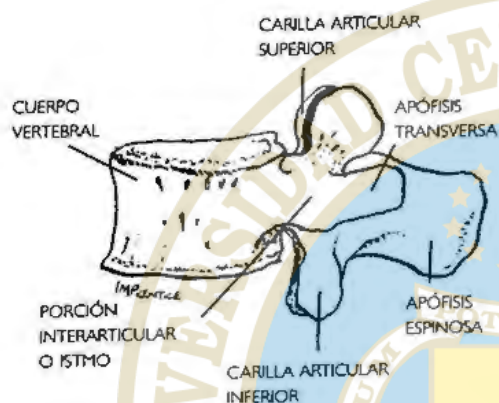
del mundo con los hombros; el atlas asume todo el peso del cráneo. Tiene forma de anillo y carece del cuerpo de las vértebras normales. La articulación entre el cráneo y el atlas permite el movimiento de asentir y las inclinaciones laterales de la cabeza. La segunda vértebra cervical recibe el nombre de axis, porque permite la rotación entre el atlas y esta vértebra. Un poco más del 50% de la rotación de la columna cervical se produce aquí, mientras que el resto de la rotación ocurre en la columna cervical. El movimiento es posible gracias a una espiga que sobresale del cuerpo vertebral del axis. Se introduce en el anillo del atlas y se mantiene sujeto por el poderoso ligamento transversal del atlas. Recibe el nombre de apófisis odontoides y, desde el punto de vista del desarrollo, constituye el cuerpo del atlas. Las cinco vértebras cervicales restantes se parecen a las del resto de la columna verte-

bral. Como se aprecia en el dibujo de la columna vertebral (fig. 1.5), las vértebras tienden a aumentar gradualmente de tamaño a medida que descienden. Existen ligeras variaciones en la forma y estructura de las vértebras en las regiones cervical, dorsal y lumbar. El diagrama (fig. 1.6) muestra una vértebra lumbar típica vista desde arriba y de perfil, y aparecen los nombres de sus partes. Algunas de estas áreas se describirán en secciones posteriores de este libro.

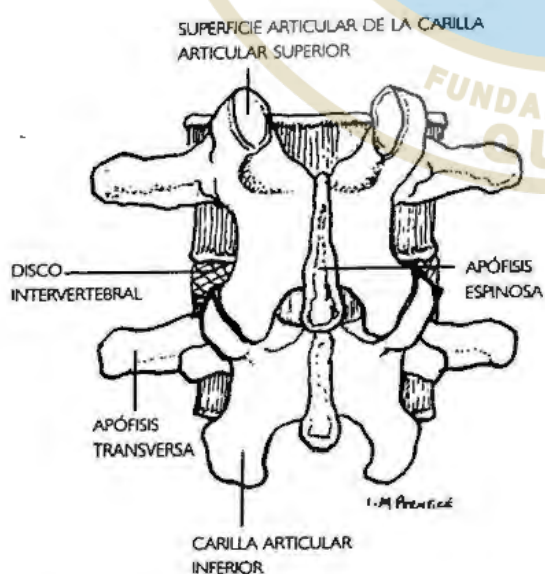
Como se aprecia en el dibujo de las dos vértebras adyacentes vistas por detrás (fig. 1.7), las apófisis articulares de las articulaciones cigapofisarias se montan unas sobre otras. Son pequeñas diartrosis (véase más abajo), que se deslizan unas sobre otras, permitiendo cierto movimiento entre las vértebras. Entre los cuerpos vertebrales están los discos intervertebrales. Estos discos son de fibrocartilago



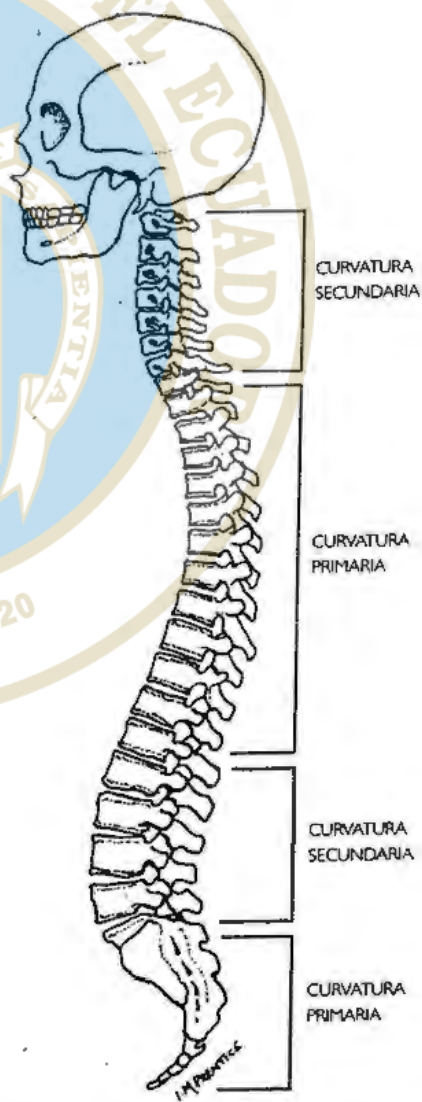
1.8. Discos intervertebrales.



1.6. Partes de una vértebra. La tercera vértebra lumbar es típica pero su forma difiere ligeramente a distintos niveles. La región lumbar es de máximo interés para los bailarines.



1.7. Vista posterior de dos vértebras lumbares.



1.9. Columna vertebral que muestra las curvaturas primarias y secundarias.



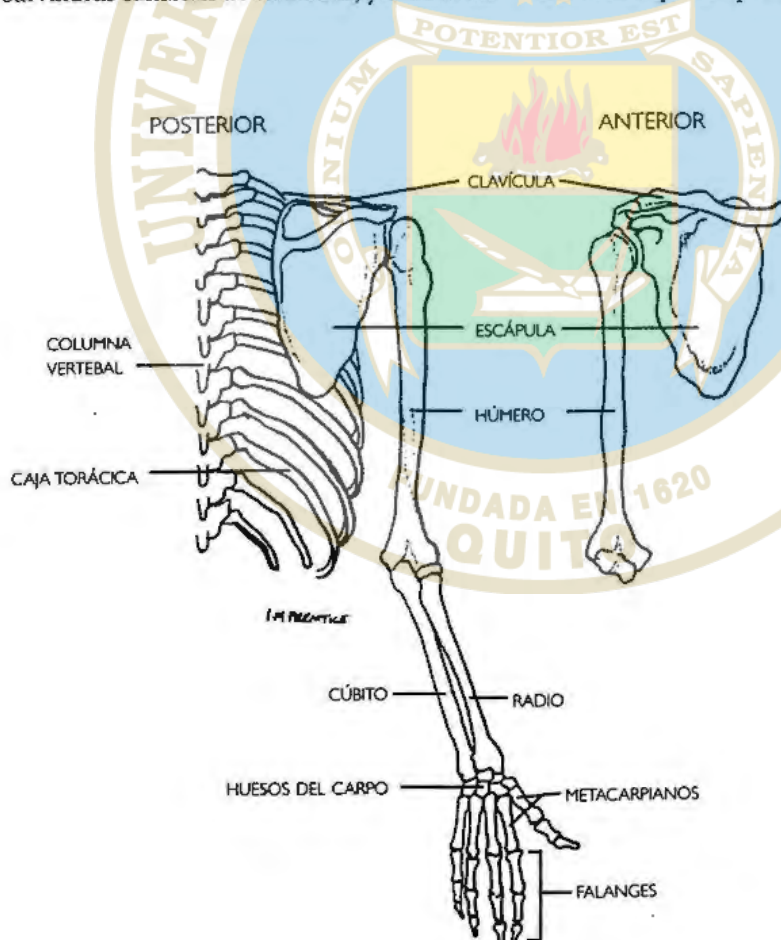
duro. Actúan entre los cuerpos vertebrales de forma muy parecida a una banda de goma, permitiendo cierta compresión y estiramiento durante el movimiento de los cuerpos vertebrales, uno respecto al otro (fig. 1.8). Sin embargo, es importante recordar que sólo se produce un ligero movimiento entre las vértebras y sus vértebras adyacentes. Son estos grados mínimos de movimiento los que, cuando se suman, dotan de flexibilidad a la columna vertebral. No obstante, existen diferencias entre las distintas áreas de la columna. Las regiones cervical y lumbar son relativamente móviles, mientras que la región dorsal es relativamente inmóvil.

Como se aprecia en el dibujo de perfil de la columna vertebral (fig. 1.9), ésta no forma una línea recta. Hay cuatro curvaturas diferenciadas. En las regiones dorsal y sacra, esta curvatura es convexa hacia el dorso o posteriormente, mientras que en las regiones lumbar y cervical la curvatura es anterior. Inicialmente, en la vida fetal, toda la columna se curva en la misma dirección, como las áreas dorsal y sacra. Estas dos áreas se conocen como curvaturas primarias; más tarde, aparecen las curvaturas secundarias en dirección opuesta en las regiones cervical y lumbar debido al fortalecimiento del cuello y las posturas verticales. Los puntos de máxima tensión son aquellos donde las curvaturas cambian de dirección, y estas áreas

son más propensas a las lesiones. Esto es especialmente cierto en las regiones inferiores donde el peso de la porción superior del cuerpo se transmite hacia abajo; por ejemplo, en las fracturas de la columna, el área más habitual es la región dorsal inferior/lumbar superior, y en el caso de los daños en los tejidos blandos y los discos, esto ocurre sobre todo en el área lumbar inferior entre las vértebras lumbares IV y V, y entre la V vértebra lumbar y la primera vértebra sacra en la porción superior del sacro. Las vértebras sacras están fusionadas (unidas) para constituir, en efecto, un solo hueso: el sacro.

La columna vertebral termina con el sacro. Este hueso forma parte de la cintura pélvica junto con los dos huesos coxales.

La caja torácica (fig. 1.1) se compone de doce costillas a cada lado. En su porción posterior se encuentran las articulaciones entre las costillas y las vértebras dorsales. En la porción anterior, las dos costillas inferiores, XI y XII, no cuentan con inserciones en el esternón. Las diez costillas restantes se unen al esternón mediante tramos cortos de cartílago duro, que son los cartílagos costales; las costillas VIII, IX y X presentan dos tramos largos de cartílago costal que se combinan con el de la VII costilla para encontrarse en el esternón. Esta combinación produce la curvatura que se aprecia en el extremo inferior de la caja



1.10. Extremidad superior derecha y cintura escapular. En el dibujo de la derecha, la caja torácica está ausente para exponer la superficie anterior de la escápula, que se apoya en la cara posterior de la caja torácica.



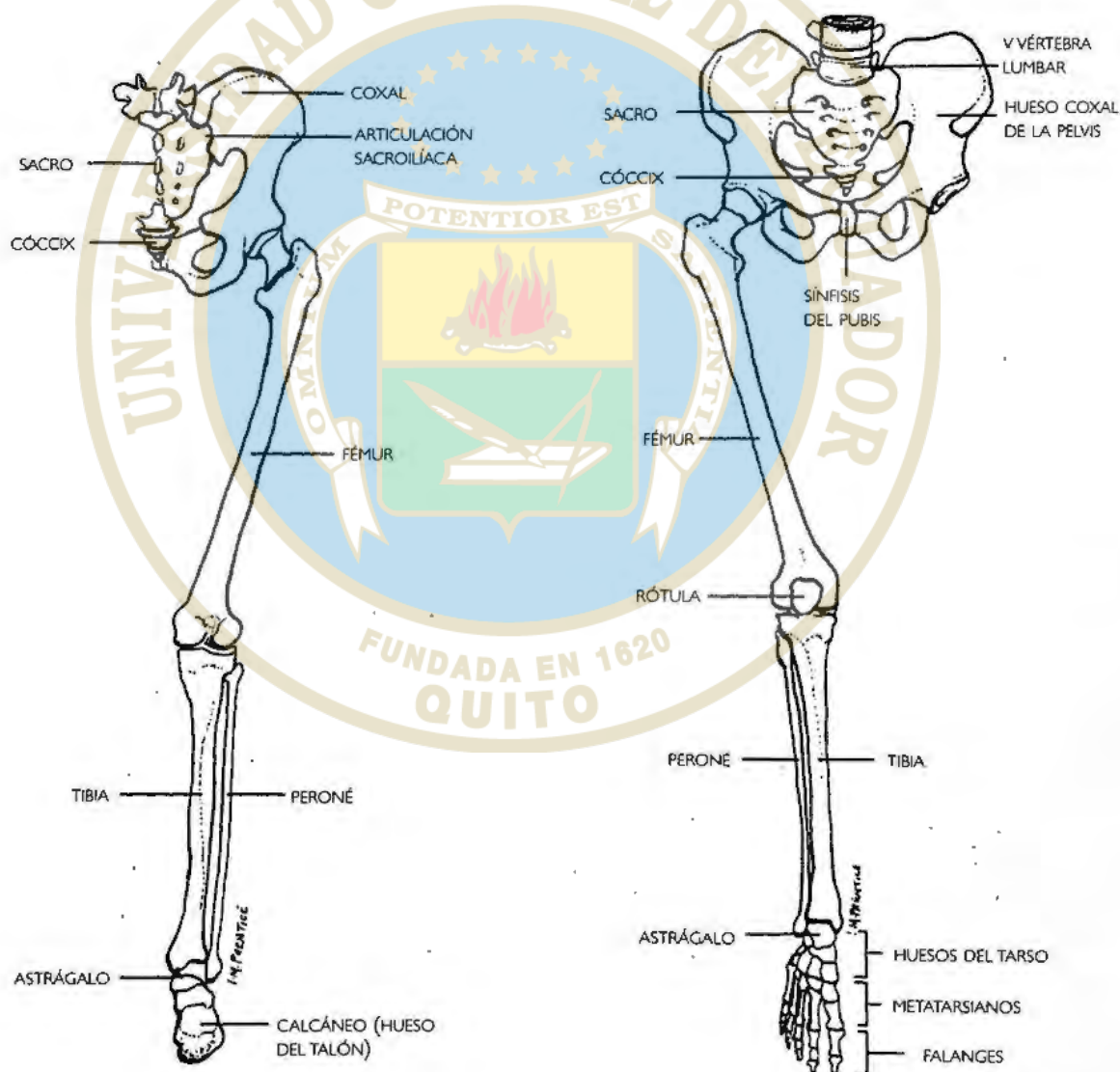
torácica desde la porción inferior del esternón y que se curva en sentido contrario e inferolateral, donde la caja torácica constituye en ese punto la porción superior del abdomen.

ESQUELETO APENDICULAR

Extremidades superiores (fig. 1.10)

Las extremidades superiores comienzan en la cintura escapular. La clavícula es el único hueso que presenta una articulación real con la porción central del esqueleto. Ocurre en su extremo interno, donde coincide con el esternón. El extremo externo de la clavícula se articula con el acromion de la escápula u omoplato. Estas articulaciones confieren

poca fuerza a la inserción de la cintura escapular con el resto del cuerpo, y la cintura escapular en realidad está suspendida mediante poderosos músculos que se insertan, por un extremo, en la columna vertebral y la caja torácica, y, por el otro, en la clavícula y la escápula. Los huesos de las extremidades superiores comprenden la clavícula y la escápula (que juntas forman la cintura escapular), el húmero, el radio, el cúbito, los huesos del carpo, los metacarpianos y las falanges. De los huesos del carpo, el escafoide es el único que merece mención especial. Es un lugar habitual de fracturas en adolescentes y adultos jóvenes tras una caída que se detiene con la mano extendida. Estas fracturas son muy difíciles de identificar en radiografías obtenidas durante las dos primeras semanas después de la lesión.



1.11. Vista posterior de la extremidad inferior derecha y la hemipelvis.

1.12. Vista anterior de la extremidad inferior derecha y la pelvis.



Extremidades inferiores (figs. 1.11 y 1.12)

La pelvis está formada por el sacro y el cóccix, que es la porción inferior de la columna vertebral, y por los dos huesos coxales. Estos últimos se unen anteriormente para formar la sínfisis del pubis (una articulación cartilaginosa). Los huesos de las extremidades inferiores comprenden el hueso coxal, el fémur, la tibia, el peroné, los huesos del tarso, los metatarsianos y las falanges. El hueso coxal se compone de tres huesos que se han unido para formar uno solo: el ilion, el isquion y el pubis. Dos huesos del tarso necesitan atención concreta: el astrágalo, que forma parte de la articulación del tobillo o talocrural, y el calcáneo o hueso del talón.

1.2. Las articulaciones

La función de las articulaciones es generar movimiento entre dos huesos, y es la presencia de articulaciones la que permite al esqueleto ser flexible. Hay varios tipos de articulaciones que poseen distintos grados de movilidad, desde articulaciones totalmente móviles hasta articulaciones fijas sin grado apreciable de movimiento.

Tipos de articulaciones

El primer tipo de articulaciones son las sinoviales o diartrosis (fig. 1.13). Este tipo permite movilidad sin restricción. Los extremos del hueso están cubiertos de cartilago hialino, que es muy liso y brillante, y permite que los movimientos ocurran con muy poca fricción. La articulación se lubrica con sinovia y está rodeado por una capa de tejido llamada membrana sinovial. La membrana sinovial produce líquido articular y ayuda a absorber cualquier residuo que se forme en la articulación. Fuera de la membrana sinovial hay una cápsula resistente de tejido fi-

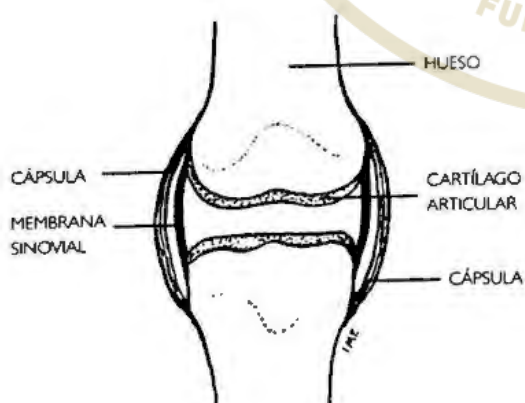
broso. Además de la cápsula que rodea la articulación por completo, hay varios ligamentos. Los ligamentos pueden ser engrosamientos locales de la cápsula para crear una banda de tejido mucho más grueso y fuerte, o pueden estar separados de la cápsula y formar una banda fibrosa muy fuerte. Los ligamentos limitan el movimiento de una articulación y le confieren estabilidad. Al limitar el movimiento de la articulación, previenen su luxación, impidiendo que el movimiento supere lo que la estabilidad permite.

El otro tipo importante de articulación es la que presenta cartilago o fibrocartilago entre los huesos. El principal ejemplo son los discos intervertebrales presentes entre los cuerpos de vértebras adyacentes (figs. 1.14 y 1.7). Este tipo de articulación permite poco movimiento porque el fibrocartilago es elástico y se puede estirar y comprimir ligeramente. Adicionalmente, como tiene cierto grado de elasticidad, actúa de amortiguador entre los huesos. Por tanto, al saltar, todos los discos intervertebrales ayudan a absorber el choque del aterrizaje que, en caso contrario, se transmitiría hasta el cráneo y el encéfalo con un efecto vibratorio mucho más serio.

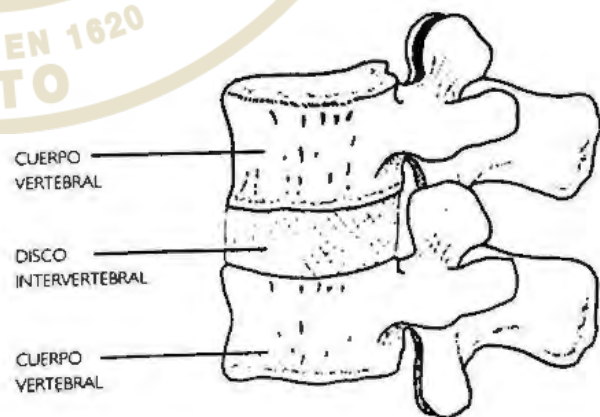
El último tipo de articulación es de naturaleza fibrosa y permite poco o ningún movimiento. Un ejemplo de articulación fibrosa o sindesmosis que no permite ningún movimiento es la que existe entre los huesos planos que forman la bóveda del cráneo. Un ejemplo de sindesmosis que permite un poco de movimiento es la que hay entre el extremo inferior de la tibia y el peroné.

Movimientos articulares

Sólo las diartrosis presentan algún grado significativo de movilidad, como todas las que un hombre de la calle consideraría articulaciones de verdad. Para evitar malentendidos, se debe usar el término correcto para cada dirección de movimiento (figs. 1.15-1.22).



1.13. Sección frontal de una articulación sinovial o diartrosis típica.



1.14. Disco intervertebral.



- **Extensión** es el enderezamiento de una articulación de modo que los huesos que forman la articulación tienden a alinearse.
- **Flexión** es la inclinación o curvatura de una articulación para generar un ángulo entre los dos huesos que la forman.
- **Abducción** es un movimiento que aleja de la línea media la articulación o parte de ella.
- **Aducción** es el acercamiento de una parte del cuerpo hacia la línea media.
- **Rotación** es un movimiento en la articulación donde la parte puede rotar sobre el eje a lo largo de la articulación.
- **Circunducción** es la capacidad de mover la parte del cuerpo en un círculo, y suele ser una combinación de flexión, extensión, abducción y aducción.

Hay varios tipos de diartrosis que permiten distintos grados de movilidad y planos de movimiento. Las articulaciones esferoideas generan movimiento en todas direcciones, como la articulación coxofemoral. Las articulaciones trocleares sólo permiten flexión y extensión, por ejemplo, las articulaciones interfalángicas de los dedos de manos y pies.

Hay varios factores que limitan el grado de movilidad de cualquier articulación. Empezando de dentro afuera, el primer factor es el contacto de hueso con hueso de los dos extremos de la articulación cuando se mueve en cualquier dirección. No obstante, en la mayoría de las articulaciones, antes de que esto ocurra, la cápsula y los ligamentos limitan el grado de movilidad. Éstos constituyen el segundo factor limitante. Con entrenamiento, los ligamentos se estiran hasta cierto grado, lo cual incrementa



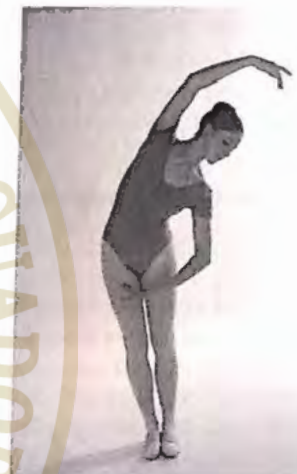
1.15. Flexión de la columna y las extremidades superiores e inferiores (flexión plantar del tobillo y el pie).



1.16. Extensión.



1.17. Abducción de las extremidades superior e inferior.



1.18. Lateroflexión de la columna.



1.19. Rotación de la columna.



1.20. Rotación externa de las caderas.



1.21. Rotación interna de las caderas.



1.22. Aducción de las extremidades inferiores.



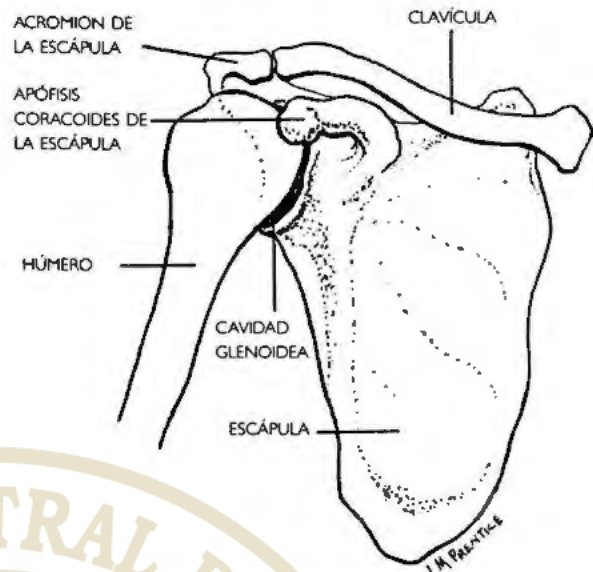
el grado de movilidad por encima de lo esperado normalmente en esa articulación concreta. El siguiente factor es la tensión de los músculos que controlan el movimiento articular; los músculos se estiran con relativa facilidad y se elongan activamente. Para terminar, la aposición de partes blandas previene el movimiento, p. ej., alguien con las pantorrillas y muslos gruesos no podrá flexionar tanto las rodillas como si no tuviera ese exceso de tejido. Trabajar en los límites del grado de movilidad de una articulación estira gradualmente los tejidos blandos, sobre todo antes de la pubertad, lo cual incrementa el grado de movilidad. Sin embargo, existe una considerable variación de una persona a otra en el grado natural de movilidad de sus articulaciones. Esto se debe en parte a una variación en la forma anatómica de la articulación, aunque también algunas personas tienen, como parte de su constitución física congénita, ligamentos muy laxos y tejidos blandos muy aptos para el estiramiento, y son esas personas las que se consideran hiperflexibles. Se ajustan a un espectro de hipermovilidad y, en casos extremos, pueden trabajar de contorsionistas.

En el ámbito médico es importante usar la terminología correcta para una mayor exactitud, si bien en los estudios de danza se emplea un vocabulario diferente. En el ballet clásico los términos franceses describen movimientos, si bien los bailarines hablan de 'extensiones altas', refiriéndose a la capacidad de levantar muy arriba la pierna en relación con el tronco. El movimiento hacia delante es de flexión de la articulación coxofemoral, y el movimiento lateral es una combinación de abducción, rotación externa y flexión. En este libro, los autores han intentado incorporar la terminología de los bailarines y el vocabulario anatómico, esperamos, sin ambigüedades.

Articulaciones importantes

EXTREMIDADES SUPERIORES

Entre la escápula y el húmero encontramos una articulación esferoidea (fig. 1.23). La cavidad es muy plana y más parecida a un plato. Se conoce como cavidad glenoidea. Debido a la poca profundidad de la articulación, son muchos los movimientos posibles entre el brazo y el tronco. No obstante, ese grado de movilidad no se produce enteramente entre la escápula y el húmero; en gran parte, sobre todo la elevación del brazo, corresponde al deslizamiento de la escápula sobre la pared torácica. En el extremo inferior del húmero encontramos la articulación del codo (figs. 1.24 y 1.25), que articula los extremos superiores del radio y el cúbito. La articulación entre el cúbito y el extremo inferior del húmero es una articulación troclear lineal, si bien en el extremo superior del radio la articulación es bastante más compleja, porque permite al radio moverse arriba y abajo en relación con el húmero y también permite al radio girar en relación con el cúbito y el húmero. Un movimiento rotatorio similar se produce en el extremo inferior del radio y el cúbito. Esto permite un movimiento de pronación y supinación mediante el cual



1.23. Articulación escapulohumeral derecha.

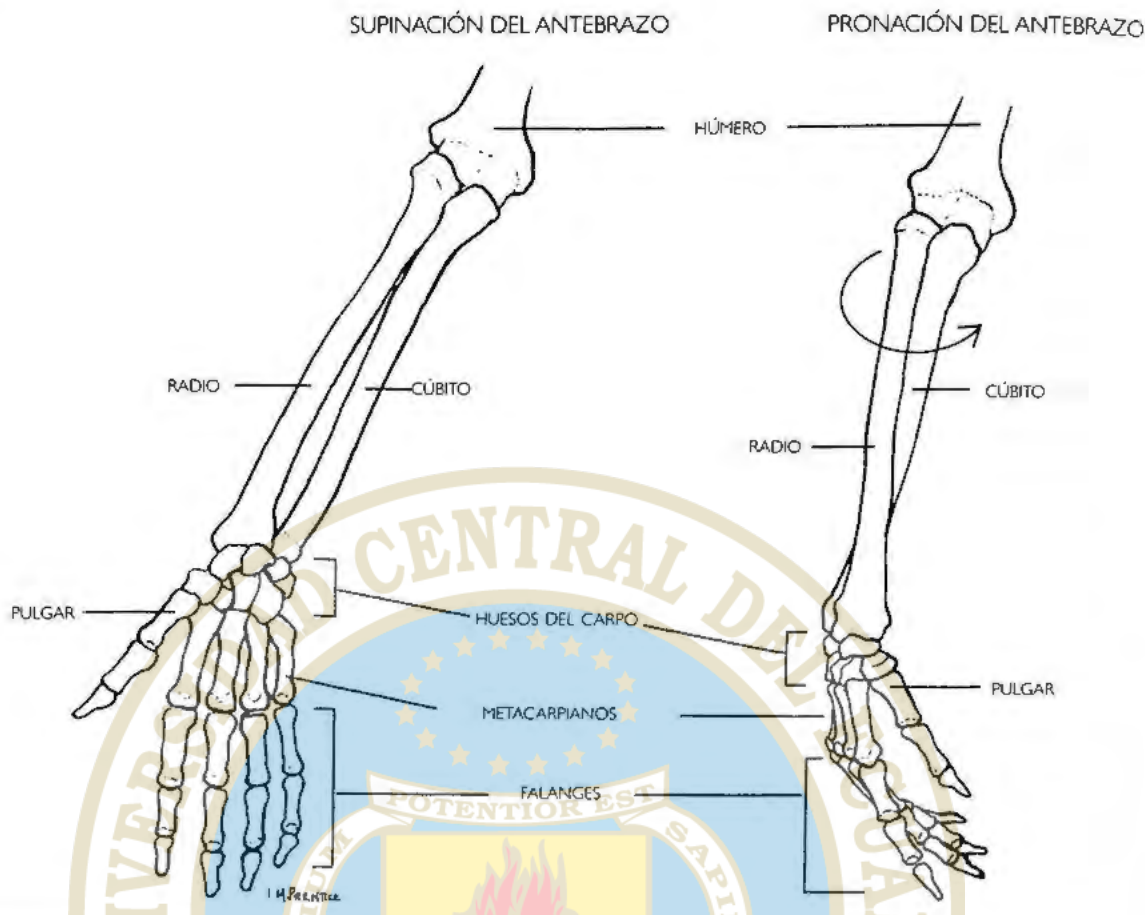


1.24A (izquierda). Articulación del codo. Radiografía anteroposterior.



1.24B (derecha). Articulación del codo. Radiografía de perfil.

la palma de la mano se mantiene boca abajo o arriba, produciéndose esta rotación por completo en el antebrazo. Como se verá en el diagrama del esqueleto (fig. 1.25), los huesos de la muñeca y la mano son complejos. La mayor parte del movimiento de la muñeca es una acción de bisagra ascendente y descendente, aunque existe cierto movimiento laterolateral de abducción y aducción (articulación condiloidea). Las articulaciones de los dedos entre los metacarpianos y las falanges también son de tipo condiloideo. Las articulaciones entre las falanges son trocleares, aunque, en la base del pulgar, la articulación entre el metacarpiano y los huesos del carpo permite cierto deslizamiento y rotación, de modo que el pulgar no sólo se flexiona y extiende, sino que también se mueve en abduc-

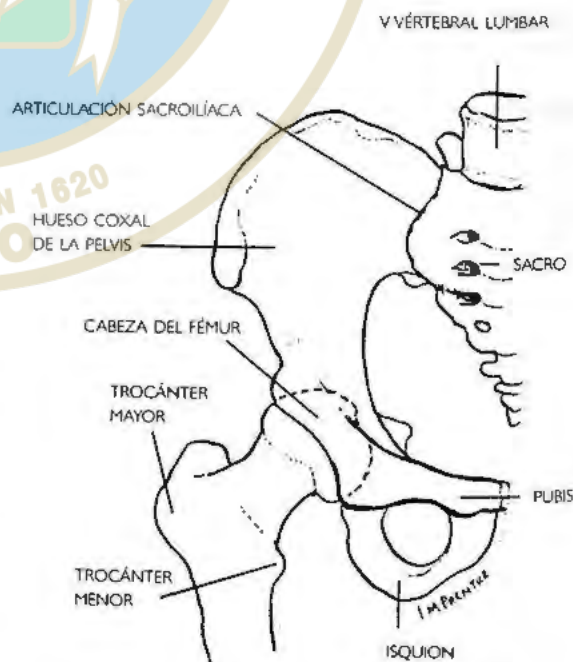


1.25. Mano y antebrazo derechos.

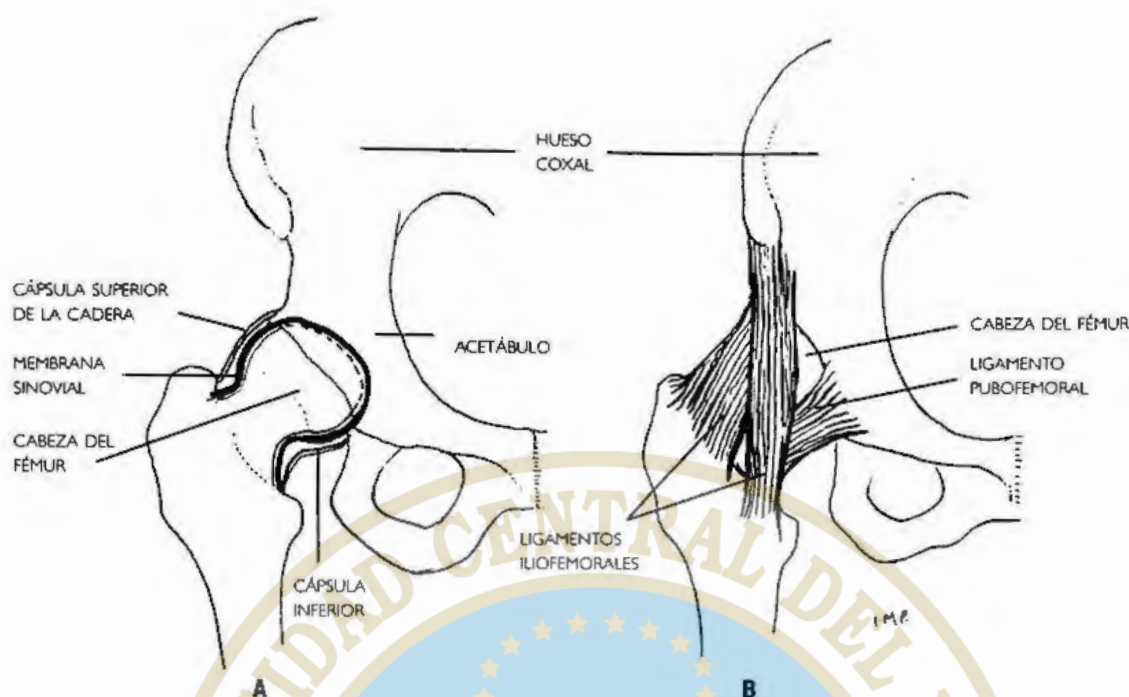
ción, aducción y circunducción, posibilitando que cruce la mano en oposición a los otros dedos. Sin este movimiento, no sería posible la prensión que aplicamos con la mano y serían imposibles los movimientos de precisión de la mano.

EXTREMIDADES INFERIORES

La pelvis está formada por el sacro, que es parte del esqueleto axial, y por los dos huesos coxales por delante (fig. 1.26). Existe una articulación a ambos lados entre el sacro y los huesos coxales. Esta articulación es muy fuerte y presenta muchos ligamentos que la cruzan y también fibrocartilago. Se produce muy poco movimiento en la articulación sacroilíaca. En sentido anterior, los huesos coxales se unen en la sínfisis del pubis y de nuevo es mínimo el movimiento en esta articulación donde hay fibrocartilago entre los huesos. Durante el embarazo, el fibrocartilago y los ligamentos se reblandecen, aumentando mucho la movilidad y permitiendo el parto. El parto también es mucho más fácil para la mujer por la diferente forma de su pelvis respecto a la del hombre.



1.26. Hemipelvis y articulación coxofemoral derechas.



1.27A. Sección esquemática de la articulación coxofemoral derecha.

1.27B. Ligamentos de la cara anterior de la articulación coxofemoral derecha.

Articulación coxofemoral

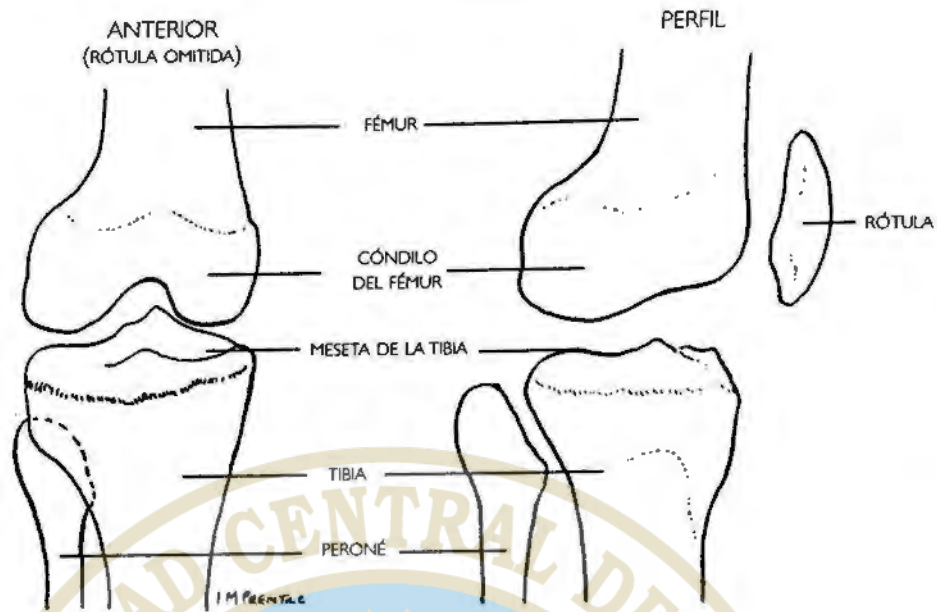
A los lados de los huesos coxales están las articulaciones coxofemorales (fig. 1.27). Son grandes articulaciones esféricas, pero, a diferencia de las articulaciones escapulo-humerales, el acetábulo, que es la cavidad esférica de la articulación, es muy profundo. La cabeza del fémur forma una esfera que se acomoda dentro del acetábulo. Como resultado, la articulación es muy fuerte y extremadamente estable. Por el dibujo se aprecia que la cabeza del fémur se une a la diáfisis del hueso mediante un cuello óseo llamada cuello del fémur. Como resultado, la diáfisis del fémur sobresale un poco de la pelvis, aumentando así el grado de movilidad en todas direcciones respecto a lo que sería posible si la esfera se situara directamente encima de la diáfisis.

Articulación femorotibial

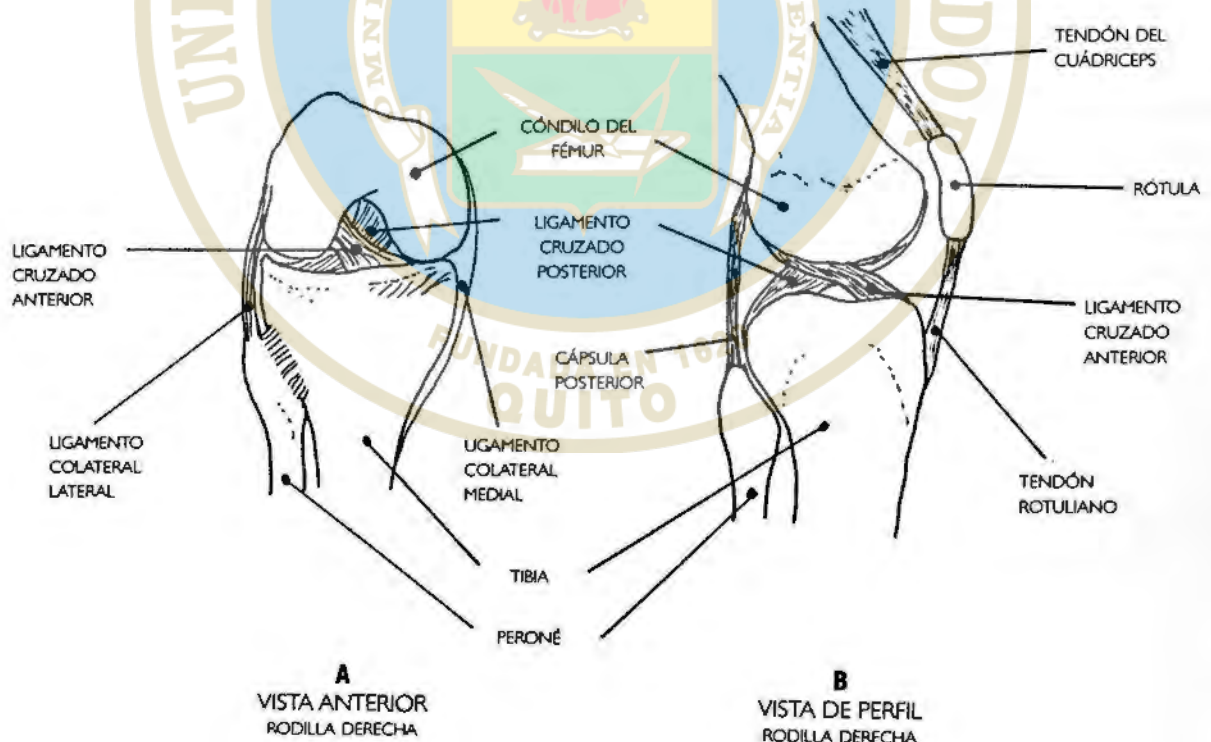
En el extremo inferior del fémur se encuentra la articulación de la rodilla. Por lo que a su acción se refiere, se trata principalmente de una articulación troclear, pero, como se verá en el dibujo (fig. 1.28), es potencialmente muy inestable, porque el extremo superior de la tibia, que forma el otro lado de la articulación con el fémur, es casi totalmente plano. Desde el punto de vista estructural, es una condilartrosis, mientras que funcionalmente es troclear. Si no fuera por los ligamentos, el extremo inferior del fémur

se deslizaría en todas direcciones sobre la tibia. Además del movimiento troclear es posible cierta rotación cuando la rodilla está parcialmente flexionada, pero no cuando está extendida por completo.

Los dibujos (figs. 1.29 y 1.30) muestran los ligamentos que estabilizan la rodilla. El ligamento colateral lateral cursa lateralmente desde el extremo inferior del fémur hasta el extremo superior del peroné y es cordiforme. El ligamento colateral medial se extiende medialmente desde el extremo inferior del fémur hasta el extremo superior de la tibia y tiene forma de cinta. En la articulación se encuentran los ligamentos cruzados, así llamados porque se entrecruzan. Se extienden desde la escotadura entre los cóndilos del extremo inferior del fémur hasta la porción anterior y posterior de la meseta en el extremo superior de la tibia. Todos se distinguen en el dibujo. La rodilla difiere (pero no es única) porque posee dos meniscos, dos cartílagos en forma de media luna (fig. 1.31). Se componen de fibrocartilago y se insertan en los bordes de la cápsula de la articulación. Los bordes internos están libres. Ayudan a conferir más profundidad a la articulación en el extremo superior de la tibia creando dos platillos poco profundos. Además se mueven muy poco cuando la articulación se flexiona y extiende durante las actividades normales, y como resultado ayudan a que circule el líquido sinovial dentro de la articulación. Los cartílagos en sí no soportan el peso durante el funcionamiento normal de la

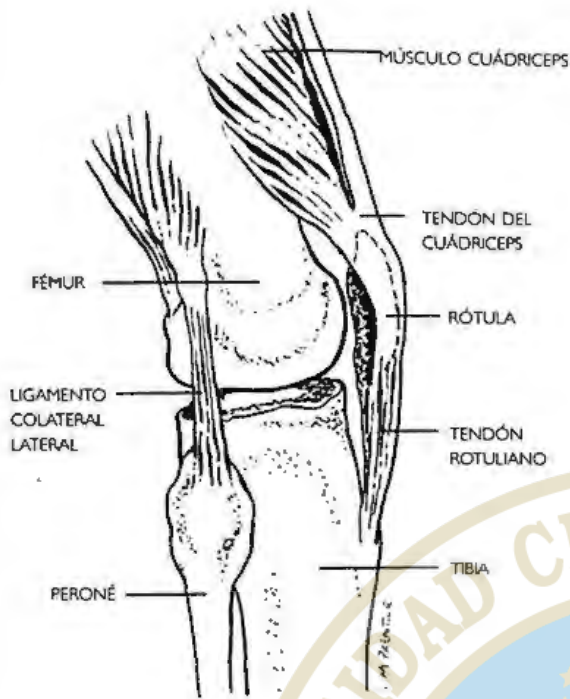


1.28. Vistas anterior y de perfil de los huesos de la articulación de la rodilla.

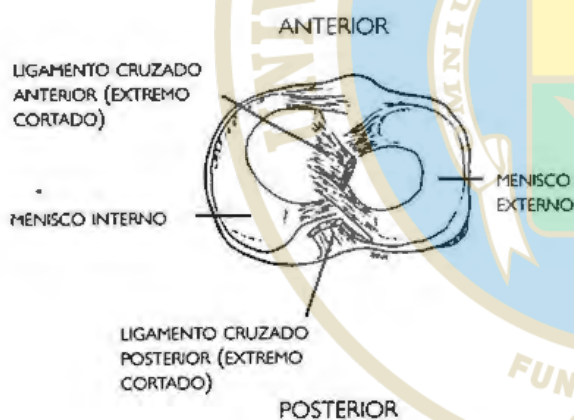


1.29A. Articulación de la rodilla derecha: vista anterior con la rodilla flexionada que muestra el extremo del fémur y el extremo superior de la tibia.

1.29B. Vista esquemática de perfil de la articulación de la rodilla.



1.30. Articulación de la rodilla derecha (vista de perfil).



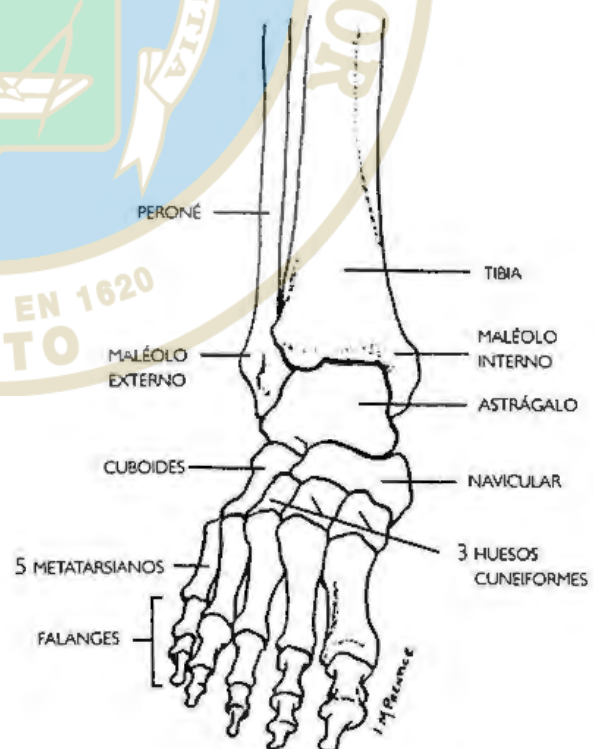
1.31. Extremo superior de la tibia derecha. Vista superior para mostrar los meniscos (cartílagos).

rodilla. Sin embargo, si una rodilla parcialmente flexionada se tuerce en carga, el cartilago puede quedar atrapado entre el fémur y la tibia, y la torsión puede producir el desgarro del menisco.

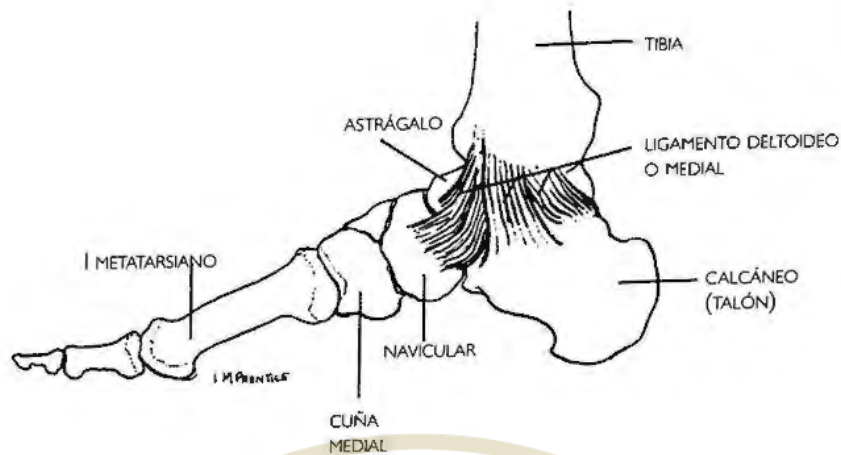
Anteriormente encontramos el músculo cuádriceps que confluye en el tendón del cuádriceps, la rótula y el tendón rotuliano. Todos juntos confieren estabilidad anterior. Posteriormente, la cápsula posterior, ayudada por los músculos isquiotibiales, confiere estabilidad.

Tobillo y pie (fig. 1.32)

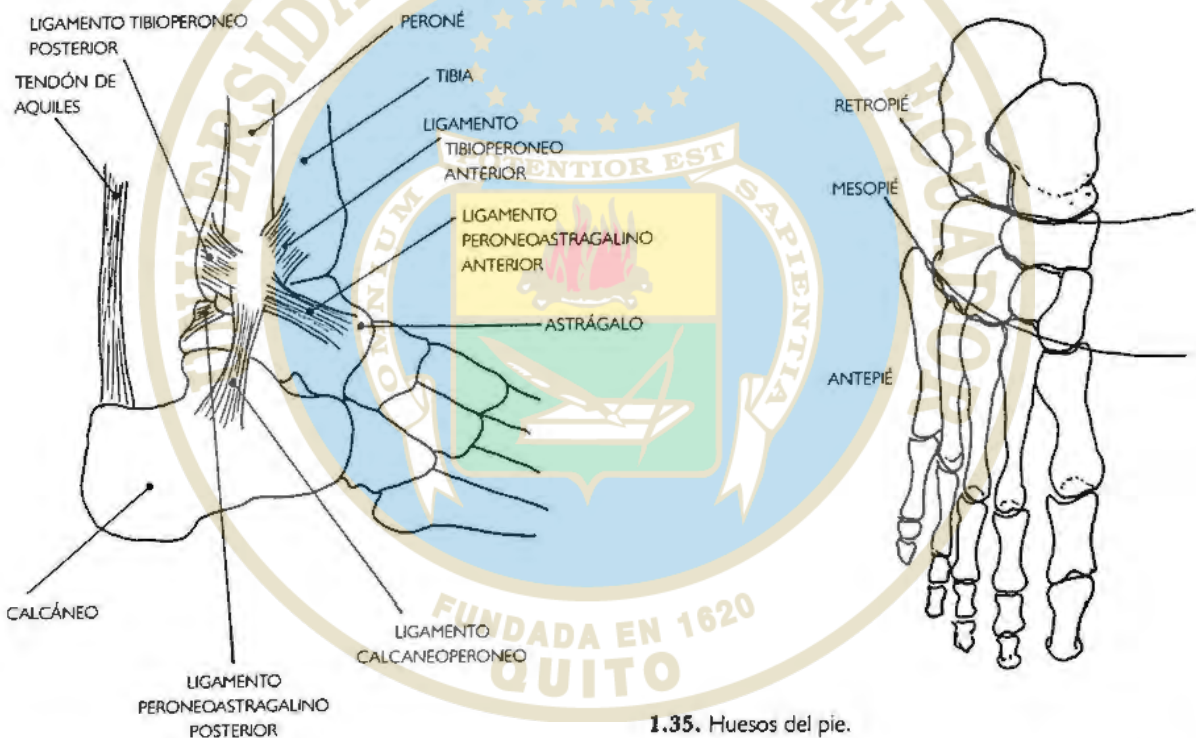
La articulación del tobillo, talocrural o tibioastragalina se compone de una sindesmosis estable entre la tibia y el peroné, que forman una mortaja ajustable en la que se inserta la superficie articular convexa del astrágalo. La tibia por el interior forma el maléolo interno, y el maléolo externo está formado por el peroné. El cuerpo del astrágalo tiene forma de cuña y es más ancho por delante que por detrás. El principal movimiento posible en la articulación del tobillo es la flexión plantar (flexión del pie del bailarín) y la flexión dorsal (extensión del pie del bailarín). Durante la flexión plantar del tobillo, el astrágalo se mueve hacia delante dentro de la mortaja, donde se produce un ligero alivio posicional. Dependiendo de la forma de la tibia y el astrágalo, y de la tirantez de los ligamentos, la flexibilidad será mayor o menor. Se considera una articulación troclear, pero existe cierto 'juego' en ella de rotación y movimiento lateral. Los dos ligamentos colaterales mantienen la congruencia de la troclearartrosis. Son el ligamento deltoideo (triangular) del maléolo interno al navicular, el astrágalo y el calcáneo (fig. 1.33), y el ligamento colateral fibular que se compone de tres bandas de fibras. Se trata de los ligamentos peroneoastragalinos anterior y posterior y el ligamento calcaneoperoneo (fig. 1.34). El fino y largo peroné en el lado externo de la pierna está unido a la tibia justo por debajo de la rodilla en la articulación tibioperonea proximal, que es una articulación anfiartrodial sinovial. El extremo inferior, que forma



1.32. Articulación talocrural y pie derechos.



1.33. Ligamentos de la cara interna del tobillo derecho.



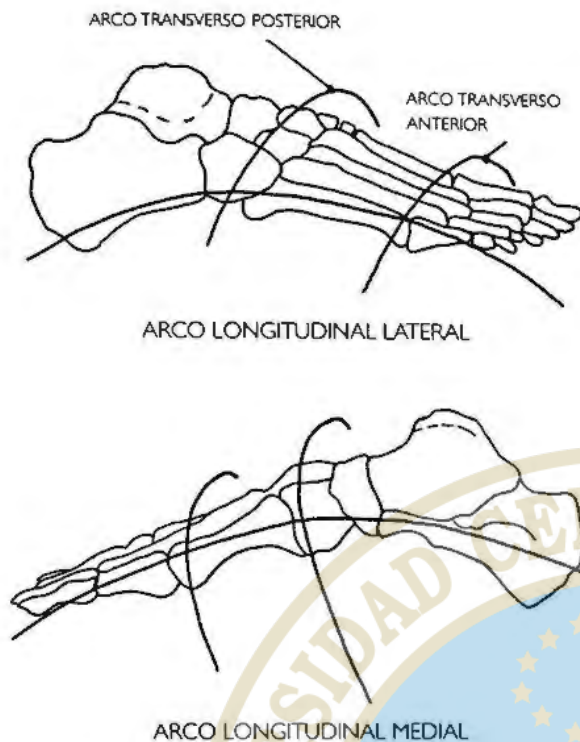
1.35. Huesos del pie.

1.34. Ligamentos de la cara externa de la articulación talocrural derecha.

la articulación fibrosa con la tibia, se denomina articulación tibioperonea distal. Mientras que el peroné no soporta más del 10% del peso del cuerpo transmitido, los movimientos del peroné en ambas de sus articulaciones contribuyen al normal funcionamiento del tobillo.

Los huesos del pie se dividen en el retropié, compuesto por el astrágalo y el calcáneo (talón); el mesopié, compuesto por el navicular, el cuboides y las cuñas medial, intermedia y lateral, y el antepié, compuesto por los metatarsianos y las falanges (fig 1.35). El pie se articula sobre

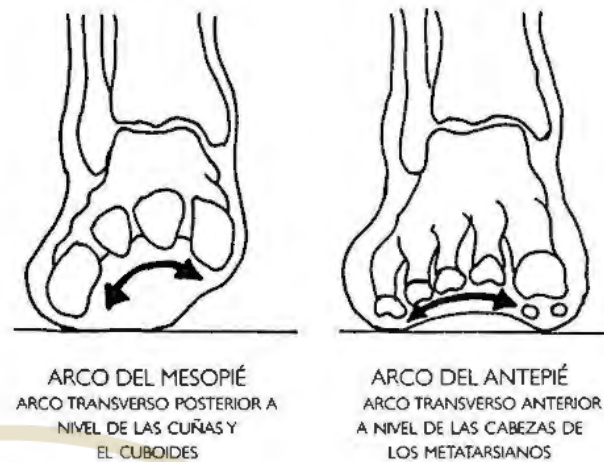
arcos, los dos arcos longitudinales y los arcos transversos (fig 1.36). El arco longitudinal medial se compone del calcáneo, el navicular, los tres huesos cuneiformes y los tres metatarsianos mediales. En el lado externo están el calcáneo, el cuboides y los dos metatarsianos externos que forman el arco longitudinal lateral. Son los dos arcos transversos los que cruzan el pie: el arco posterior se encuentra sobre la estructura arqueada de los huesos del tarso, mientras que el arco anterior se puede visualizar en las cabezas de los metatarsianos (fig 1.37). Los huesos



1.36. Arcos plantares.

del pie constituyen la mitad de una cúpula con el astrágalo en lo más alto. En bipedestación en paralelo, los pies forman una cúpula completa. Esta estructura adaptable actúa como un amortiguador elástico ideal, pero también se puede convertir en un rígido sistema para soportar el peso del cuerpo durante la propulsión hacia delante/arriba. La planta del pie debe conseguir contactar eficazmente con el suelo, y por eso esta estructura flexible se debe poder adaptar a las irregularidades de la superficie por debajo y a la posición cambiante de la pierna por encima.

Aunque se ha mencionado que existe cierto 'juego articular' en el tobillo, la mayor parte de este movimiento laterolateral corresponde a la articulación subastragalina, situada por debajo del tobillo y necesaria para un normal funcionamiento. El astrágalo actúa como un rodamiento, con parte del tobillo o la articulación tibioastragalina encima y parte de la articulación subastragalina debajo. La articulación subastragalina se compone de las carillas articulares anterior y posterior, entre el astrágalo arriba y el calcáneo debajo. La articulación subastragalina actúa convirtiendo las rotaciones de las articulaciones de la pelvis y la rodilla en movilidad lateral durante el movimiento. Se dice que la articulación subastragalina en carga genera pronación y supinación, movimientos compuestos que implican eversion e inversión del calcáneo, y movimientos recíprocos del astrágalo. Sin embargo, la articulación subastragalina está bien alineada cuando su posición es neutra, y se puede trazar una línea



1.37. Arcos transversos del pie.

perpendicular que discurre por el tendón de Aquiles, el astrágalo y biseca el calcáneo hasta llegar al suelo.

Las siguientes articulaciones en importancia son la articulación transversa del tarso (también llamada tarsiana media). Está compuesta por el astrágalo y el navicular medialmente, y por el juego articular del cuboides y el calcáneo, lateralmente. Cuando la articulación subastragalina está bien alineada, estas articulaciones se acomodan con los arcos longitudinales y transversos del pie. Constituye el vínculo de transición entre el retropié y el antepié. Esta articulación confiere movilidad al antepié para acomodarse a la posición del retropié de modo que la planta siempre se adapte a la configuración del suelo. Los movimientos de abducción/aducción, flexión plantar/flexión dorsal y eversion/inversión se conciben en conjunto como pronación y supinación.

Los movimientos entre los huesos cuneiformes son deslizamiento en flexión plantar y flexión dorsal. Las tres cuñas se articulan con las bases de los metatarsianos I a III en las articulaciones tarsometatarsianas (TMT) I, II y III, y los metatarsianos IV y V se articulan con el cuboides. La II articulación TMT se diferencia porque la base del II metatarsiano se articula con una mortaja formada por la cuña intermedia y los lados de las cuñas medial y lateral. La articulación se extiende hacia atrás, es más fuerte y su movimiento es más restringido. También existe juego articular entre las bases de los metatarsianos, el cual permite movimiento entre ellos. Los metatarsianos, con su dedo del pie correspondiente, forman unidades funcionales.

Las cabezas de los metatarsianos se articulan en las articulaciones metatarsofalángicas (MTF) con las bases de las falanges proximales. Las falanges son los huesos de los dedos. Las articulaciones MTF son condilartrosis que generan flexión dorsal, flexión plantar, abducción y aducción. Las cabezas de los metatarsianos soportan el peso del cuerpo como los pulpejos de los dedos. El dedo gordo del pie presenta dos falanges con una articulación inter-



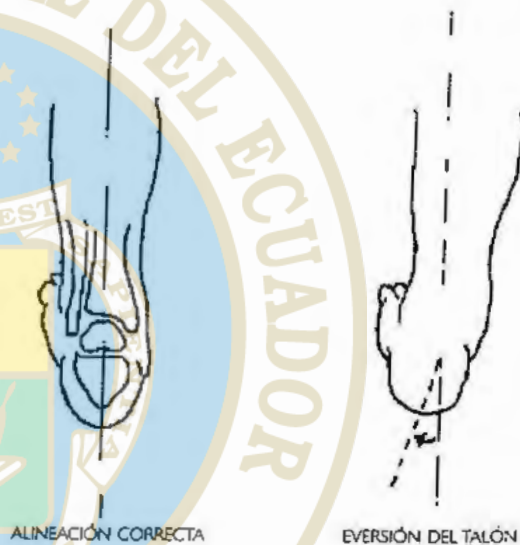
falángica (IF), mientras que los dedos II a V presentan tres falanges con dos articulaciones IF, una proximal y otra distal.

Los metatarsianos y sus articulaciones TMT y MTF operan con máxima eficacia cuando el pie y el tobillo se mueven en una amplitud de alineación normal. Cualquier aplanamiento habitual y excesivo de los arcos impondrá una tensión excesiva sobre los huesos, articulaciones y tejidos blandos, lo cual derivará finalmente en lesiones. La integridad de los arcos depende de los huesos, ligamentos y músculos. La forma de los huesos interconectados, unidos por ligamentos, estructura los arcos y se sustenta adicionalmente con los músculos. Por debajo, los arcos longitudinales se apoyan en los ligamentos plantares corto y largo, y en la poderosa fascia plantar compuesta de fibras de tejido conjuntivo denso, desde el calcáneo a las articulaciones MTF. Los músculos intrínsecos y extrínsecos tensan y sostienen los arcos. El músculo tibial posterior ejerce tracción sobre el navicular tensando medialmente el arco longitudinal. Los músculos flexor largo del dedo gordo y abductor del dedo gordo soportan el arco medialmente. El músculo peroneo largo, que discurre oblicuamente en sentido anterior y medial bajo el pie, tensa todos los arcos. El pie es multifuncional. En el bailarín de ballet, el pie y el tobillo deben ser lo bastante flexibles como para mejorar la alineación de la pierna. Esta flexibilidad permite cargar el peso del cuerpo en *pointe* y en tres cuartos de *pointe*, para lo cual se requiere fuerza y rigidez. Los saltos exigen potencia de propulsión y mucha fuerza excéntrica para amortiguar los golpes y proteger el resto del cuerpo de las fuerzas de aterrizaje. A diferencia del pie 'normal', el pie del bailarín requiere más fuerza y control de los dedos. Los saltos exigen que el último tramo de la fuerza de despegue proceda de los dedos y las articulaciones MTF que generan flexión plantar del pie y del tobillo en el aire. Los pulpejos de los dedos son los primeros en tocar el suelo en el descenso, oponiendo resistencia y amortiguando el aterrizaje, haciendo descender el pie hasta el suelo en el *plié*. El pie del bailarín no goza aquí de la sujeción ni del amortiguamiento del calzado. Depende de su propia fuerza intrínseca y de un control eficaz para reducir al mínimo las tensiones nocivas.

En el ballet clásico, los bailarines adoptan aperturas, es decir, generan rotación externa de la cadera para que la extremidad inferior asuma las posiciones clásicas *en dehors*. Si no se aprenden bien las aperturas, el fortalecimiento de los músculos de la cadera durante años de entrenamiento, así como las tensiones rotatorias en la rodilla y el pie, pasarán factura. Si la estructura de la cadera opone resistencia a la rotación externa, ningún grado de entrenamiento permitirá adoptar las posiciones clásicas puras. No obstante, si bien los bailarines clásicos profesionales sufren de vez en cuando lesiones en los pies causadas por las aperturas, no hay excusa si se anima a los estudiantes jóvenes a adoptar un ángulo de apertura en los pies que no se puede controlar y con el cual se pierde la correcta alineación de los pies.

Si los pies se plantan en un ángulo irreal en *demi-plié* (con frecuencia los bailarines adoptan su posición 'per-

fecta' de este modo) y se extienden las rodillas, se observará que los pies absorben la tensión rotacional con una biomecánica alterada. El pie mantiene la posición mediante fricción con el suelo. El pie se desbloquea y se mueve en abducción en la articulación transversa del tarso; la articulación subastragalina se mueve en pronación y la tibia rota internamente respecto al pie, al que se ve 'rodar hacia dentro'. El arco transversal medial se aplanan y los metatarsianos se expanden en eversion respecto al suelo. El talón asume eversion (fig. 1.38). El dedo gordo asume flexión dorsal, se vuelve hipermóvil y ya no puede sostener el arco longitudinal medial. La rotación del dedo gordo se ve fácilmente asociada con valgo. En esta posición poco ventajosa se reduce la función que el pie ejerce de soportar el peso del cuerpo, se debilita el soporte que los músculos brindan a los arcos plantares, los huesos soportan más tensión y los ligamentos sufren distensiones.



1.38. Alineación del pie.

1.3. Los músculos

Consideraciones generales

Los músculos son la masa responsable de todos los movimientos que realiza el cuerpo.

TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

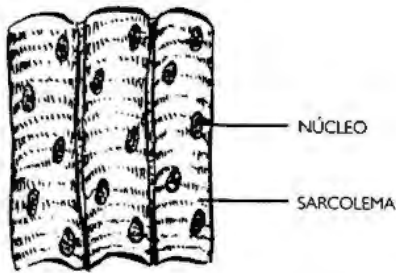
Hay tres tipos diferentes de músculo (fig. 1.39) con funciones muy específicas y diferentes.

Músculo estriado o esquelético

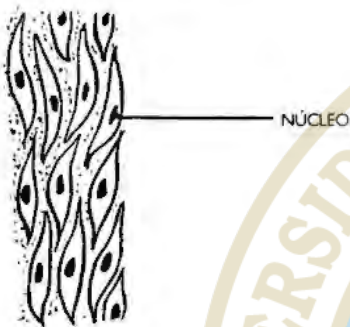
Este músculo también se denomina voluntario porque se controla a voluntad con el cerebro y el sistema nervioso.



ESTRIADA (ESQUELÉTICA)
MÚSCULO VOLUNTARIO



LISA (PAREDES DEL INTESTINO, ETC.)
MÚSCULO INVOLUNTARIO



MÚSCULO CARDÍACO (CORAZÓN)

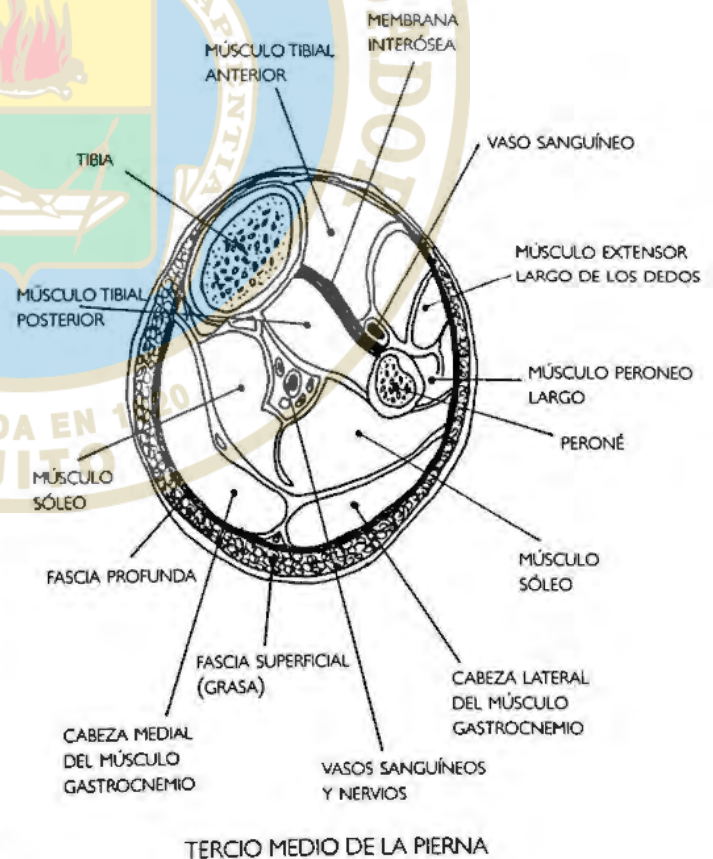


1.39. Esquema de los tres tipos de fibras musculares.

Comprende los músculos que controlan las extremidades, los músculos de la expresión facial y los músculos de la respiración. Se denominan estriados porque, cuando se examinan secciones de músculo bajo el microscopio, las células parecen poseer estrías (fig. 1.39). El músculo esquelético se forma con muchos haces de fibras rodeadas de tejido conjuntivo que discurren longitudinalmente a lo largo de todo el vientre muscular. Cada fibra muscular se compone de muchas miofibrillas cuya longitud también abarca toda la fibra. Dentro de cada miofibrilla hay un mecanismo contráctil que mueve el músculo esquelético. Las miofibrillas se dividen longitudinalmente en compartimientos llamados sarcómeros. Las sarcómeras presentan dos tipos de filamentos de proteínas: actina y miosina. El

músculo en conjunto se contrae cuando los finos filamentos de actina se deslizan dentro de los gruesos filamentos de miosina y las sarcómeras se acortan. Esto se produce mediante estimulación neural cuando un impulso nervioso activa las fibras que inerva. El tejido conjuntivo que rodea las fibras musculares y encierra los haces de fibras converge en los extremos del músculo para formar un tendón que proporciona una poderosa inserción en el hueso. El músculo que se inserta directamente en el hueso necesita una inserción de gran superficie para soportar las fuerzas de tracción. No obstante, un tendón compuesto de tejido conjuntivo denso se puede insertar en un área menor permitiendo a los músculos actuar desde lejos, como se ve en las piernas, donde los vientres musculares se contraen para flexionar o extender los dedos del pie por medio de los tendones que cursan por el tobillo.

Los grupos de músculos están a su vez rodeados por tejido fibroso inelástico y denso llamado fascia. En el dibujo de la sección transversal de una extremidad (fig. 1.40), en este caso la pierna, casi un tercio por debajo de la rodilla, se aprecia la configuración de estas capas musculares. La piel rodea la extremidad en su totalidad. Debajo de ella hay una capa de tejido adiposo que recibe el



1.40. Sección transversal de la pierna (tercio medio).



nombre de fascia superficial. A continuación, encontramos la fascia profunda, que es tejido fibroso denso e inelástico que envuelve distintos músculos. A este nivel también hay una banda densa de tejido fibroso que conecta los dos huesos de la pierna, la tibia y el peroné. No sólo ayuda a mantener unidos los dos huesos, sino que también confiere un área adicional para la inserción de los músculos.

El músculo en conjunto se inserta por cada extremo, uno de los cuales se llama origen, y el otro, inserción. El origen es el extremo que por lo general se mantiene estático, y la inserción está en el extremo que ejerce tracción y se mueve. Además, el origen, por lo que a las extremidades se refiere, suele ser el extremo proximal, es decir, el extremo más cercano al tronco. Sin embargo, su papel se puede invertir; por ejemplo, si se coge un objeto con la mano, el objeto se puede atraer hacia el tronco estático, o el tronco se puede desplazar hacia el objeto estático.

La acción de un músculo se controla con uno o más nervios. Muchos músculos están inervados por varios nervios diferentes; cuando estos nervios entran en el músculo se dividen gradualmente hasta que una fibra nerviosa individual llega a cada una de las fibras musculares. Una unidad motora consiste en una motoneurona, su axón o fibra nerviosa, la placa motora terminal (unión neuromuscular) y las placas motoras inervadas. Cuando se estimula la fibra nerviosa, a su vez estimula la fibra muscular, que se contrae por completo. No se puede estimular la fibra muscular de modo que se contraiga parcialmente. Esto se conoce como ley del todo o nada. Esta contracción acorta la fibra muscular. Dependiendo del número de fibras musculares estimuladas, será mayor o menor (a) la potencia o fuerza ejercida, y (b) el grado en que se acorta todo el músculo. Mediante un sistema de control neuromuscular muy desarrollado y sofisticado, el ser humano (y otros animales, por descontado) consiguen un control sorprendentemente delicado de los movimientos. En las áreas del cuerpo donde se requiere un control muy fino, un número relativamente pequeño de fibras musculares es controlado por cada unidad motora (p. ej., el control de la mano), en contraposición con áreas donde no se requiere un control tan fino, como los grandes músculos de la espalda.

La estimulación de las fibras nerviosas es eléctrica, mientras que la estimulación entre la terminación nerviosa y la fibra muscular es de naturaleza química y se resuelve en una acción mecánica. Incluso en reposo, siempre hay unas cuantas fibras constantemente estimuladas que mantienen lo que se conoce como tono muscular. Hay dos tipos de fibras musculares voluntarias que se denominan fibras de contracción lenta y rápida. La proporción del tipo de fibras en un músculo individual determina si el músculo en conjunto es más adecuado para acciones de sostén prolongadas o para acciones motoras de respuesta más rápida. El músculo sóleo, en la pantorrilla, es un músculo postural o de sostén necesario para mantener la bipedestación durante largos períodos y, por tanto, contiene más fibras de contracción lenta. Por su parte, el músculo gastrocnemio es un músculo más dinámico necesario para los saltos explosivos y, por tanto, contiene más fibras de contracción rápida.

Músculo liso o involuntario

Éste es el nombre dado al músculo que controla distintos órganos internos del cuerpo (fig. 1.39). Este tipo de músculo conforma todo el tubo digestivo y también estructuras mucho más pequeñas, como glándulas y vasos sanguíneos. La porción consciente del cerebro no tiene control ninguno sobre la acción de estos músculos, de ahí el nombre de músculos involuntarios. También se conocen como músculos lisos porque bajo el microscopio no aparecen estrías como en el músculo esquelético.

Músculo cardíaco

Este es el tercer tipo de músculo y sólo se encuentra en el corazón (fig. 1.39).

El músculo cardíaco se contrae sin estimulación, si bien la frecuencia y el ritmo están bajo control de impulsos nerviosos. El control del músculo cardíaco se abordará más adelante.

ACCIÓN DE LOS MÚSCULOS

Antes de abordar los músculos individuales es importante considerar el modo en que los músculos generan movimientos.

Músculos y palancas

Hay que subrayar que los músculos sólo se contraen y que, por tanto, generan tracción, nunca impulsión. En consecuencia, el movimiento se produce usando los huesos como palancas; hay tres tipos de palancas: de primer orden como un balancín (fig. 1.41), cuyo punto de balanceo se denomina fulcro. En un extremo de la palanca se encuentra la 'carga' y en el otro, la acción muscular que produce el 'esfuerzo'. Si no se aprecia movimiento alguno, el fulcro está en equilibrio y la fuerza que aplica la 'carga' y la fuerza aplicada por el 'esfuerzo' están equilibradas, si bien esto no significa que el número real de kilogramos ejercidos en estos dos puntos sean necesariamente el mismo. Cualquiera que use una palanca para mover algo pesado se dará cuenta de que, cuanto más larga sea la palanca, menos fuerza tendrá que aplicar para mover el objeto. Esto es fácil de calcular y expresar mediante una ecuación: el 'esfuerzo' multiplicado por la distancia del 'esfuerzo' al fulcro equivale a la 'carga' multiplicada por la distancia de la 'carga' al fulcro. Como muestra el dibujo (fig. 1.42), si la 'carga' es dos unidades y la distancia de la 'carga' es tres unidades, estas cifras multiplicadas dan seis. En el otro lado del fulcro, si la distancia del 'esfuerzo' son seis unidades hasta el fulcro, entonces el 'esfuerzo' necesario para mover la 'carga' será sólo una unidad porque el 'esfuerzo' y la distancia multiplicados también equivalen a seis. Un ejemplo de palanca de primer orden es la cabeza, sobre la columna vertebral, donde el peso de la cara se equilibra con los músculos de la nuca.

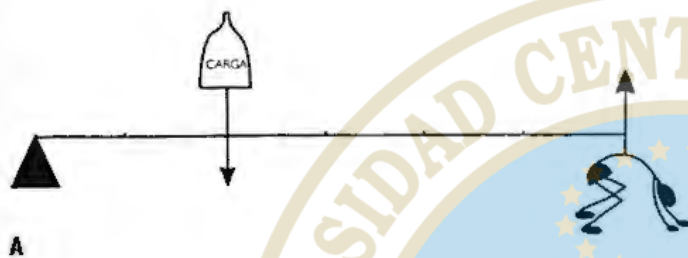
En las extremidades son mucho más comunes los otros dos tipos de palanca. En una palanca de segundo orden (fig. 1.43), el 'peso' o 'carga' se encuentra más cerca del fulcro o punto de movimiento que el 'esfuerzo', en este



1.41. Palanca de primer orden: equilibrada, con brazos y pesos similares.



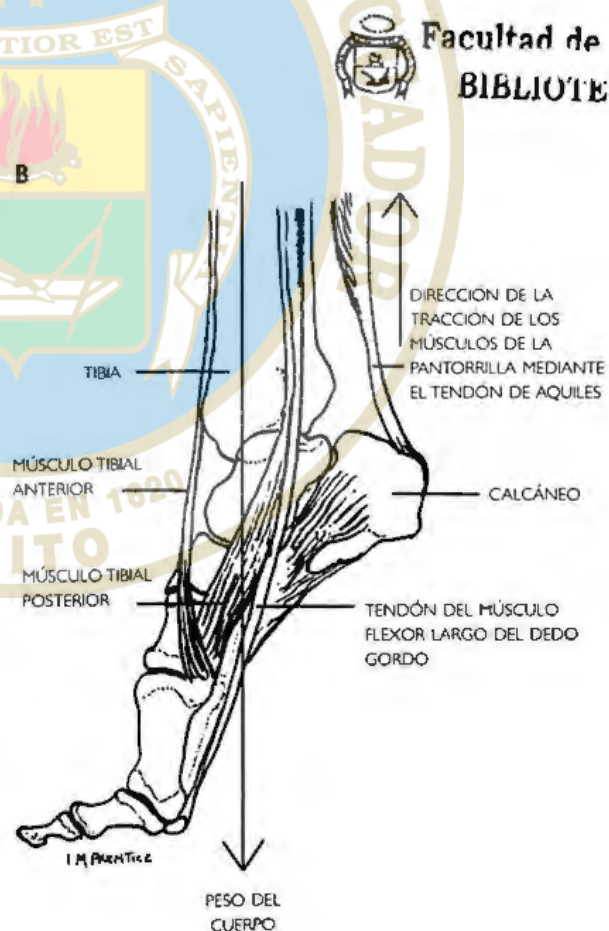
1.42. Palanca de primer orden: equilibrada, con brazos y pesos disimilares. Distancia $\times$ carga = distancia $\times$ esfuerzo. En este caso $2 \times 2 = 4 \times 1$. Se aprecia donde el cráneo se une a la columna vertebral. La tracción de los músculos de la nuca equilibra el peso de la porción anterior del cráneo, la cara y la mandíbula.



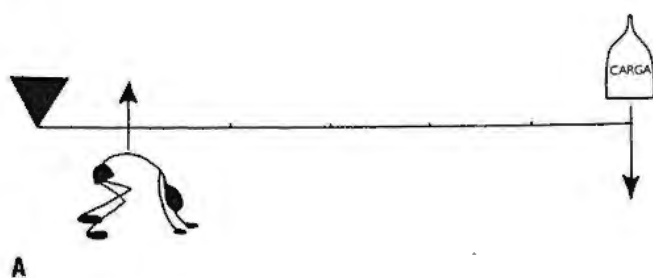
1.43A. Palanca de segundo orden: la carga se encuentra más cerca del fulcro que el esfuerzo. La fuerza aplicada por la carga será mayor que la exigida por el esfuerzo.

caso, la contracción muscular. Esto se aprecia en el pie cuando un bailarín se levanta en *demi-pointe*; el fulcro está en el antepié, el peso del cuerpo se transmite por la tibia y el tobillo, y la fuerza de elevación depende de la musculatura sural que se inserta mediante el tendón de Aquiles en el dorso del talón. De nuevo, debido a las palancas, la distancia desde el fulcro en el antepié hasta la articulación del tobillo es menor que la distancia desde el fulcro hasta el dorso del talón, por lo que el esfuerzo de la musculatura sural es ligeramente inferior al peso del cuerpo. Es sólo un poco menor porque las diferencias entre las dos distancias hasta el fulcro son mínimas.

Finalmente, en las palancas de tercer orden (fig. 1.44), el 'esfuerzo' o contracción muscular se encuentra entre el fulcro y el peso o 'carga'. Esto se aprecia en la articulación del codo, donde los músculos bíceps y braquial se insertan justo en la cara anterior del codo, pero el peso que se levanta se sitúa más lejos del codo, por lo general en la región de la mano. Debido a la gran diferencia en las distancias hasta el fulcro entre el 'esfuerzo' y la 'carga', la fuerza real necesaria para el levantamiento es mucho más grande que el peso real de la 'carga'. Esto se debe a que la distancia entre el fulcro y la inserción del músculo es muy corta, mientras que la distancia desde el fulcro hasta la mano, que puede sujetar el peso, es casi siete veces mayor; de ahí que si el peso que levanta la mano es sólo de un kilogramo, la fuerza de contracción del músculo bíceps para levantarlo debe ser del orden de siete kilogramos. Si se hacen mediciones en otras áreas del cuerpo, so-



1.43B. Palanca de segundo orden: como el pie y el tobillo con el bailarín en *demi-pointe*.



1.44A. Palanca de tercer orden. El esfuerzo está más cerca del fulcro que la carga. La fuerza del esfuerzo, por tanto, es mayor que la fuerza de la carga.

1.44B (debajo). Palanca de tercer orden. En este caso, la fuerza del esfuerzo tiene que ser mucho mayor (unas siete veces) que la fuerza de la carga.

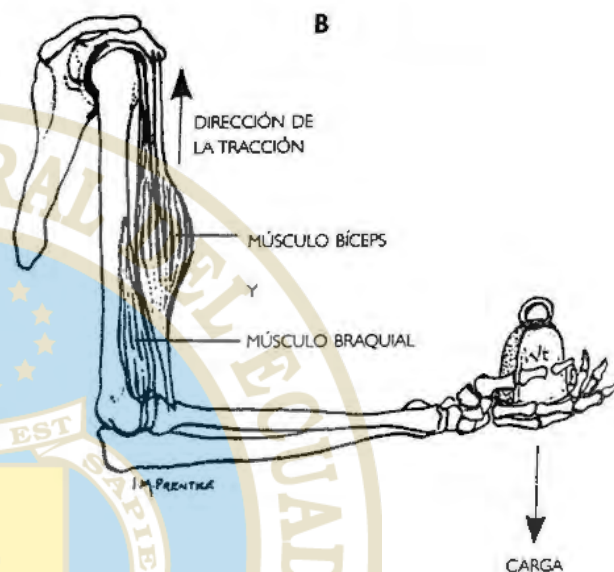
bre todo en las extremidades inferiores, se apreciará que la fuerza requerida del músculo que se contrae puede ser varias veces el peso del cuerpo y, al saltar, alcanza entre media y tres cuartos de tonelada (500-700 kilogramos).

Otro aspecto importante del empleo de palancas es la diferencia en la distancia recorrida por el 'esfuerzo' y la 'carga'. En las palancas de primer orden, puede ser el 'esfuerzo' o la 'carga' los que se desplacen más lejos. En las palancas de segundo orden, 'el esfuerzo' se tiene que desplazar más lejos que la 'carga', porque el 'esfuerzo' está más lejos del fulcro. Por tanto, los músculos que generan el movimiento tienen que acortarse más que la distancia que recorrerá la 'carga'. En las palancas de tercer orden, que son las más habituales en el cuerpo, el 'esfuerzo' se desplaza una distancia mucho más corta que la 'carga'. Esto supone una gran ventaja al permitir realizar un movimiento largo con sólo un acortamiento muy ligero de los músculos que producen movimientos.

Contracción muscular

Un músculo se contrae por la contracción individual de cada una de sus fibras musculares. En reposo, el músculo recibe unos pocos impulsos nerviosos para que algunas fibras siempre estén contrayéndose y manteniendo lo que se conoce como 'tono' muscular. Dicho de otro modo, el músculo en conjunto nunca se relaja por completo. Durante un movimiento voluntario, dependiendo de la potencia requerida, un número creciente de fibras musculares se contrae al mismo tiempo, y luego en sucesión, con el fin de mantener la contracción muscular y controlar su velocidad.

Los grupos musculares no actúan con independencia, sino siempre en concierto con otros grupos de músculos; si no sucediera esto, el movimiento estaría en su mayor parte fuera de control. Por ejemplo, cuando levantamos una taza de té para llevarla a la boca, si los grupos musculares que inician la acción se contrajeran solos, el té saldría disparado a la cara de quien lo bebe. Todos los movimientos se someten a un cuidadoso control. El grupo iniciador de movimientos más importante se conoce como agonista. Los grupos de músculos que actúan en dirección opuesta se conocen como antagonistas. Durante un movimiento, el grupo de antagonistas también mantiene cierto grado de contracción y 'cede' gradualmente para que el músculo agonista dirija el movimiento. En una pa-



tada al frente, los músculos flexores de la cadera son los agonistas y los isquiotibiales son los antagonistas.

Hay tres tipos de acciones musculares. Contracción implica un acortamiento y por eso los términos trabajo o tensión muscular se pueden usar por igual. Cuando se analiza la acción de un músculo, también se debe tener en cuenta la fuerza de la gravedad.

Se produce una contracción **isotónica** cuando el músculo cambia de longitud, sea acortándose o elongándose. Ocurre una contracción **concéntrica** (isotónica) cuando el músculo se acorta causando movimiento en la articulación, como al levantarse de un *plié* cuando el cuádriceps se contrae para extender la rodilla. Se obtiene una contracción **excéntrica** (isotónica) cuando el músculo cuádriceps se elonga con tensión presentando oposición al descenso en un *plié* si la **gravedad** es la principal fuerza que dirige el movimiento. El aterrizaje de un salto requiere un control excéntrico por parte de los músculos intrínsecos del pie, los músculos surales, el cuádriceps y los músculos glúteos.

Sobreviene una contracción **isométrica** (estática) cuando un músculo se contrae manteniendo la misma longitud que el agonista y aguantando la posición.

Además, el músculo agonista o antagonista puede recibir la ayuda de otros grupos de músculos que se cono-



cen como sinergistas, y que tienden a actuar de coordinadores de movimientos. También ayudan a contrarrestar cualquier fuerza direccional indeseable en el agonista. Un ejemplo: el músculo pectoral mayor, cuando se contrae para mover el húmero respecto a la escápula, también ejerce una fuerza de luxación sobre la articulación del hombro (glenohumeral). El coracobraquial es un músculo sinergista en este movimiento y, mediante su contracción, no sólo ayuda al movimiento del brazo, sino que, al actuar en un ángulo diferente sobre el pectoral mayor, también contrarresta la acción luxadora de la fuerza ejercida por el segundo.

Durante distintos movimientos, primero un grupo y luego otro ejercen de agonistas, antagonistas o sinergistas. Es por esta acción combinada de los grupos musculares que, durante los regímenes de ejercicio de fortalecimiento, no sólo los agonistas se ejercitan, sino también los antagonistas y los sinergistas. Es la acción de los distintos grupos la que produce un movimiento equilibrado y controlado. Aunque los grupos de músculos se componen todos de músculos voluntarios, las acciones antagonistas y sinergistas experimentan un control reflejo. Así, igual que se contraen de forma refleja, también se pueden inhibir del mismo modo, como sucede con las lesiones y el dolor.

COORDINACIÓN NEUROMUSCULAR Y ENGRAMAS

Los músculos pocas veces actúan solos. Hay un agonista, grupos sinergistas que ayudan al agonista y grupos antagonistas que se oponen al agonista. Hay músculos estabilizadores que fijan las articulaciones para que el movimiento se pueda producir. El entrenamiento de la coordinación desarrolla patrones multineuromusculares automáticos preprogramados. Estos patrones se conocen como engramas. La repetición o práctica constante y exacta generará un engrama, un estado en que los músculos o los movimientos no se consideran conscientemente. La retroalimentación propioceptiva permite el control subconsciente y consciente del movimiento y nos enseña si ha tenido éxito o no. Estos engramas automáticos sólo se desarrollan mediante la repetición voluntaria del programa preciso, que se debe seguir con exactitud, o de lo contrario la información variará cada vez y no se desarrollará el engrama. De lo que se deduce que inicialmente el patrón se debe ejecutar con suficiente lentitud como para que sea preciso.

Un engrama permite ejecutar un movimiento complicado con mucha más rapidez de lo que sería posible si el pensamiento consciente controlara cada momento del patrón. Al mismo tiempo que ocurren los movimientos, el engrama también provoca la inhibición de movimientos no deseados. Esta inhibición es esencial para la regulación de la coordinación. La inhibición no se puede ejercer directa y conscientemente, sino mediante repeticiones regulares y precisas del patrón de movimientos deseados. La coordinación de las acciones más rápidas, complejas y diestras se automatiza mediante engramas y no mediante una serie de movimientos voluntarios controlados. La activación de *engrama(s)* es voluntaria y está bajo

control consciente. Al aprender patrones de ejercicio y, por supuesto, para el aprendizaje de las técnicas de la danza, o de cualquier otra técnica, la precisión es absolutamente vital para desarrollar el engrama correcto. Si se permiten imprecisiones durante el desarrollo de una técnica, se adquirirán 'malos hábitos' y esas imprecisiones o malos hábitos se convertirán en engramas. Una vez ocurre esto, la modificación del engrama erróneo resulta muy difícil y tal vez exija aprender desde el principio esa parte de la técnica. De ahí la importancia de aprender con precisión desde el principio cualquier serie compleja de movimientos. Como ya se ha dicho, para lograr precisión, el patrón se aprenderá con lentitud. El número de repeticiones necesarias para generar un engrama bien fundado llega a cientos de miles o millones. Sin embargo, esto no es tan malo como suena porque una acción suele consistir en una serie de engramas. Es la suma de los engramas la que produce el resultado final. Como ya se ha mencionado, la iniciación de un engrama se produce bajo control voluntario y consciente, aunque las partes constituyentes del engrama no estén bajo control voluntario. Lo que hace la mente es seleccionar los engramas almacenados, encadenarlos y generar el resultado deseado.

El uso de engramas probablemente sea más habitual y apreciado en el caso de músicos como pianistas u organistas. En este caso, los símbolos en una partitura inician los engramas que permiten a los dedos, y en un organista también a los pies, practicar series complejas de maniobras.

Hay que admitir que algunos viejos proverbios parecen tener una base científica, p. ej., 'la práctica hace al maestro' (la formación del engrama); 'aprendiz que aprende mal, nunca buen oficial' (la dificultad de intentar cambiar un engrama).

FIBRAS MUSCULARES BLANCAS Y ROJAS

Este tema podría parecer demasiado difícil como para incluirse en un libro de este tipo; sin embargo, la excusa para incluir un párrafo sobre el tema es que con frecuencia los bailarines hacen preguntas al respecto porque han leído u oído cosas y creen que deberían hacer algo sobre las fibras rojas y blancas para mejorar su rendimiento.

Debido a la presencia de carne roja y carne blanca en las aves de consumo humano, desde hace tiempo se cree que podrían constituir una diferencia en los tipos de fibras musculares. Sin embargo, en los mamíferos no existe esta diferencia general entre carne roja y blanca, si bien en los músculos se han descubierto variaciones en el tipo de fibras musculares, siendo algunas oscuras y otras claras.

Las fibras 'rojas' se denominan fibras de contracción lenta y también fibras tipo I. Son fibras que tienden a proliferar con el entrenamiento de fondo.

Las fibras 'blancas' se conocen como fibras de contracción rápida o fibras tipo II, y tienden a proliferar con ejercicios de velocidad, como esprints.

Ambos tipos de fibras suelen ser muy estables y no cambian de un tipo a otro.



Las fibras de contracción lenta tipo I metabolizan mediante fosforilación oxidativa y, por tanto, tienen gran capacidad aeróbica. Su velocidad de contracción es lenta (de ahí su nombre) y también tardan más en fatigarse. Estas fibras son de pequeño diámetro. Presentan un umbral bajo de reclutamiento (es decir, responden en seguida a la estimulación eléctrica de las fibras nerviosas) y generan fuerzas, aunque, debido al bajo umbral y su temprano reclutamiento, se contraen con más frecuencia que las fibras tipo II.

Las fibras de contracción rápida tipo II metabolizan mediante glucólisis. Tienen una velocidad de contracción rápida (de ahí su nombre) y también se fatigan con rapidez. Estas fibras musculares tienen un diámetro grande. Su umbral de reclutamiento es elevado (es decir, necesitan mucha más estimulación eléctrica para que se contraigan) y generan grandes fuerzas. No obstante, se contraen con menos frecuencia que las fibras tipo I.

Para complicar más las cosas si cabe, también hay un tipo de fibra intermedio, un subtipo del tipo II. Es una fibra de metabolismo oxidativo-glucolítico (FOG). Estas fibras FOG tienen una velocidad rápida de contracción y un índice intermedio de fatiga.

Una vez dicho esto, el mejor consejo para los bailarines es que se olviden de las fibras rojas y blancas, que se contenten con ejecutar correctamente sus programas de ejercicios y dejen que los distintos tipos de fibras cuiden de sí mismas.

Músculos individuales

MÚSCULOS DEL TRONCO

El tronco es una estructura simétrica, y si dividimos el centro en una mitad izquierda y otra derecha, tendremos en cada lado una imagen especular del otro en lo que a los músculos y al esqueleto se refiere. Los músculos, por tanto, se dan por parejas con uno a cada lado del cuerpo. Cuando ambos lados actúan juntos, la columna se flexiona o extiende. Si sólo actúa un lado, se producirá lateroflexión de la columna, ésta girará o se producirá una combinación de ambos movimientos. La columna vertebral en conjunto es capaz de flexión, extensión, lateroflexión y rotación en ambas direcciones. Las porciones con mayor movilidad de la columna se encuentran en las regiones cervical y lumbar. La columna dorsal tiene un grado de movilidad muy limitado. En el cuello, la flexión corresponde al músculo largo del cuello, y la extensión a los músculos esplenio y semiespinoso de la cabeza. En el resto de la columna, la extensión corresponde a los músculos **sacroespinales** (erector de la columna) y **cuadrado lumbar**. La flexión depende en gran medida de los músculos abdominales, el **recto del abdomen** y los **oblicuos interno y externo del abdomen**. Colabora en la flexión el músculo **psoas mayor**, que cruza la cara anterior de la articulación coxofemoral, y el músculo **psoas menor**. Todos estos músculos, cuando actúan sólo sobre un lado, producen lateroflexión y/o rotación de la columna y el tronco. El músculo cuadrado lumbar en concreto

ejerce la función adicional de estabilizar la XII costilla que, mediante la acción adicional de los diversos músculos de la caja torácica, estabiliza toda la caja torácica.

LA CAJA TORÁCICA

Los músculos intercostales internos y externos, que son el equivalente de los músculos oblicuos interno y externo de la pared abdominal, ayudan a elevar las costillas. En esta acción colabora el músculo **serrato posterosuperior**. Este músculo desempeña un papel importante en la generación de tensión en los bailarines si respiran incorrectamente. Cursa de la II a la V costilla en sentido ascendente y posterior sobre la línea media hasta el gran ligamento (el ligamento nual) en el dorso del cuello y hasta las apófisis espinosas de las tres vértebras dorsales superiores. Los músculos **intercostales**, como su nombre indica, se encuentran entre las costillas. Hay once pares que corresponden a los espacios intercostales de las doce costillas, y los músculos se extienden de una costilla a la siguiente. Desempeñan un papel importante en la respiración porque, al elevar las costillas, aumentan la capacidad de la caja torácica y facilitan la entrada de aire. Esto, combinado con la acción del diafragma, permite la fase de inspiración.

ESTABILIDAD

Cuando se plantea la prevención de lesiones en los bailarines, hay que tener en cuenta varios factores, a saber:

- edad
- estadio de crecimiento
- físico: patrón de flexibilidad/restricción
- equilibrio muscular
- estabilidad
- fuerza
- condición física.

Postura y actitud

Antes de reparar en los movimientos, la postura estática del bailarín debe ser tan correcta y mecánicamente eficaz como sea posible. Una postura es 'buena' cuando existe un equilibrio ortostático en el cuerpo, con equilibrio del control muscular de cada articulación. La postura clásica *en dehors* propia de los bailarines es una posición de control muscular equilibrado que requiere un cuidadoso aprendizaje. Los desequilibrios musculares son causa habitual de lesiones en la danza y surgen de un conocimiento fallido de la postura clásica y de una mecánica incorrecta en la técnica. En los estudiantes de danza, si se plantea bien el inicio y final de cada ejercicio, es mucho más probable que el movimiento en sí esté bien controlado.

La estabilidad del tronco constituye la base de una buena postura y de la precisión de los patrones de movimiento. **Estabilidad** implica temple e inmovilidad, por lo que un objeto con estabilidad está equilibrado. La estabilidad es dinámica y el tronco debe poder transferir



cargas eficazmente tanto en movimientos sutiles como en grandes saltos. En el entrenamiento de los bailarines, el profesor enseña a mover el cuerpo con eficacia y economía de medios, con un control fino. El equilibrio esquelético es el punto de partida. Los músculos se activan de forma equilibrada y con más rapidez si el esqueleto está bien alineado.

El tronco está compuesto por la columna vertebral, la caja torácica y la pelvis. El tronco se puede comparar con un cilindro: la columna y los músculos extensores de la espalda forman el dorso; los músculos abdominales, los costados y la cara anterior; el diafragma, la porción superior/tapa, y el suelo de la pelvis, la base. Si inicialmente el tronco está alineado y estable, las articulaciones coxofemorales (debajo) y la cintura escapular (arriba) actuarán con más eficacia.

La pelvis tiene forma de cuenco o bacinete, y se puede inclinar hacia delante y hacia atrás, elevar hacia un lado y girar. La caja torácica puede hacer lo mismo por encima de la pelvis, pero, si la columna está perfectamente situada, el tronco y las partes que lo componen se alinearán.

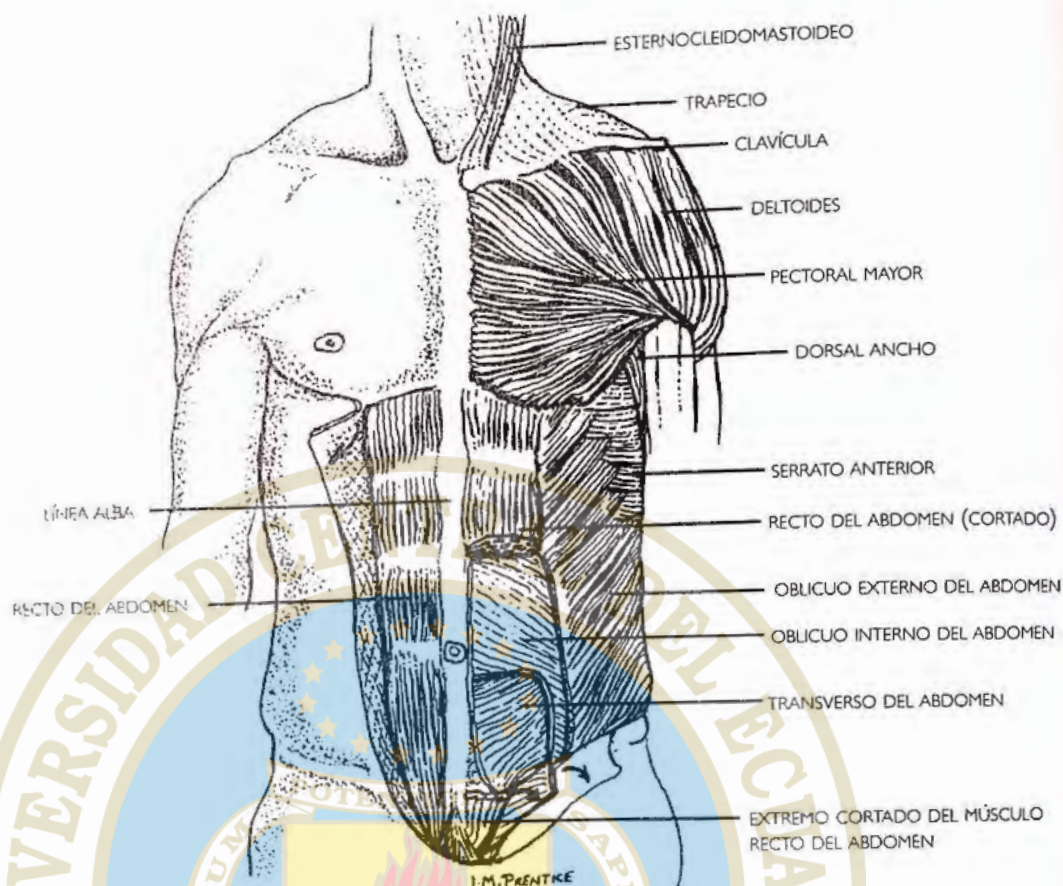
La columna vertebral está formada por una serie de cuatro curvaturas ajustables. Las vértebras, los discos, las articulaciones cigapofisarias y los ligamentos forman parte de estas curvaturas que, si se exageran o disminuyen posturalmente, causan deformidades con el tiempo. En el bailarín, las curvaturas se elongan y mantienen con una adecuada activación de la musculatura abdominal y de los músculos extensores de la columna. La pelvis se mantiene neutra con la columna lumbar también neutra, es decir, con su curvatura normal hacia delante. La pelvis no se debe inclinar hacia delante en un excesivo arqueamiento, ni hacia atrás como en una posición 'con una inclinación posterior' que enderece la columna lumbar. La posición de la pelvis se mide de perfil. La espina iliaca anterosuperior (EIAS) debe estar unos 3 cm por debajo de la posición de la espina iliaca posterosuperior (EIPS). La inclinación anterior exagerada deja la columna sin la sujeción de los músculos abdominales laxos ni la de los extensores de la espalda acortados. La postura con inclinación posterior de la pelvis deforma la columna, las caderas soportan el peso del cuerpo en una posición de desventaja y el cuerpo pierde altura. En la posición de *en dehors*, con inclinación posterior de la pelvis, los músculos glúteos y otros músculos del muslo trabajan en exceso y se vuelven tirantes, por lo que los músculos abdominales trabajan con menos eficacia.

Proceder al reconocimiento de si la columna lumbar y la pelvis están neutras o saber corregir la postura vertebral todavía les resulta difícil a los profesores. La postura con inclinación posterior de la pelvis de años atrás está pasada de moda y los profesores deben estar al día de las investigaciones actuales sobre biomecánica para aplicar esos conceptos con seguridad. Los errores pueden ser sutiles pero, a menos que se enseñe desde el principio a los estudiantes la correcta posición de la columna, con el tiempo surgirán problemas.

Los primeros músculos que se deben considerar para el control del tronco y su contribución a la postura son los

abdominales (fig. 1.45). Los músculos abdominales se disponen en capas y están divididos en derechos e izquierdos por la línea alba, una densa banda de tejido conjuntivo desde el esternón hasta el pubis. Los músculos **recto del abdomen** derecho e izquierdo se extienden como bandas desde el pubis hasta los cartílagos costales V, VI y VII en fascículos de fibras verticales, divididos por interdigitaciones de tejido conjuntivo que le confieren el característico aspecto de 'tableta de chocolate'. Los fascículos de fibras cortas son más potentes que una unidad de fibras musculares largas. Este músculo es un flexor dinámico de la columna, importante para mover la pelvis respecto a la caja torácica, o viceversa, pero no para la estabilidad. El músculo recto del abdomen es el agonista en el ejercicio de flexiones de abdominales. En los movimientos de postero-flexión hace descender excéntricamente el hemitruco superior hacia atrás. A ambos lados del recto del abdomen se encuentran los músculos oblicuos externos que se insertan en las costillas, cursan hacia abajo y adentro (imagina que pones las manos sobre la porción inferior del abdomen: el ángulo de los antebrazos es el mismo ángulo formado por los oblicuos externos) hacia la línea alba. Dichos músculos interactúan con los oblicuos internos que discurren hacia arriba y adentro en un ángulo de 90° respecto a los oblicuos externos. En conjunto, estos músculos controlan la rotación y lateroflexión de la caja torácica sobre la pelvis o de la pelvis sobre la caja torácica. Se clasifican como estabilizadores globales que controlan excéntricamente la pelvis mientras el bailarín usa las piernas. En movimientos tan pequeños como un *battement tendu* y en posiciones en el aire donde la alineación del tronco es muy importante, estos músculos controlan la pelvis, que debe 'ceder' para que la extremidad inferior alcance el grado de movilidad requerido en el vocabulario de la danza.

El músculo a nivel más profundo de este grupo es el **transverso del abdomen**. Sus fibras musculares rodean el tronco horizontalmente desde la línea alba hasta insertarse mediante la fascia toracolumbar en las apófisis transversas y espinosas de las vértebras lumbares. La fascia toracolumbar es una sección de tejido conjuntivo con forma de diamante compuesto de tres hojas que tienen su origen en las vértebras lumbares, rodean los músculos de la columna lumbar y sirven de inserción a varios músculos importantes para dotarlos de fuerza y estabilidad. Cuando el músculo transverso del abdomen se contrae, tensa la cintura y aplanan el abdomen, de forma muy parecida a un corsé. Debería haber un movimiento mínimo de la columna o la caja torácica y la acción depresora debería centrarse específicamente en la porción inferior de la pared abdominal. Este músculo se clasifica como un estabilizador local y cumple el papel concreto de mantenimiento de la estabilidad segmentaria. Cuando el músculo transverso está activo, la tensión se transmite a través de las distintas hojas de la fascia toracolumbar hasta las vértebras lumbares, con lo cual estabiliza el movimiento anterior/posterior (sagital) y rotatorio segmentario. Por lo tanto, el movimiento de la pelvis también se reduce al mínimo.



1.45. Músculos de la cara anterior del tronco.

La orden de distender el pecho produce elevación de la caja torácica y extensión de la columna dorsal, con los hombros demasiado echados hacia atrás, lo cual provoca tensión en el cuello. En lugar de ello, es una fuerza leve de contracción del músculo transverso del abdomen la que elonga la columna lumbar y te hace sentir más alto, siendo realmente *más* alto, porque tu coronilla se eleva más de lo normal. En esta posición, es más probable que el bailarín controle la apertura con el peso distribuido sobre el antepié.

También hay estabilizadores locales a nivel profundo de los músculos extensores de la columna. Los multifidos son los músculos profundos de la espalda más grandes y se disponen segmentariamente en una serie repetida de fascículos desde la base del cráneo hasta el sacro. La columna lumbar soporta el peso del cuerpo por encima, es relativamente flexible y se emplea ampliamente en la técnica clásica. Aquí, estos músculos, situados cerca de las articulaciones cigapofisarias, se oponen a la excursión indebida de las vértebras y estabilizan la columna con el músculo transverso del abdomen.

La función del sistema muscular es proteger las estructuras articulares. Minimizar los desplazamientos articulares innecesarios y absorber una proporción de las fuerzas

articulares reduce la tensión sobre los cartílagos y prolonga su salud. Distintas autoridades hablan de prolongar 'el tiempo útil de los cartílagos' en relación con la estabilidad articular. (El concepto es aplicable a todo el cuerpo.) También se ha observado que el músculo transverso del abdomen es el primer músculo abdominal reclutado para estabilizar la columna lumbar durante los movimientos de los brazos, lo cual sugiere que el momento apropiado de activación muscular es importante para una estabilización eficaz.

Es necesario conocer la importancia y papel del suelo de la pelvis, es decir, de la base del cilindro. El suelo de la pelvis no es una estructura a la que normalmente se haga referencia en las clases de ballet por razones evidentes. Se compone de músculos y fascias que forman un sistema de suspensión que va del pubis al cóccix. La estructura está separada por el estrecho inferior de la pelvis, a través del cual discurre la uretra, la vagina y el ano recto. La contracción voluntaria de los músculos del suelo de la pelvis contrae estos orificios e impide la salida de la orina y las heces. La contracción involuntaria se produce al toser o al aguantar la respiración cuando se eleva la presión intraabdominal. Tal vez sorprenda cuántos jóvenes bailarines, en algún momento de su entrenamiento, experimen-



tan falta de control sobre el suelo de la pelvis con un elemento de incontinencia por esfuerzo, sobre todo durante los saltos.

En las mujeres, estos músculos rodean la vagina y ayudan a sostener el útero. (Durante el embarazo, estos músculos se pueden distender o sufrir traumatismos causando incontinencia por esfuerzo siempre que se eleve la presión intraabdominal.) Los músculos del suelo de la pelvis y el transverso del abdomen se coordinan en la activación. Los ejercicios para el suelo de la pelvis tensan sutilmente el músculo pubococcigeo, tensándose en torno al ano hacia la espalda o en torno a la uretra hacia la cara anterior. Aguantar durante diez segundos o pulsaciones activa las fibras de contracción lenta y rápida.

Hay muchos ejercicios de colchoneta y ejercicios de Pilates que activan estos músculos estabilizadores profundos. Son útiles para aislar y estimular la retroalimentación sensorial, aunque es incluso más importante percibir el trabajo de estos músculos mientras se baila. También se ha sugerido que, cuanto más dominante sea el músculo recto del abdomen, menos eficaz será la activación del músculo transverso del abdomen. El músculo recto del abdomen es un músculo dinámico en la flexión del tronco, no un estabilizador. Tradicionalmente, los ejercicios de abdominales eran las típicas 'flexiones', si bien hay que tener en cuenta el concepto de especificidad. Si entrenas un músculo con flexiones de abdominales, te permitirá un gran control de este ejercicio, útil en la danza contemporánea, pero no tanto en el vocabulario clásico. Los ejercicios de gimnasio con equipo y pesas también tienen cabida, pero sólo si se ha establecido la estabilidad (con una buena activación de los músculos locales más profundos). Primero hay que favorecer los ejercicios funcionales que cubran la ejecución de la técnica.

Otro músculo importante para estabilizar el tronco es el **dorsal ancho**. Este músculo también se origina en la fascia toracolumbar y en las seis vértebras inferiores. Sus fibras musculares se extienden hacia arriba y afuera con una inserción en el ángulo inferior de la escápula, para converger en un tendón que cursa por debajo del brazo y se inserta en la cara anterior del húmero. Este músculo une la pelvis con la cintura escapular y sujeta el dorso del tronco. Posturalmente, este músculo deprime la cintura escapular y mantiene abajo la escápula durante los *ports de bras*. Como surge de la fascia toracolumbar junto con el músculo transverso del abdomen, dichos músculos y los multifidos se activan juntos y refuerzan la columna lumbar. No obstante, si la columna no está bien alineada, este músculo no se activará bien y serán los músculos situados por encima de la cintura escapular (es decir, la porción superior del trapecio) y otros músculos del cuello los que se tensen elevando los hombros e inmovilizando el cuello.

MÚSCULOS DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR

Además de los músculos de la cintura escapular que vimos en dibujos previos, la figura 1.51 muestra otros grupos musculares que rodean la cintura escapular. El músculo deltoides y otros músculos cortos que tienen origen en la escápula y se insertan en el extremo superior del húmero son responsables de los distintos movimientos entre el húmero y la escápula. Los movimientos del hombro se producen en esta articulación entre el húmero y la escápula, y también en lo que se ha denominado la articulación escapulotorácica. No se trata de una verdadera articulación sino de la conexión de la escápula con el resto del tronco mediante las articulaciones entre los dos extremos de la clavícula; por otra parte, es sostenida y se man-



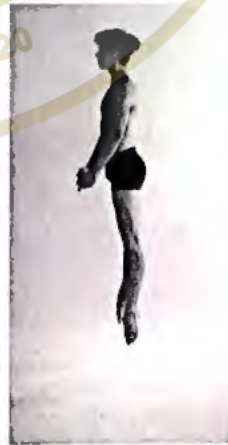
1.46. Posición óptima de equilibrio.



1.47. Posición incorrecta. La columna dorsal está arqueada y en tensión.



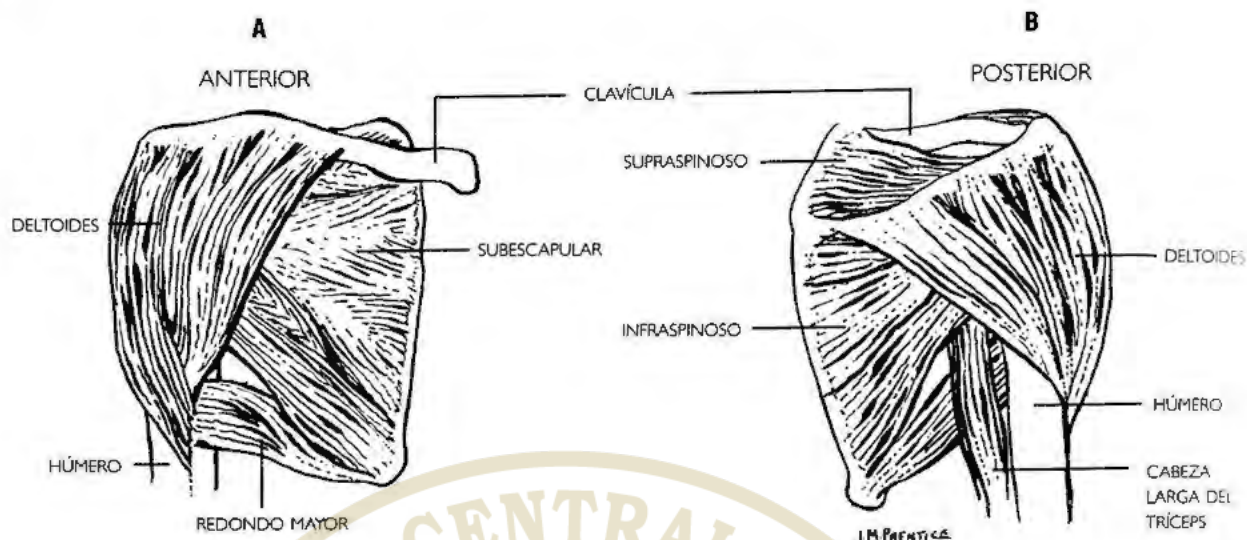
1.48. El peso está echado hacia atrás y el cuello está en tensión.



1.49. Esta posición de salto muestra una postura dinámica y un equilibrio perfectos.



1.50. Se pierde la alineación en este salto porque la columna se arquea sin control de la estabilidad.



1.51. Músculos del hombro derecho.

1.51A. Vista anterior con la caja torácica eliminada (véase fig. 1.10).

1.51B. Vista posterior.

tiene en suspensión por todos los músculos que van del tronco a la escápula o a la porción superior del húmero. Como resultado, la escápula tiene libertad para moverse en torno a la pared torácica, y la elevación del brazo es una combinación de movimientos en la articulación entre el húmero y la escápula, y entre la escápula y la pared torácica.

Debajo de la articulación escapulohumeral, se considera que los músculos constituyen grupos; en el brazo están los músculos flexores y extensores del codo; en el antebrazo están los flexores y extensores de la muñeca y los músculos que giran la mano y la muñeca en relación con el codo, y, a continuación, los flexores y extensores de los dedos. Cuando se fortalecen los músculos, por ejemplo, para la elevación en el *pas de deux* (paso a dos), se presta más consideración al fortalecimiento de los grupos musculares que a los músculos individuales.

LA ARTICULACIÓN ESCAPULOHUMERAL

Se trata de una articulación muy compleja y su control muscular también lo es.

El movimiento del hombro se produce en dos puntos:

1. En la articulación esferoidea entre el húmero y la escápula.
2. Mediante el deslizamiento de la escápula por la pared torácica, en la así llamada articulación escapulotorácica. No es una articulación genuina pero, como la escápula sólo se inserta en el tronco mediante músculos, es capaz de moverse con relativa libertad respecto a la caja torácica.

Los movimientos del hombro se suelen producir mediante una combinación de movimientos en estos dos

puntos. Como resultado, el grado de movilidad del hombro es muy grande. La flexión (hacia delante) y la abducción (lateral) presentan un grado de movilidad de 180°. Es posible elevar el brazo que pende verticalmente hacia un lado hasta quedar verticalmente por encima de la cabeza, bien desplazando el brazo hacia delante y hacia arriba o lateralmente y hacia arriba. La flexión y abducción terminan con el brazo en la misma posición. La extensión (posterior) y la rotación son mucho más limitadas. En el uso del brazo cuando el trabajo es duro, p. ej., cuando los chicos levantan a bailarinas en un trabajo doble, la estabilización de la escápula es muy importante. Los músculos que mueven la escápula también son responsables de estabilizarla. El mayor de estos músculos es el **trapecio**, que tiene su origen en la base del cráneo y en todas las vértebras dorsales y se inserta en la espina escapular y la clavícula. El **serrato anterior** también es un gran músculo que discurre desde las costillas anteriormente hasta el borde medial (o espinal) de la escápula. Cuando es débil, permite la separación exagerada de la escápula respecto al tórax, sobre todo cuando se usa para empujar algo. Los músculos **romboides mayor** y **romboides menor** también son importantes para estabilizar la escápula. Todos estos músculos, además de estabilizar este hueso, intervienen en los movimientos escapulares. La estabilización se consigue mediante un equilibrio de fuerzas entre los distintos músculos que se contraen y ejercen tracción en distintas direcciones.

En torno a la articulación escapulohumeral se encuentran los músculos rotadores cortos —**subescapular**, **redondo menor** e **infraspinoso**— que intervienen en la rotación del brazo. El músculo **supraspinoso** no hace girar el brazo, pero interviene en su abducción. Sin embargo, la acción más importante de estos cuatro múscu-



los es la estabilización de la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea, dado que esta cavidad, de hecho, es muy poco profunda, parecida a un plato, y con poca o ninguna estabilidad intrínseca. Por tanto, durante los movimientos del húmero respecto a la escápula, estos cuatro músculos estabilizan la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea. También se consideran ligamentos ajustables cuya acción es más de ligamentos que de músculos. De los músculos más grandes, el que realmente flexiona, abduce y extiende el húmero respecto a la escápula es el **deltoide**. La porción anterior de este músculo flexiona el brazo hacia delante; la porción media mueve el brazo en abducción lateral, mientras que la porción posterior extiende el brazo hacia atrás.

El músculo **dorsal ancho** es importante. Tiene origen en las seis vértebras dorsales inferiores e, indirectamente, en todas las vértebras lumbares y en la cresta ilíaca. Se inserta finalmente en el húmero, donde ejerce de aductor, rotador interno y extensor del brazo, aunque, por el camino, una cinilla muy significativa se extiende hasta el ángulo inferior de la escápula y desempeña un papel muy importante en la estabilización de la cintura escapular. Como aductor del brazo, recibe la ayuda de los músculos **pectoral mayor** y **redondo mayor**. El pectoral mayor también genera tracción sobre el brazo hacia delante y medialmente. El pectoral mayor y el dorsal ancho son los músculos más importantes cuando se levanta el cuerpo con los brazos o cuando tiramos del cuerpo hacia arriba al escalar.

EL CODO

El codo es en esencia una articulación troclear, aunque se aprecia rotación de la cabeza del radio contra el extremo inferior del húmero para permitir la pronación y supinación del antebrazo. Normalmente la extensión es completa cuando el brazo y el antebrazo están en línea recta. Sin embargo, la hiperextensión de los codos no es infrecuente y, cuando es excesiva, puede alcanzar 25°. La flexión se produce desde una posición completamente extendida hasta alrededor de 140°. Está limitada por el contacto del antebrazo con el brazo. Como resultado, un aumento de la masa muscular o de la grasa reducirá el posible grado de flexión por la interposición de los tejidos blandos del antebrazo y el brazo.

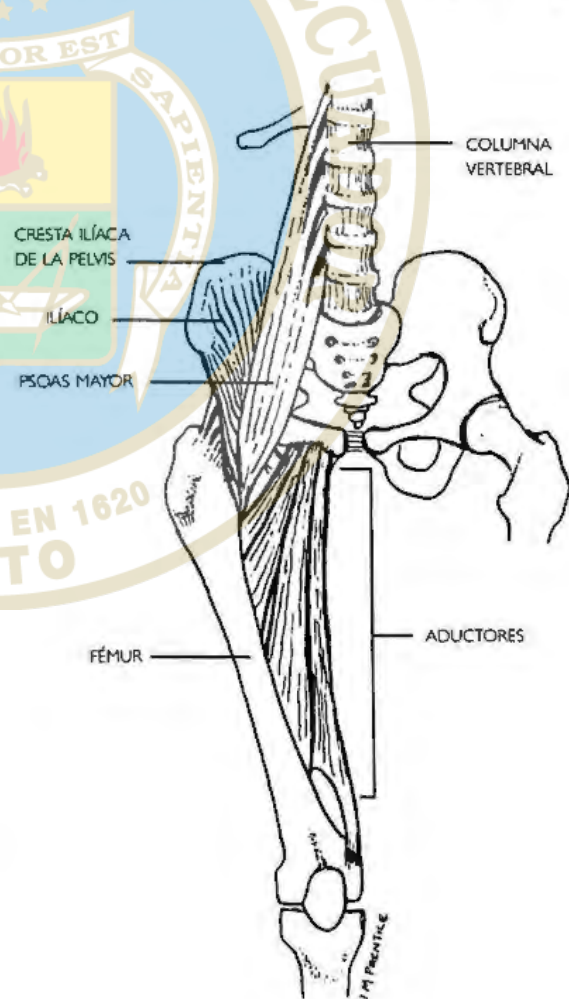
La extensión del codo corresponde al músculo **tríceps**, así llamado porque presenta tres cabezas en su origen. Es el único músculo en el dorso del brazo y es el principal extensor del codo. En la extensión colabora un pequeño músculo, el **ancóneo**, situado justo en el dorso del codo. La flexión corresponde al músculo **braquial**, que se encuentra a nivel profundo en la cara anterior del brazo, y al **braquiorradial**, en su mayor parte debajo del codo y que se extiende a lo largo del antebrazo. A nivel más superficial del brazo se encuentra el músculo **bíceps** (su nombre correcto es bíceps braquial, para diferenciarlo del bíceps femoral que es el músculo lateral de los isquiotibiales), que tanto sobresale cuando el antebrazo en supinación se fuerza en flexión. Además de flexionar

el codo, cumple la función adicional de mover el antebrazo en supinación. El músculo también ayuda a flexionar el brazo respecto a la escápula porque tiene origen en ese hueso.

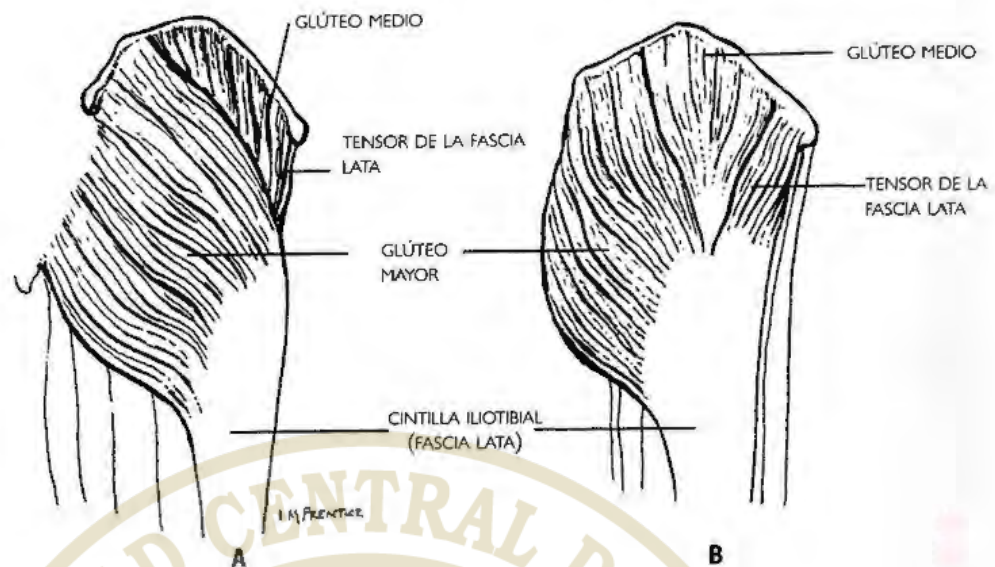
Más abajo, en el antebrazo, el músculo **supinador** ayuda al bíceps en la supinación del antebrazo. La pronación corresponde al músculo **pronador redondo** y al **pronador cuadrado**. Los músculos más distales del antebrazo no son muy representativos para los bailarines. Son responsables, por supuesto, de la flexión y extensión de la muñeca, y de la flexión y extensión de los dedos. En los movimientos de los dedos también colaboran los pequeños músculos intrínsecos de las manos.

MÚSCULOS DE LA EXTREMIDAD INFERIOR

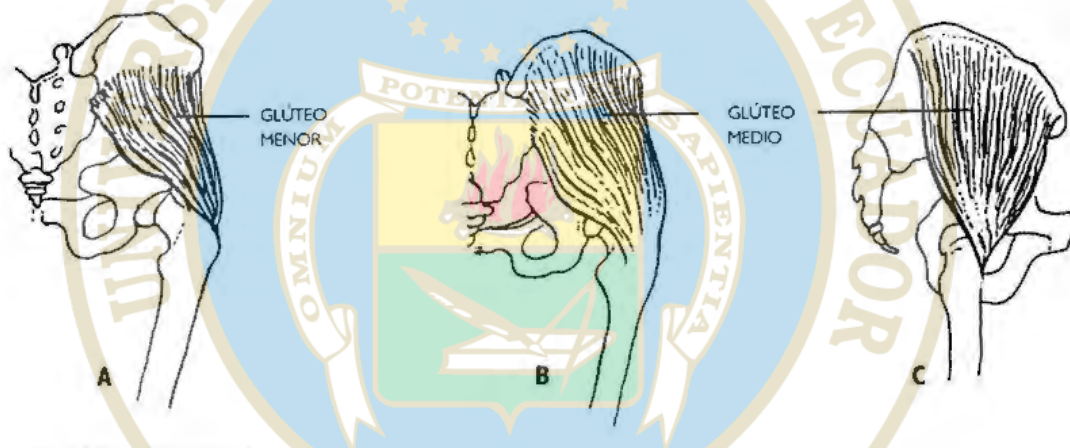
Los músculos de la articulación coxofemoral se disponen en capas. Muy próximos a la articulación están los seis rotadores externos profundos que intervienen en las aperturas (fig. 1.55). En la postura erecta, el grupo de músculos **aductores** (fig. 1.52) también participa en el mantenimiento de las aperturas en el *en dehors*. El músculo **glúteo mayor** (fig. 1.53) extiende y hace rotar externamente la cadera. La abducción de la cadera corresponde en gran



1.52. Músculos de la cadera derecha (vista anterior).



1.53. Músculos de la cadera derecha. A, vista posterior; B, vista de perfil.



1.54. Músculos de la cadera derecha.

1.54A. Vista posterior que muestra el músculo glúteo menor con el glúteo medio eliminado.

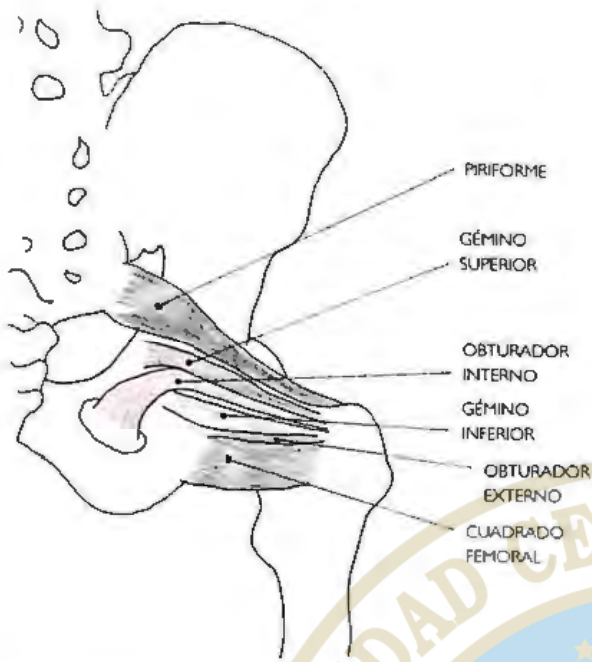
1.54B. Vista posterior que muestra el músculo glúteo medio.

1.54C. Vista de perfil que muestra el músculo glúteo medio.

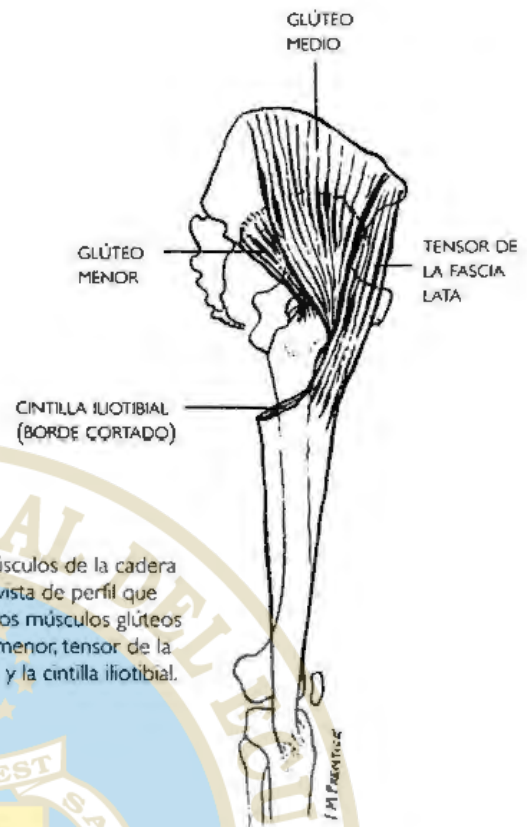
medida a los músculos tensor de la fascia lata y los glúteos medio y menor (figs. 1.54, 1.55 y 1.56). La flexión de la articulación coxofemoral corresponde en gran parte al músculo psoasíaco (fig. 1.57), con la contribución del músculo sartorio. En el muslo, adicionalmente, el recto femoral, integrante del músculo cuádriceps, también cruza la cara anterior de la articulación coxofemoral y ayuda a flexionar la cadera (fig. 1.58). El músculo cuádriceps, que comprende el recto femoral, el vasto medial, el vasto intermedio y el vasto lateral, extiende la rodilla con gran potencia (fig. 1.59).

Para los bailarines y todos los deportistas, la porción del vasto medial que integra el músculo cuádriceps es particularmente importante y se contrae con gran potencia durante los últimos 15° de extensión de la rodilla. Después de una lesión, el vasto medial es la primera porción

del músculo que tiende a desgastarse y cuya masa suele ser más difícil de recuperar. La flexión de la rodilla corresponde a los músculos isquiotibiales situados en el dorso del muslo (fig. 1.60). Estos músculos discurren por detrás de la articulación coxofemoral y, por tanto, actúan adicionalmente de extensores de la cadera. Cuando la rodilla está semiflexionada, la porción del bíceps femoral de los isquiotibiales gira la tibia externamente. La rotación interna de la tibia corresponde al músculo poplíteo, situado a nivel profundo detrás de la rodilla junto a los músculos semitendinoso y semimembranoso. Ni la rotación externa ni la interna de la tibia son movimientos poderosos. Cuando la rodilla está completamente extendida, no es posible rotación alguna entre la tibia y el fémur en una rodilla normal.



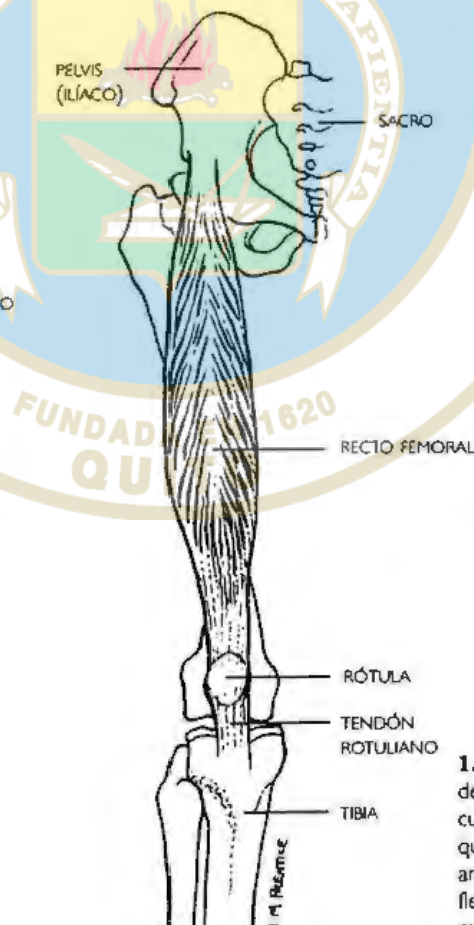
1.55. Pequeños músculos rotadores externos de la cadera derecha.



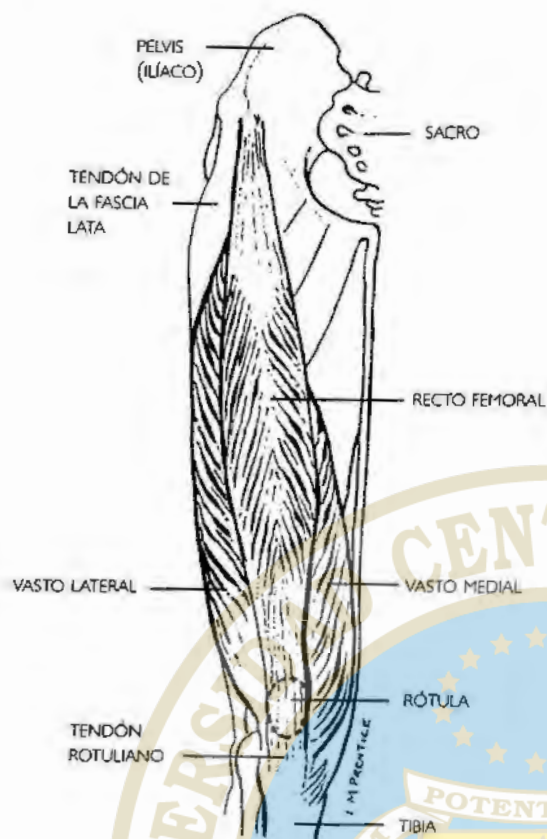
1.56. Músculos de la cadera derecha: vista de perfil que muestra los músculos glúteos medio y menor, tensor de la fascia lata y la cintilla iliotibial.



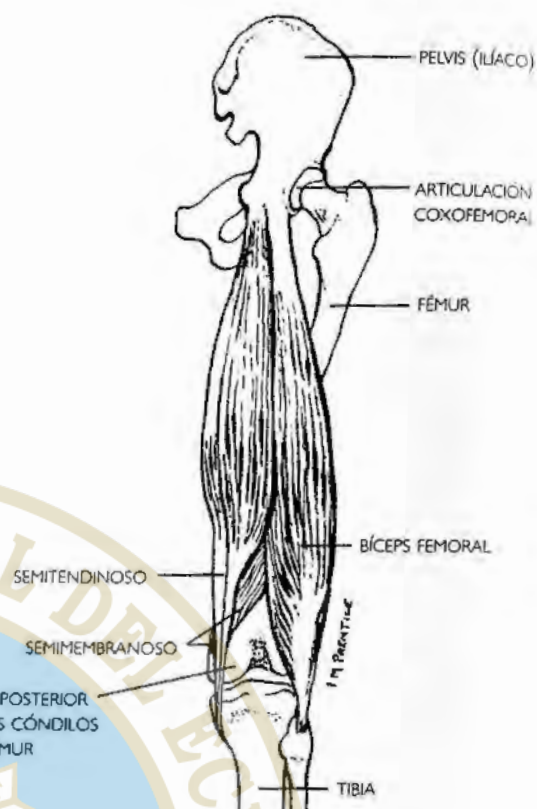
1.57. Músculos de la cadera derecha: principales flexores de la cadera.



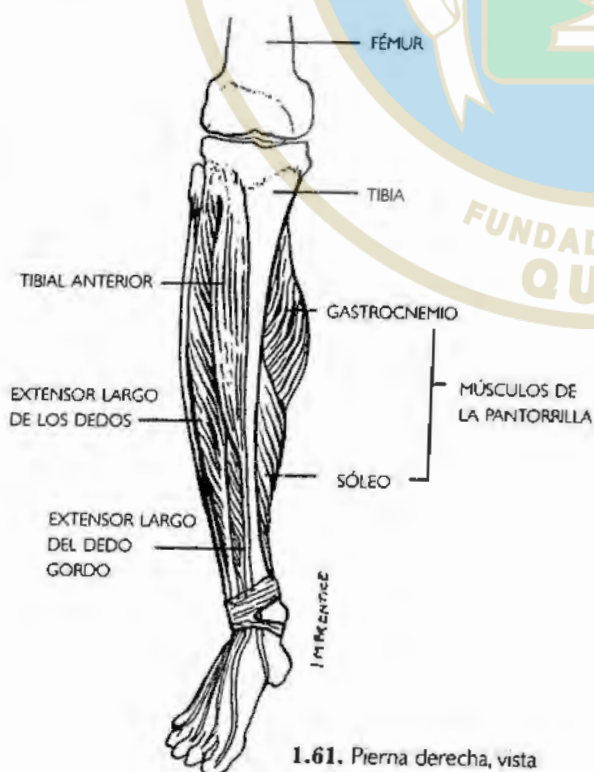
1.58. Músculo recto femoral derecho. Forma parte del músculo cuádriceps y es la única porción que cruza la cara anterior de la articulación coxofemoral. Actúa de flexor de la cadera además de extensor de la rodilla.



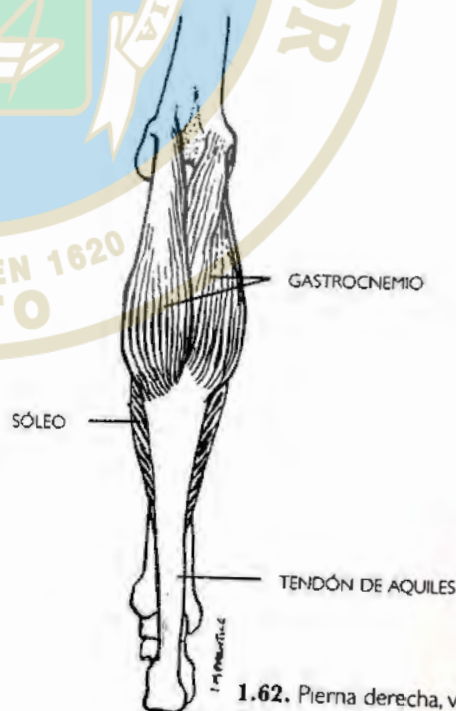
1.59. El músculo cuádriceps derecho. El músculo vasto intermedio está oculto por el músculo recto femoral.



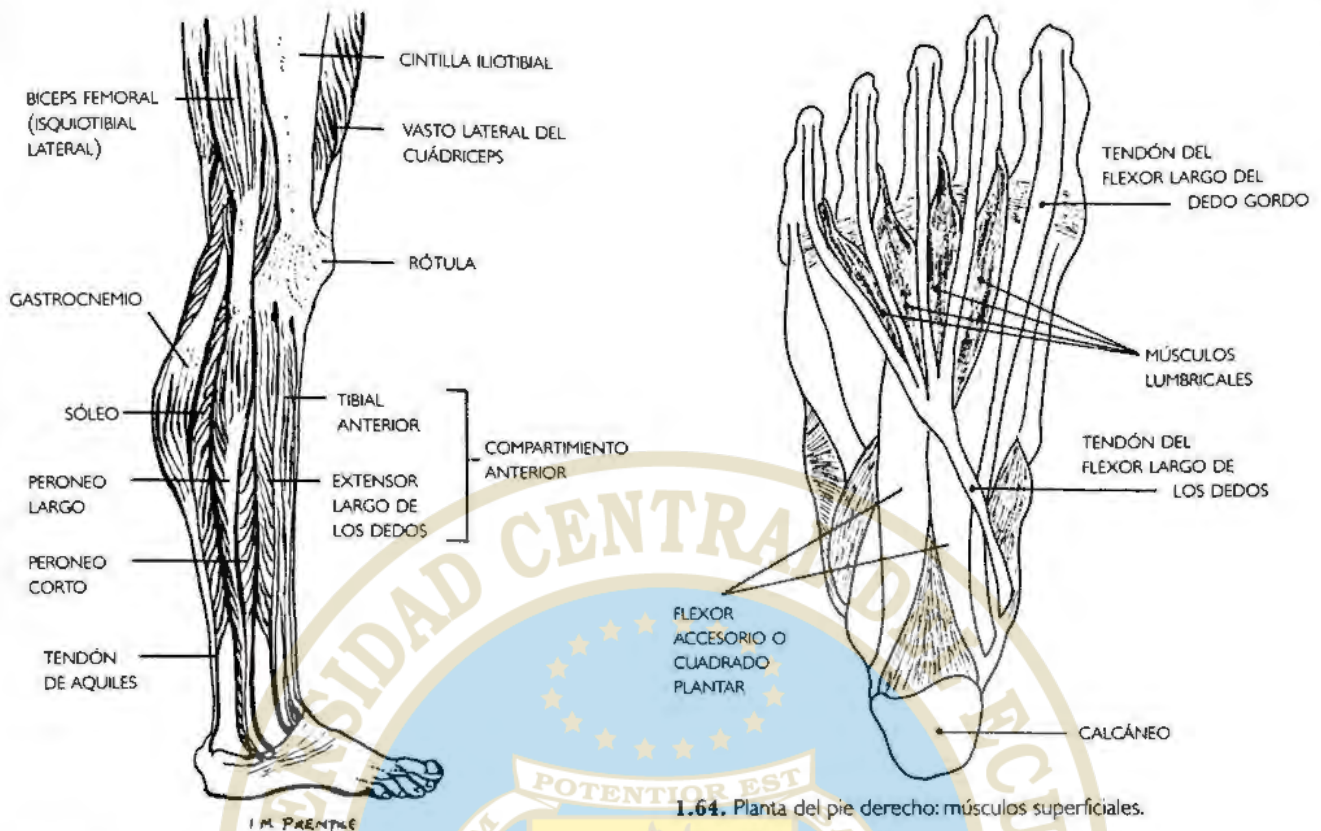
1.60. Músculos isiotibiales derechos.



1.61. Pierna derecha, vista anterior:



1.62. Pierna derecha, vista posterior: Fíjate en que el músculo gastrocnemio tiene dos cabezas que cruzan la corva de la rodilla y, por tanto, ayudan a flexionar la rodilla y a la flexión plantar del pie y el tobillo.

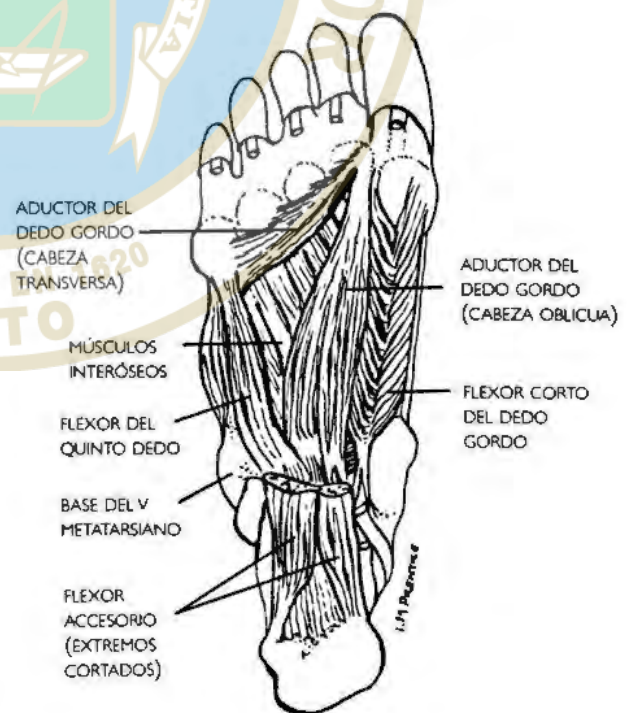


1.63. Cara externa de la pierna derecha.

1.64. Planta del pie derecho: músculos superficiales.

Debajo de la rodilla (fig. 1.61), en el compartimiento anterior o en la cara anterior de la pierna, están los músculos que extienden o (cómo es más habitual) mueven en flexión dorsal el tobillo, el pie y los dedos. En el dorso de la pierna están los músculos surales (fig. 1.62), compuestos por el gastrocnemio y el sóleo. Ambos se unen en su extremo inferior para formar el tendón de Aquiles. Éste es el responsable de la poderosa flexión plantar del pie. El músculo gastrocnemio tiene dos cabezas proximalmente que discurren por detrás de la articulación de la rodilla y tiene su origen en el dorso del extremo inferior del fémur. También ayuda a flexionar la rodilla. El músculo sóleo se halla a nivel profundo del músculo gastrocnemio y su origen se encuentra en la pierna por debajo de la articulación de la rodilla. El giro del pie en inversión depende de la acción combinada de los músculos tibial posterior y tibial anterior que se sitúan, respectivamente y como su nombre sugiere, en el dorso y cara anterior de la pierna. En flexión dorsal y flexión plantar refuerzan tales movimientos el músculo tibial anterior en la flexión dorsal, y el músculo tibial posterior en la flexión plantar del tobillo y el pie.

En la porción lateral de la pierna (fig. 1.63), los músculos peroneos son responsables de la torsión en valgo del pie (eversión). Los extensores y flexores largos de los dedos, a su paso por la cara anterior y posterior del tobillo, también colaboran en los movimientos del tobillo.



1.65. Planta del pie derecho: músculos profundos.



1.66. Pie bien apuntado. Los dedos están extendidos de modo que la cara anterior del tobillo está estirada al máximo.



1.67. Pie mal apuntado. Los músculos intrínsecos son débiles y los dedos se curvan por la ausencia de oposición a la acción de los músculos flexores largos. Como resultado aumenta la tensión del tendón de Aquiles y los dedos curvos impiden que se extienda la cara anterior del tobillo. Hay que reparar también en la ausencia de contracción del músculo sóleo que en la fig. 1.66 es visible en el evidente bulto del músculo gastrocnemio contraído.

En el mismo pie están los músculos intrínsecos (figs. 1.64 y 1.65); son los músculos interóseos y lumbricales. Aunque pequeños, tienen una importancia crítica para el bailarín porque su fuerza ayuda a mantener el arco transversal que forman los metatarsianos del pie. Son responsables de mantener rectos los dedos cuando el pie está haciendo punta con fuerza (fig. 1.66); sin la acción de los músculos intrínsecos, los músculos flexores largos hacen que los dedos se curven cuando el pie hace punta (fig. 1.67).

Principales grupos musculares

En esta sección se describen los músculos más importantes de las extremidades inferiores que mueven las articulaciones y que son de interés especial para los bailarines. No sería factible describir todos los músculos del cuerpo y sus acciones, como tampoco lo sería, al considerar cualquier articulación concreta, esperar que los lectores me-

moricen los nombres de todos los músculos implicados. Vamos, por tanto, a centrarnos sólo en los músculos principales.

LA CADERA

La cadera es una articulación esferoidea sinovial muy estable. A diferencia de la articulación del hombro, que se mueve con libertad, la cadera está concebida para soportar el peso del cuerpo. El acetábulo de la pelvis se orienta lateralmente hacia abajo y un poco hacia delante, y acoge la cabeza esférica del fémur. Esta posición mejora la estabilidad. Ambas superficies articulares están recubiertas y protegidas por una capa de cartílago hialino. La profundidad y estabilidad de la articulación aumenta con el rodete acetabular, un anillo de cartílago que rodea el borde del acetábulo y ayuda a difundir la carga del peso del cuerpo por dentro de la articulación.

La cabeza del fémur se proyecta sobre un cuello de hueso que lo mantiene separado de la diáfisis. Esto concede a la articulación un mayor grado de movilidad. La cabeza y el cuello de fémur se orientan hacia arriba, adentro y ligeramente hacia delante dentro del acetábulo. En la unión del cuello y la diáfisis se localiza el trocánter mayor. Varios poderosos músculos glúteos se insertan aquí, aunque, cuando están relajados, esta gran proyección de hueso se distingue en el exterior de la porción superior del muslo.

La articulación se estabiliza mediante una cápsula articular fibrosa, que es un manguito ligamentario de tejido denso y fuerte situado por encima del borde del acetábulo, que rodea el cuello del fémur y se inserta debajo de su base. Además, el acetábulo aumenta su profundidad mediante un reborde cartilaginoso cuneiforme llamado rodete acetabular. Este rodete ayuda a estabilizar y conservar la congruencia de la cabeza del fémur dentro de la cavidad. Anteriormente, el ligamento iliofemoral (cuyo nombre explica sus inserciones y, por tanto, su función) estabiliza la articulación coxofemoral y restringe la extensión. Este ligamento tiene forma de Y invertida con una banda lateral que diverge hacia el trocánter mayor y con porciones mediales. La porción trocantérea lateral restringe la rotación externa del fémur. Medialmente, el ligamento pubofemoral entra en tensión por la abducción de la articulación y, posteriormente, las fibras espirales del ligamento isquiofemoral estabilizan el dorso de la articulación, limitando la rotación interna. El ligamento de la cabeza del fémur —antes llamado ligamento redondo— se inserta en el centro de la cabeza femoral y en el acetábulo. Aunque no se considere una importante fuerza estabilizadora, sí que irriga la cabeza femoral. Como en cualquier diartrosis, la cápsula está recubierta por una membrana sinovial y las superficies articulares están bañadas en líquido sinovial.

La flexión de la cadera (flexión del fémur en el acetábulo) suele estar limitada sólo por el encuentro del muslo con el tronco y suelen ser posibles alrededor de 100°. Pasado este punto, intervienen la articulación sacroilíaca y las articulaciones intervertebrales de la columna lumbar.



Con la rodilla extendida, la longitud de los músculos isquiotibiales es el factor limitante. La extensión queda limitada a alrededor de 20° por el ligamento iliofemoral, mencionado antes, y por la longitud de los músculos flexores de la cadera. Son posibles aproximadamente 45° de abducción femoral pura, aunque con rotación externa del fémur se mueve libremente en abducción, tan sólo limitada por la longitud de los isquiotibiales y los aductores. Sin la rotación externa, el trocánter mayor se aproxima a la superficie externa del ilion donde se bloquea; por tanto, mecánicamente la articulación coxofemoral del bailarín tiene un mayor grado de movimiento cuando rota externamente. La aducción se limita a 30°, pasados los cuales, la pelvis se tiene que inclinar lateralmente interviniendo la columna lumbar.

La rotación medial y lateral se produce en los grados de movilidad de flexión/extensión/abducción/aducción. Sin embargo, con la cadera en bipedestación, son posibles aproximadamente 30°-40° de rotación interna y hasta 60° de rotación externa. Esta medición ayuda a determinar la facilidad potencial para el ballet clásico durante la evaluación ortopédica de posibles candidatos. Al estudiar la patología de la articulación coxofemoral, es importante tener en cuenta los movimientos de la cabeza del fémur dentro del acetábulo. En flexión, la cabeza del fémur gira sobre un eje coronal pero también se desliza posteriormente en el acetábulo. En extensión, se desliza anteriormente. En posición neutra, la cabeza del fémur apunta un poco anteriormente. En rotación externa, se mueve hacia delante incluso más hacia la cara anterior de la articulación y hacia su cápsula. En abducción, la cabeza del fémur se desliza en sentido descendente y hacia dentro en el acetábulo.

La articulación coxofemoral está rodeada por capas de músculos que cooperan para producir su amplia y compleja movilidad. La cinemática de la cadera sigue siendo objeto de investigaciones y estudios, pero aquí sólo es posible explicarla con términos simplificados y unas pocas sugerencias respecto a su movimiento y control en la danza.

Sobre el dorso de la articulación hallamos los músculos glúteos. Los más profundos son los seis pequeños rotadores externos –obturadores externo e interno, géminos superior e inferior, cuadrado femoral y piriforme–, los cuales permiten la rotación externa del fémur. Siguiendo las reglas de la función muscular, los músculos más profundos que rodean una articulación, aunque pequeños, están concebidos para estabilizar, alinear y comprimir las superficies articulares. Mientras el fémur se mueve de extensión a flexión, el eje del movimiento articular cambia y estos músculos ejercen de sistema conector que controla la rotación externa del fémur mientras la articulación coxofemoral se mueve en toda su amplitud.

Los músculos abductores se encuentran en el siguiente nivel. El más profundo es el glúteo menor, que también es un rotador medial que equilibra los rotadores externos profundos. Se encuentra debajo del glúteo medio y ambos tienen origen en la superficie lateral del ilion y se insertan en el trocánter mayor. Las fibras posteriores del glú-

teo medio contribuyen a la rotación externa del fémur; las fibras medias generan abducción y las fibras anteriores generan rotación medial. Son músculos importantes para el bailarín porque en el lado de apoyo equilibran la pelvis horizontalmente con el tensor de la fascia lata cuando el bailarín está de pie sobre esa pierna. Sin su activación, el bailarín 'se hundiría por la cadera', y se desestabilizaría la pelvis, la columna lumbar y las articulaciones coxofemorales.

El más superficial de los músculos glúteos es el glúteo mayor. Es un músculo grande y poderoso que se considera compuesto de dos porciones. La porción superior ejerce una función de abductor y rotador externo, mientras que la porción inferior ejerce de extensor, aductor y rotador externo. Es un músculo grande que se origina en la superficie posterior del ilion y el sacro, y se inserta en la cinilla iliotibial, el trocánter mayor y la cara posterior del fémur.

Los isquiotibiales actúan con el glúteo mayor de extensores primarios de la cadera. Son músculos biartrodiales porque se originan en la tuberosidad isquiática sobre la pelvis y se insertan debajo de la rodilla, por lo que extienden la cadera y flexionan la rodilla.

Los músculos aductores, en el interior del muslo, son importantes para el bailarín. Las posiciones cruzadas del ballet clásico requieren poderosas fuerzas de aducción. En las posiciones cerradas, los músculos aductores ejercen una tracción sobre el dorso de la diáfisis del fémur, ayudando a la rotación externa del muslo. Si bien no se pueden considerar por lo general músculos de rotación externa, se cree que en los bailarines de ballet clásico contribuyen al control del *en dehors* en bipedestación, así como a estabilizar la pelvis sobre una pierna. Si se usan bien, controlan la hiperextensión de la rodilla.

El músculo psoas mayor presenta inserciones anteriores en todas las apófisis transversas de las vértebras lumbares, en los cuerpos y discos de T12 a L5. Las fibras musculares descienden hasta la cresta ilíaca, posteriores al ligamento inguinal, anteriores a la articulación coxofemoral, y convergen en un tendón con el músculo ilíaco que se inserta en el trocánter menor. El músculo psoas mayor ejerce sobre todo un papel estabilizador en la columna lumbar, aportando compresión axial para oponer resistencia al desplazamiento junto con los músculos multifidos. En la articulación coxofemoral, actúa de estabilizador profundo de dicha articulación, ejerciendo tracción sobre la cabeza del fémur contra el acetábulo.

El músculo ilíaco es un importante flexor coxal que se origina en la superficie interna del ilion. Se debe activar poderosamente en todos los movimientos de flexión y, pasados 90°, se convierte en la principal fuerza flexora.

El músculo tensor de la fascia lata se origina en el borde externo de la cresta ilíaca y se inserta en la poderosa cinilla iliotibial (ITB), una fascia, sobre la cara lateral del muslo. Se considera que este músculo flexiona, abduce y gira medialmente el muslo. Y lo más importante, pone en tensión la cinilla ITB que refuerza la función sustentante del fémur, estabiliza la pelvis sobre el fémur y el fé-



mur sobre la tibia. Los músculos flexores secundarios son el sartorio y el recto femoral.

Tal y como sucede con todas las articulaciones importantes, la alineación y el equilibrio muscular favorecen la producción de fuerza y previenen las lesiones. Los músculos más profundos estabilizan, y su activación a tiempo y sincronizada es fundamental para la salud articular.

LA RODILLA

La articulación de la rodilla, en la práctica, es una trocleartrosis. Cuando está totalmente extendida, no hay rotación posible entre el extremo inferior del fémur y el extremo superior de la tibia. Con la rodilla ligeramente flexionada, es posible cierta rotación entre el fémur y la tibia, pero sólo alrededor de 15° en cualquier dirección. La extensión de la rodilla, aunque normalmente sea completa cuando el muslo y la pierna se alinean, es con mucha frecuencia mayor, permitiendo cierto grado de hiperextensión que se aprecia en el arqueamiento de las rodillas. En la mayoría de las personas, la flexión está limitada por la musculatura sural que topa con el dorso del muslo. Los poderosos ligamentos colaterales previenen cualquier abducción o aducción de la rodilla.

El movimiento de extensión corresponde al músculo **cuádriceps**. Como su nombre implica, presenta cuatro porciones o músculos. El **recto femoral** tiene origen en la pelvis por encima del acetábulo y cruza la cara anterior de la articulación coxofemoral para insertarse mediante el tendón combinado del cuádriceps, la rótula y el tendón rotuliano en la porción superior de la cara anterior de la tibia. Por lo tanto, además de extender la rodilla, ayuda a flexionar la cadera. El **vasto lateral**, el **vasto intermedio** y el **vasto medial** tienen origen en la diáfisis del fémur. No cruzan la articulación coxofemoral. Junto con el recto femoral, se unen por sus extremos inferiores para formar el tendón del cuádriceps. Éste se inserta en la rótula, y en su polo inferior da origen al tendón rotuliano, que se inserta en la cara anterior del extremo superior de la tibia. El músculo vasto medial es particularmente importante para los bailarines y otros deportistas. Es en gran medida responsable de los 15° finales de extensión. También se opone a la desviación lateral de la rótula que, de lo contrario, se produciría por la acción del vasto lateral y el tensor de la fascia lata, este último por mediación de la misma fascia lata. Cuando la rodilla se lesiona, el vasto medial es el primero que se debilita y atrofia, y en la rehabilitación es el más difícil de fortalecer de nuevo. Su importancia se aborda en muchas ocasiones en la **Sección 3**.

La flexión de la rodilla se produce por los músculos isquiotibiales, que son el **semitendinoso** y el **semimembranoso**, situados en la cara interna del dorso del muslo, y el **bíceps femoral** en la cara externa del dorso del muslo. Además de flexionar la rodilla, actúan de extensores de la cadera porque cruzan el dorso de la articulación coxofemoral y tienen origen en la pelvis, aparte de la cabeza corta del bíceps que nace en el dorso de la diáfisis del fémur. Cuando los isquiotibiales mediales (semi-

tendinoso y semimembranoso) y lateral (bíceps femoral) no presentan un equilibrio de fuerzas, sea después de una lesión o por un trabajo incorrecto, pueden generar fuerzas rotacionales desproporcionadas en la rodilla si no está totalmente extendida. Cuando está semiflexionada, es más probable que se produzca una lesión.

En la flexión de la rodilla colaboran ligeramente los músculos **grácil** y **sartorio**. Este último también actúa de flexor de la cadera. Ayuda a la abducción de la cadera y a girar el fémur externamente. Como resultado de estas acciones, si el bailarín genera demasiada tensión para la apertura de los pies, empuja sobre el dorso de las rodillas y adopta una posición con el peso hacia atrás, se genera mucha tensión en el extremo superior del sartorio y este músculo se convierte en un lugar habitual de distensiones inguinales. Como se verá en la **Sección 5**, las distensiones inguinales suelen ser producto de una distribución incorrecta del peso.

En la corva de la rodilla hay un pequeño músculo llamado poplíteo, que ayuda a flexionar la rodilla y también gira la tibia internamente. Con la rodilla flexionada, los isquiotibiales internos y externo también ayudan a girar la tibia: los isquiotibiales internos (semitendinoso y semimembranoso) ayudan a girar la tibia internamente, y el bíceps femoral ayuda a girar la rodilla lateralmente. Sin embargo, como se ha mencionado antes, cuando la rodilla está completamente extendida, no hay rotación posible en dicha articulación. Los ligamentos la bloquean y previenen la rotación, con lo que cualquier fuerza rotacional excesiva causará daños en la rodilla. A medida que se empieza a flexionar la rodilla, hay un aumento de la rotación disponible entre la tibia y la rodilla, 15° en cada dirección como máximo. Hasta que la rodilla no alcanza aproximadamente 45° de flexión, no se produce una significativa rotación activa de la tibia en relación con el fémur. A menos grados de flexión, este movimiento es muy débil, aunque eso no implique que el movimiento rotacional sea especialmente poderoso incluso a 45° de flexión o más.

EL TOBILLO, EL PIE Y LOS DEDOS

Estas articulaciones se abordan juntas porque muchos de los músculos implicados intervienen en todas las articulaciones. El **gastrocnemio** es el músculo superficial del dorso de la pantorrilla y nos introduce en esta sección partiendo de la rodilla, porque tiene origen en el extremo inferior del fémur por encima de la corva. Por tanto, actúa de flexor genicular ayudando a los isquiotibiales. A su paso por la pierna se une con el músculo **sóleo**, formando el tendón de Aquiles, que se inserta en el dorso del calcáneo. Los músculos gastrocnemio y sóleo actúan juntos como flexores plantares del tobillo. El **plantar** es un músculo pequeño que también surge del dorso del extremo inferior del fémur. Tiene un tendón muy largo y también se inserta en el calcáneo. Actúa de forma parecida al gastrocnemio ayudando a flexionar la rodilla y a la flexión plantar del tobillo. En la flexión plantar colaboran los músculos **flexores largos de los dedos**.



Debido a la disposición de los huesos en el retropié y en el pie en conjunto, cuando el tobillo adopta flexión plantar arrastra al resto del pie, porque la movilidad del pie en sí en flexión dorsal y flexión plantar no es muy grande. Por tanto, cuando se considera la flexión dorsal y flexión plantar del tobillo, podemos concebir que el movimiento en esas dos direcciones es de todo el pie.

La flexión dorsal del tobillo y el pie corresponde a varios músculos, el **tibial anterior**, el **extensor largo del dedo gordo**, el peroneo tercero y los **extensores largos de los dedos**. No obstante, todos estos músculos desempeñan otras acciones.

La inversión y evasión del pie ocurre en los huesos del tarso o retropié. La inversión y evasión ocurren a lo largo de una línea que atraviesa el eje del astrágalo, produciéndose el movimiento sobre todo en las articulaciones subastragalina y astragalonavicular, aunque en algún grado haya cierta inversión y evasión de la articulación transversa del tarso en el mesopie. La inversión del pie se consigue combinando la acción del **tibial posterior** y el **tibial anterior**. La evasión del pie corresponde a la acción de los músculos peroneos. Los extensores largos de los dedos, como cruzan la cara anterior del tobillo, cumplen la acción mencionada en la flexión dorsal del tobillo y al mismo tiempo extienden los dedos. La extensión del pie y el tobillo es sinónimo de flexión dorsal, siendo esta segunda más usada cuando se aplica al tobillo y al pie. Los músculos flexores largos de los dedos provocan que se curven al flexionar las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas. Además, los flexores largos de los dedos ayudan a la flexión plantar de tobillo y pie, siendo aquí flexión plantar sinónimo de flexión cuando se aplica al tobillo y al pie.

Adicionalmente, en el pie como en la mano, hay muchos músculos pequeños conocidos como **músculos intrínsecos**. Son responsables de oponerse a la deformidad en garra que provocan los músculos flexores largos de los dedos, de modo que, cuando se flexionan los dedos en las articulaciones metatarsofalángicas, los músculos intrínsecos ayudan a mantener rectas las articulaciones interfalángicas. Por tanto, en un pie bien apuntado, los flexores plantares del tobillo y el pie trabajan y son asistidos por los flexores largos de los dedos, aunque el efecto real de flexión del último grupo de músculos en los dedos se contrarresta por una poderosa acción de los músculos intrínsecos, manteniendo los dedos rectos en el pie apuntado. Algunos de los músculos intrínsecos también ayudan a mantener el arco transversal del antepié. Si el arco transversal desciende debido a la debilidad de los músculos intrínsecos, entonces puede aparecer dolor bajo las cabezas de los metatarsianos (la llamada metatarsalgia anterior).

1.4 El sistema nervioso

El sistema nervioso comprende el encéfalo, la médula espinal y los nervios periféricos. El sistema nervioso se divide en dos partes:

1. La parte asociada, por lo general, con los músculos que mueven el cuerpo y las extremidades y las percepciones sensitivas asociadas, y
2. La otra parte, conocida como sistema nervioso autónomo, que comprende los nervios de los músculos involuntarios, del músculo cardíaco y de las glándulas.

Sin embargo, estos dos sistemas están estrechamente relacionados; los arcos reflejos intervienen en ambos sistemas y los sentidos superiores de control de ambos se encuentran en el encéfalo. El sistema nervioso, como todos los otros sistemas, se basa en células individuales llamadas neuronas y, a diferencia de otras células, presentan extensiones (fig. 1.68). Un tipo de extensión se denomina dendrita; puede ser una o múltiple, y transmite impulsos al soma. El otro tipo de extensión, conocido como axón, conduce impulsos fuera del cuerpo de la neurona. Los nervios voluntarios y los nervios asociados con las sensaciones están rodeados por una vaina adiposa y se conocen como fibras mielínicas o fibras blancas; mientras que las fibras de los nervios involuntarios no tienen esta cubierta adiposa y se conocen como fibras amielínicas o fibras grises debido a la diferencia de color. Las neuronas



1.68. Neurona típica. Las flechas señalan la dirección de los impulsos eléctricos en el nervio.



tienen todas una función específica; las neuronas sensitivas reciben estímulos que transmiten centralmente a la médula espinal y, de ahí, cuando es necesario, al encéfalo. Las motoneuronas transmiten impulsos del encéfalo y la médula espinal a los músculos.

Los nervios sensitivos no sólo reciben y perciben lo que consideramos sensaciones, como el calor, el frío, el dolor, etc., sino que también son responsables de transmitir mensajes sobre la tensión de músculos, tendones y ligamentos, e información sobre la coordinación y las relaciones espaciales. Es la combinación de estos mecanismos la que nos permite, por ejemplo, llevarnos la yema de un dedo a la nariz o a cualquier parte del cuerpo sin tener que usar los ojos para controlar el movimiento.

El sistema nervioso voluntario o somático

El término voluntario, aunque se aplique habitualmente, no es un nombre especialmente satisfactorio para esta porción del sistema, aunque se use para distinguir entre la porción principal del sistema nervioso y el sistema nervioso autónomo (ver más adelante). El sistema nervioso somático es una denominación mejor, pero no tan usada.

Probablemente sea más sencillo, al pensar en la acción del sistema nervioso, empezar por la periferia y no por el centro. Si consideramos un caso en que un nervio individual se secciona, quedarán afectados tanto nervios motores como sensitivos; el resultado será que ninguna sensación llega a la médula espinal o al encéfalo. Esa parte estará entumecida y no habrá apreciación de dónde está en el espacio. La sección del nervio motor prevendrá cualquier movimiento; los músculos inervados por el nervio perderán todo el tono porque ningún impulso eléctrico puede viajar al seccionar el nervio. Esto, por tanto, pro-

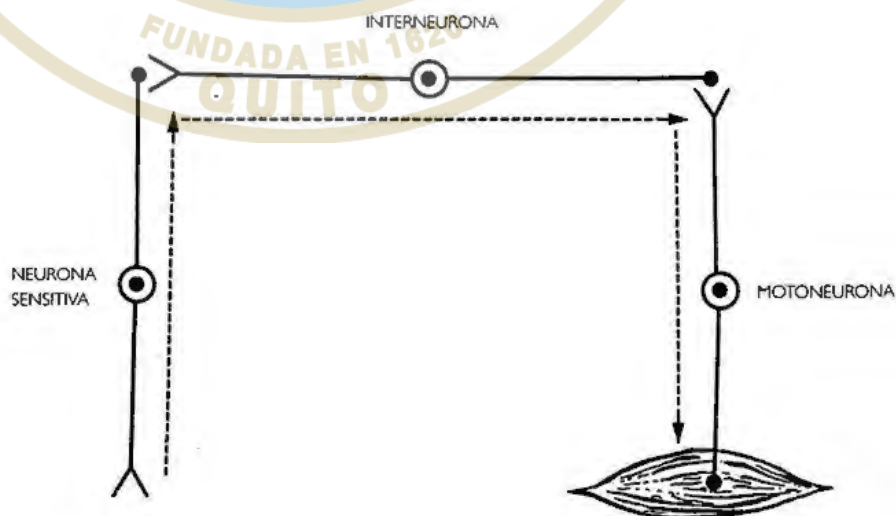
ducirá lo que se conoce como parálisis flácida, es decir, el músculo estará completamente relajado y sin tono al tacto del observador.

Ahora tomemos el caso de una sección de la misma médula espinal; la médula espinal será normal tanto por encima como por debajo del nivel de sección, pero no habrá conducción en ninguna dirección de la sección. En consecuencia, tenemos nervios intactos de la médula espinal al músculo y del músculo, la piel y otros tejidos de vuelta a la médula espinal. Dentro de la médula espinal, hay varias conexiones nerviosas directas entre los nervios sensitivos y los nervios motores. Estas tres vías producen entre ellas lo que se conoce como arco reflejo. En las criaturas primitivas, donde el cerebro es reducido o está ausente, todo el organismo actúa por medio de estos arcos reflejos muy sencillos. En su versión más sencilla, un arco reflejo se compone de:

- a) un receptor sensitivo;
- b) una neurona sensitiva;
- c) una sinapsis (que es donde una terminación nerviosa entra en contacto con otra terminación nerviosa);
- d) una motoneurona, y
- e) una célula efectora.

El dibujo muestra (fig. 1.69) el arco reflejo simple de un receptor sensitivo (p. ej., apreciación del dolor) a la médula espinal, mediante una neurona intermedia conocida como interneurona, hasta la motoneurona que inerva una fibra muscular y provoca una contracción. En el arco reflejo más sencillo, las interneuronas pueden estar ausentes.

Hay arcos reflejos en la médula espinal que transmiten impulsos ascendentes y descendentes a los niveles su-



1.69. Dibujo de un arco reflejo en el sistema nervioso.



periores o inferiores, así como los que entran y salen al mismo nivel. También hay reflejos más desarrollados que suben y bajan por la médula espinal de ida y vuelta al encéfalo.

Las acciones reflejas desempeñan un papel vital:

- a) control de los órganos internos;
- b) control del tono de los músculos voluntarios;
- c) inhibición controlada de los grupos de músculos antagonistas;
- d) reacciones protectoras.

En la sección de la médula espinal en los mamíferos superiores, el animal queda reducido por debajo del nivel de la sección a un estado primitivo. Aunque el encéfalo no pueda recibir ni transmitir mensajes, ciertas funciones persisten por debajo del nivel de la sección. El tono muscular, por ejemplo, aumenta en estos arcos reflejos debido a la falta de modificación de los centros superiores. Aunque se haya abolido el movimiento voluntario y el músculo esté paralizado en ese sentido, el aumento del tono produce lo que se conoce como parálisis espástica, porque los músculos afectados tienden a sufrir espasmos debido al aumento del tono. Distintos arcos reflejos se pueden iniciar con estímulos. Por ejemplo, el calor, el frío o el dolor producen un reflejo de retirada sin que el encéfalo perciba nada. En ausencia de lesiones, estos reflejos primitivos se modifican mediante impulsos nerviosos transmitidos desde los centros superiores. En animales normales hay innumerables arcos reflejos, no sólo de la periferia a la médula espinal y el encéfalo, sino también en las diferentes secciones del mismo encéfalo, modificando continuamente, alterando y controlando todos los aspectos de la función.

El sistema neurológico en conjunto es muy complicado, pero, si lo simplificamos al máximo, se podría considerar un desarrollo desde la vida primitiva hasta la humanidad que ha progresado de abajo arriba, empezando con un arco reflejo y siguiendo con el desarrollo de la porción de encéfalo más próxima a la médula espinal, el rombencéfalo, el cerebelo y el mesencéfalo, y finalmente, los hemisferios cerebrales o presencéfalo. El encéfalo y el cerebelo tienen una superficie rugosa con circunvoluciones para aumentar el área disponible. En los mamíferos superiores, y en especial en los primates, se pueden aprender conscientemente series cada vez más complejas de movimientos, y, una vez dominados, se pueden reproducir sin pensamientos conscientes sobre cada porción individual de la totalidad de la acción compleja. Tal vez esto no signifique que, una vez aprendidas, estas acciones complejas pasen a los niveles inferiores de la médula espinal. Estas acciones se siguen iniciando y controlan en el encéfalo y es equivoco referirse a estas acciones complejas como acciones reflejas.

El sistema nervioso autónomo

Tampoco es éste un nombre muy satisfactorio porque implica que es autocontrolado, mientras que, de hecho, está

estrechamente vinculado con el sistema somático y sus centros superiores se hallan en el encéfalo.

Éste es el sistema que controla los músculos involuntarios y cardíaco y las glándulas. El sistema autónomo se divide en dos: el sistema simpático y el sistema parasimpático. Los dos sistemas actúan uno contra el otro y, por tanto, son antagonistas. El sistema simpático es un sistema estimulador que actúa mediante la adrenalina y prepara el cuerpo para la acción. Inicialmente esto era, por supuesto, un impulso para luchar o huir del enemigo, pero en el mundo moderno genera la tensión requerida para confrontaciones sociales como interrogatorios, actuaciones o discusiones con otras personas. El sistema simpático y la adrenalina aumentan el pulso y la tensión arterial y provocan una sensación de 'vacío' en el estómago al desviar la irrigación, del tubo digestivo en particular, a otras áreas necesarias para esta 'lucha figurada'. El sistema parasimpático es inhibidor, tiende a relajar el cuerpo y favorece la digestión al incrementar la irrigación de los órganos abdominales. Los sistemas simpático y parasimpático tienen su principal inervación fuera de la médula espinal, empezando por lo que se conoce como ganglios nerviosos y que ascienden y descienden por el tronco. Las fibras nerviosas parasimpáticas y simpáticas viajan con los nervios motores y sensitivos ordinarios a las extremidades y los músculos.

El sistema sensorial

Hay tres tipos de terminaciones sensitivas:

1. Las que detectan estímulos procedentes de fuera del cuerpo. Se conocen como exteroceptores.
2. Terminaciones que perciben estímulos en el interior del cuerpo, sobre todo de los órganos internos, como el tubo digestivo. Se conocen como interoceptores.
3. Las que detectan la tensión en músculos y tendones. Se conocen como propioceptores.

La estimulación de los exteroceptores crea una conciencia del tipo de estímulo. Sin embargo, normalmente no somos conscientes de la estimulación de los interoceptores y los propioceptores, excepto por la sensación de hambre o a menos que alcance el punto en que el estímulo es tan grande que se interpreta como dolor. Los exteroceptores son responsables de generar variedad de efectos conscientes, como la vista, el gusto, el olfato, el tacto, la temperatura, el dolor, el oído y el equilibrio. Estos dos últimos se detectan en el oído.

La hiperestimulación del tacto, la temperatura y el oído se pueden interpretar como dolor.

SENSIBILIDAD CUTÁNEA

La temperatura y el dolor son tipos de sensibilidad protectora. El tacto está relacionado en gran medida con el uso de las extremidades y el movimiento. Una persona con la mano entumecida o incluso un dedo dormido será consciente de la alteración que tendrá en el uso de la mano para coger cosas y sobre todo para los movimientos finos y sutiles. No notará que está sosteniendo algo o la fuerza



con la que lo sostiene y, por tanto, tenderá a dejar caer objetos. Con frecuencia se malinterpreta como que la mano es débil, aunque no sea el caso. La pérdida de sensibilidad en el tacto de los pies provoca una marcha pateante porque la persona no siente los pies tocar el suelo y, por tanto, está ausente la estimulación necesaria para iniciar arcos reflejos. Por lo que a los bailarines y deportistas se refiere, podemos obviar los sentidos del gusto y el olfato.

SENSIBILIDAD AUDITIVA: SONIDOS Y EQUILIBRIO

Aunque la apreciación del tono y el ritmo de la música sean importantes para el bailarín, los problemas de oído no son un tema apropiado en un libro como éste. Sin embargo, el equilibrio es muy importante. Los órganos del equilibrio se sitúan en el oído interno: hay tres conductos semicirculares situados en distintos planos (fig. 1.70). Los cilios presentes dentro de los conductos tienen proyecciones vellosas y los conductos están llenos de líquido. La audición se produce en el caracol.

El movimiento del líquido en los conductos estimula las proyecciones vellosas, y la interpretación de dichos estímulos es la que produce la sensación de equilibrio. Enfermedades del oído interno pueden producir una sensación de caída o mareo llamada vértigo. Suele ser de naturaleza temporal y con frecuencia se asocia a resfriados y, posiblemente, a infecciones del oído medio o del oído interno. El equilibrio es una combinación de la información que llega al oído interno, la información captada por los propioceptores de los músculos y la información de los ojos. Los ojos son los menos importantes porque una persona normal no tiene dificultad para caminar o permanecer de pie en una oscuridad completa. Sin embargo, cuando hay daños en el oído interno, entonces los reflejos visuales predominan en cierto grado. En tales circunstancias, cuando la persona cierra los ojos, tiene tendencia a caerse.

SENSIBILIDAD VISUAL

Los defectos visuales con los que uno nace suelen estar causados por exceso o defecto del tamaño del globo ocu-

lar, y estos defectos se pueden corregir con gafas o lentes de contacto. Como hay una pequeña distancia entre los ojos, el campo visual real de cada ojo es ligeramente distinto y es esa ligera diferencia en el campo de visión la que el cerebro interpreta para generar un efecto estereoscópico o tridimensional.

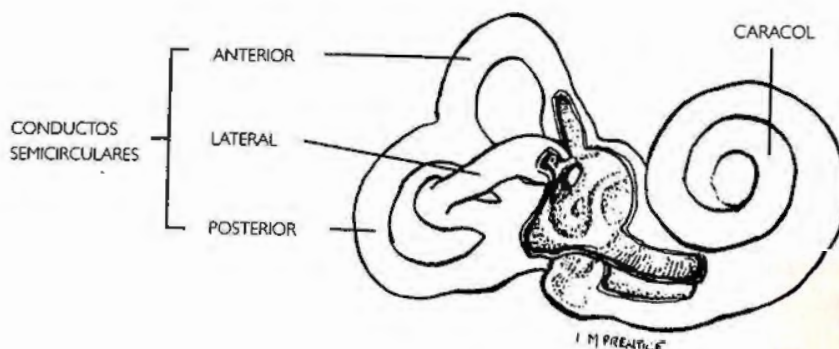
Esto permite juzgar de forma certera la distancia, permitiendo tocar o coger los objetos con tremenda precisión. En una persona nacida con visión monocular, el cerebro compensa con gran eficacia este defecto de modo que esa persona sólo presenta alguna desventaja en los juegos rápidos de pelota. Sin embargo, si se pierde la visión de un ojo en algún momento de la vida, esa persona tendrá mucha más dificultad para compensarla. Como resultado puede tener problemas para coger objetos y conducir vehículos.

PROPIOCEPCIÓN

La palabra 'propiocepción' procede de la palabra latina *proprius*, que significa de uno mismo, y de *receptor*, es decir, el que recibe. La propiocepción es la capacidad del cuerpo para percibir la posición del cuerpo en conjunto y de sus partes individuales en el espacio. Es el sistema nervioso central (SNC) el que orquesta todos los movimientos. Antes de poder hacer esto, debe recibir información de articulaciones, músculos y tendones, las plantas de los pies, las yemas de los dedos y el mecanismo de equilibrio de los oídos, por nombrar unos pocos puntos donde se concentran receptores sensitivos.

La propiocepción es un término que se refiere en particular al reconocimiento de la cinestesia (sentido del movimiento articular) y la posición de las articulaciones. Es esta información sensitiva (o aferente) y precisa la que confiere al bailarín experimentado tanta superioridad en el control motor sobre otros deportistas, y por eso los profesores de ballet con conceptos claros saben entrenar a sus estudiantes.

En las cápsulas articulares y los ligamentos hay receptores sensitivos llamados mecanorreceptores que son sensibles a la deformación y, por tanto, informan al SNC de la posición, los cambios de posición y el movimiento de



1.70. El oído interno.



las articulaciones. En el músculo son los husos musculares los que informan al SNC de su longitud y estiramiento, y son sensibles a la velocidad del estiramiento (véase pág. 102). Los órganos tendinosos de Golgi, otros receptores localizados en la unión musculotendinosa, también envían retroalimentación propioceptiva al SNC. Aquí monitorizan la fuerza transmitida por el músculo a través del tendón durante el movimiento. Los exteroceptores cutáneos responden a la presión, y, por ejemplo, en la planta del pie están muy refinados y favorecen el control del equilibrio en carga.

Junto con la información visual y el mecanismo del equilibrio del oído interno (aparato vestibular), la información propioceptiva permite al SNC integrar y responder, generando movimientos fluidos y coordinados. Cerrar los ojos durante un ejercicio obliga al cuerpo a depender de la propiocepción, y permite al cuerpo explorar e intensificar la percepción sensitiva. El niño seguirá y copiará la demostración del profesor, luego intentará reproducirla, aprendiendo con el tiempo la forma precisa y exacta de ejecutar un *battement tendu*. El niño accede a nivel consciente a todos los receptores sensitivos mencionados mientras observa, escucha las correcciones y las ejecuta físicamente. De forma gradual, el movimiento se vuelve más automático, cada vez menos consciente, y finalmente el movimiento del *battement tendu* se almacena en el sistema nervioso para acceder al instante a él cuando se requiera. A esto se da el nombre de programación cognitiva.

El sistema propioceptivo se pone a prueba con ejercicios de equilibrio sobre una superficie inestable como una tabla oscilante. Incluso intentar un ejercicio de *battement tendu* sobre una colchoneta de espuma puede reclutar conscientemente los mecanismos de equilibrio y todos los propioceptores para controlar el movimiento que tan fácil era antes. La práctica perfeccionará el ejercicio con menos esfuerzo, y, de vuelta sobre una superficie firme, el control del tobillo de apoyo y la coordinación de la pierna que trabaja serán más firmes.

El uso excesivo del espejo en una clase de danza hace que los bailarines sean más dependientes de la información visual para determinar y controlar el movimiento y la figura. La ejecución y expresión requieren un sistema propioceptivo bien sintonizado. Agarrarse con demasiada fuerza a la barra puede entorpecer la estabilidad y el equilibrio del cuerpo y dejarlo menos preparado para el entrenamiento en el centro.

Se producen accidentes cuando falla el sistema propioceptivo. Un esguince de tobillo es causado por la insuficiencia de los mecanorreceptores del tobillo que no preservan de forma refleja la alineación de la articulación, y entonces algún ligamento sufre un estiramiento excesivo. Desde luego, el dolor se registra en las terminaciones de los nervios sensibles al dolor o nociceptores. Con el dolor resultante, el edema y el reposo obligatorio, la propiocepción de la articulación del tobillo se ve entorpecida, y uno de los primeros requisitos de la rehabilitación es recuperar esa actividad con ejercicios sencillos para empezar, hasta cambios de dirección rápidos y dinámicos en los estadios finales. Llevar una tobillera al volver a clase puede

recordar al bailarín (mediante el aferente sensitivo) que tenga cuidado con sus movimientos, por lo demás normales, si bien se cree que el uso prolongado de una tobillera es contraproducente para una agudeza propioceptiva completa. Vale la pena reparar en que un tobillo con los ligamentos excesivamente estirados puede recuperar el control completo si el sistema propioceptivo se rehabilita con eficacia.

El conocimiento del entrenamiento propioceptivo se puede aplicar a cualquier parte del cuerpo. La columna lumbar y la pelvis se tratan al inicio del entrenamiento cuando se aborda la postura. Un control fino y la percepción de la curvatura lumbar neutra y la inclinación de la pelvis determinan la posición de la columna y desarrolla sus músculos estabilizadores (los músculos a nivel más profundo más cercanos a la columna, responsables del control de la posición de las articulaciones cigapofisarias). La inclinación posterior de la pelvis causa demasiada tensión en los músculos más superficiales, la cual se debe aliviar necesariamente con movimiento. Lo opuesto es la inclinación anterior, con arqueamiento de la columna lumbar y falta de control. La columna se desestabiliza y en ambas situaciones nunca se desarrolla una sensibilidad propioceptiva adecuada de los músculos y articulaciones. Los déficits propioceptivos se asocian aquí con lesiones en la región lumbosacra.

La rodilla débil e hiperextendida también necesita entrenamiento de la propiocepción debido a su deficiente sentido de la posición articular. Un estudiante joven con hiperextensión de las rodillas a menudo bloquea la espalda para extender desequilibradamente el músculo cuádriceps. En la posición en carga, esto altera el pie por abajo, así como el equilibrio muscular del muslo y el equilibrio del cuerpo por encima. Este tipo de rodilla requiere control neuromuscular para lograr conciencia dinámica y conseguir estabilidad en una posición neutra cuando soporta el peso del cuerpo.

El sentido de la propiocepción también resulta afectado por la fatiga. Los accidentes y las lesiones son más frecuentes al final del día cuando los bailarines están cansados. El entrenamiento de fondo y de mantenimiento debe formar parte de la rutina semanal de los estudiantes y los bailarines profesionales.

Los ejercicios suplementarios de propiocepción y equilibrio se pueden realizar dentro y fuera de clase por todos los estudiantes para mejorar el control sobre tobillos y rodillas, y estabilizar la pelvis y la posición de la cintura escapular. Del mismo modo que el entrenamiento del sistema cardiovascular mejora la condición física, y el entrenamiento del sistema muscular incrementa la fuerza, el entrenamiento de los sistemas propioceptivo y del equilibrio aumenta la coordinación, y la mejora de la técnica puede avanzar con más éxito contribuyendo a la conciencia propioceptiva, al control y la coordinación.

Los husos musculares (bajo el microscopio, tienen forma de huso) se componen de fibras especializadas que reciben el nombre de fibras intrafusales, sensitivas, y que monitorizan el acortamiento del músculo. Se disponen en paralelo a las fibras extrafusales, que son las fibras que se

contraen para acortar el músculo. Durante un estiramiento, las fibras nerviosas transmiten mensajes del huso a la médula espinal y al cerebro. El reflejo de estiramiento es la rápida respuesta a un estiramiento repentino. El SNC, si está alerta a cualquier estiramiento repentino o dañino, enviará un mensaje al músculo (fibras extrafusales) para que se contraiga y se libere así de un estiramiento excesivo.

Todo cuerpo con un sentido refinado de la propiocepción se equilibrará bien y se moverá con más control y facilidad. Dicho de otro modo: estará bajo el control del bailarín.

1.5. La piel

La piel comprende dos capas de tejido (fig. 1.71): la epidermis, que es la capa superficial o externa, y la dermis, que es la capa más profunda. La dermis contiene nervios y vasos sanguíneos; la epidermis no contiene nervios ni vasos sanguíneos.

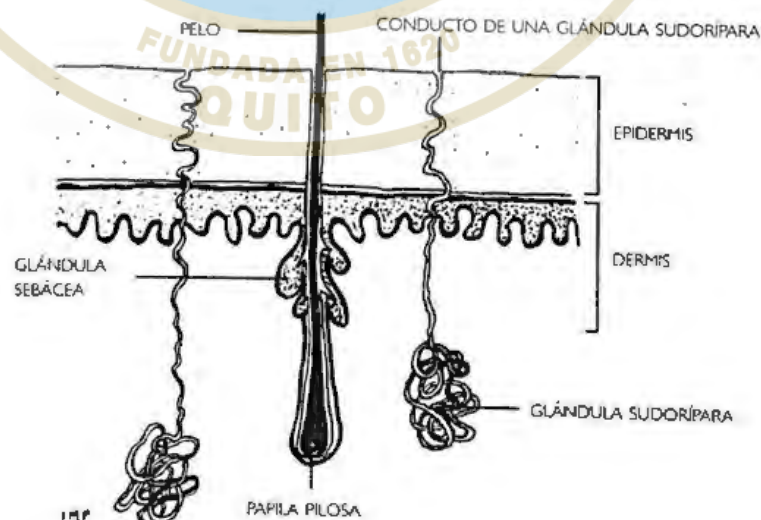
En las capas más profundas de la epidermis hay células vivas que proliferan, desplazando las células más superficiales hacia la superficie. A medida que se acercan a la superficie, se aplanan y luego mueren, creando capas de células córneas muertas. La epidermis se está renovando constantemente mediante el crecimiento de las capas más profundas y la deposición de células córneas superficiales. Esto queda demostrado especialmente cuando una porción de piel se cubre con un yeso y las células muertas de la capa córnea se vuelven aparentes donde no se han retirado pues siguen ahí, dando un aspecto a la piel parecido a las escamas de un reptil. La fricción y la presión estimulan el crecimiento de las células de la porción

más profunda de la epidermis, engrosando la capa epidérmica. Esto es normal en las plantas de los pies y las palmas de las manos, sobre todo en las personas que caminan descalzas o que realizan algún trabajo manual duro. En ciertas áreas este engrosamiento puede ser localizado formando callos.

La piel es impermeable al agua, no para evitar que la lluvia entre en el cuerpo, sino para prevenir la pérdida de agua del cuerpo. La epidermis también es un mecanismo protector que previene la entrada de gérmenes.

La piel contiene dos tipos de glándulas (fig. 1.71):

1. Las glándulas sudoríparas: su principal función es enfriar el cuerpo. Cuando se eleva la temperatura del cuerpo, las glándulas sudoríparas segregan sudor que cubre la piel y se evapora. Para pasar de líquido a gas, es decir, para evaporarse, hay que absorber energía; esto ocurre mediante la absorción de calor del cuerpo que tiene un efecto enfriador. El sudor contiene varios tipos de sales y algunas sustancias de desecho del cuerpo. Se puede considerar que el sudor desempeña un papel menor en la excreción de estas sustancias. Sin embargo, en un clima cálido donde la sudoración es profusa, el cuerpo es capaz de regular los electrolitos o sales presentes en el sudor, y reducir su pérdida a prácticamente cero. Cuando no ocurre así, puede haber una depleción grave de electrolitos esenciales para el cuerpo.
2. Las glándulas sebáceas, que producen una secreción grasa conocida como sebo, que lubrica las células epidérmicas queratinizadas y los pelos para prevenir que se vuelvan quebradizos. (Las glándulas mamarias que producen leche son un tipo especializado de glándula sebácea.)



1.71. Sección transversal de la piel.



La piel contiene terminaciones nerviosas que perciben la temperatura y el tacto. Las terminaciones sensibles al dolor se encuentran a un nivel más profundo.

1.6. El sistema cardiovascular

Este sistema se compone de la sangre que circula por las arterias, venas y capilares; el corazón que bombea la sangre a los vasos sanguíneos, y las mismas arterias, venas y capilares.

La sangre

La sangre contiene dos porciones: una líquida que corresponde a poco más de la mitad del volumen sanguíneo, y otra celular que corresponde a poco menos de la mitad.

Las células en sí son de dos tipos principales: glóbulos rojos y glóbulos blancos. Los glóbulos rojos no poseen núcleo en el momento de entrar en el torrente circulatorio. Son responsables del transporte de oxígeno y confieren a la sangre su color rojo. Hay unos cuatro millones y medio a cinco millones de eritrocitos en cada milímetro cúbico de sangre. El pigmento rojo de los eritrocitos es la hemoglobina; se combinan muy fácilmente con el oxígeno y con la misma facilidad lo liberan de nuevo, y es por este método como el oxígeno se transporta por todo el cuerpo, tomándose del aire y entrando en los pulmones para liberarse donde lo requieran los tejidos. Los eritrocitos sólo perduran en el torrente circulatorio de tres a cuatro meses antes de destruirse. Se producen sobre todo en la médula roja que contiene lo que se conoce como tejido eritropoyético: la médula roja en los adultos se confina en los huesos planos, p. ej., la pelvis y la escápula, y en los extremos de los huesos largos. En la infancia, la mayoría de los huesos contienen médula roja, pero esa cantidad decrece en la vida adulta. En estos puntos inactivos, la médula roja se convierte en médula amarilla, que no contiene tejido eritropoyético. No obstante, si la demanda se vuelve alta de repente, incluso en la vida adulta, la médula amarilla se llega a reconvertir en médula roja y comienza a producir de nuevo eritrocitos. Esto se estimula en los casos de pérdida crónica de sangre, p. ej., cuando se pierde sangre gradualmente durante un largo período, como en el caso de una úlcera sangrante, etc.

Cuando las células se catabolizan pasados de tres a cuatro meses, el hierro se retiene en el cuerpo y se almacena en el hígado para usarse de nuevo y generar nuevos eritrocitos. Los otros productos del catabolismo de la hemoglobina se excretan en la bilis que pasa al tubo digestivo y de ahí al exterior en las heces. Los leucocitos o glóbulos blancos son menores en número que los glóbulos rojos. Hay de cuatro a diez mil por milímetro cúbico de sangre, pero distintas enfermedades pueden provocar un aumento muy acusado del número de leucocitos. Los leucocitos en sí se dividen en dos tipos, leucocitos polimorfonucleares o granulocitos (60-75%) y leucocitos mononucleares o no-granulocitos (25-40%). Los granulocitos presentan grandes núcleos irregulares y lobulados. Se dividen

por sus características de tinción bajo el microscopio; los neutrófilos, un 60-70%, los eosinófilos, un 2-4%, y los basófilos, un 0,5-3%. Los neutrófilos son a los que más concierne el ataque sobre las bacterias y las partículas extrañas. Se congregan rápidamente en cualquier lugar en que haya una infección o invasión de sustancias extrañas, donde actúan rodeando estas partículas u organismos mediante lo que se conoce como movimientos ameboides. En esta acción, las células individuales acuden contra la partícula o cuerpo extraño y la rodean; la membrana celular se rompe y la partícula extraña se introduce en la célula alrededor de la cual se reforma la membrana celular. Los eosinófilos aumentan en número como resultado de las reacciones alérgicas. Los basófilos manufacturan heparina, que ayuda a prevenir la coagulación de la sangre en los vasos sanguíneos, e histamina, que causa la dilatación de los pequeños vasos sanguíneos, usualmente como resultado de una lesión local. Los basófilos no son, sin embargo, la única fuente de heparina o histamina.

El otro grupo de glóbulos blancos son los leucocitos mononucleares, cada uno poseedor de un gran núcleo redondo. Constituyen el 25% de los glóbulos blancos; en su mayoría son leucocitos que se asocian a respuestas inmunitarias.

Hay un tercer componente no líquido en la sangre. Son las plaquetas; son muy pequeñas y no son células reales. Las plaquetas se asocian con la coagulación de la sangre. El mecanismo de la coagulación es muy complejo y hay gran número de factores implicados; es la interacción de estos factores la que produce la coagulación en el momento adecuado. Si faltan uno o más factores, entonces tal vez no se produzca la coagulación. Esto ocurre en enfermedades como la hemofilia. De una forma muy simplificada, la coagulación ocurre mediante la producción de trombocinas por las plaquetas y el tejido dañado, que actúa con una sustancia llamada protrombina en el plasma, que forma la trombina. Esta acción sólo puede ocurrir si hay calcio presente en la sangre. La trombina actúa con una proteína hemática llamada fibrinógeno, que se transforma en fibrina. Esta fibrina crea una red que se densa gradualmente con la formación de más fibrina. La red y los glóbulos blancos quedan atrapados en esta red y forman el coágulo. El suero es el líquido que permanece después de formarse un coágulo, es decir, cuando todos los factores de coagulación y células se han eliminado.

La sangre es el sistema de transporte del cuerpo y cumple distintas funciones:

1. Transporta gases por todo el cuerpo. El oxígeno se transporta sobre todo en combinación con la hemoglobina de los eritrocitos y es necesario para el metabolismo de los tejidos. Una pequeña cantidad de oxígeno se disuelve en el plasma. El dióxido de carbono vuelve de los tejidos a los pulmones transportado por los glóbulos rojos y el plasma. También se transporta nitrógeno por todo el cuerpo disuelto en el plasma. Se trata de un gas inerte y constituye la mayor parte del aire que respiramos. Es este nitrógeno presente en el torrente circulatorio el que causa problemas en el sub-



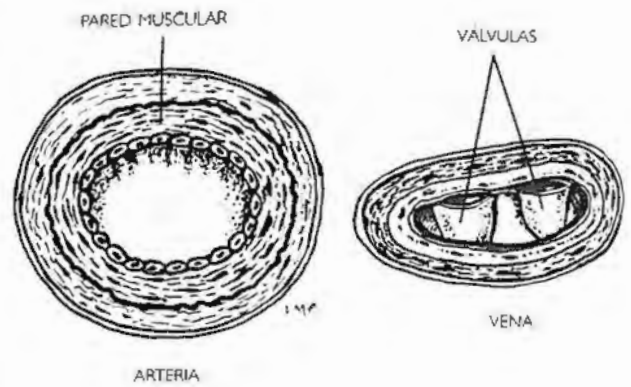
marinismo; al aumentar la presión del aire que respiramos, una gran cantidad de nitrógeno se disuelve en la sangre. Si un buzo torna con rapidez a la superficie y, por tanto, a un ámbito en que la presión es menor, el nitrógeno dejará de estar disuelto en la sangre al disminuir la presión y se formarán burbujas en el torrente circulatorio. Estas burbujas pueden bloquear los capilares y provocar la muerte de los tejidos que normalmente irrigan dichos capilares.

2. Los productos derivados de los alimentos se transportan a los tejidos del cuerpo; las sustancias de desecho, producto del metabolismo de los tejidos, se transportan como dióxido de carbono a los pulmones o como otros productos de desecho a los riñones donde se excretan en la orina. Distintas sales y electrolitos circulan por el cuerpo en el plasma. Muchos son requeridos por las células aunque no se puedan considerar alimento.
3. Los leucocitos circulan constantemente por el torrente circulatorio para estar siempre disponibles como parte del sistema de defensa contra las infecciones o la penetración de sustancias extrañas.
4. El calor se difunde hasta la piel, donde se disipa mediante una combinación de sudoración y radiación.

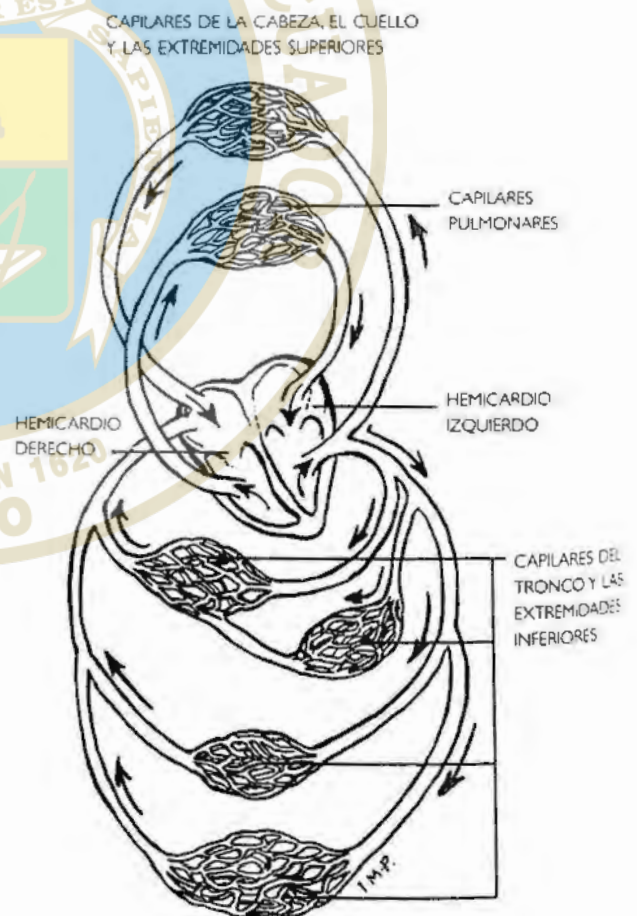
Circulación de la sangre

Obviamente, para cumplir las funciones que se han descrito, la sangre tiene que viajar por todo el cuerpo. El corazón bombea la sangre a las arterias, que disminuyen de tamaño gradualmente hasta llegar a los capilares. Las arterias y las arteriolas tienen paredes musculares que se dilatan y contraen (fig. 1.72). Los capilares tienen paredes finísimas, del grosor de una célula, por lo que las sales, electrolitos, alimentos y gases atraviesan las paredes para adentrarse en los tejidos y recoger las sustancias de desecho. Los capilares van confluyendo gradualmente y se unen para formar vénulas y venas. Estas tienen las paredes más gruesas que los capilares pero mucho más delgadas que las arterias (fig. 1.72). Las venas tienen poco músculo en sus paredes y son mucho menos elásticas que las arterias.

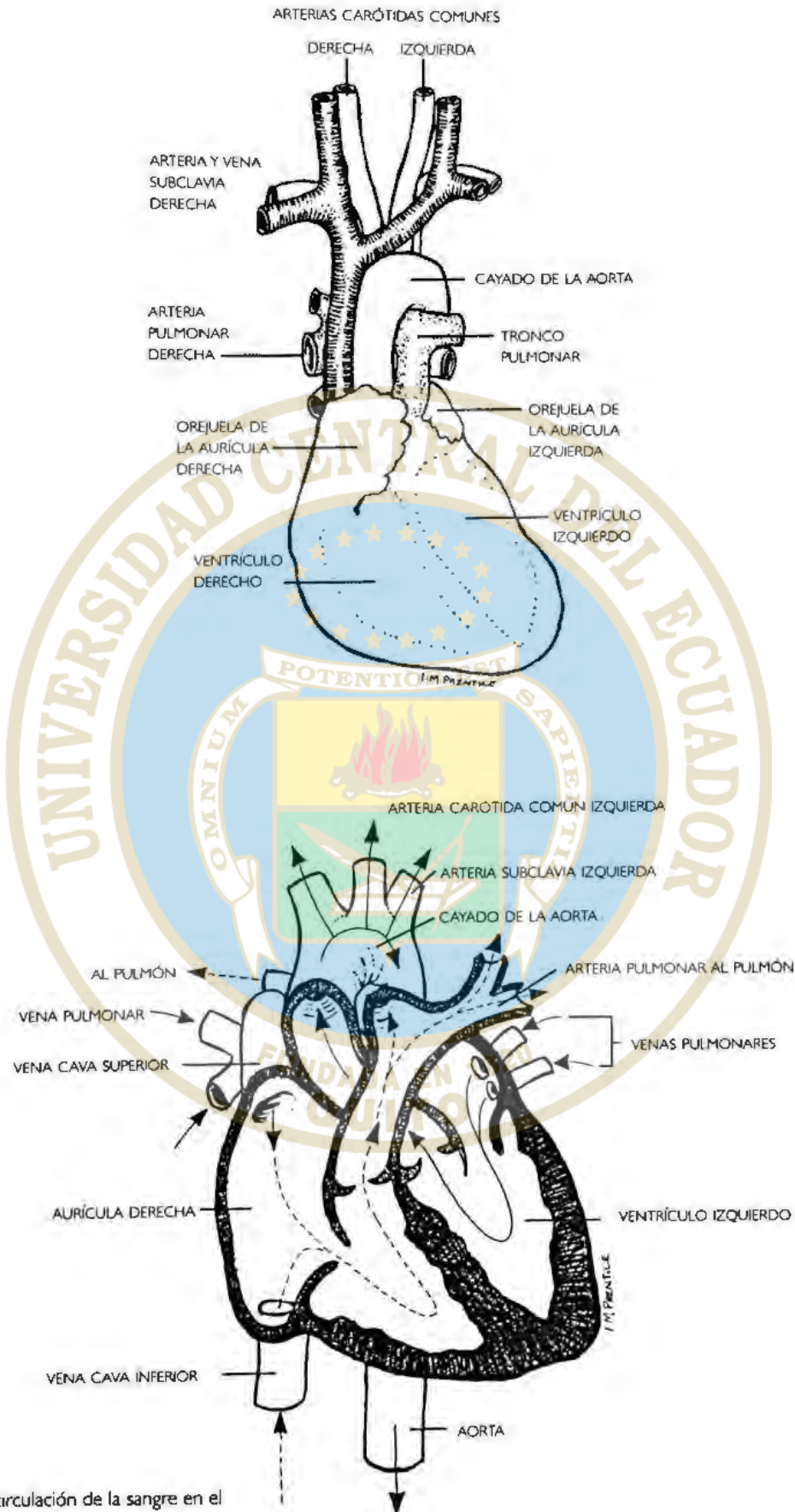
Como se aprecia en el diagrama (fig. 1.73) de la circulación, el corazón (figs. 1.74 y 1.75) es un bomba doble. Cada bomba se divide en dos partes, una aurícula que recibe la sangre que luego pasa al ventrículo, donde una poderosa contracción la expulsa para su circulación. La sangre que vuelve de la parte principal del cuerpo entra en la aurícula derecha y de ahí pasa al ventrículo derecho; del ventrículo derecho se bombea a los pulmones a través de la arteria pulmonar y luego a los capilares pulmonares, donde se desprende del dióxido de carbono y absorbe oxígeno. La sangre que acude a los pulmones está desoxigenada y llena de dióxido de carbono; la sangre que sale de los pulmones ha perdido casi todo el dióxido de carbono y está repleto de oxígeno. De los pulmones, a través de las venas pulmonares, entra en el hemicardio izquierdo por la aurícula izquierda, de ahí pasa al ventrículo izquierdo y luego se bombea para cumplir la circulación



1.72. Sección transversal de una arteria y una vena. Repárese en la pared muscular de la arteria, que no existe en la vena.



1.73. Diagrama de la circulación.



1.74. El corazón.

1.75. Esquema de la circulación de la sangre en el corazón y los grandes vasos.

general. La circulación de la sangre por los pulmones se llama circulación pulmonar. Se requiere un esfuerzo mucho mayor del corazón para bombear la sangre de la circulación general, por lo que el hemicardio izquierdo presenta un músculo más grueso que el hemicardio derecho. En su acción de bombeo, las aurículas se contraen primero, llenando los ventrículos que se expanden para recibir la sangre. Los ventrículos se contraen de inmediato, generando el típico ruido cardíaco de 'lub-dub', que corresponde a las contracciones de las aurículas seguidas de los ventrículos. Hay válvulas en la entrada de las cuatro cavidades del corazón para prevenir el retroceso de la sangre por el lugar por donde vino durante la contracción del músculo cardíaco.

La frecuencia de los latidos cardíacos es controlada por un área especial del músculo cardíaco llamada nódulo sinusal. Éste produce una contracción rítmica y actúa totalmente aislado. La onda de contracción de los músculos se extiende por los músculos de las aurículas causando una contracción completa de cada aurícula; no se extiende directamente al ventrículo, sino que los impulsos cursan por otro nódulo especial del músculo cardíaco, llamado nódulo auriculoventricular, y luego por un fascículo especial, llamado fascículo auriculoventricular. Éste estimula el músculo ventricular que comienza en el vértice del ventrículo, bombeando la sangre a la aorta y las arterias. Aunque el nódulo sinusal tiene una contracción rítmica completamente independiente, ésta es modulada por estímulos de los nervios simpáticos y parasimpáticos. La estimulación parasimpática causa un enlentecimiento de la frecuencia de los latidos del corazón, y la estimulación simpática causa una aceleración de la frecuencia cardíaca.

Del hemicardio izquierdo, la sangre se bombea a la arteria principal o aorta; ésta se divide en arterias menores y arteriolas, y luego en capilares, tal y como se describió antes. Mientras el ventrículo se contrae, la presión en la aorta se eleva y se transmite al resto de la circulación. Para acomodar la sangre, la aorta y las demás arterias se dilatan; cuando el ventrículo deja de contraerse, las válvulas entre la aorta y el ventrículo se cierran por la presión de la sangre en la aorta. Después de esto, los músculos de las paredes de las arterias se contraen como resultado directo del estímulo del estiramiento de las paredes de los vasos. Esta dilatación actúa de bomba secundaria, bombeando la sangre hacia la periferia. También tiene el efecto secundario de mantener la presión en las arterias entre una y otra contracción ventricular. Si no ocurriera esto, la presión se elevaría durante las contracciones ventriculares y luego descendería hasta cero cuando los ventrículos cesaran de contraerse.

Es este mecanismo combinado el que nos da las dos lecturas que se obtienen cuando se mide la tensión arterial con un esfigmomanómetro durante una exploración médica. La tensión sistólica o máxima de unos 120 milímetros de mercurio, que es la media en los adultos sanos, es la tensión máxima que se alcanza durante la contracción del ventrículo. Cuando los ventrículos se relajan, la presión descende a unos 80 milímetros de mercurio, y es

la combinación de elasticidad y contracción muscular de las paredes de las arterias la que mantiene la presión y evita que caiga por debajo de este nivel durante la relajación del músculo cardíaco. La onda de presión que desciende por el árbol arterial se detecta como un pulso en distintos lugares del cuerpo donde una arteria se puede comprimir entre el dedo del examinador y alguna estructura firme pero más profunda. El pulso corresponde a cada una de las contracciones del músculo cardíaco, por lo que de este modo se mide con sencillez la frecuencia cardíaca.

En un corazón normal sin ninguna patología, el pulso, es decir, las contracciones cardíacas, son totalmente regulares y sólo cambia la frecuencia. La frecuencia aumenta mediante el sistema nervioso simpático o con la liberación de adrenalina en el sistema sanguíneo, y es una respuesta natural a un aumento de la demanda de sangre oxigenada por el resto del cuerpo. El aumento de la frecuencia cardíaca es especialmente evidente durante el ejercicio, pero todo el mundo debe saber que se produce un aumento de la frecuencia cardíaca durante periodos de estrés o nerviosismo. Este último incremento se produce por estimulación nerviosa simpática. La irregularidad del pulso, que refleja la irregularidad del latido cardíaco, ocurre sólo en patologías cardíacas, en especial en personas que han sufrido un ataque al corazón o una trombosis coronaria. Esto puede causar daños en las porciones más especiales del músculo cardíaco, el nódulo sinusal y el nódulo auriculoventricular, así como en las vías de conducción, lo cual interfiere con la normal estimulación del músculo cardíaco.

En personas normales y sanas, existe una variación en la frecuencia cardíaca que corresponde a la inspiración y la espiración del ciclo respiratorio. Durante la inspiración, la frecuencia cardíaca aumenta ligeramente, y durante la espiración disminuye un poco. Es posible detectarlo con facilidad en uno mismo respirando hondo y lentamente con un dedo sobre el pulso.

La circulación pulmonar a través de las arterias y capilares pulmonares y su retorno por las venas y capilares pulmonares es mecánicamente muy parecida a la circulación general por la aorta, las arterias y las venas principales. No obstante, las presiones de la circulación pulmonar son inferiores a las de la circulación general.

En la circulación general el flujo de sangre recorre la aorta, las arterias y arteriolas hasta los capilares que forman el llamado lecho capilar, una gigantesca red de vasos diminutos donde se produce el intercambio de oxígeno, dióxido de carbono, alimentos y productos de desecho.

De los capilares la sangre desagua en diminutas venas o vénulas y luego en venas cada vez más grandes, y retorna por la vena cava al hemicardio derecho. Durante el latido cardíaco, la onda pulsátil se pierde en el sistema capilar. Por tanto, la presión en las venas conserva un nivel bastante más constante. Sin embargo, hay tres factores totalmente diferenciables que afectan la presión en las venas. El primero es la gravedad: en bipedestación, del corazón hacia abajo, la altura de la columna de san-



gre está por encima del nivel al que debería medirse en cualquier vena; por tanto, en las venas de los pies hay una columna de sangre entorno a 1,2 metros en una persona de 1,8 metros. Se requiere, por tanto, mucha presión para elevar esta columna de sangre hasta el corazón. A ello ayudan las válvulas presentes en las venas que impiden que la sangre fluya en la dirección equivocada. Si las venas fallan y dejan de impedir el retroceso de la sangre, las venas se distienden en exceso y es este factor el que produce lo que se conoce como varices. Por encima del nivel del corazón hay, por supuesto, una presión negativa, por lo que la sangre desciende de la cabeza y el cuello al corazón.

El segundo factor que ayuda al flujo de la sangre por las venas son las contracciones musculares; muchas venas cursan entre los músculos de las extremidades y el tronco, y cuando estos músculos se contraen y tensan, hombean la sangre en una dirección, es decir, hacia el corazón. Este flujo unidireccional se consigue con la presencia de válvulas en las venas, como ya se han mencionado, que permiten el paso de la sangre en una sola dirección. Este efecto de los músculos del cuerpo sobre la circulación a veces recibe el nombre de bomba periférica.

El tercer factor asociado con la circulación es la respiración; durante la inspiración, la contracción del diafragma y la contracción de los músculos entre las costillas incrementa el tamaño de la cavidad torácica; esto produce una presión negativa en la cavidad torácica, con la consiguiente entrada de aire en los pulmones; al mismo tiempo esta presión negativa afecta las grandes venas del pecho y genera una presión ligeramente negativa en ellas, lo cual favorece la llegada de la sangre de la circulación periférica.

El sistema linfático

Aunque estrictamente no forma parte del sistema cardiovascular, el sistema linfático se aborda en este capítulo porque la linfa desagua finalmente en la circulación general.

En los capilares de la circulación general, las paredes son extremadamente delgadas, por lo que la porción líquida de la sangre consigue difundirse. Una vez fuera, forma un líquido tisular o líquido intersticial entre las células en los espacios tisulares. Gran parte vuelve al torrente circulatorio, si bien el sistema linfático sirve para desaguar cualquier exceso. También drena otras sustancias y grandes moléculas, como proteínas, que no pueden entrar directamente en la sangre por su tamaño. Estas partículas o moléculas se transportan en la linfa. El sistema linfático comienza con unos capilares muy finos que desaguan directamente en los espacios tisulares, por lo que no hay paredes para que el líquido intersticial y las pequeñas partículas pasen. Una vez en estos capilares, el líquido recibe el nombre de linfa. Los capilares linfáticos convergen para formar vasos que, como las venas, cuentan con válvulas, aunque mucho más numerosas. Los vasos linfáticos se van uniendo y en su curso atraviesan los ganglios linfáticos. Estos ganglios tienden a agruparse en diversas partes del cuerpo, en especial en la ingle, las axilas, en el

tronco a lo largo de la base de los vasos procedentes del tubo digestivo, y en la porción central del pecho. Estos ganglios linfáticos actúan de filtros para evitar que sustancias indeseables, como bacterias, tengan acceso al torrente circulatorio. Si interceptan una cantidad significativa de material infectado que contenga un gran número de bacterias, los ganglios linfáticos pueden empezar a doler, hincharse e inflamarse. Esto se aprecia particularmente bien en la amigdalitis, porque las amígdalas son pequeñas masas de tejido linfático. Después de pasar por los ganglios, los vasos linfáticos convergen y gradualmente se convierten en vasos mayores que terminan desaguardo en las grandes venas antes de llegar al corazón.

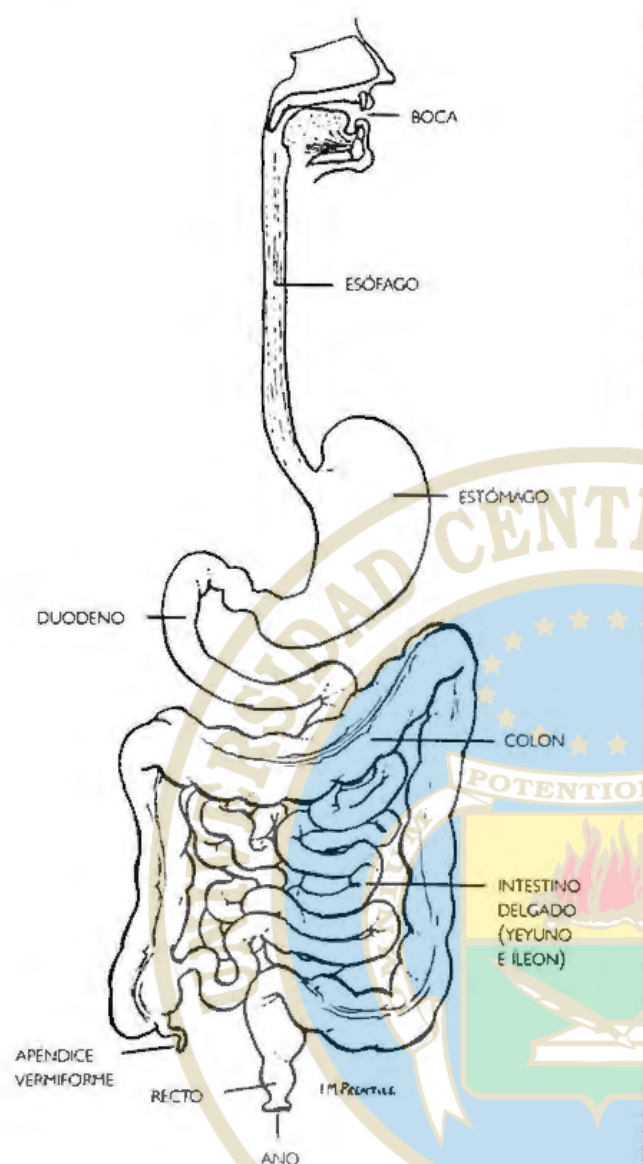
1.7. El tubo digestivo y la digestión

El tubo digestivo

Tiene su origen en la boca y adopta la forma de tubo ininterrumpido hasta el ano (fig. 1.76). La comida se ingiere por la boca, donde se desmenuza en partículas más pequeñas mediante la masticación antes de que el bolo alimenticio sea deglutido. Cuando esto sucede, el dorso de las fosas nasales queda cerrado por el velo del paladar. El paladar se divide en dos porciones, la mitad anterior es el paladar duro, que es fijo, y la mitad posterior constituye el velo del paladar, que es móvil. Este último se eleva y cierra la nasofaringe, para que la comida no entre en esta área. Al mismo tiempo, la laringe, situada al inicio de la tráquea, se desplaza hacia arriba y adelante, y se cierra mediante un pliegue de tejido llamado hendidura glótica. Ésta impide que la comida entre en la tráquea. A partir de la faringe, el bolo entra en un tubo llamado esófago que se extiende de la orofaringe (boca y garganta) a la cavidad torácica y, a través de un agujero o hiato en el diafragma, entra en el estómago. El estómago actúa mecánicamente como un gran receptáculo que contiene la masa de comida antes de someterla a otros procesos digestivos, además de ser el lugar donde se inician algunos procesos digestivos químicos. Después del estómago hay un tramo corto de intestino delgado llamado duodeno. Al duodeno llega un conducto formado por otros dos que se unen justo antes de entrar en la luz del duodeno. Estos son:

- la vía biliar, procedente de la vesícula biliar y del hígado, que transporta bilis y sales biliares, y
- el conducto pancreático, que transporta enzimas digestivas del páncreas.

Después del duodeno encontramos el resto del intestino delgado que comprende el yeyuno y el íleon. Este último desagua en el ciego, que es el comienzo del intestino grueso y del cual surge el apéndice vermiforme. El resto del intestino grueso está formado por el colon ascendente, el colon transverso y el colon descendente, que terminan en el recto. El recto es otro reservorio, en este caso para los residuos de la comida que forman las heces.



1.76. El tubo digestivo.

La digestión

La digestión se inicia en la boca. El contenido del tubo digestivo se desplaza mediante ondas causadas por contracciones musculares llamadas peristalsis. Estas ondas peristálticas se vuelven excesivas en casos de infección, como en gastroenteritis, y se perciben como espasmos dolorosos o cólicos. En otros casos, no es normal que se perciban las ondas peristálticas. Esto ayuda a lubricar el bolo alimenticio, para que se degluta con más facilidad, y también contiene las primeras enzimas digestivas o tialina. La tialina es la única enzima digestiva que actúa en la boca

y su papel es iniciar el catabolismo del almidón, aunque su efecto no sea muy significativo en el proceso global de la digestión del almidón. Si se mastican alimentos con almidón, como el pan o las patatas, y se mantienen en la boca cierto tiempo, es posible detectar la degradación por el ligero endulzamiento del bolo masticado a medida que el almidón se transforma en azúcares simples. Una enzima es una sustancia química compleja que actúa de catalizador bioquímico. Los procesos digestivos se producen mediante distintas enzimas con el fin de degradar las grandes moléculas complejas del alimento en moléculas mucho más sencillas, que se absorben a través de la pared del tubo digestivo y llegan por el torrente circulatorio hasta el hígado. Distintas enzimas entran en el tubo digestivo a distintos niveles.

Cada enzima es muy específica en su acción y sólo inicia o controla un proceso químico. Las enzimas individuales sólo pueden actuar en un margen muy estrecho del pH (la medición de la acidez o alcalinidad). Todas actúan óptimamente a la temperatura corporal y se destruyen con calor, por lo que los alimentos cocinados tienen todas las enzimas que puedan contener destruidas por el calor. Las sustancias alimenticias se deben absorber por la pared del tubo digestivo para que sean beneficiosas, aunque las grandes moléculas complejas no pueden atravesarla. Sin la enzima necesaria, esta degradación molecular no puede ocurrir. Por ejemplo, los seres humanos, aunque omnívoros, no tienen enzimas que degraden la celulosa, la cual pasa por el intestino como sustancia celulósica. Por tanto, los seres humanos no pueden vivir comiendo hierba, mientras que los herbívoros sí producen esa enzima y degradan la celulosa para producir hidratos de carbono asimilables.

En el estómago, la comida se almacena temporalmente y al mismo tiempo se mezcla con otras secreciones de la pared del estómago. Parte de la secreción es ácida para ajustar el pH del contenido y permitir a las enzimas gástricas que también se secretan actuar con el grado correcto de acidez. Se produce poca absorción de sustancias alimenticias en la pared del estómago, aparte, posiblemente, de ciertos azúcares simples y alcohol. Las sustancias alimenticias pasan poco a poco en pequeñas cantidades del estómago al duodeno. Separa estas dos áreas una válvula muscular o esfínter que se abre periódicamente para que pase más comida al duodeno.

En el duodeno la comida se mezcla con nuevas enzimas. Los jugos intestinales, que contienen variedad de enzimas, son producidos por las glándulas de la pared duodenal. La bilis, producida en el hígado, entra de forma combinada a través de las vías biliares y el conducto pancreático. La bilis contiene sales y pigmentos biliares. Las sales biliares intervienen en la emulsión de grasas y ayudan a la absorción de los productos del catabolismo de las grasas, sobre todo los ácidos grasos. Los pigmentos biliares son sustancias de desecho producidas por el hígado, en gran medida del catabolismo de los eritrocitos. Su inyección en el duodeno del intestino delgado es uno de los métodos por el que se eliminan del cuerpo. Por el mismo orificio combinado en la pared duodenal, el



jugo pancreático se introduce en el duodeno. Éste contiene enzimas que favorecen la digestión de grasas y enzimas, que ayudan a la degradación de azúcares y proteínas.

La función del páncreas no cesa con la producción de las enzimas que se liberan en el intestino; en la sustancia del páncreas hay lo que se conoce como glándulas endocrinas. Son glándulas que producen sustancias que se secretan directamente en el torrente circulatorio. En el páncreas, las glándulas endocrinas se presentan en los llamados islotes de Langerhans. Estos islotes producen dos hormonas: insulina y glucagón. La insulina baja el nivel de azúcar en la sangre y ayuda a las células del cuerpo a almacenarla en forma de glucógeno. El glucagón eleva el nivel de azúcar en la sangre al estimular la descomposición del glucógeno en azúcares simples. Es la falta de insulina por un fallo del páncreas la que causa la diabetes mellitus.

A su paso por el resto del intestino delgado, las enzimas siguen actuando sobre los productos alimenticios, que se descomponen gradualmente. Cuando esta descomposición ha avanzado lo suficiente, los nutrientes se absorben lentamente por la pared intestinal. La mayor parte de esta absorción ya se ha producido cuando la comida llega al ciego, y casi todo lo que permanece son productos de desecho en estado semilíquido. La principal función del intestino grueso es la absorción del agua de los residuos alimenticios para evitar una acusada pérdida del cuerpo. Esto también reduce la masa de la materia desechable que adopta una forma sólida que ocupa menos espacio. Sólo una pequeña porción de la absorción de los nutrientes de los alimentos digeridos se produce a través de las paredes del intestino grueso. La cantidad absorbida es relativamente insignificante.

Funciones del hígado

El hígado es extremadamente completo y desempeña muchas funciones, pero de tres tipos principales.

SECRETORA

El hígado produce bilis que contiene sales y pigmentos biliares. Los pigmentos biliares se crean en gran medida mediante el catabolismo de los eritrocitos. Entran en el duodeno y se eliminan en gran medida del cuerpo en las heces, aunque una pequeña cantidad se reabsorbe por las paredes del intestino delgado y entra en la circulación general de la sangre, de la que se elimina en los riñones y se excreta en la orina. Los pigmentos biliares son en gran medida responsables del color amarillo de la orina.

Las sales biliares también llegan al duodeno por las vías biliares y su papel es emulsionar grasas para favorecer la descomposición y absorción. Una vez se ha formado la bilis en el hígado, en su mayor parte se concentra y almacena temporalmente en la vesícula biliar, que es un saco a modo de ramal de las vías biliares. Es en la vesícula biliar donde se pueden formar cálculos. Éstos se deben a

veces a un exceso de pigmentos biliares, o pueden ser depósitos cristalinos de sales biliares.

La heparina también se produce en el hígado, pero se vierte directamente en el torrente circulatorio. Su función es ayudar a prevenir la coagulación de la sangre durante la circulación general del cuerpo.

ALMACENADORA

- El glucógeno se almacena en el hígado. Se forma con glucosa y es la forma química en que se almacena. Se fabrica con gran rapidez y se descompone de nuevo en glucosa con la misma celeridad cuando es necesario. El glucógeno también se almacena en los músculos. Cuando se requiere glucosa para el ejercicio o tras un ayuno (los cuales provocan una caída de los niveles de glucemia), la glucosa se forma muy rápidamente mediante la reconversión de glucógeno. Tras una comida, la glucosa que se produce con la digestión de hidratos de carbono y no se requiere de inmediato para el metabolismo, se almacena como glucógeno, que reabastece las reservas tal vez agotadas entre comidas.
- El hígado es un punto de almacenamiento de vitaminas A, B y D. Originalmente, las vitaminas se absorben de los alimentos porque el cuerpo no es capaz de fabricarlas. De los depósitos de almacenamiento en el hígado, las vitaminas se liberan cuando es necesario.
- El hierro se almacena tras el catabolismo de los eritrocitos caducos; se liberan entonces para la síntesis de hemoglobina necesaria para crear nuevos glóbulos rojos.

METABÓLICA

El hígado es responsable de la utilización de las proteínas, grasas e hidratos de carbono para la nutrición general del cuerpo. Estas sustancias, que se encuentran principalmente en forma muy compleja cuando se ingieren como alimento, se tienen que degradar en sustancias más simples para que sean aptas para su utilización por el cuerpo. Tras la degradación de las proteínas en aminoácidos, que son cadenas químicas mucho más simples, el hígado sintetizará nuevas proteínas cuando se requieran para las distintas funciones fisiológicas del cuerpo. Aunque el hígado humano también puede sintetizar muchos de los aminoácidos necesarios a partir de moléculas simples básicas, hay ciertos aminoácidos que no puede producir. Se conocen como 'aminoácidos esenciales'. Deben estar presentes en la dieta como aminoácidos o como proteínas más complejas, o de lo contrario el cuerpo sufrirá un déficit y funcionará peor.

Si hay demasiada glucosa presente y si las reservas de glucógeno están llenas, el exceso de hidratos de carbono se convierte en grasas en el hígado y luego se almacena en otra parte del cuerpo. La mayoría de las sustancias tóxicas que se ingieren con la comida se desintoxican en el hígado. Desintoxicación significa que el hígado cambia la estructura química de estas sustan-



cias para que dejen de ser nocivas. Después de esto, pueden volver al torrente circulatorio donde se eliminan en los riñones o se excretan en la bilis y por el intestino. Además, hay algunas sustancias potencialmente tóxicas que son producto del metabolismo normal de las proteínas en el cuerpo. Por ejemplo, el amoníaco se convierte inmediatamente en urea en el hígado. La urea pasa entonces a la circulación y se excreta por los riñones en la orina. Durante el proceso de desintoxicación, los hepatocitos pueden resultar dañados por las sustancias tóxicas que se han ingerido. Aunque se pueden producir nuevas células, no siempre sucede y los hepatocitos muertos se reemplazan por tejido fibroso, lo cual va mermando gradualmente las capacidades funcionales del hígado y causa una insuficiencia hepática. Probablemente la sustancia más habitual que causa estos problemas en el hígado sea la ingesta excesiva de alcohol. Distintas drogas y algunas sustancias químicas industriales también causan daños hepáticos.

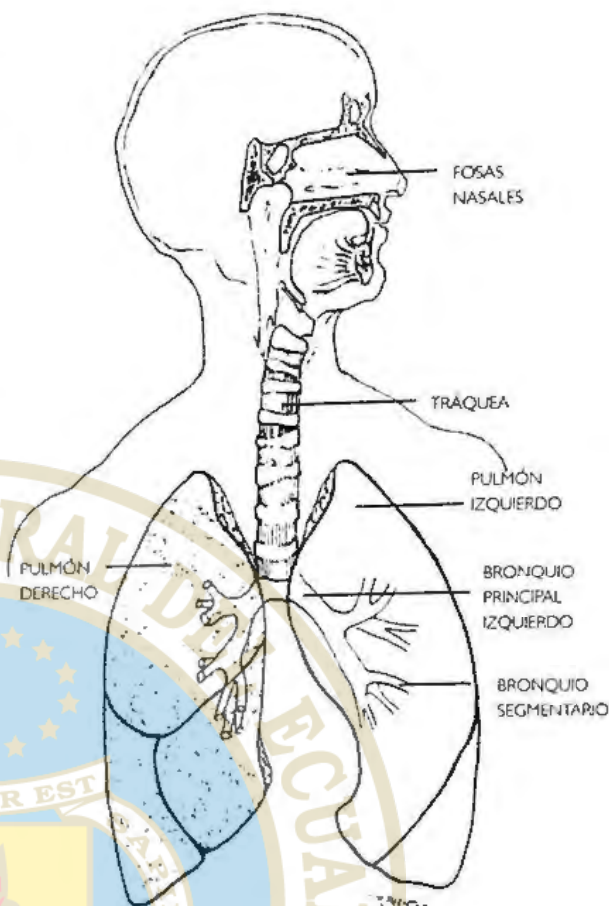
1.8. El sistema respiratorio

La respiración garantiza una entrada adecuada de oxígeno para los procesos oxidativos del cuerpo, y también asegura la eliminación de suficiente dióxido de carbono para mantener una concentración acidobásica constante en la sangre (equilibrio acidobásico). El oxígeno se capta en los pulmones del aire inspirado y es absorbido con rapidez por los eritrocitos, que lo transportan por todo el cuerpo. También en los pulmones el dióxido de carbono se elimina durante la espiración. Es el llamado intercambio gaseoso. El aire entra por la nariz, donde se calienta y se filtra a su paso por las vibras de las fosas nasales (fig. 1.77).

Los pulmones son dos grandes órganos elásticos de paredes finas situados en el tórax. Se expanden y comprimen con los movimientos del tórax de modo que el aire se atraiga a su interior y se expulse repetidamente. Respiramos por la boca o la nariz hacia la faringe, y el aire inspirado entra en la tráquea. A continuación, el aire rico en oxígeno penetra en los pulmones a través de los dos bronquios.

Estas vías respiratorias se ramifican en conductos cada vez más pequeños llamados bronquiolos, que terminan en millones de saquitos similares a burbujas y llamados alvéolos. Se trata de sacos de paredes muy finas y en contacto con la red de capilares del sistema circulatorio. Por estas finas paredes de los alvéolos y los capilares entran y salen el dióxido de carbono y el oxígeno (fig. 1.78).

Los pulmones están encerrados en la cavidad torácica, y, por tanto, los cambios de forma y tamaño del tórax provocan cambios en la presión del aire en los pulmones. Los músculos respiratorios son responsables de los cambios en la forma de la cavidad torácica que causan el movimiento del aire implicado en la respiración. Durante la inspiración, el tórax se expande y los músculos inspiratorios controlan las costillas mientras que el diafragma desciende. Los pulmones se expanden al igual que

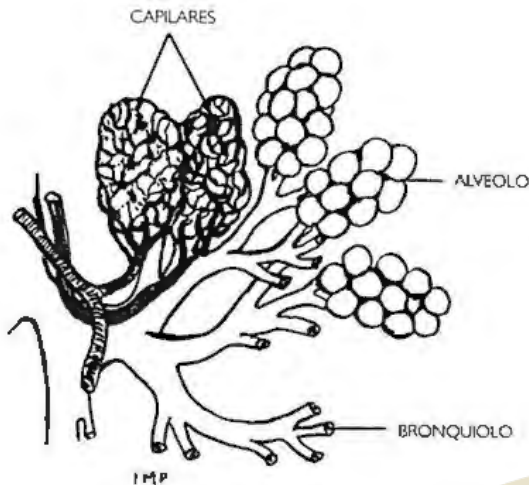


1.77. Las vías respiratorias.

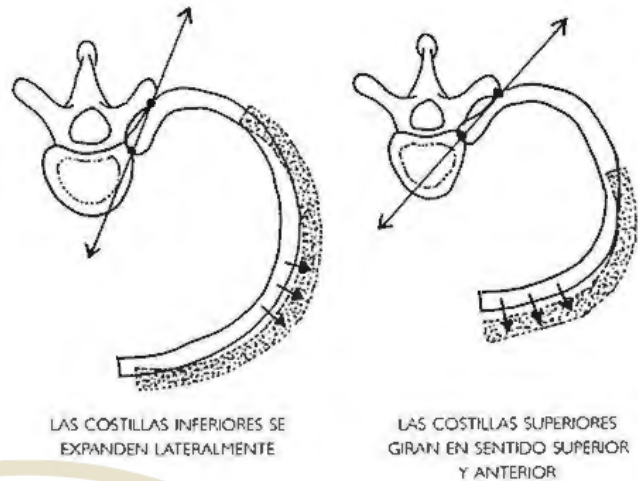
el tórax, aumentando su volumen y reduciendo la presión en su interior. El aire es atraído a su interior para equilibrar la presión.

Los pulmones están encerrados en un saco doble llamado pleura. La pleura parietal reviste las paredes de la cavidad torácica, y la pleura visceral recubre los pulmones. El hemiespacio intrapleural se encuentra entre las paredes de la pleura. Contiene una mínima cantidad de líquido que humedece ambas porciones de la pleura y las vuelve resbaladizas y aptas para deslizarse con facilidad entre sí mientras los pulmones se expanden y encogen con cada respiración.

Los pulmones tienen forma de cono. El vértice de cada pulmón se extiende casi por encima de las clavículas y sus bases descansan sobre el diafragma a nivel de la VI costilla por delante y de la VIII por el costado. Los pulmones se dividen en lóbulos. El pulmón derecho tiene tres lóbulos (superior, medio e inferior) divididos por fisuras. Cada lóbulo recibe independientemente un bronquio o vía respiratoria. Cada lóbulo se divide en segmentos, que reciben un bronquio segmentario. El pulmón izquierdo tiene dos lóbulos, uno superior y otro inferior. Por tanto, si un lóbulo o el segmento de un lóbulo quedan incapaces



1.78. Alvéolos pulmonares. El dibujo muestra la porción terminal de la vía respiratoria (el alvéolo) con la masa de capilares en estrecha vecindad, lo cual permite el intercambio de gases entre el aire que contienen los alvéolos y la sangre de los capilares.



1.79. Movimiento de las costillas.

citados, los lóbulos o segmentos restantes compensarán su falta para seguir suministrando oxígeno.

El tórax consta de doce pares de costillas que se articulan posteriormente con la columna dorsal y anteriormente con el esternón. En la columna vertebral, las costillas forman diartrosis con los cuerpos de las vértebras dorsales (articulaciones costovertebrales). Las costillas II a IX forman hemicarillas con el cuerpo de las vértebras inmediatamente superior e inferior. Además, el tubérculo de cada costilla se articula con la apófisis transversa de su vértebra inferior (articulación costotransversal). Las costillas I, X, XI y XII se articulan con una vértebra en la articulación costovertebral, y las costillas XI y XII no presentan articulación costotransversal.

Anteriormente, las costillas están formadas por cartílago, lo cual les confiere flexibilidad para los movimientos de la respiración y para la amortiguación de golpes. Las costillas I-VII se denominan costillas verdaderas y se articulan con el esternón mediante anfiartrosis sinoviales (articulaciones esternocostales). Las costillas VIII-X se articularon con el cartílago costal de la costilla VII, y las costillas XI y XII son costillas flotantes que carecen de una inserción anterior.

Los pulmones y la pared torácica contienen elementos elásticos en su estructura. El tejido elástico de los pulmones tiende a encoger, mientras que la caja torácica suele moverse en la dirección contraria aportando una fuerza opuesta.

Movimientos costales

Las costillas se curvan en sentido descendente desde su inserción en la columna vertebral mientras que sus car-

tilagos costales ascienden hasta alcanzar el esternón. El punto inferior de las costillas se sitúa lateralmente mientras que los extremos anteriores están por debajo de los extremos posteriores. Las costillas I y II sólo se mueven ligeramente, mientras que las costillas III-VI, cuando se elevan, se mueven en dos direcciones. Las costillas se elevan anteriormente alzando los cartílagos costales, y también con el esternón. Es el llamado 'movimiento en palanca de bomba' que incrementa las dimensiones anteroposteriores de la caja torácica (fig. 1.79). El segundo patrón de movimiento costal se produce cuando las costillas pivotan sobre sus extremos anterior y posterior, y la diáfisis se eleva, aumentando el diámetro transversal del tórax. Se llama 'movimiento en asa de cubo'. Las costillas VII-X se mueven más en asa de cubo y también con un movimiento de apertura en compás que aumenta considerablemente el tórax y la capacidad pulmonar. Las dos costillas flotantes XI y XII, que presentan inserciones en el diafragma, se deprimen y estabilizan por la acción del músculo cuadrado lumbar.

Músculos respiratorios

El diafragma es el principal músculo de la respiración. Está dentro del tórax, tiene forma de cúpula e inserciones circulares en las seis costillas inferiores, en la apófisis xifoides del esternón y en los cuerpos de las dos vértebras lumbares superiores. De ahí surgen fibras musculares que radian y ascienden hasta un tendón central plano. El diafragma divide las cavidades torácica y abdominal, situándose debajo de los pulmones y sobre el hígado, el bazo, los riñones y el estómago. Cuando las fibras musculares se contraen, como en la inspiración, el tendón central des-



ciende y la cúpula se achata. La dimensión vertical del tórax, por lo tanto, aumenta comprimiendo los órganos del abdomen. Cuando el diafragma se mantiene estático sobre el hígado, su contracción prosigue para elevar las costillas inferiores que expanden las dimensiones transversales del tórax.

Es el principal músculo que trabaja durante una respiración pausada. Cuando estamos dormidos, la respiración prosigue debido al control neural y químico.

Los músculos intercostales se encuentran entre las costillas y ocupan los espacios intercostales. Los más superficiales son los intercostales externos, cuyas fibras se extienden en sentido descendente y anterior desde el borde inferior de una costilla hasta el borde superior de la costilla inmediatamente inferior (de forma parecida al músculo oblicuo inferior). A nivel profundo se encuentran los músculos intercostales internos. Se encuentran a 90° respecto a los intercostales externos y discurren hacia abajo y atrás. Estos dos músculos interactúan en la inspiración cuando se ejerce tracción ascendente sobre la costilla inferior hacia la siguiente, como en el movimiento en asa de cubo. La espiración es en gran medida pasiva debido a la retracción elástica de los pulmones, si bien entran en acción durante la espiración forzada.

Patrones respiratorios

En el deporte se necesitan patrones respiratorios eficaces con cuyo esfuerzo se pretende inspirar el máximo volumen de aire y usar el máximo porcentaje de oxígeno. La resistencia física se consigue de este modo cuando el sistema cardiovascular funciona óptimamente. En la danza se requiere la misma función fisiológica eficaz, si bien el esfuerzo en los movimientos difíciles no se debe apreciar estéticamente. Los movimientos más complicados deben parecer ejecutados sin esfuerzo y con una fluidez de movimientos en ningún momento alterada.

En el ejercicio, y sobre todo en la danza, la exigencia de oxígeno aumenta, pero, como los movimientos se vuelven más complicados, también aumenta la necesidad de estabilidad y control de la columna vertebral y la cintura escapular. La danza, en sus momentos más agotadores, exige un aumento de la frecuencia y la profundidad de la respiración, si bien debe parecer armónica y sin esfuerzo alguno. El corsé abdominal se activa para controlar la postura y conseguir una pelvis estable con la que generar movimientos con las extremidades inferiores. En consecuencia, se tiene que observar el patrón respiratorio de los bailarines con mucha atención para corregir cualquier cosa que pueda afectarlo.

Una buena técnica requiere que la relación de la cintura escapular, la columna vertebral y la pelvis esté bajo control en todo momento, sea en un *renversé* o en un *batement tendu*. La tensión de los hombros y el cuello afectará la respiración y a menudo es resultado de una postura vertebral incorrecta que influye negativamente en el movimiento costal, en los pulmones y en la respiración. La tendencia es respirar con la porción superior de los pulmones y este patrón respiratorio es más superficial y me-

nos eficaz. Si un niño está ansioso o intenta dar un paso muy difícil, los hombros se tensan, la respiración se vuelve superficial, el peso se echa hacia atrás y el movimiento se vuelve menos coordinado.

RESPIRACIÓN LATERAL O COSTAL

Una buena postura estática garantiza que las curvaturas de la columna estén equilibradas (véase Postura, pág. 58). La cintura escapular se estabiliza sobre una pelvis bien alineada. Las costillas tienen libertad para moverse en sentido ascendente y lateral hacia fuera con los músculos abdominales activos, sobre todo los músculos transversos del abdomen. El músculo dorsal ancho sostiene la espalda y ancla la cintura escapular. Las costillas se mueven con un movimiento en asa de cubo, el diafragma puede funcionar bien, el tronco es estable y la cintura escapular libre. Los lóbulos mayores e inferiores se pueden usar óptimamente y los bailarines 'respiran hacia la espalda y los costados'. Los músculos intercostales se pueden usar con eficacia. Si se establece una buena postura desde el principio, los patrones respiratorios y el control de los movimientos complejos se desarrollarán naturalmente.

RESPIRACIÓN APICAL

Este tipo de respiración con la porción superior de los pulmones es menos eficaz. Como se mencionó antes, suele ser el resultado de una postura incorrecta. La rotación externa excesiva de los pies desplaza el peso hacia atrás, desestabiliza la postura y se desarrolla tensión en el cuello. La interpretación errónea de la orden de distender el pecho puede provocar lo mismo. La caja torácica se eleva por delante, la columna dorsal se extiende perdiendo su curvatura natural y se impone el movimiento en palanca de bomba de las costillas. Volviendo al niño con aprehensión que acumula tensión en el cuello, no puede dejar de subrayarse la importancia de enseñar a bailar en una atmósfera positiva, con respaldo y comprensión. Si esto no se lleva a cabo correctamente, se activan los músculos accesorios de la respiración y 'elevan' los hombros para llenar los pulmones. Los músculos escalenos, esternocleidomastoideo y la porción superior del trapecio del cuello se activan elevando las clavículas y, por tanto, el esternón. Los músculos pectorales se tensan y también los músculos más profundos en torno a la columna dorsal, inhibiendo aún más el movimiento de las articulaciones costovertebrales y costotransversales de las costillas.

Si los músculos situados por encima de la escápula están tensos, se restringen los *ports de bras* y el uso de la cabeza. La audiencia se fija más en la tensión del rostro, del cuello y los brazos que en la fluidez expresiva de los brazos y el movimiento de cabeza y hombros (*épaulement*). En el exigente ritmo *allegro* se emplean todos los patrones respiratorios, aunque, cuando la resistencia física es menor de lo que debiera, la respiración se vuelve laboriosa antes y el movimiento queda comprometido.

Al corregir la postura, sobre todo de la caja torácica, se debe tener cuidado de que no descienda por delante.



La columna vertebral se debe recolocar y llevar el peso hacia delante. Se debe mostrar cómo se expanden lateralmente las costillas, dejando caer los hombros y activando el núcleo corporal. Pedir que las costillas descendan o corregirlas por delante deja al niño incapacitado para respirar correctamente, confuso y en ningún caso beneficiado.

RESPIRACIÓN ABDOMINAL

Este patrón respiratorio facilita una buena expansión de los lóbulos inferiores de los pulmones. No obstante, la relajación de los músculos abdominales es necesaria para que el diafragma descienda, el abdomen se distienda y las costillas tengan libertad para expandirse. Es una forma eficaz de que se llenen los pulmones y la emplean perfectamente los cantantes que adoptan una postura estable antes de usar el control de la respiración y los pulmones para mantener las notas o lograr un fraseo complejo. No resulta tan práctico para los bailarines que requieren resistencia física y control de los movimientos.

La espiración es, primero de todo, una retracción elástica del tejido pulmonar, acompañada de la elevación del diafragma. En una respiración más energética, los pulmones expulsan aire rico en dióxido de carbono para captar más oxígeno. Los músculos intercostales y abdominales se activan forzosamente.

Explorar el uso de los pulmones hace que los bailarines aprecien la importancia del volumen, la profundidad, el ritmo y la resistencia física. En el yoga, el uso de la respiración es intrínseco al ejercicio, y los beneficios fisiológicos y físicos del yoga pueden ser toda una revelación para los bailarines más experimentados.

Para saber más: Calais-Germain, B., *Anatomy of Breathing*. Seattle, Eastland Press, 2006.

Respiración

La respiración se divide en dos actos:

1. Respiración externa.
2. Respiración interna o celular.

RESPIRACIÓN EXTERNA

La respiración externa ocurre en los pulmones. El aire que contiene el oxígeno necesario para el metabolismo tisular viaja hasta los pulmones a través de las vías respiratorias para terminar en los alvéolos (fig. 1.78). Las paredes de los alvéolos contienen un gran número de capilares llenos de sangre, y la separación entre el torrente circulatorio y el aire presente en los alvéolos tiene un grosor de unas dos células. En este punto el oxígeno se difunde de los alvéolos a la sangre desoxigenada y procedente del hemicardio derecho. Al mismo tiempo, el dióxido de carbono de la sangre sigue el recorrido opuesto al del torrente circulatorio a los alvéolos. Por tanto, el aire espirado contiene una escasa cantidad de oxígeno y un nivel elevado de dióxido de carbono en comparación con el aire inspirado.

RESPIRACIÓN INTERNA O CELULAR

La respiración interna o celular se produce en todas las células vivas del cuerpo. Es el mecanismo que genera la energía necesaria para toda actividad corporal. El material que se oxida y el productor más habitual de energía son los hidratos de carbono en forma de glucosa. La glucosa se combina con el oxígeno para crear dióxido de carbono, agua y energía. En esta reacción colabora una enzima. También se pueden oxidar otras sustancias distintas a los hidratos de carbono y que requieren diversas enzimas de acción muy específica. Si se oxidan grasas, se requiere más oxígeno que si se oxidan hidratos de carbono.

Transporte de oxígeno y dióxido de carbono

En los alvéolos pulmonares, el oxígeno presente en el aire se disuelve en la fina película de humedad de las paredes celulares. A continuación atraviesa las células mediante difusión y entra en el plasma sanguíneo. La mayor parte del oxígeno que se difunde se combina con la hemoglobina de la sangre para formar oxihemoglobina, aunque una mínima cantidad permanece disuelta en el plasma sanguíneo. La presencia de hemoglobina permite transportar casi siete veces más oxígeno en el torrente circulatorio en forma de oxihemoglobina que si hubiera una simple solución de oxígeno en el plasma sanguíneo. En las células, donde el oxígeno se utiliza, se produce dióxido de carbono. Este dióxido de carbono se disuelve y forma ácido carbónico que se transporta sobre todo como bicarbonato en el plasma. También hay una pequeña cantidad de ácido carbónico disuelto, y parte del dióxido de carbono se combinará con la hemoglobina una vez que el oxígeno se haya desplazado para producir carbohemoglobina.

Cuando la sangre desoxigenada vuelve a los pulmones, la carbohemoglobina se cataboliza para liberar el ácido carbónico. Parte del bicarbonato se descompone también y libera más ácido carbónico, el cual se difunde por la membrana celular de los alvéolos pulmonares y pasa al aire atmosférico.

Control de la respiración

El control de la frecuencia respiratoria es en gran medida reflejo, aunque se pueda modificar en cierto grado de forma voluntaria. El principal factor controlador es la acidez de la sangre determinada por el nivel de ácido carbónico. Cuanto mayor sea la cantidad de dióxido de carbono producido en los tejidos, mayor será el nivel de ácido carbónico en la sangre y más ácida será ésta. La alteración de la acidez es detectada por los centros de control de la respiración, que incrementan la profundidad y la frecuencia de la inspiración y la espiración para eliminar más dióxido de carbono en los pulmones. Una disminución del nivel de oxígeno en la sangre estimulará también los centros reflejos y provocará un aumento de la frecuencia y profundidad de la respiración, aunque un



descenso del nivel de oxígeno sea un estímulo menor que un aumento del dióxido de carbono en forma de ácido carbónico. El factor más importante es la acidez reflejada en el pH de la sangre.

Existen dos formas de óxido de carbono. El monóxido de carbono se produce en la combustión de gases o cuando los combustibles derivados del carbón se oxidan de forma incompleta. El monóxido de carbono es muy tóxico porque se combina con la hemoglobina de la sangre e impide su combinación con oxígeno, con lo cual priva a los tejidos del oxígeno que necesitan. El dióxido de carbono se forma cuando los combustibles derivados del carbón (también la glucosa y otros alimentos) se oxidan por completo.

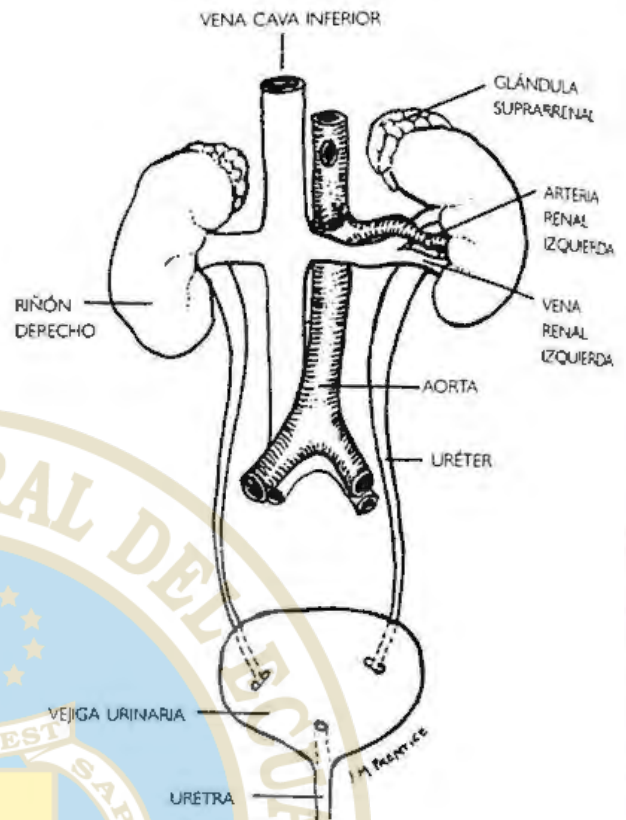
En sí no es tóxico, porque es fácilmente desplazado por el oxígeno en las moléculas de hemoglobina. Sin embargo, la inhalación de niveles muy altos de dióxido de carbono produce cambios muy rápidos y graves en el pH de la sangre. Este aumento de la acidez debido al incremento del ácido carbónico altera completamente el equilibrio acidobásico del cuerpo y la muerte puede sobrevenir con gran rapidez.

El tabaquismo causa un aumento significativo del monóxido de carbono. Éste se combina con la hemoglobina e interfiere con el transporte de oxígeno, razón por la cual los fumadores son menos capaces que los no fumadores de suministrar a los músculos la mayor cantidad de oxígeno necesaria para las exigentes actividades deportivas, entre ellas la danza. Como resultado, el rendimiento no es tan bueno como el de los no fumadores.

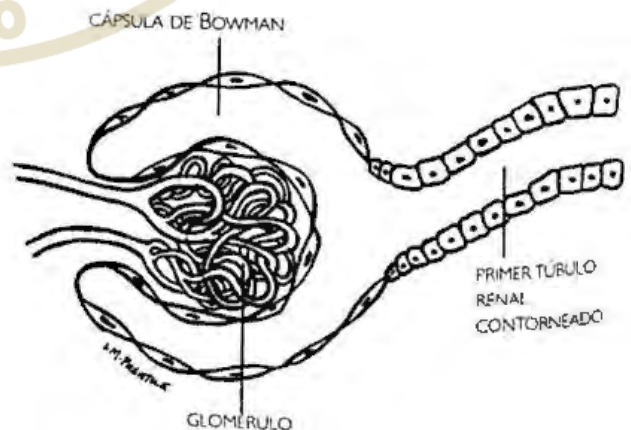
1.9 El sistema excretor

El sistema excretor se compone de dos riñones, dos uréteres, la vejiga urinaria y la uretra (fig. 1.80). De cada riñón parte un uréter que desciende hasta la vejiga urinaria, de la cual la uretra transporta la orina al exterior del cuerpo. Los riñones se encuentran en la porción superior de la cavidad abdominal detrás del hígado y del estómago. No obstante, están rodeados de grasa y no flotan libremente dentro de la cavidad abdominal. Los uréteres descienden por la pared abdominal posterior y entran en la vejiga, que se encuentra en la pelvis. Las funciones excretoras se producen sólo en los riñones. Los uréteres, la vejiga urinaria y la uretra cumplen la función de transportar y almacenar la orina para permitir su descarga intermitente al exterior. Sin la capacidad de almacenamiento de la vejiga, habría un constante goteo de orina.

La sangre viaja a los riñones a través de la gran arteria renal y retorna por una vena renal a ambos lados. En la sustancia del riñón las arterias se dividen en vasos más pequeños. El punto donde ocurre la actividad excretora se conoce como glomérulo (fig. 1.81) y constituye un nudo de capilares. El vaso que irriga este nudo es de mayor diámetro que el vaso que se lleva la sangre. Como resultado, la sangre soporta una mayor presión en el glomérulo. En este punto, parte del componente líquido de la sangre se filtra por las paredes de las células a un colector llamado



1.80. El sistema excretor.



1.81. Glomérulo y cápsula de Bowman.



cápsula de Bowman. Los corpúsculos sanguíneos y las proteínas hemáticas no consiguen atravesar las membranas celulares entre el torrente circulatorio y la cápsula de Bowman y se mantienen en la sangre. El líquido que penetra en la cápsula de Bowman se compone de agua con pequeñas cantidades de sales y productos de desecho del nitrógeno generados por el catabolismo de las proteínas. Estos últimos se convierten en gran medida en urea. En este punto también hay algo de azúcar, vitaminas hidrosolubles y otras sustancias normalmente presentes en el torrente circulatorio.

El líquido pasa de la cápsula de Bowman al primer túbulo renal contorneado donde todo el azúcar, las vitaminas y parte de las otras sustancias y el agua se absorben de nuevo (fig. 1.82). De aquí circula por el asa de Henle donde se absorbe más agua. Es en este punto donde el agua que se absorbe varía para ajustar correctamente la presión osmótica de la sangre. Después del asa de Henle hay un segundo túbulo contorneado donde se ajusta el pH. La orina es normalmente un poco ácida. A continuación del segundo túbulo renal contorneado se encuentra el tubo urínifero. Éste se une con otros tubos colectores proceden-

tes de otros túbulos contorneados. Finalmente, todos juntos forman la pelvis renal y confluyen en el extremo superior del uréter en el punto donde sale del riñón. Los riñones son muy eficaces en su función estabilizadora del equilibrio hídrico y de los electrolitos del cuerpo, el cual sólo tolera muy pequeñas variaciones en la relación normal entre los distintos electrolitos y el agua. El control es hormonal. La hipófisis produce una hormona que favorece la retención de agua mientras que las hormonas de la corteza suprarrenal estimulan la retención de sodio y el incremento de la pérdida de potasio. Si se ingiere mucho líquido por vía oral, la orina aumenta en cantidad y queda muy diluida. Esto se produce mediante una disminución de la absorción de agua en el asa de Henle. No obstante, en climas cálidos donde se transpira mucho, la producción de orina disminuye en cantidad y se vuelve mucho más concentrada. La sed aparece por un incremento muy pequeño en la presión osmótica de la sangre que afecta ciertas neuronas del encéfalo.

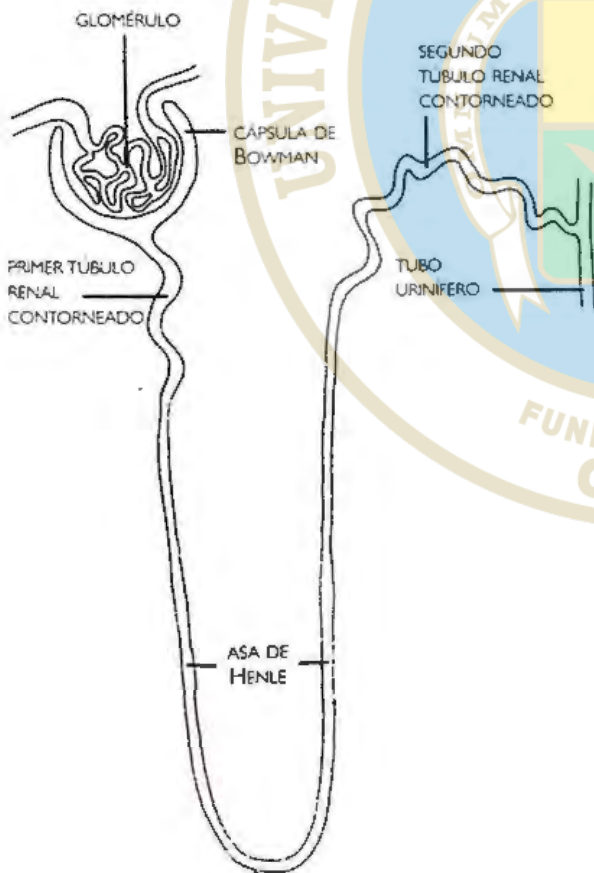
Los riñones cumplen la función adicional de producir las hormonas renina y eritropoyetina. La renina afecta el mantenimiento de la tensión arterial. Si la presión en la arteria renal disminuye, entonces se libera renina para estimular un aumento de la tensión arterial. Si la tensión arterial desciende por debajo de cierto nivel, como sucede en estados de shock quirúrgico donde ha habido una pérdida considerable de sangre, entonces la filtración del glomérulo en la cápsula de Bowman cesa y la persona sufre un estado de insuficiencia renal. A menos que se corrija, la muerte sobrevendrá por el incremento continuo de los productos de desecho del nitrógeno y el trastorno completo del equilibrio hídrico y de las sales en el cuerpo.

La segunda hormona, la eritropoyetina, ayuda a controlar la producción de eritrocitos.

1.10. El sistema endocrino

El sistema endocrino comprende varios órganos, a saber, las glándulas que vierten sus secreciones, llamadas hormonas, directamente en la corriente sanguínea. Las glándulas no tienen conductos en los que almacenar las secreciones, a diferencia de las glándulas situadas en las paredes del tubo digestivo. Una hormona es un compuesto formado en la glándula. Sale de la glándula por la sangre y su acción es la de influir en la actividad de otro órgano u órganos. Los dos sistemas reguladores del cuerpo, es decir, el sistema nervioso y el sistema endocrino, están muy vinculados. En algunos casos, la producción de hormonas es controlada directamente por impulsos nerviosos. La principal función del sistema endocrino es mantener la homeostasis, es decir, un entorno estable en el interior del cuerpo. El modo de acción de las hormonas es bioquímicamente muy complejo y queda fuera del alcance de este libro.

Las glándulas endocrinas son: la hipófisis, que presenta un lóbulo anterior y posterior con funciones diferenciadas y localizado en la base del cráneo, estrechamente asociado con el encéfalo; el tiroides y las glándulas para-



1.82. Diagrama de un túbulo renal.

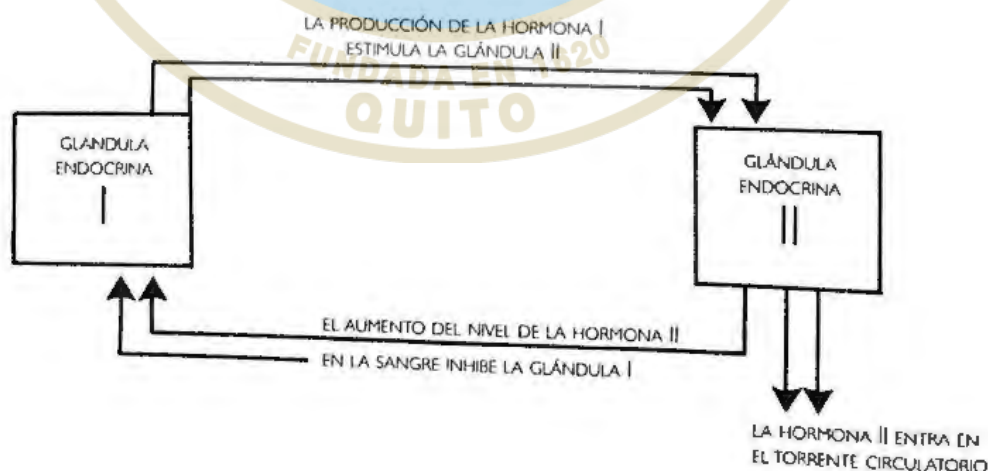


tiroideas, que están íntimamente asociadas desde el punto de vista anatómico, situadas delante de la porción inferior del cuello, y las glándulas suprarrenales, compuestas por la corteza y la médula, con funciones diferenciadas y dispuestas a modo de casquetes sobre los polos superiores de los riñones. Aparte de estas glándulas bien localizadas, hay áreas diseminadas de células en otros órganos, en particular los llamados islotes de Langerhans en el páncreas, las células intersticiales en los testículos y las células foliculares en los ovarios. También hay algunas células en las paredes del estómago y del intestino delgado. Durante el embarazo, algunas células de la placenta tienen un efecto endocrino temporal.

Se dice a veces que el lóbulo anterior de la glándula pituitaria es el director de la orquesta endocrina. Este lóbulo se regula con hormonas producidas en el hipotálamo del encéfalo. Las hormonas segregadas por el lóbulo anterior de la hipófisis regulan a su vez las actividades de otros órganos endocrinos. Normalmente, es la concentración de hormonas en la circulación sanguínea la que regula la estimulación o la mayor producción de hormonas. Dicho de otro modo, si el nivel hormonal es elevado, éste tenderá a suprimir los efectos estimulantes que favorecen la producción de más hormona (fig. 1.83). Por el contrario, si el nivel de la hormona en la sangre desciende y su nivel es bajo, esto tenderá a estimular la actividad de las glándulas endocrinas para producir más hormonas. La vida de la mayoría de las hormonas en la sangre es relativamente corta, a veces de unos minutos, antes de ser destruidas. Esto permite que el equilibrio sea muy preciso y se ajuste constantemente. Las hormonas en el torrente circulatorio se desactivan por acción del hígado o se excretan vía los riñones.

Las glándulas endocrinas pueden enfermar y derivar en la producción deficiente o excesiva de una hormona relevante. Probablemente la enfermedad más frecuente y con la que más familiarizada está la gente es la tirotoxicosis o hipertiroidismo, en que el tiroides produce un exceso de hormona, uno de cuyos efectos secundarios es el exoftalmos de los ojos del paciente tirotóxico. Además, el paciente tiende a ser hiperactivo, pierde peso, tiene calor y suda con profusión. Por lo general, la actividad excesiva o deficiente de una glándula endocrina también provoca cambios en la producción de hormonas de otros órganos endocrinos debido a la estrecha relación que existe entre una y otra glándula endocrina. Esto significa que cuando, por ejemplo, hay una sobreproducción de hormona en una glándula enferma, el cuadro clínico se complica porque también se manifiestan otros efectos endocrinos, aunque las otras glándulas endocrinas no estén afectadas por la enfermedad.

Los síntomas causados por la alteración del nivel hormonal de la glándula enferma se conocen como síntomas primarios. Los síntomas secundarios son los causados por la variación del nivel hormonal de las otras glándulas endocrinas que no son el foco de la enfermedad. Es esta alteración generalizada del patrón endocrino causada por el exceso o la falta de una hormona la que vuelve potencialmente peligroso la administración de esteroides como la cortisona, motivo por el cual no se debe iniciar un tratamiento a la ligera sin tener en cuenta los efectos secundarios potenciales. Hay que subrayar que esto sólo se aplica a la cortisona por vía oral. Los esteroides administrados con inyección para controlar efectos locales durante el curso del tratamiento de diversas lesiones o inflamaciones locales no tienen estos efectos.



1.83. Diagrama de la interacción de las hormonas entre dos glándulas endocrinas.



tos secundarios. Este preparado de esteroides (por lo general, hidrocortisona) no se suele absorber en la circulación porque se trata de una suspensión y se mantiene donde se haya administrado. Sin embargo, tiene sus propias complicaciones de naturaleza local que se abordarán más adelante en la sección sobre las lesiones y su tratamiento (véase la **Sección 2.5**, Tratamientos médicos y quirúrgicos, pág. 107).

Acciones de las glándulas endocrinas

Su estudio será muy breve porque su examen en detalle sería irrelevante para lo que es probable que necesite el lector.

LA HIPÓFISIS

La adenohipófisis produce seis hormonas. La hormona del crecimiento se segrega en gran cantidad durante la infancia y perdura cierta secreción durante el resto de la vida adulta para mantener la estructura y función normales del cuerpo. En ocasiones, se administra clínicamente a niños muy bajos y poco desarrollados. No obstante, como sucede con cualquier otra hormona, su administración conlleva efectos secundarios indeseables y peligrosos, por lo que su empleo no se debe tomar a la ligera.

La tirotropina estimula el tiroides y ayuda a controlar el nivel de tiroxina, que produce el tiroides. La adrenotropina estimula la corteza de la glándula suprarrenal para que produzca sus hormonas. Estas hormonas de la corteza suprarrenal se asocian con la regulación del metabolismo de los hidratos de carbono y, lo que es menos importante, con la producción de hormonas sexuales.

La hormona folicular, la hormona luteinizante y la prolactina ejercen su actividad sobre las gónadas (ovarios y testículos), y son responsables de la maduración de los óvulos y los espermatozoides, y se asocian en parte con el desarrollo y regulación de la menstruación y la regulación de la producción de leche tras el embarazo.

La regulación de la producción de las hormonas de la adenohipófisis se produce mediante el hipotálamo en el encéfalo, que produce hormonas estimulantes o inhibitorias que actúan sobre la adenohipófisis. La regulación también es controlada por el nivel hormonal de otras glándulas endocrinas sobre las que la adenohipófisis tiene efecto.

Hay dos hormonas producidas por la neurohipófisis. La hormona más importante es la vasopresina, cuya principal acción es la de antidiurético, es decir, actúa sobre los riñones aumentando la cantidad de agua que se absorbe en los túmulos colectores, con lo cual previene la pérdida excesiva de agua del cuerpo. Adicionalmente, tiene un efecto mínimo sobre el mantenimiento de la tensión arterial al provocar la contracción del músculo liso de las paredes de los vasos sanguíneos. Este efecto fue el primero que descubrieron los estudiosos, de ahí el nombre de esta hormona. La otra hormona que produce la neurohipófisis, la oxitocina, sólo tiene efecto en las mujeres durante el parto y la lactancia. Como la adenohipófisis, las secre-

ciones de la neurohipófisis están controladas por el hipotálamo en el encéfalo.

EL TIROIDES

Esta glándula produce tiroxina y una hormona asociada que estimulan el metabolismo celular. Además, el tiroides produce calcitonina (tirocalcitonina) que previene la transferencia de calcio de los huesos al torrente circulatorio. Induce, pues, un descenso del nivel de calcio en el torrente circulatorio porque permite la transferencia de calcio del plasma sanguíneo a los huesos. El control de la producción de las hormonas tiroideas corresponde a la adenohipófisis.

Hay cuatro glándulas paratiroides, situadas cerca del dorso del tiroides. Producen una paratormona responsable de un aumento de la **concentración** de calcio en la sangre. La acción se produce por un incremento de la absorción del calcio de la orina mientras todavía está en los riñones. Aumenta el catabolismo de calcio en los huesos que luego pasa a la circulación, y también incrementa la absorción de calcio del intestino en presencia de cantidades adecuadas de vitamina D.

GLÁNDULAS SUPRARRENALES

Las glándulas suprarrenales se componen de corteza y médula. La corteza produce hormonas que regulan el equilibrio hídrico y de electrolitos en el cuerpo, la función sexual y el metabolismo de los hidratos de carbono. La médula suprarrenal produce dos formas de adrenalina. El efecto de la adrenalina es aumentar la frecuencia cardíaca e incrementar la capacidad del corazón para bombear la sangre en la circulación y, por tanto, eleva la tensión arterial. También causa constricción de los vasos sanguíneos que irrigan el tubo digestivo y constricción de los vasos sanguíneos de la piel. Esta es la razón por la que la gente palidece por el miedo o en situaciones de estrés, debido a la distribución de la sangre al corazón y a los músculos esqueléticos para afrontar la urgencia que haya surgido. También tiene una función excitadora para que las personas estén más alerta, y se vincula con el origen del hombre, cuando había que prepararse para luchar o huir de los peligros. En las condiciones actuales, es la hormona que genera aprehensión, aumenta el pulso y crea un vacío en el estómago antes de los exámenes, las actuaciones o en situaciones de estrés. La acción de la médula suprarrenal se estimula con impulsos nerviosos procedentes del sistema simpático.

Los testículos y los ovarios son responsables de la producción de las hormonas sexuales, la testosterona en el hombre y los estrógenos y la progesterona en la mujer. En la pubertad, los niveles aumentan mucho y se altera el equilibrio. Esto produce las características sexuales secundarias, la maduración general del cuerpo y el inicio de la menstruación en las mujeres. En concreto, después de iniciarse la pubertad y la madurez, resulta difícil y probablemente imposible estirar el tejido fibroso de ligamentos y cápsulas.



Los islotes de Langerhans en el páncreas producen dos hormonas: insulina y glucagón. Estas dos hormonas son responsables de regular el transporte de glucosa y su almacenamiento mediante su transformación en glucógeno y también con la descomposición del glucógeno para producir glucosa cuando se requiera (véase la **Sección 1.7**, Digestión, pág. 48). Es la ausencia de producción de insulina la que provoca la tan conocida diabetes mellitus.

1.11. Anatomía funcional relevante para el ballet

El empleo general de los músculos se encamina a adoptar una postura y ubicación correcta del peso. Para tal fin los músculos se consideran en grupos más que individualmente. El empleo correcto de los diferentes grupos musculares comienza por la cabeza y la cintura escapular, y engloba todos los grupos a partir del tronco y las piernas hasta los pies. Sólo cuando los grupos musculares *actúan correctamente y en equilibrio entre sí* se consigue una postura y ubicación correctas del peso, y el bailarín es completamente estable en las múltiples y variadas posiciones requeridas durante la ejecución de las técnicas de ballet.

Postura (fig. 1.84)

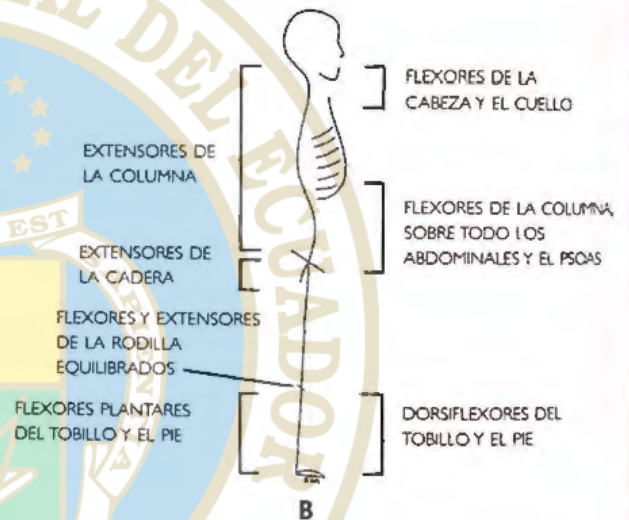
La estabilización del tronco corresponde a los músculos extensores de la columna, es decir, los largos músculos de la espalda asistidos por los músculos cortos entre las vértebras individuales, y los músculos flexores del tronco que se componen en gran medida por los músculos abdominales. El tronco se equilibra sobre las extremidades inferiores. Esto se consigue con el equilibrio entre los músculos extensores de la cadera (los glúteos) y los músculos flexores de la cadera, que juntos controlan la inclinación de la pelvis.

Las rodillas de muchas personas están relajadas en bipedestación y quietas, y la estabilización se consigue mediante los ligamentos. No obstante, en la mayoría de los bailarines suele haber cierto grado de hiperextensión de las rodillas que varía de leve a muy acusado, y, en estos casos, la rodilla se tiene que estabilizar en una postura neutra mediante contracciones de los músculos cuádriceps e isquiotibiales. Por supuesto, es perfectamente posible que una persona con hiperextensión muy marcada de las rodillas pase a hiperextensión y se mantenga de pie, lo cual, por desgracia, se suele ver en los bailarines. Sin embargo, esta posición en la danza desplaza mucho el peso hacia atrás y deriva en fallos en la técnica y lesiones. El músculo recto femoral, que forma parte del cuádriceps, y todos los isquiotibiales cruzan la articulación coxofemoral por delante y detrás, respectivamente, por lo que también cumplen un papel en la estabilización de la pelvis respecto a los muslos.

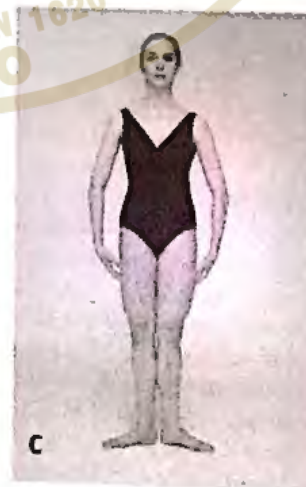
Por debajo de la rodilla, la estabilidad depende de una interacción constante entre los músculos surales que ge-



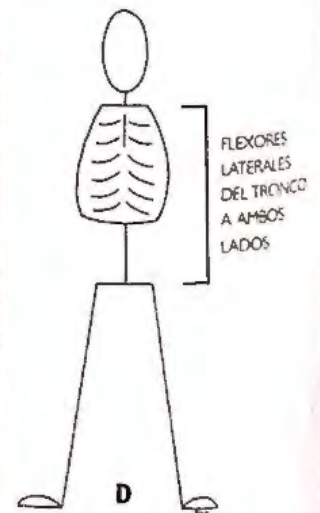
A



B



C



FLEXORES LATERALES DEL TRONCO A AMBOS LADOS

D

1.84. Principales grupos de músculos que controlan la postura de pie. A y B de perfil. C y D vista anterior.



neran la flexión plantar del pie (es decir, un movimiento de hacer punta con el pie), y los músculos de la cara anterior de la pierna que causan la flexión dorsal del pie. En el mismo pie, los músculos intrínsecos mantienen los arcos longitudinal y transversal, así como la postura general del pie. Fijémonos también en que el músculo superficial de la pantorrilla (el gastrocnemio) cruza la rodilla por detrás, con su origen en el dorso del extremo inferior del fémur, por lo que también participa algo en la postura de la rodilla.

Como se verá, cuando se adopta correctamente una postura sobre un solo pie, la línea del centro de gravedad se desplaza lateralmente para que atraviese el pie en carga (fig. 1.85).

Fijémonos en que el tronco y la pelvis no se alteran. La cadera de la pierna de apoyo se mueve en aducción y la estabilidad se logra por la interacción entre los músculos aductores y abductores (glúteo medio, glúteo menor y tensor de la fascia lata; el glúteo mayor es un músculo extensor de la cadera).

Por desgracia y con demasiada frecuencia, el ajuste de la línea del centro de gravedad se produce de forma totalmente incorrecta y la postura extraña sigue sin corregirse (fig. 1.86).

En la posición de apertura *en dehors* (fig. 1.87), la postura sigue siendo básicamente igual, pero el área que soporta el peso sobre el suelo es mucho más estrecha de delante atrás, por lo que los músculos posturales se tienen que afinar mucho más y con mayor precisión para mantener un equilibrio correcto con el mínimo esfuerzo.

USO DE LA BARRA

Hay mucha información sobre la conveniencia del calentamiento antes de las clases y la recuperación activa al terminar para el cuerpo ejercitado y las adiciones terapéuticas al entrenamiento de danza. Sin embargo, las clases clásicas tradicionales tienen un diseño perfecto de subidas y bajadas en las exigencias técnicas y fisiológicas.

La mayoría de los profesores probablemente programen dos ejercicios de cara a la barra para empezar con la articulación del pie y el tobillo y facilitar que las caderas adopten la apertura. De perfil en la barra, los ejercicios aumentan en exigencia mediante la velocidad y la complicación del trabajo de pies, y luego mediante la altura de la pierna sostenida como en *adagio*, y lanzada como en un *grand battement*.

Al pasar al centro, el proceso comienza de nuevo progresando a saltos y gran *allegros*. Sin embargo, es el empleo de la barra en el contexto de las clases clásicas lo que está debatiéndose aquí.

No depende de lo que se quiera fuera de la barra en primer lugar, y es importante tener clara su función concreta para cada bailarín. Por lo general, si se apoya uno demasiado en la barra para mantener el equilibrio, el bailarín no inicia la estabilidad del tronco ni el uso del suelo para realizar el trabajo de clase y pasar a la práctica en el centro. Si la barra se usa para conseguir una apertura más extrema o mantener la pierna más alta con una colocación imperfecta, el bailarín no estará listo para el mismo ejercicio en el centro y se esforzará por restablecer el equi-



1.85. Postura correcta sobre un pie, en la que se aprecia que la línea del centro de gravedad atraviesa el pie de apoyo. La pelvis y el tronco mantienen una alineación correcta.



1.86. Postura incorrecta sobre un pie. La pelvis y el tronco están desalineados y encorvados.



1.87A. Pelvis correctamente equilibrada en apertura.



1.87B. Pelvis incorrectamente equilibrada en apertura.



librio lo más probablemente haciendo trampas en la ejecución técnica. Si usas la barra para apoyarte en ella, da por seguro que te caerás cuando bailes en el centro. También será evidente que el trabajo en la barra no estaba dentro de tus posibilidades. Coger con fuerza la barra genera tensión unidireccional que llega al cuello y provoca una elevación de ese hombro. Si la barra se usa sólo para afianzar el equilibrio y se busca la estabilidad postural desde el primer *tendu* con una exigencia técnica realista, el trabajo podrá ensayarse en el centro cuando se haya adquirido suficiente equilibrio y control muscular.

Cuanta más inexperiencia tenga un bailarín, más dependiente será de la barra. Sin embargo, usar la barra para explorar las sensaciones del intrincado trabajo de pies o el trabajo de puntas en ejercicios concretos puede ser muy útil para los bailarines jóvenes. Los bailarines más experimentados recurrirán a más o menos apoyo a voluntad para conseguir el resultado deseado: desarrollar un mayor control, trabajar la altura de la pierna, etc.

Por lo general sólo se recomienda usar la barra para adquirir confianza en la primera parte de la clase. El brazo adopta una suave pendiente anterior a la altura de la cintura, con los dedos apoyados en la barra sin que el pulgar se ciña por debajo. La barra se debe sentir casi ausente, con el bailarín al frente usando el *épaulement* y cambios de dirección como si no estuviera la barra. De este modo el bailarín conserva la colocación y equilibrio de ambos lados del cuerpo.

Apertura en dehors (fig. 1.88)

Las restricciones que limitan en la cadera la amplitud posible de la apertura son:

- (1) óseas
- (2) capsulares y ligamentarias y
- (3) musculares



1.88. Apertura mantenida correctamente.

FORMA DE LOS HUESOS

- a) Profundidad del acetábulo. Cuanto más profunda sea la articulación, más estable será pero también mayor su restricción.
- b) La orientación del acetábulo; cuanto más anterior, más restringida es la rotación externa de la cabeza del fémur. En esta configuración, la rotación interna es mucho mayor. Por el contrario, cuando la angulación es menor, la rotación externa es libre y la rotación interna se reduce, a lo cual se denomina retroversión.
- c) Se debe tener en cuenta la longitud del cuello del fémur. El cuello mantiene la diáfisis apartada de la articulación, y si es largo, la articulación tiene más libertad.

CÁPSULA Y LIGAMENTOS

La cápsula articular mantiene juntas las superficies articulares de la articulación sinovial. Los ligamentos pueden ser engrosamientos de la cápsula, o bien ser extracapsulares y ayudar a estabilizar la articulación. Se componen de tejido conjuntivo y son fuertes y relativamente inelásticos. En el muslo, los ligamentos iliofemoral y pubofemoral restringen la rotación externa del fémur. Después de la pubertad, cuando los ligamentos finalizan su crecimiento en el cuerpo maduro, estirarlos resulta difícil. Aquellos que se inicien tarde en la danza, a menos que estén naturalmente dotados con flexibilidad y una estructura ósea apropiada, tendrán problemas para dominar la técnica clásica.

MÚSCULOS

Los músculos que mantienen la rotación externa de la cadera deben ser fuertes para permitir toda la amplitud posible. El control de la apertura es una interacción entre los rotadores internos y externos, y así los ejercicios que hacen girar internamente la articulación coxofemoral ayudan a retener el grado de movilidad y preservar la integridad de la articulación.

La articulación coxofemoral es esferoidea. En el ballet clásico, la rotación externa se usa en la amplitud articular completa de flexión, extensión y abducción. Los seis músculos rotadores profundos son el piriforme, los gemínos superior e inferior, el obturador interno, el obturador externo y el cuadrado femoral (fig. 1.54).

Una combinación distinta de rotadores externos se activará durante la amplitud del movimiento de la cadera.

En primera posición de pie, los seis músculos rotadores externos están activos. Las fibras posteriores de los músculos glúteos menor y medio se activan junto con los músculos glúteo mayor, sartorio y los aductores (posición cerrada o en aducción) y todos ayudan a la rotación externa.

En *retiré* y en segunda posición en el aire, todos los rotadores profundos se activan poderosamente para mantener la posición en abducción y, por tanto, la rotación lateral.

Los aductores están limitados en su capacidad de rotación externa. Es cierto que las fibras más anteriores, con



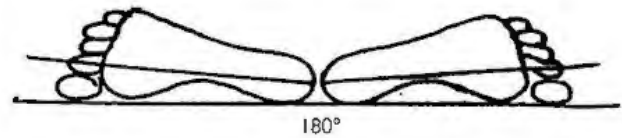
su origen en el pubis hasta su inserción en la línea áspera en la cara posterior del fémur, pueden ejercer una fuerza rotatoria durante la aducción del fémur. En las posiciones cerradas parece beneficioso enseñar una correcta activación de los aductores, pues permite un uso más equilibrado de los músculos de la cadera durante las aperturas, y ayuda a controlar la rodilla hiperextendida.

Actuar con un ángulo de rotación externa dentro de los límites de la articulación coxofemoral, y en una posición neutra de la pelvis, permite un control equilibrado de las aperturas en la cadera y la estabilización del resto de la extremidad inferior. Actuar por encima de las posibilidades del cuerpo genera un desequilibrio muscular en la cadera que provoca lesiones a nivel local e inestabilidad en la rodilla, el pie y el tronco. La apertura de 180° citada en los textos antiguos de ballet está pasada de moda y, en realidad, es anatómicamente imposible de practicar sin tensión indebida, incluso para los bailarines mejor dotados. Como en la ilustración, la apertura de 180° es una rotación externa excesiva, la de 160° es una apertura 'con los pies planos' y la de 140° es un ángulo realista para la mayoría de los bailarines, incluso los profesionales. Es una ingenuidad creer lo contrario (fig. 1.89).

La prueba se practica en quinta posición: se libera el pie posterior para un *coup de pied* y se mantiene la apertura sobre la pierna de apoyo. Si la pelvis se mantiene en ángulo recto y el lado en apoyo inalterado, se estarán empleando un control y un ángulo correctos y no se estará «haciendo trampas». Por otro lado, si los pies se someten a una rotación externa excesiva, la pelvis girará hacia dentro hacia el lado de apoyo. Una vez dicho esto, la estética del ballet clásico requiere a menudo algún ajuste sutil para conseguir una postura aceptable. Los bailarines profesionales deslizan sutilmente el talón hacia atrás en quinta posición durante los *adagios* en el centro mientras se libera la pierna que trabaja. Esto preserva el equilibrio sobre la pierna de apoyo sin pérdida de control. No es algo que se mencione en las reglas técnicas, sino que más bien es una 'licencia' técnica.

Los niños deben aprender las aperturas con seguridad y entrenando gradualmente el equilibrio correcto del control muscular. Se anima a los niños a trabajar dentro de sus posibilidades. Hay que recordar que el estudiante que practique aperturas con una rotación excesiva dependerá demasiado de la barra para la estabilización. Una vez en el centro, la falta de control será evidente. Por tanto, sólo se debe usar la barra como punto de referencia, activando el control correcto de la cadera y la extremidad inferior como preparación para las prácticas más complejas en el centro y, finalmente, para el *allegro*.

Un pie en rotación externa excesiva adoptará pronación y abducción. En la rodilla, la tibia girará externamente en relación con el fémur con fuerzas de distorsión en el tendón rotuliano y una trayectoria defectuosa de la rótula. Esto provoca inestabilidad en la extremidad inferior y en los músculos externos de la cadera, que se activan para mantener la posición. Con el fin de lograr toda la rotación externa posible de la articulación coxofemoral,



1.89A. Apertura con los pies adoptando un ángulo de 180° en primera posición, si se mide a lo largo del borde interno del pie. La rotación externa excesiva de los pies es físicamente imposible de controlar.



1.89B. Primera posición con los pies adoptando un ángulo de 160°.



1.89C. Primera posición con los pies adoptando un ángulo más realista de 140°, el cual podrán controlar unas caderas flexibles y fuertes.

la pelvis se inclinará anteriormente para aliviar la tensión del ligamento iliofemoral. Este ligamento restringe la extensión y rotación externa, y si la cadera está ligeramente flexionada, es posible un poco más de apertura en la articulación. Con la pelvis inclinada anteriormente, la columna lumbar se arquea y los abdominales se desactivan. El tronco se vuelve inestable.

En el pie y el tobillo, la rotación externa excesiva produce un aplanamiento del arco longitudinal. Ésta puede progresar a eversión del talón si la línea del peso en carga pasa por el interior en vez de a través del tobillo (fig. 1.38).

Si se desarrollan patrones de movimiento incorrectos, al final se producirán lesiones por uso excesivo o por traumatismos.

No hay rotación externa (apertura) *activa* posible a ningún nivel de la pierna por debajo de la articulación coxofemoral en bipedestación. Se obtiene de pie un grado extra de apertura gracias a la fricción entre el pie y el suelo, que genera una fuerza *pasiva* de rotación externa en toda la pierna, y esto puede producir rotación entre la rodilla y el pie. Esta rotación externa pasiva puede tener resultados muy perjudiciales (ver **Sección 5.7**). Cuando la rodilla se flexiona, hay cierta rotación activa y pasiva de



la articulación de la rodilla, pero esto no ocurre cuando la rodilla está extendida (véase *rond de jambe*, pág. 65).

Empleo de la cintura escapular

La colocación y empleo de la cintura escapular es tan importante como los de la extremidad inferior. El ojo tiende a fijarse en los brazos, la cabeza y el cuello del bailarín. La profesora Vera Volkova sugirió que el talento de verdad se apreciaba en las manos y los brazos. Un cuello relajado, unas manos de movimientos gráciles y naturales, y una coordinación fluida de los brazos dependen de una correcta biomecánica abajo, y contribuyen a la estabilidad del tronco.

Los huesos que componen la cintura escapular son el esternón, que sirve de inserción al tórax; las clavículas, que se articulan con el esternón medialmente y con el acromion de la escápula lateralmente, y el húmero, que forma el hombro o articulación glenohumeral. Las triangulares escápulas descansan planas contra la pared torácica, con la cavidad glenoidea en un ángulo de 30° hacia delante (ver fig. 1.10, pág. 7). La escápula se halla suspendida con los músculos que la mantienen en su sitio y la hacen girar hacia fuera para dar movilidad al hombro. La cintura escapular también eleva, deprime, protrae y retrae la escápula. Está pensada para tener movilidad y, por tanto, su estabilidad depende más del equilibrio y propiocepción musculares que de la restricción que aporten los ligamentos.

En los *ports de bras* clásicos, la cintura escapular se mantiene abajo en todo momento, y aunque el brazo despliega un amplio grado de movilidad llevando con él la escápula y la clavícula, la longitud del cuello no se altera. Los músculos situados por debajo de la cintura escapular –dorsal ancho y fibras inferiores del trapecio– mantienen la escápula deprimida. El músculo dorsal ancho se extiende sobre la espalda y sostiene el dorso del tronco uniendo la columna lumbar con el hemicuerpo superior. Con el músculo transverso del abdomen, el dorsal ancho tensa la fascia toracolumbar contribuyendo a la estabilidad del tronco.

Las escápulas se mantienen planas contra la pared torácica por acción del músculo serrato anterior (protractor de la escápula, es decir, que tira de ésta hacia delante). Se origina en los lados de las ocho costillas superiores y rodea la caja torácica para insertarse a lo largo del borde costal medial de la escápula. Con el uso equilibrado de los músculos que rodean las escápulas los brazos parecen como si ‘procedieran de la espalda’.

La articulación escapulohumeral (del hombro) sólo se mueve en abducción hasta 90°, pasados los cuales la cabeza del húmero se aproxima al acromion, que se tiene que elevar con rotación lateral de la escápula para que el húmero se mueva en toda su amplitud. La articulación glenohumeral es una articulación esférica, pero, a diferencia de la articulación coxofemoral, no soporta el peso del cuerpo ni es tan estable. La cabeza redondeada del húmero es tres veces más grande que la cavidad glenoidea, la cual es poco profunda y tiene forma de pera. La cápsula

articular es relativamente laxa y, por tanto, la articulación escapulohumeral depende de cuatro pequeños músculos que se insertan en la porción engrosada de la cápsula que rodea la cabeza del húmero; se llama maniguito de los rotadores, los cuales actúan como ‘ligamentos contráctiles’. Estos pequeños músculos –supraspinoso, infraspinoso, subescapular y redondo menor– ejercen fuerzas de oposición en la articulación, manteniendo la cabeza del húmero en su cavidad.

Los estudiantes jóvenes en edad de crecimiento pueden necesitar que se corrija la postura del hemicuerpo superior con amplitud en la cara anterior y los omoplatos ‘planos’ detrás. La colocación dependerá de una postura perfecta de la columna y de la eficacia de los patrones respiratorios (véase ejercicio pág. 52).

Con la columna lumbar neutra y la columna dorsal equilibrada por arriba, la caja torácica adoptará una buena postura. Si la columna dorsal está hiperextendida, los hombros se mantendrán demasiado atrás, las costillas sobresaldrán y la cintura escapular se debilitará junto con el resto de la postura. En esta situación, los *ports de bras* nunca serán fáciles ni controlados.

SEGUNDA POSICIÓN DE LOS BRAZOS

Los *ports de bras* clásicos siguen la estructura de la cintura escapular. El brazo en la segunda posición se mantiene en un ángulo de 30° hacia delante, en línea con la escápula y su cavidad glenoidea. El brazo adopta una ligera pendiente hacia abajo en una curva suave, donde el músculo dorsal ancho estabiliza la escápula. La rotación interna del húmero en el hombro y la supinación por debajo del codo elevan el codo, pero presentan la palma de la mano hacia delante. Si la columna y las escápulas están bien situadas, las manos se mostrarán relajadas y naturales. Si los brazos se mantienen demasiado altos, los músculos situados sobre los hombros soportarán un uso excesivo. Si los brazos se mantienen alineados con el cuerpo en vez de un poco hacia delante, las escápulas se mantendrán alejadas de la pared torácica, el peso se echará hacia atrás y la columna lumbar estará hiperextendida. Entrenamientos de este tipo provocarán pronto problemas lumbares.

PRIMERA POSICIÓN DE LOS BRAZOS

De nuevo los brazos adoptan una ligera pendiente descendente hacia delante en una curva suave. Distintas escuelas tienen distintas reglas, pero las líneas clásicas son redondeadas sin transiciones en codos ni muñecas. Los niños son más capaces de controlar una línea más baja mientras aprenden a controlar el tronco y desarrollan estabilidad escapular.

QUINTA POSICIÓN DE LOS BRAZOS

Mientras los brazos están elevados, los hombros no. Anatómicamente, las escápulas basculan lateralmente y las clavículas forman una pendiente ascendente, aunque el bailarín se imagina que sólo los brazos adoptan la quinta posición. Las manos se mantienen hacia delante, de modo



que sólo pueden ser vistas por el bailarín. En esta posición no hay pérdida del control abdominal. Esta posición se usa en tantos movimientos dinámicos que se debe establecer perfectamente desde el principio.

Plié (fig. 1.90)

Al iniciar un *plié* en primera posición, los pies deben adoptar un ángulo realista para que la apertura esté bien controlada en las caderas, con la pelvis y la columna neutras. La posición de la pelvis y la columna se mantiene sin cambios durante los *demi-pliés* y los *grand pliés*: durante el descenso y el ascenso. El ángulo de la apertura de los pies tampoco debería cambiar.

Durante los *pliés* la apertura de la cadera se mantiene mediante los seis músculos rotadores externos profundos. Durante el descenso, la flexión de la cadera y la rodilla se controla en gran medida por la acción excéntrica del músculo cuádriceps con cierta contribución de los aductores que 'trabajan' activamente, controlando el descenso contra la gravedad. En los *demi-pliés* los talones están en contacto con el suelo; la distribución del peso sobre el centro de los pies elimina la tensión en los tobillos, y las rótulas están alineadas con los segundos dedos de los pies. La flexión dorsal del tobillo se controla con los músculos surales, que se elongan excéntricamente. En el descenso de los *grand pliés*, los talones se elevan gradualmente cuando la flexión dorsal del tobillo alcanza el límite articular.

Cuando se alcanza la profundidad del *plié*, los muslos no están relajados, sino que hay inversión inmediata de la acción de los músculos mientras el cuádriceps y los glú-

teos (extensores de la cadera) se acortan concéntricamente para extender la rodilla y la cadera mientras el ascenso empieza. Los talones alcanzan el suelo y en *demi-plié* ascendente los aductores e isquiotibiales se activan poderosamente para cerrar los muslos en la primera posición, manteniendo la apertura. Para levantarse del *plié* se hace fuerza contra el suelo con los pies, devolviendo los talones al suelo, pero conservando el peso del cuerpo hacia delante sobre el centro del pie.

Debes tener cuidado y comprobar que las rodillas y los pies se mantienen alineados, sobre todo al descender y adoptar *grand-pliés*, ya que es fácil dejar que los talones se desplacen hacia delante y rueden los pies, provocando una rotación externa excesiva al salir de los *pliés*.

Al levantarte de un *plié* debes tener cuidado de mantener el peso correctamente sobre los pies, ya que de lo contrario se aprecia una tendencia acusada a terminar con el peso demasiado atrás. Esto puede ocurrir si se ha corregido la posición del peso al inicio y durante el descenso del *plié*. La tendencia es echar el peso atrás mientras el bailarín se eleva.

Otro fallo es esconder la pelvis debajo durante el descenso. La columna debe mantener su posición y, por tanto, su fuerza durante los movimientos dado que los *demi-pliés* constituyen la base de la técnica de ballet. El uso de *ports de bras* no debe interferir con la columna: la cabeza y los brazos se coordinan perfectamente con el movimiento.

Para mantener la correcta alineación y ubicación del peso durante el *plié*, es esencial que el bailarín perciba el contacto del suelo con los pies. La visualización al principio es la de levantar y crecer mientras el cuerpo descende, y al subir la de empujar contra el suelo para tener la sensación de que se eleva desde abajo.

El *grand-plié* se considera un ejercicio de fortalecimiento para las rodillas, las caderas y la columna vertebral, y también pone a prueba la coordinación y el equilibrio. Cuando se enseña bien a una persona con un físico adecuado, de veras resulta un ejercicio de fortalecimiento. No obstante, como todos los ejercicios, si se ejecuta en una alineación incorrecta, su acción acumulada podría causar lesiones. El *demi-plié* y el *fondue* se usan prácticamente en todos los pasos de ballet y, por tanto, la alineación tiene vital importancia. Si el físico del bailarín limita la rotación de la cadera y no es posible visual y funcionalmente un *demi-plié* aceptable, entonces el niño no debe progresar a los *grand-pliés*. Se desaconseja seguir practicando ballet.

Hasta 1990 se cuestionaba si el *grand-plié* era un ejercicio 'seguro'. Por lo general se ha aceptado que, mientras la rodilla esté bien alineada y sana (cuádriceps equilibrado, equilibrio entre los isquiotibiales y el cuádriceps, y ausencia de tirantez en la cintilla iliotibial), entonces el *plié* es un buen ejercicio. Después de todo, los bailarines profesionales tienen que estar versados tanto en las coreografías de Bournonville como en algunos movimientos contemporáneos más exigentes. El riesgo es para los jóvenes en edad de crecimiento cuyo cuádriceps está tirante y cuyas rodillas duelen después del ejercicio. En



1.90. *Plié*.

1.90A. Vista anterior.

1.90B. Vista de perfil. Observa que las rodillas están razonablemente bien alineadas sobre el pie, pero no perfectamente. Si hay algún grado de torsión tibial (algo muy habitual en los bailarines), será imposible obtener una alineación exacta mientras el pie rota externamente en relación con la rodilla.



este caso, se deben practicar estiramientos apropiados para el cuádriceps y la cintilla iliotibial, así como ejercicios para el músculo vasto medial. Se debe mantener una suspensión temporal en los *grand pliés* con saltos moderados. Existe consenso en que el número de *grand-pliés* debe ser moderado cuando se introducen en los planes de estudios y hay que evitar los *grand-pliés* en cuarta posición cruzada. Existe rotación de la rodilla en la mayoría de los cuerpos en esta posición y es innecesario forzar la rodilla en una flexión profunda. También se ha debatido cuándo introducirlos en las clases, y por eso los profesores han experimentado. Existe consenso en que a modo de preparación debe haber un calentamiento adecuado de los muslos y las rodillas.

Tendu (fig. 1.91)

Este término significa estirado y su principal beneficio, cuando se ejecuta correctamente, es su efecto sobre los pies. Es muy importante que se mantenga en todo momento la ubicación correcta del tronco y la pierna de apoyo, porque de lo contrario el ejercicio es totalmente inútil. Si la posición de estas otras áreas es incorrecta y el peso se echa atrás, el *tendu* se vuelve ineficaz y los músculos de los pies no están estimulados y, por tanto, no se benefician.

BATTEMENT TENDU EN SEGUNDA POSICIÓN

El *battement tendu* en segunda posición es un movimiento de simplicidad aparente, pero en realidad es muy complejo. Un *degage* perfecto desde la primera posición (sin la barra) muestra el correcto ajuste del peso, el equilibrio y la estabilidad sobre una pierna. También pone a prueba la postura de la columna vertebral y la cintura escapular. La posición inicial *en dehors* en primera posición se debe establecer en el ángulo correcto para el cuerpo del bailarín o no será posible un control armónico del movimiento: la pelvis girará hacia dentro, hacia la pierna de

apoyo a expensas de la pierna que trabaja, o hacia fuera, hacia la pierna que trabaja, causando pronación del pie de apoyo y rotación de la rodilla. De cualquier modo, la pelvis no se mantiene estabilizada, se pierde el centro y también la base de sustentación.

Cuando se adopta el ángulo apropiado de apertura, mientras la pierna que trabaja se levanta, el peso se ajusta sutilmente sobre la pierna de apoyo. La física nos dice que, a medida que la base de sustentación (los dos pies) cambia a un pie, el peso del cuerpo se tiene que asentar sobre su nueva base para mantener el equilibrio y permitir al pie que trabaja adoptar la segunda posición con un correcto movimiento articular. En la quinta posición, el ajuste del peso requerido es menor. En esta posición, donde el peso se equilibra sobre una base más compacta, con cada pie compartiendo la sustentación, el peso se 'asienta' sobre el pie de apoyo, anterior o posterior, mientras el otro queda libre.

Algunas escuelas enseñan que el peso no cambia, sino que se mantiene en el centro mientras el pie que trabaja queda libre. Esto exigiría que el pie que trabaja asuma el peso; levántalo y te caerás. O se da este caso o el tronco se tuerce o despliega tensión muscular desequilibrada para simular la posición. Hay que recordar que el *battement tendu* es la base de movimientos mucho más complejos en el repertorio clásico y que, por tanto, se debe aprender correctamente, con control y armonía que permitan iniciar y encadenar movimientos. Como ejercicio, fortalece el pie que trabaja (que se mueve) y el tobillo, sensibiliza su propiocepción y establece un equilibrio fino en la pierna de apoyo como preparación para movimientos más difíciles.

El pie que trabaja se desliza hasta la segunda posición en el mismo ángulo de apertura en la cadera, y los dedos del pie se deben mantener en la misma línea que los del pie de apoyo. Se debe preservar el equilibrio tanto como sea posible entre ambos lados del cuerpo con la columna neutra y, por tanto, con la pelvis equilibrada y en ángulo recto con el frente. Mientras el pie que tra-



A



B

1.91. Tendu.

1.91A. El estiramiento se concentra en las puntas de los dedos, que se mantienen extendidos.

1.91B. Tendu incorrecto con los dedos flexionados.



baja está libre, no debería "hundirse" lateralmente la cadera de la pierna de apoyo. Los músculos glúteos medio, menor y el tensor de la fascia lata de la pierna de apoyo mantienen la pelvis horizontal y el ajuste lateral del peso debe ser suficiente para equilibrarse sobre el mesopié con el antepié y los dedos prietos contra al suelo. (La falta de colocación se apreciará en el pie de apoyo. Si el pie se mueve en pronación o los tendones de la cara anterior del tobillo están indebidamente tensos, se habrá perdido el control correcto.) El peso no debe caer sobre el pie en *degagé*. Los ajustes excesivos son también una falta, pues son innecesarios y potencian el hundimiento de la cadera. El retorno del pie en *degagé* a la posición cerrada es una inversión del *degagé*, con presión y uso del suelo a medida que el pie se cierra.

Una vez se aprende esta compleja coordinación, el empleo de los brazos y el *épaulement* embellecen el movimiento sin alterar el control y el equilibrio.

SEGUNDA POSICIÓN EN EL AIRE

Como se estableció en la sección técnica sobre el *battement tendu*, el inicio de un movimiento en un ángulo irreal de apertura causará distorsión y pérdida del equilibrio.

La segunda posición en el aire es una posición difícil que los profesores malinterpretan, sobre todo debido a la falta de conocimientos anatómicos. Los estudiantes hacen lo que se les pide según su capacidad, y si los profesores no detectan los fallos, se producirán distensiones musculares y lesiones.

Muy pocos bailarines aguantan la primera posición con los bordes mediales de los pies alineados en una línea recta y un control perfecto (véase la apertura de la pág. 60). El *degagé* a segunda posición es difícil de conseguir desde esta posición (sin deformar la pelvis y el lado en carga) a menos que las articulaciones coxofemorales permitan ese grado de flexibilidad. La posición en el aire, por supuesto, se vuelve mucho más difícil, requiriendo también fuerza. Los músculos usados para mantener la posición son los flexores y abductores de la cadera. Si la pierna que trabaja se mantiene ligeramente hacia delante, se podrá aplicar más rotación externa, los músculos flexores de la cadera se utilizarán al máximo y la pelvis se podrá mantener deprimida sobre ese lado. Una articulación coxofemoral demasiado flexible tal vez genere un bloqueo óseo en la segunda posición, dado que el trocánter mayor comprime el reborde posterior del acetábulo y el isquion. Mantener la pierna un poco hacia delante libera el fémur para aumentar la rotación externa y utilizar los flexores de la cadera para levantar más la pierna.

La mayoría de los bailarines se deben someter a un entrenamiento dentro de sus posibilidades para establecer una base sobre la que desarrollar la técnica. En la segunda posición en el aire, la pelvis no se mantiene horizontal. Exigirlo provoca que el bailarín se 'siente' sobre la cadera de la pierna de apoyo y experimente restricción en la pierna que trabaja. No obstante, elevar la pelvis del lado que trabaja generará tensión en los músculos y finalmente limitará la altura potencial de la pierna. El compro-

miso es clave para enseñar la técnica y aceptar las limitaciones de tu cuerpo.

ROND DE JAMBE

Los bailarines suelen entender mal el *rond de jambe*.

Es un círculo practicado con la pierna donde el pie comienza y termina en segunda posición a 45°. El movimiento en *dehors* implica que el pie que trabaja traza una línea recta de la segunda posición hacia dentro hasta tocar la parte superior de la pantorrilla. Luego el pie traza un movimiento circular hacia delante completando el semicírculo externo hasta la segunda posición. El movimiento circular se produce en la articulación coxofemoral, donde se exige un aumento de la rotación externa de los músculos rotadores profundos de la cadera. La rodilla no debe generar rotación de la tibia sobre el fémur como a menudo se cree. Se debe desaconsejar el uso repetido de la rotación de la rodilla, incluso en descarga.

El movimiento en *dedans* traza el movimiento circular interno por delante de la pierna de apoyo hasta la pantorrilla para luego extenderla de nuevo hacia la segunda posición. De nuevo hay un incremento en la rotación de la cadera. Se usa en el *rond de jambe sauté* y en *gargouillards*.

(Para los no bailarines, en *dedans* significa giro de las piernas o los brazos hacia dentro; en *dehors* significa giro de las piernas o brazos hacia fuera. *Rond de jambe* será más comprensible para los no iniciados si pensamos en alguien de pie con la rodilla y la cadera flexionadas 90°, que luego mueve lateralmente la pierna o el pie [un movimiento puro de cadera] para luego llevar el pie y la pierna hacia atrás [un movimiento puro de rodilla] para luego mover el pie y la pierna hacia dentro [movimiento de cadera] y finalmente hacia delante hacia la posición original [un movimiento de rodilla]. No hay rotación de la rodilla a pesar de lo que algunos bailarines creen.)

Arabesque

El *arabesque* es una de las principales posiciones clásicas del ballet y se debe desarrollar lenta y cuidadosamente en el entrenamiento para adquirir fuerza, flexibilidad, estabilidad y un control correcto. Es una posición bella con una línea fluida que disfraza la flexibilidad y la fuerza que requiere. Aunque se apliquen reglas básicas, cada persona crea una línea única en los *arabesque* de acuerdo con su físico particular.

El *arabesque* está formado por varios componentes que requieren atención. Si se descuida alguno de los componentes, se altera el equilibrio de la posición.

Se produce la apertura de la pierna de apoyo, pero, con el movimiento necesario de la pelvis para situar en *dernière* la pierna que trabaja, la pierna de apoyo queda comprometida con la apertura reducida.

La extensión de la articulación coxofemoral es un movimiento restringido a unos 20°, y, por tanto, un *arabesque* de 90° exigirá la inclinación anterior de la pelvis y la extensión de la columna lumbar para favorecer a la



pierna que trabaja. La orientación del acetábulo –lateral, descendente y ligeramente anterior– significa que, para conseguir una línea favorable en la pierna que trabaja *derrière*, la pelvis debe girar hacia él sólo lo que sea anatómicamente necesario. La columna lumbar se extiende y gira sin que los hombros se vean apenas afectados. Si la pelvis no gira y se mantiene en ángulo recto, la pierna que trabaja parecerá girada hacia dentro y aumentará la tensión sobre la columna lumbar.

La cintura escapular se mantiene más o menos nivelada dependiendo del estilo o tipo de *arabesque*. Esto significa que la columna dorsal gira en oposición, sobre todo con el brazo *devant* del mismo lado que la pierna *derrière*. El segundo *arabesque* del método Ceccetti exige una rotación con más oposición entre las secciones lumbar y dorsal de la columna, y, por tanto, se necesita más fuerza en el músculo erector de la columna dorsal para controlar la extensión y rotación.

Biomecánicamente, la extensión debe abarcar toda la columna con la mínima acción de bisagra posible. La columna dorsal es la porción más rígida en extensión, mientras que la porción lumbar es la más flexible. El área que más 'cede' es el punto donde la extensión es mayor a menos que se controle cuidadosamente con los músculos abdominales activados por delante. El músculo transverso profundo del abdomen se debe activar para proteger la columna lumbar de una extensión excesiva. Si la columna se dobla como una bisagra en algún nivel, por lo general L4/L5, o L5/S1, terminarán por surgir problemas que afecten a las articulaciones cigapofisarias o una reacción más seria a la tensión en la *pars interarticularis* (pág. 159). El desgaste del disco cuando la vida artística está en su apogeo o cuando el bailarín se retira y se debilita el soporte muscular causa problemas serios. Este tipo precario de *arabesque* se aprecia en bailarines que tiran posteriormente del hemicuerpo superior, generan tensión en el cuello, retraen la cabeza y consiguen elevar la pierna *derrière*.

Debería haber una línea de barrido que atravesara la columna vertebral hasta las puntas de los dedos de los pies. La mejor alineación es con la rodilla de la pierna *derrière* completamente extendida, con el tobillo y el pie en

flexión plantar completa. El pie debería seguir la línea de la pierna sin eversion manifestada que interrumpa la alineación y aumente la tensión de los músculos desde la pantorrilla a la cintura. La pierna del *arabesque derrière* se debe mantener detrás de su cadera, más que en ligera abducción, lo cual desmerece de una línea más pura. Tampoco la pierna *derrière* debe cruzar en exceso lo cual genera tensión indebida sobre la región lumbar.

La pierna de apoyo se debe extender por completo sin bloquear la rodilla o sin que el peso se eche atrás sobre el talón. La carga del peso se debe proyectar hacia delante a través del pie con los dedos en contacto activo con el suelo.

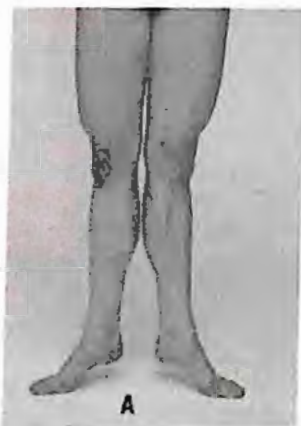
Relevé (fig. 1.92)

El tronco y la pelvis se mueven como una unidad y se desplazan ligeramente hacia delante con la línea del centro de gravedad para situarse sobre los dedos de los pies al ponerse completamente de puntillas. Esto se consigue impulsándose hacia arriba desde el suelo con el antepié para mantener una alineación correcta y apoyado el peso del cuerpo. Anatómicamente, los músculos surales se contraen, elevando el talón y el retropié contra la fuerza de la gravedad. Al mismo tiempo se mantiene el tono de los músculos glúteos, los aductores, los isquiotibiales y los extensores de la rodilla (cuádriceps), dando la sensación de elevarse desde arriba y no desde abajo. En presencia de hiperextensión de las rodillas, el equilibrio entre el cuádriceps y los isquiotibiales es excepcionalmente importante para mantener un control correcto sobre las rodillas.

El *relevé* puede hacerse en media punta o en tres cuartos de puntas.

Puntas (figs. 1.93 y 1.94)

Debido a las restricciones de las zapatillas de ballet de punta y, lo que es más importante, debido a la anatomía y mecánica del pie, el *relevé* en puntas se inicia en media punta y termina en puntas completas con el empleo de los poderosos músculos intrínsecos (flexores) del pie, así como del complejo sural. Repare en que el intento de pasar



1.92. Bailarina en *relevé*.
1.92A. Un cuarto de puntas.
1.92B. Media punta.
1.92C. Tres cuartos de puntas.



1.93. Puntas. La bailarina se pone sobre las puntas con un *relevé* y asume los distintos niveles de puntas hasta alcanzar la posición plena (pies completamente sobre las puntas).



1.95A. Hiperextensión del pie en puntas. Ponerse de puntillas con el pie en esta posición impone una tensión excesiva a las cápsulas y ligamentos del dorso del pie debido a que la línea del centro de gravedad cae delante de los dedos (es decir, delante de la cara dorsal).



1.94. Puntas. Radiografía de una bailarina en *relevé* sobre las puntas.



1.95B. El mismo pie en la posición correcta para las puntas.

a tres cuartos de puntas no es un movimiento funcional en el trabajo de puntas y exige una fuerza innecesaria para hacerlo. Ponerse lentamente de puntillas en las puntas completas sirve de preparación para el *relevé*, que es más rápido, y, por tanto, emplea una mecánica similar en el tobillo y el pie si se reclutan los músculos apropiados. En medias puntas, los músculos flexores intrínsecos—incluyendo los lumbricales—ejercen de palanca del pie durante las puntas con participación completa de los músculos surales.

La flexibilidad del tobillo y el pie, la estabilidad y el equilibrio son factores cruciales para mantener un buen trabajo de puntas. Sustentar el peso sobre una base pequeña en puntas exige un control fino y precisión. El pie y el tobillo hipermóviles tienen capacidad para la hiperflexión plantar, la cual, con el peso en carga, es mecánicamente débil, inestable y, por tanto, fácil de lesionarse. La posición correcta se puede enseñar con ejercicios para la fuerza y la propiocepción. Ni la hiperflexión plantar con la línea de equilibrio delante de la base de sustentación y

hundida en la zapatilla, ni mantenido atrás en una posición 'retraída', el pie y tobillo hipermóviles deben encontrar una posición intermedia de equilibrio. Activar por completo el pie con dedos fuertes y extendidos debe crear la sensación de empuje contra el suelo pero elevándose sobre la zapatilla. Debe haber una línea vertical desde la mitad de la base que atreviese el maléolo interno y la rodilla. El equilibrio entre los músculos surales y los extensores anteriores y entre los eversores (peroneos) y los inversores (sobre todo el tibial posterior) es la clave para lograr una posición poderosa y controlada. El pie y el tobillo hipermóviles se consideran estéticamente más agradables, pero esta postura del pie es más difícil de enseñar. Un pie menos atractivo con un grado de movilidad pasable puede ser más fácil de fortalecer y, si se usa bien, mejorar la técnica. Sin embargo, un pie y un tobillo rígidos que no logran la línea de equilibrio carecen de la amplitud para una posición de equilibrio en puntas y pueden predisponer a lesionarse. No es aconsejable intentar mejorar el trabajo de puntas con este físico (véase el hueso trígono, pág. 230).



Pasar de puntas a *fondú* requiere la misma reacción en cadena. El pie desciende excéntricamente a medias puntas, mientras la cadera y la rodilla se flexionan para amortiguar el choque.

La destreza y la técnica avanzada en el trabajo de puntas no sólo dependen de la fuerza del pie. Son requisitos previos la fuerza y la estabilidad de la rodilla, de la cadera y de la columna vertebral, y la coordinación de todo esto. Por tanto, antes de que un estudiante pase a un trabajo de puntas, debe controlar adecuadamente la apertura en la cadera, conocer la alineación de la pelvis y apreciar la alineación dinámica de los pies. Los niños maduran físicamente a distinta velocidad y en una clase puede haber distintos físicos. Es responsabilidad del profesor cuidar y preparar a cada estudiante. Los ejercicios de pies (ver pág. 198) se inician al principio del ensayo y el profesor debe tener ideas claras sobre quiénes pasarán al trabajo de puntas y quiénes se canalizarán a clases alternativas. Los cuerpos bien dotados pero inmaduros lograrán más lentamente establecer patrones correctos de movimiento antes de pasar a ejercicios más rápidos y complejos. Dicho de otro modo, no hay una edad definitiva para iniciar el trabajo de puntas. En las escuelas vocacionales, el entrenamiento intensivo se produce durante los años de formación, cuando las articulaciones y huesos son vulnerables. No obstante, siempre y cuando se cumplan las leyes de alineación articular y los músculos se activen de forma equilibrada y se ejerciten con consistencia, los bailarines se podrán desarrollar ininterrumpidamente.

EDAD PARA EMPEZAR EL TRABAJO DE PUNTAS

Durante años se creyó que los niños debían comenzar el trabajo de puntas a los doce años. Sin embargo, generalizar es no tener en cuenta el somatotipo, ni el estadio de desarrollo físico, ni la fase de desarrollo técnico ni la intensidad del entrenamiento. Ser dogmático respecto a la edad es no tener en consideración la madurez o inmadurez de los niños.

Desde muy pronto el profesor identificará a los bailarines infantiles con potencial para avanzar más. La configuración de las piernas y la flexibilidad de los pies y los tobillos son las primeras consideraciones. Debe resultar fácil trazar una línea que atraviese la rodilla por en medio, el maléolo interno (de la tibia), el primer metatarsiano hasta la punta del segundo dedo. Un tobillo rígido no permitirá la correcta alineación del cuerpo sobre las puntas y, por tanto, se desaconsejará optar por el trabajo de puntas.

Los estudiantes de una clase de doce años tendrán distintas alturas porque el ritmo de crecimiento y los estirones varían. En torno a este estadio, las chicas inician un estirón importante en el cual se alteran la estabilidad, la fuerza y la capacidad técnica adquirida. Iniciar el entrenamiento del trabajo de puntas en este período exige un método cuidadoso y sistemático, a la medida de las necesidades de cada uno de los estudiantes de la clase. La preparación para esta siguiente fase de entrenamiento no sólo es el fortalecimiento intrínseco de los pies (que puede comenzar a los siete años), sino también un control ade-

cuado de las aperturas en las caderas, un buen control del tronco y de la estabilidad central. Hay que saber cuál es la alineación de la columna y la postura correcta. El estudiante debe haber logrado una postura sólida y potente en tres cuartos de puntas, con un control seguro del equilibrio sobre una pierna. De nuevo la alineación del pie y el tobillo, la rodilla y la cadera debe ser rutinaria. Si todavía se tiene que desarrollar, la transición al trabajo de puntas tendrá que diferirse. El pie y el tobillo hipermóviles tienen capacidad potencial para conseguirlo, pero, para empezar, no serán lo bastante poderosos como para estabilizar las distintas posiciones de las puntas. Como resultado, se producirá un apuntamiento excesivo del pie, con consecuencias potencialmente graves. Se requiere mucha cautela para tratar este tipo de pies. Aunque se logra una línea armoniosa en posiciones abiertas, el riesgo es máximo una vez iniciado el trabajo de puntas. Se debe desarrollar suficiente propiocepción para estabilizarlos en una amplitud funcional. Este tipo de pies pueden formar parte de un cuerpo con hipermovilidad y necesitarán una preparación lenta y cuidadosa para el entrenamiento vocacional (ver pág. 69).

Los niños que han sido seleccionados para escuelas profesionales se someterán a un entrenamiento intensivo planificado y serán aptos físicamente para asimilarlo. (No obstante, hay que conocer y tratar cada cuerpo individualmente.) Es dudoso que un estudiante joven que asiste a clases de ballet menos de tres veces por semana avance lo suficiente como para progresar rápido o con seguridad suficiente y pasar al trabajo de puntas.

Hay ciertos bailarines famosos que no tuvieron suficiente fuerza para iniciar el trabajo de puntas hasta pasados los dieciséis años y eso no supuso ningún lastre para su carrera artística. Por el contrario, hay bailarines con problemas crónicos cuya atención no fue lo bastante conservadora en un período vulnerable de su entrenamiento.

ZAPATILLAS DE PUNTA

Las bailarinas profesionales se toman muy en serio sus zapatillas de ballet, pues a lo largo de años de entrenamiento y actuaciones desarrollan una relación íntima con sus zapatillas, estando cuidadosamente preparadas para cada papel y las distintas exigencias. Hay muchas marcas entre las que elegir y las bailarinas profesionales tienen que experimentar durante años antes de tener las zapatillas perfectas.

Las jóvenes bailarinas que se inician en el trabajo de puntas precisan un ajuste perfecto de las zapatillas. La anchura y talla adecuadas permitirán un buen funcionamiento de los pies dentro de las zapatillas. Los músculos intrínsecos deben poder ejercer su acción o la fuerza del pie y los dedos quedará comprometida.

La profundidad del empeine se debe adaptar a la flexibilidad del pie y el tobillo. Un empeine más profundo sostendrá un pie flexible y evitará el apuntamiento excesivo del pie. Un contrafuerte más duro también ofrecerá más sujeción a los pies más flexibles o débiles. Un empeine más corto permitirá a los pies más rígidos utilizar toda su



amplitud de movimiento. Las cintas se deben ceñir por encima (proximales) de las articulaciones MTF (nudillos) para no causar fricción, aunque las bailarinas jóvenes se beneficiarán si son más anchas para favorecer la estabilidad.

El pie se debe mostrar totalmente activo dentro de la zapatilla, y hay que enseñar a articularlo dentro de las zapatillas de ballet en punta. La musculatura del pie funciona con el complejo sural. Si la zapatilla es demasiado dura, la articulación del pie quedará restringida y se alterará el control de la pantorrilla. La calidad del *relevé* debe depender del tendón de Aquiles, liberando el dorso del tobillo antes de adoptar el *pointe* completo. Las posiciones 'arriba o abajo' sin calidad de movimiento entre las dos vuelven el tobillo vulnerable a compresiones posteriores. El descenso también requiere calidad en el control excéntrico para la amortiguación de golpes y la sincronización (y el control del ruido).

Las bailarinas tienen mucho dónde elegir hoy en día para el almohadillado de sus zapatillas de ballet. Todo cuanto sirva para mejorar la comodidad y prevenir la aparición de ampollas se tiene que reducir al mínimo y no interferirá con la 'percepción del suelo' ni con la actividad y fuerza de los dedos. El almohadillado no debe quedar entre los dedos y la caja de la zapatilla. El almohadillado debe proteger las puntas de los dedos y las superficies dorsales donde se produce la fricción. Las punteras de gel o sorbitano son muy eficaces y ciertamente útiles para las bailarinas jóvenes que se inician en el ballet. La lana fue la opción tradicional, pero algunas bailarinas emplean tejidos más normales, vendas o esparadrapo para cada dedo, además de la cinta adhesiva que es una alternativa barata.

Las zapatillas no son siempre ideales y por eso en ocasiones, si no siempre, es necesario que sean hechas a medida. Raspar la suela con un cúter las vuelve más flexibles, y reducir el borde de la suela mejora el equilibrio. La costura lateral se debe cubrir con más raso si los lados son profundos. Rajar la lona interior por los lados y dejar las zapatillas toda la noche con un ensanchador de zapatos aumentará la anchura del antepié.

Aplicar goma laca en la caja prolonga la vida de las zapatillas tradicionales y es una práctica habitual entre las bailarinas profesionales.

Hipermovilidad

De los bailarines profesionales se espera que posean una enorme flexibilidad. Los coreógrafos así lo quieren y también lo exige el público. Nos bombardean con fotografías y anuncios de bailarines en posturas imposibles. Se exige que las piernas suban muy alto y que la columna se flexione al máximo. También los bailarines admiran la flexibilidad extrema y se esfuerzan por conseguirla. Esa flexibilidad adicional puede ser heredada o adquirida, y la movilidad articular aumenta con el entrenamiento.

Existe todo un espectro de flexibilidades a tener en cuenta. Hay cuerpos muy rígidos y limitados poco aptos para el ballet (con músculos cortos y limitación ósea de las

articulaciones) y otros con flexibilidad extrema que vuelve a los bailarines débiles y descoordinados, aunque 'llenos de potencial'. Mediante un trabajo duro de estiramientos se puede aumentar el grado de movilidad, y los bailarines con tejidos normales logran desarrollar una movilidad extrema, en articulaciones específicas, según lo requiera la técnica. Se cree que los bailarines con hipermovilidad natural (o heredada) presentan alguna anomalía en su tejido conjuntivo, y muchos niños se inician en la danza sólo por la facilidad que tienen para lograr posturas extremas y por la atracción estética de las rodillas hiperextendidas y los tobillos hiper móviles.

TEJIDO CONJUNTIVO

El tipo de tejido conjuntivo del cuerpo determina la flexibilidad. El tejido conjuntivo conecta, une y sostiene la estructura ósea. Es la materia viva que integra los ligamentos, cápsulas, tendones, cartílagos, meniscos, rodetes, bolsas de grasa, discos y huesos. Todas estas estructuras cumplen distintas funciones, y, por tanto, su microestructura y conducta biomecánica también varía.

Por lo general, el tejido conjuntivo se compone de células y fibras suspendidas en una matriz. En los ligamentos, los fibroblastos producen masas densas y dispuestas en paralelo de fibras colágenas y elastina. Estas proteínas confieren a ligamentos y tendones su gran resistencia a las fuerzas tensoras de carga axial, pero también permiten cierto estiramiento.

En casos de hipermovilidad articular heredada en los que hay laxitud articular generalizada, existe una alteración en la síntesis del colágeno. Se trata de una enfermedad genética que afecta los genes que codifican las diversas proteínas del tejido conjuntivo, como el colágeno y la elastina. Los defectos genéticos alteran la estructura bioquímica de estas proteínas y deterioran sus propiedades frente a la tracción, causando laxitud o hipermovilidad del tejido. Por desgracia, le acompañan fragilidad y debilidad del tejido y cierta tendencia a la insuficiencia mecánica. Éste es el lado negativo de la flexibilidad natural de los bailarines.

El síndrome de hipermovilidad articular (un síndrome es una serie de características que revelan la existencia de una enfermedad) se encuentra entre las enfermedades hereditarias del tejido conjuntivo. Estos síndromes son muchos y de distinta gravedad. Los más habituales son el síndrome de Marfan, el síndrome de Danlos, la osteogénesis imperfecta y el síndrome de hipermovilidad articular. Sus características difieren y afectan las articulaciones (inestabilidad), la piel (fina, estriada, se magulla con facilidad y las cicatrices son anormales), el corazón (fragilidad de las válvulas), las venas (varices), los músculos (hernias), los pulmones (neumotórax) y el esqueleto (osteoporosis), por nombrar unos pocos. Durante los últimos veinte años, los estudios han iluminado este grupo de patologías y siguen identificando a los grupos de riesgo y a las personas con patologías sin diagnosticar.

En los bailarines se identifican aquellos situados en mitad del espectro y que han estirado con eficacia para adquirir suficiente movilidad para el género de danza que



practican. Han sido bendecidos con una estructura ósea que permite una ligera hiperextensión de la rodilla, una buena movilidad del pie y el tobillo, y movilidad funcional en la cadera y la columna. La flexibilidad y la fuerza se adquieren con determinación, inteligencia y trabajo constante durante los años de crecimiento. Luego tenemos los bailarines que por naturaleza están dotados de gran movilidad. Presentan hiperextensión de las rodillas y codos (a menudo 15° más que la postura neutra), hipermovilidad de las muñecas y dedos de las manos (sin entrenamiento), piel estriada, y se lesionan con frecuencia y se esfuerzan por seguir el ritmo del resto de la clase, aparentemente frenados por su físico. Estos bailarines son los que nos conciernen. También pueden ser los más atractivos inicialmente durante el proceso de selección.

En 1973, Beighton y colaboradores concibieron una prueba rápida de cinco maniobras para evaluar la hipermovilidad. La puntuación de nueve puntos no es una medición precisa, pero resulta una observación inicial interesante. Poner a prueba las 'articulaciones no entrenadas' nos da un valor de referencia de la capacidad de estiramiento de los ligamentos, lo cual puede reflejar la tónica general (véanse las figs. 1.96 A-E).

Aparte del desarrollo artístico, el aprendizaje del ballet intenta cultivar aspectos como el equilibrio, la propiocepción, la estabilidad, la conciencia espacial y el control motor preciso con un vocabulario adecuado. Aunque las personas de cuerpo hipermóvil son aptas para la danza, su esqueleto es vulnerable a las lesiones. Las articulaciones hipermóviles cuentan con cápsulas y ligamentos laxos menos eficaces para restringir la movilidad; son menos estables y su complejo figamentario es más débil y más propenso a las lesiones, por lo que dependen del soporte muscular y del control neural para su integridad. Las personas hipermóviles revelan menos eficacia en la propiocepción y, por tanto, su coordinación y equilibrio se ven afectados. Tienden a necesitar más entrenamiento y a un ritmo más lento para aprender las posturas correctas y alinear todo el cuerpo. Hay que prestar atención a



B



C



D



E

1.96. Escala de Beighton de nueve puntos. A. Flexión dorsal pasiva de la V articulación metacarpofalángica > 90° a derecha e izquierda. B. Oposición del pulgar al antebrazo a derecha e izquierda. C. Hiperextensión de 10° del codo a derecha e izquierda. D. Hiperextensión de 10° de las rodillas. E. Manos planas en el suelo sin flexionar las rodillas.



A



los músculos estabilizadores más profundos que soportan las articulaciones de la columna, los hombros, las caderas y los pies. A pesar de su flexibilidad, los bailarines hipermóviles parecen querer y necesitar estiramientos, sobre todo a primera hora de la mañana. También necesitan más tiempo para el calentamiento. A menudo se relajan en posiciones extremas y no se les debe aconsejar lo contrario, pues su sentido cinestésico es diferente y sólo hay que animarles a seguir los ejercicios de estabilidad.

Las personas hipermóviles tienden a presentar un umbral del dolor más bajo y a menudo tardan más en curarse. Ambos hechos son importantes para bailarines, profesores y terapeutas. La piel tiende a verse estriada, de manera más apreciable en el dorso de las manos o en la cara anterior de las rodillas. Las marcas de los estiramientos son visibles después de la pubertad, en los muslos y por encima de la columna lumbar.

En el ballet es deseable que los pies tengan mucha movilidad aunque sea una estructura débil e inestable con tendencia a la pronación en carga (rodamiento hacia dentro con hundimiento del arco medial), sobre todo en las aperturas. Hasta que la bailarina conozca a fondo la biomecánica de los pies y se desarrolle suficiente fuerza, no sólo en el pie sino también posturalmente, no deberá iniciar el trabajo de puntas. Algunos de los primeros ejercicios de preparación para el aprendizaje del ballet deben ser ejercicios intrínsecos para los pies con el fin de sostener sus arcos plantares y fortalecer el trabajo dinámico. (Los bailarines profesionales vuelven a ellos durante su carrera artística.) Si a un profesor le preocupa la posición de los pies de un niño, la derivación a un podólogo para que le recete plantillas para el calzado de calle puede contribuir a favorecer una biomecánica correcta. (No hay pruebas de que las plantillas ayuden excepto por lo que predican los podólogos.)

Una columna vertebral con mucha movilidad puede permitir gloriosos *arabesque* pero también necesita reforzar su estabilidad para tener fuerza real y prevenir lesiones. Ningún bailarín debería sufrir lesiones por el entrenamiento ya que algunos problemas de espalda, una vez establecidos, son difíciles de tratar. En casos de hipermovilidad, hay un mayor riesgo de fracturas por sobrecarga, espondilolistesis y problemas discales que suelen afectar la columna lumbosacra flexible, pero insuficientemente estabilizada por los músculos locales profundos. Una postura correcta es el punto inicial, así como un claro conocimiento de la posición de la pelvis, la columna lumbar neutra y la activación de los músculos abdominales profundos.

La cintura escapular es otra área donde la hipermovilidad puede causar problemas. La articulación escapulo-humeral es una estructura laxa, más concebida para la movilidad que para la estabilidad. Estabilizan esta articulación unos patrones escapulares correctos y la activación de los pequeños músculos del manguito de los rotadores, que actúan como ligamentos. El hombro hipermóvil es propenso a la inestabilidad y puede sufrir su luxación o luxación más fácilmente si el manguito de los rotadores carece de fuerza. Sin embargo, la respuesta no es levantar

pesas en el gimnasio. La clave consiste en poseer un control fino de la escápula durante toda la movilidad del hombro y contar con una buena estabilidad central. Como los cuerpos hipermóviles poseen menos propiocepción o conciencia cinestésica, esto puede llevar tiempo y paciencia, aplicándose también a los pies, rodillas, pelvis y columna vertebral.

La hiperextensión de las rodillas sigue poniendo en jaque a los profesores. Aumentar la fuerza de los isquiotibiales, corregir el control de la pelvis y la cadera, lograr un empleo equilibrado del cuádriceps y una alineación correcta de los pies fortalecerán las articulaciones hipermóviles y prevendrán algunos de los problemas de rodilla habituales y otros más prevalentes de esta población.

Los niños pequeños con hipermovilidad a menudo tardan más en empezar a caminar y gatear. Se ha documentado que, en general, la laxitud articular declina con la edad. El resultado más positivo sería un incremento consistente de la masa muscular, la fuerza, el control motor y la estabilidad de los bailarines jóvenes con hipermovilidad.

Se ha sugerido que las personas con hipermovilidad no deberían entrenar profesionalmente debido al riesgo de lesionarse, aunque pueden resultar bailarines más interesantes si se conoce su situación y se entrenan correctamente a su propio paso y se previenen las lesiones. Sus cuerpos son diferentes, por lo que la naturaleza de su físico y las implicaciones del aprendizaje deben conocerse a fondo y respetarse.

Patrones de crecimiento y estirones de crecimiento en adolescentes

En la primera infancia, niños y niñas crecen a un ritmo estable y similar. Los niños de tres años muestran la típica 'barriguita de bebé' y curvaturas vertebrales pronunciadas, que persisten hasta que la columna se elonga lo suficiente para contener los principales órganos y comienza la participación de los músculos abdominales. Algunos niños parecen más 'aerodinámicos' a los seis años, y otros cuando llegan a los nueve. El hígado de los niños pequeños es sólo un poco menor que el de los adultos, ocupando así un importante espacio en el abdomen. Por tanto, en cualquier esfuerzo por 'meter' los músculos abdominales a temprana edad, los hombros y la caja torácica se elevan para dejar espacio al contenido del abdomen. Cuando se corrige esta postura forzada, los hombros descienden y la barriguita reaparece, mostrando lo absurdo de practicar ejercicios de abdominales y ejercicios de corrección postural con niños pequeños.

A los nueve años los niños deberían haber adquirido cierto control sobre los músculos abdominales inferiores y cierto equilibrio pélvico. Los ejercicios de suelo pueden comenzar hacia los siete años para aumentar la conciencia corporal y aislar los músculos.

La pubertad de los chicos aparece hacia los doce años y medio (de doce a dieciséis) y la de las chicas, hacia los diez y medio (de diez a quince). Las variaciones son considerables. En las mujeres, los cambios ocurren por un aumento



de la producción de estrógenos y progesterona en los ovarios. Se desarrollan las mamas y se deposita grasa en las caderas. En los chicos aumenta la secreción de testosterona a ciertos tejidos: crece la masa de músculo esquelético, aparece barba en la cara y vello en el cuerpo, y la laringe aumenta de tamaño volviéndose la voz más profunda y masculina.

El ritmo máximo de crecimiento o estirón principal ocurre aproximadamente dos años después de la pubertad. Durante el estirón de la adolescencia hay un notable incremento de la altura. Se recomienda medir la altura con regularidad durante este período para conocer a fondo los cambios que experimenta el cuerpo. Durante esta fase, las mujeres pueden crecer de 6 a 11 cm, y los chicos, de 9 a 15 cm. Hacia los quince años la mayoría de las chicas alcanzan el 99% de su altura adulta, mientras que los chicos pueden seguir creciendo hasta los veintinueve. Ten en cuenta que a los chicos jóvenes que entran en compañías profesionales se les deben seguir midiendo además de vigilar el *partnering*, porque el cuerpo es vulnerable en este período. Esto puede ser difícil de calibrar, aunque con ejercicios apropiados para el hemitruco superior y con atención a cualquier molestia, se facilita el papel de los bailarines en el *pas de deux* con una compañera idónea.

Este incremento responde a un crecimiento longitudinal de los huesos largos —el fémur y la tibia— y también a un aumento de la altura de las vértebras de la columna. Sin embargo, el crecimiento de las distintas partes del cuerpo es desproporcionado y causa un rápido cambio de la forma y proporciones del cuerpo. Al iniciarse el estirón de la adolescencia, son los huesos largos los que crecen primero. Las manos y los pies crecen inicialmente y los huesos largos de las extremidades se alargan antes que el tronco. Algunos niños refieren dolores en las piernas, a menudo por la noche, que se han descrito como "dolores de crecimiento". Aunque no estén definidos claramente, se tienen que aceptar como tales.

Los huesos del feto son miniaturas cartilaginosas de los de los adultos.

La osificación comienza en distintos momentos y en distintos huesos. Responde a la deposición de sales óseas —calcio y otros minerales— en los huesos inmaduros, comenzando así el proceso de fortalecimiento y endurecimiento. En los huesos largos, el primer centro de osificación se sitúa en la diáfisis, seguido por los centros secundarios de osificación en las epífisis o extremos de los huesos. Los huesos se siguen desarrollando durante la infancia y crece su diámetro al aumentar su circunferencia con la deposición de hueso nuevo por las células situadas bajo el periostio. Su longitud crece por los extremos, en donde persiste una lámina de cartilago (lámina epifisaria de crecimiento) y donde los osteoblastos se muestran excepcionalmente activos. Una radiografía del tobillo de un niño de doce años mostrará la lámina negra del cartilago epifisario en el extremo inferior de la tibia y del peroné, lo cual revela la inmadurez del cuerpo. Los huesos largos maduran totalmente cuando la lámina epifisaria se cierra y se interrumpe el crecimiento. En el adulto, el calcio presente en el denso tejido óseo absorbe los rayos X y el

hueso aparece blanco en la placa por la ausencia de cartilago. Rige esta maduración el incremento de la producción de hormonas adultas, estrógenos en las mujeres y testosterona en los hombres. Las láminas de crecimiento de los deportistas adolescentes son vulnerables, y si se lesionan, puede interferir con el crecimiento de esa extremidad, lo cual puede tener consecuencias graves sobre el resto del cuerpo si el resultado es una diferencia en la longitud de las extremidades.

Una bailarina joven y prometedora puede progresar bien hasta que comienza a crecer y se frena su creciente aplomo y confianza. Resultan afectados el equilibrio, la postura, la propiocepción, la flexibilidad y la fuerza, además de verse mermada la confianza. La torpeza es habitual y, por ejemplo, tropezar con las escaleras es fácil si los pies o las extremidades han crecido sin que el sistema nervioso haya terminado su ajuste.

Piernas más largas significa palancas más largas y pesadas de levantar; la altura a que se elevan quedará comprometida durante esta fase. Las bailarinas jóvenes pueden experimentar chasquidos en las caderas y distensiones en la ingle, con frecuencia cuando mejora la técnica, en un período en que el cuerpo es un poco más débil. Es un momento para prestar más atención al correcto posicionamiento de la pelvis, a mantener la estabilidad abdominal y a bajar las piernas en vez de permitir una pérdida compensatoria de la alineación.

Los músculos no mantienen el ritmo de crecimiento de los huesos y, en el muslo, el cuádriceps a menudo queda comprometido por el fémur en crecimiento, lo cual altera su fuerza y coordinación. La articulación femororrotuliana se ve sometida a tensión continua que deriva en dolor anterior en la rodilla, y en la inserción del tendón rotuliano, en la tuberosidad de la tibia, y que causa la enfermedad de Osgood-Schlatter (ver pág. 148). Cualquier movimiento que transmita fuerzas incrementadas a la articulación de la rodilla debe estar bien controlado. La desviación de la articulación de la rodilla durante *grand pliés* o saltos provocará problemas y, por tanto, habrá que corregir cualquier rotación.

Las repeticiones se deben controlar cuidadosamente, sobre todo en los ensayos en el centro. Se plantea una situación similar con el rápido crecimiento de la tibia y los músculos surales, y con el dolor en el punto de inserción del tendón de Aquiles en el calcáneo, que puede derivar en la enfermedad de Sever.

Las vértebras también crecen durante los estirones y puede haber escoliosis transitoria durante este período. Con el rápido incremento de la altura vertebral en la columna lumbar, los músculos extensores de la columna y la fascia toracolumbar se tensan y se agudiza la lordosis lumbar. La columna dorsal desarrolla entonces cifosis recíproca. Si la altura de la pierna, durante un *arabesque derrière*, no se controla y no se mantiene la estabilidad del tronco, hay riesgo de que la columna se lesione, por ejemplo, una fractura por sobrecarga (espondilólisis, ver pág. 159). Por la misma razón, los chicos no deben practicar levantamientos en este período. Se supera este período de transición centrándose en los ejercicios que trabajan la co-



locación, la postura y el mantenimiento para la estabilidad del tronco y los hombros.

Un buen control motor depende de una buena retroalimentación sensitiva, aunque con la alteración de la longitud de las extremidades y la elevación del centro de gravedad, hay una pérdida temporal del control neuromuscular fino. No obstante, hacia los trece años en las chicas, cuando el crecimiento está en pleno auge, la técnica se vuelve más exigente y se inicia el trabajo de puntas. La fuerza intrínseca de los pies debe estar bien desarrollada, aunque el empeoramiento de la mecánica del equilibrio significa que el progreso será más lento en la atención a los detalles. De nuevo, en la progresión de saltos se debe prestar atención a los músculos más débiles, al control excéntrico, la coordinación y las fuerzas de reacción con el suelo. Si hubiera algún dolor en las rodillas, los saltos se interrumpirán y se sustituirán por estiramientos y ejercicios de suelo.

Por supuesto, para el normal desarrollo es importante una buena dieta equilibrada con un número suficiente de calorías, no sólo para alimentar los músculos que tan duro trabajan, sino también para permitir el crecimiento, la menarquia y regular la menstruación. El sistema reproductor es frágil en este estadio y también vulnerable al ejercicio excesivo y la malnutrición. Las proteínas de primera clase, ricas en hierro, se recomiendan a los bailarines jóvenes. Los adolescentes necesitan un peso normal en vez de tratar de emular el físico de los bailarines profesionales. La densidad ósea depende del equilibrio de las hormonas, y es importante alcanzar la densidad ósea máxima hacia la mitad de la tercera década de la vida.

ESTRATEGIAS PARA LA SALUD DE LAS RODILLAS

- Controlar el número de *grand pliés* porque incrementan la tensión del complejo formado por el cuádriceps y la rótula.
- Ajustar la cuarta posición para los *grand pliés* para que sea menos estresante para la articulación de la rodilla (menos rotación) o suprimirlos por un tiempo.
- Reducir la sección dedicada a saltos y remplazarla por ejercicios para el músculo interno del cuádriceps (vasto medial), los isquiotibiales y los glúteos.
- Incluir estiramientos para el cuádriceps, los isquiotibiales, la cintilla iliotibial, y los músculos gastrocnemio y sóleo.
- No arrodillarse durante un tiempo, aunque lo exija la coreografía.
- Asegurarse de que los suelos son amortiguadores.

ESTRATEGIAS PARA LA SALUD DE LA ESPALDA

- Ejercicios para los abdominales inferiores: transverso del abdomen.
- Estiramientos para los músculos extensores del área inferior de la espalda.
- Prestar atención a la posición de la pelvis: columna y pelvis neutras.
- Limitar la profundidad de la flexión de la espalda y potenciar un uso óptimo de la activación abdominal.
- Atención a la línea de los *arabesques*: más bajo con buena alineación, en vez de esforzarse por aumentar la altura.
- Limitar cualquier elevación extrema en los chicos hasta que sean esqueléticamente más maduros.

ESTRATEGIAS PARA LA SALUD DE LAS CADERAS

- Disminuir la altura de la pierna *devant*, lateral y *derrrière*.
- Emplear posiciones de rotación interna para contrarrestar el énfasis en el *en dehors* (pág. 218).
- Estiramientos del músculo piriforme (pág. 193).
- Menos énfasis en el *relevé*.
- Nada de asumir una 'inclinación posterior' de la pelvis.

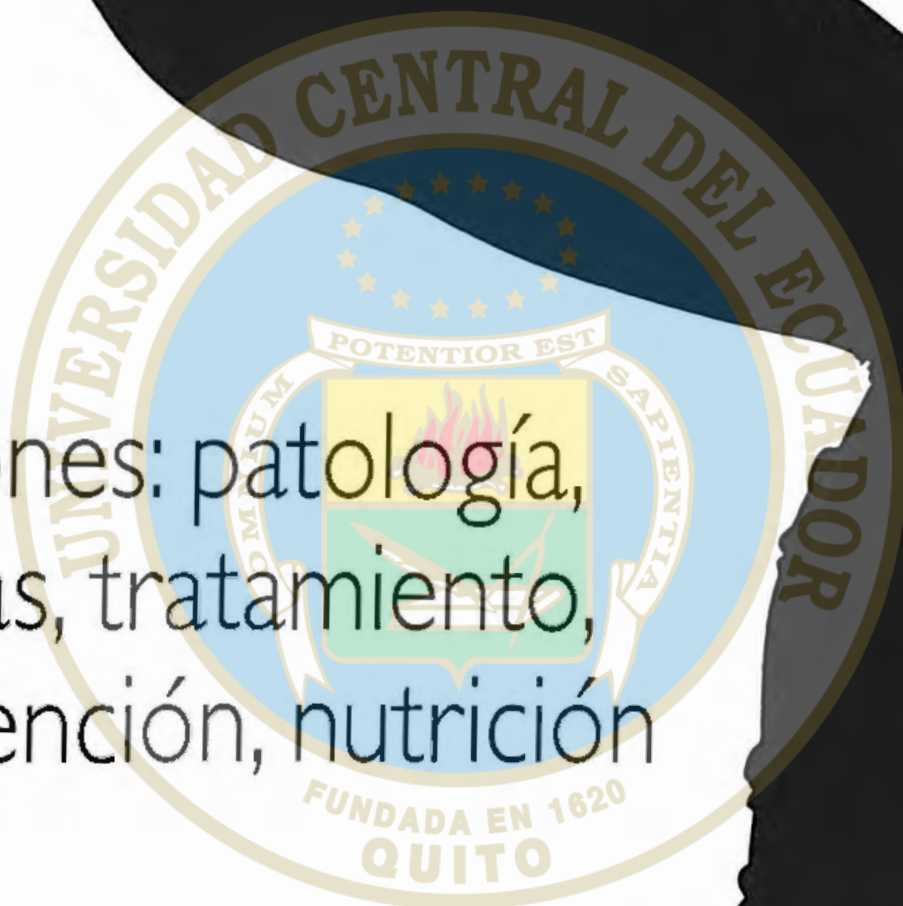
CUIDADOS PARA LOS PIES Y TOBILLOS

- El trabajo de puntas debe progresar lentamente.
- La alineación de los pies se debe monitorizar durante la sección dedicada a los saltos sin pronación indebida del antepié.
- Se deben incluir sencillos ejercicios para el equilibrio (ver pág. 181).
- Ejercicios intrínsecos para los pies (ver pág. 198).
- Ejercicios (ver pág. 203) y estiramientos para las pantorrillas.

Hay que potenciar todas las formas de entrenamiento alternativo para la condición física cardiovascular, como caminar, montar en bicicleta, nadar, ejercicio en el gimnasio, yoga y Pilates.

Las tensiones psicológicas propias de tratar de manejarse en un mundo de adultos son suficientes para el adolescente, pero súmale una atmósfera excesivamente crítica en el estudio y el trabajo productivo, y se resentirá. Las tendencias, a menudo perfeccionistas, de los bailarines jóvenes se controlan mejor en una atmósfera de apoyo donde se expliquen y debatan las estrategias.

Lesiones: patología,
causas, tratamiento,
prevención, nutrición





2.1. Fisiopatología de las lesiones: inflamación y curación

Las lesiones de los tejidos tienen diversas causas: mecánicas, químicas, quemaduras, acción de bacterias y virus, etc. Sin embargo en este libro nos interesan las lesiones de origen mecánico, como esguinces, roturas musculares, fracturas, magulladuras y, ocasionalmente, cortes y rozaduras.

Inflamación

Toda lesión, sea cual fuere la causa, provocará una inflamación. La inflamación es una respuesta de los tejidos adyacentes que han sobrevivido en el área de la lesión. Circula la idea de que la inflamación es indeseable y se debe evitar, porque lo primero que viene a la mente al pensar en inflamación es algo muy doloroso, como un furúnculo, un dolor de garganta o una infección similar que ha producido una respuesta inflamatoria. Como las infecciones bacterianas del tejido son una forma de lesión, se produce un proceso inflamatorio, y de ahí la idea de que la inflamación en sí es indeseable. Sin embargo, lo cierto es lo contrario; la inflamación es algo muy beneficioso. Es un mecanismo protector, natural y defensivo que el cuerpo ha desarrollado para tratar algún tipo de lesión.

Si no se manifiesta la respuesta inflamatoria, los efectos pueden ser desastrosos. Hoy en día todo el mundo ha oído hablar de pacientes tratados con fármacos especiales para prevenir la inflamación, sobre todo tras operaciones de trasplantes de órganos, y también, por supuesto, en una forma ligeramente distinta y llamada SIDA (síndrome de inmunodeficiencia adquirida). Sin la respuesta inflamatoria, hay una incidencia muy alta de infecciones graves que se pueden extender con gran rapidez y que con frecuencia son mortales. Es esta incapacidad del cuerpo para controlar infecciones la que deja a los pacientes tan vulnerables cuando se han sometido a una terapia inmunosupresora, como es sabido. Por tanto, es importante saber desde el principio que la reacción inflamatoria es un estado deseable. Sea cual fuere el tipo de lesión del tejido, el resultado en personas normales es una respuesta inflamatoria aguda.

SIGNOS DE LA INFLAMACIÓN

Los signos de la inflamación ya se describieron hace unos 2.000 años o más y se conocen desde entonces. Hasta este

siglo siempre se han descrito como 'calor, rubor, dolor, edema y limitación funcional'.

Calor

El calor acompaña al enrojecimiento propio de la hiperemia y se debe a un aumento del riego sanguíneo. Sólo se aprecia en la superficie de la piel porque su temperatura suele ser menor que la temperatura interna del cuerpo; por tanto, con el incremento del riego sanguíneo, la temperatura cutánea se eleva y se acerca o llega a la temperatura interna, es decir, 37 °C. Por tanto, hay un aumento localizado del calor en comparación con la piel circundante.

Rubor

El enrojecimiento aparece pronto. Responde a la dilatación de las arteriolas del área. Esto provoca el llenado de los capilares, que se distienden con gran rapidez. A veces se conoce como hiperemia, que significa aumento del riego sanguíneo.

Dolor

Hay varias causas para el dolor asociado con una reacción inflamatoria a diferencia del dolor causado por la lesión en sí, por ejemplo, un esguince o una fractura, los cuales son dolorosos por derecho propio. El dolor inflamatorio puede responder a la estimulación local de las terminaciones nerviosas debido a una alteración del nivel del pH local (el equilibrio acidobásico) o a la liberación de ciertas sustancias químicas, como la histamina, que también estimulan las terminaciones nerviosas. El edema de los tejidos inflamados causa dolor por el aumento de la presión.

Edema

La tumefacción local ocurre siempre en presencia de inflamación y se debe a la difusión de líquido y células de la corriente sanguínea por los tejidos. De ello se volverá a hablar sucintamente.

Limitación funcional

La limitación o pérdida de la función es producto de la inflamación. El dolor puede inhibir la acción muscular, y el edema, limitar los movimientos de las articulaciones. Sin embargo, aparte de estas causas tan evidentes de pérdida funcional, no se entiende del todo la razón inicial de la alteración de la función en presencia de inflamación



en otras localizaciones. La explicación más probable es que la función se inhiba para que descanse esa parte del cuerpo.

CAMBIOS DEL TEJIDO DURANTE LA INFLAMACIÓN

Cambios en los líquidos

Como se mencionó con anterioridad, el eritema y el calor ocurren por la dilatación de las arteriolas, que provoca congestión de los capilares. Con la dilatación de los capilares se produce una alteración de la permeabilidad de las paredes de estos diminutos vasos.

En vez de retener circulando las grandes moléculas de las proteínas sin dejarles cruzar la barrera celular de las paredes de los capilares, la permeabilidad de las paredes cambia y algunas grandes moléculas de proteínas consiguen difundirse por el líquido intersticial causando edema local. Este aumento de la permeabilidad vascular es el factor causante más importante de la hinchazón. Sin embargo, la dilatación es un factor menos importante que causa un aumento de la presión de la sangre en los vasos congestionados, y esta mayor presión ayuda a la difusión de agua por los tejidos.

Las células endoteliales que tapizan los pequeños vasos y forman las paredes de los capilares actúan físicamente como una membrana semipermeable. Semipermeable es cualquier membrana que permite el paso de agua y moléculas pequeñas, pero que impide la entrada de moléculas más grandes. Actúa de forma similar a un cedazo. En circunstancias normales, las proteínas plasmáticas de la sangre circulante son grandes moléculas que no pueden atravesar la membrana semipermeable. La concentración de grandes moléculas a un lado de la membrana semipermeable ejerce una fuerza llamada osmótica, que atrae líquido y moléculas más pequeñas, dependiendo de la permeabilidad de la membrana semipermeable, que pasan a la sangre en un intento por diluir la concentración de grandes moléculas. Esta fuerza osmótica también recibe el nombre de presión osmótica. En la inflamación, la permeabilidad de las células endoteliales se altera y, como resultado, las grandes moléculas de las proteínas pueden pasar y entrar en el líquido intersticial. Por lo tanto, se altera la diferencia en la fuerza osmótica entre los dos lados de la membrana semipermeable, y debido a las proteínas exudadas en el líquido intersticial, ahora hay una fuerza que atrae más agua a los espacios intersticiales. El líquido que se filtra a los tejidos debido a la inflamación se conoce como exudado.

El sistema linfático también desempeña un papel importante en la inflamación aguda. Las células de los pequeños vasos linfáticos se separan un poco, dejando que sustancias de los espacios intersticiales drenen en los vasos linfáticos. Hay, por tanto, un gran incremento del flujo de linfa que drena el área inflamada. Esta linfa no sólo transporta líquido intersticial normal junto con proteínas del plasma y hematocitos, sino también diversos agentes que pueden haber causado la inflamación. En una lesión, por supuesto, sólo están presentes los productos de los daños tisulares, aunque, si la inflamación ha sido causada

por una infección o la penetración de una sustancia extraña, esa sustancia o las bacterias se introducirán en el sistema linfático y se trasladarán por los vasos linfáticos. Entonces llegarán a los ganglios linfáticos regionales que actuarán de filtros.

Como se describió en la primera sección del libro, los ganglios linfáticos filtran cualquier sustancia extraña y, como resultado, también se inflaman. Todo el mundo habrá experimentado alguna vez un dolor de garganta causado por una infección y habrá descubierto que los ganglios situados en los ángulos de la mandíbula han aumentado de tamaño y duelen cuando se presionan. Esto se debe a que los ganglios filtran la linfa procedente de una faringitis. Como resultado de la infección y las bacterias que han filtrado los ganglios, éstos también se inflaman aunque, debido a su capacidad para concentrar leucocitos, son capaces de luchar con las bacterias y otros agentes patógenos y previenen su paso al resto del torrente circulatorio. Ocasionalmente, si la infección es grave, consiguen atravesar los ganglios linfáticos. Tienen entonces una excelente oportunidad para filtrarse en los ganglios más centrales, y, si también salvan estos ganglios, llegarán a la circulación general causando una infección generalizada en el cuerpo y una enfermedad grave.

Por lo que a la lesión se refiere, suele haber restos celulares o productos del catabolismo de la sangre que se han filtrado, por lo que los cambios inflamatorios en los ganglios linfáticos regionales sólo son leves.

Cambios celulares

En los estadios iniciales de la inflamación aguda, las arteriolas y capilares se dilatan y se incrementa mucho el riego sanguíneo al área inflamada. No obstante y poco después, a medida que el líquido de los capilares y vasos pequeños desagua en los tejidos, la concentración de células en la sangre aumenta y ésta se vuelve más pastosa, es decir, aumenta su viscosidad. Como resultado, la circulación por el área se torna más lenta. Con el entortecimiento del riego sanguíneo, los glóbulos blancos o leucocitos se desplazan a la periferia del torrente junto a la membrana de los vasos sanguíneos. Este fenómeno se conoce como marginación, porque los leucocitos se desplazan hacia el margen del torrente circulatorio de esos pequeños vasos. Cuando los leucocitos alcanzan la membrana de los vasos sanguíneos, o endotelio, tienden a adherirse a la membrana endotelial. Esto se conoce como pavimentación, porque al microscopio tiene una apariencia muy parecida a la de una calle empedrada. Los leucocitos se abren paso por las paredes de estos diminutos vasos. Penetran en la pared de los vasos, con movimientos ameboides, insertando una pequeña porción de su tejido en el espacio entre dos células de la pared de la membrana y luego aprietan gradualmente el resto del tejido del leucocito para atravesar ese espacio. Se parece a hacer pasar una medusa a presión por un agujero practicado en un madero. Como la medusa tiene una movilidad casi absoluta, se introduce una pequeña porción y, al seguir empujando, el cuerpo se encoge hasta penetrar lentamente



por el agujero e ir apareciendo por el otro lado, por donde cada vez se haría más grande hasta que la última porción apareciera sin daño alguno para la medusa (fig. 2.1). Este tipo de acción se conoce como movimiento ameboide, por comparación con estas células tan primitivas -las amebas-, que se desplazan de tal forma. La porción de la célula que se filtra inicialmente se conoce como pseudópodo, que traducido literalmente significa 'pie falso'.

Por tanto, los leucocitos o glóbulos blancos pasan de los capilares al líquido intersticial para poder actuar sobre la causa de la inflamación. Una vez en el líquido intersticial, los leucocitos se desplazan específicamente en la dirección requerida. Esto se produce mediante estimulación química y el proceso se conoce como quimiotaxis. Las señales quimiotácticas que atraen a los leucocitos pueden emanar de agentes infecciosos, de daños en los tejidos y de sustancias producidas por las proteínas que han pasado del torrente circulatorio por ósmosis. Hay varios tipos de leucocitos con distintas acciones. Las primeras células que aparecen en gran número en los exudados de los puntos de inflamación son los neutrófilos, llamados así porque se tiñen con colorantes neutros. Son los leucocitos más ha-

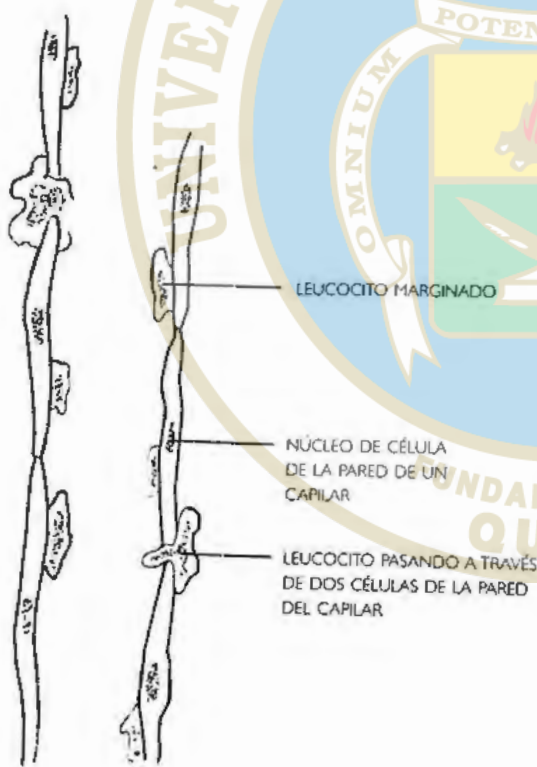
bituales en la circulación ordinaria y su vida es muy corta. Hay una elevada reserva en la médula ósea, que se libera cuando es necesario. Una vez en el lugar de la inflamación, engloban bacterias o sustancias extrañas emitiendo pseudópodos y rodeando la partícula y llevándosela. Este proceso se conoce como fagocitosis. Una vez está envuelta en la célula, la partícula o bacteria se destruye o digiere con las enzimas de la célula. En una infección aguda, si se toma una muestra de sangre y se cuentan los leucocitos, habrá un número incrementado de neutrófilos por milímetro cúbico de sangre, y este incremento se considera una prueba de la infección cuando se practica un hemograma.

Los eosinófilos son otro tipo de hematocitos. Se encuentran en número mucho menor en el torrente circulatorio. Se tiñen de rojo brillante cuando se tiñen con eosina, de ahí su nombre. Aunque responderán de forma muy parecida a los neutrófilos y acabarán con algunas bacterias, básicamente son células que se reúnen en números mucho mayores cuando la inflamación es alérgica. Por tanto, en alergias, aumenta el recuento de eosinófilos en la muestra de sangre.

El tercer tipo de leucocitos que forman parte de los granulocitos son los basófilos. Estas células se llaman granulocitos porque el citoplasma de la célula presenta grandes gránulos. Los gránulos basófilos se tiñen de azul oscuro, mientras que en el caso los otros tipos los granulocitos neutrófilos se tiñen de lavanda, y los eosinófilos, de rojo. Los basófilos sólo se presentan en cantidades muy pequeñas en los exudados. Se estimulan para que liberen el contenido de sus gránulos en el líquido circundante en reacciones inespecíficas e inmunológicas.

Los monocitos son un tipo diferente de leucocitos y, a diferencia de los granulocitos, su citoplasma cuenta con muy pocos gránulos. Su vida es unas cuatro veces más larga que la de los granulocitos. Los monocitos entran en el exudado en pequeño número y a un ritmo más lento que los neutrófilos, aunque con el paso del tiempo su número se incrementa de forma sostenida. Cuando hay monocitos en el exudado, se suelen llamar macrófagos, y en circunstancias normales vagan por los espacios del tejido conjuntivo del cuerpo y, a veces, se denominan histiocitos. Básicamente, estos tres nombres se refieren al mismo tipo de célula. Sus funciones son muy parecidas a las de los neutrófilos, dado que son capaces de absorber, matar y digerir partículas y bacterias. Cuando están en el tejido, su ciclo vital es diferente al de los neutrófilos porque sobreviven largos períodos. Los neutrófilos, junto con los otros granulocitos, no se pueden dividir ni formar nuevas células. Los macrófagos o monocitos son capaces de división celular en el líquido intersticial y también pueden sintetizar distintas enzimas en su propia célula. Por tanto, son capaces de responder y enfrentarse a distintos agentes nocivos. A veces los macrófagos se reúnen y forman grandes células con varios núcleos. Se conocen como células gigantes multinucleadas.

Tal y como se ha mencionado, los macrófagos no sólo se ven en los exudados en las localizaciones de la inflamación, sino que también se distribuyen normalmente



2.1. Dibujo que muestra la marginación de los leucocitos a lo largo de las paredes de un capilar, y dos leucocitos que atraviesan la pared del capilar. Esta pared se compone de células con su propio núcleo. El leucocito sale entre dos células que forman la pared del capilar y no a través del soma de una célula.



por el cuerpo y no sólo se encuentran en el torrente circulatorio en forma de monocitos. También pueden estar fijados y tapizar los vasos del bazo, el hígado y la médula ósea, además de las paredes del sistema linfático. Su función principal es fagocítica, es decir, la ingesta de partículas que, de otro modo, serían perjudiciales para el cuerpo en conjunto. Actúan como barrenderos del cuerpo; están constantemente trabajando porque durante el día se produce la liberación de un gran número de bacterias en el torrente circulatorio, por ejemplo, al comer y lavarse los dientes derivan muchos organismos al torrente circulatorio. Éstos se eliminan rápidamente mediante la actividad fagocítica de los macrófagos. Como resultado, estos episodios de lo que se conoce como bacteriemia tienen una vida muy corta y no causan ningún daño.

El último tipo de leucocitos, los linfocitos, sólo están presentes en número muy reducido en los exudados. Sin embargo, si el exudado envejece y las reacciones inflamatorias se vuelven crónicas, el número de linfocitos aumenta acusadamente. Se ven, por lo tanto, en infecciones crónicas como la tuberculosis. Las funciones de los linfocitos son sobre todo la producción de reacciones inmunológicas y quedan fuera del alcance de este libro.

Ahora ya sabemos que la inflamación es buena o beneficiosa para el cuerpo. El aumento del riego sanguíneo trae células que limpian los daños o la infección del tejido. También trae proteínas y electrolitos para la reparación del tejido y anticuerpos para las distintas afecciones. El exudado puede comenzar a formar un coágulo que se compone de fibrillas de proteínas que actúan de forma parecida a un andamio en las primeras fases de la reparación del tejido. De esto se hablará un poco más tarde.

Tipos de inflamación

Hay tres tipos diferentes de reacciones inflamatorias. La normal después de una lesión como un corte, o una infección como un furúnculo, se conoce como inflamación aguda. La inflamación se produce rápidamente como se ha descrito. A esta sigue la reparación y curación en un período relativamente corto de tiempo. Si la infección es crónica, se produce un avanzado proceso de reparación, pero al mismo tiempo persiste el proceso inflamatorio, por lo que durante mucho tiempo la inflamación continúa con intentos continuos de reparación. En la inflamación crónica, las características de la inflamación aguda son mucho menos acusadas, es decir, el edema y el dolor son menores, aunque puedan persistir cierto tiempo como también cierto grado de interferencia funcional; el calor suele estar ausente. Una infección subaguda es un proceso intermedio entre una infección aguda y otra crónica, donde hay evidencias de reparación pero persiste la inflamación y la exudación. A menudo se manifiesta como un área que no presenta mal aspecto pero que tampoco mejora. Cuando nos referimos a la inflamación de una parte concreta, solemos nombrar la parte inflamada añadiéndole '-itis', como amigdalitis o apendicitis. La artritis también es muy conocida y se aplica a las articulaciones inflamadas. Si una articulación lesionada duele y presenta edema,

a menudo se refiere como artritis traumática, es decir, una artritis causada por un traumatismo.

Las inflamaciones también se describen en ocasiones por el tipo de exudado que se produce. Aunque aquí no sea necesario profundizar en esta área porque hay muchos tipos de exudados, vale la pena mencionar un exudado seroso que se compone en gran medida de líquido y proteínas, y contiene muy pocos glóbulos blancos. Para los bailarines, el exudado seroso más corriente es el líquido presente en las ampollas. El edema de la articulación dañada puede ser un exudado seroso con muy pocas células, o si el daño ha sido grande y se ha producido algún desgarro, el líquido de la articulación puede contener una mayor o menor cantidad de sangre, en cuyo caso se llama hemartrosis. Otro tipo de exudado bien conocido, por supuesto, es el pus. En él, los neutrófilos abundan tanto como para teñir el fluido de color blanco. El pus también contiene productos de la digestión y la desintegración del tejido dañado.

Secuelas de la inflamación

Considerando que este libro trata más sobre lesiones que sobre otras afecciones, debemos tener en cuenta lo que ocurre tras la respuesta inicial inflamatoria aguda a una lesión. El resultado dependerá en gran medida del grado de los daños de los tejidos. Si ha habido poca o ninguna destrucción en los tejidos, la inflamación se moderará y se producirá lo que se conoce como resolución, y los tejidos volverán a la normalidad. Un ejemplo sería una ampolla en la piel dañada. El exudado se forma bajo la piel y se levanta la ampolla, la piel se rompe, se derrama el exudado, el área se seca y cura pelándose lentamente el epitelio muerto, dejando tras de sí piel normal.

Si ha habido un grado significativo de destrucción del tejido, entonces no se produce la resolución, es decir, los tejidos no pueden volver a la normalidad. En este caso, se tiene que reparar el área donde el tejido está destruido. La reparación ocurre de dos formas diferentes. La primera y mejor forma es la regeneración celular cuando las células sanas vecinas se dividen y reproducen y proliferan, reemplazando los tejidos dañados por nuevas células que son idénticas a las que se han perdido, sustituyendo toda el área con el mismo tipo de células. El otro método de reparación se inicia con la proliferación de tejido fibroso o conjuntivo que produce una cicatriz. Debido a la distinta capacidad de los tipos de células y tejidos para regenerarse, la reparación suele ser una combinación de regeneración y cicatrización. La capacidad para regenerarse depende por completo de la capacidad de las células de un tejido concreto para subdividirse y producir nuevas células idénticas. Tejidos como el cutáneo y la mucosa de todo el tubo digestivo se regeneran perfectamente. Algunos de los órganos internos como el hígado y el riñón se regeneran siempre que las áreas dañadas no sean muy grandes. Por desgracia para los bailarines, la regeneración muscular es normalmente muy limitada y la curación se produce en gran medida mediante tejido cicatrizal. El músculo cardíaco no se puede



regenerar en absoluto y se cura enteramente con tejido cicatrizal. Igualmente importante, no hay regeneración de todas las neuronas dañadas. La recuperación tras un ataque al corazón ocurre porque las células vecinas y el resto del músculo cardíaco asumen la función del tejido dañado. Sin embargo, si los daños son demasiado grandes, el músculo cardíaco será incapaz de funcionar correctamente y sobrevendrá una insuficiencia cardíaca. De forma parecida, en el encéfalo, si las neuronas se han destruido por un ictus, que es una hemorragia o una trombosis en el cerebro, no se reparan ni regeneran. Cualquier función que se recupere dependerá de que las células adyacentes asuman las funciones neurológicas de las neuronas destruidas.

Sin embargo, la reparación con tejido cicatrizal (tejido fibroso) es un proceso de reparación muy eficaz y satisfactorio aunque, es obvio, no sea funcionalmente tan bueno como el tejido original. La reparación ocurre como sigue. En el área dañada se produce una invaginación de tejido conjuntivo proliferante, de modo que el área dañada se reforma, proceso al que se llama organización. El tejido invaginado se llama tejido de granulación. Se compone de fibroblastos proliferantes que producen tejido fibroso y brotes capilares proliferantes que forman nuevos capilares, junto con algunos leucocitos del proceso inflamatorio, la parte líquida del exudado y tejido conjuntivo laxo.

La organización ya lleva produciéndose varios días desde el comienzo de la inflamación. Al cabo de una semana, el tejido de granulación es todavía laxo, de modo que la herida se puede abrir con facilidad. Sin embargo, pasada una semana los fibroblastos del tejido de granulación producen sustancias que derivan en la formación de una proteína llamada colágeno. El colágeno se manifiesta en forma de fibrillas en el tejido de granulación. A medida que pasa el tiempo, la cantidad de colágeno aumenta gradualmente y cada vez se vuelve más denso. Es este colágeno denso el que forma la cicatriz, y el proceso requiere unas dos semanas para lograr suficiente resistencia como para que la herida no se abra. Durante las siguientes semanas el colágeno sigue aumentando su resistencia. Las líneas que siguen las fibrillas depositadas en el colágeno se vuelven gradualmente más regulares de modo que, en vez de estar desordenadas como al principio, se organizan siguiendo las líneas de tensión. Los primeros días esta cicatriz presenta una elevada vascularidad y, por tanto, su aspecto es rosado. Con el paso del tiempo la cicatriz pierde el tono rosado y se vuelve blanca, aunque varía el tiempo de una a otra persona. También varía la cantidad de tejido cicatrizal que se deposita. A veces la cicatriz es muy gruesa y recibe el nombre de cicatriz queloide. También puede ser muy molesta.

Curación de las lesiones

Hay dos patrones de curación. El primero se denomina por primera intención, mientras que el segundo se llama por segunda intención. La forma más deseable de curación es por primera intención.

CURACIÓN POR PRIMERA INTENCIÓN

Si pensamos en una lesión muy simple, como la herida causada por un corte limpio en la piel, donde los bordes se han aproximado, podemos ver lo que sucede en la curación por primera intención. Inmediatamente después de producirse la herida, hay una hemorragia, y los bordes de la herida se unen con un coágulo de sangre en el que las fibras actúan como material de unión. En los bordes de la herida se produce una reacción inflamatoria aguda en la misma forma que se ha descrito antes. Diversas células entran en el coágulo sanguíneo, y los macrófagos en particular comienzan a destruirlo. A medida que se produce la demolición del coágulo, crece el tejido de granulación en el área y, pasados unos días, la herida queda cubierta por completo por tejido de granulación. Obviamente, el tiempo que lleve tender este puente de tejido sobre la herida dependerá del tamaño de la herida. No obstante, en la curación por primera intención, el tamaño debe ser mínimo.

Durante este tiempo, en una herida cutánea, el epitelio de la superficie comienza a regenerarse, y pasados unos días se aprecia una fina capa de epitelio sobre la superficie de la herida. Este epitelio se engrosa y madura de modo que se parezca a la piel adyacente. En las capas más profundas, el tejido de granulación madura hasta formar una cicatriz que es una densa colección de colágeno o tejido conjuntivo blanco. En la piel, si los bordes están uno frente a otro, la cicatriz final en la superficie puede ser prácticamente invisible. En las heridas cutáneas muy abiertas, la razón de poner puntos es mantener unidos los bordes para que la curación se produzca por primera intención.

CURACIÓN POR SEGUNDA INTENCIÓN

La curación por segunda intención es en gran medida similar a la que acabamos de describir; sin embargo, ocurre en heridas o lesiones en que los bordes no se pueden aproximar en oposición. Esto puede ocurrir en la piel si hay pérdida de tejido o si la herida está abierta y no se ha cosido, o localizarse en las capas más profundas de tejido. Para rellenar el hueco, se requiere mucho tejido de granulación, y en la superficie de la piel hay mucha más regeneración de las células epiteliales. Como resultado, se forma una cicatriz mucho mayor. Como el colágeno se deposita en el tejido de granulación y luego madura, esto deja una masa densa de colágeno o tejido fibroso. En la piel deja una cicatriz muy visible. Hay que recordar que en las capas más profundas se formará una masa similar de tejido cicatrizal para rellenar el hueco. Como se mencionó antes, cada tejido tiene una capacidad distinta de regeneración celular. Por tanto, en muchas áreas en las que se produce una lesión, el área dañada se repara sobre todo o totalmente con tejido cicatrizal fibroso. Este tejido se adhiere a veces a estructuras adyacentes. La presencia de una masa de tejido cicatrizal en un músculo podría alterar la función del mismo en conjunto. Por tanto es muy importante, cuando se produce una lesión, evitar nuevos daños y la proliferación de tejido cicatrizal. Si una zona



lesionada se ejercita demasiado pronto o inadecuadamente, puede aumentar de forma considerable la cantidad de tejido cicatrizal formado.

En esencia, la curación de cualquier tejido dañado del cuerpo es similar a lo que se ha descrito. Las variaciones locales ocurren debido a los distintos tipos de células y a su distinta capacidad para regenerarse. Incluso en el hueso el proceso de curación es parecido. Sin embargo, con la formación del tejido de granulación y la migración satélite de células hay dos tipos de osteocitos: los osteoblastos, que son responsables de la deposición de nuevo hueso, y los osteoclastos, que son responsables de la destrucción de hueso. Inicialmente, en una fractura, los extremos del hueso roto se rebajan por acción de los osteoclastos y se liberan distintos minerales. Esto genera un nivel muy alto de concentración de los minerales requeridos para la reparación ósea. La curación ocurre con la formación de tejido de granulación y colágeno, y junto con este andamio que se ha formado, los osteoblastos producen hueso. Este hueso se deposita de forma aleatoria. Con el paso del tiempo y la acción de los osteoclastos, este nuevo hueso se elimina y redeposita de modo que las líneas de la malla ósea se orientan en la dirección correcta. El hueso madura lentamente y su perfil se remodela en grado variable de modo que tiende a recuperar su antigua forma. Esto sucede particularmente bien en los niños antes de interrumpirse el crecimiento. El hueso inmaduro que se deposita inicialmente durante el proceso de curación de la fractura es relativamente blando y elástico. La dureza del hueso se consigue con distintas sales minerales. A medida que se forma el hueso nuevo, se aportan sales minerales que se depositan para que el hueso se endurezca y se vuelva sólido.

FACTORES QUE AFECTAN LA CURACIÓN

El factor más importante asociado con la curación es la presencia de un buen riego sanguíneo en el área dañada. Si el riego sanguíneo es escaso, los procesos inflamatorios no se producen adecuadamente. Esto provoca una curación muy lenta o inadecuada, y también predispone a la infección por la deficiencia de los mecanismos protectores del cuerpo, en gran parte debido al número insuficiente de leucocitos que llegan al área. Si la parte dañada no tiene suficiente reposo, el tejido de granulación recién formado puede resultar dañado repetidamente, lo cual afectará de nuevo el riego sanguíneo del área y también aumentará el volumen de tejido fibroso que se forma. Una infección desde el principio, por ejemplo, en una herida sucia, también puede alterar el proceso curativo, al igual que otro material extraño no infectado.

Incluso si la curación se ha producido con normalidad, el tejido cicatrizal en sí puede causar problemas. Puede quedar adherido a estructuras locales y fijarse a él, lo cual produce lo que se conoce como adherencias. A medida que el tejido cicatrizal madura, tiende a acortarse o contraerse. Como resultado, los movimientos de una parte pueden quedar limitados y derivar en rigidez permanente. Una cicatriz que se contrae en la piel puede cau-

sar una desfiguración visible y cuesta poco imaginarse la limitación de la movilidad que producen similares contracturas si se extienden a los tejidos más profundos si resultan dañados. Además, tal y como se ha mencionado, a nivel cutáneo se puede formar una cantidad excesiva de colágeno que se conoce como cicatriz queloide. Suele tener tan sólo importancia estética, aunque en un área donde haya roces la cicatriz tiende a abrirse repetidamente y a convertirse en una llaga. En ocasiones, durante el proceso de curación, pequeñas fibras nerviosas dañadas causan un tumor de fibras nerviosas en el área de curación. A esto se le conoce como neuroma y puede provocar que el área sea muy dolorosa dentro de la cicatriz.

El primer objetivo de cualquier tratamiento es lograr la curación por primera intención. Esto acelerará el tiempo de recuperación, hará que el tejido cicatrizal sea mínimo y la recuperación funcional completa.

2.2. Tipos de lesiones

Una vez expuesta la fisiopatología de la lesión y cómo se produce la curación, describiremos distintos tipos de lesiones considerando cómo la lesión afecta las distintas partes y estructuras del cuerpo. Aunque los principios generales destacados antes se apliquen a todo tipo de lesiones, debido a las diferencias en las estructuras del cuerpo, la respuesta a la lesión variará entre las distintas estructuras, y de ahí que en ocasiones se produzcan variaciones en los procesos de curación.

Lesiones articulares

Al pensar en las articulaciones presentaremos no sólo las porciones óseas de la articulación, sino también la cápsula y los ligamentos externos que la sustentan, los ligamentos internos y la membrana sinovial de la articulación. Además, en algunas articulaciones hay colgajos de cartilago llamados meniscos o cartilagos semilunares que sobresalen de la articulación y pueden sufrir lesiones.

La lesión más habitual en una articulación son los esguinces, que afectan uno o más de sus ligamentos y también la cápsula y la membrana sinovial. Los esguinces se producen cuando el tejido fibroso del ligamento o la cápsula se estira y sufre microdesgarros en la sustancia del ligamento y la cápsula. En estos microdesgarros se rompen un número variable de fibras. Si el esguince es más grave, puede haber una elongación del ligamento dado que estas fibras rotas tienden a tirar y separarse. Si la fuerza prosigue, el ligamento se rompe y se abre un hueco.

La primera estructura que soporta la tensión en un movimiento anormal suele ser alguno de los ligamentos que rodean la articulación. Si la tensión continúa, resulta afectada la cápsula adyacente y luego la membrana sinovial subyacente que tapiza la articulación en sí. Todo esguince causa una hemorragia local porque se han roto diversas fibras, y eso se revela superficialmente como una decoloración bajo la piel, es decir, un magullamiento. Esto se aplica en especial a las articulaciones rodeadas ex-



teriormente por poco tejido, como la del tobillo. En las articulaciones profundas (p. ej., coxofemoral), esta hemorragia no suele ser visible en los tejidos subcutáneos. Si hay daños o irritación en la membrana sinovial de la articulación, habrá un derrame de líquido en la articulación y provocará que se hinche. Este líquido es producido por la membrana sinovial y representa un intento de lavar o diluir la fuente de la irritación. Esto se aprecia en los esguinces graves. Con frecuencia, el derrame es simplemente un exceso de líquido sinovial secretado por la membrana irritada. Si ha habido daños en la membrana sinovial, se producirá una hemorragia en la articulación causando hemartrosis. Los derrames o hemartrosis son siempre dolorosos, sobre todo debido al aumento de la tensión en la articulación, aunque la sangre en sí sea un factor irritante y cause dolor. Ambos son señal de una lesión grave. La única forma de diferenciar entre un derrame y una hemartrosis es aspirar el líquido con una aguja y una jeringa. A veces la hemartrosis responde a una fractura del hueso cuya línea entra en la articulación. Se requieren radiografías para excluir o confirmar una fractura.

Es muy importante determinar si los esguinces son leves o si han pasado al estadio en que hay una rotura completa del ligamento. Esto puede ser evidente en la exploración clínica, aunque a veces la exploración causa demasiado dolor como para que el paciente tolere un examen adecuado de los ligamentos. En estos casos puede ser necesario administrar un anestésico para poner a prueba la estabilidad de la articulación. Al mismo tiempo se realizan radiografías para revelar si hay alguna inestabilidad articular cuando la articulación se somete a tensión en una u otra dirección (fig. 2.2). En el caso de daños en los ligamentos internos de una rodilla (los ligamentos cruzados) o de una lesión en un menisco de la rodilla, la artroscopia es una prueba inestimable. Un artroscopio es un telescopio fino que se introduce en la articulación por una herida mínima, haciendo posible la inspección directa del interior de la articulación. También es posible practicar ciertas operaciones usando el artroscopio; la explantación de porciones de menisco dañado con frecuencia se practica con una artroscopia y sin abrir mucho la articulación. Sin embargo, en la mayoría de las afecciones de rodilla y ciertamente en las lesiones que afectan otras articulaciones que requieran cirugía las operaciones a cielo abierto son inevitables.

Si no se diagnostican pronto los daños ligamentarios significativos, el esguince se puede volver crónico, o si el ligamento se ha estirado mucho o se ha roto, causar inestabilidad crónica de la articulación.

Si la articulación es inestable, el bailarín no tiene ninguna seguridad y la articulación tiende a ceder con frecuencia. Se puede acompañar por episodios repetidos de edema en el área y dolor. La reparación posterior de los ligamentos rotos que quedaron sin diagnosticar no es muy satisfactoria y los resultados son bastante peores que la reparación inmediata de ligamentos rotos tras la lesión. Por inmediato se entiende durante las primeras veinticuatro horas o al menos las primeras cuarenta y ocho horas. No operar en el momento preciso puede derivar en cierto



2.2A. Radiografía de un tobillo, que muestra que el astrágalo se inclina durante una inversión pasiva forzada.



2.2B. La misma radiografía sin aplicar una fuerza de inversión muestra un aspecto normal a pesar de la presencia del ligamento dañado.

grado de inestabilidad, suficiente como para impedir que el bailarín vuelva a los escenarios con toda confianza. Una reparación tardía, aunque mejore la situación, puede no lograr la estabilidad requerida para que el bailarín baile con plenas facultades.

A veces, la inestabilidad de la articulación se debe a daños en las terminaciones nerviosas situadas en la cápsula y los ligamentos. Esta situación mejora con distintos tipos de fisioterapia intensiva. El tobillo es la articulación que con más frecuencia resulta afectada de este modo, y en tales casos, una tabla de equilibrio es uno de los complementos más importantes del programa de rehabilitación (ver figs. 3.3, 3.4 y 3.5 en la pág. 124).

En la misma articulación se produce en ocasiones lo que se conoce como fractura osteocondral, en la cual una esquirla del cartílago articular y un pequeño fragmento del hueso subyacente resultan dañados y se separan de la superficie articular. Es poco habitual en los bailarines porque se suele producir tras un golpe directo en la superficie de una articulación sin protección, como la cara anterior de la rodilla flexionada. Sin embargo, en ciertas lesiones por inversión del tobillo se puede desprender un fragmento de la cabeza del astrágalo.

Lesiones óseas

FRACTURAS AGUDAS

En los huesos, la lesión más habitual es una fractura. Fractura es el nombre médico para describir un hueso roto (fig. 2.3). En los niños estas fracturas pueden ser en tallo verde, donde la fractura es sólo parcial y se acompaña de cierto arqueamiento de la porción íntegra del hueso. A veces las fracturas se acompañan de la fragmentación de los ex-



tremos rotos, en cuyo caso se conocen como fracturas conminutas. En las fracturas compuestas se aprecia rotura de la piel y, a veces, el hueso sobresale por la piel. Las fracturas graves son poco corrientes en los bailarines.

El tipo más habitual de fractura es la que afecta el V metatarsiano. Se produce por una inversión forzada. Las fracturas tardan de seis semanas a varios meses en consolidarse. Por lo general, se inmovilizan con un yeso. En ocasiones se requiere fijación interna con placas y tornillos. Hay unas pocas fracturas que se pueden tratar con un simple vendaje. Durante el período de inmovilización, el bailarín debe pasar la mayor parte del tiempo ejercitando los otros grupos de músculos del cuerpo que no se hayan inmovilizado con el yeso. Una vez se retira el yeso, se pasará tiempo fortaleciendo los músculos que se han debilitado debido a la inmovilización. Muchas fracturas dolerán aunque la fractura se haya soldado satisfactoriamente y, aunque sea incómodo, no es significativo y a largo

plazo el dolor desaparece gradualmente. Con frecuencia el dolor se agudiza cuando hace frío o hay humedad. Tampoco impide que el bailarín actúe con plenas facultades y, ciertamente, no significa que haya algo defectuoso en la consolidación de la fractura.

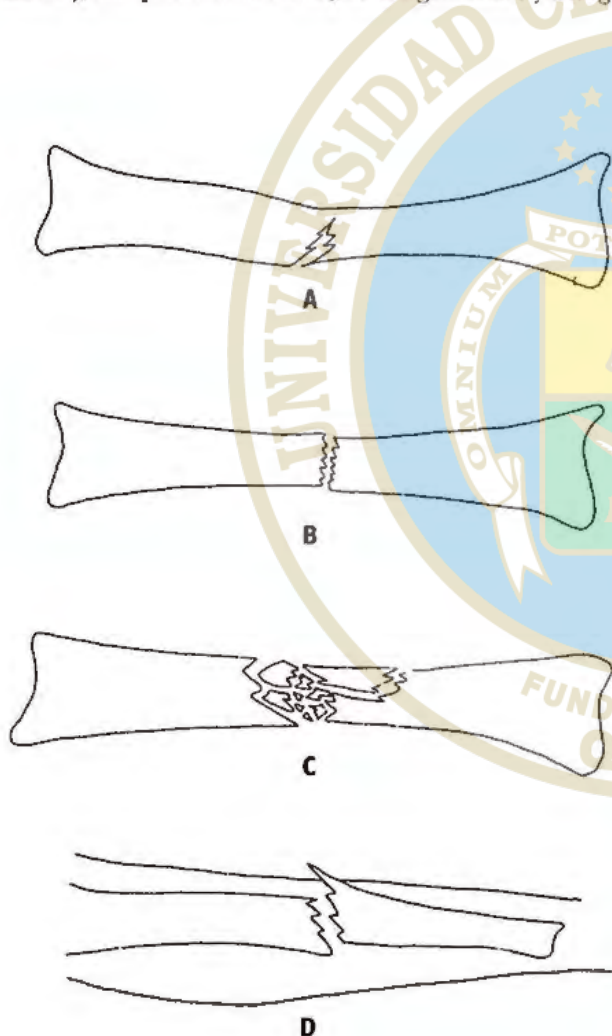
Obviamente tiene importancia diagnosticar pronto una fractura, para cuyo fin se requieren a veces radiografías, aunque el diagnóstico clínico de una fractura suele ser bastante claro y sólo precisa confirmación radiográfica.

FRACTURAS POR SOBRECARGA

Son especialmente habituales en los bailarines y son más frecuentes que las fracturas agudas. Se producen como resultado de tensiones locales repetidas en un área del hueso y se manifiestan gradualmente. Si se somete un hueso a fuerzas o tensiones recurrentes, diferentes de las que se experimentan en las actividades diarias -caminar, subir escaleras, correr distancias cortas, etc., o si estas actividades diarias son excesivas-, el área de hueso que se somete a tensión continuada responderá inicialmente con un engrosamiento gradual de la corteza dura. Esto se aprecia bien en los bailarines, sobre todo en el II metatarsiano que, si es largo, suele aparecer mucho más grueso en las radiografías. Cuando la tensión termina, por ejemplo, cuando un bailarín se retira, el engrosamiento generado por la tensión desaparece gradualmente y el hueso recupera su aspecto radiográfico normal.

Si el factor estresante es más intenso y, particularmente si está bien localizado, se abrirán pequeñas grietas en el hueso. La respuesta local es invocar el mecanismo inflamatorio y de consolidación. Sin embargo, si el factor estresante prosigue, la grieta se puede abrir con más rapidez que con la que se consolida, en cuyo caso se producirá una fractura por sobrecarga o incluso múltiples fracturas por sobrecarga (como suele ocurrir en la tibia). Esto causa un aumento gradual del dolor experimentado por el bailarín. Inicialmente, sólo duele al bailar, pero, a medida que aumenta la fractura por sobrecarga, el dolor es más continuo hasta que al final esté presente en todo momento en que se practique alguna actividad, aunque usualmente desaparece con reposo completo. Si se ignora la presencia de una fractura por sobrecarga, puede evolucionar a una fractura completa del hueso. Además, cuanto más tiempo prosiga el bailarín trabajando con una fractura por sobrecarga, más tiempo tardará ésta en consolidarse. La historia y la exploración deben establecer el diagnóstico de la fractura sin mucha dificultad. El dolor persistente durante la actividad, bien localizado en un área, sugiere una fractura por sobrecarga. Al examinar el área, si el hueso es superficial, mostrará un área local caliente con sensibilidad bien localizada a la palpación y un engrosamiento palpable. Estos datos revelan una fractura por sobrecarga. El tratamiento inicial consiste en reposo e interrupción de la actividad dancística.

Las fracturas por sobrecarga no se suelen ver en las radiografías tomadas los primeros días. En el caso del metatarsiano, pueden pasar dos semanas antes de que haya alguna evidencia de una fractura por sobrecarga. En la ti-



2.3

2.3A. Fractura en tallo verde.

2.3B. Fractura transversa.

2.3C. Fractura conminuta con varios fragmentos.

2.3D. Fractura compuesta en la que el hueso atraviesa la piel.



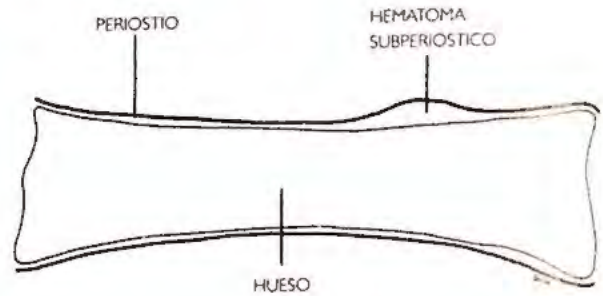
bía (fig. 2.4) o en la *pars interarticularis* de la columna vertebral pueden pasar varios meses antes de que haya cambios radiográficos visibles. Es muy importante que el tratamiento no se diliera hasta obtener datos radiográficos positivos, porque se podría alargar muchos meses el tiempo necesario para consolidar la fractura y conseguir la recuperación. Es posible confirmar la presencia de una fractura por sobrecarga mediante una gammagrafía ósea. Los radioisótopos activos se concentran en la localización de la fractura por sobrecarga, generando lo que se conoce como un 'área caliente'.

Tal y como sucede con otras lesiones, durante el período de descanso de la danza, el bailarín puede seguir haciendo series de ejercicios para mantener el cuerpo en forma. Este programa de ejercicios se debe elaborar con la ayuda de un fisioterapeuta experimentado para asegurarse de que no se somete a tensión el hueso fracturado.

Asociada con el hueso, pero sin ser una lesión ósea de verdad, existe una afección conocida como hematoma subperióstico (fig. 2.5). Se produce con un golpe directo en un hueso relativamente superficial, como la tibia. La hemorragia se localiza entre el periostio y el hueso, levantando el periostio del hueso y causando un bulto muy doloroso. El tratamiento es sólo sintomático. Muy pocas veces el hematoma se infecta y deriva en osteomielitis. Esto es más probable que ocurra si alguien actúa con poco juicio y trata de aspirar la sangre con una aguja. Una secuela adicional de un hematoma subperióstico es que la sangre no se reabsorba por completo y parte de esa sangre residual se convierta en hueso, dejando un bultito óseo en la localización del hematoma.



2.4. Fractura por sobrecarga en el punto medio de la diáfisis de la tibia.



2.5. Hematoma subperióstico.

Lesiones tendinosas

Los tendones establecen una poderosa conexión entre el vientre del músculo contráctil y la porción que se mueve. Se componen de tejido conjuntivo denso y resistente, y dependiendo de la forma del músculo correspondiente y de las fuerzas que se transmitan, pueden ser gruesos como una cuerda, finos como un alambre o anchos como una hoja. Los tendones discurren del vientre del músculo hasta el punto de inserción en el hueso donde forman un poderoso anclaje en el periostio. Transmiten grandes fuerzas de tracción generadas por el músculo hasta áreas estrechas como el tobillo, la rodilla, la muñeca y el codo. Son fuertes, no se estiran mucho y su riesgo sanguíneo es limitado.

Al igual que otras estructuras, reaccionan a sobrecargas repentinas, a la alineación defectuosa de las articulaciones y a fuerzas desequilibradas que generan dolor, en cuyo caso se produce un engrosamiento del tendón y una alteración de su eficacia. El término general para las lesiones de los tendones es **tendinopatía**.

Son los saltos en la danza y otros deportes lo que sobrecargan los tendones y causan dolor en el tendón rotuliano en el punto donde se inserta en la rótula (también llamado 'rodilla de saltador'). El dolor en la porción media del tendón de Aquiles es el otro punto principal. Son los bailarines profesionales, o los más experimentados, quienes desarrollan estas patologías graves y crónicas, y no se deben confundir con los problemas de crecimiento de los bailarines jóvenes. El tendón se engrosa y duele con el ejercicio y resulta muy doloroso a la palpación. Hielo, descanso y antiinflamatorios ayudan a corto plazo, pero no solucionan el problema, y el bailarín siente que está perdiendo fuerza en el área con la persistencia de los síntomas.

Los últimos diez años han visto acumularse los estudios sobre tendinopatías. El dolor crónico (fig. 3.33) en la porción proximal del tendón rotuliano, en el tendón de Aquiles y en el tendón de los isquiotibiales puede impedir entrenar y actuar, y se tiene que abordar el problema según los estudios más recientes. El término tendinitis describe la inflamación del tendón, pero ahora se acepta que los problemas tendinosos crónicos no son inflamatorios porque no reaccionan a la medicación ni a los tratamientos antiinflamatorios, y porque no se curan. Se describen como degenerativos y reacios a la curación.



Los estudios han demostrado que se desarrollan capilares adicionales en un intento por irrigar los tendones para que se reparen (pero el proceso no tiene éxito), y junto con los vasos sanguíneos también prolifera el tejido nervioso. Se cree que el dolor asociado con la patología procede de aquí. El tendón es incapaz de soportar la fuerza exigida, y el colágeno denso y organizado que forma el tendón se interrumpe y engrosa con cambios a nivel celular. Tendinosis es el término habitual para esta afección. La primera línea de acción es corregir los errores biomecánicos o los problemas técnicos. Se procede con reposo, hielo y suaves estiramientos, aunque los problemas crónicos necesitan rehabilitación planificada y basada en pruebas.

Clínicamente el diagnóstico resulta sencillo cuando se obtiene la historia, aunque una ecografía y una ecografía Doppler color confirman la tendinosis. Los ultrasonidos atraviesan los tejidos mediante un transductor y se proyecta una imagen del área en un ordenador. La ecografía Doppler color capta el riego sanguíneo y lo representa en color en la imagen. La afección se confirma si se detecta neovascularización y aumento del riego sanguíneo.

Hay muchos investigadores experimentando con el tratamiento de esta afección. Se están estudiando diversos tratamientos con inyecciones cuyo éxito se está documentando. Algunos fisioterapeutas serán informados de los últimos planes de tratamiento y podrán trabajar con los investigadores. El principal método conservador es un programa cuidadosamente prescrito, de ejercicio excéntrico. Este tipo de ejercicio carga al máximo el tendón, y cuando se prescribe, se controla y gradúa cuidadosamente, puede aliviar el dolor. En la tendinosis rotuliana unilateral, se prescriben sentadillas excéntricas isotónicas. En la tendinosis del Aquiles se prescriben ejercicios excéntricos isotónicos para fortalecer la flexión dorsal del tobillo con un programa de seis a doce semanas. La tendinosis de los isquiotibiales también se trata de este modo. Un diagnóstico preciso es vital y el tratamiento conservador de elección debe seguir las últimas pautas descritas por las investigaciones y ser monitorizado por un fisioterapeuta. En casos de dolor debilitante que interfiera con el rendimiento, se aconseja la derivación a un médico del deporte para su tratamiento.

ROTURA PARCIAL O COMPLETA DE UN TENDÓN

La rotura parcial de un tendón es una lesión más grave y se parece a un esguince de ligamentos. El bailarín experimenta dolor repentino y tal vez oiga o sienta que algo cede. Una rotura parcial consiste en la rotura de algunas fibras del tendón mientras otras se mantienen intactas. Habrá una hemorragia local en la localización de la rotura parcial y se manifestará con un edema local con sensibilidad dolorosa a la palpación. Si el tendón es superficial, los dedos del examinador pueden sentir calor local. Hacer reposo, con o sin inmovilización, suele ser todo lo necesario para la curación de una rotura parcial. En ocasiones está indicada la reparación quirúrgica si se consi-

dera que la rotura parcial es extensa o si se presiente que se puede producir la rotura total del tendón. Si no se hace suficiente reposo para lograr la curación, entonces la afección puede devenir crónica y producirse al mismo tiempo una combinación de curación y nuevos desgarros. Esto ocurre cuando el bailarín no se toma suficiente tiempo de descanso para completar la curación. Después del período de reposo se necesita un programa de ejercicio para fortalecer los músculos que se hayan visto afectados por el descanso.

Por suerte, las roturas completas de un tendón son muy infrecuentes en los bailarines. En la población general, la rotura de tendón más corriente se produce en el punto donde los tendones extensores ejercen tracción sobre la falange distal del dedo y provocan la flexión parcial de la falange; esta afección se conoce como dedo en martillo. También ocurre en deportes de pelota cuando el extremo del dedo recibe un golpe. Muy ocasionalmente, en los bailarines se rompen los principales tendones, por ejemplo, el tendón de Aquiles, el tendón rotuliano y el tendón del cuádriceps. Casi invariablemente se produce por una contracción violenta repentina del músculo. Esto puede pasar porque el bailarín no apoye bien los pies o resbale. Más habitual es que se produzca en bailarines expertos o profesores de danza que están mostrando un salto grande o una rutina poco habitual que necesita una descarga explosiva de potencia muscular.

Es vital un diagnóstico inmediato. Inicialmente, el diagnóstico es bastante obvio, pero si han pasado varias horas el edema local puede ser suficiente para disfrazar lo que antes se apreciaba como un hueco a la palpación. La reparación urgente en las primeras veinticuatro horas es esencial si se obtiene un resultado funcional satisfactorio. Incluso así, la rotura de un tendón importante suele impedir que el bailarín alcance el mismo nivel de actividad previo a la rotura. Aparte de la reparación quirúrgica inmediata, el fisioterapeuta desempeña un papel postoperatorio vital en la recuperación satisfactoria del paciente. El tratamiento comprende un programa completo de rehabilitación y mucho trabajo duro para el paciente.

TENOSINOVITIS Y PERITENDINITIS

Los tejidos que circundan el tendón pueden ser el punto de inflamación e irritación. En los tendones con una vaina, la inflamación afectará esta vaina causando lo que se conoce como tenosinovitis. Algunos tendones, por ejemplo el tendón de Aquiles y el tendón rotuliano, no cuentan con una vaina, aunque los tejidos blandos que circundan el tendón se pueden inflamar exactamente de la misma forma que la vaina tendinosa. Esto se conoce como peritendinitis. En ambos casos, la afección tiende a desencadenarse por el uso excesivo del tendón, causado tal vez por una técnica errónea o por un número excesivo de repeticiones del mismo movimiento. La exploración clínica suele mostrar cierto edema y sensibilidad dolorosa a lo largo de la línea del tendón y la vaina afectados. Los movimientos son dolorosos y con frecuencia el dedo del



examinador siente una crepitación o sensación rechinante o chirriante sobre el tendón que se mueve.

El tratamiento consiste en reposo, que suele garantizar un alivio rápido. En otros casos se requiere hielo, ultrasonidos y fisioterapia, y puede ayudar alguna forma de inmovilización. En los casos crónicos es útil una inyección de esteroides. Sólo en muy raras ocasiones se requiere una descompresión quirúrgica de la vaina del tendón. Esto sólo es necesario cuando la afección se ha vuelto crónica y no responde al tratamiento conservador. Para entonces lo normal es que se haya producido algún engrosamiento y tejido cicatrizal en la vaina del tendón o en los tejidos peritendinosos. En ocasiones hay una causa local, como presión sobre un tendón. En los bailarines a veces se observa este caso en el extremo inferior del tendón de Aquiles, cerca de su inserción, donde una lengüeta o el calzado mal ajustados puede causar una importante irritación del tendón de Aquiles. Obviamente, cuando haya una causa local, tendrá que eliminarse.

LESIONES EN LA INSERCIÓN DE UN TENDÓN (ENTESOPATÍA)

Se producen en el punto donde el tendón penetra en el hueso y suelen adoptar la forma de distensiones. Un reposo adecuado es una parte esencial del tratamiento. Se pueden requerir ultrasonidos, hielo y, ocasionalmente, inyecciones de esteroides. Con frecuencia, la respuesta al tratamiento es lenta y éste se tiene que prolongar.

El empleo de esteroides en cualquier tipo de lesión tendinosa se debe confinar sólo a las lesiones crónicas. Muchos profesionales creen que las inyecciones de esteroides predisponen a una rotura total del tendón. Ciertamente, las inyecciones de esteroides nunca se deben aplicar en el mismo tendón, sino sólo en los tejidos que lo rodean, sea la vaina del tendón o en los tejidos peritendinosos. Se debe evitar la aplicación repetida de inyecciones porque aumentan la probabilidad de que se produzca la rotura del tendón. Como en otros puntos, las inyecciones de esteroides no se deben considerar el único tratamiento para que los bailarines recuperen sus plenas facultades. Después de la inyección de esteroides, incluso si se alivian los síntomas, se debe iniciar un programa adecuado de ejercicios de rehabilitación para impedir que la afección recidive rápidamente o se convierta en una lesión más grave.

Lesiones musculares

Por suerte, las lesiones musculares graves no son especialmente habituales en los bailarines, aunque tirones y distensiones musculares leves sean bastante frecuentes.

Los músculos pueden resultar dañados por golpes directos, como una patada inadvertida o un choque con un pilar o una parte del escenario. Se producen hematomas y posiblemente daños en algunas fibras. Un período corto de descanso con aplicación de hielo y ultrasonidos, seguido por ejercicios y estiramientos suaves y graduados, suele llevar a una rápida resolución de la patología.

ROTURAS MUSCULARES

A veces se producen desgarros en el músculo, por lo general menores y parciales; es decir, la rotura no se extiende por todo el diámetro del músculo y sólo afecta una porción del vientre muscular. Se suelen llamar tirones musculares y ocurren casi siempre debido a una contracción descontrolada del músculo o de una porción del músculo, con frecuencia asociada con un calentamiento incorrecto o incompleto, o por tener que ejercitarse en un entorno demasiado frío. La rotura puede ser central en la masa del músculo o en su periferia. Esta última tiende a causar un dolor menos agudo y una menor interferencia que la primera. En una rotura muscular central el edema central, ejerce presión en toda la periferia, mientras que en una rotura periférica la hemorragia es capaz de dispersarse y difundirse a lo largo de todo el músculo apareciendo a cierta distancia de la localización de la rotura. Sin embargo y una vez dicho esto, con frecuencia resulta difícil o imposible diferenciar los dos tipos de rotura. A menudo, sólo porque la recuperación cuesta mucho más de lo previsto, se llega a la conclusión de que ha sido una rotura central. Si el hematoma ha sido amplio, será una rotura periférica, por lo que el bailarín podrá confiar en que la recuperación sea bastante rápida. Una rotura central requiere normalmente tres o cuatro semanas para sanar y para que la recuperación se produzca. El tratamiento se inicia con reposo para reducir al mínimo la hemorragia y prevenir nuevos desgarros. La aplicación de hielo ayuda a reducir la hemorragia, como también la compresión con un vendaje firme. La elevación de la extremidad lesionada ayuda a aliviar la presión del área dañada.

Se requiere movimientos inmediatos y pasivos una vez que la hemorragia ha cesado. El grado de ejercicio se regula por el dolor. El ejercicio excesivo puede agravar la situación. A medida que mejore la patología, se necesitará un aumento gradual de los ejercicios de resistencia para fortalecer el músculo. Esto se acompaña de estiramientos suaves y regulares para que el tejido cicatrizal de la rotura no se contraiga. Cuanto más tiempo pase a diario el bailarín con los ejercicios graduados, más rápida y satisfactoria será la recuperación. Un período corto de ejercicio una vez al día sin nada más no conseguirá una rápida recuperación.

Es esencial que los músculos recuperen toda su longitud antes de que el bailarín vuelva a bailar sin restricciones. Teniendo cuidado, una vuelta gradual a las clases puede formar parte del programa de rehabilitación.

En ocasiones, los daños musculares se complican por la formación de hueso en el área del músculo durante el proceso de curación debido a daños en el periostio que se produjeron al mismo tiempo que la lesión muscular, lo cual provoca el vertido de osteocitos en el hematoma muscular. Esta formación de hueso causa mucho dolor y una limitación acusada de la movilidad. Se palpa un edema muy firme a nivel profundo del músculo y dicho edema se vuelve cada vez más duro. Las radiografías mostrarán que se está empezando a formar hueso en el músculo. El único tratamiento consiste en dejar el músculo en completo reposo. Cualquier actividad agudizará la situación e incrementará la osificación. Ninguna forma de fisioterapia sirve



y ciertamente está contraindicada, ya que el tratamiento casi siempre es perjudicial para la recuperación. Sólo cuando el hueso haya madurado y no haya riesgo de incremento podrá reiniciarse la fisioterapia activa. Suele haber una recuperación satisfactoria cuando estas precauciones iniciales se adoptan conscientemente. Sólo en muy pocas ocasiones es necesario extirpar el bulto de hueso. Por desgracia, esto puede causar nuevas fugas de osteocitos y redivivar la patología, por lo cual la cirugía no se debe tomar a la ligera.

AGUJETAS Y RIGIDEZ MUSCULARES

A la falta de ejercicio le suele acompañar rigidez muscular. Se suele experimentar sobre todo cuando el bailarín vuelve a ensayar tras un período de vacaciones. Los *grand pliés* y los saltos tras un período de reposo se notan en el cuádriceps y las pantorrillas. En ocasiones ocurre cuando el bailarín tiene que asumir un aumento repentino en la carga de trabajo. Las causas de las agujetas se pueden deber a diminutas roturas en las fibras de músculos poco preparados para el ejercicio duro, lo cual origina edema local, dolor e inflamación. Otra posible causa es la acumulación de distintos productos de desecho que no se eliminan tan rápidamente en el músculo desentrenado como en el entrenado. No obstante, ninguna de estas teorías ha sido probada.

Este tipo concreto de agujetas se llaman mialgia diferida y parece ser peor tras un ejercicio excéntrico des acostumbrado (contracción muscular mientras el músculo se elonga). Se caracteriza por un dolor sordo de 24 a 48 horas después del ejercicio. Esto sucede menos en quienes trabajan habitualmente y entrenan con regularidad. La recuperación activa con regularidad tras el ejercicio y con estiramientos y posiblemente masajes puede prevenir que esto suceda.

Sea cual fuere la causa de la rigidez, el tratamiento consiste en seguir con las clases normales y aumentar gradualmente el trabajo. Es importante que las clases se desarrollen en una atmósfera cálida y que haya un calentamiento adecuado con un incremento gradual del trabajo. Las clases deben terminar con un calentamiento/recuperación activa adecuados.

Radiografías, tomografías, gammagrafías y ecografías

Antes de iniciar cualquier tipo de tratamiento se necesita un diagnóstico preciso. Siempre se ha dicho que en el 75% de los casos se puede establecer un diagnóstico al final de la historia si se ha elaborado con cuidado y precisión. En otro 10% el diagnóstico se establece al final de la exploración, que a menudo simplemente confirma el diagnóstico inicial. Otro 5-10% se diagnostican mediante pruebas especiales.

La anamnesis y las destrezas para la exploración física se aprenden durante la preparación de los profesionales y quedan fuera del alcance de este libro. Tampoco se tendrán en cuenta los análisis de sangre y otras pruebas pa-

tológicas, si bien se usan con frecuencia diversos métodos de exploración por la imagen en el diagnóstico de problemas de bailarines, motivo por el cual tienen interés aquí. Es importante que el paciente sepa los objetivos y limitaciones de las distintas técnicas. Es probable que los bailarines y otros deportistas tengan mucho más interés y discernimiento que otras personas sobre el funcionamiento físico de sus cuerpos. Además, poder ver una imagen, por ejemplo, de una fractura por sobrecarga hará que el bailarín (y el profesor o director artístico) acepte con más convencimiento el diagnóstico y la posible recomendación de un período sin bailar que meramente por la palabra del fisioterapeuta o el médico sin otras pruebas.

RADIOGRAFÍAS

Fueron descubiertas y descritas por vez primera por el alemán Wilhelm Roentgen en 1895. Las llamó rayos X porque en aquel momento no fue posible una definición más precisa. Sin embargo, otros científicos le dieron el nombre de rayos Roentgen y a las imágenes obtenidas con película fotográfica roentgenografías. Este nombre todavía se usa en ocasiones en Alemania y también en Estados Unidos. Se dice que a Roentgen le disgustaba el empleo de su nombre.

Todo el mundo está familiarizado con el aspecto de las radiografías. Las radiografías se localizan en el extremo del espectro electromagnético. Tienen una energía mucho mayor que los rayos ultravioleta, que tienen más energía que la luz visible, y de ahí las quemaduras que causan los rayos UV (eritema solar). Los rayos X son radiaciones ionizantes y se miden más por su energía que por su longitud de onda. Son mucho más peligrosos que otros rayos de longitud de onda mucho mayor y mucha menos energía. Esto no lo sabían los primeros experimentadores que con frecuencia se sometían a los rayos X sufriendo daños permanentes y a veces mortales. Las técnicas y máquinas modernas han conseguido que ahora sea todo mucho más seguro, aunque hay que evitar exposiciones innecesarias, sobre todo en el caso de mujeres jóvenes.

Los rayos X son absorbidos por los tejidos dependiendo de su densidad. Como resultado, los huesos y el metal se ven con total claridad, mientras que los tejidos blandos, como el músculo y los órganos internos, se delinean con mucha menos claridad. Para solventar en parte este problema, durante muchos años se han usado contrastes. Se trataba de líquidos que contenían yodo y se inyectaban para que se vieran los riñones, el conducto vertebral, etc., o contenían bario para visualizar el tubo digestivo. A pesar de las exploraciones más sofisticadas de las que se dispone hoy en día, aún ejercen su papel. La mayoría de las radiografías se registran ahora digitalmente y se ven en la pantalla de un ordenador.

TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTERIZADA

TAC son las siglas de tomografía axial computerizada. Fue inventada por un científico británico, sir Godfrey Hounsfield, a quien se concedió el premio Nobel. El pa-



ciente se introduce tumbado en un túnel ancho en el que se emiten rayos X desde diversas direcciones. Los rayos X son absorbidos en diferentes grados por los tejidos de distinta densidad. Después de atravesar el cuerpo, son captados por detectores, y los resultados se computerizan para obtener una imagen transversal de esa parte del cuerpo. Se trata, en efecto, de un corte transversal del cuerpo. Al igual que con las radiografías simples, el hueso absorbe la mayor parte de los rayos X, y las distintas densidades de las otras estructuras permiten al ordenador obtener imágenes de las distintas estructuras. Se pueden inyectar diversos contrastes para diferenciar los distintos tejidos. Como se usan rayos X, este estudio sólo se debe realizar cuando esté indicado y 'no por si acaso o por vamos a ver'.

RESONANCIA MAGNÉTICA

La resonancia magnética nuclear es la técnica conocida por sus siglas RM. Nuclear se refiere a los componentes moleculares de las células y no a la radiación nuclear. El término nuclear ha desaparecido en el ámbito médico para evitar la confusión y no despertar preocupación. Las RM fueron descubiertas por el doctor Raymond Damadian, pero nunca obtuvo imágenes satisfactorias de partes del cuerpo y tardaban muchas horas en obtenerse. Sir Peter Mansfield, de la Universidad de Nottingham, y el doctor Paul Lauterbur, de la Universidad de Illinois, obtuvieron las primeras imágenes rápidas y satisfactorias. Se les concedió el premio Nobel por su trabajo. Hubo muchas otras personas que contribuyeron a su desarrollo. En la Universidad de Aberdeen, el doctor John Mallard y sus colaboradores se arrogan el mérito de obtener las primeras resonancias magnéticas clínicamente útiles. Por desgracia, a diferencia de los rayos X y las tomografías axiales computerizadas, son muchas las personas que afirman haber contribuido de forma importante y original al desarrollo de las RM y es probable que así sea. Cada vez se perfeccionan más con nuevos refinamientos, sobre todo los estudios sobre el sistema nervioso central. Los autores se disculpan si alguien se considera excluido de este breve resumen.

Se introduce al paciente en el túnel estrecho del escáner con un campo magnético muy poderoso que alinea los protones de hidrógeno presentes en el agua del cuerpo. Un segundo campo electromagnético proyectado en ángulos rectos bombardea los protones desalineados. Lentamente retornan a distinta velocidad dependiendo del tejido en que se encuentren, generando así distintas radiofrecuencias. Éstas son detectadas por el escáner y el ordenador las convierte en imágenes visibles de los tejidos y órganos.

A diferencia de los rayos X, los campos magnéticos y las radiofrecuencias usadas en las RM se consideran inocuos para el paciente, aunque todavía se desconoce si se deriva algún mal de exposiciones repetidas. Como en las salas de rayos X, los radiografistas se retiran a otra sala para protegerse. Hay una ventana y un micrófono para comunicarse con el paciente.

Desde la perspectiva del paciente, los inconvenientes son que la exploración resulta muy ruidosa y que el tú-

nel es estrecho y, respecto a otras máquinas, demasiado largo. Esto resulta claustrofóbico para algunas personas, pero la sensación se alivia en gran medida escuchando música con auriculares y poniéndose un antifaz como los que se llevan para los vuelos transcontinentales. Esto evita que el paciente esté mirando la pared del escáner situada a escasos centímetros de la cara. Ahora existen escáneres 'abiertos' en los que el paciente se tumba entre dos interfaces paralelas, y la solución resulta aceptable para personas que sienten claustrofobia grave en un escáner tubular.

A veces se inyecta un contraste con gadolinio en una vena para delinear diversos tejidos.

Las RM son mucho mejores que las TAC para el estudio de partes blandas, mientras que estas últimas son mejores para exploraciones óseas. La decisión sobre el tipo de estudio corresponde al profesional médico.

ECOGRAFÍAS

Esta técnica de exploración por la imagen consiste en dirigir ondas sonoras al cuerpo mediante un escáner manual. Se aplica un gel sobre la piel que mejora el contacto entre el escáner y el cuerpo. Las ondas sonoras rebotan en las estructuras del cuerpo en distinto grado y son captadas por el escáner. Se genera una imagen computerizada en la pantalla que luego se puede imprimir como en otros métodos de exploración por la imagen.

Las ecografías suelen ser mejores que las RM para el diagnóstico de tendones y otras lesiones en partes blandas. Son mucho más baratas y más rápidas de obtener. Las ecografías no tienen efectos nocivos. Todo el mundo las conoce por su empleo durante el embarazo.

Mediante las técnicas Doppler se estudia el riego sanguíneo, sobre todo el asociado con inflamación.

GAMMAGRAFÍAS ÓSEAS

Se inserta un isótopo, también llamado radionúclido, en el cuerpo mediante una inyección intravenosa. Se emplean distintos isótopos dependiendo de la parte que se haya de explorar. Se emplea un isótopo del tecnecio para la gammagrafía. Para explorar el tiroides, se emplea un isótopo del yodo. Los isótopos o radionúclidos usados diagnósticamente se obtienen de forma artificial. Son inestables y poseen más neutrones que su versión normal o estable. En su estado inestable desprenden energía cuando se descomponen en forma de rayos gamma, y son estos rayos los que se detectan con una cámara gamma. En la forma final que se presenta al médico tienen un aspecto similar al de los rayos X. En el hueso, donde hay un área de mayor actividad (es decir, un aumento del riego sanguíneo local), el isótopo es captado en mayor cantidad. En la película se aprecia como un área más oscura en el hueso. Este aspecto no es *per se* diagnóstico, sino que simplemente muestra dónde se incrementa el riego sanguíneo. Este cambio se puede deber a una infección, un tumor, una fractura, etc. Sin embargo, antes de pedir esta prueba, el médico tendrá en mente el diagnóstico poten-



cial y la prueba confirmará si hay presente una patología. En los bailarines, este estudio se suele solicitar ante la sospecha de una fractura por sobrecarga.

En las gammagrafías, el isótopo se administra con una inyección intravenosa. Luego se obtienen imágenes que muestran el riego sanguíneo. Se produce entonces una pausa de tres o cuatro horas durante las cuales el isótopo es captado por el hueso. Durante el período de espera, resulta muy útil beber mucho líquido para limpiar el cuerpo del isótopo sobrante. Al final de este período se obtiene otra gammagrafía del paciente.

El isótopo del tecnecio tiene una semivida de seis horas. Esto significa que el isótopo habrá perdido la mitad de su radiactividad al cabo de seis horas. La cantidad de radiación en la dosis minúscula de isótopo no es peligrosa y equivale a casi lo mismo que una radiografía. No obstante, hasta que el isótopo haya perdido su poder, el paciente seguirá emitiendo pequeñas cantidades de radiactividad y se le pedirá que se mantenga alejado de embarazadas y niños. En muy pocas ocasiones, los pacientes son alérgicos al contraste y a los isótopos usados en la prueba, por lo que es necesario informar sobre cualquier alergia conocida antes del estudio.

2.3. Causas y complicaciones de las lesiones en danza

Todas las lesiones en la danza están causadas por fallas en la técnica. Estas lesiones no son fortuitas.

No hay duda de que éste es el hecho más importante que deben entender bailarines y profesores. Para determinar la causa de una lesión, la primera pregunta que se debe plantear el bailarín profesional o el estudiante, el profesor de danza o el médico es: '¿Qué fallo en la técnica ha causado esta lesión?' Una vez planteada esta pregunta, se está en el buen camino para establecer el diagnóstico correcto y aplicar el tratamiento adecuado y las medidas terapéuticas. El objetivo debe ser una recuperación completa y lo más rápido posible e, igualmente importante, la prevención de recidivas de la misma lesión.

Recuerda siempre que la causa o causas de la lesión pueden no ser evidentes excepto mediante una observación y una exploración detalladas y meticulosas.

Un pequeño porcentaje de las lesiones se llaman lesiones asociadas con la danza mejor que lesiones de danza. Bajo esta denominación se incluyen lesiones que se producen durante la danza pero que tienen causas extrínsecas con origen medioambiental —el suelo, el vestuario, el calzado— más que debido a una técnica errónea.

También está el caso del bailarín que sufre una lesión que no es de danza ni asociada con la danza. Una caída por las escaleras puede causar una fractura en el pie o el tobillo. El tratamiento seguirá las líneas de acción habituales aunque durante la rehabilitación, que debe comenzar en los estadios iniciales del tratamiento, se pres-

tará atención al hecho de que el paciente es un bailarín y tendrá que volver a un nivel de actividad muy alto. La rehabilitación debe ser intensiva y exhaustiva.

Causas de las lesiones en danza

LESIONES CAUSADAS POR UNA TÉCNICA ERRÓNEA

Causas anatómicas

Como la mayoría de los bailarines no son anatómicamente perfectos para la danza, habrá limitaciones y restricciones físicas que pueden desempeñar un papel en la prevención del desarrollo de una técnica perfecta. Ciertamente, la causa anatómica más habitual de problemas y lesiones potenciales es la limitación de la apertura (rotación externa) de las caderas en el *en dehors*.

Es importante que estudiantes y profesores de danza entiendan y aprecien lo antes posible las limitaciones anatómicas presentes, de modo que los estudiantes aprendan a esforzarse dentro de sus posibilidades físicas. Durante los primeros años los estudiantes aprenderán a hacer el mejor uso posible de todos los aspectos de su potencial físico, pero sin intentar sobrepasarlo. La referencia a la **Sección 5.7** permite apreciar todos los problemas que pueden surgir si los bailarines intentan girar los pies hacia fuera más de lo que permiten las caderas, es decir, tratando de sobrepasar sus límites o potencial físico.

Las personas con hipermovilidad pueden poseer el grado de movilidad requerido, pero no el control sobre las articulaciones. Enseñar la técnica y los ejercicios de fuerza y estabilización será el único medio para prevenir lesiones y prolongar la carrera artística.

Falta de conocimientos técnicos

Durante los años de estudiante, los bailarines jóvenes serán más propensos a las lesiones mientras intentan aplicar la técnica que están aprendiendo. Muchas lesiones se producen durante esta fase de su vida artística, por lo general menores, sobre todo si se cuenta con centros para un temprano diagnóstico y tratamiento. Sin embargo, si se carece de estos centros, es éste un estadio de sus vidas en que las lesiones devienen crónicas y persistentes. Se suelen deber a que no se aprecia la causa real de la lesión, por lo que los estudiantes jóvenes no reciben la ayuda técnica necesaria para prevenir que las lesiones se vuelvan recurrentes o crónicas.

Enseñanza defectuosa

Los profesores pueden causar lesiones porque a menudo no reparan en las limitaciones anatómicas de los estudiantes que tienen delante. No identifican las áreas de debilidad, que se pueden exacerbar en algún momento durante un estirón de crecimiento, por una enfermedad como la mononucleosis infecciosa, o por otro problema exógeno. No reparan en los fallos en la técnica que está desarrollando el niño, o, mucho peor, pueden estar enseñando fallos en la técnica que causen lesiones o agudicen proble-



mas ya presentes. La rotación externa excesiva de los pies en relación con las caderas probablemente sea el fallo técnico más habitual, por ejemplo exigir una apertura con los pies planos o un giro externo de 180° de los pies que no se corresponda con el de las caderas. Por regla general, para el *en dehors* los pies no deben girar hacia fuera más que el grado de apertura de las caderas. Hacer que las niñas hagan puntas demasiado pronto y antes de tener la fuerza suficiente, o exponerlas a exámenes y otras situaciones para las que no estén listas puede causar problemas muy significativos.

No aplicar la técnica correcta

Esta situación comprende a los bailarines profesionales que han recibido preparación técnica completa pero que por distintas razones cometen fallos. Esto es habitual cuando están cansados. Se ve con frecuencia durante giras muy largas. En esta situación, a medida que avanza la gira, el índice de lesiones suele aumentar por una combinación de muchas actuaciones, largos viajes con insuficiente reposo entre actuaciones y, frecuentemente, condiciones inapropiadas para la danza en los teatros y también los hoteles.

En esta sección también deben constar las lesiones que se producen por una coreografía demasiado exigente, donde el coreógrafo puede, durante la búsqueda incesante de algo totalmente nuevo, embarcarse en una rutina tan extraña que no sea posible aplicar una buena técnica. En esta situación los bailarines se pueden lesionar mientras intentan desarrollar una técnica con la que ejecutar la rutina exigida, o las lesiones pueden sobrevenir por un empleo desacostumbrado del cuerpo. Toda forma nueva de trabajo requiere un desarrollo gradual.

CAUSAS AMBIENTALES DE LAS LESIONES

Estas causas producen lo que podríamos llamar lesiones asociadas con la danza, aunque el medio ambiente contribuya también a causar lesiones de danza genuinas. El bailarín tendrá poco o ningún control sobre la mayoría de estas causas ambientales, si bien los profesionales experimentados deberían poder reconocer los peligros potenciales y, al menos, hacer lo posible para mejorar o corregir los defectos que haya presentes.

Entre las causas ambientales destacan las instalaciones inadecuadas. Esto se refiere en particular a la falta de oportunidades para asistir a clase a diario en muchos espectáculos que implican mucha danza, en contraste con las compañías de danza profesionales donde las clases diarias forman parte de la rutina de trabajo de las compañías. En una gran ciudad tal vez sea posible que los bailarines salgan y se apunten a clases. Sin embargo, en algunas áreas no se dan clases adecuadas, y en esta situación la dirección, si no proporciona instalaciones para que sus bailarines asistan a clase, estará generando una causa ambiental para la aparición de lesiones en los bailarines. Si éstos no tienen acceso a salas con espacio suficiente para las clases diarias, se verán en la situación de salir cada tarde a actuar sin una preparación adecuada. En momen-

tos así es cuando se suelen elevar continuamente las tasas de lesiones. Ciertamente, por el propio interés de la dirección los bailarines deben contar con instalaciones para las clases diarias incluyendo a alguien que dé la clase, o a alguien que adopte las disposiciones para que los bailarines tengan la oportunidad de asistir a clases en otro sitio. Este fallo por parte de la dirección y los promotores probablemente se deba tanto a que no aprecian los requisitos que necesitan los bailarines como a un desprecio deliberado de sus necesidades. Desde este punto de vista, los bailarines en sí, junto con sus representantes, deben asumir parte de la culpa por no insistir en que haya las instalaciones adecuadas.

Entre las causas ambientales genuinas que predisponen a sufrir lesiones encontramos: (a) la temperatura y (b) el suelo.

La temperatura

La temperatura ambiente en que se espera que den clase, ensayen o actúen los bailarines debe ser lo suficientemente alta para que no tengan frío antes, durante o después de cualquiera de estas actividades. La temperatura ambiente no debe estar por debajo de 20-21°C. Como se ha mencionado en las causas de las lesiones (**Sección 2.2, Roturas musculares**, pág. 86), las lesiones musculares en concreto son más probables cuando los bailarines han realizado un calentamiento inadecuado. Las temperaturas demasiado altas, aunque no predispongan directamente a las lesiones, conllevan algunas complicaciones, sobre todo la sudoración excesiva que deriva en la pérdida de agua y electrolitos (sobre todo sales). Si esta pérdida se reemplaza adecuadamente, entonces no se producen daños. Sin embargo, hay una tendencia a que los bailarines reemplacen inadecuadamente los líquidos perdidos y esto puede causar calambres y espasmos musculares, así como problemas médicos más graves si se prolongan en el tiempo (ver **Agua e Hidratación**, pág. 116).

El suelo

Es éste un factor muy importante entre las causas ambientales de las lesiones. La fabricación del suelo es de máxima importancia para los bailarines. Por desgracia, en muchos teatros modernos y en los estudios que no se construyen para este propósito, la superficie sobre la que se extiende el suelo suele ser hormigón reforzado. Un suelo de madera no debe impedir que los bailarines piensen en si poseen características amortiguadoras. Con demasiada frecuencia el suelo se aplica directamente sobre el hormigón, o sobre viguetas de acero. La ausencia de elasticidad en el suelo puede provocar muchas lesiones, sobre todo problemas podales, lesiones en la región lumbar de la columna, en los músculos que se asocian con el despegue y aterrizaje del salto, y en los huesos, sobre todo la tibia y los metatarsianos, que pueden ser la localización de fracturas por sobrecarga. La construcción del suelo es un tema complicado y fuera del alcance de este libro. Sin embargo, parece que, siempre y cuando las clases y ensayos



se realicen sobre un suelo perfecto para bailar, entonces las actuaciones ocasionales sobre suelos inadecuados pueden ser aceptables siempre y cuando este suelo inadecuado esté cubierto por dos capas de vinilo especial almohadillado. Aunque ésta sea la idea más corriente, nuevas evidencias pueden demostrar que incluso esta cubierta de suelo sólido es inadecuada a largo plazo, sobre todo si se practican habitualmente actuaciones sobre este tipo de superficies en contraposición a series cortas en un teatro o estudio de televisión concretos.

Un segundo factor en la construcción de suelos se refiere a los escenarios. Muchas compañías en gira se ven en la tesitura de tener que trabajar en un escenario muy inclinado. Aunque esto sea eminentemente satisfactorio para las producciones de teatro normales dado que la audiencia goza de una visión mejor, crea graves problemas a los bailarines; la presencia de una inclinación no sólo predispone al desarrollo de lesiones, sino que también puede diferir la recuperación de lesiones menores que son insuficientes para evitar que el bailarín trabaje. Un escenario inclinado causa sobre todo un desplazamiento posterior del peso con todos sus problemas asociados (véase la **Sección 5**). Adicionalmente, moverse transversalmente a la inclinación plantea distintos problemas. Por desgracia, no hay nada que hacer cuando el escenario está inclinado, aunque es importante que el bailarín y el terapeuta sean conscientes de los posibles riesgos.

Por último, al examinar el suelo, también es importante la superficie en sí. Las dificultades asociadas con una superficie resbaladiza son evidentes. Los músculos laterales de la cadera y del muslo se tensan al generar fuerza para estabilizarse, lo cual conlleva problemas. Menos evidente es el uso excesivo de resina. A menos que el suelo se limpie con regularidad, se puede acumular resina, con frecuencia en parches irregulares. Esto puede hacer que un bailarín se encuentre de repente con que el pie se queda pegado al suelo con consecuencias potencialmente desastrosas si está girando, cuando la torsión transmitida entre el pie fijo y el cuerpo en movimiento puede causar una lesión grave en el tobillo o la rodilla.

Complicaciones generales de las lesiones

EFFECTOS EN EL CUERPO

Disminución de la capacidad cardiorrespiratoria

Como resultado de la disminución forzosa de la actividad tras una lesión, la capacidad cardiorrespiratoria del bailarín declinará. Dicho de otro modo, cuando vuelva a ejercitarse, se quedará antes sin aliento, su pulso se acelerará más y notará que el corazón late con fuerza en ciertas actividades. Estos efectos son ocasionados en gran medida porque ha disminuido el volumen sistólico del corazón. Es decir, la cantidad de sangre bombeada en cada contracción del corazón es menor, por lo que para enviar la misma cantidad de sangre a los órganos del cuerpo, en concreto a los músculos, el corazón tiene que latir más rápido. En una persona entrenada, el corazón a cada latido bombea un

mayor volumen de sangre que el corazón no entrenado, por lo que el deportista puede mantener un mayor riego sanguíneo a los músculos mediante una combinación de incremento de volumen del corazón con cada latido además de un incremento de las pulsaciones. En el corazón no entrenado, la exigencia de más oxígeno y la necesidad de eliminar más dióxido de carbono causa un incremento de la frecuencia cardíaca, con poco margen para aumentar el volumen de sangre en cada latido. Llegado al límite, se producirá una situación en la que el corazón alcanzará tal frecuencia que contará con tiempo insuficiente para llenarse entre una y otra contracción, de modo que un nuevo incremento de la frecuencia resultaría contraproducente. Durante el curso del entrenamiento, el corazón responde mediante una mayor relajación entre contracciones, lo cual permite un mayor volumen de llenado que un incremento de la cantidad de sangre expulsada del corazón con cada contracción. En cuanto a la respiración, la capacidad torácica y los pulmones experimentan una adaptación parecida, de modo que el volumen de aire que se inspira y espira resulta mucho mayor.

Atrofia muscular generalizada

Su causa es la inactividad. Debido a la falta de trabajo físico, la masa muscular disminuye gradualmente (atrofia), y el tono se reduce al igual que la fuerza de contracción de los músculos. Si la inactividad se prolonga, los músculos se volverán cada vez más blandos. Durante este período también tenderán a acortarse un poco, lo cual reducirá ligeramente el grado de movilidad.

Aumento del peso corporal

Esto es inevitable, aunque los patrones de la conducta alimentaria en general son más de base psicológica que una consecuencia de la demanda. Por lo tanto, aunque disminuya mucho la necesidad de calorías al cesar la actividad, la ingesta calórica es probable que se mantenga muy parecida. Estas calorías superfluas se depositarán inevitablemente en forma de grasa porque no se pueden metabolizar. Si la alimentación se controla de forma sensata tras una lesión, entonces este aumento de peso no tiene por qué producirse, aunque al mismo tiempo se debe mantener un equilibrio adecuado de nutrientes para facilitar una rápida curación (ver **Sección 2.7**).

Efectos psicológicos

Pueden ser más o menos apreciables dependiendo de la mentalidad de cada bailarín. Sin embargo, si la lesión es tal que el bailarín tiene que dejar de trabajar, no es raro que sobrevenga un sentimiento general de depresión, máximo cuando han transcurrido unas cinco semanas, momento en que la mayoría de los bailarines se sienten muy deprimidos, duermen mal y por lo general sienten que no hay ninguna mejoría. Si nos anticipamos y el profesor y el terapeuta apoyan al bailarín, lo más probable es que supere este período sin mucha dificultad. Un psicólogo ocupacional puede enseñar técnicas para hacer



frente a la situación y ayudar al bailarín a ver la lesión y la rehabilitación en perspectiva.

EFFECTOS LOCALES

Edema persistente

Aunque con la mayoría de las lesiones se produce un edema, normalmente remite con bastante rapidez. No es inhabitual que el edema haya desaparecido cuando el bailarín se levante por la mañana y que luego reaparezca durante el día. Este tipo de edema mejora aplicando elevación de vez en cuando durante el día, disminuye gradualmente y desaparece durante el curso del tratamiento y el proceso normal de curación. El bailarín sólo necesita que le tranquilicen. No obstante, el edema se puede volver más permanente. Si todavía está presente a primera hora de la mañana, sobre todo si el bailarín ha tenido elevado el pie en la cama, puede tener un significado más serio. Durante los primeros días el edema responde a la retención local de líquido y puede drenar. Sin embargo, si el drenaje es por alguna razón inadecuado, sea porque esa parte no se ha elevado lo suficiente o porque ha habido más daños locales de los que se creía, el área hinchada puede verse invadida por tejido fibroso y haber un engrosamiento permanente y una cicatriz. De ahí la importancia de la temprana eliminación del edema como parte del tratamiento inicial y progresivo.

Sin embargo, esta invasión de tejido cicatrizal no se produce si la situación es tal que el edema desaparece tras una noche de reposo con elevación de la parte lesionada. El engrosamiento permanente, aunque sea inevitable si la lesión es grave con daños considerables en los tejidos blandos, puede ocurrir, por desgracia, de forma igualmente habitual como resultado de un tratamiento y un asesoramiento insuficientes del bailarín. Estas últimas circunstancias son totalmente evitables y dejar que pasen resulta imperdonable.

Efectos vasculares locales

Se pueden deber, en parte, al desarrollo de un edema persistente. Puede haber daños en los pequeños vasos locales, sobre todo en los capilares y vasos linfáticos que interfieran con la resorción del líquido intersticial. La elevación de la parte lesionada resulta incluso más esencial para ayudar al drenaje del líquido intersticial gracias a la acción de la fuerza de la gravedad. Con el paso del tiempo, los vasos dañados se suelen reformar y los conductos bloqueados se reabren o se crean otros nuevos. Durante esta parte de la fase de curación, se puede ayudar a los procesos corporales normales reduciendo al mínimo el edema y ayudando a la resorción del líquido con hielo y elevación y otros métodos locales.

Menos habituales son las respuestas vasculares locales aberrantes que causan un aumento enorme del riego sanguíneo que se manifiesta con rubefacción, o constricción de los vasos evidenciada por palidez. Estos efectos pueden ser causados por el sistema nervioso, pero normalmente remiten de forma espontánea. En la periferia

de las extremidades superiores e inferiores se produce un fenómeno vascular poco corriente (distrofia de Sudeck) en que los huesos de la mano y la muñeca, o del pie y el tobillo, se desmineralizan parcialmente. La piel se torna tensa y brillante, y los tejidos tienden a hincharse. Las causas exactas del inicio de este síndrome no están claras, pero no hay duda de que se agudizan con inmovilización. Por desgracia, debido al dolor persistente asociado con la afección, hay una tendencia a prolongar el período de inmovilización y esto empeora mucho la situación. Se alivia con movimientos activos y, por tanto, hay que favorecer las actividades con esa parte siempre que sean compatibles con la consolidación de la fractura. Por suerte, la afección suele remitir espontáneamente en el curso de la recuperación, aunque ésta puede ser lenta.

Atrofia muscular local

Las causas son las mismas descritas antes para la atrofia muscular general. Sin embargo, debido a la inactividad local de la parte dañada, la atrofia muscular de esta área será más bien grande, sobre todo si la extremidad se tiene que inmovilizar por una fractura. La atrofia muscular se produce con rapidez y puede ser apreciable al cabo de dos o tres días de una lesión. Al final de este período, la disminución del tono del músculo se aprecia fácilmente con los dedos del examinador y puede haber incluso una diferencia mensurable en comparación con la otra extremidad. La atrofia y debilidad musculares se reducen haciendo todo el ejercicio que la lesión o la inmovilización permitan. Es muy importante intentar desarrollar alguna rutina de ejercicios que se inicien pronto y se apliquen durante todo el período de rehabilitación (ver **Sección 2.5**).

Rigidez articular

Tras la inactividad, todo el cuerpo tenderá a mostrarse rígido. Si ha habido inmovilización de una articulación o articulaciones durante el curso del tratamiento, entonces, una vez se interrumpa la inmovilización, las articulaciones se mostrarán más o menos rígidas. Esta rigidez se produce en los tejidos blandos que rodean la articulación, es decir, la cápsula y los ligamentos, en los planos de tejidos blandos entre las distintas estructuras y en los mismos músculos, que tal vez se hayan acortado muy ligeramente. Además, un músculo más débil suele ser menos capaz de relajarse y elongarse que otro entrenado, por lo que esto también contribuye a cierta pérdida de movilidad. En el curso normal de los acontecimientos, siempre que la articulación no haya resultado lesionada, esta rigidez después de la inmovilización o la inactividad desaparecerá bastante rápido y se recuperará la movilidad completa. Una vez más, el ejercicio es el factor más importante para recuperar toda la movilidad, junto con el fortalecimiento general de los grupos musculares que controlan las articulaciones. Si, por desgracia, ha habido daños en la misma articulación, sobre todo en su interior, entonces puede haber alguna restricción permanente del movimiento.



2.4. El tratamiento de las lesiones: principios generales

El hecho más importante que hay que aceptar es que el tratamiento en sí no cura las lesiones. Las lesiones curan mediante los procesos descritos en la **Sección 2.1** y son obra del cuerpo.

Se puede considerar que el tratamiento tiene objetivos primarios y secundarios.

El objetivo primario del tratamiento

El objetivo primario del tratamiento debe ser la provisión de condiciones óptimas para que los procesos naturales de curación del cuerpo actúen de la forma más eficaz y rápida. Estas condiciones óptimas son reposo, mantenimiento de una buena circulación de la sangre y un aporte inmediato de los nutrientes necesarios.

REPOSO DE LA PARTE LESIONADA

El reposo permite que la curación se produzca sin impedimentos. El movimiento puede causar daños en el tejido de granulación o en otros tejidos en proceso de curación, lo cual termina provocando un mayor incremento del tejido cicatrizal.

Desventajas del reposo

Si el área en reposo es muy amplia, por ejemplo, si afecta a toda la extremidad o incluso a todo el cuerpo, entonces conlleva tres efectos indeseables. Primero, hay una disminución en la estimulación de la circulación. Segundo, se produce una atrofia muscular innecesaria. Tercero, si el reposo es muy prolongado, los huesos se desmineralizan. Por tanto, lo ideal es que el área lesionada repose y todas las otras áreas se mantengan activas.

Efectos de la inmovilización

El colágeno y otros tejidos de la red fibrosa, como el tejido conjuntivo, se endurecen y se vuelven densos con la pérdida de elasticidad durante el período de inmovilización. Dicho efecto se iniciará pasados unos días. El tiempo invertido para recuperar la movilidad depende de la duración de la inmovilización. Sin embargo, el tiempo de recuperación hasta conseguir la movilidad completa no es una progresión aritmética simple, sino geométrica. Esto significa que la inmovilización de, digamos, cuatro semanas, no costará meramente el doble que la recuperación de una inmovilización de dos semanas, sino de cuatro a cinco veces más tiempo.

MANTENIMIENTO DE UNA CIRCULACIÓN ADECUADA

Una buena irrigación es esencial como se ha explicado en la **Sección 2.1**. La corriente sanguínea es responsable del aporte de la mayoría de las células, proteínas y minerales necesarios y otros requisitos para una curación satisfactoria. Por lo tanto, se debe favorecer una buena circulación

de la sangre y eliminar en lo posible los factores que interfieran con el riego sanguíneo. Probablemente, el factor más importante que interfiera con el riego sanguíneo de la parte lesionada sea el edema local. Tras la lesión hay un abundante derrame de sangre y líquido en los tejidos que debe ser absorbido por los vasos linfáticos y la circulación. No obstante, esa resorción se puede alterar, en cuyo caso el edema se agudiza por los efectos de la gravedad y la inactividad local. El corazón no tendrá dificultad para bombear sangre a la parte lesionada en circunstancias normales, aunque el drenaje por venas y vasos linfáticos se puede entorpecer al aumentar la presión por el edema local y por los efectos de la gravedad. Si el edema aumenta demasiado, puede restringir el riego sanguíneo de esa parte y, por tanto, interferir con la curación. Esto puede llegar a un grado en que las áreas adyacentes al tejido dañado empiecen a morir por falta de riego sanguíneo, lo cual produce la llamada necrosis húmica. Hay dos medidas importantes, aunque relativamente simples, para reducir el edema local y mantener una circulación adecuada.

- Elevación.** Si se eleva la parte lesionada, por lo general el pie u otra porción de la extremidad inferior del bailarín, se puede aprovechar la gravedad para drenar el edema de la lesión.
- Hielo.** La aplicación local de bolsas de hielo o compresas frías ayuda a reducir el edema. *Nota.* Ten cuidado con el uso de bolsas de hielo, sobre todo si se han guardado a temperaturas muy bajas (menos de 18°C). (Ver **Sección 2.5**, Técnica de Aplicación, pág. 96.) Las medidas que se adoptan para reducir la hemorragia y el edema en la lesión no contradicen la afirmación de que se debe mantener una buena circulación. La circulación de la sangre implica que ésta riega una parte y luego retorna por las venas. Si hay hemorragia en la lesión, se está desaguando sangre de la circulación que aumenta el edema local. La idea consiste en asegurar que la hemorragia sea mínima tras la lesión, pero manteniendo al máximo la circulación.
- Vendaje compresivo.** Su propósito es reducir la hemorragia en el punto de la lesión. La compresión debe aplicar suficiente presión para controlar la pérdida de sangre en los tejidos, aunque al mismo tiempo no debe ser excesiva como para que se altere la circulación. Se requiere menos presión para impedir o detener el retorno venoso que para interrumpir el flujo arterial. Si sólo se altera el retorno venoso, entonces el efecto será más un incremento que una disminución del edema porque la sangre arterial seguirá llegando al área. A menos que se emplee correctamente, es mejor no utilizar compresión. Sólo tiene valor hasta que se detiene la hemorragia local, y entonces se debe quitar.

El empleo de hielo y elevación puede hacerlo el paciente o los cuidadores, y si se aplican de inmediato, desempeñarán un papel importante en la rápida recuperación de la lesión. Estas sencillas medidas, acompañadas de



un período corto de reposo de la parte lesionada, pueden ser todo cuanto se necesite para una resolución satisfactoria.

Para lograr los objetivos primarios del tratamiento (es decir, una rápida curación con una cicatriz mínima), el fisioterapeuta tiene que intervenir aplicando ultrasonidos, etc. Esto se describirá más adelante.

NUTRICIÓN ADECUADA

Puede parecer una afirmación extraña en una sociedad lo bastante rica como para mantener en activo compañías de danza y otros 'lujos' parecidos. No obstante, tal y como se describirá en la **Sección 2.7** dedicada a la Nutrición, muchos bailarines (así como otros deportistas) tienen ideas extrañas sobre cuál debe ser su alimentación. Estos patrones alimentarios erróneos se asocian con frecuencia con intentos perjudiciales de obtener un peso mucho menor de lo saludable. Sin un aporte adecuado de nutrientes, el cuerpo no puede reparar correctamente los daños en los tejidos o incluso ni mantener los tejidos en la mejor situación después de los ciclos normales de destrucción y reparación celular que se producen constantemente en todos los organismos vivos. A lo largo de la vida, distintos tejidos del cuerpo están en constante cambio y sustitución. Hay un cambio continuo en las partes constituyentes de las células. Se catabolizan y fabrican de nuevo diferentes proteínas, los minerales circulan por el cuerpo y las células que mueren se reemplazan a millones a diario. Ésta es una de las características que diferencian a los organismos vivos de los inertes, como una roca que, por muy compleja que sea químicamente, no se puede alterar a sí misma.

El objetivo secundario del tratamiento

Se trata de establecer un programa de rehabilitación con el que, siempre y cuando no ponga en peligro los objetivos primarios del tratamiento, el resto del cuerpo mantenga la mejor condición física posible. Esto comprende mantener la capacidad cardiovascular y respiratoria, además de conseguir que todos los grupos musculares posibles se mantengan fuertes y activos y no se atrofién ni debiliten. Para tal fin, la acción más importante es elaborar un programa de ejercicios para el bailarín y su lesión concreta.

Hay que aceptar que la rehabilitación, para que consiga el máximo éxito posible, se debe iniciar de inmediato tras la lesión y no días o semanas más tarde.

2.5. Tratamientos específicos de las lesiones

Aunque la mayoría de los tratamientos son administrados por un fisioterapeuta o, en el caso de tratamientos más sofisticados, por un cirujano ortopédico, ciertamente hay medidas que puede aplicar satisfactoriamente el mismo bailarín, como la crioterapia o hielo, la elevación, el re-

poso de la parte lesionada y el ejercicio. Este último, por supuesto, sólo puede practicarlo el sujeto que puede hacer el ejercicio por él.

Medidas urgentes

En la mayoría de las lesiones agudas, es decir, lesiones que se producen de repente en contraste con las lesiones crónicas que aparecen de forma lenta y gradual y suelen ser el resultado de traumatismos menores y recurrentes, hay ciertas medidas que el bailarín debe adoptar lo antes posible. Si se aplican de inmediato, pueden tener un efecto muy beneficioso y reducir enormemente el tiempo que el bailarín estará total o parcialmente incapacitado.

HIELO

En cuanto se produzca la lesión, se debe aplicar hielo sobre y en torno al área lesionada. La técnica de aplicación se describirá un poco más adelante en el apartado sobre tratamientos específicos de fisioterapia (ver pág. 96).

ELEVACIÓN

La aplicación de hielo se debe acompañar de elevación de la parte lesionada para reducir el edema. Como la mayoría de las lesiones que sufren los bailarines son en las extremidades inferiores, la fuerza de la gravedad desempeña un papel muy importante en las dimensiones del edema. Si la pierna se eleva, entonces la gravedad ayudará a drenar el líquido del área lesionada.

REPOSO

El reposo favorece la curación sin que los tejidos dañados sufran trastornos adicionales. Dicho de otro modo, no sigas con una clase o una actuación si la lesión no es trivial. Toma un taxi para volver a casa en vez de caminar un largo trecho o ir de pie en un transporte público. Una vez en casa, sigue con el hielo y la elevación. Estas sencillas medidas aplicadas en seguida y con frecuencia reducen a la mitad el tiempo de recuperación.

COMPRESIÓN

Se suele recomendar aplicar un vendaje firme que comprima el área lesionada. El propósito es interrumpir la hemorragia local que se produce en la localización de la lesión. Aunque teóricamente ventajoso, puede conllevar complicaciones indeseables. Para detener la hemorragia local, la presión debe ser suficiente como para comprimir los vasos. Si esta presión se mantiene demasiado tiempo, o si es demasiado amplia, entonces puede interferir con el riego sanguíneo esencial y causar necrosis (muerte) de los tejidos locales. Si se aplica, debe ser durante un período relativamente corto. Una vez haya cesado la hemorragia en el punto de la lesión, la compresión deja de aportar beneficio alguno.

En el caso de una distensión muscular leve, puede ser posible seguir con la clase o la actuación usando un



vendaje de refuerzo. Sin embargo, es importante estar seguro de que no hay una lesión subyacente importante antes de decidirse. Inmediatamente después de la lesión, la parte dañada se puede entumecer enseguida, y durante este período la persona lesionada no será consciente de la gravedad de los daños. Seguir con la actividad en presencia de una fractura puede prolongar mucho el período de recuperación o incluso causar daños más significativos.

En esta sección corta sobre medidas urgentes, hay que advertir contra el consumo de pastillas o inyecciones analgésicas, mucho más potentes. Si el dolor es suficiente como para interferir con el rendimiento, entonces en nueve de cada diez casos disfrazar el dolor con pastillas o inyecciones para seguir bailando sólo ocultará temporalmente una lesión importante. Actuar en tal estado aumentará en gran medida el tiempo de recuperación o incluso causará nuevos daños que arruinarán la carrera artística del bailarín, porque ya nunca sea físicamente capaz de volver a la danza o porque la recuperación sea tan prolongada que pierda el trabajo.

Nunca olvides que el dolor es un mecanismo protector que nos ofrece la naturaleza para evitar nuevos daños y permitir la recuperación en el tiempo más corto posible. Otro mecanismo protector que algunas personas intentan suprimir, sin plantearse las consecuencias de los siguientes pasos del tratamiento, son los espasmos musculares. Los espasmos musculares son la forma en que la naturaleza proporciona inmovilización a una parte dañada. Los músculos que rodean el área dañada se comprimen para tratar de inmovilizar el área. Dicho de otro modo, proporcionan reposo local a esa parte para que se cure lo antes posible. La supresión de los espasmos musculares mediante fármacos u otros métodos, sin reparar siquiera en lo que sucede con la lesión ni considerar la siguiente línea de tratamiento, puede resultar tan dañina como el consumo insensato de analgésicos. La supresión o alivio de los espasmos musculares en el momento adecuado, es decir, durante el curso del tratamiento es muy recomendable, pero ciertamente no con la intención de permitir al bailarín que siga actuando sin reparar en las consecuencias.

El bailarín debe recordar siempre que, tras una lesión, las respuestas del cuerpo procuradas por la naturaleza responden a un proceso evolutivo con el fin de crear condiciones óptimas para la curación de la parte lesionada. Sólo cuando se administra un tratamiento *adecuado* se pueden obviar los mecanismos protectores naturales. Nunca se recalca lo suficiente que demasiados bailarines y otros deportistas han pasado una convalecencia innecesariamente prolongada debido a un tratamiento insensato por su cuenta o por la de amigos o asesores ignorantes.

No cabe duda de que tiene el máximo interés para los bailarines y quienes los contratan que las lesiones los mantengan el menor tiempo posible alejados del trabajo y las clases, y que la recuperación debe ser lo más completa posible. Una recuperación incompleta puede ser muy problemática porque suele provocar nuevas lesiones en la misma parte o en otra.

Tratamientos de fisioterapia

CRIOTERAPIA

Es un término con el que se describe laxamente el empleo de hielo. Sin embargo, el frío se puede aplicar con varios métodos que se describen en las técnicas de aplicación de esta sección. Los usos de la crioterapia son:

- a) aliviar los espasmos musculares;
- b) traumatismos mecánicos;
- c) alivio del dolor;
- d) artritis.

La artritis no es relevante para este libro.

Espasmos musculares

El empleo de crioterapia para los espasmos musculares reduce el tono de los músculos siempre y cuando baje su temperatura. Si la temperatura del músculo no baja, entonces el tono no disminuye y tampoco se alivian los espasmos musculares. Enfriar sólo la piel sin profundizar puede agudizar los espasmos. El proceso tardará entre diez y treinta minutos, dependiendo de la cantidad de grasa presente, hasta causar una disminución de la temperatura del músculo. Sin embargo, la acción, una vez lograda, es duradera debido al efecto aislante de la vasoconstricción en la capa de grasa. La grasa en sí es un aislante excelente y el efecto mejora con la vasoconstricción de los vasos sanguíneos del tejido adiposo, es decir, con el cierre de los vasos sanguíneos.

Reducir los espasmos de un músculo antagonista deja libre al músculo agonista y puede mejorar su rendimiento hasta un 50%. El efecto sobre el músculo también se potencia con técnicas de facilitación.

Traumatismos mecánicos

La crioterapia se aplica ventajosamente en traumatismos mecánicos. El traumatismo debe ser agudo, es decir, de inicio reciente, pero no en traumatismos graves. El frío actúa mediante la vasoconstricción de los vasos sanguíneos, que a su vez reduce el edema y la hemorragia. Para tal fin es bueno recordar los beneficios de la aplicación de hielo lo antes posible tras la lesión y antes de que aumente el edema y la hemorragia. La vasoconstricción se produce por su efecto sobre las fibras simpáticas, y también directamente al reducir la temperatura de la sangre circulante por los vasos sanguíneos.

Alivio del dolor

El alivio del dolor mediante crioterapia se consigue por varios medios. El dolor puede disminuir por un efecto directo sobre las terminaciones sensitivas de los nervios y sobre las fibras de los nervios sensibles al dolor. También actúa aliviando los espasmos musculares, que en sí pueden causar dolor en los músculos. Además, el dolor se alivia indirectamente reduciendo el edema. La presencia de un edema causa dolor debido al aumento de la tensión



(presión) en los tejidos. Finalmente, el alivio con la aplicación de frío ocurre porque éste actúa como contrairritante. El alivio del dolor con un contrairritante se lleva aplicando miles de años y suele ser la base de distintas pomadas, bálsamos y linimentos analgésicos con que se frota la piel.

Técnica de aplicación

Se pueden usar compresas. Suelen ser de felpa que se empapa en hielo derretido y agua. Esta mezcla tiene una temperatura de 0 °C. La compresa se escurre y se cubre con ella la parte afectada.

Esa misma parte se puede sumergir en la mezcla de agua y hielo, y también se emplean masajes con cubitos de hielo. Las bolsas de gel se pueden meter en el congelador. Son especialmente útiles porque, cuando se congelan, no se solidifican y se adaptan a la parte del cuerpo que cubren.

Nota. Se debe tener mucho cuidado con los masajes con cubitos de hielo o bolsas de gel. El congelador suele tener una temperatura de 0 °C para la conservación de los alimentos. Por tanto, el hielo salido directamente del congelador estará a esa temperatura. El hielo no alcanza los 0 °C hasta que se empieza a derretir. De ahí la seguridad y valor de una mezcla de agua y hielo. La superficie de un cubito de hielo muy frío se puede pegar a la piel y causar daños a menos que su superficie haya alcanzado los 0 °C y se empiece a derretir. Las bolsas de gel son igualmente peligrosas porque, como son maleables, es muy fácil olvidarse de que su temperatura es muy baja. Por tanto, no se deben aplicar directamente sobre la piel nada más sacarlas del congelador. Antes de su aplicación se pueden meter en un cuenco con agua fría, aunque este sea un método incierto para elevar su temperatura. Cuando se aplica al paciente, se puede poner primero una compresa de felpa y luego encima la bolsa de gel. Como alternativa, la piel se puede frotar con aceite antes de aplicar la bolsa de gel. El aceite evitará que el hielo se pegue y también actuará como una fina película aislante. Las compresas demasiado frías pueden causar congelaciones. Una vez que se ha aplicado una compresa fría o bolsa de gel, se debe retirar de la piel cada minuto para asegurarse de que la piel no palidece, lo cual sería una señal de que su enfriamiento es excesivo.

La misma piel se enfría con rapidez, aunque la reducción de la temperatura del músculo es mucho más lenta. La velocidad del enfriamiento dependerá en gran medida del espesor de la capa de tejido adiposo. Comenzar a enfriar el músculo subyacente tardará al menos diez minutos en una persona delgada y hasta media hora en una obesa.

Cuando se aplica frío a un traumatismo, se procederá antes de que se forme un edema considerable. Se puede combinar ventajosamente con elevación de la parte dañada y, a veces, con compresión simultánea. Una vez se reducen el edema y la hemorragia y no es probable que recidiven, seguir aplicando frío sobre esa parte ya no cumple ningún propósito. (Esto, desde luego,

no atañe a cuando el frío se aplica para aliviar espasmos musculares.) La aplicación de frío durante un período excesivo puede retrasar la curación debido a la vasoconstricción de los vasos sanguíneos. Ya se vio en la **Sección 2.1** que uno de los requisitos para una curación satisfactoria era un riego sanguíneo adecuado. No hay que confundir hemorragia con riego sanguíneo. La hemorragia no tiene un fin satisfactorio y meramente incrementa la tensión en los tejidos. Riego sanguíneo implica que la sangre no sólo fluye a esa parte con células y nutrientes necesarios, sino también que se eliminan metabolitos y otras sustancias del área, es decir, para que haya un buen riego sanguíneo no sólo necesitas un riego arterial adecuado sino también un retorno venoso adecuado. El edema y el aumento de la presión en la parte lesionada interferirán más con el drenaje venoso y linfático que con el aporte sanguíneo de las arterias, que tiene una presión mucho mayor.

TERMOTERAPIA: MÉTODOS Y EFECTOS

Los métodos de aplicación de calor se dividen en los que suministran calor sólo a los tejidos superficiales y los que calientan las capas más profundas. Las compresas calientes, los infrarrojos y otras fuentes de calor radiante sólo calientan los tejidos superficiales, mientras que la diatermia de onda corta, las microondas y los ultrasonidos calientan las capas profundas. Todas estas modalidades actúan elevando la temperatura, aunque las razones de la elección de una u otra son que calentarán selectivamente distintas áreas del cuerpo y generarán un pico de temperatura en distintas localizaciones.

Es importante recordar que ninguna de estas formas de calor supone una cura en sí misma, pero son muy valiosas en asociación con otras terapias.

Los factores más importantes para determinar la intensidad de las reacciones del cuerpo son:

- a) *El nivel* al que se consigue el calentamiento de los tejidos. Para obtener beneficios terapéuticos la temperatura se mantiene entre 40 °C y 45 °C.
- b) *La duración* a la que la temperatura se mantiene elevada para obtener beneficios terapéuticos; debería ser de tres a treinta minutos.
- c) *El ritmo* al que se eleva la temperatura en los tejidos tratados.
- d) *El tamaño* del área que se calienta.

Las respuestas fisiológicas de la termoterapia son:

1. La elevación de la temperatura aumenta la extensibilidad del colágeno. El calor causa cambios en el tejido fibroso que compone los tendones, cápsulas articulares, ligamentos y cicatrices. Esto les permite estirarse con mucha más facilidad. A fin de conseguirlo, el calentamiento debe hacerse con uno de los métodos de aplicación para las capas profundas, pues el calentamiento de la piel no sirve de nada. El calor tiene que ser vigoroso para producir una elevación adecuada de la temperatura en el área que hay que estirar. Un es-



tiramiento sostenido es mucho más eficaz que un estiramiento intermitente o a corto plazo. Exactamente por la misma razón, los estiramientos se deben practicar casi al final de la clase cuando el cuerpo está caliente y no al inicio de una clase o antes de ella. Por descontado, los estiramientos nunca se deben practicar cuando la persona o la parte del cuerpo estén frías. En tales circunstancias, en vez de estirarse, el tejido tiende a romperse.

2. El calor disminuye la rigidez articular, en parte por su efecto sobre los tejidos fibrosos en torno a la articulación y en parte por sus efectos sobre la misma articulación.
3. El calentamiento alivia el dolor actuando sobre los nervios periféricos y las terminaciones nerviosas.
4. El calentamiento reduce los espasmos musculares por su efecto directo sobre los husos musculares, que se vuelven menos sensibles a los estímulos de estiramiento. Ésta es otra razón para estirar sólo cuando los músculos están calientes.
5. El calentamiento aumentará el riego sanguíneo por efecto directo sobre la temperatura de los vasos sanguíneos, así como por los mecanismos reflejos.
6. El calentamiento ayuda a la resolución del edema inflamatorio y de los exudados gracias a su efecto sobre el tejido y la función celular.

Reacciones a la termoterapia en otras partes del cuerpo

Si la piel de un área se calienta, se produce un aumento del riego sanguíneo a otras partes del cuerpo, aunque este incremento sea menor que en el área calentada. Si el músculo subyacente no se calienta, puede haber constricción de sus vasos porque la sangre se desvía de los órganos inactivos a la piel para el intercambio de calor y el control de la temperatura corporal. Tiene interés la observación de que cuando se aplica calor en la pared abdominal, la túnica del estómago palidece (debido a la reducción del riego sanguíneo) y hay una caída en el nivel de acidez del estómago. El calor de la pared abdominal también causa relajación del músculo liso del tubo gastrointestinal y el útero, de ahí los efectos beneficiosos sobre el dolor mediante la aplicación de una bolsa de agua caliente sobre el abdomen cuando éste duele por causas gastrointestinales o por dismenorrea.

La aplicación de calor puede ser intensa o leve. En el primer caso se eleva la temperatura del tejido de las estructuras más profundas y está particularmente indicada cuando hay que estirar el tejido cicatrizal. Aunque el calentamiento superficial tiende a ser leve, si se aplica en una parte muy pequeña, como un dedo, la temperatura de esa parte aumenta significativamente.

Contraindicaciones a la aplicación de calor

1. En áreas anestésicas (entumecidas), el calor puede causar daños por la incapacidad de la persona tratada para detectar cualquier calentamiento excesivo. En la mayoría de los casos, el fisioterapeuta depende del pa-

ciente para que le informe si esa parte se está calentando demasiado.

2. Las regiones con un riego sanguíneo inadecuado no se deben calentar porque el aumento de la temperatura también incrementa la demanda metabólica. Si la respuesta vascular es inadecuada, como sería el caso cuando el riego sanguíneo es escaso, el aumento de la demanda metabólica puede causar necrosis isquémica (muerte del tejido debido a una irrigación inadecuada).
3. Se agudiza cualquier tendencia a la aparición de una hemorragia por el calentamiento dado el mayor riego sanguíneo y vascularidad.
4. Si hay una respuesta inflamatoria aguda, ésta se agudizará con un calentamiento intenso, pero tal vez ayude un calentamiento leve.
5. El calor también está contraindicado en muchos problemas mecánicos agudos. Por ejemplo, la hernia aguda de un disco intervertebral, cuando la elevación de la temperatura producida por el calor causa un incremento del edema local. Si un nervio ya está soportando presión por la hernia discal, se agudizará la presión sobre el nervio, posiblemente con resultados graves. Sin embargo, en un problema mecánico agudo, el calor superficial leve puede ayudar aliviando espasmos secundarios.

Si bien es poco probable que el calor superficial suave cause daños, ninguna de las técnicas de calor profundo debe ser aplicada excepto por un fisioterapeuta preparado. Cualquiera de los sofisticados métodos de calor profundo puede causar daños graves y permanentes, algunos de los cuales no tienen efectos térmicos. En ninguna circunstancia, los bailarines deben caer en la tentación de usar una de estas máquinas con ellos mismos o algún compañero.

SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE TERMOTERAPIA

Termoterapia superficial

Se aplica con compresas calientes, baños de vaselina, o en túnel reflector o de infrarrojos. Sin embargo, recuerda que la temperatura de las partes muy pequeñas, como los dedos de la mano, se elevará en su totalidad debido al escaso volumen del tejido incluso con calor superficial.

Las compresas calientes son de felpa sumergida en agua caliente y escurrida que luego se aplica sobre la parte en cuestión. Sin embargo, presentan la desventaja de enfriarse con rapidez. Se pueden usar bolsas de gel caliente que tienen la ventaja de conservar el calor mucho más tiempo. Los baños de vaselina se han usado tradicionalmente durante décadas para el tratamiento de manos y pies. Son especialmente beneficiosos en el tratamiento de las lesiones en las manos y de la artritis reumatoide, aunque de escasa ventaja en el tratamiento de lesiones deportivas y dancísticas.

El calor radiante o calor del infrarrojo se genera con bombillas especiales y elementos calefactores. Se emplea la luz roja del espectro hasta longitudes de onda cercanas



al infrarrojo. Tienen una penetración muy superficial, llegando sólo a la piel y a las partes más superficiales de los tejidos subcutáneos.

Efectos de la termoterapia superficial

Se derivan beneficios del alivio del dolor por ser un contrairritante. También causa algunas respuestas reflejas a nivel profundo, aunque son de escaso valor o significación, si bien a veces alivian los espasmos musculares. En general, el calor superficial genera una sensación relajante y confortable en el paciente y le ayuda en ese sentido.

Baños de contraste

Ocupan una sección aparte puesto que sirven para aplicar calor y frío. Sus beneficios se obtienen generando hiperemia (aumento del riego sanguíneo) mediante la inmersión alternativa de la parte afectada en agua caliente y fría. En las lesiones deportivas y dancísticas son especialmente útiles para los pies y los tobillos. El agua caliente debe tener una temperatura de entre 40 °C y 44 °C, y el agua fría de entre 15 °C y 20 °C, si bien algunos autores recomiendan una temperatura mucho más baja para los baños de agua fría.

En los baños de contraste, inicialmente se sumerge diez minutos la parte afectada en agua caliente y luego se sumerge un minuto en agua fría. Los ciclos prosiguen con cuatro minutos en agua caliente y uno en agua fría alternándose durante media hora. Los baños de contraste son muy seguros y se aplican satisfactoriamente en casa. Son muy eficaces y logran sus resultados incrementando el riego sanguíneo.

El tratamiento termina con el baño de agua fría.

Termoterapia profunda

Diatermia es un nombre que abarca distintos métodos para generar calor que se aplica a las capas más profundas. La energía se convierte en calor en una interfaz, por ejemplo, entre el tejido subcutáneo y una capa muscular o entre una capa muscular y el hueso.

El patrón de aplicación de calor varía entre las distintas técnicas. La distribución de la temperatura también se modifica con las distintas propiedades físicas de los tejidos, por ejemplo, según su calor específico (la cantidad de energía calórica que se requiere para elevar 1 °C la temperatura de ese tejido concreto: los tejidos y el resto de la materia retienen sus calores específicos) o por su conductividad térmica (algunas sustancias, por ejemplo, los metales, transmiten el calor con gran rapidez y eficacia, mientras que otras, como la madera, transmiten el calor con mucha lentitud).

Hoy en día las microondas se usan poco o nunca en el Reino Unido. La diatermia de onda corta continua tiene un uso limitado aunque se sigue usando la diatermia de onda corta pulsátil. Las críticas a la electroterapia se basan en el uso erróneo o en el desconocimiento de las técnicas. El estudio practicado por el profesor Tim Watson, de la Universidad de Hertfordshire, Inglaterra, parece re-

forzar las afirmaciones de los partidarios de la electroterapia. Hay contraindicaciones importantes para su empleo (como se señaló bajo sus titulares); además, consúltense la página web del profesor Watson www.electrotherapy.org así como su libro y numerosos artículos.

Diatermia de onda corta

Consiste en la aplicación de corrientes de alta frecuencia con fines terapéuticos. Todas las máquinas de diatermia de onda corta presentan tres componentes: una fuente de energía, un circuito oscilante y el circuito del paciente. Las frecuencias oscilantes permitidas son 13,66, 27,33 y 40,98 megahercios (MHz). La frecuencia usada con más frecuencia es 27,33 MHz, que equivale a una longitud de onda de 11 metros. La propia impedancia eléctrica (resistencia al paso de una corriente eléctrica) del paciente forma parte de su circuito. Por lo tanto, la máquina se tiene que ajustar a cada paciente. El flujo de corriente por el paciente se regula después de ajustarlo variando el acoplamiento por inducción del circuito oscilante de alta frecuencia y del circuito del paciente. No es posible medir el flujo por el paciente de la corriente de alta frecuencia. El fisioterapeuta se basa en las sensaciones de calor que nota el paciente en la parte tratada. Poco calor significa que la dosis es baja. Se requiere un calor elevado al límite de la tolerancia para una dosis elevada, de ahí la importancia de que la sensibilidad sea normal en la parte tratada. La presencia de un área anestésica es una contraindicación para la aplicación de diatermia de onda corta.

Básicamente, el tratamiento se aplica con la parte tratada entre las dos placas paralelas del capacitador. Pueden ser de forma y flexibilidad variadas.

Se deben adoptar ciertas precauciones. Los objetos metálicos se calientan particularmente, por lo que hay que quitarse relojes, joyas, etc., antes de comenzar el tratamiento. El paciente recibe el calor sobre una mesa con la armazón de madera y no metálica. Si el circuito no se sintoniza correctamente, pequeños movimientos del paciente pueden alterar la impedancia del circuito y producir eco. Como resultado, puede precipitarse un aumento del riego sanguíneo y causar quemaduras al paciente. La presencia de objetos de metal en el cuerpo, como marcapasos y articulaciones artificiales (improbable en bailarines) y placas o tornillos de metal para fijar fracturas (bastante posible en bailarines y deportistas) son contraindicaciones absolutas al empleo de diatermia de onda corta y se debe avisar al fisioterapeuta antes de iniciar el tratamiento, si éste no lo ha preguntado antes. No obstante, implantes quirúrgicos como placas y tornillos, si están lejos del punto de tratamiento, no suponen un riesgo. Las lentes de contacto pueden causar puntos calientes y, aunque no suelen estar cerca del área de tratamiento, se aconseja quitárselas antes de iniciar el tratamiento.

Microondas

Son corrientes de frecuencia muy alta de 1.456 MHz ó 915 MHz en su aplicación médica. Las segundas son mejores y producen calor más profundo. Estas corrientes



de frecuencia muy alta son absorbidas selectivamente por el agua y, por tanto, permiten el calentamiento selectivo de ciertos tejidos como los músculos que contienen mucha agua, mientras calientan relativamente poco el hueso, pues contiene muy poca agua. (De ahí el uso de microondas para cocinar, dado que la comida – toda ella rica en agua – se calienta y se cuece, mientras que el plato se mantiene frío hasta que se calienta por conducción directa de la comida caliente.)

Efectos terapéuticos. Las microondas calientan selectivamente la musculatura y también pueden hacerlo con una articulación, siempre que sea superficial y esté recubierta por pocos tejidos blandos.

Efectos secundarios. Los ojos, que contienen mucha agua, se calientan selectivamente y se evitará estrictamente su exposición. Las microondas pueden disminuir el crecimiento óseo. No se deben aplicar en áreas anestésicas o en áreas en cuyo interior haya metal.

Efectos no térmicos. Las microondas también pueden tener efectos no térmicos, pero su naturaleza está poco estudiada y, por tanto, no se consideran para fines terapéuticos.

Ultrasonidos

El emisor de ultrasonidos produce una corriente alterna de alta frecuencia de 0,8 a 1,00 MHz. Esta corriente se convierte en ondas sonoras o vibraciones acústicas mediante un transductor de cristales. El haz de sonido producido por el cabezal ultrasónico tiene forma casi cilíndrica. La intensidad se expresa en vatios por centímetro cuadrado (vatios/cm²). El máximo que se puede usar es 4 vatios/cm². Lo más habitual es, al menos, 1 vatio/cm². Al igual que las ondas sonoras audibles, las ondas de ultrasonidos se propagan por ondas de compresión. Por lo tanto, la propagación depende de la presencia de un medio capaz de comprimirse. Mientras la onda pasa por los tejidos produce poderosas fuerzas mecánicas, entre cuyos efectos se cuenta la producción de pequeñas cavidades llenas de gas procedente de los gases disueltos. Estas cavidades terminan colapsándose y causan ondas de choque. A medida que el sonido atraviesa los tejidos es absorbido y convertido en calor. Recuerda una ley básica de la física: la energía ni se crea ni se destruye, sino que se transforma de una forma a otra, en este caso de sonido a calor, aunque inicialmente fuera energía eléctrica que se convirtió en sonido.

La penetración de los ultrasonidos en el músculo es muy satisfactoria. La distribución del calor producido por los ultrasonidos es distinta a la de otras técnicas como la diatermia de onda corta y las microondas. Los ultrasonidos generan una elevación muy pequeña de la temperatura superficial y tienen mayor profundidad de penetración en los músculos y tejidos blandos que la diatermia de onda corta y las microondas. Los ultrasonidos calientan selectivamente las interfaces entre tejidos de distinta impedancia acústica debido a la reflexión, a la formación de ondas de cizalla y a la absorción selectiva. Incluso la temperatura de articulaciones profundas cubiertas por tejidos

blandos se puede elevar terapéuticamente con ultrasonidos. (Por ejemplo, en la cadera, donde apenas ejercen su acción las microondas y la diatermia de onda corta.)

Efectos de los ultrasonidos. Responden al efecto de calentamiento de los ultrasonidos y se parecen a los efectos causados por otros agentes aunque, como se mencionó, los ultrasonidos penetran a nivel mucho más profundo.

Efectos no térmicos. Los ultrasonidos aumentan la permeabilidad de las membranas de los tejidos. Pueden producir cavitación y daños en los tejidos que se manifiestan con la aparición de petequias (hemorragias en forma de puntitos rojos en la piel), pero sólo con intensidades altas y una aplicación defectuosa de la técnica. No obstante, con una técnica deficiente se puede producir cavitación incluso con sólo 2 vatios/cm². Con una buena técnica de frotamiento, intensidades de hasta 4 vatios/cm² son seguras aunque, por lo general, innecesarias. En ciertas situaciones, los ultrasonidos aceleran los procesos de curación, pero más en lesiones crónicas que agudas.

Efectos secundarios. Los ultrasonidos pueden causar daños en los nervios debido a una concentración de calor en la interfaz con el nervio y también en las interfaces entre las fibras nerviosas.

Sin embargo, los ultrasonidos son el único método de termoterapia profunda que se puede usar con seguridad en áreas con alguna pieza metálica debido a que, aunque hay un incremento del calor en la interfaz metálica, debido a la reflexión, el metal disipa el calor rápidamente antes de que se produzca una elevación real o dañina de la temperatura.

Debemos subrayar de nuevo que ni los pacientes ni nadie que no sea un fisioterapeuta cualificado pueden usar ninguno de estos aparatos de onda corta, microondas y ultrasonidos. Los ultrasonidos en particular pueden parecer inucuos y los bailarines se pueden ver tentados a aplicarlos ellos mismos con resultados desafortunados. Tampoco hay excusa para los fisioterapeutas, por muy ocupados que estén, que dejan a los pacientes que se apliquen los ultrasonidos ellos mismos, incluso bajo supervisión parcial. A pesar de usar pocos vatios, una técnica de aplicación defectuosa o en una localización que cubra una estructura muy sensible, como un nervio, puede provocar daños.

TERAPIA INTERFERENCIAL

Dos corrientes de frecuencia media de entre 4.000 y 4.100 hercios generan impulsos de baja frecuencia de entre 0 y 100 hercios, en el área donde se superponen estas dos corrientes. En esta localización producen un patrón de interferencias.

Dependiendo de la longitud de onda de las corrientes de baja frecuencia, el resultado puede ser analgésico, puede estimular contracciones musculares o aumentar el riego sanguíneo. Los resultados seleccionados sirven para que las formas activas de tratamiento –por ejemplo, ejercicios– se desarrollen más fácilmente, sin dolor o estimulando los músculos. El efecto hiperémico es valioso porque acelera la curación, como la estimulación del proceso



de consolidación en las fracturas por sobrecarga. En manos competentes, la terapia interferencial es segura y eficaz y se puede usar aunque el paciente tenga metal en su cuerpo. Sin embargo, en manos de alguien descuidado o inexperto, en el mejor de los casos, resulta inútil, y en el peor, puede causar molestias considerables al paciente, sea por descargas eléctricas, dejando que la máquina se eleve, o provocando espasmos muy dolorosos en los músculos por hiperestimulación. Como los otros aparatos, no deben usarlo personas sin preparación.

ELECTROESTIMULACIÓN

Es la estimulación directa de las terminaciones nerviosas en el mismo músculo mediante el uso de corrientes eléctricas, en las fases de activación y desactivación, para generar contracciones musculares. Su empleo se destina a la reeducación, como cuando se hace que un músculo o grupo de músculos se contraigan y el paciente aprecia en la porción consciente del cerebro no sólo el movimiento requerido, sino también la sensación generada por la contracción muscular. Esta sensación se experimenta mediante una combinación de respuestas sensibles al estiramiento en los tendones de los músculos y mediante los propioceptores afectados por los movimientos articulares. Se debe animar al paciente a que refuerce la contracción copiando de manera voluntaria la contracción producida por la corriente estimulante. Durante el tratamiento, la intensidad de la estimulación se puede reducir e interrumpir, aunque el paciente seguirá siendo capaz de reproducir activamente la contracción. Sólo se puede fortalecer significativamente un músculo mediante la contracción activa de éste. La mera contracción pasiva con electroestimulación tiene poco efecto en el fortalecimiento de los músculos. Su empleo más habitual son los pediluvios con corrientes farádicas, donde el paciente, con los músculos intrínsecos casi afuncionales, es incapaz de generar de forma voluntaria los movimientos deseados. Una vez que el paciente 'capta' lo que debería suceder mediante la estimulación farádica, puede comenzar a reproducir voluntariamente la misma contracción. Es importante que el paciente se dé cuenta de que, para que sea eficaz, debe trabajar *con* la corriente estimuladora; de poco valdrá que se mantenga completamente pasivo.

La electroestimulación es útil para iniciar contracciones musculares en otras áreas de inhibición, por ejemplo, el músculo cuádriceps tras una operación de rodilla. En este músculo, como en cualquier otra parte, el tratamiento es de reeducación y no definitivo. Muchos bailarines encuentran ventajoso poseer un pequeño aparato electroestimulador para disponer con regularidad de pediluvios con corrientes electroestimulantes y conservar los músculos intrínsecos del pie bajo control y funcionales. Sorprende lo fácil que resulta perder el control consciente de estos músculos, hasta el punto de que, por mucho esfuerzo mental que haga el bailarín y por mucho que intente hacerlos trabajar, parece haber una pérdida completa de la continuidad entre cerebro y músculos. Esto

probablemente se deba, desde un punto de vista evolutivo, a que estos músculos se están atrofiando porque ya no los usamos con fines prensiles como los monos. Es en el mantenimiento del control consciente donde el generador de corrientes electroestimulantes desempeña un papel vital.

De paso hay que decir que la electroestimulación no provoca pérdida de peso, no reduce el nivel de grasa en áreas seleccionadas ni tampoco la redistribuye. Se venden máquinas que afirman obtener tales beneficios. Son aparatos caros e inservibles para los fines que alegan conseguir.

ESTIMULACIÓN NERVIOSA TRANSCUTÁNEA (TENS)

La estimulación se genera mediante un pequeño aparato con pilas que se puede llevar en el cinturón o en un bolsillo. Los electrodos, situados en el extremo de los cables, se pegan a la piel y aplican pequeñas corrientes eléctricas para estimular los nervios y aliviar el dolor. *Modo de acción.* Se cree que actúan cerrando una 'puerta' neuroeléctrica en la médula espinal, evitando que los impulsos dolorosos asciendan por la médula espinal y pasen de este punto, con lo cual no llegan al nivel de la conciencia. Una teoría alternativa es que actúa estimulando la producción de endorfinas. Se trata de sustancias analgésicas que produce el cuerpo de forma natural. Recientemente han despertado mucho interés y se han denominado sustancias naturales semejantes a la morfina. La acción de la TENS puede ser una combinación de ambas teorías.) Mediante su aplicación repetida se consiguen gradualmente periodos más largos de alivio del dolor, terminando en muchos casos con un alivio completo del dolor y permitiendo descartar el electroestimulador transcutáneo. Como los electrodos se pegan a la piel, no es un método invasivo y no conlleva riesgos.

ACUPUNTURA

Probablemente actúe de forma parecida a la TENS. No obstante, debido a la posibilidad de que se transmitan virus como la hepatitis o el SIDA si las agujas usadas no son completamente estériles, es menos segura que la TENS.

DIGITOPUNTURA

Consiste en la aplicación externa de presión en los puntos de la acupuntura. Funciona de forma parecida, pero probablemente sea menos eficaz. Como no es una técnica invasiva, es más segura que la acupuntura y no conlleva riesgo de infección.

MASAJE

Indudablemente es el tratamiento más antiguo de todos y se lleva usando sin duda desde hace más de 3.000 años. Incluso sin ser un tratamiento definitivo, el masaje es usado instintivamente por hombres y animales que por naturaleza tienden a frotarse las áreas doloridas.



Efectos del masaje

1. Reflejos.

Mediante la estimulación de los receptores periféricos que transmiten impulsos a la médula espinal y el cerebro para producir sensaciones de placer o relajación. La relajación afecta la tensión mental y muscular.

2. Mecánicos:

- Aumenta la circulación de la sangre ayudando al retorno de la sangre y la linfa si el masaje se aplica con máxima presión hacia el centro del cuerpo.
- Puede generar movimientos intramusculares y ser eficaz para estirar y deshacer las adherencias entre las fibras musculares.

Es muy importante recordar que el masaje no aumenta la fuerza de los músculos ni disipa la grasa. Por encima de todo, aparte de producir una relajación placentera, sus efectos son mínimos. Sin embargo, aplicado con pericia resulta inocuo.

Contraindicaciones

Se evitará el masaje cuando haya infecciones locales y en cualquier caso de tromboflebitis o sospecha de tromboflebitis.

MOVILIZACIONES

Es un término usado para referirse a movimientos pasivos y ligeros de las articulaciones. Se aplican también en áreas de la columna vertebral así como en las articulaciones más periféricas. Se obtienen resultados útiles con un estiramiento suave y repetitivo de cápsulas y ligamentos que gradualmente reducen o anulan los impulsos dolorosos que se transmiten de las terminaciones nerviosas de estas estructuras. Estos impulsos a menudo causan espasmos musculares reflejos, por lo que un beneficio secundario de las movilizaciones es el alivio de dichos espasmos. Las movilizaciones (también llamadas movilizaciones articulares de Maitland) se aplican mediante movimientos oscilantes pasivos sin técnicas forzadas. En la columna vertebral su empleo es mucho más seguro y tiene un efecto mucho más localizado que las manipulaciones violentas de los osteópatas y quiroprácticas.

MANIPULACIONES

Este término (junto con expresiones como técnicas de alta energía, *thrust* o de grado V) sirve para describir un movimiento pasivo y forzado de pequeña amplitud y gran velocidad. Una manipulación realizada por manos expertas puede aliviar la rigidez específica o recolocar una articulación. Cuando se usa con cuidado puede ser muy útil como parte de un tratamiento. El abuso de las manipulaciones puede causar inestabilidad con el tiempo si no se practican ejercicios de estabilización y propiocepción. Como sucede con todas las formas de tratamiento, si las aplican manos expertas, las manipulaciones son apropiadas para el tratamiento de bailarines.

ESTIRAMIENTOS

Los estiramientos pueden ser pasivos, activos asistidos o completamente activos. Como ya se ha mencionado, los estiramientos son eficaces si los tejidos que se van a estirar están calientes (ver **Sección 2.5**, Termoterapia profunda, pág. 98). Para ser muy eficaces, los estiramientos deben ser prolongados y continuos en vez de intermitentes o frecuentes y cortos. Todo estiramiento se debe aplicar con cuidado para no dañar los tejidos. Si los tejidos se desgarran durante el estiramiento, entonces se producirá la curación. Como se describió en la **Sección 2.1**, la curación se produce con tejido cicatrizal, es decir, tejido fibroso. Con el paso del tiempo el tejido cicatrizal tenderá a contraerse y tal vez agudizará la tirantez que los estiramientos trataban inicialmente de aliviar. Ciertamente, todo estiramiento forzado es perjudicial y contraproducente.

El objetivo de todo estiramiento es conseguir la elongación de los tejidos retraídos sin causar ninguna hemorragia en ellos. Esto sólo se consigue gradualmente durante un periodo de tiempo y nunca hay que apresurarse. Después de una lesión los tejidos, aunque aparentemente curados, pueden seguir siendo muy sensibles en los estadios iniciales y responder mal al estiramiento. Esto puede causar nuevas contracturas en vez de la elongación deseada. Es importante, en consecuencia, que tras una lesión no se proceda al estiramiento hasta llegar al momento apropiado del periodo de convalecencia que tiende a ser más tarde que pronto. Es casi imposible establecer una escala temporal general, por lo que es muy valioso contar con el consejo de un fisioterapeuta experto en el tratamiento de lesiones de danza y deportivas.

Poseer cierta flexibilidad es un requisito para la danza. Los requisitos de admisión en las escuelas profesionales valoran más una flexibilidad genética y natural que un físico fuerte. La hipermovilidad extrema (expuesta en la pág. 69) se tiene que abordar con cuidado para estabilizarla, mientras que los cuerpos con tendencia a la retracción muscular precisarán estiramientos durante los distintos estadios de desarrollo. (Pensamos aquí en la elongación del músculo para otorgar a las articulaciones toda su movilidad, y no en estructuras óseas como los pies.)

Los estiramientos ligeros y cortos tratan de elongar la unidad musculotendinosa contribuyendo al calentamiento y movilidad como preparación para el ejercicio. Los estiramientos más pesados y largos buscan elongar el tejido conjuntivo del músculo, las fibras musculares, el tendón y la cápsula articular/ligamento, y aumentan permanentemente el grado de movilidad posible. Hay que entender que el fortalecimiento del músculo antagonista al que se estira debe formar parte del mismo régimen para utilizar la amplitud adquirida. La movilidad de un grupo de músculos es activa (como al ejecutar un *relevé lent*) y pasiva, que es mayor (como al 'lanzar' un *grand battement*). Cuanto mayor sea la diferencia entre las dos, más vulnerable será el bailarín. De hecho no es aconsejable adquirir más amplitud de movimiento si no se tiene suficiente control.

El grado de movilidad de una articulación se restringe por:



- La estructura ósea y articular.
- La retracción del tejido conjuntivo en el músculo.
- La tensión del músculo.

La estructura ósea no se puede modificar significativamente, pero con el tiempo los tejidos blandos sí se pueden elongar.

Los **estiramientos estáticos** son un tipo eficaz de estiramiento y requieren un movimiento lento en el extremo de la amplitud confortable hasta sentir tensión (no dolor). Si el estiramiento se mantiene más de diez segundos, sentirás que el músculo 'cede', la tensión se alivia y el estiramiento aumenta en amplitud. Este proceso puede continuar varios minutos.

Los receptores de estiramiento protegen los músculos de lesiones. El delicado tejido muscular, los vasos sanguíneos y los nervios se desgarrarían con facilidad si no estuvieran protegidos por el sistema nervioso y sus receptores. En el vientre contráctil del músculo se localizan sensores llamados husos musculares, que controlan constantemente la longitud del músculo y sus cambios de longitud. El huso muscular (bajo el microscopio tiene la forma de un huso) se compone de fibras especializadas llamadas intrafusales, que son sensibles al acortamiento del músculo. Se extienden paralelas a las fibras extrafusales, que son las fibras que se contraen para acortar el músculo. Las fibras nerviosas envían mensajes de los husos a la médula espinal y al cerebro durante el estiramiento. El sistema nervioso central, si es alertado por un estiramiento repentino o perjudicial, envía un mensaje al músculo (fibras extrafusales) para que se contraiga y evite el sobreestiramiento. Dichos procesos se producen literalmente en milisegundos.

En un estiramiento lento y estático, la actividad de los husos musculares es la de vencer las molestias hasta sentir la relajación a medida que el músculo 'cede'. Aumenta entonces el grado de movilidad hasta volver a sentir molestias y resistencia cuando de nuevo la tensión generada por la actividad de los husos se libera suavemente.

Un músculo sólo aumenta de longitud cuando se alivia la tensión y se relaja. Las técnicas respiratorias sirven para inducir un estado de relajación mental y corporal y, por tanto, para facilitar la elongación del músculo. Como en el yoga, la respiración rítmica y controlada puede concentrar la mente y crear una sensación de calma. Como se describió antes, el movimiento hasta el final de la amplitud genera resistencia y tensión en el músculo. Durante una pausa ajustada a tres o cuatro ciclos respiratorios, y concentrándose en la relajación al espirar, la sensación de incremento de la longitud debería ser buena. En las siguientes espiraciones se intenta aumentar el estiramiento. La respiración como en el yoga debe practicarse por la nariz y llenando los lóbulos inferiores de los pulmones y expandiendo las costillas.

La visualización también puede mejorar el estiramiento. Imagina la anatomía del músculo y el alargamiento de las fibras musculares, y lograrás inducir una mayor elongación.

Nervios, músculos y articulaciones funcionan mejor cuando están calientes, y por eso es importante practicar un calentamiento completo antes de proceder con estiramientos intensos. Los tejidos blandos tienen viscoelasticidad. Cuando un chicle está caliente se vuelve flexible y se estira con facilidad, pero cuando está frío es quebradizo y se rompe con facilidad. Cuando el músculo y el tejido conjuntivo han aumentado su temperatura con un calentamiento, es más fácil inducir en ellos un estiramiento profundo. Cuando los nervios están calientes, se activan bien y los reflejos están alerta. Los músculos fríos transmiten una sensación incómoda, oponen resistencia al estiramiento y los reflejos son lentos. El mejor momento para estirar es después de clase cuando el cuerpo está bien caliente. Se dispone de menos tiempo para los estiramientos sistemáticos después de ejercitarse en la barra.

Los estiramientos estáticos tal vez sean el método más sencillo de enseñar a los bailarines a estirar por su cuenta con seguridad, y a desarrollar una sensibilidad real de lo que el cuerpo necesita y hasta dónde pueden llegar. No es aconsejable que los estudiantes practiquen estiramientos entre sí. Carecen del control, los conocimientos y la destreza manual necesarios y a menudo se producen accidentes.

En el departamento de fisioterapia se emplean **técnicas de contracción-relajación** para relajar y elongar los músculos tirantes y agotados por el esfuerzo. Si el músculo se lleva a su longitud máxima y luego se contrae al máximo contra una resistencia hasta contar diez segundos, se induce fisiológicamente una gran liberación y, por tanto, se consigue un gran estiramiento. De nuevo, aquí la desventaja es el nivel de destreza necesario.

Hay que evitar los estiramientos balísticos repetitivos, aunque muchos movimientos de danza sean de naturaleza balística. Los botes repetidos al estirar los isquiotibiales no consiguen elongar el músculo sino que estimulan la activación de los husos musculares. Si el cuerpo está frío, los estiramientos repentinos pueden causar lesiones. Sin embargo, si la coreografía contiene movimientos balísticos repetidos, el calentamiento deberá concluir con ejercicios similares como preparación.

Debemos pedir cautela sobre los estiramientos en que está implicado el sistema nervioso. Si, por ejemplo, el estiramiento de los isquiotibiales causa un hormigueo en el pie (de un joven bailarín sano) significa que el sistema nervioso se está viendo afectado. El nervio ciático puede emitir parcialmente sus impulsos nerviosos durante este estiramiento. La sensación es desagradable y a veces provoca náuseas. También interfiere temporalmente con la función nerviosa: nunca se debe recomendar, sobre todo en quienes vayan a necesitar un control fino en la danza. La posición más comprometida para poner a prueba el sistema nervioso es la posición de hundir el mentón (ver fig. 2.7). Se flexionan la columna vertebral y las caderas, la rodilla se extiende y el tobillo adopta flexión dorsal. En el estiramiento estático de los isquiotibiales, que imita esta postura, la disminución de la flexión vertebral, la flexión plantar del tobillo y la colocación de una toalla debajo de la rodilla consiguen un estiramiento eficaz de los isquio-



2.6. Prueba de elevar la pierna extendida (signo de Lasègue). La terapeuta examina la integridad del sistema nervioso llevando la extremidad a lo alto con flexión y aducción de la cadera, extensión de la rodilla y flexión dorsal del tobillo.



2.8. Se flexiona la columna sobre la rodilla extendida y el tobillo en flexión dorsal. Cuanto más se mueva la cadera en aducción y rotación interna, más afectado resultará el sistema nervioso. Desaconsejamos esta posición.



2.7. Prueba de hundir el mentón. Se vuelve a poner a prueba la integridad del sistema nervioso, esta vez sumando flexión de la columna. Estas pruebas se practican con sumo cuidado y sirven tanto para la exploración como para el tratamiento. Durante los estiramientos rutinarios, los bailarines no deben forzar el cuerpo en posiciones que afecten los nervios y provoquen hormigueo o entumecimiento.



2.9. Hay que proceder con cuidado para que la pierna no gire internamente ni se mueva en aducción.

tibiales sin interferir con los nervios. La elevación de la pierna extendida puede estirar un nervio cuando la cadera está flexionada, en aducción o rotación interna, y el tobillo en flexión dorsal. En esta posición pon el pie en *pointe*, ligeramente hacia fuera y relaja la pierna por el exterior de la línea de la cadera para aliviar la tensión sobre el nervio ciático.

Por último, los músculos que trabajan mucho necesitan estiramientos regulares para recuperarse. Se cree que los estiramientos inhiben los dolores musculares inmediatos y diferidos.

Los estiramientos pasivos, como su nombre indica, dependen por completo del terapeuta, mientras que es el paciente o el bailarín quien practica por su cuenta los estiramientos activos. En los estiramientos activos asistidos se combina la acción del fisioterapeuta y del paciente. Debemos subrayar que los bailarines deben ser conscientes de lo que intentan conseguir y de la mejor forma de lograrlo. Los puntos esenciales son:

1. El bailarín debe haber calentado.
2. Se practicarán estiramientos *suaves* después del calentamiento previo a la clase y de nuevo durante ésta



- cuando los músculos están realmente calientes, por ejemplo, al concluir los ejercicios en la barra.
3. Los estiramientos deben ser continuos y prolongados, nunca forzados.
 4. Los estiramientos repentinos y forzados, los espasmos, los rebotes y otros efectos similares son indeseables y por lo general contraproducentes.
 5. Nunca hay que estirar músculos débiles. Los estiramientos en este caso se diferirán hasta que se hayan fortalecido adecuadamente. Los estiramientos siempre se deben acompañar de ejercicios para fortalecer los músculos.
 6. Los estiramientos deben seguir la dirección longitudinal de las fibras del tejido que se estira. Los estiramientos transversales a las fibras no obtienen nada y pueden causar desgarros. El estiramiento de áreas tirantes con frecuencia no es óptimo en la dirección de la tirantez aparente. Se debe prestar atención a las estructuras concretas que están causando la tirantez y la dirección en la que discurren las fibras. Sólo entonces se aplicará el estiramiento en la dirección correcta. Una articulación aparentemente tirante en una dirección (p. ej., tirantez de la cadera en las aperturas) puede necesitar programas individuales de estiramiento en dos o más direcciones para obtener el aumento deseado de la movilidad.

Específicamente, una de las peores cosas que se pueden ver es a un bailarín, por lo general un estudiante, tumbado en la postura de la rana con alguien de pie sobre sus rodillas tratando de separarlas y mantenerlas contra el suelo. Aparte de los daños que sufren los tejidos blandos, la apertura en la posición de la rana no guarda ninguna relación con la apertura en las caderas cuando las piernas y las caderas están extendidas en la posición de trabajo (ver **Sección 5.8**). La otra abominación es ver a una bailarina estudiante con los antepiés (dedos y región metatarsiana) debajo de un radiador o un piano y echados hacia atrás con el fin de 'mejorar' su *pointe*. Por desgracia todavía quedan profesores de la vieja escuela que afirman que este es el único método para mejorar el *pointe*. Estas dos acciones diferentes pueden ser, en el mejor de los casos, inútiles y, en el peor, perjudiciales. Ciertamente no producirán beneficios en las aperturas ni en los *pointes*.

VALOR DE LOS EJERCICIOS

En las lesiones de danza y deportivas, lo más apropiado es un programa adecuado de ejercicios, que también es la parte más importante del tratamiento y la rehabilitación. Todos los tratamientos de fisioterapia que ya se han descrito, aunque eficaces para muchas afecciones y útiles para el proceso de curación, no consiguen de ningún modo una recuperación completa de la función y la fuerza normales. Sólo los ejercicios fortalecen los músculos. Sólo los ejercicios ayudan a movilizar las articulaciones satisfactoria y permanentemente. Quienes traten a los bailarines, así como ellos mismos, deben ser conscientes de la importancia de los programas de ejercicios adecuados. Si el tra-

tamiento se reduce meramente a algo sencillo y rápido para aliviar los síntomas y el dolor, no resolverá la debilidad o debilidades subyacentes que se hayan desarrollado como resultado de la lesión o que hayan sido la causa de que la lesión sigue sin corregirse. Como resultado, es probable que la lesión recidive o que aparezcan otras lesiones en diferentes localizaciones.

Después de una lesión, los músculos afectados de esa parte del cuerpo, así como los grupos más distales, se van a debilitar. Ésta es la respuesta natural del cuerpo cuando los músculos no se utilizan aunque sea durante un período corto de tiempo. Toda lesión agudiza el debilitamiento, y además de aumentar la debilidad en sí, también lo hará la propensión a nuevas lesiones.

OBJETIVOS DEL EJERCICIO

Capacidad cardiorrespiratoria

Cualquier tipo de ejercicio general beneficia los sistemas cardiovascular y respiratorio. Produce lo que se conoce como capacidad cardiorrespiratoria, es decir, estimula y fortalece el corazón, la circulación general, la capacidad respiratoria y el modo en que el cuerpo elimina los metabolitos (los productos de desecho del metabolismo tisular que se incrementan con el ejercicio). Se produce un aumento de la tolerancia al ejercicio. Para aumentar la capacidad cardiorrespiratoria, el ejercicio se debe practicar a diario en tal medida que el bailarín pierda el aliento y aumente la frecuencia cardíaca. Con el aumento de la frecuencia cardíaca se produce también un incremento de la capacidad del corazón, de modo que se acreciente el volumen de sangre expulsado en cada contracción. Un corazón entrenado podrá bombear un volumen mucho mayor de sangre con cada latido que un corazón desentrenado. Para aumentar la capacidad cardiorrespiratoria, las mejores formas de ejercicio son natación, remo, ciclismo sobre una bicicleta normal o estática, esquí de fondo al aire libre o sobre una máquina, correr o caminar con rapidez. Aunque correr y trotar sean populares, plantean inconvenientes graves. Para la mayoría de las personas, correr significa inevitablemente hacerlo por aceras y calzadas. Esto, a pesar de las mejoras en las zapatillas, produce repetidas vibraciones que causan problemas en la espalda, las rodillas, los pies y los tobillos. Es mejor correr sobre hierba. Si no es así, es probable que otras formas de ejercicio causen menos lesiones.

Mientras se preparan para las actuaciones, los bailarines mediante repeticiones y exigentes ensayos aumentan la tolerancia al ejercicio específica de la pieza. Se reconoce que el aumento de la capacidad aeróbica incrementa la eficacia del corazón, la circulación y el consumo de oxígeno. Los bailarines practicarán, además, un entrenamiento alternativo en el gimnasio para mejorar su condición física, que es más anaeróbica y específica de la danza.

Incremento de la fuerza muscular

El ejercicio es esencial para fortalecer los músculos esqueléticos del cuerpo. El ejercicio se puede centrar en ciertos



grupos de músculos que el bailarín o el deportista quiere fortalecer en concreto o puede ser un programa de fortalecimiento más general. Es importante subrayar que los grupos musculares no sólo deben ser fuertes, sino también estar equilibrados. Obviamente, de nada sirve que los músculos de un lado del cuerpo sean mucho más fuertes que los mismos músculos del otro lado. Existe una tendencia natural a que esto suceda porque la mayoría de las personas prefieren un lado para trabajar y se suelen ejercitar más los grupos musculares implicados.

Incremento de la movilidad y la amplitud articular

Los ejercicios para bailarines y ciertos deportistas están pensados para mejorar la movilidad y la amplitud articular. Estos ejercicios, no cabe duda, se acompañan de estiramientos de los tejidos blandos. Sin embargo, los estiramientos puros no tienen necesariamente que incrementar eficazmente el grado de movilidad de las articulaciones. Es igualmente importante, si no más, ejercitar los grupos musculares que controlan el movimiento de una articulación para fortalecerlos. Con demasiada frecuencia los bailarines piensan que tienen alguna restricción en una articulación, cuando en realidad la exploración de la amplitud de movimientos demuestra que la amplitud es completa, pero que el bailarín no puede aprovecharla totalmente porque los músculos que la controlan no son lo bastante fuertes. Por lo tanto, además de ejercicios de movilización pura, se ha de prestar atención a fortalecer los grupos de músculos que controlan la articulación, de modo que el grado de movilidad completo se pueda usar con un control muscular completo en toda su amplitud.

TIPOS DE EJERCICIO

Ejercicios pasivos

Apenas tienen cabida por lo que a los bailarines y deportistas se refiere. Los ejercicios pasivos se centran en la articulación o la parte del cuerpo que mueve otra persona para mantener la movilidad completa de una articulación. Esto es aplicable sobre todo cuando una extremidad ha estado paralizada. Los ejercicios pasivos se emplean para prevenir contracturas en una articulación. Los ejercicios pasivos no fortalecen los músculos implicados.

Ejercicios activos

Los ejercicios activos son los que ejecuta el bailarín y conllevan la contracción activa de los grupos de músculos implicados. Esta contracción puede ser isométrica, cuando el músculo se contrae con fuerza pero el movimiento es impedido porque la tensión muscular es igual a la resistencia externa; la contracción también puede ser dinámica (isotónica), donde la tensión no es igual a la resistencia externa, por lo que el músculo varía su longitud, y la articulación se mueve. Sólo los ejercicios activos aumentan la fuerza muscular. Normalmente, se requiere algún tipo de resistencia y el método habitual de aplicarla es con pesas. Al inicio del programa de entrenamiento la resistencia puede ser la fuerza de gravedad, sobre todo

después de una operación. Pero pronto el bailarín necesitará usar pesas o alguna otra forma de resistencia. En ocasiones la resistencia la opone el fisioterapeuta que supervisa el entrenamiento después de una lesión. La resistencia adopta dos formas: resistencia muy intensa en la que el paciente sólo es capaz de ejercitar el músculo contra esta resistencia sólo unas pocas contracciones. Se llaman ejercicios de pocas repeticiones y elevada resistencia. La alternativa es emplear una resistencia relativamente baja (entre uno y cuatro kilogramos) con un número mucho mayor de contracciones o movimientos. Son ejercicios de muchas repeticiones y baja resistencia. Son preferibles y probablemente más eficaces para aumentar la fuerza muscular que los ejercicios de pocas repeticiones y gran resistencia, que eran los predilectos hace una o dos décadas.

Hoy en día se reconoce que el trabajo con grandes pesos puede causar daños musculares, aumenta el índice de desgarros en las mismas articulaciones y predispone al desarrollo de osteoartritis. Puede causar un incremento antinatural e indeseable de la masa muscular. Es menos eficaz para aumentar la fuerza muscular que el método de muchas repeticiones y poca resistencia.

Ejercicios activos asistidos

Se trata de un tipo de ejercicio combinado en que, aunque el paciente contraiga activamente el músculo, también recibe cierta ayuda del fisioterapeuta. Esto es especialmente útil los primeros días después de una lesión o después de una operación cuando hasta la resistencia que ofrece la gravedad puede ser más de lo que soporte el músculo, pero el fisioterapeuta no quiere ejercicios en que se suprima por completo la gravedad. De forma parecida al generador de corrientes electroestimulantes, al iniciar una contracción reforzada por los propios esfuerzos del paciente, se obtiene una respuesta muscular mucho más satisfactoria. Los ejercicios para grupos musculares individuales y los métodos mediante los cuales se ejercitan se abordarán detalladamente en la **Sección 4**.

ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS

En los bailarines, el entrenamiento con ejercicios tiene por objetivo fortalecer distintos grupos musculares de los que se requiere fuerza, pero que se han descuidado durante las clases debido a la forma en que se estructuran, o debido al tipo de danza que predominantemente realizan la mayor parte del tiempo de los bailarines. Básicamente, hay que reparar en que los grupos de músculos cumplen dos funciones principales. Están aquellos músculos, de los que todo el mundo es consciente, necesarios para mover las distintas partes del cuerpo y las extremidades. Sin embargo, igualmente importantes y con frecuencia olvidados o desatendidos son los músculos que confieren estabilidad al tronco y las extremidades. Sin la completa estabilidad de las estructuras que sustentan el cuerpo, las extremidades no pueden obtener los mejores resultados. Su fuerza y estabilidad se consigue con la intervención de todo el cuerpo, empezando por el centro y trabajando ha-



cia fuera. Cualquier área que se haya desatendido impedirá que el resto del cuerpo trabaje satisfactoriamente. Los efectos de la debilidad de áreas concretas se expondrán en la **Sección 5**. Sin embargo, aquí trataremos unas pocas consideraciones generales.

Según los grupos de músculos, los efectos son diferentes. Primero de todo, los grupos musculares débiles que tratan de estabilizar un área que sostiene una parte del cuerpo que trabaja tenderán a cansarse rápidamente. Empezarán entonces a sufrir espasmos. Estos espasmos se agudizarán con la tensión y afectarán otras áreas, también las que trabajan, alterando la ejecución de la acción que se esté desarrollando. Segundo, debido a la debilidad del área de sustentación, habrá una sensación de inseguridad, y esa inseguridad provocará tensión en el área que trabaja y prevendrá la correcta relajación de los músculos antagonistas e interferirá con la fluidez de los movimientos (ver **Sección 1.3, Contracción muscular**, pág. 22). En tercer lugar, la debilidad causará, por lo general, una limitación de la amplitud de movimiento. Esto se debe a que la debilidad impide el control completo de las articulaciones y, sin este control, no es posible una completa relajación de los músculos antagonistas que, por tanto, interfieren con la amplitud total de los movimientos de la articulación o articulaciones.

Con demasiada frecuencia los bailarines intentan estirar áreas que consideran tirantes cuando, en realidad, no existe tal tirantez, y la falta de movilidad responde simplemente a la debilidad de los músculos que controlan esa parte. Considerándolo globalmente, un bailarín que parece mostrar tirantez en las articulaciones es probable que necesite más fortalecer sus músculos que estirarlos. En los estadios iniciales es vital determinar la causa para aplicar series apropiadas de ejercicios.

El otro aspecto importante del entrenamiento con ejercicios es conocer y ser consciente de la *importancia del equilibrio* entre los distintos grupos musculares. Cualquier desequilibrio causará inestabilidad y otros problemas. Con demasiada frecuencia vemos a bailarines que han acertado al deducir debilidad en un área concreta y a los que se ha aconsejado ciertos ejercicios para esa área sin acompañarlos de otros para los grupos de músculos antagonistas o sinergistas. Como resultado, se agrava el desequilibrio preexistente y la situación empeora. No es el ejercicio y el aumento de la masa muscular lo erróneo, sino el programa diseñado para ese bailarín. También es importante tener en cuenta de que la debilidad se puede hallar en grupos de músculos alejados del área en la que el bailarín localiza el problema, o incluso en donde el observador cree que radica el problema. Esto se observa particularmente cuando un bailarín tiene dificultades o incluso lesiones en la región coxal, y aunque recibe tratamiento y ejercita esa área, desatiende los pies por completo. De hecho, los pies pueden ser la causa inicial del problema y requerir mucho trabajo para fortalecerlos y ofrecer una base firme a la extremidad.

Existen distintos métodos para practicar ejercicios con que fortalecer los músculos. El trabajo en el gimna-

sio es apropiado si el equipamiento es seguro y está diseñado específicamente. Por otra parte, los ejercicios pueden realizarse con pesas libres, normalmente de dos a cinco kilogramos. Los ejercicios de Pilates en colchoneta no requieren pesas, pero pueden ser muy exigentes a pesar de que el peso de las extremidades contra la gravedad sea todo cuanto se utilice.

Si usas pesas, puedes hacerlo de dos formas. Usar poco peso y muchas repeticiones se cree lo mejor para los bailarines, a menos que tengan que aumentar la masa muscular. Los músculos se deben ejercitar hasta la fatiga y es ésta la parte esencial del programa de entrenamiento para fortalecer los músculos. Cuando se hace ejercicio para fortalecer los músculos es absolutamente esencial que se ejerciten en toda su amplitud efectiva. Deben poder ejercer toda su fuerza en toda la amplitud de movimiento posible en la articulación que controlan. Dicho de otro modo, el régimen de ejercicio debe llevar a cabo un trabajo contra resistencia en todo el arco, desde extensión completa hasta flexión completa.

El cuadro resulta muy distinto cuando consideramos los ejercicios isométricos e isotónicos, pues sus efectos no son comparables. Los ejercicios isométricos se practican con el músculo manteniendo la misma longitud pero variando la resistencia. Los ejercicios isotónicos se practican alterando la longitud pero manteniendo constante la resistencia. Un experimento ha demostrado que, si se crea un programa sólo con ejercicios isotónicos, los beneficios obtenidos no serán transferibles y esa persona seguirá rindiendo mejor en ejercicios isotónicos como los que ha practicado. Esto demuestra lo importante que es crear un programa que combine ejercicios isométricos e isotónicos.

Las bailarinas a menudo manifiestan su preocupación por los posibles efectos indeseables de los programas de ejercicio sobre su masa muscular. El sistema endocrino normal de las mujeres no permite un aumento notable de la masa muscular, sino que los músculos se delinean con un buen régimen de fortalecimiento. Junto con ejercicio aeróbico regular, las bailarinas no dejarán de beneficiarse.

FATIGA

Vale la pena repetir la idea de que, para aumentar significativamente la fuerza muscular, el músculo se tiene que ejercitar hasta la fatiga. Si un músculo se ejercita dentro de sus capacidades, no tendrá ningún incentivo para volverse más fuerte. (Los fisiólogos desaprueban la forma en que se ha enunciado esta última afirmación, que implica que los músculos y otros tejidos tienen procesos de pensamiento independientes o psiques propias.) Para fortalecer un músculo es necesario ejercitarlo hasta la fatiga.

¿Qué se entiende por fatiga? Se ha definido como la incapacidad para ejecutar la tarea asignada, de la forma indicada, bajo condiciones específicas conocidas por quien se ejercita y como resultado de la actividad previa. No obstante, ésta es una definición conductista. Fisiológicamente, el punto de fatiga es mucho más difícil de medir. Se consigue midiendo la capacidad aeróbica má-



xima, superada la cual el consumo de oxígeno no aumenta a pesar del incremento de la ejecución de trabajo. Este trabajo adicional es anaeróbico y el inicio de la fatiga causará rápidamente la imposibilidad de seguir con el trabajo a esa intensidad. Otra alternativa es medir electromiográficamente la actividad eléctrica muscular durante una contracción isométrica máxima. Cuando aumenta la actividad eléctrica en el momento en que la fuerza mecánica decrece, esto muestra que, a pesar de seguir realizando el sujeto un esfuerzo completo, la fatiga se está apoderando del músculo.

Por desgracia, ambos métodos para determinar la fatiga sólo se pueden llevar a la práctica en el laboratorio y, por tanto, es el fisioterapeuta quien tiene que forzar al bailarín, o el propio bailarín tiene que forzar a sí mismo a seguir con el programa de ejercicio hasta que sobreviene fatiga de verdad al músculo.

Tratamientos médicos y quirúrgicos

En las lesiones de danza como en las lesiones deportivas, el papel del cirujano ortopédico o del médico del deporte es sobre todo diagnóstico. En su mayor parte, el tratamiento es conservador (es decir, no traumático) y lo aplica el fisioterapeuta del bailarín. El cirujano ortopédico examina al paciente y establece un diagnóstico preciso del problema subyacente y también excluye fracturas y otras lesiones significativas que podrían necesitar un tratamiento especial; luego, en conjunción con el fisioterapeuta, debe diseñar un programa de tratamiento y rehabilitación, incluyendo correcciones técnicas, apropiado para el paciente con esa lesión concreta. Todos los pacientes y todas las lesiones son ligeramente distintos y se tienen que evaluar cuidadosamente. No obstante, hay tratamientos que sólo pueden ser administrados por el cirujano ortopédico.

DOLOR Y CONTROL DEL DOLOR

La percepción del dolor es esencial para el bienestar de las personas. En muy pocos casos algunos pacientes no son congénitamente capaces de percibir el dolor y también hay algunas enfermedades con las que se pierde esta capacidad. Como resultado, la piel y los tejidos blandos resultan dañados sin que la persona sea consciente de ello, por lo que las articulaciones pueden resultar gravemente afectadas.

Es evidente que ciertos dolores son triviales, por ejemplo, las cefaleas al día siguiente de una fiesta nocturna. Los dolores abdominales, torácicos o de cabeza persistentes deben ser estudiados por el médico apropiado. Los bailarines que se quejan de dolor musculoesquelético deben acudir al fisioterapeuta o al médico del deporte. En la primera visita se debe proceder con una evaluación exhaustiva. En la mayoría de los casos esto conducirá al necesario tratamiento médico.

Es importante recordar que la localización del dolor no siempre revela el origen de la causa. Por ejemplo, en los niños que se quejan de dolor de rodilla, éste

puede ser causado por un problema en la articulación coxofemoral, tal vez debido al desplazamiento de la epífisis superior del fémur. Se trata de una afección potencialmente discapacitante y es vital diagnosticarla en sus primeros estadios. Inusualmente, un adulto con artrosis en la cadera puede referir dolor sólo en la rodilla. Vale la pena repetir que, incluso si la localización del dolor es la misma que la de la lesión, la causa real puede estar en otro sitio. Por ejemplo, la tirantez en el *en dehors* suele causar lesiones en las rodillas y los pies. Esto se aplica sobre todo si las aperturas se fuerzan en los pies (rotación externa excesiva).

Tal vez se recurra al empleo de medicamentos como medio auxiliar de la fisioterapia. No obstante, el uso de calmantes no debe servir simplemente para que los bailarines sigan bailando cuando sin alivio del dolor les resultaría imposible. Éste es el camino apropiado para que las lesiones se agudicen. También hay que tener cuidado con el uso de analgésicos para las cefaleas. Si se consumen constantemente, entonces el analgésico puede ser la causa de las cefaleas crónicas a diario.

LA ESCALERA ANALGÉSICA

Este término fue introducido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como ayuda para la prescripción de analgésicos. La escalera analgésica introduce los analgésicos de forma progresiva.

Primer paso

Son analgésicos simples que se pueden comprar sin receta médica (es decir, sin prescripción). Comprenden el paracetamol y la aspirina.

El paracetamol es el fármaco de elección. Aunque dos comprimidos de 500 mg sean suficientes para un dolor temporal como una cefalea, un dolor más persistente se trata mejor con una dosis regular de paracetamol cada seis horas para mantener alto el nivel del fármaco en sangre. No se debe superar la dosis máxima de ocho comprimidos de 500 mg en veinticuatro horas. Las sobredosis de paracetamol pueden causar daños hepáticos y la muerte con sólo veinte comprimidos.

La aspirina es eficaz pero es más probable que cause problemas gástricos como indigestión o úlceras y hemorragias. Tiene un efecto antiinflamatorio. Es algo más eficaz como antipirético. **Nota. Nunca se debe administrar aspirina a los niños menores de ocho años.** Aunque la causa es desconocida, se ha documentado que la aspirina en los niños se asocia con el síndrome de Reye. Se trata de una enfermedad potencialmente mortal aunque poco corriente. No existe tratamiento aparte de la terapia complementaria, por lo general en una unidad de cuidados intensivos.

El paracetamol se puede suplementar con un antiinflamatorio no esteroideo (AINE). El ibuprofeno se compra sin receta médica, aunque otros AINE no. No deben consumirse como un sustituto del paracetamol, sino como un medio auxiliar. Como su nombre sugiere, reducen la respuesta inflamatoria. Hay evidencias de que difieren la



consolidación de fracturas por esta razón. Como la aspirina y los AINE pueden causar irritación gástrica, probablemente sea mejor no combinarlos. Adicionalmente, los AINE y la aspirina pueden agravar el asma y se debe evitar, si es posible, su administración a asmáticos o tomarse sólo por recomendación médica.

El uso de antiinflamatorios en gel como voltaren o ibuprofeno, que se aplican suavemente sobre el área dolorida, pueden aliviar el dolor en los tejidos blandos. Penetran a una profundidad sorprendente y como resultado, si ya se consumen AINE por vía oral, existe algún riesgo de sobredosis.

Segundo paso

Cuando el dolor no se controla con las medidas del paso 1, puede bastar la adición de un opiáceo débil. Los fármacos consumidos habitualmente son codeína y dihidrocodeína, siendo esta última ligeramente más potente. Ambas causan estreñimiento, náuseas, vómitos y somnolencia. Cuando se consuman una u otra, se hará en conjunción con los fármacos del primer paso.

Se pueden comprar combinaciones de paracetamol y codeína sin receta médica como co-codamol y dihidrocodeína con paracetamol como co-didamol. Hay otras muchas combinaciones, pero la mayoría son caras y no por ello más eficaces.

Nota. Si se toma una combinación que contenga paracetamol, es vital que se interrumpa su consumo si éste mismo principio formaba parte del primero paso.

Lee siempre la información de la caja o del prospecto que lleva en el interior. En caso de duda, consulta al farmacéutico. Este consejo también se aplica cuando tomes alguna medicina con receta, porque las interacciones pueden ser peligrosas.

Tercer paso

Cuando el dolor sea demasiado intenso como para controlarse con las medidas del segundo paso, lo indicado son opiáceos mayores. Son fármacos de dispensación controlada y sólo se pueden administrar bajo supervisión de un médico colegiado. Por tanto, no es necesario que nos extendamos más sobre ellos.

Las reglas son:

- Toma la dosis más pequeña que sea eficaz.
- Aprovecha los beneficios de tratamientos como fisioterapia, masajes, acupuntura, que ofrecen muchos fisioterapeutas, bolsas de hielo, compresas calientes, etc. Tal vez hagan innecesario el consumo de analgésicos.
- Si los síntomas no remiten rápidamente, acude a un profesional de la salud titulado: un fisioterapeuta o un médico con conocimientos sobre lesiones deportivas.
- Nunca tomes un analgésico para enmascarar el dolor y poder seguir bailando sin asesoramiento adecuado. Actuar así puede agravar una lesión, retrasar la curación o incluso poner fin a tu carrera artística.

- Lee siempre la etiqueta y el prospecto. Trata los fármacos con respeto. Todos los fármacos tienen efectos secundarios potenciales.

ACETATO DE HIDROCORTISONA Y PREPARADOS

Estos fármacos, que se administran por inyección, ciertamente tienen una aplicación limitada en el tratamiento de lesiones deportivas y de danza. Su acción consiste en anular la respuesta inflamatoria aunque, como son suspensiones de un esteroide, su acción es completamente local. No tienen efectos generalizados en otros puntos del cuerpo y ciertamente no generan ninguno de los efectos secundarios de los esteroides que se administran por vía oral. En cualquier caso, la dosis que se administra en una inyección de acetato de hidrocortisona supone una doceava parte de la producción natural diaria del cuerpo.

Para que sea eficaz, el acetato de hidrocortisona, que es la forma insoluble de hidrocortisona usada en el tratamiento de lesiones, se tiene que inyectar en el área exacta donde se encuentra la lesión que hay que tratar. Puede aumentar el dolor localmente durante veinticuatro horas y con frecuencia se administra junto con un anestésico local. Su principal utilidad es cuando una lesión se ha vuelto crónica, es decir, cuando todavía hay un grado menor de inflamación y el proceso de curación es incompleto. Suele ser valioso para afecciones como el codo de tenista, la tenosinovitis crónica y la tendinitis crónica.

Sus *contraindicaciones* son las siguientes:

1. Nunca se debe administrar hidrocortisona para una lesión aguda porque detendría completamente el proceso de curación.
2. Nunca se debe administrar si se sospecha o es posible que haya una fractura, por ejemplo, una fractura por sobrecarga.
3. Respecto a los grandes tendones (tendón de Aquiles, tendón rotuliano, etc.) se empleará con precaución y probablemente sólo se administre una inyección. Nunca se debe inyectar en el mismo tendón, sino en los tejidos circundantes. Una de las razones para tener tanta cautela es que si el tendón es el área dañada, la presencia de hidrocortisona puede anular el proceso de curación en curso y provocar una rotura completa del tendón. De forma parecida, si se inyecta en el tendón en vez de en las estructuras peritendinosas, puede causar daños en el tendón y provocar su rotura.
4. Nunca se debe aplicar si el diagnóstico es incierto o a falta de algo mejor que aconsejar.
5. Por lo que a los bailarines y deportistas se refiere, nunca se debe inyectar hidrocortisona en una articulación. Las indicaciones para los esteroides intraarticulares se suelen circunscribir a las personas con patologías artríticas, lo cual no es normal en los bailarines y deportistas durante el ejercicio de sus vidas artísticas y deportivas. Ciertamente no se deben administrar cuando la articulación se está recuperando de una lesión.



6. La administración de un anestésico local o de esteroides para que un bailarín o deportista sigan activos es condenable. No puede sino exacerbar la lesión al convertir una lesión posiblemente menor en algo grave.

ESTEROIDES ORALES

A veces se administran esteroides orales (cortisona, prednisona, etc.) durante tres o cuatro días tras una lesión sobre la base de que reducen o previenen el edema.

Sin embargo, su acción se ejerce suprimiendo los procesos inflamatorios en todos sus aspectos y no sólo el edema. Como se aprecia en la **Sección 2.1**, interferirá por completo con las fases iniciales de los procesos de curación. Aunque no importe si la lesión es trivial, cuando hay daños significativos en los tejidos, retrasar el inicio de los procesos curativos sólo puede resultar una desventaja. Además, mediante la supresión de estos procesos inflamatorios, se incita al bailarín a seguir con sus actividades al mismo ritmo con resultados potencialmente graves o desastrosos.

Otra complicación es que, mediante la administración de esteroides por vía oral, se suprime la producción natural del cuerpo de sus propios esteroides y otras alteraciones más amplias a nivel hormonal. La supresión de la producción de esteroides naturales, incluso durante cuatro a cinco días, puede prolongar el período de desequilibrio hormonal antes de que el cuerpo se establezca de nuevo.

El consumo de esteroides por vía oral entre los bailarines es desaconsejable, innecesario y sólo podemos condenarlo.

OPERACIONES

Sólo se recomiendan intervenciones quirúrgicas cuando hay una indicación específica, cuando se ha establecido un diagnóstico preciso y cuando el tratamiento conservador ha fracasado o no está indicado.

Estas afirmaciones pueden parecer tan evidentes que no valga la pena imprimirlas. Sin embargo, son demasiados los bailarines que se someten a operaciones totalmente innecesarias por distintas razones. Por parte del cirujano ortopédico puede haber desconocimiento de las lesiones de danza o deportivas, lo cual provoca un diagnóstico inadecuado o impreciso. El cirujano puede optar por una operación porque carece de los conocimientos para recomendar un tratamiento conservador correcto. Un ejemplo son las cirugías totalmente innecesarias que con tanta frecuencia se programan para la exéresis de espolones o áreas de calcificación apreciables en las radiografías, pero que son irrelevantes para los síntomas del paciente. Antes de embarcarse en una operación debe haber una indicación absoluta para la cirugía asumida por el cirujano y el paciente.

La cirugía se plantea a veces innecesariamente por la presión que ejerce el bailarín. El bailarín está, naturalmente, ansioso por mejorar y volver al trabajo lo antes posible, y la cirugía parece la forma más sencilla y rápida de conseguirlo. El bailarín puede haber visto una radiografía donde aparece un espolón y entonces, de forma más

justificable que el cirujano, llega a la conclusión de que no debería estar ahí y que, por tanto, debe estar causando los síntomas, con lo cual ejerce presión sobre el cirujano reacio a operar. Con demasiada frecuencia los bailarines que han pasado por el quirófano a largo plazo no mejoran o incluso empeoran.

Todo el mundo debe darse cuenta de que estos pequeños espolones y calcificaciones casi siempre representan daños menores que se produjeron tiempo atrás en las inserciones de ligamentos y cápsulas, y que se han formado simplemente como parte del proceso de curación. Una vez alcanzado este estadio, muy pocas veces son el origen de los síntomas.

El otro aspecto que se debe recordar es que, después de una operación, habrá inevitablemente un período durante el cual el bailarín será incapaz de hacer otra cosa que descansar mientras se curan las heridas y tejidos. Durante este período se debilitarán los músculos de todo el cuerpo y en particular los de la extremidad sometida a cirugía. Luego habrá un período en que el bailarín avance gradualmente de vuelta al trabajo. Con demasiada frecuencia, si la causa original de los síntomas se ha tratado de forma sencilla, posiblemente con un período corto de reposo, pero con un tratamiento progresivo que incluyó ayuda técnica en caso necesario, entonces la resolución se producirá sin ningún tipo de cirugía y, por lo general, de forma mucho más rápida y completa.

Finalmente, siempre hay que recordar que toda operación, por fácil que resulte, implica riesgos. La anestesia en sí presenta un riesgo claro aunque pequeño. Toda herida en la piel implica un riesgo de infección. Las complicaciones postoperatorias incluyen trombosis venosa profunda. Aunque por fortuna el porcentaje de pacientes que padece alguna de estas complicaciones es muy pequeño, si existen complicaciones y la cirugía no se debe tomar a la ligera o innecesariamente. La ignorancia por parte del cirujano ortopédico no es excusa para optar por la cirugía.

SUJECCIONES

El empleo de sujeciones elásticas para la columna lumbar, las rodillas y los tobillos siempre se debe cuestionar en el caso de los bailarines. La primera consideración es desarrollar una correcta estabilidad del núcleo corporal, mejorar la biomecánica y la retroalimentación propioceptiva de la columna lumbar. Llevar alguna sujeción para la región lumbar no ha demostrado prevenir lesiones. De hecho, se cree que cualquier sujeción tirante en los abdominales y los músculos de la columna lumbar impide su activación y favorece la dependencia de un elemento extrínseco más que del control intrínseco.

Llevar una faja o arnés para una clase de *pas de deux* o en un ensayo para un papel exigente con levantamiento de bailarinas pueden animarte a hacer más esfuerzo del que deberías al darte una falsa sensación de seguridad. Los bailarines profesionales a menudo optan por usar una 'faja calentadora de espalda' fabricada con neopreno, pero si proporciona demasiada sujeción y se lleva constan-



temente, puede volver vulnerable la región lumbar. Se desaconseja su uso a los estudiantes de danza para que el profesor pueda observar y controlar sin problemas la postura y el control vertebrales.

Si una lesión de espalda específica requiere inmovilización temporal, entonces el terapeuta puede recomendar una sujeción firme, aunque también ejercicios apropiados para mantener activos los músculos profundos de la columna y de la pelvis sin someter a tensión las estructuras dañadas. Lo mismo se aplica a las rodilleras y tobilleras. Si una articulación cuenta habitualmente con alguna sujeción, se cree que sus mecanismos de equilibrio se deterioran. Los vendajes de esparadrapo aportan retroalimentación propioceptiva adecuada y mantienen la conciencia del área vulnerable. Pueden ser valiosísimos en el escenario —con un esguince de primer grado— con la ejecución simultánea de ejercicios de propiocepción y equilibrio.

2.6. La prevención de lesiones

Aunque se puedan deducir los métodos para la prevención de lesiones leyendo las otras secciones, aquí resumiremos los principales factores para la prevención.

Desarrollo y mantenimiento de una buena técnica

Como se describe en la **Sección 2.3**, la causa de las lesiones de danza es una mala técnica, por lo que, si se desarrolla y se mantiene una buena técnica, la posibilidad de sufrir lesiones en danza se reduce al mínimo. Para mantener un buen nivel técnico dancístico es de gran ayuda asistir con regularidad a clases de un *profesor competente y atento*. Como en todas las actividades, sean físicas o mentales, es fácil que con el paso del tiempo se deteriore gradualmente la aplicación de la técnica y la actitud mental. Incluso una seria valoración o crítica de uno mismo puede no ser suficiente para prevenir la aparición de errores y fallos en la técnica. Sin embargo, si se asiste con regularidad a clases buenas, las posibilidades de sufrir lesiones se pueden reducir al mínimo.

Desarrollo y mantenimiento de la fuerza muscular y la movilidad articular

En la prevención de lesiones, no podemos dejar de subrayar la importancia de mantener una fuerza muscular adecuada. Sin embargo, esto no significa una hipertrofia de la masa muscular como la que se aprecia en los halterófilos y los culturistas. La masa muscular en sí no equivale necesariamente a fuerza. Los músculos hipertrofiados pueden ser una desventaja evidente para los bailarines porque no sólo resulta antiestética, sino que también dificulta la danza. Por ejemplo, la hipertrofia de la cintura escapular y los brazos, debido a un excesivo trabajo con las pesas, puede desplazar hacia arriba el centro de gra-

vedad del cuerpo y volver al bailarín más inestable cuando intente mantener el equilibrio. Adicionalmente, los músculos voluminosos entorpecen la amplitud de movimiento de las articulaciones.

Un correcto equilibrio muscular es importante para la fuerza muscular; en primer lugar, entre uno y otro lado del cuerpo y entre una extremidad y la contralateral, y en segundo lugar, entre los distintos grupos que controlan los movimientos de una articulación o articulaciones concretas. Un buen ejemplo es el excesivo interés que a menudo se tiene por el fortalecimiento del músculo cuádriceps del muslo, al tiempo que se descuidan los otros grupos del área, es decir, los aductores, los isquiotibiales y los glúteos. Los efectos perniciosos de los desequilibrios musculares se mencionan en otro apartado, en concreto en las **Secciones 3 y 5**.

La movilidad articular va de la mano de la fuerza muscular. Si los músculos que controlan una articulación son débiles, entonces la articulación no estará lo bastante estabilizada para usarla satisfactoriamente en toda su amplitud. Por lo tanto, al mantener la fuerza y equilibrio musculares, también hay que mantener la movilidad articular. También desempeña un papel muy significativo para lograr la máxima movilidad posible de una articulación el ejercicio en *toda la amplitud* del movimiento de los grupos musculares que la controlan. Por ejemplo, el grupo de músculos que controlan la extensión de una articulación debe poder actuar en toda su potencia a lo largo de toda la amplitud de movimiento, desde flexión a extensión completa y no sólo en una parte de ese arco de amplitud. Para conseguirlo es esencial que todo programa de ejercicios se encamine a ofrecer un patrón correcto de ejercicios para ese grupo muscular en toda su amplitud. *Sólo cuando los músculos que controlan la articulación son fuertes, puede aumentar el arco de movimiento hasta su máxima amplitud anatómica mediante estiramientos suaves y graduados*. Los estiramientos deben ir de la mano de un programa de ejercicios que fortalezcan los grupos musculares. *Nunca se debe estirar un músculo débil*.

Preservación de la capacidad cardiorrespiratoria

Normalmente se produce como resultado de un programa de ejercicio que sigue el bailarín para mantener su fuerza muscular y su movilidad articular. Cualquier forma de ejercicio general influirá en los sistemas cardiovascular y respiratorio ayudando a mantenerlos en una condición perfecta. Durante los períodos de vacaciones puede ser útil que el bailarín continúe practicando alguna forma de ejercicio, no necesariamente relacionado con la danza, para preservar la condición física, como natación, ciclismo o caminatas, ejercicio más apropiado para las vacaciones. Como se dijo previamente, para mantener la capacidad cardiorrespiratoria es esencial que el ejercicio sea lo bastante vigoroso como para que la respiración sea entrecortada. Esto asegura que se trabaje el gasto cardíaco. Es esta demanda habitual sobre el sistema cardiovascular lo que mantiene la condición fisiológica.



Las vacaciones escolares y las vacaciones a mediados de trimestre son periodos de descanso para los estudiantes de danza, aunque desde el punto de vista de la condición física son demasiado largos, y si bien se puede dar un respiro a la técnica, no a la condición física básica. Volver al trabajo de alto nivel es más fácil si se conserva la condición física.

TABAQUISMO

Hay mucha información al alcance de todos sobre los efectos secundarios del tabaquismo y la mayoría de los países del mundo han prohibido fumar en oficinas y espacios públicos. Las óperas y los estudios de danza también imponen esta normativa.

Durante la combustión de un cigarrillo, el calor descompone el tabaco y libera sus toxinas. Los productos más dañinos son:

- El alquitrán, una sustancia cancerígena.
- La nicotina: adictiva y estimulante que eleva la frecuencia cardíaca y la tensión arterial.
- El monóxido de carbono: reduce el aporte de oxígeno al cuerpo.

Nicotina

Cuando se inhala el humo del cigarrillo, se absorbe en los alvéolos de los pulmones y pasa al torrente circulatorio. De ahí llega al cerebro y es en este punto donde es responsable de la sensación de bienestar. La nicotina interactúa con neurotransmisores que estimulan la actividad del cerebro, mejorando el tiempo de reacción, la capacidad de concentrarse y la sensación de que puedes trabajar mejor. La nicotina causa inicialmente una rápida liberación de adrenalina que eleva la tensión arterial y acelera las frecuencias respiratoria y cardíaca. Los fumadores aprovechan el tabaco para obtener energía adicional. El cerebro recuerda la sensación de bienestar, desencadena el deseo de repetir y provoca la adicción. Con el tiempo se desarrolla una tolerancia a estos efectos y se fuma sólo para calmar el síndrome de abstinencia.

Alquitrán

Es una sustancia carcinógena (que causa cáncer). Se adhiere a los pulmones y reduce la elasticidad de los alvéolos con lo cual se absorbe menos oxígeno en el torrente circulatorio. El alquitrán irrita las membranas mucosas, que se inflaman, afecta el mecanismo de limpieza de los pulmones y favorece la proliferación de flema en las vías respiratorias que aumentan su resistencia al paso del aire. Por lo tanto, la respiración se ve afectada y se tose en un esfuerzo por expectorar el moco.

Monóxido de carbono

Este componente del humo de cigarrillo reduce la presencia de oxígeno en el cuerpo. Cuando el oxígeno sale de los pulmones viaja por la sangre combinado con la hemoglobina de los eritrocitos. Sin embargo, si hay presente

monóxido de carbono, forma preferentemente enlaces con la hemoglobina y reduce los niveles de oxígeno en la sangre. También se reduce la liberación de oxígeno de la sangre a las células que lo demandan. Esto afecta el músculo cardíaco (elevada demanda de oxígeno) y los músculos esqueléticos. El oxígeno es importante para el funcionamiento de todos los sistemas de energía del cuerpo. Cualquier mecanismo que interfiera con el transporte y captación de oxígeno afecta la producción de energía y, por tanto, la ejecución de la danza. También sufre el tejido conjuntivo. La producción de colágeno se ralentiza por la depleción de oxígeno, y a nivel superficial se observa en la piel laxa con la temprana aparición de líneas y arrugas. A nivel subcutáneo, la curación del tejido también se ve afectada porque retarda el tiempo de curación de ligamentos y tendones. La recuperación más lenta de una lesión puede poner en peligro la carrera artística de un bailarín.

La danza requiere una capacidad pulmonar óptima que el tabaco merma. El ejercicio de alto nivel requiere una captación máxima de oxígeno que el tabaco reduce. Los efectos combinados de la resistencia que ofrecen las vías respiratorias, la falta de oxígeno y el aumento de la tensión arterial explican la ineficacia de la función fisiológica. La responsabilidad profesional de mantener el cuerpo trabajando al máximo nivel posible no permite ninguna adicción que merme el rendimiento dancístico.

El tabaco daña los vasos sanguíneos en general. Los vasos sanguíneos del corazón, el cerebro, la piel y el músculo sufren un estrechamiento o estenosis que también afecta el transporte de oxígeno. Incluso los vasos sanguíneos del pene pueden terminar afectados y provocar disfunción eréctil.

El tabaquismo acaba con las vitaminas C y E del cuerpo, que son poderosos antioxidantes.

El sistema inmunitario es el sistema de defensa natural del cuerpo que lo protege de infecciones causadas por bacterias y virus. Los bailarines de alto nivel tienen sistemas inmunológicos frágiles y necesitan llevar un estilo de vida muy equilibrado para soportar los rigores de la profesión. El tabaco daña el sistema inmunitario al volver al bailarín vulnerable a resfriados y otras enfermedades. Se pierden días de trabajo y actuaciones debido a infecciones de pecho. Esto puede resultar caro para todos a largo plazo.

Se ha sugerido que los efectos del tabaco sobre el hueso comienzan en la adolescencia, pues reducen el nivel máximo de masa ósea normal. Una bailarina que fume y siga una dieta poco equilibrada estará abriendo la puerta a futuros problemas a corto y largo plazo.

El tabaco también aumenta los niveles de fatiga durante y después del ejercicio. Debido a la disminución de la capacidad de transporte de oxígeno, la tolerancia de los fumadores al ejercicio se reduce y su rendimiento físico no mejora en comparación con los no fumadores.

Los bailarines dicen que el tabaco ayuda a controlar el peso. Se cree que fumar acelera el metabolismo y reduce el apetito. El tabaco también merma el sentido del gusto y, por tanto, los alimentos son menos atractivos. Fumar forma parte de estilos de vida poco sanos en los que



un desayuno a base de café y un cigarrillo es suficiente para ponerse en marcha.

También se dice que el tabaco ayuda a controlar el estrés, cuando en realidad sólo sirve para calmar los efectos de la abstinencia de nicotina. Cuando pasan horas después del último cigarrillo, el fumador manifiesta irritabilidad y pérdida de concentración. La asociación entre tabaco y calma refuerza el hábito.

Algunos datos interesantes

- Al cabo de veinte minutos del último cigarrillo, la tensión arterial y la frecuencia cardíaca recuperan la normalidad.
- Al cabo de ocho horas, se normalizan los niveles de oxígeno en el torrente circulatorio y disminuyen los niveles de monóxido de carbono.
- Al cabo de dos días mejora el olfato y los alimentos saben mejor.
- Al cabo de tres días, mejora la capacidad pulmonar, las vías respiratorias se relajan y la respiración resulta más fácil.
- Al cabo de dos semanas el cuerpo se ajusta a la falta de nicotina.
- Al cabo de tres meses, mejora la circulación y la función pulmonar.
- Al cabo de nueve meses, los pulmones quedan limpios y disminuye el riesgo de infecciones.

Los bailarines que fuman tienen las manos y los dientes manchados de nicotina, y para los no fumadores el olor a humo del pelo y la ropa es muy intenso. Esto resulta poco atractivo en una profesión en la que las personas trabajan físicamente muy próximas. El tabaco es caro y, en una profesión que no suele estar muy bien pagada, calcular el ahorro anual suele persuadir a los bailarines a dejarlo.

Los profesores de danza y otras figuras con autoridad tienen el deber de dar ejemplo. Los profesores de danza que fuman son imitados por sus alumnos. Los primeros bailarines, aunque pocos, inculcan el hábito en los bailarines jóvenes. Es fácil ver que los bailarines se sienten inspirados y caen en malos hábitos por imitación de sus mayores a pesar del número abrumador de estudios que enseñan que el tabaquismo es contraproducente para los aspirantes a vivir de la danza.

Buena nutrición

El mantenimiento de un estado nutricional satisfactorio es esencial para la prevención de lesiones y también para la curación de lesiones (ver **Sección 2.7**).

Evaluación ortopédica del bailarín para la prevención de lesiones

Uno de los aspectos más importantes para la prevención de lesiones de danza es la evaluación de los estudiantes antes de ser aceptados en las escuelas profesionales. Esto es una gran ventaja que debería ampliarse para evaluar a to-

dos los bailarines que entren por primera vez a forma parte de una compañía.

El propósito de esta exploración ortopédica es determinar si hay alguna área anatómica que sea probable causa de problemas durante un entrenamiento de danza o, cuando se evalúe a adultos, si hay algo que vaya a causar algún problema concreto en los distintos tipos de danza. Si bien ocasionalmente haya aspectos físicos de una persona que pueden impedir una participación satisfactoria en la danza, en la mayoría de los casos, aunque alguien no sea apto físicamente para ciertos tipos de danza, por ejemplo, para el ballet clásico, hay otros tipos de danza en los que podría rendir satisfactoriamente. Se puede, por lo tanto, recurrir a una cuidadosa evaluación para guiar a los bailarines jóvenes. La evaluación ortopédica es una gran ayuda cuando un profesor tiene un estudiante aparentemente con dificultades en alguno de los aspectos técnicos del trabajo. Con frecuencia hay algún aspecto físico del bailarín que, aunque no sea evidente, basta para que ciertas áreas de la técnica de danza sean difíciles de ejecutar correctamente.

Cuando los estudiantes han pasado todas las audiciones preliminares, y antes de presentarse a la audición final en una escuela profesional de danza, el jurado habrá rechazado a la mayoría de los aspirantes que eran obviamente inadecuados. Si la población que se va a examinar ortopédicamente al azar es con la vista puesta en su aptitud para la danza, entonces se obtendrá que la mayoría no es apta. Sin embargo, en las escuelas profesionales los jurados rechazan a la mayoría de los aspirantes físicamente no aptos para la danza antes de que pasen una evaluación ortopédica.

Siempre es importante recordar que el talento artístico puede superar muchos problemas físicos aparentes. Si un estudiante muestra un gran talento potencial, entonces lo correcto suele ser darle la oportunidad de bailar y dejar que inicie el aprendizaje. Su progreso se monitorizará cuidadosamente para determinar si está superando estas dificultades. En tales circunstancias es muy importante que los profesores y el estudiante sean plenamente conscientes de cualquier problema físico potencial presente que pueda causar dificultades técnicas o lesiones durante el entrenamiento o más adelante durante la carrera profesional. El cirujano ortopédico debe, por tanto, tener dos aspectos presentes mientras practica la primera evaluación: primero, si hay algún problema físico que suponga el rechazo directo del aspirante, por ejemplo, una espondilolistesis diagnosticada. Y segundo, observar cuidadosamente aquellas áreas que planteen problemas potenciales. Durante el curso de esta evaluación algunos aspectos serán subsanables desde el principio con la ayuda del fisioterapeuta o el profesor, por lo general mediante ejercicios especiales para fortalecer o movilizar un área o áreas concretas.

La figura 2.10 es la reproducción de una ficha que hemos usado durante años para la evaluación ortopédica de estudiantes y bailarines profesionales.

En gran medida es fácil de entender. Se identifica tirantez en el músculo trapecio porque afecta los movimientos



EVALUACIÓN ORTOPÉDICA

Nombre.....	Fecha de nacimiento:	Edad:
Altura:	Peso:	IMC:
Cuello	ROM:	Trapezio tirante:
Cintura escapular	Asimetría: Escápula alada: Codos:	Movilidad art. glenohumeral: Muñecas:
Pelvis	Nivel:	Asimetría:
Columna vertebral	Escoliosis: Flex. columna dorsal: Rotación columna dorsal: Flex. columna lumbar: Flex. lateral columna lumbar: Vista general:	Cifosis: Extensión columna dorsal: Flex. lateral columna dorsal: Extensión columna lumbar:
Extremidad inferior	Isquiotibiales D: Aquiles D:	Isquiotibiales Iz: Aquiles Iz:
Rodillas	Hiperextensión: Rótulas:	Rodilla valga: Arqueamiento tibial:
Pie	Puntas: D Iz Tobillo: D Iz Extensión dedo gordo derecho: Dedos pequeños: Art. transversa del tarso D: Art. subastragalina D:	Metatarso: D Iz Extensión dedo gordo izquierdo: Metatarsianos: Art. transversa del tarso Iz: Art. subastragalina Iz:
Caderas	Rotación extendida: D RE: Rotación flexionada: D RE:	D RI: Iz RE: Iz RI: D RI: Iz RE: Iz RI:
General	Lesión antigua: Operaciones: Investigaciones:	Escala de Beighton (hipermovilidad): Crecimiento: Salud general:
Otros comentarios		

Examinador

Fecha:



de la cabeza, sobre todo si hay cierta limitación de la rotación y la flexión lateral. Una discrepancia en el nivel de los hombros puede sugerir una anomalía como escoliosis o discrepancia en la longitud de las piernas. No obstante, en la mayoría de los casos en que los hombros están a distinto nivel, el problema es puramente postural y posiblemente asociado en cierta medida con el acarreo de bolsas pesadas en uno u otro lado. (Las antiguas carteras escolares son encomiables porque distribuyen por igual la carga sobre los hombros.) Por debajo de la 'línea de los hombros' se busca en aquellos niños que echan los hombros hacia delante, lo cual parece estrecharlos. Si bien los hombros echados hacia atrás, propios de una postura marcial, son una postura errónea, igualmente malo es el estrechamiento causado por la cintura escapular con rotación anterior sobre el pecho.

La escápula alada es señal de debilidad en la porción superior del tronco. Con frecuencia, las escápulas sobresalen lo suficiente como para deslizar una mano entre el borde medial de la escápula y la pared torácica. Esto a menudo forma parte de la rotación escapular y se debe a cierta debilidad de los músculos romboides y serrato anterior, por lo que el deslizamiento del polo inferior de la escápula no actúa lo bastante como para mantenerla abajo. Para mejorar la postura, la escápula tiene que mantenerse abajo, en gran medida por acción del músculo serrato anterior, y no echarse atrás porque afecta la línea general de los hombros.

Respecto a la movilidad de la articulación glenohumeral, se busca la abducción y flexión combinadas de los hombros. Es de gran importancia en los chicos, pues, si hubiera alguna restricción, serán incapaces de levantar a una chica por encima de sus cabezas sin inclinar hacia atrás la región lumbar de la columna. La quinta posición de los brazos exige cierta laxitud, aunque se pueden conseguir adaptaciones siempre y cuando los profesores sean conscientes de la situación. Los movimientos y el control de los hombros se describen más a fondo en la **Sección 1, Extremidades Superiores** (pág. 11).

En los brazos se busca la presencia de codos en hiperextensión y muñecas hipermóviles como parte de una indicación general de la presencia de hipermovilidad (ver final de la **Sección 1**). La hipermovilidad en el bailarín es una causa potencial de lesiones, como se ha mencionado en otra parte de este libro. Si un estudiante o un bailarín tienen hipermovilidad, tendrán que trabajar más duro para mantener la fuerza muscular con el fin de controlar la hipermovilidad de sus articulaciones.

En las muñecas, sobre todo en los chicos, se busca cualquier obstrucción de la flexión dorsal porque también puede causar problemas al levantar a una compañera.

Se debe evaluar la pelvis para detectar cualquier diferencia en el nivel de las espinas ilíacas anterosuperiores. Si hay alguna diferencia, ello sugiere una discrepancia en la longitud de las piernas o una curvatura lumbar. Igualmente, toda asimetría exige un cuidado particular durante la evaluación de la espalda y la medición de la longitud de las piernas.

En la columna vertebral se detecta la presencia de escoliosis o cifosis. En los niños puede ser la primera vez que

son objeto de una observación exhaustiva por parte de un médico, por lo que ocasionalmente se detecta una escoliosis sin diagnosticar, por lo que se les deriva a un especialista para su tratamiento. Una escoliosis muy leve no es una contraindicación para bailar, pero en los estudiantes jóvenes hay que avisar a los padres de la posibilidad de que la escoliosis progrese como parte de la historia natural de la patología y de que tendrán que mantenerse bajo observación. Las clases de danza de ninguna manera agravan la escoliosis. De hecho, ocurre lo contrario y el ejercicio adicional de la danza, sumado posiblemente a ejercicios de inclinación lateral y otros ejercicios de tronco, puede ser beneficioso para detener el avance de la escoliosis o para invertir la afección. Las mediciones de los movimientos vertebrales son fáciles de entender. Se debe reparar en cualquier restricción y decidir si es suficiente como para presentar problemas en la danza. En concreto hay que buscar cualquier rigidez en la región lumbosacra, es decir, en cualquiera de sus segmentos (ver fig. 3.35) o rigidez segmentaria en alguna otra parte.

El término 'tendones de Aquiles' se refiere a tirantez en la pantorrilla. Los bailarines y otros deportistas siempre se refieren a la tirantez de los tendones de Aquiles. En la pantorrilla, los músculos gastrocnemio y sóleo se unen en sus extremos inferiores para formar el tendón de Aquiles. Es este complejo el que causa retracción y no sólo el tendón de Aquiles. Cualquier tirantez en esta área impedirá, no hay duda, que el bailarín pueda ejecutar un buen *plié*. Igualmente es importante una evaluación de los isquiotibiales para detectar retracción, sobre todo en las chicas. Sin embargo, si los tendones de Aquiles y los músculos surales y los isquiotibiales son muy laxos, entonces se alterará la altura de los saltos, ya que un exceso de laxitud en estas áreas es una desventaja en los chicos.

El jurado de profesores tendrá que fijarse en los saltos durante la audición.

En las rodillas se observa la presencia de hiperextensión. También las rodillas valgus (zambas), aunque no sean una contraindicación, si el problema es leve para la carrera dancística, no son bonitas estéticamente, y si la deformidad es acusada, pueden presentar un problema. El término 'rótulas' se refiere a la presencia de torsión tibial. Cuando los pies apuntan hacia delante, si hay torsión tibial, entonces las rótulas apuntarán hacia dentro (rótulas convergentes) y se mide y anota el grado de rotación. Esto no es una contraindicación, pero se debe vigilar.

Se evaluará la presencia de arqueamiento tibial, tanto si afecta toda la tibia como sólo el cuarto inferior. El arqueamiento tibial en su cuarto inferior abre un ángulo en la articulación tibioastragalina, de modo que el plano que atraviesa esta articulación no es paralelo a la rodilla y causa problemas en los pies y tobillos si no se controla. Como resultado el bailarín tiende al rodamiento y la inversión articulares junto con los problemas que se pueden asociar con estos dos factores.

La Escala de Beighton se explica en la página 70 y la figura 1.96.

La extensión del dedo gordo del pie es especialmente importante. En los estudiantes, la aparición temprana de



hallux rigidus se detecta reparando en la restricción ya presente en la flexión dorsal de la primera articulación metatarsal-falángica. Si hay una restricción significativa, se trata de una contraindicación significativa a la continuidad de las clases de danza. Todas las formas de danza practican el *demi-pointe*, y a medida que el *hallux valgus* progresa, se vuelve cada vez más difícil elevarse en un *demi-pointe* razonable y ciertamente impide que el bailarín se eleve en tres cuartos de *pointe* o ejecute un *relevé* correcto.

'Dedos del pie' se refiere a cualquier deformidad en los otros dedos del pie, a la longitud relativa de los dedos y a la longitud de los metatarsianos. Para obtener un buen soporte con el pie en *demi-pointe* y *relevé* completo es mucho más satisfactorio que los dedos y los metatarsianos tengan una longitud regular.

En los pies, los músculos intrínsecos son importantes porque permiten al bailarín hacer punta con los pies con los dedos extendidos cuando trabajan más duro. Si los músculos intrínsecos se muestran débiles cuando el bailarín hace punta con el pie, se observa dedos del pie en garras debido a la acción de los músculos flexores largos.

La extensión de la cadera es importante porque la tirantez en la cara anterior de la cadera causa variedad de problemas. Esto se aborda más adelante en el libro.

Se procede a la medición de la rotación de la cadera con ésta flexionada 90°. La medición de la rotación de la cadera con ésta en extensión completa es una medición mucho más importante y refleja el grado de apertura presente con el bailarín en doble apoyo, que, por supuesto, es la posición normal durante el trabajo. La apertura en la posición *en dehors* y su genuina irrelevancia para el bailarín se aborda en la **Sección 5.8**, dedicada a la restricción de la apertura en las caderas. Sin embargo, la mayoría de los bailarines y los profesores siguen considerando la postura *en dehors* como uno de los métodos para evaluar el grado de las aperturas. No se incluye en la ficha y sigue gozando de la misma consideración entre los profesores.

Los otros ítems del formulario que no se han mencionado se explican por sí mismos.

Incluso empleando un formulario de este tipo, la evaluación del bailarín exige mucha experiencia. Por ejemplo, cuando se examina un área que parece tirante, la sensación general de los tejidos dará una idea al examinador experimentado de si el bailarín podrá estirar el área con ejercicio y un buen entrenamiento. Esto es algo que no se aprende en los libros, sino con práctica y observando a un gran número de bailarines y estudiantes de danza y siguiendo su progreso durante años.

2.7. Nutrición

Todo el mundo necesita unos niveles nutricionales adecuados y asegurar un aporte suficiente pero no excesivo de calorías, un equilibrio correcto de proteínas, grasas e hidratos de carbono, y toda el agua, vitaminas y minerales que sean necesarios. Sin una dieta equilibrada, el mecanismo fisiológico del cuerpo no puede funcionar con la

máxima eficacia. Bailarines y deportistas no se diferencian de las personas normales en este sentido. No obstante, los bailarines consumen un número desproporcionadamente elevado de alimentos de moda. En este sentido viven perdidos entre conceptos erróneos. Se dejan convencer por patrañas que se repiten, propagan y difunden por personas mayores y colegas. Son víctimas de consejos sin base científica, por escrito o verbalmente, que afirman alcanzar o mantener el nivel deseado de actividad o que ofrecen energía sin límite cuando se necesita.

Por desgracia, estos conceptos erróneos se agravan porque muchos bailarines están relativamente mal pagados o están sin trabajo y tienen que subsistir con muy poco dinero. Esto no ayuda a seguir una dieta racional y satisfactoria. En las escuelas de danza profesionales, de donde salen bailarines con la esperanza de trabajar en escenarios o ser profesores de danza, se debería hacer hincapié en enseñar nutrición. Esta asignatura debería impartirla un dietista comprensivo que aconsejara, no sólo sobre los aspectos básicos de la nutrición y la dieta, sino que también ayudara a planificar la alimentación diaria para mantenerse dentro de su presupuesto y aportar todos los elementos esenciales para una vida saludable. Por eso muchos de los libros sobre dieta y nutrición recomiendan alimentos que no están al alcance del bolsillo de los estudiantes y los bailarines profesionales. Una elección sensata y bien informada de comida y alimentos no sólo aporta una nutrición adecuada, sino que también ayuda a prevenir el peligro del sobrepeso o la delgadez. Una buena dieta es importante para mantener en curso los procesos de curación y prevenir lesiones al mantener el cuerpo en su mejor condición.

Requisitos nutricionales

PROTEÍNAS

Se necesitan proteínas para el desarrollo y reparación de los músculos y los tejidos. Aportan también aminoácidos esenciales, necesarios para el metabolismo normal del cuerpo. Las proteínas se hallan sobre todo en la carne magra, la carne de ave y el pescado. Se encuentran en cantidades variables en la leche y productos lácteos como el queso, en los huevos y en las legumbres. Aunque el cuerpo humano puede convertir los hidratos de carbono y grasas en la mayoría de las proteínas y aminoácidos (los aminoácidos son sustancias que se obtienen del metabolismo de las proteínas), también hay aminoácidos esenciales que el cuerpo es incapaz de sintetizar y, por lo tanto, se tienen que obtener directamente de la alimentación. Aunque se encuentren en las legumbres, son mucho más abundantes en las proteínas animales. Las proteínas de origen animal con frecuencia se denominan proteínas de primera clase. Si la dieta total es insuficiente para aportar suficientes aminoácidos, el cuerpo comenzará a catabolizar sus propias proteínas, lo cual significa en gran medida tejido muscular, para aportar los aminoácidos que requiere. Esto le ocurre a la gente que hace dietas inapropiadas o se embarcan en dietas mal estructuradas.



HIDRATOS DE CARBONO

Son necesarios como fuente de energía. Este grupo se divide en dos: los hidratos de carbono simples, como la glucosa, el azúcar de caña y otros azúcares simples, y los hidratos de carbono complejos, como el almidón y los azúcares complejos. Los hidratos de carbono simples se absorben y metabolizan con gran rapidez, mientras que los hidratos de carbono complejos tardan más en absorberse y metabolizarse y, por tanto, aportarán una fuente de energía más lenta.

GRASAS

Las grasas aportan una fuente rica de energía. (Rica en energía también significa calorías.) Las grasas se metabolizan y usan con mucha más lentitud que los hidratos de carbono complejos, por lo que su beneficio como fuente de energía es a mucho más largo plazo. Las grasas son un transportador vital de vitaminas A y D liposolubles.

VITAMINAS

Hay un requisito mínimo diario de vitaminas. Aunque no sean un alimento en sí, dado que no aportan energía alguna, son esenciales para el correcto funcionamiento del cuerpo. Siempre y cuando se cumpla con su aporte mínimo, no hay evidencias que demuestren que elevar el consumo de suplementos vitamínicos conlleve algún beneficio. Ciertamente no tienen efecto alguno sobre la mejora del rendimiento ni sobre el aumento de la tolerancia física. Una ingesta excesiva de vitaminas A y D puede ser muy perjudicial. La vitamina A puede causar daños en los ojos, mientras que la segunda altera el metabolismo y el equilibrio del calcio y el fósforo. Cuando la dieta ya incluye una ingesta suficiente, es desaconsejable suplementar estas dos vitaminas.

En la actualidad no hay pruebas de que una sobredosis de vitamina B o vitamina C tenga efectos perjudiciales. Ambas se excretan por la orina si se consumen en exceso. Esto es muy evidente en el caso del complejo de vitamina B, como observarás si tomas un par de pastillas de vitamina B porque la orina se vuelve de un color amarillo brillante. El único momento en que una gran dosis de vitamina C *podría* ser de ayuda es al inicio de un resfriado común. Algunos investigadores han obtenido posibles pruebas, aunque nunca concluyentes, de que, si se toma un gramo diario de vitamina C nada más manifestarse los primeros síntomas del resfriado común, el curso de la enfermedad se acorta significativamente o incluso se aborta. Aunque son relativamente caras, el bailarín podría pensar que los beneficios derivados de su consumo justifican el coste y puede dormir en paz sabiendo que no le harán ningún daño. Sin embargo, no hay evidencias de que la ingesta constante de vitamina C en grandes dosis tenga ningún efecto preventivo respecto a un resfriado común.

La vitamina B12 se considera a veces una ayuda para el rendimiento. Hay algunos preparadores físicos ignorantes que exigen a sus deportistas que se pongan una inyección de vitamina B12 antes de las competiciones. Aunque

la inyección de vitamina B12 ciertamente confiera a muchas personas una sensación de bienestar, no hay pruebas, a pesar del número de estudios, que demuestren que la vitamina B12 extra mejora el rendimiento de tareas complicadas, aumente la resistencia física o potencie las actividades de esgrima. Su uso en estas circunstancias no se puede condonar y es sólo otro ejemplo de la presión mediática para potenciar el consumo injustificado de estos y otros preparados. Las inyecciones, además de alterar la integridad de la superficie cutánea, conllevan muy poco riesgo, pero riesgo al fin, y el deportista y el bailarín deben evitar consejos como éstos.

MINERALES

Existe una lista muy larga de minerales esenciales necesarios para la dieta. La mayoría se requieren en cantidades muy pequeñas y se encuentran adecuadamente en la ingesta diaria. Las únicas excepciones son el hierro y el calcio, porque los bailarines pueden mostrar deficiencias graves. El hierro, en concreto, puede mostrar niveles muy bajos en las mujeres debido a la menstruación. No obstante, como la mayoría de las bailarinas tienen un peso excepcionalmente bajo, muchas de ellas no menstrúan o sólo ocasional e irregularmente, por lo que la depleción de hierro puede no ser tan acusada aunque haya una ingesta mínima en la dieta. Si hay alguna duda, entonces la bailarina debe acudir al médico, ya que un análisis de sangre demostrará en seguida si presenta anemia. Ésta se puede corregir en seguida con suplementos de hierro. El requisito es 18 mg diarios. Si una bailarina padece anemia, ciertamente no será capaz de rendir al máximo. Tenderá a sentirse cansada, apática y será un firme candidato para sufrir lesiones y distintas infecciones. Algunos estudios han demostrado que las bailarinas que pesan menos de 45 kilogramos no menstrúan, y según lo que revelan los estudios realizados hasta el momento en Estados Unidos, este peso representa una cifra crítica.

El requisito de calcio es 1.200 mg diarios. Este calcio se obtiene bebiendo 4-5 vasos de leche diarios. De lo contrario se necesitará tomar algún suplemento.

AGUA E HIDRATACIÓN

El agua es el ingrediente más esencial para la salud, y el cuerpo humano contiene un 50-70% de agua. Los bailarines necesitan una ingesta adecuada de líquidos para compensar las pérdidas sufridas durante el ejercicio. Un rendimiento óptimo (concentración, rapidez mental y resistencia durante largos períodos de tiempo) depende de las reservas de energía y de una hidratación adecuada.

El agua es necesaria para:

- El transporte de nutrientes.
- La eliminación de productos de desecho.
- La regulación de la temperatura: los músculos generan calor y el cuerpo se enfría mediante la evaporación del sudor.
- Una buena digestión y la salud intestinal.
- La lubricación de articulaciones y tejidos.



2.11. Entrenamiento aeróbico en una máquina cardiovascular elíptica atendiendo a la hidratación.

La deshidratación provoca un descenso del volumen sanguíneo, por lo que el corazón tiene que trabajar más y esto causa:

- Fatiga temprana y falta de coordinación.
- Calambres musculares, sobre todo en las piernas.
- Letargo y mareos.
- Náuseas y vómitos.
- Disminución del rendimiento.

Una ingesta suficiente es esencial para los procesos fisiológicos del cuerpo. La cantidad de líquido necesaria depende de la intensidad y duración del ejercicio, de la temperatura y las necesidades individuales. Se deben consumir al menos dos litros de agua al día, y como beber grandes cantidades de una vez resulta incómodo, se beberán pequeñas cantidades durante el día. Atrás quedan los días en que los estudiantes de danza pasaban una hora y media en las clases sin beber. Si tienes sed, ya estás deshidratado y los músculos ya han empezado a sufrir. Por lo tanto, los bailarines deben llevar botellas de agua en clase, en los ensayos y las actuaciones. El color de la orina es un indicador del estado de hidratación: un color brillante o claro significa que estás hidratado. La orina más oscura y concentrada significa que probablemente ya estás deshidratado.

Los riñones necesitan un aporte adecuado de agua para poder excretar los productos de desecho del metabolismo. Si el cuerpo está falto de agua, entonces el volumen sanguíneo disminuye y esto interfiere con el transporte de nutrientes y oxígeno a las células, además de diferir la eliminación de dióxido de carbono y metabolitos. El agua también es esencial para la regulación de la temperatura corporal mediante la producción de sudor. Si los bailarines se deshidratan, la fatiga aparecerá mucho antes en los músculos, y el cuerpo será propenso a sufrir lesiones. La deshidratación también puede propiciar calambres, golpes de calor y agotamiento. Además, no tomar suficiente líquido puede hacer que el bailarín sienta náuseas al principio, incluso en ausencia de otros efectos

de la deshidratación, y estas náuseas no mejoran nada el rendimiento.

Cuando se pierde agua por el sudor, también se pierden sales. Sin embargo, las sales se reemplazan en seguida con la dieta, aunque las actuaciones duras, sobre todo cuando hace calor, tal vez requieran añadir algo de sal. Esto se consigue tomando sal adicional en las comidas, por lo que el consumo de tabletas de sal es innecesario. En condiciones más normales un pellizco de sal es todo cuanto se requiere. Este pellizco de sal en la bebida es ciertamente una sabia precaución porque una falta de sal causará calambres bastante graves. Las bebidas deportivas son útiles para mantener la hidratación. Son bebidas isotónicas, es decir, tienen una concentración similar de hidratos de carbono y electrólitos que los líquidos corporales.

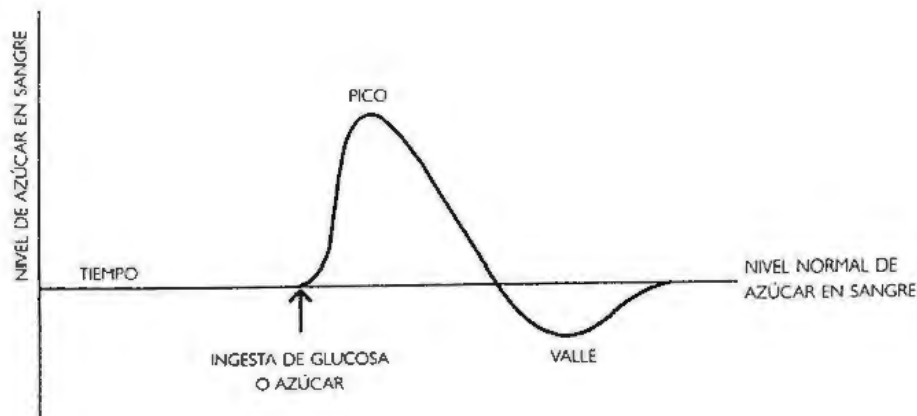
Como precaución, el bailarín debe tener mucho cuidado de prevenir la deshidratación y tomará mucha agua a lo largo del día. Los dos litros de agua diarios mencionados se recomienda sobre todo a los adultos, si bien el ejercicio aumenta este requisito. La comida proporciona cierta cantidad de agua mientras se metaboliza, pero se necesitarán líquidos adicionales cuyo volumen dependerá de la temperatura ambiente y del grado de sudoración. El líquido no necesita ser agua pura, aunque también se pueden consumir zumos, algunos refrescos de naranja o limón o sabores parecidos. Sin embargo, las bebidas de cola, además del té y el café, contienen sustancias que actúan como diuréticos. Un diurético actúa directamente sobre los riñones aumentando la excreción de agua por lo que el consumo de estos tres productos puede aumentar la pérdida de líquidos más rápido que su consumo. El alcohol también se considera un diurético porque puede producir deshidratación. Ciertamente aporta algunas calorías, pero no se debe considerar una fuente de energía, y tiene efectos tranquilizantes y sedantes. No obstante, un poco de alcohol después del ejercicio puede ayudar al bailarín a relajarse, por lo que un vaso de vino no será perjudicial.

Recientemente se ha sugerido que el té y el café se pueden considerar parte de las necesidades diarias, aunque no se deben consumir para la rehidratación asociada con el ejercicio.

La presencia de deshidratación y la prueba de su corrección se confirman pesándose con regularidad. Esto suelen hacerlo los deportistas de elite. Un déficit de un litro de líquido causa una pérdida de peso de un kilogramo. Pesarse antes y después de una actividad intensa o de una clase, sobre todo cuando hace calor, te da un valor real de la cantidad de líquido que tienes que reemplazar.

La alimentación diaria

Al decidir qué comer a diario, no es especialmente fácil ni útil pensar en términos de proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas, minerales y agua. Es más fácil establecer una dieta equilibrada pensando en lo que conocemos como grupos alimentarios y asegurarnos de que se obtiene lo suficiente de cada uno de los cuatro grupos. Estos grupos son los siguientes:



2.12. Picos y valles en los niveles de azúcar en la sangre tras una ingesta de glucosa, azúcar o cualquier otro hidrato de carbono simple.

ALIMENTOS PROTEICOS

Dos porciones diarias (una porción equivale a 57 gramos de carne sin grasa, o de carne de ave o pescado, o dos huevos, o 114 gramos de queso fresco).

FARINÁCEOS

Cuatro porciones diarias. (Una rebanada de pan, preferiblemente integral, o 57 gramos de cereales como copos de maíz o pasta equivalen a una porción.)

LÁCTEOS

Tres porciones al día. (Una porción equivale a media jarra de leche o yogur bajos en grasa o desnatados, o a 42 gramos de queso normal.) Este grupo aporta calcio y otros nutrientes.

VERDURAS/FRUTAS

Cuatro porciones diarias. (Una porción equivale a una ración grande de verduras o a una pieza de fruta como una manzana, una naranja, una pera, etc.) Las verduras de hoja verde oscura, o de color naranja como las zanahorias, contienen vitamina A y se debe tomar una porción cuatro veces a la semana. Las otras verduras, sobre todo cítricos como las naranjas, contienen vitamina C.

Cuando se programen las comidas para el día, intenta tomar una porción de cada grupo en cada comida. Si es posible, toma tres comidas al día en vez de consumir más porciones de cada grupo en comidas más reducidas. En concreto, evita comidas copiosas al final del día poco antes de ir a dormir. El mejor método para recortar las calorías es reducir la ingesta de grasas; por ejemplo, comprueba que la carne está limpia, consume leche desnatada y yogur bajo en grasa, y queso fresco en vez de queso curado. Gramo a gramo, la grasa aporta el doble de calorías que los hidratos de carbono o las proteínas, los cuales aportan la misma cantidad de calorías. Al planificar tu dieta no olvides que las calorías equivalen a energía y que se necesita energía para completar a diario un programa de danza. Además, el cuerpo necesita un número mínimo de calorías para funcionar, incluso si una persona se man-

tiene quieta 24 horas. El nivel real de calorías requerido varía de una a otra persona y depende de su metabolismo. El índice metabólico basal, que actúa cuando una persona está totalmente inactiva, aumenta muchísimo durante cualquier tipo de actividad.

Ingesta previa a la actuación

Aunque la mayoría de los bailarines decidan por su cuenta lo que pueden o no comer y beber antes de las actuaciones, hay ciertas pautas que deberían seguir. Primera, asegurarse de que están bien hidratados durante el día. Esto se consigue bebiendo pequeñas cantidades con frecuencia y regularidad. Durante una actuación, sobre todo si requiere mucho esfuerzo y hace calor, se pueden tomar sorbos de agua con regularidad. Al beber poco, se evita la deshidratación y una sed excesiva. Media jarra o una jarra de líquido inmediatamente antes de una actuación es probable que termine contigo vomitando encima del director de la orquesta, porque para que el cuerpo absorba satisfactoriamente esta cantidad el bailarín debería haberse acostumbrado a esta situación y a esa cantidad.

Evita las bebidas dulces concentradas. Se absorben con mucha más lentitud y no mejoran nada los niveles de energía ni la actividad. Incluso si se consumen hidratos de carbono diluidos, como una bebida con glucosa diluida, el efecto será contraproducente durante la actividad. Si la glucosa se consume diluida ciertamente se absorberá con rapidez, aunque generará un pico de glucosa en el torrente circulatorio al cual se enfrentarán los mecanismos fisiológicos del cuerpo y que metabolizarán; como resultado, habrá una liberación repentina de insulina en la corriente sanguínea. Este pico en el nivel de azúcar en sangre disminuirá y se producirá una caída por debajo del nivel normal (fig. 2.12). A media actuación el bailarín se puede sentir demasiado cansado por este efecto. Para garantizar un aporte satisfactorio de energía durante una actuación, un aperitivo de hora y media a tres horas antes de la actuación será mucho más satisfactorio. En cuanto a los requisitos energéticos, esta comida debe contener hidratos de carbono complejos tipo féculas. Esto se consigue rápidamente comiendo un plato de pasta o un bocadillo, seguido



por una pieza de fruta. Si se come bastante antes de la actuación, se habrá digerido cuando el bailarín quiera iniciar el calentamiento previo a la actuación, si bien el aporte de energía seguirá en curso durante toda la actuación. Después de una actuación, una comida copiosa no es particularmente satisfactoria, y como se mencionó antes, es mucho mejor cubrir tus requisitos alimenticios consumiendo varias comidas pequeñas al día.

Una vez dadas unas pautas generales para que los bailarines planifiquen su dieta e ingesta de alimentos, se recomienda encarecidamente que, si los bailarines tienen alguna duda sobre su peso o problemas con la comida o la dieta, busquen el consejo de su médico o de un dietista titulado. Un dietista podrá ayudarles a planificar una dieta nutritiva y apetitosa que se ajuste a su presupuesto y sea acorde a su programa de ensayos diarios.

Para asegurarse de que los bailarines rindan al máximo, se recomienda asesoramiento para planificar con mayor cuidado la agenda del día de los bailarines. Obtendrán mejores resultados si al mediodía se aseguran de tener tiempo suficiente para tomar una comida adecuada sin las prisas de tener que acudir a clase por la mañana, para luego tener tiempo de tomar un aperitivo antes de apresurarse a los ensayos. Estos deben disponerse de modo que los que ensayen por la tarde puedan tomar una comida ligera bastante antes de la actuación. Aunque podamos pensar que estos consejos son propios de perfeccionistas, la dirección y los bailarines se beneficiarían de prestar un poco más de atención a las exigencias fisiológicas de sus cuerpos, de los que dependen para ganarse el sueldo.

2.8. Síndrome de infrarrendimiento inexplicable

Después de una reunión en el St. Catherine's College de Oxford, Budgett *et al.* redefinieron el llamado síndrome de sobreentrenamiento como síndrome de infrarrendimiento inexplicable (SIRI). El SIRI fue definido originalmente por este grupo de Oxford. Con frecuencia su inicio es lento y no se identifica durante considerable tiempo. Puede haber también factores externos (sociales, etc.) que intervengan en el desarrollo del síndrome.

Es un problema al que deben estar atentos bailarines, profesores y gerentes de compañías de ballet. Los estudios sobre deporte han identificado este síndrome en un 1% de los deportistas de fondo de elite.

Los bailarines están cansados muchas veces y aun así completan las clases a diario y obtienen resultados brillantes. Si se fatigan significativamente, un reposo relativo de dos semanas debe permitir la recuperación y la vuelta a los niveles normales de rendimiento. En el SIRI, la fatiga y el infrarrendimiento persisten a pesar del descanso y resultan evidentes para el profesor y el bailarín. Éste se siente inquieto, deprimido, constantemente cansado, duerme intranquilo y se despierta poco descansado; se siente falto de energías y emocionalmente irritable y an-

sioso. El sistema inmunitario baja sus defensas y el bailarín padece infecciones menores e infecciones de las vías respiratorias superiores cada tres a cuatro semanas.

Según el British Olympic Medical Centre, se han documentado los siguientes datos en los casos de SIRI:

- Fatiga y más esfuerzo de lo esperado durante los ensayos.
- Antecedentes de competiciones y entrenamientos duros (en términos dancísticos, clases/ejercicio físico / ensayos más intensos y/o actuaciones críticas).
- Infecciones menores frecuentes.
- Músculos inexplicable o inusualmente rígidos y doloridos.
- Trastornos del ánimo.
- Cambios en la calidad del sueño.
- Pérdida de energía.
- Pérdida del deseo por competir.
- Pérdida de libido.
- Sudoración excesiva.

Los estudios han identificado deportistas de fondo con fatiga e infrarrendimiento con cambios de ánimo secundarios. Los deportistas de potencia y los velocistas (los bailarines se adscriben en esta categoría) presentan sobre todo cambios de ánimo y un declive en el rendimiento.

Si se sospecha este síndrome, el médico del deporte hará análisis de sangre para descartar otras patologías. A menudo se descubre una depleción de hierro. En los bailarines, la depleción del glucógeno debido a una mala alimentación y la deshidratación reduce la capacidad para recuperarse o responder a un entrenamiento intenso. Si se diagnostica, el médico planificará un programa de recuperación y derivará al paciente a un nutricionista o psicólogo. La recuperación puede requerir hasta tres meses de ejercicio ligero, a un ritmo estricto y una buena nutrición, con medicación si fuera necesario, para abordar la depresión y los trastornos del sueño. Es un período sorprendentemente largo pero se ha documentado que, si el bailarín intenta aumentar el ritmo del ejercicio demasiado pronto, cuando ya se siente un poco mejor, la fatiga sobreviene de nuevo.

La prevención requiere que un profesor o gerente esté al tanto de las cargas de trabajo de los bailarines, porque pocas veces rechazan papeles buenos o que planteen retos. Los estudiantes de danza, que también tienen trabajos a tiempo parcial para pagarse sus estudios, no se recuperarán tan pronto como los que se pueden relajar después de los ensayos. Los hábitos dietéticos, la hidratación, el reposo y el ritmo de actividad deben ser observados por profesores o profesionales de la salud que se preocupan de los bailarines profesionales. La formación sobre estrategias de recuperación tiene que plantearse con regularidad.

Lecturas recomendadas

Budgett, R., Newsholme, E., Lehmann, M. *et al.* 'Redefining the Overtraining Syndrome as the Unexplained Underperformance Syndrome'. *British Journal of Sports Medicine* (2000), 34: 67-68.

Lesiones específicas: causas y tratamiento





En esta sección describiremos las lesiones que suelen padecer los bailarines y estudiaremos sistemáticamente el cuerpo, en vez de centrarnos en las lesiones en el orden en que más habitualmente suceden.

En la exposición de lesiones de esta sección, describimos primero la patología, la causa o causas de la lesión y luego procedemos con una descripción del tratamiento y las complicaciones relevantes para el bailarín. Nos hemos centrado en abordar sólo aquellas lesiones que presentan algún aspecto de interés específico para los bailarines, por ejemplo, la causa de la lesión, ciertos aspectos del tratamiento, etc.

En la descripción de las causas, esperamos que bailarines, profesores y terapeutas determinen la posible razón por la que el paciente ha sufrido la lesión. Por lo general, se podrá asociar con algún aspecto de su técnica dancística. La causa es especialmente importante cuando la lesión es recurrente, y durante el curso del tratamiento es vital que se eliminen o corrijan todas las causas posibles.

Aunque puedan haber existido desde hace tiempo áreas débiles, fallos en la técnica o problemas anatómicos sin síntomas manifestos, tal vez se necesite un pequeño incremento del trabajo, una variación en la técnica, en la coreografía o en el trabajo en un escenario inclinado, etc., para precipitar unos síntomas muy graves.

La sección dedicada al tratamiento revela las líneas generales que debe adoptar el tratamiento, pero se asume que los fisioterapeutas y cirujanos deben conocer los detalles de aplicación de los métodos de fisioterapia o quirúrgicos. Para quienes tengan dudas sobre el tratamiento o para los bailarines que se pregunten si es relevante un tratamiento que cueste tanto dinero, remitimos a las **Secciones 2.4 y 2.5**. Por desgracia, los bailarines, como otros deportistas, suelen estar desesperados por recuperarse y volver a actuar sin tener que reposar un tiempo. Por tanto, son especialmente vulnerables a quienes ofrecen una curación rápida (y por lo general ineficaz, sobre todo a largo plazo). Es esencial que los bailarines cuya subsistencia dependa de la recuperación de un nivel completo de la condición física reciban el tratamiento *correcto*, se sometan al menor número posible de tratamientos y reciban asesoramiento sobre el valor de su dinero tan duramente ganado. No obstante, debemos subrayar que las manipulaciones y las inyecciones pocas veces son el método más satisfactorio para obtener alivio permanente. Puede parecer una respuesta rápida o barata y ofrecer alivio a corto plazo, pero pocas veces consigue la curación a largo plazo. En la mayoría de las ocasiones deriva en lesiones y pro-

blemas recurrentes, cada uno de los cuales puede ser más grave que el precedente, de modo que al final el bailarín termina un período largo lejos de los escenarios, cuando un diagnóstico correcto seguido de métodos de tratamiento correctos aplicados desde el principio habría evitado todo el sufrimiento subsiguiente.

La sección dedicada a complicaciones especiales intenta ofrecer indicaciones sobre el problema que puede acompañar a una lesión concreta a corto y largo plazo. Se mencionan todos los factores que afectan la vuelta a la danza, así como las precauciones que se deben adoptar para prevenir recaídas. La lectura de estas secciones puede ayudar al practicante que trata al paciente a evitar los errores menos evidentes.

3.1. Esguince del ligamento lateral del tobillo

El complejo del ligamento lateral se compone de tres series de fibras. La lesión más habitual de los bailarines suele afectar las fibras anteriores, al llamado ligamento peroneo-astragalino anterior (PAA) que se inserta en el peroné y el astrágalo. Dicho ligamento soporta una gran tensión en los movimientos de inversión y flexión plantar. Las fibras medias componen el ligamento calcaneoperoneo, discurren del peroné al calcáneo y soportan una gran tensión en los movimientos de inversión pura. Las fibras posteriores forman el ligamento peroneo-astragalino posterior. Durante la primera exploración del paciente es muy importante descartar la fractura del maléolo externo (extremo inferior del peroné) con radiografías (fig. 3.1). Una fractura habitualmente asociada suele ser la del V metatarsiano (fig. 3.2). Es igualmente importante descartar una rotura completa del ligamento. Una ecografía o una RM con gadolinio revelarán roturas completas o parciales del ligamento y permitirán seguir el tratamiento apropiado. Es importante no pasar por alto daños en las fibras ligamentarias que permiten al astrágalo girar hacia delante en la mortaja del tobillo. Es esencial practicar la prueba del 'cajón anterior' con la articulación lesionada. Con una mano asimos con firmeza el retropié y con la otra ejercemos una tracción anterior del pie hacia los dedos, y entonces es posible ver que el astrágalo se desliza hacia delante en la mortaja del tobillo y al mismo tiempo gira un poco medialmente. Si se pasa por alto este tipo de inestabilidad, causará problemas crónicos al bailarín y el tobillo se mantendrá permanentemente inestable.



3.1. Fractura espiral del maléolo externo.



3.2. Fractura (señalada con la flecha) de la base del V metatarsiano.

Los esguinces de tobillo pueden ser de tres grados:

- Esguince de primer grado. Se produce un ligero estiramiento del ligamento con posible rotura de unas pocas fibras, pero nada grave. Se aprecia cierto dolor y edema. Es posible caminar sin ayuda, pero no correr ni trotar. Los síntomas suelen remitir en unos pocos días con reposo, elevación y períodos cortos de aplicación de hielo.
- Esguince de segundo grado. Se produce una rotura parcial del ligamento. Se aprecia dolor, edema y probablemente magullamiento debido a la hemorragia subcutánea. Caminar resulta doloroso pero habitualmente posible.
- Esguince de tercer grado. Hay una rotura completa del ligamento. Resulta difícil cargar el peso del cuerpo sobre la extremidad. Se aprecia un edema y magullamiento considerables. Tal vez se experimente inestabilidad en el tobillo (cede).

En todos los grados es importante que el bailarín busque la ayuda de un profesional de la salud nada más producirse la lesión para que sea posible una rápida intervención y se obtengan los mejores resultados.

CAUSAS

El ligamento lateral del tobillo siempre resulta dañado por traumatismos agudos. Se produce después de una lesión por inversión. A menudo es una lesión compleja en la que existe un elemento de inversión, otro de rotación, otro de excesiva flexión plantar o, muy pocas veces, de flexión dorsal. En la mayoría de las lesiones la dirección real del desplazamiento no ocurre sólo en una u otra dirección. Suele ocurrir cuando una bailarina cae de las puntas, o en chicos durante un *grand allegro*. En los chicos suelen ser las fibras medias (ligamento calcaneoperoneo) las afectadas; en las chicas suelen ser las fibras anteriores (ligamento peroneoastragalino anterior). Parece que en los bailarines

la lesión se produce habitualmente sin conexión con la danza, por resbalarse en un bordillo, por una caída por las escaleras o por cualquier otro accidente de la vida diaria.

Causas predisponentes o concurrentes

Hay variedad de factores que predisponen a una lesión en el ligamento lateral. Probablemente el más importante sea un esguince previo que no se ha rehabilitado de la forma más adecuada. La debilidad de los pies (es decir, en sus músculos intrínsecos), un débil control del tobillo, sobre todo por parte de los músculos peroneos, y la debilidad de los músculos surales causan una falta de control al aterrizar después de un salto y son precursores habituales de esta lesión. La falta de control del *en dehors* permite que la rodilla gire en varo y que las piernas se desalineen sobre el tobillo, de modo que el peso ya no caiga correctamente sobre el pie sino que se desplace hacia atrás (**Sección 5.21**). Como resultado, el tobillo se vuelve inestable. Un calzado mal ajustado agravará este problema. Una pelvis inestable, que cause lordosis en la columna, combinada —como suele ocurrir— con debilidad en los músculos del tronco, agravará la inestabilidad en el extremo inferior de la pierna (**Sección 5.6**). Un efecto similar produce la postura errónea de la cabeza o los saltos erróneos. Trabajar con tensión interfiere con el control no sólo en este tipo de lesiones, sino también en la mayoría de las demás. Los suelos poco aptos para la danza son una causa frecuente de problemas, en particular si provocan errores en los despegues que, por supuesto, terminan con malos aterrizajes.

TRATAMIENTO

Inicialmente, el bailarín no debe cargar el peso sobre la extremidad hasta que se haya descartado una fractura. Son fracturas asociadas la del maléolo externo y la de la base del V metatarsiano. Durante este estadio inicial se deben aplicar bolsas de hielo y poner la pierna elevada y en reposo. En el caso de esguinces muy leves, una vez diagnosticados y descartadas lesiones más graves, el bailarín puede practicar un trabajo limitado con una tobillera o un vendaje de esparadrapo. No obstante, como en todas las demás lesiones, es esencial que se haga un diagnóstico preciso antes de que el bailarín pueda continuar. No podemos dejar de subrayar los efectos secundarios a largo plazo de un diagnóstico erróneo.

Tratamiento definitivo

Debemos seguir con la aplicación de hielo, elevación y reposo. Se someterá el ligamento dañado e hinchado del paciente a tratamiento con ultrasonidos 48 horas después de la lesión y se iniciarán ejercicios de tobillo y pie en descarga con la pierna elevada. La contracción y relajación de los músculos con la pierna elevada ayudan a disipar el edema con más rapidez. Durante este periodo, la elevación del pie de la cama por la noche resulta muy beneficiosa para reducir el edema. Esto es aplicable a todas las



3.3. Empleo de una tabla de equilibrio en sedestación. Se puede aprender a plantar bien el pie con el paciente sentado, como preparación para apoyar el pie en carga sobre la tabla con el bailarín de pie.



3.4. Empleo de la tabla de equilibrio en la barra. Es un estadio intermedio entre la sedestación y la bipedestación libre, dado que la bailarina todavía necesita un poco de ayuda para mantener el equilibrio.



3.5A. Empleo de la tabla de equilibrio de pie y sin apoyo. La bailarina todavía no tiene control sobre su rodilla hiperextendida y, como se aprecia en la fotografía, sigue apoyando gran parte de su peso sobre el talón.



3.5B. Postura mantenida correctamente. La tabla de equilibrio sirve para reeducar los reflejos posturales que han perdido eficacia rápidamente tras una lesión o incluso con un período prolongado sin bailar.

lesiones de las extremidades inferiores. Los ejercicios se deben practicar con todos los grupos musculares del tobillo y con el pie haciendo punta, es decir, en flexión plantar completa, y con el pie en un ángulo recto, es decir, neutro. Estas dos posturas distintas son necesarias para trabajar todos los músculos peroneos con el programa de ejercicios. Desde las fases iniciales del tratamiento se deben mantener los músculos surales bien estirados porque muestran una tendencia a acortarse. (Ver *Complicaciones* más adelante.) Se practicarán ejercicios con los músculos intrínsecos del pie porque tienden a atrofiarse con rapidez. Durante este período, el paciente también puede pasar mucho tiempo practicando ejercicios generales para el resto de las extremidades inferiores y el tronco.

A medida que la lesión mejora, el paciente inicia los ejercicios en carga parcial y, finalmente, en carga completa. Los ejercicios de equilibrio y propiocepción deben comenzar en cuanto el paciente lo tolere. La utilización de una tabla de equilibrio en los estadios finales es muy importante. Su empleo se puede iniciar con el paciente sentado cuando estos ejercicios se tengan que practicar en descarga con el pie sobre la tabla de equilibrio. Mejoran la movilidad y también permiten al paciente sentir todos los movimientos del tobillo (fig. 3.3). Se puede usar la tabla de equilibrio en carga parcial en la barra (fig. 3.4) con el bailarín de cara a ésta y las manos dando sujeción al cuerpo. Una vez que el paciente logre apoyar todo el peso sobre las extremidades, los ejercicios en la tabla de equilibrio se podrán volver mucho más exigentes (fig. 3.5).

En el momento de la lesión siempre hay daños en los nervios y terminaciones nerviosas de los ligamentos y en la cápsula articular a menos que la lesión sea leve. Estas

terminaciones nerviosas son responsables de la propiocepción (apreciación de la posición de las articulaciones), y su pérdida o interferencia potencian o a veces son totalmente responsables de las sensaciones residuales de inestabilidad en el tobillo. El bailarín sentirá inseguridad en su tobillo, temiendo que ceda en cualquier momento. Carecerá de confianza en la articulación cuando intente bailar o, a veces, también al andar. La tabla de equilibrio es el método más eficaz para tratar esta afección y reeducar los reflejos de control postural y el control de la articulación.

Complicaciones

Los esguinces de tobillo probablemente sean las lesiones deportivas y dancísticas que se tratan menos adecuadamente. Con frecuencia se envía al bailarín a casa con un vendaje y se le dice que la lesión remitirá sola. A menos que la lesión sea totalmente irrelevante, la falta de un tratamiento adecuado causará problemas de tobillo crónicos con edema recidivante, dolor persistente y sensación de inestabilidad en el tobillo y falta de confianza. Un tratamiento vigoroso y adecuado es esencial para evitar todo esto.

En casi todas las lesiones de tobillo y no sólo en los esguinces del ligamento lateral, se aprecia tirantez en el tendón de Aquiles (es decir, los músculos surales a que los bailarines dan el nombre genérico de "tendón de Aquiles") pocos días después de la lesión. Esta tirantez casi siempre es asimétrica en el músculo de modo que más tarde, cuando el bailarín comienza a practicar *plies* o *fondús*, el pie asume rodamiento (pronación) para conseguir más profundidad. La tirantez se pone a prueba mediante la flexión dorsal pasiva del pie con la rótula alineada con el



3.6. Prueba del tendón de Aquiles (es decir, del complejo musculotendinoso sural). El pie se debe alinear correctamente con la pierna y no someterse a inversión ni evasión. La base de la mano aplica flexión dorsal sobre todo el pie mientras los dedos del pie se mantienen extendidos.



3.7. Ejercicio sobre una tabla inclinada para estirar el tendón de Aquiles/los músculos surales. Los pies se tienen que mantener paralelos.

centro del pie, ejerciendo presión homogénea debajo de los metatarsianos con la base de las manos (fig. 3.6) y procurando no extender dorsalmente los dedos del pie más allá de su postura neutra. Durante esta maniobra se puede detectar fácilmente la tendencia del pie a moverse hacia uno u otro lado. También se puede apreciar tirantez o retracción en la pantorrilla con la mano libre del examinador. La tirantez se trata con masaje a lo largo de los músculos surales desde el tobillo hasta los orígenes del músculo gastrocnemio justo encima de la corva. El fisioterapeuta aplica estiramientos pasivos. (Nota. Véanse los comentarios sobre los estiramientos en la **Sección 2.5**, págs. 101-104.) Más adelante será el paciente quien practique estos estiramientos. En los estadios finales de la rehabilitación, el paciente puede usar una tabla inclinada (fig. 3.7). Se debe vigilar que no haya contracturas del ligamento lateral por culpa del tejido cicatrizal, en cuyo caso precisaremos un ejercicio suave de los tejidos blandos y estiramientos si fuera necesario.

En los esguinces de 2º y 3º grado, el ligamento medial puede doler al sufrir compresión por un traumatismo en inversión. Esta área también se trata con técnicas para los tejidos blandos.

El cuboide es un hueso que también puede sufrir subluxación durante un esguince por inversión y por eso comprobaremos su estado (ver Subluxación del cuboide, pág. 135).

3.2. Rotura del ligamento lateral del tobillo

Las causas son las mismas que las de los esguinces del ligamento lateral. Es esencial establecer de inmediato el diagnóstico tras la lesión. Si no se diagnostica, las consecuencias para el bailarín son muy graves. La rotura completa del ligamento o de una porción, casi siempre el ligamento peroneoastragalino anterior, requiere reparación

quirúrgica. En caso de duda, la lesión se confirma o descarta con una RM. Es importante no pasar por alto los casos de inestabilidad anterior. Suele estar causada por la rotura del ligamento peroneoastragalino anterior y de la cápsula de la articulación tibioastragalina. Su presencia se pone de manifiesto empujando el astrágalo hacia delante sobre la mortaja del tobillo. Normalmente, el astrágalo no se debería deslizar en sentido anterior en grado apreciable (se compara con el lado normal). Si se aprecia inestabilidad, el astrágalo (y todo el pie por debajo de él) se moverá adelante y probablemente también rote un poco medialmente. Esta prueba se denomina prueba del cajón anterior. La reparación tardía de una rotura obtiene malos resultados en comparación con los de una reparación inmediata.

La rehabilitación, una vez completado el tratamiento quirúrgico, es la misma que para un esguince del ligamento lateral del tobillo (**Sección 3.1**).

3.3. Esguince del ligamento medial del tobillo

Es una lesión poco habitual en los bailarines. Sin embargo, es muy importante descartar la fractura del maléolo interno o una rotura completa del ligamento, pues ambas requieren tratamiento ortopédico inmediato. La rotura del ligamento ciertamente requiere cirugía, y una fractura del maléolo interno, si es más que una fisura, probablemente exija su sujeción con un tornillo.

CAUSAS

Por lo general, la lesión ocurre debido a un mal aterrizaje con el peso apoyado especialmente sobre el lado medial del pie y el dedo gordo. Como resultado, el pie experimenta rodamiento y evasión (pronación excesiva).

**TRATAMIENTO**

Es similar al de un esguince del ligamento lateral. Se debe prestar atención especial al fortalecimiento del músculo tibial posterior, que mueve en inversión el tobillo y lo sostiene medialmente, y al fortalecimiento de los músculos peroneos.

Complicaciones

Ver **Sección 3.1**. Además, el tendón tibial posterior puede quedar traumatizado y tendrá que recuperar toda su fuerza. En caso contrario, se produce un esguince leve por evasión debido al rodamiento (pronación) que se produce. También como resultado de este rodamiento, el ligamento lateral puede quedar aplastado por la compresión causada por el maléolo externo y el astrágalo.

3.4. Esguinces crónicos de los ligamentos lateral y medial del tobillo**CAUSAS**

Suelen ser habituales tras un esguince agudo. Los esguinces crónicos son el resultado de un tratamiento inadecuado, por ejemplo, una fisioterapia deficiente, si el bailarín no ejecutó las instrucciones, o una vuelta demasiado temprana al trabajo tras la lesión, peligro al que están expuestos todos los bailarines autónomos. No obstante, un esguince crónico también se puede gestar de forma gradual, sin una fase aguda, debido a una técnica errónea que obligue a cargar el peso del cuerpo incorrectamente sobre el pie.

TRATAMIENTO

Es parecido al usado en los estadios finales de un esguince agudo; sin embargo, puede proliferar demasiado el tejido cicatrizal en el ligamento y ello requerirá atención adicional del fisioterapeuta. El mayor esfuerzo se pondrá en los ejercicios para los grupos musculares. En este caso, la debilidad y la atrofia pueden, y por lo general es así, extenderse a los grupos musculares de toda la pierna e incluso del tronco. Como resultado del esguince crónico, el bailarín trabajará mal. Antes de la aparición de los síntomas la técnica podía ser errónea, causando así un esguince crónico, pero, incluso si la técnica era correcta, se manifestarán fallos en la técnica debido al esguince crónico. Esto significa que gran parte del tiempo tendrá que dedicarse a corregirlos.

3.5. Subluxación de los tendones peroneos

No es muy habitual en los bailarines. Suele seguir a un esguince de tobillo. Resulta dañado el retináculo (banda fibrosa) que mantiene los tendones en el surco situado de-

trás y debajo del peroné. Como resultado, los tendones peroneos se pueden salir de su surco y deslizarse sobre el maléolo externo (el hueso situado en la cara externa del tobillo). Se puede palpar y ver durante la exploración, sobre todo si el pie se mueve en flexión dorsal y evasión activas. El bailarín es consciente de que hay algo que se mueve y no debería hacerlo.

En la fase aguda, el tratamiento consiste en inmovilización con un yeso durante unas seis semanas, aunque por desgracia el índice de recidivas es del 50%. Si la patología se ha vuelto crónica y la subluxación sobreviene repetidamente, entonces es poco probable que el tratamiento conservador sea eficaz, y habrá que optar por un tratamiento quirúrgico.

La cirugía puede intentar reparar o reconstruir el retináculo, pero a menudo es ineficaz. Otra técnica consiste en dar profundidad al surco por el que discurren los tendones. Esto puede funcionar pero deja unos bordes ásperos contra los cuales rozarán los tendones. Se han diseñado distintos bloques óseos, pero probablemente la medida más fácil y eficaz sea cortar un colgajo de periostio del maléolo externo con una fina capa de hueso todavía unida profundamente a él y dejar cierta articulación posteriormente. A continuación se articula por detrás y se asegura con puntos de sutura detrás de los tendones formando así una barrera de tejido vivo. Tras la operación se requieren de cuatro a seis semanas de inmovilización con un yeso. Como en todas las técnicas, a esto le debe seguir fisioterapia para movilizar y fortalecer el tobillo y los grupos musculares. Mientras el bailarín tiene una parte del cuerpo inmovilizada, no se debe perder tiempo y la atención se dirigirá a mantener el resto del cuerpo en buena forma con un programa adecuado de ejercicios. La rehabilitación consiste en el fortalecimiento y movilización del astrágalo, el peroné y la articulación subastragalina para una total recuperación de la profundidad del *demi-plié* y la altura de los tres cuartos de *pointe* y el *pointe* completo.

3.6. Esguince de la cápsula anterior del tobillo

Esta lesión se puede acompañar de un esguince del ligamento lateral o medial, debido a la hiperflexión presente en la fuerza causante de la lesión (flexión plantar). Es muy importante fijarse en que las lesiones pocas veces son puras o localizadas, y que casi siempre afectan estructuras adyacentes. La fuerza aplicada pocas veces es de inversión y evasión puras. El tratamiento y las complicaciones de un esguince de la cápsula anterior son parecidos a los de un esguince de ligamento lateral o medial. No obstante, el esguince de la cápsula anterior se complica en casos de hiperextensión de las rodillas (**Sección 5.13**) y también si el peso está muy echado hacia atrás al ejercitarse (**Sección 5.21**). Ambos casos producen una tensión excesiva sobre la cara anterior del tobillo durante los *pointes* y tensión en la cara anterior del tobillo durante los *pliés*. Apli-



caremos hielo al ligamento que sufre el esguince así como ultrasonidos y aplicaremos un vendaje protector para que el bailarín pueda seguir trabajando en cierta medida con restricción del grado final de la movilidad de la flexión plantar.

3.7. Fractura del maléolo lateral

Esta fractura es causada por el mismo mecanismo que el de los esguinces del ligamento lateral. Por lo general interviene una fuerza de inversión y rotación, de ahí que la fractura suela ser espiral y oblicua (fig. 3.8). En la mayoría de los casos, se aprecia mínimo desplazamiento y la reducción, incluso cuando el desplazamiento es grave, resulta fácil y completa. Si el traumatismo ha sido grave, esta fractura puede incluir también una fractura del maléolo medial y del borde articular posterior de la tibia, igualando el grado de los daños la potencia de la fuerza destructiva.

TRATAMIENTO

Es un tratamiento ortopédico estándar. Por lo general se aplica un yeso durante seis semanas (o más si es una lesión grave). En ocasiones, si la fractura es menor, se puede usar un vendaje con esparadrapo elástico, pero suele ser mucho menos cómodo que un yeso. El vendaje no implica en ningún caso que el bailarín pueda seguir trabajando. A veces resulta necesaria una operación para fijar la fractura internamente con tornillos.

Durante el período durante el que se lleva el yeso, el bailarín puede, como en otras lesiones, seguir ejercitando todas las áreas que no estén inmovilizadas en el yeso. No sólo se conserva la fuerza de los músculos, sino que favorece la circulación, lo cual acelera la consolidación de la fractura.

Una vez se retira el yeso, los músculos que han estado inactivos se ejercitarán con ejercicios intensivos. También se necesitará ejercicio para movilizar todas las articulaciones que hayan estado inmovilizadas. También es útil la electroterapia y el hielo para el edema así como otras medidas terapéuticas. A partir de entonces el tratamiento es similar al de un esguince del ligamento lateral del tobillo (Sección 3.1).

3.8. Fractura del maléolo medial

Se produce por la fuerza contraria a la que causa la fractura del maléolo lateral si es una fractura aislada. Como se estableció en la Sección 3.7, también se puede asociar con los casos más graves de fractura del maléolo lateral. En el primer caso (una fractura aislada), suele ser oblicua o espiral; en el segundo caso, cuando se asocia con una fractura del maléolo lateral, es una fractura transversa mientras el maléolo medial sufre arrancamiento por la distensión del ligamento medial (fig. 3.9).

TRATAMIENTO

Es un tratamiento ortopédico estándar. Por lo general, las fracturas de maléolo medial requieren fijación interna con un tornillo, a pesar de lo cual el fracaso de la consolidación es habitual. No obstante, este fracaso de la consolidación ocurre con el maléolo medial en la posición anatómica correcta y la unión fibrosa suele bastar para una estabilidad total casi indolora. En circunstancias poco habituales en que el dolor no remite, tal vez se requiera usar un pequeño injerto óseo.

Tratamiento siguiente y regímenes de ejercicio. El tratamiento, una vez la fractura se ha consolidado, es como se ha descrito antes para una fractura del maléolo lateral



3.8. Fractura espiral del maléolo externo.



3.9. Típica fractura transversa del maléolo interno. También hay una fractura del maléolo externo.



(Sección 3.7) y los estadios finales de la rehabilitación tras la lesión de ligamento lateral o medial (Secciones 3.1 y 3.3).

3.9. Fractura osteocondral de la cabeza del astrágalo

Esta patología, una pequeña fractura conminuta de una porción del cartilago articular y un fragmento de hueso subyacente, se produce cuando el fragmento es arrancado de la cabeza del astrágalo (donde forma parte de la articulación tibioastragalina) por una fuerza de compresión (fig. 3.10). Por tanto, ocurre simultáneamente con el esguince de un ligamento del tobillo o, más raro aún, con una fractura del tobillo. La fractura osteocondral tal vez sea difícil de comprobar en una radiografía y por eso no se manifestará hasta mucho más tarde cuando, como resultado de los síntomas persistentes en el tobillo, se practiquen más radiografías y, posiblemente, una tomografía de la articulación (con una inyección de aire y un contraste radiopaco en la articulación).

TRATAMIENTO

Si se detecta cuando es reciente y se ha separado, entonces el fragmento se extirpará si es pequeño o se recolocará con una aguja de fijación si es más grande. Si no se ha separado, una sencilla inmovilización puede hacer que el fragmento se consolide en la posición correcta. Por desgracia y con demasiada frecuencia, el fragmento, pri-

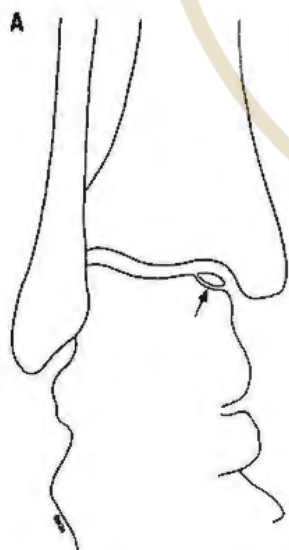
vado de riego sanguíneo, se separa más tarde y se convierte en un cuerpo libre en la articulación. El aspecto más importante de la patología es pensar en esta posibilidad si los síntomas persisten más tiempo del esperado para la lesión original.

3.10. Tendinopatía del Aquiles

El tendón de Aquiles no cuenta con una vaina, por lo que las patologías inflamatorias en esta área afectan el tejido fibroso laxo que rodea el tendón y causan peritendinitis, o producen cambios en el tendón, o ambas cosas. En el caso de un tendón puede haber microrroturas en su sustancia, roturas parciales más grandes o una degeneración descrita como tendinosis (ver también Lesiones tendinosas, pág. 84).

CAUSAS

El uso excesivo puede provocar dolor en el tendón de Aquiles debido al trabajo adicional a pesar de la fatiga de los grupos musculares, o debilidad en los pies, el gastrocnemio, el cuádriceps, los isquiotibiales o los glúteos, o la mayoría de ellos. Se agrava por la hiperextensión de las rodillas (Sección 5.13) o por bailar con el peso demasiado echado hacia atrás (Sección 5.21). Todos estos factores provocarán un exceso del músculo gastrocnemio que deberá hacer gran parte del trabajo que deberían realizar o colaborar en él otros grupos musculares. El músculo sóleo se infrautiliza en este caso porque no cruza



3.10A. Fractura osteocondral (flecha) de la cabeza del astrágalo.

3.10B. Radiografía de un paciente que muestra una fractura osteocondral (flecha).

3.10C. Radiografía de una lesión más amplia en la misma localización mostrando osteocondrosis en la porción superior medial del astrágalo y también daños crónicos en el maléolo interno. Estos tipos de cambios en una articulación pueden producirse por la inyección de hidrocortisona u otros esteroides en la articulación. A largo plazo estos cambios provocan osteoartritis grave en la



la rodilla por detrás. La patología tiende a precipitarse en clase por falta de trabajo en los tres cuartos de *pointe*. Los músculos deben trabajar en toda su amplitud para mejorar su fuerza. Si no se realiza suficiente trabajo en los tres cuartos de *pointe* en clase, el músculo no será lo bastante fuerte por lo que, cuando el pie tenga que trabajar en este movimiento, el resultado habitual será una distensión del tendón de Aquiles. Los tres cuartos de *pointe* se usan necesariamente en todos los saltos y aterrizajes, o durante la elevación del pie sobre la punta. Si sólo entonces se emplean los tres cuartos de *pointe*, entonces el músculo no se fortalecerá lo suficiente para realizar adecuadamente este movimiento.

La tendinopatía del Aquiles también puede ser causada por unas zapatillas demasiado ajustadas y por costuras que se clavan por dentro cuando las zapatillas son demasiado pequeñas, lo cual provoca la flexión de los dedos del pie y el desplazamiento del peso del cuerpo hacia atrás (**Sección 5.21**); o por zapatillas demasiado anchas que no sujetan el antepié, con lo cual disminuye la fuerza del pie durante los saltos. El rodamiento con un pie inestable provoca que no trabajen equilibradamente los músculos surales. Estando sobre las puntas con el pie en inversión provoca un trabajo excesivo del lado interno (medial) de los músculos surales y también de los isquiotibiales mediales. Trabajar con el pie en eversión también obliga a trabajar en exceso a los músculos surales externos que a su vez tienden a tirar del lado medial de la cara anterior del tobillo (fig. 3.11) y a pellizcar la inserción del tendón de Aquiles. Todo lo que provoque retracción sobre las puntas, como el hueso trígono o el agrandamiento del tubérculo posterior del astrágalo, puede precipitar un problema del tendón de Aquiles. Además, no estirar correctamente la pantorrilla al trabajar, es decir, bajar los talones durante un *demi-plié* con toda su amplitud, puede causar problemas. Trabajar en un escenario inclinado agravará los efectos de todas estas causas.

TRATAMIENTO

Debemos prestar atención a todas las causas posibles de la patología, así como a su eliminación y corrección (por ejemplo, el fortalecimiento de otros grupos musculares débiles). Hay que comprobar a fondo la biomecánica por si hubiera alguna anomalía. Se requieren masajes y estiramientos de la pantorrilla y ejercicios para los músculos flexores dorsales con el fin de equilibrar la pantorrilla. Si se sospecha alguna tendinosis, se debe iniciar y monitorizar cuidadosamente un programa de ejercicios excéntricos del gastrocnemio (ver figs. 4.213-4.218).

Complicaciones

Cuando el dolor se localiza en la inserción del tendón de Aquiles en el talón, la patología dura más que cuando la tendinosis se localiza en mitad del tendón. A esto se llama entesopaua (dolor en la inserción del tendón).

El tendón y la pantorrilla se estirarán y trabajarán de forma homogénea (medial contra lateral y derecho con-



3.11A Eversión del pie sobre las puntas.



3.11B Eversión del pie en l'air.

tra izquierdo), pues, de lo contrario, en cuanto se inicie el trabajo, el equilibrio postural se verá afectado y, por tanto, también la técnica dancística.

3.11. Rotura del tendón de Aquiles

Aunque pueda haber microdesgarros o roturas parciales pequeñas en una tendinopatía del Aquiles, aquí trataremos las roturas completas. Evita pasar por alto una rotura completa y diagnosticarla como una rotura parcial.

CAUSAS

Es habitual que se produzca cuando el tendón soporta una tensión repentina y desacostumbrada. Puede ocurrirle al profesor que está en baja forma y trata de ejemplificar un salto, sobre todo si no ha calentado antes. En el bailarín entrenado lo más habitual es que se asocie con un calentamiento inadecuado o con un número sin precedente de repeticiones que exigen una acción explosiva de los músculos de la pantorrilla. Resulta frustrante que la causa pueda ser inexplicable.

DIAGNÓSTICO

Inicialmente se palpa un hueco en el tendón aunque, poco después de la lesión, el edema local puede ocultarlo



y volver más difícil el diagnóstico. Dolor, edema e incapacidad para estar de pie en *demi-pointe* sobre el pie afectado son síntomas de urgencia para buscar la opinión del cirujano ortopédico. Una ecografía puede confirmar el diagnóstico.

TRATAMIENTO

Consiste en la temprana reparación (durante las primeras veinticuatro horas) de la rotura. La inmovilización en un yeso da buenos resultados en casos de rotura *parcial si el diagnóstico es correcto* y se puede tratar con éxito sin cirugía. Tras la cirugía para una rotura completa, la rehabilitación comienza pronto con ejercicios para todos los otros grupos musculares. Cuando se retira el yeso tras la operación (por lo general seis semanas después), se transfiere al paciente a una bota neumática Aircast con tres cuñas en el talón. Durante otro período de seis semanas, se retira una cuña cada dos semanas, hasta llegar el momento de comenzar con *pliés* mínimos. Se necesitará un programa intensivo de fortalecimiento muscular de toda la extremidad inferior seguido más tarde por ayuda técnica. Inicialmente, todo parece tirante, si bien los estiramientos deben ser suaves y progresivos y siempre acompañados de ejercicios de fortalecimiento. Pueden pasar hasta seis meses antes de poder reanudar todo el trabajo, aunque algunas clases muy tempranas pueden formar parte de un programa de rehabilitación cuidadosamente diseñado. Incluso a largo plazo los músculos surales siempre parecen un poco más pequeños que los del lado contralateral, y el tendón de Aquiles se engrosa debido al tejido cicatricial formado durante el proceso de curación. Como siempre, incluso con el yeso puesto, podemos continuar con los ejercicios de Pilates y en el gimnasio para el resto del cuerpo.

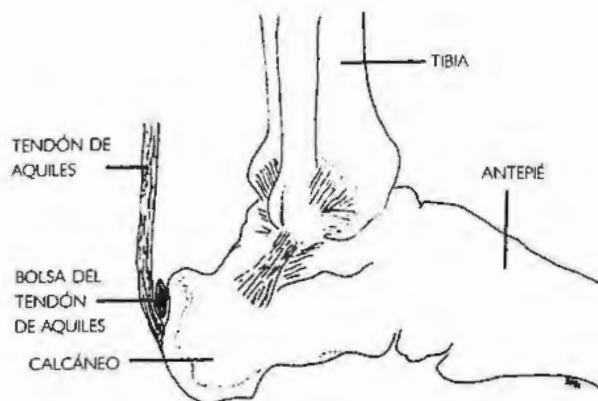
Hay que tener cuidado durante la cirugía porque si el tendón de Aquiles se repara dejándolo demasiado tirante provocará su acortamiento; si los extremos del tendón deshilachado no se aproximan lo suficiente, el tendón será demasiado largo. Un tendón largo causará que la elevación sea escasa en los saltos aparte de otros problemas; un tendón corto limitará los *pliés*.

3.12. Bursitis del tendón de Aquiles

La bolsa del tendón de Aquiles se encuentra entre el hueso del calcáneo y el tendón justo por encima de su inserción (fig. 3.12). Se puede convertir en la localización de la inflamación con engrosamiento y edema si se irrita.

CAUSAS

Se puede asociar con una tendinopatía del Aquiles, sobre todo con el problema de uso excesivo asociado en esta patología. La longitud y la fuerza surales también se deben abordar. Usar zapatillas de punta demasiado blandas contribuirá al problema. Se da sólo con uso excesivo o por



3.12. Diagrama que muestra la localización de la bolsa del tendón de Aquiles que sirve de amortiguador entre el tendón y el calcáneo.

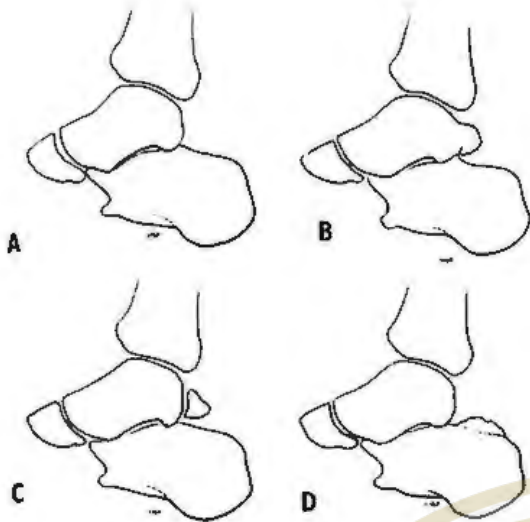
la presión sobre una prominencia de la porción posterior del calcáneo (talón sobreelevado).

TRATAMIENTO

Es útil la aplicación de hielo y ultrasonidos, pero se requiere la eliminación de la causa. En muy pocas ocasiones se contempla la posibilidad de una inyección de hidrocortisona dado que la patología suele curar sin ella.

3.13. Compresión posterior del tobillo

La causa suele ser el hueso trígono o el agrandamiento del tubérculo posterior del astrágalo. En la mayoría si no todos los casos, el hueso trígono presenta una fractura por sobrecarga del tubérculo posterior del astrágalo (fig. 3.13). El inicio de la fractura por sobrecarga puede ser la razón de la aparición de los síntomas. En muchos casos no se necesita cirugía; sin embargo, una vez que los síntomas se manifiestan, con frecuencia no curan satisfactoriamente con un tratamiento conservador. No obstante, se debe emprender conscientemente un tratamiento conservador. Los síntomas también se pueden precipitar por cierta debilidad tras un estirón de crecimiento en un pie o pantoquilla previamente asintomáticos. A veces, tras unas largas vacaciones, la vuelta a las clases y los ensayos sin un acercamiento gradual al trabajo de puntas, etc., puede precipitar los problemas. A veces, al volver demasiado pronto tras una enfermedad, por ejemplo, una gripe, el bailarín está debilitado. Los síntomas también se manifestarán con cualquier situación que obligue al bailarín a trabajar con el peso echado hacia atrás (**Sección 5.21**). La debilidad puede estar lejos de la región del tobillo, por ejemplo, cuando los músculos glúteos son débiles y obligan a sentarse sobre la cadera y a echar el peso demasiado hacia atrás. Un calzado cuyo ajuste sea diferente puede desen-



- 3.13A. Tobillo normal.
3.13B. Tubérculo posterior grande del astrágalo.
3.13C. Hueso trigono.
3.13D. Exostosis del dorso del calcáneo.

cadenar también los síntomas, sobre todo si el calzado es demasiado pequeño. En un estudiante, los síntomas pueden sobrevenir gradualmente debido a un aumento lento del grado de flexión plantar.

Muy ocasionalmente, síntomas similares de compresión se asocian con una exostosis en el dorso del calcáneo, justo detrás de la articulación astragalocalcánea.

TRATAMIENTO

Una vez se inician los síntomas, tal vez resulte imposible aliviarlos con cirugía, pese a lo cual debemos probar todo cuanto sea posible para aliviar la situación antes de recurrir a la cirugía, ya que a veces el tratamiento conservador tiene éxito. El tratamiento se encamina a fortalecer el pie con ejercicios para sus músculos intrínsecos, a fortalecer el cuádriceps, los aductores y glúteos para eliminar cualquier trabajo excesivo por parte de los músculos surales, así como a prestar ayuda técnica para corregir cualquier transmisión errónea del peso.

Sólo si fracasa el tratamiento conservador se planteará la cirugía. En este caso, será necesaria la exéresis del hueso trigono o del tubérculo posterior agrandado del calcáneo. El abordaje quirúrgico se efectúa a través del lado medial del tobillo. Un abordaje lateral interferiría con los tendones peroneos y sus vainas, prolongando mucho la convalecencia. Se deben iniciar de inmediato ejercicios postoperatorios para favorecer pasiva y activamente la flexión plantar del pie, ya que éste fue el movimiento limitado antes de la operación. Unos pocos días después de la operación comenzará la flexión dorsal en descarga de forma activa o activa asistida, pero sin usar ningún mo-

vimiento pasivo forzado. Cuando el pie y el tobillo puedan pasar de flexión dorsal a neutra, entonces podremos comenzar a cargar gradualmente el peso del cuerpo. Una vez curada la herida, se potenciará la carga del peso y la flexión dorsal activa, incluyendo algunos *pliés* con el bailarín sujetándose en la barra. Se pueden iniciar ejercicios intrínsecos para los pies incluso antes de retirar las suturas. A medida que el paciente progrese, se iniciarán ejercicios para fortalecer el tobillo, ejercicios sobre una tabla de equilibrio y caminar por superficies inclinadas. Los grupos musculares más distantes no se deben dejar de lado.

Complicaciones

Durante seis meses o más después de la operación, la cicatriz detrás del tobillo mostrará tendencia a contraerse. Se debe vigilar muy de cerca y se practicarán durante mucho tiempo estiramientos suaves. Tempranas contracturas se manifestarán por la disminución de la profundidad de los *demi-pliés*.

Una terapia postoperatoria inadecuada y/o una corrección inadecuada de la técnica pueden interferir con la temprana mejoría del *pointe* tras la operación, así como permitir una disminución gradual de la profundidad del *plié*. Con frecuencia se olvida el control evolutivo a largo plazo de la lesión.

3.14. Compresión anterior del tobillo

Como se explicó en 'El tobillo y el pie' en la Sección 1 (pág. 15), la articulación tibioastragalina (o talocrural) actúa como una ensambladura de mortaja y espiga de carpintería. A medida que el tobillo del bailarín asume flexión plantar en el *pointe*, el astrágalo se desplaza hacia delante en la mortaja. A medida que el tobillo asume flexión dorsal en el *plié*, el astrágalo se mueve hacia atrás. El factor limitante de la flexión dorsal es el tendón de Aquiles y el complejo sural, mientras que en la flexión plantar lo son la cápsula anterior y los tendones de los músculos flexores dorsales.

En los bailarines, sobre todo los que practican muchos saltos y hacen un gran trabajo de puntas, las pantorrillas se pueden volver tremendamente tirantes con un desequilibrio muscular significativo entre los flexores (flexores plantares) y los extensores (flexores dorsales). El desequilibrio muscular en el tobillo puede provocar alineación articular defectuosa y, en este caso, que el astrágalo quede comprimido delante, alterándose su excursión posterior normal. Cuando el astrágalo se asienta anteriormente, provoca varios problemas. El más habitual es una compresión anterior entre la superficie superior del cuello del astrágalo y el extremo inferior de la tibia durante los *pliés* y *fondus*. Los aterrizajes de los saltos son dolorosos y la compresión causa problemas más arriba.

Se puede desarrollar una 'exostosis' o un espolón en el borde anterior de la tibia que se identifican con una radiografía. Tal vez aparezcan en tobillos que no han recibido tratamiento.



DIAGNÓSTICO

En la posición neutra se palpa la cabeza del astrágalo y, cuando se compara con el lado sano, tal vez se aprecie que se asienta más adelante. La articulación tibioastragalina muestra restricción a la movilización. Los músculos surales y peroneos se palpan tirantes y congestionados. También está tenso el compartimiento anterior. La cabeza del peroné se aprecia rígida en el lado afectado, en cuyo caso también necesitará movilización.

TRATAMIENTO

La pantorrilla requiere movilización y estiramiento de los tejidos blandos. La articulación precisa técnicas de movilización con deslizamientos AP del astrágalo. La manipulación puede recolocar el astrágalo y restablecer el movimiento normal con la técnica de movilización con movimiento (MWM) en el *fondus*. A veces los vendajes de esparadrapo (ver Técnicas en la pág. 204) ayudan a estabilizar el tobillo inmediatamente después del tratamiento, si bien el bailarín debe seguir un régimen de estiramientos surales y ejercicios de flexión dorsal para reequilibrar las fuerzas que actúan en el tobillo.

Siempre hay que incluir ejercicios de propiocepción. Se debe comprobar si hay tensión neural adversa y se incluirán estiramientos elevando la pierna extendida.

Complicaciones

A veces la posición anterior del astrágalo afecta el nervio peroneo profundo en la porción anterior del tobillo y causa neuralgia, hormigueo o entumecimiento en el primer espacio interdigital.

3.15. Tendinopatía y tenosinovitis en el músculo tibial posterior

CAUSAS

El origen es una carga incorrecta del peso del cuerpo (Secciones 5.18 y 5.21). Se agrava especialmente al corregir el rodamiento del tobillo en vez de proceder con la corrección en un nivel superior de la pierna. La corrección en el tobillo genera tensión agravada por los músculos intrínsecos débiles, sobre todo cuando se asocia con una línea oblicua formada por las cabezas de los metatarsianos de los dedos pequeños (fig. 3.14), o durante el trabajo de puntas con zapatillas viejas o mal ajustadas, o por incapacidad para mantener las aperturas correctamente, o por una combinación de todos estos factores. La patología se agudiza cuando se trabaja en un escenario inclinado y sobre superficies resbaladizas.

TRATAMIENTO

Es útil la aplicación de ultrasonidos y hielo. Siempre se necesitan ejercicios para los músculos intrínsecos del pie. Se debe proceder al fortalecimiento general de todos los



3.14. Línea oblicua formada por las cabezas de los metatarsianos de los dedos pequeños del pie.

grupos de músculos en el área del tobillo y la pierna. Se precisa un grado considerable de corrección técnica de la cadera/rodilla/pie en el *en dehors* con el fin de tratar la pronación excesiva del pie, y hay que comprobar también las zapatillas. Los vendajes de esparadrapo ayudan a la propiocepción porque favorecen una biomecánica correcta del tobillo y el pie.

Complicaciones

La patología puede curar muy lentamente y es difícil tratarla satisfactoriamente. Tenderá a causar pequeñas molestias durante mucho tiempo y se requiere mucho tratamiento complementario. El trabajo de saltos en clase se debe regular cuidadosamente durante la rehabilitación.

3.16. Tendinopatía y tenosinovitis en el músculo flexor largo del dedo gordo

Esta patología es una irritación o inflamación que puede afectar el tendón o su vaina, o, más habitualmente, ambos. Puede haber problemas a todo lo largo desde el extremo proximal, donde se adentran las fibras musculares en el tendón, hasta su inserción en la base de la falange distal del dedo gordo.

Hay una patología exclusiva del músculo flexor largo del dedo gordo y su tendón que se localiza en la unión musculotendinosa. En este músculo concreto las fibras musculares se extienden distalmente hasta el nivel del dorso de la articulación tibioastragalina. La vaina del tendón, que se extiende más allá del tobillo y se adentra en el pie y contiene el tendón, comienza justo distalmente a la línea de la articulación tibioastragalina. Como resultado de esta estructura anatómica, a veces se da el caso de que la flexión dorsal completa del dedo gordo en las articulaciones metatarsofalángica e interfalángica ejerce tracción no sólo sobre el tendón sino también sobre la porción carnosa del músculo (en los bailarines puede estar hipertrofiada), donde se une el tendón, en el



tubo de la vaina tendinosa. Si esto sucede repetidamente puede causar edema local en la unión musculotendinosa donde se desplaza dentro y fuera de la vaina. Se palpa y se oye un chasquido que se llama 'engatillamiento'. Los síntomas de dolor pueden persistir en esta localización, en cuyo caso la cirugía para abrir la porción proximal de la vaina tendinosa aliviará los síntomas.

CAUSAS

Esta patología es causada por una carga incorrecta del peso del cuerpo sobre el pie (**Sección 5.21**). También el origen puede ser un golpe directo, causa no infrecuente, o la presión cortante del calzado mal ajustado. La debilidad del primer músculo interóseo puede agudizar o causar la afección.

TRATAMIENTO

Ayuda la aplicación de hielo y ultrasonidos en cualquier edema sobre el tendón en la cara medial del tobillo y en el pie. Reposo y estiramientos del músculo flexor largo del dedo gordo (ver págs. 94-104) ayudan a curar la patología junto con masajes surales, estiramientos y ejercicios para los músculos intrínsecos del pie. Los músculos intrínsecos en esta patología suelen estar muy débiles o no logran extender del todo la articulación interfalángica del dedo gordo. Al mismo tiempo, se abre el primer espacio (entre el I y el II metatarsianos) debido a la debilidad del primer músculo interóseo. El fortalecimiento de los músculos intrínsecos ayuda a extender el dedo gordo, permitiendo que el peso se cargue en la posición correcta y evitando que caiga muy atrás (**Sección 5.21**). El fortalecimiento del músculo abductor del dedo gordo (pág. 198) también ayuda a estabilizar dicho dedo y el arco longitudinal medial del pie. Mientras el proceso de fortalecimiento está en curso, el vendaje con esparadrapo del dedo gordo resulta útil para una correcta alineación. Como alternativa se puede usar un separador entre los dedos I y II.

Complicaciones

La patología suele curar muy lentamente y durante mucho tiempo precisará tratamiento y corrección técnica.

3.17. Tendinitis en el músculo extensor largo del dedo gordo

Puede ocurrir a cualquier nivel del tendón.

CAUSAS

Los golpes directos no son infrecuentes, como tampoco que los cordones de las zapatillas de punta presionen los tendones. El rodamiento es una causa muy habitual, como también, lo es la carga del peso hacia atrás con los dedos del pie en garra (**Secciones 5.18 y 5.19**). En tal caso, el tendón del músculo extensor largo del dedo gordo tiende a acortarse. La debilidad de los músculos intrínsecos previene una correcta extensión del dedo gordo du-

rante la danza. Incluso cuando no se aprecia dedo gordo en garra, el peso demasiado desplazado hacia atrás también puede ser la causa de que los dedos se levanten repetidamente del suelo, y de ahí que tiendan a acortar el músculo extensor largo del dedo gordo. Un arco longitudinal elevado por el que la superficie plantar nunca entre en contacto con el suelo tenderá a levantar el dedo gordo del suelo. Recortar la caja de las zapatillas puede causar tendinitis distalmente. Elevarse sobre las puntas y trabajar el *relevé* con los dedos del pie doblados puede provocar la patología, sobre todo si se asocia con eversion del pie.

TRATAMIENTO

Se inicia de inmediato la aplicación de hielo y ultrasonidos con ejercicios para los músculos intrínsecos del pie. Se precisa el vendaje con esparadrapo del dedo gordo para mantener extendida la articulación interfalángica o usar un separador de dedos con corrección de la causa subyacente. A veces una inyección de hidrocortisona puede acabar con un problema crónico.

Complicaciones

La patología puede resultar muy difícil de curar. La inspección diaria del calzado es necesaria porque a veces el calzado retrasa o previene la resolución. Si se produjo tras un golpe directo, puede haber otros tejidos dañados que tratar. Una fractura en curso por sobrecarga del segundo metatarsiano puede confundir más las cosas al causar dolor a lo largo del tendón del músculo extensor largo del dedo gordo.

3.18. Fracturas por sobrecarga de los metatarsianos

Ver también la **Sección 2.2**, página 81.

Los metatarsianos afectados suelen ser el II y III. En ocasiones, el IV o V metatarsianos pueden ser la localización de la fractura por sobrecarga. En los bailarines es muy poco habitual en el I metatarsiano, a menos que la técnica sea muy mala o las circunstancias de la coreografía sean muy poco usuales. La fractura en el II o III metatarsianos suele ser en medio de la diáfisis (fig. 3.15), pero tampoco es inhabitual una fractura por sobrecarga de la base del II metatarsiano. Al ser un hueso superficial, el diagnóstico es evidente al detectarse calor local, dolor a la palpación y edema.

CAUSAS

Una discrepancia en la longitud de los metatarsianos, por ejemplo, cuando el II metatarsiano es largo o corto el I metatarsiano (fig. 3.16), y ocasionalmente un III metatarsiano largo. Los dedos del pie largos y los antepiés débiles predisponen a una fractura de la base del II metatarsiano. La predisposición anatómica se agudiza mucho cuando los músculos intrínsecos son débiles. Bailar sobre



3.15. Radiografía de una fractura por sobrecarga de la diáfisis del II metatarsiano que muestra su consolidación con abundancia de callos (hueso nuevo).



3.16. Primer metatarsiano corto en relación con el II metatarsiano. En este caso el II y III metatarsianos tienen la misma longitud.

suelos de madera sólida o de hormigón y en otras superficies sin elasticidad ni amortiguamiento puede causar rápidamente una serie de fracturas por sobrecarga en una clase o compañía de danza. Un aumento repentino de una carga de trabajo pesado, sobre todo si se necesita trabajo de puntas o saltos, puede derivar en una fractura por sobrecarga. Se aprecia a menudo cuando un bailarín pasa de cuerpo de baile a primera figura, o posiblemente sea más habitual en la transición de estudiante a tiempo parcial, con tres o cuatro clases por semana, a estudiante a tiempo completo con clases todo el día. Las zapatillas mal ajustadas o gastadas con la caja blanda también pueden ser un factor predisponente. Con frecuencia, cuando empiezan las molestias, el bailarín se pasa a zapatillas más anchas, asumiendo que son las zapatillas las que causan el dolor. Esto significa que el antepié tenga ahora menos sujeción y que la situación se agrave.

Los músculos intrínsecos débiles que causan caída de las cabezas de los metatarsianos de los dedos pequeños del pie pueden causar una fractura por sobrecarga debido a la carga adicional que soportan los metatarsianos. La presencia de incluso un grado moderado de *hallux rigidus* (artritis degenerativa de la articulación del dedo gordo, ver **Sección 3.25**) causará la distribución incorrecta del peso del cuerpo (**Sección 5.21**), porque el bailarín no podrá elevarse correctamente sobre los pies como resultado de la movilidad limitada en la primera articulación metatarsofalángica. El V metatarsiano es un caso especial, y a menudo se localiza aquí una fractura por sobrecarga como una complicación de un esguince grave del ligamento lateral, porque la debilidad secundaria del control del tobillo, sobre todo lateralmente, es decir, de los músculos peroneos, provoca la transmisión de peso adicional al V metatarsiano. La

causa puede ser una vuelta demasiado temprana a la danza después de un esguince del ligamento lateral. También hay causas técnicas de las cuales la transmisión incorrecta del peso es la más común: rodamiento, evasión, rotación externa excesiva, o incapacidad para mantener las aperturas, con lo cual se trabaja con los dedos del pie en garra y con el peso demasiado hacia atrás, lo cual agrava la debilidad de los músculos intrínsecos (ubicación incorrecta del peso; **Sección 5.21**).

TRATAMIENTO

Se necesita reposo para permitir la consolidación de la fractura. Durante este período se practican ejercicios para fortalecer todos los grupos musculares deficientes y particularmente para los músculos intrínsecos del pie: lumbricales, interóseos y abductor del dedo gordo. Se debe corregir la causa siempre que sea posible (las diferencias anatómicas pueden no ser corregibles aunque un antepié fuerte reducirá la tensión que soportan los huesos).

Complicaciones

La complicación más habitual es una interferencia con la curación debido a una poco recomendable inyección de hidrocortisona a cargo de alguien que ha errado el diagnóstico inicial y cree que simplemente se trata de una lesión de los tejidos blandos. El consumo de antiinflamatorios orales en dosis completas también ralentizará acusadamente la curación al suprimir la respuesta inflamatoria que es una parte vital del proceso (ver **Sección 2.1**). Es muy importante reparar en que las evidencias radiológicas de una fractura por sobrecarga no se manifestarán al menos hasta diez a catorce días después de la aparición de los síntomas. Aunque una gammagrafía ósea mostrará una fractura por sobrecarga en desarrollo, debería ser posible establecer el diagnóstico con cierto grado de certeza clínica. Los metatarsianos se encuentran a nivel extremadamente superficial, y la presencia de calor local, edema y dolor a la palpación muy localizado en el hueso debe presentar poca dificultad para que el examinador llegue al diagnóstico correcto.

3.19. Osteocondritis de la cabeza del II o III metatarsianos

Esta patología se produce en la infancia. Probablemente esté causada por un traumatismo en la cabeza del metatarsiano. Como resultado, se producen cambios en la cabeza del metatarsiano y la superficie articular comienza a hundirse. Se diagnostica no sólo en bailarines sino también en velocistas y otros niños que practican deporte. El diagnóstico puede ser clínico debido al engrosamiento y sensibilidad dolorosa localizados en la articulación metatarsofalángica. El diagnóstico se confirma con una radiografía, que muestra una alteración en la estructura de la cabeza del metatarsiano y el hundimiento temprano o tardío de la superficie articular (fig. 3.17).



3.17. Osteocondritis de la cabeza del II metatarsiano (radiografía).

TRATAMIENTO

Si la patología se detecta pronto, cuando el hundimiento de la superficie articular es mínima, entonces se opta por la cirugía. El cuello del metatarsiano se abre, se eleva la superficie articular hasta su posición correcta y la cabeza se refuerza con esquirlas óseas, que se pueden obtener de la diáfisis del metatarsiano. A continuación se permite cargar el peso con protección hasta que se produzca la consolidación. La rehabilitación necesitará pediluvios con corrientes de electroestimulación y ejercicios para los músculos intrínsecos con el fin de fortalecer el antepié que se habrá debilitado durante el período de convalecencia. Sin embargo, durante ésta el bailarín debe pasar considerable tiempo ejercitando los otros grupos musculares.

Por desgracia, los casos se suelen abordar muy tarde. Cuando se ve por primera vez al paciente con dolor, tal vez se descubra que no sólo se aprecia un acusado engrosamiento y dolor a la palpación en la cabeza del metatarsiano y la articulación metatarsofalángica, sino que también hay una acusada restricción del movimiento en la articulación afectada, que sobre todo se manifiesta por la gran restricción de la movilidad en flexión dorsal. Esto estará causando problemas en el trabajo en *demi-pointe*. En este estadio las radiografías mostrarán que la superficie articular se ha aplanado por completo y la cabeza del metatarsiano se ha ensanchado, a veces con formación de osteófitos. El tratamiento es de nuevo quirúrgico, pero es imposible restablecer la anatomía normal. Se practica la excisión de la mitad proximal de la falange proximal del dedo para obtener una pseudoartrosis y restablecer la movilidad de la flexión dorsal de ese dedo. Al mismo tiempo tal vez sea necesario recortar cualquier osteófito grande en la cabeza del metatarsiano porque en ocasiones es lo bastante prominente como para causar presión local. Sin embargo, si no hay evidencia de que vayan a causar presión local, no se tocarán. El tratamiento en forma de pe-

diluvios con corrientes de electroestimulación, ejercicios para los músculos intrínsecos del pie, junto con ejercicios activos y pasivos para los dedos del pie, se iniciará en cuanto la herida cure. Los resultados suelen ser muy satisfactorios. El acortamiento del dedo afecto no impedirá de ningún modo la actividad dancística.

3.20. Subluxación del cuboides

El cuboides se considera la piedra miliar de la estabilidad del arco longitudinal lateral. Se compone del calcáneo, el cuboides y el IV y V metatarsianos (ver pág. 17). La articulación calcaneocuboides es el componente lateral de la articulación transversa del tarso. Cuando un bailarín trabaja con el pie en una posición de hiperpronación durante el *en dehors*, se desbloquea la articulación transversa del tarso. La abducción asociada causa que el cuboides se mueva inferiormente, es decir, se produce su subluxación descendente. Marshall y Hamilton (1994) sugieren que el *relevé* clásico de los bailarines 'con el antepié valgo' los predispone a sufrir una subluxación del cuboides. Elevarse desde una posición en pronación y mantenerse excesivamente sobre el I dedo del pie impide que la articulación transversa del tarso se estabilice bien en tres cuartos de *pointe* o en *pointe* completo. El cuboides es vulnerable en esta posición. El bailarín referirá dolor sobre el borde lateral del pie. Tal vez se aprecie un hueco superficial sobre el cuboides en el dorso del pie. El sobresaliente cuboides se puede palpar en la superficie plantar.

Se cree que los esguinces en flexión plantar y en inversión del ligamento lateral en el pie o el tobillo causan subluxación de cuboides y, por tanto, hay que comprobarlo.

TRATAMIENTO

Se necesitan técnicas manuales para reducir la subluxación. Tanto la manipulación como la 'compresión del cuboides' son recomendadas por Marshall y Hamilton, y tienen éxito después de haberse liberado los tejidos blandos circundantes. Se recomiendan una almohadilla y un vendaje de esparadrapo para el cuboides para sostenerlo tras el primer tratamiento (ver pág. 207).

Si el músculo extensor corto de los dedos ha perdido una porción de su masa sobre el cuboides afectado, el uso de ejercicios de extensión para los dedos exteriores puede lograr que se recupere.

Se debe corregir el ángulo de las aperturas y, si fuera necesario, habrá que enseñar ejercicios para los músculos intrínsecos del pie. Hay que comprobar el número y la forma de la caja de las zapatillas de ballet por si el pie se ve empujado contra el interior de la plataforma.

Lecturas adicionales

Marshall P. y Hamilton W. 'Cuboid subluxation in ballet dancers'. *American Journal of Sports Medicine* (Marzo, 1992), 20 (2) 169-175.



3.21. Distensión de la fascia plantar

La fascia plantar se encuentra en la planta del pie cubierta tan sólo por grasa y piel. Es una banda de tejido muy resistente, grueso e inelástico que se origina en la tuberosidad del calcáneo, y se extiende hacia delante dividiéndose en cintillas que se insertan en la falange media de los dedos del pie (fig. 3.18). Levantar los dedos tensa esta fascia que sostiene los arcos longitudinales, si bien los músculos intrínsecos débiles la vuelven vulnerable a las distensiones.

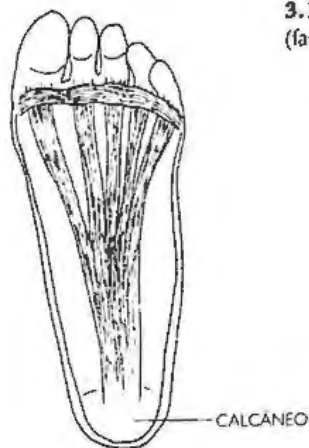
CAUSAS

Muchas veces se debe a una irritación crónica por una pronación excesiva, lo cual provoca microdesgarros en la fascia plantar, a menudo en su origen en el talón. Si se pasa por alto y se deja progresar, el problema puede resultar muy debilitante. Esta patología se presenta en pies muy débiles, sobre todo cuando se asocia con un arco longitudinal elevado. Se agrava cuando se llevan zapatillas demasiado cortas que debilitan el pie. En ocasiones ocurre cuando una bailarina lleva zapatos de tacones muy altos a los que no está acostumbrada y pasa mucho tiempo con ellos puestos.

TRATAMIENTO

En los estadios iniciales, lo más eficaz es la aplicación de hielo, ultrasonidos y ejercicios para los pies. Si la patología es crónica y presenta engrosamiento, la inyección de hidrocortisona en un punto localizado con ultrasonidos puede ser el único remedio si el bailarín ya ha probado con reposo y un tratamiento conservador. El fortalecimiento de todos los músculos intrínsecos y la corrección técnica son necesarios para prevenir recidivas.

El uso de vendajes de esparadrapo ayuda a aliviar el dolor al sostener el arco longitudinal (ver pág. 205).



3.18. Aponeurosis plantar (fascia plantar).

valgo sobre el dedo gordo y sobre la cara medial de la articulación. En presencia de un I músculo interóseo débil con un hueco palpable entre las cabezas del I y II metatarsianos, incluso en un caso en que no haya metatarso primo varo congénito, la situación se verá agravada, como también en el caso en que se aprecie debilidad general en los músculos intrínsecos del pie.

En ambas situaciones, la mayor parte del peso descansa sobre la articulación del dedo gordo en vez de caer correctamente sobre el centro del pie. El calzado demasiado ancho no confiere ninguna sujeción. Ciertamente hay una inclinación general, cuando hay alguna molestia en el dedo, a que el bailarín lleve zapatillas más anchas y esto, no hay duda, empeora las cosas. Las zapatillas de punta gastadas también aumentan mucho la tensión que soporta la articulación del dedo gordo. Un dedo doloroso, por ejemplo, un uñero, un callo o verrugas que duelan también provocarán un desplazamiento del peso. En muchos casos, la distensión se concentra en el ligamento

3.22. Distensiones capsulares de la primera articulación metatarsofalángica

CAUSAS

Pueden ser cualquier acto violento directo, por ejemplo, un tropezón con el dedo o un aterrizaje defectuoso. La patología tiende a ser más habitual en los chicos. Otra causa de los síntomas es la repetición de fallos en la técnica, sobre todo si hay torsión de un dedo del pie, por ejemplo, rodamiento (fig. 3.19) y todas sus causas (ver Sección 5.18) y, por supuesto, eversion e inversion. La patología tiende a ser mucho más grave si el I metatarsiano es corto, o, por el contrario, si un II metatarsiano largo genera un efecto mecánico general parecido. El calzado demasiado pequeño hace que el dedo gordo se curve en garrá. La presencia de *hallux valgus* provoca distensión articular porque, al ponerse de puntillas, como el peso descansa sobre los dedos de los pies, aumenta la tensión en



3.19A. Rodamiento con torsión del dedo gordo. Vista anterior.
3.19B. Vista de perfil.



medial y la cápsula de la articulación metatarsosfalángica. Cuando los síntomas en esta articulación son problemáticos, a menudo se aprecia restricción de los movimientos y la imagen clínica de un *hallux rigidus*. No obstante, se recobrará la movilidad cuando se haya tratado adecuadamente el esguince capsular.

TRATAMIENTO

Es útil aplicar hielo, ultrasonidos en agua y los ejercicios para los músculos intrínsecos del pie. Vendar con esparadrapo el dedo gordo para mantener la alineación o bien usar un separador de dedos ayuda mientras el tratamiento está en curso. El bailarín también puede tomar baños de contraste porque con frecuencia esta patología tiende a ser más resistente al tratamiento si la circulación no es especialmente buena en los dedos y los pies. Se debe comprobar el calzado, incluido el que se lleva fuera de casa. Con frecuencia, la tracción sobre el dedo gordo para garantizar la correcta alineación así como para estirar y acabar con cualquier tirantez, acompañada con movimientos pasivos, puede ser muy beneficioso.

Complicaciones

Una circulación sanguínea deficiente provoca que esta patología cure con más lentitud y sea mucho más difícil de tratar. Por lo general suele haber algún fallo técnico asociado con esta patología y deriva en otras lesiones si no se estudian cuidadosamente los aspectos técnicos. Cualquier tendencia subyacente a padecer *hallux rigidus* se verá muy agravada. La patología también puede causar sesamoiditis si persiste o no se trata a fondo, o si su duración es excesiva. A menudo no es fácil conseguir una resolución completa de la patología porque suele derivar de hábitos de trabajo erróneos que son muy difíciles de erradicar. Un ejemplo son los bailarines que trabajan con el peso echado hacia atrás (Sección 5.21).

3.23. Sesamoiditis

Bajo la cabeza del primer metatarsiano encontramos dos huesecillos en el espesor de los tendones del dedo gordo (fig. 3.20). Se conocen como los huesos sesamoideos medial y lateral. Son exactamente una versión a menor escala de la rótula, que es un hueso sesamoideo situado en el tendón formado por el músculo cuádriceps en su descenso hasta insertarse en la tibia. La rótula es tan grande que tiene nombre propio, mientras que los dos huesos sesamoideos bajo la cabeza del primer metatarsiano se denominan sesamoideo tibial (interno) y peroneo (externo). Son pequeños, del tamaño de una judía enana. Al caminar y al correr asumen la carga y la presión bajo la cabeza del metatarsiano y ayudan a distribuir las, además de proteger los tendones que de otro modo soportarían la presión directamente.

Sorprendentemente no dan muchos problemas si tenemos en cuenta las fuerzas transmitidas a través de ellos y su vulnerable posición.



3.20A. Los huesos sesamoideos se sitúan debajo de la cabeza del I metatarsiano. La radiografía del pie está tomada desde arriba.



3.20B. Esta radiografía muestra la planta del pie.

En ocasiones, uno o ambos se magullan, se inflaman y duelen de modo que apoyar el peso del cuerpo resulta muy incómodo, llamándose esta patología sesamoiditis. Muy pocas veces un hueso sesamoideo se fractura como resultado de un traumatismo directo. Hay que diferenciar un fractura de un sesamoideo bipartito o tripartito, que es una patología congénita en que un sesamoideo está separado en dos o tres partes desde el nacimiento. Una patología similar ocurre a veces en la rótula. La sesamoiditis presenta dolor local y a veces edema. La sensibilidad dolorosa al tacto se localiza bajo la cabeza del primer metatarsiano. La flexión pasiva del dedo aplicando presión bajo la cabeza del primer metatarsiano agudiza el dolor a la presión.

CAUSAS

La sesamoiditis es provocada por un traumatismo directo, por lo general, un mal aterrizaje. A veces el trabajo prolongado sobre una superficie dura genera esta afección. Un dedo gordo débil puede volver vulnerables los huesos sesamoideos.



TRATAMIENTO

La sesamoiditis con frecuencia cura muy lentamente. El factor más importante es que el bailarín y el terapeuta tengan paciencia.

Para el tratamiento local podemos emplear hielo y ultrasonidos. Ayuda aplicar una almohadilla de fieltro para aliviar temporalmente la presión bajo la cabeza del primer metatarsiano. Un podólogo puede fabricar una fina plantilla para las zapatillas planas y las zapatillas de punta, para que descargue el hueso sesamoideo en recuperación.

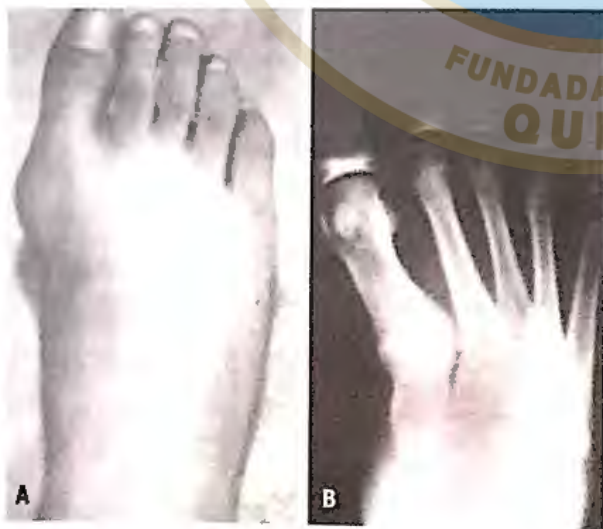
Con demasiada frecuencia sólo el paso del tiempo, habitualmente después de muchos meses, permite que remitan los síntomas.

La cirugía no es una opción que ofrezca soluciones. La escisión del hueso sesamoideo con frecuencia deja sensibilidad dolorosa residual. Arriesgarse con la cirugía teniendo pocas posibilidades de conseguir alivio es poco recomendable. Con paciencia, los síntomas terminarán remitiendo.

3.24. Hallux valgus

CAUSAS

Probablemente la causa más habitual entre los bailarines sea un metatarso primo varo congénito que produce *hallux valgus* secundario (fig. 3.21). Tiempo después puede aparecer un *hallux valgus* (fig. 3.22) por el uso de un calzado deficiente o si el bailarín empieza demasiado pronto de niño a ponerse de puntillas cuando los pies no son lo bastante fuertes. La causa también puede ser un rodamiento muy prolongado o la debilidad de los antepiés (es decir, cuando los músculos intrínsecos son muy débiles).



3.21A. Metatarso primo varo con desarrollo secundario de *hallux valgus* leve.

3.21B. Radiografía del mismo pie.



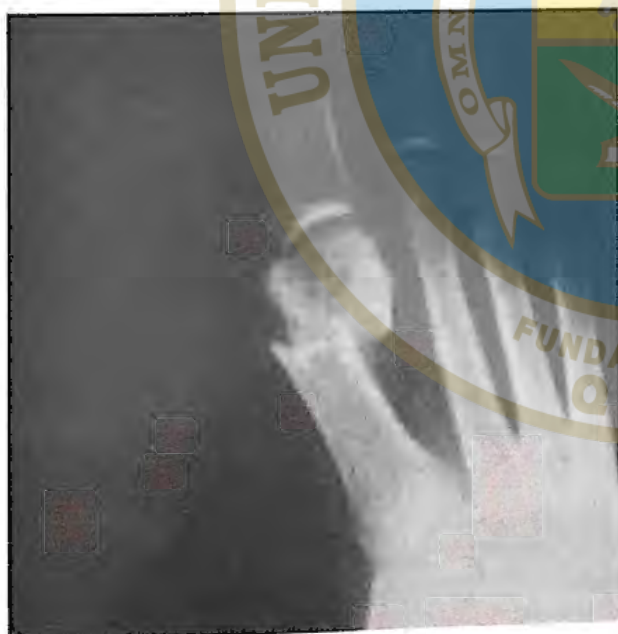
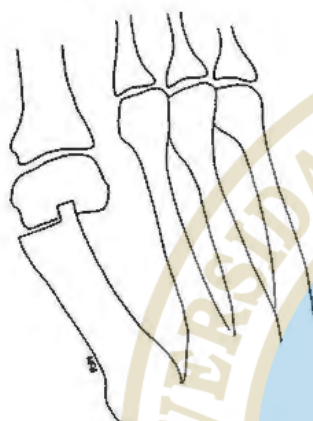
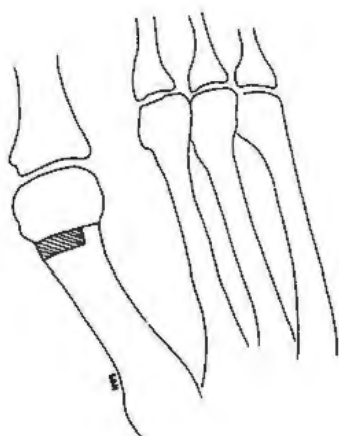
3.22. *Hallux valgus* grave en el pie derecho. Fíjate en el encabalgamiento del segundo dedo. A veces el dedo gordo se monta sobre el segundo dedo. El aspecto del pie izquierdo ha mejorado tras una operación de Keller. Esto acorta moderadamente el dedo gordo. Hay una disminución acusada en la potencia de los movimientos, por lo que la operación no es apta para bailarines en activo.

Sin embargo debe haber una deformidad subyacente como un *hallux valgus* leve antes de que estas otras causas provoquen reacciones adversas y agraven la postura en ligero valgo. En general es sorprendente la frecuencia con que una deformidad muy grave en valgo causa pocos o ningún síntoma.

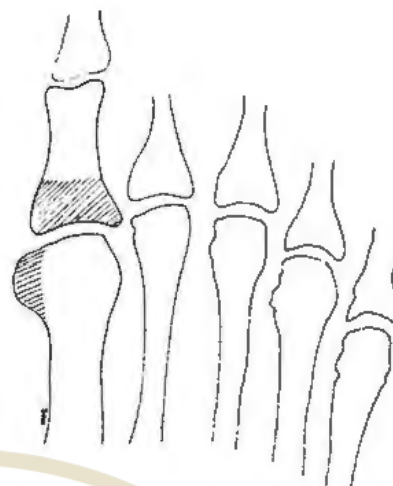
TRATAMIENTO

En los casos en que hay un metatarso primo varo congénito, la osteotomía lineal a nivel del primer metatarsiano (Hohmann) obtiene resultados muy satisfactorios (fig. 3.23). Esta cirugía correctora no interfiere en absoluto con la cápsula o los ligamentos de la I articulación metatarso-falángica y, por tanto, no provoca rigidez si se desempeña correctamente. Lo ideal es que se opere hacia los quince años. Si la deformidad es bastante acusada, entonces se tendrá que practicar casi con certeza incluso en ausencia de síntomas en ese momento. Lo mismo se aplica si hay antecedentes familiares de juanetes. Pasados los veinte años o hacia los veinticinco, o posiblemente al cumplirse los treinta, la operación de Hohmann suele estar contraindicada porque la alteración del mecanismo del pie no se acomoda bien en un pie de más edad y tal vez deje dolor y sensibilidad dolorosa, sobre todo bajo la cabeza de los metatarsianos de los dedos pequeños.

En el caso de un *hallux valgus* sin metatarso primo varo, la cirugía en bailarines profesionales en activo está contraindicada y no se recurrirá a cirugía radical antes de que hayan abandonado los escenarios. Sin embargo, en el caso de profesores de danza, lo habitual es que rinda a la perfección tras una operación estándar de Keller (fig. 3.24). Si el área del juanete se infecta repetidamente, entonces es posible proceder a la escisión subcapsular del osteófito con una cuidadosa reconstrucción de la cápsula medial. No obstante, la operación ocasionalmente puede causar cierta restricción de los movimientos y no se prac-



3.23. Osteotomía lineal a nivel del primer metatarsiano. La sección sombreada en el primer dibujo muestra dónde se ha extirpado hueso. El segundo dibujo muestra el desplazamiento de la cabeza del primer metatarsiano hacia el segundo metatarsiano y el posicionamiento de la cabeza sobre la espiga ósea formada en el extremo de la diáfisis. Éste es el objetivo de la radiografía. La esquina de hueso que sobresale en el extremo medial de la diáfisis del metatarsiano se absorbe y remodela durante la unión de la osteotomía y su subsiguiente consolidación.



3.24. Esquema de la operación de Keller para *hallux valgus* o para *hallux rigidus* (osteoartritis de la primera articulación metatarsofalángica).

ticará a menos que la cirugía esté indicada claramente. Dicha indicación son episodios repetidos de inflamación o infección y un riesgo de afectación del hueso subyacente. La operación se practica a cielo abierto para que los tejidos blandos se puedan identificar claramente y preservarse. Uno de los aspectos más importantes de esta operación es la exacta reconstrucción de la cápsula medial. Si no se practica, a este tipo de procedimiento le seguirá un rápido aumento de la deformidad en valgo. Practicar la operación mediante una incisión muy pequeña y limar a ciegas la prominencia ósea es totalmente irresponsable y condenable. Con demasiada frecuencia la cápsula resulta gravemente dañada y no hay oportunidad de reconstruirla.

El tratamiento conservador en los casos de *hallux valgus* se encamina al cuidado del área con juanete. El uso de un anillo almohadillado de fieltro puede aliviar la presión local sobre el juanete. A veces una cuña entre los dedos primero y segundo ayuda a sostener el dedo gordo. No obstante, ocasionalmente tiene la desventaja de que la presión se transmite a los dedos más pequeños y les obliga a desviarse en valgo. Los pediluvios con corrientes de electroestimulación y los ejercicios para los músculos intrínsecos también ayudan a fortalecer el control de los dedos.

Complicaciones

Aparición recurrente de ampollas. Esto puede causar inflamación e infección de los juanetes que ocasionalmente derivan en afectación del hueso.

3.25. *Hallux rigidus*

Se trata de una osteoartritis (artritis degenerativa) en la articulación metatarsofalángica del dedo gordo. Como su nombre indica, a medida que avanza la afección, la arti-

culación del dedo se vuelve más rígida y termina siendo fija. La patología se inicia en la infancia cuando se manifiesta por primera vez por la limitación del movimiento, sobre todo la flexión dorsal del dedo gordo. En esta fase pocas veces hay cambios radiológicos, aunque tal vez se aprecie cierta esclerosis de la epífisis en la base de la falange proximal del dedo gordo. Incluso más adelante, cuando los movimientos se vean gravemente restringidos, los cambios radiológicos a menudo son relativamente leves y los cambios radiológicos avanzados sólo son evidentes cuando la articulación del dedo gordo está gravemente afectada y es muy rígida.

CAUSAS

La causa probablemente sea genética porque la patología no se suele asociar con traumatismo alguno y es bilateral. No obstante, como cualquier otra articulación, si ha habido daños significativos en la articulación, se puede desarrollar artritis. Este último tipo de *hallux rigidus* se inicia en cualquier momento de la vida dependiendo de cuándo se produjo el traumatismo. La patología, sea cuál fuere la causa, desgraciadamente es progresiva. El grado de movilidad disminuye lentamente, y debido a la limitación de la flexión dorsal, causa diversos problemas técnicos que en gran medida se asocian con la dificultad o imposibilidad para apoyar correctamente el peso del cuerpo (Sección 5.21).

TRATAMIENTO

El progreso puede ser lento y los síntomas aliviarse con tracción suave sobre la articulación del dedo gordo con el fin de reducir la rigidez y el acortamiento de los tejidos blandos, para lo cual se emplean suaves ejercicios activos y pasivos y, por supuesto, mediante el fortalecimiento de los músculos intrínsecos del antepié. Es aconsejable pedir

al bailarín que no fuerce los tres cuartos de *pointe* porque intentar elevarse demasiado tiende más a agudizar que a mejorar la patología. Debemos pautar al bailarín hasta qué altura se puede elevar según el grado de dolor que experimente. Ciertamente el dolor es inevitable por la misma naturaleza de la patología, pero no debe ser agudísimo. Si los síntomas persisten a pesar del tratamiento conservador y, sobre todo, si la rigidez del dedo gordo está provocando otros problemas técnicos y otras lesiones, entonces se planteará la cirugía. Para un bailarín podría consistir en la sustitución de la base de la falange proximal del dedo gordo (figs. 3.25 A y B). JH ha tenido éxito con su sustitución por una prótesis de silástico, pero también ha probado alguna de las nuevas prótesis. En cualquier caso, se trata de una opción de último recurso. Un procedimiento alternativo, sugerido por el doctor Boni Rietveld, es una osteotomía del extremo proximal de la falange proximal. Se aprovecha el grado de flexión plantar, que está mucho menos restringido que la flexión dorsal. En la localización de la osteotomía se angula dorsalmente la porción distal de la falange proximal. Así se transfiere movilidad articular residual para mejorar la flexión dorsal perdida, si bien limita la flexión plantar que apenas importa a los bailarines, siempre que sea suficiente para realizar un trabajo de puntas correcto. Por tanto, hay que tener cuidado y evitar la excesiva flexión dorsal en la localización de la osteotomía. Sin embargo, como el *hallux rigidus* es una patología progresiva, los efectos beneficiosos de esta operación son de duración limitada.

No se debe aplicar la cirugía a estudiantes. La vida de la prótesis es limitada pero variable. Probablemente sea erróneo dejar que los estudiantes se embarquen en lo que será una carrera profesional muy breve a una edad en que sería mejor que canalizaran sus energías a otro trabajo. Si la prótesis de silástico falla, se puede extirpar. Esto acorta el dedo y confiere mucha menos potencia en los sal-



3.25A. Sustitución de la base de la falange proximal del dedo gordo mediante una prótesis de silástico.



3.25B. De puntillas después de la sustitución.



tos, *relevés*, etc. Este último estado es, no obstante, una situación perfectamente satisfactoria para la vida normal y probablemente para la mayoría de los profesores de danza. Los bailarines profesionales dan la bienvenida a los años de trabajo adicional que permitirá la sustitución por una prótesis de silástico. Es importante predecir antes de la operación cuánto durará la prótesis, pero, ciertamente, hay que avisar a los bailarines de que no va a durar todo lo que les queda de carrera profesional a menos que hayan entrando en la madurez.

Pero ¡cuidado! Tal vez el diagnóstico del *hallux rigidus* se establezca basándose sólo en que hay rigidez aparente en la articulación del dedo gordo. Un dedo gordo rígido se tiene que someter a una cuidadosa evaluación porque, durante la primera exploración del paciente, tal vez parezca que hay una restricción genuina de la movilidad del dedo gordo, cuando en realidad sólo es temporal. No es un caso genuino de *hallux rigidus*. La situación puede originarse por fallos al trabajar o por traumatismos repetidos de la primera articulación metatarsofalángica. Esto se aprecia particularmente en el rodamiento cuando el peso se transmite de forma repetida en ángulo a través de la articulación metatarsofalángica. La misma articulación puede mostrar edema, dolor y rigidez. No obstante, con un adecuado tratamiento y corrección local del fallo técnico, se puede restablecer satisfactoriamente el grado de movilidad. Las radiografías del dedo gordo, obviamente, mostrarán que no hay anomalías óseas presentes ni tampoco evidencias de artritis degenerativa.

Complicaciones

Las complicaciones surgen de los errores técnicos causados por la alteración de la línea de carga del peso debido a que el bailarín no apoya el peso sobre el doloroso dedo gordo. Por lo general, un lado está más gravemente afectado que el otro por los síntomas de dolor y rigidez.

3.26. Uñas encarnadas

CAUSAS

Ocasionalmente parecen congénitas. Se aprecia que el niño tiene las uñas de los dedos gordos muy curvas con los costados hundiéndose verticalmente en la carne. Este tipo de uña muestra ciertamente su predisposición a formar uñeros. Sin embargo, en general los uñeros son causados por un calzado muy rígido o inadecuado. Hay que comprobar las zapatillas y también el calzado de diario.

TRATAMIENTO

En los estadios iniciales, levantar las esquinas de la uña y poner debajo un poco de lana natural puede bastar para evitar el crecimiento de un uñero. Además hay que cortar la uña a ras sin retirar la esquina. Si al mismo tiempo se elimina la causa del problema, entonces no se necesitará tratamiento adicional. Sin embargo, si el uñero persiste, entonces suele bastar con una resección en cuña del

borde de la uña, teniendo mucho cuidado al quitar la esquina del lecho ungueal. Pocas veces es necesaria una operación radical con obliteración total del lecho ungueal. En ocasiones, tras la resección en cuña, vuelve a crecer una espiga de uña, pero es fácil de recortar y habitualmente indolora.

3.27. Callos y callosidades

CAUSAS

Son un peligro laboral para los bailarines y se pueden agravar mucho por apoyarse en los 'nudillos' de los dedos al ponerse de puntillas o por llevar zapatillas de punta inadecuadas.

TRATAMIENTO

Los callos y callosidades se deben tratar con respecto y cuidado para evitar infecciones. Es necesario acudir a un callista en vez de ser uno mismo quien los recorte con cuchillas u objetos parecidos, porque en ese caso la posibilidad de infección es mucho mayor. Hay que eliminar en lo posible todas las causas.

3.28. Áreas de calcificación

CAUSAS

Los espolones suelen representar áreas donde hubo lesiones previas. Forman parte del proceso de curación durante el cual el tejido dañado experimenta reparación parcial mediante osificación o calcificación. Se forman con frecuencia cuando se han producido daños en los tejidos blandos en una unión ósea. Por ejemplo, si una porción de ligamento o cápsula experimenta una fuerza que los separa del hueso, éste queda expuesto y se vierten osteoblastos por lo que, mientras se produce la curación, se produce una acumulación de hueso nuevo. Estos espolones se suelen ver en las radiografías tomadas porque el bailarín refiere dolor y en las placas se aprecia uno o con frecuencia más de estos espolones. Sin embargo, no podemos dejar de subrayar que su presencia no tiene por qué significar que sea la causa de los síntomas del paciente. De hecho, muy pocas veces causan síntomas y su exéresis o la raspadura de la calcificación en los tendones y otras técnicas quirúrgicas dudosas son totalmente innecesarias. Este tipo de cirugía se suele aplicar cuando no se ha determinado o estudiado la causa real de los síntomas o porque el tratamiento conservador ha sido inadecuado o incompetente.

Como resultado, el bailarín se somete sin necesidad a anestesia y cirugía. El posterior período obligatorio de reposo a veces es un factor curativo, generando la ilusión de que la cirugía fue el procedimiento correcto. No obstante, con demasiada frecuencia tras la convalecencia y cuando el bailarín vuelve a trabajar, recidivan los síntomas



de los que se quejaba antes porque la causa subyacente no se ha corregido. En estos casos, los síntomas se agudizan con frecuencia porque el bailarín está más débil y se producen nuevos daños, posiblemente obligando a nuevas operaciones sin corregir por ello las causas subyacentes.

TRATAMIENTO

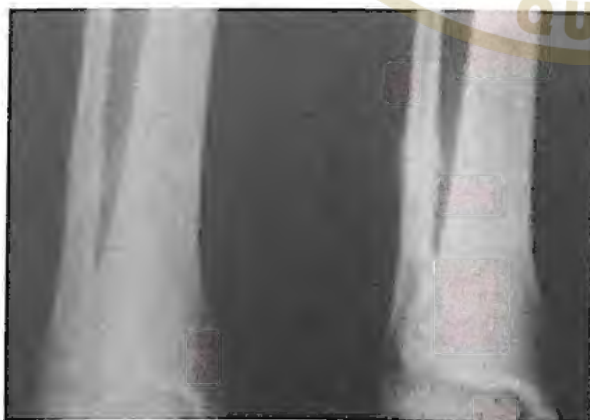
En muy pocas ocasiones, un espolón causa compresión durante los movimientos articulares y justifica su escisión. Es poco corriente e incluso en tales circunstancias es vital corregir cualquier error subyacente (ver 3.13, Compresión posterior del tobillo, y 3.14, Compresión anterior del tobillo).

3.29. Fracturas por sobrecarga del peroné

Se suelen localizar de 8 a 12 cm por encima de la punta del maléolo externo. Se aprecia calor localizado, sensibilidad dolorosa y engrosamiento. No debería haber ninguna dificultad real para establecer un diagnóstico clínico (fig. 3.26).

CAUSAS

La causa principal de las fracturas por sobrecarga de peroné es la evasión y pronación en una postura de rotación externa excesiva. Con frecuencia se asocia con debilidad en los pies. Ciertamente se agrava con arqueamiento de la porción inferior de la tibia, que parece habitual en los bailarines orientales. Así resulta especialmente difícil fortalecer la cara interna de los mulos y la porción lateral del pie (ver **Sección 5.16**). No mantener la apertura del *en dehors* con las caderas genera sobrecarga en las piernas. Una caja inadecuada en las zapatillas de punta puede causar una alineación errónea del peso. Los esguínces de tobillo sin tratar pueden derivar en una fractura por sobrecarga, y, como colofón, la fractura por sobrecarga puede auspiciar el desarrollo de un esguíncec crónico.



3.26. Radiografía de la curación de una fractura por sobrecarga del peroné con formación de calo (hueso nuevo).

TRATAMIENTO

El trabajo se reducirá hasta que el paciente pueda realizar sin dolor todo el programa modificado. Si no se logra este fin, el bailarín tendrá que descansar un corto período. También se puede aplicar hielo localmente. Al mismo tiempo que se limita la danza, se debe hacer un esfuerzo por fortalecer todos los grupos musculares débiles. Es especialmente importante la reeducación de la técnica porque esta afección es básicamente una lesión causada por una técnica errónea. Si hay alguna variación anatómica subyacente, como arqueamiento tibial, entonces se debe mejorar en lo posible la técnica y concederse tiempo para que el bailarín se haga con ella.

Complicaciones

En alguna ocasión, las fracturas por sobrecarga sin tratar derivan en una fractura completa.

3.30. Dolor en la espinilla y fracturas de tibia por sobrecarga

El dolor en la espinilla es habitual en los bailarines y es importante diagnosticar la estructura exacta afectada y, siempre que sea posible, la causa. Los bailarines hablan de 'síndrome del compartimiento tibial' que a menudo es un término indefinido para referirse a un dolor en la pierna. Los corredores describen un dolor a lo largo del borde medial de la tibia, pero, para que el tratamiento sea eficaz, el diagnóstico y la explicación al paciente deben ser precisos.

El dolor en el área de la espinilla es atribuible a:

1. La reacción ósea a la sobrecarga puede progresar a una fractura.
2. Inflamación y dolor en el lugar donde se insertan los músculos, sobre todo a lo largo del borde medial de la tibia.
3. Un síndrome del compartimiento tibial en que los músculos se hinchan por el uso excesivo y la inflamación (ver **Sección 3.31**).

Reacción ósea a la sobrecarga y fracturas por sobrecarga

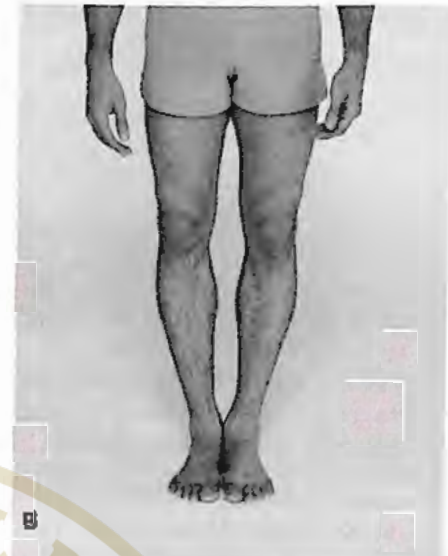
Los huesos reaccionan a la tensión continua. Primero se produce una reacción en la corteza, que se vuelve más densa y gruesa para soportar la tensión, lo que se aprecia en las radiografías donde la corteza blanca del hueso se vuelve más gruesa. Esto se conoce como engrosamiento por sobrecarga. Si la tensión aumenta y supera este punto, el hueso comenzará a debilitarse y se producirá una fractura por sobrecarga. El bailarín refiere dolor que aparece gradualmente y empeora con el ejercicio, sobre todo con saltos. Si hay dolor al caminar o por la noche, y durante la exploración se aprecia dolor localizado a la palpación, se debe proceder a un estudio para diagnosticarlo, predecir el tiempo de curación y dirigir el tratamiento.



3.27. Fracturas por sobrecarga en las tibias. Son casi simétricas. En la tibia se aprecia muy poco hueso nuevo durante el proceso de consolidación.



3.28 A y B. Arqueamiento tibial inferior.



Estas fracturas por sobrecarga son habituales en la unión de los dos tercios superiores y el tercio inferior en el borde medial de la tibia, y en la mitad de la diáfisis en el borde anterior (fig. 3.27). En ocasiones ocurren más arriba, en la unión del tercio superior y los dos tercios inferiores. Las fracturas por sobrecarga pueden ser resultado de la forma de la tibia, por ejemplo, si está arqueada (fig. 3.28).

Se ha documentado que la mayoría de las fracturas por sobrecarga de otros deportistas ocurren en el borde medial con dolor óseo localizado a la palpación. Sin embargo, en los bailarines parece ser más prevalente la tensión continua en el borde anterior. La corteza de la porción anterior de la tibia empeora con el ejercicio. Si el bailarín lleva semanas o meses sin hacer caso de los síntomas, se apreciará un bulto palpable por el engrosamiento del periostio. En este caso, el primer estudio debe ser una radiografía que tal vez revele la 'temida línea negra', una línea horizontal negra que desfigura la corteza de color blanco. *La mayoría de los casos se curan con reposo prolongado.* En algunos casos, la consolidación fracasa y hay que tratarlos con mucho cuidado.

Con el fin de explicar por qué ocurren fracturas por sobrecarga en esta localización es necesario tener en cuenta la anatomía de la tibia. Es el segundo hueso más largo del cuerpo y transmite fuerzas al astrágalo y el pie, y también a través de la rodilla al fémur. Transversalmente, la tibia es triangular y presenta tres bordes y tres superficies. El borde anterior y la superficie medial son subcutáneos y su nombre genérico es espinilla. La membrana interósea se fija del borde interóseo (medial) de la tibia al peroné. Los músculos de la pierna se dividen en tres grupos. El grupo anterior (flexores dorsales) tiene su

origen en las superficies interóseas y en la membrana de la tibia y el peroné, y juntos constituyen el compartimiento anterior. El compartimiento posterior se compone de los músculos flexores plantares con origen en la cara posterior de la tibia, el peroné y la membrana interósea. El compartimiento lateral se compone de los músculos eversores, que tienen su origen en el peroné. Si bien los músculos y un buen riego sanguíneo protegen la cara posterior de la corteza, no sucede lo mismo con la cara anterior de la misma, con menos irrigación para su regeneración y curación. Cuando los músculos surales del bailarín se contraen, se ejerce tensión sobre la cara anterior de la corteza, lo cual genera tensión por tracción por el efecto de arqueamiento anterior, y también causa tensión por compresión en la superficie posterior. Esto se conoce como 'fenómeno del arqueamiento'. Los bailarines sufren un desequilibrio muscular entre los flexores plantares hiperrutilizados y los flexores dorsales infrautilizados debido a las exigencias de la técnica. Si este desequilibrio no se controla, la tibia corre peligro. Estos efectos fisiológicos se pueden combinar con otros factores de riesgo que juntos elevan el riesgo de fractura en la superficie anterior de la corteza.

Factores de riesgo

- a) Un incremento repentino en los saltos.
Si de repente aumenta la carga de trabajo, las estructuras amortiguadoras del cuerpo no tienen tiempo de adaptarse y fortalecerse para soportar la tensión continua. Cuando se fatiga, el sistema musculoesquelético funciona peor (la técnica también sufre) y los músculos no generan suficiente fuerza ni absorben lo bas-



tante las grandes fuerzas, por todo lo cual los huesos sufren.

b) Suelos duros.

Si los bailarines que normalmente trabajan en suelos amortiguadores bailan cierto tiempo en suelos duros, por ejemplo, durante una gira, la tibia puede experimentar una reacción a la tensión continua. La fuerza de reacción contra el suelo es la fuerza de retorno que el bailarín absorbe durante el aterrizaje. (Toda fuerza genera otra igual en dirección opuesta.) El bailarín absorbe este choque mediante los músculos de los pies y las pantorrillas, el cuádriceps y los glúteos en el *plié* y los músculos de la espalda. Cuando el pie se encuentra con el suelo, la fuerza equivalente que se genera en dirección opuesta —hacia arriba— es absorbida primero por los pies y los tobillos, y luego por la tibia. Si el suelo está lo bastante amortiguado, parte de la fuerza del aterrizaje la absorbe el suelo. La energía absorbida se transfiere y calienta el suelo. (La energía no se crea ni se destruye.)

c) Debilidad en los pies.

En la danza clásica, las zapatillas de ballet no ofrecen amortiguación alguna como las zapatillas de deporte. Los pies necesitan ser fuertes y tener una propiocepción excelente. Desarrollarán esta fuerza si biomecánicamente se usan correctamente. Los músculos intrínsecos del antepié y los dedos generan la última impulsión en los despegues y amortiguan en primera instancia los aterrizajes. Son los pies poderosos los que silencian los aterrizajes. La absorción de choques abajo protege la tibia más arriba.

d) Deficiente condición física.

Una condición física deficiente aumenta la tensión en todas las estructuras: huesos, articulaciones, músculos y tendones. La falta de capacidad aeróbica significa que la fatiga aparece antes, se pierde precisión técnica y aumenta la tensión.

e) Trastornos de la menstruación

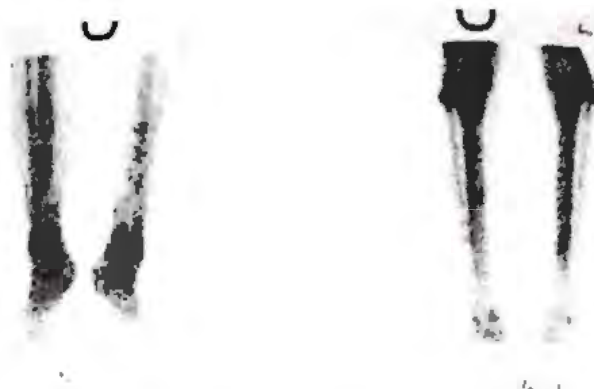
Las mujeres con amenorrea y reducida densidad ósea corren peligro. Los músculos de los bailarines con trastornos de la conducta alimentaria también pueden carecer de la fuerza necesaria para absorber la tensión.

f) Calzado.

Se acepta que las zapatillas de danza contribuyen muy poco a amortiguar los choques. No obstante, si las zapatillas son un poco pequeñas (cortas o estrechas), la capacidad del pie para trabajar con eficacia se ve alterada. Los músculos intrínsecos del pie ven restringida su capacidad y el bailarín pierde su control excéntrico. Hay que comprobar hasta las zapatillas de los bailarines profesionales y su calzado de calle.

g) Postura.

Es muy poco probable que un bailarín profesional haya llegado a donde está con una postura incorrecta (aunque no imposible), pero los bailarines jóvenes en las escuelas de danza con elevadas cargas de trabajo requieren una cuidadosa evaluación. Cuando el peso se echa muy atrás, el antepié no desarrolla la fuerza que necesita, sobre todo para los saltos.

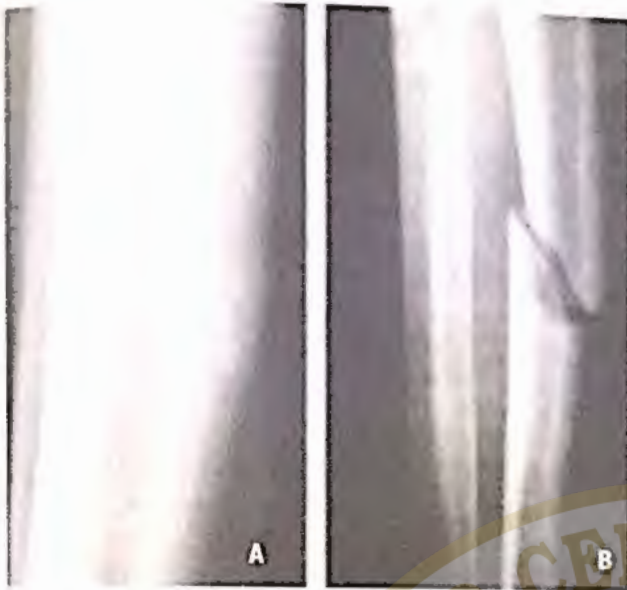


3.29. Gammagrafía ósea que muestra un 'punto caliente' donde se está produciendo una fractura por sobrecarga en la unión de los tercios medio e inferior de la tibia.

Una radiografía no mostrará anomalías hasta *al menos* transcurridas tres semanas después de la aparición de los síntomas y a menudo más tarde aún. Incluso los cambios pueden ser demasiado sutiles para poderse ver. Una gammagrafía ósea puede mostrar cambios precoces y la captación del isótopo, pero no es específica de la fractura (fig. 3.29). *En el hueso, un diagnóstico alternativo al de una fractura por sobrecarga es muy poco habitual en este grupo de edad.* Una TAC es mucho más específica y permite visualizar la línea de la fractura. Una RM es menos eficaz que una TAC. Estos estudios son más caros y pocas veces son necesarios con bailarines.

Los médicos del deporte tratan habitualmente estas lesiones y tienen acceso a los últimos estudios. En colaboración, los fisioterapeutas evalúan y corrigen los problemas biomecánicos. Los reumatólogos son especialistas en el metabolismo y la densidad óseas, y es recomendable consultar a un especialista que trate con deportistas profesionales. En el fútbol americano profesional se están sometiendo a prueba ciertos fármacos que potencian la curación y la densidad de los huesos, aunque su consumo no está todavía ampliamente difundido. El tratamiento conservador de una fractura por sobrecarga de la superficie anterior de la corteza requiere al menos seis meses de reposo, y hasta que la consolidación completa se haya demostrado radiológicamente, no se recomienda la vuelta a los ensayos. Si los síntomas persisten, entonces se buscará la opinión de un cirujano ortopédico. La cirugía es la última opción para los bailarines, requiere un reposo forzoso y los resultados no están garantizados. Se ha recurrido a la terapia interferencial y al uso de bobinas generadoras de campos magnéticos, pero, aunque inocuas, no hay pruebas convincentes de que sean útiles.

La prevención es la primera línea de acción. Los estudiantes en escuelas de danza deben aprender a buscar ayuda en cuanto tengan algún problema musculoesquelético, y los bailarines profesionales también requieren un cuidadoso control de sus niveles de trabajo y otros factores de riesgo.



3.30A. Fractura por sobrecarga en la tibia.

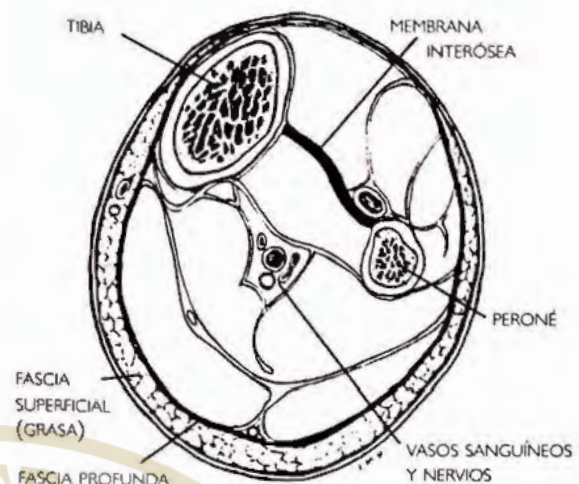
3.30B. La fractura por sobrecarga se ha convertido en una fractura completa y aguda. En este caso ocurrió cuando el paciente saltó los últimos escalones con prisa para no perder un tren. Un tipo no muy distinto de salto pudo haberse ejecutado durante una actuación.

Complicaciones

Una fractura por sobrecarga se puede diagnosticar erróneamente como un síndrome del compartimiento anterior, aunque la naturaleza localizada de los datos clínicos debería descartarlo. No obstante, es más probable la confusión si las fracturas por sobrecarga son múltiples. En estas circunstancias, al menos alguna de las fracturas debería ser visible en una radiografía. Si se deja avanzar, la fractura por sobrecarga puede derivar gradualmente en una fractura completa de la tibia (fig. 3.30). En este caso, la consolidación es desesperadamente lenta y puede llevar un año o más. La única excepción es el caso en que el bailarín estaba dando un gran salto que causó una fractura aguda repentina a nivel de la fractura por sobrecarga. En estas circunstancias, si la fractura por sobrecarga no ha profundizado demasiado en el diámetro de la diáfisis, podemos esperar que la consolidación siga el mismo ritmo que una fractura 'normal' como resultado de una lesión aguda, es decir, de tres a cuatro meses para conseguir la consolidación completa.

3.31. Síndrome del compartimiento anterior

El compartimiento anterior está limitado por dos huesos: la tibia y el peroné; por la membrana interósea, que es una hoja de tejido fibroso muy resistente situada entre estos dos huesos a los cuales une, y a nivel superficial por la fascia profunda (fig. 3.31). Ninguna de estas estructuras es



3.31. Sección transversal del tercio superior de la pierna que muestra los compartimientos faciales.

capaz de estirarse, y es esta rigidez la que explica los problemas que ocurren en el síndrome del compartimiento anterior. Si hay edema (producto de una lesión u otras causas) en el compartimiento anterior, se producirá un aumento de la presión por la rigidez de las estructuras entre las que se encajona. Este aumento de la presión provocará más dolor, al que a menudo se conoce como **síndrome tibial**. Si el edema deviene excesivo, el aumento de la presión en el tejido será suficiente para interferir u obstruir por completo el riego sanguíneo, en cuyo caso los tejidos del compartimiento morirán por falta de oxígeno. Esta situación, en la que hay un aumento enorme de la presión, es una emergencia quirúrgica y se requiere la descompresión urgente del síndrome del compartimiento anterior antes de que se produzca la necrosis (muerte) de los tejidos. Por suerte, los casos de esta gravedad son poco corrientes y la patología no suele progresar más allá de un estadio inicial o leve.

CAUSAS

La causa más habitual es la falta de ejercicio o un ejercicio adicional de los grupos musculares presentes en el compartimiento anterior (músculo tibial anterior y extensores de los dedos del pie). El ejercicio adicional provoca edema en los vientres musculares (como sucede con cualquier empleo adicional excesivo de los músculos) y esto provoca los síntomas del síndrome. El apoyo del peso del cuerpo demasiado atrás también genera tensión adicional en estos grupos musculares (**Sección 5.21**). La debilidad de los pies obliga a los músculos a un trabajo similar excesivo. Los cordones demasiado ceñidos, al constreñir las piernas, pueden interferir superficialmente con la circulación y restringir el movimiento. Esto puede causar una irritación de los tendones de los músculos tibial anterior y extensores de los dedos, produciendo un síndrome leve del compartimiento anterior. El calzado pequeño, al obli-



3.32. Ambas fotografías muestran el rodamiento de los pies y los tobillos. También se aprecia el inicio de la tensión que se desarrolla en la cara anterior del tobillo.

gar a flexionar los dedos en garra, tiene un efecto similar. El rodamiento del pie obliga a los músculos del compartimiento anterior a trabajar en exceso. Si se observa al bailarín en clase, se apreciará la gran prominencia de los tendones (fig. 3.32). Se obtiene un efecto parecido cuando el tendón de Aquiles está tirante y restringe el *plié*. El síndrome del compartimiento anterior, por lo general muy leve, es habitual el primer año que los estudiantes pasan a tiempo completo y también durante los estirones de crecimiento. A menudo durante los períodos de gran tensión, la tensión muscular obliga al bailarín a agarrarse innecesariamente al suelo con los dedos del pie.

TRATAMIENTO

Siempre y cuando la patología no sea lo bastante grave como para poner en peligro la circulación, el tratamiento conservador es eficaz. El tratamiento se debe aplicar con la pierna elevada, empleando hielo y terapia interferencial del tobillo a la ingle, con el fin de estimular la circulación y el retorno venoso. (Se comprobará que la rodilla está apoyada por detrás como en todos los tratamientos para patologías de las extremidades inferiores.) Los ejer-

cicios sirven para fortalecer todos los otros grupos musculares, como los pies, la pantorrilla, el cuádriceps, los isquiotibiales, los aductores y los glúteos, los cuales es probable que sean relativamente débiles en los bailarines con un síndrome del compartimiento tibial. El fortalecimiento de estos grupos facilitará la corrección técnica necesaria. Además aconsejaremos al bailarín que duerma con el pie de la cama elevado 25 cm. Es sensato descalzarse y elevar las piernas entre clases si la patología no es lo bastante grave como para aconsejar reposo total. Los masajes pueden ayudar, aunque llevan tiempo. La electroestimulación bajo presión en elevación puede ser eficaz en los casos más graves, aunque es muy dolorosa. Los tendones de Aquiles tirantes, si la situación es temporal, no se deben pasar por alto en el programa de tratamiento. (Ver Sección 5.15.)

Complicaciones

Puede haber necrosis muscular si la patología es grave y no se diagnostica, con lo cual el paciente no se someterá a descompresión quirúrgica. Se puede pasar por alto el diagnóstico de una fractura por sobrecarga en la tibia porque su causa sea la misma que la de un síndrome del compartimiento tibial, o, como alternativa, se puede diagnosticar erróneamente una fractura por sobrecarga como un síndrome del compartimiento tibial. Es incorrecto llamar 'síndrome del compartimiento anterior' a una fractura por sobrecarga en desarrollo.

3.32. Desgarros y calambres en la musculatura sural

Las lesiones de los músculos gastrocnemio y sóleo son habituales. Se suele producir una distensión aguda del gastrocnemio durante los despegues para un salto o tras un sobreestiramiento excéntrico repentino. Se siente un desgarro o dolor punzante, agudo y súbito en el vientre del músculo gastrocnemio lateral o en la unión musculotendinosa. La comprobación de la fuerza y grado de estiramiento se practica con la rodilla extendida. El músculo sóleo también sufre distensiones, sobre todo si el pie está en pronación. Una vez más, las fibras mediales son vulnerables a los desgarros o distensiones. Las pruebas se practican con la rodilla flexionada.

Una distensión de primer grado es aguda pero el bailarín puede continuar. Tal vez necesite de diez a doce días para volver a bailar. En una distensión de segundo grado el bailarín no puede continuar y la lesión tarda hasta tres semanas en curar. Una distensión de tercer grado supone una rotura en la unión musculotendinosa con dolor intenso y es posible que requiera cirugía o llevar una venda enyesada.

TRATAMIENTO

La elevación de los talones implica eliminar tensión en la pantorrilla. El tratamiento se describe en la sección gene-



ral sobre el tratamiento de roturas musculares (Sección 2.2, Roturas musculares, pág. 86).

Complicaciones

Si el dolor en la pantorrilla varía en su localización y dificultad para señalarlo y si hay antecedentes de calambres surales, habrá que sospechar afectación de la columna vertebral. Habrá que estudiar las estructuras neurales con la prueba de hundir el mentón. En un bailarín mayor con una historia de problemas vertebrales, siempre habrá que practicar pruebas con la columna lumbar.

Las roturas de los músculos surales son especialmente propensas a sufrir contracturas. Esto se debe en parte a la formación de tejido cicatricial, pero también a la tendencia inherente de la musculatura sural y el complejo del tendón de Aquiles a padecer retracción con más rapidez de la esperada. Las distensiones o desgarros en los músculos surales pueden presentar dolor detrás de la rodilla y a veces se diagnostican erróneamente como un problema de isquiotibiales o una lesión de rodilla. Recordemos que las dos cabezas del músculo gastrocnemio se insertan en el extremo inferior del fémur y que, por tanto, discurren por detrás de la articulación de la rodilla.

3.33. Dolor anterior en la rodilla

Es éste un término que describe un dolor que afecta la articulación femororrotuliana. Los estudiantes y los bailarines jóvenes son más vulnerables a las fuerzas musculares variables que soporta esta articulación durante el crecimiento y el aprendizaje riguroso de la técnica. La rótula puede seguir una trayectoria lateral o proximal al ejercer tracción el músculo cuádriceps sobre la rodilla. La rótula también se puede inclinar lateralmente debido a la tirantez excesiva de las estructuras laterales. El defecto articular entre la cara posterior de la rótula y la superficie anterior de los cóndilos del fémur causa fricción, lo cual provoca edema, dolor y una pérdida progresiva de la propiocepción y el control de la rodilla.

CAUSAS

El desequilibrio muscular que afecta el cuádriceps con uso excesivo del músculo vasto lateral (junto con el tensor de la fascia lata y tirantez de la cintilla iliotibial) e infrautilización del músculo vasto medial provoca que la rótula adopte una trayectoria lateral en el surco troclear femoral. Esto causa dolor y edema que se agudizan con el ejercicio. Las causas son estructurales y técnicas. Las rodillas en hiperextensión son vulnerables si se permite su bloqueo en extensión, o bien la rotación externa excesiva de los pies en las aperturas potencia el desequilibrio muscular.

TRATAMIENTO

Se precisan masajes y estiramientos para los músculos sobreenentrenados y muy tirantes, y, si fuera necesario, también movilización rotuliana. El vendaje de MacConnell esti-

mula la activación del músculo vasto medial y alivia el dolor en las fases iniciales del tratamiento. Los ejercicios para activar el músculo vasto medial y los aductores contrarrestarán las fuerzas laterales. Es obligatoria la corrección técnica de la hiperextensión de las rodillas y el control de las aperturas para mitigar los síntomas debilitantes.

3.34. Tirantez del músculo tensor de la fascia lata (TFL)

CAUSAS

Se suele originar por un desequilibrio muscular en el muslo cuando los músculos de la cara medial son débiles (sucede en las piernas poderosas donde este desequilibrio es la clave vital). La cara externa, que incluye al músculo TFL, está sobreenentrenado. En casos extremos, el sobreenentrenamiento es visible, porque la cara externa de los muslos es más poderosa que la cara interna, incluyendo un músculo vasto medial infra desarrollado. Sin embargo, se puede dar con una diferencia obvia en el desarrollo de la cara externa. En estos casos, la diferencia en la tensión muscular es apreciable durante la palpación. Durante la exploración, una cuidadosa observación de la rótula mostrará que se mueve lateral y proximalmente durante una contracción isométrica del cuádriceps. Este hallazgo es diagnóstico de un desequilibrio entre los músculos laterales y mediales, siempre y cuando la rodilla sea estructuralmente segura. El bailarín joven con el pie zambo será vulnerable a las fuerzas laterales, y el ballet clásico aumentará la tensión que soportan las rodillas.

Las exigencias del ballet clásico sobre los músculos flexores y abductores de la cadera favorecen el desarrollo del desequilibrio muscular en el que los músculos más superficiales se vuelven dominantes y se ejercitan menos los músculos estabilizadores más profundos. Esto se aprecia con frecuencia en los bailarines profesionales. El músculo TFL es flexor, abductor y rotador interno de la cadera.

Un músculo TFL tenso puede imponer fuerzas rotatorias anteriores sobre el ilión, alterando la articulación sacroiliaca, sus ligamentos y también la columna lumbar. Ejerce tensión sobre la cintilla iliotibial que a su vez tensa sus inserciones rotulianas, alterando la articulación femororrotuliana. La articulación coxofemoral se ve afectada y se producirá una compresión anterior si la situación no se corrige. El sobreenentrenamiento del músculo TFL a menudo se asocia a la actividad dominante de los músculos glúteos y a la tirantez de los músculos profundos de las aperturas, sobre todo el piriforme y los infrautilizados psoas e iliaco y las fibras inferiores del glúteo mayor. La tirantez del músculo tensor de la fascia lata previene los ajustes correctos de la pelvis y la transferencia del peso sobre una pierna.

TRATAMIENTO

El masaje de los tejidos profundos para liberar el músculo TFL y la cintilla iliotibial es necesario para reducir las



fuerzas laterales. Se debe iniciar la corrección del control postural y de las aperturas junto con un régimen de ejercicio para los músculos poco activos. La estabilización de la pelvis es un requisito básico y, si fuera insuficiente, se buscarán problemas en la cadera y la ingle.

El tratamiento conservador es preferible en todos los casos. La corrección de un desequilibrio muscular es compleja y se necesita tiempo para analizar y enseñar al bailarín, quien además debe estar convencido y comprometido con que debe trabajar de forma diferente.

No se recomienda cirugía en forma de liberación lateral.

3.35. Tendinopatía rotuliana

Se suele localizar en la unión osteotendinosa del tendón rotuliano. El dolor responde a una distensión en esta unión entre el tendón y el polo inferior de la rótula, donde se inserta (ver fig. 3.33).

CAUSAS

También se llama 'rodilla del saltador'. La causa más habitual de la tendinopatía rotuliana es un desequilibrio del cuádriceps entre sus componentes medial y lateral, lo cual genera una tracción desigual sobre el tendón rotuliano. Los saltos imponen gran tensión a esta estructura, que reacciona con dolor y engrosamiento. A menudo se asocia con rodamiento (Sección 5.18) o con rotación externa excesiva (Sección 5.7) o con echar el peso del cuerpo demasiado atrás (Sección 5.21). Con frecuencia también se asocia con hipertrofia del lado lateral del muslo. En presencia de tirantez en el tendón de Aquiles y/o debilidad en los pies, cuando el bailarín aterriza, no logra absorber el choque con los pies y el tendón rotuliano tiene que soportar la tensión. Las superficies que se adhieren también pueden causar una distensión en esta área o cualquier tipo de torsión debido al aumento de la fricción entre el pie y el suelo.



3.33. Localización de una tendinopatía rotuliana.

Un período de rápido crecimiento puede provocar incapacidad temporal del cuádriceps e inducir problemas tendinosos. La incapacidad del cuádriceps puede responder también a la presión posterior ejercida sobre las rodillas en hiperextensión. En este caso, tal vez se acompañe de un desequilibrio entre los músculos laterales y mediales, lo cual contribuye a la tendinopatía rotuliana. En el caso en que se eche el peso demasiado atrás (Sección 5.21), el reflejo extensor no se estimula porque el peso principal cae sobre la porción posterior de la almohadilla de grasa del talón y no sobre la anterior. La presión en este último punto estimula una contracción mucho más eficaz del cuádriceps. La tirantez en la cara anterior de la cadera (Sección 5.9) previene una activación satisfactoria del cuádriceps. La tirantez de los isquiotibiales (Sección 5.12), a menudo asociada con el crecimiento, puede precipitar problemas del tendón rotuliano debido a la inhibición de la acción del cuádriceps por los isquiotibiales tirantes. Finalmente, los ejercicios practicados de rodillas pueden causar problemas tendinosos, y esto a menudo se asocia con una bursitis infrarrotuliana.

TRATAMIENTO

El tratamiento local comienza con aplicación de hielo, sobre todo si se aprecia edema, y luego continúa con ultrasonidos y masajes para las estructuras muy tirantes. A continuación se procede a la corrección de cualquier desequilibrio muscular. A menudo ayudan los ejercicios para el músculo vasto medial con el fin de reforzar la contracción activa. Si el área de la fascia lata está tirante, no se obtendrán beneficios de los intentos por fortalecer o corregir el desequilibrio de los músculos si no se masajea primero la fascia lata y el músculo tensor de la fascia lata, seguido por estiramientos. También es necesaria una cuidadosa exploración de cualquiera de las causas subrayadas antes y luego su eliminación. Sin esta solución, el tratamiento local será ineficaz.

Complicaciones

Los tendones no curan fácilmente, y cuando esta patología se vuelve crónica, se llama tendinosis. Se describe en las 'Lesiones tendinosas' en la Sección 2.2, pág. 84. El tratamiento conservador que hoy se considera definitivo para el engrosamiento y el dolor crónicos en el tendón rotuliano es un régimen de sentadillas excéntricas sobre una superficie inclinada. Un terapeuta debe prescribir este ejercicio junto con restricción del trabajo y supresión de saltos. El régimen incluye añadir pesas al ejercicio para trabajar el tendón y puede llevar tres meses recuperarse.

3.36. Enfermedad de Osgood Schlatter

La tuberosidad de la tibia es la prominencia ósea situada justo debajo de la articulación femororrotuliana, en la cara anterior de la tibia. En la adolescencia se considera una



apófisis todavía sin unir del todo con el hueso, dado que se inserta mediante cartílago que se osifica por completo en la madurez. El tendón rotuliano se inserta en la tuberosidad de la tibia y transmite fuerzas del cuádriceps para extender la tibia sobre el fémur en la articulación femororrotuliana. Cuando la tensión sobre esta inserción es excesiva, la tuberosidad se inflama, se hincha y duele. Esto se conoce como apofisititis. Al igual que la epífisis, la osificación continúa hasta que la tuberosidad está unida completamente. Esto ocurre al alcanzar la madurez cuando se interrumpe el crecimiento. La apófisis no interviene en el aumento de la longitud del hueso como la epífisis, y hay varias de estas pequeñas áreas apofisarias en el cuerpo, por lo general, donde se insertan los tendones.

CAUSAS

Lo más habitual es que la enfermedad de Osgood Schlatter sea causada por la debilidad relativa del músculo cuádriceps, a menudo asociada con un período de rápido crecimiento. Esta debilidad provoca una contracción espasmódica sobre la inserción inferior del tendón en vez de una contracción controlada. Con frecuencia, en la exploración inicial el músculo cuádriceps no parece débil, de ahí el término debilidad relativa. Esta debilidad relativa tiene en cuenta el nivel de actividad de la persona que sufre la enfermedad de Osgood Schlatter. Es muy habitual en los niños que practican muchos juegos, deportes y otras actividades. Durante la adolescencia, la fuerza del cuádriceps puede no estar a la altura del esfuerzo que se le exige y esto provoca una tracción irregular sobre el tendón que deriva en apofisititis tibial.

TRATAMIENTO

El bailarín debe interrumpir toda actividad si la patología es muy dolorosa y hay acusado dolor a la palpación sobre la tuberosidad de la tibia. Esta área puede presentar edema y estar caliente. Durante este período, el bailarín se debe concentrar en los ejercicios y desarrollar el cuádriceps y los aductores, los glúteos y los isquiotibiales. Se debe corregir cualquier desequilibrio y cualquier tendencia a ejercer presión posterior sobre la rodilla. La corrección técnica también resulta valiosa. A medida que disminuya el dolor agudo, el estudiante podrá volver gradualmente a las clases y a la danza.

A veces sólo es necesario evitar la práctica de saltos, por lo que, cuando comienza la sección de saltos, el estudiante puede completar un programa de ejercicios de suelo.

Complicaciones

Por lo general se trata de un problema transitorio que se soluciona con paciencia y asesoramiento.

La misma tuberosidad de la tibia se puede agrandar permanentemente si la actividad exigente se prolonga a pesar del dolor. Este agrandamiento no tiene en sí gran importancia, si bien a las chicas les resulta poco estético. En los chicos, si tuvieran que arrodillarse mucho, puede generar un área dolorosa debido a la prominencia mecánica.

A veces, el tratamiento de la enfermedad de Osgood Schlatter resulta difícil, ya que el rápido y continuado crecimiento impide que el paciente se ponga a la altura de los ejercicios de fortalecimiento para ajustarse al ritmo de crecimiento.

3.37. Condromalacia rotuliana

Este nombre se aplica, a menudo laxamente, a un dolor inespecífico en la cara anterior de la rodilla. Por su parte, la condromalacia rotuliana es una entidad muy definida, y el término, si es posible, sólo se aplicará cuando haya cambios reales en el cartílago articular en la superficie retrorrotuliana. Este cartílago muestra un color amarillo a trozos, se reblandece, se deshilacha y termina destruido. Una condromalacia rotuliana real y en curso puede ser precursora de una osteoartritis femororrotuliana. Es preferible evitar usar el término laxamente y limitarse a aceptar los síntomas dolor anterior en la rodilla. Es aceptable que los bailarines, como cualquier otro paciente, prefieran un nombre que implique un diagnóstico.

CAUSAS

En la mayoría de los casos, la rótula sigue una trayectoria incorrecta (es decir, hay un desequilibrio muscular en el complejo del cuádriceps) sobre todo cuando se asocia con debilidad general del cuádriceps. Por tanto, es habitual tras un estirón de crecimiento que haya causado debilidad relativa de los músculos, de ahí su frecuencia durante la adolescencia. La tirantez en la cara anterior de las caderas puede causar tirantez en el cuádriceps. En presencia de retracción en el tendón de Aquiles, la rodilla tiende a ser el principal amortiguador, lo cual agrava esta patología. El dolor anterior en la rodilla es más habitual en corredores, gimnastas y bailarines que en otros deportistas. Estos tres grupos soportan elevadas repeticiones de movimientos concretos. También es más habitual en presencia de hiperextensión de las rodillas. En ocasiones puede ser precipitado por un golpe directo en la rótula. Sin embargo, en este caso no se debe confundir con una fractura osteocondral. Ésta es una fractura aguda en el hueso justo debajo del cartílago articular, y a menudo se desprende un pequeño fragmento de hueso junto con un inicio más gradual, y después de un golpe sobre la rótula, puede haber magullamiento del cartílago retrorrotuliano que derive a condromalacia.

TRATAMIENTO

El tratamiento local comprende masaje de los tejidos blandos y movilización apropiada de la rótula. Un programa de ejercicios adecuados es el aspecto más importante del tratamiento. Los ejercicios se deben encaminar a devolver el equilibrio a los músculos, a fortalecer el cuádriceps y también a fortalecer cualquier otro grupo muscular débil, sobre todo los isquiotibiales, los aductores, los glúteos y las pantorrillas; al estiramiento de cualquier retracción en la



cara anterior de las caderas y también en los mismos cuádriceps y pantorrilla si están tirantes. Un talón pequeño (2 cm) puede prevenir que el peso se eche demasiado atrás en presencia de hiperextensión de las rodillas y, de forma similar, también una alza dentro de la zapatilla de ballet. El uso de una ortesis, hasta que el músculo se fortalezca, puede ser muy útil. Una vez hayan mejorado los síntomas, se descartarán estos medios auxiliares. Como siempre, es muy importante estudiar si hay fallos en la técnica.

Complicaciones

Una condromalacia rotuliana verdadera es muy persistente y puede ser difícil de tratar si lleva mucho tiempo, aunque, si se reconoció pronto, el tratamiento será mucho más fácil. Tal vez se necesite una artroscopia, aunque sea sólo para confirmar el diagnóstico real. Se desaconseja la cirugía. Una operación de liberación lateral simplemente agravará la debilidad muscular y se agudizará el desequilibrio, incluso si la rótula sigue una trayectoria errónea. Sólo se procederá a la liberación lateral después de un programa de fortalecimiento muscular cuando se haya demostrado que realmente hay tirantez en la cápsula lateral que no responde a los estiramientos.

3.38. Distensiones capsulares de la rodilla

Se pueden localizar en cualquier punto de la rodilla, pero son bastante más comunes posteriormente.

CAUSAS

La hiperextensión forzada de la rodilla probablemente sea la causa más corriente, y en estos casos también se puede asociar con la distensión de una o ambas cabezas del músculo gastrocnemio. Esto se produce en muchos pasos de danza; por ejemplo, en el aterrizaje de una cabriola con el peso sobre el talón, con chasquido posterior de la rodilla. Con frecuencia hay hematoma y edema significativos asociados con esta lesión.

TRATAMIENTO

Se recurre a la aplicación local de hielo y electroterapia para reducir el edema. El bailarín debe dejar la danza hasta que se cure. Durante este estadio se practicarán ejercicios de fortalecimiento, prestando especial atención a los isquiotibiales que protegen la corva.

3.39. Lesión del ligamento colateral medial de la rodilla

CAUSAS

Las *roturas* suelen estar causadas por un aterrizaje erróneo o por una colisión o una caída, que se pueden produ-

cir en suelos que se adhieren. Los *esguinces* se producen en aterrizajes erróneos y sobre suelos poco idóneos, es decir, de forma muy parecida a las condiciones que causan una rotura cuando la fuerza es menor.

También se producen durante coreografías inusuales con las que el bailarín no está familiarizado y cuando se salta desde diferentes accesorios del escenario. Los pies en evasión o inversión aumentan mucho la posibilidad de un mal aterrizaje y las lesiones de distintos tipos en la cara interna de la rodilla. Todo lo que produzca cansancio en el bailarín, por ejemplo, la repetición de los ensayos, sobre todo en suelos duros, aumenta la posibilidad de una lesión.

TRATAMIENTO

Las *roturas* son un problema ortopédico urgente que requiere cirugía si son completas. En casos más leves, se necesita inmovilización a menos que los daños sean nimios. Los estadios finales de la rehabilitación, cuando se ha completado la cirugía y la rotura ha curado, son los mismos que para un esguince.

Para los *esguinces* está indicada la aplicación local de hielo y ultrasonidos. El bailarín debe dejar la danza, a menos que la lesión sea mínima. Los ejercicios son especialmente importantes durante el período de rehabilitación con especial atención al cuádriceps: vasto medial y aductores. La acción correcta del pie, con el desarrollo de los músculos intrínsecos y la corrección de la distribución del peso para prevenir la pronación, es especialmente importante. Se debe tener cuidado de eliminar cualquier tendencia a la rotación externa excesiva de los pies, que siempre impone una tensión excesiva sobre el lado interno de la rodilla. Como en cualquier otra lesión en la rodilla, el desarrollo de los músculos se debe extender a los glúteos y el tronco, y la corrección técnica también tendrá que fijarse en estas áreas. Cualquier error existente que no haya causado síntomas ni lesiones antes de este esguince de ligamento incidirá sobre la cara interna de la rodilla si ha sido la localización de una lesión.

3.40. Lesión del ligamento colateral lateral de la rodilla

Las lesiones en esta localización son poco habituales en los bailarines y suelen ser el resultado de un golpe directo, por ejemplo, choques y caídas. Si la rotura es completa, el nervio peroneo común puede sufrir daños graves y permanentes. La lesión requiere cuidados traumatológicos urgentes. La rehabilitación es parecida a la de los esguinces del ligamento colateral medial.

3.41. Lesiones de los ligamentos cruzados de la rodilla

Los traumatismos en los ligamentos cruzados de la rodilla suelen ser causados por aterrizajes defectuosos (desaline-



dos) o por resbalones de los pies en los que la rodilla se ve forzada a variar su posición. En el fútbol americano se trata de una lesión por contacto. Cuando la tibia soporta rotación externa y la rodilla es forzada en valgo (la rodilla cede hacia dentro respecto al pie y la cadera), los músculos sustentantes pueden ceder y la rodilla se flexiona completamente. Este mecanismo puede romper el ligamento cruzado anterior, romper parcialmente el ligamento colateral medial y romper el menisco medial. Por tanto, en este tipo de lesiones, hay que estudiar los tres puntos de la triada.

Después de una mala caída se apreciará de inmediato que la rodilla se hincha y la prueba del ligamento cruzado anterior (prueba de Lachmann, prueba del cajón anterior, prueba de la desviación del pivote) da positivo junto con la prueba para el ligamento colateral medial. La historia es suficiente para predecir esta lesión, aunque en caso de duda se practicará una RM para delimitar la extensión de los daños. Un bailarín necesitará operarse del ligamento cruzado anterior (LCA) debido a las tensiones complejas que soporta la articulación en la danza. Durante los últimos diez años, estas operaciones han mejorado considerablemente y los bailarines y deportistas consiguen volver a la actividad.

Los ligamentos cruzados estabilizan el movimiento anterior/posterior entre la tibia y el fémur, mientras que los ligamentos colaterales estabilizan el movimiento laterolateral. Los meniscos actúan de amortiguadores, ayudan a alinear las superficies articulares durante la actividad y reducen al mínimo la tensión sobre el cartílago articular que las recubre y protege. Estas superficies libres de fricción permiten el deslizamiento, el rodamiento y la rotación durante los movimientos de la rodilla.

El ligamento cruzado anterior es la principal restricción al desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur, y, si se rompe, se reconstruye con un injerto.

Los cirujanos elegirán entre tres tipos de injerto. Se puede recolectar con seguridad el tercio central del tendón rotuliano junto con bloques óseos en ambos extremos, pues permiten una fijación segura al fémur y a la tibia, así como el éxito de la curación. La segunda opción es recurrir a los músculos recto interno y semitendinoso (isquiotibiales) para la reconstrucción. Se puede obtener tendón con seguridad de la rodilla contralateral para crear un 'ligamento' nuevo que se ancla con tornillos. La rodilla puede sobrevivir sin estos dos largos y finos músculos, y esta opción evita alterar el tendón rotuliano expuesto. Esta opción puede ser preferida por los bailarines que se tienen que arrodillar y saltar. La tercera opción consiste en utilizar un aloinjerto: un injerto del tendón rotuliano procedente de un banco de tejidos. Esto evita tener que recolectar tejido del paciente. El cirujano ortopédico asesorará al paciente según cuáles sean sus necesidades, su experiencia y los datos disponibles. Continuamente hay nuevos avances en el tratamiento de las lesiones del LCA. Durante la cirugía reconstructiva se repara el ligamento colateral medial y el menisco medial si también han sufrido daños.

La rehabilitación tras la operación requiere un gran esfuerzo del paciente y del fisioterapeuta, así como pacien-

cia, planificación y establecimiento de objetivos. Recurrir al gimnasio, a ejercicios de Pilates, al uso de la piscina e instrucción en el estudio de danza contribuyen a que las fórmulas para la rehabilitación sean variadas. Cada cirujano tendrá un protocolo de tratamiento dividido en fases de acuerdo con el tiempo de curación y con los objetivos. El bailarín recuperará toda la movilidad y la fuerza, aprendiendo durante nueve meses a encauzar la reconstrucción a su género de danza. Recuperar lo antes posible la función completa siempre es el objetivo, pero vale la pena tomar un camino seguro para consolidar totalmente la propiocepción y la técnica en vez de asumir ningún riesgo.

El LCA no sólo es un elemento estabilizador, sino que también contribuye a la propiocepción de la rodilla. Los mecanorreceptores en el ligamento contribuyen al control fino de la tensión del ligamento durante la función de la rodilla. Por lo tanto, la reconstrucción no restablecerá las propiedades originales de la articulación: las sensaciones y su función serán diferentes. Un bailarín clásico con 60° o más de rotación externa en la cadera impondrá menos tensión a una rodilla operada y esto se tendrá que tener en cuenta durante la rehabilitación. La rodilla 'nueva' siempre exigirá un calentamiento más largo y mayor preparación para una tarea exigente, y siempre que se acepte este hecho, el bailarín podrá alcanzar e incluso superar los niveles previos de rendimiento.

En los bailarines no es habitual que el ligamento cruzado posterior sufra daños.

3.42. Lesión en el menisco medial de la rodilla

El menisco se puede romper en distintos grados, desde una fisura menor hasta una rotura completa o un arrancamiento total del menisco de su inserción periférica. Los problemas surgen a largo plazo (una vez han remitido los síntomas iniciales tras el desgarro original) porque el fragmento roto puede atascar la articulación, haciendo que la rodilla ceda o se bloquee.

CAUSAS

La rotura se produce porque el menisco queda atrapado entre el cóndilo del fémur y la meseta tibial durante la rotación con la rodilla flexionada. No hay duda de que, con el funcionamiento defectuoso y repetido de la rodilla, las roturas se producen gradualmente y sin síntomas inmediatos. Esto se ha demostrado con la observación de una rotura de menisco durante una artroscopia donde no hay antecedentes de un episodio agudo. Con frecuencia, los síntomas son relativamente leves cierto tiempo antes de un episodio final agudo, el cual probablemente fuera causado por el desgarro de la última porción de una rotura ya en desarrollo. La situación se agrava o es causada por la rotación externa excesiva de los pies, por la debilidad de los aductores y el vasto medial, junto con la de sus músculos posturales asociados, y finalmente por un desequilibrio muscular que causa falta de control de la rodilla. Los



músculos aductores débiles no mantienen la pierna correctamente bajo el cuerpo en monopdestación, lo cual aumenta la tensión en el lado interno de la rodilla. Además, los músculos aductores débiles no controlan las aperturas en la cadera, lo cual agrava cualquier rotación externa excesiva del pie. Cuando se desplaza la pierna que trabaja del frente a un lado y especialmente también hacia atrás, la pelvis no se estabilizará y controlará en relación con la pierna de apoyo, y también girará causando una rotación en la rodilla y una rotación externa excesiva y secundaria en el pie de apoyo, mientras la pierna gira en varo (fig. 3.34). Los fallos en la técnica aislados como el rodamiento pueden contribuir a causar roturas de menisco. La laxitud ligamentaria también puede ser un factor contribuyente, de ahí que las rodillas con hiperextensión sean propensas a roturas de cartilago, sobre todo porque a menudo se asocian con debilidad en los músculos del muslo.

TRATAMIENTO

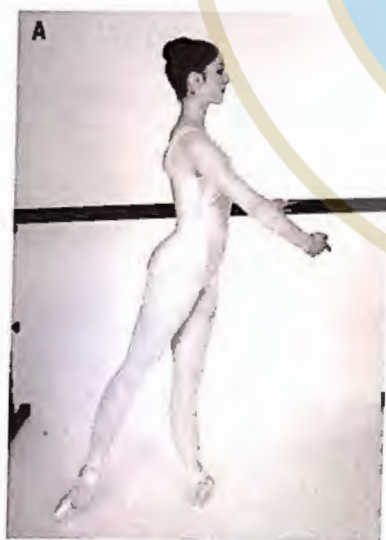
Una rotura *en sí* no requiere necesariamente cirugía a menos que esté provocando síntomas, es decir, cuando la articulación se bloquea, cede o restringe los movimientos. Si hay síntomas presentes, es necesaria la escisión de la porción rota mediante una artroscopia en la que se eliminará lo menos posible del menisco normal. Sin embargo, la corrección de las causas subrayadas antes, junto con un programa de fortalecimiento muscular y una vuelta gradual al trabajo, con frecuencia evita la necesidad de cirugía en este estadio. Si se practica la cirugía, el mismo pro-

grama de rehabilitación será necesario incluso con más trabajo de fortalecimiento debido a la mayor debilidad muscular derivada tras una operación, incluso tras una artroscopia. En todos los casos se requiere un estudio exhaustivo de la técnica y su posterior corrección. En los cuidados postoperatorios se evitará la inmovilización porque impide practicar un programa precoz y eficaz de desarrollo muscular, sobre todo del músculo vasto medial. Un edema persistente o recurrente puede aminorar el progreso y requiere tratamiento con hielo, elevación y un aumento de los ejercicios controlados. Los programas de ejercicio para la rehabilitación de la rodilla son agotadores y repetitivos, y requieren compromiso y constancia por parte del deportista.

Antes de la operación, invertir tiempo en un régimen de ejercicios para fortalecer todos los grupos relevantes de músculos y ensayar los ejercicios del postoperatorio puede suponer reducir significativamente el tiempo de la rehabilitación.

3.43. Lesión en el menisco lateral de la rodilla

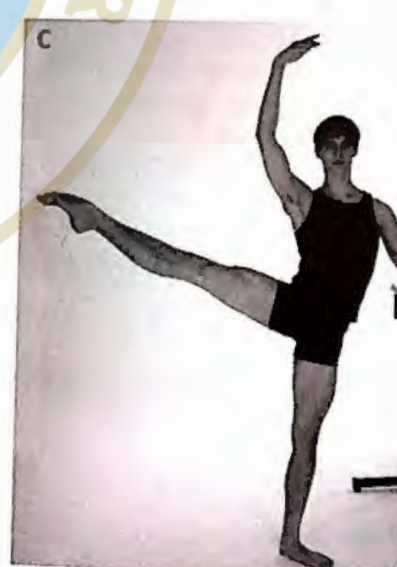
Estos daños son iguales que los que afectan el menisco medial. Las roturas del menisco lateral son relativamente más habituales en la danza que en otros tipos de deporte, aunque el menisco medial, incluso en los bailarines, se daña con más frecuencia que el lateral.



3.34A. La rotación externa excesiva de la pierna de apoyo conlleva que la posición sea inestable e imponga una tensión adicional sobre dicha pierna. No es posible activar los músculos aductores y el tronco es débil.



3.34B. Al elevarse la pierna en un arabesco, la bailarina se apoya todavía más en la barra.



3.34C. Una vez más la pierna de apoyo se ve comprometida. Aquí la pierna que trabaja se echa demasiado atrás y la rodilla y el pie de la pierna de apoyo (con el arco plantar rebajado) soportan la excesiva tensión.



CAUSAS

En los bailarines, la rotura del menisco lateral suele tener un comienzo gradual por traumatismos menores repetidos, en vez de producirse un desgarró agudo como sucede en el menisco medial, donde las lesiones crónicas son menos corrientes. La rotura del menisco lateral se puede deber a un error en el control de las aperturas cuando el pie rueda y la fascia está tirante. Este fallo también afecta los músculos aductores. Cuanto mayor sea la rotación externa excesiva, más se comprimirán las estructuras laterales, es decir, los músculos bíceps femoral, tensor de la fascia lata y vasto lateral. La cintilla iliotibial se tensa y el menisco lateral se comprime causando una posible rotura degenerativa.

TRATAMIENTO

Es similar al usado para el menisco medial, exigiendo una RM, una exploración artroscópica y una meniscectomía parcial. No obstante, cuando el menisco lateral sufre daños, los fallos en la técnica suelen ser distintos a los presentes en las lesiones del menisco medial, aunque también precisan una evaluación completa y su corrección.

3.44. Roturas del tendón del cuádriceps o del tendón rotuliano, o fractura de la rótula

Estas lesiones se pueden estudiar juntas porque las causas son las mismas. En todos los casos hay una disrupción del mecanismo extensor entre la porción inferior de los vientres musculares del cuádriceps y la inserción en la tuberosidad de la tibia. Los tres niveles en que se localiza esta disrupción son el tendón del cuádriceps justo por encima de la rótula, en la misma rótula o en el tendón rotuliano entre la rótula y la tuberosidad de la tibia. Las roturas del tendón rotuliano o las fracturas transversas de la rótula se producen en un grupo de edad más joven, mientras que las roturas del tendón del cuádriceps suelen ocurrir en personas con un poco más de edad.

CAUSAS

Todas estas lesiones ocurren debido a una contracción explosiva y repentina del músculo cuádriceps, sobre todo en personas que no están en perfecta condición física, aunque un error técnico o un salto erróneo también pueden tener un efecto parecido. La contracción muscular extremadamente poderosa e incontrolada causa la rotura por la tracción a que se someten las fibras del tendón. En el caso de una fractura de la rótula, esta tracción también produce un brusco tirón posterior de la rótula sobre los cóndilos del fémur, lo cual rompe la rótula transversalmente. En las tres lesiones, la contracción del músculo sigue ejerciendo tracción ascendente sobre la por-

ción proximal del muslo, lo cual abre un hueco en la localización de la rotura. A la lesión le sigue de inmediato un edema masivo debido a una hemorragia profusa. Si se examina la extremidad poco después de la lesión, la sangre sigue en estado líquido y suele ser posible palpar el hueco. Sin embargo, si ha pasado cierto tiempo, la sangre ha podido comenzar a coagularse y ciertamente un día o dos más tarde el hueco resultará difícil de palpar.

Cuando se examina de inmediato tras el accidente, se puede pedir al bailarín que levante la pierna extendida. Si no puede hacerlo, habrá que sospechar una rotura. En otras patologías que afectan la rodilla, aunque sean bastante graves, el bailarín suele ser capaz con un esfuerzo de levantar la pierna extendida porque, en su estadio inicial, tal vez no se haya producido todavía la inhibición del músculo cuádriceps. Si ha transcurrido cierto tiempo, la inhibición se impone a pesar de que no haya disrupción del mecanismo extensor, y el paciente no podrá elevar la pierna. Estas roturas de tendón o las fracturas de rótula son emergencias traumatológicas que requieren inmediata reparación quirúrgica. No diagnosticar la lesión o tener sospechas y derivar al paciente a un traumatólogo puede marcar la diferencia entre que el bailarín consiga volver o no a bailar con todo su potencial. Cuando hay un retraso en la intervención, suele precipitar el final de la carrera artística o de cualquier actividad deportiva a nivel competitivo.

TRATAMIENTO

Se procede a la reparación quirúrgica, y el cirujano sigue un protocolo estricto y detallado. Durante la fase postoperatoria se diseña un programa de ejercicios para, en lo posible, mantener en buena forma el resto del cuerpo. Incluso si la rodilla está inmovilizada, se pueden iniciar contracciones isométricas de los grupos musculares de la pierna afectada. Una vez que la rodilla está lista para moverse, se empezará con ejercicios de intensidad elevada para desarrollar los grupos musculares y movilizar la rodilla.

3.45. Distensiones y roturas del músculo cuádriceps

Estas patologías se han abordado en general en la sección dedicada a lesiones musculares (Sección 2.2, Roturas musculares, pág. 86). No obstante, en las lesiones en esta localización es especialmente importante asegurarse de que durante el período de tratamiento se restablezca un correcto equilibrio medial y lateral entre los integrantes del músculo cuádriceps.

Complicaciones

Se asocian con un fracaso en el restablecimiento de este equilibrio medial y lateral con sus problemas asociados, que se han descrito con anterioridad en otros apartados.



3.46. Distensiones y roturas de los músculos aductores

Probablemente, los músculos aductores sean los que más se lesionan. Por lo general, las roturas se producen en la porción proximal (superior) del complejo de los aductores y se deben a un estiramiento repentino y excesivo como sucede en la práctica de movimientos forzados en la segunda posición. Si la sensibilidad dolorosa a la palpación es grande y cercana al hueso de la pelvis, se hará una radiografía porque a veces se ha producido el desgarro de un fragmento óseo en el origen del hueso. Su importancia es que si se practican estiramientos muy pronto, el área dañada se irritará y se verterán más osteoblastos en el hematoma (colección de sangre). En el momento del desgarro inicial, como el hueso queda expuesto, se produce cierto derrame de osteoblastos. La irritación adicional favorecerá la conversión del hematoma en una masa de hueso en vez de permitir la absorción de la sangre y una reparación con mínima presencia de tejido cicatrizal.

CAUSAS

Como hemos mencionado, un movimiento forzado en la segunda posición o cualquier esguince forzado en abducción pueden causar daños. Como cualquier lesión muscular, es más habitual en los bailarines desentrenados (físicamente) o en los bailarines que ensayan mal (técnicamente). La lesión puede ser desde una distensión leve hasta una gran rotura muscular.

TRATAMIENTO

Localmente, se aplicará hielo y se hará reposo en los estadios iniciales junto con electroterapia. Los ejercicios de fortalecimiento deben comenzar en cuanto haya empezado a remitir el edema inicial (no antes de cuarenta y ocho horas, porque puede pasar este tiempo hasta que se interrumpa la hemorragia). Los ejercicios se iniciarán con suavidad, y si los daños son amplios, tal vez se necesiten ejercicios activos asistidos antes de pasar a los ejercicios contra la gravedad. El empleo precoz de resistencia está contraindicado como en todas las roturas musculares.

El objetivo inicial del tratamiento es:

1. La absorción de la sangre.
2. La curación con una mínima presencia de tejido cicatrizal.
3. El fortalecimiento concéntrico de los músculos.
4. El estiramiento del área para elongar el tejido cicatrizal.
5. El estadio final de la rehabilitación con ejercicio excéntrico y cambios en la velocidad de contracción.

Los estiramientos no deben comenzar hasta que se haya restablecido un buen tono muscular (esto forma parte de un mecanismo protector y ayuda a prevenir nuevos desgarros). Los estiramientos se encaminan a prevenir

el acortamiento del tejido cicatrizal. Sólo se practicarán al final de la sesión de tratamiento local y de ejercicio y cuando el cuerpo del paciente esté caliente. El bailarín debe aprender los estiramientos, que se incorporarán a un régimen de ejercicio que continuará incluso cuando el bailarín haya vuelto a la actividad en sus plenas facultades con el fin de conservar la longitud y la fuerza de los tejidos.

3.47. Distensiones inguinales

Pueden afectar varios músculos del área de la ingle. Es más importante aislar la causa de la lesión que preocuparse por el músculo concreto que ha sufrido la distensión. La localización más habitual es el origen de los músculos recto femoral y sartorio.

CAUSAS

Las distensiones inguinales suelen ocurrir por una técnica errónea en las posturas. De hecho, tal vez ni siquiera haya algún músculo débil, sino que la técnica errónea potencia el uso de los músculos equivocados y de ahí la distensión, sobre todo por la naturaleza repetitiva de la danza.

La inestabilidad de la pelvis significa que los músculos de la ingle, el recto femoral, el sartorio y los aductores no tienen un origen estable con el que controlar la extremidad inferior. La inclinación posterior de la pelvis altera la postura de la columna lumbar (la flexión), y también la función de los músculos glúteos y los flexores de la cadera. Una inclinación anterior de la pelvis significa que la columna lumbar carece de sujeción. Se debe evaluar la longitud de los músculos isquiotibiales, cuádriceps, la fascia lata y los músculos aductores. Un rápido crecimiento del bailarín afectará estos músculos y se requiere un régimen apropiado de estiramiento (ver **Sección 2.5, Estiramientos**, pág. 101).

Durante los períodos de crecimiento es desaconsejable sobrecargar los músculos flexores de la cadera con excesivas repeticiones de ejercicios difíciles como el *developpé* al frente, o la segunda posición. Existe una delgada línea divisoria entre someter los músculos a carga y sobrecargarlos. Con bailarines en distintas fases de crecimiento en la misma clase, la tarea de los profesores no es fácil.

La función y biomecánica de los pies, así como la colocación de los hombros y el *port de bras*, influyen en la postura, y el bailarín debe estudiarlas global y específicamente. Se debe dominar el ajuste del peso sobre una pierna. Ajustar el peso demasiado lejos de la pierna de apoyo favorece el 'sentarse' sobre la cadera; ajustarlo por defecto provoca tensión y fallos compensatorios.

Es importante que el músculo psoasílico funcione bien y no sea inhibido por el uso de los flexores superficiales de la cadera: recto femoral, sartorio y tensor de la fascia lata. Reequilibrar los flexores de la cadera requiere un análisis y ejercicios a medida para estimular el psoasílico, y



para inhibir el estiramiento del TFL, el recto femoral y el sartorio.

Cambiar los patrones de movimiento establecidos y las posturas exige tiempo y paciencia.

Si el dolor de ingle es persistente, se comprobará que no sea un dolor diferido por una lesión en la espalda. En los quinceañeros, buscaremos si padecen mononucleosis infecciosa, en cuyo caso tal vez refieran cansancio y lasitud, sin síntomas más definidos que revelen la presencia de una infección vírica.

TRATAMIENTO

Por lo general, los daños locales no son graves y sólo ocasionalmente se produce edema. A nivel local, todo cuanto se requiere son ultrasonidos (cuya mejor aplicación es en el área que se estira). El programa de ejercicio es la parte más importante del tratamiento y hay que comprometerse con la corrección técnica. En esta patología, la planificación del régimen de ejercicio y la corrección técnica deben ir estrechamente unidas. A una le puede seguir más adelante la otra, pero deben proceder en paralelo desde el inicio del tratamiento (a diferencia de muchas otras patologías en las que la corrección técnica se inicia hacia el final del programa de tratamiento).

3.48. Compresión de la cadera

Esta afección provoca un dolor profundo en la ingle causado por la flexión -restringida- y por la rotación medial. Es un dolor habitual en los adultos jóvenes activos, sobre todo en los bailarines que refieren dolor y engatillamiento en la cara anterior de la cadera *en avant* y en la segunda posición en el aire.

Durante la flexión de la articulación coxofemoral, la cabeza del fémur debe girar posteriormente en su acetábulo. En extensión, la cabeza el fémur gira hacia delante. En la posición neutra, la cabeza del fémur apunta un poco anteriormente. En rotación externa se desplaza hacia delante incluso más hacia la cara anterior de la articulación y su cápsula. Con la repetición de movimientos en la danza en apertura, o lateralmente o hacia atrás, los músculos profundos activos en las aperturas se vuelven tirantes y se acortan junto con la cápsula articular posterior. La cara anterior de la articulación, su cápsula anterior y los músculos anteriores de la cadera se estiran. La inclinación posterior de la pelvis exacerba el problema. Trabajar con la pelvis en inclinación posterior (extensión) en apertura estira y desestabiliza más aún la articulación. Agrava la situación el que los bailarines caminen a menudo con las extremidades *en dehors*, y rotación externa por lo que la articulación coxofemoral no tiene descanso. (Barbara Fewster, bailarina principal de la Royal Ballet School, lo considera un 'signo de su oficio' y lo desaconseja.) Los bailarines con frecuencia estiran los músculos flexores de la cadera, y cualquier molestia en la ingle provoca que crean que tienen que estirar todavía más. Este desequilibrio en la articulación coxofemoral inhibe la rotación nor-

mal en la articulación, y lentamente los problemas se vuelven evidentes. La cabeza del fémur se mantiene adelante en el acetábulo y los movimientos se restringen con un engatillamiento evidente en ciertas posiciones. Como los bailarines se esfuerzan por evitar estas molestias y compensarlas al bailar, el problema se pasa por alto a menudo. Se suelen quejar de la cadera y no buscan ayuda hasta que los patrones de movimientos se asientan y ya es difícil solventarlos.

Al estudiar la patología de la articulación coxofemoral es importante tener en cuenta los movimientos de la cabeza del fémur en el acetábulo. En flexión, la cabeza del fémur gira sobre un eje coronal, pero también se desliza posteriormente en su cavidad. En extensión se desliza anteriormente. En la posición neutra, la cabeza del fémur apunta ligeramente en sentido anterior. En rotación externa se mueve hacia delante incluso más hacia la cara anterior de la articulación y su cápsula. En abducción de la cadera, la cabeza del fémur se desliza hacia abajo y adentro en el acetábulo.

★ Cuando la cabeza rota externamente por completo, el cuello del fémur se comprime contra el borde posterior del acetábulo. Si se hacen esfuerzos por forzar más la apertura, se apreciará una tendencia a una ligera acción de palanca que saca la cabeza del fémur anteriormente del acetábulo. Esto puede ocurrir sobre todo en personas con laxitud en los ligamentos y la cápsula (por ejemplo, con cierto grado de hiper movilidad). La laxitud es habitual (incluso inevitable durante la selección) en los bailarines incluso en ausencia de hiper movilidad real. Esta elevación recurrente de la cabeza del fémur, aunque no sea una subluxación real, es probable que cause ciertos daños a largo plazo en el rodete acetabular y en las inserciones de la cápsula, así como la formación de osteófitos/espulones.

3.49. Distensiones y roturas de los músculos isquiotibiales

Tales patologías pueden variar desde distensiones leves hasta grandes desgarros a cualquier nivel. Como en los músculos aductores, se pueden producir daños en el origen que arranquen la inserción ósea y a veces se desprende un fragmento óseo. Si el dolor a la palpación se localiza en la región superior de los isquiotibiales, entonces se hará una radiografía para mostrar si ha habido arrancamiento de algún fragmento óseo. Las complicaciones potenciales de un arrancamiento óseo se han descrito ya cuando sucede lo mismo en los músculos aductores.

CAUSAS

La lesión suele ocurrir durante un estiramiento indebido, sobre todo cuando el bailarín no ha calentado. Con frecuencia es una técnica errónea la que causa los daños, en especial cuando el peso se echa atrás y el bailarín se asienta sobre la cadera mientras la pierna que trabaja está en alto, como en un *grand battement*, un *arabesque pen-*



ché, o incluso con la pierna elevada en segunda posición. En estas circunstancias se tiende a lesionar la porción superior de los isquiotibiales. Esto suele ocurrir porque, cuando el bailarín se sienta sobre la cadera con el peso echado hacia atrás, todos los otros grupos musculares en torno a la cadera no trabajan correctamente, de modo que la porción superior de los isquiotibiales queda desprotegida. Sumado a esto, cuando el peso se echa atrás, los isquiotibiales no se activan correctamente y, por tanto, no están en situación de tolerar bien el estiramiento. La rotación externa excesiva provoca que el isquiotibial lateral trabaje en exceso y que los isquiotibiales mediales se infrautilicen, por lo que no están preparados para un estiramiento repentino. El bailarín tiene una sensación errónea de que el cuerpo ya está caliente cuando lleva pantalones plásticos u otra prenda impermeable. Estas prendas hacen que la piel sienta un calor engañoso que habitualmente no se refleja en un aumento del riego sanguíneo a nivel profundo. Por tanto, trabajar con prendas plásticas, sobre todo si se van a practicar estiramientos, puede tener funestos resultados. Además, estas prendas causan un aumento acusado de la sudoración, que no se evapora por culpa del plástico. Cuando se quita la prenda para entrar en clase o actuar, el aumento repentino de la evaporación provoca una acusada caída local de la temperatura y este frío vuelve a los músculos más propensos a las lesiones.

TRATAMIENTO

A nivel local se debe aplicar hielo si se aprecia edema o evidencia de hemorragia. Se puede recurrir a electroterapia para reducir el edema y el dolor. Una vez remiten el dolor y el edema, comenzará un programa de ejercicios que debe implicar los grupos musculares aliados, como los aductores, los glúteos y el cuádriceps, así como asegurarse de que los isquiotibiales funcionan correctamente. Los estiramientos deben ser suaves en principio y seguirse de forma similar a los descritos para los músculos aductores. El tratamiento de lesiones en la porción superior de los isquiotibiales puede ser difícil y prolongado. Se requiere mucha ayuda técnica si la lesión es crónica, recurrente o de larga duración.

Complicaciones

La tendinopatía de los isquiotibiales se produce cuando se lesiona este tendón en el isquion, no se cura y duele de forma crónica. El seguimiento de las reglas generales del tratamiento conservador de una tendinosis en los isquiotibiales consiste en un régimen de ejercicios excéntricos cuya carga aumenta gradualmente. Esta afección es más habitual en bailarines experimentados.

3.50. Cadera en resorte

CAUSAS

Este síntoma, como en otras articulaciones, suele no tener importancia y ser inocuo. El chasquido en la cara an-

terior de la cadera es causado por el tendón del psoas a su paso sobre la articulación coxofemoral. El chasquido en la cara lateral de la cadera es causado por la banda tirante de la fascia lata que se desliza hacia atrás y adelante sobre el trocánter mayor. El mayor problema se produce cuando el bailarín, por lo general un estudiante, reproduce repetidamente el chasquido con deliberación, lo cual irrita los tejidos implicados y causa edema local. El problema remite rápidamente cuando se evitan en lo posible los movimientos que causan el chasquido, momento en que el edema local a nivel profundo (no visible) desaparecerá rápidamente. La tirantez y retracción de la fascia lata requiere masajes y estiramientos.

3.51. Enfermedad de Perthes y desprendimiento de la epífisis superior del fémur

Ambas patologías aparecen aquí porque el profesor de danza puede ser la primera persona que nupare en una cojera en un estudiante o reconozca los síntomas de dolor en la cadera o la rodilla. No se asocian particularmente con la danza o las actividades deportivas. Esta rareza se subraya por el hecho de que en treinta y cinco años en el Royal Ballet y en otras escuelas de ballet, JH nunca vio estas patologías en ningún estudiante.

La enfermedad de Perthes se suele presentar entre los cinco y diez años de edad. Se reparará en una cojera pero no se suele asociar con dolor. Si persiste varios días, el niño deberá ser derivado a su médico de cabecera. En esta afección, la cabeza del fémur se reblandece debido a la pérdida de parte de su riego sanguíneo, y a largo plazo, si no se trata, puede terminar deformado. Es infrecuente, afecta a uno de cada 10.000 niños y es cuatro veces más habitual en los chicos. La causa de la interferencia con el riego sanguíneo es desconocida. El diagnóstico se establece con radiografías.

El desprendimiento de la epífisis superior del fémur ocurre entre el 30% y el 60% de los 100.000 niños en el grupo de edades de entre diez y diecisiete años con un pico a los trece en los chicos y a los once y medio en las chicas. Es tres veces más habitual en las chicas. Su causa puede ser un traumatismo menor o tal vez tenga una base hormonal. El síntoma de presentación es dolor, más habitual en la rodilla que en la cadera (dolor referido). Se *debe* examinar la cadera de los niños con dolor de rodilla pues no hacerlo es una negligencia clínica. Los movimientos pueden quedar ligeramente limitados y ser dolorosos. La patología es una urgencia traumatológica y requiere derivación urgente. El diagnóstico es radiológico. En los casos detectados en su inicio, las placas pueden no mostrar un deslizamiento evidente, aunque haya otros signos radiológicos, por lo que esta patología no se debe pasar por alto. Los buenos resultados dependen de un diagnóstico y tratamiento precoces.



3.52. Bursitis trocantérea

CAUSAS

Esta patología suele estar causada por una tracción excesiva de los músculos glúteos durante el *en dehors*, sobre todo si al mismo tiempo los bailarines también inclinan posteriormente la pelvis; en este caso, el músculo tensor de la fascia lata y la fascia lata en sí aumentarán la presión sobre la porción distal del tendón glúteo y su inserción. A veces se asocia con una cadera en resorte cuando el tendón de la fascia lata roza y chasquea recurrentemente con el trocánter mayor.

TRATAMIENTO

El tratamiento local consiste en ultrasonidos y terapia interferencial. Por lo general, el bailarín se beneficia con 48 horas de reposo y una vuelta gradual, amén de cualquier corrección técnica que sea necesaria.

Complicaciones

La bursitis se puede volver muy dolorosa si no se trata y sobre todo si no se detecta ni elimina el problema técnico subyacente. Si se ha detectado tirantez en la fascia lata, se acompañará habitualmente de cierta debilidad en los músculos aductores y cuádriceps, que precisarán atención especial para desarrollarlos.

3.53. Dolor en la zona glútea

CAUSAS

El dolor en los glúteos puede ser producido por irritación de la raíz del nervio ciático, en cuyo caso el dolor puede irradiar por el muslo o la pierna, o tal vez se localice sólo en las nalgas, causando espasmos musculares en ese lado. En los glúteos, el dolor puede ser causado por tensión en los pequeños músculos rotadores de la cadera, aunque incluso en esas circunstancias se puede irritar el nervio ciático que pasa junto a estos músculos, sobre todo el músculo piriforme. Puede provocar cierta irradiación del dolor al muslo. El cuadro se puede confundir al determinar si el origen primario del dolor se halla en la nalga o si es un dolor referido del nervio ciático debido a la presión de las raíces nerviosas en la columna lumbar. Puede ser una hernia de disco o la inflamación de una articulación cigapofisaria, lo cual causa dolor de nalgas con sensibilidad dolorosa muy localizada debido a espasmos musculares secundarios. Los bailarines de ballet clásico a menudo se acostumbran a la tirantez de los músculos glúteos por sobreentrenamiento: el glúteo medio y los rotadores externos profundos. Los fallos en la técnica suelen causar dolor de nalgas, sea por un uso indebido de la región lumbar o por incapacidad para mantener adecuadamente el *en dehors*.

TRATAMIENTO

Es importante determinar la causa antes de empezar el tratamiento, de modo que se trate la causa en sí y no sólo su efecto. Si el dolor se debe a la tensión en los pequeños músculos rotadores, es decir, si la causa es genuinamente local, el tratamiento local se encaminará a la eliminación de los espasmos musculares.

Los bailarines de ballet clásico deben incorporar un régimen de estiramientos para los músculos rotadores profundos y para los tejidos profundos usando una pelota de pinchos. Se deben usar posturas en rotación interna para contrarrestar las constantes aperturas de la coreografía.

De nuevo hay que examinar la postura y la estabilización de la pelvis. Se requiere trabajar dentro de los límites de la rotación externa de la cadera antes de conseguir el equilibrio muscular.

3.54. Distensiones sacroilíacas

Debido a las fuerzas rotatorias que experimenta la pelvis en la danza con las piernas en alto, las articulaciones sacroilíacas son localización de distensiones, sobre todo en los bailarines más flexibles. Aunque la movilidad de la articulación sacroilíaca es mínima, se cree que el dolor surge del estiramiento de los ligamentos que rodean la articulación. El dolor se suele localizar por debajo de L5 y es unilateral. El ilion puede girar anterior y posteriormente sobre el sacro (sólo 2,5°) y trasladarse arriba y abajo (0,7 mm). En una pelvis normal, las espinas ilíacas anterosuperiores son simétricas, al igual que las espinas ilíacas posterosuperiores. La sínfisis del pubis también es simétrica. Cualquier asimetría con dolor sobre la articulación sacroilíaca revelará una disfunción.

Un escenario habitual en los bailarines es la tirantez de los músculos psoas y recto femoral, que causa una rotación anterior unilateral del ilion, lo cual provoca dolor en la articulación sacroilíaca. Los bailarines pueden referir engatillamiento en la cara anterior de la cadera y dolor de espalda.

El músculo piriforme es el único que pasa por encima de la articulación sacroilíaca. Cuando se tensa demasiado en un bailarín de ballet, ejerce una tensión debilitante sobre la articulación.

Una caída sobre el isquion puede causar dislocación del ilion sobre el sacro y necesitar manipulación para su resolución.

TRATAMIENTO

Las técnicas para los tejidos blandos, la manipulación y las técnicas de energía muscular se usan para tratar con éxito esta área.

Los ejercicios de estabilización para los músculos transversos del abdomen y multifidos deben ser parte integral de la recuperación.



Complicaciones

El dolor sobre la articulación sacroilíaca puede ser referido de la columna lumbar. Una distensión de una articulación cigapofisaria, una fractura por sobrecarga en desarrollo o una lesión de un disco lumbar pueden causar dolor referido a esta área.

3.55. Distensión de los músculos insertos en la cresta ilíaca

Esta patología produce sensibilidad dolorosa local y no hay dificultad real para establecer el diagnóstico. El músculo cuadrado lumbar es uno de ellos. Genera flexión y extensión lateral de la columna lumbar y actúa de músculo intrínseco en la ejecución de *arabesque*. A veces se documenta dolor, dolor a la palpación y magullamiento a lo largo de la cresta ilíaca cuando se inicia el trabajo doble. Cuando sostiene y dirige a la bailarina, el bailarín mantiene la pelvis sobre las crestas ilíacas, aunque, cuando no tiene fuerza suficiente, tiende a agarrarla con fuerza inadecuada.

3.56. Lesión en los ligamentos interespinosos

Estos ligamentos se localizan entre las apófisis espinosas en la porción posterior de cada una de las vértebras.

CAUSAS

La hiperflexión puede causar un esguince en un ligamento interespinoso e incluso producir su desgarramiento si el movimiento es muy forzado. La hiperextensión puede causar una compresión de las apófisis espinosas con aplastamiento del ligamento interespinoso. Esto es especialmente probable en los bailarines que no levantan correctamente las piernas y el tronco antes de iniciar la extensión de la espalda y como resultado causan hiperextensión localizada en algún nivel (fig. 3.35). A veces un movimiento termina con una posteroflexión rápida sin tiempo para elevar la pierna. La debilidad de los músculos de la espalda puede impedir el control de la flexión, sobre todo cuando el movimiento es rápido, y si se practica repetidamente, puede provocar un esguince del ligamento interespinoso.

TRATAMIENTO

A nivel local, el empleo de ultrasonidos es más eficaz cuando se aplica con la columna ligeramente flexionada para abrir el área interespinosa. Lo mejor es aplicarlos con el paciente hecho un ovillo en decúbito lateral. La patología a menudo cura con lentitud debido al escaso riego sanguíneo del ligamento. Se debe dedicar un tiempo considerable a fortalecer los músculos del tronco con el fin de controlar correctamente los movimientos y evitar la flexión y extensión en sólo uno o dos niveles.

La llamada artrosis interespinosa lumbar es una compresión de las apófisis espinosas en algún nivel. Causa el aplastamiento del ligamento interespinoso como se mencionó antes, con dolor y sensibilidad localizados a la palpación. Se evitará la cirugía para extirpar el ligamento y porciones de las apófisis espinosas adyacentes.

3.57. Distensiones de las articulaciones cigapofisarias

Estas articulaciones son pequeñas articulaciones sinoviales situadas en el complejo óseo posterior de cada vértebra, y como otras articulaciones parecidas en otras partes del cuerpo, pueden sufrir esguinces y distensiones. La lesión se produce con movimientos descontrolados, sobre todo cuando éstas se vuelven asimétricas. Puede haber roturas y arrancamientos capsulares. Se producen sobre todo durante saltos.

DIAGNOSTICO

El dolor a la palpación a nivel profundo en un lado de una vértebra lumbar, o a ambos lados si la patología es bilateral, y el dolor durante la hiperextensión con inclinación hacia un lado, así como hacia atrás, sugieren un problema en las articulaciones cigapofisarias. De forma similar, el dolor se puede manifestar durante la flexión si también se combina con inclinación hacia uno u otro lado. Esto tiende a estirar la sinovia y la cápsula de la articulación cigapofisaria. Es importante descartar una fractura por sobrecarga porque los signos y síntomas son parecidos.



3.35. Acodamiento de la región lumbar durante la posteroflexión (extensión) de la espalda. La razón es que la bailarina no distiende las piernas y el tronco (es decir, no siente la elongación de ambas áreas) antes de empezar a flexionar la espalda hacia atrás. La fotografía también muestra rigidez en un segmento inferior de la columna lumbar.



TRATAMIENTO

Es necesario tratamiento local para aliviar el dolor y los espasmos musculares, que se debe acompañar de un período sin bailar. A medida que el dolor inicial disminuya, podrá comenzar un programa de ejercicio que se debe encaminar al fortalecimiento de los músculos del tronco, a la corrección de cualquier ejercicio asimétrico y, también muy importante, a reforzar el control de las aperturas, sobre todo cuando el bailarín está en el aire. En tales circunstancias, la apertura sólo se puede mantener si los músculos trabajan correctamente. Los bailarines que dependan de la fricción de los pies contra el suelo para mantener el *en dehors* son especialmente propensos a este tipo de lesión, así como a muchas otras lesiones a otros niveles.

Si la patología cursa desde hace tiempo, en ocasiones es necesario inyectar un esteroide en la articulación cigapofisaria. Sin embargo, sólo debería ser necesario ocasionalmente porque no todos los pacientes se curan con el tratamiento conservador normal. Si se va a recurrir a una inyección, lo ideal es que se controle con una tomografía para visualizar la localización exacta del punto donde se introducirá la aguja antes de inyectar el esteroide.

Complicaciones

Una articulación cigapofisaria inflamada por una lesión puede generar un dolor referido de tipo ciático, dado que las raíces del nervio ciático discurren muy cerca de las articulaciones cigapofisarias. Esta patología puede imitar en cierto grado una lesión en un disco lumbar y resulta difícil diferenciarlas. El dolor en la articulación cigapofisaria es provocado por la extensión de la espalda mientras que en las lesiones discuales el dolor se manifiesta más en la flexión. Una RM puede aclarar el diagnóstico.

3.58. Hernias de discos lumbares

Los daños en los discos lumbares en forma de hernias, desecación y estenosis o protrusión son habituales en los bailarines profesionales. No sorprende con los movimientos de columna y los levantamientos que se exigen a los hombres en la danza. El tercio externo de la porción posterior del anillo fibroso de las vértebras cuenta con inervación y es muy vulnerable a una combinación de rotación axial y anteroflexión. Una rotura del anillo provoca una respuesta inflamatoria con amplios espasmos musculares. Las lesiones repetidas por torsión del anillo fibroso pueden causar fisuras radiales y terminar con la salida de sustancia nuclear a través de esas áreas debilitadas: la hernia de disco. En los estadios agudos, sobre todo cuando hay afectación de las raíces del nervio ciático, el tratamiento es un problema habitual de fisioterapia. No obstante, una vez que el bailarín pasa a la fase de recuperación, se presta considerable atención a estabilizar los músculos del tronco, glúteos y de las extremidades inferiores, con énfasis particular en la corrección de cualquier fallo técnico y en los levantamientos. Con el fin de evitar la cirugía, puede ser muy útil una inyección epidural de esteroides.

La atención a las posturas y la estabilización durante los años de estudiante se encamina a prevenir tales problemas más adelante durante la carrera artística.

3.59. Fracturas por sobrecarga de las vértebras lumbares

Se producen en la *pars interarticularis*, sobre todo a nivel de L4 y L5. Aunque la fractura pueda ser unilateral, son más frecuentes las bilaterales, afectando ambas par-



3.36. Fractura por sobrecarga (flecha) en la *pars interarticularis* de la V vértebra lumbar.



3.37. Radiografía de una espondilolistesis. La IV vértebra lumbar se ha desplazado hacia delante sobre el cuerpo de la V vértebra lumbar. La flecha señala la alineación defectuosa de los bordes posteriores de los dos cuerpos vertebrales. En este caso hay un desplazamiento anterior de casi 1 cm. Las dos flechas muestran el defecto en el hueso que se inició como una fractura por sobrecarga (ver fig. 3.36).



tes interarticulares de este nivel concreto (fig. 3.36). La patología puede ocurrir a cualquier edad, desde los primeros años de estudiante hasta la madurez. Si la fractura por sobrecarga no se detecta pronto, se puede ensanchar gradualmente y separarse, de modo que el cuerpo de la vértebra y toda la columna por encima de ese nivel se desplacen lentamente hacia delante, dejando atrás la porción posterior del anillo óseo junto con la apófisis espinosa y la articulación cigapofisaria inferior. Una vez se ha iniciado este proceso, no hay posibilidad de que la fractura se consolide. Esta afección con desplazamiento anterior se conoce como espondilolistesis (fig. 3.37).

CAUSAS

La causa en sí más importante de las fracturas por sobrecarga es la falta de estabilización y activación de los músculos abdominales profundos. Los dos factores desencadenantes más importantes son una postura lordótica para generar más rotación externa (aperturas) en las caderas y la rotación externa excesiva (Secciones 5.6 y 5.7).

Estos errores en concreto causan un movimiento excesivo (flexión, extensión, lateroflexión y rotación) en un solo nivel en vez de que el movimiento se distribuya homogéneamente por toda la columna lumbar. La mayor tensión se localiza en el punto donde la columna lumbar se inserta en la pelvis en la unión lumbosacra L5/S1 o en L4/L5.

DIAGNOSTICO

Clínicamente el bailarín presentará lumbalgia asociada con espasmos musculares, y dolor a la palpación a los lados de la vértebra afecta, hacia un centímetro o dos de la línea media. Estos signos sugieren presencia de tensión a ese nivel, o el siguiente estadio de deterioro cuando hay una fractura por sobrecarga de verdad. El diagnóstico precoz es muy importante. Hay que sospechar la presencia de una fractura cuando el tratamiento local y los ejercicios para el tronco no anulan rápidamente los espasmos musculares. El diagnóstico se confirma con radiografías oblicuas de la columna lumbar, si bien los cambios radiológicos no suelen ser evidentes hasta uno o dos meses después, o incluso más, desde el inicio de los síntomas. De ahí que, si se sospecha una fractura y las radiografías parecen normales, se ordenará una gammagrafía ósea. Ésta mostrará un 'punto caliente' en la localización de la fractura los primeros días de su desarrollo. Si fuera necesario, debido a la persistencia de los síntomas, no debería haber duda en repetir la gammagrafía unas semanas más tarde. Podrían ser necesarias una tomografía o una RM.

TRATAMIENTO

El paciente con una fractura por sobrecarga requiere reposo inmediato para que remitan los síntomas peores. Se inicia un programa de ejercicio para activar los músculos estabilizadores profundos del tronco en forma de un programa individual de ejercicios de suelo suaves que deberá practicar el bailarín. La complementación con ejercicios

de Pilates añade variedad, y la monitorización del estudiante es recomendable al iniciarse la rehabilitación. El bailarín debe asumir que las fracturas no se consolidan si se mueven y se evitará 'poner a prueba' la espalda en un *arabesque* para ver si sigue doliendo. El uso de soporte para la espalda durante el primer mes sirve para que el paciente gane confianza, y pasados de seis a ocho meses, el bailarín puede comenzar en la barra con movimientos bajos de piernas para concentrarse en la ubicación de la pelvis y el tronco.

Al iniciar el trabajo en clase, aunque la espalda esté protegida por un soporte temporal, las piernas se deben mantener bajas, el *port de bras* limitado, y los movimientos de flexión y extensión del tronco se limitarán a la columna dorsal. Cuando se descarte el corsé en las clases, todavía se deberá tener cuidado al hacer ejercicio y limitar el grado de flexión y extensión hasta que la fuerza aumente satisfactoriamente. Desde el momento en que comienza la clase, se debe vigilar con cuidado el *fallo técnico original que precipitó la lesión*. El desarrollo y la rehabilitación musculares llevarán al menos dos meses antes de que el bailarín pueda aumentar gradualmente el trabajo hasta volver a las clases normales.

Durante el período de cuatro meses en que se espera que se produzca la consolidación de la fractura por sobrecarga, seguirán los ejercicios para los músculos del tronco. Los ejercicios que recluten la cintura escapular y todos los músculos de las extremidades inferiores deberán formar parte del programa. Es esencial que durante este período el bailarín no haga nada que imponga un movimiento excesivo a la columna o la ponga bajo tensión. Incluso en sedestación y en reposo, la columna debe estar apoyada en una postura neutra. Las tensiones extremas en la columna propias de los saltos y aterrizajes en posiciones abiertas se reservan para las fases últimas de la rehabilitación.

El tratamiento sugerido antes es para casos ideales en que el paciente recibe fisioterapia o tratamiento médico diarios. Esto sucede sobre todo en las compañías de danza profesionales y en las escuelas profesionales. En otros casos en que sólo se puede hacer un seguimiento intermitente de la evolución del bailarín, se aplicará un corsé ortopédico durante cuatro meses. Durante ese período se animará al paciente a ejercitar todos los músculos de las extremidades. Cuando no sienta dolor con el corsé puesto, el bailarín podrá volver a realizar un trabajo limitado en la barra, manteniendo las piernas bajas. La rehabilitación, una vez retirado el corsé, procede entonces como se ha descrito anteriormente.

3.60. Dolor torácico

Se produce a distintos niveles desde la región torácica media hacia arriba. Con frecuencia el dolor es agudo y se manifiesta en la cintura, es decir, con dolor que irradia por la pared torácica, a veces hasta el esternón. Incluso más frecuente es que irradie al área de la escápula en la espalda.



CAUSAS

Por lo general surge al trabajar con tensión en la porción superior del tronco, en la cintura escapular o en el cuello, y a menudo se asocia con debilidad de los músculos, no sólo de esas áreas, sino también en la región lumbar de la espalda y en los grupos musculares que controlan las aperturas. Las dos últimas áreas, cuando son débiles, no sólo hacen que los bailarines se sientan inseguros mientras trabajan y aumenten la tensión, sino que también favorecen la rotación de uno u otro lado de la porción superior del tronco respecto a la porción inferior y la pelvis. En estos bailarines, el peso del hemitruco superior se sitúa incorrectamente. El dolor torácico también se puede asociar con hiperextensión de las rodillas. La columna dorsal debe adoptar naturalmente una suave curva convexa, si bien en el ballet clásico esta porción de la columna puede, en una posición errónea, extenderse distendiéndose por delante las costillas hacia arriba y afuera.

La cintura escapular es compleja y su situación correcta depende de la colocación de la columna dorsal, y viceversa.

En los chicos también se puede asociar con levantamientos incorrectos. La hipertrofia de la cintura escapular en los chicos mediante un entrenamiento insensato con pesas puede derivar en efectos parecidos debido a que la porción inferior del tronco es relativamente más débil y a menudo se descuida. La masa muscular de la porción superior del tronco vuelve más difícil mantener el equilibrio, y durante los saltos, se puede observar que el tronco de perfil se sitúa detrás de una línea imaginaria que atraviesa el centro de gravedad y desciende por el trocánter mayor.

TRATAMIENTO

El dolor dorsal agudo se suele aliviar con movilizaciones de Maitland, pero es vital recordar que este método para aliviar el dolor es sólo el inicio del tratamiento y no un fin en sí mismo. Una vez que se alivia el dolor, mediante movilizaciones, manipulación, masajes de los músculos espinales y/o mediante electroterapia, la causa tendrá que investigarse —habitualmente un fallo técnico— y se eliminará y luego se indicarán ejercicios necesarios de fortalecimiento a distintos niveles.

Tendrá que corregirse la postura de la columna, luego la colocación de la cintura escapular y el *port de bras*. Entre los fallos en la técnica, habitualmente pasados por alto, se encuentra la colocación incorrecta de los brazos. Los patrones respiratorios necesitarán ser comprobados y facilitarse los movimientos costales con expansión lateral.

3.61. Tortícolis agudo

Es una patología en la que, debido al dolor, la cabeza se inclina hacia un lado.

CAUSAS

Es muy habitual en la adolescencia y no se asocia necesariamente a la danza. En los bailarines, sean estudiantes

o profesionales, a menudo se precipita por la inestabilidad del tronco y por cierta tendencia a sentarse sobre una u otra cadera, dado que los bailarines jóvenes suelen exhibir el predominio de uno u otro lado (diestros o zurdos). Con el entrenamiento, este predominio se reduce al bailar, aunque a menudo permanece en mayor o menor medida. La mayoría de los bailarines nunca logra equilibrar por completo ambos lados. Casi todos muestran un lado preferido para trabajar.

Los bailarines a menudo se despiertan por la mañana con tortícolis por haber dormido en una postura extraña.

TRATAMIENTO

El consumo de antiinflamatorios puede ser útil. El tratamiento debe ser suave y a veces la movilización de la articulación problemática agudiza el dolor.

Los masajes son especialmente útiles para esta patología, y a menudo cierta tracción en el cuello ayuda a conseguir alivio inicial.

3.62. Problemas en hombros y brazos

La luxación o subluxación de hombro es relativamente habitual en los bailarines adolescentes con cierto grado de hiper movilidad. La historia de luxación anterior más habitual se suele deber a una rotación externa o una abducción forzada. La recidiva de las luxaciones puede derivar en inestabilidad en el hombro. Los daños en el rodete glenoideo son una complicación que se debe diagnosticar. Se propondrá una artroscopia para estudiar el problema, dado que las RM no siempre muestran el rodete con suficiente precisión.

Los chicos disfrutan del trabajo de resistencia en el gimnasio, pero también deben prestar atención al ritmo escapular y al control fino de la posición. Con tiempo y atención, los hombros se pueden estabilizar y fortalecer.

En los chicos se puede producir una tendinitis del supraspinoso o una bursitis subacromial después de practicar muchos levantamientos. Con frecuencia, una inyección local de esteroides alivia estas dos afecciones.

Lo importante para los bailarines es que, si fuera necesaria la reparación quirúrgica, entonces hay que emplear una técnica que no limite los movimientos del hombro. Para tal fin la mejor opción es la operación de transferencia de la apófisis coracoides (operación de Bristol o Bonnin), pues consigue una estabilidad completa sin limitación alguna de la rotación externa, como siempre ocurre con las técnicas de Putti-Platt o Bankart.

Otras lesiones de las extremidades superiores se producen tras una caída o un traumatismo similar y no son realmente lesiones de danza, sino lesiones que pueden sufrir los bailarines. El único punto importante es que durante el tratamiento (yeso, etc.) el bailarín puede haber diseñado o habérsele recetado un programa de ejercicio general para mantener el resto del cuerpo lo más en forma posible.

Ejercicios de fortalecimiento





En esta sección describimos diversos ejercicios que pueden practicar los bailarines o estudiantes (o cualquier otra persona) que deseen fortalecer distintas porciones del cuerpo. Las fotografías se deben estudiar junto con las leyendas antes de practicar ningún ejercicio. En algunos casos hay varios ejercicios que se gradúan según la dificultad y fuerza requerida, para así empezar por los más sencillos. Se deben practicar lentamente con el cuerpo o la extremidad en todo momento bajo control. Los distintos grupos de músculos que se ejercitan se deben mantener tensos durante el ejercicio, por ejemplo, en un ejercicio de levantamiento los músculos pueden trabajar tan duro durante la fase de descenso como durante la fase de elevación, con lo cual se aprovecha al máximo el tiempo invertido. Debe haber una relajación completa entre uno y otro ciclo de ejercicio, por ejemplo, tensión, elevación, sustentación, descenso, relajación y de nuevo repetición. Si se omite esta relajación, entonces el músculo puede sufrir calambres. Una buena costumbre es contar lentamente hasta cinco durante cada fase del ciclo: tensión (5), elevación (5), sustentación (5), descenso (5) y relajación (5).

Bailarines y estudiantes se beneficiarán de una selección de ejercicios que puedan incorporar al día a día. El fortalecimiento del cuerpo les ayudará a prevenir lesiones.

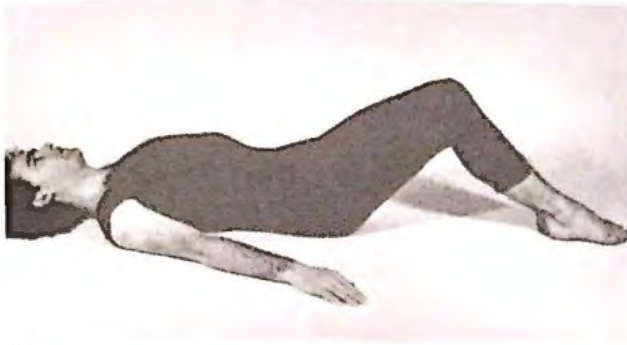
Estos ejercicios no están pensados para mejorar la capacidad cardiorrespiratoria, aunque tengan cierto efecto beneficioso. Para ello será preciso un programa de ejercicios distintos, por ejemplo, natación, ciclismo, etc. Los

ejercicios son específicos para un objetivo final. 'Practicar ejercicios' como éstos no mejora la condición física general ni tampoco la fuerza de todas las áreas. Un programa específico requiere un diseño para poder cumplir los requisitos individuales. Estos ejercicios están pensados sobre todo para complementar las clases (u otras formas de ejercicio) y no son una alternativa.

Hemos intentado seleccionar una variedad completa de ejercicios de fácil comprensión para el propósito o el método de rendimiento. Obviamente son sólo un número muy pequeño de posibles variaciones, pero pueden ser de ayuda para los bailarines que quieran ahorrarse el tiempo y el gasto de acudir a un fisioterapeuta para que se los enseñe. No obstante, si dudas si estás practicando correctamente los ejercicios, lo aconsejable será buscar ayuda de algún profesional competente. Si un ejercicio resulta demasiado fácil y no exige apenas esfuerzo, tal vez lo estés haciendo incorrectamente.

Recuerda:

1. Todos los ejercicios se deben practicar lentamente, bajo control y sin rebotes.
2. Intenta siempre tensar los músculos que se ejercitan un poquito más sobre todo durante la 'fase de sustentación'.
3. Repite el ejercicio con el otro lado del cuerpo o la otra extremidad. Un grupo muscular más débil puede necesitar más repeticiones que los del lado contralateral, pero no por ello te olvides del 'lado bueno'.



4.1



4.2



4.3



4.4

4.1 4.2 4.3 4.4

Ejercicio de abdominales para las fibras rectas del músculo recto del abdomen. Se practica mediante flexiones. Las rodillas se flexionan para evitar la lordosis en la columna lumbar. La cintura escapular no debe soportar la mayor parte del trabajo. Los músculos abdominales se contraen con la misma fuerza al elevar el torso y al bajarlo.



4.5



4.6



4.7

4.5 4.6 4.7

Ésta es la forma incorrecta de practicar un ejercicio de abdominales. Elevar las piernas extendidas genera hiperextensión lumbar (lordosis) y puede causar distensiones musculares en la región lumbar. Las fotografías muestran con claridad la acusada lordosis que se puede generar. En la figura 4.7 la mano bajo la columna lumbar muestra el enorme hueco abierto entre la columna vertebral y el suelo.



4.8



4.9

4.8 4.9

Ejercicio de abdominales que exigen más control de las fibras musculares rectas y más potencia de los músculos.



4.10

4.11

4.10 4.11

Ejercicio de abdominales para las fibras cruzadas (músculos oblicuos internos y externos del abdomen). La posición inicial básica es para las flexiones. La torsión del tronco comienza en cuanto se inicia el movimiento. Se alterna uno y otro lado, trabajando primero uno y luego el otro.



4.12



4.13



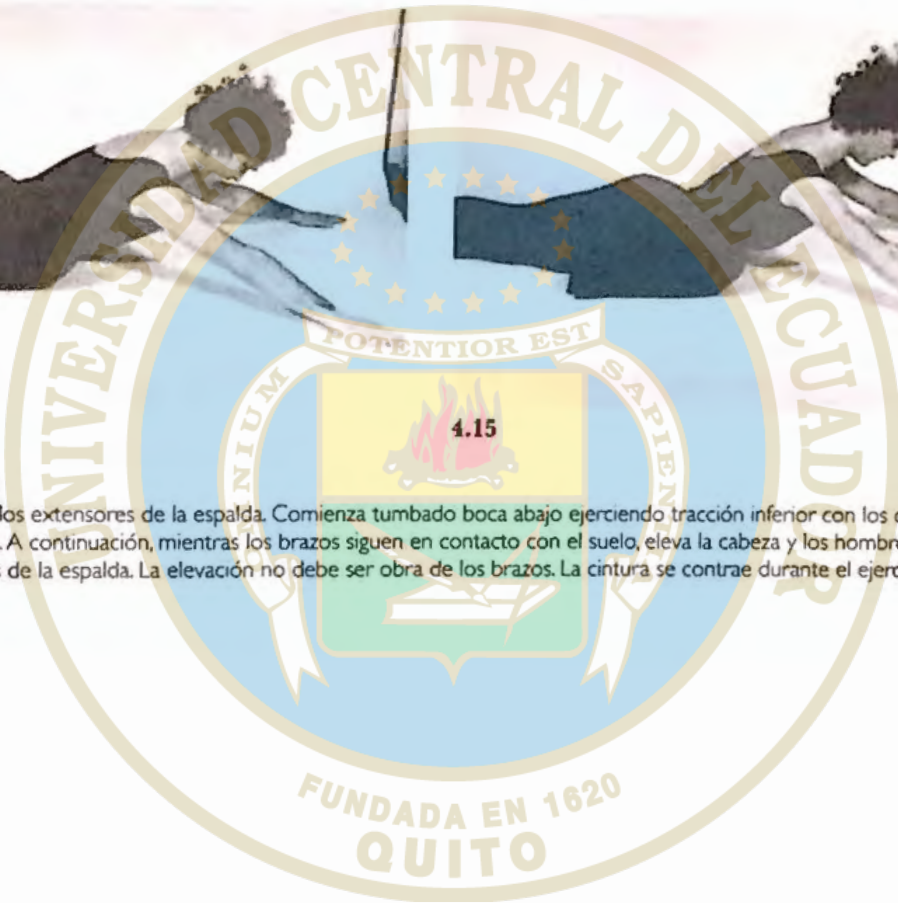
4.14



4.15

4.12 4.13 4.14 4.15

Ejercicio para los músculos extensores de la espalda. Comienza tumbado boca abajo ejerciendo tracción inferior con los omoplatos y mantén las nalgas firmes. A continuación, mientras los brazos siguen en contacto con el suelo, eleva la cabeza y los hombros contrayendo los músculos extensores de la espalda. La elevación no debe ser obra de los brazos. La cintura se contrae durante el ejercicio.





4.16



4.17

4.16 4.17 4.18

Ejercicio para los músculos extensores de la espalda. Ésta es una progresión respecto al ejercicio previo. Los omoplatos se mantienen hacia abajo para evitar poner el cuello en tensión. La cintura se contrae y las nalgas se mantienen firmes.



4.18



4.19

4.20



4.21



4.22

4.19 4.20 4.21 4.22

Ejercicio para los músculos extensores de la espalda: progresión respecto al ejercicio anterior. Se aplican las mismas reglas. El ejercicio requiere más potencia de los músculos.



4.23



4.24



4.25

4.23 4.24 4.25

Ejercicio para los músculos extensores de la espalda: ejercicio mucho más avanzado. Se aplican las mismas reglas. Repite el ejercicio usando los brazos en alternancia.



4.26



4.27



4.28

4.26 4.27 4.28

Ejercicio para los músculos extensores de la espalda con cierta rotación. Repite con el lado contralateral. Se aplican las mismas reglas que en los ejercicios previos. La figura 4.28 muestra el ejercicio de perfil.

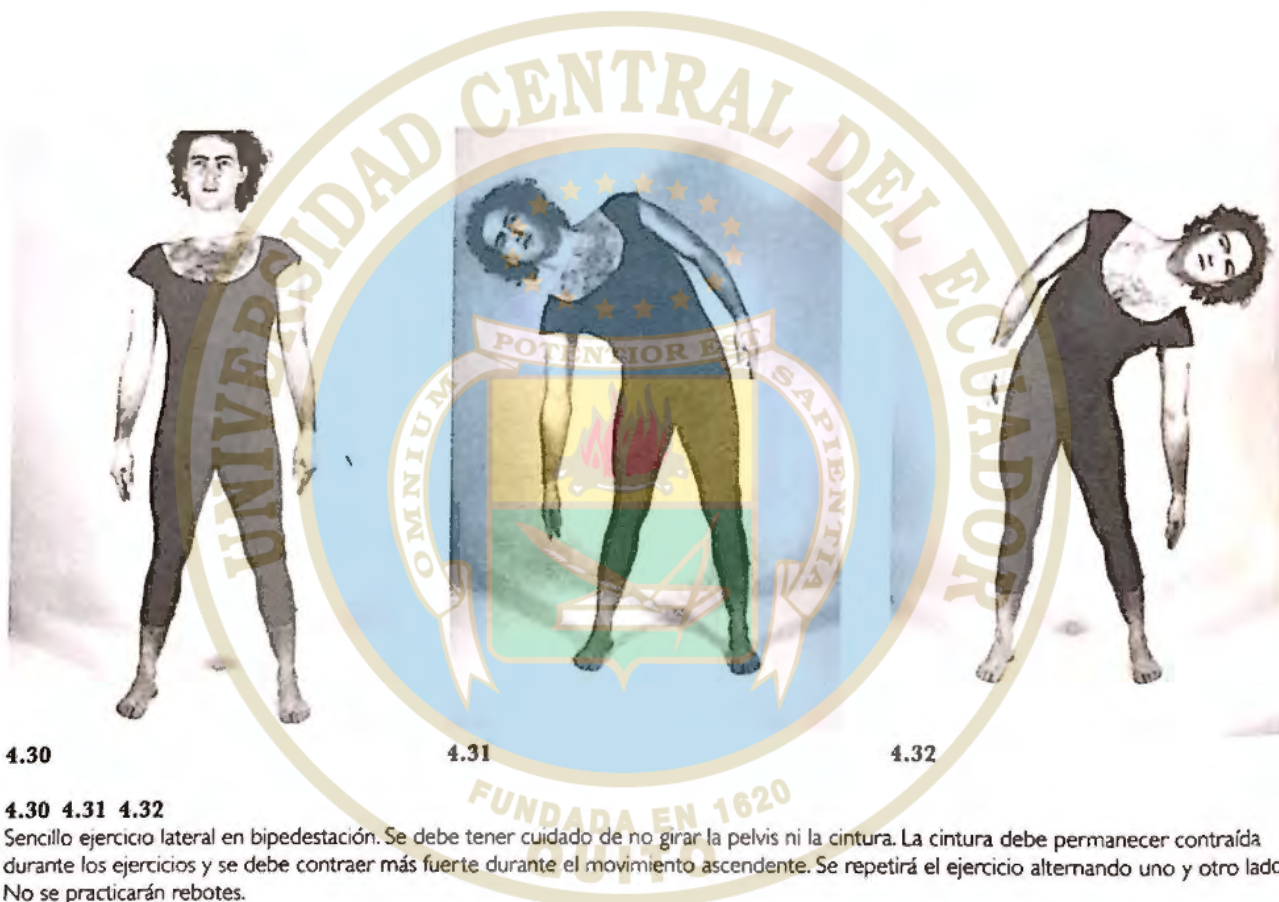


4.29

Ejercicio para los músculos extensores de la espalda con cierta rotación, opción más avanzada con los brazos en cruz. Repite con el lado contralateral. Se aplican las mismas reglas que antes. Hay muchos otros ejercicios para los músculos extensores de la espalda, pero éstos en concreto se han concebido para practicarse sin complementos.



4.29



4.30

4.31

4.32

4.30 4.31 4.32

Sencillo ejercicio lateral en bipedestación. Se debe tener cuidado de no girar la pelvis ni la cintura. La cintura debe permanecer contraída durante los ejercicios y se debe contraer más fuerte durante el movimiento ascendente. Se repetirá el ejercicio alternando uno y otro lado. No se practicarán rebotes.



4.33



4.34



4.35



4.36

4.33 4.34 4.35 4.36

Ejercicio para fortalecer los músculos laterales del tronco (flexores laterales). Empieza con el brazo derecho por encima de la cabeza y la cintura contraída. Flexiona el tronco hacia la izquierda. Lleva el brazo izquierdo arriba hasta quedar paralelo al brazo derecho. Incorporate lentamente con ambos brazos por encima de la cabeza. Baja el brazo derecho. Repite el ejercicio flexionando el tronco hacia el lado derecho. Mantén la cintura siempre contraída durante todo el ejercicio, contrayéndolo con más fuerza al incorporarte. Mantén también los omoplatos hacia abajo al incorporarte pues de lo contrario los hombros tenderán a elevarse.



4.37



4.38

4.37 4.38

Ejercicio para fortalecer los músculos laterales del tronco. Ésta es una progresión del ejercicio previo. El codo y antebrazo de la extremidad superior paralela al suelo sirven para mantener el equilibrio y no para apoyarse. La cintura debe estar contraída. Las piernas y el tronco se deben mantener alineados. Se repetirá el ejercicio por el otro lado ejecutando el mismo número de repeticiones.



4.39

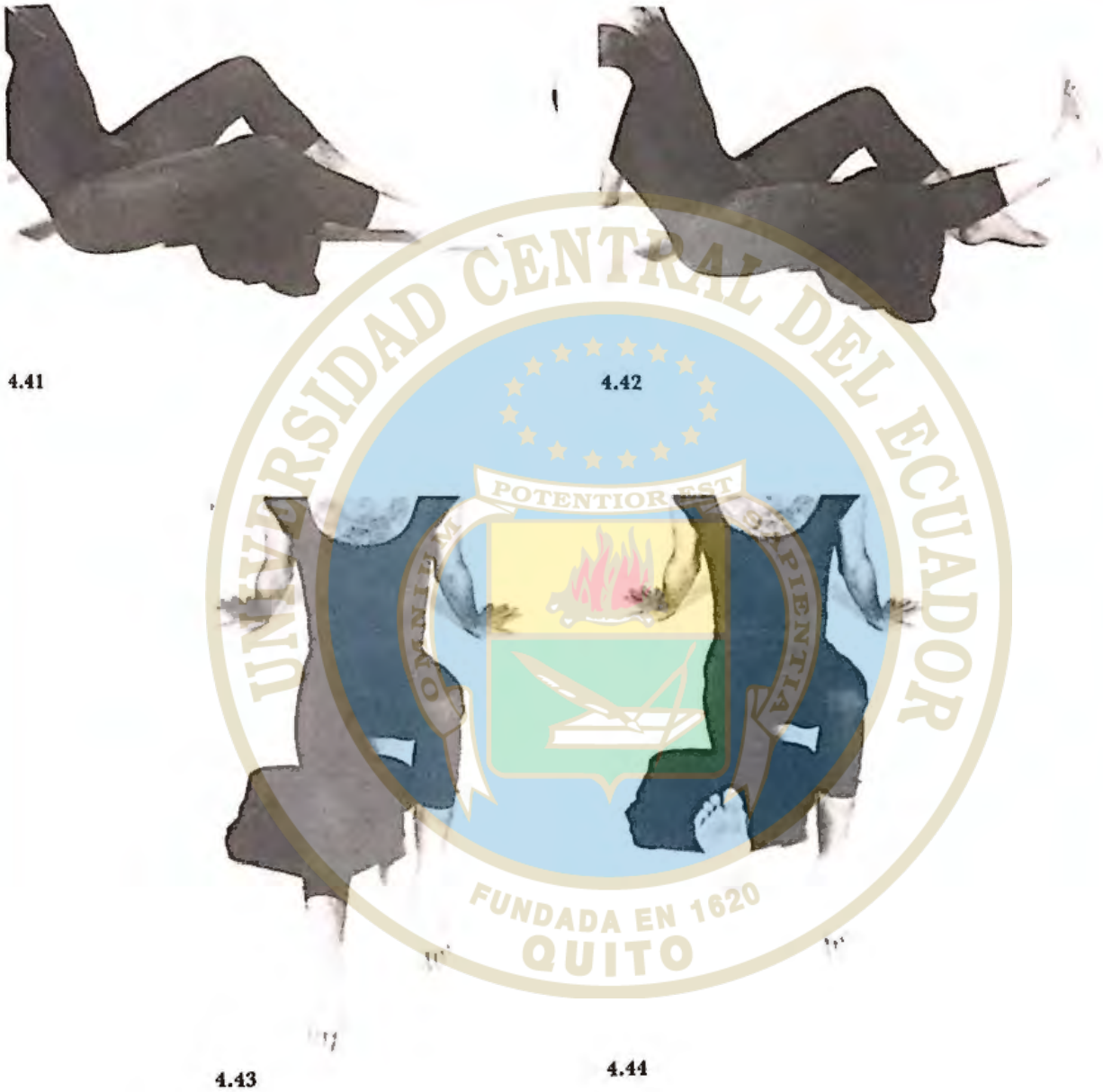
4.40

4.39 4.40

Ejercicio para fortalecer los músculos laterales del tronco. Ésta es una progresión adicional del ejercicio previo. Las piernas se deben mantener alineadas con el tronco y apretando la una contra la otra. Hay que percibir la sensación de que las piernas 'se elongan' es decir, se alejan distalmente del tronco para evitar el acortamiento de los músculos flexores laterales. Se mantendrá la cintura contraída (músculos abdominales) durante el ejercicio.

**4.41 4.42 4.43 4.44 4.45 4.46 4.47 4.48 4.49**

Ejercicios para el cuádriceps. Son el mismo ejercicio visto lateralmente y de frente, en dos bailarines distintos. La figura 4.49 muestra que el vasto medial se contrae firmemente. La cadera, la rótula y el centro del pie tienen que estar alineados. La pelvis se debe mantener con el peso repartido entre los dos glúteos. Durante la fase de relajación, la rodilla se debe flexionar ligeramente sobre un cojín. El tronco tiene que colocarse a cierta distancia de la pierna; de esta forma deja la cadera mucho más libre. Repetir el ejercicio con la otra pierna.





4.45



4.46



4.47



4.48



4.49



4.50



4.51



4.52



4.53

4.50 4.51 4.52 4.53

Ejercicio para fortalecer los músculos aductores del muslo. El muslo se flexiona por la cadera en ángulo recto (90°) para que la pierna ejercitada se mueva con libertad. El muslo se debe apoyar para mantener la pelvis nivelada con el suelo: no debe girar hacia delante ni hacia atrás. Este soporte puede ser una almohada doblada como en las figuras 4.50 y 4.51, o una banqueta como en las figuras 4.52 y 4.53, o incluso una cama baja. La cabeza se debe apoyar en el codo. La pierna ejercitada se debe mantener con la rótula apuntando hacia delante durante todo el ejercicio. No se debe tirar de la pierna con la cadera cuando se eleve; debemos percibir que la pierna se elonga. Se contraerán los músculos abdominales. Se repite el ejercicio con la otra pierna.



4.54



4.55

4.54 4.55

El mismo ejercicio visto desde arriba.



4.56



4.57



4.58



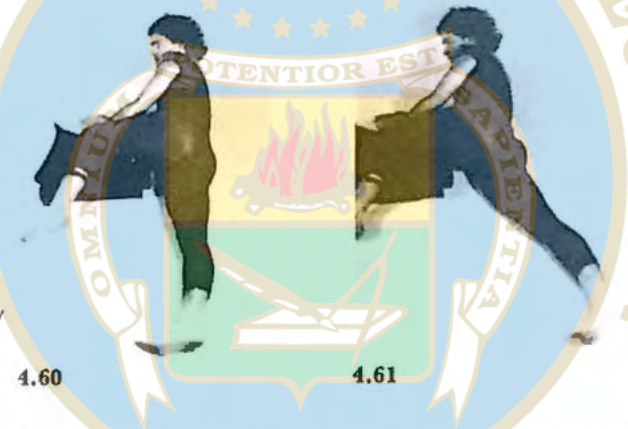
4.59

4.56 4.57 4.58 4.59

Ejercicio para los músculos aductores. Ejercicio un poco más difícil que los anteriores. La pierna se desplaza hacia delante y se eleva.

4.60 4.61 4.62

Ejercicio para los músculos aductores. Se parece al anterior pero la pierna se lleva hacia atrás y luego se eleva.



4.60



4.61



4.62

4.63 4.64 4.65 4.66 4.67 4.68 4.69 4.70 4.71 4.72 4.73 4.74 4.75 4.76 4.77 4.78 4.79

Ejercicio para los músculos glúteos (abductores). Este ejercicio se practica en decúbito lateral con la pierna inferior flexionada por la cadera y la rodilla. La espalda se mantiene recta. La pierna superior se debe mantener alineada con el tronco. La rótula debe mirar hacia delante. Se levanta la pierna estirándola hacia abajo, es decir, notando la sensación de que la pierna se elonga. Se practicará el ejercicio con lentitud. Se controlará la elevación y el descenso de la pierna.



4.63



4.64



4.65



4.66



4.67



4.68



4.69



4.70



4.71



4.72



4.73



4.74



4.75



4.76



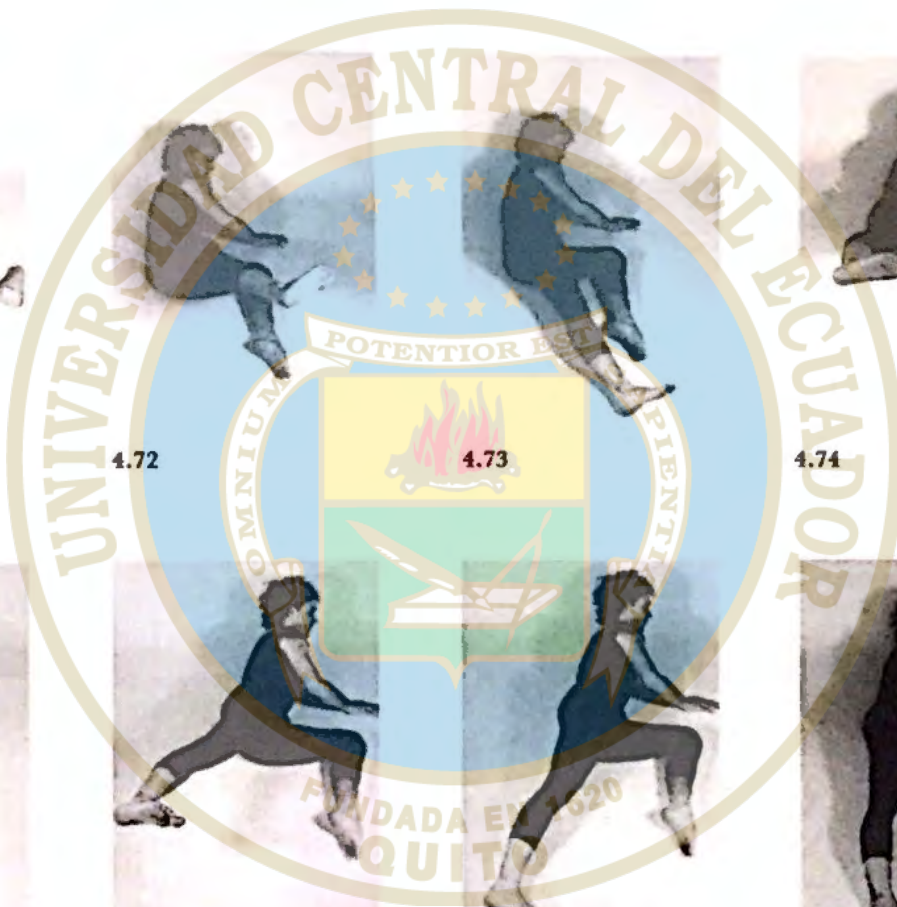
4.77



4.78



4.79





4.80



4.81



4.82

4.80 4.81 4.82

Ejercicio para los músculos extensores de la cadera (glúteo mayor). Piernas extendidas. La pierna debe estar alineada con el tronco. La pelvis no debe girar ni moverse. Es un movimiento aislado de la pierna. El cojín mantiene la columna lumbar lo más plana posible. Se practica alternando una y otra pierna.



4.83



4.84



4.85

4.83 4.84 4.85 4.86

Ejercicio para los músculos extensores de la cadera. Progresión del ejercicio anterior. Piernas extendidas. Cuando se eleva la pierna, se desplaza lateralmente en abducción y luego se cruza sobre la otra pierna en aducción para luego volver al punto medio. La pelvis debe estar plana y no debe girar.



4.86



4.87



4.88



4.89

4.87 4.88 4.89

Ejercicios de isquiotibiales. Se empieza en decúbito prono. Las piernas se mantienen alineadas con el tronco. Se flexiona la rodilla sin rotación alguna del muslo. El talón se alinea con el centro de las nalgas del mismo lado.



4.90

4.91



4.92

4.90 4.91 4.92

Ejercicio de isquiotibiales. Vista de perfil. Los músculos glúteos (nalgas) se mantienen contraídos durante el ejercicio para evitar flexionar la cadera.



4.93



4.94



4.95



4.96

4.93 4.94 4.95 4.96

Ejercicio para los músculos peroneos. Se practica mejor con la rodilla extendida. Se practica el ejercicio primero con cierto grado de flexión plantar (pero no completa, es decir, no con el pie totalmente apuntado) y se repite con el pie y tobillo en ángulo recto.



4.97



4.98



4.99

4.97 4.98 4.99

Ejercicio para los músculos intrínsecos del pie. La figura 4.97 muestra el pie derecho del bailarín en acción. La figura muestra el pie izquierdo trabajando. La figura 4.99 muestra ambos pies trabajando.



4.100

4.100

Estiramiento de gemelos y del tendón de Aquiles. Se mantiene el pie plano en el suelo, el talón abajo y la rodilla extendida. Se aplica un ligero estiramiento.



Otros ejercicios para los músculos abdominales

Se trata de ejercicios de estabilización para el tronco. La columna vertebral y la pelvis se mantienen quietas y las extremidades inferiores se usan para ejercitar los músculos oblicuos del abdomen, el transverso del abdomen y los músculos de la espalda en su papel de estabilizadores.



4.101



4.102

4.101 4.102

La columna y la pelvis se mantienen en una postura neutra, los hombros se mantienen hacia abajo y la respiración procede de un movimiento lateral de las costillas, sin poner el cuello en tensión.



4.103

La pelvis muestra una evidente inclinación posterior.



4.104

Una vez establecida la posición inicial de la columna y la pelvis, la rodilla se abre lateralmente 45° y vuelve sin balancear la pelvis hacia el lado que trabaja. Se ejercitan los abdominales profundos y los músculos de la columna lumbar.



4.105



4.106

4.105 4.106

De la posición inicial, el muslo se eleva con la pelvis estabilizada. El pie vuelve al suelo sin mover el tronco.



4.107

Levantamiento de una pierna y luego la otra, manteniendo quietas la columna y la pelvis. Si se arquea la columna lumbar; habrá que dejarla plana en una postura neutra hasta adquirir suficiente control para mantenerla neutra.



4.108

Distintas combinaciones aumentan la dificultad para la columna.



4.109

Posición inicial con los brazos y las caderas en un ángulo de 90°. Los hombros se mantienen abajo por la acción del músculo dorsal ancho y se activan los músculos abdominales profundos.



4.110

La pierna derecha se extiende mientras se eleva el brazo derecho. Cuanto más baje la pierna extendida, más se pone a prueba la pelvis.



4.111



4.112



4.113

4.111 4.112 4.113

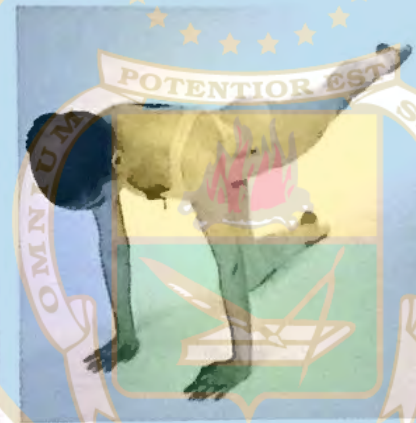
Se practican ejercicios similares en decúbito sobre un rodillo de espuma para aumentar la dificultad.

**4.114**

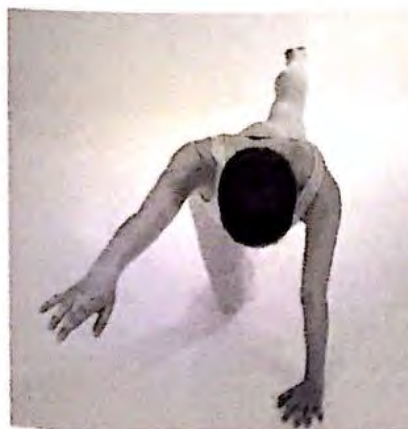
La posición inicial es en cuadrupedia con la columna y la pelvis en una posición neutra. Los hombros se mantienen abajo, con los omoplatos planos: esta posición pone a prueba la cintura escapular.

**4.115**

La rodilla izquierda se lleva hacia el pecho sin rotación posterior de la pelvis. Se procede en todo momento a la estabilización de los abdominales y la columna lumbar.

**4.116****4.117****4.118****4.116 4.117 4.118**

La rodilla izquierda practica un arabesque bajo en paralelo.

**4.119**

El brazo contralateral a la pierna se puede levantar sin cambiar la posición de la columna ni la pelvis. El hombro izquierdo que soporta el peso debe ser lo bastante fuerte como para estabilizar el tronco, y hay que tener un control absoluto antes de practicar este ejercicio.



4.120



4.121

4.120

Ejercicio de abdominales para el músculo recto del abdomen. La columna está plana contra el suelo y el músculo transverso del abdomen también se activa con la porción inferior del abdomen plana.

4.121

Mover el codo izquierdo hacia la rodilla derecha activa las fibras oblicuas.



4.122



4.123

4.122

Posición inicial: decúbito lateral sobre el costado derecho en una línea recta con las piernas paralelas.

4.123

Desplazar la mano izquierda hacia la rodilla ejerciendo presión con el brazo derecho activa los músculos oblicuos del lado izquierdo. El músculo dorsal ancho controla la cintura escapular.



4.124



4.125

4.124 4.125

Otro ejercicio para los músculos flexores laterales, esta vez elevando las dos extremidades inferiores.



4.126



4.127



4.128



4.129



4.130



4.131



4.132

4.126 4.127 4.128 4.129 4.130 4.131 4.132

Los músculos flexores laterales –los oblicuos del abdomen y los flexores de la columna– se ejercitan aquí. Contracción excéntrica por el lado contralateral al lado que se flexiona, y contracción concéntrica durante la elevación. El tronco se mantiene nivelado en todo momento activando los músculos abdominales inferiores.



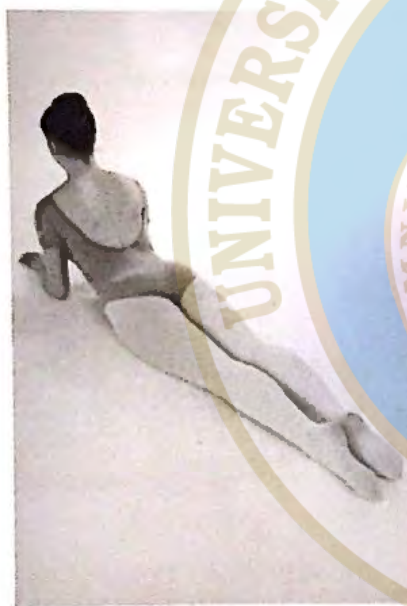
4.133

En cuadrupedia, la cintura escapular está bien estabilizada con los omoplatos planos, sin someterse a retracción ni a protracción.



4.134

Postura incorrecta. Se aprecia aquí escápula alada.



4.135

En esta posición los hombros se mantienen abajo y las escápulas planas contra la pared torácica.

En todas las posiciones no hay que olvidar los músculos abdominales profundos.



4.136

Al extender un brazo se activa la cintura escapular contralateral. Esta bailarina tiene problemas para mantener la cintura escapular nivelada y el control sobre los músculos estabilizadores del hombro derecho.



4.137

El brazo se mantiene en alto, exigiendo más extensión de la columna dorsal.

**4.138**

El ejercicio comienza con el bailarín erguido y con los hombros bajos. La cabeza gira 45° a la derecha. La columna se elonga y se flexiona hacia atrás por la columna dorsal. Los músculos extensores medios de la columna y el dorsal ancho se activan poderosamente, con lo cual este ejercicio se practica con mucho cuidado y pocas repeticiones.

**4.139**

Un brazo alzado aumenta la dificultad del ejercicio.

**4.140**

A continuación le sigue un estiramiento.

**4.141**

Estiramiento de la columna lumbar.



Ejercicios para los músculos extensores de la columna y el dorsal ancho



4.142

La posición inicial es en decúbito prono con la frente apoyada en el suelo y activados los músculos abdominales profundos.



4.143

Los hombros adoptan una postura activa propia del cuerpo erguido.



4.144

Los brazos se elevan activando el músculo dorsal ancho para mantener los hombros abajo.



4.145

La cabeza se eleva conservando la longitud de la nuca.



4.146

La columna dorsal se extiende activando los músculos abdominales inferiores.



Ejercicios para la estabilización de los hombros



4.147



4.148

4.147

La posición inicial es erguido con los codos junto a los costados y las palmas hacia arriba.

4.148

Las palmas de las manos se llevan a los lados (rotación externa por los hombros) y los músculos escapulares se pueden palpar junto con el dorsal ancho.



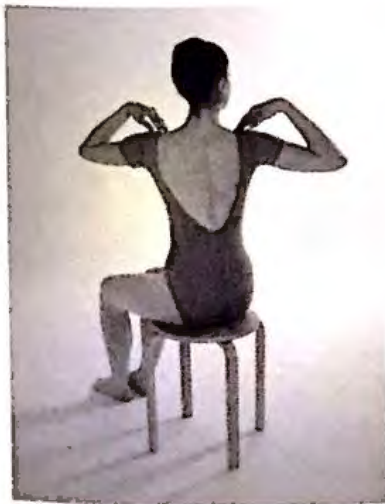
4.149



4.150

4.149 4.150

El mismo ejercicio usando la resistencia de una banda elástica.



4.151



4.152

4.151 4.152

La rotación de la columna dorsal (la columna lumbar y la pelvis se mantienen quietas) moviliza y relaja los músculos de la porción media de la columna.

Flexiones de tríceps: la piedra angular del bailarín masculino



4.153



4.154



4.155



4.156



4.157

4.153 4.154 4.155 4.156 4.157

Se empieza con las manos a nivel del pecho y el peso apoyado en los dedos del pie. Con los hombros en abducción y rotación interna, se incrementa la activación de los músculos pectorales.



4.158



4.159

4.158 4.159

Ejercicio para los músculos rotadores profundos de la cadera. Las caderas se flexionan con las rodillas en un ángulo de 90° y los pies alineados con la columna. La rodilla se abre suavemente sin contracción de los músculos glúteo mayor y tensor de la fascia lata. En su lugar, se activan los músculos rotadores profundos.



4.160



4.161

4.160 4.161

Aquí las caderas adoptan la posición propia de la bipedestación, y se practica el mismo ejercicio que el de las figuras 4.158-4.159.



4.162

4.162

Éste es un buen estiramiento para los músculos glúteos del lado izquierdo.

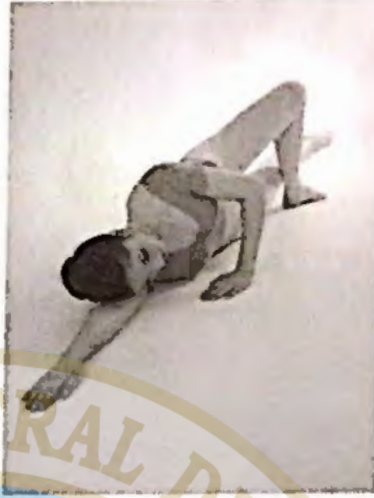




Ejercicios para los músculos aductores



4.163



4.164

4.163 4.164

Tumbarse en decúbito lateral y levantar la pierna en rotación externa activa el grupo de músculos aductores del lado derecho. Como alternativa, la pierna izquierda se puede apoyar en un cojín con la rodilla y la cadera flexionadas 90° en paralelo. El tronco se debe mantener nivelado y los hombros abajo.



4.165

Los músculos aductores se pueden aislar estrujando una pelota blanda entre las rodillas.



4.166

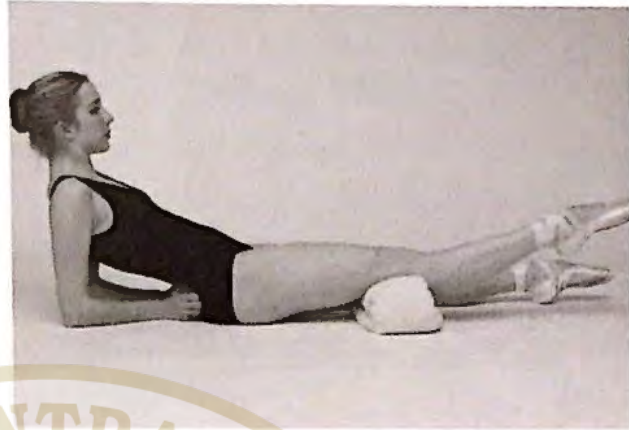
Estramiento de los aductores.



Ejercicios para el músculo cuádriceps



4.167



4.168

4.167 4.168

La rodilla se extiende apoyada sobre una toalla enrollada para activar el músculo vasto medial.



4.169



4.170

4.169 4.170

Extensión controlada de la rodilla usando una tobillera lastrada. Se adoptan 30° de rotación externa para reforzar el músculo vasto medial en la cara interna del cuádriceps y que estabiliza la rótula.



Ejercicios para los músculos isquiotibiales



4.171

Posición inicial. Se activan los músculos abdominales de la porción inferior. Los hombros están relajados.



4.172

La rodilla se flexiona todo lo posible con la pelvis y la columna estabilizadas.



4.173

La rodilla se flexiona 90° con el pie apuntado, en flexión plantar.



4.174

La rodilla se levanta del suelo.



4.175

La rodilla se extiende y luego descende.



4.176

El mismo ejercicio se puede practicar con una tobillera lastrada para generar más resistencia.



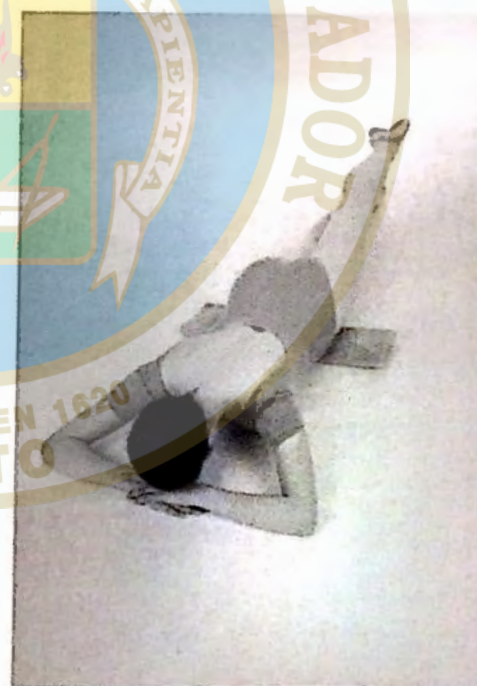
4.177



4.178



4.179

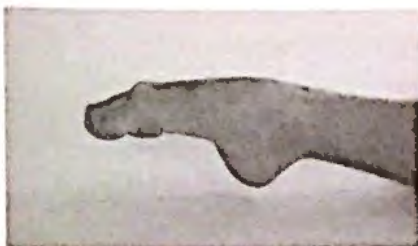


4.180

4.177 4.178 4.179 4.180

Ejercicio para el músculo glúteo mayor. La pierna traza círculos prestando atención a la porción inferior del músculo glúteo. También se puede usar una tobillera lastrada.

Ejercicios para el pie y el tobillo



4.181



4.182



4.183

4.181 4.182 4.183

Correcto apuntamiento del pie. El arco del pie es poderoso, la cara posterior del tobillo no se comprime demasiado y los dedos se mantienen extendidos. Los dedos no se flexionan, sino que se preparan para aterrizar tras un salto. El pie adopta una postura funcional, no sólo visualmente atractiva.



4.184

Ejercicio de comba el pie. Ejercicio para los músculos intrínsecos del pie, sobre todo los lumbricales.



4.185

El músculo extensor largo del dedo gordo levanta dicho dedo.



4.186

Usando la banda elástica se apunta el dedo gordo por la articulación MTF, con los músculos flexores manteniendo el dedo extendido.



4.187

El músculo abductor del dedo gordo confiere a este dedo fuerza y estabilidad y ayuda a sostener el arco medial. El dedo gordo debe ser capaz de moverse en varo y valgo de forma controlada.



4.188

Los músculos interóseos dorsales abren los dedos en abanico.



4.189

Los músculos interóseos plantares aproximan los dedos entre sí y aquí los músculos lumbricales flexionan las articulaciones MTF, pero mantienen los dedos extendidos.



4.190



4.191



4.192

4.190 4.191 4.192

Los músculos peroneos se ejercitan con el tobillo en 90° y flexión plantar.



4.193



4.194

4.193 4.194

Al ejercicio anterior se le puede añadir una tobillera lastrada.



4.195 4.196
El músculo tibial posterior se ejercita moviendo el pie en inversión.



4.197
Con mayor flexión plantar trabaja menos el músculo tibial anterior, que suele ser el dominante.



4.198 4.199
Después del ejercicio se estiran exhaustivamente las pantorrillas con la rodilla flexionada para elongar el músculo sóleo, y con la rodilla extendida para elongar el gastrocnemio.



Ejercicios de equilibrio



4.200

Se pueden practicar distintos ejercicios en una tabla de equilibrio sobre semiesfera.



4.201

Mantener el equilibrio sobre un bloque de goma pone a prueba el pie y el tobillo y también la postura.



4.202

Distintas superficies irregulares aumentan la dificultad de las posiciones clásicas.



4.203 4.204

Aquí el pie y el tobillo derechos se ponen a prueba por si son capaces de mantener la posición correcta mientras la pierna izquierda se mueve contra la resistencia de la cinta elástica.

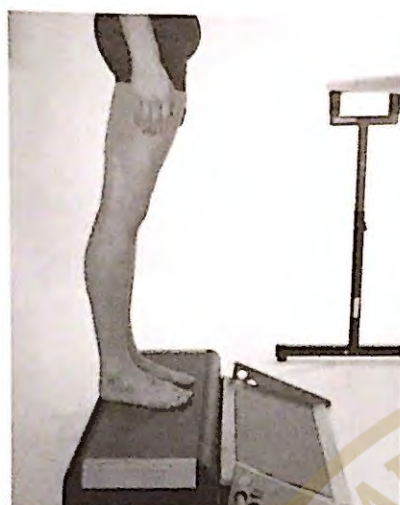


4.205

Mientras se practican posiciones sencillas en la tabla de equilibrio, se puede pasar a ejercicios más avanzados.



Ejercicios excéntricos para el tendón rotuliano



4.206



4.207



4.208



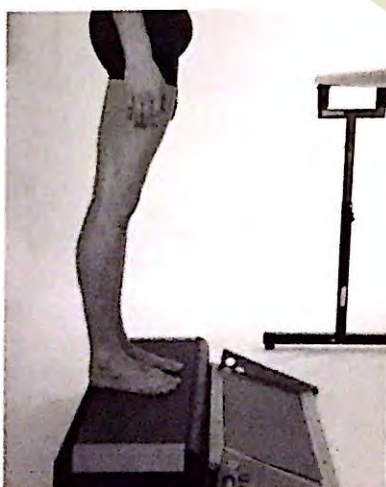
4.209



4.210



4.211



4.212

4.206 4.207 4.208 4.209 4.210 4.211 4.212
Estos ejercicios fortalecen excéntricamente el músculo cuádriceps.



Ejercicios excéntricos para el tendón de Aquiles



4.213



4.214



4.215



4.216



4.217



4.218

4.213 4.214 4.215 4.216 4.217 4.218

Estos ejercicios fortalecen excéntricamente los músculos surales.

Técnicas de vendaje



4.219



4.220



4.221



4.222



4.223



4.224



4.225



4.226



4.227



4.228

4.219 4.220 4.221 4.222 4.223 4.224 4.225 4.226 4.227 4.228
Vendaje para un hallux valgus.



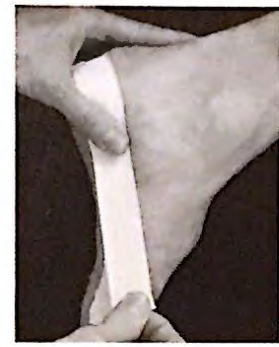
4.229



4.230



4.231



4.232



4.233



4.234



4.235



4.236



4.237



4.238



4.239



4.240



4.241



4.242



4.243

4.229 4.230 4.231 4.232 4.233 4.234 4.235 4.236 4.237 4.238 4.239 4.240 4.241 4.242 4.243
Vendaje para una distensión de la fascia plantar y para cualquier distensión en que el arco plantar medial requiera sujeción.



4.244



4.245



4.246



4.247



4.248



4.249



4.250

4.244 4.245 4.246 4.247 4.248 4.249 4.250

Vendaje para estabilizar la porción anterior del astrágalo.



Vendaje para estabilizar el cuboide o para un esguince lateral del pie.



4.251
Colocación de una almohadilla debajo del cuboide.



4.252



4.253



4.254



4.255

Fallos en la técnica y variaciones anatómicas: sus causas, consecuencias y tratamiento

Todos los tipos de tratamiento son relativamente inútiles sin la completa corrección de los fallos en la técnica

Los fallos en la técnica surgen por varias razones. Pueden ser el resultado de la estructura anatómica del cuerpo, por ejemplo, al verse restringidas las aperturas por la configuración de los huesos y los tejidos blandos de las caderas. También puede ser que el bailarín no aprendiera bien la técnica o que el estudiante no haya asimilado inteligentemente las correcciones. Una vez se aprende erróneamente una técnica, resulta muy difícil corregirla. Por tanto, enseñar mal la técnica durante los primeros años de la vida del estudiante puede prolongar sus efectos durante la vida profesional. Por desgracia, estos fallos tienden a agudizarse con el paso del tiempo, sobre todo si el bailarín trabaja en un entorno en que no asiste a clases donde pueda ser corregido por profesores expertos.

Todas las lesiones de danza surgen de fallos en la técnica

Los accidentes fuera del control de los bailarines no se pueden clasificar como lesiones de danza. Aunque, en general, los fallos en la técnica sean mínimos, pueden causar problemas importantes al bailarín, sea en el tratamiento de la lesión o, con más frecuencia, gracias a la prevención de las recidivas de la misma lesión. En general, un fallo importante es poco probable que pase desapercibido y no se corrija, excepto cuando el aprendizaje de la danza presenta graves carencias. Ciertamente, la diferencia más importante entre un buen profesor y otro malo es la capacidad de reconocer errores sutiles en la técnica y corregirlos con precisión. Un buen profesor no permitirá que un estudiante progrese a movimientos y técnicas más exigentes hasta que domine los principios básicos. Un profesor eficaz debe tener 'buen ojo' para las líneas de movimiento, el equilibrio y la estabilidad. Se adquiere ese 'buen ojo' con conocimientos de anatomía, biomecánica y técnica clásica. Los profesores deben asumir la importancia de los fallos en la técnica respecto a las lesiones primarias y recurrentes de los bailarines.

También hay que subrayar que, incluso en el caso de una lesión ajena a la danza, cuando el bailarín comience las clases podría desarrollar fallos en la técnica como compensación, en concreto si ha vuelto a clase demasiado pronto antes de completarse la rehabilitación.

Con frecuencia un fallo técnico lleva a otro y, por tanto, no ocurre aisladamente y exige una cuidadosa eva-

luación del bailarín. Se debe reconocer la cadena de acontecimientos y corregirse la causa.

Las clases destinadas a la corrección técnica forman parte esencial de la rehabilitación de los bailarines lesionados, incluso si las lesiones son leves. Todo bailarín lesionado se debe someter a una evaluación técnica. La derivación a una clase de instrucción debe formar parte habitual del proceso de tratamiento. Estas clases de instrucción deben ser individuales o con sólo dos o tres estudiantes como máximo. Una corrección adecuada de la técnica es difícil con más de tres personas en clase. Sin duda, la evaluación individual de todos los estudiantes, con especial atención a la técnica correcta, desempeñará un papel importante en la prevención de lesiones.

La repetición de movimientos y patrones de movimientos dancísticos se debe enseñar con exactitud. Cuanto más complicados sean estos patrones de movimiento, más importante será invertir tiempo en asegurarse de que se aprenden correctamente desde el principio. Los atajos nunca dan resultados satisfactorios. La enseñanza dancística es una forma de entrenamiento de la coordinación que desarrolla patrones multilineomusculares automáticos preprogramados. La preprogramación se desarrolla en el cerebro. Es automática porque gran parte de su ejecución termina por no requerir pensamiento consciente. Es multilineomuscular porque intervienen muchos grupos musculares para generar la serie deseada de movimientos. Estos patrones multilineomusculares automáticos preprogramados se conocen como engramas (**Sección 1.3, Coordinación neuromuscular y engramas**, pág. 23).

Generar un engrama requiere repeticiones *exactas* y constantes para que no se piense conscientemente en los movimientos o músculos individuales. La retroalimentación propioceptiva permite la monitorización subconsciente y consciente del movimiento, y es ella la que confiere al pensamiento consciente la certeza de si el movimiento se ejecuta o no con éxito. Estos engramas automáticos sólo se desarrollan mediante la repetición voluntaria del programa exacto *sin ninguna variación de una repetición a la siguiente*. Esto se debe hacer con *extrema precisión* o de lo contrario la entrada de información variará en cada caso y no se desarrollará el engrama. *Por lo tanto, se deduce que inicialmente el patrón se debe ejecutar con suficiente lentitud como para hacerlo con precisión*. Todos los engramas permiten practicar un movimiento complicado mucho más rápido de lo que sería posible si hubiera que dedicar un pensamiento consciente a todas las partes del patrón de movimiento. También es importante reparar en que, al mismo tiempo que se producen los movimien-



tos, el engrama activa la inhibición de los movimientos *indeseables*. Esta inhibición forma parte esencial de la regulación de la coordinación. No se puede conseguir directa y conscientemente la inhibición, sino mediante la repetición regular y activa del patrón de movimientos deseados. La coordinación de las acciones más rápidas, complejas y de mayor destreza se automatiza con engramas y no con una serie controlada y voluntaria de movimientos.

La activación del engrama es voluntaria y se encuentra bajo control consciente. En el aprendizaje de patrones de ejercicio y de la técnica de danza, o de cualquier técnica de movimientos, la precisión es absolutamente vital para desarrollar el engrama correcto. Si se permiten imprecisiones durante el desarrollo de la técnica, se crean 'malos hábitos', y esas imprecisiones o 'malos hábitos' de-

vienen un engrama. Un vez ha sucedido esto, la modificación del engrama resultará muy difícil y lo normal es que exija aprender de nuevo esa porción de la técnica. De ahí la importancia de aprender con precisión cualquier serie compleja de movimientos. Como se dijo con anterioridad, para conseguir precisión, el patrón se tendrá que aprender lentamente, y luego el número de repeticiones para crear un engrama bien desarrollado es casi infinito. Sin embargo, esto no es tan malo como parece porque toda acción suele estar compuesta por una serie de engramas. Es la suma de engramas la que obtiene el resultado final.

El inicio de un engrama está bajo control voluntario y consciente. Lo que la mente hace es seleccionar los engramas almacenados y combinarlos para producir el resultado deseado.

Fallos individuales en la técnica

5.1. Discrepancia en el nivel de los hombros

A menudo se produce por la debilidad de un lado del cuerpo. Debido a esta debilidad, puede haber una compensación excesiva de modo que el hombro más débil se mantenga más elevado, o, por el contrario, sin esta compensación, el hombro más débil se situará más bajo (fig. 5.1). Sólo una cuidadosa exploración demostrará qué caso es el de cada persona. La elevación de un lado también puede estar causada por una tensión desigual de los músculos debido a una distribución desequilibrada del peso en la porción inferior del cuerpo.

La presencia de escoliosis causará la elevación del hombro, sobre todo si ésta se localiza en la región dorsal media o superior. La presencia de escoliosis se debe descartar como causa de la elevación del hombro en la exploración médica inicial.

Una discrepancia en la longitud de las piernas se puede reflejar en una diferencia en la altura de los hombros, así como en la inclinación de la pelvis.

La desigualdad entre ambos lados en el *en dehors* produce un balanceo anterior de un lado de la pelvis hacia el lado que muestra la restricción. El peso puede descansar más sobre un lado que el otro provocando debilidad unilateral del tronco y una alteración unilateral en la altura del hombro. Apoyarse sobre una cadera también nos dará un cuadro similar.

El desnivel entre los hombros puede seguir a una lesión que ha causado que el bailarín no cargue el peso sobre el lado doloroso. Esta alteración puede derivar rápidamente en un hábito que afecte también la pelvis, por lo que, incluso después de curarse la lesión y haber desaparecido el dolor, la alteración postural se mantiene.



5.1. Discrepancia en el nivel de los hombros.

Una causa general de la elevación de un hombro es el acarreo habitual de bolsas pesadas con un solo lado del cuerpo, lo cual comienza con frecuencia a una edad muy temprana. En las escuelas los niños tienen que llevar todos sus libros a la espalda a diario. Los estudiantes de danza pueden tener que practicar varios cambios de ropa a demás de llevar los libros de estudio. Llevar una buena cartera o una mochila en la que el peso se distribuya por igual sobre ambos hombros impide el desarrollo de un desnivel en la altura de los hombros.



5.4. Radiografía de una espalda con escoliosis donde aparecen las líneas de medición. Se aprecian aquí 20° de escoliosis dorsal y 12° de escoliosis lumbar. Lo más habitual es que la escoliosis se produzca a un solo nivel. Lo habitual es en la región dorsal de la columna.

den aliviar la rigidez en las articulaciones y la tirantez en los músculos.

La presencia de una escoliosis acusada no es una contraindicación para que los niños acudan a clases de ballet. La danza ayuda incluso a ejercitar las áreas con escoliosis y a fortalecer los músculos. El ejercicio que se practica en las clases de ballet se sumará a los desplazamientos laterales y otros ejercicios que pueda haber prescrito el cirujano ortopédico con niños como pacientes. Hay bailarines profesionales que han logrado el éxito a pesar de tener una acusada escoliosis sin rigidez indebida, pero no es habitual. Incluso si el bailarín joven se maneja bien con los aspectos técnicos del ballet, la presencia de una escoliosis evidente puede provocar su veto en las audiciones para escuelas y compañías de danza.

Incluso en casos leves de escoliosis se puede experimentar dificultad para centrar la línea de carga del peso, por lo que éste normalmente se desvía hacia un lado, es decir, hacia el lado aparentemente más corto. Como resultado son habituales las distensiones en la ingle, en los músculos aductores y la región lumbar. Con frecuencia, los isquiotibiales de un lado están más tirantes que los del otro y esto puede causar lesiones en dichos músculos. La tirantez se manifiesta por la presencia de inclinación pélvica asociada con escoliosis, aunque, una vez establecida, la tirantez de los isquiotibiales ejercerá repetidamente una tracción rotacional sobre la pelvis (**Sección 5.21**). Con mucha frecuencia, en el lado con los isquiotibiales más laxos, la rodilla desarrolla hiperextensión, lo cual también provoca dificultades (**Sección 5.13**).

Debido al elemento rotacional de la escoliosis, se pueden experimentar dificultades con la posición de los brazos, lo cual genera tensión y distensiones musculares en la cintura escapular en su intento por corregir la posición de los brazos. Además, en el caso de una escoliosis dorsal, la caja torácica de ambos lados es diferente, porque en el lado cóncavo se ve comprimida y se produce una disminución de su volumen.

Se sospechará la presencia de una escoliosis leve estéticamente no aparente si el estudiante parece tener problemas para lograr una colocación correcta de la cabeza; si un hombro es más alto que el otro; si hay inclinación de la pelvis hacia un lado; si hay rotación anterior de la pelvis hacia un lado, o si hay una discrepancia en la longitud de las piernas. Cualquiera de estos factores exige una exploración a fondo de la columna vertebral.

La escoliosis resultará evidente hacia los doce años de edad y se buscará la opinión de un especialista. Lo mejor siempre es un tratamiento precoz.

TRATAMIENTO

El tratamiento de la escoliosis es un problema ortopédico. No hay duda de que el ejercicio resultará beneficioso para el fortalecimiento de los músculos y reducir en lo posible los elementos posturales de la curvatura. También ayudan los ejercicios de desplazamiento lateral. El uso de un estimulador muscular eléctrico por la noche pertenece a la esfera del tratamiento del cirujano ortopédico a cuyo cargo esté el muchacho.

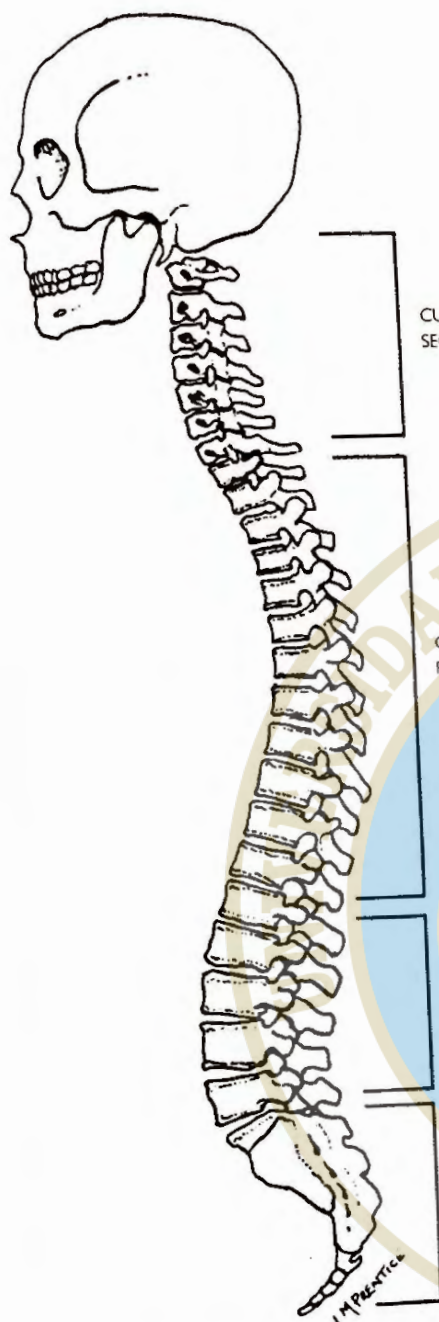
El programa de rehabilitación debe comenzar con el fortalecimiento de los músculos de los pies y las piernas y con la corrección de la posición. Si la biomecánica de las piernas y los pies no es correcta, entonces no tendrán éxito los intentos por fortalecer y alinear la pelvis y el tronco.

5.5. Cifosis

Se trata de casos en que la columna dorsal está curvada y muestra rigidez. Aunque ya existe una curvatura primaria a este nivel (fig. 5.5), la cifosis supone un incremento de esa curvatura que supera los límites normales (fig. 5.6). Puede ocurrir debido a la enfermedad de Scheuermann en la infancia cuando, debido a la osteocondritis que afecta las láminas de crecimiento situadas por encima y debajo de los cuerpos de las vértebras, éstas adoptan una forma en cuña, más estrechas anteriormente, lo cual provoca la aparición de una curvatura. Con frecuencia, sin embargo, no hay una causa aparente de la cifosis.

La presencia de cifosis es estéticamente desagradable, si bien funcionalmente cualquier daño o lesión se produce en la región lumbar. Como resultado de la curvatura anterior en la región dorsal, es inevitable una lordosis compensatoria (ver **Sección 5.6** para los problemas asociados).

Además, la cabeza y el cuello tienen que extenderse más de lo normal para que una persona pueda mirar hacia delante horizontalmente.



5.5. Dibujo que muestra las curvaturas primarias y secundarias. En la vida fetal, toda la columna está curvada hacia delante en la dirección de la curvatura primaria. Las curvaturas secundarias en el cuello y la región lumbar se desarrollan tras el nacimiento y adoptan una dirección opuesta a la de la curvatura primaria.



5.6A. Línea que muestra cifosis en la región dorsal y, a nivel inferior, lordosis lumbar compensatoria.



5.6B. Radiografía de una cifosis grave.

Con la presencia de escoliosis y cifosis, la pérdida de movilidad en estas regiones disminuye la amortiguación de choques por la columna. Como resultado las lesiones de todo tipo en la región lumbar se vuelven más frecuentes y la columna lumbar siempre corre riesgo.

En presencia de cifosis, que inevitablemente derivará en lordosis compensatoria, la columna lumbar soporta una

tensión adicional mientras el bailarín trata de adoptar las posiciones en extensión propias de la técnica de danza.

TRATAMIENTO

No hay tratamiento específico para una cifosis estructural, aunque la postura mejora con ejercicios de fortale-



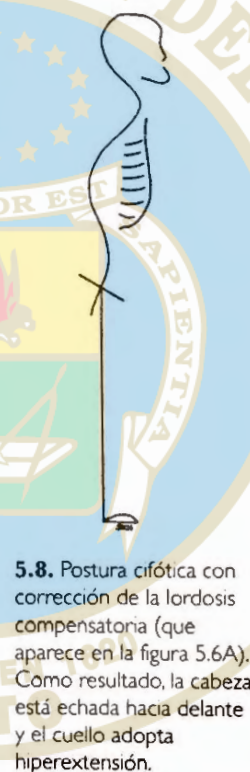
5.7. Vista de perfil de tres posturas lordóticas.

cimiento para los músculos extensores de la columna dorsal, así como para los músculos abdominales, con el fin de reducir en lo posible cualquier componente postural de la curvatura. También pueden ayudar los músculos pectorales.

Durante el tratamiento, debemos corregir en lo posible la posición del peso. Con la lordosis compensatoria, la pelvis se inclina hacia delante y el peso se ve desplazado hacia atrás. A medida que se fija la cifosis, la lordosis no se puede controlar por completo, y, por tanto, la corrección completa de la posición del peso no es posible.

Debido a la frecuencia de las lesiones en la columna lumbar asociadas con cifosis, debemos prestar mucha atención a los ejercicios de fortalecimiento del tronco para intentar ofrecer la máxima protección posible a la región lumbar de la espalda (ver **Sección 5.6**, Tratamiento, pág. 218).

El programa de rehabilitación debe comenzar por el fortalecimiento de los músculos de los pies y las piernas y por garantizar que la posición sea correcta. Si la biomecánica de las piernas y pies es incorrecta, resultarán inútiles todos los intentos por fortalecer y alinear la pelvis y el tronco.



5.8. Postura cifótica con corrección de la lordosis compensatoria (que aparece en la figura 5.6A). Como resultado, la cabeza está echada hacia delante y el cuello adopta hiperextensión.



5.9. Inclinación pélvica causada por la tirantez en la cara anterior de las caderas y por una lordosis secundaria.

5.6. Lordosis

Éste es el nombre dado a la postura en que la columna lumbar está hiperextendida o muy curvada. Normalmente se observa una curvatura lumbar que en la lordosis es muy exagerada (fig. 5.7). Es una afección postural y se puede corregir, es decir, no es una curvatura fija como en los casos de escoliosis y cifosis descritos antes. No obstante, en presencia de cifosis en la columna dorsal, la corrección resulta difícil (fig. 5.8). De forma similar, una inclinación pélvica fija debida a una acusada tirantez en la cara anterior de las caderas producirá una dificultad similar en su corrección (fig. 5.9).

CAUSAS

1. Cifosis dorsal (**Sección 5.5**).
2. Inclinación anterior de la pelvis debido a la tirantez de la cara anterior de las caderas (**Sección 5.9**).
3. Debilidad de los músculos abdominales.
4. Debilidad de los músculos glúteos (los puntos 3 y 4 a menudo van juntos, aunque no invariablemente). La debilidad de los músculos isquiotibiales también se suele asociar con debilidad en los glúteos.



5. Trabajar con los pies en rotación externa excesiva respecto a las caderas provocará una inclinación anterior de la pelvis (fig. 5.10). Esto tal vez se deba a una limitación genuina de la apertura en las caderas o a la incapacidad para mantener el *en dehors* disponible (**Sección 5.7**).
6. La debilidad en los músculos rotadores externos y aductores imposibilita mantener el grado de apertura y deriva en el mismo problema que en el punto 5 (**Sección 5.10**).
7. La hiperextensión de las rodillas causa una inclinación compensatoria de la pelvis y lordosis (fig. 5.11) para que la línea del peso del cuerpo atraviese los pies. Al haberse desplazado hacia atrás debido a la hiperextensión de las rodillas, la línea del peso del cuerpo se debe adelantar para mantener el equilibrio (**Sección 5.13**).
8. El arqueamiento tibial (**Sección 5.16**) causa que el peso del cuerpo se desvíe lateralmente y esto dificulta controlar las caras internas de los muslos. Esto causa una situación parecida a la asociada con los músculos aductores débiles (**Sección 5.10**), pero si se les presta atención, se pueden corregir.
9. La debilidad del antepié (**Sección 5.19**) causa que el peso se desplace atrás con consecuencias parecidas a las asociadas con otras causas de desplazamiento posterior del peso del cuerpo (**Sección 5.21**).
10. Cualquier otro fallo en la técnica que cause que el peso se desplace demasiado atrás producirá una lordosis compensatoria.
11. Trabajar con los brazos demasiado atrás provoca que la porción superior del tronco se incline atrás y esto produzca una lordosis compensatoria para desplazar el peso hacia delante. A menudo se acompaña de una postura en la que el mentón sobresale hacia delante, lo cual también es un intento de mantener el equilibrio (fig. 5.12).
12. Las zapatillas muy prietas provocan la flexión de los dedos con la consecuencia de que el peso se echa atrás y genera lordosis.
13. En algunos bailarines se aprecia cierta lordosis natural que, aunque en principio sea postural y, por lo tanto, teóricamente corregible, en la práctica puede resultar casi imposible de mejorar o corregir por completo. En algunas de estas personas, la lordosis, que estuvo presente desde que empezaron a andar, se puede volver fija al menos en parte al acercarse a la madurez. Entonces ya no resulta corregible, incluso cuando se tumban sobre la espalda y aproximan las rodillas al pecho. Normalmente esta maniobra hace girar la pelvis y vuelve plana la columna lumbar. Si esto no ocurre, entonces se aceptará que hay al menos cierto grado de lordosis incorregible porque falta la movilidad necesaria. Debemos subrayar también que el objetivo es conseguir la *curvatura lumbar normal* y no reducir esta curvatura al trabajar. Esto es tan indeseable como una curvatura exagerada o la lordosis. No obstante, a menos que la columna sea lo bastante flexible como para conseguir cierto grado de inclinación posterior, no será posible que el bailarín trabaje fácilmente dado que la flexión anterior del tronco en la región lumbar no puede efectuarse y que la anteroflexión sólo se produce en las caderas.
14. La retracción de los músculos isquiotibiales también puede contribuir a causar lordosis (**Sección 5.12**).



5.10. Rotación externa excesiva de los pies que causa inclinación anterior de la pelvis.



5.11. Hiperextensión de las rodillas que provoca inclinación pélvica y lordosis compensatorias.



5.12. Lordosis causada porque los brazos se echan demasiado atrás. Esto también provoca que la barbilla sobresalga hacia delante.



CONSECUENCIAS

Son las mismas consecuencias que se derivan del desplazamiento del peso hacia atrás (Sección 5.21).

TRATAMIENTO

Consiste en corregir la causa de la lordosis sea por debilidad de los grupos musculares, sea por un fallo técnico que causa lordosis secundaria, sea por una distribución incorrecta de la línea del peso en carga.

El programa de rehabilitación se basará ciertamente en un programa de ejercicios para fortalecer el tronco, así como en el fortalecimiento y equilibrio de los distintos grupos musculares de las extremidades inferiores.

El programa de rehabilitación debe comenzar por el fortalecimiento de los músculos de pies y piernas y por asegurar que la posición es correcta. Si la biomecánica de las piernas y los pies es incorrecta, todos los intentos por fortalecer y alinear la pelvis y el tronco y por controlar la lordosis serán inútiles.

5.7. Rotación externa excesiva

Por ello se entiende que los pies y las piernas roten externamente más allá de la movilidad disponible en la articulación coxofemoral (fig. 5.13). El pie con rotación externa excesiva puede reflejar una limitación anatómica del grado del *en dehors* exigido por la técnica de ballet, o tal vez se deba a la falta de un control muscular correcto de las aperturas, con lo cual se produce una aparente restricción de ese movimiento en las caderas, con los pies en rotación externa excesiva. Con demasiada frecuencia el grado del *en dehors* exigido puede ser excesivo como para ser realista. Por lo tanto, el bailarín tiende a adoptar una

posición lordótica que debilita los músculos del tronco. Muy pocos bailarines consiguen adoptar una apertura con 90° en cada cadera, con lo cual los pies están planos en el suelo, y si lo consiguen, no pueden trabajar así debido a la dificultad de conseguir un equilibrio correcto.

Mucho más desastroso que lo citado es el método de enseñanza que exige una apertura con los pies planos abiertos en un ángulo de 180° , a pesar de que las caderas no alcancen ni de cerca ese grado de rotación externa. Los resultados de este método de enseñanza pueden ser:

1. Una acusada inclinación anterior de la pelvis con el desarrollo de lordosis.
2. Debilitamiento de los músculos del tronco, sobre todo los abdominales.
3. Un aumento de la tasa de lesiones en la columna lumbar, incluyendo fracturas por sobrecarga (como media un mal profesor tarda alrededor de ocho meses en debilitar a un bailarín previamente fuerte como para que el riesgo de una lesión de espalda grave sea inminente).
4. El debilitamiento secuencial general de los distintos grupos musculares de arriba abajo: abdominales, extensores de la espalda, dorsal ancho, los glúteos, los isquiotibiales (sobre todo los laterales), los aductores y el vasto medial, la porción lateral de la musculatura sural y los músculos intrínsecos laterales de los pies. Esto en su totalidad produce un desequilibrio completo de las piernas. La mayoría de estos grupos musculares intervienen para mantener la apertura del *en dehors* por lo que su debilidad, cada vez mayor, se produce al tener que trabajar en esta posición, lo cual aumenta la dificultad para mantener la postura. Esto se vuelve especialmente apreciable cuando el bailarín deja la barra para iniciar el trabajo en el centro. Durante el trabajo en la barra el bailarín se ase con fuerza para sostenerse en esta posición de apertura con los pies planos imposible de conseguir (en las caderas). Los profesores que exigen esta postura con los pies planos demuestran su ignorancia sobre la mecánica corporal. Los profesores deben asumir su total responsabilidad sobre las lesiones de sus estudiantes y se deben tomar muy en serio las lesiones recurrentes, o si sufren la misma lesión varios alumnos. La situación descrita no sólo es una causa de las lesiones, sino que impide el desarrollo de una buena técnica.

Por desgracia, muchos profesores que insisten en asumir aperturas con los pies planos creen que están siguiendo el método ruso de enseñanza. Se trata de una doble interpretación errónea de la situación. En primer lugar, los somatotipos que alcanzan este estadio de entrenamiento en las escuelas de elite en la Europa del Este se eligen por su facilidad. En segundo lugar, el trabajo preliminar que conduce a este método de enseñanza es muy diferente y mucho más exhaustivo. Como resultado, los niños tienen más movilidad y son mucho más fuertes antes de que se les exija adoptar aperturas con los pies casi planos.



5.13. Rotación externa excesiva de los pies en relación con las caderas.



En Occidente, donde la selección de los somatotipos es menos rigurosa y exigente que en las escuelas rusas, es un error tratar de seguir el método ruso con nuestros estudiantes. Sólo una pequeña proporción será capaz de afrontar satisfactoriamente este método. Una enseñanza óptima seguirá un método que se haya sometido a prueba, haciendo siempre concesiones y adaptaciones según cada físico individual.

Las escuelas tienen dos opciones: o proceder a una selección mucho más rigurosa del tipo corporal correcto, más un trabajo preparatorio adecuado en el entrenamiento; o bien aceptar cuerpos menos satisfactorios (pero buenos bailarines) sabiendo que no se pueden conseguir aperturas con los pies planos sin provocar una elevada tasa de lesiones. Las escuelas pueden seguir ambos caminos y conocer más a fondo el método ruso en vez de adquirir un conocimiento superficial y parcial.

Aunque un estudiante de danza practique habitualmente aperturas por ambos lados, la rotación externa excesiva a veces se limita sólo a un lado. Incluso si se practica esta rotación externa excesiva por ambos lados, con frecuencia no será simétrica, sino que un lado se forzará en mayor grado que el otro. La capacidad para la rotación externa excesiva depende del uso de la fricción entre el pie y el suelo. Esta fricción puede aumentar con el uso de resina. Es imposible la rotación externa excesiva si el pie no está apoyado en el suelo, y, por tanto, se pierde el control en el trabajo de puntas y en los saltos.



5.14. Rotación externa excesiva de los pies con rodamiento y deformidad en valgo del dedo gordo.



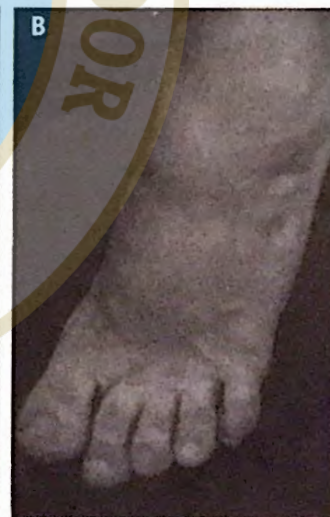
5.15. Rotación externa excesiva de los pies en demi-pointe con presión en valgo sobre el dedo gordo.

CONSECUENCIAS

1. **Rodamiento.** Esta acción somete a gran tensión el dedo gordo que tiende a empujar hacia una posición en valgo (fig. 5.14). Esto puede causar daños en la cápsula y ligamentos del lado medial de la articulación, agravados por la presión local al ejercer presión el pie contra el suelo. Cualquier deformidad subyacente en valgo se agudizará con el rodamiento, sobre todo durante el trabajo en *demi-pointe*, durante los *relevés* y durante el trabajo de puntas (fig. 5.15). En este último caso, el rodamiento cambiará durante el *relevé* a una posición de eversion, distribuyéndose el peso medialmente por el pie. La situación se puede complicar por la presencia de arqueamiento tibial inferior, o por hiperextensión de las rodillas. En ambos casos, la línea natural del peso en carga se desplaza hacia atrás, y en *demi-pointe* el pie tiende a asumir eversion (fig. 5.16), es decir, el pie soporta el peso sobre su cara externa. A medida que prosigue el *relevé*, la dirección de la eversion cambia en sentido opuesto, de modo que el peso se carga medialmente cuando se alcanza el *pointe* completo (fig. 5.17). Por lo tanto, el observador se engañará si sólo ve al bailarín en *demi-pointe*. Para otras complicaciones con el rodamiento, véase la **Sección 5.18**.
2. **Lesiones de la primera articulación metatarsfalángica.** Se producen sobre todo como resultado del rodamiento, pero también cuando se corrige el rodamiento o cuando éste no existe. El peso se sigue echando



5.16A. Eversion en *demi-pointe* con el peso transmitido por la cara interna del pie. Médicos y fisioterapeutas se refieren a este caso como eversion, pero los bailarines suelen considerarlo un caso de inversión (debido a la dirección que asume el tobillo en oposición a la dirección que adopta el pie).



5.16B. Inversión en *demi-pointe* con el peso transmitido por la cara externa del pie. Es un estadio precursor de la desviación en la dirección opuesta durante el *pointe* completo (ver fig. 5.15).



5.17. Eversión en *pointe* completo con el peso transmitido sobre la cara interna del pie.



5.18. El pie y el tobillo quedan comprometidos por la fricción entre el pie y el suelo para mantener la posición.



atrás debido a la rotación externa excesiva, por el uso de los músculos equivocados y por la fricción contra el suelo. La lesión se puede deber a una tensión en valgo o a la rotación del dedo gordo (**Sección 3.22**).

3. *Dedos en garra y debilidad de los músculos intrínsecos del pie*. La causa es el peso del cuerpo echado atrás y la incapacidad de los músculos de la cadera y el muslo para mantener las aperturas. Los dedos se flexionan sobre el suelo en un intento por mantenerse a nivel del suelo y esto agudiza la debilidad de los músculos intrínsecos debido a que su función y uso no son adecuados (**Sección 5.19**).

4. Se pueden producir *fracturas por sobrecarga* en la tibia y el peroné, en parte debido a la falta de amortiguación de los pies y en parte a la torsión rotacional transmitida a lo largo de la pierna en rotación externa excesiva (**Secciones 3.29 y 3.30**).

5. El *síndrome del compartimiento anterior* se induce por razones similares (**Sección 3.31**).

6. La *tenosinovitis del músculo tibial posterior* ocurre en un intento por corregir el rodamiento de los pies a nivel del tobillo y el pie en vez de en las caderas (**Sección 3.15**).

7. *Lesiones del lado interno de la rodilla*. Pueden ser roturas del menisco interno o esguinces del ligamento medial, produciéndose ambas lesiones como resultado de la torsión de la rodilla (**Secciones 3.39-3.42**).

8. *Condromalacia rotuliana y tendinopatía rotuliana*. Ambas son inducidas o se agudizan porque la rotación en la rodilla provoca que la trayectoria de la rótula sea lateral (**Sección 3.35**).

9. *Uso excesivo de los isquiotibiales laterales*. Se induce por la rotación de la rodilla. La tracción desigual es ejercida por los isquiotibiales laterales y mediales, lo cual hace más probable que el menisco externo sufra una lesión. El desequilibrio de los isquiotibiales los vuelve más propensos a una lesión (**Sección 3.49**).

10. Los músculos *aductores* se debilitan porque no funcionan plenamente en la posición de rotación externa excesiva. Los aductores se vuelven más propensos a las lesiones debido a la falta de estabilidad en la pelvis por culpa de su propia debilidad, sobre todo durante los *grand battements*, cuando se puede lesionar cualquiera de los aductores, es decir, el del lado que soporta el peso o el del lado que trabaja (**Secciones 5.10 y 3.46**).

11. *Lordosis*. Se produce con la rotación externa excesiva de las piernas mientras la pelvis rota anteriormente en un intento por aumentar la rotación externa en las caderas. En la mayoría de las personas, cualquier flexión de las articulaciones coxofemorales aumentará el grado aparente de rotación externa disponible (**Sección 5.6**). Se asocia con ello la tirantez en la cara anterior de las caderas, que puede ser real o aparente. Se agudiza con la activación excesiva del músculo cuádriceps (pero no de su porción medial), que sirve para aferrarse cuando el peso está echado hacia atrás. Como el músculo recto femoral cruza la cadera por delante, se sumará a las fuerzas que causan que la pelvis rote hacia delante.

12. *Distensiones en la ingle*. Son habituales como resultado directo de la rotación externa excesiva acompañada por debilidad asociada de los músculos (**Sección 3.47**).

TRATAMIENTO

Básicamente, los bailarines deben evitar superar con la rotación externa de los pies el grado disponible de apertura en las caderas.

En estudiantes que han practicado rotación externa excesiva, cualquiera de las complicaciones anteriores necesitará tratamiento individual, y, sin duda, los distintos grupos de músculos débiles necesitarán un programa de ejercicios de fortalecimiento. Se requiere mucha corrección técnica para deshacer los daños causados por una mala enseñanza.

5.8. Restricción de la apertura en las caderas

Todo el mundo presenta unos límites anatómicos a la rotación externa de las caderas (es decir, a las aperturas). Este grado de movilidad no se puede superar. En los es-



5.19. Postura de la rana en una audición.



5.21A. La apertura se evalúa con precisión con la pierna en el borde de la camilla, manteniendo la cadera que se examina totalmente extendida. La otra pierna está flexionada para no estorbar.



5.21B. Medición de la rotación interna.



5.20A. Postura de la rana perfecta.



5.20B. Las caderas se extienden (como en bipedestación) y giran completamente hacia fuera (rotación externa). Esto demuestra la gran discrepancia que suele haber entre la evaluación de la apertura en la postura de la rana y la apertura real cuando la bailarina está de pie.



5.20C. Caderas extendidas y en rotación interna, lo cual muestra que la movilidad articular en rotación es total pero en su mayoría es rotación interna.

tudiantes jóvenes, la limitación impuesta por la tirantez de los ligamentos puede mejorar gradualmente con un trabajo correcto y un uso juicioso de los estiramientos. Es más probable conseguir esto antes de la pubertad.

La limitación aparente se puede deber a la retracción en la cara anterior de las caderas (Sección 5.9) o con frecuencia a la debilidad de los músculos que controlan las aperturas: los rotadores externos profundos y los aductores de la cadera (Sección 5.10).

En la danza clásica, el límite inferior de la rotación externa en la cadera es de 45°. Cualquier valor inferior tenderá a producir más o menos problemas. El método de medición de las aperturas es especialmente importante. Con demasiada frecuencia, sobre todo en las audiciones, se ve a los niños asumir la postura de la rana (fig. 5.19) creyendo erróneamente que se está evaluando el grado de apertura. En la mayoría de las personas, la postura de la rana muestra un grado de apertura mucho mayor del que realmente existe cuando las caderas están completamente extendidas, debido a la configuración de los ligamentos en torno a la cadera. La serie siguiente de fotografías muestra en qué grado la postura de la rana puede inducir el error al evaluar las aperturas (fig. 5.20). Cuando las rodillas están extendidas, es decir, cuando el bailarín está de pie con las piernas alineadas con el tronco, las rodillas asumen su posición de trabajo normal en la danza. El método para evaluar el grado de apertura en las caderas se muestra en las fotografías de la figura 5.21. La cadera que no se está evaluando se mantiene flexionada. Se debe tener cuidado y asegurarse de que la cadera que se evalúa se mantiene extendida ya que, si se deja flexionar aunque sea un poco, el grado aparente de apertura se incrementará de forma acusada. Usando este método, un mínimo aceptable son 45° de apertura (rotación externa) durante el trabajo, sin quedar nunca plana la columna lumbar y



con cierta rotación anterior de la pelvis. No obstante, es una medición inicial excelente que se puede reproducir con exactitud.

Es posible medir el grado de las aperturas de los bailarines si se tumban boca abajo, aunque los resultados pueden inducir a error a menos que se coloquen correctamente (ver figs. 5.22 y 5.23). En esta posición resulta más sencillo que el bailarín asuma una postura lordótica con la columna lumbar, lo cual provoca la flexión de la cadera y un incremento aparente de la apertura. Se debe tener cuidado de controlarlo para conseguir precisión. (Quienes usan este método sugieren que 60° de rotación externa son un mínimo aceptable.) Este método es, no hay duda, más sencillo de usar en un estudio de danza y puede dar al profesor una idea de si el bailarín presenta facilidad o restricciones, y si existe alguna diferencia acusada entre la rotación interna y externa.

Los problemas asociados con la restricción de la apertura son los mismos tratados bajo el título de rotación externa excesiva (**Sección 5.7**).

TRATAMIENTO

Los músculos que controlan las aperturas (ver **Sección 1.3**, La cadera, pág. 34) se deben fortalecer para controlar y mantener su grado óptimo de apertura. Además, otros muchos grupos pueden requerir también su fortalecimiento, sobre todo en el tronco, los glúteos y los pies. Se debe corregir la postura, la distribución y transferencia del peso. Se puede proceder a un estiramiento suave y progresivo bajo condiciones controladas una vez en marcha el programa de fortalecimiento. Los estiramientos no se harán si los músculos son débiles. Durante los estiramientos se debe prestar atención a cualquier retracción en la cara anterior de las caderas.

Los músculos se deben estirar en la línea en la que trabajan y funcionan. No se trata necesariamente de la línea longitudinal de la extremidad.

El método usado habitualmente, con la vana esperanza de ampliar el grado de apertura, es sentarse o tumbarse en la postura de la rana. En esta situación las caderas están flexionadas, casi siempre produciendo un aumento aparente de las aperturas. Y lo más importante, no es ésta la posición en que las caderas trabajan durante las aperturas con el bailarín de pie o en movimiento. Se hace esto con las caderas extendidas, es decir, de pie y erigidos, aparte de cuando se asume un *plié* o *fondú*, en cuyo momento las caderas están flexionadas. Tumbarse en la postura de la rana no supone estirar las estructuras reales que están tirantes. *El resultado final de las distintas estructuras tirantes puede ser la restricción de las aperturas.* Es necesario evaluar y definir cuáles de las distintas estructuras asociadas con las aperturas están tirantes y proceder a estirarlas individualmente. *Con frecuencia esto significa que el estiramiento no asume la dirección real de la apertura.* Por ejemplo, si se aprecia tirantez en la cara anterior de la cadera, es una tracción cruzada de estas estructuras la que causa una limitación de las aperturas, si bien el estiramiento de estos tejidos debe ser longitudinal a sus fibras y, en este caso, no en la dirección de las aperturas. Esto será improductivo.

Adicionalmente, es de la máxima importancia reparar en que todo músculo bien estirado (nunca en exceso) se contraerá con más eficacia y fuerza.

5.9. Retracción en la cara anterior de las caderas

Como el nombre implica, hay una restricción de la extensión completa de la articulación coxofemoral, significando aquí extensión llevar la pierna atrás respecto al tronco. Se evalúa mediante el método mostrado en la figura 5.24.

La retracción se puede concentrar en cualquiera de las estructuras anteriores. La más superficial es el músculo



5.22. Rotación externa.



5.23. Rotación interna.



5.24A. Evaluación de la retracción en la cara anterior de la cadera. Esta fotografía muestra la movilidad normal requerida por una bailarina.



5.24B. Retracción en la cadera con extensión limitada.

recto femoral perteneciente al cuádriceps. El recto femoral cruza la cara anterior de la articulación coxofemoral. Este y los otros tres componentes del cuádriceps pueden presentar retracción generalizada. También a nivel superficial se encuentra el músculo tensor de la fascia lata, que con frecuencia está tenso. A nivel más profundo, la restricción puede ser causada por el músculo psoasiliaco. La restricción de la rotación externa o de las aperturas es una complicación general de la retracción en la cara anterior de las caderas. Además, los músculos pectíneo y aductor corto, así como la cápsula anterior de la cadera, desempeñan su papel en la tirantez de la cara anterior de la articulación.

CAUSAS

Aunque con frecuencia haya retracción, se puede precipitar o agudizar por cualquiera de las causas siguientes:

1. Lordosis, cuando la inclinación anterior de la pelvis causa gradualmente retracción en las estructuras anteriores (**Sección 5.6**).
2. Cualquier fallo anatómico o en la técnica que cause una rotación anterior de la pelvis y produzca un acor-

tamiento secundario de las estructuras de la cara anterior de las caderas. Si dura mucho tiempo, puede derivar en una retracción real o en una contractura.

3. La retracción de los músculos isquiotibiales causa una tendencia a trabajar con las rodillas ligeramente flexionadas, con lo cual se evita la extensión completa de las caderas (**Sección 5.12**).

EFFECTOS

1. La adopción de una postura lordótica con todos sus problemas asociados (**Sección 5.6**).
2. Restricción de las aperturas. La causa pueden ser dos factores:
 - (a) una *limitación real* como ocurre cuando el músculo psoasiliaco y otras estructuras que limitan la rotación externa están acortadas, o
 - (b) una *limitación aparente* por la prevención de los rotadores externos a actuar eficazmente en el *en dehors*.

TRATAMIENTO

Inicialmente se empieza con ejercicios para todos los grupos musculares debilitados (tronco, isquiotibiales, aductores y glúteos, etc.). Luego, cuando todos estos grupos sean más fuertes, y junto con el programa en curso de fortalecimiento de todos los grupos o áreas tirantes, por ejemplo, el tensor de la fascia lata, los isquiotibiales, el cuádriceps o los aductores, se estiran suavemente.

En general, el fisioterapeuta debe conocer a fondo estas técnicas de estiramiento de los distintos grupos y estructuras, razón por la que se han obviado aquí descripciones detalladas. No obstante, hay que subrayar que los estiramientos deben ser suaves y graduales, nunca forzados, teniendo mucho cuidado de no traumatizar ningún tejido, con lo cual se produciría tejido cicatrizal y posteriores contracturas.

5.10. Debilidad de los músculos aductores

Estos músculos generan tracción para juntar los muslos. Ayudan a mantener el *en dehors*. En la danza tienen que ser muy poderosos porque son los músculos antagonistas de los abductores. Tiene que haber equilibrio entre los grupos de músculos antagonistas para generar estabilidad. En general son un grupo de músculos más bien débiles que se pueden debilitar todavía más si se estiran excesivamente. La debilidad también puede tener el efecto contrario y provocar retracción en los músculos aductores.

CAUSAS

La causa más importante de la debilidad de los músculos aductores es la ejecución de una técnica incorrecta.

1. Sentarse sobre la cadera.
2. Rodamiento de los pies (**Sección 5.18**).



3. El peso se echa demasiado atrás (**Sección 5.21**).
4. Rotación externa excesiva (**Sección 5.7**).
5. Hiperextensión de las rodillas (**Sección 5.13**).
6. Debilidad en el antepié que impide el correcto apoyo del peso (**Sección 5.19**).
7. Lordosis (con frecuencia un fallo postural en los niños que se convierte en un fallo técnico si el profesor no lo corrige) (**Sección 5.6**).

TRATAMIENTO

Consiste en ejercitarse para fortalecer los músculos aductores. Se deben estirar con suavidad si están tirantes, y habrá que corregir la técnica; cualquier otra cosa será inútil si no se suprime el fallo en la técnica.

5.11. Insuficiencia del músculo cuádriceps

Insuficiencia significa debilidad en el complejo del cuádriceps (músculos vasto medial, vasto intermedio, vasto lateral y recto femoral). La debilidad puede ser total si todos los grupos musculares del cuerpo son débiles, o relativa en comparación con otros grupos de músculos; también puede ser una debilidad diferencial de una pierna comparada con la otra, o debilidad en el complejo en que alguno de los músculos es débil en comparación con los otros. Esto último sucede sobre todo cuando el músculo vasto medial muestra una debilidad diferencial en comparación con los otros tres componentes.

CAUSAS

1. La hiperextensión de las rodillas es una causa importante de insuficiencia del cuádriceps en los bailarines debido a la incapacidad para ejercer tracción ascendente, lo cual obliga a desplazar el peso del cuerpo demasiado atrás. El bailarín tiene entonces que relajarse para que el peso descansa sobre la cápsula posterior y los músculos no trabajen para sostener la rodilla (**Sección 5.13**).
2. La tirantez de los isquiotibiales, que obliga al bailarín a trabajar con las rodillas ligeramente flexionadas, debilitará el músculo cuádriceps al obligarle a trabajar inadecuadamente. Con frecuencia también se ve a algunas personas caminar y permanecer de pie sin extender por completo las rodillas y esto es especialmente visible en mujeres que llevan zapatos de tacón muy alto (**Sección 5.12**).
3. Incluso después de una lesión leve, el músculo cuádriceps se atrofia y se debilita en el curso de dos a tres días, por lo que se necesita un esfuerzo especial para fortalecerlo de nuevo, así como cualquier otros grupos musculares asociados o afectados. En este contexto se ha de prestar especial atención a desarrollar el músculo vasto medial y a asegurarse de que la fuerza del cuádriceps está equilibrada en ambas piernas.

RESULTADOS

1. Dolor anterior en la rodilla (**Sección 3.33**). Repárese en concreto en que la falta de equilibrio entre los distintos músculos que forman el cuádriceps (sobre todo la debilidad del vasto medial) deriva en una trayectoria lateral de la rótula.
2. Un mayor riesgo de sufrir una lesión de rodilla, sobre todo daños en los meniscos (**Sección 3.42**). También puede terminar en una tendinopatía del tendón del cuádriceps o del tendón rotuliano (**Sección 3.44**). Un profesor que de repente enseñe un paso que requiera una contracción explosiva del cuádriceps, por ejemplo, un salto grande, correrá un riesgo evidente.
3. La debilidad del músculo vasto medial impide el bloqueo completo de la rodilla en extensión. Esto puede derivar en infrautilización y tirantez de los isquiotibiales laterales (**Sección 5.12**).
4. Hipertrofia de los músculos surales porque asumen más parte de la carga en los aterrizajes y generan más fuerza en los saltos. Esto a su vez puede derivar en una tendinitis del Aquiles (**Sección 3.10**) y en un síndrome del compartimiento anterior (**Sección 3.31**), así como en distensiones en la porción anterior del pie.

TRATAMIENTO

Consiste en ejercicios de fortalecimiento. Es esencial conseguir un equilibrio en el complejo del cuádriceps, lo cual suele exigir trabajo adicional para fortalecer el músculo vasto medial. Esta porción del complejo del cuádriceps se contrae eficazmente durante los últimos 15° de extensión de la rodilla. Es necesario alcanzar el equilibrio entre ambas piernas. También hay que corregir cualquier fallo técnico que pueda haber causado la debilidad original.

5.12. Retracción de los músculos isquiotibiales

CAUSAS

1. Los isquiotibiales pueden mostrar tirantez natural hasta el grado de que muchas personas no consiguen levantar las piernas en un ángulo de 90° con las rodillas extendidas. Como los isquiotibiales cruzan la rodilla por detrás, la flexión de ésta permitirá la flexión completa de la cadera incluso si los isquiotibiales muestran retracción. La flexión de la rodilla relaja los músculos isquiotibiales. Como se recordará de la anatomía de la **Sección 1**, los isquiotibiales actúan como extensores de la cadera y flexores de la rodilla.
2. Los isquiotibiales tienden a volverse tirantes durante el curso normal de cualquier estirón de crecimiento, al igual que otros grupos musculares. Ello se debe a que los huesos crecen más rápidamente que los tejidos blandos. Esta tirantez irá remitiendo y el estudiante recuperará la flexibilidad previa una vez que termine el estirón de crecimiento.



3. Trabajar con el peso del cuerpo echado hacia atrás, sea cuál fuere el motivo, tenderá a causar rotación anterior de la pelvis (**Sección 5.21**). Las rodillas tienden a flexionarse ligeramente y los isquiotibiales se debilitan y tensan. En concreto, los isquiotibiales laterales se vuelven tirantes y se debilitan en esta situación. Con frecuencia se suele asociar debilidad del cuádriceps debido a su incapacidad para bloquear la rodilla. En los casos de rotación externa excesiva de las piernas, los isquiotibiales no se pueden utilizar en toda su amplitud porque la pelvis se inclina hacia delante. Además, la torsión de la rodilla provoca un desequilibrio entre los isquiotibiales mediales y laterales con su consiguiente debilidad y tirantez diferenciales.

RESULTADOS

1. Cualquier retracción existente agravará el desplazamiento del peso hacia atrás, lo cual en sí es un factor desencadenante y se puede instituir un círculo vicioso de deterioro (**Sección 5.21**).
2. La retracción, sin duda, predispone a sufrir lesiones en los isquiotibiales, tanto distensiones como roturas (**Sección 3.49**).
3. Una tirantez desigual (medial frente a lateral) agudiza la tracción rotacional que experimenta la rodilla cuando está parcialmente flexionada y, por tanto, la predispone a sufrir daños en los meniscos (**Secciones 3.42 y 3.43**).
4. Al igual que en los casos de insuficiencia y debilidad del cuádriceps, la retracción de los isquiotibiales aumenta la carga de trabajo de los músculos surales y deriva en lesiones musculares y problemas en el tendón de Aquiles (**Secciones 3.10 y 3.11**).
5. Los isquiotibiales que no se activan correctamente derivan en retracción del tensor de la fascia lata, por-

que este músculo intenta estabilizar la pelvis. Esta sobrecarga de trabajo lateral se extiende a la porción lateral del cuádriceps, y como resultado directo, se produce una desviación lateral de la trayectoria de la rótula y luego dolor anterior en la rodilla (**Sección 3.33**). Esta trayectoria lateral de la rótula no se puede corregir completamente practicando sólo ejercicios para la porción medial del cuádriceps y para su desarrollo sin tratar primero la tirantez y debilidad de los isquiotibiales y sin someter el tensor de la fascia lata a un régimen de estiramientos.

TRATAMIENTO

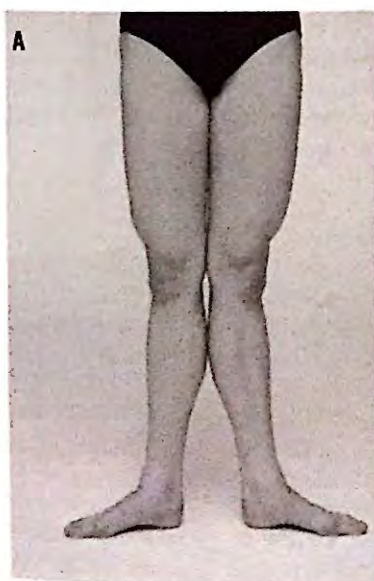
Corrección de las causas subyacentes, por ejemplo, el apoyo del peso del cuerpo y la técnica, fortalecimiento de todos los grupos débiles y estiramientos suaves para las áreas con tirantez. Como en otras situaciones, el tratamiento resulta ineficaz si no se corrigen los fallos en la técnica.

5.13. Rodillas hiperextendidas

Se da este nombre a las rodillas que muestran hiperextensión por encima del valor neutro (se considera neutro cuando la línea entre el muslo y la espinilla traza un ángulo de 180°). La hiperextensión supera este punto en 20° o incluso más (fig. 5.25).

CAUSAS

Esta hiperextensión se produce naturalmente en cualquier persona con laxitud articular y se manifiesta de una persona a otra con un grado de variación normal. Sin embargo, se puede agudizar con un trabajo dancístico incorrecto.



5.25A. Rodillas hiperextendidas, vista anterior.

5.25B. Rodillas hiperextendidas, vista de perfil.

La pregunta que a menudo se plantea es si es el ballet el que causa la hiperextensión. Casi con certeza podemos afirmar que no. Como este tipo de rodillas tiende a generar una línea estéticamente favorable en la pierna que trabaja, los estudiantes con esta tendencia (entre otros atributos) tienden a ser elegidos por las escuelas de ballet, como evidencia el gran número de bailarines con las rodillas hiperextendidas. No obstante, una vez dicho esto, no hay duda de que los malos profesores pueden agudizar y aumentar dicha hiperextensión dejando que los bailarines empujen la rodilla de la pierna de apoyo hacia atrás en vez de enseñarles a ejercer tracción ascendente con los muslos y a mantener la rodilla neutra.

RESULTADOS

La característica más importante de la hiperextensión de las rodillas es el desplazamiento del peso del cuerpo hacia atrás, junto con todos los problemas que se han mencionado repetidamente. Además de la debilidad de los antepies, las rodillas hiperextendidas son la causa más grave e importante del desplazamiento posterior del peso del cuerpo (**Sección 5.21**).

Ambos problemas llevan a la adopción de una postura lordótica y a trabajar con los brazos demasiado atrás. Con todo ello se asocia una tendencia acusada a que estos bailarines respiren de forma incorrecta, asociándose esta debilidad a una postura errónea del tronco. Suelen respirar con la porción superior del pecho y esto genera tensión en ella.

TRATAMIENTO

Se programan ejercicios para fortalecer todos los grupos musculares débiles, que en concreto serán los aductores, el vasto medial, los isquiotibiales y los glúteos. En la pierna, los músculos profundos de la pantorrilla mostrarán tirantez y debilidad y habrán de fortalecerse. La hiperextensión de las rodillas siempre se asocia con debilidad (a menudo flexible) en los pies, por lo que hay que prestar mucha atención al fortalecimiento de los músculos intrínsecos.

Junto con los músculos del tronco, en especial los abdominales (fibras transversas, oblicuas y longitudinales), los extensores del tronco y el dorsal ancho necesitan fortalecerse y corregirse la postura lordótica. Se precisarán ejercicios respiratorios usando la expansión lateral.

Con demasiada frecuencia el tratamiento y la corrección de la técnica se confinan a la región de la rodilla, descuidándose por completo los pies y, con más frecuencia aún, el tronco. En estos casos, el desplazamiento posterior del peso persiste junto con los problemas del bailarín, que sigue asumiendo equivocadamente que el tratamiento recibido es incorrecto, mientras que la situación real es que el tratamiento no es lo bastante generalizado como para cubrir toda la situación. Por desgracia, cualquier afección que sólo se corrija parcialmente con un tratamiento insuficiente o demasiado localizado hará que el bailarín asuma que el tratamiento es erróneo en vez de inadecuado.

ENTRENAMIENTO DE RODILLAS HIPEREXTENDIDAS

Si el estudiante con rodillas hiperextendidas trabaja con los talones tocando el suelo en la primera posición, notará que las rodillas se flexionan con poco control. La rodilla hiperextendida sólo se percibe recta y estable cuando está bloqueada en hiperextensión con los talones bien separados. Este tipo de rodilla se tiene que entrenar lentamente para activar el cuádriceps, sobre todo el vasto medial cuando la rodilla está extendida, y no sólo en hiperextensión. Los ejercicios con el bailarín sentado en el suelo con las piernas extendidas y activando el cuádriceps sin dejar que los talones se levanten del suelo pueden estimular este control. El estudiante debe estar con los talones lo bastante separados, de pie en primera posición, para dejar que el cuádriceps trabaje con estabilidad en las rodillas, sin bloqueo posterior. A medida que las rodillas adquieran fuerza, el hueco se puede cerrar más.

Si se emplean bien los músculos aductores, la apertura se mantiene pero resulta imposible el bloqueo posterior de las rodillas. El bloqueo posterior hace que el fémur gire en varo y los aductores se relajen. Es entonces cuando se pierde el control de las rodillas. No hay reglas fijas en cuanto a la intensidad y la rapidez porque cada físico se debe trabajar según sus necesidades. En la quinta posición, la rodilla hiperextendida es incluso más inestable, pero si se tiene que fortalecer en los primeros grados y se mantiene su propiocepción, la rodilla encontrará patrones de estabilidad en posiciones más cruzadas.

5.14. Retracción de los músculos surales

El músculo gastrocnemio es el músculo sural superficial que tiene su origen en los cóndilos del fémur por encima de la articulación de la rodilla. Genera la fuerza explosiva dinámica necesaria para los saltos. El músculo sóleo se origina en la superficie posterior de la tibia y el peroné, y es un músculo postural reclutado para equilibrar el peso del cuerpo sobre el centro de los pies. Ambos músculos se insertan en el tendón de Aquiles, que a su vez se inserta en el calcáneo. Éstos son los principales flexores plantares del tobillo. Estos músculos tensan y restringen la movilidad del tobillo por distintas razones.

CAUSAS

Debido a las exigencias del ballet clásico -trabajo de puntas y saltos en las bailarinas y *gran allegro* en los hombres- el complejo sural a menudo trabaja en exceso, y se acorta y tensa si no se mantiene y somete a estiramientos sistemáticos.

Creemos que se necesita un mínimo de 10° de flexión dorsal del tobillo con la rodilla extendida para mantener la biomecánica normal del pie.

A veces la tirantez acompaña a las rodillas hiperextendidas que no se corrigen, además de alterarse la ubicación eficaz del peso del cuerpo. El peso se mantiene demasiado



atrás sobre los talones. En lugar de eso, se debería distribuir entre el talón y el antepié con la rodilla controlada porque, de lo contrario, el complejo sural no puede trabajar correctamente. La pantorrilla se debilita y los músculos antagonistas del tobillo (compartimiento anterior/flexores dorsales) se sobreentrenan en un intento por ejercer tracción sobre la pierna para lograr equilibrio. Esto se aprecia en los tendones (tibial anterior, extensor del dedo largo y extensor largo de los dedos) que sobresalen en la cara anterior del tobillo. La tensión inhibe la profundidad del *plié* y la pantorrilla nunca se estira por completo. Las rodillas hiperextendidas se deben corregir (**Sección 5.13**) si queremos que mejore la técnica.

Una secuela puede ser un síndrome del compartimiento anterior (ver **Sección 3.31**) con un sobreentrenamiento de los grupos musculares que tiene graves consecuencias.

Las zapatillas demasiado pequeñas pueden causar tirantez en la pantorrilla debido a que los dedos se curvan-flexión de las articulaciones IF-, con lo cual el antepié no soporta correctamente el peso del cuerpo con la fuerza de los dedos extendidos y con un uso eficaz de los músculos intrínsecos. El peso se desplaza hacia atrás y recae de nuevo sobre los talones generando tensión en la cara anterior del tobillo. El tamaño de las zapatillas se debe comprobar de forma habitual en los bailarines jóvenes, e incluso hay que ajustar cada año el tamaño de las zapatillas de los profesionales a los cambios propios de su carrera en evolución. En todo momento se continuará con ejercicios para los músculos intrínsecos del pie.

El tendón de Aquiles se puede irritar si las pantorrillas muestran tirantez, al igual que la bolsa del Aquiles.

Un período de trabajo sobre un suelo duro puede sobrecargar el complejo sural y exacerbar todos los problemas de las extremidades inferiores (además de dejar cierto tiempo sin bailarines a la compañía).

Los bailarines no se percatan de la retracción en las pantorrillas, dado que sucede lentamente, por lo que todos deben seguir un 'régimen sural' de mantenimiento.



5.26. Estiramiento del músculo gastrocnemio.

5.27. Estiramiento del músculo sóleo.

Si la pantorrilla muestra tirantez, los aterrizajes tras los *relevés* y los saltos se verán afectados negativamente. Mediante la exageración de la pronación, el desbloqueo de la articulación media del tarso y la flexión dorsal del antepié sobre el retropié, el *plié* gana profundidad. No obstante, en esta posición el pie no se recupera a tiempo para realizar un despegue eficaz del suelo. Esta desventaja predispone al bailarín a sufrir fracturas por sobrecarga en la tibia y los metatarsianos, y a sufrir distensiones tendinosas.

TRATAMIENTO

Los músculos surales se deben estirar con regularidad con la rodilla flexionada (para acceder al sóleo) y extendida (para acceder al gastrocnemio). Lo mejor es usar una rampa de 45° en el estudio de danza. Se precisan estiramientos de treinta segundos después del ejercicio para elongar y favorecer la recuperación. Se deben estirar las pantorrillas y 'drenarlas' al finalizar el último ensayo. Tumbarse con las piernas elevadas contra una pared alivia y drena los metabolitos acumulados en las pantorrillas tras el ejercicio. Ayudan los baños de contraste en agua caliente y fría (dos minutos, cuatro veces) y el drenaje (diez minutos) al final del día. Los masajes para eliminar los productos de desecho acumulados tras el ejercicio también son de ayuda. Los estiramientos con las piernas elevadas y extendidas también movilizan las estructuras neurales, lo cual no se debe olvidar cuando se intente devolver a los músculos su longitud normal.

El fortalecimiento puede consistir en algo tan sencillo como un régimen diario de ejercicios de gemelos y ejercicios para los músculos intrínsecos del pie (ver ejercicios en la página 198).

5.15. Retracción del tendón de Aquiles

Aunque este término se emplee habitualmente, lo que significa es retracción en la musculatura sural y en el complejo del tendón de Aquiles, no sólo en el tendón. Con frecuencia la retracción se confina al músculo gastrocnemio, por lo que, cuando la rodilla está flexionada, permite que el gastrocnemio se relaje, el tobillo se pueda mover libremente en dorsiflexión y demostrar que el músculo sóleo no está tirante. (Recuerda que el gastrocnemio tiene su origen en el extremo inferior del fémur y que, por tanto, cruza la rodilla por detrás, mientras que el músculo sóleo, que se encuentra a nivel profundo del gastrocnemio, tiene su origen por debajo de la articulación de la rodilla.)

CAUSAS

Igual que sucede con la retracción de los isquiotibiales, esta situación puede ser sólo parte de un problema de retracción general, aunque ocasionalmente parezca confinarse al área de la pantorrilla y del tendón de Aquiles. Si este tipo de retracción fuera estructural, la ayuda sólo podrá alcanzar una extensión muy limitada.

Con más frecuencia, la retracción que aparece al trabajar es sólo aparente, de modo que, cuando se procede a la flexión dorsal pasiva del pie y el tobillo, se consigue la amplitud total del movimiento. Este tipo de 'retracción' se debe por tanto a un fallo técnico, por lo general asociado con debilidad de distintos grupos musculares. A menudo se acompaña de rodillas hiperextendidas y desplazamiento del peso hacia atrás. Cuando el peso se carga sobre el talón en vez de distribuirse entre éste y el antepié, los músculos surales no pueden trabajar correctamente ni estirarse por completo en carga. El peso desplazado hacia atrás también tiende a debilitar los músculos surales, y a esto puede acompañar tensión y retracción en ellos debido a la falta de fuerza en una situación de relajación controlada.

Si el peso está echado hacia atrás, el bailarín no puede alcanzar toda la profundidad del *plié*. Al intentarlo se aprecia tensión visible en los músculos flexores dorsales del tobillo, que sobresalen en la cara anterior del tobillo en este caso.

Las zapatillas demasiado pequeñas pueden provocar esto porque los dedos se curvan, empujando y desplazando el peso hacia atrás. Esto sucede más a los chicos que a las chicas y tal vez sea la única causa del desplazamiento del peso hacia atrás, sin que haya ningún otro problema técnico o anatómico.

El dolor anterior en la rodilla (**Sección 3.33**) se puede asociar con retracción en la pantorrilla y el complejo del tendón de Aquiles. Esto ocurre sobre todo por el desplazamiento del peso hacia atrás, en cuyo caso el músculo cuádriceps se usa como freno al saltar en vez de usar por igual los músculos surales y el cuádriceps. Es más habitual en los chicos porque acostumbran dar saltos mucho más grandes. Como la pantorrilla se infrautiliza, tiende a adquirir tirantez y ello puede derivar en una tendinitis del Aquiles (**Sección 3.10**), así como en todos los diversos problemas descritos en la sección sobre el dolor anterior en la rodilla (**Sección 3.33**).

La tendinopatía del Aquiles (**Sección 3.10**) y la bursitis del mismo tendón (**Sección 3.12**) con frecuencia se asocian con retracción y/o debilidad de los músculos surales (no sólo cuando hay dolor anterior en la rodilla). Con posterioridad se puede desarrollar un síndrome del compartimiento anterior (**Sección 3.31**) y fracturas por sobrecarga en la tibia (**Sección 3.30**). Todos estos problemas se agudizan gravemente cuando se trabaja en suelos duros.

TRATAMIENTO

Se debe proceder primero al fortalecimiento y luego a la práctica de suaves estiramientos de los músculos surales (el tendón de Aquiles no se puede estirar). La afección exige identificar y corregir los fallos en la técnica más que en el caso de cualquier otro problema técnico o anatómico. Junto con las asociadas tendinitis del Aquiles, la bursitis probablemente sea la causa más habitual de los fracasos aparentes del tratamiento.

Retracción del tendón de Aquiles y saltos

Cuando el profesor se plantea objetivos poco realistas, resulta difícil tratar las pantorrillas y el complejo del Aquiles con retracción natural que sólo permiten leves *pliés*. El físico de estos bailarines permite con frecuencia dar saltos buenos y altos. Sin embargo, a los bailarines con el tendón de Aquiles acortado les resulta difícil, si no imposible, aterrizar con los talones hacia abajo, tal y como recomiendan muchos manuales y cursos de baile. Identificar el físico del bailarín es el primer paso. El segundo es asegurarse de que la colocación del peso y la postura son correctas. El tercero es observar de cerca la mecánica de los aterrizajes y el amortiguamiento de los choques. Si el aterrizaje es suave y no se difiere el despegue subsiguiente, aunque el talón no esté en contacto con el suelo durante todo el aterrizaje, lo mejor es no tocarlo y no interferir con este tipo de salto natural. Resulta desmoralizante no dejar de leer durante años en los informes: 'debe llevar los talones hacia abajo' para luego pasar a la vida profesional sin tener nunca que 'bajar los talones'. (Si el informe se repite, sugiere que la culpa es del profesor.)

En los aterrizajes, tratar de bajar los talones carga el peso sobre éstos y sobreactiva los músculos flexores dorsales en un intento por profundizar el *plié*. El despegue siguiente se ve alterado porque, después de todo, no se despegó con los talones sino ejerciendo fuerza con el antepié.

Mejorar la fuerza excéntrica de los pies puede conseguir ralentizar el descenso antes de alcanzar el final del *plié*. Esto puede ayudar a la sincronización, control, armonía y amortiguamiento de choques. No obstante, la mecánica de un movimiento puede ser bien distinta si la estructura es diferente; en este caso, la tirantez del tendón de Aquiles restringe la profundidad normal del *plié*.

5.16. Arqueamiento tibial

Aunque la tibia adopte una suave curvatura natural, convexa lateralmente, a veces se exagera en lo que se conoce como arqueamiento tibial. El arqueamiento afecta toda la tibia o, lo más habitual, al tercio inferior (fig. 5.28).

CAUSAS

Se trata de una variación anatómica del crecimiento normal. Otras causas, como una deficiencia de vitamina D, son muy poco corrientes hoy en día en las sociedades desarrolladas.

RESULTADOS

La mayoría de los problemas se deben a que la articulación tibioastragalina se angula un poco respecto a la línea central de la pierna (fig. 5.29). El resultado natural es que el pie experimenta rodamiento en bipedestación y se aplanan. Los bailarines tienen que trabajar mucho más para mantener las aperturas y no incurrir en una rotación externa excesiva, pues el rodamiento del pie se vol-



5.28A. Arqueamiento tibial completo.



5.28B. Arqueamiento tibial inferior.



5.29. Arqueamiento tibial inferior. El pie a la izquierda está alineado con toda la pierna. El pie a la derecha se alinea con el extremo inferior de la tibia y el tobillo. En presencia de arqueamiento tibial inferior, el bailarín tendrá que trabajar con el pie alineado con la pierna.

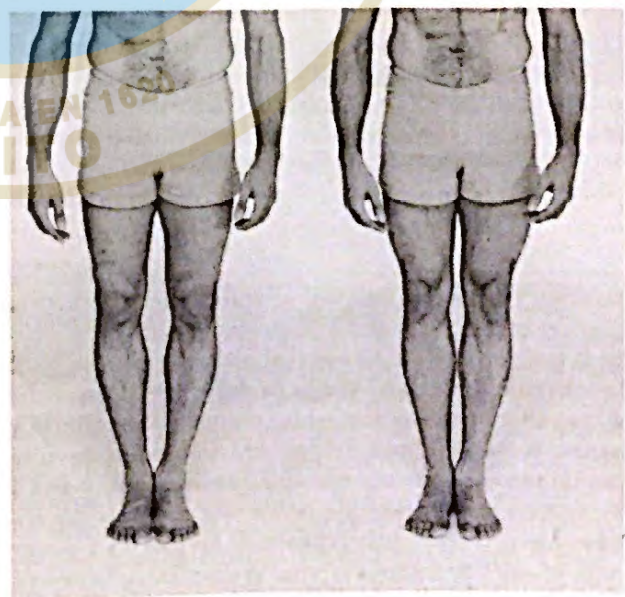
vería demasiado exagerado. Tienen que trabajar conscientemente la cara interna durante los ejercicios para los muslos.

Las lesiones por sobrecarga en la porción inferior de la tibia y el peroné (**Secciones 3.29 y 3.30**) son más habituales como resultado de la postura anormal de los pies causada por el arqueamiento. Además, se producen también problemas en los tejidos blandos en torno a la porción inferior del peroné.

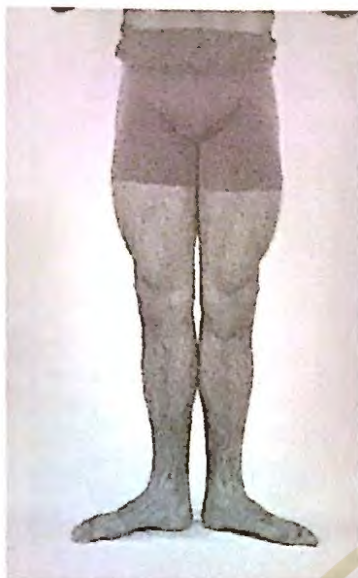
Cuando el pie está en flexión plantar se produce una inversión natural que se debe corregir para alinear el pie con el fémur en vez de proceder a la eversión del pie para mejorar la línea. De forma similar, en *demi-pointe* el pie tiende a adoptar la misma posición de inversión hasta que se corrige. Estando de puntillas a los bailarines les cuesta mucho alzarse en la posición correcta y tal vez adopten inversión o eversión podales, dependiendo de las variaciones en la longitud de los dedos y de la fuerza o debilidad de los pies. Estos últimos factores contribuyen a que sea mayor la tendencia a sufrir fracturas por sobrecarga en el II metatarsiano (**Sección 3.18**) en los casos de arqueamiento tibial. En la posición de apertura, el arqueamiento externo se convierte en un arqueamiento posterior. De perfil, el peso parece echarse hacia atrás, pero de hecho nos engaña la forma de las piernas. Siempre y cuando la distribución del peso del cuerpo sobre los pies sea correcta y la posición de la columna sea buena, se habrá asumido una postura satisfactoria.

TRATAMIENTO

Se requiere mucho ejercicio para fortalecer los músculos aductores, glúteos e isquiotibiales y dotar de estabilidad a los muslos. Es necesario fortalecer igualmente la musculatura sural. Frecuentemente y como consecuencia de la



5.30A y B. Empleo correcto de los músculos aductores y glúteos.



5.31. Uso correcto de la rotación externa.



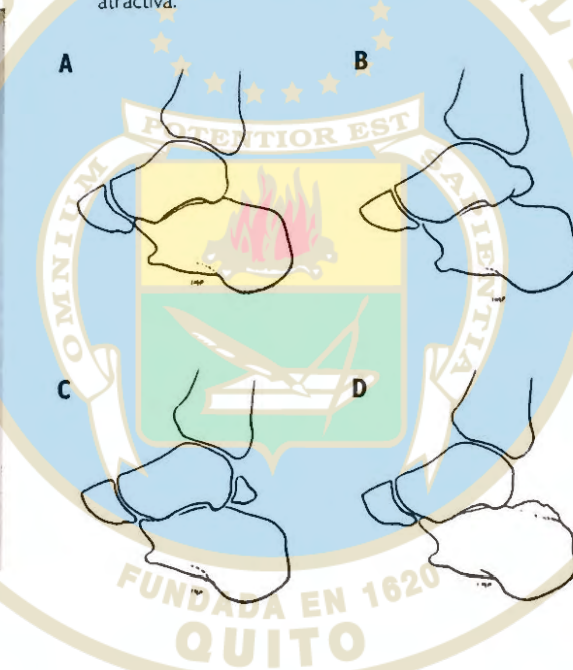
5.32. El pie sigue naturalmente la línea de la tibia; la línea es poco atractiva.



5.33. Línea correctamente ajustada.



5.34. El pie se ajusta para corregir la línea.



5.35A. Cara externa de un tobillo normal.

5.35B. Cara externa de un tobillo con el tubérculo posterior del astrágalo agrandado.

5.35C. Cara externa de un tobillo con hueso trigono.

5.35D. Cara externa de un tobillo con una exostosis en el dorso del calcáneo.

posición errónea de los pies, se aprecia debilidad en la porción lateral de la pantorrilla debido al trabajo excesivo de la porción medial. Es esencial realizar ejercicios para fortalecer los músculos intrínsecos de los pies. A esto debe acompañar ayuda técnica para controlar las aperturas y ajustar la línea de carga del peso del cuerpo que discurre por las piernas. Una vez conseguido esto, se procederá a la corrección de la posición de los pies para que sea óptima. La corrección de la posición de los pies no se puede realizar antes de corregir la porción superior de la pierna. Todo intento por hacerlo no haría sino complicar más el problema.

5.17. Compresión posterior de la articulación tibioastragalina

Se entiende por ello una interferencia que impide la flexión plantar completa de la articulación debido a que una prominencia ósea se ve comprimida entre el dorso del calcáneo y el borde articular posterior de la tibia (fig. 5.35). Las causas pueden ser un hueso trigono o el agrandamiento del tubérculo posterior del astrágalo o, rara vez, una prominencia ósea o exostosis en el dorso de la porción posterior del calcáneo, o, en último término, un osteófito en el borde posterior de la superficie articular de la tibia.



Este último caso consiste en una prominencia adquirida que surge como resultado de repetidas lesiones menores y de tempranos cambios degenerativos. Los tres primeros casos son situaciones con las que el bailarín nace y son normales en cierto porcentaje de la población.

Aunque la presencia del hueso trigono haya sido descrito por anatomistas y tenga un nombre propio para describirlo en el dorso del tobillo en el 14-15% de la población, los estudios sobre secciones del hueso trigono, en casos en que se ha necesitado su exéresis en bailarines, sugieren que al menos algunos son fracturas por sobrecarga localizadas en el gran tubérculo posterior del astrágalo. Puede ser que en estos casos el hueso trigono sea una fractura por sobrecarga del tubérculo posterior y que al nacer no fuera un hueso separado. No obstante, por lo que a los bailarines se refiere, es un aspecto puramente académico que sea lo primero o lo segundo.

CAUSAS

Los síntomas se deben a la presencia de un fragmento óseo que interfiere con la rotación completa del astrágalo en la mortaja del tobillo durante la flexión plantar. Mientras el astrágalo rota hacia la posición en flexión plantar (o en *pointe*), el calcáneo se eleva hacia el borde articular posterior de la tibia. La prominencia ósea que se proyecta más allá del ángulo posterior del astrágalo se sitúa entre el dorso del calcáneo y el borde articular posterior de la tibia. Cuando esto sucede, la cápsula y la sinovia se ven comprimidas entre las dos superficies óseas, y estos tejidos blandos son la fuente del dolor. Cuando se repite esta presión local, se aprecia formación de edema local al que sigue un engrosamiento de los tejidos blandos. Los síntomas se agudizan de forma sostenida y hacer punta con el pie se vuelve más difícil y doloroso.

Los síntomas son poco habituales antes de estar en plena adolescencia. No es hasta entonces cuando los estudiantes consiguen el máximo *pointe* natural del pie y, por tanto, cualquier mejora de la flexión plantar del tobillo se ve impedida por el bloqueo óseo. También a esta edad se incrementa enormemente el volumen y presión del trabajo en las escuelas de danza profesionales. Como resultado, los tejidos blandos no tienen tiempo para repararse entre una clase y la siguiente como sucedía con los estudiantes que sólo asistían a una o dos clases por semana. La afección tiende a ser mucho más habitual en las chicas que se esfuerzan por conseguir un mejor apuntamiento del pie y que bailan mucho tiempo sobre las puntas. No obstante, en los chicos que dedican mucho esfuerzo a los grandes saltos y que tienen que asumir tres cuartos de *pointe* se pueden precipitar los síntomas. Antes de este período de sus carreras, el volumen y presión del trabajo no bastan para lograr trabajar totalmente de puntillas. Sólo gradualmente se produce el estiramiento de los tejidos blandos que permite la máxima rotación del astrágalo en flexión plantar. Incluso en presencia de un hueso trigono o una prominencia ósea similar, en muchos casos, a pesar de la limitación leve de la flexión plantar completa de la articulación tibioastragalina, la región media del tarso ten-

drá que ser lo bastante móvil como para conseguir una compensación y un *pointe* satisfactorio del pie. En tales casos, no suelen manifestar síntomas.

SINTOMATOLOGÍA

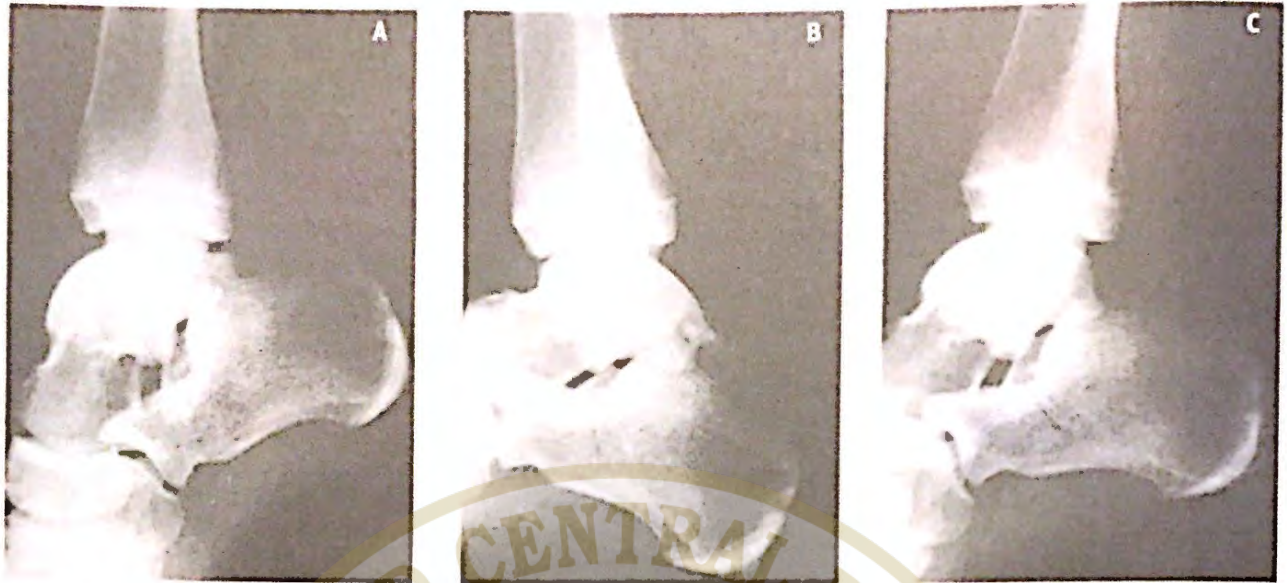
1. Por lo general, los bailarines refieren dolor en el tendón de Aquiles y molestias detrás del tobillo. Este cuadro tiende a agudizarse con el trabajo y remite con reposo.
2. El dolor en la cara anterior y anterolateral del tobillo también es habitual y se puede acompañar de edema. Los intentos por mejorar el *pointe* provocan una distensión en la cara anterolateral del tobillo y en la cápsula anterior, de ahí el dolor.
3. Las distensiones recurrentes en la musculatura sural, por lo general en torno a la región de la unión musculotendinosa, no son inhabituales y se pueden acompañar de más o menos dolor en torno al tendón de Aquiles y en la porción posterior del tobillo (**Sección 3.10**).
4. A veces los estudiantes refieren dolor en la cara plantar del pie causado por los esfuerzos del trabajo de puntas. Con mucha frecuencia los bailarines flexionan los dedos del pie en un intento por mejorar el *pointe*, lo cual causa más congestión en el dorso del tobillo.
5. Sólo en muy pocas ocasiones los bailarines refieren dolor muy localizado en el dorso de la misma articulación tibioastragalina.

La exploración clínica revela sensibilidad dolorosa localizada en el dorso de la articulación tibioastragalina, y con frecuencia es posible palpar la prominencia ósea. La radiografía mostrará la presencia de agrandamiento del tubérculo posterior del astrágalo o la existencia de un hueso trigono o, mucho menos común, de una prominencia en el dorso de la porción posterior del calcáneo. En ocasiones se aprecia un osteófito degenerativo. Sin embargo, es importante subrayar que la presencia de cualquiera de los elementos mencionados no significa que sean la causa de los síntomas del paciente. Con demasiada frecuencia los síntomas se precipitan por debilidad de los músculos intrínsecos, por falta de un adecuado control del tobillo o el pie, y por debilidad generalizada de los músculos de la pierna y el pie.

TRATAMIENTO

Inicialmente se debe hacer todos los esfuerzos posibles por aliviar los síntomas mediante medidas conservadoras. Puede bastar con el fortalecimiento de los grupos musculares y los músculos intrínsecos, junto con una técnica local como terapia interferencial. Sólo si esto falla se planteará la cirugía para eliminar el fragmento óseo prominente (fig. 5.36).

Si se opta por la cirugía, es esencial que el tratamiento postoperatorio se siga con seriedad. La pierna se debe elevar hasta que remita el edema. Se iniciarán pronto ejercicios para mantener el grado adquirido de flexión plan-



5.36A. Radiografía de un hueso trígono a punto de comprimir el borde articular posterior del extremo inferior de la tibia. Recuerda que los tejidos blandos (en este caso la membrana sinovial y la cápsula) quedan atrapados y comprimidos entre los dos huesos. Estos tejidos blandos no se ven en las radiografías.

5.36B. Hueso trígono con el tobillo en posición neutra, donde se muestra la gran distancia entre el hueso trígono y el margen articular posterior del extremo inferior de la tibia. Comparando con la figura 5.36A nos da una excelente impresión del grado de movimiento real que ocurre en la articulación del tobillo (una articulación troclear).

5.36C. Radiografía del mismo paciente después de eliminar el hueso trígono.



5.37A. Rodamiento del pie sin calzado.

5.37B. El efecto sobre el pie es menos evidente con la zapatilla puesta aunque se produzca en la misma medida.

tar o para afianzar lo que se haya ganado con la operación, y también para prevenir que el tejido cicatrizal se contraiga en el dorso del tobillo, que ha sido la localización de la cirugía. Se podrá caminar en cuanto el pie se pueda mover en flexión dorsal hasta una posición neutra, pero la deambulación será limitada y el pie se mantendrá bien elevado para reducir cualquier tendencia a formarse edemas. Una vez se haya retirado los puntos, el tratamiento se encaminará a la reducción del edema y al fortalecimiento

general de los músculos intrínsecos del pie y de todos los grupos musculares que controlen el pie y el tobillo. La articulación tibioastragalina se movilizará activamente durante toda la fase de tratamiento, aunque en general se evitará la movilización pasiva.

Si el tratamiento se ha aplicado eficazmente, el bailarín estará en buena condición física pasadas cuatro semanas como para iniciar un trabajo suave en la barra para una vuelta gradual a las clases. Durante este período



también necesitará algo de ayuda técnica y corrección. Incluso después de que haya vuelto a trabajar en plenas facultades proseguirá el control de su evolución durante un mínimo de seis meses porque durante este período se observa una tendencia a cierta contracción en los tejidos del dorso del tobillo y esto causa una reducción gradual de la profundidad de los *pliés*. El control de su evolución sirve para tratar cualquier amago de contractura mediante ejercicios vigorosos y activos y, probablemente, también algunos estiramientos pasivos. Cuando se estira el pie en los *pliés*, es muy importante que el estiramiento posterior se aplique homogéneamente y que no se deje que ninguno de los lados adquiera retracción.

5.18. Rodamiento/pronación

La naturaleza del rodamiento se aprecia mejor en la fotografía de la figura 5.37.

CAUSAS

1. La debilidad de los músculos intrínsecos del pie (**Sección 5.19**) y de los músculos de la pierna se produce normalmente durante un período de rápido crecimiento cuando el rodamiento resulta casi inevitable. En este caso, el rodamiento suele cesar una vez que termina el estirón de crecimiento.
2. Rotación externa excesiva (**Sección 5.7**). Hay una división muy sutil entre una rotación externa adecuada y otra excesiva. Una vez el bailarín supera la línea entre la primera y la segunda, el rodamiento del pie es inevitable y genera muchos fallos.
3. La enseñanza incorrecta de la colocación y la consiguiente rotación externa excesiva pueden terminar en rodamiento de los pies. Ciertamente, el rodamiento es una consecuencia natural del desplazamiento del peso hacia atrás y se convierte en un mecanismo compensador al intentar mantener el equilibrio (**Sección 5.21**).
4. La incapacidad para adaptarse a un escenario inclinado también puede derivar en rodamiento de los pies.
4. Los daños en el ligamento lateral del tobillo pueden ocurrir al quedar aplastado con el pie plano y al estirarse en el trabajo de puntas debido a que la elevación del pie es en dirección opuesta al rodamiento con el fin de mantener el equilibrio (**Sección 3.1**).
5. La distensión de las estructuras en el borde medial del pie y la del arco longitudinal y de la fascia plantar en su porción medial se asocian con el rodamiento del pie (**Sección 3.21**).
6. Como la mayor parte del peso se carga sobre la porción medial del pie, el dedo gordo asume la mayor parte de la tensión. Esto causa esguinces en la cápsula de la primera articulación metatarsofalángica (**Sección 3.22**), sesamoiditis (**Sección 3.23**) (estos dos huesecillos se sitúan debajo de la cabeza del primer metatarsiano) y con frecuencia una torsión del dedo gordo que puede terminar con una rotación permanente de la articulación metatarsofalángica, y graves distensiones en valgo, lo cual agrava toda tendencia a sufrir una deformidad en *hallux valgus* (**Secciones 3.22 y 3.24**). A largo plazo esta presión en valgo (es decir, presión del lado medial dirigida lateralmente) puede causar ciertas deformidades en valgo en todos los dedos del pie y en la porción distal del antepié.
7. La continua transferencia incorrecta del peso deriva en fracturas por sobrecarga en los metatarsianos, en especial el segundo (**Sección 3.18**).
8. El rodamiento no sólo causará una postura en valgo del dedo gordo, sino también una flexión en la articulación interfalángica del dedo con hiperextensión en la articulación metatarsofalángica, y, como consecuencia, un aumento de la tensión en el tendón del músculo extensor largo del dedo gordo y tendinitis en este mismo músculo (**Sección 3.18**).

TRATAMIENTO

Es esencial la identificación y corrección de todos los fallos en la técnica y el inicio de ejercicios de fortalecimiento de todos los grupos musculares debilitados. Esto suele exigir regímenes de ejercicio para el tronco y las extremidades inferiores. Aunque el tratamiento sea relativamente fácil, puede llevar bastante tiempo, si bien a largo plazo es una medida protectora y ahorrará mucho tiempo en lesiones en el futuro.

RESULTADOS

1. Las aperturas no se ejecutan bajo control correcto porque, cuando el pie rueda, el peso se desplaza hacia atrás y, como resultado, los músculos de la cadera no se pueden mantener correctamente. También se aprecia una tendencia a que el bailarín adopte una postura lordótica (**Sección 5.6**).
2. Se ejerce tensión excesiva sobre el lado interno de la rodilla (**Secciones 3.39 y 3.42**).
3. Hay una insuficiencia funcional en los músculos surales y peroneos. Los músculos tibial anterior y tibial posterior se vuelven más propensos a las distensiones. El resultado final puede ser una tendinitis, sobre todo en el músculo tibial posterior (**Sección 3.15**).

5.19. Debilidad de los músculos intrínsecos del pie

Son éstos unos pequeños músculos que mantienen el arco transversal y permiten extender los dedos en las articulaciones interfalángicas mientras se flexionan en las articulaciones metatarsofalángicas. También extienden los dedos y los aproximan entre sí (aducción y abducción). Cuando se usan correctamente, previenen los dedos en garra.

RESULTADOS

1. La debilidad de los músculos intrínsecos interfiere con la correcta transmisión del peso por el pie, cuyo resultado es que el peso se carga casi por completo sobre el talón en vez de distribuirse entre el antepié y el talón (**Sección 5.21**).
2. En el trabajo de puntas, los dedos no se pueden mantener extendidos si los músculos intrínsecos no son poderosos y adoptan una postura en garra dentro de las zapatillas. En casos extremos, el bailarín permanece de puntillas sobre los nudillos de los dedos. También en el trabajo de puntas, el peso se desplaza hacia atrás (**Sección 5.21**) y, como resultado, se incrementa mucho la tensión en las estructuras del dorso del tobillo, lo cual causa tendinopatías (**Sección 3.10**) y bursitis (**Sección 3.12**) en el tendón de Aquiles, y/o tendinopatías en el músculo tibial posterior (**Sección 3.15**), dependiendo de la constitución individual del bailarín. La presencia de un hueso trígono pequeño, que de lo contrario sería asintomático, puede empezar a causar dolor y problemas.
3. En los saltos y los aterrizajes o durante los *relevés* hay una transferencia incorrecta del peso por el pie debido a la debilidad del antepié. El aterrizaje será pesado y con poco amortiguamiento, o la fuerza excéntrica y el peso se desplazarán hacia atrás (**Sección 5.21**). Si se inicia un salto con el peso incorrectamente dispuesto, el aterrizaje también se hará con una distribución incorrecta del peso, lo cual con frecuencia deriva en lesiones en la espinilla (**Sección 3.30**) y la rodilla (**Secciones 3.33, 3.38, 3.39 y 3.42**).

TRATAMIENTO

Los ejercicios para los músculos intrínsecos del pie y la corrección de la técnica, junto con la corrección de la distribución del peso, son esenciales para el tratamiento. Se inspeccionan las zapatillas para asegurarse de que son de la medida justa y que confieren suficiente sujeción. No deben ser muy anchas ni muy cortas. La suela dura de algunas zapatillas, que usan los bailarines con debilidad en los músculos intrínsecos, no permite que el pie adopte una posición correcta óptima en el trabajo de puntas. Por tanto, este tipo de zapatillas sólo agrava la situación y debilita todavía más los músculos y los pies.

5.20. Variaciones en la longitud de los dedos del pie y los metatarsianos

El antepié ideal es aquel en que los dedos y los metatarsianos son todos de la misma longitud. Inevitablemente, el lado externo del pie, es decir, los metatarsianos y dedos IV y V, tienden a ser un poco más cortos, pero, cuando esta pendiente no es muy acusada, el bailarín tiene un pie estable en *demi-pointe* y *pointe*. Si consideramos primero



5.38. Segundo metatarsiano y II dedo del pie largos. La situación se agrava por la presencia de un primer metatarsiano corto.

los metatarsianos, puede haber variaciones considerables en su longitud. Es muy habitual que el II metatarsiano sea mucho más largo que el I o el III (fig. 5.38). Otra variación bastante habitual es un I metatarsiano muy corto (fig. 5.39) con los metatarsianos menores de la misma longitud. Otra variación es que los metatarsianos de los dedos pequeños se acorten muy acusadamente hacia el V metatarsiano, confiriendo una gran pendiente a las cabezas de los metatarsianos (fig. 5.40). En todos estos casos, el bailarín tiene mayor o menor dificultad en *demi-pointe*, cuando el grado de dificultad depende de la variación anatómica presente.

Por lo que a los dedos de los pies se refiere, la longitud de los dedos puede reflejar lo que sucede en los metatarsianos. Sin embargo, uno también aprecia variaciones en la longitud real de los dedos incluso si los metatarsianos en sí son de longitud similar (Fig. 5.41). La situación más corriente es cuando el II dedo es largo con o sin que el II metatarsiano sea largo. Este es el 'pie clásico o griego' que se ve en la mayoría de las estatuas clásicas y, con mucha frecuencia, en los cuadros de los siglos XV, XVI y XVII. Esto no consuela a los bailarines, porque las discrepancias en la longitud de los dedos causan problemas considerables durante el trabajo de puntas. Un II dedo largo inevitablemente se doblará durante el trabajo de puntas.

RESULTADOS

Las discrepancias en la longitud de los metatarsianos causa inestabilidad acusada en *demi-pointe*. Esto puede derivar en distensiones en los lados interno o externo del pie y el tobillo (**Secciones 3.1, 3.3 y 3.4**) dependiendo de la naturaleza de la discrepancia en la longitud de los metatarsianos y de la forma en que tienda a caer el pie. En *demi-pointe*, el pie puede adoptar inversión o eversión para aumentar la estabilidad (fig. 5.41).

Cuando hay discrepancia en la longitud de los dedos en *pointe* completo, los problemas tienden a asociarse más localmente con los dedos en sí y la dificultad para ajustar satisfactoriamente las zapatillas a las cajas. Se pueden



5.39A. Primer metatarsiano corto.



5.40A. Línea oblicua de las cabezas de los metatarsianos. Es una posición difícil en demi-pointe.



5.39B. Radiografía que muestra el primer metatarsiano corto.



5.40B. En este caso la situación es mucho peor porque el bailarín también tiene los dedos pequeños muy cortos. Con estos pies resulta extremadamente difícil el trabajo de puntas completo y el demi-pointe.

producir daños locales en los dedos en forma de ampollas y callosidades (**Sección 3.27**). Adicionalmente, el mismo pie se puede mostrar algo inestable en *pointe*.

En ambos casos, pero sobre todo en los casos de discrepancia en la longitud de los metatarsianos, son muy habituales las fracturas por sobrecarga en los metatarsianos más largos (fig. 5.42) (**Sección 3.18**).

TRATAMIENTO

Se debe prestar mucha atención al fortalecimiento de los músculos intrínsecos del pie y al fortalecimiento de todos los grupos musculares que controlan el pie y el tobillo. Se puede necesitar mucha ayuda técnica para que el bailarín adopte la posición óptima en *demi-pointe* y *pointe*. Es importante evaluar y corregir cualquier tendencia a la inversión o la eversion.



5.41. Dedos II y III largos. En este pie los primeros tres metatarsianos tienen una longitud muy parecida, lo cual confiere mucha estabilidad en *demi-pointe* a pesar de que el V dedo y los metatarsianos sean cortos. Los dedos II y III, por ser más largos, vuelven más difícil el trabajo de puntas a pesar de que la discrepancia de longitud entre el I y el II no sea tan grande como es habitual.



5.42A. Metatarsianos de longitud desigual: I metatarsiano corto; II y III metatarsianos de igual longitud, y IV y V metatarsianos mucho más cortos.



5.42B. Inversión del pie con el peso transmitido por la cara externa.



5.42C. Eversión del pie con el peso transmitido por la cara interna.



5.42D. Posición óptima del pie. En *demi-pointe* el peso se carga sólo sobre las cabezas del II y III metatarsianos con cierto apoyo de los dedos I y IV, mientras que el V dedo simplemente toca el suelo.

Bailar sobre superficies inclinadas

Las óperas y escuelas de Europa del Este a menudo tienen escenarios y estudios con cierto grado de inclinación. La visión del escenario por parte de la audiencia mejora cuando está inclinado, aunque para los bailarines la mecánica de la postura tiene que cambiar. Mirando hacia el público, el peso del cuerpo se desplaza hacia delante estimulando el uso de la cara posterior de las piernas –músculos isquiotibiales y glúteos– y los músculos extensores de la columna. Hay cierta necesidad de ‘tirar del cuerpo hacia atrás’.

Los problemas surgen cuando los profesores se acostumbran a enseñar sobre un suelo inclinado y mantienen esa postura sobre superficies planas cuando no se debería favorecer esa distribución del peso hacia atrás. En tales casos, es más apropiada una sensación ‘ascendente y anterior’.

A veces, en la quinta posición, los profesores sugieren que se cargue más el peso sobre el pie retrasado, pero éste es otro ajuste más adecuado para trabajar sobre superficies inclinadas.

5.21. Disposición incorrecta del peso

Esto suele significar que el peso está demasiado echado hacia atrás. Cuando la transmisión del peso es correcta, la línea discurre verticalmente hacia abajo desde las apófisis mastoides –justo detrás de las orejas– pasando por los centros de las articulaciones del hombro, la cadera, la rodilla y el tobillo, para unirse en la planta del pie ya en el borde anterior de la bolsa de grasa del talón (fig. 5.44). Ocasionalmente, los bailarines proceden a una hipercorrección



5.43. Fractura por sobrecarga del II metatarsiano. Cura con la formación de un callo (hueso nuevo) generoso.



5.44. Aunque el peso del cuerpo se distribuye por toda la planta del pie, la línea de transmisión del peso del centro de gravedad del bailarín debería cruzar la gruesa línea negra que se muestra.



ción y echan el peso demasiado adelante de modo que pasa por el metatarso, y, en estos casos, los talones con frecuencia se levantan ligeramente del suelo.

CAUSAS

1. Lordosis (**Sección 5.6**).
2. La cifosis y la rigidez en la columna dorsal producen una lordosis compensatoria (**Sección 5.6**) que inclina la pelvis y desplaza el peso hacia atrás.
3. La escoliosis suele producir inclinación pélvica a menudo acompañada de rotación de la pelvis (**Sección 5.4**).
4. La retracción en la cara anterior de las caderas (**Sección 5.9**) produce una rotación anterior de la pelvis y desplaza el peso al dorso de las piernas.
5. La debilidad de los músculos del tronco causa tensión en los músculos de la porción superior de la espalda, que durante el movimiento echan la porción superior del tronco hacia atrás debido a la falta de control de la porción media del tronco. Esto se acompaña de la prominencia de la cara anterior de la caja torácica y la relajación de los músculos abdominales. Con frecuencia se acompaña de respiración costal superior que agudiza el problema al generar más tensión si cabe en los músculos de la porción superior de la espalda, incluido el trapecio.
6. La debilidad de los músculos abdominales (transverso del abdomen), los glúteos, los isquiotibiales y los aductores (y cualquier grupo muscular que intervenga en la estabilización de la pelvis) permite la inclinación de la pelvis.
7. La rotación externa excesiva de los pies, asociada con una limitación genuina de la rotación externa de la cadera, o la falta de control muscular de una apertura adecuada, causan una inclinación anterior (**Sección 5.7**).
8. Desarrollo inapropiado de los músculos. Se puede deber a un aprendizaje defectuoso de la técnica o a la práctica de ejercicios resistidos con grandes pesos, o al *trabajo excesivo* en otras actividades como gimnasia, ciclismo o patinaje. Como con estos dos últimos deportes los bailarines pueden disfrutar, su práctica tal vez cause hipertrofia de grupos musculares que no son útiles para la danza.
9. La falta de control de las rodillas hiperextendidas (**Sección 5.13**) debido al bloqueo posterior de las rodillas provoca la relajación de los grupos musculares que controlan la pelvis.
10. Arqueamiento tibial (**Sección 5.16**) debido a su tendencia a generar rodamiento de los pies cuando están planos, e inversión y eversión al elevarlos. El arqueamiento altera la línea de transmisión del peso del centro de gravedad.
11. La retracción en el trabajo de puntas deja a los bailarines incapacitados para elevarse correctamente sobre los pies y conseguir un *demi-pointe* y tres cuartos de

pointe. El peso, por tanto, se echa hacia atrás. En los saltos, la tirantez en *pointe* impide al bailarín elevarse sobre el pie o descender correctamente. Comienza el salto con el peso echado hacia atrás y aterriza con el peso igualmente hacia atrás. Ésta es una causa evidente de problemas en la cara anterior de la pierna y lesiones por sobrecarga en los metatarsianos (ver también **Sección 5.18**).

12. La rigidez de las articulaciones del dedo gordo (**Sección 3.25**) desplaza el peso sobre la cara externa de los pies cuando se elevan en vez de distribuirse por el centro del pie. Como resultado, el peso se echa hacia atrás.
13. La línea en pendiente que trazan las cabezas de los metatarsianos también desplaza el peso demasiado hacia la cara externa del pie de forma parecida a los casos de rigidez de las articulaciones del dedo gordo.
14. La debilidad de los músculos intrínsecos del pie, acompañada por dedos en garra, desplaza el peso hacia atrás sobre los talones.
15. La rigidez de las zapatillas producirá dedos en garra con resultados similares al punto 14.
16. Los tirones de crecimiento causan una disminución generalizada del control muscular. Como resultado, cualquiera de estas áreas afectadas puede causar que el peso se eche demasiado atrás tanto si la debilidad se localiza en los pies, como en el tronco o en cualquier punto intermedio.

CONSECUENCIAS

1. Distensiones lumbares.
2. Fracturas por sobrecarga de las partes interarticulares (**Sección 3.59**).
3. Lesiones en la ingle (**Sección 3.47**).
4. Dolor en la zona glútea (**Sección 3.33**).
5. Lesiones de isquiotibiales a distintos niveles (**Sección 3.49**).
6. Lesiones de los músculos aductores (**Sección 3.46**).
7. Dolor anterior en la rodilla (**Sección 3.33**).
8. Distensiones en el dorso de la articulación de la rodilla (**Sección 3.38**).
9. Fracturas por sobrecarga en la tibia y el peroné (**Secciones 3.29, 3.30**).
10. Síndrome del compartimiento anterior (**Sección 3.31**).
11. Lesiones surales (**Sección 3.32**).
12. Tendinopatía del Aquiles (**Sección 3.10**).
13. Tendinopatía del músculo extensor largo del dedo gordo (**Sección 3.16**).
14. Fracturas por sobrecarga de los metatarsianos (**Sección 3.18**).
15. Debilitamiento de los músculos intrínsecos por falta de un uso correcto (**Sección 5.19**).
16. Daños en las articulaciones del dedo gordo (**Sección 3.22**).



TRATAMIENTO

Este nombre es confuso porque el desplazamiento del peso hacia atrás no es realmente una lesión. Sin embargo, es uno de los fallos más corrientes e importantes de los bailarines, y su corrección es esencial. Esto sólo se consigue determinando primero la causa o causas (a menudo múltiples) que producen el desplazamiento del peso hacia

atrás. Se debe prestar considerable atención, y hacer un esfuerzo por corregir y eliminar todas estas causas. Puede ser necesario un tratamiento, pero se dirigirá a otras lesiones secundarias inducidas por el desplazamiento del peso hacia atrás. *Como en los demás casos, es inútil el tratamiento que se centra sólo en la lesión y no corrige el fallo técnico subyacente.*



Glosario de términos de ballet

Arabesco (*arabesque*). La bailarina sobre una sola pierna extiende la otra hacia atrás en paralelo o por encima de la línea del suelo mientras los brazos se mantienen en variedad de posiciones delante del cuerpo, pero en gran medida alineados con él (pág. 65).

Battement tendu. Sacar la pierna extendida forzando el empeine hacia fuera con flexión plantar del pie, de la pierna que trabaja.

Dégagé. Desplazamiento del peso de un pie al otro o de ambos pies a uno solo. El centro de gravedad del cuerpo se desplaza de una línea que cursa entre los pies en bipedestación a otra línea que atraviesa el pie de apoyo.

En dedans. Giro en varo de las piernas o los brazos.

Gargouillards. Salto de un pie al otro, al mismo tiempo que se practica un rápido *rond de jambe* en el aire con cada pierna.

Quinta posición. De pie en rotación externa con el talón del pie adelantado contra el dedo gordo del otro pie.

Primera posición. De pie con los pies en rotación externa y los talones juntos.

Cuarta posición. En bipedestación en apertura con un pie delante del otro y cierta distancia entre ellos.

Plié. Flexionando las rodillas y caderas con los pies en apertura y los talones apoyados en el suelo (ver pág. 63).

Pointe. Empezando con los pies en el suelo se pasa a un cuarto de *pointe*, medio *pointe*, tres cuartos de *pointe*, y finalmente *pointe* completo. La danza sobre las puntas se inició a comienzos del siglo XIX, aunque hasta la década de 1860 no se usaron zapatillas de punta, si bien los cosacos llevaban siglos bailando sobre las puntas con botas blandas, pero normalmente con los dedos del pie flexionados y apoyándose en los nudillos (de *The Concise Oxford Dictionary of Ballet*). Algunas bailarinas que no han aprendido bien la técnica siguen bailando sobre los nudillos de los dedos (pág. 66).

Retiré. Elevando el pie de la pierna que trabaja hacia la rodilla.

Rond de jambe en el aire. Movimiento circular de la pierna que trabaja, que confiere la sensación de que la pierna por debajo de la rodilla describe un círculo (pág. 65).

Sauté. Salto con ambos pies a la vez.

Segunda posición. En bipedestación con los pies en rotación externa y separados.

Tendu. El pie se extiende hasta la posición de puntillas, por lo general con los dedos tocando el suelo.

Tercera posición. En bipedestación con el talón de un pie en el empeine del otro, ambos en rotación externa.

Apertura en *dehors*. Los pies muestran una rotación externa hacia 90°, abriéndose el movimiento por las caderas (rotación externa) (ver pág. 60).

Para leer más sobre terminología de ballet y elementos básicos, posiciones y movimientos existen dos publicaciones de la Royal Academy of Dance:

Dictionary of Classical Ballet Terminology, 3ª edición (2007), de Rhonda Ryman.

Foundations of Classical Ballet Technique (1997, reimprimación de 2008). Describe los elementos, posiciones y movimientos básicos del ballet clásico.

Índice alfabético

Nota. Los números de página en **negrita** se refieren a las figuras.

Abducción, 10, **10**
 Abductor del dedo gordo, 18, **198**
 Acetábulo, 13, **13**, 34
 Acetato de hidrocortisona, 109
 Actina, 19
 Acupuntura, 100
 Aducción, 10, **10**
 Aductor del dedo gordo, **33**
 Agua, 116-117
 Alimentación diaria, 117-118
 Alimentos farináceos, 118
 Alimentos lácteos, 118
 Alimentos proteicos, 118
 Alquitrán de los cigarrillos, 111
 Alvéolos, 51, **51**
 Aminoácidos, 49-50
 Antepié, 16, **16**, **17**
 Antiinflamatorios no esteroideos (AINE), 107
 Aorta, 46
 Aperturas, **60**, 60-62, **61**
 restricción en las caderas, 220-222, **221**
 Apófisis odontoides, 5
 Apoyarse en los nudillos de los dedos al ponerse de puntillas, 133, 141, 234
Arabesque, 65-66
 Arcos del pie, 16-17, **17**
 Áreas de calcificación, 141-142
 Arqueamiento tibial, 228-229, **229**, 237
 Arteria pulmonar, 44, **45**
 Arterias, 44, **44**, **45**
 Articulación del codo, 11, **11**, 29
 Articulación escapulotorácica, 27-28
 Articulación sacroilíaca, 4, 9, **12**
 distensiones, 157
 Articulación subastragalina, 17
 Articulación tarsiana media. *Ver* Articulación transversa del tarso
 Articulación talocrural, **15-16**, 15-18, 36-37, 73
 Articulación tibioperonea, 16, **16**
 Articulación transversa del tarso, 17
 Articulaciones, 9-18
 aumento del grado de movilidad, 105
 desarrollo y mantenimiento de la movilidad, 111
 lesiones, 80-81, **81**
 rigidez, 91-92
 tipos, 9, **9**

ver también articulaciones específicas
 Articulaciones interfalángicas (IF), 18
 Articulaciones metatarsofalángicas (MTF), 17-18
 distensiones capsulares, **136**, 136-137
 lesiones, 219-220
 Articulaciones sinoviales, 9, **9**
 Articulaciones tarsometatarsianas, 17
 Asa de Henle, 55, **55**
 Aspirina, 107
 Astrágalo, **15**, 16, **16**
 estabilización, **206**
 fractura osteocondral de la cabeza del astrágalo, 128, **128**
 Atlas, 5, **5**
 Audición, 40, **40**
 Aurículas, 44-45, **45**
 Axis, 5, **5**
 Baños de contraste, 98
 Barra, 59-60
Battement tendu en segunda posición, 64-65
 Bíceps femoral, 29, 30, **32**, **33**, 36
 Bilis, 48-49
 Braquial, 29
 Braquiorradial, 29
 Bronquios, **50**, 51
 Bursitis trocantérea, 156-157
 Cabezas de los metatarsianos, osteocondritis, 134-135, **135**
 Cadera en resorte, 156
 Caderas, 13, **13**, **29**, 29-30, **31**, 34-36, 73
 compresión, 155
 en resorte, 156
 evaluación ortopédica, 112-115
 músculos aductores. *Ver* Aductores de la cadera
 restricción de las aperturas en las, 220-222, **221**
 tirantez en la cara anterior de las, 222-223, **223**, 237
 Caja torácica, **7**, 7-8, 24
 Calcáneo, 16, **16**
 Calcáneo, **8**, 37, **130**, 131, **131**, 230, 231
 Callos, 141
 Callosidades, 141
 Calor, inflamación, 76
 Cambios celulares, inflamación, 77-79, 78
 Cambios en los líquidos, inflamación, 77
 Capacidad cardiorrespiratoria, 91, 104, 110-112
 Capilares, 44



- Cápsula articular, aperturas, 60
Cápsula de Bowman, **54**, 54-55
Caracol, **40**, **40**
Cartilago, 2
Cartilago hialino, 2
Cartilagos costales, 213
Causas anatómicas de las lesiones, 89
Causas medioambientales de las lesiones, 90-91
Ciego, 47
Cifosis, 212, 214-216, 215, 237
Circulación, **44**, 44-47, **45**, 93-94
Circunducción, 10
Clavícula, **11**, **26**
Cóccix, 4, **5**, **8**
Codeína, 108
Colocación incorrecta del peso, **236**, 236-237
Colon, 47, **48**
Columna vertebral, 5, **5**, **6**
Columna vertebral, evaluación ortopédica, 115
Compresión, 94, 95
Compresión anterior del tobillo, 131-132
Compresión posterior del tobillo, 130-131, **131**
Condromalacia rotuliana, 149-150, 220
Conductos semicirculares, 40, **40**
Conocimientos técnicos, falta de, 89
Contracción concéntrica, 22
Contracción excéntrica, 22-23
Contracción isométrica, 22-23
Coordinación neuromuscular, 23
Coracobraquial, 23
Corazón, 44, **44**, 45
Costillas
 lesiones, 213
 movimientos, 51, **51**
Cráneo, 4-5, **5**
Cresta ilíaca, distensión de los músculos que se insertan en, 157-158
Crioterapia, 95-96
Cuadrado femoral, **31**, 35, 60
Cuadrado lumbar, 24, 157-158
Cúbito, 11, **12**
Cuboides, **15**, 16
 subluxación, 135
 vendajes, estabilización, **207**
Curación de lesiones, 80-81

Dedos del pie, 36-37
 dedos en garra, 220
 variaciones en la longitud, 234-236, **234-236**
Dendrita, 37, **38**
Dermis, 42, **42**
Deshidratación, 116-117
Desigualdad en la longitud de las piernas, 211
Desprendimiento de la epífisis superior del fémur, 156
Diabetes mellitus, 49, 58
Diafragma, 51-52
Diatermia, 98-99
Diatermia de onda corta, 98
Digestión, 48-49

Digitopuntura, 100
Dihidrocodeína, 108
Dióxido de carbono, 45, 53
Discos intervertebrales, 5-7, **6**, **9**
Distensiones de las articulaciones cigapofisarias, 158-159
Distensiones inguinales, 154-155, 220
Dolor, 107-108
 alivio, 93, 107-108
 e inflamación, 76
Dolor anterior en la rodilla, 147, 228
Dolor en la articulación femororrotuliana, 147
Dolor en la espinilla, 142-145
Dolor en zona glútea, 157
Dolor torácico, 160-161
Dorsal ancho, **26**, 27, 29
 ejercicios de fortalecimiento, **190**
Duodeno, 48
Ecografías, 88
Edema, 76, 92
Efectos vasculares de las lesiones, 92
Ejercicio
 entrenamiento, 105-106
 objetivo, 104
 tipos, 105
 valor, 104
Ejercicios activos, 105
Ejercicios activos asistidos, 105
Ejercicios de equilibrio, **201**
Ejercicios pasivos, 105
Ejercicios, fortalecimiento, 164-207
Electroestimulación, 100
Electrólitos, 42
Elevación, 93, 94
Enfermedad de Osgood Schlatter, 148-149
Enfermedad de Perthes, 156
Enfermedad de Scheuermann, 212
Engatillamiento, 133
Engramas, 23
Enseñanza defectuosa, 89-90
Entesopatía, 86, 129
Epidermis, 42, **42**
Equilibrio, 40
Eritema, inflamación, 76
Escafoides, 8
Escalera analgésica, 107-108
Escápula, 11, **11**
Escoliosis, 212, 213-214, **214**, 237
Esguince de la cápsula anterior del tobillo, 126-127
 compresión anterior, 131-132
 compresión posterior, 130-131, **131**, **230**, 230-233, **232**
 ejercicios de fortalecimiento, **198-200**
 esguince, 122-126, **123-125**
 ligamento lateral, 122-126, **123-125**
 ligamento medial, 125-126
Esguinces, 81
 Ver también articulaciones específicas
Esófago, 47, **48**



- Espolones óseos, 141-142
 Espondilolistesis, 159, **159**
 Esqueleto, 2-9
 axial, 4-8
 partes, 4-9
 Estabilidad, músculos, 24-27, **26, 27**
 Esternocleidomastoideo, **26**
 Esteroides orales, 109
 Estimulación nerviosa transcutánea eléctrica (TENS), 100
 Estiramientos, 100-104, **103**
 Estiramientos estáticos, 102, **103**
 Estirones de crecimiento, 71-73
 Estómago, 48
 Evaluación ortopédica del bailarín, 112-115, **113**
 Exostosis, 131
 Extensión, 10, **10**
 Extensores largos de los dedos, 35
 Extensor largo de los dedos, **32, 33, 37**
 Extensor largo del dedo gordo, **32, 37**
 ejercicios de fortalecimiento, **198**
 tendinitis, 133
 Extensores de la columna, ejercicios de fortalecimiento, **190**
 Exteroceptores, 39
 Extremidades inferiores
 articulaciones, 12-18, **12-18**
 evaluación ortopédica, 112
 huesos, **8, 9**
 músculos, **19, 29-34, 29-34, 34-36**
 Extremidades superiores
 articulaciones, **11, 11-12, 12**
 evaluación ortopédica, 112
 huesos, **7, 8-9**
 músculos, 27-28, **28**
 problemas, 161
 Falanges (mano), 11-12, **12**
 Falanges (pie), **15, 16, 16, 17-18**
 Fármacos antiinflamatorios, 107
 Fascia plantar, 136, **136, 205**
 Fascia profunda, 20
 Fascia superficial, 20
 Fatiga, 106
 Fémur, 13, **13, 14, 15, 34**
 Fibras de metabolismo oxidativo-glucolítico (FOG), 24
 Fibras musculares blancas, 23-24
 Fibras musculares rojas, 23-24
 Fibrocartilago, 2
 Flexión, 10, **10**
 Flexión dorsal, 15
 Flexión plantar, 15
 Flexiones de tríceps, **192**
 Flexor accesorio, **33**
 Flexor corto del dedo gordo, **33**
 Flexor del quinto dedo, **33**
 Flexor largo de los dedos, tendón del, **33, 37**
 Flexor largo del dedo gordo, 18
 tendinopatía, 132-133
 tendón del, **33**
 tenosinovitis, 132-133
 Fractura del maléolo medial, **127, 127-128**
 Fractura en tallo verde, 82, **83**
 Fractura por sobrecarga de las vértebras
 lumbares, **155, 159, 159-160**
 Fractura transversa, 83, **83**
 Fracturas compuestas, 83, **83**
 Fracturas conminutas, 83, **83**
 Fracturas por sobrecarga, 83, **84, 142, 142, 220**
 Ver también huesos específicos
 Fracturas, **81, 81-83**
 Frecuencia cardíaca, 45, 46
 Fruta, 118
 Gammagrafías óseas, 88-89
 Gastrocnemio, **32, 33, 33, 36-37**
 roturas, 146-147
 retracción, 226-227, **227**
 Gémino inferior, **31, 35, 60**
 Gémino superior, **31, 35, 60**
 Glándula pituitaria, 56, 57
 Glándulas, 55-58, **56**
 Glándulas paratiroides, 56
 Glándulas sebáceas, 42, **42**
 Glándulas sudoríparas, 42, **42**
 Glándulas suprarrenales, 57-58
 Glomérulos, 54, 54-55
 Glucógeno, 49
 Glúteo mayor, 30, **30, 35, 60**
 ejercicios de fortalecimiento, **176-177, 178, 193, 197**
 Glúteo medio, 30, **30, 31, 35, 60**
 ejercicios de fortalecimiento, **176-177, 193**
 Glúteo menor, 30, **30, 31, 35, 60**
 ejercicios de fortalecimiento, **176-177, 193**
 Grasas, 116
Hallux rigidus, 134, 139-141, **140**
Hallux valgus, 138-139, **138-139, 204**
 Hematocitos, 43
 Hematoma subperióstico, 84, **84**
 Hemoglobina, 43
 Heparina, 49
 Hernia de los discos lumbares, 159
 Hidratación, 116-117, **117**
 Hidratos de carbono, 115
 Hielo, 93, 94
 Hierro, 49
 Hígado, 49-50
 Hiperextensión
 de las rodillas, 71, 212, 217, **217, 224, 225, 225-226**
 Hipermovilidad, 69-71, **70, 114**
 Hombro, 11, **11, 27-28, 28, 28-29, 62-63**
 ejercicios de estabilización, **191**
 evaluación ortopédica, 112-114
 nivel de discrepancia, **211, 211-212**
 problemas, 161
 tensión en el, **212, 219, 219, 220**
 Hormonas, 56, **56**



- Hueso compacto, 2
Hueso esponjoso, 2
Hueso innominado, 12, 13, **13**
Hueso trigono, 130, 230, **230**, 231, **232**
Hueso, 2-3
 crecimiento, 72
 forma, aperturas, 60
 formas, 4, 60
 función, 4
 lesiones, 82-84, **83**
 reacción a la tensión continua, 142-143
Huesos cuneiformes, **15**, 16, **16**, 17
Huesos del carpo, 12, **12**
Huesos del tarso, 4, **8**, 9, 17
Húmero, 11, **11**, **12**

Ibuprofeno, 107
Íliaco, 35
Índice de Beighton, 70, **70**
Inflamación, 76-80
 cambios en los tejidos, 76-80
 secuelas, 79
 signos, 76-77
 tipos, 79
Infraspinoso, 28, **28**
Inmovilización, 93
Interoceptores, 39
Inversión/eversión, 17, **129**, 219, **219**, **220**
Islotes del Langerhans, 49
Isquion, 9, **12**

Lesión en los ligamentos interespinosos, 158, **158**
Lesiones
 causas, 89-91
 complicaciones, 91-92
 curación, 80-81
 prevención, 110-115
 tipos, 81-89
 tratamiento, 93-110
 Ver también lesiones específicas
Ligamento calcaneoperoneo, 16, **16**
Ligamento colateral lateral, 13, **14**, **15**
Ligamento colateral medial, 13, **14**
Ligamento deltoideo, 15, **16**
Ligamento iliofemoral, 34-35
Ligamento lateral de la rodilla, 150
Ligamento lateral del tobillo, 15
 esguinces, 122-125, **123-125**
 esguinces crónicos, 126
 rotura, 125
Ligamento medial de la rodilla, 150
Ligamento medial del tobillo
 esguinces, 125-126
 esguinces crónicos, 126
Ligamento peroneoastragalino anterior, 122
Ligamento pubofemoral, **13**
Ligamento redondo, 34
Ligamentos colaterales, 15
Ligamentos cruzados, 13, **14**, **15**
 lesiones, 150-151
Ligamentos peroneoastragalinos, 15-16, **16**
Ligamentos tibioperoneos, **16**
Ligamentos, aperturas, 60
Lordosis, **216**, 216-218, **217**, 220, 237

Maléolo lateral, **15**
 fractura espiral, 122, **123**
 fractura, 127, **127**
Manipulaciones, 101
Masaje, 100
Membrana interóssea, **33**, 34
 ejercicios de fortalecimiento, **198**
Meniscos, 13, **15**
 lesión, 151-153, **152**
Mesopíe, 16, **16**, **17**
Metabolismo, 49-50
Metacarpianos, 11, **12**
Metatarsianos, 15, 16, **16**, 18
 fractura, 122, **123**
 fracturas por sobrecarga, 133-134, **134**
 variaciones de longitud, 234-236, **234-236**
Metatarso primo varo, 138, **138**
Microondas, 98
Minerales, 116
Miofibrillas, 19
Miosina, 19
Monóxido de carbono, 111
Morfina, 108
Movilidad, aumento de la, 105
Movilizaciones, 101
Multífidos, 26
Músculo cardíaco, **19**, 20
Músculo cuádriceps, 15, **15**, 30, **32**, 36
 distensiones y roturas, 153
 ejercicios de fortalecimiento, **173-174**, **195**
 insuficiencia, 224
Músculo deltoides, **26**, 27, **28**, 29
Músculo esquelético, **19**, 19-20
Músculo estriado, **19**, 19-20
Músculo involuntario, 20
Músculo liso, 20
Músculo poplíteo, 30-33, 36
Músculos, 18-37
 acción, 20-23
 agujeras y rigidez, 87
 aperturas, 60-62
 atrofia, 91, 92
 aumento de la fuerza, 104
 consideraciones generales, 18-24
 contracción, 22-23
 coordinación neuromuscular y engramas, 23
 crecimiento, 72
 desarrollo y mantenimiento de la fuerza, 110
 espasmos, 95
 fibras rojas y blancas, 23-24
 grupos principales, 34-37
 individuales, 24-34
 lesiones, 86-87



- palancas, 20-22, **21**
respiratorios, 51-52
roturas, 86-87
tipos de fibras musculares, 18-20, **19**
Ver también músculos individuales
- Músculos abdominales, 25, **26**
débiles, 237
ejercicios de fortalecimiento, **165-166, 182-189**
Ver también músculos individuales
- Músculos aductores de la cadera, **29, 29-30**
debilidad, 220, 223-224
distensiones y roturas, 154
ejercicios de fortalecimiento, **175-176, 194**
- Músculos del tronco, 24
débiles, 237
ejercicios de fortalecimiento, **171-172**
- Músculos extensores de la espalda, **167-170**
- Músculos intercostales, 52
- Músculos intrínsecos del pie, 37
debilidad, 220, 233-234
ejercicios de fortalecimiento, **181, 198**
- Músculos isquiotibiales, 30, **32, 33, 35**
ejercicios de fortalecimiento, **179, 196-197**
retracción, 224-225
roturas y distensiones, 155-156
uso excesivo del isquiotibial lateral, 220
Ver también bíceps femoral; semimembranoso; semitendinoso
- Músculos lumbricales, **33, 34**
ejercicios de fortalecimiento, **198**
- Músculos peroneos, 34, **180, 199**
- Músculos surales, **32, 33**
ejercicios de fortalecimiento, **181**
roturas y calambres, 146-147
tirantez, 226-227
Ver también gastrocnemio; sóleo
- Navicular, **15, 16, 16**
- Neuronas, 37
- Nicotina, 111
- Nutrición, 115-119
adecuada, lesiones, 94
alimentación diaria, 117-118
ingesta previa a la actuación, 118-119
mantenimiento de una buena, 112
requisitos, 115-117
- Oblicuo externo, 24, 25, **26, 166, 187**
- Oblicuo interno del abdomen, 24, 25, **26**
ejercicios de fortalecimiento, **166, 187**
- Obturador externo, **31, 35, 60**
- Obturador interno, **31, 35, 60**
- Oído, 40, **40**
- Operación de Keller, 138, **139**
- Osificación, 72
- Osteocondritis de las cabezas
de los metatarsianos, 134-135, **135**
- Osteotomía lineal a nivel del primer
metatarsiano, 138-139, **139**
- Oxígeno, 43-44, 45, 53
- Páncreas, 49
- Paracetamol, 107
- Pars interarticularis*, **159, 159-160**
- Patrones de crecimiento, 71-73
- Pectoral mayor, 23, **26, 29, 212**
- Pelvis, **8, 12, 12, 114**
- Pérdida funcional, inflamación, 76-77
- Peritendinitis, 85
- Peroné, **14, 15, 15, 16, 16**
- Peroneo corto, **33**
- Peroneo largo, **18, 33**
- Peso corporal, 91
- Pie, 15-18, **15-18, 36-37, 73**
arcos plantares, 16-17, **17**
ejercicios de fortalecimiento, **198-210**
evaluación ortopédica, 114
- Piel, 40, 42, **42**
- Piriforme, **31, 35, 60**
- Plantar, 37
- Plaquetas, 43
- Plié, **63, 63-64**
- Pointe, 66-69, **67**
- Posiciones de los brazos, 62-63
- Postura, **58, 58-60, 59**
músculos, 25-27, **26, 27**
- Postura de la rana, 221, **221**
- Primeros auxilios, 94-95
- Pronación, 219, **232, 233**
- Pronador cuadrado, 29
- Pronador redondo, 29
- Propiocepción, 40-41
- Propioceptores, 39
- Proteínas, 115
- Prueba de elevar la pierna extendida, 164-207
- Prueba de hundir el mentón, 102, **103**
- Psoasiliaco, 154, 223
- Psoas mayor, 24, **29, 30, 31, 35**
- Psoas menor, 30, **31**
- Pubis, 9
- Pulgar, 12, **12**
- Pulmones, 50-51, **51**
- Pulso, 46
- Radio, 11, **12**
- Radiografías, 87
- Recto del abdomen, 24, 25, **26, 27**
ejercicios de fortalecimiento, **165, 186**
- Recto femoral, 30, **31, 32, 36**
- Recto interno, 36
- Redondo mayor, **28, 29**
- Redondo menor, 28
- Reflejos, **38, 38-39**
- Rendimiento, síndrome de infrarrendimiento
inexplicable, 119
- Relevé, 66, **66**
- Renina, 55
- Reposo, 93, 94



- Resonancias magnéticas (RM), 88
Respiración, 50-51, 53-54
 músculos, 51-52
 patrones de, 52-53
Respiración abdominal, 53
Respiración apical, 52-53
Respiración costal, 52
Respiración externa, 53
Respiración interna, 53
Respiración tisular, 53
Respiración torácica, 52
Retropié, 16, **16**
Rigidez articular, 92-93
Riñones, 54, **54**
Rodamiento, 219, **232**, 233
Rodilla de saltador, 148, **148**
Rodilla(s), 13-15, **14**, **15**, 36, 73
 distensiones capsulares, 150
 dolor anterior, 147, 228
 hiperextensión, 71, 212, 217, 224, **225**, 225-226
 ligamento lateral, 150
 ligamento medial, 150
Romboides mayor, 28
Romboides menor, 28
Rond de jambe, 65
Rotación, 10, **10**
Rotación externa excesiva, **218**, 218-220, **219**, 233
Rotadores de la cadera, ejercicios de fortalecimiento, **193**
Rótula, **14**, 15, **15**
 fracturas, 153
 tendinopatías, 148, **148**, 220

Sacro, 4, **5**, 7, **8**, 9, **12**
Sacroespinales, 24
Sal, 117
Saltos, 18, 84, 228
Salud de la espalda, 73
Sangre, 43-47
Sartorio, 30, **31**, 36
Segunda posición en el aire, 65
Semimembranoso, **32**, 33, 36
Semitendinoso, **32**, 33, 36
Sensibilidad auditiva, 40, **40**
Sensibilidad cutánea, 40
Sensibilidad visual, 40
Serrato anterior, **26**, 28
Serrato posterosuperior, 24
Sesamoiditis, **137**, 137-138
Sinapsis, 38
Síndrome de infrarrendimiento inexplicable, 119
Síndrome de la hiper movilidad articular, 69
Síndrome del compartimiento
 anterior, **145**, 145-146, **146**, 220, 227
Síndrome del compartimiento tibial, 142
Sinfisis del pubis, 12
Sistema cardiovascular, 43-47, **44-45**
Sistema endocrino, 55-58, **56**
Sistema excretor, **54**, 54-55

Sistema linfático, 47
Sistema nervioso, 37-42, **38**
Sistema nervioso autónomo, 37, 39
Sistema nervioso parasimpático, 39
Sistema nervioso simpático, 39
Sistema nervioso somático, **38**, 38-39
Sistema nervioso voluntario, **38**, 38-39
Sistema respiratorio, **50**, 50-54, **51**
Sistema sensorial, 39-42
Sóleo, **32**, **33**, 36-37
 retracción, 226-227, **227**
 roturas, 146-147
Sonido, 40
Subescapular, 28, **28**
Subluxación de los tendones peroneos, 126
Suelo, causas de las lesiones, 90-91
Suelo pélvico, 26-27
Sujeciones, 109
Superficies inclinadas, 236
Supinador, 29
Supraspinoso, 28, **28**

Tabaquismo, 111-112
Tabla de equilibrio, 124, **124**, **201**
Técnica errónea, 89-90
Técnica, desarrollo y mantenimiento de una buena, 110
Técnicas de contracción/relajación, 102
Tejido conjuntivo, 69-71
Temperatura, causas de las lesiones, 90
Tendinopatía, 84
Tendinosis, 84
Tendón de Aquiles, **16**, **32**, 33, **33**, 37
 bursitis, 130, **130**, 228
 ejercicios de fortalecimiento, **181**
 ejercicios excéntricos, **203**
 evaluación ortopédica, 114
 prueba del tendón de Aquiles, 125, **125**
 retracción, 227-228
 rotura, 129-130
 tendinopatía, 128-129, **129**, 228
Tendón del cuádriceps, **14**, 15, **15**
 rotura, 153
Tendón rotuliano, **14**, 15, **15**
 ejercicios excéntricos, **202**
 rotura, 153
Tendones
 lesiones, 84-86
 lesiones en las inserciones, 85-86
 rotura, 85
Tendu, **64**, 64-65
Tenosinovitis, 85
Tensión arterial, 46
Tensión en el cuello, **204**, **212**, 212-213
Tensor de la fascia lata, **30**, 35-36
 tirantez, 147-148
Terapia interferencial, 99
Termoterapia, 96-99
Termoterapia profunda, 98-99
Termoterapia superficial, 97



- Tibia, **14**, **15**, **16**, **16**
 fracturas por sobrecarga, 142-145, **143**, **144**, **145**,
 220
- Tibial anterior, **32**, **33**, **33**, 37
 ejercicios de fortalecimiento, **200**
- Tibial posterior, 18, 37
 ejercicios de fortalecimiento, **200**
 tendinopatía, 132, **132**
 tenosinovitis, 132, **132**, 220
- Tiroides, 56, 57
- Tomografía axial computadorizada (TAC), 87
- Tortícolis agudos, 161
- Transverso del abdomen, 25-26, **26**
- Trapezio, **26**, 28
 tensión, 212
- Tratamientos de fisioterapia, 95-107
Ver también tratamientos específicos
- Tratamientos médicos, 107-109
- Tratamientos quirúrgicos, 109
- Traumatismos mecánicos, 95
- Tríceps, 29
- Tubo digestivo, 47, **48**
- Túbulo renal, 55, **55**
- Ultrasonidos, 99
- Unidades motoras, 20
- Uñas encarnadas, 141
- Uñeros, 141
- Uréteres, 54, **54**
- Uretra, 54, **54**
- Vasto intermedio, 30, 36
- Vasto lateral, 30, **32**, **33**, 36
- Vasto medial, 30, **32**, 36
- Vejiga urinaria, 54, **54**
- Venas, 44
- Venas pulmonares, 45, **45**
- Vendaje compresivo, 93, 94
- Vendajes, técnicas, **204-207**
- Verduras, 118
- Vértabras, 4-5, **5**, **6**
 fractura por sobrecarga, **159**, 159-160
- Vista, 40
- Vitaminas, 49, 116
- Yeyuno, 47, **48**



Créditos

Ilustraciones

Sarah K. Howse
Irene M. Prentice

Fotografías en blanco y negro

Justin Howse

Fotografías en color

Elaine Mayson (www.elainemaysonphotography.co.uk)
Ryoichi Hirano





TÉCNICA DE LA DANZA

ANATOMÍA Y PREVENCIÓN DE LESIONES

Las lesiones de los bailarines son un asunto que preocupa en primer lugar a ellos mismos, a sus profesores, asesores médicos, directores de compañías y coreógrafos. La causa de la lesión puede ser un accidente pero con frecuencia es un fallo técnico que no ha sido identificado en una fase temprana, o una variación en el físico del bailarín cuyas implicaciones no se han sopesado. Si bien la prevención es obviamente preferible, es vital un tratamiento apropiado que cubra las necesidades del bailarín aunque no siempre es fácil de hallar.

Técnica de la danza. Anatomía y prevención de lesiones es un libro de referencia que, en esta nueva edición, ha sido totalmente actualizado, ampliado y revisado. Entre los nuevos temas tratados se presentan: anatomía funcional para bailarines, hipermovilidad, estrategias para la salud de las articulaciones, radiografías y gammagrafías óseas, técnicas de estiramiento, control del dolor y fármacos asociados, el síndrome de infrarrendimiento inexplicable, entre otros. El libro se divide en cuatro secciones:

- Anatomía y fisiología.
- Lesiones: patología, causas, tratamiento y prevención.
- Lesiones específicas: sus causas y tratamiento.
- Ejercicios de fortalecimiento: ilustrados con secuencias fotográficas.
- Fallos en la técnica y variaciones anatómicas: sus causas, consecuencias y tratamiento.

"Este libro único y valiosísimo plantea de forma ejemplar la aspiración a conseguir el cuidado de los bailarines y es una obra muy recomendable."

The Dancing Times

"Abunda en observaciones muy técnicas sobre el movimiento."

Dame Ninette de Valois

Justin Howse es cirujano ortopédico adjunto, miembro del consejo de la British Association of Performing Arts Medicine y médico sénior con vasta experiencia en artes escénicas, en especial la danza. Fue especialista en traumatología en la Royal Ballet School, el English National Ballet (compañía y escuela) y la Royal Academy of Dancing entre otros.

Moirá McCormack es fisioterapeuta colegiada en la Royal Ballet Company.

ISBN: 978-84-9910-093-7



9 788499 100937

www.paidotribo.com