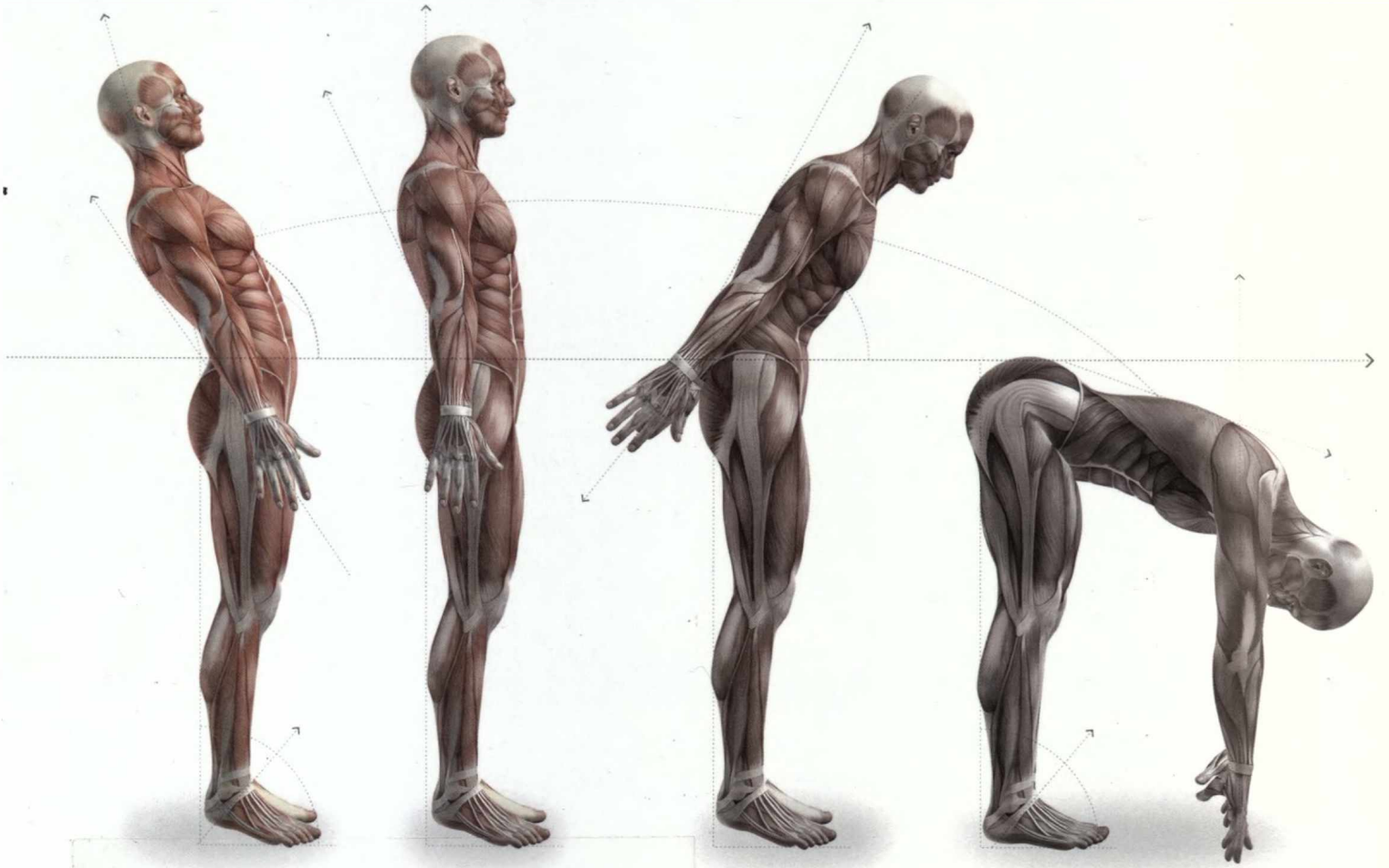
CINESITERAPIA

Incluye CONTENIDO DIGITAL

BASES FISIOLÓGICAS Y APLICACIÓN PRÁCTICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA DISCAPACIDAD ATENCION PREHOSPITALARIA Y DESASTRES DE
LIBROS/LIBRO
LD
17500260000- 31847651

2.ª edición

CÉSAR FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS
ALBERTO MELIÁN ORTIZ

ELSEVIER

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.

CÉSAR FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS ALBERTO MELIÁN ORTIZ

CINESITERAPIA 2.ª edición

BASES FISIOLÓGICAS Y APLICACIÓN PRÁCTICA

www.studentconsult.es
Acceso a los contenidos en línea del libro

- Casos clínicos y autoevaluaciones.



Cómo registrarse:

1. **Raspe con suavidad la superficie del adhesivo con el canto de una moneda. El código PIN que aparece se utilizará para registrarse.**
2. **Vaya a studentconsult.es y siga las instrucciones de registro.**

Con el código PIN incluido en este libro podrá acceder a los contenidos en línea de la obra *Cinesiterapia. Bases fisiológicas y aplicación práctica,* 2.ª edición. El acceso a estos contenidos está limitado a la utilización exclusiva por la persona que ha adquirido el libro y la licencia. Esta licencia y su acceso a los contenidos de **www.studentconsult.es** funcionan estrictamente con un único usuario por cada código PIN. Está terminantemente prohibido compartir contraseñas, y todo intento de hacerlo anulará el acceso. La licencia y el acceso no pueden prestarse, revenderse o ponerse en circulación de ninguna otra forma. La adquisición de esta licencia de acceso le da derecho a acceder a los contenidos de *Cinesiterapia. Bases fisiológicas y aplicación práctica,* 2.ª edición, por el plazo de cuatro años o hasta que se publique una nueva edición del libro.

El libro no puede devolverse si el adhesivo está rasgado o roto.

615.8
F363
Ej. 2
2019
BCD

Cinesiterapia

BASES FISIOLÓGICAS Y APLICACIÓN PRÁCTICA

Cinesiterapia

BASES FISIOLÓGICAS Y APLICACIÓN PRÁCTICA

2.ª edición

CÉSAR FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS
Fisioterapeuta, Doctor. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física, Universidad Rey Juan Carlos, Alcorcón, Madrid (España)

ALBERTO MELIÁN ORTIZ
Fisioterapeuta, Doctor. Facultad de Enfermería y Fisioterapia «Salus Infirmorum», Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid (España)
Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

ELSEVIER

ELSEVIER

Avda. Josep Tarradellas, 20-30, 1.° 08029 Barcelona, España

Cinesiterapia. Bases fisiológicas y aplicación práctica, 2.ª ed.,
de César Fernández de las Peñas y Alberto Melián Ortiz

© 2019 Elsevier España, S.L.U., 2013.
ISBN: 978-84-9113-360-5
eISBN: 978-84-9113-509-8

Todos los derechos reservados.

Reserva de derechos de libros
Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70/ 93 272 04 45).

Advertencia
La medicina es un área en constante evolución. Aunque deben seguirse unas precauciones de seguridad estándar, a medida que aumenten nuestros conocimientos gracias a la investigación básica y clínica habrá que introducir cambios en los tratamientos y en los fármacos. En consecuencia, se recomienda a los lectores que analicen los últimos datos aportados por los fabricantes sobre cada fármaco para comprobar la dosis recomendada, la vía y duración de la administración y las contraindicaciones. Es responsabilidad ineludible del médico determinar la dosis y el tratamiento más indicado para cada paciente en función de su experiencia y del conocimiento de cada caso concreto. Ni los editores ni los directores asumen responsabilidad alguna por los daños que pudieran generarse a personas o propiedades como consecuencia del contenido de esta obra.

Servicios editoriales: DRK edición
Depósito legal: B. 4.514 - 2019
Impreso en España

Colaboradores

JORGE ALARCÓN JIMÉNEZ
Fisioterapeuta. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Fisioterapia, Universidad Europea de Valencia, Valencia (España)

JOSÉ LUIS ARIAS BURÍA
Fisioterapeuta, Doctor. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física, Universidad Rey Juan Carlos, Alcorcón, Madrid (España)

MANUEL ARROYO MORALES
Fisioterapeuta, Doctor. Departamento de Fisioterapia, Universidad de Granada, Granada (España)

FRANCISCO TOMÁS BEAS PEDRAZA
Fisioterapeuta. Unidad de Fisioterapia de FREMAP

M.ª ELENA BENITO GONZÁLEZ
Fisioterapeuta, Máster. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física, Universidad Rey Juan Carlos, Alcorcón, Madrid (España). Departamento de Fisioterapia, Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid (España)

PILAR BORONDO VICENTE
Fisioterapeuta. Departamento de Fisioterapia, Facultad de Medicina, Universidad San Pablo CEU, Montepríncipe, Madrid (España)

CARME CAMPOY GUERRERO
Fisioterapeuta. Grado en Fisioterapia. Departamento de Enfermería, Universidad de Lleida, Lleida (España)

ROMINA CARBONI
Licenciada en Kinesiología y Fisiatría. Profesora adjunta de Técnicas Kinésicas I de la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría. IUGR, Rosario (Argentina)

CARLES CASANOVA GONZALVO
Fisioterapeuta. Grado en Fisioterapia. Departamento de Enfermería, Universidad de Lleida, Lleida (España)

GABRIEL CONVERSO
Licenciado en Kinesiología y Fisiatría. Coordinador académico de la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría. Profesor titular de Metodología de la Investigación e Investigador Principal. IUGR, Rosario (Argentina)

NIEVES DE BERNARDO TEJEDOR
Fisioterapeuta. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Fisioterapia, Universidad Europea de Valencia, Valencia (España)

ANA ISABEL DE LA LLAVE RINCÓN
Fisioterapeuta, Doctor. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física, Universidad Rey Juan Carlos, Alcorcón, Madrid (España)

JUAN DEL RIEGO CUESTA
Fisioterapeuta. Departamento de Fisioterapia, Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad Europea de Madrid, Villaviciosa de Odón, Madrid (España)

CÉSAR FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS
Fisioterapeuta, Doctor. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física, Universidad Rey Juan Carlos, Alcorcón, Madrid (España)

MARTA FERNÁNDEZ GARCÍA
Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

MARÍA JESÚS FIDALGO BENAYAS
Médico Especialista en Rehabilitación. Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

ANTONIO MANUEL GARCÍA GODINO
Fisioterapeuta. Clínica FisioPuntura, Madrid (España)

MÓNICA GARCÍA GONZÁLEZ
Fisioterapeuta. Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

PABLO CÉSAR GARCÍA SÁNCHEZ
Fisioterapeuta. Departamento de Fisioterapia, Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad Europea de Madrid, Villaviciosa de Odón, Madrid (España)

FERNANDO GARCÍA SANZ
Fisioterapeuta. Departamento de Fisioterapia, Clínica CEMTRO, Madrid (España)

ALICIA HERNANDO ROSADO
Fisioterapeuta. Profesora asociada. Departamento de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Alfonso X El Sabio, Madrid (España)

SOFÍA LAGUARTA VAL
Fisioterapeuta, Doctor. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física, Universidad Rey Juan Carlos, Alcorcón, Madrid (España)

JOSÉ LUIS LARA CABRERO
Fisioterapeuta. Departamento de Fisioterapia, Clínica CEMTRO, Madrid (España)

EDITZA MACHADO ZAVARCE
Fisioterapeuta. Colegio Universitario de Rehabilitación «May Hamilton», Caracas. Escuela de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Arturo Michelena, Valencia (Venezuela)

ROSA MARÍA MASET ROIG
Fisioterapeuta. Departamento de Fisioterapia, Universidad Católica de Valencia «San Vicente Mártir», Valencia (España)

ALBERTO MELIÁN ORTIZ
Fisioterapeuta, Doctor. Facultad de Enfermería y Fisioterapia «Salus Infirmorum», Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid (España). Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

CRISTINA ORTEGA OREJÓN
Fisioterapeuta. Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

RICARDO ORTEGA SANTIAGO
Fisioterapeuta, Doctor. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física, Universidad Rey Juan Carlos, Alcorcón, Madrid (España)

LUIS PALOMEQUE DEL CERRO
Fisioterapeuta, Doctor. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física, Universidad Rey Juan Carlos, Alcorcón, Madrid (España)

RAQUEL PANIAGUA DE LA CALLE
Fisioterapeuta. Departamento de Fisioterapia, Facultad de Enfermería y Fisioterapia, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid (España)

ANA RAMÍREZ ADRADOS
Fisioterapeuta. Departamento de Fisioterapia, Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad Europea de Madrid, Villaviciosa de Odón, Madrid (España)

SILVIA RECHE CABALLERO
Médico Especialista en Rehabilitación. Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

DIANA RENOVELL ROMERO
Fisioterapeuta. Grado en Fisioterapia. Departamento de Enfermería, Universidad de Lleida, Lleida (España)

IVÁN RODRÍGUEZ APARICIO
Fisioterapeuta. Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

FRANCESC JOSEP RUBÍ CARNACEA
Fisioterapeuta. Grado en Fisioterapia. Departamento de Enfermería, Universidad de Lleida, Lleida (España)

PEDRO MIGUEL SAAVEDRA HERNÁNDEZ
Fisioterapeuta. Facultad de Enfermería y Fisioterapia «Salus Infirmorum», Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid (España). Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

JAIME SALOM MORENO
Fisioterapeuta. Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física, Universidad Rey Juan Carlos, Alcorcón, Madrid (España)

AMPARO SÁNCHEZ CAMPOS
Fisioterapeuta. Facultad de Enfermería y Fisioterapia «Salus Infirmorum», Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid (España). Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

ISMAEL SANZ ESTEBAN
Fisioterapeuta, Doctor. Universidad Europea de Madrid, Villaviciosa de Odón, Madrid (España)

NURIA SENENT SANSEGUNDO
Fisioterapeuta. Facultad de Enfermería y Fisioterapia «Salus Infirmorum», Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid (España). Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda, Madrid (España)

CARLOS VILLARÓN CASALES
Fisioterapeuta. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Fisioterapia, Universidad Europea de Valencia, Valencia (España)

Agradecimientos

El momento de agradecer a todas y cada una de las personas que han hecho posible la segunda edición de esta obra y que han participado de forma directa o indirecta es uno de los más difíciles de escribir, bien por miedo a olvidarte de alguien o bien por no saber qué decir. Queremos agradecer profundamente a todos los colegas que a lo largo de nuestra vida profesional nos han permitido crecer en el conocimiento de nuestra profesión: profesores, alumnos, compañeros de clase, compañeros de trabajo, jefes, pacientes, etc. En especial a nuestros amigos y familiares, los cuales han sabido renunciar a momentos de nuestra compañía con tal de que esta obra viera la luz. Hacer una lista de ellos supondría rellenar un largo número de hojas, por eso, a todos ellos, gracias de todo corazón. En particular a aquellas personas más cercanas, nuestras mujeres e hijos: esto no hubiese sido posible sin vuestra comprensión y apoyo. Y también a los lectores que sepan valorar el esfuerzo realizado, gracias. Finalmente, nuestro agradecimiento a Elsevier España, que ha confiado en este proyecto desde el principio, más en los tiempos que corren.

César Fernández de las Peñas
Alberto Melián Ortiz

IVÁN RODRÍGUEZ APARICIO
Fisioterapeuta. Unidad de Fisioterapia,

JAIME SALOM MORENO
Fisioterapeuta. Departamento de Fisioterapia,
Terapia Ocupacional, Rehabilitación y Medicina Física,
Universidad Rey Juan Carlos, Alcorcón,
Madrid (España)

AMPARO SÁNCHEZ CAMPOS
Fisioterapeuta. Facultad de Enfermería y Fisioterapia
«Salus Infirmorum». Universidad Pontificia
de Salamanca, Madrid (España).
Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda,
Madrid (España)

ISMAEL SANZ ESTEBAN
Fisioterapeuta. Doctor. Universidad Europea de Madrid,
Villaviciosa de Odón, Madrid (España)

NEREA SENENT SANTIGUDBO
Fisioterapeuta. Facultad de Enfermería y Fisioterapia
«Salus Infirmorum». Universidad Pontificia
de Salamanca, Madrid (España).
Unidad de Fisioterapia, Hospital FREMAP-Majadahonda,
Madrid (España)

CARLOS VILLARÓN CASALES
Fisioterapeuta. Facultad de Ciencias de la Salud.
Departamento de Fisioterapia
Universidad Europea de Valencia, Valencia (España).

Prefacio

El propósito de toda obra escrita es ofrecer al lector una herramienta de consulta y de estudio, aportando novedades y facilitando la adquisición de conocimientos que enriquezcan sus actividades personales o profesionales. En el caso de la presente obra que tenemos el placer de editar, dirigida a fisioterapeutas y realizada con la aportación de profesionales de las ciencias de la salud que comparten como denominador común su cercana presencia en el área de conocimiento de la Fisioterapia, todos los objetivos anteriores no solo se cumplen sino que se amplían con la intención de ofrecer al profesional una guía de actuación en el campo de la cinesiterapia.

La obra consta de diversos capítulos que siguen un orden lógico en la correcta aplicación de las diversas técnicas de cinesiterapia. Se ha concedido gran importancia a la claridad expositiva, y sobre todo a la fijación visual de los conceptos claves relativos a las técnicas de cinesiterapia. Se realiza un resumen de la historia de la cinesiterapia y de sus principios físicos para ahondar en temas más profundos como son el razonamiento clínico y su aplicación en el contexto de las ciencias de la salud. Se habla de la sala de cinesiterapia y se comienza con la aplicación de las distintas técnicas de movilización pasiva y activa de las que dispone la cinesiterapia.

Esta segunda edición del libro se dirige tanto al estudiante de Fisioterapia que desea profundizar en los conocimientos que cada día obtiene de sus profesores, como al profesional titulado que necesita una obra de consulta comprehensiva y global que le ofrezca una visión amplia de las distintas herramientas terapéuticas cinesiterápicas que tiene a su disposición. En esta segunda edición de la obra se ha incluido un capítulo que aborda el tema de isocinéticos, muy en auge en el mundo del deporte.

La realización de este libro ha sido posible gracias al enorme esfuerzo de todos los fisioterapeutas autores de los capítulos que lo componen, los cuales han plasmado en estas hojas las situaciones clínicas que ellos observan en sus pacientes. Por ello, esta obra da vida escrita a la realidad clínica de la fisioterapia, más en concreto a los pacientes que reciben nuestra atención diaria.

CÉSAR FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS
ALBERTO MELIÁN ORTIZ

Índice de capítulos

Capítulo 1
Introducción a la cinesiterapia 1
M.ª ELENA BENITO GONZÁLEZ • EDITZA MACHADO ZAVARCE

Capítulo 2
Bases físicas de la cinesiterapia 11
CARLES CASANOVA GONZALVO • FRANCESC JOSEP RUBÍ CARNACEA • CARME CAMPOY GUERRERO • DIANA RENOVELL ROMERO

Capítulo 3
Fundamentos de la cinesiterapia 19
PABLO CÉSAR GARCÍA SÁNCHEZ • ALICIA HERNANDO ROSADO

Capítulo 4
Efectos de la inmovilización prolongada 33
GABRIEL CONVERSO • ROMINA CARBONI

Capítulo 5
La sala de fisioterapia 39
EDITZA MACHADO ZAVARCE • M.ª ELENA BENITO GONZÁLEZ

Capítulo 6
Terapia manual como cinesiterapia pasiva 45
RICARDO ORTEGA SANTIAGO • SOFÍA LAGUARTA VAL • LUIS PALOMEQUE DEL CERRO • ANA ISABEL DE LA LLAVE RINCÓN

Capítulo 7
Terapia manual articular pasiva de la extremidad superior 51
ANA ISABEL DE LA LLAVE RINCÓN • SOFÍA LAGUARTA VAL • LUIS PALOMEQUE DEL CERRO • CÉSAR FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS

Capítulo 8
Terapia manual articular pasiva de la extremidad inferior 69
SOFÍA LAGUARTA VAL • LUIS PALOMEQUE DEL CERRO • RICARDO ORTEGA SANTIAGO • ANA ISABEL DE LA LLAVE RINCÓN

Capítulo 9
Terapia manual articular de la columna vertebral y de la articulación temporomandibular 81
ANTONIO MANUEL GARCÍA GODINO • PEDRO MIGUEL SAAVEDRA HERNÁNDEZ • IVÁN RODRÍGUEZ APARICIO

Capítulo 10
Otras formas de cinesiterapia pasiva 93
ROSA MARÍA MASET ROIG • JORGE ALARCÓN JIMÉNEZ • CARLOS VILLARÓN CASALES • NIEVES DE BERNARDO TEJEDOR

Capítulo 11
Coordinación motora 97
PILAR BORONDO VICENTE

Capítulo 12
Cinesiterapia activa 105
CRISTINA ORTEGA OREJÓN • MÓNICA GARCÍA GONZÁLEZ • AMPARO SÁNCHEZ CAMPOS

Capítulo 13
Suspensionterapia y poleoterapia 113
MARTA FERNÁNDEZ GARCÍA • ALBERTO MELIÁN ORTIZ

Capítulo 14
Tracciones y elongaciones terapéuticas 127
ROSA MARÍA MASET ROIG • JORGE ALARCÓN JIMÉNEZ • CARLOS VILLARÓN CASALES • NIEVES DE BERNARDO TEJEDOR

Capítulo 15
El fortalecimiento muscular como cinesiterapia activa resistida 133
JOSÉ LUIS LARA CABRERO • FERNANDO GARCÍA SANZ

Capítulo 16
Ejercicio isocinético 143
MARÍA JESÚS FIDALGO BENAYAS • SILVIA RECHE CABALLERO

Capítulo 17
Las cadenas cinéticas musculares. Propiocepción 149
JAIME SALOM MORENO • JOSE LUIS ARIAS BURÍA • ANA ISABEL DE LA LLAVE RINCÓN

Capítulo 18
Estiramientos musculotendinosos 159
RICARDO ORTEGA SANTIAGO • MANUEL ARROYO MORALES • JAIME SALOM MORENO • CÉSAR FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS

Capítulo 19
Inmovilizaciones terapéuticas 173
PABLO CÉSAR GARCÍA SÁNCHEZ • JUAN DEL RIEGO CUESTA • ANA RAMÍREZ ADRADOS • RAQUEL PANIAGUA DE LA CALLE

Capítulo 20
Hidrocinesiterapia 185
FRANCISCO TOMÁS BEAS PEDRAZA • ISMAEL SANZ ESTEBAN • NURIA SENENT SANSEGUNDO

Índice alfabético 199

Capítulo 1
Introducción a la cinesiterapia

M.ª ELENA BENITO GONZÁLEZ • EDITZA MACHADO ZAVARCE

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

1.1 INTRODUCCIÓN

1.2 RECUERDO HISTÓRICO DE LA CINESITERAPIA

1.3 DEFINICIÓN DE CINESITERAPIA

1.3.1 Objetivos generales de la cinesiterapia

1.3.2 Efectos fisiológicos generales de la cinesiterapia

1.3.3 Principios básicos de la cinesiterapia

1.4 FISIOLOGÍA DEL MOVIMIENTO Y SUS PRINCIPIOS MECÁNICOS

1.4.1 Fuerzas internas y externas

1.4.2 Conceptos básicos de la mecánica del cuerpo

1.4.3 Conceptos básicos de la dinámica del cuerpo

1.5 ESTUDIO GENERAL DEL MOVIMIENTO HUMANO

1.5.1 Planos y ejes de movimiento

1.5.2 Concepto y tipos de movimiento articular

1.5.3 Introducción a la cinética y cinemática articular

1.5.4 Movimientos osteocinemáticos y artrocinemáticos

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conocer los orígenes de la cinesiterapia como técnica de tratamiento.
- Conocer los efectos y beneficios de la cinesiterapia de forma general.
- Conocer y comprender la terminología y los conceptos básicos mecánicos, anatómicos y biomecánicos para el posterior abordaje del resto de temas.
- Entender la relación entre el movimiento artrocinemático y osteocinemático en las articulaciones, para aplicar las movilizaciones e intentar reproducir los movimientos de manera eficaz.

1.1 INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la *fisioterapia* como el «arte y ciencia del tratamiento físico por medio del ejercicio terapéutico, el frío, el calor, la luz, el agua, el masaje y la electricidad, etc.». Esta definición resulta inespecífica, por mezclar agentes y medios físicos. Lo mismo sucede con la definición de fisioterapia de la Real Academia Española: «método curativo por medios naturales como el aire, el agua, la luz, etc.».

La Asociación Española de Fisioterapeutas (AEF) la define como el «conjunto de métodos, actuaciones y técnicas que, mediante la aplicación de medios físicos y con el apoyo de otras ciencias, curan, previenen y adaptan a aquellas personas afectadas de disfunciones somáticas, psicosomáticas y orgánicas o a las que desean mantener un nivel adecuado de salud». La importancia de esta definición radica en que se incluye la prevención[1].

Una definición etimológica y conceptualmente concisa, que diferencia los agentes y medios físicos sería hablar de *fisioterapia* como la «terapéutica o tratamiento con agentes y medios físicos». Así, consideramos *agentes físicos* «aquellos elementos portadores de energía con los cuales estamos en contacto directo y continuo, y que se encuentran de forma espontánea en la naturaleza, tales como frío, calor, movimiento, luz solar, electricidad y radiaciones no ionizantes (electricidad y campos magnéticos puros)». Los *medios físicos* son los vehículos de transmisión del efecto terapéutico de los agentes físicos; por ejemplo, el aire o el agua pueden ser portadores de frío o de calor, y los ultrasonidos vehiculan el movimiento como agente físico[2].

La *cinesiterapia*, como técnica que nos ocupa, constituye un pilar básico del conjunto de técnicas de la fisioterapia. La cinesiterapia utiliza el movimiento en una gran variedad de modalidades para buscar efectos

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

terapéuticos, tanto desde el punto de vista de la prevención como de la terapéutica o el tratamiento cuando ya existe patología.

1.2 RECUERDO HISTÓRICO DE LA CINESITERAPIA

En las civilizaciones antiguas tales como la *egipcia* y la *asiria,* la movilización terapéutica mediante ejercicios y masajes ya se practicaba con fines curativos para las enfermedades e incluso para luchar contra los espíritus malignos. El ejercicio constituía también un medio de preparación para la caza y la guerra. En *China* (2000 a. C.) está descrita también la práctica del movimiento por los sacerdotes como alivio del dolor.

En *Grecia,* la relevancia del deporte es bien conocida gracias a sus Olimpiadas. Los griegos fueron los primeros en usar el pensamiento científico en contraposición al filosófico. En los escritos de *Hipócrates* (400 a. C.) aparece con frecuencia la palabra «ejercicio» como medio para fortalecer los músculos débiles.

Heródoto ve la gimnasia como un medio de curación de enfermedades. Se suele atribuir a *Aristóteles* (384-322 a. C.) el título de «padre de la Cinesiología». En su tratado *Partes de los animales, movimiento de los animales y progresión de los animales,* se describen por primera vez acciones de los músculos y su análisis geométrico, estudiando los movimientos de rotación y traslación de los cuerpos. Analizó y describió la marcha como un proceso en el que el movimiento de rotación se transforma en movimiento de traslación. Sus conceptos sobre las palancas y el centro de gravedad fueron notablemente exactos y fueron precursores de las leyes del movimiento de Newton.

Arquímedes (287-212 a. C.) determinó los principios hidrostáticos que gobiernan los cuerpos más livianos que el agua. Su trabajo sobre la determinación del centro de gravedad es la base de la moderna mecánica teórica.

En *Roma* se usan movimientos físicos después de los baños. *Celso* aconseja la práctica frecuente de ejercicios en caso de hemiplejía y parálisis en general.

Galeno (137-201 d. C.) fue médico de los gladiadores del emperador Marco Aurelio. Desarrolló un sustancial conocimiento del movimiento humano. En su ensayo *De motu musculorum,* estableció la diferencia entre los nervios motores y sensitivos, y entre los músculos agonistas y antagonistas. Describió el tono muscular e introdujo términos como diartrosis y sinartrosis, los cuales se usan actualmente en la terminología artrológica.

Desde los estudios de Galeno, se produjo un estancamiento de más de un milenio, hasta el *Renacimiento*[2]. Es la época de *Leonardo da Vinci* (1452-1519 d. C.). Da Vinci se interesó por la estructura del cuerpo humano en relación con los movimientos. Analizó la relación existente entre el centro de gravedad y el equilibrio. En sus láminas consiguió captar la actividad de los músculos durante la realización de movimientos. Por eso fueron utilizadas clásicamente por los estudiantes de Medicina. Sus conocimientos de biomecánica le permitieron interpretar la fisiología articular y describió la mecánica del cuerpo en actitud erecta, durante la marcha y durante el salto, e inició el análisis del mecanismo de la contracción muscular. Da Vinci fue consciente también de la existencia del equilibrio agonista-antagonista y las sinergias musculares. Sus estudios no se limitaron a generalidades, también centró su atención en la pronosupinación del antebrazo y reconoció al músculo bíceps braquial como principal supinador del antebrazo. Igualmente fue capaz de observar la sinergia entre el diafragma y la musculatura abdominal durante la respiración[2].

También en el Renacimiento destaca el médico español *Cristóbal Méndez.* En su tratado *Libro del ejercicio corporal y su provecho* (1553), deja de basarse en la dietética como hacían otros tratados bajomedievales, para centrarse en la importancia del ejercicio físico realizado con «voluntad libre», es decir, al margen de la actividad laboral. Incluso aconseja distintos tipos de ejercicio de acuerdo con la edad y el sexo. Ve el ejercicio no solo como un medio para proporcionar belleza y armonía, sino como una forma de regular el vivir cotidiano y evitar la enfermedad[3].

En 1569, *Hieronymus Mercurialis,* médico veneciano (1530-1606), escribe el libro *Artis gymnastycae apud antiquos celeberrimae nostris temporis ignoratae,* en sucesivas ediciones llamado «de arte gymnastica». Mercurialis afirma que «el arte gimnástico es cierta facultad que considera la oportunidad de todos los ejercicios y enseña poniendo por obra la diversidad de estos, ya para conservar la buena salud, ya para adquirir y retener mejor disposición del cuerpo». También define ejercicio: «que es propiamente un movimiento del cuerpo humano vehemente, voluntario, hecho con alteración de la respiración o por causa de la salud, o de proporcionar un buen hábito al cuerpo». Este libro se considera el eslabón entre la educación física griega y la moderna[4].

En la *Edad Moderna, Galileo* (1564-1642) y *Newton* (1642-1712) establecieron las bases para el análisis mecánico del movimiento. *Luigi Galvani* (1737-1798), en la Universidad de Bolonia, descubrió la excitabilidad muscular y se le considera el padre de la neurofisiología experimental. Sus estudios abrirían paso a aquellos de *Duchenne de Boulogne* (1806-1895). Su obra *Physiologie des Mouvements* ha sido considerada uno de los libros cumbre de todos los tiempos[4].

Volviendo a España, encontramos al valenciano *Francisco de Amorós y Ondeano* (1770-1848), que difundió por Europa su método de gimnasia descrito en el *Tratado de Educación Física y Moral.* A él se deben los primeros pasos para introducir la educación física en el programa de las escuelas primarias. La gimnasia amorosiana se ha practicado hasta hace pocas décadas en la escuela, el instituto y el ejército. En su método se emplean aparatos: trapecio, barra fija, paralelas, anillas, trampolín, etc.

El sueco *Pier Henri Ling* escribió en 1834 el *Tratado sobre los principios generales de gimnasia,* inspirado en los informes del doctor *Nicolás Andry* (Francia, 1658-1731). Ling sostuvo que la aplicación de determinados movimientos, según la estructura del organismo, favorecería la salud. Cada ejercicio constaba de tres partes: forma, anatomía y fisiología del ejercicio. Para Ling la gimnasia tenía tres fines: educativo, higiénico y terapéutico[2].

Influido por Mercuriale y Amorós, la dividió en cuatro partes: pedagógica, militar, médica y estética. En este sistema hay ejercicios activos, pasivos y duplicados (equivalentes a cinesiterapia activa, pasiva y activorresistida). Los activos los hace el paciente, los pasivos los hace el

terapeuta, mientras que en los duplicados el individuo hace el ejercicio y el terapeuta ejerce una resistencia, o viceversa.

George y *Liedreichk* publican el libro *Fundamentos generales de la gimnasia*. En 1845 George sugiere la palabra *kinesiterapia*, que se adoptaría posteriormente en la terminología médica.

La teoría actual de los ejercicios de resistencia se basa en la contribución de *Adolfo Eugenio Fick* (1829-1901), el cual comenzó a emplear los términos isométrico e isotónico. Posteriormente se ha escrito una gran diversidad de trabajos científicos. Estos trabajos han llevado al perfeccionamiento y desarrollo de diversa aparatología, que ha contribuido de manera fundamental al estudio de las acciones físicas.

Esteban J. Marey, fisiólogo (Francia, 1830-1904), trabajó con el gran fisiólogo *Claude Bernard* estudiando la dinámica de la contracción cardíaca. Este autor desarrolló numerosos aparatos, entre ellos el neumógrafo, para el estudio del ritmo respiratorio, el esfigmógrafo para el estudio de la presión arterial, y el fusil fotográfico (cronofotografía) con el cual estudió el movimiento del aparato locomotor humano en la sucesión de los movimientos.

Ángelo Mosso (Italia, 1846-1910) estudió la gimnasia y el esfuerzo deportivo. Es el primer médico deportivo y fisiólogo estudioso de la fatiga muscular, y desarrolló un ergógrafo que permite medir y representar gráficamente el proceso del trabajo muscular.

Johannes Lindhard (1870-1947), médico danés, publicó en 1914 la obra *Teoría especial de la gimnasia*, en 1938 *Fisiología general muscular*, y en 1941 *Terapéutica de los movimientos*, relacionando los conceptos fisiológicos con la aplicación de la gimnasia.

Hilma Jalkanen (1889-1964) fue la creadora de la «nueva gimnasia femenina finlandesa» en 1930 como un modo de establecer la armonía en el ser humano, desde el punto de vista anatómico, fisiológico y psicológico[5].

El trabajo de todos estos investigadores y de otros muchos nos ha llevado al momento actual, en el que disponemos de gran número de herramientas y aparatología para estudiar el movimiento, sus aplicaciones terapéuticas y sus resultados: plataformas de marcha, podómetros electrónicos, electromiografía, resonancia magnética. Gracias a ello, la cinesiterapia se ha convertido en un método de trabajo sistematizado, estudiado, definido y constituye una parte fundamental en el trabajo habitual del fisioterapeuta.

1.3 DEFINICIÓN DE CINESITERAPIA

Etimológicamente, el término *cinesiterapia* proviene de la combinación de dos palabras griegas: *kinesis* (movimiento) y *therapeia* (curación o cuidado). Por tanto, podríamos definir la cinesiterapia como el «conjunto de procedimientos terapéuticos que utilizan el movimiento para el tratamiento y prevención de enfermedades, sobre todo del aparato locomotor»[1,2].

En cinesiterapia se tienen en cuenta las principales leyes de la *cinesiología*. La cinesiología se define como la ciencia que estudia el movimiento en relación con las fuerzas mecánicas que lo producen. Se ocupa del estudio analítico de las funciones del aparato locomotor y de las alteraciones o cambios que en ellas ocurran.

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES DE LA CINESITERAPIA

- Mantener y/o aumentar el trofismo y la potencia muscular.
- Evitar la retracción de estructuras blandas articulares y periarticulares.
- Prevenir la rigidez articular, manteniendo la actividad articular normal o recuperándola si está disminuida.
- Corregir actitudes viciosas y deformidades.
- Conseguir la relajación y la disminución del dolor.
- Preservar la función muscular, prevenir atrofia, fibrosis, estasis venosa y linfática durante períodos de inmovilización, procurando mantener la movilidad suprayacente y subyacente a la articulación inmovilizada.
- Conservar la integración en el esquema corporal.

1.3.2 EFECTOS FISIOLÓGICOS GENERALES DE LA CINESITERAPIA

Algunos de los efectos fisiológicos de la cinesiterapia son generales, mientras que otros acontecen en diferentes niveles: hueso, músculo y articulación. No obstante, la mayoría de los efectos que se enumeran son atribuibles a la cinesiterapia activa:

- Si los movimientos son *generalizados* y de suficiente intensidad, puede aumentar el trabajo cardíaco y el consumo de oxígeno (mejora en la vascularización e hipertrofia), con una disminución de las resistencias vasculares periféricas, lo cual favorece el intercambio tisular.
- La actividad muscular activa la termogénesis, lo que se traduce en una elevación de la temperatura.
- Adaptación circulatoria y respiratoria al ejercicio.
- Particularmente sobre *el hueso*, se puede producir una remodelación y/o modificación de la arquitectura ósea gracias a presiones y fuerzas que actúan sobre el hueso durante las movilizaciones.
- Sobre *el músculo* se puede producir hipertrofia de fibras musculares, incremento de la densidad y viscosidad del sarcolema y del tejido conectivo interfibrilar, aumento de la mioglobina con la consiguiente mejora de vascularización del músculo, y optimización en la transmisión de la señal nerviosa.
- Sobre *la articulación* se puede producir un estiramiento de cápsula y ligamento, junto con el estímulo de la secreción sinovial. Este fenómeno hace más fácil la realización de los movimientos.
- Efectos psicológicos favorables.

1.3.3 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA CINESITERAPIA

Existen unos principios básicos en la aplicación de las técnicas de cinesiterapia referidos a la colocación del sujeto, del terapeuta, la confianza del paciente, el respeto al dolor y la progresión en el tratamiento[6].

- *Posición del paciente:* será cómoda, para permitir la relajación de la zona tratada. Las posiciones básicas para los tratamientos son:
  - *Decúbito supino o dorsal:* el sujeto se encuentra acostado sobre su espalda.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

- *Decúbito prono o ventral:* el individuo se acuesta sobre su abdomen.
- *Decúbito lateral:* el paciente yace sobre uno de los costados. Será decúbito lateral homolateral si se encuentra acostado sobre el lado en el que se está haciendo la maniobra, o decúbito lateral contralateral si está apoyado sobre el lado contrario al que recibe la movilización.
- *Tres cuartas partes ventral:* el paciente se deja rodar ligeramente hacia delante con apoyo de los miembros contralaterales al decúbito, que se encuentran en flexión de hombro y cadera.
- *Tres cuartas partes dorsal:* el paciente se deja rodar ligeramente hacia atrás.
- *Sedestación.*
- *Semisedestación:* implica una inclinación del tronco del paciente de unos 45° respecto a la horizontal (mediante una cuña o el cabecero de la camilla).
- *Posiciones derivadas:* variaciones de las anteriores para la realización de maniobras específicas.

- *Posición del terapeuta:* será igualmente cómoda para evitar la fatiga, y sobre todo en posiciones potencialmente lesivas del tronco en flexión-rotación. También garantizará una máxima eficacia para realizar las movilizaciones y técnicas con mínimo esfuerzo, aprovechando brazos de palanca, altura de la camilla y peso del terapeuta. Se dice que las técnicas deben realizarse con el peso del terapeuta, y que los miembros superiores deben ser los transmisores (no los generadores) de la fuerza. El terapeuta intentará siempre elegir una postura que le permita observar las reacciones del sujeto, no solo las faciales, ya que dichas reacciones aportan información muy útil sobre el dolor y el grado de *comodidad del paciente con la maniobra.* Se pueden definir las diferentes posiciones del terapeuta con respecto al paciente como: mano caudal, mano cefálica, mano externa o mano interna.
- *Confianza paciente-terapeuta:* cualquier abordaje se realizará siempre desde el respeto, la percepción del paciente en cada momento como ser humano, adaptándose el terapeuta a cada caso y teniendo en cuenta las repercusiones psicológicas que provoca tanto la afección en sí misma como el acto terapéutico que se realiza para tratar dicha afección. El terapeuta no debe dar por supuesto nada, ya que dos sujetos no son iguales aunque padezcan la misma afección.
- *Respeto por el dolor:* el dolor genera fenómenos defensivos en el paciente, como el aumento de tensión muscular o compensaciones que pueden ir en contra del objetivo buscado. Por otro lado, hay pacientes que ven en el dolor una prueba clara de la eficacia terapéutica. En ambos extremos habrá que informar adecuadamente al paciente sobre el dolor, explicándole que hay maniobras que no resultan agradables, pero que nunca se insistirá en la aplicación de técnicas extremadamente dolorosas por la existencia de esos reflejos defensivos antes mencionados (v. otros capítulos de esta misma obra).
- *Progresión en el tratamiento:* frecuencia de las sesiones, duración de los tratamientos y dosificación dentro de cada una de las movilizaciones. En el capítulo 6 se profundiza sobre esta progresión del tratamiento aplicado a las movilizaciones articulares.

1.4 FISIOLOGÍA DEL MOVIMIENTO Y SUS PRINCIPIOS MECÁNICOS

Los movimientos se producen por la acción de una serie de *fuerzas internas,* las procedentes del cuerpo humano, las cuales se oponen a la actuación de *fuerzas externas*[2]. La biomecánica considera el cuerpo humano como un sistema, y cualquier fuerza que una parte de este ejerza sobre otra es considerada una fuerza interna. Un ejemplo de fuerza interna sería la contracción muscular que genera un esfuerzo sobre el punto de inserción muscular. Por otro lado, las fuerzas externas serían la fuerza gravitatoria, la resistencia aerodinámica o la hidrodinámica, y las fuerzas que se ejercen contra el suelo o contra otro cuerpo.

1.4.1 FUERZAS INTERNAS Y EXTERNAS

Aunque todas las funciones orgánicas (respiración, digestión, circulación) están regidas por el movimiento, nos centraremos en las *fuerzas internas* que actúan sobre el aparato locomotor. El músculo junto con su nervio motor actuaría como parte activa en este sistema, transmitiendo el movimiento a un sistema de palancas y fulcros constituido por los huesos, las articulaciones y sus ligamentos, los cuales actúan como guías y limitadores de dichos movimientos. Para cumplir con su función, el músculo cuenta con las siguientes propiedades (v. también cap. 17):

- *Excitabilidad:* sensibilidad que presentan los músculos ante un estímulo nervioso que llega a la fibra muscular.
- *Elasticidad:* capacidad que tienen los músculos de aumentar su longitud y recuperar después su dimensión inicial.
- *Capacidad de contracción:* los músculos pueden modificar su tensión interna sin necesidad de modificar su longitud. El grado de contracción será mayor o menor en función del número de fibras musculares reclutadas para la contracción.
- *Tonicidad:* en reposo, los músculos no están relajados del todo. Siempre tienen cierto grado de contracción o tono muscular, responsable de la forma del cuerpo y la postura.

A continuación, se describen brevemente los tipos de contracción muscular, que serán abordados en mayor profundidad en otros capítulos:

- *Contracción isométrica:* dado que hay un equilibrio entre fuerza muscular y resistencia externa, la longitud del músculo no se ve modificada, pero sí se produce un aumento de la tensión dentro del músculo.
- *Contracción isotónica:* se produce cuando hay un desequilibrio entre la fuerza muscular y la resistencia externa, que ocasiona un cambio en la longitud del músculo; según el cambio que ocurra en el músculo, la contracción se denomina isotónica concéntrica o isotónica excéntrica.
  - *Contracción isotónica concéntrica:* el músculo se acorta aproximando su origen y su inserción debido a que la fuerza (acción) muscular supera a la resistencia externa.
  - *Contracción isotónica excéntrica:* la resistencia es mayor que la fuerza desarrollada por el músculo, y el resul-

tado es el aumento de la distancia entre el origen y la inserción muscular, es decir, el músculo se contrae al tiempo que se alarga[7].

En el otro lado, las *fuerzas externas* que se oponen a las internas están representadas por:

- El peso de los segmentos corporales (fijos o móviles).
- La resistencia exterior al movimiento originada por objetos materiales. Por ejemplo, las fuerzas procedentes de máquinas o cargas, la resistencia del agua, etc.
- La gravedad puede actuar como fuerza favorecedora o como fuerza antagonista del movimiento. Ejerce su efecto de forma total sobre el cuerpo (centro de gravedad global) y también sobre los distintos segmentos corporales (centros de gravedad concretos).
- La inercia perpetúa la movilidad y la inmovilidad (inercia de movimiento e inercia de inmovilidad)[2].

1.4.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE LA MECÁNICA DEL CUERPO

- *Fuerza de la gravedad:* es la fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre los objetos. Constituye un factor fundamental en el análisis del movimiento. Depende directamente de la masa del objeto, pues la aceleración es constante. $F = m \times a$; $F = m \times 9{,}81$. Nuestro esqueleto óseo es un medio de resistencia a la acción de la fuerza de la gravedad, y está ayudado por la musculatura y el tono de esta. Nuestra postura resulta del equilibrio entre las fuerzas antigravitatorias y la gravedad[8].
- *Centro de gravedad:* punto en el que se aplica la resultante de las fuerzas gravitatorias que actúan en los diversos puntos del cuerpo humano. Su localización varía según los autores: algunos lo consideran situado por delante de la vértebra L3[8], otros delante de la vértebra S2, en un individuo en condiciones de reposo y en bipedestación. Esta situación varía según el sexo (es más elevado en los hombres que en las mujeres) y a lo largo de la vida (niñez, edad adulta, ancianidad). La estructura corporal de cada individuo también marca diferencias en su ubicación. El centro de gravedad es un punto móvil, que se desplaza con la realización de movimientos[2].
- *Línea o eje de gravedad:* línea imaginaria que une el centro de gravedad de un cuerpo con el centro de la Tierra. En una postura ideal en bipedestación, en un plano sagital esa línea pasa por el meato auditivo externo, la apófisis mastoides, la vértebra C7, el cuerpo vertebral de L3, el centro del borde superior del trocánter mayor, la tuberosidad del cóndilo externo de la rodilla y por el maléolo externo (fig. 1-1).
- *Base de sustentación:* hace referencia a la zona de apoyo. En bipedestación es el polígono que queda delimitado por el borde externo de ambos pies y las líneas que unen la parte más posterior del talón y la más anterior del antepié. Para encontrarnos en una situación de equilibrio estable, la línea de gravedad debe caer dentro de la base de sustentación. Si el cuerpo estuviera en otra posición, por ejemplo, en decúbito supino, la base de sustentación estaría constituida por toda la superficie posterior del cuerpo que delimita un polígono de apoyo. En el caso de un apoyo unipodal, encontraremos un triángulo de apoyo (unión de la parte más posterior del talón con la parte más externa del quinto dedo por fuera y la interna del primer dedo por dentro).

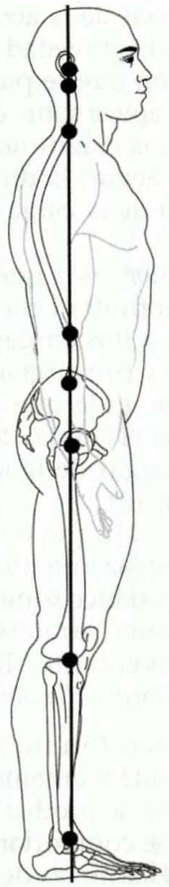


Figura 1-1. Línea de gravedad del cuerpo humano.

- *Equilibrio:* situación de un cuerpo en que la suma de las fuerzas que actúan sobre él o la suma de los momentos de fuerza es igual a cero. Hay distintos tipos de equilibrio:
  - *Equilibrio estable:* actúa una fuerza, y cuando esta cede, el cuerpo sigue en la misma posición o con el mismo tipo de movimiento.
  - *Equilibrio inestable:* con la aplicación de una fuerza, el cuerpo modifica su posición o velocidad inicial y no vuelve a recuperarlos.
  - *Equilibrio indiferente:* el centro de gravedad mantiene su distancia a la base de sustentación, aunque hay cambio de posición y movimiento.

Conociendo la posición del centro de gravedad y su distancia a la base de sustentación, podemos saber qué posturas son las de mayor equilibrio. Así, el decúbito supino es la de mayor equilibrio porque acerca al máximo el centro de gravedad y la base de sustentación. Es decir, que a medida que elevemos el centro de gravedad disminuimos la situación de equilibrio del cuerpo (bipedestación), y disminuimos más la estabilidad si se disminuye el tamaño de la base de sustentación[2].

1.4.3 CONCEPTOS BÁSICOS DE LA DINÁMICA DEL CUERPO

- *Fuerza:* toda causa o agente capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma de un cuerpo material. Una fuerza se define por cuatro elementos: *punto de aplicación, dirección, sentido e intensidad.* El fisioterapeuta trabajará realizando fuerzas que contrarrestan, igualan

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

o aumentan las fuerzas de la acción muscular del individuo y la fuerza de la gravedad.

- *Tensión:* es la reacción que se produce en el interior de un sólido cuando se aplica sobre él una carga. La tensión es siempre de la misma magnitud y de sentido contrario a la carga aplicada. Según la dirección, el sentido y el punto de aplicación de la carga, tenemos tres tipos de tensión:
  - *Tensión de compresión:* es la que se opone a una fuerza que tiende a comprimir el cuerpo. Se produce sometiendo al cuerpo a dos cargas de igual dirección y sentido contrario y convergente.
  - *Tensión de tracción:* es la que se opone a una fuerza que tiende a estirar el cuerpo. Se produce sometiendo al cuerpo a dos cargas de igual dirección y sentido contrario y divergente.
  - *Tensión tangencial:* es la que se opone a un movimiento de torsión o desplazamiento de una parte del cuerpo hacia otra. Se produce sometiendo al cuerpo a dos cargas de direcciones paralelas y sentido contrario, convergente o divergente. También se denomina *tensión de corte, cizalla* o *flexión.*

Estos tres tipos de tensión no suelen presentarse de forma aislada, sino simultáneamente, aunque predominen unas u otras según cómo se produzca la carga. De manera general, los materiales se comportan mejor ante tensiones de compresión, después ante las de tracción y por último ante las tangenciales. Un ejemplo claro de este comportamiento es el tejido óseo.

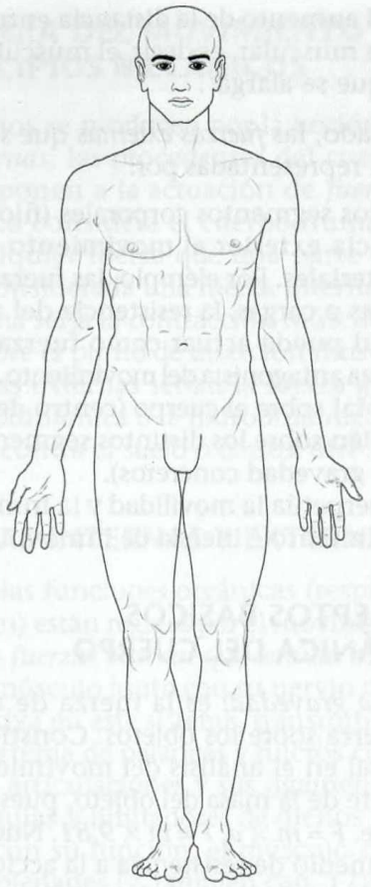


Figura 1-2. Posición anatómica de estudio de los movimientos del cuerpo humano.

1.5 ESTUDIO GENERAL DEL MOVIMIENTO HUMANO

1.5.1 PLANOS Y EJES DE MOVIMIENTO

Antes de comenzar a hablar de planos y ejes de movimiento conviene describir el término *posición anatómica* como la posición de referencia en la que el individuo se encuentra de pie mirando al frente, con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo, las palmas mirando hacia delante con los dedos extendidos, y los pies (talones) juntos[2] (fig. 1-2). Así, desde la posición anatómica se describen una serie de ejes (fig. 1-3) y planos (fig. 1-4) que pasan por ella[2,6]:

- *Eje vertical o longitudinal:* cruza el cuerpo de craneal a caudal y es perpendicular al suelo. Según este eje definimos una parte craneal (cefálica, apical o superior) y una parte caudal (inferior) del cuerpo.
- *Eje anteroposterior o sagital:* cruza el cuerpo de delante hacia atrás. Anterior se utilizará como sinónimo de ventral y posterior como sinónimo de dorsal, a excepción de la extremidad inferior donde la denominación es contraria: los términos dorsal y ventral vienen dados por la embriología y están relacionados con los nervios. El cambio en la terminología se explica debido a la rotación de los miembros inferiores durante el desarrollo embrionario.
- *Eje transversal o coronal:* cruza el cuerpo de lateral a lateral.

Estos ejes definen a su vez los siguientes planos:

- *Plano frontal/coronal:* está definido por los ejes vertical y transversal. Los movimientos que sobre él se realizan (abducción y aducción) se hacen, por tanto, sobre el eje sagital. Separa la porción anterior (ventral) del cuerpo de la posterior (dorsal).
- *Plano sagital:* está definido por los ejes vertical y anteroposterior. Los movimientos que sobre él se realizan (flexión y extensión) se hacen, por tanto, sobre el eje transversal. Divide el cuerpo en dos partes: lateral derecha y lateral izquierda. Se habla de un plano sagital y medio cuando nos encontramos ante un plano que pasa por la mitad del cuerpo. El resto de planos sagitales que son paralelos al anterior se denominan parasagitales.
- *Plano transversal:* definido por los ejes anteroposterior y transversal. Los movimientos que sobre él se realizan (rotación) se hacen, por tanto, sobre el eje vertical o longitudinal. Separa el cuerpo en una parte craneal (apical, superior o cefálica) y otra caudal (inferior).

1.5.2 CONCEPTO Y TIPOS DE MOVIMIENTO ARTICULAR

1.5.2.1 Tipos de articulación según la forma de su superficie

Las articulaciones se clasifican en tres grupos dependiendo de la forma de su superficie, su capacidad de movimiento y la relación que se da entre los dos elementos articulados:

- *Sinartrosis:* articulaciones sin movimiento *visible,* pero imprescindibles para permitir el crecimiento de los huesos. Ejemplo: los huesos del cráneo y los huesos de la cara.
- *Anfiartrosis:* son consideradas articulaciones semimóviles. Pertenecen a este grupo la sínfisis del pubis y las articulaciones intervertebrales (discos intervertebrales).

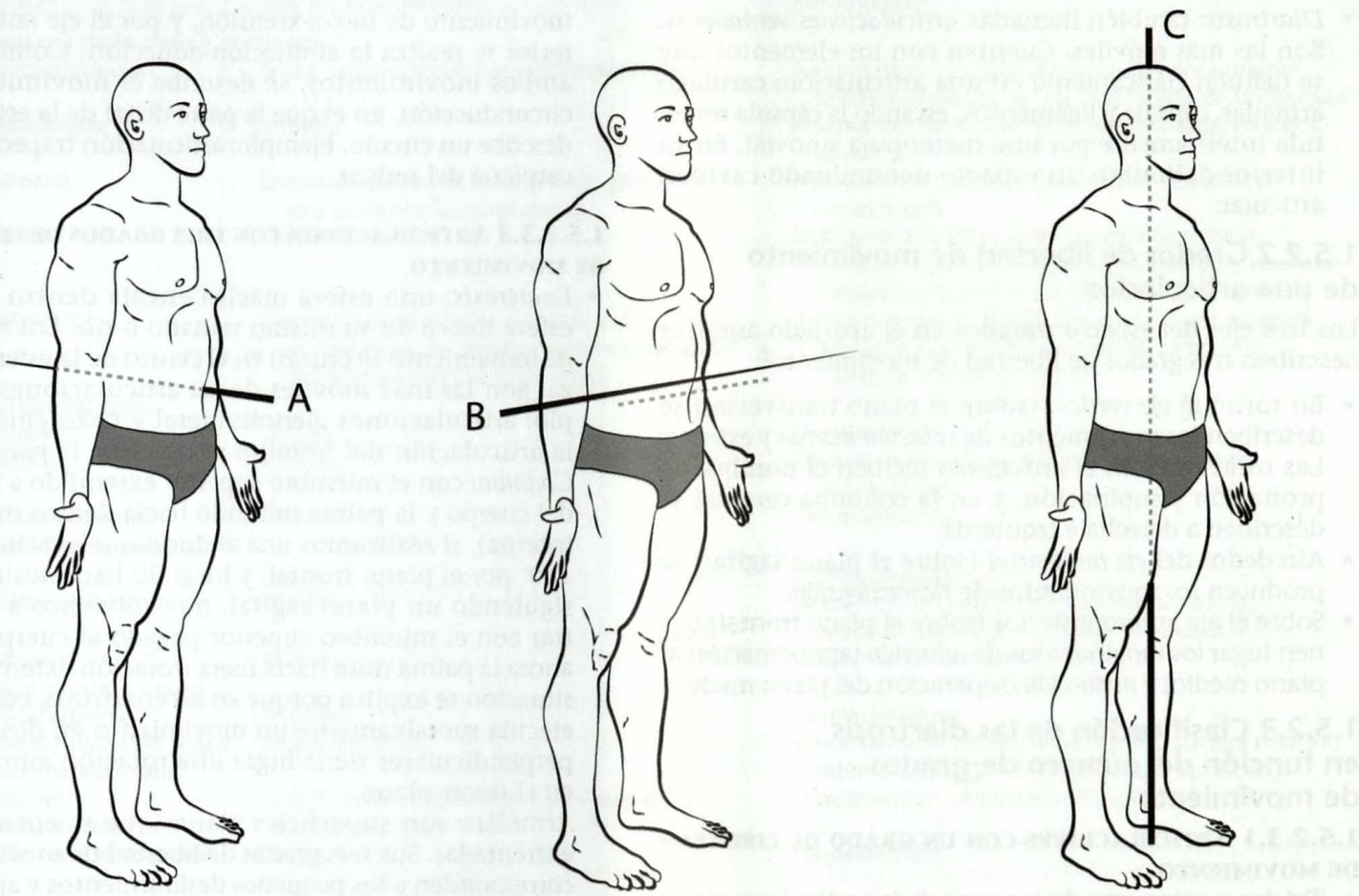


Figura 1-3. Ejes de movimiento. A) Eje sagital o anterior-posterior. B) Eje transversal o coronal. C) Eje longitudinal o vertical.

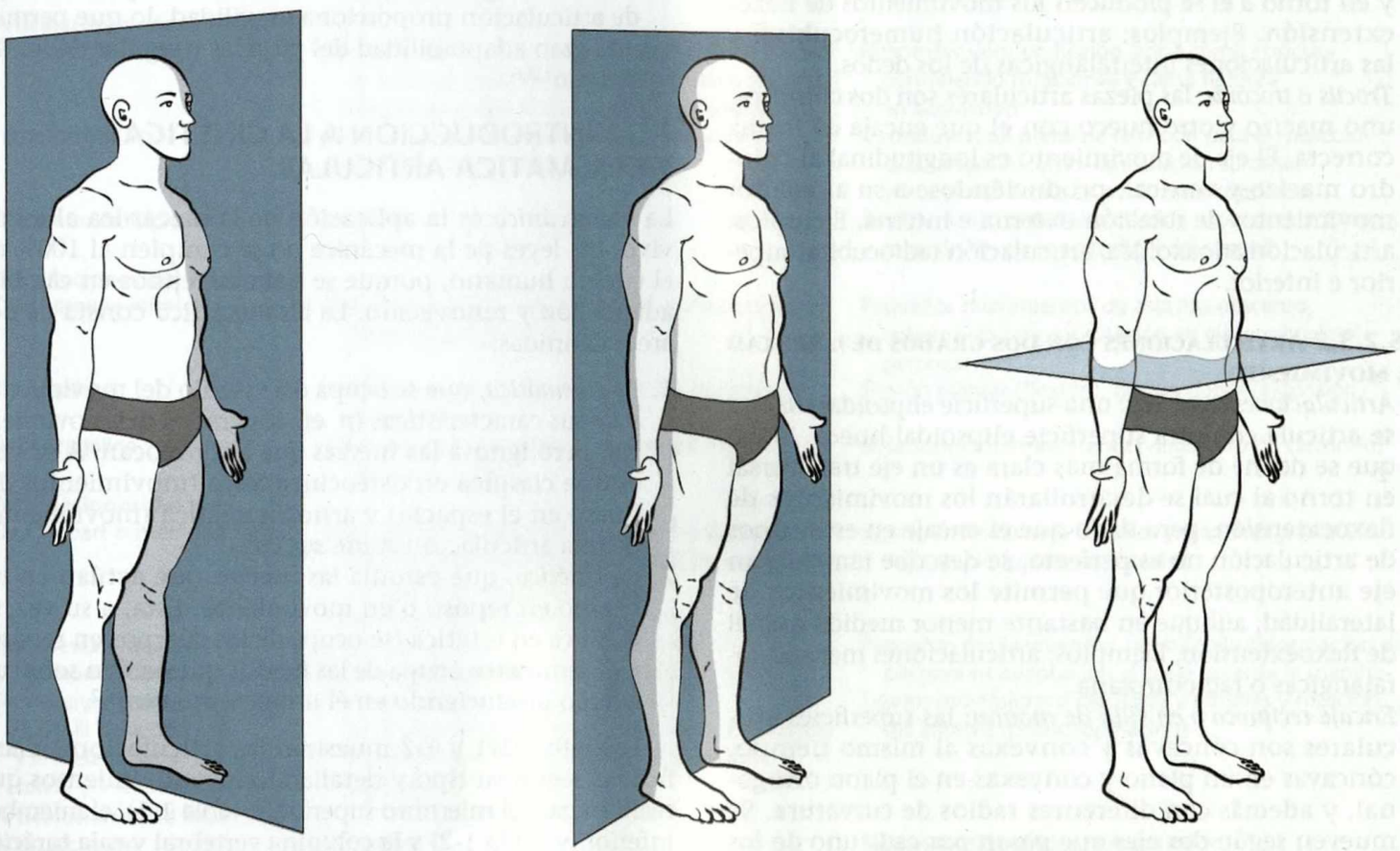


Figura 1-4. Planos de movimiento. Izquierda: plano sagital o anterior-posterior; centro: plano frontal o coronal; derecha: plano transversal.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

- *Diartrosis:* también llamadas *articulaciones verdaderas*. Son las más móviles. Cuentan con los elementos que se definen clásicamente en una articulación: cartílago articular, cápsula y ligamentos, estando la cápsula revestida internamente por una membrana sinovial. En su interior delimitan un espacio denominado cavidad articular.

1.5.2.2 Grados de libertad de movimiento de una articulación

Los tres ejes del espacio tratados en el apartado anterior describen tres grados de libertad de movimiento[2]:

- En torno al *eje vertical* (sobre el plano transversal) se describen los movimientos de *rotación interna y externa.* Las rotaciones en el antebrazo reciben el nombre de pronación y supinación, y en la columna cervical se describen a derecha e izquierda.
- Alrededor del *eje horizontal* (sobre el plano sagital) se producen los movimientos de *flexoextensión.*
- Sobre el eje anteroposterior (sobre el plano frontal) tienen lugar los movimientos de *aducción* (aproximación al plano medio) y *abducción* (separación del plano medio).

1.5.2.3 Clasificación de las diartrosis en función del número de grados de movimiento

1.5.2.3.1 Articulaciones con un grado de libertad de movimiento

- *Tróclea o polea:* una de las superficies articulares tiene forma de polea (cilindro excavado en el centro) y se articula con otra pieza que se dispone centrada con respecto al fondo de la garganta de la polea. El eje de movimiento pasa por la polea de manera longitudinal, y en torno a él se producen los movimientos de flexoextensión. Ejemplos: articulación humerocubital y las articulaciones interfalángicas de los dedos.
- *Trocus o trocoide:* las piezas articulares son dos cilindros, uno macizo y otro hueco con el que encaja de forma correcta. El eje de movimiento es longitudinal al cilindro macizo y vertical, produciéndose a su alrededor movimientos de rotación externa e interna. Ejemplos: articulación atloaxoidea, articulación radiocubital superior e inferior.

1.5.2.3.2 Articulaciones con dos grados de libertad de movimiento

- *Articulaciones condíleas:* una superficie elipsoidal maciza se articula con otra superficie elipsoidal hueca. El eje que se define de forma más clara es un eje transversal en torno al cual se desarrollarán los movimientos de flexoextensión, pero dado que el encaje en estos tipos de articulación no es perfecto, se describe también un eje anteroposterior que permite los movimientos de lateralidad, aunque en bastante menor medida que el de flexoextensión. Ejemplos: articulaciones metacarpofalángicas o radiocarpiana.
- *Encaje recíproco o en silla de montar:* las superficies articulares son cóncavas y convexas al mismo tiempo, cóncavas en un plano y convexas en el plano ortogonal, y además con diferentes radios de curvatura. Se mueven según dos ejes que pasan por cada uno de los cuerpos articulares: por el eje transversal se permite el movimiento de flexoextensión, y por el eje anteroposterior se realiza la abducción-aducción. Combinados ambos movimientos, se describe el movimiento de circunducción, en el que la parte distal de la estructura describe un círculo. Ejemplo: articulación trapeciometacarpiana del pulgar.

1.5.2.3.3 Articulaciones con tres grados de libertad de movimiento

- *Enartrosis:* una esfera maciza encaja dentro de una esfera hueca de su mismo tamaño o no. Los tres ejes de movimiento se cruzan en el centro de la esfera maciza. Son las más móviles de las articulaciones. Ejemplo: articulaciones glenohumeral y coxofemoral. En la articulación del hombro se describe la *paradoja de Codman:* con el miembro superior extendido a lo largo del cuerpo y la palma mirando hacia dentro (rotación interna), si realizamos una abducción-elevación hasta 180° por el plano frontal, y luego lo hacemos regresar siguiendo un plano sagital, nos volvemos a encontrar con el miembro superior pegado al cuerpo, pero ahora la palma mira hacia fuera (rotación externa). Esta situación se explica porque en las enartrosis, cuando se efectúa sucesivamente un movimiento en dos planos perpendiculares tiene lugar una rotación automática en el tercer plano.
- *Artrodias:* son superficies planas que se encuentran enfrentadas. Sus tres grados de libertad de movimiento corresponden a los pequeños deslizamientos y aperturas en un plano correspondiente al de la flexoextensión, en el plano perpendicular de abducción-aducción y rotaciones en el tercer plano, sin un eje definido. Ejemplo: los complejos articulares formados por pequeños huesos, como el carpo o el tarso. En el caso del pie, este tipo de articulación proporciona movilidad, lo que permite una gran adaptabilidad del pie a las irregularidades del terreno[1,2,6].

1.5.3 INTRODUCCIÓN A LA CINÉTICA Y CINEMÁTICA ARTICULAR

La *biomecánica* es la aplicación de la mecánica al tejido vivo. Las leyes de la mecánica no se cumplen al 100% en el cuerpo humano, porque se trata de tejidos en cambio, adaptación y renovación. La biomecánica consta de dos áreas definidas:

1. La *cinemática,* que se ocupa del estudio del movimiento y de sus características (p. ej., los grados del movimiento), pero ignora las fuerzas que lo provocan. A su vez, esta se clasifica en osteocinemática (movimientos del hueso en el espacio) y artrocinemática (movimientos de una articulación sobre sus ejes).
2. La *cinética,* que estudia las fuerzas que actúan en un cuerpo en reposo o en movimiento. Esta, a su vez, se clasifica en estática (se ocupa de los cuerpos en reposo) y dinámica (se ocupa de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo produciendo en él un movimiento)[1,2].

Las tablas 1-1 y 1-2 muestran las articulaciones clasificadas según su tipo y detallando los movimientos que realizan para el miembro superior (v. tabla 1-1), el miembro inferior (v. tabla 1-2) y la columna vertebral y caja torácica (tabla 1-3).

TABLA 1-1 TIPOS DE ARTICULACIONES EN EL MIEMBRO SUPERIOR

Articulación	Tipo de articulación	Movimientos
Articulaciones de la cintura escapular		
Esternocostoclavicular	Encaje recíproco con menisco intraarticular	Ascenso-descenso, deslizamiento anterior-posterior, rotación alrededor del eje longitudinal de la clavícula
Acromioclavicular	Artrodia	Movimientos de deslizamiento de poco rango en todos los planos
Glenohumeral	Enartrosis (rodete de fibrocartílago glenoideo para aumentar la congruencia)	Flexoextensión, abducción-aducción, rotaciones: circunducción
Subdeltoidea	Falsa articulación	Deslizamientos entre parte cóncava (acromion, clavícula, ligamento acromiocoracoideo), y convexa (cabeza humeral con inserción del supraespinoso)
Escapulotorácica	Falsa articulación (entre escápula y tórax, plano de deslizamiento serrato mayor-subescapular con tejido conectivo entre ellos)	Ascenso-descenso, abducción-aducción de escápula (respecto a la columna vertebral), campanilla o báscula externa e interna
Articulación del codo		
Humerocubital	Tróclea	Flexoextensión
Humerorradial	Cóndilo	Flexoextensión, cierto grado de deslizamientos en lateralidad
Radiocubital proximal	Trocus	Pronosupinación
Articulación de la muñeca		
Radiocubital distal	Trocus	Pronosupinación
Articulación radiocarpiana	Cóndilo	Flexoextensión, abducción (desviación radial), aducción (desviación cubital): circunducción
Mediocarpiana	Artrodias	Deslizamientos en todos los planos
Articulaciones de la mano		
Carpometacarpiana	Artrodias	Desplazamientos
Carpometacarpiana del pulgar (trapeciometacarpiana)	Encaje recíproco	Flexoextensión, abducción-aducción, discreta rotación sobre el eje longitudinal (permite la oposición)
Articulaciones metacarpofalángicas	Cóndilos (con fibrocartílago para aumentar la congruencia)	Flexoextensión, abducción-aducción
Articulaciones interfalángicas	Trócleas	Flexoextensión

TABLA 1-2 TIPOS DE ARTICULACIONES EN EL MIEMBRO INFERIOR

Articulación	Tipo de articulación	Movimientos
Coxofemoral	Enartrosis (rodete de cartílago para aumentar la congruencia)	Flexoextensión, abducción-aducción, rotaciones: circunducción
Articulaciones de la rodilla		
Femorotibial	Tróclea (adaptada funcionalmente; la cresta troclear se ha convertido en dos espinas tibiales: permiten que en la flexión la tibia pueda ir rotando)	Flexoextensión; en flexión actúa como «trocus» permitiendo rotaciones y cierta holgura en lateralidad
Femorrotuliana	Tróclea (garganta entre cóndilos femorales; cresta en cara posterior rotuliana)	Constituye una polea de reflexión para el músculo cuádriceps. Ascenso-descenso en su canal y lateralidad limitada por crestas condíleas
Tibioperonea superior	Artrodia	Deslizamiento anterior-posterior, ascenso-descenso, rotación en eje longitudinal del peroné
Articulaciones del tobillo		
Tibioperonea inferior	Anfiartrosis (poco móvil y casi sin carilla articular; bolsa de grasa entre ambos)	Pequeños movimientos de ascenso-descenso, anterior-posterior y rotación en eje longitudinal peroneal
Tibiotarsiana	Tróclea (tróclea astragalina articula con mortaja tibioperonea)	Flexión plantar (flexión), flexión dorsal (extensión)
Subastragalina	Trocus (calcáneo: cilindro macizo; astrágalo: cilindro hueco)	Rotaciones interna-externa (valgo-varo de calcáneo)
Articulaciones del pie		
De Chopart o mediotarsiana	Astragaloescafoidea: cóndilo (enartrosis funcional por el ligamento calcaneoescafoideo plantar que completa la superficie articular) Calcáneo-cuboidea: encaje recíproco	Ligeros movimientos dorsales y plantares y rotación del antepié (pronosupinación)
Cuneoescafoidea e intercuneoideas	Artrodias anatómicamente, funcionalmente anfiartrosis (movimientos mínimos)	Pequeños deslizamientos, permiten la deformación del pie para su adaptación al suelo durante la marcha
De Lisfranc o tarsometatarsiana (I, II y III cuña con I, II y III metatarsiano; cuboides con IV y V metatarsiano)	Artrodias anatómicamente, porque funcionalmente se comportan como anfiartrosis (todavía menos movimiento: adaptación al terreno)	Ligeros movimientos plantares y dorsales y rotación del antepié (pronosupinación)
Articulaciones de los dedos		
Articulaciones metatarsofalángicas	Cóndilos	Flexoextensión-abducción-aducción
Articulaciones interfalángicas	Trócleas	Flexoextensión

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

TABLA 1-3 TIPOS DE ARTICULACIONES EN LA COLUMNA VERTEBRAL Y LA CAJA TORÁCICA

Articulación	Tipo		Movimiento
Columna vertebral. Parte anterior o de resistencia con las articulaciones discovertebrales: anfiartrosis; parte posterior o de movimiento con las articulaciones interapofisarias: artrodias			
Columna cervical superior (zona de mayor movilidad)	Articulación occipitoatloidea: condílea		Flexoextensión, inclinaciones laterales
	Articulación atloaxoidea	Artrodias convexas (apófisis articulares)	Rodamiento necesario para acompañar la flexoextensión
		Trocus (atlas-odontoides)	Rotación
Columna cervical inferior	Artrodias interapofisarias (su plano está más próximo al plano horizontal que en el resto de la columna)		Flexoextensión, rotación y traslaciones en todas direcciones: la orientación oblicua de las artrodias obliga a inclinación lateral homolateral con cada rotación, y viceversa
	Articulaciones uncovertebrales (Luschka)		Carril que guía la flexoextensión y actúa como mecanismo de protección medular bloqueando la rotación y limitando la inclinación lateral
Columna dorsal	Artrodias interapofisarias (plano más próximo al plano frontal)		Mayor componente de inclinación lateral (limitado por la caja torácica; mayor movilidad en la zona de las costillas flotantes). Menor rotación y flexoextensión
Columna lumbar	Artrodias interapofisarias (plano más próximo al sagital)		Sobre todo flexoextensión, seguido de inclinación y rotación
Caja torácica			
Articulaciones costovertebrales (cabeza costal-cuerpo vertebral)	Artrodias, desde el punto de vista anatómico		Funcionalmente se comportan como seudotrocoide; costilla: cilindro macizo; vértebra: cilindro hueco. Son uniaxiales y cocongruentes
Articulaciones costotransversas (tubérculo costal-apófisis transversa)	Artrodias desde el punto de vista anatómico		*Zona superior:* el eje próximo al plano frontal justifica un mayor aumento del diámetro anteroposterior (movimiento brazo de bomba) *Zona inferior:* el eje más próximo al plano sagital justifica un aumento del diámetro transverso (movimiento en asa de cubo)
Cintura pélvica			
Sacroilíacas	Anfiartrosis que con la bipedestación evoluciona a diartrosis		Pequeños movimientos (rotación anterior y posterior de ilíacos; rotación interna/externa)
Sínfisis del pubis	Anfidiartrosis: cartílago elástico que en su interior presenta una cavidad		Movimientos de ascenso-descenso. Integrada en movimiento de nutación (aproximación de crestas ilíacas, separación isquiática, báscula ápex sacro a posterior y ligera apertura de la sínfisis del pubis) y contranutación
Articulación sacrocoxígea	Anfidiartrosis («artrodia» con un disco en la articulación, a veces ni siquiera hay cavidad articular)		Movimientos de flexión (hacia delante) y extensión (a posterior). Movilidad clave en mecanismos como la defecación y el parto

1.5.4 MOVIMIENTOS OSTEOCINEMÁTICOS Y ARTROCINEMÁTICOS

Los movimientos articulares, independientemente de las causas que los originen, pueden estudiarse desde un punto de vista *osteocinemático,* es decir, analizando el dibujo que realiza el hueso en el espacio como movimiento macroscópico y observable (los denominados movimientos fisiológicos: flexión, extensión, abducción, aducción, rotación) y desde un punto de vista *artrocinemático,* es decir, los movimientos que se producen a nivel íntimo de la articulación sin los que sería imposible que se produjera el movimiento osteocinemático (denominados movimientos accesorios: deslizamiento, rodamiento, y giro)[9]. Los términos conocidos como «movimiento osteocinemático y artrocinemático» fueron introducidos por Basmajian y MacConaill en 1969, en su clasificación cinemática de los movimientos[9,10]. La relación entre los movimientos osteocinemáticos y artrocinemáticos se rige por la conocida regla cóncavo-convexa (v. cap. 6)[10]. Su conocimiento es básico para comprender el porqué de la movilización en un sentido y no en otro (v. caps. 7 a 9).

BIBLIOGRAFÍA

1. Alcántara S, Hernández MA, Ortega E, Del Valle M. Fundamentos de Fisioterapia. Madrid: Síntesis; 1995.
2. Igual C, Muñoz E, Aramburu C. Fisioterapia general: cinesiterapia. Madrid: Síntesis; 1996.
3. Rincón González MD. Humanismo Giennense: Médicos en Jaén durante los s. XVI y XVII. Boletín del Instituto de Estudios Giennenses 163, 1997.
4. Mercurial J. Arte gimnástico. Facsímil. Madrid: Instituto Nacional de Educación Física; 1973.
5. Martínez de Haro V. Educación física ESO 4. Barcelona: Paidotribo; 2005.
6. Génot C, Neiger H, Leroy A, Pierron G, Dufour M, Peninou G. Kinesioterapia. Principios. Miembros inferiores. Evaluaciones. Técnicas pasivas y activas del aparato locomotor. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2000.
7. Hüter-Becker A, Shewe H, Heipertz W. Fisioterapia: descripción de las técnicas y tratamiento. Barcelona: Paidotribo; 2003.
8. Collado S, Pérez C, Carrillo JM. Motricidad. Fundamentos y aplicaciones. Madrid: Dykinson; 2004.
9. Kapandji IA. Cuadernos de Fisiología Humana. 4.ª ed. Barcelona: Masson; 1994.
10. Hidalgo E. Análisis crítico de la regla convexo cóncava. Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología 1998;1:15-31.

ESTE LIBRO ES PROPIEDAD DEL SIB-UCE
SU VENTA ES PENADA POR LA LEY
SIB-UCE

Capítulo 2
Bases físicas de la cinesiterapia

CARLES CASANOVA GONZALVO • FRANCESC JOSEP RUBÍ CARNACEA •
CARME CAMPOY GUERRERO • DIANA RENOVELL ROMERO

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

2.1 INTRODUCCIÓN

2.2 MECÁNICA
2.2.1 Estática y dinámica
2.2.2 Momento de una fuerza

2.3 EQUILIBRIO
2.3.1 Primera condición de equilibrio
2.3.2 Segunda condición de equilibrio

2.4 HIDROMECÁNICA
2.4.1 Propiedades físicas del agua
2.4.2 Hidrostática e hidrodinámica

2.5 TRABAJO Y ENERGÍA
2.5.1 Trabajo
2.5.2 Energía cinética y teorema del trabajo y la energía
2.5.3 Potencia

2.6 LAS MÁQUINAS SIMPLES
2.6.1 Palancas
2.6.2 Poleas
2.6.3 Plano inclinado

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conocer los fundamentos mecánicos básicos y su aplicación al análisis del movimiento del cuerpo humano.
- Conocer el comportamiento mecánico del sistema musculoesquelético.
- Adquirir y aplicar los fundamentos mecánicos a las actuaciones de fisioterapia.
- Conocer el comportamiento hidromecánico del agua, como fluido, y de los cuerpos inmersos en ella.
- Conocer los principios de las máquinas simples y su aplicación en cinesiterapia.

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo estudiaremos en profundidad la mecánica y la hidromecánica desde el enfoque de las leyes físicas y fórmulas matemáticas en las cuales están basadas. La *mecánica* es la rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos bajo la acción de las fuerzas que lo producen. Entendemos por movimiento el cambio de lugar o posición de un cuerpo. Por ello, cuando nos refiramos a la mecánica del cuerpo humano, por tanto, hablaremos de biomecánica. La *biomecánica* se sustenta en aspectos y conceptos de otras ciencias tales como la ingeniería, la anatomía, la fisiología, etc. Con el conocimiento de las características físicas y térmicas del agua pretendemos contextualizar el medio donde se realiza la hidrocinesiterapia (v. cap. 20), y con el conocimiento de la hidromecánica, contextualizar el comportamiento de los fluidos en reposo y en movimiento, así como el comportamiento de un cuerpo sumergido.

Con las máquinas simples comprobaremos cómo las características de las fuerzas pueden variar si incorporamos máquinas simples como las palancas y poleas, o qué sucede si incorporamos en la cinesiterapia superficies planas con cierto ángulo respecto del suelo, como son los planos inclinados.

2.2 MECÁNICA

Podemos clasificar la mecánica en dos ramas importantes[1]:

- La *estática,* que estudia las fuerzas que actúan sobre un cuerpo cuando el movimiento es nulo, y
- La *dinámica,* que estudia los cuerpos que se encuentran en movimiento y las fuerzas que actúan sobre ellos.

Dentro de la dinámica, podemos encontrar dos ramas que la definen:

- La *cinemática,* que es la ciencia que describe el movimiento estudiando las relaciones entre sus diferentes parámetros (desplazamiento, velocidad, aceleración, etc.), ya sea traslacional o rotacional[2].
- La *cinética,* que es la ciencia que estudia las fuerzas que participan en el movimiento (fuerza muscular, gravedad, fricción, peso del cuerpo, etc.).

Existen diversas clasificaciones para la mecánica, aunque esta es la de elección porque es la que mejor descompone y define la cinesiterapia en sus diferentes bases físicas.

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

Biblioteca de La FCDAPD
Universidad Central del Ecuador

2.2.1 ESTÁTICA Y DINÁMICA

2.2.1.1 Principios de la estática

1. Un cuerpo no puede mantenerse en reposo si sobre él actúa una única fuerza.
2. Dos fuerzas de igual magnitud y de sentido opuesto aplicadas sobre un cuerpo no alteran su estado de reposo.

2.2.1.2 Principios de la dinámica (leyes de Newton)

1. *Primera ley de Newton o ley de la inercia.* Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o la suma de las fuerzas que actúan sobre él es nula, este se mantendrá en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme (velocidad constante)[2]. Así, entendemos por inercia la tendencia de un cuerpo en reposo a continuar en reposo, igual que la tendencia de un cuerpo en movimiento a continuar en movimiento[1].
2. *Segunda ley de Newton o ley de la aceleración.* La fuerza que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional al producto de su masa y su aceleración ($F = m \times a$).
3. *Tercera ley de Newton o ley de acción y reacción.* Cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza (acción), este responde con una fuerza igual y de sentido contrario (reacción). Esta ley es la responsable del equilibrio.

2.2.1.3 Tipos de movimiento

1. *Movimiento de traslación.* Todas las partes del cuerpo se mueven describiendo una misma trayectoria, ya sea rectilínea o curvilínea.
2. *Movimiento de rotación.* Todas las partes del cuerpo se mueven siguiendo un arco de circunferencia alrededor de un eje fijo.

En la tabla 2-1 observamos cómo el análisis de estos tipos de movimiento requiere de la utilización de ecuaciones cinemáticas[1]. Esta serie de fórmulas tienen una gran aplicabilidad en biomecánica, ya que junto con el análisis del momento de las fuerzas permiten definir el nivel de carga que soporta una articulación. Estas fórmulas constatan si la articulación trabaja más o menos, y como consecuencia, si es capaz de adaptarse a la realización de un determinado ejercicio o si por el contrario sufre en exceso y comporta un riesgo de lesión.

2.2.2 MOMENTO DE UNA FUERZA

Se debe tener en cuenta la influencia del momento de una fuerza, sobre todo en el movimiento rotacional. El momento de una fuerza con respecto a un punto de referencia es la tendencia de esta fuerza a producir la rotación del objeto sobre el cual es aplicada, en relación a dicho punto. Podemos definir, por tanto:

$$M = F \times d \times sen\alpha$$

donde M es el momento, F la fuerza, d (denominado brazo de palanca o brazo del momento) la distancia en metros entre el punto de aplicación de la fuerza y el punto de giro, y α el ángulo entre la fuerza y la línea d.

El momento máximo se producirá cuando la fuerza de aplicación sea perpendicular ($\alpha = 90°$; $sen90 = 1$) a la distancia y esta distancia sea máxima[1].

Aplicación clínica. El momento de fuerza se puede utilizar para calcular la fuerza que debe realizar un músculo, conociendo la distancia a la que se inserta su tendón en la articulación sobre la que actúa, para mantener el segmento inferior en equilibrio estático con un balance articular de α grados, siempre que conozcamos el peso y la situación del centro de gravedad de dicho segmento[3]. También se utiliza de manera importante en ergonomía. Por ejemplo: los músculos extensores cervicales efectúan 20 N menos de fuerza para mantener la cabeza en equilibrio cuando el sujeto mira la pantalla de un ordenador en posición correcta, suponiendo que esta pese 30 N, respecto a una posición de la cabeza en flexión de 45°, como consecuencia de una mala regulación de la pantalla.

TABLA 2-1 ECUACIONES CINEMÁTICAS EN EL ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS TRASLACIONALES Y ROTACIONALES

$a = \Delta v/\Delta t$	$\alpha = \Delta w/\Delta t$
$v = v_o + at$	$\omega = \omega_o + \alpha t$
$s = s_o + vt$	$s = s_o + \omega t$
$s = v_o\, t + at^2$	$s = \omega_o\, t + \alpha t^2$
a: aceleración	α: aceleración angular
v: velocidad	ω: velocidad angular
v_o: velocidad inicial	ω_o: velocidad angular inicial
s: desplazamiento	s: desplazamiento
s_o: desplazamiento inicial	s_o: desplazamiento inicial
t: tiempo	t: tiempo

2.3 EQUILIBRIO

Decimos que un cuerpo está en equilibrio cuando está en reposo (equilibrio estático) o moviéndose a una velocidad rectilínea uniforme (equilibrio dinámico).

Para determinar el equilibrio de un cuerpo, existen dos condiciones fundamentales.

2.3.1 PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

Que la suma de todas las fuerzas que actúan sobre dicho cuerpo sea igual a cero ($\sum F = 0$).

Cuando la suma de estas fuerzas es cero, decimos que está en equilibrio traslacional.

Caso 1. Si sobre un cuerpo actúan dos fuerzas coplanares (en el mismo plano) y colineales (en la misma línea), para mantener el equilibrio deberán tener la misma magnitud y sentido opuesto. *Ejemplo clínico:* en un paciente que va a realizar ejercicios de potenciación de los músculos flexores de codo con una mancuerna, los ligamentos del codo soportarán una fuerza igual a la suma del peso del antebrazo y de la mano, más el peso de la mancuerna. Por tanto, los ligamentos deberán ofrecer una mayor resistencia para mantener el equilibrio.

Caso 2. Si sobre un cuerpo actúan dos fuerzas concurrentes (con el mismo punto de aplicación) y no colineales, para mantener el equilibrio será necesaria una tercera fuerza llamada fuerza equilibrante, que será coplanar y colineal a la resultante de las fuerzas inicialmente aplicadas. Si esta fuerza no es coplanar con dicha resultante, existirá equilibrio traslacional, pero no rotacional. *Ejemplo clínico:* cálculo del peso necesario para mantener una tracción cervical de x N, con una angulación de la cuerda de 30°.

2.3.2 SEGUNDA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

Que la suma de los momentos con respecto a un eje arbitrario sea igual a cero ($\sum M = 0$).

Cuando la suma de estos momentos es cero, decimos que está en equilibrio rotacional. En la determinación del equilibrio rotacional, el punto de aplicación de las fuerzas es básico y no puede ser ignorado.

2.4 HIDROMECÁNICA

Podríamos clasificar la hidromecánica en dos ramas importantes:

- *Hidrostática.* Ciencia que estudia las fuerzas y presiones que afectan a los fluidos en reposo.
- *Hidrodinámica.* Ciencia que estudia las causas y los efectos de los fluidos en movimiento.

Dentro de la hidrodinámica, podríamos encontrar dos ramas que la definen:

- La *hidrocinemática,* que estudia el movimiento de los fluidos sin considerar las causas que lo producen.
- La *hidrocinética,* que nos dará a conocer las fuerzas ejercidas por los fluidos en movimiento sobre un cuerpo.

2.4.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA

Como paso previo al conocimiento de las bases físicas de la hidrocinesiterapia (v. cap. 20), consideramos necesario incidir en las siguientes propiedades físicas y térmicas que caracterizan al agua.

2.4.1.1 Flujo

Se trata de la relación que existe entre el volumen de líquido que atraviesa una determinada área de sección transversal en un tiempo dado[4].

2.4.1.2 Densidad

Es la masa por unidad de volumen ($p = m/v$), siendo la densidad del agua dulce de 1.000 kg/m^3. Las variables que influyen en su comportamiento son la temperatura (al incrementarse la temperatura, disminuye la densidad) y la salinidad (al incrementarse la salinidad, aumenta la densidad)[5].

2.4.1.3 Viscosidad

Se define como la resistencia a fluir y también como la intensidad de fricción interna, dependiendo dicha característica de las fuerzas de atracción entre las partículas del fluido, es decir, de la *fuerza de cohesión,* que en el agua es débil. La temperatura también influye en la viscosidad: a mayor temperatura, menor viscosidad.

Su expresión viene dada mediante el coeficiente de viscosidad (η) y se determina mediante el poise (P) (1g/s·cm) o centipoise (cP); el agua tiene una viscosidad a 20 °C de 1,005 cP. Según Yushimito: «La energía necesaria para superar la viscosidad se degrada en calor, y cuanto mayor es el coeficiente de viscosidad, mayor es la fuerza necesaria para hacer fluir el líquido»[4].

2.4.1.4 Presión

Los fluidos ejercen una presión en todas las direcciones, y la fuerza de su presión es perpendicular a la superficie de contacto con el fluido. La presión es la fuerza que se ejerce por unidad de área ($P = F/A$). La unidad de presión en el Sistema Internacional de Unidades es el Pascal (Pa), siendo su equivalencia de 1 N/m^2. Como equivalencia, se debe tener en cuenta que 1 atmósfera (1 atm) equivale a $1{,}013 \times 10^5$ N/m^2, o lo que es lo mismo, a 101,3 kPa[4,5].

La presión hidrostática que ejerce un fluido en reposo tiene relación con su profundidad y con su peso, es decir, con su densidad, y se calcula con la altura de la cantidad de fluido (h), la densidad del fluido (d) y la aceleración de la gravedad (g).

$$P = h \times d \times g$$

2.4.1.5 Tensión superficial

Es la fuerza existente en la zona denominada interfase, la zona de contacto entre el agua y el aire, donde la fuerza de cohesión del agua es mayor que la del aire, ejercida sobre las moléculas de la superficie[4]. Se define como «la fuerza por unidad de longitud (L) que actúa a través de cualquier línea en una superficie, y que tiende a mantener cerrada cualquier superficie» ($\gamma = F/L$)[5].

Es una característica a tener en cuenta en el planteamiento de la hidrocinesiterapia en la superficie o en la profundidad del agua. Igual que en las características físicas anteriores, la temperatura también afecta a la tensión superficial, siendo su relación inversa, es decir, al incrementarse la temperatura del agua disminuye su tensión superficial.

2.4.1.6 Calor específico

En la actividad terapéutica acuática es posible que el paciente se encuentre inmerso en el agua durante toda la sesión, lo que hace necesario que la temperatura del fluido se mantenga en todo momento en el nivel deseado para lograr los objetivos marcados en el tratamiento. Aparte de los mecanismos externos para mantener dicha temperatura, el agua presenta un alto calor específico, característica fisicotérmica definida por Rodríguez[6] como: «la cantidad de calor que es necesario aportar para que un gramo de masa de un cuerpo eleve un grado su temperatura».

Siguiendo con estas características, debemos tener presente el elevado grado de conductividad térmica del agua, ya que cuando el cuerpo humano se encuentre inmerso en ella, existirá un intercambio de energía térmica que vendrá dada básicamente por el mecanismo de conducción y, con el movimiento del cuerpo, con el de convección. Conociendo los mecanismos de termorregulación del paciente, se debe tener presente la temperatura indiferente del agua.

2.4.2 HIDROSTÁTICA E HIDRODINÁMICA

2.4.2.1 Principios de la hidrostática

1. *Principio de Pascal.* La fuerza de compresión de un fluido se define mediante este principio, el cual establece que «la presión aplicada a un fluido confinado aumenta la presión en todos los puntos del fluido en la misma cantidad»[7].
2. *Principio de Arquímedes.* Fuerza de flotación o empuje sobre un cuerpo sumergido en un fluido. Según este principio, «la fuerza de empuje es igual al peso del fluido desplazado por el objeto», es decir, la pérdida de peso

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

de un objeto sumergido en un fluido es igual al peso del fluido desplazado. Se debe a la diferencia de densidades, cuando el cuerpo pasa de una zona de menor densidad (aire) a otra de mayor densidad (agua).

Como se ha comentado en el apartado anterior, la presión de un fluido aumenta con la profundidad, dando lugar a la fuerza de flotación o de empuje, donde la presión hacia arriba (F_2) que se ejerce sobre la superficie inferior de un objeto sumergido es mayor que la presión hacia abajo (F_1) sobre su superficie superior, definiéndose la flotabilidad $F_B = F_2 - F_1$, y consecuentemente, el peso aparente. En la figura 2-1 se reflejan los valores en porcentaje en un cuerpo sumergido según el nivel de profundidad[5].

2.4.2.2 Principios de la hidrodinámica

La hidrodinámica estudia la física de los fluidos en movimiento, por lo que en la hidrocinesiterapia, donde prevalecen los líquidos en reposo, el movimiento del cuerpo dentro del agua provocará que el fluido líquido se ponga en movimiento. La hidrodinámica estudia las causas y los efectos del fluido en movimiento, influyendo dichas bases físicas en la actividad terapéutica. Deben tenerse en cuenta, también, los mecanismos externos que pueden poner el agua en movimiento.

1. *Hidrocinética.* Clasificamos las fuerzas ejercidas por fluidos en movimiento sobre un cuerpo en:
   a. *Fuerzas de resistencia:* se producen en la dirección del movimiento y provienen de la fuerza que ejerce el fluido en oposición al avance del cuerpo. Los factores de los que dependen dichas fuerzas son: *R,* como resistencia hidrodinámica; *K,* como constante que depende de la naturaleza del medio; *S,* que representa la superficie del cuerpo; α, el ángulo de ataque, y *V,* la velocidad ($R = K \times S \times sen\alpha \times V^2$).
   b. *Fuerzas de sustentación:* se producen por el movimiento relativo del fluido y del cuerpo y van en dirección perpendicular a la dirección del movimiento.
   c. *Turbulencias:* el agua, como fluido, traslada su masa desde una zona de mayor presión a otra de menor presión, y el movimiento que realiza el cuerpo inmerso en el agua provoca una diferencia de presiones, las cuales son máxima en la parte anterior del movimiento y mínima en la parte posterior. Esta creación de un flujo de agua hacia atrás provoca un fenómeno de depresión y aspiración, y de esta forma se forman turbulencias con una incidencia directa sobre la resistencia al movimiento del cuerpo inmerso en el agua. El flujo de agua con sus turbulencias, además de poder ser creado por el propio movimiento del cuerpo del paciente, también puede crearse mediante mecanismos externos, como chorros de aire o agua.
2. *Hidrocinemática.* En su estudio, incorporamos la función de la velocidad.
   a. *Principio de Bernoulli:* la relación anterior se plasma en este principio, el cual establece que donde la velocidad de un fluido es alta, su presión es baja, y donde la velocidad es baja, la presión es alta[5]. Este principio tiene especial aplicación en las fuerzas comentadas al inicio de la hidrodinámica, como son las fuerzas de resistencia y las fuerzas de sustentación.
   b. *Número de Reynolds:* para el análisis del movimiento de los cuerpos en los fluidos es muy útil el conocimiento del número de Reynolds (*Re*), cuyo valor determina el régimen de movimiento de un cuerpo en un fluido, relacionando la fuerza inercial con la fuerza viscosa (*Re* = fuerza de inercia/fuerza viscosa)[7].

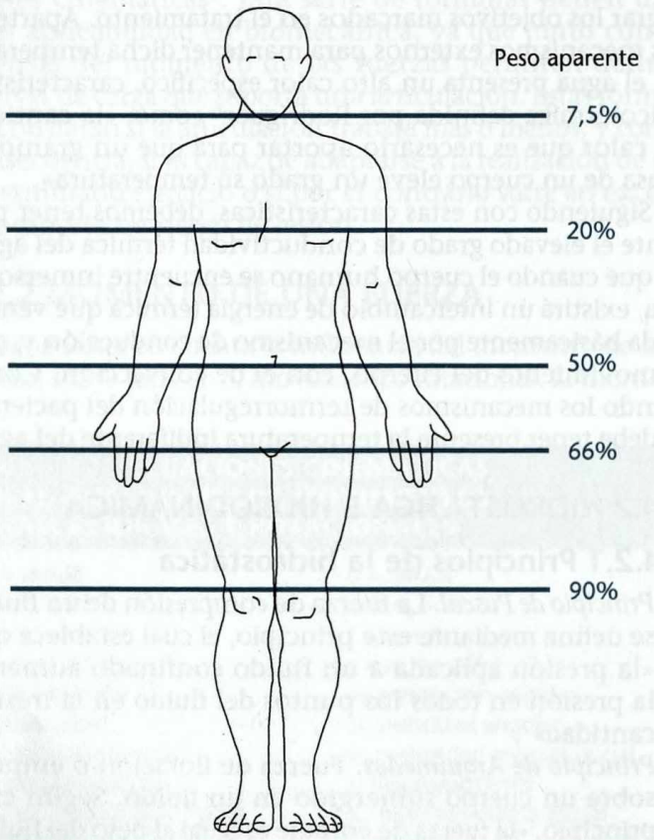


Figura 2-1. Valores del peso aparente en un cuerpo sumergido.

Resulta, entonces, un nivel de movimiento donde un cuerpo se moverá casi sin inercia, en el cual los efectos viscosos son más elevados que los inerciales (bajo número de Reynolds), y un nivel de movimiento donde el factor elevado es la inercia (alto número de Reynolds). En la hidrocinesiterapia, la inercia domina sobre la viscosidad, por lo que un mismo movimiento produce un efecto distinto si se hace más rápido que si se hace más lento.

2.5 TRABAJO Y ENERGÍA

En este apartado nos ocuparemos de las fuerzas que varían en función de la posición del cuerpo en el espacio. Tal sería el caso de las fuerzas gravitacionales entre cuerpos como el Sol y la Tierra, o la fuerza ejercida por un resorte estirado sobre un cuerpo al cual va fijo[8].

2.5.1 TRABAJO

2.5.1.1 Trabajo realizado por una fuerza constante

Cuando la fuerza es constante, el movimiento del cuerpo tiene lugar en línea recta. En este caso, definimos el trabajo realizado por la fuerza sobre este cuerpo como el producto de la magnitud de la fuerza *F* por la distancia *d* que recorre tal cuerpo ($W = F \times d$).

Si esta fuerza no actúa en la misma dirección en la que se mueve el cuerpo, consideramos que el trabajo realizado por la fuerza es el producto del componente de esta en la dirección del movimiento por la distancia recorrida por el cuerpo a lo largo de esa línea ($W = [F \times cos\alpha] \times d$).

Puede ocurrir que una fuerza aplicada sobre un cuerpo no realice ningún trabajo, como sería el caso, por ejemplo, de un cuerpo suspendido de una cuerda: ni la fuerza de tracción de la cuerda (T) ni el peso del cuerpo (W) realizan ningún trabajo, dado que el cuerpo permanece fijo.

Si sobre un cuerpo actúan diferentes fuerzas, debe calcularse por separado el trabajo que realiza cada una de ellas; el trabajo total será la suma de todos los trabajos resultado de las diferentes fuerzas.

Un trabajo puede ser positivo o negativo; este último sería el caso de la contracción excéntrica de un músculo, dado que la fuerza de contracción tiene dirección contraria al movimiento resultante. En la figura 2-2 se puede observar el trabajo del músculo cuádriceps de la extremidad inferior de apoyo durante el movimiento de descenso de un escalón: el ángulo existente entre F y d será de 180°.

La unidad de trabajo es el joule, y se trata del trabajo realizado para desplazar un cuerpo una unidad de distancia en la dirección y sentido de la fuerza.

2.5.1.2 Trabajo realizado por una fuerza variable. Una dimensión

Consideremos una fuerza variable en una dirección constante[9] x. Para calcular el trabajo total, dividiremos el desplazamiento total en un gran número de intervalos Δx; el trabajo total será la suma de estos intervalos, de manera que $\Delta W = F \times \Delta x$; $W = \sum F \times \Delta x$.

2.5.1.3 Trabajo realizado por una fuerza variable. Dos dimensiones

En este caso, no solo la fuerza que opera sobre el cuerpo es inconstante, sino que la dirección del desplazamiento también se modifica. Igual que en el caso anterior, dividiremos la trayectoria en pequeños intervalos, de lo cual resulta la fórmula siguiente:

$$dW = F \times \Delta r = F \times \cos\alpha \times \Delta r$$

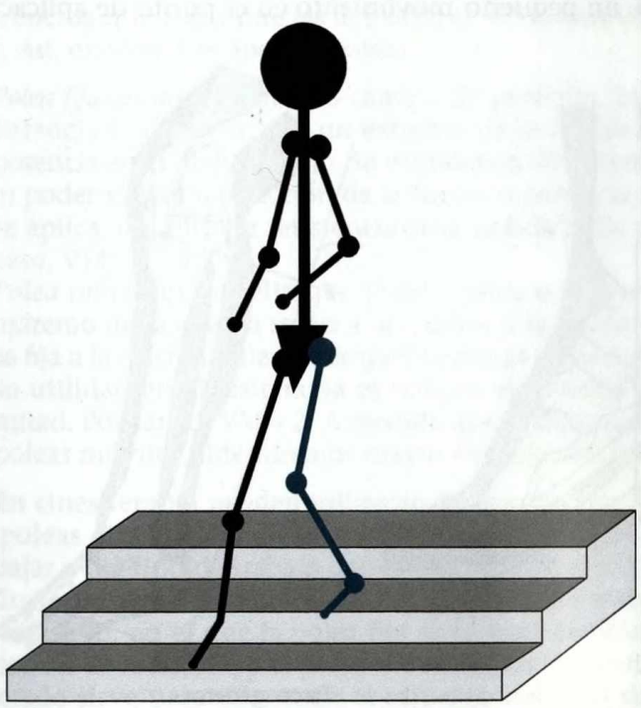


Figura 2-2. Trabajo negativo en concentración excéntrica del músculo cuádriceps.

2.5.2 ENERGÍA CINÉTICA Y TEOREMA DEL TRABAJO Y LA ENERGÍA

Hasta el momento nos hemos ocupado de cuerpos no acelerados, lo que significa que la fuerza resultante que opera sobre el cuerpo es cero, pero si esta fuerza no es cero, el objeto está acelerado. Recordemos la fórmula de la aceleración:

$$a = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

Y la fórmula del desplazamiento: $x = v + v_o/2 \cdot t$.

En este caso, v_o es la velocidad con que se desplaza el cuerpo en un tiempo $t = 0$, y v es la velocidad que alcanza en el tiempo t. Entonces, el trabajo realizado es: $W = F \times x = m \times \alpha \times x$.

La mitad del producto de la masa del cuerpo por el cuadrado de su velocidad se conoce como energía cinética del cuerpo, y se representa como K ($K = 1/2 \times m \times v \times 2$).

Dicho de otro modo, el trabajo efectuado por la fuerza resultante que opera sobre un cuerpo es igual al cambio de energía cinética en este. Si la energía cinética de un cuerpo disminuye, el trabajo realizado sobre él es negativo, y si el desplazamiento y el componente de la fuerza tienen sentidos opuestos dentro de la misma dirección, el trabajo será negativo.

Se entiende que el cuerpo tiene energía almacenada debido a su movimiento; conforme hace trabajo, se mueve más lentamente y pierde algo de esa energía; por tanto, la energía cinética de un cuerpo en movimiento es igual al trabajo que puede realizar un cuerpo al quedar en reposo. Por esta razón, las unidades de energía cinética y de trabajo son las mismas.

2.5.3 POTENCIA

Un último concepto que es interesante tener en cuenta es el de potencia: el tiempo que tarda un cuerpo en realizar un trabajo, o dicho de otro modo, la rapidez con que se realiza el trabajo y que se representa[8] como $P = W/t$.

2.6 LAS MÁQUINAS SIMPLES

Las máquinas simples son aparatos mecánicos destinados a cambiar la magnitud o el punto de aplicación de una fuerza. Mantienen el trabajo mecánico, pero cambian algunas de sus características con el fin de conseguir una fuerza mayor de la que una persona podría aplicar con su musculatura, o aplicarla de una forma más eficaz. En toda máquina simple intervienen dos fuerzas:

1. *Resistencia:* que es la fuerza que ofrece el cuerpo que se quiere mover y que actúa en contra del movimiento.
2. *Potencia:* que representa a la fuerza responsable de la acción o movimiento, que actúa en contra de la resistencia.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

2.6.1 PALANCAS

Una palanca es una máquina simple compuesta por una barra rígida, con dos fuerzas que actúan sobre ella, y un fulcro o punto de apoyo sobre el cual gira libremente. Las fuerzas que intervienen son, como hemos visto, la carga o resistencia que hay que vencer, y el esfuerzo o potencia que se genera para vencer dicha resistencia. La función de la palanca es transmitir una fuerza, y puede utilizarse para amplificar la fuerza mecánica aplicada a un cuerpo, o para incrementar la distancia recorrida o su velocidad, en respuesta a dicha aplicación.

La distancia entre el punto de aplicación de la potencia y el fulcro se denomina *brazo de potencia*, y la distancia entre el punto de aplicación de la resistencia y el fulcro se denomina *brazo de resistencia*.

La relación entre el momento de la resistencia (*resistencia* × *brazo de resistencia*) y el momento de la potencia (*potencia* × *brazo de potencia*) se denomina ventaja mecánica (VM). Si la palanca está en equilibrio, ambos son iguales y VM = 1. La VM depende del punto de aplicación de las fuerzas: una VM alta implicará poco esfuerzo para vencer una gran resistencia.

2.6.1.1 Tipos de palanca en el cuerpo humano

En el aparato locomotor, los huesos actúan como palancas: el fulcro corresponde a la articulación; la potencia está representada por el músculo que mueve el hueso y que actúa de brazo de palanca, y la resistencia es la fuerza que ha de vencer, ya sea el propio peso del cuerpo o un peso añadido. En la figura 2-3 se refleja la existencia de tres tipos de palancas, y todas ellas aparecen en el sistema musculoesquelético[1,10].

2.6.1.1.1 Palanca de *primer género*, interfija o de equilibrio

- Fulcro situado entre resistencia y potencia.
- Resistencia y potencia tienen sentidos opuestos.
- VM puede tener cualquier valor positivo.

Ejemplo clínico: extensión de codo.

2.6.1.1.2 Palanca de *segundo género*, interresistente o de fuerza

- Resistencia situada entre potencia y fulcro.
- Resistencia y potencia tienen el mismo sentido.
- VM >1.

Ejemplo clínico: flexión plantar de tobillo.

2.6.1.1.3 Palanca de *tercer género*, interpotente o de velocidad

- Potencia situada entre fulcro y resistencia.
- Resistencia y potencia tienen sentidos opuestos.
- VM <1.

Ejemplo clínico: esta es, con diferencia, el tipo de palanca más frecuente en el organismo: flexión de codo, extensión de rodilla, pinza, articulación de la cadera, muñeca, etc.

2.6.1.2 Aplicaciones clínicas de las palancas

Conociendo la distancia de inserción de los distintos músculos en los segmentos óseos seremos capaces de cuantificar la fuerza muscular necesaria para vencer el peso de dichos segmentos. Los músculos poliarticulares pueden actuar sobre una de las articulaciones estando la otra fija, o sobre ambas al mismo tiempo. En estos, las relaciones entre los desplazamientos lineales y angulares son más complejos.

Cuanto mayor sea la distancia entre el eje de movimiento articular y el punto de inserción de un tendón, menor esfuerzo requerirá el vientre muscular para movilizar el segmento correspondiente. Los músculos con origen lejano a la articulación e inserción próxima a ella tienen una función eminentemente movilizadora, mientras que los músculos con parámetros inversos tienen una función más estabilizadora[1]. La mayoría de los músculos del ser humano son, por tanto, movilizadores, conforman palancas de tercer grado. En estas, el brazo de potencia es menor que el brazo de resistencia, lo que se traduce en que deben generar mayor potencia para vencer la resistencia. A cambio de ello, un pequeño movimiento en el punto de aplicación

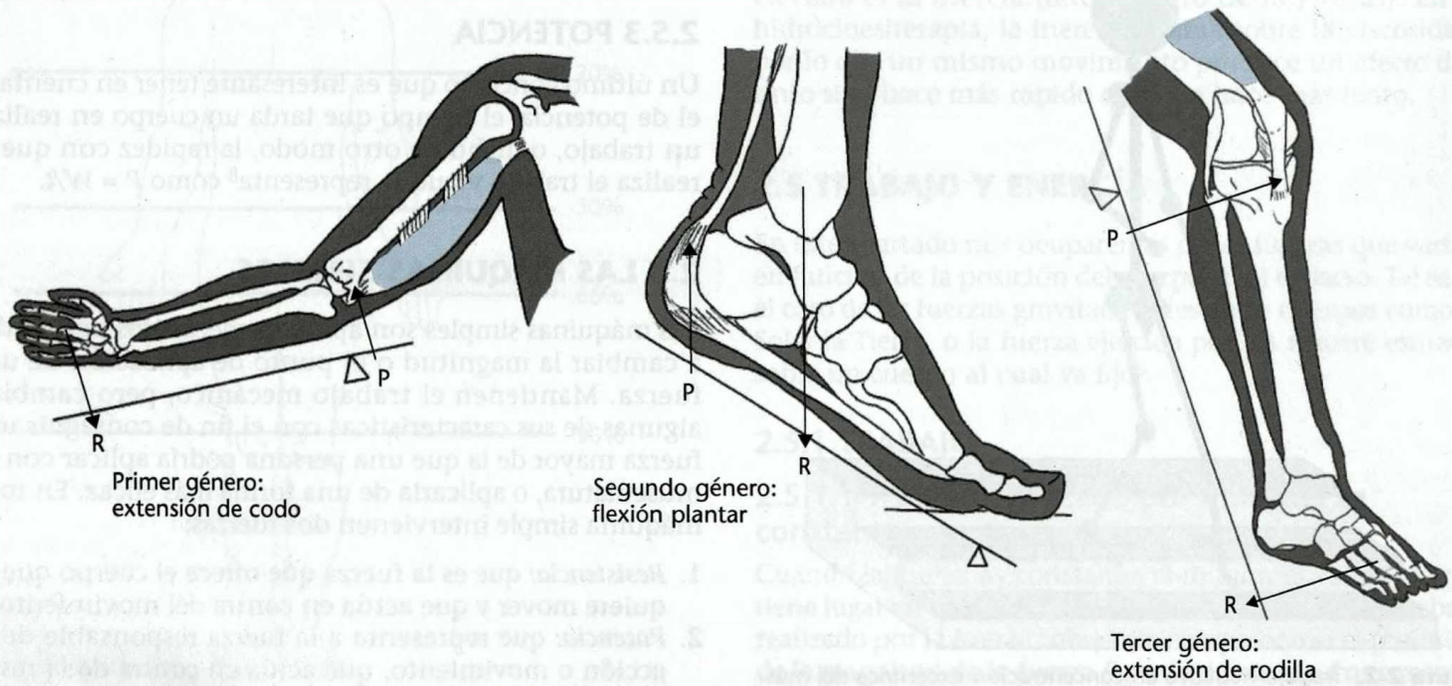
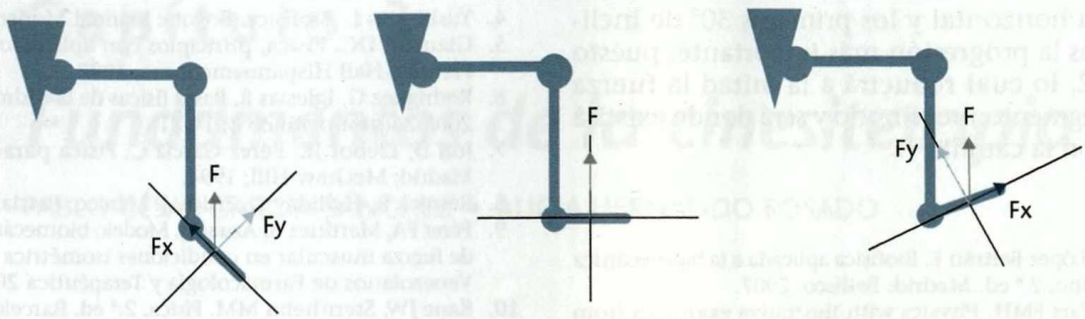


Figura 2-3. Ejemplos de palancas de primer, segundo y tercer género.



Recorrido externo
Fx = coaptación articular

Recorrido medio
Fx = 0; F = Fy

Recorrido interno
Fx = decoaptación articular

Figura 2-4. Descomposición de la fuerza de los músculos dorsiflexores del tobillo.

de la potencia implica un gran movimiento a nivel de la resistencia.

La efectividad de una fuerza para movilizar un segmento aumenta al acercarse su ángulo de aplicación al segmento a 90°. Toda fuerza muscular puede ser descompuesta en un sistema de coordenadas formado por un eje *x*, que sigue el eje longitudinal del hueso movilizado, y un eje *y* perpendicular a este que pasa por el punto de aplicación de la fuerza muscular (la inserción del tendón). Como fruto de ello obtenemos un componente en el eje *y* que tenderá a movilizar el segmento, y un componente en el eje *x* que tenderá a coaptar o decoaptar la articulación según su sentido. En la figura 2-4 se muestra un diagrama de cuerpo libre que representa la descomposición de la fuerza de los músculos dorsiflexores del tobillo.

2.6.2 POLEAS

La polea es un tipo de máquina simple compuesta por una rueda con una ranura en su perfil, por donde se desliza una cuerda que transmite las fuerzas que se ejercen sobre ella. Así, existen dos tipos de poleas:

1. *Polea fija:* es aquella que no cambia de posición. La resistencia se encuentra en un extremo de la cuerda y la potencia en el otro extremo. Su utilidad en cinesiterapia es poder variar la dirección de la fuerza o potencia que se aplica, dejando la resistencia suspendida[10]. En este caso, VM = 1.
2. *Polea móvil:* es aquella que puede subir o bajar. Un extremo de la cuerda se fija a un punto y la resistencia se fija a la misma polea. Si despreciamos el rozamiento, su utilidad en cinesiterapia es reducir el esfuerzo a la mitad. Por tanto, VM = 2. A medida que añadimos más poleas móviles obtendremos mayor ventaja mecánica.

En cinesiterapia pueden utilizarse diferentes montajes de poleas en función de la musculatura que se precise trabajar y del tipo de trabajo que se requiera (v. cap. 13).

En la figura 2-5 se muestra un ejemplo de trabajo autoasistido, en el que la polea fija sirve para cambiar la dirección de la fuerza, y la polea móvil unida al miembro afectado sirve para disminuir el esfuerzo del lado sano. Aunque es cierto que dentro del sistema musculoesquelético poseemos elementos que se comportan como poleas, en este caso nos centraremos en las poleas como herramienta para la cinesiterapia.

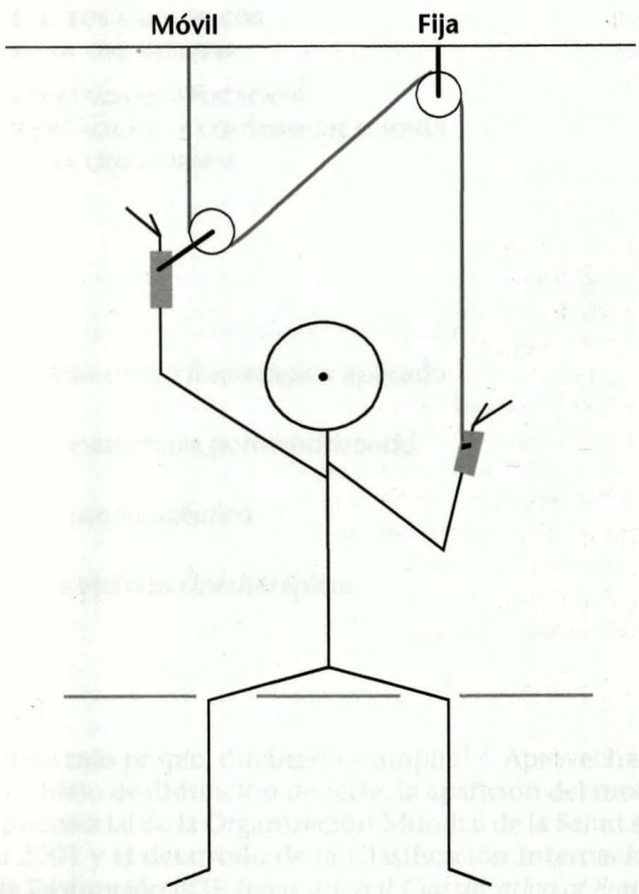


Figura 2-5. Ejemplo de trabajo autoasistido con polea fija y móvil.

2.6.3 PLANO INCLINADO

El plano inclinado es una superficie plana que forma un ángulo agudo con el suelo, y por tanto permite elevar cuerpos desde la posición horizontal a la vertical. En cinesiterapia es útil para regular la progresión de un ejercicio. Permite elevar cargas pesadas empleando un esfuerzo relativamente pequeño, y por tanto la VM es siempre mayor que 1.

El momento de la fuerza de gravedad variará en función del ángulo de inclinación en el que coloquemos al

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

paciente. Entre la horizontal y los primeros 30° de inclinación tendremos la progresión más importante, puesto que sen 30 = 1/2, lo cual reducirá a la mitad la fuerza gravitatoria del segmento movilizado y será donde existirá mayor fricción con la camilla[11].

Bibliografía

1. López Román A, López Beltrán E. Biofísica aplicada a la biomecánica del cuerpo humano. 2.ª ed. Madrid: Bellisco; 2007.
2. Benedek GB, Villars FMH. Physics with ilustrative examples from Medicine and Biology. 2.ª ed. Nueva York: Springer-Verlag; 2000.
3. De Pedraza Velasco ML, Miangolarra Page JC, Dias Soares OD, Rodríguez Rodríguez LP. Física aplicada a las ciencias de la salud. Barcelona: Masson; 2000.
4. Yushimito L. Biofísica. Bogotá: Manual Moderno; 2007.
5. Giancoli DC. Física, principios con aplicaciones. 4.ª ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana; 1997.
6. Rodríguez G, Iglesias R. Bases físicas de la hidroterapia. Fisioterapia 2002;24(monográfico 2):14-21.
7. Jou D, Llebot JE, Pérez García C. Física para ciencias de la vida. Madrid: McGraw-Hill; 1994.
8. Resnick R, Halliday D. Física, I. México: Patria; 2011.
9. Pérez FA, Martínez A, Azuaje J. Modelo biomecánico de la generación de fuerza muscular en condiciones isométrica y tetánica. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica 2008;27:27-9.
10. Kane JW, Sternheim MM. Física. 2.ª ed. Barcelona: Reverté; 1996.
11. Génot C, Neiger H, Leroy A, Pierron G, Dufour M, Peninou G. Kinesioterapia. Principios. Miembros inferiores. Evaluaciones. Técnicas pasivas y activas del aparato locomotor. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2000.

Capítulo 3
Fundamentos de la cinesiterapia

PABLO CÉSAR GARCÍA SÁNCHEZ • ALICIA HERNANDO ROSADO

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

3.1 RAZONAMIENTO CLÍNICO EN FISIOTERAPIA
3.1.1 Nacimiento y evolución del razonamiento clínico
3.1.2 Definición y características del razonamiento clínico
3.1.3 Niveles de razonamiento
3.1.4 Errores en el razonamiento clínico
3.1.5 Categorías de hipótesis
3.1.6 Patrones clínicos
3.1.7 Reflexiones finales
3.2 CONCEPTO DE MOVILIDAD TERAPÉUTICA
3.3 CLASIFICACIÓN DE LA CINESITERAPIA
3.3.1 Clasificación de la cinesiterapia pasiva
3.3.2 Clasificación de la cinesiterapia activa
3.4 EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CINESITERAPIA
3.5 OBJETIVOS DE APLICACIÓN, INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA CINESITERAPIA

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Comprender los aspectos esenciales del razonamiento clínico fisioterápico aplicado en el marco de la cinesiterapia.
- Facilitar el conocimiento de una clasificación de la cinesiterapia pormenorizando todas las modalidades terapéuticas existentes.
- Profundizar en los efectos fisiológicos derivados del uso terapéutico de la cinesiterapia.
- Conocer los objetivos básicos de la aplicación de las técnicas cinesiterápicas, así como sus indicaciones y contraindicaciones.

3.1 RAZONAMIENTO CLÍNICO EN FISIOTERAPIA

El razonamiento clínico es una herramienta común a distintas disciplinas del ámbito de la salud que intenta mejorar la toma de decisiones y resolver problemas que se plantean a los fisioterapeutas en los distintos ámbitos de trabajo. Conceptualmente podría decirse que es el «pensamiento que sustenta la práctica clínica y que nos ayuda a solucionar las necesidades de nuestros pacientes».

3.1.1 NACIMIENTO Y EVOLUCIÓN DEL RAZONAMIENTO CLÍNICO

El razonamiento clínico en fisioterapia se empezó a desarrollar de manera formal a mediados de la década de 1990. Hasta ese momento estuvo marcado por un razonamiento tradicional y circunscrito fundamentalmente al diagnóstico. Pero varios acontecimientos ocurridos a finales del siglo XX e inicios del XXI lo hacen evolucionar hacia un modelo más propio, dinámico y amplio[1-3]. Aprovechando del modelo de disfunción de Jette, la aparición del modelo biopsicosocial de la Organización Mundial de la Salud en el año 2001 y el desarrollo de la Clasificación Internacional de la Disfunción (CIF, *International Classification of Functioning, Disability and Health),* el razonamiento en fisioterapia encuentra un marco específico de actuación. El empuje de la medicina basada en la evidencia ha hecho posible la relevancia de que todas y cada una de las decisiones que se tomen estén basadas en decisiones razonadas. Además, esto nos empuja a generar conocimiento de esas decisiones para responder a situaciones futuras. Aunque, quizá, uno de los puntos centrales del proceso, como veremos más adelante, es la propuesta del sistema de categorías de hipótesis introducido por Mark Jones a principios de la década de 1990.

Las técnicas de cinesiterapia y los objetivos del tratamiento han de estar filtradas por conocimiento y juicio profesional. A través del pensamiento activo, el razonamiento clínico nos ayudará a enfrentarnos con más seguridad a estas situaciones.

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

3.1.2 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL RAZONAMIENTO CLÍNICO

El razonamiento clínico en fisioterapia puede definirse, de una manera muy simple, como el proceso en el que el fisioterapeuta, interactuando con el paciente y otros agentes, plantea un significado, objetivos y estrategias terapéuticas basadas en los datos clínicos, preferencias del paciente y en su conocimiento y juicio profesional. De esta definición se desprenden tres características clave[4]:

1. La primera es el concepto de *proceso*. El razonamiento clínico no solo ayuda en el período en el que el paciente está en contacto con el terapeuta durante el tratamiento, sino también cuando se investiga, se enseña, se busca información o se plantean cuestiones éticas. Incluso podríamos hablar de varios tipos de razonamiento clínico según el momento del proceso en el que nos encontremos: diagnóstico, ético, investigador, etc. (fig. 3-1).
2. La segunda característica consiste en que este proceso ha de ser *colaborativo*. Higgs y Jones proponen tres dimensiones en las que este proceso ha de ser colaborativo:
   a. *El propio paciente y su contexto*. Después de los estudios de Weddel y Watson en la década de 1990, ya no se entiende que no se tomen en cuenta la opinión, las creencias o los sentimientos del paciente a la hora de establecer estrategias en el tratamiento, ya que esto aumenta considerablemente la implicación del propio paciente en su tratamiento y su adherencia a este. De igual forma, se deben considerar sus circunstancias personales, sociales y económicas. Además, debemos tener en cuenta su situación familiar (pareja, familiares, personas a su cargo).
   b. Las *necesidades específicas* de su patología, signos y síntomas, disfunción y afectación de sus actividades básicas y su participación.
   c. El *contexto específico* sanitario en el que se encuentra. Es decir, la opinión de los otros profesionales de la salud que estén en contacto con el paciente (médico, terapeuta ocupacional, podólogo, personal de enfermería, psicólogo), así como recursos asistenciales que tenemos a nuestra disposición (fig. 3-2).
3. La tercera característica del proceso de razonamiento clínico es que sea *reflexivo*. Los fisioterapeutas abordan problemas que van desde simples, bien definidos y estables, hasta presentaciones complejas, poco claras y con innumerables factores que operan a la vez. A pesar de que la solución terapéutica a estas presentaciones a veces parezca estar muy clara, debemos emplear siempre un tiempo de reflexión antes, durante y después de la evaluación y aplicación de las terapias (fig. 3-3). Esto ayuda, no solo a justificar por qué se emplean unas técnicas y no otras, sino a calibrar y a afinar las habilidades[5].



Figura 3-1. Proceso de trabajo del fisioterapeuta.

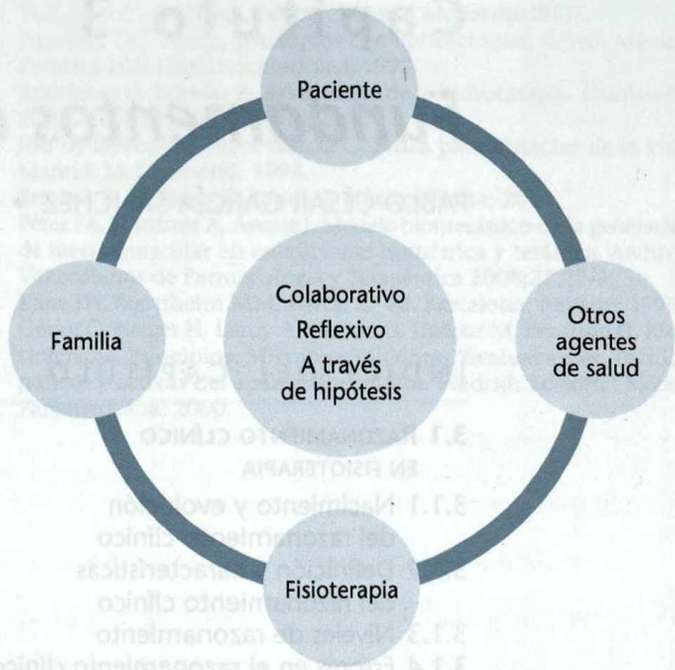


Figura 3-2. Dimensiones del razonamiento colaborativo.

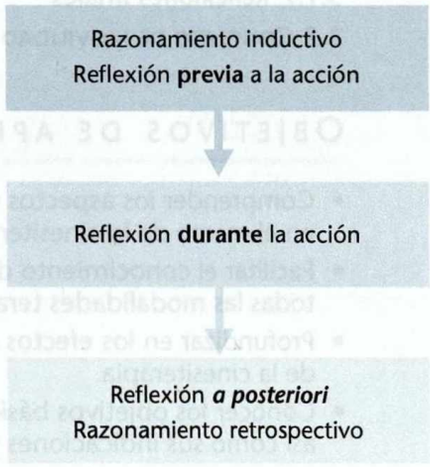


Figura 3-3. Esquema del proceso reflexivo del fisioterapeuta.



Figura 3-4. Los tres niveles de razonamiento clínico.

3.1.3 NIVELES DE RAZONAMIENTO

El razonamiento clínico, tal y como se entiende hoy, es un proceso que consta y se desarrolla en tres niveles (fig. 3-4)[2].

ESTE LIBRO ES PROPIEDAD DEL SIB-UCE
SU VENTA ES PENADA POR LA LEY

3.1.3.1 Bases de conocimiento

El conocimiento clínico cambia constantemente. Las fuentes habituales suelen ser la investigación y la experiencia, tanto profesional como personal. Los tipos de conocimiento que necesitan los fisioterapeutas pueden dividirse de una manera muy sencilla en teóricos, y prácticos o clínicos:

- *Conocimientos teóricos:* además de la propia fisioterapia, se deben considerar conocimientos teóricos de anatomía, biomecánica, fisiología, medicina, neurociencia, física, etc. Fundamentalmente, se utiliza la memorización y la aplicación práctica de estos conocimientos para retenerlos e integrarlos.
- *Conocimientos prácticos o clínicos:* fundamentalmente provienen de la propia fisioterapia, pero también se usan, entre otros, algunos provenientes de la medicina, la educación y la psicología, para evaluar y comprender a los pacientes. Este conocimiento se desarrolla, en un primer momento, por imitación de las técnicas que nos enseñan, y está radicalmente marcado por el contexto en el que se adquiere. Hay que destacar también que llegado un momento y a través de la experiencia empieza a desarrollarse un tipo de conocimiento práctico llamado «artesano» o *craft knowledge,* que parte de las técnicas y habilidades aprendidas para adaptarlas o crear otras nuevas.

Otra forma de clasificar el conocimiento es la aportada por Higgs y Titchen[6]:

- *Conocimiento proposicional profesional:* conocimiento teórico fundamentalmente explícito.
- *Conocimiento no proposicional* (también llamado tácito o implícito):
  - Conocimiento profesional práctico o *craft knowledge* que permite aplicar las bases de conocimiento proposicional.
  - Conocimiento personal *(personal knowledge):* la propia experiencia vital y personal del fisioterapeuta en sus distintos roles y contextos (como educador, paciente, estudiante) aporta un tipo de conocimiento adquirido difícilmente clasificable, el cual le servirá, a nivel subconsciente, para guiarse en sus decisiones.

La mezcla de estos tres conocimientos marca el perfil de conocimiento profesional y personal del terapeuta. Como es de suponer, cuanta mejor evidencia científica posean los conocimientos teóricos y prácticos, y cuanta mayor calidad tengan las situaciones de aprendizaje profesionales y personales, *a priori* tendremos mejores ingredientes para utilizarlos en el siguiente nivel de razonamiento clínico (fig. 3-5).

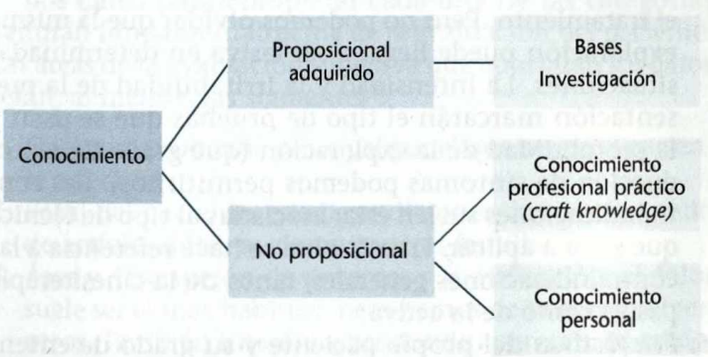


Figura 3-5. Los tres tipos de conocimiento según Higgs y Titchen[6].

3.1.3.2 Cognición

Consiste en la utilización y aprovechamiento del conocimiento a través de una serie de operaciones mentales. Al proceso de percepción de la información extraída por el paciente le sigue el recuerdo de las bases de conocimiento, y la utilización de la comparación, el análisis, la valoración, la síntesis y la interpretación en la formulación de hipótesis.

3.1.3.3 Metacognición

Es la conciencia y la capacidad que tiene el terapeuta sobre su propia manera de pensar. Este nivel es algo así como echar un vistazo a la propia manera de pensar y ser crítico con ella. Darse cuenta de cuáles son los fallos de razonamiento con los dos niveles anteriores y tener consciencia de cómo influye, por ejemplo, su propio estado de ánimo, las prisas o la opinión que tenga del paciente sobre la toma de decisiones. Esta habilidad es típica de los expertos en fisioterapia y permite encontrar los puntos donde el razonamiento puede estar fallando para mejorarlos.

3.1.4 ERRORES EN EL RAZONAMIENTO CLÍNICO

Los errores de razonamiento clínico pueden producirse en cualquiera de estos tres niveles. Aunque pueden darse en cualquier parte del proceso asistencial, se prodigan más en el proceso de evaluación y diagnóstico (fig. 3-6):

1. En el *nivel de bases de conocimientos,* el error más común es escoger fuentes de datos con baja evidencia científica. La elección de pruebas poco fiables y de técnicas de tratamiento no contrastadas aumentará las posibilidades de errar. Durante la valoración y el tratamiento, algunos de los más habituales son:
   a. Carecer de habilidades comunicativas y de escucha activa.
   b. Solo prestar atención a la patología y no a la disfunción y discapacidad de nuestros pacientes.
   c. No acertar con la categoría de dolor.
   d. Realizar exploraciones de forma muy ligera y superficial.
   e. Realizar exploraciones protocolizadas que no se dirigen a comprobar las hipótesis.
   f. No detectar o despreciar el peso de los factores contribuyentes.
   g. Aplicar tratamientos estandarizados.
   h. No revaluar periódicamente la evolución de nuestros pacientes.
2. En el *nivel de la cognición,* los expertos destacan los siguientes:
   a. Realizar generalizaciones y asunciones con poca base.
   b. Poseer una hipótesis favorita para cada una de las categorías.
   c. Hacer caso solo a los datos que interesan al terapeuta y confirman las hipótesis deseadas.
   d. Eliminar una hipótesis porque se confirme otra (pueden estar ocurriendo varias cosas a la vez).
   e. Solo hacer caso a los primeros datos de la historia o a los últimos.
3. En el *nivel de la metacognición,* fundamentalmente suele ocurrir que el fisioterapeuta no repara en su propia

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

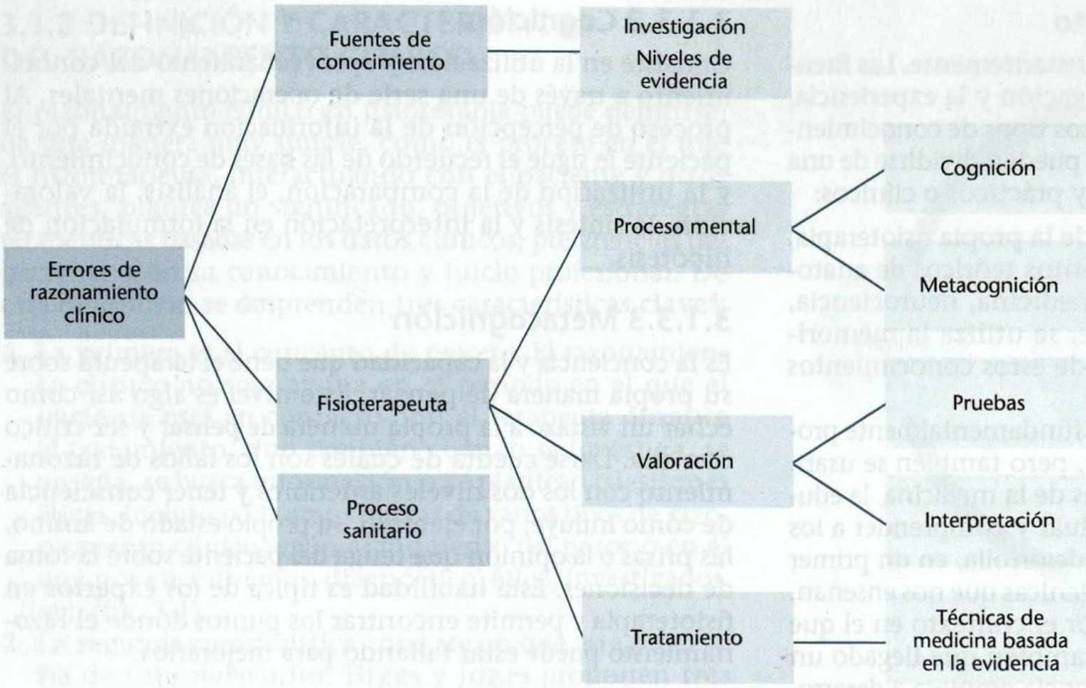


Figura 3-6. Clasificación de los errores de razonamiento clínico.

manera de pensar y en qué le influye a la hora de tomar decisiones.

3.1.5 CATEGORÍAS DE HIPÓTESIS

Los avances en neurociencias describen que los conocimientos se almacenan en el cerebro a través de espacios o «cajones» de datos. Se ha comprobado que esta forma de guardarlos facilita los pensamientos y mejora la comunicación. De la misma manera, el número de interconexiones que posean estos apartados entre sí marcará la eficiencia en su utilización.

Quizá estos datos vengan a dar la razón al sistema de categorías de hipótesis propuesto por Mark Jones[7]. Este sistema es una herramienta de trabajo que, siguiendo el modelo de almacenamiento y procesado cerebral durante el razonamiento, facilita al fisioterapeuta el reconocimiento de patrones clínicos, como veremos más adelante. Incluye los distintos apartados recogidos en la CIF[8], que ayudan al fisioterapeuta a agrupar los datos individuales en conjuntos de información que tienen una significación común en su trabajo.

Los fisioterapeutas deben tener una hipótesis de cada una de las categorías en cada fase del proceso asistencial. Las categorías propuestas por Jones en 1992 fueron cinco. A día de hoy, estas han ido evolucionando y aumentando en número con la contribución de diversos autores:

1. *Mecanismo biopatológico* que está actuando. A pesar de que el ámbito principal de trabajo del fisioterapeuta no es la deficiencia, algunas técnicas de cinesiterapia han demostrado su efectividad sobre la lesión. Por ello, de cara a la exploración y el tratamiento del paciente, los fisioterapeutas deben tener una idea aproximada de qué tejidos se han lesionado, en qué fase de la reparación se encuentran y qué tipo de dolor presenta el paciente.
2. *Grado de disfunción* física y psicológica y estructuras que la presentan. El ámbito de trabajo fundamental de los fisioterapeutas es la disfunción. Las técnicas de cinesiterapia intentarán recuperar el grado de función perdido en cuanto a niveles de fuerza, amplitud de movimiento (hipomovilidad o hipermovilidad), estabilidad, grado de control motor, función cardiorrespiratoria, etc.
3. *Grado de discapacidad.* Esta categoría puede resumirse como la profundidad de afectación en dos de los puntos del esquema de la CIF: en las actividades básicas y no básicas de la vida diaria, y en la participación del paciente, es decir, el grado de afectación para desempeñar los roles habituales del paciente en la sociedad (padre o tutor, hijo, compañero de trabajo, compañero de un deporte grupal, amigo, etc.).
4. *Factores contribuyentes* al desarrollo y mantenimiento del problema. Dentro de este apartado se encuentran factores de tipo anatómico y/o biomecánico, psicológico, ergonómico, ambiental o de comportamiento. Su eliminación o atenuación serán objetivos del tratamiento. Muchas veces se usan técnicas de cinesiterapia para contrarrestar su influencia. Habrá veces en que se tendrá que recurrir a otras técnicas, como por ejemplo la terapia cognitivo-conductual en los factores de comportamiento o la modificación del entorno en factores ergonómicos o ambientales (en colaboración con el profesional de la salud correspondiente). Su no eliminación provocará recaídas, recidivas o impedirá la resolución del problema.
5. *Precauciones y contraindicaciones* a la exploración y el tratamiento. Habitualmente solo se tienen en cuenta para el tratamiento. Pero no podemos olvidar que la misma exploración puede llegar a ser lesiva en determinadas situaciones. La intensidad y la irritabilidad de la presentación marcarán el tipo de pruebas que se usan y la profundidad de la exploración (qué grado de reproducción de síntomas podemos permitirnos). Las contraindicaciones suelen estar asociadas al tipo de técnica que se va a aplicar. En esta obra se hace referencia a las contraindicaciones generales, tanto de la cinesiterapia pasiva como de la activa.
6. *Perspectivas* del propio paciente y su grado de entendimiento sobre lo que le está pasando. Entender no

solo el problema, sino también comprender qué le está pasando al paciente, nos ayudará a manejar mejor el proceso. Las estrategias de afrontamiento, el grado de sufrimiento o cómo está viviendo la situación arrojarán pistas valiosas sobre su adherencia al tratamiento, su grado de autoeficacia y su capacidad de recuperación.

7. *Manejo y tratamiento* del propio paciente. Es la categoría a la que se le presta mayor atención. Es importante la selección de las técnicas que se van a emplear, pero también hay que tener una idea clara de qué otros recursos podemos necesitar en el proceso. Además, la aplicación de un «tratamiento de prueba» será de valiosa ayuda, ya que su resultado aportará información sobre el posible mecanismo biopatológico y los factores contribuyentes.
8. *Pronóstico.* A menudo es difícil tener una idea de cómo se va a resolver el problema del paciente. Esto se acentúa ante casos difíciles o crónicos. El terapeuta debe ser capaz de proponer una estimación con vistas a ofrecérsela al propio paciente si la pide o a otros miembros del equipo terapéutico. El terapeuta se puede aproximar a ello poniendo en una balanza cada una de las anteriores categorías y pensando si la resolución tenderá más al corto, medio o largo plazo.

A las anteriores categorías, los autores de este texto proponen también incluir de manera formal las siguientes dos:

1. *Tipo de patología* que ha sufrido el paciente. Estaría incluida dentro del mecanismo biopatológico. Por ejemplo, si el paciente presenta una enfermedad metabólica o ha sufrido un traumatismo. Si se trata de un traumatismo, cuál ha sido el mecanismo de lesión: traumatismo directo o indirecto, o si el trauma ha sido puntual o repetitivo.
2. *Patrón clínico* o diagnóstico de presunción.

En cualquier parte del proceso, el terapeuta debe tener una hipótesis para cada categoría. Según van apareciendo datos, las hipótesis irán ganando peso o sustituyéndose por otras. Además, nos irán guiando a través de la evaluación subjetiva para incidir en determinadas partes de la historia clínica y para profundizar en unas pruebas u otras en la parte objetiva. De esta forma, toda la exploración subjetiva, objetiva y el tratamiento de prueba que se implementen irán dirigidos a aumentar en conocimiento sobre la presentación del paciente a través de la comprobación de cada una de las hipótesis. La toma de decisiones llegará por la saturación de la evidencia, aunque la experiencia asistirá con pocos datos a reconocer *a priori* patrones específicos que nos ayuden a avanzar más rápido en el proceso.

Los datos para completar cada una de las categorías vendrán fundamentalmente de la evaluación del paciente. Las áreas de la evaluación subjetiva que aportarán los datos serán, al menos, las siguientes[9]:

1. Cuál es el problema principal por el que acude el paciente a terapia.
2. Perfil del paciente: edad, condiciones de trabajo, grado de actividad física, circunstancias familiares.
3. Área y descripción de síntomas y la disfunción: el dolor suele ser el más habitual, pero hemos de buscar también otros. También interesa saber dónde aparecen, su grado, su relación, las descripciones que hace el paciente.
4. Comportamiento de los síntomas y de la disfunción: qué le agrava o disminuye los síntomas, cuál es el patrón de comportamiento a lo largo del día.
5. Preguntas para identificar precauciones y contraindicaciones generales: nivel de forma física, enfermedades generales, alergias, intolerancias, intervenciones quirúrgicas relevantes y antecedentes familiares.
6. Historia pasada y actual del problema: cuándo y cómo empezó, cuáles fueron los primeros síntomas, cuál ha sido su evolución, qué tratamientos se le han aplicado y cuál ha sido su efecto.
7. Preguntas específicas sobre la región o articulación aquejada de los síntomas y la disfunción: factores contribuyentes, síntomas asociados, preguntas para detectar posibles patrones clínicos.
8. Cómo le está afectando a las actividades y a la participación.
9. Perspectivas del paciente: cómo está llevando el problema, cómo le afecta, qué espera del tratamiento.

Las áreas de la evaluación objetiva que aportarán los datos serán las siguientes[10]:

1. Observación y nivel de dolor o síntomas actuales.
2. Demostración funcional: el paciente muestra la posición en la que le aparecen los síntomas. Desde esta posición comprobaremos tres aspectos:
   a. Implicación del sistema neurógeno en la presentación del dolor mediante una prueba de flexión pasiva del cuello o una prueba de desplome.
   b. Qué articulaciones de la zona están provocando los síntomas.
   c. Qué direcciones de movimiento desatan los síntomas y cuáles los alivian.
3. Movimientos activos y pasivos: arco de movimiento, sensación terminal o *end feel* y síntomas asociados.
4. Pruebas ortopédicas específicas de los distintos tejidos de la articulación.
5. Palpación.
6. Prueba de fuerza y acortamiento muscular.
7. Evaluación neurodinámica específica.
8. Evaluación vascular y neurológica.
9. Evaluación del control motor.
10. Pruebas para valorar la función cardiovascular.

3.1.6 PATRONES CLÍNICOS

La categorización de los datos en nuestra mente favorece el reconocimiento de patrones clínicos. Un patrón clínico puede definirse como «una agrupación de datos individuales o categorías que presentan una información prototípica sobre un tipo de fenómeno». Este esquema mental se enmarca dentro de un proceso inductivo de razonamiento, es decir, el fisioterapeuta se adelanta a la propia presentación completa del caso para proponer una posible hipótesis sobre una patología específica o sobre un tipo de categoría. Por ejemplo, todos conocemos las características del patrón clínico de la «inflamación»: calor, dolor, tumor, rubor e impotencia funcional. O por ejemplo los signos y síntomas que nos pueden indicar que nuestro paciente presenta un patrón de dolor de origen «neurógeno»: parestesias, hormigueo, el dolor sigue el territorio de un dermatoma, empeora por la noche, puede

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

cursar con debilidad muscular, puede presentar alteración de los reflejos. Aunque también podemos encontrar un patrón clínico que hable de un posible mal pronóstico en la evolución de un paciente: malas experiencias previas con la fisioterapia, haber sido *sobretratado* anteriormente, dolor de tipo crónico, reacciones de miedo-evitación, baja adherencia al tratamiento, etc.

Los expertos en razonamiento recomiendan la enseñanza y el entrenamiento en el manejo de los patrones clínicos, así como la realización de cuadernillos de patrones confeccionados por los propios estudiantes y fisioterapeutas para mejorar esta habilidad.

3.1.7 REFLEXIONES FINALES

La práctica fisioterápica actual exige un conocimiento teórico-práctico actualizado y basado en la evidencia, así como un razonamiento clínico de excelencia que revise continuamente el proceso de pensamiento, la toma de decisiones y la resolución de problemas, para garantizar una intervención de eficacia y eficiencia máximas. Podemos contar con estudios de gran calidad, herramientas muy fiables y terapias muy efectivas; pero, si el terapeuta no es capaz de encontrar esos conocimientos, relacionarlos entre sí, y adaptarlos a la presentación del paciente que tiene a su lado, hay muchas posibilidades de errar en las decisiones diarias. Por ejemplo, si solo nos quedamos con los datos que nos gustan de la historia del paciente, o si tenemos siempre una hipótesis «favorita» sobre lo que le pasa y aplicamos «recetarios».

3.2 CONCEPTO DE MOVILIDAD TERAPÉUTICA

La articulación ha de conjugar un doble papel: permitir el movimiento a través de la transmisión de fuerzas desde la contracción muscular y a su vez limitarlo a unos determinados grados de movimiento dentro de uno o más planos. Esto se consigue a través del «juego articular» o *slack* marcado por la propia construcción anatómica de la articulación[11].

Stanley Paris propuso una graduación de esta movilidad articular adaptando una clasificación ya utilizada por otros fisioterapeutas[12]. La clasificación clínica de Paris es de tipo ordinal, consta de siete puntos, y recoge cualitativa y cuantitativamente la cantidad de movimiento percibida por el fisioterapeuta a la hora de valorar el «juego articular» accesorio o fisiológico de la articulación al aplicar un movimiento de traslación/rotatorio. El valor medio, el grado 3 o normal es el considerado apropiado para una articulación y movimiento dados, en unas condiciones tisulares adecuadas para una edad y un sexo determinados. La tabla 3-1 refleja una adaptación de esta escala realizada por Gonnella y Paris[13] para el movimiento pasivo interespinal. Los grados inferiores están reservados para las condiciones de hipomovilidad o disminución de movimiento o juego articular, siendo 0 el reservado para el momento en que la articulación está totalmente anquilosada. Los grados superiores están reservados para las condiciones de hipermovilidad, siendo 6 el reservado para situaciones de inestabilidad total (v. tabla 3-1).

TABLA 3-1 **CLASIFICACIÓN DE GONNELLA Y PARIS[13] PARA VALORAR LA ESTABILIDAD Y MOVILIDAD TERAPÉUTICA**

Grado	Descripción	Criterio
0	Anquilosada	No se detecta movimiento
1	Considerablemente aumentada	Restricción significativa
2	Ligeramente disminuida	Rango ligeramente menor
3	**Normal**	**Rango esperado**
4	Ligeramente aumentada	Rango ligeramente mayor
5	Considerablemente aumentada	Excesivo, pero limitado en parte
6	Inestable	Excesivo movimiento sin restricción apreciable

3.3 CLASIFICACIÓN DE LA CINESITERAPIA

La clasificación de la cinesiterapia, entendida como conjunto de procedimientos terapéuticos cuyo fin es el tratamiento de diversos procesos patológicos mediante el movimiento, constituye una dificultad en el marco actual de desarrollo de la fisioterapia. El avance científico pone de manifiesto el elenco de diversos puntos de vista existentes en relación con el uso terapéutico del movimiento y su análisis, donde la biología, la bioingeniería, la física, la fisiología y la psicología convergen en el análisis del desarrollo, control y aprendizaje motor del ser humano. Existen diversas clasificaciones de la cinesiterapia, que pueden atender a la participación del paciente, al área de aplicación del tratamiento, al estado de la articulación o al número de sujetos a los que va dirigida. Por ello, teniendo en cuenta el análisis precedente, esta no puede clasificarse de forma simple.

El concepto de ejercicio terapéutico engloba y amplía la disciplina cinesiterápica. Asimismo, el uso del movimiento dentro del entrenamiento aeróbico y en el marco de la fisioterapia respiratoria sitúan al fisioterapeuta nuevamente frente al reto de clasificar, aun reduciéndola, la ciencia del movimiento terapéutico[14]. El empleo de sistemas robotizados para la asistencia del movimiento y/o su producción tampoco se contempla dentro de la clasificación, aunque su empleo es cada vez más utilizado en fisioterapia, y, particularmente, dentro del enfoque de la neurorrehabilitación. Por tanto, la clasificación que se propone a continuación, aunque reduccionista, sistematiza en dos grandes grupos la cinesiterapia: activa y pasiva, en función de si el origen del movimiento articular es generado directamente por la musculatura periarticular en la articulación diana, o por otras fuerzas externas, incluyéndose aquí la actividad de grupos musculares que actúen sobre otras articulaciones a distancia.

La *cinesiterapia pasiva* es una parte de la cinesiterapia basada en el movimiento pasivo relativo a una articulación, para mantener o ampliar el rango articular; o también, el conjunto de técnicas de movilización aplicadas a las diversas estructuras cinemáticas afectadas del paciente y destinada a tratar las disfunciones de los sistemas o aparatos osteoarticular, muscular, cardiovascular, respiratorio y neural, sin que el propio paciente realice ningún movimiento voluntario de la zona. El movimiento le es comunicado por una fuerza externa a la que el paciente ni ayuda ni

resiste. El concepto de pasividad es un término que debe ser revisado en profundidad, ya que la persona que recibe la movilización está siendo receptiva física y psíquicamente a esta, y por tanto emitirá respuestas, aunque estas no se produzcan de forma consciente o voluntaria. Existen conexiones profundas y complejas que van desde lo periférico (terminaciones nerviosas en piel, receptores miofasciales) hasta las estructuras nerviosas, y producen cambios sustanciales sobre el sistema nervioso autónomo. Todo esto puede traducirse en modificaciones sobre el tono muscular, la mecánica ventilatoria, etc. Por ello, aun considerando la pasividad del propio paciente, obligada o conveniente, en función de su situación clínica no deben subestimarse las respuestas neurofisiológicas al movimiento, aunque este sea impuesto. Entre los objetivos prioritarios de la cinesiterapia pasiva se encuentran el aumento de la amplitud del rango articular, el tratamiento de la restricción del tejido blando y la modulación del dolor (v. caps. 6 a 10).

La *cinesiterapia activa* es la parte de la cinesiterapia que utiliza el movimiento provocado por la actividad muscular del sujeto, relativa a la articulación diana, con un objetivo terapéutico. Por tanto, es la actividad consciente y programada del sujeto con una determinada finalidad. En la producción voluntaria de movimiento tienen un papel fundamental los engramas empleados por el paciente como parte esencial de sus propios patrones de movimiento y condicionados a su vez por los esquemas ideomotores que se integran dentro del sistema nervioso a través de la propia experiencia motora. Las labores reeducacionales motoras están incluidas dentro del procedimiento de aplicación de la cinesiterapia activa por parte del fisioterapeuta. El aprendizaje o reaprendizaje motor forma parte del proceso de restauración de la función del sujeto tras el desuso o la afectación de los componentes aferentes y eferentes del movimiento, por ejemplo tras una lesión del sistema nervioso central (SNC) o periférico (v. caps. 11 y 12). La tabla 3-2 resume la clasificación de la cinesiterapia según la participación del paciente y los medios externos de facilitación o resistencia del movimiento[15].

TABLA 3-2 CLASIFICACIÓN DE LA CINESITERAPIA

Tipos	Técnicas	Medios	Ejemplos
Pasiva	Movilizaciones articulares	Manual	Específica
			Analítica
			Global
		Autopasiva	Articulación diana
			Articulación vecina
		Instrumental	Férula mecánica
	Tracciones articulares	Manual	
		Gravedad	Plano inclinado
		Instrumental	Electromecánica
			Autoelongación
			Pesos-poleas
			Hidroterapia
	Posturas osteoarticulares	Manual	
		Autopasiva	Sistema cable-polea
		Instrumental	Cargas
			Tirantes de fijación
			Ortesis
	Estiramientos tendinosos	Manuales	Relajación postisométrica
			Inhibición recíproca
		Autoestiramientos	
	Manipulaciones terapéuticas		
	Movilizaciones del sistema nervioso		
Activa	Asistida	Manual	Estiramientos miotendinosos
		Mecánica	Poleas
			Suspensión
			Planos-patines de deslizamiento
			Hidroterapia
	Resistida	Manual	
		Mecánica	Cargas directas
			Cargas indirectas
			Isocinéticos
			Hidroterapia
		Autorresistida	
	Libre		

3.3.1 CLASIFICACIÓN DE LA CINESITERAPIA PASIVA[16]

3.3.1.1 Movilización pasiva analítica simple (v. cap. 6)

Afecta a una articulación y se realiza sobre un solo plano y eje fisiológicos de movimiento. Se emplea una fuerza pequeña para mantener la movilidad articular, aunque no suele aumentar la amplitud del movimiento. Como normas generales se deben respetar planos y ejes fisiológicos del organismo, movilizar en toda la amplitud que permita dicha articulación, respetar la regla del no dolor, utilizar toma y contratoma, y no intercalar nunca articulaciones intermedias.

3.3.1.2 Movilización pasiva analítica específica (v. cap. 6)

Se asocia una articulación al movimiento donde se realizan movimientos accesorios. Se utiliza cuando existe limitación de la amplitud articular, es decir, su objetivo es la recuperación de la movilidad mediante el incremento en el arco articular. Para lograrlo, asocia la realización de deslizamientos, descompresiones y rodamientos, que dependerán de las características fisiológicas y biomecánicas de la articulación que se va a tratar.

3.3.1.3 Movilización pasiva funcional o global

Mantiene principios de aplicación similares a los de la movilización pasiva analítica simple, pero combina en este caso las diversas posibilidades funcionales de una o varias articulaciones, y asocia movimientos combinados en varios planos para crear un dibujo cinético usual, relacionado con actividades de la vida diaria del paciente. En todos los tipos de movilización pasiva es importante respetar la regla del no dolor, y no es imprescindible completar todo el arco de movimiento en cada una de las articulaciones.

3.3.1.4 Movilización pasiva autopasiva (v. cap. 10)

Es la que realiza el propio sujeto de forma manual, instrumental o por articulaciones vecinas a la que quiere movilizar. También puede ser autopasiva, generada por las articulaciones vecinas. En ningún caso se debe emplear la movilización autopasiva cuando la alineación articular no

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

es la idónea o existe alteración tisular que no permita la competencia biomecánica, ya que podría producir o agravar procesos inflamatorios y/o compresivos, perpetuando el dolor.

3.3.1.5 Movilización pasiva articular instrumental (v. cap. 10)

El agente movilizador es un aparato, por ejemplo aparatos de desplazamiento lineal como los Kinetec para la flexoextensión de la rodilla, o pueden ser multidireccionales. Destaca la poca utilización ya que genera múltiples compensaciones.

3.3.1.6 Tracciones articulares (v. cap. 14)

Consisten en aplicar fuerzas de tracción sobre las piezas articulares con el fin de disminuir las presiones articulares compresivas, respetando la fisiología del paciente. Se aplican sobre el raquis y/o las extremidades, predominando las primeras en frecuencia e importancia. Las tracciones articulares según el esfuerzo desarrollado y la laxitud de la articulación pueden llevar a dos estados diferentes:

1. Descompresión articular, que disminuye las presiones compresivas y se realiza un estado de separación virtual de las carillas articulares.
2. Decoaptación de las superficies articulares, que se traduce en una separación física y real de las piezas cartilaginosas.

La repetición de las tracciones realiza variaciones de la presión articular, variaciones que son favorables al trofismo cartilaginoso. Las diferentes propiedades viscoelásticas de las estructuras periarticulares son mantenidas por solicitudes sucesivas en tensión que le son impuestas al realizar las tracciones articulares. Las tracciones y compresiones articulares generan un efecto positivo sobre las propiedades estructurales del cartílago articular.

3.3.1.7 Posturas osteoarticulares (v. cap. 10)

Técnica de cinesiterapia pasiva en la que se aplican fuerzas extraordinarias paralelas a la carilla articular y perpendiculares a la diáfisis del hueso mediante la aplicación de un esfuerzo poco intenso durante un largo período sobre las articulaciones, cuya amplitud está limitada. Su objetivo es mejorar el rango articular en aquellas articulaciones no libres, y se utiliza sobre ligamentos, fascia, cápsula y sinovial para liberar las adherencias estructurales. La acción de los esfuerzos correctores debe ser aplicada en la posición articular extrema para poder solicitar eficazmente las estructuras afectadas en la restricción. Para que la postura sea eficaz no deben aparecer fenómenos dolorosos durante la aplicación, porque desencadenarían respuestas antiálgicas por parte del paciente, y no debe utilizarse si la barrera motriz es dura. Las posturas osteoarticulares pueden ser manuales, instrumentales y autopasivas.

3.3.1.8 Estiramientos musculotendinosos (v. cap. 18)

Son técnicas pasivas (o autopasivas) y activas, cuyo objetivo es la elongación del complejo musculotendinoso, así como del tejido conectivo de envoltura de la estructura que se va a estirar. Los estiramientos pueden clasificarse en función de las fuerzas que producen la elongación tisular: externas (estiramientos pasivos), internas (estiramientos activos), y aquellos que focalizan la tensión en la unión miotendinosa. A su vez, los estiramientos pueden ser analíticos o globales en función de las unidades musculares implicadas. El estiramiento de la unidad miotendinosa produce, en primer lugar, un alargamiento de la parte contráctil y de las capas conjuntivas. Las estructuras tendinosas se solicitan en el alargamiento solo cuando la fuerza reactiva interna es suficiente, es decir, cuando el estiramiento de la parte contráctil y de las capas conjuntivas está casi agotado, o cuando se produce una contracción isométrica o excéntrica por parte del paciente. Cuando el músculo estirado está en estado de contracción previa, la solicitación de los tendones es más rápida y eficaz.

3.3.1.9 Manipulaciones articulares

Es la movilización pasiva momentánea que se realiza a través de un movimiento enérgico, no violento, y no doloroso para el paciente, que tiende a llevar los elementos de una articulación o un conjunto de ellas hasta el límite de su movilidad anatómica. La manipulación implica un movimiento corto y preciso. Una manipulación comporta tres tiempos: puesta en posición del paciente y fisioterapeuta, puesta en tensión del tejido, e impulso manipulativo propiamente dicho. Este debe ser un pequeño movimiento, seco, breve, único, ejecutado a partir de la puesta en tensión tisular, no lanzado, y no violento, doloroso o peligroso. Debe ser perfectamente controlado por el fisioterapeuta, y para ser correctamente ejecutado requiere de una cierta experiencia así como una profunda evaluación preliminar del paciente.

3.3.2 CLASIFICACIÓN DE LA CINESITERAPIA ACTIVA[17,18]

3.3.2.1 Cinesiterapia activa libre (v. cap. 12)

Utiliza movimientos realizados por el paciente sin asistencia ni resistencia de ninguna fuerza externa a excepción de la gravedad. Pueden ser locales o generales, y con ellos se consigue mantener el recorrido articular, la fuerza, el tono y la coordinación. La facilitación neuromuscular propioceptiva, la recuperación postural global, el trabajo en cadenas musculares, los ejercicios pliométricos, el método Pilates y las plataformas vibratorias son algunas modalidades de cinesiterapia activa libre.

3.3.2.2 Cinesiterapia activa asistida

Puede llevarse a cabo a través de dos métodos: manual (por el fisioterapeuta o por el propio paciente) o mecánica (poleas y suspensiones, planos inclinados, hidrocinesiterapia, mecanoterapia, utilización de patines, etc.).

3.3.2.2.1 Cinesiterapia activa asistida manual. Se realiza con ayuda del fisioterapeuta o a través de la asistencia manual del propio paciente. La fuerza de ayuda debe ser mayor al comienzo del movimiento para vencer la inercia inicial, y al final para poder completar la amplitud articular. Es la forma más precisa, pues se valora en todo momento la asistencia requerida y vigila la acción de los músculos (v. cap. 12).

3.3.2.2.2 Poleas. La poleoterapia estudia los métodos de reeducación activa o pasiva mediante circuitos constituidos por poleas. En este caso se utilizan para modificar la orientación de la fuerza exterior aplicada contra la que debe oponerse un determinado grupo muscular. Se sustenta sobre unos principios físicos basados en la definición de polea: máquina simple en la que la cuerda actúa de eje que transmite la tensión aplicada. El uso de poleas permite modificar la dirección de una fuerza sin cambiar la intensidad de esta. Se necesita un plano simple y una jaula de rejilla. Con este tipo de tratamiento realizamos una movilización activa, activorresistida o pasiva. Se pueden combinar con suspensiones o sin ellas, según sea la articulación en la que se aplique el tratamiento.

3.3.2.2.3 Suspensión. Esta técnica fue utilizada por primera vez por Guttrie Smith en 1943 y consiste en la aplicación de un sistema antigravitacional que permite el desarrollo de cinesiterapia activa o activorresistida mediante el desarrollo de movimientos realizados por una articulación en un solo plano y un eje (v. cap. 13).

3.3.2.2.4 Planos y patines deslizantes. Se elimina la fricción del movimiento activo con talco y patines que deslicen para que la escasa contracción muscular consiga llevar a cabo el desplazamiento del segmento corporal.

3.3.2.2.5 Hidroterapia. La palabra hidroterapia significa, desde el punto de vista etimológico, la utilización del agua como agente terapéutico. En el caso de la hidrocinesiterapia se pueden aplicar los principios básicos descritos en el marco propio de la cinesiterapia, teniendo como medio facilitador el agua. La temperatura del agua puede ser diversa, pero en aquellos casos en los que supera la media del calor corporal se produce una dilatación de los vasos superficiales, se incrementa el riego sanguíneo de la piel, y mejora el tropismo cutáneo, especialmente en aquellos casos con una precaria circulación periférica. Esto contribuye a que el tejido muscular aumente su temperatura y la fatigabilidad se reduzca. Otro principio fundamental en el uso del agua es la flotación del paciente, lo que reduce el efecto de la gravedad. Este apoyo produce una relajación, y consecuentemente alivia el dolor existente, lo que permite que las articulaciones se movilicen con un menor esfuerzo pudiéndose aplicar en algunos casos el rango articular (v. cap. 20).

3.3.2.3 Cinesiterapia activa resistida (v. caps. 15 y 17)

Es aquella en la que el paciente ejecuta voluntariamente el movimiento concreto oponiéndose a una fuerza externa, de origen manual o instrumental. Las resistencias aplicadas pueden ser intrínsecas (propio paciente) y extrínsecas (agente externo). En cuanto a los métodos de entrenamiento muscular podemos considerar los estáticos (cuadro 3-1) y los dinámicos (tabla 3-3)[19]. Existen además métodos mixtos e isocinéticos de entrenamiento muscular que se describen en el cuadro 3-2.

3.4 EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CINESITERAPIA

Considerando la diversidad de métodos terapéuticos que constituyen la cinesiterapia, los efectos fisiológicos derivados de ella son múltiples y pueden clasificarse en función de la tipología de cinesiterapia. Parece lógico que los efectos fisiológicos estén relacionados con la cinesiterapia pasiva o activa, respectivamente, así como con cada una de sus subdivisiones. No obstante, existen efectos fisiológicos comunes que a su vez actúan sobre las consecuencias de la inmovilización y el desuso. Con independencia de la tipología de la patología susceptible de tratamiento mediante

CUADRO 3-1 ***Métodos estáticos de entrenamiento muscular***

Troisier

- 50 contracciones de 6 s con 50% FMT cada 48 h con 5 min de trabajo y 5 min de reposo.

Von Niederhoffer

- Contracciones de 12 s de duración.

Hettinguer-Müller

- 3 a 5 contracciones de 6 s con el 50% RMI; otros autores abogan por aumentarlo al 70-80% RMI.

FMT: fuerza máxima de trabajo; RMI: resistencia máxima isométrica.

TABLA 3-3 **MÉTODOS DINÁMICOS DE ENTRENAMIENTO MUSCULAR**

Método dinámico	Tipo	Características
Delorme Watkins	Cargas directas crecientes	Tres series de 10 repeticiones con el 1/2 10 RM, 3/4 10 RM y 10 RM T1 = T2 = T3. T1 + T2 + T3 = T4 = 10 s
Carga asistida	Cargas directas crecientes	Tres series de 10 repeticiones con 200% 10 RM, 150% 10 RM y 10 RM Cuando se consigue un balance muscular 3 se pasa a otras técnicas
McGovern Luscombe	Cargas decrecientes	Tres series de 10 repeticiones con 10 RM, 3/4 10 RM y 3/4 10 RM Descanso de 5 min entre cada serie
Oxford Technic Zinovieff	Cargas decrecientes	10 series de 10 repeticiones, la primera serie con el 100% 10 RM, la siguiente 90% 10 RM hasta la última con 10% 10 RM
Rocher	Cargas indirectas crecientes	Calentamiento con 20 repeticiones con 33-50% RM isométrica. Musculación con 10 repeticiones con 3/4 de RM T1 = T2 = T3 = 3 s. T1 + T2 + T3 = T4 = 9 s
Dotte	Cargas directas crecientes	Tres series de 10 repeticiones con cargas crecientes y con: T1 (concéntrico) 1 s + T2 (estática) 0,5 s + T3 (excéntrico) 1,5 s + T4 (reposo) 3 s

RM: resistencia máxima.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

CUADRO 3-2 ***Métodos mixtos de entrenamiento muscular***

MÉTODOS MIXTOS: TÉCNICA DE CLAUSSE

- Calentamiento: 3 series de 10 repeticiones con 2/5 RM, 3/5 RM y 4/5 RM, respectivamente; una contracción isométrica de 6 s con 9/10 RM, y pausa: 6 s 6 ejercicios isotónicos con 9/10 RM.
- Trabajo: 25 s, pausa: 6 s una contracción isométrica de 6 s con 9/10 RM, y pausa: 6 s 6 ejercicios isotónicos con 9/10 RM.
- Trabajo: 25 s, pausa: 6 s una contracción isométrica de 6 s con 9/10 RM, y pausa: 6 s. Tiempo total: 4 min, incluyendo los 24 ejercicios del calentamiento y la musculación.

MÉTODOS ISOCINÉTICOS

- Velocidad lenta: alrededor de 60° por segundo. Trabajan específicamente las fibras de contracción lenta de tipo I. Es trabajo aeróbico.
- Velocidad media: alrededor de 180° por segundo. Trabajan fibras de contracción rápida. Es trabajo anaeróbico láctico.
- Velocidad alta: de 200 a 300° por segundo. Trabajan específicamente las fibras de contracción rápida, intensa pero de corta duración. Es trabajo anaeróbico.

RM: resistencia máxima.

cinesiterapia, existen efectos sistémicos y psicológicos que se producen como consecuencia de la reducción de la movilidad del paciente[19]. Los principales cambios que pueden acontecer en relación con *el desuso* se enumeran a continuación[20,21]:

1. *Sistema musculoesquelético:* disminución del número de proteínas contráctiles, así como del diámetro de la fibra muscular: atrofia y déficit de reclutamiento (debilidad muscular). Disminución del área de sección del tendón con pérdida de la resistencia y la densidad del tejido conectivo. Los ligamentos siguen el mismo proceso degenerativo, y el cartílago disminuye su contenido en colágeno. Existe presencia de contracturas y restricciones miofasciales, artropatías degenerativas y osteoporosis por disminución de la densidad mineral del hueso asociada a una pérdida de resistencia en este. Disminución del trofismo muscular.
2. *Sistema cardiovascular:* disminución de la masa muscular cardíaca, disminución de la densidad capilar, y disminución del volumen sanguíneo durante el vaciado sistólico. Disminución del diámetro de los vasos sanguíneos así como de la distensibilidad arterial. Asimismo, se produce desacondicionamiento aeróbico (aumento del trabajo cardíaco), hipotensión ortostática y formación de tromboembolias.
3. *Aparato respiratorio:* disfunción ventilatoria, infecciones por acumulación de secreción, disminución de la elasticidad pulmonar, o neumonía hipostática.
4. *Sistema metabólico:* cambios en el metabolismo de los andrógenos, la hormona paratiroidea, la hormona del crecimiento y la insulina.
5. *Sistema genitourinario:* estasis, infecciones, cálculos.
6. *Aparato digestivo:* estreñimiento, pérdida de apetito (anorexia) y pérdida de peso.
7. *Sistema neuromuscular:* disminución de la tasa de descarga neuronal, aumento del umbral de reclutamiento y detrimento de la actividad neuronal durante la contracción voluntaria máxima. Todo ello implica falta de coordinación y pérdida del control motor. Afectación de la sensibilidad propioceptiva.
8. *Piel:* disminución del sostén conjuntivo por pérdida del contenido de colágeno, disminución del diámetro de la fibra de colágeno, disminución del espesor y resistencia cutánea. En relación con todo lo anterior, posible desarrollo de úlceras de decúbito.
9. *Termogénesis:* disminución de la temperatura corporal basal.
10. *Psiquismo:* disminución de la motivación (influye en la actividad de la formación reticular: bajo tono de activación central, apatía), disminución de la atención y memoria, apetito escaso, disminución de los estímulos sensoriales, desorientación temporoespacial, cambio en la imagen corporal, sensación de abandono. Los efectos fisiológicos derivados de la cinesiterapia se resumen en la tabla 3-4.
11. *Modulación del dolor:* es uno de los efectos fisiológicos más importantes de la cinesiterapia. Algunos síndromes que cursan con dolor comienzan como agudos y pueden convertirse en crónicos después de la resolución del estímulo que lo causa[22]. El dolor agudo o fisiológico debe considerarse como un sentido más del repertorio sensorial, ya que su función es la de informar de las posibles agresiones internas o externas. No obstante, la International Association for the Study of Pain (IASP) lo define como «una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a una lesión tisular real o potencial». Teniendo en cuenta esta definición, hemos de diferenciar el dolor provocado por la lesión periférica que se registra a nivel de la primera neurona del sistema de detección, y el dolor por aumento de un estímulo llamado «irritación espinal en el SNC: sensibilización central periférica»[23]. El síndrome de sensibilización central fue utilizado inicialmente por Yunus para describir un grupo de condiciones coexistentes, unidas entre sí por un mecanismo fisiopatológico en común: la sensibilización central[24,25].

Por tanto, cuando hay lesión tisular y el dolor persiste, la respuesta de receptores polimodales se aumenta a través de sustancias liberadas desde varias fuentes: glutamato, neurocininas (sustancia P), prostaglandinas, factores de crecimiento, etc. Este proceso se conoce como hiperalgesia o sensibilización periférica de nociceptores, y se trata de una acción protectora del organismo[26,27]. Una característica del procesamiento nociceptivo es el alto grado de convergencia de las neuronas espinales, tanto de la información nociceptiva somática como visceral, lo que genera la aparición de fenómenos de dolor referido o sensación de dolor con origen visceral proyectado sobre áreas de la piel cuyas aferencias convergen en la misma neurona espinal.

En cambio, en el proceso de sensibilización central asociado al dolor crónico es fundamental la consideración de todos los componentes de la experiencia dolorosa: uno sensorial-discriminativo y otro afectivo-emocional. La neuroimagen ha identificado las regiones cerebrales donde están representados estos componentes: corteza somestésica primaria y secundaria para el primero, y sistema límbico para el segundo. Así, se ha demostrado la importancia de la atención en el procesamiento de la información sensorial.

TABLA 3-4 EFECTOS FISIOLÓGICOS POTENCIALES DE LA CINESITERAPIA

Sistema	Aumento/disminución		Efecto
Musculoesquelético	Aumento	Densidad mineral ósea	Fuerza
		Resistencia ósea	Resistencia
		Número de proteínas contráctiles musculares	Tolerancia al ejercicio
			Empleo del oxígeno
		Diámetro de la fibra muscular	Densidades capilares
		Área de sección tendinosa y de su resistencia a la tensión	Actividad enzimática oxidativa
			Elasticidad del tejido conectivo periarticular
		Contenido de proteoglucanos en cartílago con aumento de su espesor	Viscoelasticidad musculoesquelética
		Área de sección ligamentaria, rigidez y resistencia	
	Reducción		Producción de ácido láctico
			Compresión articular y cartilaginosa
Piel	Aumento		Contenido en colágeno
			Aumento del diámetro de la fibra de colágeno
			Aumento del espesor cutáneo
			Aumento de la resistencia cutánea
Cardiovascular	Aumento	Masa de músculo cardíaco	Volumen ventricular izquierdo
		Densidad capilar	Volumen sistólico cardíaco
		Volumen de sangre movilizada	Flujo periférico
		Diámetro de vasos sanguíneos	Eficiencia del músculo cardíaco
		Elasticidad arterial	
		Capacidad metabólica	
	Reducción		Frecuencia cardíaca
			Presión arterial
			Resistencias vasculares periféricas
			Agregación plaquetaria
Metabólico	Aumento		Lipoproteínas de alta densidad
			Empleo de ácidos grasos libres
			Tolerancia al calor
			Endorfinas
			Temperatura corporal: termogénesis
	Reducción		Triglicéridos
Neuromuscular	Aumento		Tasa de descarga neuronal máxima
			Activación neuronal durante la contracción muscular voluntaria máxima
			Sincronización de las unidades motoras
			Arborización dendrítica
			Actividad simpática
	Disminución		Umbral de reclutamiento
Efectos psicológicos			Aumento de la motivación y de procesos cognitivos: atención y memoria
			Incremento perceptivo y sensorial
			Mejora del esquema e imagen corporal
			Incremento de la sensación de autocontrol
Objetivos generales			Aumento de la capacidad de trabajo
			Prevención de la osteoporosis
			Efecto remodelador y trófico óseo
			Facilitación de la neurotransmisión en la placa motora
			Estimulación de la propiocepción
			Mejora de la circulación venosa y linfática
			Favorecimiento de la eliminación y la excreción

La cinesiterapia puede actuar sobre estos niveles del procesamiento del dolor. Sobre el foco de lesión, donde puede disminuir o incluso eliminar los estímulos nociceptivos periféricos de la primera neurona a través del movimiento; sobre los mecanismos de transmisión del dolor en el SNC (inhibición) y sobre la percepción del dolor. La cinesiterapia, y específicamente, sus formas de aplicación manual, activan los mecanismos inhibitorios descendentes del dolor, controlados, sobre todo, por la sustancia gris periacueductal dorsal[27]. Los efectos hipoalgésicos de la cinesiterapia pueden ser inmediatos a la aplicación o pueden presentar un período variable de latencia asociada a un período simpaticoexcitatorio que puede ser demostrado mediante cambios en indicadores centrales y periféricos en la actividad del SNC[28]. Un objetivo fundamental en la aplicación de la cinesiterapia en el tratamiento del dolor es la correcta diferenciación de los pacientes que tienen miedo de moverse por temor a sentir dolor y los pacientes

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

que realmente tienen una imposibilidad para moverse por la presencia de dolor. El riesgo de que un dolor agudo se convierta en crónico radica en el comportamiento del paciente, marcado por sus creencias relacionadas con el miedo al dolor. El empleo de la cinesiterapia debería reducir o eliminar este proceso. La mayoría de los pacientes con dolor crónico actúan basándose en la reacción «miedo-huida». La sensación de dolor está determinada por las respuestas de retroalimentación del cerebro y la médula, así como por los receptores primarios, capaces de crear un estímulo de acción modificable a través de un impulso mecánico. Así, la inmovilización produce respuestas dolorosas ligadas a la aparición de edema, disminución de los estímulos mecánico y térmico, osteoporosis articular y alodinia. El empleo del movimiento está asociado con la producción de sustancias que deprimen la transmisión nociceptiva, como el ácido γ-aminobutírico (GABA) o los agonistas α_2-adrenérgicos.

3.5 OBJETIVOS DE APLICACIÓN, INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA CINESITERAPIA

Las indicaciones y contraindicaciones de la cinesiterapia son múltiples y deben estar asociadas a cada uno de los tipos de cinesiterapia aplicados y a las características clínicas del paciente. En los próximos capítulos se especificarán de una forma más pormenorizada, por lo que el objetivo de este apartado no es más que la enumeración genérica de aquellas indicaciones y contraindicaciones más frecuentes, desligadas del uso específico de una técnica concreta. El objetivo final de cualquier programa terapéutico que incluya la aplicación de técnicas cinesiterápicas es conseguir movimientos fisiológicos desarrollados en un rango articular completo para conseguir funcionalidad asintomática.

Las indicaciones y contraindicaciones de la cinesiterapia siempre estarán ligadas a la correcta evaluación inicial por parte del fisioterapeuta, que debe conocer de forma profunda las interrelaciones anatómicas y biomecánicas de las estructuras analizadas, así como la patología que subyace, el estadio evolutivo de la enfermedad o el procedimiento quirúrgico, y su índice potencial de recuperación[29]. Los beneficios de la movilización no son solo directos, sino que tienen un importante valor preventivo de la discapacidad secundaria ligada a la hipomovilidad o inmovilización del propio paciente[30,31]. Los objetivos generales de aplicación de la cinesiterapia se enumeran en el cuadro 3-3.

Las *indicaciones de la cinesiterapia* contemplan múltiples patologías que afectan al sistema osteoarticular, neuromuscular, miofascial, cardiovascular, uroginecológico, respiratorio y, por supuesto, a los trastornos viscerales potencialmente implicados en la disfuncionalidad del movimiento y en la presencia de dolor. En el cuadro 3-4 se describen las principales indicaciones de la cinesiterapia activa y pasiva de forma genérica[32].

Las *contraindicaciones más frecuentes* son aquellas vinculadas con la presencia de procesos oncológicos (especialmente con metástasis), infecciosos (tuberculosis), y/o cardíacos en fase inestable o aguda (endocarditis, angina inestable), y con cualquier proceso inflamatorio agudo que pudiese cursar con dolor, derrame articular (hidrartros y hemartros) e inestabilidad, asociados a fractura (potencial o real), así como solución de continuidad en los tejidos (heridas recientes) que requiera una reparación tisular previa a la movilización[33]. Habría que considerar igualmente aquellos procesos psicológicos o psiquiátricos en los que el paciente se opone a la aplicación del movimiento. De esta forma, las contraindicaciones generales desvinculadas del tipo de cinesiterapia que se aplique se enumeran en el cuadro 3-5.

CUADRO 3-3 *Objetivos de aplicación de la cinesiterapia*

OBJETIVOS GENERALES DE APLICACIÓN DE LA CINESITERAPIA

- Evitar la retracción de estructuras blandas articulares y periarticulares.
- Mantener o aumentar el trofismo y la potencia muscular.
- Prevenir las rigideces articulares y mejorar la amplitud de la movilidad de las articulaciones limitadas.
- Corregir actitudes y deformidades.
- Facilitar estímulos nerviosos que permitan conseguir la relajación y evitar o disminuir el dolor.
- Ante un período de inmovilización de una articulación:
  - Preservar la función muscular.
  - Prevenir la atrofia muscular.
  - Prevenir la fibrosis.
  - Prevenir la estasis venosa y linfática.
  - Mantener la movilidad articular supra- e infrayacente, con respecto a la articulación inmovilizada.

OBJETIVOS GENERALES DE APLICACIÓN DE LA CINESITERAPIA PASIVA

- Prevenir la aparición de deformidades y evitar rigideces y anquilosis en posiciones viciosas.
- Mejorar la nutrición muscular y favorecer la circulación sanguínea y linfática.
- Preparar el músculo para un mejor trabajo activo.
- Prevenir adherencias y contracturas de los diversos planos tisulares.
- Mantener o restablecer la movilidad articular.
- Estimular psíquicamente al paciente, incapaz de realizar movimientos por sí solo.
- Despertar los reflejos propioceptivos y la conciencia del movimiento, y contribuir a conservar o crear las imágenes periféricas del esquema postural.

OBJETIVOS GENERALES DE APLICACIÓN DE LA CINESITERAPIA ACTIVA

- Recuperar o mantener la función muscular y facilitar los movimientos articulares integrándolos en el esquema corporal.
- Normalizar o mantener el tono muscular.
- Evitar la atrofia muscular.
- Incrementar la potencia muscular, lo que llevará a su hipertrofia.
- Aumentar la resistencia muscular.
- Mantener o recuperar el trofismo muscular.
- Facilitar los movimientos articulares.
- Evitar grandes rigideces articulares.
- Mejorar la coordinación neuromuscular.
- Aumentar la destreza y la velocidad del movimiento en las fases avanzadas del proceso rehabilitador.

CUADRO 3-4 *Indicaciones de la cinesiterapia*

INDICACIONES GENERALES DE LA CINESITERAPIA PASIVA

- Técnica preparatoria o complementaria a otro tipo de movilización.
- En las parálisis flácidas de origen neurológico en las que inicialmente el paciente no puede desarrollar un movimiento activo.
- Como terapéutica preventiva en ciertos procesos, a fin de conservar la movilidad, evitar rigideces articulares y limitaciones, evitar retracciones conservando la longitud muscular, y evitar anquilosis en posiciones viciosas.
- En pacientes muy débiles o enfermos cardíacos y/o respiratorios en los cuales hubiera una contraindicación formal de realizar ejercicios activos.
- En afecciones traumáticas y ortopédicas que cursen con bloqueos articulares, trastornos mecánicos, rigideces articulares, retracciones de partes blandas, dolores articulares, desviaciones de la columna vertebral, fenómenos de defensa musculares que protegen la articulación traumatizada, dolorosa, limitando la movilidad articular, o retracciones musculotendinosas, ligamentosas y capsulares.
- Traumatizados que no pueden realizar su autonomía motriz voluntaria.
- Procesos degenerativos articulares (artropatías degenerativas) con presencia de limitación en el rango articular.
- Alivio de las presiones cartilaginosas.
- Tratamiento de rigideces articulares.
- Conservación o recuperación de la imagen motriz.

INDICACIONES GENERALES DE LA CINESITERAPIA ACTIVA

- Afecciones del aparato locomotor:
  - Atrofias miógenas y neurógenas.
  - Hipotonías y contracturas musculares.
  - Secuelas de traumatismos osteoarticulares.
  - Articulares: artropatías reumáticas, periartritis, rigideces, discopatías, secuelas postraumáticas, afecciones y deformidades de la columna vertebral.
  - Discopatías vertebrales. Deformaciones de la columna vertebral.
- Afectación del sistema nervioso central y periférico:
  - Parálisis y paresias musculares centrales y periféricas; poliomielitis, hemiplejía, paraplejía, parálisis cerebral infantil, etc.
- Afecciones de diferentes sistemas:
  - Postoperatorios de afecciones cardíacas, respiratorias, insuficiencia respiratoria restrictiva u obstructiva, enfermedad vascular periférica, terapia postinfarto, etc.
  - Secuelas de intervenciones quirúrgicas sobre aparato circulatorio, respiratorio y abdominal.
  - Procesos respiratorios como asma, bronquitis, bronquiectasias.
  - Obesidad, lipodistrofia.
  - Acondicionamiento aeróbico tras proceso de inmovilización sostenido en el tiempo.

CUADRO 3-5 *Contraindicaciones de la cinesiterapia*

CONTRAINDICACIONES GENERALES DE LA CINESITERAPIA PASIVA

- Falta de razonamiento clínico que dificulte la correcta aplicación.
- Procesos inflamatorio o infeccioso agudo.
- Fracturas en período de consolidación.
- Osteotomías o artrodesis.
- Derrame articular.
- Articulaciones dolorosas.
- Rigidez articular postraumática.
- Hiperlaxitud articular, con la excepción de la parálisis flácida.
- Procesos específicos: tumores óseos o medulares, osteoporosis infecciosa e inflamatoria.

CONTRAINDICACIONES GENERALES DE LA CINESITERAPIA ACTIVA

- Procesos infecciosos en plena actividad evolutiva.
- Procesos inflamatorios.
- Hemopatías graves.
- Miocardiopatías descompensadas.
- Enfermedad oncológica, especialmente si cursa con metástasis.
- Falta de colaboración por parte del paciente para ejecutar el movimiento o por padecer un proceso patológico que le impida la elaboración mental del movimiento.
- Anquilosis articulares.
- Fracturas con retardo de consolidación.
- Todos aquellos casos en que no exista una clara indicación y prescripción tras la cuidadosa evaluación del fisioterapeuta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jones M, Edwards I, Gifford L. Conceptual models for implementing biopsychosocial theory in clinical practice. Man Ther 2002;7:2-9.
2. Jones M, Rivett DA. Introduction to clinical reasoning. Clin Reasoning Man Ther 2004;3-24.
3. Schwartz A, Elstein AS. Clinical reasoning in medicine. En: Schmidt HG, Norman GR, Boshuizen HP, editores. Clinical reasoning in the health professions. 3rd ed. Edinburgh: Elsevier; 2008. p. 223-34.
4. Higgs J, Jones M. Clinical decision making and multiple problem spaces. En: Schmidt HG, Norman GR, Boshuizen HP, editores. Clinical reasoning in the health professions. 3rd ed. Edinburgh: Elsevier; 2008. p. 3-17.
5. Schön DA. The reflective practitioner: How professionals think in action. New York: Basic books; 1983.
6. Higgs J, Titchen A. Propositional, professional and personal knowledge in clinical reasoning: Clinical reasoning in the health professions. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann; 1995. p. 129-46.
7. Jones MA. Clinical reasoning in manual therapy. Phys Ther 1992; 72:875-84.
8. Edwards I. The role of clinical reasoning in understanding and applying the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF); REHB 4034: Ethics and Communication; 2007.
9. Banks K. Maitland's clinical companion: an essential guide for students. Edinburgh: Churchill Livingstone/Elsevier; 2010.
10. Edwards I, Jones M, Carr J, Braunack-Mayer A, Jensen G. Clinical reasoning strategies in physical therapy. Phys Ther 2004;84:312-30.
11. Kaltenborn FM. Fisioterapia manual: extremidades. 2.ª ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2004.
12. Paris SV. Gross spinal movements and their restriction as the basis of joint manipulation. Prog Phys Ther 1970;1:208-13.
13. Gonnella C, Paris SV, Kutner M. Reliability in evaluating passive intervertebral motion. Phys Ther 1982;62:436-44.
14. Winstein CJ, Knecht HG. Movement science and its relevance to physical therapy. Phys Ther 1990;70:759-62.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

15. Igual C, Muñoz E, Arambro C. Fisioterapia general: cinesiterapia. 2.ª ed. Madrid: Síntesis; 2003.
16. Genot C, Pierron G, Neiger H, Dufour M, Leroy A, Péninou G. Kinesioterapia. 4.ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1991.
17. Hall CM. Ejercicio terapéutico: Recuperación funcional. 2.ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2009.
18. Kishner C. Ejercicio terapéutico. 2.ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2008.
19. Kerssens J, Dekker J, Van Baar M. Diagnosis and treatment in physical therapy: an investigation of their relationship. Phys Ther 1993;73:568-77.
20. Mueller J, Maluf K. Tissue adaptation to physical stress: A proposed «physical stress theory» to guide physical therapist practice, education, and research. Phys Ther 2002;82:383-403.
21. Bloomfield SA. Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. Med Sci Sport Exerc 1997;28:197-206.
22. Cervero F. Neurobiología del dolor. Rev Neurol 2000;30:551-5.
23. Price D. Psychological and neural mechanisms of the affective dimension of pain. Science 2000;288:1769-72.
24. Berthier M, Starkstein S, Leiguarda R. Asymbolia for pain: a sensory-limbic disconnection syndrome. Ann Neurol 1988;24:41-9.
25. Julius D, Babaum AL. Molecular mechanisms of nociception. Nature 2002;413:203-10.
26. Tian-Zhi G, Substance P. Signalling contributes to the vascular and nociceptiva abnormalities observed in a tibial fracture rat model of complex regional pain syndrome type I. Pain 2004;108: 95-107.
27. Vicenzino B, Collins D, Benson H, Wright A. An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympatho-excitation. J Manipul Physiol Ther 1998;21: 448-53.
28. Zinny NJ. Diagnostic classification and orthopedic physical therapy practice: what we can learn from medicine. J Orthop Sports Phys Ther 2004;34:105-9.
29. Beattle P. Evidence-based practise in outpatient orthopaedic physical therapy: using research findings to assist clinical decision making. Orthop Phus Ther Pract 2004;16:27-9.
30. Ciccone CD, Alexander J. Physiology and therapeutics of exercise: Rehabilitation Medicine. 2.ª ed. St Louis: Mosby; 1988.
31. Dekker J. Diagnosis and treatment in physical therapy: An investigation of their relationship. Phys Ther 1993;73:568-77.
32. Goldstein TS. Functional rehabilitation in orthopaedics. 2.ª ed. Gaithersburg MD: Aspen Publishers; 1995.
33. Guccione A. Physical therapy diagnosis and the relationship between impairments and function. Phys Ther 1991;71:449-503.

Biblioteca de La FCDAPD
Universidad Central del Ecuador

Capítulo 4

Efectos de la inmovilización prolongada

GABRIEL CONVERSO • ROMINA CARBONI

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

4.1 INTRODUCCIÓN

4.2 CONSECUENCIAS DE LA INMOVILIZACIÓN PROLONGADA

4.2.1 Consecuencias sobre el sistema cardiovascular
4.2.2 Consecuencias sobre el aparato respiratorio
4.2.3 Consecuencias sobre la piel
4.2.4 Consecuencias sobre los nervios periféricos
4.2.5 Consecuencias sobre el sistema musculoesquelético

4.3 FACTORES QUE FAVORECEN LA INMOVILIZACIÓN PROLONGADA

4.3.1 Paciente internado en la unidad de cuidados críticos
4.3.2 Accidente cerebrovascular y lesión medular
4.3.3 Convalecencia posquirúrgica
4.3.4 Estados de depresión

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Definir el concepto de inmovilización prolongada.
- Interpretar el concepto de inmovilización prolongada y las distintas características multifactoriales de este fenómeno.
- Identificar los efectos y las consecuencias que resultan de la inmovilización prolongada.
- Reconocer los factores que predisponen a un cuadro de inmovilización prolongada.

ESTE LIBRO ES PROPIEDAD DEL SIB-UCE
SU VENTA ES PENADA POR LA LEY

4.1 INTRODUCCIÓN

La inmovilización se define como una pérdida de movimiento debida a alteraciones de la función fisiológica, considerada como la permanencia en cama durante más de 3 días o la incapacidad de moverse en la cama, hacer transferencias o deambular. En ciertos procesos clínicos, esta condición se prolonga durante largos períodos, y se observa con frecuencia en la práctica asistencial, especialmente en el ámbito de la rehabilitación y de los cuidados críticos. Si bien el reposo en cama viene siendo una recomendación restringida a situaciones especiales y ha dejado de indicarse rutinariamente, son muchas las situaciones en las que es necesaria para la recuperación del paciente, especialmente en ciertos cuadros agudos o que revisten gravedad. Este fenómeno no es una preocupación nueva. Se ha observado que, entre las principales consecuencias, hay un aumento de la morbimortalidad, además de un incremento de los costes en la atención sanitaria, los cuales pueden prevenirse parcial o totalmente y evitarse con medidas apropiadas. Asimismo, la inmovilización prolongada puede ser consecuencia de diversos cuadros (traumatológicos, neurológicos, etc.) en los que el paciente ha perdido sus funciones motoras básicas, lo que conduce a un círculo vicioso de difícil resolución.

Entre las consecuencias de este cuadro suele pensarse en un primer momento en la afectación del sistema musculoesquelético. No obstante, la afectación es mucho más amplia y se observan alteraciones en distintos órganos y sistemas. En el presente capítulo trataremos estas alteraciones, considerando las consecuencias en los distintos niveles, haciendo especial hincapié en los efectos sobre el sistema musculoesquelético. Dado que todas estas complicaciones son más difíciles de tratar que de prevenir, es de suma importancia no solo conocer su fisiopatología, sino también los factores predisponentes de la inmovilización prolongada. Una síntesis de las principales consecuencias de la inmovilización prolongada se expone en el cuadro 4-1.

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

CUADRO 4-1 *Consecuencias de la inmovilización prolongada*

SISTEMA CARDIOVASCULAR Y APARATO RESPIRATORIO
- Desacondicionamiento.
- Hipotensión ortostática.
- Tromboembolias.
- Hipoventilación pulmonar.
- Atelectasia y neumonía.

PIEL
- Úlceras de decúbito.

NERVIOS PERIFÉRICOS
- Degeneración de la mielina.

SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO
- Debilidad muscular.
- Hipotrofia y atrofia muscular.
- Contracturas y retracciones articulares.
- Osteoporosis por desuso.

APARATOS GASTROINTESTINAL Y URINARIO
- Estreñimiento.
- Infecciones urinarias.
- Cálculos.

4.2 CONSECUENCIAS DE LA INMOVILIZACIÓN PROLONGADA

4.2.1 CONSECUENCIAS SOBRE EL SISTEMA CARDIOVASCULAR

La frecuencia cardíaca aumenta gradualmente durante la inmovilización prolongada, superando la mayoría de las veces los 80 lat./min. Debido a esto, el tiempo de llenado diastólico es menor, igual que el tiempo de eyección sistólica, y, por ende, la capacidad de cubrir las demandas metabólicas disminuye. También se observa una reducción del flujo sanguíneo en las arterias coronarias, lo que limita la disponibilidad de oxígeno en el músculo cardíaco[1,2].

Por otra parte, el sistema cardiovascular pierde su capacidad de adaptación a la postura erecta, lo cual se traduce en hipotensión ortostática. Este fenómeno se produce por la estasis venosa en los miembros inferiores y la disminución en el flujo de sangre circulante, seguido de una disminución del retorno venoso y un descenso brusco del llenado ventricular diastólico. Esto hace disminuir el flujo sanguíneo cerebral, la frecuencia cardíaca aumenta y el sistema circulatorio no logra mantener la presión arterial[1].

La estasis venosa puede desembocar en trombosis venosa cuando el paciente presenta alguna alteración de la coagulación sanguínea. Se presenta habitualmente en venas profundas de miembros inferiores y el mayor riesgo de esta afección viene dado por la posibilidad de embolización del trombo hacia el pulmón (tromboembolia pulmonar), que desencadena un cuadro grave de insuficiencia respiratoria. El cuadro de trombosis venosa se presenta con dolor y distensión venosa, tumoración y rubor e hinchazón[1].

4.2.2 CONSECUENCIAS SOBRE EL APARATO RESPIRATORIO

4.2.2.1 Hipoventilación pulmonar

Los pacientes con inmovilización prolongada presentan hipoventilación pulmonar al producirse una reducción del volumen corriente y del volumen minuto ventilatorio. La inactividad prolongada y la disminución de la demanda de trabajo sobre los músculos respiratorios generan un desacondicionamiento que se observa en caídas de entre un 25% y un 50% de la capacidad ventilatoria. En esta situación, un paciente que requiera aumentar su volumen minuto ventilatorio lo hará fundamentalmente a expensas de la frecuencia respiratoria. Por tanto, la relación entre la ventilación y la perfusión sanguínea podría verse alterada, ya que habrá áreas pulmonares con alta perfusión y escasa o nula ventilación, lo cual derivará en un *shunt* arteriovenoso y una reducción de la oxigenación arterial[3,4].

4.2.2.2 Atelectasia y neumonía

La inmovilización afecta a la capacidad natural para mantener la higiene bronquial a través del mecanismo natural de la tos. Este mecanismo, que requiere de la fuerza y coordinación de los músculos inspiratorios y espiratorios y del cierre de la glotis, permite eliminar las secreciones producidas en los pulmones y el árbol bronquial. La falta de movilidad general facilita el estancamiento de esas secreciones, las cuales obstruyen el árbol bronquial, lo que puede dar lugar a atelectasia. Esto genera condiciones propicias para la proliferación bacteriana y, como consecuencia de ello, el desarrollo de neumonía[3,4].

4.2.3 CONSECUENCIAS SOBRE LA PIEL

La estancia prolongada en cama y la inactividad suelen presentarse de forma conjunta. En esta situación, el paciente está limitado para cambiar de posición y, por tanto, tiende a permanecer en la misma, por lo que precisa ser movilizado para la rotación de decúbitos con gran frecuencia[4]. La permanencia en una misma posición genera una presión sostenida y concentrada en ciertas áreas, dependiendo de la posición de decúbito en que se encuentre el paciente. Cuando la presión sobre los tejidos es mayor que la presión capilar, se limita o interrumpe la perfusión de los tejidos y se produce isquemia en la piel. Si la presión es sostenida, el área isquémica sufrirá necrosis tisular, con la consiguiente formación de las llamadas úlceras o escaras de decúbito. Las prominencias óseas o las áreas con escaso tejido adiposo subyacente son las de mayor predisposición a estas lesiones. Las observadas con mayor frecuencia se presentan en el sacro, trocánteres mayores, talones y maléolos. Estas lesiones habitualmente sufren contaminación microbiana[3,5,6].

Diversos factores pueden acelerar el proceso de formación de la úlcera de decúbito: edad avanzada, disminución o pérdida de sensibilidad, obesidad, pérdida de conciencia, malnutrición, fricción y rozamiento durante la movilización, uso de dispositivos de fijación mal ajustados, pliegues o rugosidades en la ropa de cama, e irritación de la piel por productos de higiene, entre otros[6]. Cabe destacar que las úlceras por presión constituyen un episodio agregado al problema de base que presenta el paciente, y en la mayoría

de los casos son evitables gracias a unas buenas pautas de higiene postural[5].

4.2.4 CONSECUENCIAS SOBRE LOS NERVIOS PERIFÉRICOS

En ciertas condiciones de inmovilización, como por ejemplo con el uso de férulas u otro dispositivo ortopédico, los nervios periféricos quedan sometidos a menores exigencias que las necesarias para sostener un estado de equilibrio funcional, con las posteriores modificaciones fisiológicas y estructurales. La inmovilización induce cambios celulares a nivel axonal y de sus terminales, y en la estructura de la mielina y del tejido conectivo nervioso. Esto afecta a la capacidad de los nervios para tolerar exigencias físicas[7].

En estudios realizados en animales se ha observado que después de una inmovilización de 3 semanas se produce degeneración de la mielina en la unión neuromuscular. La permanencia en inmovilización pasadas 16 semanas mostró un incremento de colágeno en el endoneuro[7].

4.2.5 CONSECUENCIAS SOBRE EL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO

4.2.5.1 Consecuencias sobre el músculo

En la inmovilización prolongada, la afección muscular más evidente es la atrofia muscular y, como consecuencia, la disminución de la fuerza y la resistencia muscular. El reposo absoluto durante una semana lleva a una pérdida de fuerza de entre un 10% y un 15%, que puede llegar a un 50% en períodos de 3 a 5 semanas[1,5]. Sin embargo, la pérdida de masa muscular podrá aparecer más tempranamente cuando la inmovilización de un segmento se realice en posiciones de acortamiento muscular[8]. Los músculos más afectados en esta situación son los antigravitatorios, principalmente los de los miembros inferiores y del tronco[9,10].

Como consecuencia de la pérdida de masa muscular y de la resistencia disminuirá la capacidad de movilizarse, lo cual cierra un círculo vicioso en el que la circulación se verá afectada, con la consiguiente disminución del metabolismo muscular y pérdida de nutrición[1]. Así, las fibras musculares degeneran y pierden parte de su elasticidad, extensibilidad y contractilidad por un aumento de tejido conjuntivo en el endomisio y perimisio[10].

4.2.5.2 Consecuencias sobre las articulaciones y partes blandas

En ocasiones, la inmovilidad prolongada es consecuencia de un cuadro traumático que afecta a las articulaciones. La pérdida de amplitud de movimiento pasivo secundario a la retracción de los tejidos conectivo periarticular y muscular constituyen las contracturas articulares, que son una consecuencia habitual en estos cuadros[1]. La cápsula articular es considerada clave en la patogénesis de esta limitación y se asocia a los cambios celulares observados en las contracturas postraumáticas. Estos cambios están determinados por un aumento del número de miofibroblastos en la cápsula articular en comparación con tejidos similares de articulaciones sanas. Esto se ha observado en estadios crónicos de contracturas postraumáticas en articulaciones de codo en humanos, y en estudios experimentales en animales (articulación de rodilla en conejos) donde el número de miofibroblastos aumenta tempranamente en el proceso de contractura durante las primeras 4 semanas[11].

En las articulaciones sinoviales, en las cuales la función del cartílago articular es primordial para la movilidad articular normal, durante la inmovilización prolongada se ha observado en animales (en la extremidad posterior en perros adultos) un adelgazamiento del espesor del cartílago y una disminución de la producción y concentración de proteoglucanos (que proporcionan al cartílago capacidad de tolerancia a la compresión). Los cambios articulares se extienden al hueso subcondral. Estos cambios son reversibles en articulaciones previamente normales y que no hayan sufrido cambio estructural.

En varios estudios experimentales *in vitro* se observó que una carga compresiva, similar a la soportada por el cartílago durante la función muscular, estimula la síntesis de proteoglucanos por los condrocitos[12].

4.2.5.3 Consecuencias sobre el sistema óseo

Otra consecuencia de la inmovilización prolongada se presenta a nivel óseo. El tejido óseo, igual que otros tejidos, es dinámico, y el equilibrio en su conformación viene dado por las actividades de formación y reabsorción constantes. La falta de estímulos (tracciones, presiones, etc.) sobre el hueso y la falta de función biomecánica normal producen osteoporosis por desuso[1]. No obstante, este fenómeno es multifactorial y puede desencadenarse o presentarse de forma más agresiva ante la presencia de alteraciones neurovasculares debidas a cambios en la actividad del sistema nervioso autónomo, que acarrean consecuencias metabólicas[13].

La pérdida de masa ósea se acompaña de hipercalciuria y un balance de calcio negativo, lo cual también puede favorecer la aparición de afecciones renales (litiasis renal)[3]. La osteoporosis por desuso es un factor de riesgo importante de fracturas, y además requiere de un cuidado especial en el momento de efectuar intervenciones en estos pacientes[1,8,13].

4.2.5.4 Consecuencias sobre el aparato gastrointestinal y urinario

La permanencia en una misma posición, la inactividad en la inmovilización prolongada y la debilidad de la prensa abdominal limitan el drenaje vesical y renal y favorecen la aparición de residuos posmiccionales por vaciamiento incompleto de la vejiga, con el consiguiente desarrollo de infecciones urinarias. Todos los factores anteriores disminuyen también el peristaltismo intestinal y generan estreñimiento[2,3,5].

4.3 FACTORES QUE FAVORECEN LA INMOVILIZACIÓN PROLONGADA

La inmovilización prolongada se presenta en cuadros clínicos muy diversos y puede ser el resultado de la interacción de diferentes factores que la predisponen. En muchas de estas situaciones, la inmovilización prolongada es una indicación médica imprescindible para una evolución favorable del cuadro clínico de base, y en otros casos se instala como consecuencia de las limitaciones que presenta el paciente para lograr una funcionalidad normal. En todos

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

CUADRO 4-2 ***Factores que predisponen a la inmovilización prolongada***

- Internamiento en una unidad de cuidados críticos.
- Accidente cerebrovascular.
- Lesión medular.
- Convalecencia posquirúrgica.
- Depresión.

los casos se deberán identificar los riesgos presentes en cada cuadro clínico y adoptar conductas orientadas a suprimir o mitigar estos factores de modo que el impacto sea menor y se logre impedir la constitución de un círculo vicioso que aumenta la morbimortalidad. Una síntesis de los factores que predisponen a la inmovilización prolongada se presenta en el cuadro 4-2.

4.3.1 PACIENTE INTERNADO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS CRÍTICOS

Los pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos habitualmente requieren limitación de la movilidad por indicación médica para una evolución favorable. Tal situación se presenta en casos como la ventilación mecánica, politraumatismos, traumatismo craneoencefálico, traumatismos de columna vertebral y posquirúrgicos, cuadros infecciosos graves, aplicación de tutores externos, el uso de catéteres arteriales y/o venosos, entre otros[9,14].

Las consecuencias de la inmovilidad prolongada en estos pacientes comienzan a observarse a las 2 semanas de internamiento aproximadamente, y están asociadas de forma directa a la duración del cuadro. Estos cuadros no son de resolución espontánea una vez que el paciente abandona la sala de cuidados intensivos, y pueden mantenerse durante un tiempo dependiendo de las conductas terapéuticas que se apliquen[9].

4.3.2 ACCIDENTE CEREBROVASCULAR Y LESIÓN MEDULAR

El accidente cerebrovascular es una afección que trae como consecuencia una discapacidad de grado variable, de distinta duración, en la cual el paciente suele presentar debilidad muscular, parálisis, espasticidad, dolor, disfunción cognitiva y alteración del equilibrio[5]. La disminución o pérdida de actividad que sigue a este cuadro afecta a diversas funciones, comprometiendo especialmente el lado afectado, en el cual se podrá presentar osteoporosis por desuso y como consecuencia de alteraciones en el sistema nervioso autónomo[13]. También se observarán limitaciones en la amplitud de movimiento por contracturas articulares que afectan con mayor frecuencia a los segmentos del miembro superior (contracturas en flexión)[1,5,13].

En los pacientes con lesión medular también se observa pérdida de la densidad ósea y cambios en la arquitectura trabecular. En estos casos, el proceso es dinámico y se relaciona con alteraciones en los sistemas nerviosos central y periférico. La desnervación presente en las lesiones medulares puede causar comunicación arteriovenosa y, por tanto, disminuir el flujo sanguíneo intraóseo, y como consecuencia, un aumento de la reabsorción del tejido[15,16]. La magnitud de la pérdida de densidad está directamente asociada a la antigüedad de la lesión, y también será mayor cuanto más alto sea el nivel lesional[16].

4.3.3 CONVALECENCIA POSQUIRÚRGICA

El proceso posquirúrgico suele cursar con inmovilización como medida de protección. Esto se observa especialmente en grandes cirugías de tórax y abdomen, en las de columna vertebral y en las de cráneo. No solo es importante la localización de la cirugía, sino también su duración, el uso de anestésicos y el mantenimiento de las funciones respiratorias dentro del quirófano y en el período posquirúrgico inmediato. En estos pacientes pueden sumarse otros factores que afectan a la movilidad, tales como el requerimiento de sedación mediante bloqueantes neuromusculares, y la presencia de dolor que generará limitación de la movilidad como respuesta defensiva del paciente[9].

4.3.4 ESTADOS DE DEPRESIÓN

La depresión también es un importante factor predisponente para la inmovilización prolongada. En esta situación, el paciente tiende a disminuir de forma voluntaria su actividad funcional y puede llegar a la dependencia total. La depresión puede ser de origen endógeno o desencadenarse como consecuencia de diversos cuadros clínicos, agudos y graves o crónicos, o por la hospitalización prolongada, y su abordaje suele ser complejo[17,18].

BIBLIOGRAFÍA

1. Dittmier DK, Teasell R. Complications of immobilization and bed rest Part 1: Musculoskeletal and cardiovascular complications. Can Fam Physician 1993;39:1428-37.
2. Laksmi PW, Harimurti K, Setiati S, Soejono CH, Aries W, Roosheroe AG. Management of immobilization and its complication for elderly. J Intern Med 2008;40:233-40.
3. Teasell R, Dittmier DK. Complications of immobilization and bed rest Part 2: Other complications. Can Fam Physician 1993; 39:1440-6.
4. Goldhill DR, Imhoff M, McLean B, Waldmann C. Rotational bed therapy to prevent and treat respiratory complications: a review and meta-analysis. Am J Crit Care 2007;16:50-61.
5. Sackley C, Brittle N, Patel S, Ellins J, Scott M, Wright C, et al. The prevalence of joint contractures, pressure sores, painful shoulder, other pain, falls, and depression in the year after a severely disabling stroke. Stroke 2008;39:3329-34.
6. Barrientos C, Urbina L, Ourcilleón A, Pérez AC. Efectos de la implementación de un protocolo de prevención de úlceras por presión en pacientes en estado crítico de salud. Rev Chil Med Int 2005; 20:12-20.
7. Topp KS, Boyd BS. Structure and biomechanics of peripheral nerves: nerve responses to physical stresses and implications for physical therapist practice. Phys Ther 2006;86:92-109.
8. Mollinger LA, Steffen TM. Knee flexion contractures in institutionalized elderly: prevalence, severity, stability, and related variables. Phys Ther 1993;73:437-46.
9. Clavet H, Hébert PC, Fergusson D, Doucette S, Trudel G. Joint contracture following prolonged stay in the intensive care unit. CMAJ 2008;178:691-7.
10. Trudel G, Zhou J, Uhthoff HK, Laneuville O. Four weeks of mobility after 8 weeks of immobility fails to restore normal motion. A preliminary study. Clin Orthop Relat Res 2008;466:1239-44.
11. Hildebrand KA, Zhang M, Hart DA. Joint capsule mast cells and neuropeptides are increased within four weeks of injury and remain elevated in chronic stages of posttraumatic contractures. J Orthop Res 2008;26:1313-9.
12. Brandt KD. Response of joint structures to inactivity and to reloading after immobilization. Arthr Rheum 2003;49:267-71.

13. Pluskiewicz W. Skeletal consequences in patients after stroke. Polish J Endocrinol 2011;62:48-50.
14. van Middendorp J, Slooff WM, Nellestein R, Cumhur F. Incidence of and risk factors for complications associated with halo-vest immobilization: a prospective, descriptive cohort study of 239 patients. J Bone Joint Surg Am 2009;91:71-9.
15. Uebelhartl D, Demiaux-Domenech B, Rothl M, Chantrainel A. Bone metabolism in spinal cord injured individuals and in others who have prolonged immobilisation. A review. Paraplegia 1995; 33:669-73.
16. Dionyssiotis Y, Lyritis GP, Papaioannou N, Papagelopoulos P, Thomaides T. Influence of neurological level of injury in bones, muscles, and fat in paraplegia. J Rehabil Res Dev 2009;46:1037-44.
17. Artaso Irigoyen B, Goñi Sarriés A, Gómez Martínez AR. Deterioro funcional del paciente con demencia: influencia del grado de deterioro cognitivo, la comorbilidad física y las alteraciones neuropsiquiátricas. Rev Esp Geriatr Gerontol 2002;37:210-5.
18. Altimir Losada S, Santaeugenia González S, Urrutia de Diego A. Deterioro funcional durante la hospitalización de agudos en los enfermos con Alzheimer y otras demencias. Alzheimer Real Invest Demenc 2007;36:16-20.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Capítulo 5
La sala de fisioterapia

EDITZA MACHADO ZAVARCE • M.ª ELENA BENITO GONZÁLEZ

Índice del capítulo

5.1 Introducción

5.2 Concepto y ubicación de la sala de fisioterapia

5.3 Características generales y específicas de la sala de fisioterapia

5.3.1 Equipamiento fijo

5.3.2 Equipamiento móvil

5.4 Principios de la mecanoterapia

5.5 Asistencias para la marcha: elementos de ayuda y apoyo

5.5.1 Asistencias fijas para la marcha

5.5.2 Asistencias móviles estables para la marcha

5.5.3 Asistencias móviles inestables para la marcha

Objetivos de aprendizaje

- Definir e identificar la sala de fisioterapia.
- Describir las características generales y específicas de la sala de fisioterapia.
- Describir y caracterizar equipamiento fijo y móvil dentro del área de mecanoterapia.
- Conocer las diferentes asistencias para la marcha.

5.1 INTRODUCCIÓN

La sala de fisioterapia es el lugar donde una persona con discapacidad y el fisioterapeuta trabajan para lograr un fin, que es recuperar al máximo todas las capacidades disminuidas o perdidas por la persona como consecuencia de una lesión o disfunción. Debe ser el lugar ideal en cuanto a estructura arquitectónica, contar con amplios espacios, bien iluminados y ventilados; pero, además, se tiene que complementar con los equipos necesarios para brindar a la persona con alguna discapacidad toda una gama diversa de oportunidades y posibilidades de recuperación. Estos equipos pueden ser fijos o móviles y estar distribuidos dentro de la sala de una manera que permita el uso apropiado de estos respetando las limitaciones de cada uno.

Por todos es bien conocido que la discapacidad puede ser muy simple o compleja, pero el objetivo siempre será el mismo: recuperar la función del sistema neuromusculoesquelético, retornando a la persona sus aptitudes y habilidades perdidas para las actividades de la vida diaria o para su desempeño deportivo. El cuerpo humano es una máquina biológica en movimiento, el movimiento es vida, el movimiento es salud. Por este motivo, la cinesiterapia es el complemento indispensable, la pieza que nunca debe faltar en un tratamiento de fisioterapia.

La mecanoterapia es la rama de la cinesiterapia que se nos brinda a través del uso de instrumentos o aparatos. Por un lado, puede aportar el apoyo para asistir el movimiento de la persona que presenta una discapacidad y su fuerza muscular no vence la fuerza de la gravedad; y por otro, constituye el último paso en la recuperación de la fuerza muscular cuando se aplica contra una resistencia determinada. La mecanoterapia puede ser activa asistida y activa resistida, y se desarrollará en capítulos posteriores de esta obra.

5.2 CONCEPTO Y UBICACIÓN DE LA SALA DE FISIOTERAPIA

La sala de fisioterapia se define como el área donde las personas con discapacidad desarrollan, adquieren o recuperan sus destrezas y/o habilidades perdidas. La organización de la sala es básica para una correcta aplicación de los diferentes tratamientos de fisioterapia, desde la sala de espera, áreas de evaluación, hasta las áreas de tratamiento. Todas las salas deben tener como finalidad facilitar al paciente cómodos accesos y desplazamientos.

Las áreas de tratamiento pueden distribuirse según sus aplicaciones como sala de electroterapia, sala de hidrocinesiterapia, o sala de cinesiterapia, entre otras. Existen centros que dividen sus áreas según su uso por adultos o niños (área pediátrica) o por especialidades, como el área de fisioterapia en traumatología, neurología, cardiología, sin faltar el área de cinesiterapia. Todas las distribuciones vienen dadas según los requerimientos y las necesidades planteadas por el centro.

La ubicación de la sala de fisioterapia puede variar de una institución a otra; sin embargo, es recomendable que

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

tenga una buena localización y fácil acceso, como las que se encuentran en una planta baja. En algunos centros, las salas se sitúan en los sótanos, pero no es la zona ideal para la ubicación de la sala de fisioterapia. También existen salas de fisioterapia en pisos de edificaciones, lo que hace necesaria siempre la presencia de ascensores de dimensiones apropiadas para el traslado de sillas de ruedas o camillas. Si los accesos a la sala de fisioterapia requieren el uso de rampas deben tener pasamanos a ambos lados, preferiblemente de dos alturas (90 y 70 cm). Si hay cambios de sentido o de dirección, tienen que producirse mediados por un descanso o superficie plana, contar con suelos de materiales antideslizantes y las correspondientes señalizaciones de seguridad para invidentes. Las escaleras también deben tener pasamanos, deben ser de un material antideslizante y tener un mínimo de 1,20 m de ancho. En términos generales, todas las áreas de acceso deben facilitar al usuario su desplazamiento, además de proporcionar seguridad, y cumplir con las normas y requerimientos exigidos por los diferentes entes gubernamentales de cada región o país.

5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DE LA SALA DE FISIOTERAPIA

La enumeración de las características generales y específicas de la sala de fisioterapia debe iniciarse con los accesos a esta, las entradas y las salidas. Se recomienda que tenga por lo menos dos entradas, que deben ser amplias y adecuadas para permitir el paso de sillas de ruedas, camillas o pacientes con diferentes ortesis para la marcha. De hecho, los estándares utilizados son puertas de al menos 90 cm de ancho. De existir pasillos hacia los accesos de la sala o dentro de esta, deben ser de una anchura tal que permita el cruce de dos sillas de ruedas o camillas simultáneamente, o en su defecto el cruce de tres personas. También deben estar libres de obstáculos como adornos, plantas o papeleras, y se recomienda evitar colocar alfombras, a menos que se adhieran al suelo para evitar posibles accidentes a los usuarios.

El área debe ser lo suficientemente grande; sus dimensiones deben calcularse según el número de usuarios o camas que maneje el centro. Como norma general, en un hospital de 500 camas, las medidas aconsejables del gimnasio son de unos 10 × 15 m de superficie[1]; sus techos, de una altura entre 3 y 4 m, que además de dar la sensación de ser espacios amplios, permiten la colocación de los diferentes equipos utilizados dentro de la unidad. Se recomienda que las áreas de trabajo sean espacios insonorizados, bien ventilados y con mucha iluminación; de preferencia, amplias ventanas o ventanales con buena vista. Lo ideal son jardines o paisajes naturales, lo que favorecerá, entre otras cosas, la claridad de la sala y proporcionará al usuario mayor seguridad y bienestar (fig. 5-1).

Para dar sensación de mayor amplitud y luminosidad se sugiere la utilización de colores claros y neutros en las paredes. También es aconsejable la colocación de espejos en las paredes de las diferentes áreas que, además de brindar sensación de amplitud a las salas, ayudan en la aplicación de los diferentes tratamientos. Debido al uso de las áreas por personal y pacientes, los suelos deben ser de material antideslizante, que amortigüen los impactos y eliminen en lo posible los ruidos. En cuanto a las salas de baño, deben estar correctamente identificadas, ser tan amplias que permitan la entrada de sillas de ruedas, el espacio interior debe permitir el giro de 360° de la silla y contar con al menos 1,5 m de diámetro. Junto a los sanitarios deben colocarse unas barras de aproximación o de apoyo, lavabo e interruptores a 70 cm de altura y, en líneas generales, deben cumplir con todas las normativas de seguridad establecidas para el uso por parte del paciente con silla de ruedas o aditamentos para la marcha (fig. 5-2).



Figura 5-1. Sala de cinesiterapia.

La sala de cinesiterapia puede distribuirse según las diferentes aplicaciones: área de movilizaciones pasivas, área de ejercicios activos, área de mecanoterapia, área de marcha. El *área de movilizaciones pasivas* debe estar provista de camillas de altura regulable que faciliten al fisioterapeuta el trabajo. Además, se recomiendan mesas de trabajo para las movilizaciones pasivas de mano y dedos. El *área de ejercicios activos* debe ser amplia, que permita ejecutar las actividades individuales o grupales, con espejos en las paredes para que el usuario pueda observar siempre los movimientos que realiza, corregir o imitar los diferentes ejercicios, además de permitir al fisioterapeuta observar y orientar las posturas del paciente durante la aplicación del tratamiento. Preferiblemente debe tener suelo de madera para amortiguar y proteger los miembros inferiores y la columna de posibles impactos durante la realización de los ejercicios activos. El *área de mecanoterapia* debe ser amplia y permitir el uso de los diferentes equipos por múltiples usuarios al mismo tiempo. También se recomienda colocar espejos. El suelo debe ser de material antideslizante y al mismo tiempo resistente. Esta área puede dividirse en sectores según el equipamiento fijo o móvil.



Figura 5-2. Aseos con adaptaciones para la movilidad del paciente.

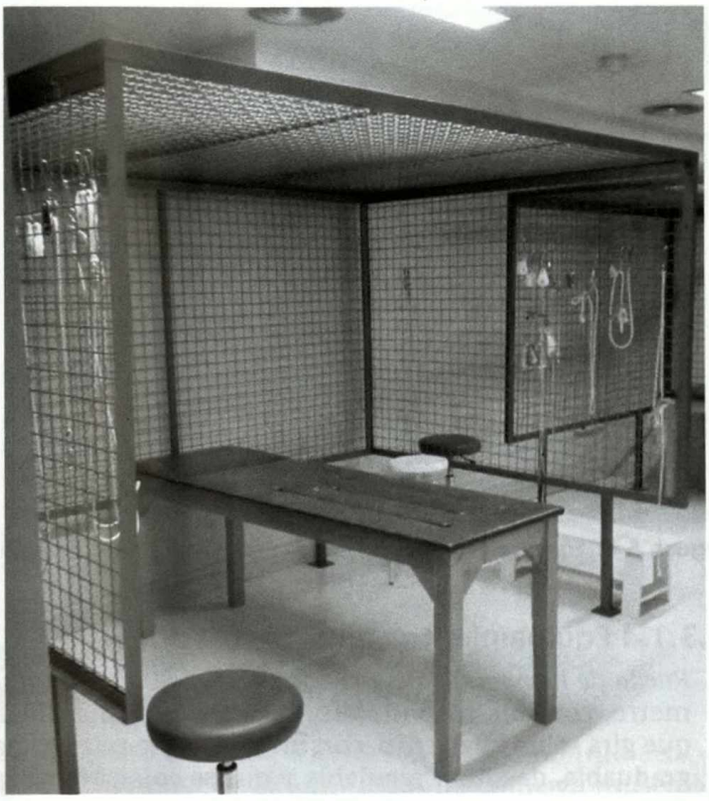


Figura 5-3. Jaula de Rocher con camilla.

5.3.1 EQUIPAMIENTO FIJO

Los equipos dentro de la sala pueden ser fijos o móviles. Lo indispensable es hacer una distribución apropiada para permitir el desplazamiento seguro del paciente y simultáneamente permitir un trabajo apropiado de este y del fisioterapeuta. El equipamiento fijo se clasifica en: equipos de potenciación muscular, de tracción, de desplazamientos y de rotación.

5.3.1.1 Equipos o máquinas de potenciación muscular

1. *Jaula de Rocher.* Consiste, como su nombre indica, en una caja que está conformada por cuatro planos: la pared de fondo de 2,30 m de alto por 2,50 m, de ancho; las paredes laterales de 2,30 m de alto por 1,50 m, de ancho, y el techo de 2,50 m por 1,50 m. Estas medidas son los estándares recomendados, pero pueden variar según el espacio disponible. Las paredes se dividen en cuadrículas de 2 × 2 cm y se coloca dentro una camilla, lo cual permite la utilización de poleas, sistemas de suspensión, pesas, resortes o muelles (fig. 5-3).
2. *Poleas de pared.* Pueden ir desde sistemas sencillos que se fijan a la pared, a equipos más completos. Normalmente se usan para realizar el fortalecimiento del miembro superior y el tronco, pero hay sistemas para trabajar el miembro inferior.
3. *Bancos de Colson, cuádriceps e isocinéticos.* En la actualidad existe una gran variedad de máquinas de potenciación muscular que se usan para trabajar por separado los miembros superior e inferior y el tronco. También hay equipos versátiles donde se pueden trabajar varios segmentos corporales, como los llamados multifuerza. Los equipos de potenciación muscular más usados en las salas de mecanoterapia son: el banco de Colson, el banco de cuádriceps y el banco de isocinéticos.

5.3.1.2 Equipos fijos de tracción

1. *Espalderas.* También conocidas como escaleras suecas. Están fabricadas por lo general en madera, conformadas por barrotes y colocadas fijas en la pared. Ofrecen la facilidad de realizar cualquier tipo de movimiento sobre ellas y trabajar diferentes partes del cuerpo con la posibilidad de utilizar diversos accesorios.
2. *Escalera de dedos o escalera digital.* Consiste en una regleta de 70 a 100 cm de largo por 10 cm de ancho aproximadamente, dividida en escalones. Su aplicación es realizar la movilización de la articulación del hombro en el plano sagital y frontal a través de los movimientos de flexión y abducción.
3. *Equipos de tracción cervical y lumbar.* Tienen un capítulo aparte; sin embargo, forman parte de las salas de fisioterapia, y pueden ser mecánicos o electrónicos.

5.3.1.3 Equipamientos fijos de desplazamientos

1. *Barras paralelas.* Se describen en detalle en la sección de ayudas para la marcha más adelante en este mismo capítulo. Son indispensables en la sala de fisioterapia porque son clave en el proceso de reeducación de la bipedestación y la marcha.
2. *Plataforma con escaleras y rampa.* Son el paso siguiente en el entrenamiento de la marcha, ya que representa un nivel mayor de dificultad en la adaptación del paciente para una deambulación normal. Realizada normalmente en madera, consta de 5 a 6 escalones que pueden variar en altura, con pasamanos a doble altura (90 y 70 cm) y suelo antideslizante.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 5-4. Equipamiento móvil para fortalecimiento y rehabilitación.

5.3.1.4 Equipamientos fijos de rotación

1. *Rueda de hombro.* Es una rueda de 70 a 80 cm de diámetro, con una empuñadura formada por una polea que gira sobre un eje fijo, con un sistema de resistencia graduable, de altura regulable y que se coloca fija a la pared.
2. *Rueda de muñeca o pronosupinadores.* Permiten realizar movimientos de flexoextensión de muñeca y de pronosupinación.

5.3.2 EQUIPAMIENTO MÓVIL

El equipamiento móvil puede estar conformado por un universo de objetos simples, útiles, conocidos y muy usados en todos los procesos de mecanoterapia. Se pueden clasificar en: potenciación muscular, desplazamientos, rotación, arcos de movimiento y varios. Aquí se mencionan los más comunes, pero pueden variar y ser tantos como permita la mente del fisioterapeuta (fig. 5-4).

5.3.2.1 Equipos móviles de potenciación muscular

1. *Juegos de pesas.* En el mercado existe una gran variedad de pesas. Pueden ser mancuernas o estilo brazaletes para miembros superiores o inferiores, generalmente calibradas en libras.
2. *Juegos de bandas (Theraband®).* Según el color, ofrecen diferentes resistencias, que van desde las menos resistentes (amarillas, rojas, verdes) hasta las más fuertes (azules o negras). Pueden ser bandas planas o tubulares.
3. *Zapato DeLorme.* Con él se pueden realizar ejercicios asistidos y resistidos para el pie.

5.3.2.2 Equipos móviles de desplazamientos

Entre los equipos móviles de desplazamientos encontramos los andadores, las muletas y los bastones. Estos equipos se desarrollan en la sección de ayudas técnicas para la marcha, más adelante en este mismo capítulo.

5.3.2.3 Equipos móviles de rotación

En equipos móviles de rotación encontramos la bicicleta cinética, la cual es variada, y puede tener medidores de velocidad, de distancia, de calorías, e incluso de las pulsaciones del usuario. A su vez, equipos móviles como discos o la tabla de Freeman, y el plato de Bohler, se utilizan para trabajar el miembro inferior al mismo tiempo que la coordinación y el equilibrio. El tablero de actividades de la vida diaria y la mesa de Kanavel son para trabajar arcos de movimiento, pero también permiten desarrollar fuerza muscular y destrezas utilizadas en las actividades de la vida diaria.

5.4 PRINCIPIOS DE LA MECANOTERAPIA

Para la recuperación parcial o total de las funciones del sistema musculoesquelético se debe aplicar la mecanoterapia, disciplina que se engloba dentro de la cinesiterapia, la cual se puede definir como la utilización de dispositivos, instrumentos o aparatos mecánicos dirigidos a ejecutar, estimular y provocar movimientos en los distintos segmentos corporales, que van a ser dosificados en su resistencia, intensidad, frecuencia y amplitud, según los requerimientos de la persona con discapacidad o sin ella. Los objetivos de la mecanoterapia son: recuperar el trofismo muscular, aumentar la fuerza muscular, aumentar la resistencia o fondo, recuperar el máximo recorrido articular y muscular, mejorar la coordinación, destreza y velocidad del movimiento, además de mejorar la propiocepción[2]. Durante la aplicación de la mecanoterapia se debe tener en cuenta la edad de la persona y su patología, sin olvidar su condición mental y física[3]. También se debe valorar la fuerza muscular. Los criterios que determinan la calificación de la fuerza muscular más usados en la actualidad son los descritos con una escala del 0 al 5: 0 (nula), 1 (vestigios), 2 (deficiente), 3 (regular), 4 (bueno), 5 (normal). La tabla 5-1 muestra el criterio para valorar la fuerza muscular, incluyendo los signos + o − en los grados deficiente y regular. Finalmente, durante la ejecución del ejercicio no se debe producir dolor, por lo que debe ser el terapeuta, profesional de la salud capacitado y entrenado para guiar al paciente durante la ejecución de la actividad, quien enseñe y supervise los ejercicios.

TABLA 5-1 **CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR DEL PACIENTE**

Escala	Criterio de valoración de la fuerza muscular
0 (nulo)	No hay contracción muscular
1 (vestigios)	Vestigios de contracción muscular (se puede ver o palpar)
2− (deficiente −)	Realiza parte del movimiento (no completo) sin gravedad
2 (deficiente)	Realiza el movimiento completo sin gravedad
2+ (deficiente +)	Inicia el movimiento contra la gravedad
3 (regular)	Realiza el movimiento completo contra la gravedad
3+ (regular +)	Realiza el movimiento completo contra la gravedad con una resistencia pequeña
4 (bueno)	Realiza el movimiento completo contra la gravedad contra resistencia
5 (normal)	Realiza el movimiento completo contra la gravedad con máxima resistencia

El principio de la mecanoterapia consiste en asegurar la movilización suave de una articulación con ayuda de aparatos con el fin de reemplazar la acción humana en la resistencia o la ayuda aportada en la ejecución de un gesto[4]. Según esto se puede clasificar en activa asistida y activa resistida. La *mecanoterapia activa asistida* se define como el movimiento que realiza el paciente usando su fuerza muscular, que suele ser menor o igual que 2+, pero con la asistencia de una fuerza externa, que le ayudará a terminar o completar el movimiento en todo o en parte del recorrido articular. Su función es disminuir o eliminar la fuerza de la gravedad, quitando el peso, es decir, desgravitando el segmento corporal y permitiendo así que el músculo con su fuerza disminuida realice el movimiento en toda su amplitud o en parte de su recorrido, siempre y cuando las articulaciones involucradas lo permitan. La asistencia en estos casos suele hacerse a través de instrumentos como la jaula de Rocher, donde puede realizarse con poleas, suspensiones, hidrocinesiterapia o planos deslizantes (superficies lisas). Los efectos concretos de cada tipo de mecanoterapia se describirán en capítulos posteriores de esta obra.

La *mecanoterapia activa resistida* consiste en aplicar una fuerza externa a un músculo o grupo muscular que realiza el arco de movimiento completo en contra de la gravedad, es decir, que su fuerza muscular está valorada en 3 o más. Para decidir qué tipo de entrenamiento muscular se va a utilizar, hay que tener en cuenta si el paciente estuvo inmovilizado durante largo tiempo por una intervención quirúrgica o un traumatismo, ya que esto ocasiona, por lo general, más atrofia de las fibras musculares de tipo I. Si el objetivo del entrenamiento muscular es aumentar el trofismo muscular, el estímulo generado debe ser lo suficientemente alto para aumentar las estructuras contráctiles, de lo contrario se trabajará para aumentar la resistencia aerobia y anaerobia, pero no se producirá hipertrofia muscular y, por tanto, un aumento de la fuerza muscular. En el capítulo 15 se ahonda en los distintos programas de fortalecimiento y la progresión de estos. Las ventajas del uso de la mecanoterapia durante el proceso de rehabilitación son las siguientes:

1. Si se utilizan pesas o mancuernas, el ejercicio es fácil de realizar por parte del paciente. Es una excelente forma de comenzar el fortalecimiento muscular y la coordinación. Las resistencias iniciales son bajas y se pueden ir aumentando a medida que la fuerza muscular mejora, para después llevar al paciente hasta el uso de las máquinas o equipos de musculación.
2. Si el entrenamiento se realiza a través de bandas, además de realizar los movimientos en los ejes y planos del movimiento articular, se pueden introducir los patrones de movimiento en masa, que son una característica de la actividad motora normal, lo que requiere reacciones de acortamiento y alargamiento en varios músculos al mismo tiempo y en diferentes grados, y permite agregar más dificultad al entrenamiento. Es un método efectivo para aumentar la capacidad de rendimiento de los grupos musculares (v. cap. 17).
3. Al realizarlo usando máquinas o equipos, se pueden obtener resistencias constantes durante todo el movimiento (aparatos isocinéticos), resistencias mayores, movimientos más dirigidos y específicos (fig. 5-5).



Figura 5-5. Aparato de ejercicios isocinéticos.

5.5 ASISTENCIAS PARA LA MARCHA: ELEMENTOS DE AYUDA Y APOYO

La presencia de dolor, limitación de la amplitud articular de movimiento, disminución de la fuerza muscular, aumento del tono muscular, acortamiento de extremidades inferiores o alteraciones del equilibrio son causas que pueden afectar negativamente a la deambulación o la marcha normal de un sujeto. Las asistencias para la marcha son elementos muy importantes que permiten mejorar la movilidad de la persona y proporcionan estabilidad intrínseca y extrínseca. Esto se traduce en una mayor independencia y seguridad durante los desplazamientos, pero al mismo tiempo ejerce un efecto positivo en el estado psicológico, mejorando su confianza y elevando su autoestima, lo que contribuye también en el proceso de rehabilitación.

Las ayudas para la deambulación están englobadas dentro de las ortesis, también llamadas ayudas técnicas, y se pueden definir como elementos que corrigen o facilitan una acción, una actividad o un desplazamiento procurando un ahorro de energía y mayor seguridad. Las asistencias para la marcha pueden clasificarse en fijas, móviles estables y móviles inestables.

5.5.1 ASISTENCIAS FIJAS PARA LA MARCHA

Son las barras paralelas, las cuales deben ser muy estables y estar fijas al suelo para dar mayor seguridad al usuario. El largo debe ser de 2-4 m, el ancho de por lo menos 60 cm, y la altura de los apoyamanos se recomienda que sea regulable o en su defecto que exista a una doble altura: 90 y 50 cm, respectivamente. La superficie de apoyo del suelo debe ser de material antideslizante. La ubicación siempre debe permitir que el fisioterapeuta se desplace a lo largo de las barras para acompañar al paciente, para proporcionarle seguridad y asistencia. Como se mencionó anteriormente, se deben colocar espejos en las cercanías, para poder proporcionar a la persona con discapacidad y al fisioterapeuta una amplia observación de los movimientos y corregir así las diferentes fases de la bipedestación y la marcha. Sus indicaciones de uso son las de iniciar la bipedestación y la marcha.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

5.5.2 ASISTENCIAS MÓVILES ESTABLES PARA LA MARCHA

Son los andadores, los cuales forman parte del sistema de estabilización intrínseca, ya que proporcionan una base de sustentación amplia y muy estable con sus cuatro puntos de apoyo, lo que permite aplicar fuerzas de propulsión. Están hechos de materiales muy livianos, en modelos articulados, fijos o plegables, con alturas regulables. Pueden tener asiento, cestas, marcapasos y frenos. Algunos tienen ruedas, lo que elimina la resistencia que produce el roce y facilita el desplazamiento hacia delante del paciente. La altura debe ser regulable, y la empuñadura se coloca siempre a la altura del trocánter mayor. En los que tienen apoyo antebraquial, la altura debe ser la distancia que hay desde el antebrazo al suelo con el codo en flexión de 90°. Para su indicación de uso hay que tener en cuenta la indemnidad y la fuerza muscular de los miembros superiores, ya que se trata de ayudas para caminar manipuladas por los brazos del propio paciente. Están indicadas en pacientes que presentan debilidad muscular, inestabilidad postural, en el postoperatorio, en amputados, en diversas lesiones o enfermedades neurológicas, en niños con ortesis o prótesis que inician la marcha, y en la parálisis cerebral.

En los inicios, la marcha se realiza con un avance del andador de por lo menos 20 cm; luego se da un paso hacia delante avanzando el cuerpo; se continúa dando el otro paso, colocando un pie al lado del otro para continuar el ciclo, lo que permite realizar la marcha en tres tiempos. Se debe observar que el paciente inicie el movimiento con el andador y no con el cuerpo, ya que esto es un error frecuente que se comete durante la deambulación.

5.5.3 ASISTENCIAS MÓVILES INESTABLES PARA LA MARCHA

Son las muletas y los bastones. Ambos permiten realizar la marcha en dos tiempos. Las muletas están indicadas después del uso de los andadores cuando hay mejoría en las destrezas del paciente para realizar la marcha, es decir, que está capacitado para realizarla en dos tiempos. Las muletas aumentan el área de apoyo, proporcionando una estabilización extrínseca y permitiendo al paciente aplicar una fuerza de propulsión, lo que facilita la deambulación. La manera más sencilla de conseguirlo es que los brazos traccionen de las muletas, siendo las fuerzas de reacción opuesta de la misma intensidad que la fricción en la interfase entre la punta de la muleta y el suelo[5]. Estas fuerzas son generadas por el músculo dorsal ancho.

Se dividen en muletas axilares, canadienses y de codo. Las muletas axilares y las canadienses suelen ser más estables, lo que hace que su uso por parte del paciente sea más aceptado. Esto se debe a que involucran dos articulaciones, la del codo y la muñeca. Las muletas axilares, si se ajustan a una altura incorrecta, pueden hacer presión sobre el plexo y producir parestesias, por lo que debe supervisarse la altura de estas. Por norma general, son livianas y realizadas en materiales como madera o aluminio, de alturas regulables.

Los bastones suelen ser el último eslabón antes de realizar la deambulación sin ayudas técnicas. También proporcionan estabilidad extrínseca. Lógicamente, son menos estables que las muletas, pero proporcionan al paciente un apoyo importante para realizar la deambulación. Al igual que las muletas, los bastones también permiten la aplicación de la fuerza propulsora. Existen bastones multipodales, es decir, con tres o cuatro apoyos. Son estables y resistentes a las rotaciones sobre un eje vertical, lo que es de gran utilidad para evitar estos movimientos a nivel de la articulación de la cadera. La empuñadura debe permitir un buen agarre por parte del paciente y una buena distribución de las fuerzas de apoyo sobre la caña. Las más utilizadas son las curvadas, pero las que distribuyen mejor la fuerza de apoyo son las que tienen forma de «T». La caña debe ser resistente, liviana y de altura ajustable. Las conteras deben ser antideslizantes. Hay bastones con accesorios como asientos, y otros que son plegables. La altura debe ser la apropiada para evitar lesiones en otros segmentos del cuerpo, y existen dos posibles referencias para colocar la altura del bastón correctamente: la más utilizada es que la empuñadura quede a la altura del trocánter mayor; la otra es apoyar la empuñadura en el suelo, y con el brazo relajado, la contera debe llegar a la muñeca. El uso del bastón siempre se hace del lado contralateral a la lesión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Daza J. Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano. Colombia: Editorial Médica Panamericana; 2007.
2. Spring H, Dvorak J, Dvorak V, Schneider W, Tristschier T, Villiger B. Teoría y práctica del ejercicio terapéutico. Movilidad, fuerza, resistencia, coordinación. Barcelona: Paidotribo; 2000.
3. Ylinen J. Estiramientos terapéuticos en el deporte y en las terapias manuales. Barcelona: Elsevier; 2009.
4. Génot C, Neiger H, Leroy A, Pierron G, Dufour M, Péninou G. Kinesioterapia. I Principios. II Miembros inferiores. Evaluaciones. Técnicas pasivas y activas del aparato locomotor. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2005.
5. Stallard J, Major R. Mecánica de las ortesis para el miembro inferior. En: Tidswell M, editor. Rehabilitación ortopédica. Madrid: Harcourt; 2000. p. 35-53.

Capítulo 6

Terapia manual como cinesiterapia pasiva

RICARDO ORTEGA SANTIAGO • SOFÍA LAGUARTA VAL • LUIS PALOMEQUE DEL CERRO • ANA ISABEL DE LA LLAVE RINCÓN

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

6.1 INTRODUCCIÓN

6.2 CONCEPTO DE BARRERA, *END FEEL* Y GRADOS DE MOVIMIENTO

6.3 EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA MOVILIZACIÓN PASIVA MANUAL

6.3.1 Efectos locales de la movilización pasiva manual

6.3.2 Efectos centrales de la movilización pasiva manual

6.4 MOVILIZACIÓN ANALÍTICA SIMPLE

6.4.1 Principios terapéuticos de la movilización analítica simple

6.4.2 Aplicación de la movilización analítica simple

6.5 MOVILIZACIÓN ANALÍTICA ESPECÍFICA

6.5.1 Principios terapéuticos de la movilización analítica específica

6.5.2 La regla cóncavo-convexa

6.6 DOSIFICACIÓN DE LA MOVILIZACIÓN ANALÍTICA SIMPLE O ESPECÍFICA

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conocer y comprender la aplicación de la terapia manual articular como una forma de cinesiterapia pasiva manual.
- Conocer los principales efectos fisiológicos de actuación de la cinesiterapia pasiva manual articular.
- Conocer y comprender los principios terapéuticos y la aplicación clínica de las técnicas de movilización analítica simple.
- Conocer y comprender los principios terapéuticos y la aplicación clínica de las técnicas de movilización analítica específica.

6.1 INTRODUCCIÓN

Tal y como se ha comentado en capítulos anteriores, la cinesiterapia pasiva se define como el conjunto de técnicas terapéuticas aplicadas pasivamente a las estructuras afectadas, sin contracción muscular voluntaria por parte de los músculos de la articulación diana. Existen distintas clasificaciones para la cinesiterapia pasiva (v. cap. 3). En este capítulo usaremos la más comúnmente empleada: según el agente terapéutico y según la libertad articular.

Según el *agente terapéutico* podemos distinguir entre cinesiterapia pasiva instrumental y cinesiterapia pasiva manual. La *cinesiterapia pasiva instrumental* es aquella en la que la movilización pasiva de las estructuras es realizada por un aparato. Esta forma de cinesiterapia pasiva también se llama movimiento pasivo continuo y se aborda en el capítulo 10. La *cinesiterapia pasiva manual* es aquella en la que la movilización se realiza de forma manual, pudiendo ser el fisioterapeuta o el propio paciente (movilización autopasiva) quien la lleve a cabo.

En el presente capítulo ahondaremos en la cinesiterapia pasiva manual realizada por el fisioterapeuta, la cual se divide principalmente en movilización pasiva analítica simple y movilización pasiva analítica específica.

Según la libertad articular podemos distinguir entre una *cinesiterapia pasiva relajada o libre* y una *cinesiterapia pasiva forzada*. La primera es aquella en la que la movilización articular se realiza dentro del rango articular libre de dolor que presenta el paciente, no llegando nunca al límite. De esta forma, este tipo de cinesiterapia permite mantener sobre todo el rango articular, pero no ganar amplitud, ya que no alcanza el límite articular. La segunda es aquella en la que la movilización articular alcanza, e incluso supera, el límite articular del paciente. De esta forma, el objetivo principal es el incremento de la amplitud articular. Para ello puede realizarse de dos formas:

Biblioteca de La FCDAPD
Universidad Central del Ecuador

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

1. *Cinesiterapia pasiva forzada momentánea.* Es aquella en la que el terapeuta alcanza el máximo rango articular durante la movilización y lo mantiene en esa posición de máxima tensión 1-2 s, es decir, la movilización llega al máximo permitido por el paciente y vuelve a la posición de relajación. En un principio, los tejidos articulares del paciente no son sometidos a máximo estrés.
2. *Cinesiterapia pasiva forzada mantenida.* Es aquella en la que el terapeuta alcanza el máximo rango articular durante la movilización, y lo mantiene en esa posición de máxima tensión durante la movilización. Como el objetivo de la movilización es ganar arco articular, la movilización se mantiene en esa posición máxima al menos unos 20 s.

La cinesiterapia pasiva manual integra principalmente dos tipos de acciones terapéuticas: la movilización y la manipulación. En la literatura científica observamos, en muchas ocasiones, que el término manipulación se confunde con el de movilización. La Guía Americana para la Práctica de la Fisioterapia emplea este término para referirse a una «técnica de terapia manual que conlleva la aplicación de movimientos específicos dirigidos sobre todo a la articulación y los tejidos blandos relacionados con ella, ejecutado a diferente velocidad y amplitud»[1]. El término *manipulación* hace referencia a aquellas técnicas de «alta velocidad y poca amplitud», mientras que el término *movilización* hace referencia a técnicas de «baja velocidad y moderada amplitud». En el presente capítulo nos centraremos en la movilización articular como principal técnica de cinesiterapia pasiva manual.

6.2 CONCEPTO DE BARRERA, *END FEEL* Y GRADOS DE MOVIMIENTO

Dentro de la movilización pasiva manual se deben considerar algunos conceptos muy importantes. El primero es el concepto de *barrera*. Toda articulación tiene un límite articular, es decir, una amplitud de movimiento concreta que puede encontrarse limitada por varias razones. El momento en el que el paciente alcanza la máxima amplitud articular es el que se denomina barrera; en este caso, *barrera articular,* ya que se está evaluando el movimiento pasivo. Podemos definir la barrera como el límite articular que establece el final o el máximo del movimiento de una articulación en un paciente determinado. De hecho, la barrera articular de cada sujeto será diferente según las circunstancias clínicas. La movilización pasiva tiene como objetivo llegar a esa barrera articular con objeto de superarla, en caso de encontrarse restringida o limitada.

Un concepto relacionado con el de barrera es el de *sensación final o end feel.* El *end feel* determina la razón o causa por la que una articulación llega a su barrera articular, es decir, es el que determina el final del movimiento y está delimitado por la resistencia que ofrecen los tejidos al final del movimiento articular. Existen tres tipos de sensación final:

1. End feel *duro.* Es aquel en el que el final del movimiento articular se produce por el choque de dos estructuras óseas. Por ejemplo, la extensión del codo (choque del olécranon en su fosa correspondiente en el húmero).
2. End feel *blando.* Es aquel en el que el final del movimiento articular se produce por el choque de dos estructuras musculares. Por ejemplo, la flexión del codo (choque del bíceps braquial con la musculatura del antebrazo).
3. End feel *firme, consistente, semiblando, semirrígido.* Es aquel en el que el final del rango articular se produce por la tensión (estiramiento) de las estructuras capsulares o musculares. Por ejemplo, la extensión de la articulación metacarpofalángica del dedo (tensión de la cápsula articular y los tendones de los músculos flexores de los dedos).

Cada articulación tiene una *sensación final fisiológica* concreta, que debe aparecer al final del movimiento articular esperado. Por ejemplo, la flexión del codo tiene una amplitud articular de 130-135°, con una sensación final blanda. Si por cualquier motivo la amplitud articular se ve restringida, aparecerá lo que llamamos una *sensación final/*end feel *patológico;* este se define como aquel que aparece antes del final del movimiento articular esperado. De hecho, la sensación final patológica puede ser de cualquier tipo: *end feel* duro (ratón articular, fractura), *end feel* blando (edema), *end feel* firme/consistente (esguince de ligamento).

Es importante que el terapeuta identifique esta sensación final con objeto de poder establecer la técnica de movilización más apropiada para ese paciente. Para ello, es importante determinar los grados de movimiento de la técnica, ya que va a condicionar la intensidad de esta. Dentro de las distintas corrientes de movilización definidas por diferentes autores y que aborda los grados de movilidad, usaremos la nomenclatura empleada por Maitland[2]:

- *Grado I.* Es aquella movilización en la que los tejidos muestran resistencia mínima a esta. Suele corresponder con los primeros grados de movimiento de una articulación, es decir, 0-25% de la amplitud articular.
- *Grado II.* Es aquella movilización en la que los tejidos muestran resistencia mínima-moderada a esta. Suele corresponder con la amplitud media de una articulación, es decir, 25-75% de la amplitud articular.
- *Grado III.* Es aquella movilización en la que los tejidos muestran resistencia moderada-máxima a esta. Suele corresponder con la mitad final del movimiento de una articulación, es decir, 50-100% de la amplitud articular.
- *Grado IV.* Es aquella movilización en la que los tejidos muestran resistencia máxima a esta en todo momento. Suele corresponder con el final del movimiento articular, es decir, 75-100% de la amplitud articular.

Desde el punto de vista clínico se considera que los grados de movilización I y II se usan principalmente para el tratamiento del dolor, y los grados III-IV para aumentar el rango de movilidad, aunque esta afirmación es muy relativa. La figura 6-1 muestra el diagrama de movilización según Maitland[2].

6.3 EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA MOVILIZACIÓN PASIVA MANUAL

La terapia manual basa su abordaje terapéutico en el hecho de que tanto los receptores cutáneos como los de las estructuras profundas tienen un papel fundamental en las respuestas reflejas ante el tacto o el movimiento. Se sospecha que los

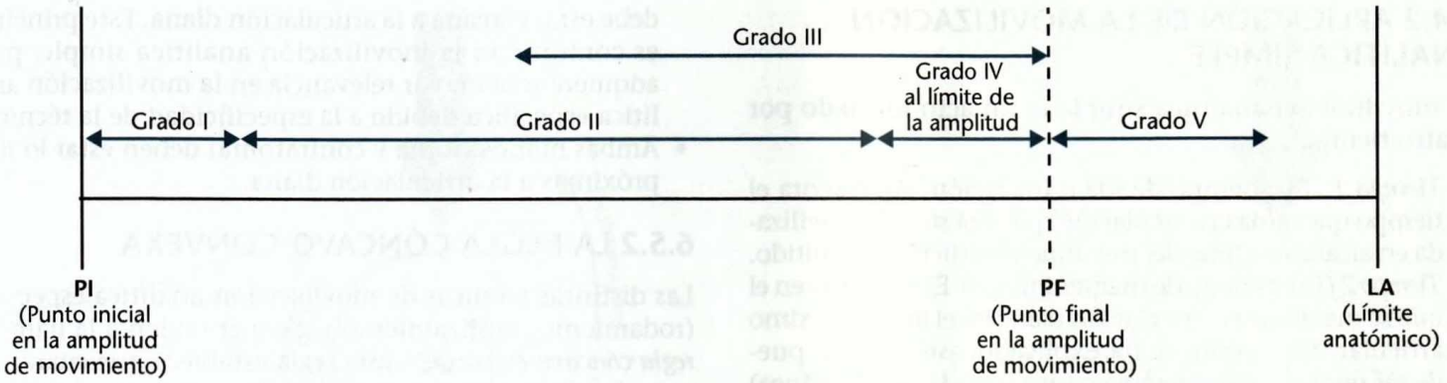


Figura 6-1. Grados de movilización según Maitland[2].

receptores cutáneos son capaces de detectar deformaciones mecánicas, calor, frío y nocicepción (terminaciones nerviosas libres)[3]. McLain halló mecanorreceptores de tipo I y II junto a terminaciones nerviosas libres en las articulaciones, lo que sugiere que un impulso aferente originado por la cápsula articular podría desempeñar un papel propioceptivo decisivo[4].

6.3.1 EFECTOS LOCALES DE LA MOVILIZACIÓN PASIVA MANUAL

La primera estructura que responde a la movilización pasiva manual es la articulación que es movilizada. Se considera que la articulación objeto de movilización se encuentra en un estado disfuncional y constituye una fuente de impulsos aferentes nociceptivos. Así, los efectos de la movilización articular sobre esta fuente de dolor serían: *a)* disminución de la descarga de impulsos nociceptivos provocada por el estiramiento del tejido articular; *b)* contrairritación de las estructuras intraarticulares; *c)* incremento del movimiento de una articulación hipomóvil, y *d)* disminución de la presión intraarticular[5,6]. Entre los posibles mecanismos locales que explicarían los efectos terapéuticos de la terapia manual destaca la activación de los mecanismos inhibitorios segmentarios acordes con la teoría de la puerta de entrada[7].

6.3.2 EFECTOS CENTRALES DE LA MOVILIZACIÓN PASIVA MANUAL

Aquí encontramos los mecanismos relacionados con los cambios acontecidos en el sistema nervioso central, es decir, tanto en la neurona de segundo orden en la médula como en las neuronas de tercer orden, es decir, estructuras supramedulares. De hecho, diversos autores sugieren que la terapia pasiva manual puede inducir la activación de sistemas inhibitorios descendentes moduladores del dolor[6,8]. Esta hipótesis se debe a que en diversos estudios se han investigado los efectos hipoalgésicos de distintas técnicas de movilización, y se ha observado que estas inducen un efecto hipoalgésico específico en la nocicepción mecánica, no en la térmica, de origen endógeno no opioide y no mostrando tolerancia tras la aplicación de tratamientos continuados. A su vez, esta hipoalgesia mecánica inmediata es concurrente con una excitación del sistema nervioso simpático y del sistema motor, lo cual se asemeja al efecto inducido tras la estimulación de la región lateral de la sustancia gris periacueductal, responsable del control nociceptivo[6,8].

De esta forma, se puede decir que la aplicación de la cinesiterapia manual representa un estímulo específico que activa tanto mecanismos locales como centrales, incluidas las vías inhibitorias descendentes del dolor[9].

6.4 MOVILIZACIÓN ANALÍTICA SIMPLE

La movilización analítica simple es aquella que solicita generalmente una articulación de forma aislada y sigue un eje y un plano de movimiento fisiológico de referencia, por lo que usa los movimientos osteocinemáticos: flexión, extensión, aducción, abducción y rotación. En general, durante este tipo de movilización, el extremo distal de la estructura que quiere movilizar está libre. Por ejemplo, durante una movilización analítica simple en flexión de hombro, la mano del paciente está libre. Dentro de la movilización analítica simple se habla de la toma y la contratoma. La mano ejecutora (mano móvil) de la movilización es la toma, mientras que la mano que ayuda estabilizando o acompañando al movimiento de la mano ejecutora (mano fija) es la contratoma.

6.4.1 PRINCIPIOS TERAPÉUTICOS DE LA MOVILIZACIÓN ANALÍTICA SIMPLE

Al llevar a cabo una movilización analítica simple es necesario seguir los siguientes principios:

- Respetar los ejes y los planos fisiológicos de los movimientos osteocinemáticos.
- Movilizar en toda la amplitud del movimiento permitida por el paciente.
- Se aconseja respetar la regla del no dolor. En ocasiones, cuando el paciente tenga un umbral del dolor muy bajo, se puede producir dolor, pero este siempre debe ser totalmente controlado y tolerado por el paciente.
- No intercalar articulaciones intermedias, es decir, el terapeuta realiza la fuerza activa de movilización en el tercio distal del hueso proximal de la articulación diana.
- La toma debe ser en el tercio distal del segmento proximal a la articulación diana, mientras que la contratoma debe asistir el movimiento de la toma. La contratoma debe colocarse de tal forma que evite, en la medida de lo posible, las compensaciones durante la movilización. Generalmente intenta estabilizar el tercio distal del segmento proximal de la articulación diana.
- La movilización se realiza con el peso del terapeuta, nunca con la fuerza de las manos.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

6.4.2 APLICACIÓN DE LA MOVILIZACIÓN ANALÍTICA SIMPLE

La movilización analítica simple es un acto formado por cuatro tiempos:

1. *Tiempo 1* (T1): tiempo de ida o iniciación. Representa el tiempo que tarda la articulación que está siendo movilizada en alcanzar el final del movimiento articular permitido.
2. *Tiempo 2* (T2): período de mantenimiento. Es el tiempo en el que se mantiene la articulación diana en el límite máximo articular. Tal y como se ha explicado, este tiempo puede ser mínimo (cinesiterapia pasiva forzada momentánea) o duradero (cinesiterapia pasiva forzada mantenida).
3. *Tiempo 3* (T3): secuencia de retorno. Representa el tiempo que tarda la articulación que está siendo movilizada en volver al inicio del movimiento articular permitido.
4. *Tiempo 4* (T4): tiempo de reposo. Es el tiempo en el que la articulación descansa en posición de reposo.

Un ritmo apropiado de movilización podría ser: T1 = T3 = T2 ////// T4 = T1 + T2 + T3. Sin embargo, y tal y como veremos en el apartado 6.6, la dosificación de la movilización estará en función de varios factores del propio paciente.

6.5 MOVILIZACIÓN ANALÍTICA ESPECÍFICA

La movilización analítica específica es aquella que solicita una articulación de forma aislada, sigue el eje mecánico de la articulación, pero no un plano de movimiento fisiológico de referencia, por lo que usa los movimientos artrocinemáticos: rodamiento, deslizamiento y giro. En general, durante la movilización analítica específica, la estructura que se va a movilizar está libre de fuerzas compresivas.

Dentro de la movilización analítica específica es más difícil hablar de toma y contratoma, ya que, en numerosas ocasiones, ambas manos son ejecutoras de la acción.

Durante las actividades cotidianas, siempre que se produce un movimiento osteocinemático, se produce el movimiento artrocinemático correspondiente. Por ejemplo, siempre que una persona realiza un movimiento de abducción del hombro (movimiento osteocinemático) se produce el rodamiento y deslizamiento de la cabeza humeral (movimiento artrocinemático). Durante la movilización analítica específica, es la única situación en la que se puede obtener un movimiento artrocinemático pasivo sin movimiento osteocinemático, ya que es el terapeuta el que realiza la movilización.

6.5.1 PRINCIPIOS TERAPÉUTICOS DE LA MOVILIZACIÓN ANALÍTICA ESPECÍFICA

Al llevar a cabo una movilización analítica específica es necesario seguir los siguientes principios:

- Respetar los ejes articulares de los movimientos artrocinemáticos.
- Movilizar al final de la amplitud del movimiento permitida por el paciente. De hecho, la movilización analítica específica se realiza al llegar a la sensación final o *end feel* de cada una de las articulaciones.
- Se aconseja respetar la regla del no dolor. La movilización analítica específica se usa para el alivio del dolor.
- No intercalar articulaciones intermedias, es decir, la fuerza activa de movilización realizada por el terapeuta debe estar cercana a la articulación diana. Este principio es común con la movilización analítica simple, pero adquiere una mayor relevancia en la movilización analítica específica debido a la especificidad de la técnica.
- Ambas manos (toma y contratoma) deben estar lo más próximas a la articulación diana.

6.5.2 LA REGLA CÓNCAVO-CONVEXA

Las distintas técnicas de movilización analítica específica (rodamiento, deslizamiento y giro) atienden a la llamada *regla cóncavo-convexa*[10]. Esta regla establece que cuando la superficie articular que se mueve durante un movimiento osteocinemático es cóncava, el deslizamiento de la carilla articular se produce en la misma dirección y el mismo sentido que el desplazamiento angular osteocinemático. Por ejemplo, durante la flexión de un dedo, el extremo móvil tiene una superficie cóncava (base de la falange distal), por lo que el deslizamiento será en la misma dirección y sentido que la flexión del dedo (es decir hacia abajo). Al contrario, cuando la superficie articular que se mueve durante un movimiento angular osteocinemático es convexa, el deslizamiento de la carilla articular se produce en la misma dirección, pero en sentido contrario que el desplazamiento angular osteocinemático. Por ejemplo, durante la abducción de hombro, el extremo móvil tiene una superficie convexa (cabeza humeral), por lo que el deslizamiento se realiza en la misma dirección pero sentido contrario (mientras el húmero asciende angularmente, la cabeza humeral desciende). La figura 6-2 muestra un esquema de la regla cóncavo-convexa.

No obstante, es importante determinar que una misma articulación puede comportarse como cóncava-convexa o convexa-cóncava dependiendo de cuál sea el extremo articular fijo y cuál sea el móvil. Es más, las superficies cóncava y convexa pueden ser móviles simultáneamente, y esto es precisamente lo que ocurre en los movimientos funcionales, donde no encontramos un segmento estrictamente fijo y otro estrictamente móvil[11].

6.6 DOSIFICACIÓN DE LA MOVILIZACIÓN ANALÍTICA SIMPLE O ESPECÍFICA

Uno de los aspectos más importantes, además de elegir adecuadamente la técnica y la movilización para cada paciente, es su dosificación. Un evento clínico relevante es que se recomienda realizar una movilización analítica específica antes que una movilización analítica simple en un paciente con limitación articular, con objeto de favorecer, en primer lugar, el movimiento artrocinemático (juego articular) para luego insistir en mejorar el movimiento osteocinemático.

Tanto la movilización analítica simple como la movilización específica tienen un ritmo y una cadencia individual, es decir, deben adaptarse a la situación del paciente en cada momento. Para dosificar la técnica podemos jugar con dos factores: *velocidad y amplitud* de la movilización. A mayor velocidad de ejecución y/o a mayor amplitud de movilización, mayor resistencia ofrecerán los tejidos, por lo que la intensidad de la técnica será mayor. Por ello, se puede dosificar la intensidad de la técnica con una velocidad lenta y una mayor amplitud, o una velocidad más elevada y una corta amplitud. La combinación de estos dos factores va a estar determinada por la resistencia de los tejidos a

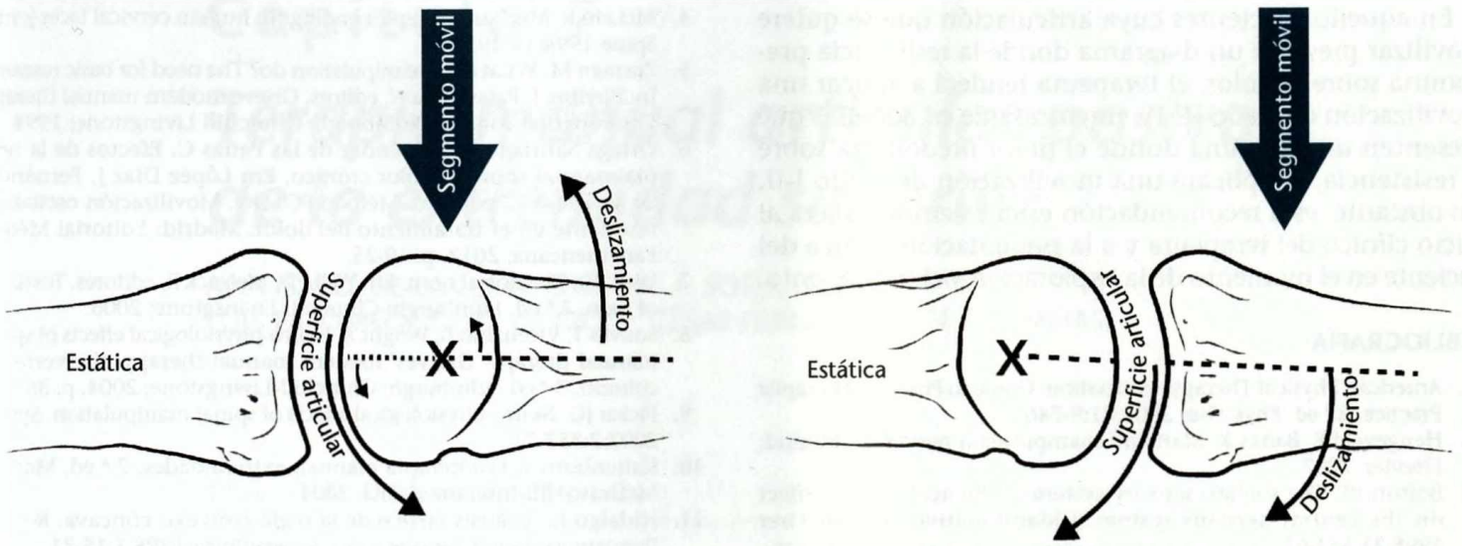


Figura 6-2. Esquema de la regla cóncavo-convexa. En la izquierda, el segmento móvil es el convexo, mientras que en la derecha lo es el cóncavo.

la movilización y la presencia o no de dolor. Para explicar la relación entre la resistencia que ofrecen los tejidos y la presencia del dolor, usamos los diagramas de resistencia-dolor que ha sugerido Maitland[2].

La figura 6-3 muestra el diagrama de un tejido normal con resistencia exponencial a la movilización, siendo esta resistencia mínima al inicio (0-25%) y máxima al final de la amplitud articular (75-100%). Cuando se incluye la presencia de dolor, debemos considerar dos posibilidades clínicas, o dos tipos de situaciones: en la primera la resistencia del tejido es anterior (predomina) sobre el dolor, mientras que en la segunda el dolor es anterior (predomina) sobre la presencia de resistencia tisular.

La figura 6-4 muestra un diagrama donde la resistencia del tejido predomina sobre el dolor, de forma que la movilización analítica está condicionada por la amplitud articular y la resistencia del tejido antes que por el dolor, el cual va a estar presente sobre todo al final de la movilización.

La figura 6-5 muestra un diagrama donde el dolor predomina sobre la resistencia del tejido, de forma que la movilización analítica está condicionada por el dolor y se realizará a amplitudes articulares pequeñas, ya que el dolor está presente desde casi el inicio de esta.

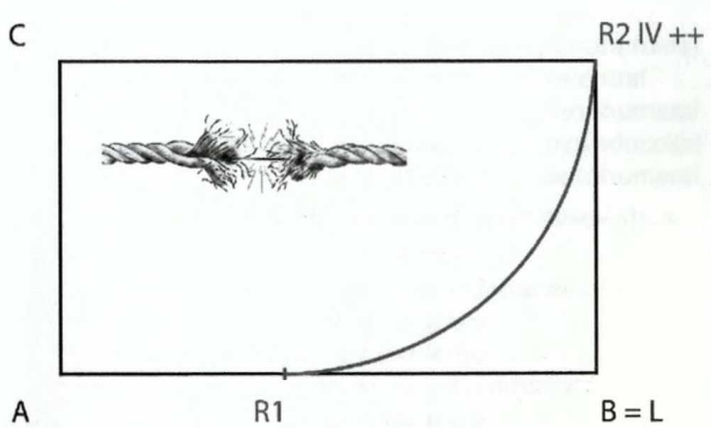


Figura 6-3. Diagrama de resistencia del tejido a la movilización. L: límite articular; R1: inicio de la resistencia del tejido; R2: resistencia máxima del tejido.

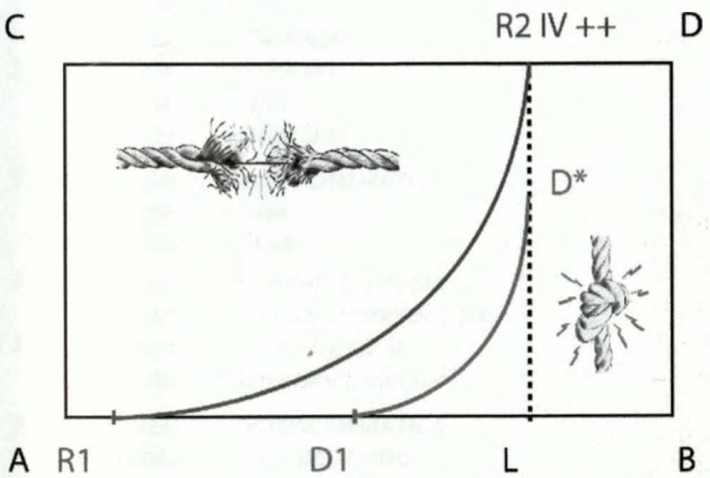


Figura 6-4. Diagrama donde la resistencia del tejido predomina sobre el dolor. D*: dolor alcanzado al final de la resistencia; D1: inicio del dolor; L: límite articular; R1: inicio de la resistencia del tejido; R2: resistencia máxima del tejido.

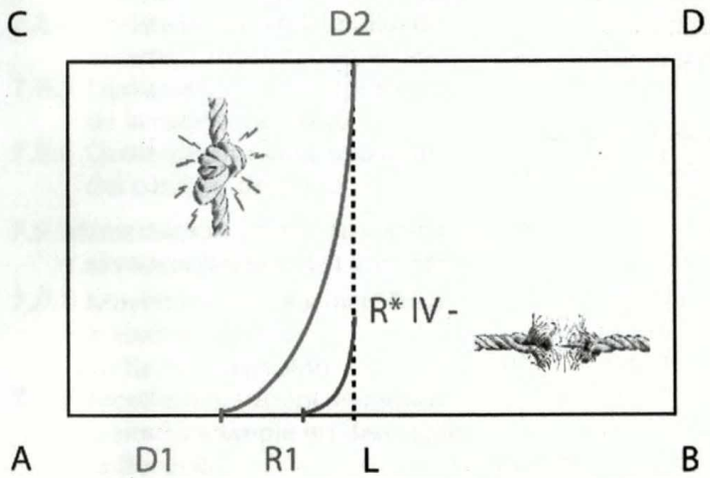


Figura 6-5. Diagrama donde el dolor predomina sobre la resistencia del tejido. D1: inicio del dolor; D2: dolor máximo del paciente; L: límite articular; R*: resistencia alcanzada con el máximo dolor; R1: inicio de la resistencia del tejido.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

En aquellos pacientes cuya articulación que se quiere movilizar presenta un diagrama donde la resistencia predomina sobre el dolor, el terapeuta tenderá a aplicar una movilización de grado III-IV, mientras que en aquellos que presenten un diagrama donde el dolor predomina sobre la resistencia, se aplicará una movilización de grado I-II. No obstante, esta recomendación estará siempre sujeta al juicio clínico del terapeuta y a la presentación clínica del paciente en el momento de la exploración y el tratamiento.

Bibliografía

1. American Physical Therapy Association: Guide to Physical Therapist Practice. 2.ª ed. Phys Ther 2001;81:9-746.
2. Hengeveld E, Banks K. Maitland manipulación periférica. Madrid: Elsevier; 2007.
3. Bolton PS. The somato-sensory system of the neck and its effect on the central nervous system. J Manipulative Physiol Ther 1998;21:553-63.
4. McLain R. Mechano-receptor endings in human cervical facet joints. Spine 1994;19:495-501.
5. Zusman M. What does manipulation do? The need for basic research. In: Boyling J, Palastanga N, editors. Grieve modern manual therapy: The vertebral column. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1994.
6. Ortega Santiago R, Fernández de las Peñas C. Efectos de la terapia manual sobre el dolor crónico. En: López Díaz J, Fernández de las Peñas C, editores. Método POLD®. Movilización oscilatoria resonante en el tratamiento del dolor. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2012. p. 19-25.
7. Wall PD. The dorsal horn. En: Wall PD, Melzack R, editores. Textbook of pain. 2.ª ed. Edinburgh: Churchill Livinsgtone; 2006.
8. Souvlis T, Vicenzino B, Wright A. Neuro-physiological effects of spinal manual therapy. Grieves' modern manual therapy: the vertebral column. 3.ª ed. Edinburgh: Churchill-Livingstone; 2004. p. 367-79.
9. Pickar JG. Neuro-physiological effects of spinal manipulation. Spine J 2002;2:357-71.
10. Kaltenborn F. Fisioterapia manual: extremidades. 2.ª ed. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana; 2004.
11. Hidalgo E. Análisis crítico de la regla convexo cóncava. Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología 1998;1:15-31.

Capítulo 7

Terapia manual articular pasiva de la extremidad superior

ANA ISABEL DE LA LLAVE RINCÓN • SOFÍA LAGUARTA VAL •
LUIS PALOMEQUE DEL CERRO • CÉSAR FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

7.1 INTRODUCCIÓN

7.2 INDICACIONES, CONTRAINDICACIONES, PELIGROS Y PRECAUCIONES

7.3 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA DEL COMPLEJO DEL HOMBRO

7.3.1 Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión
7.3.2 Movilización osteocinemática o analítica simple en extensión
7.3.3 Movilización osteocinemática o analítica simple en abducción
7.3.4 Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación externa
7.3.5 Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación interna
7.3.6 Movilización osteocinemática o analítica simple en abducción-aducción horizontal

7.4 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA DE LA ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL

7.4.1 Movilización global: ritmo escapulohumeral
7.4.2 Deslizamiento caudal de la articulación glenohumeral
7.4.3 Deslizamiento posterior de la articulación glenohumeral
7.4.4 Deslizamiento anterior de la articulación glenohumeral
7.4.5 Deslizamiento dorsoventral de la articulación glenohumeral
7.4.6 Deslizamiento en circunducción de la articulación glenohumeral

7.5 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA DE LA ESCÁPULA

7.5.1 Deslizamiento craneocaudal de la escápula
7.5.2 Deslizamiento en abducción-aducción de la escápula
7.5.3 Deslizamiento en báscula interna-externa de la escápula

7.6 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA DE LA ARTICULACIÓN ESTERNOCOSTOCLAVICULAR

7.6.1 Deslizamiento caudal de la articulación esternocostoclavicular
7.6.2 Deslizamiento dorsal de la articulación esternocostoclavicular

7.7 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA DE LA ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

7.7.1 Deslizamiento anteroposterior de la articulación acromioclavicular
7.7.2 Deslizamiento caudal de la articulación acromioclavicular

7.8 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL CODO

7.8.1 Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión-extensión
7.8.2 Movilización osteocinemática o analítica simple en pronación-supinación
7.8.3 Deslizamiento en lateralidad interna o movilización en valgo
7.8.4 Deslizamiento en lateralidad externa o movilización en varo
7.8.5 Deslizamiento anteroposterior de la cabeza del radio
7.8.6 Deslizamiento anteroposterior del cúbito y del radio

7.9 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DE LA MUÑECA

7.9.1 Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión-extensión
7.9.2 Movilización osteocinemática o analítica simple en desviación radiocubital
7.9.3 Deslizamiento anterior-posterior de la articulación radiocubital distal

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

7.9.4 Tracción y rodamiento de la articulación radiocarpiana
7.9.5 Deslizamiento dorsal-ventral de los huesos del carpo
7.10 Movilización osteocinemática y artrocinemática de los dedos
7.10.1 Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión-extensión
7.10.2 Movilización osteocinemática o analítica simple del dedo pulgar
7.10.3 Deslizamiento dorsal-ventral de los huesos metacarpianos
7.10.4 Deslizamiento dorsal-ventral de las articulaciones interfalángicas
7.10.5 Deslizamiento multidireccional de la articulación trapeciometacarpiana del pulgar

Objetivos de aprendizaje

- Comprender las particularidades clínicas de la extremidad superior para la aplicación de la movilización analítica simple y específica.
- Conocer y comprender las técnicas de movilización analítica simple y específica de la cintura escapular.
- Conocer y comprender las técnicas de movilización analítica simple y específica de la región del codo.
- Conocer y comprender las técnicas de movilización analítica simple y específica de la muñeca y los dedos de la mano.

7.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se enumeran distintas movilizaciones osteocinemáticas, es decir, movilizaciones analíticas simples, y distintas movilizaciones artrocinemáticas, es decir, movilizaciones analíticas específicas del miembro superior. La ejecución de las técnicas que se presentan atiende a los principios teóricos explicados en los capítulos anteriores de esta obra. Tal y como ya se ha expuesto, en el campo de la cinesiterapia existen diversos métodos creados por fisioterapeutas en relación con las movilizaciones articulares, siendo los más representativos Maitland[1] y Kaltenborn[2]. Por ello, se han elegido distintas movilizaciones analíticas simples y específicas basadas en la experiencia clínica de los autores, derivándose así de ambos métodos.

Para entender correctamente la aplicación clínica de las movilizaciones osteocinemáticas y artrocinemáticas de las articulaciones del miembro superior, se deben considerar las particularidades biomecánicas y funcionales de dicho miembro[3-5]. Por ejemplo, debido a que el complejo articular del hombro es una de las regiones más móviles del ser humano, dependiente de la integración de cuatro articulaciones anatómicas (glenohumeral, acromioclavicular, esternocostoclavicular y omoserrática) y una funcional (subacromial y/o subdeltoidea), es importante analizar el comportamiento biomecánico de cada una de ellas y su correspondiente movilización articular. A su vez, cuando el paciente presente patología, se debe analizar el proceso de recuperación de los tejidos y el comportamiento o evolución natural del cuadro de dolor, siempre y cuando esto sea posible.

7.2 INDICACIONES, CONTRAINDICACIONES, PELIGROS Y PRECAUCIONES

Las técnicas de movilización osteocinemáticas y artrocinemáticas pueden aplicarse a cualquier tipo de patología del miembro superior, y tienen generalmente dos objetivos principales: la mejora del movimiento articular y la disminución del dolor. Los mecanismos mediante los cuales la movilización articular es capaz de obtener estos resultados se han detallado ya en capítulos anteriores. Podemos establecer las siguientes *indicaciones básicas* para la movilización del miembro superior:

1. Restricción de la movilidad articular, que puede estar presente con dolor o sin él.
2. Situación de coaptación articular. Existen numerosas patologías del miembro superior que cursan con un estado de coaptación (compresión) articular, sobre todo de la articulación glenohumeral, que se benefician de una correcta movilización artrocinemática.
3. Tratamiento rehabilitador tras fractura, debido a la inmovilización prolongada.
4. Tratamiento rehabilitador tras cirugía, debido a las adherencias generadas por el acto quirúrgico.
5. Efecto analgésico. En numerosas ocasiones, los pacientes presentan un cuadro de dolor sin mostrar restricciones articulares. Son las movilizaciones artrocinemáticas las que tienen un mayor efecto analgésico.

No obstante, es más importante que el terapeuta conozca claramente cuándo no debe realizar una movilización, es decir, hay que conocer las *contraindicaciones* de la movilización. En general, la patología del tejido del aparato locomotor presenta una primera fase inflamatoria aguda, cuya duración oscila entre 48 h y 1 semana, dependiendo de la gravedad de la lesión. Durante esta fase inflamatoria aguda, generalmente no es aconsejable realizar técnicas de movilización articular debido a que los tejidos se encuentran en una primera fase de reparación tisular. Por tanto, podemos enumerar distintas situaciones que constituyen una *contraindicación básica* para la movilización:

1. Traumatismos en fase aguda inflamatoria.
2. Fracturas recientes.
3. Dolor articular intenso de carácter inflamatorio.

4. Procesos inflamatorios del tejido periarticular *(bursa)* en fase aguda.
5. Inestabilidad o luxación articular.

A su vez, existe una contraindicación que puede ser determinante, y es la existencia de fobia/miedo a la movilización por parte del paciente. Hay pacientes que tienen miedo a las técnicas de movilización, más concretamente a técnicas específicas como son la manipulación articular. En estos casos, el terapeuta debe barajar si la aplicación de una técnica de movilización va a beneficiar al paciente más que empeorar su situación.

Finalmente, se deben considerar distintos *peligros y precauciones* a la hora de realizar las técnicas de movilización articular:

1. Correcta aplicación de la técnica. Hay que seguir los principios establecidos.
2. Idoneidad de la técnica para ese paciente. No todos los pacientes se beneficiarán de una misma movilización.
3. Umbral de tolerancia del paciente y dolor. Determina la intensidad de la movilización.
4. Respuesta del paciente a la técnica. En algunos pacientes, la aplicación de una movilización articular puede no producir los resultados esperados.

7.3 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA DEL COMPLEJO DEL HOMBRO

7.3.1 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN FLEXIÓN

Nota: se dispone de dos posiciones, dependiendo de la limitación de movimiento de flexión que presente el paciente.

Posición del paciente (PP): decúbito supino.

Posición del terapeuta (PT): bipedestación homolateral al paciente mirando hacia la cabeza.

7.3.1.1 Amplitud de movimiento de 0° a 90° de flexión

Contactos:

- *Toma:* tercio distal del húmero.
- *Contratoma:* cara anterior del hombro.

Ejecución: el fisioterapeuta realiza una flexión de hombro hasta los 90° (fig. 7-1 A).

7.3.1.2 Amplitud de movimiento de 90° a 180° de flexión

Contactos:

- *Toma:* tercio distal del húmero.
- *Contratoma:* tercio distal del antebrazo.

Ejecución: las manos se deslizan por el brazo del paciente en relación a la movilización anterior, de tal forma que la mano que era toma pasa a ser contratoma y viceversa (fig. 7-1 B).

7.3.2 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN EXTENSIÓN

PP: decúbito contralateral.

PT: bipedestación detrás del paciente.

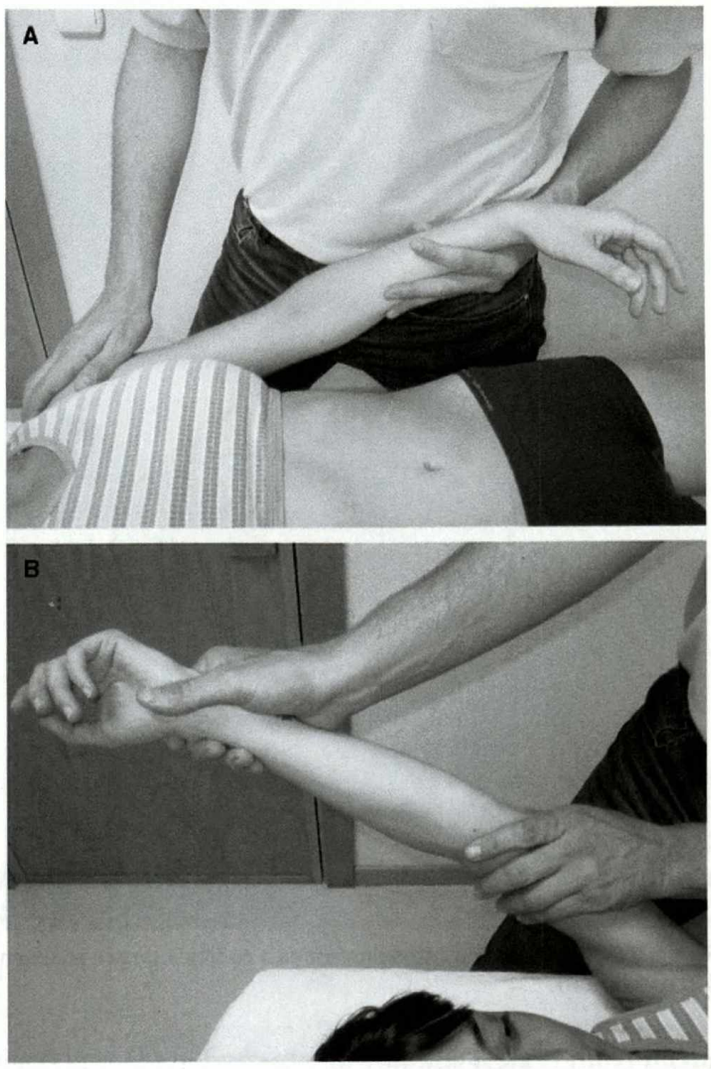


Figura 7-1. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión de hombro. A) Posicionamiento hasta los 90° de flexión. B) Posicionamiento a partir de los 90° de flexión de hombro.

Contactos:

- *Toma:* el antebrazo del paciente se pone sobre el brazo del terapeuta en posición de cuna o agarrando la muñeca a la altura del tercio distal del brazo del paciente.
- *Contratoma:* parte craneal de la cabeza del húmero.

Ejecución: el fisioterapeuta, con un balanceo de su cuerpo, moviliza el brazo hacia la extensión. La mano que realiza la contratoma testa el movimiento (fig. 7-2).

7.3.3 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN ABDUCCIÓN

Nota: se dispone de dos posiciones, dependiendo de la limitación de movimiento de abducción que presente el paciente.

7.3.3.1 Amplitud de movimiento de 0° a 90° de abducción

PP: decúbito supino.

PT: bipedestación homolateral a la altura del hombro, mirando hacia los pies del paciente.

Contactos:

- *Toma:* en cuna con la mano a la altura del tercio distal del brazo del paciente.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

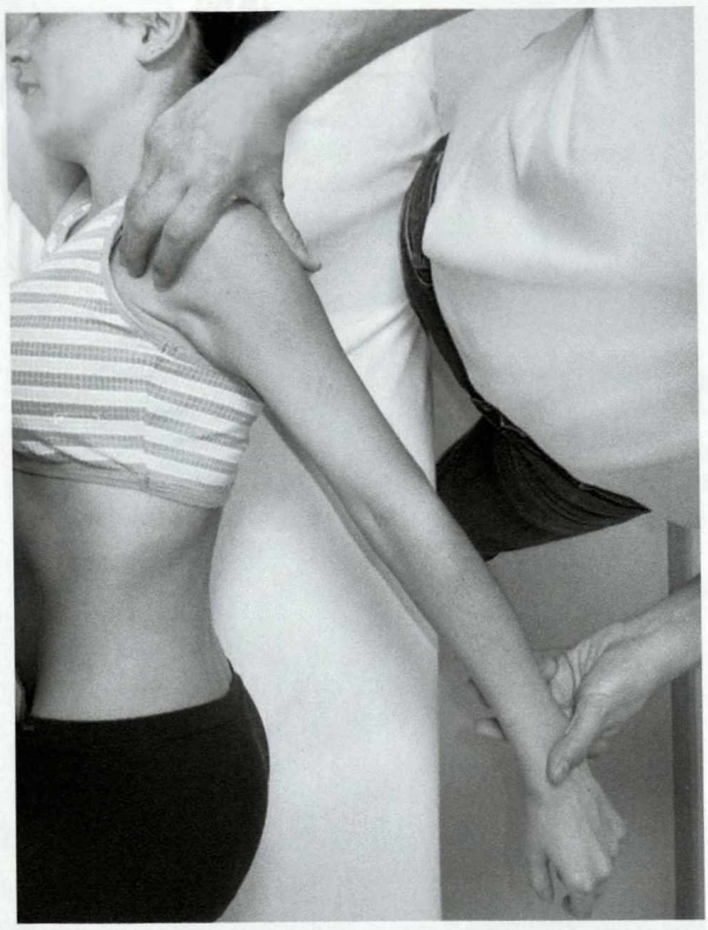


Figura 7-2. Movilización osteocinemática o analítica simple en extensión de hombro.

- *Contratoma:* en la cara superior y anterior de la cabeza humeral.

Ejecución: el fisioterapeuta efectúa un balanceo hacia atrás de su cuerpo realizando una abducción del hombro del paciente hasta los 90° (fig. 7-3).

Precaución: realizar el movimiento únicamente en el plano frontal.



Figura 7-3. Movilización osteocinemática o analítica simple en abducción de 0° a 90°.



Figura 7-4. Movilización osteocinemática o analítica simple en abducción más de 90°.

7.3.3.2 Amplitud de movimiento superior a 90° de abducción

PP: decúbito supino.

PT: entre el brazo y el tronco del paciente, mirando hacia la cabeza del paciente.

Contactos:

- *Toma:* en cuna contactando con el tercio distal del brazo del paciente.
- *Contratoma:* sobre la parte anterior de la cabeza del húmero.

Ejecución: el terapeuta realiza un balanceo del cuerpo en dirección craneal para aumentar el movimiento desde los 90° hasta la amplitud máxima permitida (fig. 7-4).

7.3.4 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN ROTACIÓN EXTERNA

Nota: se dispone de dos posiciones.

7.3.4.1 Con el codo del paciente pegado al cuerpo

PP: decúbito supino con el codo en flexión de 90° y el brazo pegado al cuerpo.

PT: bipedestación en el lado homolateral mirando hacia el tronco del paciente.

Contactos:

- *Toma:* en el tercio distal del antebrazo.
- *Contratoma:* sobre la cabeza del húmero.

Ejecución: la mano del terapeuta que hace de toma mueve el antebrazo del paciente hacia fuera, para realizar así la rotación externa mientras las contratoma testa el movimiento de la cabeza humeral (fig. 7-5).

7.3.4.2 Con el codo del paciente en abducción de 90°

PP: decúbito supino con una abducción glenohumeral de 90° y el codo flexionado 90°.



Figura 7-5. Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación externa con el hombro pegado al cuerpo.

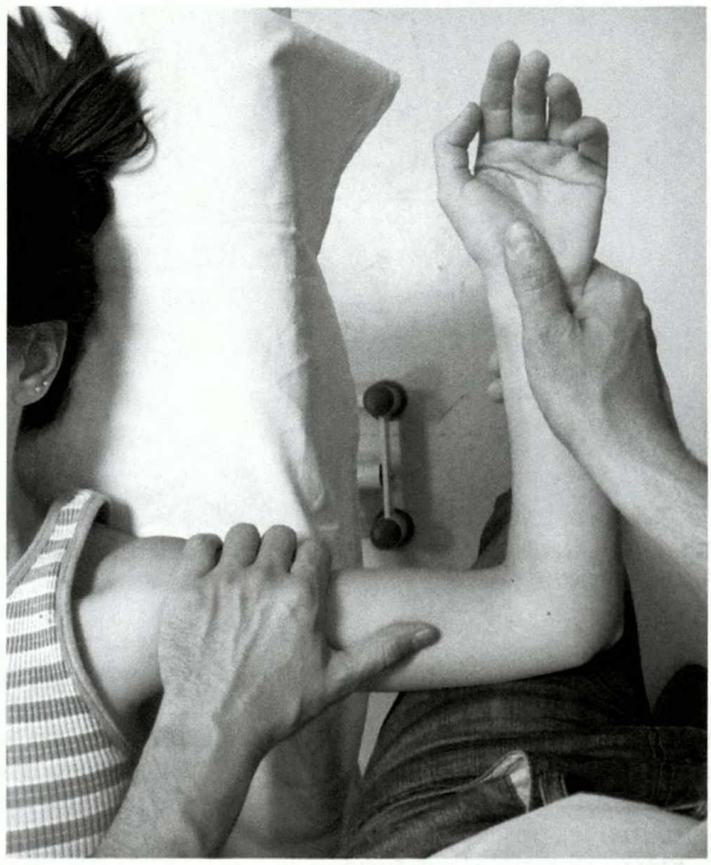


Figura 7-6. Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación externa con el hombro en abducción de 90°.

PT: bipedestación entre el brazo y el tronco del paciente mirando en dirección craneal. El codo del paciente apoyado en la cara anterior del muslo del fisioterapeuta.

Contactos:

- *Toma:* en la cara anterior del tercio distal del antebrazo del paciente.
- *Contratoma:* sobre la cabeza del húmero.

Ejecución: la toma empuja el antebrazo hacia el suelo mientras la contratoma testa el movimiento que se realiza en la articulación glenohumeral (fig. 7-6).

Nota importante: en la posición de rotación externa y abducción hay que tener precaución, ya que si se fuerza la articulación puede luxarse.

7.3.5 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN ROTACIÓN INTERNA

PP: decúbito supino con una abducción glenohumeral de 90° y el codo flexionado 90°.

PT: bipedestación, craneal al brazo del paciente mirando hacia los pies de este, con el codo del paciente apoyado sobre la cara anterior del muslo del fisioterapeuta.

Contactos:

- *Toma:* en la cara dorsal del tercio distal del antebrazo del paciente.
- *Contratoma:* sobre la cabeza del húmero.

Ejecución: el codo del paciente se estabiliza sobre el muslo del fisioterapeuta. La toma empuja el antebrazo hacia el suelo mientras la contratoma testa el movimiento (fig. 7-7).

7.3.6 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN ABDUCCIÓN-ADUCCIÓN HORIZONTAL

PP: decúbito supino con 90° de flexión de hombro y ligera flexión de codo.

PT: bipedestación en el lado homolateral mirando al paciente.

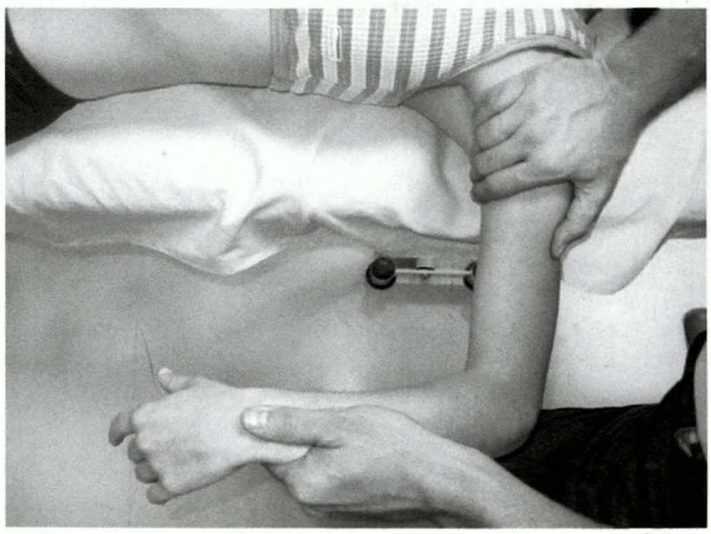


Figura 7-7. Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación interna del hombro.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 7-8. Movilización osteocinemática o analítica simple en abducción horizontal del hombro.

Contactos: en esta movilización las dos manos realizan el movimiento. Para la abducción, la mano externa contacta con la muñeca del paciente mientras que la mano interna se posiciona sobre la cara anterior del tercio distal del brazo. Para la aducción, la mano externa e interna permutan las posiciones.

Ejecución: para la abducción, la mano interna focaliza el movimiento mediante un empuje hacia el suelo, mientras que la mano externa ayuda al movimiento (fig. 7-8). Para la aducción, la mano externa focaliza el movimiento mediante un empuje hacia el cuerpo del paciente y la mano interna asiste el movimiento (fig. 7-9).

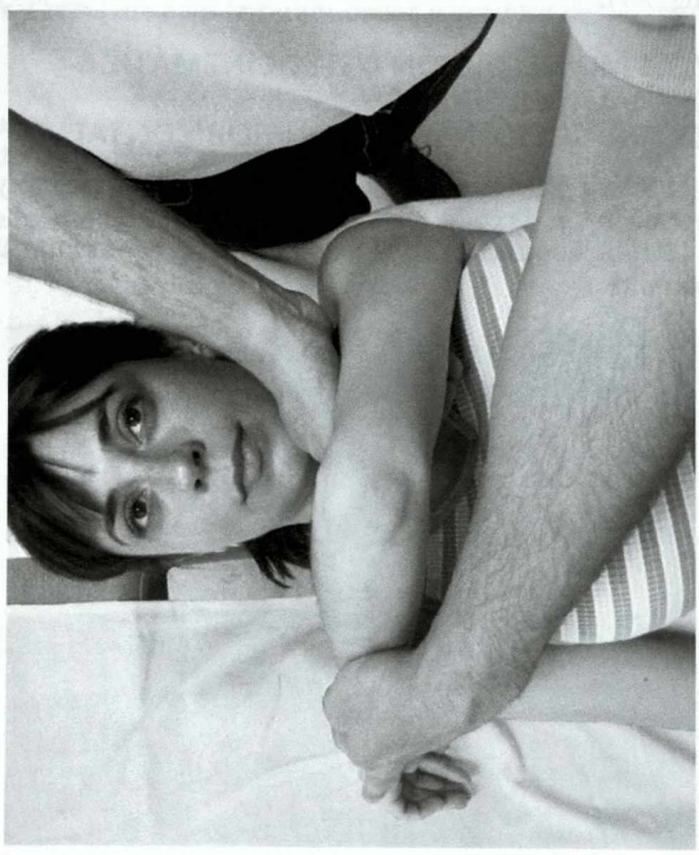


Figura 7-9. Movilización osteocinemática o analítica simple en aducción horizontal del hombro.

7.4 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA DE LA ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL

7.4.1 MOVILIZACIÓN GLOBAL: RITMO ESCAPULOHUMERAL

Objetivo: realizar un movimiento normalizado conjunto de las articulaciones glenohumeral y escapulotorácica.

PP: decúbito contralateral.

PT: bipedestación en la cara anterior del paciente.

Manos: una mano abraza la escápula y la otra mano realiza una toma en cuna contactando con el tercio distal del húmero.

Ejecución: el contacto de la escápula hace una báscula externa, mientras la mano del húmero realiza una flexión y una rotación externa con movimientos rítmicos (fig. 7-10).

Indicaciones: patrones de movimiento alterados a nivel articular.

7.4.2 DESLIZAMIENTO CAUDAL DE LA ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL

Objetivo: producir una apertura del espacio entre el acromion y la cabeza del húmero.

PP: decúbito supino con 90° de abducción de hombro.

PT: bipedestación homolateral al paciente, mirando hacia los pies de este.

Manos: la mano interna contacta con la parte superior de la cabeza del húmero, externo al acromion, mientras que la mano externa estabiliza el tercio distal del húmero.

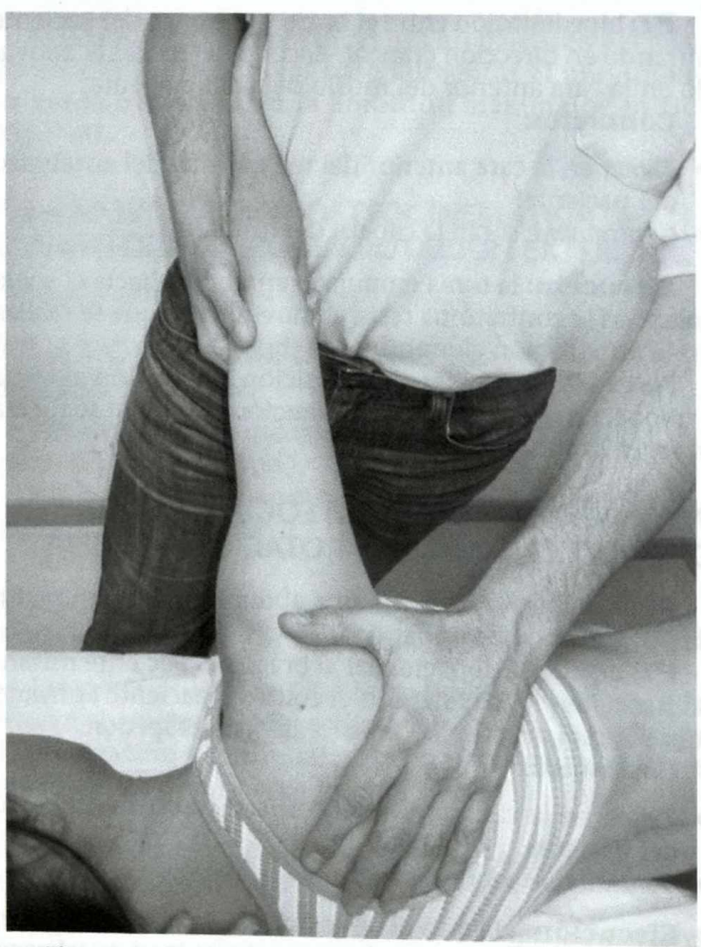


Figura 7-10. Movilización global: ritmo escapulohumeral.



Figura 7-11. Deslizamiento caudal de la articulación glenohumeral.

Ejecución: la mano que está en la cabeza del húmero hace un empuje caudal (hacia los pies) (fig. 7-11).

Indicaciones: lesiones en las que haya un ascenso de la cabeza del húmero, limitando el movimiento de abducción.

7.4.3 DESLIZAMIENTO POSTERIOR DE LA ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL

Objetivo: realizar un movimiento artrocinemático posterior de la cabeza del húmero.

PP: decúbito supino al borde de la camilla con 90° de abducción de hombro y la cabeza humeral por fuera de la camilla.

PT: bipedestación homolateral, colocado entre el brazo y el cuerpo del paciente.

Manos: la mano externa fija el tercio distal del húmero y la mano interna contacta con la parte anterior de la cabeza del húmero.

Ejecución: con la mano interna se realiza un empuje hacia el suelo ayudándose de su peso, mientras la mano externa estabiliza el brazo (fig. 7-12).

Indicaciones: restricción capsular posterior.



Figura 7-12. Deslizamiento posterior de la articulación glenohumeral.



Figura 7-13. Deslizamiento anterior de la articulación glenohumeral.

7.4.4 DESLIZAMIENTO ANTERIOR DE LA ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL

Objetivo: producir un movimiento artrocinemático anterior de la cabeza del húmero.

PP: decúbito prono al borde de la camilla con 90° de abducción de la articulación glenohumeral. La cabeza del húmero debe estar por fuera de la camilla.

PT: bipedestación homolateral, colocado entre el brazo y el cuerpo del paciente.

Manos: la mano externa sujeta el tercio distal del húmero, y la mano interna contacta con la parte posterior de la cabeza del húmero.

Ejecución: con la mano interna se realiza un empuje hacia el suelo ayudándose de su peso, mientras la mano externa estabiliza el brazo (fig. 7-13).

Indicaciones: restricción capsular anterior.

7.4.5 DESLIZAMIENTO DORSOVENTRAL DE LA ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL

Objetivo: realizar un movimiento combinado posterior y anterior de la cabeza del húmero.

PP: decúbito supino al borde de la camilla con 90° de abducción de la articulación glenohumeral. La cabeza del húmero debe estar por fuera de la camilla.

PT: bipedestación al lado homolateral del paciente.

Manos: se hace una toma bimanual en la que los pulgares se posicionan en la cara anterior de la cabeza humeral y el resto de los dedos abrazan la parte posterior de esta. Con la ayuda del antebrazo y el cuerpo se estabiliza el brazo del paciente (fig. 7-14).

Ejecución: se realiza un movimiento hacia el techo (deslizamiento anterior) y un movimiento hacia el suelo (deslizamiento posterior).

Indicaciones: restricción capsular anterior y posterior.

7.4.6 DESLIZAMIENTO EN CIRCUNDUCCIÓN DE LA ARTICULACIÓN GLENOHUMERAL

Objetivo: inducir movimientos «en infinito» para eliminar restricciones capsulares.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 7-14. Deslizamiento dorsoventral (circunducción) de la articulación glenohumeral.



Figura 7-15. Deslizamiento craneocaudal de la escápula.

PP: decúbito supino al borde de la camilla con 90° de abducción de la articulación glenohumeral. La cabeza del húmero debe estar por fuera de la camilla.

PT: bipedestación del lado afectado del paciente.

Manos: se realiza la misma toma que el deslizamiento dorsoventral de la articulación glenohumeral (v. fig. 7-14).

Ejecución: se realiza un movimiento «en infinito», es decir, primero hacia anterior y craneal, a continuación posterior y craneal, seguido hacia anterior y caudal, para terminar en posterior y caudal. Se pueden realizar en los dos sentidos.

Indicaciones: restricción capsular generalizada.

7.5 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA DE LA ESCÁPULA

7.5.1 DESLIZAMIENTO CRANEOCAUDAL DE LA ESCÁPULA

Objetivo: movilizar la escápula en relación con las costillas.

PP: decúbito contralateral con el brazo en posición anatómica.

PT: bipedestación, en la cara ventral del hombro.

Manos: la mano craneal contacta con el ángulo superior e interno de la escápula y la mano caudal se coloca a la altura del ángulo inferior de la escápula. El brazo del paciente se sitúa sobre el brazo del terapeuta con una toma en cuna (fig. 7-15).

Ejecución: el movimiento craneal se induce con la mano caudal empujando el ángulo inferior en dirección craneal. El movimiento caudal se induce mediante empuje de la espina de la escápula con la mano craneal hacia caudal.

Indicaciones: cualquier alteración cinemática del complejo articular del hombro.

7.5.2 DESLIZAMIENTO EN ABDUCCIÓN-ADUCCIÓN DE LA ESCÁPULA

Objetivo: favorecer el movimiento escapulotorácico.

PP: decúbito contralateral con el brazo en posición anatómica.

PT: bipedestación, en la cara ventral del hombro.

Manos: ambas manos colocan el dedo índice sobre el borde medial de la escápula, mientras que las manos rodean los bordes superior e inferior de la escápula. El brazo del paciente con una toma en cuna (fig. 7-16).

Ejecución: se realiza un movimiento de abducción y aducción con las manos, con la ayuda del cuerpo del terapeuta.

Indicaciones: cualquier alteración cinemática del complejo articular del hombro.

7.5.3 DESLIZAMIENTO EN BÁSCULA INTERNA-EXTERNA DE LA ESCÁPULA

Objetivo: aumentar la amplitud de movimiento y la excursión escapular.

PP: decúbito contralateral con el brazo en posición anatómica.

PT: igual que en la anterior.

Manos: la eminencia hipotenar de la mano craneal contacta con el ángulo superior e interior de la escápula, y el resto de dedos sobre la espina de la escápula. La eminencia hipotenar de la mano caudal contacta con el ángulo

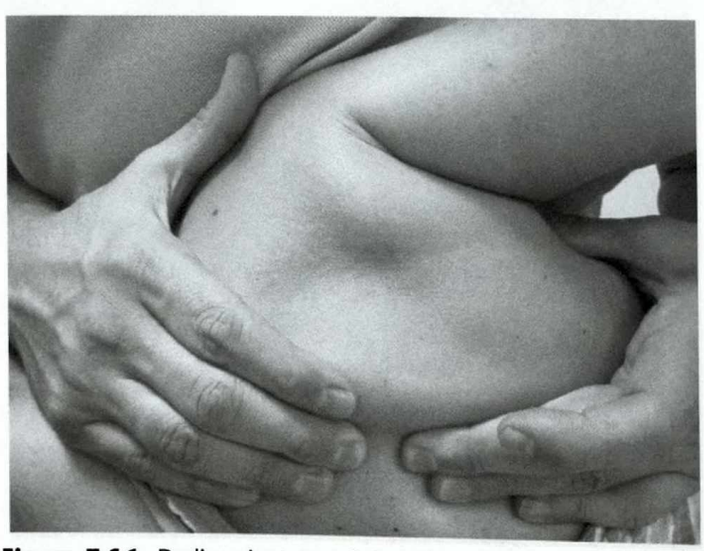


Figura 7-16. Deslizamiento en abducción-aducción de la escápula.

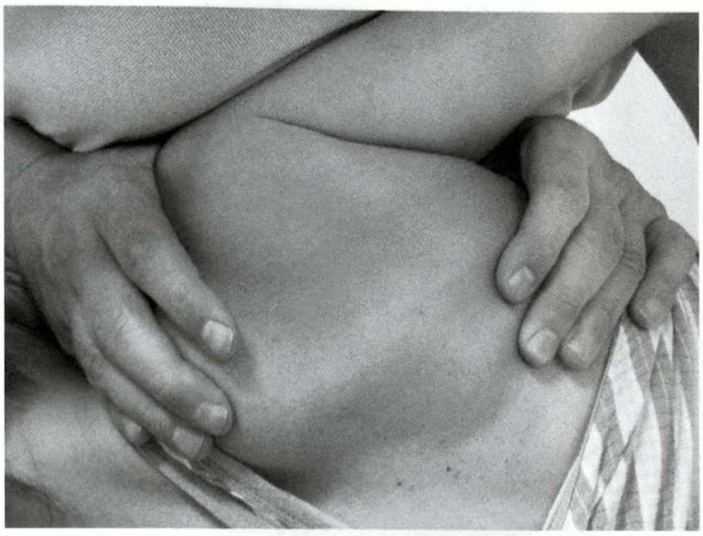


Figura 7-17. Deslizamiento en báscula interna-externa de la escápula.

inferior de la escápula, y el resto de dedos sobre la parrilla costal (fig. 7-17).

Ejecución: el fisioterapeuta realiza un movimiento de báscula externa e interna de la escápula ayudándose de su brazo caudal.

Indicaciones: cualquier alteración cinemática del complejo articular del hombro.

7.6 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA DE LA ARTICULACIÓN ESTERNOCOSTOCLAVICULAR

7.6.1 DESLIZAMIENTO CAUDAL DE LA ARTICULACIÓN ESTERNOCOSTOCLAVICULAR

Objetivo: disminuir el dolor articular de esta articulación.

PP: decúbito supino con el hombro a 180° de abducción.

PT: bipedestación craneal al hombro del paciente.

Manos: la eminencia hipotenar de la mano medial contacta con la cara superior de la articulación esternocostoclavicular, mientras que la mano lateral fija el tercio distal del brazo (fig. 7-18).

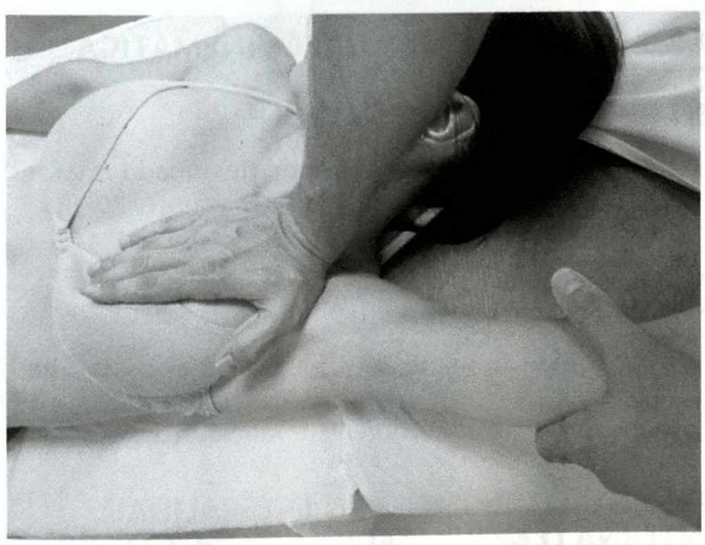


Figura 7-18. Deslizamiento caudal de la articulación esternocostoclavicular.

Ejecución: se efectúa un empuje hacia los pies del paciente con la mano interna.

Indicaciones: cualquier alteración cinemática del complejo articular del hombro.

7.6.2 DESLIZAMIENTO DORSAL DE LA ARTICULACIÓN ESTERNOCOSTOCLAVICULAR

Objetivo: aumentar la amplitud de movimiento del hombro, sobre todo en abducción y en aducción horizontal.

PP: decúbito supino con 90° de abducción de hombro.

PT: bipedestación homolateral al paciente mirando hacia la cabeza. El fisioterapeuta debe estar caudal al brazo del paciente.

Manos: la eminencia hipotenar de la mano interna se coloca sobre la articulación esternocostoclavicular y el resto de la mano sobre la clavícula. La mano externa fija el brazo del paciente a 90° de abducción (fig. 7-19).

Indicaciones: cualquier alteración cinemática del complejo articular del hombro.

7.7 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA DE LA ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

7.7.1 DESLIZAMIENTO ANTEROPOSTERIOR DE LA ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

Objetivo: aumentar la amplitud de movimiento del hombro en todos los sentidos.

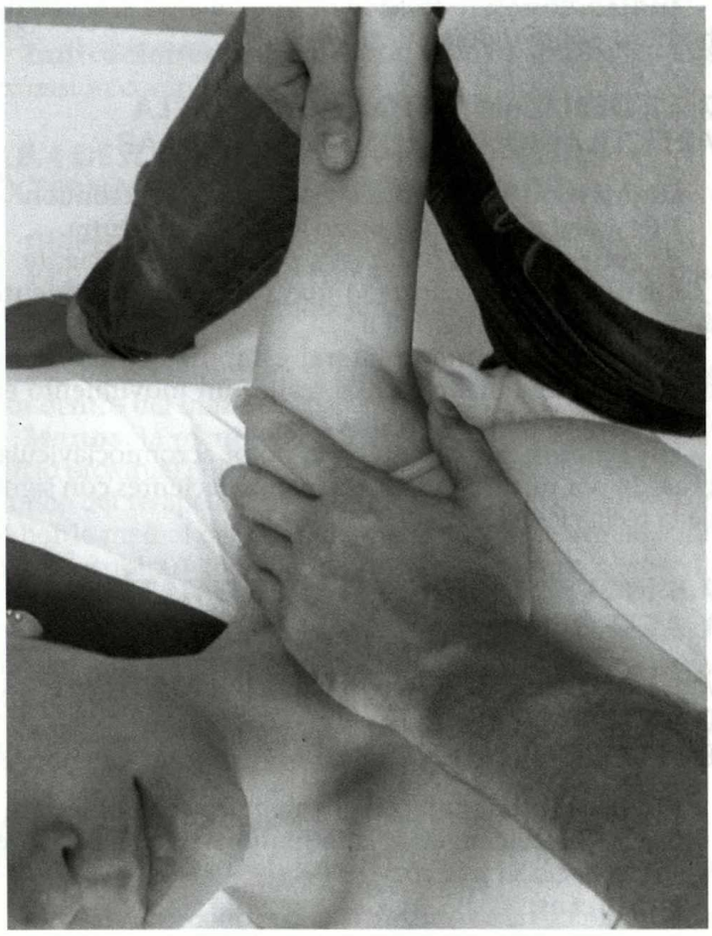


Figura 7-19. Deslizamiento dorsal de la articulación esternocostoclavicular.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 7-20. Deslizamiento anteroposterior (caudal) de la articulación acromioclavicular.

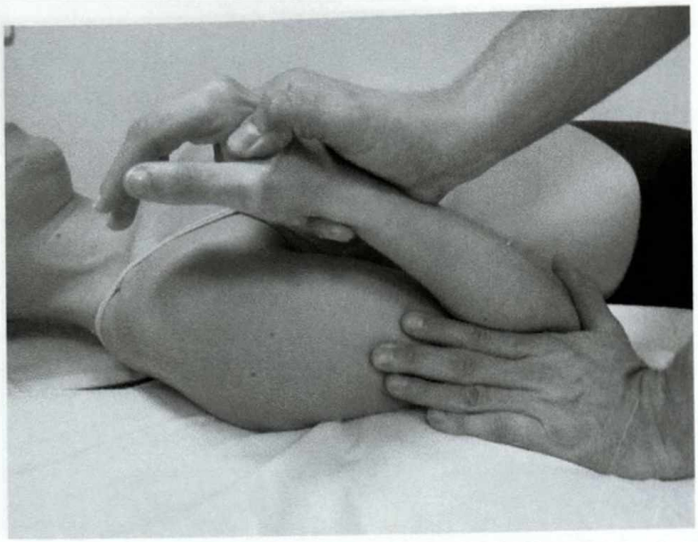


Figura 7-21. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión de codo.

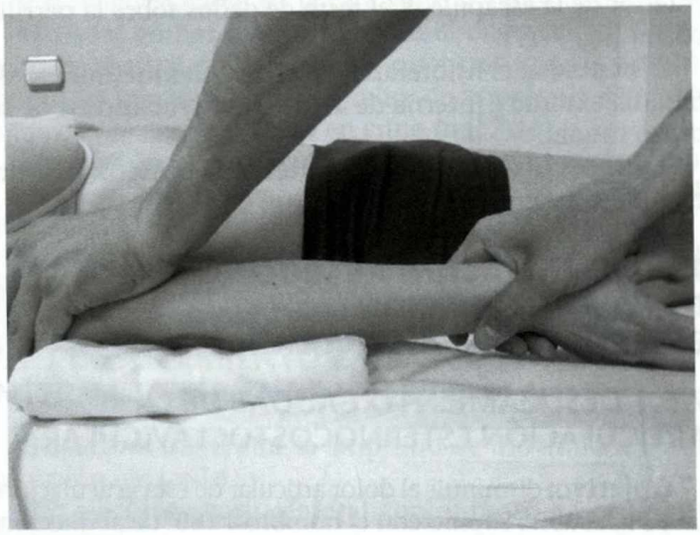


Figura 7-22. Movilización osteocinemática o analítica simple en extensión de codo.

PP: sedestación con el brazo en posición neutra.
PT: bipedestación por detrás del paciente.
Manos: la mano medial realiza una toma en «pico de pato» sobre el tercio distal de la clavícula de forma que el pulgar y el índice se sitúan sobre la cara anterior y posterior de la clavícula. La mano lateral realiza una contratoma, estabilizando la cara antero-posterior del borde del acromion.
Ejecución: la mano lateral estabiliza el acromion, mientras que la mano medial realiza un movimiento en dirección posterior y anterior de la clavícula (fig. 7-20).
Indicaciones: restricción de movimiento articular del hombro, sobre todo en flexión.

7.7.2 DESLIZAMIENTO CAUDAL DE LA ARTICULACIÓN ACROMIOCLAVICULAR

Objetivo: descender la clavícula sobre el acromion.
PP: sedestación con el brazo en posición neutra.
PT: bipedestación por la cara posterior del paciente.
Manos: mismo contacto que para el deslizamiento anteroposterior (v. fig. 7-20).
Ejecución: la mano lateral estabiliza el acromion mientras que la mano medial realiza un movimiento en dirección caudal de la clavícula.
Indicaciones: pacientes con dolor acromioclavicular causado por una caída sobre la mano. Pacientes con signo de la tecla clavicular.

7.8 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL CODO

7.8.1 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN FLEXIÓN-EXTENSIÓN

PP: decúbito supino con el antebrazo en supinación.
PT: bipedestación en el lado homolateral del paciente, mirando hacia su tronco.
Contactos:

- *Toma:* tercio distal del antebrazo.
- *Contratoma:* tercio distal del húmero.

Ejecución: el terapeuta realiza un movimiento de extensión y flexión del codo mediante un empuje en dirección craneal (fig. 7-21) o caudal (fig. 7-22) del antebrazo.

7.8.2 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN PRONACIÓN-SUPINACIÓN

PP: decúbito supino con el codo flexionado unos 90°.
PT: bipedestación homolateral al paciente.
Contactos:

- *Toma:* tercio distal del antebrazo.
- *Contratoma:* tercio distal del húmero.

Ejecución: la mano interna realiza el movimiento (toma) y la mano externa estabiliza el húmero tanto en pronación (fig. 7-23) como en supinación (fig. 7-24).

7.8.3 DESLIZAMIENTO EN LATERALIDAD INTERNA O MOVILIZACIÓN EN VALGO

Objetivo: apertura de la articulación humerocubital.

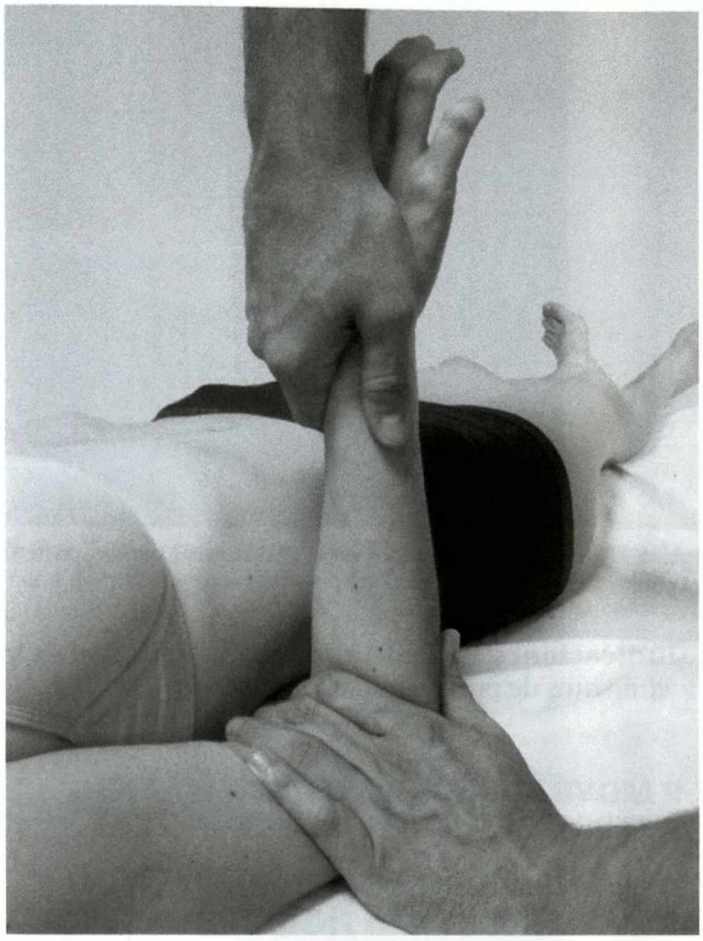


Figura 7-23. Movilización osteocinemática o analítica simple en pronación de antebrazo.



Figura 7-24. Movilización osteocinemática o analítica simple en supinación de antebrazo.

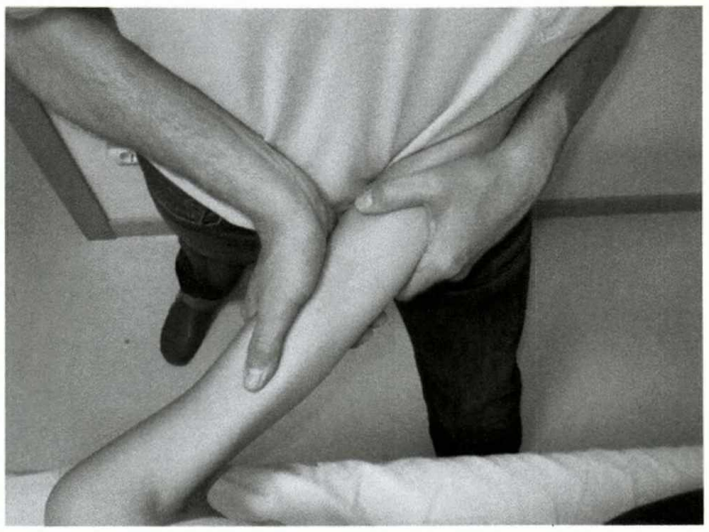


Figura 7-25. Deslizamiento en lateralidad interna o movilización en valgo del codo.

PP: decúbito supino con 45° de abducción de hombro y antebrazo en supinación.

PT: bipedestación en el lado afectado, posicionándose por fuera del brazo del paciente.

Manos: la mano y el antebrazo caudal estabilizan el tercio proximal del antebrazo del paciente con la ayuda del tronco del terapeuta. La mano craneal toma contacto con el borde lateral del codo del paciente (en la articulación radiohumeral) con el antebrazo del terapeuta perpendicular.

Ejecución: la mano caudal estabiliza el antebrazo del paciente. La mano craneal realiza un movimiento de lateral a medial para abrir la articulación humerocubital (fig. 7-25).

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación a la extensión completa de codo.

7.8.4 DESLIZAMIENTO EN LATERALIDAD EXTERNA O MOVILIZACIÓN EN VARO

Objetivo: apertura de la articulación humerorradial.

PP: decúbito supino con 45° de abducción de hombro, y antebrazo en supinación. El codo en extensión no forzada.

PT: bipedestación en el lado afectado, posicionándose por dentro del brazo del paciente.

Manos: la mano y el antebrazo caudal estabilizan el tercio proximal del antebrazo del paciente con la ayuda del tronco del terapeuta. La mano craneal toma contacto con el borde medial del codo del paciente (en la articulación humerocubital) con el antebrazo del terapeuta perpendicular.

Ejecución: la mano craneal realiza un movimiento de medial a lateral para abrir la articulación humerorradial (fig. 7-26).

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación a la flexión completa de codo.

7.8.5 DESLIZAMIENTO ANTEROPOSTERIOR DE LA CABEZA DEL RADIO

Objetivo: producir un movimiento de la cabeza del radio sobre el cóndilo humeral para aumentar la pronosupinación y la flexoextensión de codo.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 7-26. Deslizamiento en lateralidad externa o movilización en varo del codo.

PP: sedestación con 45° de flexión de hombro y 90° de flexión de codo. El antebrazo en supinación no forzada.

PT: sedestación frente al paciente.

Manos: la mano externa «abraza» la cabeza del radio con el pulgar y el índice. La mano interna estabiliza el antebrazo a la altura del tercio medial o distal (fig. 7-27).

Ejecución: la mano externa realiza un movimiento en dirección posterior y anterior mientras la mano interna no permite movimientos del antebrazo.

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación de los movimientos de flexión-extensión y pronosupinación de codo.

7.8.6 DESLIZAMIENTO ANTEROPOSTERIOR DEL CÚBITO Y DEL RADIO

Objetivo: inducir un movimiento de cizalla de los huesos del antebrazo.

PP: sedestación con ligera supinación del antebrazo.

PT: sedestación frente al paciente.

Manos: las manos a la misma altura, con los pulgares enfrentados (pulgares en la cara anterior antebrazo) (fig. 7-28).

Ejecución: se realiza un movimiento de cizalla del cúbito sobre el radio. El movimiento se realiza en toda la superficie del antebrazo, de proximal a distal (fig. 7-29).

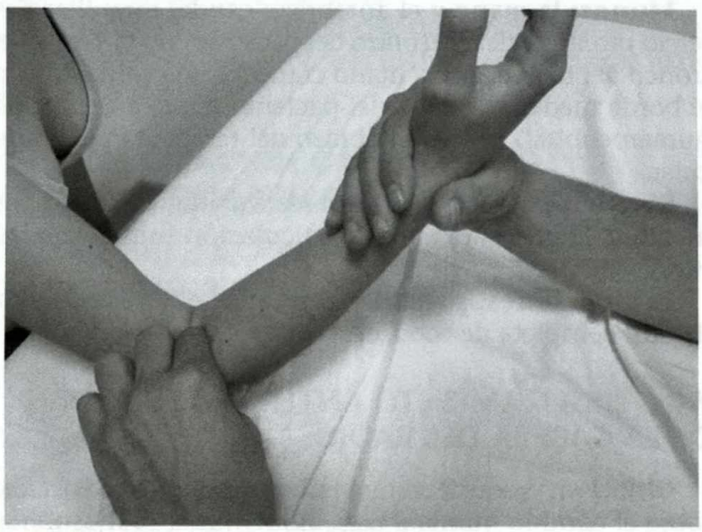


Figura 7-27. Deslizamiento anteroposterior de la cabeza del radio.

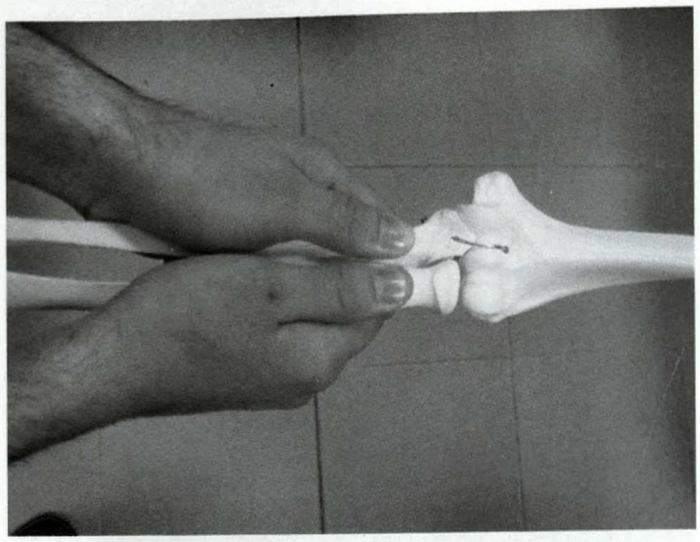


Figura 7-28. Posición de manos en el deslizamiento anteroposterior del cúbito y el radio.

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación de los movimientos de pronosupinación de codo.

7.9 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DE LA MUÑECA

7.9.1 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN FLEXIÓN-EXTENSIÓN

7.9.1.1 Si el paciente presenta mucha rigidez

PP: sedestación con el hombro flexionado 30°, el codo a 30° de flexión y el antebrazo en pronosupinación neutra.

PT: sedestación frente al paciente.

Contactos:

- *Toma:* el terapeuta le da la mano al paciente, quedando el pulgar en la cara lateral o posterior y el resto de los dedos en la cara anterior de la mano del paciente.
- *Contratoma:* tercio distal del antebrazo.

Ejecución: se realiza un movimiento en flexión (fig. 7-30) y extensión (fig. 7-31).

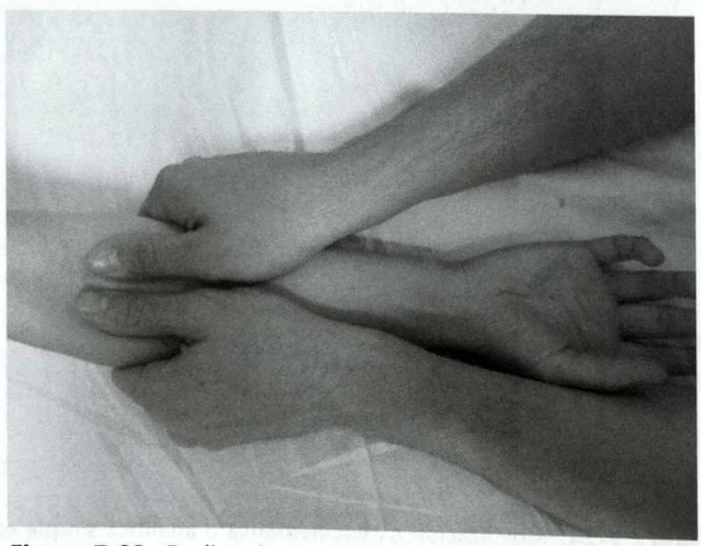


Figura 7-29. Deslizamiento anteroposterior del cúbito y el radio.



Figura 7-30. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión de muñeca en los primeros grados.

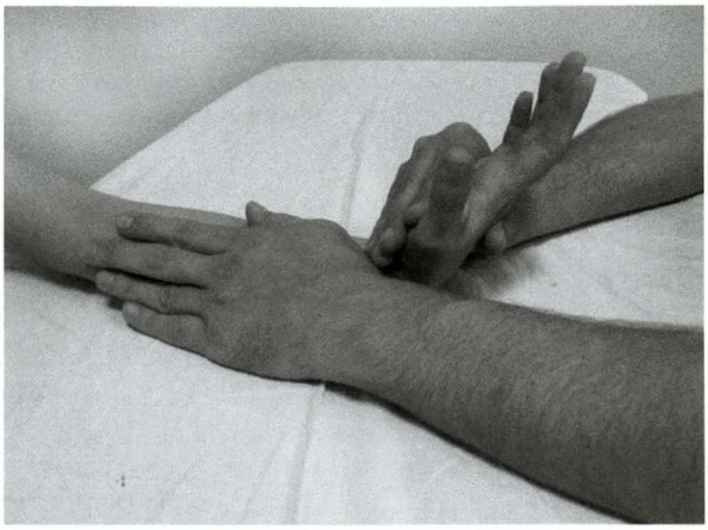


Figura 7-32. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión de muñeca en los últimos grados.



Figura 7-31. Movilización osteocinemática o analítica simple en extensión de muñeca en los primeros grados.



Figura 7-33. Movilización osteocinemática o analítica simple en extensión de muñeca en los últimos grados.

7.9.1.2 Para ganar los últimos grados de movimiento

PP: sedestación con flexión de 30° de hombro, el codo flexionado 30° y el antebrazo en supinación (para flexión) y en pronación (para extensión).

PT: sedestación frente al paciente.

Contactos:

- *Toma:* el pulgar hace contacto con la cara palmar o dorsal de los metacarpianos y el resto de los dedos se posicionan sobre la cara dorsal o palmar de los metacarpianos.
- *Contratoma:* tercio distal del antebrazo.

Ejecución: el terapeuta empuja la mano del paciente en dirección craneal tanto para la flexión (fig. 7-32) como para la extensión (fig. 7-33).

7.9.2 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN DESVIACIÓN RADIOCUBITAL

PP: sedestación con el hombro y el codo a 30° de flexión, y el antebrazo en pronación.

PT: sedestación frente al paciente.

Contactos:

- *Toma:* el terapeuta le da la mano al paciente, quedando el pulgar en la primera comisura y el resto de los dedos en la cara dorsal de la mano del paciente.
- *Contratoma:* tercio distal del antebrazo.

Ejecución: el terapeuta realiza una desviación cubital (fig. 7-34) y radial (fig. 7-35) de la mano del paciente.

7.9.3 DESLIZAMIENTO ANTERIOR-POSTERIOR DE LA ARTICULACIÓN RADIOCUBITAL DISTAL

Objetivo: deslizar la articulación radiocubital distal para aumentar el movimiento de pronación o supinación del antebrazo.

PP: sedestación con el antebrazo en pronación o supinación dependiendo de la amplitud de movimiento en la que se quiera movilizar.

PT: sedestación frente al paciente.

Manos: se realiza una toma bimanual con los pulgares enfrentados por la cara anterior o posterior del antebrazo.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 7-34. Movilización osteocinemática o analítica simple en desviación cubital.



Figura 7-35. Movilización osteocinemática o analítica simple en desviación radial.

Una mano hace contacto con el tercio distal del radio y la otra con el tercio distal del cúbito (fig. 7-36).

Ejecución: se realiza un movimiento en cizalla entre ambas manos.

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación de la pronosupinación en la muñeca.

7.9.4 TRACCIÓN Y RODAMIENTO DE LA ARTICULACIÓN RADIOCARPIANA

Objetivo: decoaptar y favorecer el deslizamiento articular de la articulación radiocarpiana.

PP: sedestación, pronación del antebrazo y el codo ligeramente flexionado.

PT: sedestación delante del paciente.

Manos: la mano craneal fija el tercio distal del antebrazo, y la primera comisura de la mano caudal toma contacto con la primera hilera de los huesos del carpo.

Ejecución: con la mano caudal se realiza una tracción de la primera hilera del carpo (fig. 7-37), seguida de un movimiento de flexión palmar de la mano (fig. 7-38).

Indicaciones: pacientes con dolor de muñeca debido a una caída o una inmovilización.

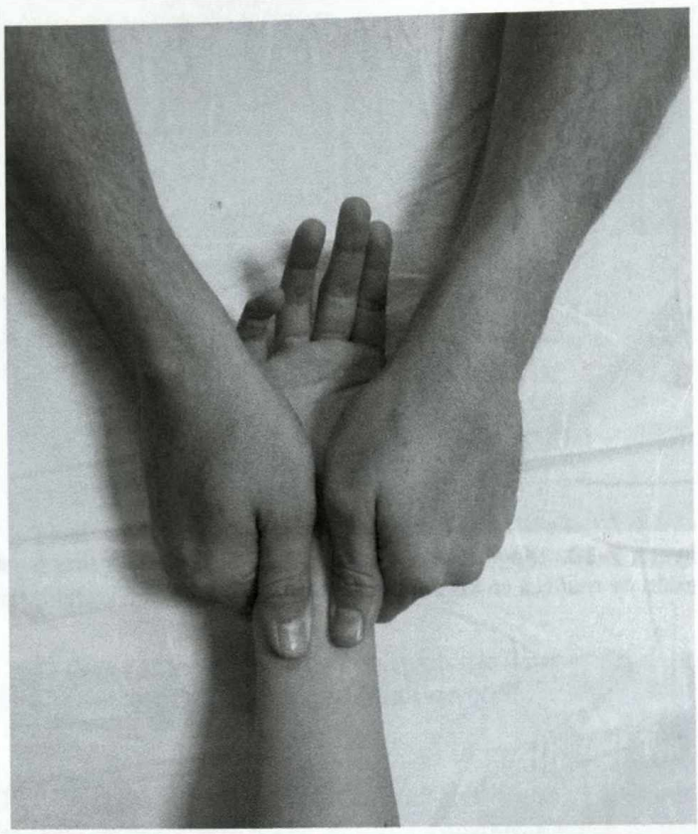


Figura 7-36. Deslizamiento anterior-posterior de la articulación radiocubital distal.



Figura 7-37. Tracción de la articulación radiocarpiana.



Figura 7-38. Rodamiento de la articulación radiocarpiana.

7.9.5 DESLIZAMIENTO DORSAL-VENTRAL DE LOS HUESOS DEL CARPO

Objetivo: mejorar el movimiento de flexión y extensión de la muñeca.

PP: sedestación con el codo ligeramente flexionado y el antebrazo en pronosupinación neutra.

PT: sedestación delante del paciente.

Manos: la mano craneal estabiliza con la primera comisura de la mano el tercio distal del antebrazo y el pulgar hace contacto sobre el hueso del carpo que se quiere movilizar. La mano distal hace contacto con los metacarpianos posicionando el pulgar sobre el hueso del carpo a movilizar (fig. 7-39).

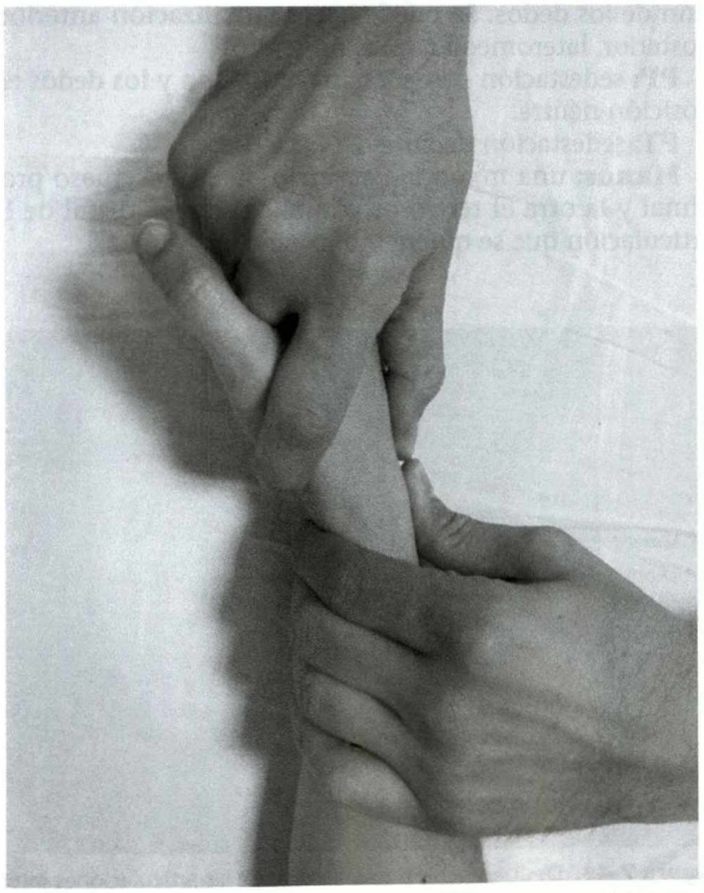


Figura 7-39. Deslizamiento dorsal-ventral de los huesos del carpo.

Ejecución: se realiza un deslizamiento dorsal y ventral del hueso del carpo en cuestión en relación con el resto de huesos.

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación de movimiento de la muñeca.

7.10 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DE LOS DEDOS

7.10.1 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN FLEXIÓN-EXTENSIÓN

PP: sedestación con una flexión de 30° de hombro, ligera flexión de codo y antebrazo en supinación.

PT: sedestación delante del paciente.

Contactos para una flexión de todos los dedos de la mano:

- *Toma:* la palma de la mano pegada al dorso de la mano del paciente.
- *Contratoma:* en los metacarpianos.

Ejecución: los dedos del terapeuta realizan una flexión progresiva de: *a)* la articulación metacarpofalángica; *b)* la interfalángica proximal, y *c)* la interfalángica distal. Se simula que el paciente cierra el puño (fig. 7-40).

Contactos para flexión-extensión de un único dedo y articulación:

- *Toma:* sobre el tercio distal del hueso distal de la articulación que se quiere movilizar: *a)* falange distal; *b)* falange media, y *c)* falange proximal.
- *Contratoma:* sobre el tercio distal del hueso proximal de la articulación que se quiere movilizar: *a)* falange media; *b)* falange proximal, y *c)* metacarpiano.

Ejecución: se realiza un movimiento de flexoextensión del hueso distal (fig. 7-41).

7.10.2 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE DEL DEDO PULGAR

PP: sedestación con una flexión de 30° de hombro, ligera flexión de codo, y antebrazo en supinación o pronación dependiendo del movimiento que se quiera realizar.

PT: sedestación delante del paciente.



Figura 7-40. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión de todos los dedos de la mano.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

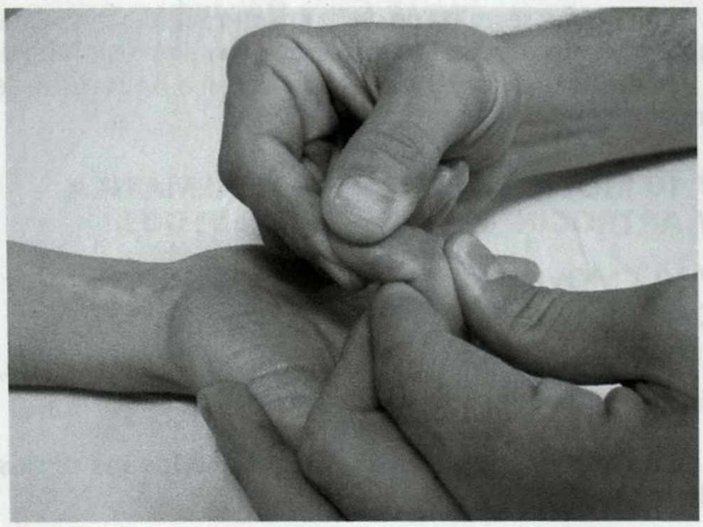


Figura 7-41. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión de un dedo de la mano.

Contactos:

- *Toma:* se hace un agarre del pulgar en su totalidad.
- *Contratoma:* sobre el hueso proximal: *a)* falange proximal, y *b)* metacarpiano.

Ejecución: el terapeuta realiza el movimiento del pulgar en cuestión: flexoextensión, abducción/aducción u oposición (fig. 7-42).

7.10.3 DESLIZAMIENTO DORSAL-VENTRAL DE LOS HUESOS METACARPIANOS

Objetivo: mejorar el deslizamiento de los metacarpianos.

PP: sedestación con el codo ligeramente flexionado y el antebrazo en pronación.

PT: sedestación delante del paciente.

Manos: se realiza una toma bimanual con los pulgares enfrentados por la cara dorsal de los metacarpianos. Los pulgares hacen contacto con los dos huesos metacarpianos que se quiere movilizar (fig. 7-43).

Ejecución: se realiza un movimiento de cizalla con los dos pulgares del terapeuta.

Indicaciones: pacientes con dolor a la prensión de objetos y a la oposición del pulgar.



Figura 7-42. Movilización osteocinemática o analítica simple en oposición del pulgar.



Figura 7-43. Deslizamiento dorsal-ventral de los huesos metacarpianos.

7.10.4 DESLIZAMIENTO DORSAL-VENTRAL DE LAS ARTICULACIONES INTERFALÁNGICAS

Objetivo: facilitar el movimiento de flexión y extensión de los dedos. Se puede hacer movilización anterior-posterior, lateromedial, tracción y giro.

PP: sedestación con el codo flexionado y los dedos en posición neutra.

PT: sedestación delante del paciente.

Manos: una mano fija el tercio distal del hueso proximal y la otra el tercio proximal del hueso distal de la articulación que se quiere movilizar (fig. 7-44).



Figura 7-44. Deslizamiento dorsal-ventral de las articulaciones interfalángicas.

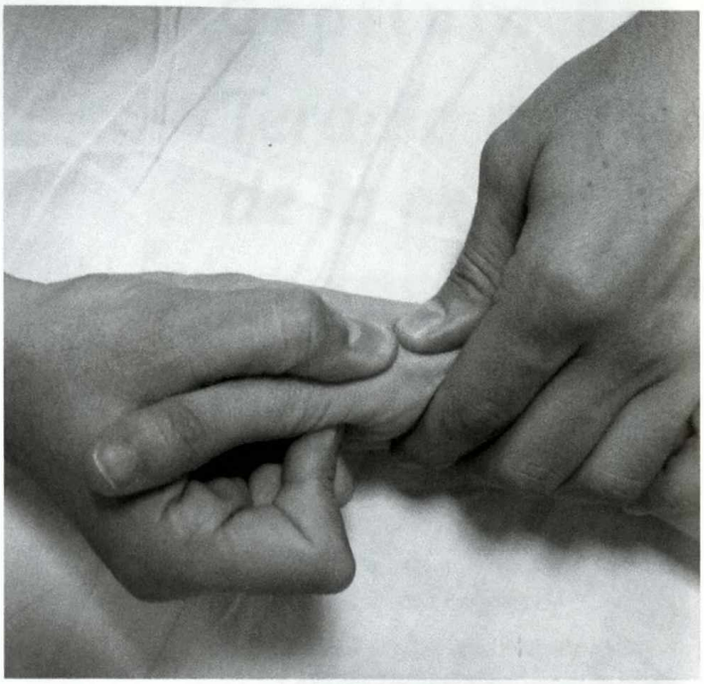


Figura 7-45. Deslizamiento multidireccional de la articulación trapeciometacarpiana del pulgar.

Ejecución: una mano estabiliza, mientras que la otra realiza el movimiento elegido.

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación de movimiento en los dedos.

7.10.5 DESLIZAMIENTO MULTIDIRECCIONAL DE LA ARTICULACIÓN TRAPECIOMETACARPIANA DEL PULGAR

Objetivo: facilitar los movimientos del dedo pulgar.

PP: sedestación con el codo flexionado y los dedos en posición neutra.

PT: sedestación delante del paciente.

Manos: una mano fija el hueso trapecio y la otra el primer metacarpiano y el pulgar (fig. 7-45).

Ejecución: se realizan movimientos en todas las direcciones del primer metacarpiano en relación con el hueso trapecio.

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación de movimiento del dedo pulgar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hengeveld E, Banks K. Maitland manipulación periférica. 4.ª ed. Madrid: Elsevier; 2007.
2. Kaltenborn FM. Fisioterapia manual: extremidades. 2.ª ed. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana; 2004.
3. Kapandji AI. Fisiología articular. 6.ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2011.
4. Cailliet R. Anatomía funcional, biomecánica. Madrid: Marbán; 2006.
5. Oatis C. Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movement. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Capítulo 8

Terapia manual articular pasiva de la extremidad inferior

SOFÍA LAGUARTA VAL • LUIS PALOMEQUE DEL CERRO • RICARDO ORTEGA SANTIAGO • ANA ISABEL DE LA LLAVE RINCÓN

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

8.1 INTRODUCCIÓN

8.2 INDICACIONES, CONTRAINDICACIONES, PELIGROS Y PRECAUCIONES

8.3 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DE LA ARTICULACIÓN COXOFEMORAL

8.3.1 Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión
8.3.2 Movilización osteocinemática o analítica simple en extensión
8.3.3 Movilización osteocinemática o analítica simple en abducción
8.3.4 Movilización osteocinemática o analítica simple en aducción
8.3.5 Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación externa-interna
8.3.6 Tracción longitudinal de la articulación coxofemoral en flexión
8.3.7 Tracción transversal de la articulación coxofemoral en flexión

8.4 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL COMPLEJO DE LA RODILLA

8.4.1 Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión
8.4.2 Movilización osteocinemática o analítica simple en extensión
8.4.3 Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación de la tibia
8.4.4 Deslizamiento en lateralidad interna o movilización en valgo
8.4.5 Deslizamiento en lateralidad externa o movilización en varo
8.4.6 Deslizamiento multidireccional de la rótula
8.4.7 Deslizamiento anterior y posterior de la tibia
8.4.8 Deslizamiento anterior y posterior de la cabeza del peroné

8.5 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL COMPLEJO DEL TOBILLO

8.5.1 Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión plantar
8.5.2 Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión dorsal
8.5.3 Movilización osteocinemática o analítica simple en inversión-eversión
8.5.4 Deslizamiento posterior del astrágalo
8.5.5 Deslizamiento lateromedial del calcáneo

8.6 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL PIE

8.6.1 Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión-extensión de los dedos del pie (dedo a dedo)
8.6.2 Deslizamiento dorsoventral del arco externo del mediopié: hueso calcáneo sobre cuboides y cuboides sobre los huesos metatarsianos
8.6.3 Deslizamiento dorsoventral del arco interno del mediopié: astrágalo sobre escafoides, escafoides sobre cuñas y cuñas sobre los huesos metatarsianos
8.6.4 Deslizamiento dorsoventral de los metatarsianos
8.6.5 Deslizamiento dorsoventral de las articulaciones interfalángicas

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Comprender las particularidades clínicas de la extremidad inferior para la aplicación de la movilización analítica simple y específica.
- Conocer y comprender las técnicas de movilización analítica simple y específica de la articulación coxofemoral.
- Conocer y comprender las técnicas de movilización analítica simple y específica del complejo articular de la rodilla.
- Conocer y comprender las técnicas de movilización analítica simple y específica del tobillo y el pie.

8.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se enumeran distintas movilizaciones osteocinemáticas, es decir, movilizaciones analíticas simples, y distintas movilizaciones artrocinemáticas, es decir, movilizaciones analíticas específicas del miembro inferior. La ejecución de las técnicas que se presentan en este capítulo atiende a los principios teóricos explicados en los capítulos anteriores de esta obra. Tal y como ya se ha expuesto, en el campo de la cinesiterapia existen diversos métodos creados por fisioterapeutas en relación con las movilizaciones articulares, siendo los más representativos Maitland[1] y Kaltenborn[2]. Por ello, se han elegido distintas movilizaciones analíticas simples y específicas basadas en la experiencia clínica de los autores, las cuales se derivan de ambos métodos.

Para entender la aplicación clínica de las movilizaciones osteocinemáticas y artrocinemáticas de las articulaciones del miembro inferior, se deben considerar las particularidades biomecánicas y funcionales de dicho miembro[3-5]. La principal diferencia respecto al miembro superior es que el miembro inferior está destinado a la carga en mayor medida que el miembro superior a expensas de su movilidad, sobre todo en la articulación coxofemoral. De nuevo, cuando el paciente presente patología, se debe analizar el proceso de recuperación de los tejidos y el comportamiento o evolución natural del cuadro de dolor, siempre y cuando esto sea posible. De especial relevancia en el miembro inferior es la capacidad de bipedestación y marcha, que aporta independencia tanto funcional como social al individuo.

8.2 INDICACIONES, CONTRAINDICACIONES, PELIGROS Y PRECAUCIONES

Las técnicas de movilización osteocinemáticas y artrocinemáticas se pueden aplicar a cualquier tipo de patología del miembro inferior, y tienen generalmente dos objetivos principales: la mejora del movimiento articular y la disminución del dolor. Los mecanismos mediante los cuales la movilización articular es capaz de obtener estos resultados se han detallado ya en capítulos anteriores. Podemos establecer las siguientes *indicaciones básicas* para la movilización del miembro inferior:

1. Restricción de la movilidad articular, que puede estar presente con o sin dolor.
2. Situación de coaptación articular. Este hecho es fundamental en la articulación coxofemoral, ya que se encuentra en un estado de coaptación fisiológica. En los casos en que exista un exceso de compresión, las técnicas de movilización deberán realizarse siempre en decoaptación (descompresión) articular. Por ello, muchas de las movilizaciones artrocinemáticas serán tracciones de la articulación coxofemoral con objeto de decoaptar.
3. Tratamiento rehabilitador tras fractura debido a la inmovilización prolongada.
4. Tratamiento rehabilitador tras cirugía, debido a las adherencias generadas por el acto quirúrgico.
5. Efecto analgésico. En numerosas ocasiones, los pacientes presentan un cuadro de dolor sin mostrar restricciones articulares. Son las movilizaciones artrocinemáticas las que tienen un mayor efecto analgésico.

No obstante, es más importante que el terapeuta conozca claramente cuándo no se debe realizar una movilización, es decir, hay que conocer las *contraindicaciones* a la movilización. En general, la patología del tejido del aparato locomotor presenta una primera fase inflamatoria aguda, cuya duración oscila entre 48 h y 1 semana, dependiendo de la gravedad de la lesión. Durante esta fase inflamatoria aguda, generalmente no es aconsejable realizar técnicas de movilización articular debido a que los tejidos se encuentran en una primera fase de reparación tisular. Por tanto, podemos enumerar distintas situaciones que constituyen una *contraindicación básica* para la movilización:

1. Traumatismos en fase aguda inflamatoria.
2. Fracturas recientes.
3. Dolor intenso articular de carácter inflamatorio.
4. Procesos inflamatorios del tejido periarticular *(bursa)* en fase aguda.
5. Inestabilidad o luxación articular.

A su vez, existe una contraindicación que puede ser determinante, y es la existencia de fobia/miedo a la movilización por parte del paciente. En estos casos, el terapeuta debe barajar si la aplicación de una técnica de movilización va a beneficiar al paciente más que empeorar su situación.

Finalmente, se deben considerar distintos *peligros y precauciones* a la hora de realizar las técnicas de movilización articular:

1. Correcta aplicación de la técnica. Deben seguirse los principios establecidos.
2. Idoneidad de la técnica para ese paciente. No todos los pacientes se van a beneficiar de una misma movilización.
3. Umbral de tolerancia del paciente y dolor. Determina la intensidad de la movilización.
4. Respuesta del paciente a la técnica. En algunos pacientes, la aplicación de una movilización articular puede no producir los resultados esperados.

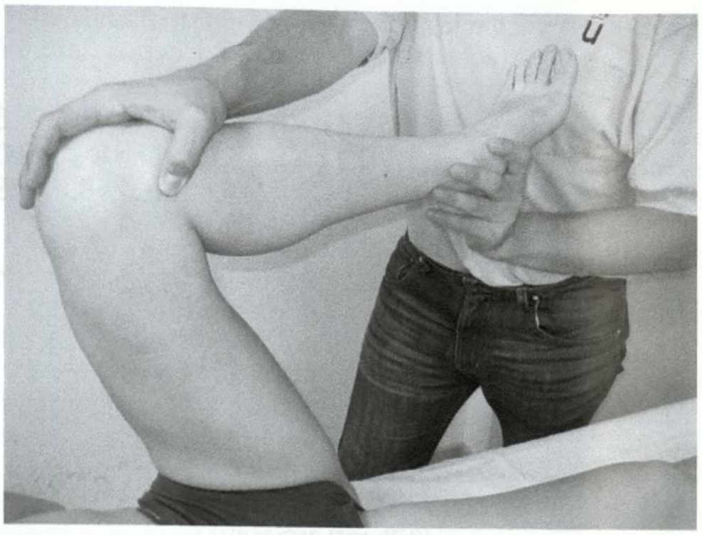


Figura 8-1. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión de cadera.



Figura 8-2. Movilización osteocinemática o analítica simple en extensión de cadera.

8.3 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DE LA ARTICULACIÓN COXOFEMORAL

8.3.1 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN FLEXIÓN

Posición del paciente (PP): decúbito supino con 90° de flexión de rodilla.

Posición del terapeuta (PT): bipedestación homolateral mirando hacia el paciente.

Contactos:

- *Toma:* mano craneal en el tercio distal del muslo y la rodilla.
- *Contratoma:* mano caudal en el talón del pie del paciente.

Ejecución: el terapeuta realiza un empuje con ambas manos en dirección craneal para llevar el muslo del paciente hacia el tronco (fig. 8-1). La flexión de cadera se realiza con flexión de rodilla para no introducir tensión en los músculos isquiosurales.

8.3.2 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN EXTENSIÓN

PP: decúbito contralateral con la rodilla en extensión.

PT: bipedestación a la espalda del paciente.

Contactos:

- *Toma:* en cuna, con la mano en el tercio distal del muslo.
- *Contratoma:* parte posterior de la pelvis.

Ejecución: el terapeuta balancea su cuerpo hacia atrás para aumentar la extensión de la cadera (fig. 8-2). La extensión de cadera se realiza con extensión de la rodilla para no introducir tensión en el músculo recto anterior del cuádriceps.

8.3.3 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN ABDUCCIÓN

PP: decúbito supino con extensión de rodilla.

PT: bipedestación en el lado homolateral del paciente.

Contactos:

- *Toma:* en cuna, con la mano caudal en la cara externa del tercio distal de la pierna.
- *Contratoma:* sobre la espina ilíaca anterosuperior contraria al lado que se quiere movilizar.

Ejecución: el terapeuta se desplaza lateralmente para aumentar la abducción (fig. 8-3).

8.3.4 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN ADUCCIÓN

PP: decúbito supino con la pierna contralateral por fuera de la camilla y con flexión de rodilla. La pierna que se quiere movilizar, en extensión sobre la camilla.

PT: bipedestación en el lado contralateral mirando hacia el paciente.

Contactos:

- *Toma:* en cuna, con la mano caudal en el tercio distal del muslo.
- *Contratoma:* sobre la espina ilíaca anterosuperior homolateral.



Figura 8-3. Movilización osteocinemática o analítica simple en abducción de cadera.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Ejecución: el terapeuta balancea su cuerpo hacia atrás para inducir una aducción de la pierna del paciente mientras la mano craneal estabiliza la espina ilíaca anterosuperior (fig. 8-4).

8.3.5 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN ROTACIÓN EXTERNA-INTERNA

PP: decúbito supino con la rodilla y la cadera flexionada a 90°.
PT: bipedestación homolateral a la pierna del paciente.
Contactos:

- *Toma:* en la parte posterior del talón del paciente sujetando la pierna.
- *Contratoma:* en la cara anterior del tercio distal del muslo y la rodilla.

Ejecución: la flexión de cadera y de rodilla permite realizar el movimiento de rotación en un plano frontal. Se realiza un movimiento de empuje o arrastre de la pierna del paciente efectuando movimientos de rotación interna (el pie del paciente hacia fuera, fig. 8-5) y rotación externa (el pie del paciente hacia dentro, fig. 8-6).

8.3.6 TRACCIÓN LONGITUDINAL DE LA ARTICULACIÓN COXOFEMORAL EN FLEXIÓN

Objetivo: decoaptar la cabeza femoral del acetábulo para aumentar el espacio intraarticular.
PP: decúbito supino con 90° de flexión de cadera y 90° de flexión de rodilla.
PT: sedestación al borde de la camilla homolateral al paciente mirando a su cabeza. La pierna del paciente se coloca sobre el hombro del terapeuta.
Manos: las dos manos del terapeuta se colocan de forma proximal en la cara anterior del tercio proximal del muslo, lo más cercano posible a la ingle (fig. 8-7).
Ejecución: el terapeuta lleva la cabeza del fémur hacia caudal, dejándose caer hacia atrás.



Figura 8-5. Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación interna de cadera.

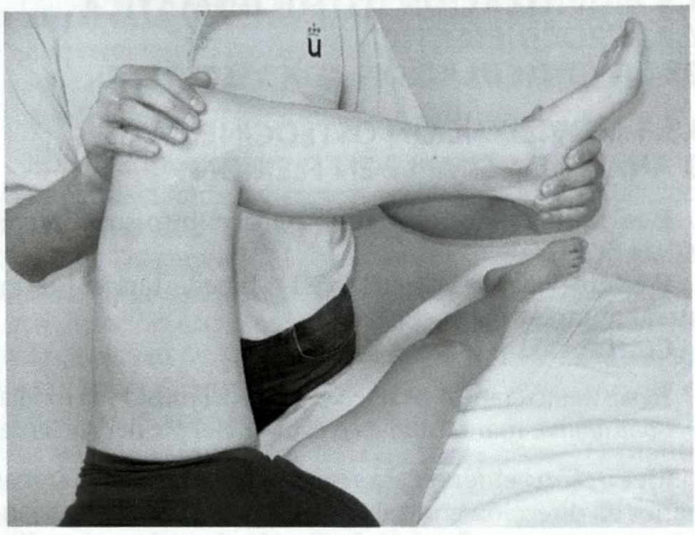


Figura 8-6. Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación externa de cadera.



Figura 8-4. Movilización osteocinemática o analítica simple en aducción de cadera.

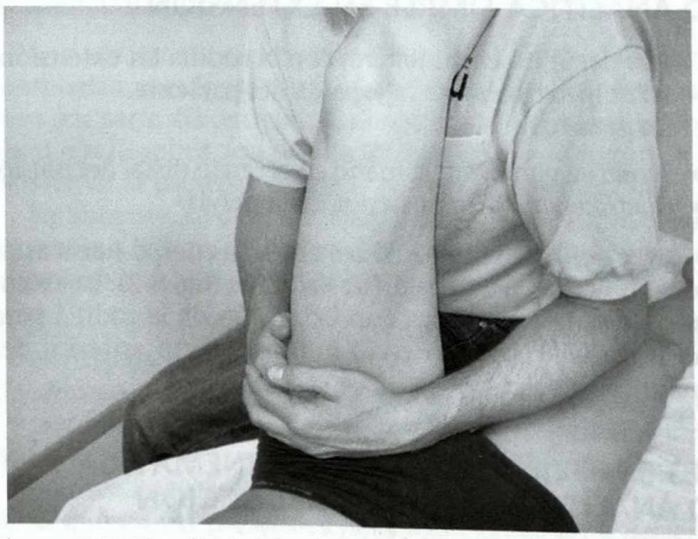


Figura 8-7. Tracción longitudinal de la articulación coxofemoral en flexión.

Indicaciones: pacientes con coaptación de la cabeza femoral, con dolor y limitación del movimiento.

8.3.7 TRACCIÓN TRANSVERSAL DE LA ARTICULACIÓN COXOFEMORAL EN FLEXIÓN

Objetivo: decoaptar la cabeza femoral del acetábulo en un eje axial.

PP: decúbito supino con 90° de flexión de cadera y con flexión cómoda de rodilla.

PT: bipedestación homolateral mirando hacia el tronco del paciente. Se coloca la rodilla del paciente en contacto con el esternón del terapeuta.

Manos: las manos hacen contacto en la cara medial del tercio proximal del muslo. Los dedos de ambas manos pueden estar entrelazados (fig. 8-8).

Ejecución: el fisioterapeuta hace con sus manos una tracción del muslo hacia su cuerpo mientras estabiliza la rodilla en su esternón a modo de palanca.

Indicaciones: pacientes con coaptación de la cabeza femoral con dolor y limitación del movimiento.

8.4 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL COMPLEJO DE LA RODILLA

8.4.1 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN FLEXIÓN

PP: decúbito supino con la cadera en 90° de flexión y la flexión de rodilla que el paciente tenga.

PT: bipedestación en el lado homolateral.

Contactos:

- *Toma:* en el tercio distal de la tibia agarrando el tobillo.
- *Contratoma:* en el tercio distal del muslo y sobre la rodilla.

Ejecución: se realiza un empuje del tobillo dirigiéndolo hacia el muslo (fig. 8-9).

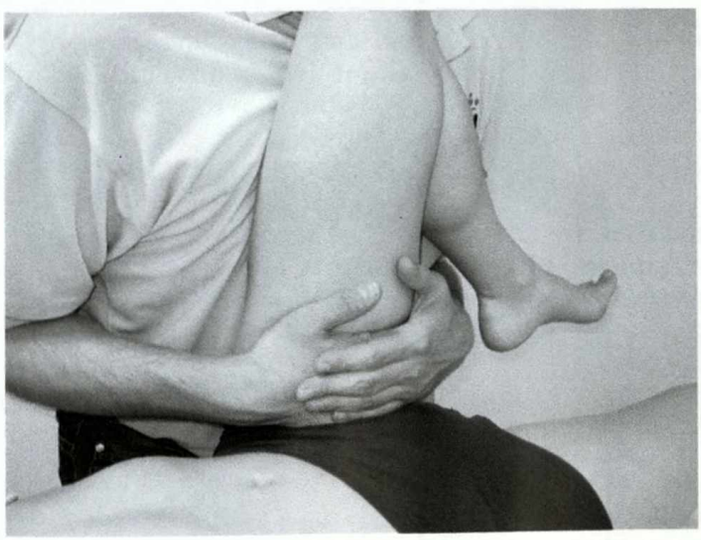


Figura 8-8. Tracción transversal de la articulación coxofemoral en flexión.



Figura 8-9. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión de la rodilla.

8.4.2 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN EXTENSIÓN

PP: decúbito supino con la rodilla con la máxima extensión posible permitida por el paciente.

PT: bipedestación en el lado homolateral mirando hacia la cabeza del paciente.

Contactos: se realiza una toma con ambas manos, posicionando los pulgares paralelos a la cara lateral y medial de la rótula. El resto de dedos contactan con la cara posterior de la rodilla (fig. 8-10).

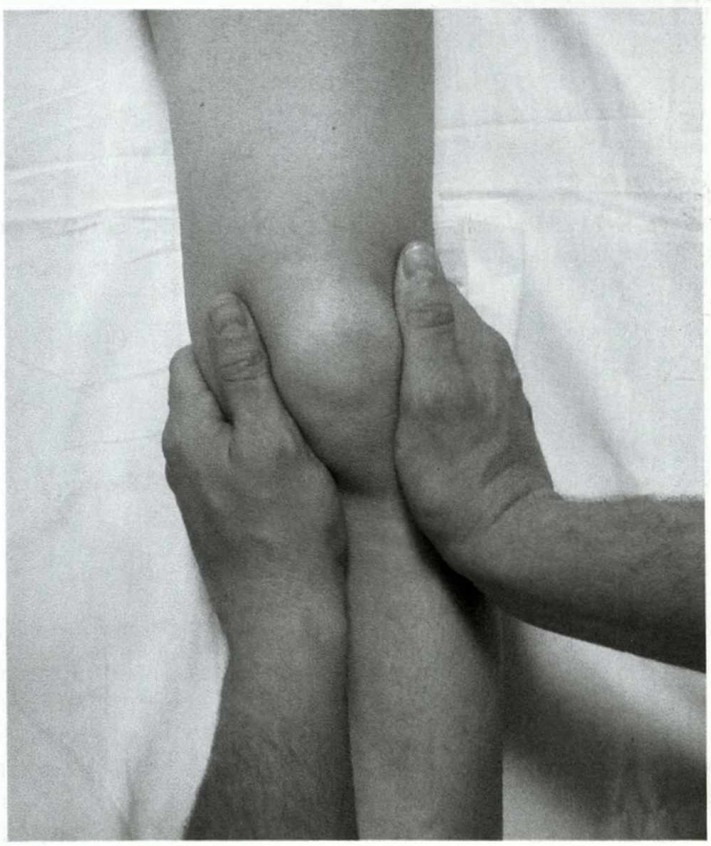


Figura 8-10. Movilización osteocinemática o analítica simple en extensión de la rodilla.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Ejecución: el terapeuta deja caer el peso de su cuerpo sobre sus manos hacia la camilla aumentando los últimos grados de extensión.

8.4.3 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN ROTACIÓN DE LA TIBIA

PP: decúbito supino con la cadera y la rodilla en 90° de flexión. La rotación de la tibia solo aparece cuando la rodilla se encuentra en flexión.

PT: bipedestación en el lado homolateral mirando hacia el tronco del paciente.

Contactos:

- *Toma:* se posiciona la mano sobre la planta del pie y el talón.
- *Contratoma:* sobre la rodilla, con el índice y el pulgar sobre la línea articular para sentir la rotación tibial.

Ejecución: se realizan movimientos de pronosupinación del antebrazo para producir un movimiento de rotación interna (fig. 8-11) y externa (fig. 8-12) de la tibia.

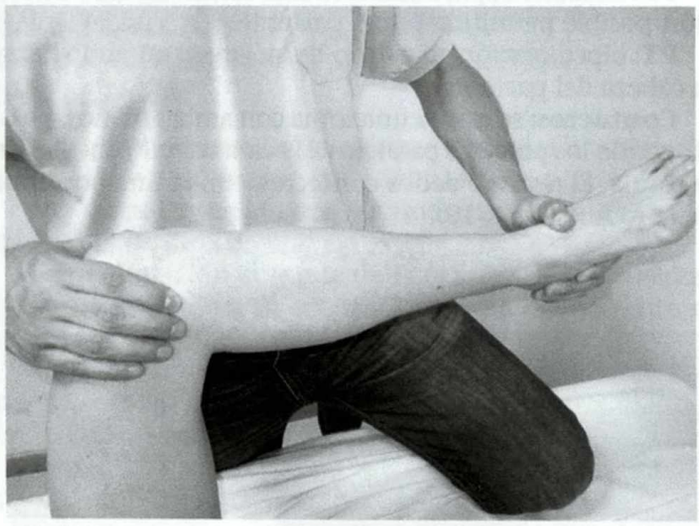


Figura 8-11. Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación interna de la tibia.

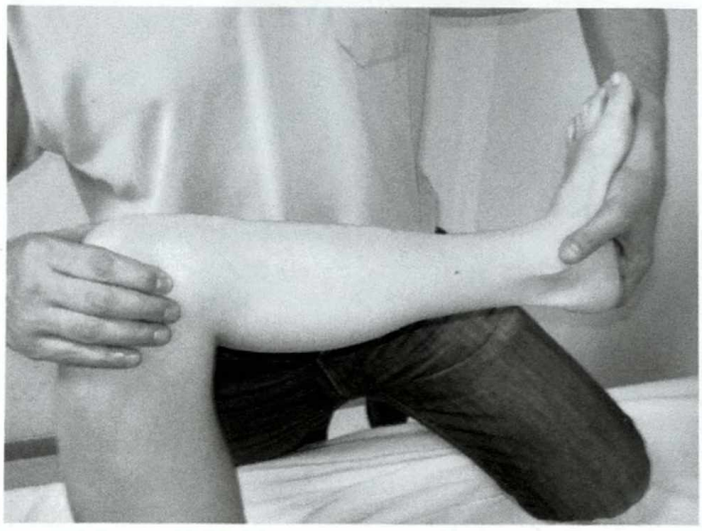


Figura 8-12. Movilización osteocinemática o analítica simple en rotación externa de la tibia.

8.4.4 DESLIZAMIENTO EN LATERALIDAD INTERNA O MOVILIZACIÓN EN VALGO

Objetivo: apertura interna de la articulación femorotibial.

PP: decúbito supino al borde de la camilla. El paciente debe tener 45° de abducción de cadera y unos 5° de flexión de rodilla.

PT: bipedestación en el lado afectado, posicionándose por fuera de la pierna del paciente.

Manos: la mano caudal estabiliza el tercio proximal y medial de la pierna del paciente con la ayuda del tronco del terapeuta. La mano craneal toma contacto con el borde lateral del tercio distal del muslo (sobre la articulación femorotibial). El antebrazo del terapeuta debe estar perpendicular en el mismo plano que la interlínea articular.

Ejecución: la mano caudal estabiliza la pierna del paciente mientras la mano craneal realiza un movimiento de lateral a medial intentando abrir la articulación femorotibial por la parte interna (fig. 8-13).

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación a la flexión y extensión de rodilla.

8.4.5 DESLIZAMIENTO EN LATERALIDAD EXTERNA O MOVILIZACIÓN EN VARO

Objetivo: apertura externa de la articulación femorotibial.

PP: decúbito supino al borde de la camilla. El paciente debe tener 45° de abducción de cadera y unos 5° de flexión de rodilla.

PT: bipedestación en el lado afectado, posicionándose por dentro de la pierna del paciente.

Manos: la mano caudal estabiliza el tercio proximal lateral de la pierna del paciente con la ayuda del tronco del terapeuta. La mano craneal toma contacto con el borde medial del tercio distal del muslo (sobre la articulación femorotibial). El antebrazo del terapeuta debe estar perpendicular en el mismo plano que la interlínea articular.

Ejecución: la mano caudal estabiliza la pierna del paciente mientras la mano craneal realiza un movimiento de medial a lateral intentando abrir la articulación femorotibial por la parte externa (fig. 8-14).

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación a la flexión y extensión de rodilla.



Figura 8-13. Deslizamiento en lateralidad interna o movilización en valgo de la rodilla.

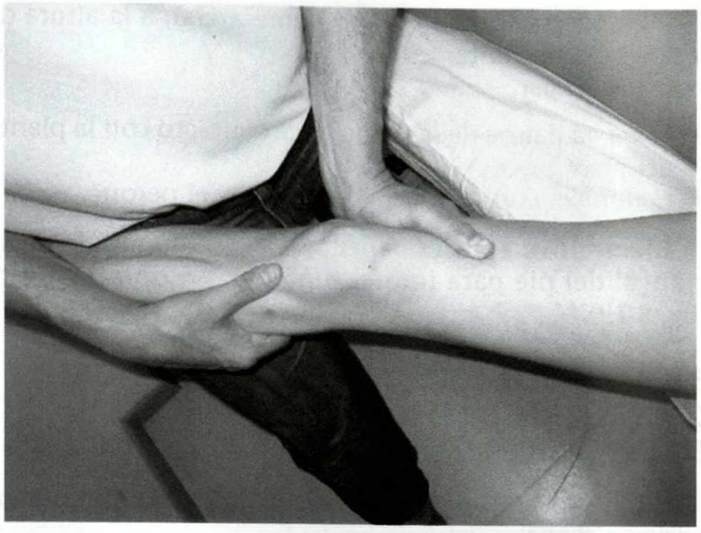


Figura 8-14. Deslizamiento en lateralidad externa o movilización en varo de la rodilla.

8.4.6 DESLIZAMIENTO MULTIDIRECCIONAL DE LA RÓTULA

Objetivo: facilitar el deslizamiento de la rótula sobre la tróclea femoral.

PP: decúbito supino con extensión de rodilla.

PT: bipedestación o sedestación homolateral.

Manos: se realiza una toma de la rótula con los dedos índice y pulgar de ambas manos sobre el borde superior e inferior de la rótula (fig. 8-15).

Ejecución: se realiza un movimiento con ambas manos en la dirección deseada, que puede ser ascenso-descenso o lateral-medial de la rótula.

Indicaciones: pacientes con adherencias en la rótula.

8.4.7 DESLIZAMIENTO ANTERIOR Y POSTERIOR DE LA TIBIA

Objetivo: facilitar el movimiento de flexión y extensión de la rodilla.

PP: decúbito supino con 45° de flexión de cadera y 90° de flexión de rodilla. La planta del pie debe estar apoyada en la camilla.

PT: sedestación sobre la camilla, con el muslo sobre el pie del paciente.

Manos: se realiza una toma bimanual en el tercio proximal de la tibia con los pulgares sobre la tuberosidad tibial y el resto de dedos rodeando la parte posterior de la tibia.

Ejecución: el muslo del terapeuta estabiliza el extremo distal de la tibia mientras las manos realizan un movimiento hacia anterior o posterior (fig. 8-16).

Indicaciones: el deslizamiento anterior está indicado para intentar aumentar grados de extensión, mientras el deslizamiento posterior intenta aumentar grados en el movimiento de flexión.

8.4.8 DESLIZAMIENTO ANTERIOR Y POSTERIOR DE LA CABEZA DEL PERONÉ

Objetivo: movilizar la articulación tibioperonea proximal.

PP: decúbito supino, con una flexión de 45° de cadera y 90° de flexión de rodilla.

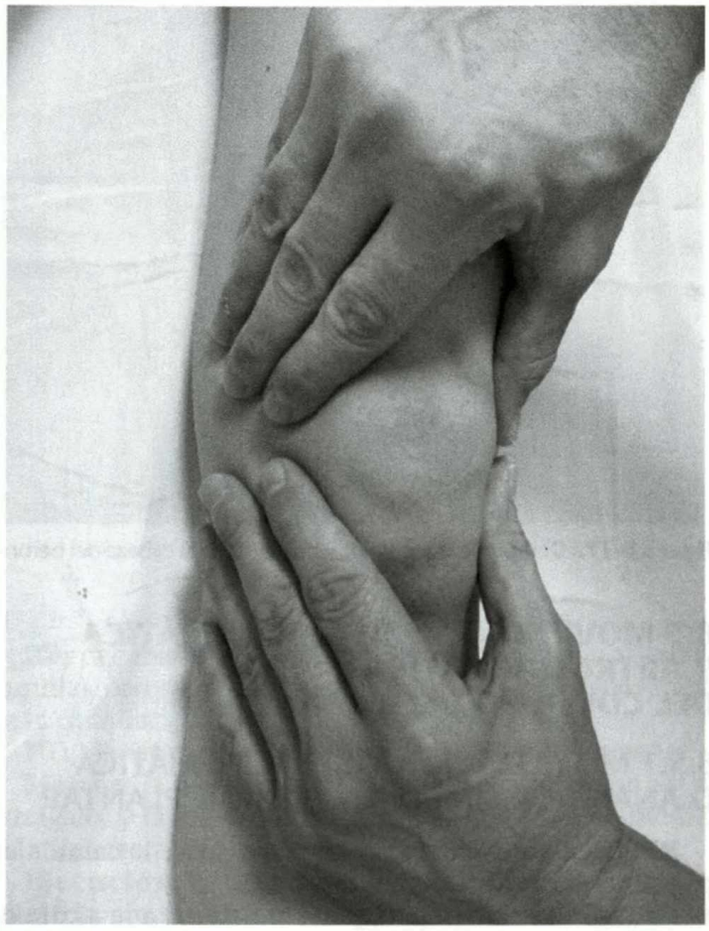


Figura 8-15. Deslizamiento multidireccional de la rótula.

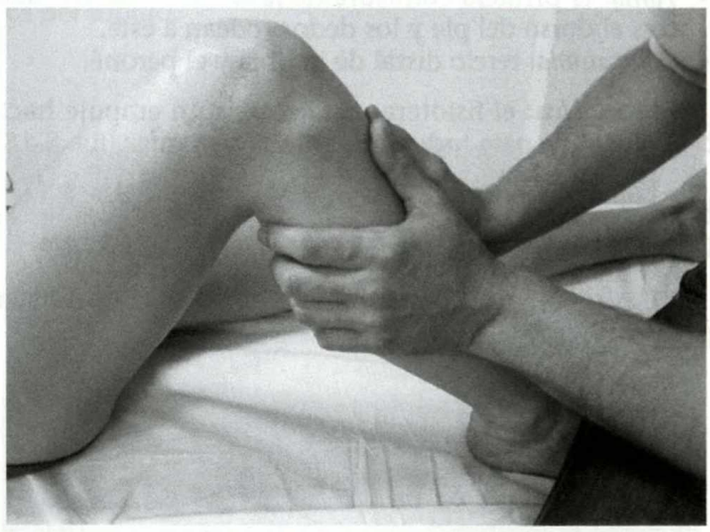


Figura 8-16. Deslizamiento anterior y posterior de la tibia.

PT: sedestación o bipedestación homolateral.

Manos: una mano hace contacto por la cara interna con el tercio proximal de la meseta tibial. El pulgar, el índice y el corazón de la otra mano rodean la cabeza del peroné por la cara anterior y posterior (fig. 8-17).

Ejecución: una mano fija el tercio proximal de la tibia mientras los dedos de la otra mano realizan un movimiento de empuje y distracción anteroposterior de la cabeza del peroné.

Indicaciones: limitación de movimiento de flexoextensión del tobillo.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

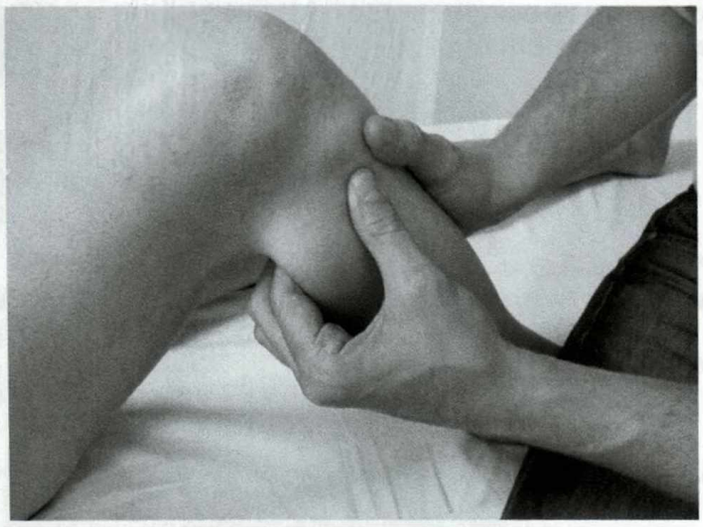


Figura 8-17. Deslizamiento anterior y posterior de la cabeza del peroné.

8.5 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL COMPLEJO DEL TOBILLO

8.5.1 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN FLEXIÓN PLANTAR

PP: decúbito supino con la pierna sobre la camilla en posición neutra.

PT: sedestación en el lado homolateral, a la altura de los pies del paciente.

Contactos:

- *Toma:* la primera comisura de la mano hace contacto con el dorso del pie y los dedos rodean a este.
- *Contratoma:* tercio distal de la tibia y el peroné.

Ejecución: el fisioterapeuta realiza un empuje hacia caudal del pie para inducir una flexión plantar (fig. 8-18).

8.5.2 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN FLEXIÓN DORSAL

PP: decúbito supino con la pierna sobre la camilla en posición neutra.

PT: sedestación en el lado homolateral, a la altura de los pies del paciente.

Contactos:

- *Toma:* la palma de la mano hace contacto con la planta del pie.
- *Contratoma:* tercio distal de la tibia y el peroné.

Ejecución: el fisioterapeuta realiza un empuje hacia craneal del pie para inducir una flexión dorsal de este (fig. 8-19).

8.5.3 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN INVERSIÓN-EVERSIÓN

PP: decúbito supino, con todo el miembro inferior en posición neutra.

PT: sedestación en el lado homolateral.

Contactos:

- *Toma:* la primera comisura de la mano contacta con el dorso del pie (inversión) o contacta con la planta del pie (eversión) y el resto de los dedos rodean a este.
- *Contratoma:* tercio distal de la tibia y el peroné.

Ejecución: para la inversión se realiza una flexión plantar, aducción y supinación del pie (fig. 8-20), mientras que para la eversión se realiza una flexión dorsal, abducción y pronación del pie (fig. 8-21).

8.5.4 DESLIZAMIENTO POSTERIOR DEL ASTRÁGALO

Objetivo: deslizar el hueso astrágalo hacia posterior respecto a la articulación tibiotarsiana.

PP: decúbito supino con 90° de flexión de tobillo. La planta del pie, apoyada sobre el antebrazo del fisioterapeuta.

PT: bipedestación a los pies del paciente mirando hacia su cabeza.

Manos: la mano craneal realiza un contacto con la primera comisura de la mano sobre la cara anterior del astrágalo. La mano caudal hace contacto con la parte posterior del calcáneo.

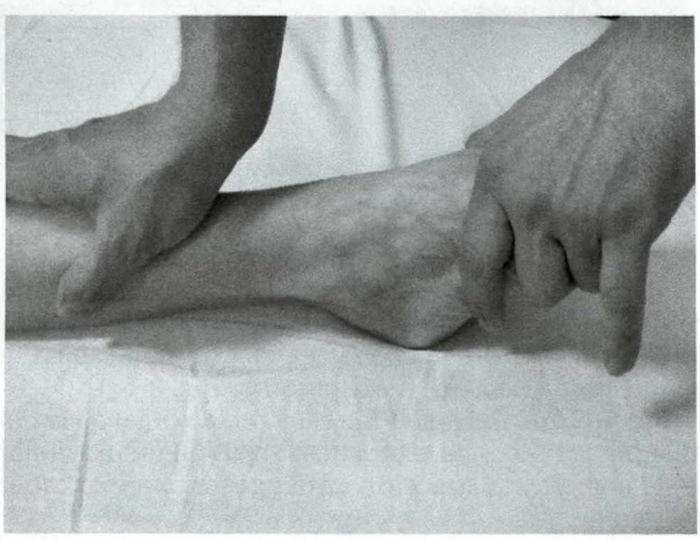


Figura 8-18. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión plantar del tobillo.

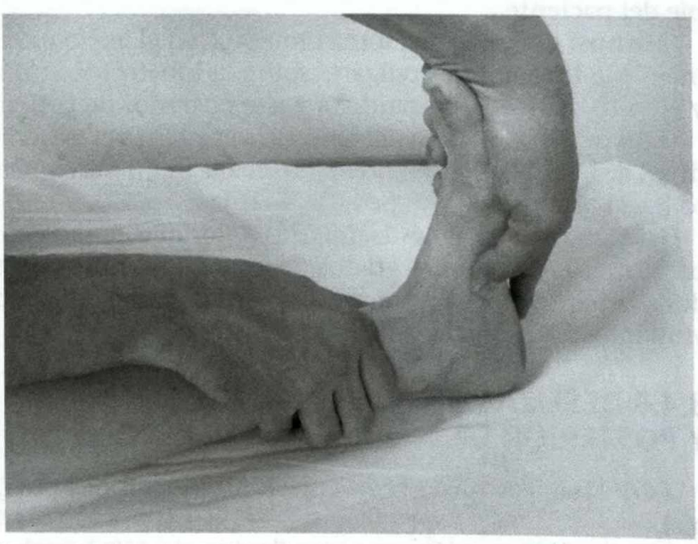


Figura 8-19. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión dorsal del tobillo.



Figura 8-20. Movilización osteocinemática o analítica simple en inversión del tobillo.



Figura 8-21. Movilización osteocinemática o analítica simple en eversión del tobillo.

Ejecución: la mano craneal realiza un empuje hacia la camilla sobre el astrágalo, y la mano caudal estabiliza el calcáneo y el pie a 90° de flexión dorsal (fig. 8-22).

Indicaciones: pacientes con limitación de movimiento hacia la flexión dorsal de tobillo.

8.5.5 DESLIZAMIENTO LATEROMEDIAL DEL CALCÁNEO

Objetivo: deslizamiento de la articulación subastragalina.



Figura 8-22. Deslizamiento posterior del astrágalo.

PP: decúbito homolateral (el tobillo afectado sobre la camilla), con el pie a 90° de flexión y el calcáneo por fuera de la camilla.

PT: bipedestación a la altura del tobillo del paciente.

Manos: la mano craneal fija la tibia, el peroné y el astrágalo, y la mano caudal contacta con la parte medial del calcáneo agarrándolo en su totalidad.

Ejecución: la mano craneal estabiliza el tercio distal de la pierna, mientras que la mano caudal realiza deslizamientos del calcáneo hacia el techo o el suelo (fig. 8-23).

Indicaciones: pacientes con alteración de la cinemática del tobillo.



Figura 8-23. Deslizamiento lateromedial del calcáneo.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

8.6 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL PIE

8.6.1 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA O ANALÍTICA SIMPLE EN FLEXIÓN-EXTENSIÓN DE LOS DEDOS DEL PIE (DEDO A DEDO)

PP: decúbito supino con una ligera flexión de cadera y rodilla.

PT: sedestación a los pies del paciente.

Contactos:

- *Toma:* hueso distal de la articulación que se quiere movilizar: *a)* falange distal; *b)* falange media, y *c)* falange proximal.
- *Contratoma:* hueso proximal de la articulación que se quiere movilizar: *a)* falange media; *b)* falange proximal, y *c)* metatarsianos.

Ejecución: se realiza un movimiento de flexión-extensión del hueso distal (fig. 8-24).



Figura 8-24. Movilización osteocinemática o analítica simple en flexión-extensión de los dedos del pie (dedo a dedo). Imagen del dedo gordo del pie.

8.6.2 DESLIZAMIENTO DORSOVENTRAL DEL ARCO EXTERNO DEL MEDIOPIÉ: HUESO CALCÁNEO SOBRE CUBOIDES Y CUBOIDES SOBRE LOS HUESOS METATARSIANOS

8.6.2.1 Movilización dorsoventral entre calcáneo y cuboides

Objetivo: movilizar el arco externo del pie para un correcto apoyo plantar.

PP: decúbito supino con una flexión dorsal de 90° de tobillo-pie.

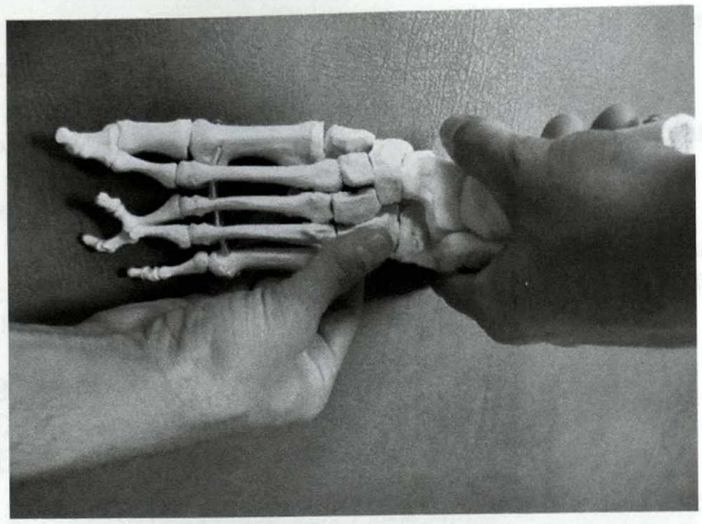


Figura 8-25. Deslizamiento dorsoventral del arco externo del mediopié: hueso calcáneo sobre cuboides.

PT: bipedestación en el lado homolateral.

Manos: la primera comisura de la mano craneal fija el tobillo con el índice y el pulgar sobre el calcáneo. La mano caudal fija el arco externo, realizando una toma en pinza con el índice y el pulgar sobre el hueso cuboides.

Ejecución: la mano caudal realiza un movimiento dorsoventral de la articulación entre el calcáneo y el cuboides (fig. 8-25).

Indicaciones: dolor sobre el arco externo del pie. Inmovilizaciones prolongadas.

8.6.2.2 Movilización dorsoventral entre cuboides y 4.°-5.° metatarsiano

Objetivo: movilizar el arco externo del pie para un correcto apoyo plantar.

PP: decúbito supino con una flexión dorsal de 90° de tobillo-pie.

PT: bipedestación en el lado homolateral.

Manos: la primera comisura de la mano craneal fija el hueso cuboides con el índice y el pulgar. El índice y pulgar de la mano caudal hacen contacto con el 4.° y 5.° metatarsianos.

Ejecución: la mano caudal realiza un movimiento dorsoventral de la articulación entre el cuboides y el 4.°-5.° metatarsiano (fig. 8-26).

Indicaciones: dolor sobre el arco externo del pie. Inmovilizaciones prolongadas.

8.6.3 DESLIZAMIENTO DORSOVENTRAL DEL ARCO INTERNO DEL MEDIOPIÉ: ASTRÁGALO SOBRE ESCAFOIDES, ESCAFOIDES SOBRE CUÑAS Y CUÑAS SOBRE LOS HUESOS METATARSIANOS

Los objetivos y las indicaciones son los mismos que para el deslizamiento del arco externo.

8.6.3.1 Movilización dorsoventral entre astrágalo y escafoides

PP: decúbito supino con el pie a 90° de flexión dorsal.

PT: bipedestación en el lado homolateral.

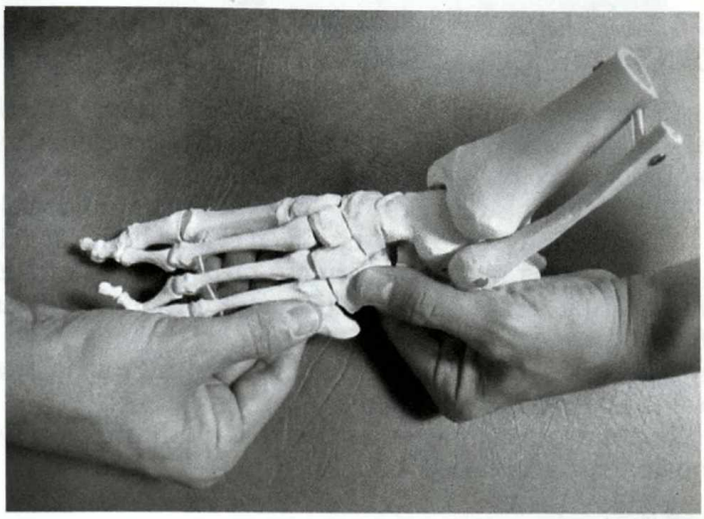


Figura 8-26. Deslizamiento dorsoventral del arco externo del mediopié: hueso cuboides sobre los huesos metatarsianos.

Manos: la primera comisura de la mano craneal fija el tobillo con el índice y el pulgar sobre el calcáneo y el astrágalo. La mano caudal realiza una toma en pinza con el índice y pulgar sobre el hueso escafoides. El resto de la mano contacta con el arco interno del pie.

Ejecución: la mano caudal realiza un movimiento dorsoventral de la articulación entre el astrágalo y el escafoides (fig. 8-27).

8.6.3.2 Movilización dorsoventral entre escafoides y las cuñas

PP: decúbito supino con el pie a 90° de flexión dorsal.

PT: bipedestación en el lado homolateral.

Manos: la primera comisura de la mano craneal fija el hueso escafoides. El índice y el pulgar de la mano caudal contactan con la cara anterior y posterior de las cuñas. El resto de la mano hace contacto con el resto del arco interno del pie.

Ejecución: la mano caudal realiza un movimiento dorsoventral de la articulación entre el escafoides y la 1.ª-2.ª cuña (fig. 8-28).

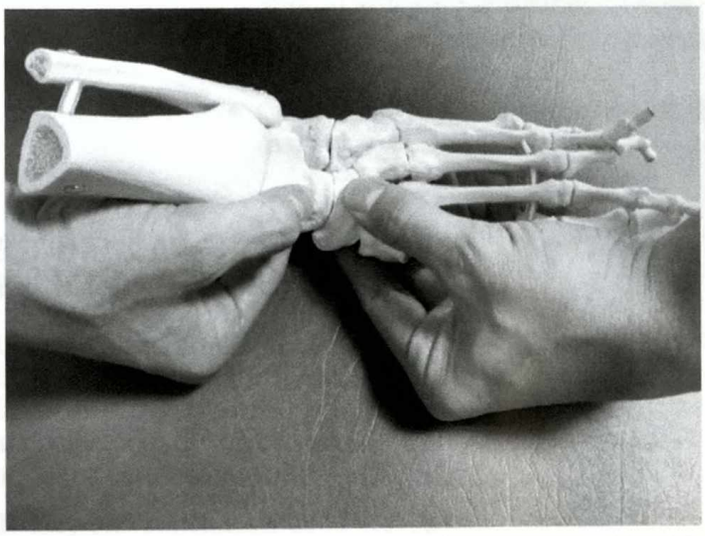


Figura 8-27. Deslizamiento dorsoventral del arco interno del mediopié: astrágalo sobre escafoides.

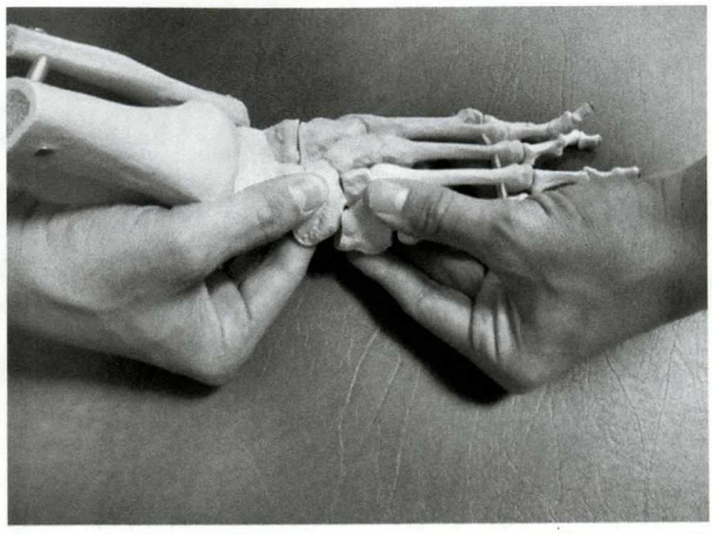


Figura 8-28. Deslizamiento dorsoventral del arco interno del mediopié: escafoides sobre cuñas.

8.6.3.3 Movilización dorsoventral entre las cuñas y el 1.er-2.° metatarsiano

PP: decúbito supino con el pie a 90° de flexión dorsal.

PT: bipedestación en el lado homolateral.

Manos: la primera comisura de la mano craneal fija la 1.ª-2.ª cuña. El índice y el pulgar de la mano caudal contactan con el primer metatarsiano.

Ejecución: la mano caudal realiza un movimiento dorsoventral del 1.er o 2.° metatarsiano.

8.6.4 DESLIZAMIENTO DORSOVENTRAL DE LOS METATARSIANOS

Objetivo: aumentar la movilidad entre los metacarpianos.

PP: decúbito supino con el pie a 90° de flexión dorsal.

PT: bipedestación o sedestación en el lado homolateral.

Manos: se realiza una toma bimanual con los pulgares enfrentados entre sí por la cara dorsal de los metatarsianos. Los pulgares hacen contacto con los dos metatarsianos que se quieren movilizar (fig. 8-29).



Figura 8-29. Deslizamiento dorsoventral de los metatarsianos.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 8-30. Deslizamiento dorsoventral de las articulaciones interfalángicas.

Ejecución: se realiza un movimiento de cizalla con los dos pulgares del terapeuta.

Indicaciones: pacientes con dolor en la fase de apoyo del pie.

8.6.5 DESLIZAMIENTO DORSOVENTRAL DE LAS ARTICULACIONES INTERFALÁNGICAS

Objetivo: facilitar el movimiento de flexión y extensión de los dedos. Se puede hacer movilización anteroposterior, tracción, lateromedial y giro.

PP: decúbito supino con el pie a 90° de flexión dorsal.

PT: bipedestación o sedestación en el lado homolateral.

Manos: una mano fija el hueso proximal y la otra el hueso distal de la articulación que se quiere movilizar (fig. 8-30).

Ejecución: una mano estabiliza mientras que la otra realiza el movimiento elegido.

Indicaciones: pacientes con dolor o limitación de movimiento en los dedos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hengeveld E, Banks K. Maitland manipulación periférica. 4.ª ed. Madrid: Elsevier; 2007.
2. Kaltenborn FM. Fisioterapia manual: extremidades. 2.ª ed. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana; 2004.
3. Kapandji AI. Fisiología articular. 6.ª ed. Madrid: Panamericana; 2011.
4. Cailliet R. Anatomía funcional, biomecánica. Madrid: Marbán; 2006.
5. Oatis C. Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movement. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.

Capítulo 9

Terapia manual articular de la columna vertebral y de la articulación temporomandibular

ANTONIO MANUEL GARCÍA GODINO • PEDRO MIGUEL SAAVEDRA HERNÁNDEZ • IVÁN RODRÍGUEZ APARICIO

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

9.1 INDICACIONES, CONTRAINDICACIONES, PELIGROS Y PRECAUCIONES

9.2 ANATOMÍA DESCRIPTIVA DE LA ATM

9.2.1 Particularidades biomecánicas de la ATM

9.2.2 Evaluación de la movilidad de la ATM

9.2.3 Movilización artrocinemática y osteocinemática de la ATM

9.3 OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL RAQUIS CERVICAL

9.3.1 Particularidades de la columna cervical

9.3.2 Movilización osteocinemática de la columna cervical

9.3.3 Movilización artrocinemática de la columna cervical

9.4 OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL RAQUIS DORSAL

9.4.1 Particularidades de la columna dorsal

9.4.2 Movilización osteocinemática de la columna dorsal

9.4.3 Movilización artrocinemática de la columna dorsal

9.5 OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL RAQUIS LUMBAR

9.5.1 Particularidades de la columna lumbar

9.5.2 Movilización osteocinemática de la columna lumbar

9.5.3 Movilización artrocinemática de la columna lumbar

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conocer las particularidades de la articulación temporomandibular (ATM) para la aplicación de la terapia manual articular.
- Conocer las particularidades del raquis cervical para la aplicación de una terapia manual articular apropiada.
- Conocer las particularidades del raquis dorsal para la aplicación de una terapia manual articular apropiada.
- Conocer las particularidades del raquis lumbar para la aplicación de una terapia manual articular apropiada.

9.1 INDICACIONES, CONTRAINDICACIONES, PELIGROS Y PRECAUCIONES

Las movilizaciones en la columna vertebral y en la articulación temporomandibular (ATM) buscan recuperar, en la medida de lo posible, el movimiento normal de cada articulación y disminuir así el dolor. Estarían indicadas en aquellos casos en los que:

1. Hay una restricción de la movilidad.
2. Hay una coaptación articular, para decoaptar la articulación.
3. Hay inmovilización o adherencia articular.
4. Tras cirugía, para prevenir y/o dar elasticidad a los tejidos.

En las movilizaciones articulares de la columna y de la ATM es casi más importante saber cuándo están contraindicadas, ya que una mala praxis podría producir lesiones añadidas o agravar las ya presentes. Estaría contraindicado movilizar una articulación:

1. Tras fracturas en las que no ha transcurrido el tiempo necesario de inmovilización.
2. Tras traumatismo reciente en fase aguda.

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

3. Ante la presencia de miedo del paciente a la movilización.
4. En estados articulares que cursen con dolor e inflamación muy intensa.

9.2 ANATOMÍA DESCRIPTIVA DE LA ATM

Debido a las particularidades de esta articulación, se realizará un breve repaso de sus características, necesario para la correcta aplicación de las técnicas de terapia manual articular.

La ATM es una articulación sinovial formada por el cóndilo mandibular, la fosa mandibular y el tubérculo articular del hueso temporal. El cóndilo tiene forma elíptica, la fosa mandibular es plana, y el tubérculo articular es convexo. Las superficies óseas están revestidas por cartílago fibroso (colágeno y algunos condrocitos), y son más gruesas en la vertiente anterior de la cabeza mandibular y en la posterior del tubérculo articular –áreas de impacto–, lo que justifica una mayor cantidad de fibrocartílago para una mayor protección de la región. La cápsula articular es elástica, y consta de una membrana fibrosa externa e, internamente, de la sinovial, que es responsable de la lubricación articular. El disco articular es extenso y está constituido por una placa fibrocartilaginosa, lo que da a la ATM la característica de articulación compuesta[1].

9.2.1 PARTICULARIDADES BIOMECÁNICAS DE LA ATM

Se basan en la relación íntima entre cóndilo-disco (compartimento inferior) y disco-fosa mandibular (compartimento superior), accionada por el armónico y preciso grupo de músculos de la masticación, lo que permite una media de 1.500 a 2.000 movimientos diarios. La rotación y la traslación son los movimientos básicos de la ATM. En la rotación, la cual acontece durante los primeros 30 mm del movimiento de apertura, la mandíbula se mueve sobre un eje transversal que pasa por los cóndilos. En la traslación anterior, que tiene lugar a partir de los 30 mm de apertura, el cóndilo se desliza al frente junto con el disco articular, preso a sus polos[2,3]. Se recomienda la lectura de otros textos para una correcta comprensión de la biomecánica de la ATM[2,3].

9.2.2 EVALUACIÓN DE LA MOVILIDAD DE LA ATM

Para la aplicación de las técnicas articulares en la ATM se debe, en primer lugar, considerar la amplitud activa y pasiva del movimiento, cuyos valores normativos principales son los siguientes:

1. Apertura de la boca: intervalo normal, 48 mm a 52 mm.
2. Desviación lateral (diducción): intervalo habitual, 10 mm a 12 mm.
3. Desviación anterior (protrusión): intervalo habitual, 5 mm a 8 mm.

9.2.2.1 Evaluación de los movimientos fisiológicos de la ATM

Posición del paciente (PP): decúbito supino.

Posición del terapeuta (PT): sedestación, craneal-mente respecto al paciente.

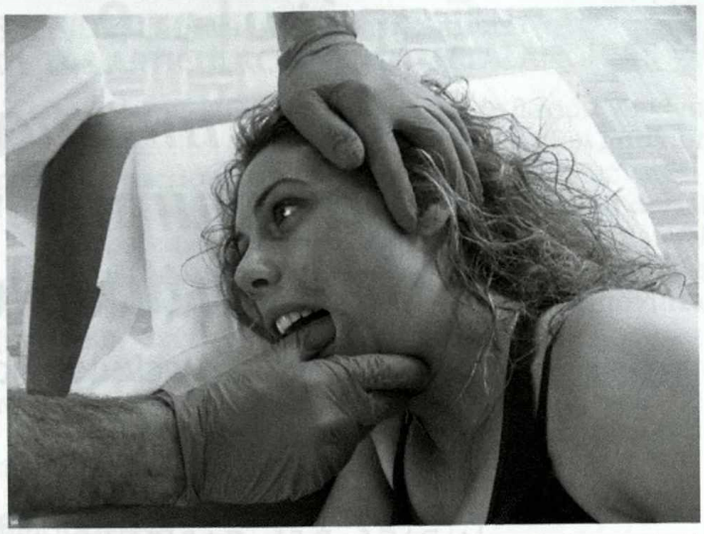


Figura 9-1. Contacto intrabucal para las técnicas de la articulación temporomandibular.

Contactos: con el dedo índice de cada mano palpamos ambos cóndilos temporales.

Ejecución: se le pide al paciente la siguiente secuencia de movimientos:

1. Apertura y cierre de la boca de manera suave.
2. Que lleve la mandíbula hacia delante (protrusión).
3. Que desvíe la mandíbula primero hacia un lado y luego hacia el otro (diducción).

9.2.2.2 Evaluación de los movimientos accesorios de la ATM

PP: decúbito supino.

PT: bipedestación, situado a la altura de la cabeza del paciente.

Contactos:

- *Toma:* el dedo pulgar se coloca en la cavidad interna de la boca del paciente, y el índice, con los otros dedos fuera de la boca, coge la mandíbula.
- *Contratoma:* se sujeta el cráneo del paciente para evitar su desplazamiento. Se colocan los dedos índice y corazón sobre el cóndilo temporal (fig. 9-1).

Ejecución:

1. Se valora la capacidad de decoaptación articular: se tracciona de la mandíbula en dirección caudal, siguiendo el eje de la rama ascendente de la mandíbula.
2. Se explora la capacidad de desplazamiento posterior: se desplaza el cóndilo al fondo de la cavidad articular mediante un empuje posterior de la rama ascendente de la mandíbula.
3. Se valora la capacidad de desplazamiento anterior: se tracciona de la mandíbula hacia delante para desplazar al cóndilo en sentido anterior.

9.2.3 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA Y OSTEOCINEMÁTICA DE LA ATM

9.2.3.1 Movilización artrocinemática en decoaptación articular

Objetivo: decoaptar la cápsula articular y dar elasticidad a la articulación.



Figura 9-2. Movilización artrocinemática en decoaptación articular de la articulación temporomandibular.

PP: decúbito contralateral

PT: bipedestación, situado a la altura de la cabeza del paciente.

Contactos:

- *Toma:* el dedo pulgar se coloca en la cavidad interna de la boca del paciente, y el índice, con los otros dedos fuera de la boca, coge la mandíbula.
- *Contratoma:* se sujeta el cráneo del paciente para evitar su desplazamiento. Se colocan los dedos índice y corazón sobre el cóndilo temporal.

Ejecución: se realiza una tracción axial, respetando el eje longitudinal de la rama ascendente de la mandíbula (fig. 9-2).

9.2.3.2 Movilización artrocinemática de la traslación condilar anterior

Objetivo: favorecer el deslizamiento anterior del cóndilo para mejorar la segunda fase de la apertura de la boca.

PP: decúbito supino.

PT: bipedestación, a la altura de la cabeza del paciente.

Contactos: igual que la anterior (v. fig. 9-1).

Ejecución: se pide al paciente que abra la boca hasta encontrar la barrera motriz articular en apertura (sensación final firme o consistente). Una vez en la posición final, se le pide que relaje. Se realizarán desplazamientos rítmicos en sentido posteroanterior sin forzar la apertura de la boca (fig. 9-3).

9.2.3.3 Movilización artrocinemática de la rotación condilar

Objetivo: favorecer la rotación del cóndilo para mejorar la primera fase de la apertura de la boca.

PP: decúbito supino.

PT: bipedestación, a la altura de la cabeza del paciente.

Contactos: igual que la anterior (v. fig. 9-3).

Ejecución: se pide al paciente que abra la boca hasta encontrar la barrera motriz articular en apertura (sensación final firme o consistente). Una vez en la posición final, se le pide que relaje. Se realizan desplazamientos rítmicos (giro) para favorecer la rotación del cóndilo desplazando la mandíbula hacia atrás y abajo (fig. 9-4).

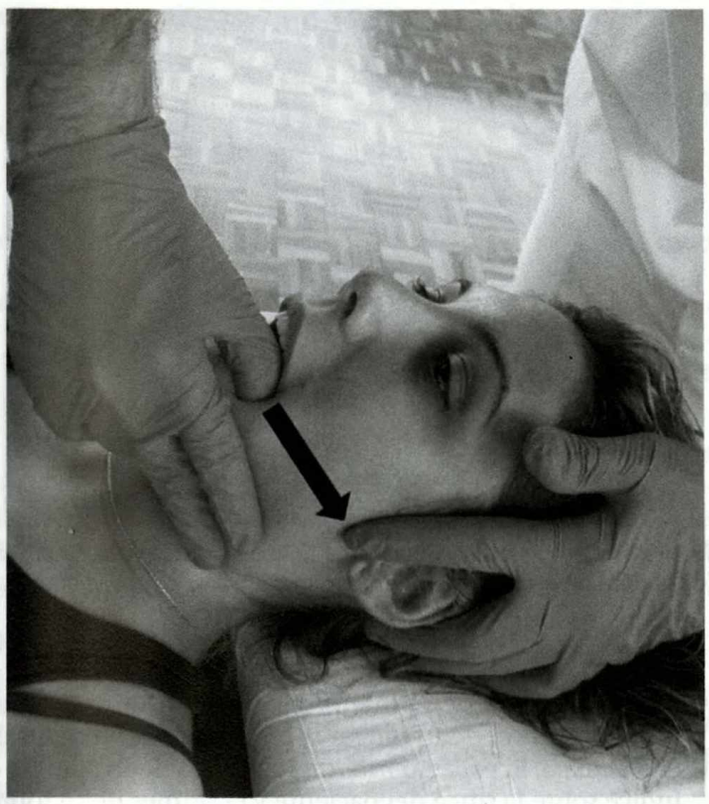


Figura 9-3. Movilización artrocinemática de la traslación condilar anterior de la articulación temporomandibular.

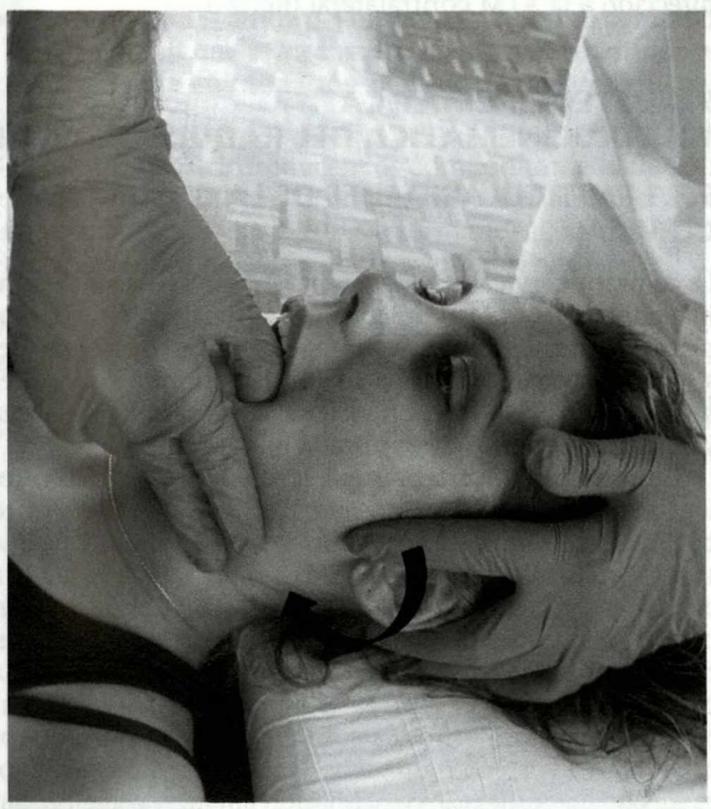


Figura 9-4. Movilización artrocinemática de la rotación condilar de la articulación temporomandibular.

9.2.3.4 Movilización osteocinemática en deslizamiento lateral (diducción)

PP: decúbito contralateral, con el brazo debajo de la cabeza.

PT: bipedestación, a la altura de la cabeza del paciente.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 9-5. Movilización osteocinemática en deslizamiento lateral (diducción) de la articulación temporomandibular.

Contactos:

- *Toma:* la palma de la mano se coloca en la frente del paciente con el dedo pulgar sobre el cóndilo temporal.
- *Contratoma:* el espacio interdigital de los dedos pulgar e índice sobre la nuca del paciente y el primer dedo sobre la 2.ª falange del primer dedo de la otra mano.

Ejecución: movilización rítmica en sentido lateral en dirección a la ATM contralateral (fig. 9-5).

9.3 OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL RAQUIS CERVICAL

9.3.1 PARTICULARIDADES DE LA COLUMNA CERVICAL

La columna cervical es el segmento más móvil de la columna vertebral; ubica los órganos de los sentidos en diversos planos de movimiento, y protege los órganos nobles del sistema nervioso central. A su vez, la columna cervical es un elemento clave en el control del equilibrio de la cabeza y el mantenimiento de la mirada horizontal[4,5].

Consta de siete vértebras que forman una lordosis fisiológica, siendo los elementos óseos fácilmente palpables, lo cual facilita las técnicas de movilización articular, aunque su complejo sistema muscular puede introducir alguna dificultad palpatoria para el terapeuta. Se debe tener en cuenta la diferenciación anatómica y biomecánica del raquis cervical alto (occipucio-atlas-axis) del resto de la columna cervical (C3-C7), ya que esto condiciona las técnicas de tratamiento. La columna cervical muestra los movimientos osteocinemáticos de toda la columna: flexoextensión, lateroflexión o inclinación lateral, y rotación. Sin embargo, debemos recordar que la mitad de la rotación cervical se realiza entre el atlas y el axis (C1-C2), mientras que la mayor parte de la flexión y la extensión se realiza a nivel de C5-C6. A su vez, es importante destacar que el movimiento artrocinemático de la columna cervical conlleva un movimiento acoplado de inclinación lateral y rotación hacia el mismo lado en la columna cervical baja (C3-C7), y de inclinación lateral y rotación hacia el lado contrario en la columna cervical alta (C0-C2). Se recomienda una lectura pormenorizada de textos de anatomía y de biomecánica antes de la aplicación de las técnicas mostradas en este capítulo[1,2].

Finalmente, es importante recordar que cualquier técnica articular aplicada sobre la región cervical alta implica un cierto riesgo para la arteria vertebral y los nervios craneales si se realiza de forma incorrecta[4,5].

9.3.2 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA DE LA COLUMNA CERVICAL

9.3.2.1 Movilización osteocinemática en flexión del raquis cervical

PP: decúbito supino, con la cabeza por fuera de la camilla y sujeta en todo momento por el fisioterapeuta (se puede usar el abdomen como tercer apoyo).

PT: a la cabeza del paciente.

Contactos:

- *Toma:* región occipital de la cabeza del paciente.
- *Contratoma:* en la parte anterior del mentón.

Ejecución: se utilizan las dos manos del terapeuta para generar la movilización en flexión global del raquis cervical. De forma ideal, se comienza el movimiento de flexión cervical por el segmento alto con más interés en la mano mandibular, y una vez agotado este plano se realiza el gesto en máxima flexión del segmento más bajo (fig. 9-6).

9.3.2.2 Movilización osteocinemática en extensión del raquis cervical

PP: decúbito supino, con la cabeza por fuera de la camilla y sujeta en todo momento por el terapeuta.

PT: craneal al paciente y ligeramente hacia lateral.

Contactos:

- *Toma:* región occipital de la cabeza del paciente.
- *Contratoma:* en la parte anterior del mentón.

Ejecución: se utilizan las dos manos del terapeuta para movilizar en extensión global el raquis cervical. De forma ideal, se comienza el movimiento de extensión por el raquis cervical superior, y una vez agotado este plano se realiza el gesto en los segmentos más inferiores (fig. 9-7).

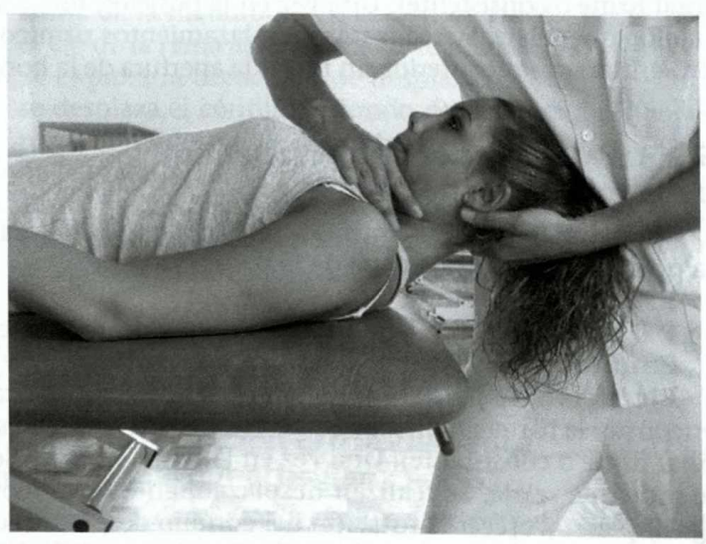


Figura 9-6. Movilización osteocinemática en flexión del raquis cervical.



Figura 9-7. Movilización osteocinemática en extensión del raquis cervical.

Nota: se debe tener precaución especial con esta maniobra en determinadas patologías como artrosis, lesiones discales, mareos y signos de insuficiencia vertebrobasilar.

9.3.2.3 Movilización osteocinemática en lateroflexión del raquis cervical

PP: decúbito supino, con la cabeza apoyada en la camilla, cercano al borde superior y lateral de esta.

PT: craneal al paciente, situado ligeramente lateral hacia el lado donde realizaremos la maniobra.

Contactos:

- *Toma:* una mano abraza la mandíbula del paciente, y el antebrazo recoge además el ángulo mandibular, estabilizando lateralmente en la región temporoparietal.
- *Contratoma:* la otra mano realiza un contacto metacarpofalángico del segundo dedo, apoyando en el macizo articular lateral sobre el segmento doloroso, limitado o sobre el que queramos actuar.

Ejecución: se realiza un empuje de medial a lateral sobre la columna cervical para describir un movimiento de lateroflexión. Aunque esta técnica es global, se puede ser analítico en un segmento articular en concreto. La dirección de empuje es oblicua hacia caudal y lateral (fig. 9-8).

9.3.2.4 Movilización osteocinemática en rotación del raquis cervical

PP: decúbito supino, con la cabeza por fuera de la camilla y sujeta en todo momento por el terapeuta.

PT: craneal al paciente, ligeramente lateral.

Contactos:

- *Toma:* una mano acuna la cabeza del paciente abrazando la mandíbula.
- *Contratoma:* la otra mano realiza un contacto metacarpofalángico del segundo dedo, apoyando en el pilar articular lateral sobre el segmento doloroso, limitado o sobre el que queramos actuar (fig. 9-9).

Ejecución: se realiza un empuje en rotación sobre la columna cervical. Aunque esta técnica es global, se puede ser analítico en un segmento articular concreto. La dirección de empuje es oblicua hacia lateral y ligeramente caudal.

9.3.2.5 Movilización osteocinemática en flexión y rotación del raquis cervical

PP: decúbito supino, con la cabeza por fuera de la camilla y sujeta en todo momento por el fisioterapeuta (se puede usar el abdomen como tercer apoyo).

PT: craneal al paciente.

Contactos:

- *Toma:* a nivel occipital.
- *Contratoma:* a la altura del muñón del hombro contrario a la rotación que se va a realizar. Para ello se introduce el antebrazo en pronación por debajo de la cabeza del paciente.

Ejecución: se introducen los componentes de flexión y rotación, estabilizando el complejo del hombro para evitar su ascenso (fig. 9-10). De forma ideal, se comienza el movimiento de flexión por el segmento alto.

9.3.2.6 Movilización osteocinemática en flexión del raquis cervical alto

PP: decúbito supino, con la cabeza apoyada en la camilla y cercano al borde superior de esta.

PT: craneal al paciente.

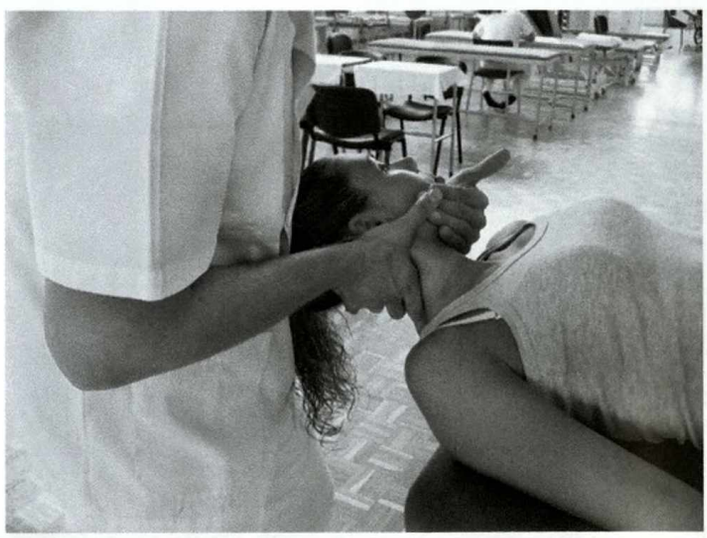


Figura 9-8. Movilización osteocinemática en lateroflexión del raquis cervical.



Figura 9-9. Movilización osteocinemática en rotación del raquis cervical.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

9.4 OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL RAQUIS DORSAL

9.4.1 PARTICULARIDADES DE LA COLUMNA DORSAL

La biomecánica del raquis dorsal está condicionada por la unión de las vértebras con las costillas, por la mecánica respiratoria, por su curva cifótica y por la gran superficie de sus discos intervertebrales. La caja torácica y el esternón proporcionan una estabilidad adicional al raquis dorsal para el soporte de la carga y para la movilidad. La movilidad correcta de la columna dorsal es importante para un buen funcionamiento del raquis cervical y lumbar. Es importante destacar que el raquis dorsal tiene movilidad en relación con dos situaciones: la primera, movilidad propia de la columna vertebral durante los movimientos osteocinemáticos de flexión-extensión, rotación y lateroflexión, y segunda, los movimientos durante la respiración. El movimiento de la caja torácica durante la inspiración se inicia con la acción del músculo diafragma, que eleva las costillas inferiores cuando se contrae, al mismo tiempo que desciende su tendón central. El movimiento de las costillas superiores eleva el esternón y aumenta el diámetro anteroposterior del tórax, mientras que el movimiento de las costillas inferiores aumenta el diámetro lateral de la caja torácica. Cuando hay una espiración (fenómeno pasivo) ocurre lo contrario, bajan las costillas y disminuyen los diámetros sagital y frontal del tórax. Es por este motivo que siempre que se realizan técnicas de movilización sobre el raquis dorsal, debe considerarse el efecto sobre las costillas. Se recomienda una lectura pormenorizada de textos de anatomía y de biomecánica antes de la aplicación de las técnicas mostradas en este capítulo[1,2].

9.4.2 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA DE LA COLUMNA DORSAL

9.4.2.1 Movilización osteocinemática en flexión del raquis dorsal

PP: sedestación a horcajadas en el borde de la camilla, con los brazos cruzados sobre los hombros.

PT: lateralmente al paciente en cualquier lado.

Contactos:

- *Toma:* la mano delantera se coloca entre el torso y los codos del paciente.
- *Contratoma:* la otra mano se coloca sobre el raquis dorsal a la altura de D4-D7 para realizar una movilización global.

Ejecución: con la mano que se encuentra entre los brazos del paciente se imprime un movimiento descendente hacia los pies de este, para inducir una flexión de la columna dorsal (fig. 9-18). La mano situada en la región dorsal es principalmente sensitiva para sentir el movimiento.

9.4.2.2 Movilización osteocinemática en extensión del raquis dorsal

PP: sedestación a horcajadas en el borde de la camilla, con los brazos cruzados sobre los hombros.

PT: lateralmente al paciente en cualquier lado.

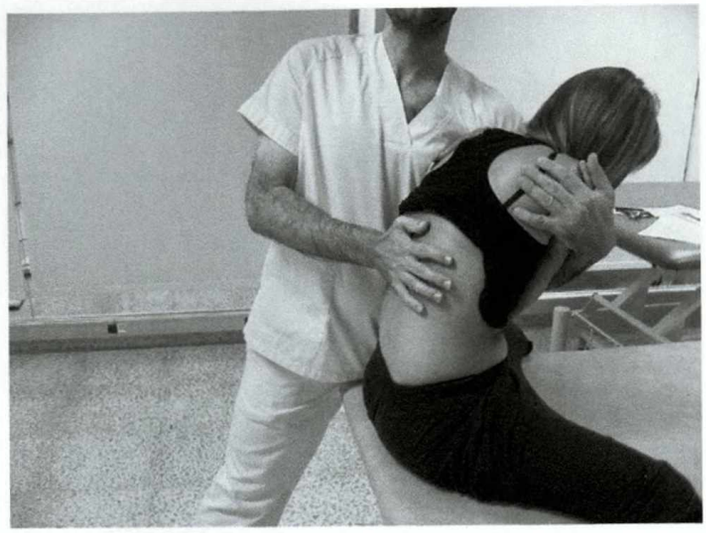


Figura 9-18. Movilización osteocinemática en flexión del raquis dorsal.

Contactos: igual que para la movilización osteocinemática en flexión.

Ejecución: con la mano que se encuentra entre los brazos del paciente se imprime un movimiento ascendente hacia la cabeza de este, para inducir una extensión de la columna dorsal (fig. 9-19). La mano situada en la región dorsal es principalmente sensitiva para sentir el movimiento, aunque también puede realizar un pequeño empuje posteroanterior de la región dorsal para ayudar en el movimiento de extensión.

9.4.2.3 Movilización osteocinemática en lateroflexión del raquis dorsal

PP: igual que en las anteriores movilizaciones osteocinemáticas del raquis dorsal.

PT: lateralmente al paciente, en el lado de la lateroflexión.

Contactos:

- *Toma:* la mano delantera se coloca entre el torso y los codos del paciente.
- *Contratoma:* la otra mano se coloca en el borde lateral de las apófisis espinosas (lámina) del raquis dorsal, a la altura de D4-D7, para realizar una movilización global.

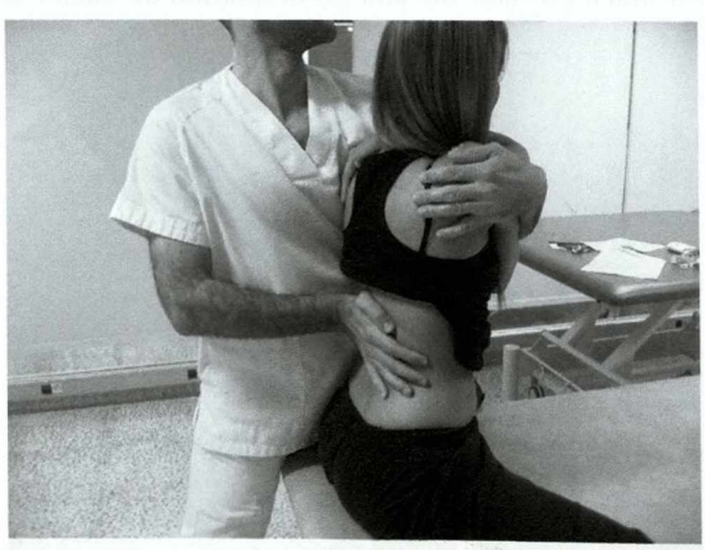


Figura 9-19. Movilización osteocinemática en extensión del raquis dorsal.



Figura 9-20. Movilización osteocinemática en lateroflexión del raquis dorsal.

Ejecución: con la mano que se encuentra entre los brazos del paciente se imprime un movimiento lateral hacia el terapeuta para inducir una lateroflexión de la columna dorsal (fig. 9-20). La mano situada en la región dorsal es sensitiva para sentir el movimiento, aunque puede imprimir un deslizamiento lateral sobre la apófisis espinosa para favorecer la lateroflexión.

9.4.2.4 Movilización osteocinemática en rotación del raquis dorsal

PP: igual que en las anteriores movilizaciones osteocinemáticas del raquis dorsal.

PT: lateralmente al paciente en el lado de la rotación.

Contactos:

- *Toma:* la mano delantera se coloca entre el torso y los codos del paciente.
- *Contratoma:* la otra mano se coloca en el borde lateral de las apófisis espinosas (lámina) del raquis dorsal a la altura de D4-D7 para realizar una movilización global.

Ejecución: con la mano que se encuentra entre los brazos del paciente se imprime un movimiento de rotación hacia el terapeuta para inducir una rotación homolateral de la columna dorsal (fig. 9-21). La mano situada en la región dorsal es sensitiva para sentir el movimiento.



Figura 9-21. Movilización osteocinemática en rotación del raquis dorsal.

9.4.3 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA DE LA COLUMNA DORSAL

9.4.3.1 Deslizamiento posteroanterior de la columna dorsal

Objetivo: dar elasticidad a la columna dorsal y mejorar el deslizamiento de las carillas articulares.

PP: igual que en las anteriores movilizaciones osteocinemáticas del raquis dorsal.

PT: de pie por detrás del paciente.

Contactos:

- *Toma:* la mano delantera se coloca entre el torso y los codos del paciente.
- *Contratoma:* la otra mano toma, entre pulgar e índice, las apófisis espinosas dorsales (toma en «pico de pato»).

Ejecución: la técnica consiste en imprimir un deslizamiento posteroanterior del segmento dorsal (fig. 9-22).

9.4.3.2 Movilización artrocinemática en extensión de la columna dorsal

PP: sedestación con los pies apoyados en el suelo, los brazos cruzados, con las manos apoyadas sobre los codos, y la cabeza reposando sobre los antebrazos.

PT: delante del paciente. El paciente apoya los brazos y la cabeza sobre el hombro del fisioterapeuta.

Contactos: ambas manos realizan un contacto con las yemas de los dedos sobre las apófisis transversas correspondientes.

Ejecución: el terapeuta descarga el peso de su cuerpo hacia detrás para provocar una extensión de la columna dorsal (fig. 9-23).

9.4.3.3 Movilización artrocinemática en extensión-rotación de la columna dorsal

PP: decúbito prono.

PT: en un lateral del paciente mirando a su cabeza.

Contactos:

- *Toma:* se coloca el talón de una mano sobre las espinosas dorsales que se van a tratar, de forma que los dedos reposen sobre las costillas.
- *Contratoma:* la otra mano se coloca sobra la pala ilíaca del mismo lado.

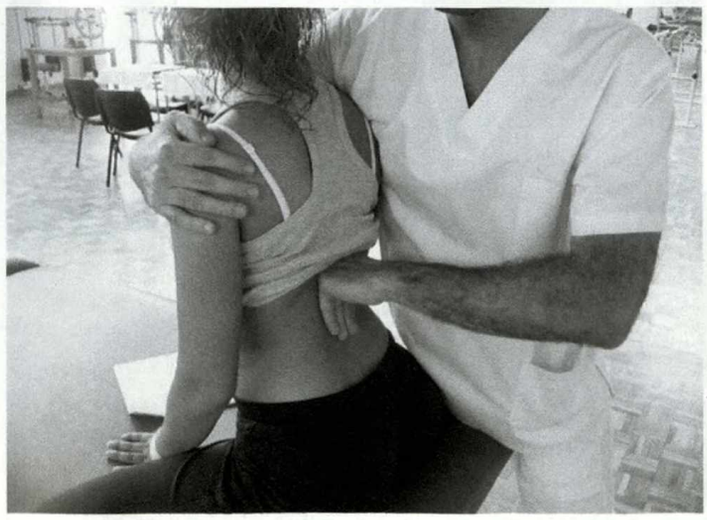


Figura 9-22. Deslizamiento posteroanterior de la columna dorsal.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

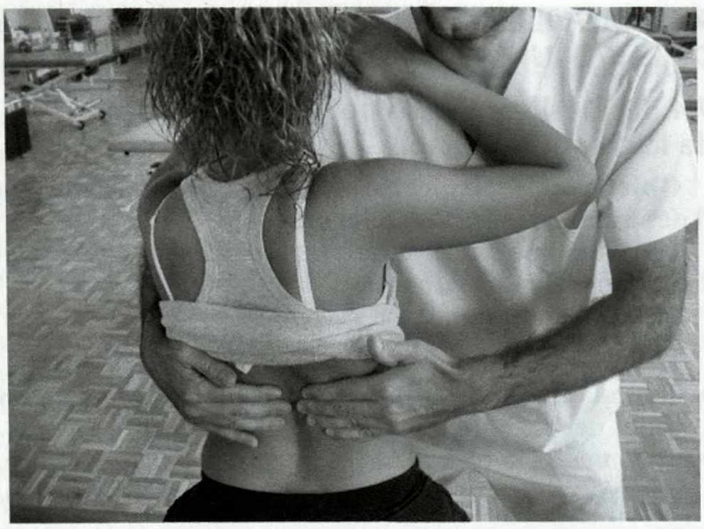


Figura 9-23. Movilización artrocinemática en extensión de la columna dorsal.

Ejecución: se realiza una tracción hacia el techo de la cresta ilíaca para inducir un efecto de extensión y rotación dorsal-lumbar (fig. 9-24).

9.4.3.4 Deslizamiento posteroanterior de la columna dorsal con pisiformes cruzados

PP: decúbito prono.
PT: en un lado del paciente.
Contactos:

- *Toma:* una mano realiza un contacto pisiforme sobre la apófisis transversa del lado contrario a la mano, con los dedos mirando a la cabeza del paciente.
- *Contratoma:* la otra mano realiza un contacto con el pisiforme sobre la apófisis transversa del lado contrario a la mano, con los dedos mirando al paciente.

Ejecución: los brazos se colocan perpendicularmente a la zona que se quiere tratar con los codos rectos. Se realiza una compresión posteroanterior con un efecto de rotación sobre ambas apófisis espinosas dorsales (fig. 9-25). Esta técnica se puede aplicar tanto sobre la región dorsal como sobre la lumbar.

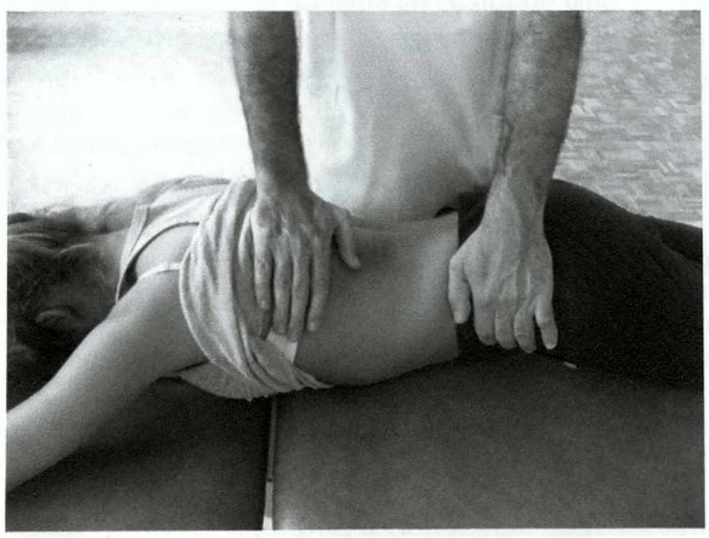


Figura 9-24. Movilización artrocinemática en extensión-rotación de la columna dorsal.

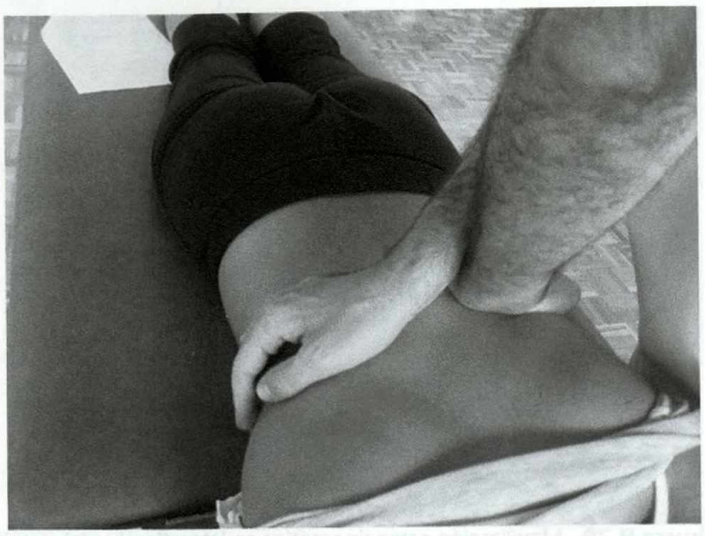


Figura 9-25. Deslizamiento posteroanterior de la columna dorsal con pisiformes cruzados.

9.5 OSTEOCINEMÁTICA Y ARTROCINEMÁTICA DEL RAQUIS LUMBAR

9.5.1 PARTICULARIDADES DE LA COLUMNA LUMBAR

La columna lumbar también tiene sus particularidades en cuanto a morfología y biomecánica; no obstante, las técnicas de movilización osteocinemática y artrocinemática son parecidas a las del raquis dorsal, considerando la diferencia de que el raquis dorsal es una cifosis mientras que el raquis lumbar es una lordosis. Se debe tener en cuenta que el centro de gravedad del cuerpo humano está situado a la altura de la vértebra L3, lo cual determina la importancia de esta vértebra y de su movilidad. A su vez, se debe considerar que la región lumbar es una zona de transición con la región sacra (unión lumbosacra), ya que nos encontramos con una superficie inclinada que debe aguantar el peso de la parte superior del cuerpo. Se recomienda una lectura pormenorizada de textos de anatomía y de biomecánica antes de la aplicación de las técnicas mostradas en este capítulo[1,2].

9.5.2 MOVILIZACIÓN OSTEOCINEMÁTICA DE LA COLUMNA LUMBAR

Las técnicas de movilización osteocinemática explicadas en la región dorsal se aplican de igual forma en el raquis lumbar (fig. 9-26). En esta sección del capítulo expondremos movilizaciones osteocinemáticas que son variaciones para la región lumbar.

9.5.2.1 Movilización osteocinemática en flexión para lumbares bajas

PP: decúbito supino con las piernas en posición de triple flexión.
PT: en un lado del paciente.
Contactos:

- *Toma:* un brazo se coloca entre las piernas del paciente con la mano apoyada en la camilla, y el sacro del paciente apoyado en el talón de la mano y los dedos palpando las apófisis espinosas de las lumbares bajas.
- *Contratoma:* la otra mano sujeta las rodillas del paciente.



Figura 9-26. Movilización osteocinemática en rotación del raquis lumbar.

Ejecución: la mano que sujeta las rodillas del paciente las acerca hacia el pecho hasta conseguir una flexión lumbar (fig. 9-27). La mano de la camilla ayuda a levantar el sacro para introducir flexión de las vértebras lumbares bajas.

9.5.2.2 Movilización osteocinemática en flexión, en decúbito lateral

PP: decúbito lateral, con el brazo contralateral en extensión, y con ambas piernas en triple flexión.

PT: lateralmente al paciente, con las piernas de este apoyadas en el abdomen.

Contactos:

- *Toma:* la mano caudal se coloca en el sacro del paciente con el brazo entre las piernas.
- *Contratoma:* la mano craneal se apoya en las apófisis espinosas de la zona lumbar.

Ejecución: con la mano caudal se lleva el raquis lumbar a flexión, mientras que la mano craneal controla que la flexión llegue al segmento lumbar deseado (fig. 9-28).



Figura 9-27. Movilización osteocinemática en flexión para lumbares bajas.



Figura 9-28. Movilización osteocinemática en flexión, en decúbito lateral.

9.5.2.3 Movilización osteocinemática en rotación lumbar, en decúbito supino

PP: en decúbito supino con ambas piernas en posición de triple flexión.

PT: en un lado del paciente.

Contactos:

- *Toma:* un brazo entre las piernas del paciente, con la mano apoyada dorsalmente en la camilla, y el sacro del paciente apoyado en el talón de la mano y los dedos palpando las apófisis espinosas de las lumbares bajas.
- *Contratoma:* la otra mano sujeta las rodillas del paciente.

Ejecución: la mano craneal inclina las rodillas del paciente hacia el terapeuta, mientras que la mano caudal controla la rotación lumbar (fig. 9-29).

9.5.3 MOVILIZACIÓN ARTROCINEMÁTICA DE LA COLUMNA LUMBAR

9.5.3.1 Deslizamiento posteroanterior de la columna lumbar con pisiformes cruzados

PP: decúbito prono.

PT: en un lado del paciente.

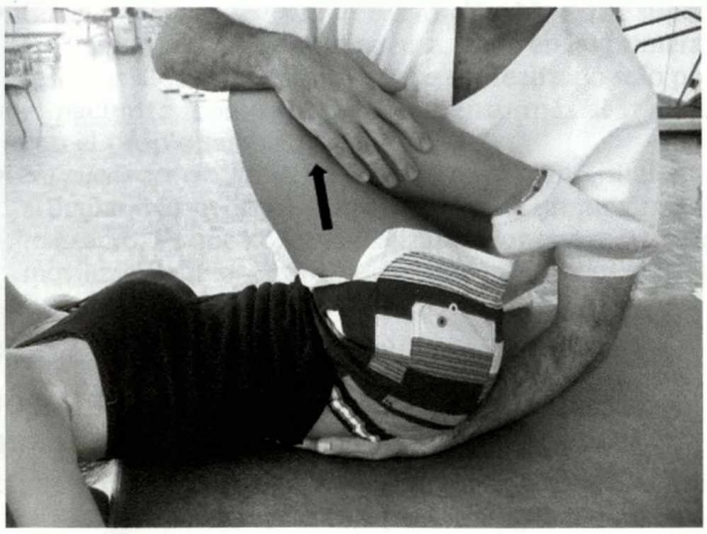


Figura 9-29. Movilización osteocinemática en rotación lumbar, en decúbito supino.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 9-30. Deslizamiento posteroanterior de la columna lumbar con pisiformes cruzados.

Contactos:

- *Toma:* una mano realiza un contacto pisiforme sobre la apófisis transversa del lado contrario a la mano, con los dedos mirando a la cabeza del paciente.
- *Contratoma:* la otra mano realiza un contacto con el pisiforme sobre la apófisis transversa del lado contrario a la mano, con los dedos mirando al paciente.

Ejecución: los brazos se colocan perpendicularmente a la zona que se quiere tratar, con los codos rectos. Se realiza una compresión posteroanterior, con un efecto de rotación sobre ambas apófisis espinosas lumbares (fig. 9-30).

9.5.3.2 Deslizamiento inferosuperior de la columna lumbar en flexión

PP: decúbito lateral, con el brazo contralateral en extensión, y con ambas piernas en posición de triple flexión.

PT: en un lado del paciente, con las piernas del paciente apoyadas en el abdomen.

Contactos:

- *Toma:* la mano caudal coloca la punta de los dedos sobre la apófisis espinosa lumbar infrayacente.
- *Contratoma:* la mano craneal coloca la punta de los dedos sobre la apófisis espinosa lumbar suprayacente.

Ejecución: con la mano craneal se mantiene fija la vértebra superior sujetando la apófisis espinosa, y con la mano caudal se realiza movimiento de descenso o de separación de la apófisis espinosa inferior respecto a la superior (v. fig. 9-28).

Bibliografía

1. Gilroy AM, MacPherson BR, Ross LM, Schüncke M, Schulte E, Schumecher U. Prometheus. Atlas de anatomía. Barcelona: Editorial Médica Panamericana; 2010.
2. Kapandji AI. Fisiología articular. 6.ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2011.
3. Oatis C. Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movement. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
4. Torres Cueco R. La columna cervical I: Evaluación clínica y aproximaciones terapéuticas. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2008.
5. Torres Cueco R. La columna cervical II: Síndromes clínicos y su tratamiento manipulativo. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2008.

Capítulo 10

Otras formas de cinesiterapia pasiva

ROSA MARÍA MASET ROIG • JORGE ALARCÓN JIMÉNEZ •
CARLOS VILLARÓN CASALES • NIEVES DE BERNARDO TEJEDOR

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

10.1 INTRODUCCIÓN DE OTRAS FORMAS DE MOVILIZACIÓN PASIVA

10.2 MOVILIZACIÓN AUTOPASIVA
10.2.1 Concepto
10.2.2 Tipos

10.3 MOVILIZACIÓN PASIVA INSTRUMENTAL
10.3.1 Concepto
10.3.2 Tipos
10.3.3 Principios de la movilización pasiva instrumental

10.4 EFECTOS DE LA MOVILIZACIÓN AUTOPASIVA
10.4.1 Sobre el cartílago
10.4.2 Sobre los ligamentos y la cápsula articular
10.4.3 Sobre el líquido sinovial
10.4.4 Sobre los músculos
10.4.5 Sobre la circulación

10.5 INDICACIONES DE LA MOVILIZACIÓN AUTOPASIVA

10.6 CONTRAINDICACIONES DE LA MOVILIZACIÓN AUTOPASIVA

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Saber para qué y cómo se puede realizar una movilización autopasiva.
- Conocer los efectos fisiológicos de la movilización autopasiva.
- Conocer las indicaciones y contraindicaciones de la movilización autopasiva.
- Conocer los tipos y los principios de la movilización pasiva instrumental.

10.1 INTRODUCCIÓN DE OTRAS FORMAS DE MOVILIZACIÓN PASIVA

En capítulos anteriores se ha desarrollado la cinesiterapia pasiva desde el punto de vista en el que el terapeuta es quien realiza la movilización, con pasividad por parte del paciente. En este capítulo abordaremos la cinesiterapia aplicada de forma activa por parte del propio sujeto, quien, o bien manualmente o por movilización activa de otros segmentos corporales, lleva a cabo la terapia mediante el movimiento[1].

Al igual que la cinesiterapia pasiva, la autopasiva puede clasificarse según el agente que la realiza. Así, podemos dividirla en: *a)* manualmente sobre la articulación; *b)* movilización de articulaciones continuas, y *c)* movilización mediante instrumentos.

10.2 MOVILIZACIÓN AUTOPASIVA

10.2.1 CONCEPTO

La movilización autopasiva es la realizada por el propio paciente sin ninguna intervención del terapeuta. Lo que se pretende con este tipo de movilización es mantener el recorrido articular de la articulación concreta que se vaya a tratar. Se pueden realizar todos los movimientos en las diferentes articulaciones. Las características concretas que hay que seguir en una movilización autopasiva son:

- *Ejercicios simples.* Las instrucciones que se dan al paciente deben ser de fácil comprensión, sin tecnicismos ni términos complejos, para que la realización sea lo más exacta posible.
- *Complemento en sesiones de reeducación.* No existe supervisión por parte del fisioterapeuta, salvo en las primeras sesiones. Por ello, el trabajo debe ser realizado solo por el paciente, como un complemento más al trabajo con el propio terapeuta.
- *No puede ser analítica.* Va dirigida a un mantenimiento articular. No se puede exigir al paciente un movimiento exacto, ya que no sabrá realizarlo. Por este motivo, la movilización autopasiva debe consistir en ejercicios simples.

10.2.2 TIPOS

10.2.2.1 Manualmente sobre la articulación que se quiere tratar

Es un tipo de movilización que realiza el propio paciente utilizando la extremidad no afectada para conseguir la automovilización. Se puede ayudar con una o ambas manos (fig. 10-1). En este tipo de movilización las compensaciones son inevi-

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

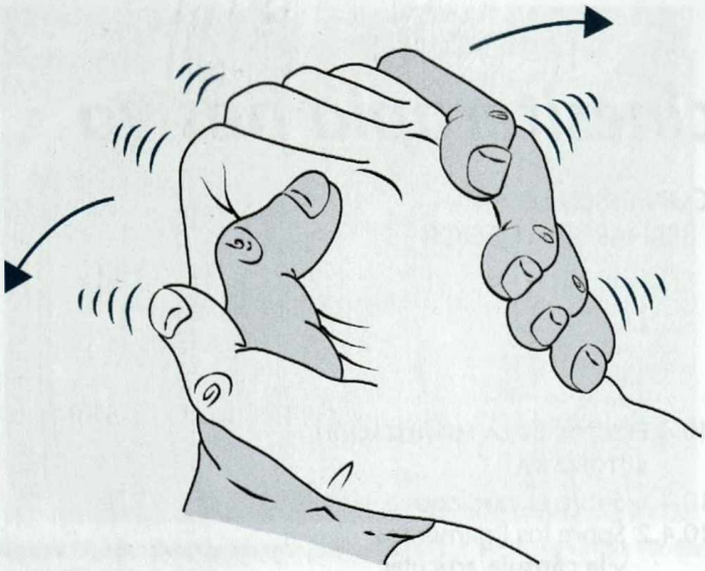


Figura 10-1. Movilización autopasiva realizada con las manos sobre la articulación que se quiere tratar.

tables y el esfuerzo que realiza el paciente suele estar muy condicionado por el grado de motivación que este tenga[2].

10.2.2.2 Movilización de articulaciones continuas

La automovilización la realizan aquellas articulaciones vecinas a la articulación diana de forma activa para que, al adoptar alguna posición o cuando se realice un ejercicio, se trabaje indirectamente la articulación deseada a distancia. Por ejemplo, los ejercicios de Codman para hombro (fig. 10-2).

10.2.2.3 Movilización mediante instrumentos que utiliza el paciente

El paciente trabaja con el miembro sano, para que este actúe con el afectado. Se pueden usar poleas, bandas elásticas, palos, bastones, pedales, bicicleta, cargas directas, etc.

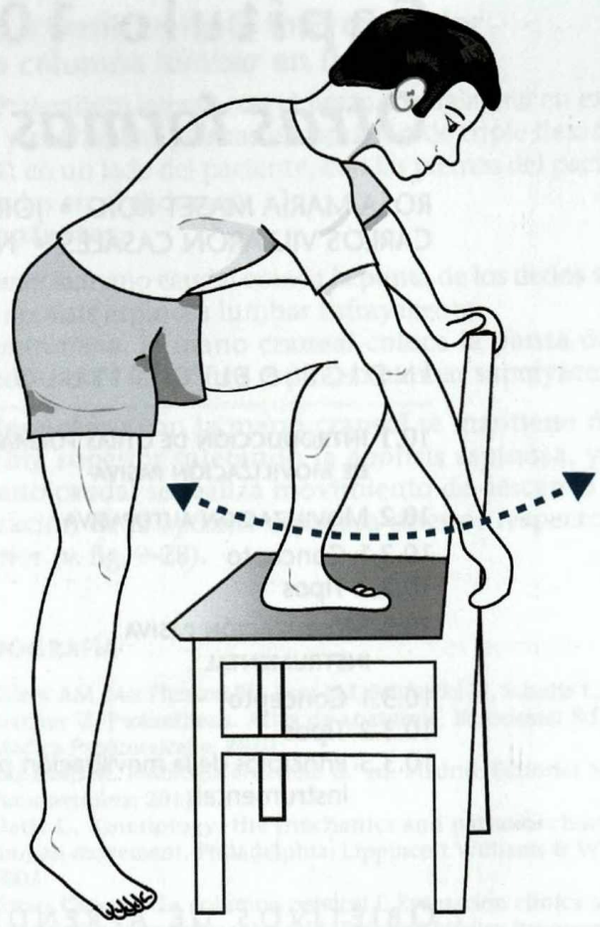


Figura 10-2. Ejemplo de ejercicio pendular de Codman.

10.2.2.4 Movilización autopasiva con la ayuda de la gravedad

Se utiliza únicamente el peso de la gravedad segmentario como fuerza correctora (fig. 10-3).

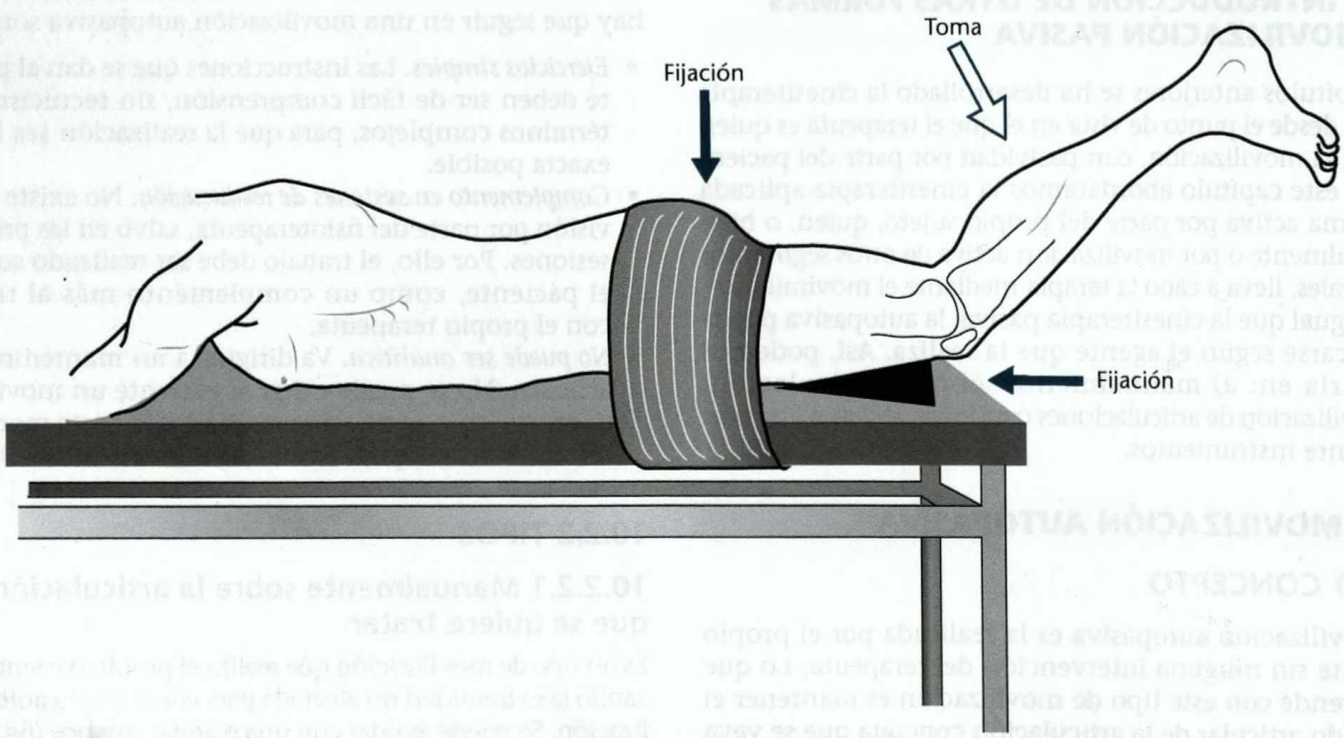


Figura 10-3. Movilización autopasiva para ganar extensión de rodilla con la ayuda de la gravedad.

10.3 MOVILIZACIÓN PASIVA INSTRUMENTAL

10.3.1 CONCEPTO

La movilización pasiva instrumental es aquella que se realiza a través de un instrumento para conseguir la movilización deseada. El sistema instrumental sustituye, de esta forma, la toma manual en la movilización, y se puede presentar de forma simétrica (para la extensión de una articulación de un miembro usamos el mismo movimiento del otro miembro; fig. 10-4) o de forma asimétrica (la extensión del brazo se realiza haciendo flexión del brazo contrario; fig. 10-5)[1]. La elección de la técnica dependerá de las condiciones del paciente y de la coordinación de este.

10.3.2 TIPOS

Con la supervisión y control del terapeuta, se determina el aspecto analítico o global de la articulación; es el sistema instrumental el que realiza el movimiento deseado. Según el objetivo terapéutico, dicho instrumento tendrá un desplazamiento en un sentido u otro, y puede ser:

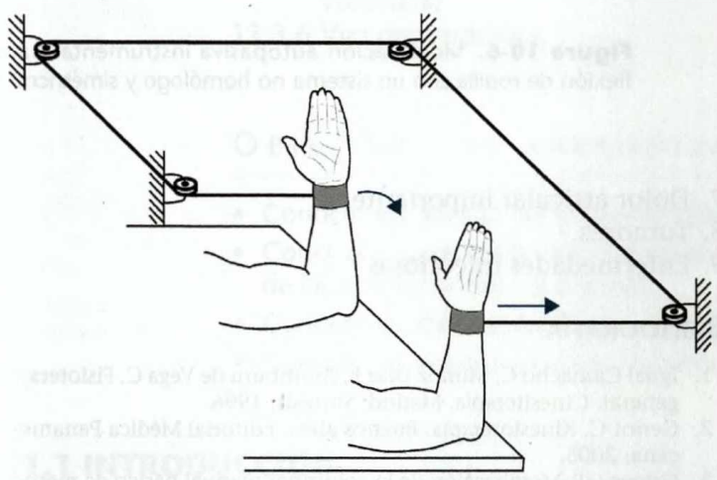


Figura 10-4. Movilización autopasiva instrumental para extensión de codo con un sistema homólogo y simétrico.

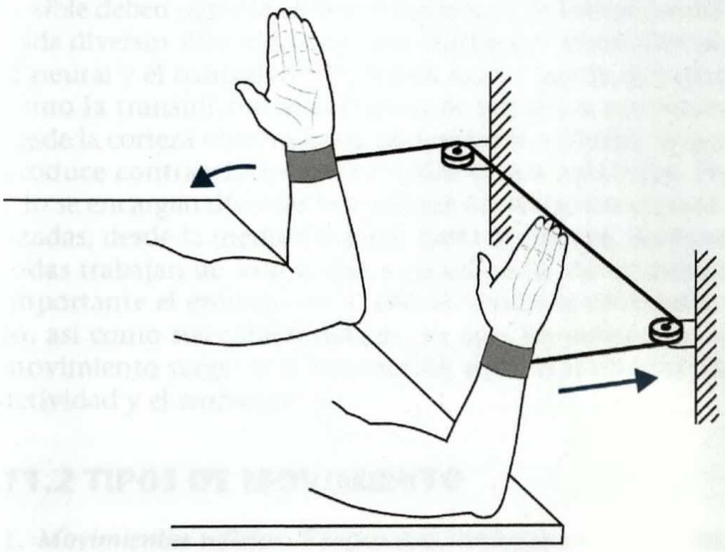


Figura 10-5. Movilización autopasiva instrumental para extensión de codo con un sistema homólogo y asimétrico.

1. *Unidireccional.* Su movimiento es lineal, sobre todo para romper adherencias. Se puede regular la velocidad y la amplitud del movimiento.
2. *Multidireccional.* El movimiento se realiza en varias direcciones, las cuales se combinan entre sí. En muchas ocasiones es un poco complicado llegar a todos los movimientos que tiene una articulación, por lo que se considera algo ineficaz y complicado por las posibles compensaciones que pueda permitir el aparato utilizado. Suele emplearse poco.

La movilización pasiva instrumental puede diferenciarse, a su vez, en homóloga (la extremidad superior induce movimiento en la otra extremidad superior) y no homóloga (la extremidad inferior induce movimiento en la superior, y viceversa; fig. 10-6)[2].

10.3.3 PRINCIPIOS DE LA MOVILIZACIÓN PASIVA INSTRUMENTAL

1. Realizar una evaluación previa, para poder definir así los límites de las amplitudes articulares que se pueden alcanzar[3].
2. Respetar las directrices de una movilización pasiva.
3. No provocar dolor con la movilización.
4. Posibilidad de poder regular la fuerza y velocidad del movimiento.
5. Posibilidad de modificar el tiempo de reposo y el número de repeticiones según el movimiento y las necesidades del paciente.
6. El aparato debe disponer de un sistema de freno automático que podrá ser usado por el paciente en caso de necesidad.

10.4 EFECTOS DE LA MOVILIZACIÓN AUTOPASIVA

10.4.1 SOBRE EL CARTÍLAGO

Ante una inmovilización o ausencia de movimiento por cualquier otro motivo, las movilizaciones autopasivas pueden ser beneficiosas porque estimulan el crecimiento y la regeneración del cartílago.

10.4.2 SOBRE LOS LIGAMENTOS Y LA CÁPSULA ARTICULAR

Se produce un aumento de la elasticidad, ya que con las movilizaciones se estimulan las fibras de colágeno disminuyendo, de esta forma, las retracciones y la fibrosis.

10.4.3 SOBRE EL LÍQUIDO SINOVIAL

Provoca el efecto tixotrópico al disminuir la viscosidad del líquido por haber un intercambio entre la membrana sinovial y la cavidad articular.

10.4.4 SOBRE LOS MÚSCULOS

Dependiendo de si la movilización es lenta o rápida, se provocará, respectivamente, una relajación evitando fibrosis y un acortamiento como consecuencia de la inactividad o un reflejo de estiramiento o miotático[4].

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

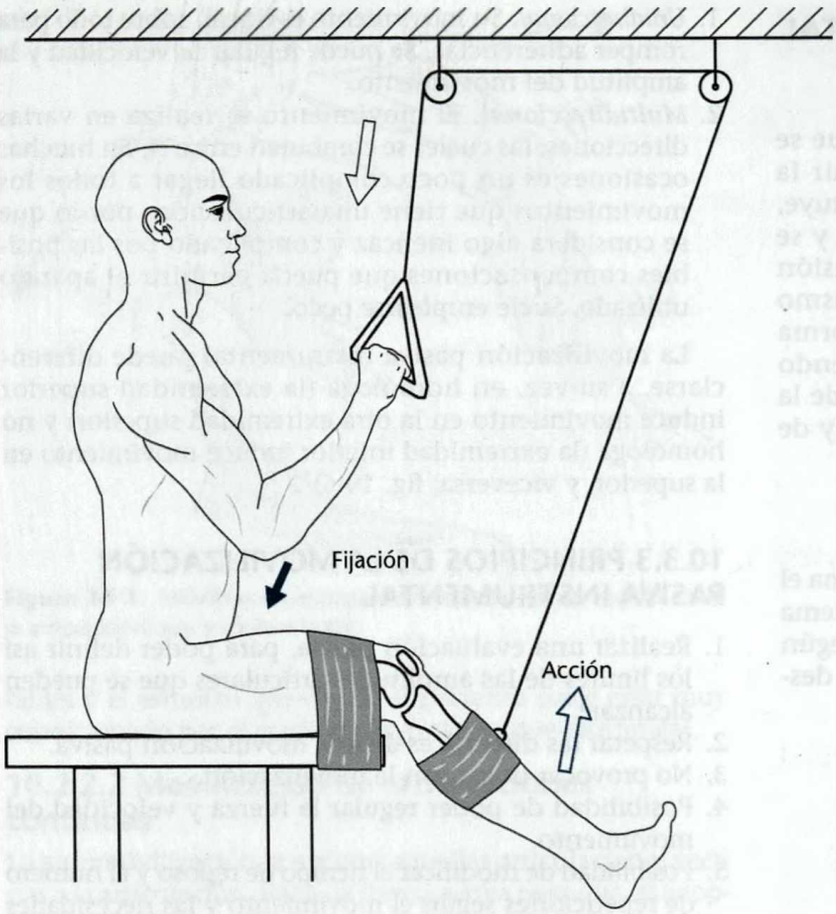


Figura 10-6. Movilización autopasiva instrumental para flexión de rodilla con un sistema no homólogo y simétrico.

10.4.5 SOBRE LA CIRCULACIÓN

Al mover la articulación se mueven tejidos adyacentes, con lo que se actúa sobre arterias, venas o vasos linfáticos facilitando la circulación por la variación de presiones que genera el movimiento.

10.5 INDICACIONES DE LA MOVILIZACIÓN AUTOPASIVA

1. Evitar limitaciones o rigideces articulares.
2. Evitar retracciones y mantener la longitud del músculo.
3. Evitar retracciones de ligamentos y en la cápsula articular.
4. Mantener el rango articular de una estructura.
5. Preparación previa a otras técnicas.
6. En aquellos casos en que se tenga que realizar una movilización y esté contraindicada la movilización activa.

10.6 CONTRAINDICACIONES DE LA MOVILIZACIÓN AUTOPASIVA

1. Derrame articular.
2. Callo óseo inestable.
3. Flebitis o trombosis local.
4. Articulación hiperálgica.
5. Facilidad de luxación articular o hiperlaxitud articular.
6. Lesión reciente en la zona de partes blandas (incisión quirúrgica, quemadura).
7. Dolor articular importante.
8. Tumores.
9. Enfermedades infecciosas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Igual Camacho C, Muñoz Díaz E, Aramburu de Vega C. Fisioterapia general: Cinesiterapia. Madrid: Síntesis; 1996.
2. Genot C. Kinesioterapia. Buenos aires: Editorial Médica Panamericana; 2005.
3. Grieve GP. Movilización de la columna: manual básico de método clínico. Madrid: Paidotribo; 2001.
4. González Mas R. Rehabilitación médica. Barcelona: Masson; 1997.

Capítulo 11
Coordinación motora

PILAR BORONDO VICENTE

Índice del capítulo

11.1 Introducción

11.2 Tipos de movimiento

11.3 Regulación neurológica de las contracciones musculares

11.3.1 Músculo esquelético
11.3.2 Sistema sensorial y sistema sensitivomotor
11.3.3 Funcionamiento reflejo
11.3.4 Patrones rítmicos de movimiento
11.3.5 Control del movimiento voluntario
11.3.6 Vías descendentes

11.4 Funciones musculares

11.4.1 Características de los músculos con función movilizadora
11.4.2 Características de los músculos con función estabilizadora
11.4.3 Función muscular y reclutamiento motor

11.5 Alteraciones de la coordinación motora

11.5.1 Trastornos neurológicos
11.5.2 Movimientos habituales y posturas mantenidas indeseadas
11.5.3 Dolor, inflamación y espasmo muscular defensivo

Objetivos de aprendizaje

- Conocer los tipos de movimiento que realiza el ser humano.
- Conocer y comprender los mecanismos de regulación neurológica de las contracciones musculares.
- Conocer las distintas funciones musculares.
- Conocer las alteraciones más frecuentes que afectan a la coordinación motora.

11.1 INTRODUCCIÓN

El movimiento humano es normalmente fluido y suave, y la mayoría de las veces no se piensa en él. Para que esto sea posible deben ponerse en funcionamiento de forma coordinada diversos sistemas como son el articular, el miofascial, el neural y el conectivo. El control motor puede definirse como la transmisión sistemática de impulsos nerviosos desde la corteza motora hasta las unidades motoras, lo que produce contracciones coordinadas de los músculos. De ello se encargan diversas estructuras neurológicas especializadas, desde la médula espinal hasta la corteza. Aunque todas trabajan de forma fina y coordinada, no es menos importante el entorno en el que se realiza el movimiento, así como sus características, ya que, en definitiva, el movimiento surge de la interacción entre el individuo, la actividad y el ambiente[1].

11.2 TIPOS DE MOVIMIENTO

1. *Movimientos reflejos*. Respuestas motoras coordinadas, involuntarias, estereotipadas y proporcionales a los estímulos desencadenantes[2].
2. *Patrones motores rítmicos*. Son respuestas repetitivas estereotipadas, en gran parte automáticas, pero que requieren del control voluntario para iniciarse y finalizar[3].
3. *Movimientos voluntarios*. Son movimientos dirigidos a objetivos, aprendidos, y que mejoran con la práctica gracias a mecanismos de retroacción y de acción anticipadora, es decir, que se diseñan aprovechando las experiencias previas y las señales anterógradas que se envían a los músculos. Además de la información anterógrada, también se utiliza la información de retroalimentación relativa al movimiento y a la situación del cuerpo en relación con el entorno. Requieren ser consciente en todo momento del entorno interno y externo, de un plan motor o estrategia, y conexiones axónicas a través de las cuales la corteza cerebral puede ejercer su influencia sobre el aparato locomotor[1,4].

Para que todos estos tipos de movimiento se realicen correctamente, es imprescindible que se produzca una serie de *reacciones posturales* que permiten la adaptación constante del cuerpo a la gravedad y el mantenimiento del equilibrio. También proporcionan fijación postural a los segmentos proximales mientras se mueven los distales, así como mecanismos de contraposición. Muchas

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

de estas reacciones son innatas, aunque también mejoran durante el desarrollo gracias al aumento de la fuerza y la coordinación neuromuscular. A estas reacciones se las denomina *reacciones primitivas;* por ejemplo, las reacciones de enderezamiento. Otras irán apareciendo más adelante, normalmente en el transcurso del primer año de vida, y se denominan *reacciones secundarias;* son ejemplo de ello las reacciones de equilibrio[3,4].

11.3 REGULACIÓN NEUROLÓGICA DE LAS CONTRACCIONES MUSCULARES

Todas las funciones corporales están reguladas por el sistema nervioso. En lo que respecta al sistema sensitivomotor, podemos hablar de dos niveles de funcionamiento: el primero, el nivel medular, lugar donde confluyen los impulsos que provienen del nivel superior y que también genera y controla órdenes de contracción muscular; el segundo, el nivel encefálico, en el que se encuentran estructuras que generan órdenes motoras y controlan los programas motores de la médula.

La estructura encargada de mandar las señales motoras son las *motoneuronas*. Las *motoneuronas superiores* son aquellas que provienen del cerebro y proporcionan estímulos a la médula espinal. Las *motoneuronas inferiores* provienen del asta anterior de la médula y ordenan directamente la contracción del músculo. Existen dos tipos de motoneuronas inferiores: las *motoneuronas α,* que estimulan directamente el músculo esquelético para que se contraiga, y las *motoneuronas γ,* que forman parte del llamado bucle γ, y puede considerarse un sistema protector de la motoneurona α[2].

11.3.1 MÚSCULO ESQUELÉTICO

El *músculo esquelético estriado* es el encargado de ejecutar los movimientos de las articulaciones. Cada músculo esquelético está envuelto en una vaina de tejido conjuntivo que en sus extremos forma los tendones. Dentro de cada músculo hay miles de *fibras musculares,* y cada una de ellas está inervada por una ramificación axónica del sistema nervioso central (SNC). Todas las fibras inervadas por una motoneurona α constituyen la *unidad motora*. Existen distintos tipos de fibras musculares:

1. Las *fibras musculares rojas o lentas,* que tienen un metabolismo oxidativo, se contraen de forma relativamente lenta y pueden mantenerse contraídas durante un tiempo bastante largo sin fatigarse.
2. Las *fibras musculares blancas o rápidas,* que dependen de un metabolismo anaeróbico, se contraen con gran rapidez y fuerza, y se fatigan rápidamente.

En un mismo músculo pueden coexistir los dos tipos de fibra, aunque cada unidad motora tiene un solo tipo de fibra. De esta forma podemos encontrar *unidades motoras rápidas* y *unidades motoras lentas*. Las motoneuronas α que las inervan también se diferencian: las que inervan las unidades motoras rápidas suelen ser más grandes, con axones de mayor diámetro y de conducción más rápida, y sus ráfagas de descarga de potenciales de acción son de alta frecuencia (30 a 60 impulsos por segundo); las que inervan las unidades motoras lentas tienen axones de menor diámetro y conducción más lenta, mientras que sus descargas son relativamente constantes y de baja frecuencia (de 10 a 20 impulsos por segundo)[2].

El tipo de función que realizan los músculos predominantemente tónicos es distinto del de los predominantemente fásicos. De ello se hablará más adelante en este mismo capítulo.

Los músculos que, de forma conjunta, ejecutan un mismo movimiento se denominan *sinérgicos*. Tienen, normalmente, otros músculos que llevan a cabo la acción contraria y que podrían oponerse a la suya. Son los músculos llamados *antagonistas*. Para que un movimiento se realice correctamente, es necesaria la contracción de músculos responsables sinérgicos así como la relajación de los antagonistas. Este mecanismo es regulado por circuitos neuronales. También es necesario que la contracción sinérgica genere la fuerza y la velocidad deseadas para adaptarse al objetivo perseguido con el movimiento[4].

Para controlar la fuerza de la contracción y que esta se produzca de forma gradual según la necesidad, el SNC realiza cambios en la frecuencia de activación de las motoneuronas. Esto se conoce como *sumación temporal,* y consiste en producir ráfagas de potenciales de acción que aumentarán el número total de unidades motoras activadas y que generarán una contracción sostenida y fluida. Además se producirá una *sumación espacial:* primero se activarán las unidades motoras de menor tamaño (que permiten un control más fino del movimiento) y después las de mayor tamaño, que permitirían un movimiento de soporte de mayores cargas[2].

11.3.2 SISTEMA SENSORIAL Y SISTEMA SENSITIVOMOTOR

Para que el SNC pueda regular el movimiento es imprescindible que cuente con un adecuado sistema sensorial. La importancia de la información sensorial para las estructuras que controlan el movimiento es tal, que a este sistema se le denomina *sistema sensitivomotor.* En el nivel más alto de control del movimiento, la información sensorial genera una imagen mental del cuerpo y su relación con el entorno; en el nivel medio, se utiliza la memoria de la información sensorial de movimientos pasados, y en el nivel más bajo la información sensorial sirve para mantener la postura, la longitud del músculo y la tensión antes y después de cada movimiento voluntario[5].

Al nivel medular llega la *información propioceptiva* a través de los cordones posteriores y proporciona información de la posición y movimiento del cuerpo en el espacio. Los receptores que recogen la información relacionada con la situación en la que se encuentran los músculos son los *husos neuromusculares* y los *órganos tendinosos de Golgi*. La información relativa a los cambios del ángulo, dirección y velocidad del movimiento de una articulación será recogida por axones mecanosensibles que se encuentran en el tejido conjuntivo de las *articulaciones,* tanto en las cápsulas como en los ligamentos. La información procedente de todos estos receptores se combina junto con la información procedente de la piel. Gracias a esta información somos capaces de saber en todo momento en qué posición se encuentran las distintas partes de nuestro cuerpo. De hecho, la información propioceptiva es especialmente relevante para la producción del movimiento reflejo.

El capítulo 17 del presente texto ahonda en el abordaje de la propiocepción mediante cinesiterapia.

11.3.3 FUNCIONAMIENTO REFLEJO

El *huso neuromuscular* es un receptor de longitud dentro del propio músculo. Contiene unas fibras especializadas, llamadas *fibras intrafusales,* que se encuentran dentro de una cápsula fibrosa. Estas fibras están envueltas en su parte central por un grupo de axones llamados *axones Ia sensitivos,* especializados en la detección de cambios en la longitud del músculo. Son axones mielínicos muy rápidos (los más rápidos del cuerpo) y conducen los potenciales de acción a través de las raíces dorsales de la médula, lugar donde se ramifican y forman sinapsis con las interneuronas y con las motoneuronas α de las astas anteriores. Su funcionamiento es el siguiente: cuando el músculo es estirado, la frecuencia de descarga de las fibras Ia aumenta, lo que provoca la estimulación de la motoneurona α, que produce, a su vez, la contracción de las demás fibras del músculo, las fibras extrafusales, con el consiguiente acortamiento del músculo. Este acortamiento muscular provoca una disminución de la frecuencia de descarga de los axones Ia. Es lo que se llama *reflejo miotático* o de estiramiento, el cual es monosináptico. Su existencia y buen funcionamiento nos sirve como protector ante alargamientos excesivos y como bucle de retroalimentación antigravedad.

Las *fibras intrafusales* del huso neuromuscular y, más concretamente, de los extremos de este, reciben también inervación de otro tipo de motoneurona inferior, la *motoneurona* γ. Esta motoneurona se estimula cuando se acortan las fibras intrafusales, y provoca la contracción de los extremos del huso de forma que vuelve a haber tensión dentro de él. Este reflejo se denomina *bucle* γ, y se considera un sistema de seguridad que evita que la fibra Ia quede «desconectada» cuando se produce la contracción muscular[2].

El *órgano tendinoso de Golgi* es un medidor de tensión que se encuentra en la unión entre el músculo y el tendón, y está inervado por un grupo de *axones sensitivos Ib,* que son ligeramente más pequeños que los Ia. Cuando aumenta la tensión muscular, los axones Ib se activan y conducen potenciales de acción a través de la médula, donde se ramifican y se unen a las interneuronas en el asta anterior, algunas de las cuales forman conexiones inhibidoras con las motoneuronas α del mismo músculo. Cuando las interneuronas inhibidoras de la motoneurona α son activadas, se enlentece la contracción del músculo. Tras decaer la tensión muscular, se reduce la inhibición de la motoneurona α, por lo que vuelve a aumentar la contracción del músculo. Esto es el *reflejo miotático inverso.* En situaciones extremas, este reflejo protege al músculo de la sobrecarga, aunque su función habitual es la de mantener la tensión muscular normal dentro de un intervalo óptimo. Este mecanismo es particularmente importante para la buena ejecución de los actos motores finos, tales como la manipulación de objetos frágiles con las manos, que requieren una prensión continua pero no demasiado fuerte.

Tal y como ya se ha comentado, para que se produzca un movimiento correctamente, no basta con la contracción muscular, sino que es necesaria la relajación del músculo antagonista. Esto es posible gracias a un proceso llamado *inhibición recíproca,* que se produce cuando la contracción muscular es provocada por el reflejo miotático y es voluntaria. Cuando se produce la contracción muscular voluntaria, los axones Ia también envían ramificaciones colaterales para que hagan sinapsis en la médula con las motoneuronas inhibidoras de la motoneurona α del músculo antagonista. Con ello se garantiza que el músculo antagonista se alargue mientras se acorta el agonista (fig. 11-1).

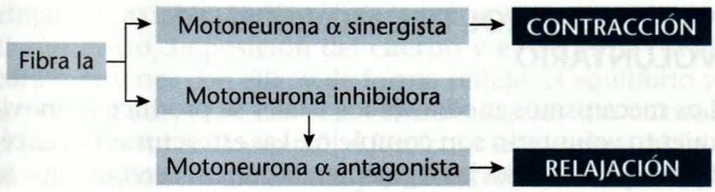


Figura 11-1. Esquema de inhibición recíproca.

Un ejemplo de inhibición recíproca polisináptico es el *reflejo de extensión cruzada,* que se desencadena con facilidad ante un estímulo doloroso, aunque también se cree que es un componente del patrón de marcha. El reflejo de extensión cruzada consiste en la activación de todos los flexores de un miembro, a la vez que se activan los músculos extensores y se inhiben los flexores del lado opuesto. En este reflejo intervienen distintas interneuronas en varios segmentos medulares diferentes.

11.3.4 PATRONES RÍTMICOS DE MOVIMIENTO

Los procesos excitatorios e inhibitorios que se producen en la médula espinal de forma combinada permiten realizar ciertos patrones motores sin necesidad de la intervención de la corteza motora, la cual, en algunas ocasiones, solo iniciará el movimiento. Es lo que ocurre, por ejemplo, con la marcha. Puede que el reflejo de extensión cruzada sea parte de este mecanismo. Faltaría entonces otro mecanismo que coordine el ritmo. Los circuitos que dan lugar a la actividad motora rítmica se denominan *generadores centrales de patrones* y se encuentran en la médula. Existen mecanismos distintos para los diferentes circuitos. Se cree que los generadores más simples son neuronas individuales que pueden funcionar como marcapasos integrados en circuitos interconectados, siendo la combinación de las propiedades intrínsecas de marcapasos y de las interconexiones sinápticas las que producen el ritmo. Si a esto le sumamos más conexiones interneuronales entre los segmentos medulares cervical y dorsal, se podrá sumar el balanceo de los brazos que acompaña a la marcha[3].

En algunas ocasiones, estos patrones son innatos, como en el ejemplo que acabamos de ver. Otras veces, los patrones se han automatizado gracias al aprendizaje, proceso en el cual intervienen estructuras superiores. La primera vez que realizamos un movimiento lo hacemos concentrándonos en él, y lo efectuamos de manera inconexa y descoordinada. Con la práctica, se irá perfeccionando y haciéndose cada vez más suave hasta que se realice de forma casi inconsciente. Se habrá creado un nuevo programa motor que genera las secuencias adecuadas de movimientos a demanda sin la necesidad de un control consciente. En este proceso, el cerebelo tiene un papel importante.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

11.3.5 CONTROL DEL MOVIMIENTO VOLUNTARIO

Los mecanismos mediante los cuales se produce el movimiento voluntario son complejos. Las estructuras del encéfalo implicadas son las siguientes: la corteza cerebral, que se encarga de planificar y ordenar el movimiento; los ganglios basales, que ayudan a que el movimiento comience; el cerebelo, que organiza la secuencia ordenada y coordinada de contracciones que deben producirse, y el tronco del encéfalo, que se encarga de que se realicen los ajustes posturales necesarios para que la persona no se caiga mientras realiza el movimiento, así como para mantener la visión fija. Las vías nerviosas que llevan las órdenes motoras confluyen en las motoneuronas de la médula espinal, las cuales se encargan de ejecutar los movimientos coordinados. Para ello, también es necesario que las funciones reflejas de la médula sean, en ocasiones, inhibidas[6].

Una vez ideado y planificado el movimiento, es necesario que se pongan en comunicación casi todas estas estructuras entre sí, a través de distintas vías complejas. Estos procesos se describen a continuación de forma esquemática.

La *corteza cerebral* es capaz de conocer con precisión la posición del cuerpo en el espacio gracias a la información que recibe de la visión, la audición, las informaciones somáticas y la percepción[5]. Cuando deseamos efectuar un movimiento, el cerebro utiliza estas informaciones e idea una estrategia para realizarlo. La parte de la corteza donde se toman las decisiones es la corteza parietal posterior y la corteza prefrontal. Estas se conectan con otra parte de la corteza, el *área 6* de la corteza motora, localizada en el lóbulo frontal. Es aquí donde se planifica el movimiento, especialmente aquellas secuencias de movimiento complejas de la musculatura distal[2,7].

Al área 6 también, y más específicamente, al área motora suplementaria del área 6, le llegan estímulos subcorticales, en especial del *núcleo ventrolateral del tálamo,* el cual recibe señales de los *ganglios basales* que, a su vez, reciben señales de la corteza frontal, prefrontal y parietal. Se forma así un bucle que participa en la selección y el inicio de los movimientos voluntarios. Las neuronas del globo pálido (uno de los núcleos de los ganglios basales) se encuentran normalmente activas y realizan una inhibición del núcleo ventrolateral del tálamo, que es el que activa las neuronas del área motora suplementaria, una zona del área 6 (fig. 11-2). Cuando se produce una activación cortical, esta activa el putamen, otro núcleo de la base que se encarga de inhibir las neuronas del globo pálido, por lo que se libera la acción de las neuronas del núcleo ventrolateral y permite el desencadenamiento de la acción motora (fig. 11-3). Se puede decir que este es un bucle de autorregulación positiva que sirve para canalizar o concentrar la activación de áreas corticales dispersas sobre el área motora suplementaria de la corteza. También los ganglios basales sirven como filtro que inhibe la expresión de movimientos inapropiados[2,8].

Una vez planificado el movimiento, hace falta mandar la orden de ejecución motora. Esto ocurre fundamentalmente en otra área de la corteza motora, el *área 4* o *área motora primaria,* lugar donde se origina la vía por la que la corteza motora activa las motoneuronas inferiores. El área 6 se conecta para ello con el área 4, pero no es la única región que manda señales al área 4. También le envían información otras áreas corticales, como las áreas 1, 2 y 3, así como el tálamo, y en particular la parte caudal del núcleo ventrolateral. Este núcleo ventrolateral del tálamo, a su vez, retransmite información procedente del cerebelo, estructura de la que se hablará más adelante. Con esta información, el área motora primaria manda la señal directamente a la médula espinal, así como señales colaterales axónicas hacia otras zonas subcorticales implicadas en el procesamiento sensitivomotor, y especialmente al tronco del encéfalo[2,7].

Hasta ahora se ha descrito tanto la planificación como la forma en que se manda la orden desde el cerebro para que se realice un movimiento. Pero ese movimiento requiere de una detallada secuencia de contracciones musculares, cada una sincronizada con precisión. De esta función se encarga el *cerebelo.* Este recibe información de los núcleos pontinos, que a su vez han recibido axones de las células que provienen de la corteza motora. Podemos decir que con estas conexiones el cerebelo recibe la señal de que se quiere iniciar determinado movimiento. Entonces, basándose en predicciones sobre el resultado según experiencia previa, el cerebelo manda instrucciones a la corteza primaria, a través del núcleo ventrolateral del tálamo, sobre la dirección, sincronización y fuerza del movimiento. Una vez más, nos encontramos con un bucle[2,6] (figs. 11-4 y 11-5).

11.3.6 VÍAS DESCENDENTES

Que todas estas acciones puedan ocurrir se debe a las interconexiones existentes entre las distintas estructuras cerebrales y a las vías descendentes que las comunican con la médula. Las *vías medulares descendentes* pueden dividirse

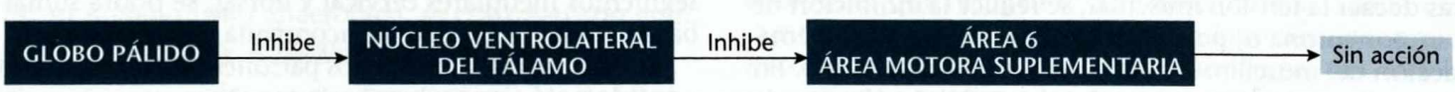


Figura 11-2. Influencia del globo pálido sobre el área motora suplementaria.

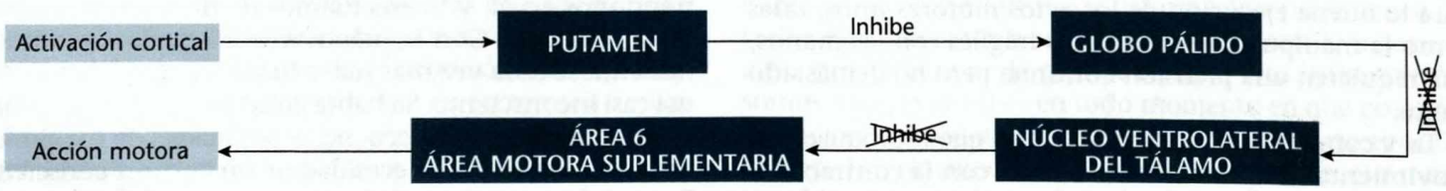


Figura 11-3. Acción de la corteza sobre los ganglios basales.

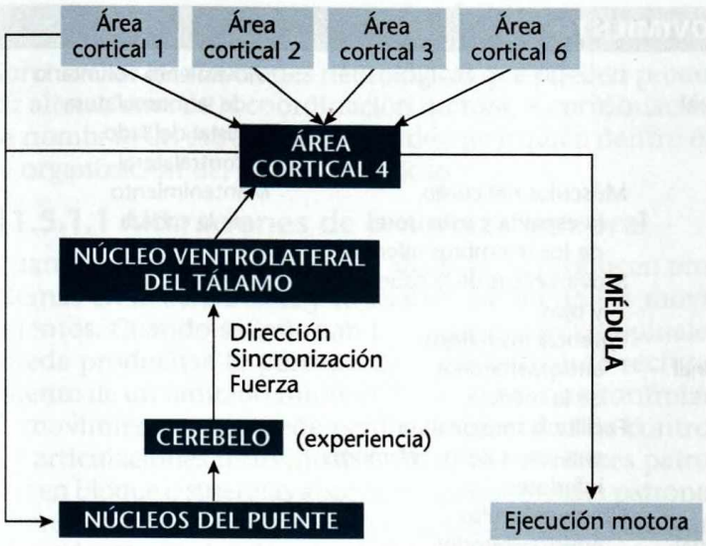


Figura 11-4. Acción del cerebelo.

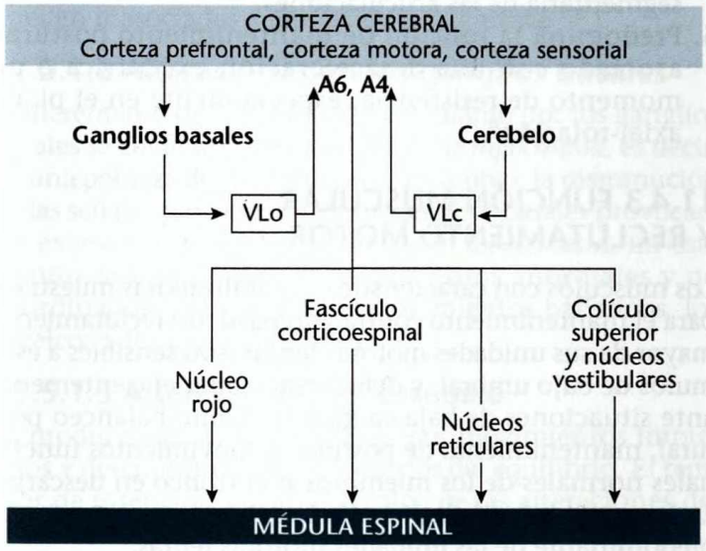


Figura 11-5. Esquema general de control del movimiento voluntario. VLc: núcleo ventrolateral del tálamo, parte caudal; VLo: núcleo ventrolateral del tálamo, porción oral.

en dos grandes grupos: las *vías de los cordones laterales* y las *vías ventromediales*.

Las *vías de los cordones laterales* están formadas por dos fascículos: el *fascículo corticoespinal lateral* y el *fascículo rubroespinal*, que se encargan del control cortical del movimiento, especialmente del movimiento voluntario de la musculatura distal. La vía corticoespinal se origina en la corteza motora (áreas 4 y 6 del lóbulo frontal) y en las áreas somatosensoriales del lóbulo parietal, mientras que el fascículo rubroespinal se origina en el núcleo rojo del mesencéfalo. La vía corticoespinal se cruza en la unión del bulbo y de la médula, mientras que la vía rubroespinal se cruza en el puente. Por ello, el movimiento voluntario que se produce en un lado del cuerpo se genera en la corteza del lado opuesto.

Las *vías ventromediales* de la médula se encargan del control postural y de la locomoción, y se encuentran sometidas al control del tronco del encéfalo. En general, estas vías se originan en el tronco encefálico y terminan entre las interneuronas medulares que controlan los músculos proximales y axiales. Reciben información sensorial relativa al equilibrio, la posición del cuerpo y el entorno visual para mantener con ella, y de forma refleja, el equilibrio y la postura corporal. Las vías ventromediales son cuatro: el fascículo vestibuloespinal, el fascículo tectoespinal, el fascículo pontorreticuloespinal y el fascículo bulborreticuloespinal.

El *fascículo vestibuloespinal* se origina en los núcleos vestibulares del bulbo, donde llega la información procedente del laberinto vestibular del oído interno.

El *fascículo tectoespinal* se origina en el colículo superior del mesencéfalo, que recibe estímulos directos desde la retina, así como desde la corteza visual y los axones aferentes que transmiten información somatosensorial y auditiva.

Estos dos fascículos se encargan de mantener la cabeza correctamente equilibrada sobre los hombros, mientras el cuerpo se mueve en el espacio y gira la cabeza en respuesta a nuevos estímulos sensitivos. Una parte del fascículo vestibuloespinal se proyecta bilateralmente sobre la médula y activa los circuitos medulares cervicales que controlan los músculos del cuello y de la espalda, guiando así el movimiento de la cabeza. Otra parte del fascículo vestibuloespinal baja homolateralmente hasta la zona lumbar, para ayudar a mantener una postura erguida y equilibrada al facilitar la acción de las motoneuronas extensoras de las piernas. El fascículo tectoespinal dirige el movimiento de la cabeza y los ojos.

Los *fascículos pontorreticuloespinal y bulborreticuloespinal* se originan fundamentalmente en la formación reticular del tronco del encéfalo. El *fascículo pontorreticuloespinal* potencia los reflejos antigravitatorios de la médula espinal y facilita la acción de los músculos extensores de las extremidades inferiores, mientras que el *fascículo bulborreticuloespinal* tiene el efecto opuesto, libera los músculos antigravitatorios del control reflejo.

La actividad de estos dos fascículos está controlada por señales descendentes de la corteza. Podemos afirmar que cuando la corteza activa directamente las motoneuronas medulares para que se produzca un movimiento voluntario, las libera, a su vez, del control reflejo al comunicar con los núcleos de los cordones ventromediales[2,3]. La tabla 11-1 detalla las vías descendentes.

11.4 FUNCIONES MUSCULARES

En este capítulo se ha presentado la coordinación motora desde un punto de vista neurológico. Desde un punto de vista funcional, también es necesario conocer que todos los músculos esqueléticos tienen la capacidad de:

1. Acortarse concéntricamente para producir la amplitud de movimiento articular y acelerar los segmentos móviles del cuerpo.
2. Mantener la posición isométricamente.
3. Alargarse excéntricamente bajo tensión, para desacelerar el movimiento y controlar la excesiva amplitud de movimiento.
4. Proporcionar un *feedback* aferente propioceptivo al SNC para la coordinación y la regulación de la rigidez refleja y la tensión muscular.

No todos los músculos son igual de eficientes en todas las funciones. Normalmente los músculos con palancas

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

TABLA 11-1 VÍAS DESCENDENTES DE MODULACIÓN DEL MOVIMIENTO

Vías descendentes				
	Vías de los cordones laterales Origen: corteza cerebral Núcleo rojo	Fascículo corticoespinal lateral		Movimiento voluntario de la musculatura distal del lado contralateral
		Fascículo rubroespinal		
	Vías ventromediales Origen: tronco del encéfalo	Fascículo vestibuloespinal	Músculos del cuello, la espalda y extensores de los miembros inferiores	Mantenimiento de la cabeza
		Fascículo tectoespinal	Movimientos de la cabeza y ojos	
		Fascículo pontorreticuloespinal	Potencia los reflejos antigravitatorios de la médula Facilita la musculatura extensora de los miembros inferiores	
		Fascículo bulborreticuloespinal	Libera músculos antigravitatorios	

largas, es decir, poliarticulares, son muy eficientes desde el punto de vista biomecánico para producir movimiento durante el acortamiento concéntrico, pero no son especialmente eficientes en prevenir el movimiento excesivo durante el alargamiento excéntrico. Por ello se dice que los músculos con palancas largas tienen principalmente *función movilizadora*. En cambio, los músculos con palancas cortas, es decir, monoarticulares, son eficientes durante el alargamiento excéntrico para limitar el movimiento excesivo y, por tanto, para la protección contra la sobretensión, pero no son biomecánicamente eficientes para producir movimiento durante el acortamiento concéntrico. Estos músculos tienen principalmente una *función estabilizadora*.

11.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MÚSCULOS CON FUNCIÓN MOVILIZADORA

1. Son músculos que abarcan varias articulaciones (biarticulares o multisegmentarios).
2. Son superficiales, tienen un brazo de palanca largo, un momento de fuerza más largo y gran volumen.
3. Contienen fibras unidireccionales o inserciones tendinosas que permiten dirigir la fuerza hacia la producción de movimiento.
4. Tienen una adecuada fuerza de palanca para la amplitud, la velocidad y la distracción articular.
5. Predomina en ellos la función de producción de movimientos repetitivos o rápidos y mantenimiento de cargas de alta tensión o fuerza.

11.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MÚSCULOS CON FUNCIÓN ESTABILIZADORA

1. Son músculos que abarcan una articulación (monoarticulares).
2. Son profundos, con un brazo de palanca corto y un momento de fuerza corto. Su contracción produce un cambio mínimo de longitud.
3. Contienen inserciones aponeuróticas amplias para distribuir y absorber fuerza y carga.
4. Tienen adecuada fuerza de palanca para el mantenimiento de la carga, la posición estática y la compresión articular. Son capaces de controlar la traslación intersegmentaria de las articulaciones.
5. Predomina la función de mantenimiento postural, asociado con una desaceleración excéntrica o un momento de resistencia, especialmente en el plano axial-rotación[9].

11.4.3 FUNCIÓN MUSCULAR Y RECLUTAMIENTO MOTOR

Los músculos con características estabilizadoras muestran, para el mantenimiento contra gravedad, un reclutamiento mayor de sus unidades motoras lentas, son sensibles a estímulos de bajo umbral, y deben reaccionar eficientemente ante situaciones de baja carga tales como balanceo postural, mantenimiento de posturas y movimientos funcionales normales de los miembros o el tronco en descarga. En las actividades de la vida diaria existe un reclutamiento predominante de las unidades motoras lentas.

Los músculos con características movilizadoras muestran, para función de movimiento o de potencia rápida y repetitiva, un reclutamiento más grande de sus unidades motoras rápidas (aunque las unidades motoras lentas siguen reclutándose primero). Son menos sensibles, tienen umbrales más altos de reclutamiento y reaccionan más eficientemente ante situaciones de carga elevada tales como el movimiento de aceleración, movimiento rápido, un cambio importante o súbito del centro de gravedad, fuerza o cargas elevadas, y la contracción máxima consciente. En las actividades de alta carga o de alta velocidad predomina el reclutamiento de los músculos poliarticulares superficiales que están biomecánicamente más preparados para una elevada carga, rango y velocidad[9,10].

11.5 ALTERACIONES DE LA COORDINACIÓN MOTORA

Las alteraciones de la coordinación motora pueden producirse por diversas causas. Debido a su frecuencia e importancia, destacaremos: los trastornos neurológicos; los movimientos habituales y las posturas mantenidas indeseadas; y el dolor, la inflamación y el espasmo muscular defensivo.

11.5.1 TRASTORNOS NEUROLÓGICOS

Son muchas las afecciones neurológicas que pueden producir alteraciones de la coordinación motora. A continuación se nombran las estructuras por orden jerárquico dentro de la organización del sistema nervioso.

11.5.1.1 Alteraciones de la corteza cerebral

Cuando la corteza cerebral está afectada, se producen problemas en la activación y la secuenciación de los movimientos. Cuando se lesionan los centros corticoespinales puede producirse la pérdida de la capacidad de reclutamiento de un limitado número de músculos que controlan el movimiento y se puede perder la capacidad de controlar articulaciones individuales. Aparecen entonces patrones en bloque o sinergias anormales, denominadas patrones estereotipados de movimiento, y que no pueden cambiarse o adaptarse a las demandas de la tarea o del entorno. Reflejan falta de fraccionamiento, es decir, no son capaces de mover una articulación sin generar simultáneamente movimientos en otras articulaciones. Estas alteraciones pueden ir asociadas a alteraciones cognitivas[1,2,4].

11.5.1.2 Alteraciones en los ganglios basales

El incremento de la inhibición del tálamo por los ganglios basales se encuentra en el origen de la *hipocinesia,* es decir, de una pobreza de movimiento. En cambio, la disminución de las señales procedentes de los ganglios basales provocará un exceso de movimiento, es decir, *hipercinesia.* En este último caso se producen movimientos anormales y no coordinados, tales como los movimientos balísticos, los coreicos y los coreoatetósicos.

11.5.1.3 Alteraciones del cerebelo

Se produce *ataxia,* caracterizada por movimientos imprecisos y descoordinados, y trastornos del equilibrio. El temblor de intención es característico de las alteraciones del cerebelo.

11.5.1.4 Problemas en el tronco del encéfalo

En el tronco del encéfalo se encuentran los centros que regulan funciones fundamentales para la supervivencia del ser humano, como son la función respiratoria, la cardiovascular, la consciencia y el control de la temperatura corporal. En lo que respecta al movimiento, su afectación produce alteraciones del control postural y del equilibrio.

11.5.1.5 Alteraciones medulares

La lesión de la motoneurona α o sus axones motores, cuando se produce de forma parcial, produce paresia o debilidad, mientras que la sección completa produce parálisis (pérdida del movimiento) de los músculos afectados. También encontraremos arreflexia de los reflejos medulares de los mismos músculos y ausencia de tensión en reposo, o hipotonía: los músculos están flácidos o blandos. Con el tiempo, esta situación sumirá a los músculos en una gran atrofia, o pérdida de masa muscular[2].

Cuando la lesión se produce en partes superiores del sistema motor, inicialmente también se pueden encontrar estos signos descritos de la afección de la motoneurona α o sus axones motores, ya que se pierden las influencias descendentes del cerebro y la médula entra en un estado de *shock*: hipotonía, arreflexia y parálisis. Pasados unos días, las funciones reflejas de la médula vuelven a aparecer, pero ahora sin la influencia inhibidora de los centros superiores, por lo que se puede establecer espasticidad, la cual se caracteriza por un aumento del tono muscular e hiperreflexia dependiente de la velocidad. También puede aparecer el *signo de Babinski,* que si se presenta más tarde de los 2 años de edad, es un indicador de lesión del fascículo motor. Cuando la lesión se ha producido en los fascículos subcorticoespinales, el aumento de la resistencia muscular se produce de forma constante durante todo el movimiento, y se denomina rigidez.

11.5.2 MOVIMIENTOS HABITUALES Y POSTURAS MANTENIDAS INDESEADAS

La repetición de movimientos forzados o el mantenimiento de posiciones indeseadas, además de producir problemas concretos sobre las articulaciones sometidas a tensión, pueden conllevar restricciones miofasciales o articulares que produzcan patrones compensatorios de movimiento y llevarnos a una situación de disfunción. Cuando se produce una situación de disfunción, los músculos estabilizadores monoarticulares muestran un problema de reclutamiento, es decir, se producen alteraciones en torno al momento adecuado en el que se activan sus fibras musculares. Parece que incrementan su umbral de estimulación, disminuyendo su respuesta a los estímulos de baja carga y reaccionando mejor cuando la carga aumenta. Es decir, responderán a las actividades de carga elevada, movimiento acelerado, movimiento rápido, fuerza elevada y un gran desplazamiento del centro de gravedad[9].

En cambio, los músculos movilizadores tienden a llevar a cabo una función estabilizadora. Parece que disminuye su umbral de estimulación y aumenta su respuesta a los estímulos de baja carga, es decir, responderán a actividades de baja carga tales como el balanceo postural, el mantenimiento de la postura y el movimiento lento de las extremidades en descarga. Esto provoca que se vuelvan dominantes en el control motor.

Esto condiciona que la persona comience a sentir fatiga ante la realización de actividades de baja carga[11].

11.5.3 DOLOR, INFLAMACIÓN Y ESPASMO MUSCULAR DEFENSIVO

El dolor es el síntoma más común de las alteraciones del sistema osteoarticular y muscular. Cuando está presente, pueden producirse una serie de alteraciones en los patrones de reclutamiento motor[9].

En el cuerpo humano, el dolor tiene más efectos nocivos sobre el control motor de los movimientos que directamente sobre la estructura del músculo. En presencia de dolor, se produce una alteración del reclutamiento muscular, que afecta de manera más significativa al reclutamiento de las unidades motoras lentas que a las rápidas[12].

El dolor y la inflamación contribuyen a una propiocepción deficiente que se relaciona, posteriormente, con una inhibición de la eficacia del reclutamiento de las unidades motoras lentas y la sensación alterada de esfuerzo en las actividades de baja carga[10]. La inhibición del reclutamiento afecta a la función de estabilidad tanto local como global. El dolor y el espasmo muscular de defensa contribuyen también al establecimiento de los patrones de movimiento

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

compensatorios. Normalmente se limita la variedad de estrategias de control motor disponibles para llevar a cabo las tareas funcionales y mantener el control del movimiento, el equilibrio y la estabilidad articular. Todo esto provoca un reclutamiento exagerado de los músculos poliarticulares en detrimento de los músculos segmentarios profundos[12].

Bibliografía

1. Cano de la Cuerda R, Collado Vázquez S. Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2012.
2. Bear M, Connors B, Paradiso M. Neurociencia. La exploración del cerebro. 3.ª ed. Barcelona: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
3. Bente E, Bassoe G. The Bobath concept in adult neurology. New York: Thieme; 2008.
4. Paeth B. Experiencias con el concepto Bobath. Fundamentos, tratamiento, casos. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2000.
5. Carr J, Shepherd R. Rehabilitación de pacientes en el ictus. Madrid: Elsevier; 2004.
6. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control. Traslating research into clinical practice. 3.ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
7. Diamond MC, Scheibel A, Elson LM. El cerebro humano, libro de trabajo. Barcelona: Ariel Neurociencia; 2000.
8. Percheron G, Fénelon G, Leroux-Hugon V, Féve A. History of the basal ganglia system. Slow development of a major cerebral system. Rev Neurol 1994;150:543-54.
9. Sahrmann S. Diagnóstico y tratamiento de las alteraciones del movimiento. Badalona: Paidotrobo; 2006.
10. Comerford M, Mottram S. Movement and stability dysfunction–contemporary developments. Man Ther 2001;6:15-26.
11. Hodges P. Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. Exp. Brain Res 2001;141:261-6.
12. Sterling M, Jull G, Wright A. The effect of musculoskeletal pain on motor activity and control. J Pain 2001;2:135-45.

Capítulo 12
Cinesiterapia activa

CRISTINA ORTEGA OREJÓN • MÓNICA GARCÍA GONZÁLEZ • AMPARO SÁNCHEZ CAMPOS

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

12.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA CINESITERAPIA ACTIVA
12.1.1 Clasificación de la cinesiterapia activa según la extensión de la zona que se quiera tratar
12.1.2 Clasificación de la cinesiterapia activa según el tipo de motilidad utilizado
12.1.3 Clasificación de la cinesiterapia activa según la capacidad muscular
12.2 EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CINESITERAPIA ACTIVA
12.2.1 Sobre piel y tejido celular subcutáneo
12.2.2 Sobre el aparato locomotor
12.2.3 Sobre el sistema nervioso
12.2.4 Sobre la circulación
12.2.5 Sobre la función digestiva
12.2.6 Sobre el aparato respiratorio
12.2.7 Sobre la psique
12.3 PRINCIPIOS TERAPÉUTICOS DE LA CINESITERAPIA ACTIVA
12.4 CINESITERAPIA ACTIVA LIBRE
12.4.1 Cinesiterapia activa específica
12.4.2 Ejercicios de estabilización y control motor
12.5 CINESITERAPIA ACTIVA ASISTIDA
12.6 CINESITERAPIA ACTIVA RESISTIDA
12.7 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA CINESITERAPIA ACTIVA
12.7.1 Indicaciones
12.7.2 Contraindicaciones

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conocer y comprender la aplicación de la terapia manual articular como una forma de cinesiterapia activa manual.
- Conocer los principales efectos fisiológicos de actuación de la cinesiterapia activa.
- Conocer y comprender el mecanismo de actuación de la estabilización y el control motor.
- Conocer y comprender la aplicación clínica de ejercicios específicos de la cinesiterapia activa.

12.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA CINESITERAPIA ACTIVA

En la cinesiterapia activa, a diferencia de la cinesiterapia pasiva, el instrumento terapéutico que se utiliza es la activación de la musculatura del paciente. Sin embargo, la contracción muscular por sí sola no es suficiente para la realización de un gesto, ya que es necesaria la representación mental de ese movimiento. Esta representación mental está influida por el aprendizaje y los esquemas neuromotrices que presenta el sujeto y que se irán almacenando en el sistema nervioso central (SNC) (fig. 12-1). Cuando acontece una lesión, bien de tipo traumatológico, bien de tipo nervioso, estos esquemas pueden verse alterados y llegarse a perder la capacidad de ejecución del gesto dentro de lo que se consideran patrones normales de movimiento. Las terapias activas pueden facilitar la reeducación del gesto y mejorar tanto el proceso neuromotriz implicado como los elementos osteoarticulares que intervienen en él.

Por tanto, la cinesiterapia activa puede definirse como una técnica de terapia manual que pone en marcha la actividad de las fibras musculares contráctiles teniendo en cuenta los procesos fundamentales de la motricidad: orden neuromotriz en la integración de la actividad muscular, proceso bioquímico de transformación de energía química en energía mecánica, y proceso biomecánico de desplazamiento o fijación de los elementos esqueléticos implicados en la acción[1].

La clasificación de la cinesiterapia activa puede realizarse en función de diversos parámetros: según la extensión de la zona que se quiera tratar, según el tipo de motilidad utilizado y según la capacidad muscular (fig. 12-2).

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

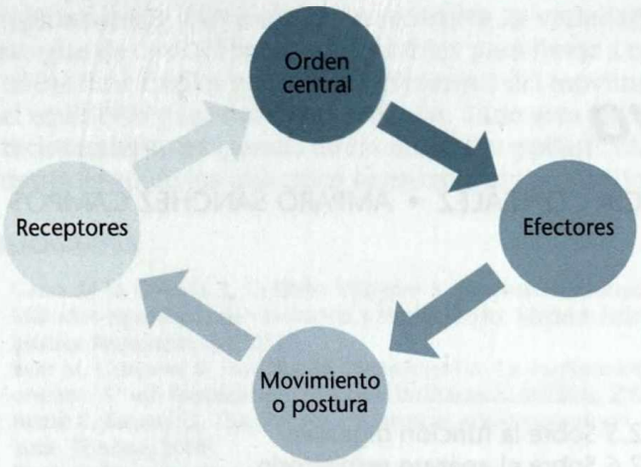


Figura 12-1. Esquema de movimiento normal.

12.1.1 CLASIFICACIÓN DE LA CINESITERAPIA ACTIVA SEGÚN LA EXTENSIÓN DE LA ZONA QUE SE QUIERA TRATAR[2]

1. *Cinesiterapia activa analítica.* Se dirige a una zona o área concreta que se quiera tratar, es decir, va encaminada a generar movimiento alrededor de un eje, en una articulación. El objetivo es fomentar la contracción muscular específica del músculo o grupo de músculos implicados en la ejecución de ese movimiento en particular. Las posiciones de partida y de llegada son precisas. Para su correcta realización, es necesaria, por parte del fisioterapeuta, la fijación correcta de la zona que se quiere tratar, para evitar posibles compensaciones. Este tipo de cinesiterapia activa es favorable para mantener y mejorar la función de forma específica dentro de una articulación, pero queda muy alejada de lo que entendemos por gesto fisiológico.
2. *Cinesiterapia activa global.* Este tipo de cinesiterapia abarca la activación de varios grupos musculares y articulaciones implicadas en la realización de un gesto. El movimiento se llevará a cabo en torno a distintos ejes de la articulación o en varias articulaciones de forma simultánea. Se trata de trabajar a partir de la creación de cadenas cinéticas de movimiento (v. cap. 17).

12.1.2 CLASIFICACIÓN DE LA CINESITERAPIA ACTIVA SEGÚN EL TIPO DE MOTILIDAD UTILIZADO[1]

1. *Motilidad refleja.* Este tipo de cinesiterapia recurre al empleo de los diferentes reflejos, como el miotático, el cutáneo o el nociceptivo, con el fin de facilitar la respuesta motriz o para inhibir el esquema que perturba la ejecución armoniosa del gesto.
2. *Motilidad voluntaria.* Da lugar a movimientos más elaborados dentro de la cinesiterapia. Este tipo de motilidad requiere la participación voluntaria del sujeto para realizar aquellas contracciones musculares necesarias para la ejecución del movimiento, además de un correcto esquema corporal y espacial.
3. *Motilidad automática.* Existen dos tipos de motilidad automática: primaria (innata) y secundaria (adquirida). La motilidad automática escapa a la voluntad del paciente, y con ella se consigue una armonía de las contracciones musculares, es decir, una secuencia de la actividad muscular necesaria para llevar a cabo un determinado gesto. En una lesión, esta motilidad puede verse mermada, pero puede recuperarse gracias al aprendizaje y la repetición del gesto.

12.1.3 CLASIFICACIÓN DE LA CINESITERAPIA ACTIVA SEGÚN LA CAPACIDAD MUSCULAR[2]

1. *Movilización activa asistida.* Este tipo de movilización se lleva a cabo cuando el paciente no puede realizar el movimiento de forma independiente. Por tanto, será un medio externo o el fisioterapeuta quien ayude al paciente, con lo que disminuirán las complicaciones (gravedad, rozamientos) a la realización de dicho movimiento.
2. *Movilización activa libre.* El paciente ejecuta el movimiento sin requerir ningún tipo de ayuda. En este caso, el terapeuta no asistirá el movimiento, si bien puede dar las directrices necesarias para llevarlo a cabo. Podemos clasificar la movilización activa libre en varias categorías: estática (control motor), gravitacional y pendular.
3. *Movilización activa resistida.* En este caso, el movimiento se lleva a cabo tratando de vencer la resistencia que se opone a este, bien por medio instrumental, bien a través de las manos del propio fisioterapeuta.

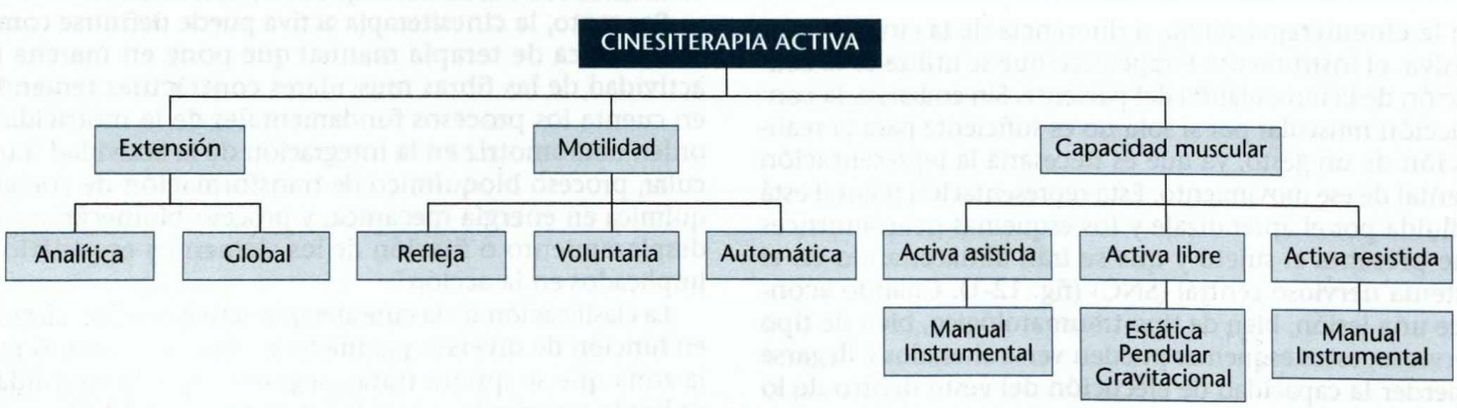


Figura 12-2. Esquema de la clasificación de la cinesiterapia activa.

Dado que la clasificación de la cinesiterapia activa según la capacidad muscular es la más extendida en la práctica clínica, durante el desarrollo de este capítulo pasaremos a detallarla con mayor precisión.

12.2 EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CINESITERAPIA ACTIVA

La cinesiterapia activa posee efectos positivos sobre los diferentes sistemas que conforman el organismo.

12.2.1 SOBRE PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTÁNEO

La cinesiterapia activa mejora la extensibilidad y elasticidad de la piel, y favorece su deslizamiento con el tejido celular subcutáneo. Además, mediante el movimiento se produce un aumento de riego sanguíneo en la piel, que favorece la reabsorción de edemas[3].

12.2.2 SOBRE EL APARATO LOCOMOTOR

La ley de Wolf establece que la tracción que realiza la actividad muscular en la periferia de un hueso estimula las células del periostio y, por tanto, el desarrollo del hueso en su grosor[2]. Los movimientos activos ayudan a mantener la función dinámica de las *articulaciones,* ya que favorecen que determinadas estructuras, como la cápsula y los ligamentos, mantengan su amplitud de movimiento[4]. Con la cinesiterapia activa también se aumenta la producción de glucosaminoglucanos, mejorando el deslizamiento y evitando las rigideces articulares. A *nivel muscular,* la cinesiterapia activa no solo ayuda a mantener las propiedades pasivas de un músculo (extensibilidad), sino que también influye en sus propiedades activas (contractilidad, resistencia a la fatiga). También nos ayuda a regular alteraciones en el tono muscular, tanto de hipertonía como de hipotonía[5].

12.2.3 SOBRE EL SISTEMA NERVIOSO

Mediante el movimiento se generan estímulos exteroceptivos y propioceptivos que ayudan a propiciar la elaboración de una respuesta motora por parte del SNC, para que se produzca el estímulo eferente que desencadene la contracción muscular. La repetición voluntaria de los movimientos tiene como consecuencia la creación de automatismos, y da lugar al mejor patrón de movimiento posible.

12.2.4 SOBRE LA CIRCULACIÓN

En términos generales, la movilidad activa mejora el retorno venoso, aunque cuando las contracciones son estáticas, estas lo mejoran en menor medida, ya que son las contracciones dinámicas las que provocan bombeo por la alternancia de presiones y depresiones en el músculo.

12.2.5 SOBRE LA FUNCIÓN DIGESTIVA

La activación de la musculatura abdominal y diafragmática, a través de la movilidad activa de regiones como la columna vertebral, la pelvis y el tórax, produce un aumento de la presión abdominal, lo que favorece el tránsito intestinal y la formación de jugos digestivos.

12.2.6 SOBRE EL APARATO RESPIRATORIO

Durante la realización del ejercicio activo se producen una serie de cambios a nivel respiratorio en lo que se refiere a ventilación, intercambio gaseoso, frecuencia respiratoria y capacidad pulmonar. Estos cambios serán beneficiosos para el organismo siempre y cuando sean adaptativos y graduales, sin llegar nunca a situaciones de fatiga.

12.2.7 SOBRE LA PSIQUE

La recuperación de la capacidad para realizar movimientos de forma activa genera en el paciente una sensación de positivismo hacia la curación. Además, la recuperación de gestos, tanto de la vida cotidiana como propios del trabajo, aumenta la seguridad y la confianza del paciente en sí mismo.

12.3 PRINCIPIOS TERAPÉUTICOS DE LA CINESITERAPIA ACTIVA

1. Respetar la fisiología articular, así como los planos de movimiento de las diferentes articulaciones.
2. Conocer al paciente, tanto en sus planos físico e intelectual como en los aspectos relacionados con su patología, para poder aplicar con criterio el tipo de cinesiterapia activa.
3. Fomentar la participación del paciente y aportarle las directrices precisas para el desarrollo correcto de los programas de ejercicios. Para ello, es necesario establecer una estrategia pedagógica adecuada por parte del fisioterapeuta.
4. Respetar la dosificación y progresión de la cinesiterapia activa en función del estadio en el que se encuentre el paciente.
5. Respetar el umbral de dolor y evitar las reacciones de rechazo al movimiento que pudieran surgir por parte del paciente.
6. La posición del fisioterapeuta debe ser la apropiada para permitir el movimiento, evitando la aparición de las posibles compensaciones que puedan surgir en la realización del gesto.

12.4 CINESITERAPIA ACTIVA LIBRE

El paciente realiza el movimiento libre y voluntariamente, sin ninguna ayuda externa, sin asistencia ni resistencia, únicamente la acción de la gravedad. Con la cinesiterapia activa libre se busca mantener el recorrido articular, el tono y la coordinación[6]. Existen tres tipos: estática, pendular y gravitacional[3].

1. *Cinesiterapia activa libre estática.* Contracciones isométricas. Hay contracción muscular sin desplazamiento articular. Favorecen el mantenimiento del tono muscular.
2. *Cinesiterapia activa libre pendular.* La inercia facilita el movimiento, de forma que con una mínima contracción muscular conseguimos amplitud de movimiento.
3. *Cinesiterapia activa libre gravitacional.* La resistencia es la gravedad. Es necesaria una contracción isotónica. Por tanto, la longitud del músculo varía y existe desplazamiento articular.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

12.4.1 CINESITERAPIA ACTIVA ESPECÍFICA

Dentro de la cinesiterapia activa libre encontramos tablas o series de ejercicios para patologías específicas que se denominan por el apellido de los autores que las plantearon. A continuación detallamos algunas de ellas.

12.4.1.1 Ejercicios de Codman

Denominados también ejercicios pendulares. Están indicados en patologías de hombro donde exista disminución de la amplitud de movimiento. Consiste en realizar un movimiento pendular a favor de la gravedad, lo cual permite la separación de la cabeza del húmero de la fosa glenoidea y del acromion. El movimiento de la articulación se lleva a cabo gracias a la gravedad, con mínima contracción de la musculatura periarticular[7].

Para su realización es necesario que el paciente haga una flexión anterior de tronco y deje caer el brazo afectado en la vertical. La cabeza debe apoyarse sobre el otro brazo o sobre una superficie (fig. 12-3). Seguidamente, se inicia un movimiento pendular en arco creciente e indoloro. El arco de movimiento se incrementará según tolerancia a lo largo del tratamiento[8]. Se puede añadir un pequeño peso en la parte distal del brazo, cuando el paciente lo tolere.

12.4.1.2 Ejercicios de Chandler[7]

Únicamente difieren de los ejercicios de Codman en la posición de partida: decúbito prono. El autor busca con esta posición una mayor relajación muscular y proporcionar al paciente mayor seguridad y estabilidad. El paciente en decúbito prono deja caer el brazo por fuera de la camilla, favorecido por la gravedad y un pequeño peso colocado a nivel distal, y realiza un movimiento pendular en arco creciente e indoloro (fig. 12-4).

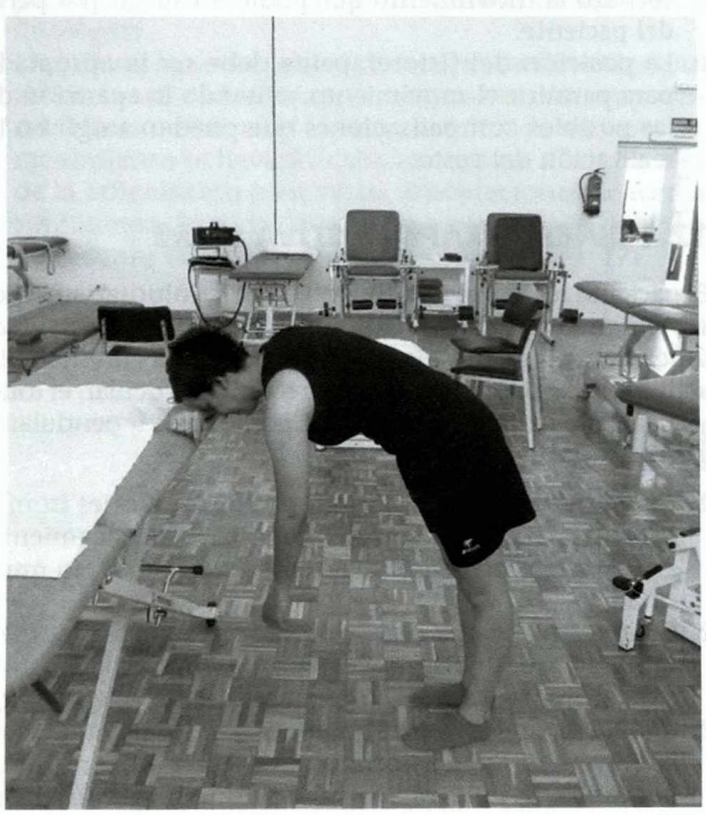


Figura 12-3. Ejercicio de Codman.

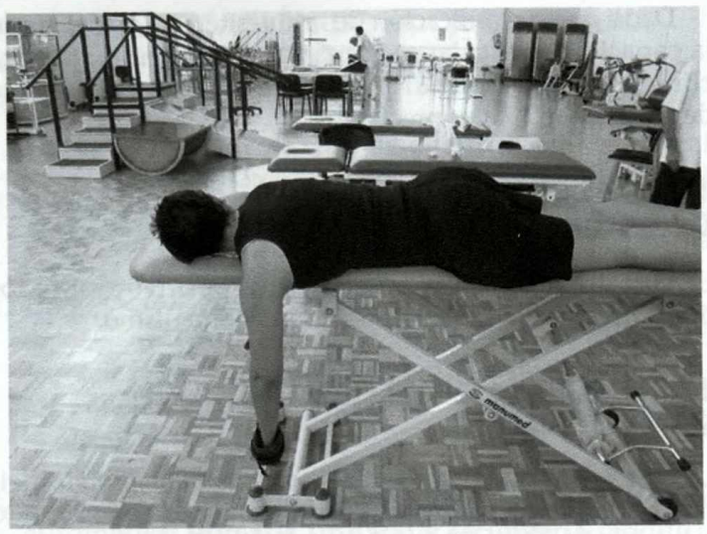


Figura 12-4. Ejercicio de Chandler.

12.4.1.3 Ejercicios de Frenkel

El autor preconizó una serie de ejercicios sistemáticos y graduados para el tratamiento de la ataxia, aunque también son útiles en otras patologías donde exista una pérdida de propiocepción. Se empieza con ejercicios bastante simples, y se va aumentando progresivamente la complejidad. El paciente se ayuda de mecanismos sensoriales intactos como la vista, la audición o el tacto, para suplir el déficit de sensación cinestésica[7]. Es necesaria la concentración y la atención del paciente, la precisión y la repetición en la realización de los ejercicios. La progresión viene determinada por el grado de incapacidad. Se empieza en posición de decúbito supino, y a medida que mejora progresa a posición sedente y bipedestación. El objetivo principal es conseguir mejorar la coordinación, de modo que el paciente sea capaz de realizar actividades de la vida diaria que le proporcionan independencia.

12.4.1.4 Ejercicios de Buerger-Allen

Fueron diseñados para favorecer la circulación colateral. Consisten en ejercicios de flexión dorsal y plantar activos en diferentes posiciones de la extremidad afectada[7]. Se inician con el paciente en decúbito supino, y los miembros elevados y apoyados sobre una superficie en declive (fase de elevación). Después, el paciente se posiciona en sedestación (fase de descenso) y, por último, de nuevo en decúbito supino sin elevación de las extremidades (fase de reposo). Este ciclo se realizará varias veces al día.

12.4.1.5 Ejercicios de Klapp

Son ejercicios que parten de la posición de cuadrupedia para corregir las desviaciones vertebrales.

12.4.1.6 Ejercicios de Niederhoffer

Están indicados en el tratamiento de la escoliosis, y consisten en contracciones isométricas de la musculatura transversa del raquis.

12.4.1.7 Ejercicios de Shroth

Son ejercicios para el tratamiento de la escoliosis, basados en los principios tridimensionales de corrección de la columna.

12.4.1.8 Ejercicios de Williams

Fueron diseñados para tratar el dolor lumbar de origen mecánico. Buscan la elongación de la musculatura lumbar y sacra y el fortalecimiento de la musculatura abdominal y glútea[7].

12.4.1.9 Ejercicios de Mckenzie

Método de exploración y tratamiento para aliviar el dolor de espalda. Partiendo de una exploración en la que se encuadra al paciente en un determinado síndrome, por ejemplo, postural, disfuncional, de dislocación establecido por el autor, se elabora un plan de ejercicios individualizados[9].

12.4.2 EJERCICIOS DE ESTABILIZACIÓN Y CONTROL MOTOR

Los músculos se contraen de forma concéntrica para dar lugar al movimiento, o de forma isométrica y de forma excéntrica para cumplir funciones de estabilización y dotar de información propioceptiva al SNC que coordinará la función muscular. Comerford y Mottram[10] clasificaron los músculos, según su función, en músculos estabilizadores locales, estabilizadores globales y movilizadores globales. Ante una lesión, la falta de estabilidad provoca alteraciones a nivel articular y miofascial que se traducen en restricciones del movimiento asociadas a compensaciones para intentar mantener la función. El lugar y la dirección que siguen estas compensaciones será la clave para diagnosticar la falta de estabilización[11].

El objetivo de control motor se basa en las sinergias musculares, es decir, que determinados músculos proporcionen una base estable para el sostén del segmento y actúen en sintonía con aquellos músculos que van a propiciar el movimiento del segmento[12]. Los *músculos estabilizadores locales* tienen como función estabilizar la articulación, sobre todo en posición neutra, en donde la función de soporte de la cápsula y los ligamentos es mínima. Además, estos músculos aumentan su actividad en el momento previo al inicio del movimiento, dando el soporte y sostén necesario para que este se produzca[10].

En el caso de los *músculos estabilizadores globales*, estos son capaces de contraerse concéntricamente en toda la amplitud de movimiento articular, de forma isométrica para mantener posiciones articulares, y excéntricamente para desacelerar cargas[10].

Los *músculos movilizadores globales* son los encargados de realizar el movimiento deseado[10], de tal forma que para que se lleve a cabo el gesto de forma apropiada, es necesario un correcto funcionamiento de los sistemas tanto de estabilización local como global. Cuando se ve alterado este funcionamiento, es necesario llevar a cabo un programa de reeducación del control motor.

Lo primero que debe identificarse es la posición o amplitud articular no dolorosa. La posición neutra de la articulación es la idónea, ya que esta posición estimula la puesta en marcha de la musculatura estabilizadora local. Durante la realización de los ejercicios no deben aparecer compensaciones ni signos de fatiga, ya que debe dominar el control motor y el reclutamiento, no la fuerza y la flexibilidad. La estrategia que debe seguirse es poner en marcha los músculos estabilizadores locales y globales para controlar y limitar el segmento que compensa y después movilizar activamente la zona de restricción dentro de la amplitud indolora[12].

A medida que el sujeto va mejorando estos sistemas de estabilización, se irá aumentando la dificultad de los ejercicios de forma progresiva. Se utilizarán planos inestables desde la posición neutra, posteriormente se llevará a cabo la estabilización mientras se efectúan movimientos fisiológicos (estabilización dinámica), hasta llegar a realizarlos durante actividades laborales y recreacionales e incluso en gestos que anteriormente provocaban la disfunción (figs. 12-5 y 12-6).

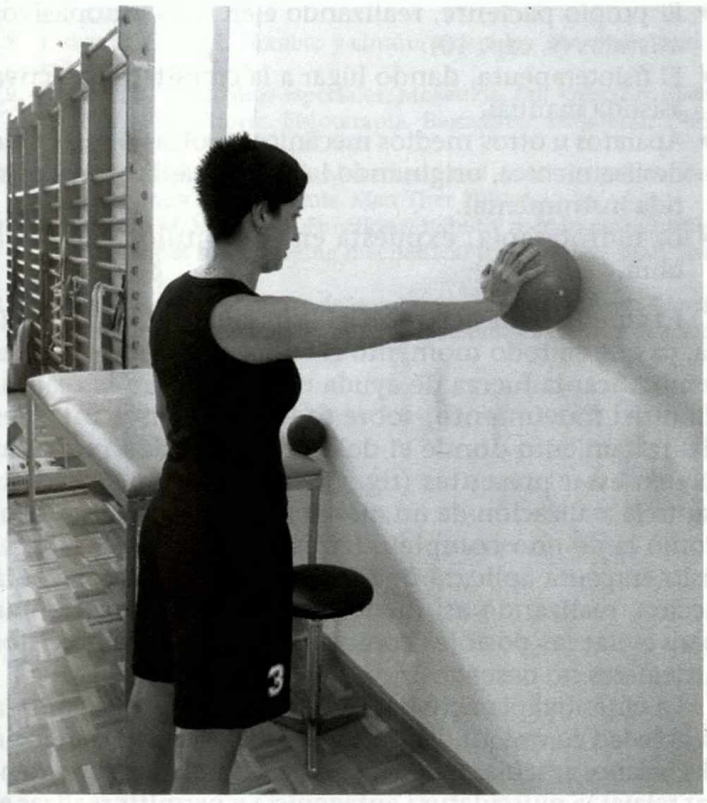


Figura 12-5. Ejercicios de estabilización de la escápula sobre la pared.



Figura 12-6. Ejercicio de estabilización lumbopélvica sobre una superficie inestable.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

12.5 CINESITERAPIA ACTIVA ASISTIDA

Las movilizaciones activas asistidas se realizan cuando el paciente no puede ejecutar el movimiento por sí mismo. Generalmente esto sucede cuando los músculos motores del movimiento presentan un balance muscular por debajo de 3 en la escala de Daniels, es decir, no son capaces de vencer la fuerza de la gravedad durante la ejecución del movimiento. De tal forma, es la fuerza externa aplicada por el terapeuta la que ayuda para completar la acción del músculo. En ningún caso sustituye la función muscular, pudiendo consistir en eliminar la fuerza de la gravedad[6]. Esta ayuda externa puede provenir de:

- El propio paciente, realizando ejercicios autopasivos asistidos (v. cap. 10).
- El fisioterapeuta, dando lugar a la cinesiterapia activa asistida manual.
- Aparatos u otros medios mecánicos (poleas o planos de deslizamiento), originando la cinesiterapia activa asistida instrumental.
- La hidroterapia, expuesta en el capítulo 20 de esta obra.

La cinesiterapia activa asistida manual es la más precisa, ya que en todo momento el terapeuta puede dosificar y modificar la fuerza de ayuda requerida para la realización del movimiento, sobre todo en las fases iniciales del tratamiento donde el dolor y la debilidad muscular suelen estar presentes (fig. 12-7). Así, se puede asistir tanto la realización de un movimiento aislado (analítico) como la de uno complejo (global). En ambos casos, el fisioterapeuta aplicará una toma larga para favorecer la acción, realizando así menos fuerza, y una contratoma para evitar las posibles compensaciones o movimientos articulares no deseados.

La cinesiterapia activa asistida va dirigida a mejorar la propiedad contráctil del músculo, no busca una ganancia del balance articular. Se puede emplear también para intentar relajar la musculatura antagonista y permitir realizar el movimiento.

12.6 CINESITERAPIA ACTIVA RESISTIDA

En este caso, la contracción muscular se lleva a cabo en oposición a una fuerza externa. Este tipo de cinesiterapia activa se aplica en función del estadio de la patología en cuestión, generalmente cuando los músculos implicados en el ejercicio presentan un balance muscular de 4-5 en la escala de Daniels y en ausencia de dolor. El tipo de contracción que efectúan los músculos implicados en la acción vendrá determinado por el tipo de oposición que se haga a la fuerza externa. Si la fuerza muscular es superior a la fuerza externa, el músculo trabajará en concéntrico, mientras que si la fuerza externa supera a la ejercida por el músculo, este trabajará en excéntrico. Si se igualan, realizará un trabajo en isometría[6].

La finalidad que se persigue con la cinesiterapia activa resistida es el fortalecimiento neuromuscular: fuerza, resistencia, velocidad y coordinación. Es necesaria la correcta adecuación de los ejercicios en función del objetivo específico que se quiera conseguir. Para ello, las revaluaciones del estado del paciente y las modificaciones de los ejercicios en cuanto a intensidad, duración y frecuencia son fundamentales en el desarrollo de esta fase.

Este tipo de cinesiterapia, como ocurre con la cinesiterapia asistida, puede hacerse a través de la resistencia aplicada por el fisioterapeuta (cinesiterapia activa resistida manual) o a través de medios externos tales como aparatos, pesos o agua (cinesiterapia activa resistida instrumental)[3].

En el caso de que sea el fisioterapeuta quien realice la fuerza externa de oposición y lo que se pretenda sea resistir la ejecución de un movimiento aislado (analítico), la toma se colocará de tal forma que se oponga al movimiento, y la contratoma fijará aquellos segmentos que no deben estar presentes en ese movimiento (fig. 12-8).

Otra forma de trabajar la cinesiterapia activa resistida es de forma global a través de la resistencia de varios grupos musculares a la vez. En este caso, la resistencia no iría encaminada al movimiento proveniente de una única articulación, sino al conjunto de articulaciones y grupos musculares que conforman una misma cadena cinética de movimiento (v. cap. 17).



Figura 12-7. Ejercicio activo asistido manual de flexión de hombro.



Figura 12-8. Ejercicio activo resistido manual de extensión de rodilla.

12.7 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LA CINESITERAPIA ACTIVA

12.7.1 INDICACIONES

1. Procesos del aparato locomotor que precisen mejora/mantenimiento de la amplitud articular y del tono muscular (hipotonías, atrofias, contracturas, artropatías, periartritis, discopatías).
2. Afecciones del sistema nervioso (hemiplejías, paraplejías).
3. Procesos cardiorrespiratorios.
4. Secuelas posquirúrgicas[2,6].

12.7.2 CONTRAINDICACIONES

1. Procesos infecciosos o inflamatorios agudos.
2. Neoplasias.
3. Fracturas recientes.
4. Anquilosis articulares.
5. Escasa colaboración del paciente[2,6].

Bibliografía

1. LeRoy A, Pierron G. Kinesioterapia activa. En: Génot C, editor. Kinesioterapia. Evaluaciones. Técnicas pasivas y activas del aparato locomotor. Tomos I y II. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2000. p. 83-132.
2. Igual C. Movilización activa. En: Igual C, Muñoz E, Aramburu C, editores. Fisioterapia general: Cinesiterapia. Madrid: Síntesis; 1996. p. 298-302.
3. Ehrenberg H, Jückstock-Kaerger K. Técnicas de la fisioterapia. En: Huter-Becker, Schewe H, Heipertz W, editores. Fisioterapia. Descripción de las técnicas y tratamiento. Barcelona: Paidotribo; 2003. p. 106-30.
4. Chavanel R, Janin B, Allamargot T, Bedel Y, Maratrat R. Principes de la kinésithérapie active. Encycl Méd Chir. Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation. Paris: Elsevier; 2002. p. 1-16.
5. Efther G, Preau JP. Methodés gymniques de rééducation vertébrale. Encycl Méd Chir. Kinesithérapie-Rééducation fontionnelle. Paris: Elsevier; 1991. p. 1-20.
6. Delgado MT, Garcia Miranda A. Cinesiterapia. En: Martínez Morillo M, Pastor JM, Sendra F, editores. Manual de medicina física. Madrid: Harcourt Mosby; 1998. p. 39-45.
7. Muñoz G. Ejercicios específicos. En: Igual C, Muñoz E, Aramburu C, editores. Fisioterapia general: cinesiterapia. Madrid: Síntesis; 1996. p. 312-21.
8. Kisner C, Colby L. Hombro y cintura escapular. Barcelona: Paidotribo; 2005. p. 237-8.
9. Appenroth P. Técnicas especiales. Mckenzie. En: Kolster B, Ebelt-Paprotny G, editores. Fisioterapia. Barcelona: Bellaterra; 1999. p. 156-60.
10. Comerford M, Mottram S. Movement and stability dysfunction–contemporary developments. Man Ther 2001;6:15-26.
11. Comerford M, Mottram L. Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. Man Ther 2001;6:3-14.
12. Keshner E. Control motor de la columna cervical. Grieve: Terapia manual contemporánea. Columna vertebral. Barcelona: Masson; 2006.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Capítulo 13

Suspensionterapia y poleoterapia

MARTA FERNÁNDEZ GARCÍA • ALBERTO MELIÁN ORTIZ

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

13.1 INTRODUCCIÓN Y RECUERDO HISTÓRICO

13.2 SUSPENSIONTERAPIA

13.2.1 Principios mecánicos y fisiológicos de los ejercicios en suspensión
13.2.2 Material e instrumentación de la suspensión
13.2.3 Tipos de suspensión
13.2.4 Ejercicios contra resorte

13.3 POLEOTERAPIA

13.3.1 Principios físicos y rendimiento mecánico de la polea
13.3.2 Colocación de las poleas: importancia de la primea polea
13.3.3 Tipos de circuitos de poleas
13.3.4 Ejercicios autopasivos

13.4 PRINCIPALES MONTAJES

13.4.1 Montajes en la articulación del hombro
13.4.2 Montaje en la articulación del codo
13.4.3 Montajes en la articulación de la cadera
13.4.4 Montaje en la articulación de la rodilla

13.5 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conocer y comprender los principios mecánicos en los que se fundamenta la modalidad terapéutica de la suspensionterapia.
- Conocer los principales tipos de suspensión.
- Conocer y razonar los principios físicos de los circuitos de poleas para determinar cuál es la mejor aplicación.
- Aplicar la combinación de la técnica de suspensionterapia con la poleoterapia y sus indicaciones terapéuticas.

13.1 INTRODUCCIÓN Y RECUERDO HISTÓRICO

A partir de la definición que realiza la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 1969 del término *fisioterapia*[1] como: «[...] arte y ciencia del tratamiento físico por medio de la gimnasia reeducativa, el calor, el frío, la luz, el masaje y la electricidad. Entre los objetivos del tratamiento figuran el alivio del dolor, el aumento de la circulación, la prevención y corrección de incapacidades, la movilidad y la coordinación [...]», podríamos afirmar que la utilización de esa gimnasia reeducativa y la recuperación de esa movilidad a la que hace referencia la OMS se obtendría a partir de uno de los procedimientos que emplea el fisioterapeuta, y que además es el objeto de esta obra: la *cinesiterapia*.

La *cinesiterapia,* como ya se definió en el primer capítulo, emplea el movimiento con fines terapéuticos, pudiendo ser este activo o pasivo. A su vez, cuando estos movimientos se realizan a partir de aparatos o instrumentos, estaríamos en el ámbito de la *mecanoterapia*. Por tanto, los ejercicios realizados en suspensión, y más concretamente la *suspensionterapia* y la *poleoterapia,* son una modalidad dentro de la *mecanoterapia* que se sirve de la *cinesiterapia activa asistida* y *activa resistida* para alcanzar uno de los objetivos de la *fisioterapia,* como es la recuperación de la movilidad articular perdida. Para ello, y por medio de unos montajes a partir de suspensiones mecánicas, se pretende anular la acción de la gravedad y el rozamiento, facilitando que la extremidad suspendida realice movimientos activos. Estos movimientos, que se realizan en un solo plano y eje de movimiento[2,3], serán objeto de la contracción selectiva de la musculatura agonista, ya que uno de los principios de la *suspensionterapia* es la sustitución de la musculatura fijadora y/o sinergista de la citada acción muscular[4]. Con ello nos aseguramos, por un lado, de que el gasto energético que realiza el paciente sea menor, y por otro, de que trabajen de forma analítica el músculo o músculos objeto de nuestra acción terapéutica.

Con esta desgravitación de la articulación (y de sus segmentos óseos implicados) se consigue que aquel músculo o grupo muscular que la gobierna, y que a su vez está

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

debilitado por una lesión articular, muscular, etc., pueda realizar trabajo muscular sin hacer un gran esfuerzo, ya que la resistencia de la gravedad quedará parcial o totalmente anulada. Por tanto, este tipo de ejercicios estaría indicado en pacientes con un balance muscular de 3 o inferior a 3, o pacientes con un balance muscular superior a 3, pero que tienen algún tipo de alteración psicomotriz.

Los inicios de esta modalidad terapéutica no son recientes. Ya en la época de los egipcios y los asirios se empleaban unos determinados ejercicios con fines terapéuticos y de preparación para la guerra. Georgii (1845) se refiere al movimiento como el arte de curar, y se empieza a utilizar el término *cinesiterapia* o *kinesiterapia*. Pero uno de los verdaderos impulsores de la cinesiterapia fue el profesor sueco de gimnasia Pehr Henrik Ling (1776-1839). Fue fundador del Instituto Sueco de Gimnasia, y la dividió en cuatro ramas: gimnasia pedagógica, militar, médica y estética. También ayudó a definir las bases de los ejercicios activos, pasivos o duplicados. Entre sus alumnos más destacados, los doctores Stappfer y Brandt introdujeron estas técnicas en la práctica médica habitual. Fue el Dr. Gustav Zander en 1879, y dentro de esta misma corriente, quien introdujo la utilización de grandes aparatos para la realización de esta «gimnasia médico-médica» como llegó a conocerse, para que mediante palancas, poleas y pesos pudieran asistir o resistir movimientos corporales. Podríamos afirmar, por tanto, que fue el precursor de los inicios de la *mecanoterapia* como parte de la kinesiterapia (kinesiterapia instrumental).

Pero quien realmente empezó a sentar las bases de la suspensionterapia fue Guthrie Smith, en Inglaterra, en 1943. Empezó a describir una serie de montajes para movilizar articulaciones en un plano horizontal mediante suspensiones mecánicas a partir de una cuerda fija a plomo de su eje articular. Todo ello inspirado en un marco tipo «balcánico», que bautizó con el nombre de «cama de Guthrie Smith» (fig. 13-1). También se le atribuye el desarrollo de las primeras aplicaciones de la poleoterapia, por lo que a partir de sus investigaciones, De Lorme y posteriormente el doctor Christian Rocher fueron perfeccionando la técnica, y se empezó a utilizar conjuntamente la polea con ejercicios en suspensión. Fue precisamente este último quien publicó la obra *Reeducación psicomotriz por la poleoterapia*[5], considerada el punto de inflexión en la utilización de estas técnicas. A él se debe también el diseño de la actualmente utilizada «jaula de Rocher» (fig. 13-2), que sustituyó en su momento a la «cama de Guthrie Smith». Ambos instrumentos permitieron que algunos pacientes con pocos recursos económicos, y que no tenían acceso a tratamientos destinados a clases sociales más altas, como

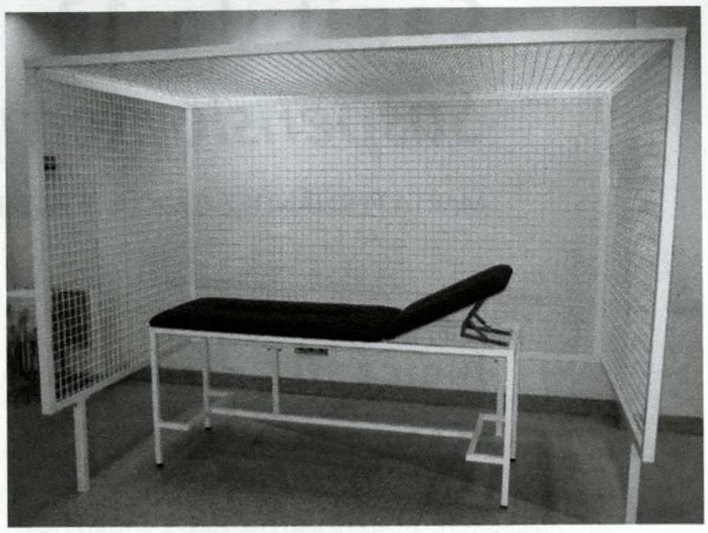


Figura 13-2. Jaula de Rocher del tipo portería.

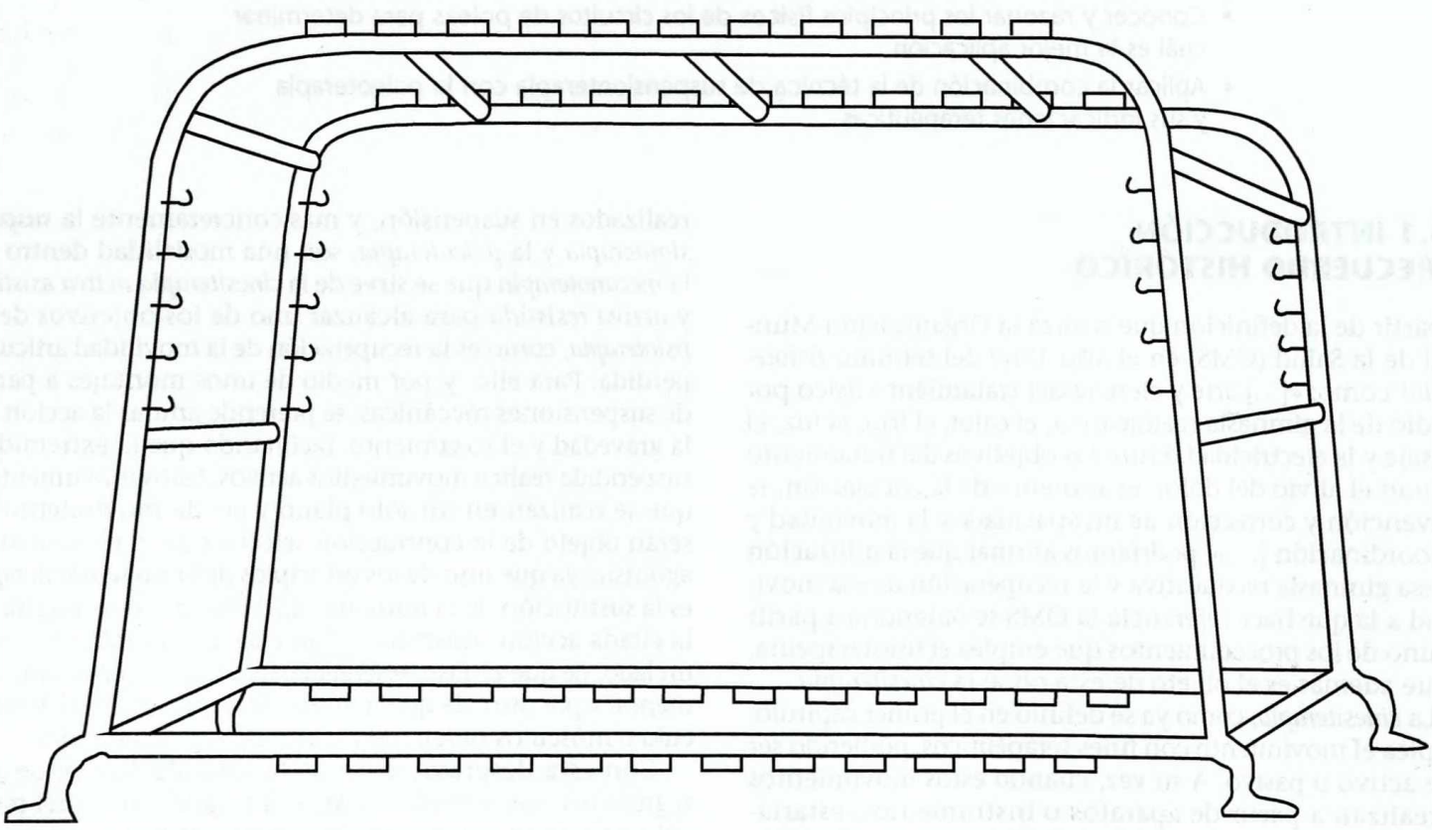


Figura 13-1. Cama de Guthrie Smith. *Adaptada de Rocher*[5].

la kinebalneoterapia o la hidrocinesiterapia (reeducación motriz en piscina) pudieran realizar ejercicios desgravados con fines terapéuticos. Este hecho llevó al profesor de Sèze a denominar a estos aparatajes la «piscina de los pobres», pues los ejercicios en suspensión eran perfectamente comparables a los que permite realizar el empuje del agua.

La introducción de esta modalidad de tratamiento en España se debe al médico Joaquín Decref y Ruiz, quien en 1889 fundó el Instituto de Mecanoterapia e Hidroterapia[6] y difundió el empleo de la cinesiterapia con fines curativos a través de publicaciones como *La mecanoterapia en el tratamiento de la corea* o *Notas sobre mecanoterapia,* y que fueron presentadas en el I Congreso Internacional de Fisioterapia celebrado en Lieja en 1905[7].

Hoy en día se trata de una modalidad terapéutica que se sigue utilizando especialmente en el ámbito hospitalario, que tiene muchas y variadas posibilidades, pero que se encuentra un poco desvirtuada porque, por un lado, es considerada por algunos fisioterapeutas una técnica anticuada, y por otro, por la escasa formación que en algunas universidades se hace de la técnica.

A lo largo de este capítulo se describirán los principios mecánicos y físicos que rigen la utilización de las instalaciones en suspensión, y que son diferentes de los que caracterizan a los montajes de circuitos de poleas, y se mostrarán las principales aplicaciones para sacar el mayor partido a esta forma de terapia.

13.2 SUSPENSIONTERAPIA

Se define la *suspensionterapia* como aquella modalidad fisioterapéutica, englobada dentro de la mecanoterapia, que pretende anular o suprimir la acción de la gravedad haciendo «flotar» los extremos óseos de una articulación mediante un sistema de sostén, para que la musculatura que atraviesa la citada articulación trabaje de forma aislada y selectiva, y sin que actúen otros músculos o estructuras ligamentosas que intervienen de alguna manera en ese movimiento articular.

13.2.1 PRINCIPIOS MECÁNICOS Y FISIOLÓGICOS DE LOS EJERCICIOS EN SUSPENSIÓN

Los ejercicios en suspensión se basan en los siguientes principios:

1. Todos los movimientos se realizan en un solo plano y eje de movimiento. Cada movimiento articular es provocado por un grupo de músculos asociados a la misma función, y se producen alrededor de un eje (flexión-extensión, abducción-aducción, rotación interna-externa). Para los movimientos de rotación, este eje se confunde con el del miembro, siendo perpendicular al eje mecánico de la extremidad en los otros dos movimientos.
2. Los movimientos realizados por el trabajo de los grupos musculares serán siempre rítmicos, con lo que se evitará la fatiga de estos.
3. Siempre se buscará anular la acción mecánica de la gravedad y del rozamiento, asegurándose así el trabajo selectivo de la musculatura agonista de la acción y sustituyendo al mismo tiempo la de los músculos sinergistas o fijadores. Esto evitará un gasto muscular energético innecesario.
4. En ocasiones, la acción de la gravedad se podrá emplear como ayuda o resistencia (cinesiterapia activa resistida).
5. El trabajo muscular en suspensión será de tipo isotónico concéntrico y/o excéntrico. Esto no impide que, en un determinado ejercicio, se pueda solicitar al paciente una contracción de tipo isométrico.
6. Siempre se inmoviliza el segmento proximal de la articulación objeto del movimiento (que quedará libre), con lo que se consigue que la articulación superior a la que realiza el desplazamiento quede fija.
7. Los movimientos serán siempre activos y no pasivos.
8. Se debe colocar cómodamente al paciente sobre la camilla en posiciones de decúbito (supino, prono o lateral). En algunas ocasiones, el tipo de montaje requerirá que el paciente se coloque en sedestación bien sea sobre la camilla o en una silla. De cualquier forma, será necesario el cinchado del tronco del paciente a la camilla o la silla, evitando cualquier tipo de compensación, sobre todo en aquellos pacientes con alteraciones psicomotrices.
9. Es de suma importancia que el terapeuta esté familiarizado con los montajes y que conozca los grados de movimiento de la articulación objeto de suspensión, para que los desplazamientos sean siempre dentro de los límites fisiológicos articulares.

13.2.2 MATERIAL E INSTRUMENTACIÓN DE LA SUSPENSIÓN

Entre los dispositivos que pueden utilizarse para realizar los diferentes montajes mecánicos en suspensión y mediante circuitos de poleas se encuentran los siguientes:

13.2.2.1 Jaula de Rocher

Compartimento constituido por cuatro paneles enrejados de varillas o alambres, ensamblados entre sí o mediante mástiles de metal. Las medidas que Rocher dio en su momento para la jaula tradicional fueron las siguientes: alambre liso de 6 mm cuya unión formaría pequeños cuadros metálicos de 5 × 10 cm. Los paneles quedarían armados por medio de 10 pernos o tornillos, y las dimensiones de los dos paneles laterales y el del fondo serían[8] de 2,10 × 2 m. Existen dos modalidades: jaula de tipo túnel y jaula de tipo portería. Esta última tiene dos ventajas sobre la primera; por un lado, la camilla puede colocarse tanto perpendicular como paralela a la jaula, lo que permite la realización de más variedad de ejercicios, y por otro, facilita que incluso se puedan colocar dos camillas perpendiculares, por lo que podrían trabajar al mismo tiempo dos pacientes, siempre que el montaje lo permitiera.

13.2.2.2 Camilla de tratamiento

Siempre es necesaria, porque la mayoría de los ejercicios en suspensión se realizan en decúbito sobre la camilla; aun así, también es necesario contar con una silla, pues algunos ejercicios se llevan a cabo en sedestación. Inicialmente, las camillas originales eran de madera, de 1,80 × 70 cm, montadas sobre ruedas, lo que facilitaba el desplazamiento del paciente. Actualmente, las camillas son de metal, tapizadas, con el cabecero regulable y un agujero que permite

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

que el paciente meta la nariz para mejorar la posición de decúbito prono. También disponen de unas ranuras longitudinales, lo que facilita la introducción de las cinchas a través de ellas para conseguir una mejor fijación del tronco o de una parte del cuerpo del paciente.

13.2.2.3 Reguladores o eslingas

Son el verdadero instrumento de los ejercicios en suspensión, el vínculo de unión entre la extremidad o parte del cuerpo que se quiere suspender y la reja de la jaula, y miden en torno a 1 m. Están constituidos por una cuerda, dos mosquetones y un tensor que generalmente suele ser de madera. Se necesitan en torno a unos cinco o seis reguladores por jaula y siempre se colocan de tal manera que el tensor se deslice desde la parte del cuerpo suspendida hacia la reja.

Conceptos de la colocación de los reguladores:

- *Punto de anclaje:* lugar donde la eslinga o regulador se une mediante un mosquetón o ese (S) metálica (v. a continuación) a la reja de la jaula.
- *Punto de enganche:* lugar donde el regulador o eslinga se une a la parte del cuerpo que se quiere desgravitar.

13.2.2.4 Ese (S) metálica

Trozo de metal con forma de «S», que permite el anclaje de los reguladores de suspensión a la reja. También puede utilizarse como tope, como se explica más adelante.

13.2.2.5 Cinchas

Como su propio nombre indica, sirven para «cinchar», envolver o fijar, tanto el paciente a la camilla como el segmento proximal de la articulación objeto de la posible suspensión. Generalmente se diferencian de las hamacas de suspensión en que son más largas y están constituidas por una hebilla. Es necesario disponer de dos por jaula.

13.2.2.6 Hamacas

Sirven para suspender una extremidad o una parte del cuerpo, y se colocan en el extremo distal de la articulación objeto del movimiento o suspensión. Las hay de diferentes tamaños y formas dependiendo de la zona que se quiera suspender: hamacas pequeñas para antebrazos o piernas, hamacas intermedias para rodillas o codos, hamacas grandes para muslo, hamacas de mano y de pie, hamacas para suspender la cabeza (testeras) y hamacas para suspender el tronco. Todas ellas están constituidas por un material semirrígido lavable con unas argollas a cada extremo. Existe otra variedad de hamaca mucho más estrecha y alargada, denominada *ratiera,* que se caracteriza por tener también una argolla móvil, lo que facilita el anclaje de otro tipo de dispositivos, como puede ser un circuito de poleas.

13.2.2.7 Tobilleras

Generalmente están hechas de cuero y se adaptan al contorno del tobillo por medio de hebillas. Disponen de una argolla donde se engancha generalmente uno de los mosquetones del circuito de poleas. Es necesario disponer de dos por jaula.

13.2.2.8 Barbuquejo

Es una especie de hamaca regulable que, junto con la «percha», se emplea para la realización de tracciones cervicales.



Figura 13-3. De izquierda a derecha: regulador o eslinga, cincha, hamaca, ratiera, tobillera, barbuquejo, muelle o resorte, zapato de Colson.

Los puntos de apoyo de la cabeza en el barbuquejo son la línea occipital y el mentón (fig. 13-3).

13.2.2.9 Sacos de arena o lastres

Será necesario tener un par de sacos de entre 0,5 y 5 kg.

13.2.2.10 Triángulo

Se trata de una empuñadura asida por el paciente, a la que irá enganchado uno de los mosquetones del circuito de poleas. Suele estar hecho de madera y de metal, y será necesario disponer de dos por jaula.

13.2.2.11 Zapato de Colson

Especie de zanco de suela de madera con dos hebillas de cuero, que dispone de dos argollas en ambos extremos para que se enganchen los mosquetones de los circuitos de poleas. Será necesario disponer de al menos uno por jaula.

13.2.2.12 Muelles o resortes

Se trata de unas espirales elásticas y deformables, pero que tienen la peculiaridad de oponerse a la tracción que se aplica sobre ellas. Vienen graduados en función del peso que hay que aplicarles para estirarlos (5 kg, 20 kg, etc.). Por tanto, permitirán la realización de ejercicios contra resorte (contra resistencia) o ejercicios de movimiento oscilatorio.

13.2.2.13 Polea

Se trata de la máquina más simple formada por una rueda acanalada en su circunferencia, con un eje fijo sobre el cual gira por la acción de una cuerda que pasa alrededor de ella, estando el eje sostenido por un armazón con un gancho o anillo de fijación. A la rueda acanalada se la denomina *roldana,* a las paredes de esa roldana se las denomina *cajera,* y *carcasa* al resto del armazón. Suelen estar hechas de plástico duro o de metal. A través de ellas se transmite la fuerza y ayudan a mover un peso.

13.2.2.14 Circuito de poleas

Instalación realizada con una, dos o tres poleas, sobre las cuales pasa una cuerda con un extremo enganchado a la palanca articular, mientras que en el otro extremo tiene un peso suspendido. Suelen medir entre 2 y 4 m según el

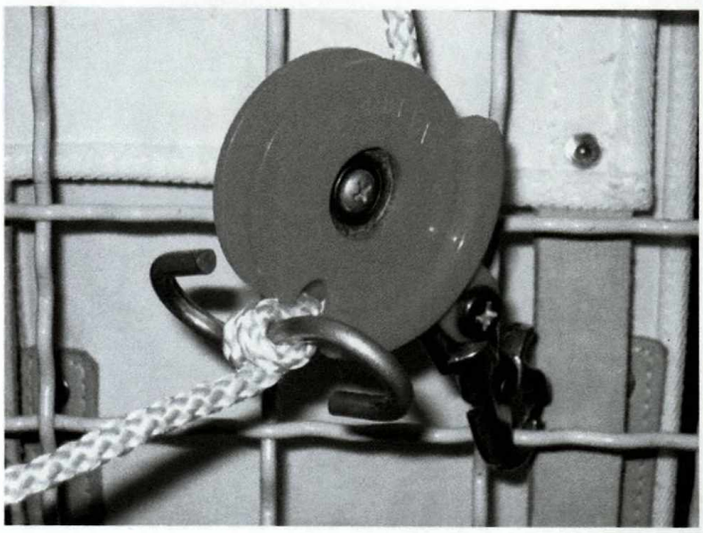


Figura 13-4. Colocación del tope con «S» metálica.

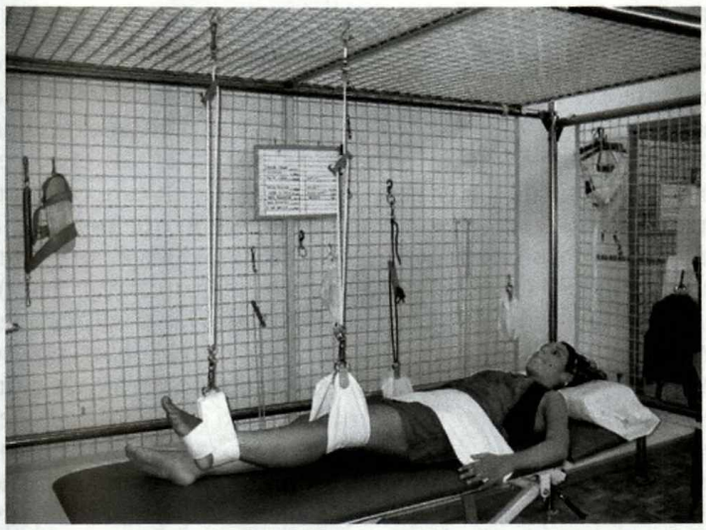


Figura 13-5. Suspensión vertical o pendular.

ángulo de movilidad articular, por lo que se recomienda tener un circuito de cada longitud en la jaula.

13.2.2.15 Tope o broche de detención

Se trata de un sistema (una «S», una pinza, etc.) que puede fijarse a conveniencia sobre el circuito de poleas (generalmente sobre la primera polea más próxima a la palanca ósea), con el fin de limitar en un punto preciso el movimiento de retroceso. Nos permitirá realizar un trabajo articular en unos determinados grados, y evita que el paciente tenga que mantener la posición de reposo al inicio del movimiento (fig. 13-4).

13.2.2.16 Otros materiales

Para mejorar la ejecución de la técnica y la colocación del paciente en la camilla, se dispone de cuñas, almohadas y rodillos, todos ellos hechos en gomaespuma recubierta.

13.2.3 TIPOS DE SUSPENSIÓN

13.2.3.1 Suspensión vertical o pendular

Se define como aquella suspensión donde el punto de enganche del regulador se encuentra situado verticalmente al segmento o segmentos de la articulación objeto del movimiento. En el caso de la cadera se dispondría de dos suspensiones verticales: una que caería vertical al segmento del muslo a la altura de la rodilla, y otra sobre la pierna a la altura del tobillo. El movimiento que realizará la extremidad será oscilante de un lado a otro de su posición de reposo, como un péndulo formando una curva cóncava por arriba (fig. 13-5). Tiene unas aplicaciones limitadas por el poco recorrido articular que permite la oscilación. Con esta suspensión se pueden realizar tres tipos de ejercicios:

1. *Ejercicio suspendido vertical lanzado:* donde el paciente realiza un trabajo activo de tipo concéntrico desde la posición de reposo a otra más elevada (1-2), y volverá de forma pasiva a la posición inicial (2-3).
2. *Ejercicio suspendido vertical mantenido:* se trata de una secuencia mantenida del ejercicio lanzado anteriormente explicado, donde el paciente oscilará a ambos lados de la posición de reposo, combinando un trabajo activo concéntrico con un retorno pasivo de forma repetida.
3. *Ejercicio suspendido vertical conducido:* se combina un trabajo activo concéntrico (1-2) con otro de tipo excéntrico de vuelta (2-3) y de forma mantenida (3-4 y 4-5) (fig. 13-6).

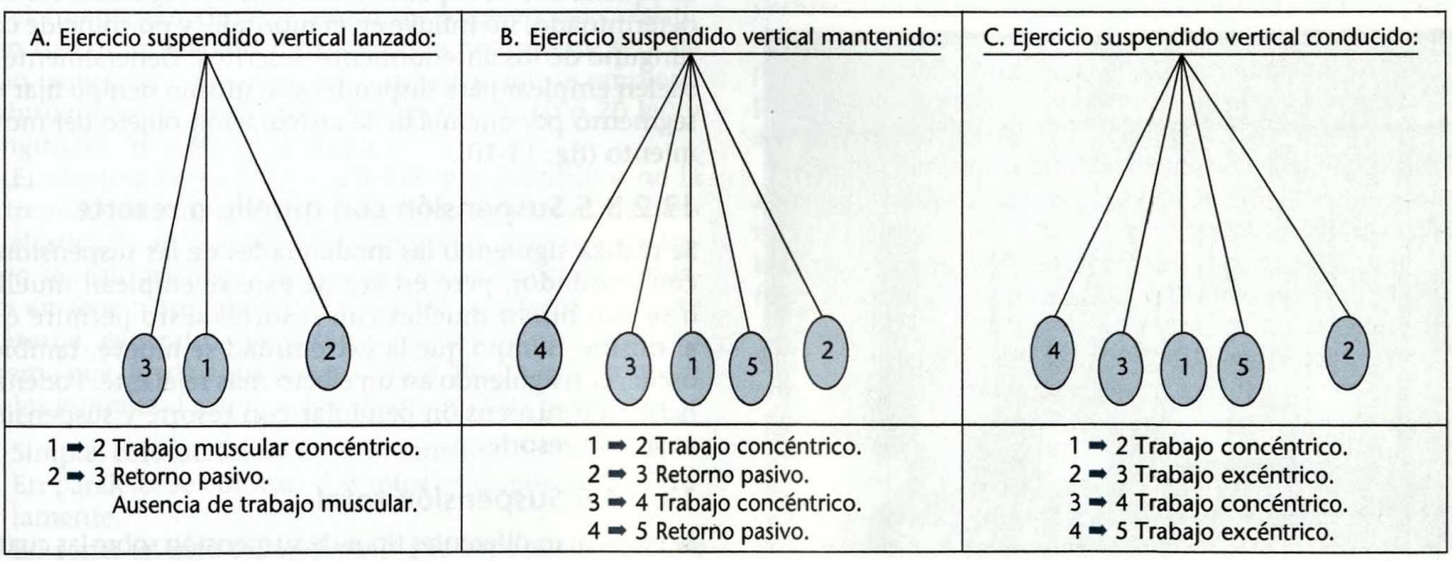


Figura 13-6. Ejercicio suspendido pendular lanzado (A), ejercicio suspendido pendular mantenido (B) y ejercicio suspendido pendular conducido (C).

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

13.2.3.2 Suspensión axial concéntrica (SAC)

Se define como aquella suspensión donde el punto de anclaje del regulador queda perpendicular al eje de la articulación objeto del movimiento, y el regulador queda situado oblicuamente entre el punto de enganche y el punto de anclaje. La extremidad realizará, en este caso, un movimiento en un plano horizontal, por lo que permite la mayor amplitud de movimiento. Se trata de la suspensión más utilizada en esta modalidad terapéutica (fig. 13-7). Una manera de saber si la suspensión está bien colocada es el hecho de que, al dejar de realizar el movimiento en ese plano horizontal, la extremidad debe quedar en la posición exacta que estaba en el mismo instante de dejar de hacer el ejercicio. De esta SAC surge una descomposición de dos fuerzas: la propia vertical, que corresponde al regulador que sostiene el segmento y que se dirige al punto de anclaje, y otra axial, de compresión articular.

13.2.3.3 Suspensión axial excéntrica (SAE)

Se define como SAE aquella suspensión donde el punto de anclaje del regulador queda situado en otra parte que no sea la vertical del eje articular o de la hamaca de suspensión. En este caso, la extremidad de la articulación objeto del movimiento tenderá a colocarse en la vertical del punto de anclaje. Esto es debido a su propio peso, por lo que el movimiento que se describe es el de un plano inclinado. En función de donde quede desplazado el citado punto de anclaje, podremos clasificarla en:

- *Suspensión axial excéntrica lateral interna o lateral externa* cuando el punto de anclaje se encuentra descentrado hacia interno o externo respecto al segmento corporal del paciente (fig. 13-8).
- *Suspensión axial excéntrica proximal o distal* cuando el punto de anclaje de la suspensión se encuentra en la prolongación del segmento, pero se desplaza hacia la parte craneal o caudal del paciente. En el primer caso se producirá una compresión articular, y en el segundo una descompresión articular (fig. 13-9).

Esta SAE permite un trabajo muscular, tanto de tipo concéntrico como de tipo excéntrico, al dar como resultado de su ejecución un movimiento en plano inclinado, por lo que, en el caso de la abducción-aducción de cadera, y dependiendo de si colocamos una SAE lateral interna o externa, se facilitará uno de los movimientos y se resistirá el contrario.

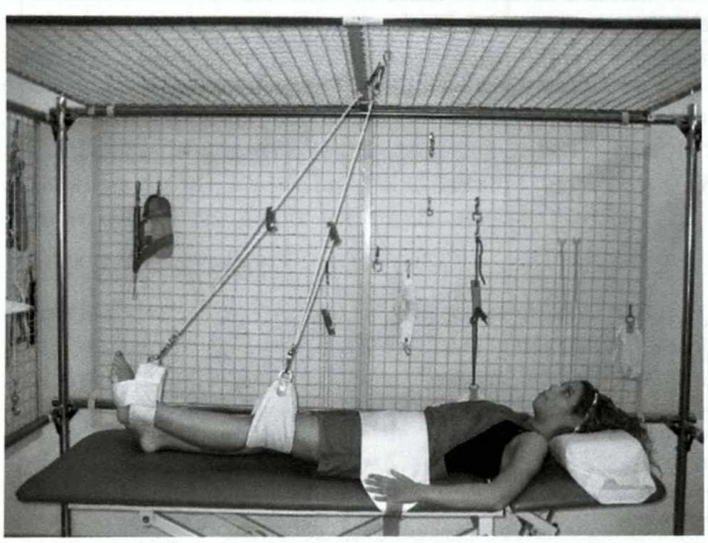


Figura 13-7. Suspensión axial concéntrica.

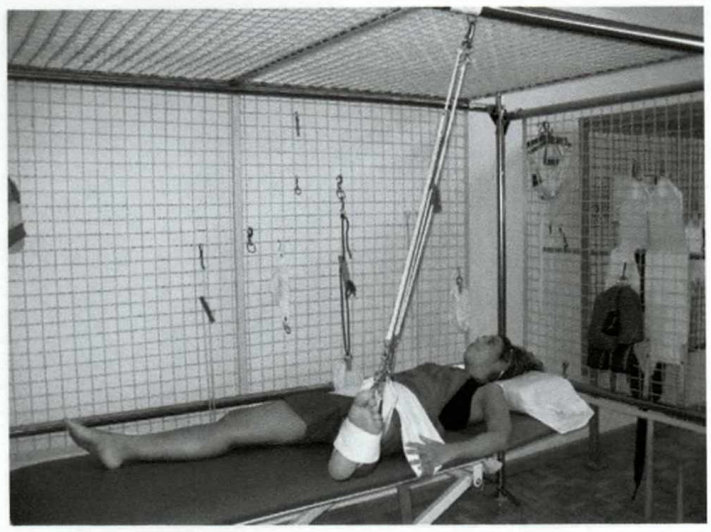


Figura 13-8. Suspensión axial excéntrica lateral externa.

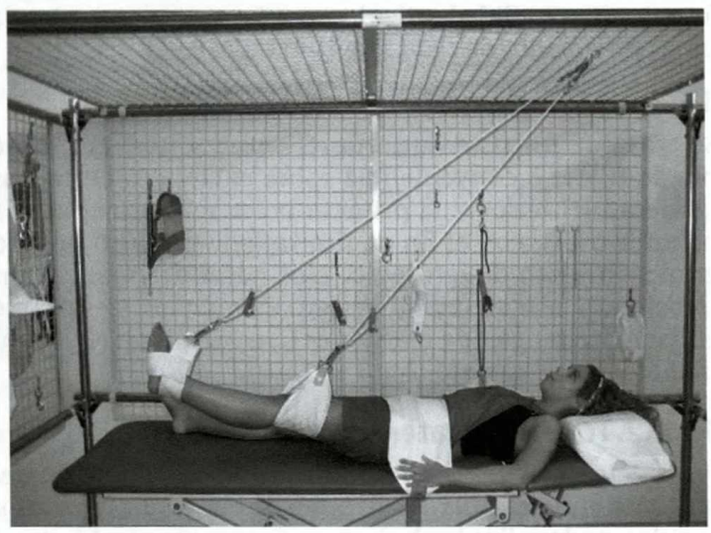


Figura 13-9. Suspensión axial excéntrica proximal.

13.2.3.4 Suspensión indiferente

Es aquella donde el punto de anclaje del regulador no está determinado, no influye en el montaje, y no coincide con ninguno de los anteriormente descritos. Generalmente se suelen emplear para suspender y al mismo tiempo fijar un segmento por encima de la articulación objeto del movimiento (fig. 13-10).

13.2.3.5 Suspensión con muelle o resorte

Se realiza siguiendo las modalidades de las suspensiones con regulador, pero en vez de este se emplean muelles o se combinan muelles con resortes. Esto permite que al mismo tiempo que la extremidad se mueve, también oscile, consiguiendo así un efecto más relajante. Podemos hablar de suspensión pendular con resorte y suspensión axial con resorte.

13.2.3.6 Suspensión total

Se combinan diferentes tipos de suspensión sobre las cuatro extremidades, la cabeza, el tronco y la pelvis con el objetivo



Figura 13-10. Suspensión indiferente.

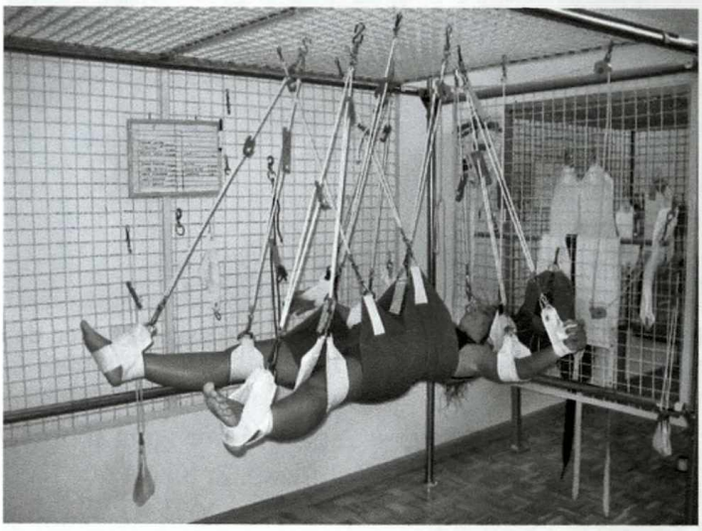


Figura 13-11. Suspensión total.

de conseguir un movimiento de flotación más global similar al obtenido en una piscina con flotadores (fig. 13-11).

13.2.4 EJERCICIOS CONTRA RESORTE

También denominados *spring therapy,* fueron desarrollados inicialmente por Guthrie Smith. Se emplean para resistir con fuerza un trabajo muscular que finalmente será de tipo isométrico. Los resortes o muelles que se emplean habitualmente son de diferentes pesos (5, 10 o 20 kg) y longitudes (30 a 40 cm de largo).

El objetivo de estos ejercicios es que, estando o no la extremidad en suspensión, se vea obligada a vencer la fuerza elástica de un resorte. La progresión de este tipo de trabajo se realizará disponiendo de forma correcta los muelles en serie o en paralelo. Para evitar el deterioro de este material, generalmente están provistos de una pequeña cuerda que, fijada a sus dos extremos, limita la separación de las espirales. La aplicación de los muelles puede ser:

- Simple: colocación de un solo muelle.
- En paralelo: se colocan dos muelles dispuestos paralelamente.
- En serie: en este caso, el peso que soportarán los dos muelles será el mismo que el de un muelle simple, pero la cantidad de peso que se debe aplicar sobre ellos para alcanzar el límite de extensibilidad será el doble del que se requiere para un muelle simple.



Figura 13-12. Ejercicio contra resorte para trabajar la extensión de la rodilla (posición de partida).

Mediante estos resortes se pueden realizar ejercicios en suspensión pendular con resorte, ejercicios en suspensión axial con resorte y ejercicios contra resorte (figs. 13-12 a 13-14).

13.3 POLEOTERAPIA

La poleoterapia o *pulley therapy* es una técnica instrumental basada en la utilización de poleas, que permite modificar la dirección de una fuerza (proporcionada por los pesos) sin variar su magnitud. Se usa en fisioterapia como *técnica propia* individual o *asociada a suspensionterapia,* lo que nos permite desarrollar todo tipo de cinesiterapias (pasiva, activa asistida, activa, o activa resistida).

Son muchas las ventajas que ofrece la poleoterapia. La fuerza externa es fácilmente regulable, permite llevar a cabo casi todos los movimientos articulares, la aplicación es poco costosa y de gran comodidad tanto para el paciente como para el fisioterapeuta, y permite realizar un tratamiento personalizado.

13.3.1 PRINCIPIOS FÍSICOS Y RENDIMIENTO MECÁNICO DE LA POLEA

Se puede hacer uso de una polea (polea simple) o combinación de dos o más poleas (circuito de poleas), y, a su vez, dichas poleas podrán estar ancladas a una superficie fija o jaula de Rocher *(polea fija),* o bien suspendidas en el aire a través de las cuerdas y no fijas *(polea móvil)* (fig. 13-15).

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

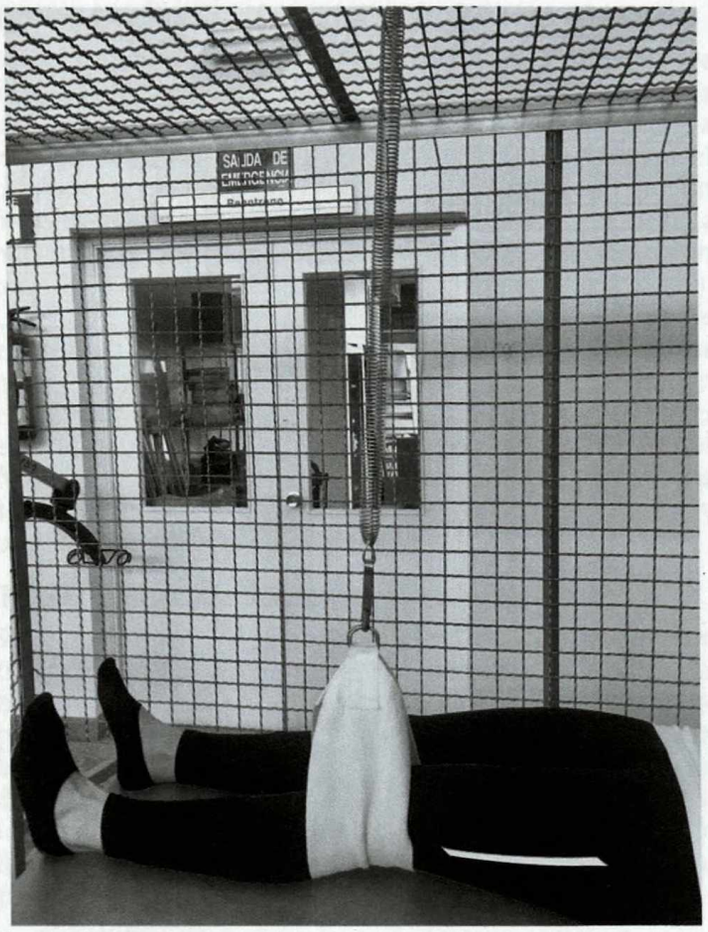


Figura 13-13. Ejercicio contra resorte para trabajar la extensión de la rodilla (posición final).



Figura 13-14. Ejercicio contra resorte para trabajar la flexión de la rodilla contra resistencia.

En el caso de la polea fija, tan solo se transmite la fuerza. Por tanto, Fuerza (F) = Peso (P).

En el caso de la polea móvil, en función de dónde se sitúe, el rendimiento mecánico varía de dos formas:

1. Si la polea móvil se encuentra suspendida en el aire y de ella cuelga un peso, sufrirá un movimiento de traslación, y la fuerza se repartirá por igual sobre los segmentos de la cuerda. Por tanto, la fuerza que ha de realizarse es la mitad del peso aplicado (F = P/2).
2. Si la polea móvil se encuentra enganchada a la palanca ósea, el segmento de cuerda que va hasta el peso soportará la tracción de esa y el segmento de cuerda que va hasta el

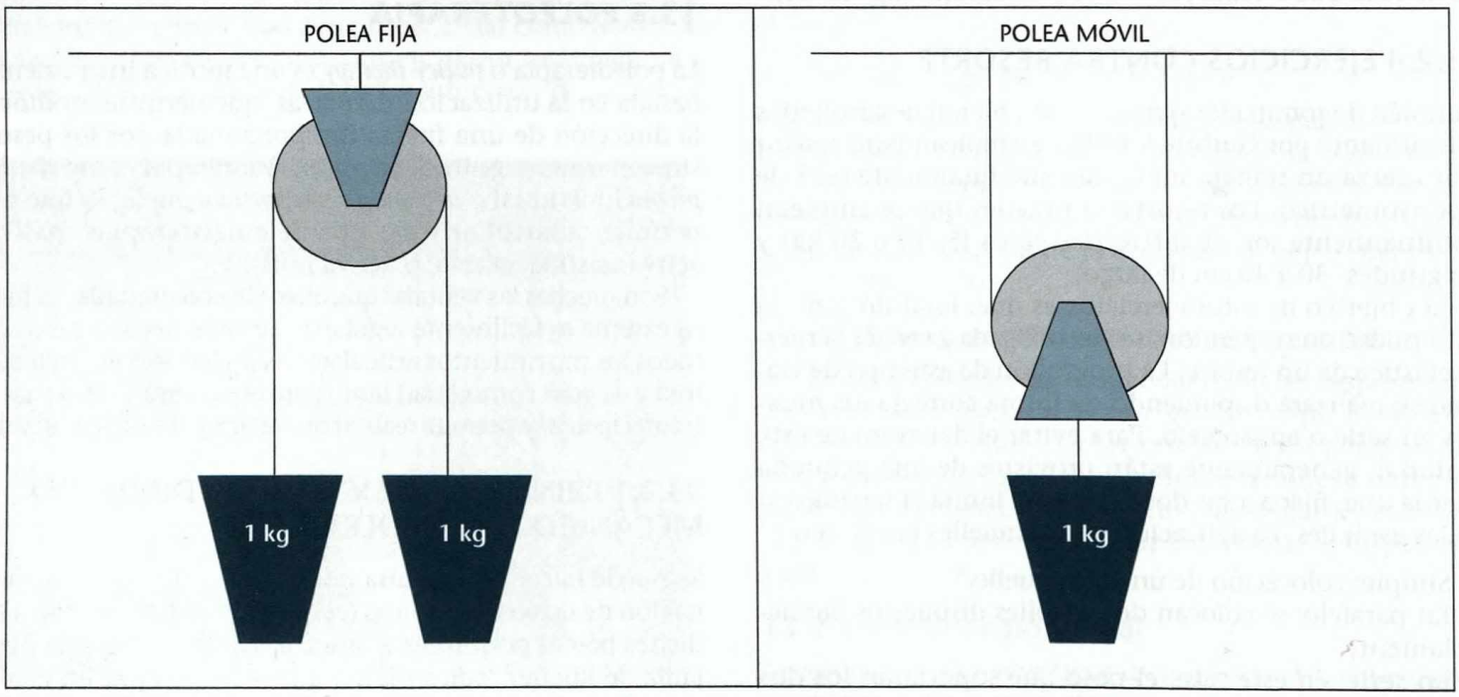


Figura 13-15. Polea fija y polea móvil.

punto fijo soportará la reacción de esta tracción[8]. Por tanto, la fuerza que debe hacerse es el doble del peso (F = 2 P).

Hay que tener en cuenta que en estos cálculos se considera que los segmentos de las cuerdas de la polea móvil son paralelos entre sí, el ángulo que forman es de 0°.

1. $F = 1/2\ P \times \cos \alpha = 1/2\ P \times \cos 0° = P/2$
2. $F = 2\ P \times \cos \alpha = 2\ P \times \cos 0° = 2\ P \times 1$

Si variamos el ángulo formado entre ambos segmentos, se obtienen valores inferiores; por tanto, el ángulo óptimo será el de 0°.

No obstante, la aplicación mecánica de las poleas no solo varía según el tipo de polea (fija o móvil) y su colocación, hay que conocer los principios físicos de las poleas[5]:

- Si la polea se fija al techo y se suspende de ambos extremos 1 kg de peso, se produce una situación de equilibrio y el gancho de la polea soporta la suma de ambas tensiones, es decir, 2 kg de peso.
- Si la polea se fija al techo, pero uno de los extremos está anclado al suelo y del otro cuelga 1 kg de peso, el equilibrio se consigue por la propia tensión que soportará, 1 kg de peso. El gancho de la polea fija soportará igualmente 2 kg de peso.
- Principio de palanca. Si utilizamos una polea fija y otra móvil y del extremo de la polea fija cuelga 1 kg de peso, se podrá equilibrar una fuerza de 2 kg de peso suspendidos en la polea móvil. En este caso, la resistencia es el doble que la potencia (fig. 13-16).

Todos estos cálculos son en situaciones ideales, ya que se consideran despreciables la masa de la cuerda y de la polea, y que no existe dinamismo en la cuerda. Pero no podemos olvidar que el rendimiento mecánico de las poleas depende en parte del valor de las fricciones producidas sobre su eje de rotación. Hemos de tener en cuenta que el radio y el material de las poleas sea el mismo, la calidad del conjunto de piezas en contacto, el grado de desgaste de las piezas, su lubricación, etc., ya que, aunque son valores difícilmente cuantificables, su influencia en el rendimiento es tanto más significativa cuanto menor es el peso aplicado[5].

13.3.2 COLOCACIÓN DE LAS POLEAS: IMPORTANCIA DE LA PRIMERA POLEA

La primera condición fundamental en la colocación de la *primera polea* o *polea de tracción* es que siempre ha de estar en el plano en el que se realiza el movimiento, y su importancia radica en que define la dirección de la fuerza resistente. Se ha de tener en cuenta que la fuerza (F) necesaria para mover el peso (P) toma valores diferentes en función del ángulo formado (en ese plano de movimiento) entre la palanca ósea que se pretende movilizar y la cuerda de la primera polea.

$$F = P \times \text{sen}\ \alpha$$

donde α es el ángulo que forma la palanca ósea y la cuerda de la primera polea.

La mayor fuerza que ha de realizar el paciente para vencer la resistencia se da cuando la dirección de la primera polea y la palanca ósea móvil formen entre sí un ángulo de 90°. Entonces:

$$F = P$$
$$F = P \times \text{sen}\ 90° = P \times 1 = P$$

Por tanto, si partimos de esa posición óptima (primera polea perpendicular a la palanca ósea), a medida que el paciente va realizando el movimiento contra resistencia, el ángulo formado irá disminuyendo y por tanto también la fuerza (F) que ha de realizar el paciente para mover el peso (P). Este principio físico obliga o permite escoger el punto del rango articular donde interesa ofrecer la mayor o menor resistencia al movimiento. Para obtener resultados óptimos, es fundamental a la hora de determinar la colocación de la primera polea:

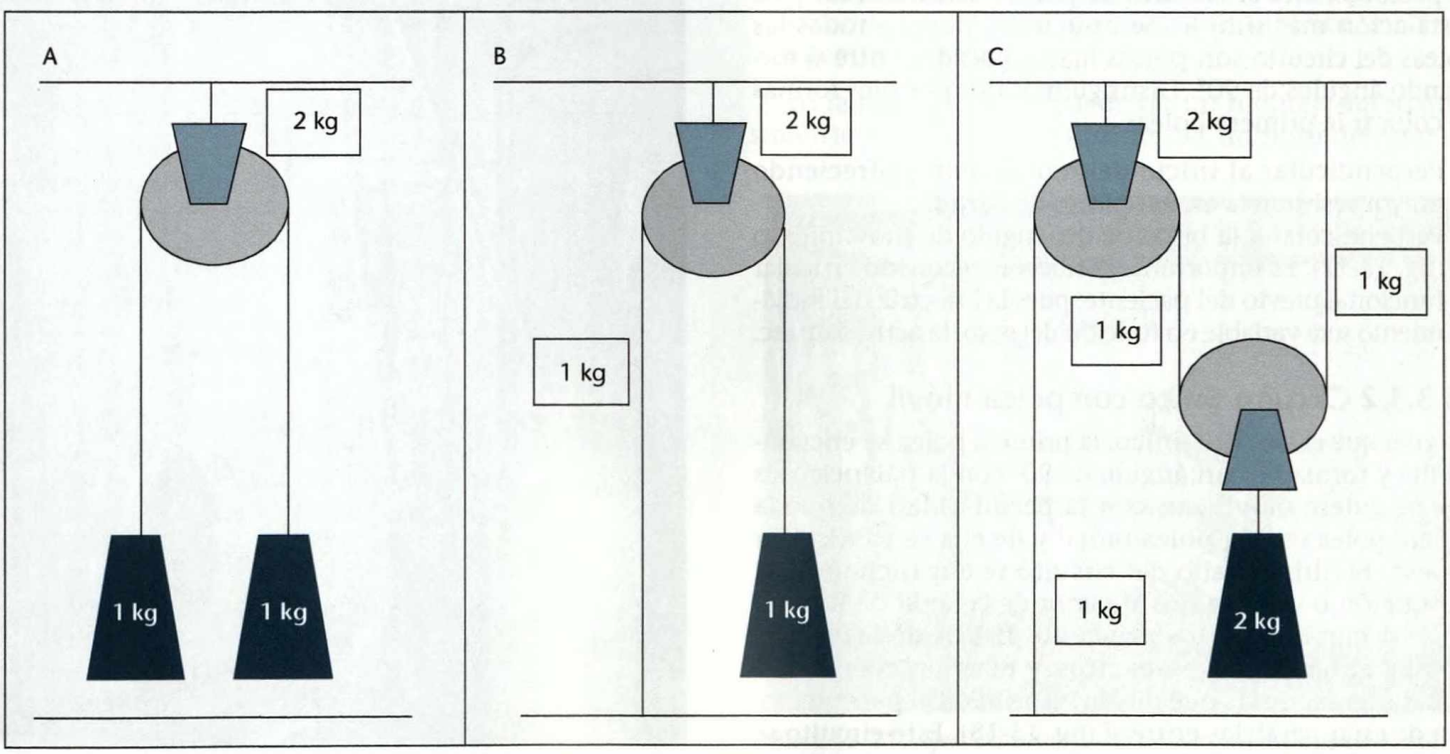


Figura 13-16. Principios físicos de la poleoterapia.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

- Conocer previamente el ángulo de movilidad del paciente.
- Analizar el balance muscular de los grupos musculares.

Las posibilidades más frecuentes de colocación de la primera polea cuando está fija son:

- Perpendicular al inicio del movimiento.
- Perpendicular a la bisectriz del movimiento.
- En la prolongación de la bisectriz.

En el caso de que la primera polea sea móvil, se modifica el principio del montaje (v. más adelante «Circuito único con polea en aparejo»).

La colocación de la *segunda polea o polea de transición* no es determinante a la hora de escoger el ejercicio, pero siempre que sea posible ha de colocarse en el «techo» o reja superior de la jaula, de manera que forme un ángulo de 90° con la cuerda que procede de la primera polea.

Se recomienda hacer uso de una tercera polea con el objetivo de que el peso que cuelga de la cuerda quede al alcance de la mano del paciente o bien dentro de su campo de visión, lo que aporta tranquilidad al paciente y la posibilidad de retirar el sistema cuando haya finalizado. Su colocación es a continuación de la segunda polea, de manera que la cuerda que procede de ella forma otro ángulo de 90° con la cuerda de la que cuelga el peso. También se puede anclar el final de la cuerda a la jaula con un muelle[8].

En ocasiones, cuando la cuerda es más larga que el circuito, podemos acortarlo con un nudo o «S» metálica y de ahí colgar el peso.

13.3.3 TIPOS DE CIRCUITOS DE POLEAS

Como ya se ha descrito, será la colocación de las poleas la que determine el tipo de circuito. Distinguimos cuatro modalidades:

13.3.3.1 Circuito único

Es posiblemente el circuito de poleas más habitual y de instalación más simple. Se caracteriza porque todas las poleas del circuito son poleas fijas, colocadas entre sí formando ángulos de 90°. Distinguimos dos posibles formas de colocar la primera polea:

1. Perpendicular al inicio del movimiento, ofreciendo mayor resistencia en ese punto de partida.
2. Perpendicular a la bisectriz del ángulo de movimiento (fig. 13-17). Es importante conocer el recorrido articular funcional previo del paciente, pues la bisectriz del movimiento será variable en función del sexo, la actividad, etc.

13.3.3.2 Circuito único con polea móvil

Al igual que el circuito único, la primera polea se encuentra fija y formando un ángulo de 90° con la palanca ósea que se quiere movilizar, con la peculiaridad de que la tercera polea es una polea móvil y de ella se va a colgar el peso. El último cabo del circuito se engancha con el mosquetón o «S» a la reja superior de la jaula de Rocher. No se deben olvidar los principios físicos de las poleas móviles anteriormente descritos, y tener en cuenta que ambas cuerdas de las que queda suspendida la polea móvil han de estar paralelas entre sí (fig. 13-18). Este circuito se caracteriza:

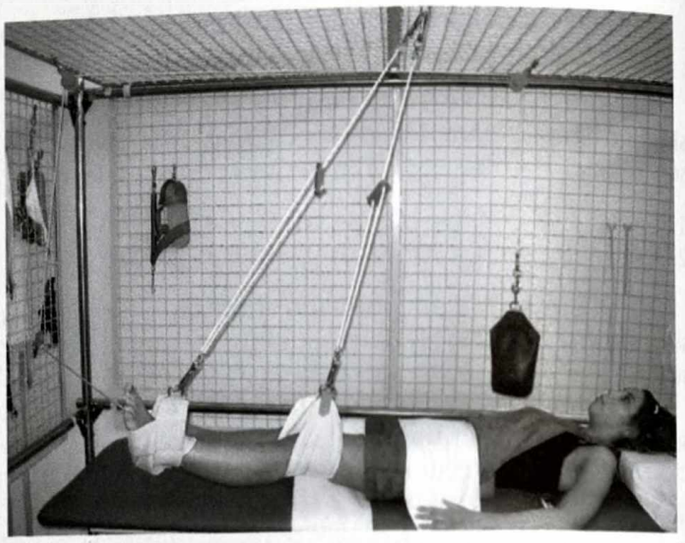


Figura 13-17. Circuito único, colocando la primera polea perpendicular a la bisectriz del ángulo de movimiento.

- Porque el esfuerzo que ha de realizar el paciente para vencer la resistencia es la mitad del peso que hemos puesto. En este circuito, F = P/2.
- A diferencia del circuito único, el movimiento de la palanca ósea será el doble del desplazamiento de la polea móvil.
- Este tipo de circuito será de utilidad cuando busquemos realizar ejercicios más rápidos, ya que el penduleo del peso en la polea móvil será menor[8].

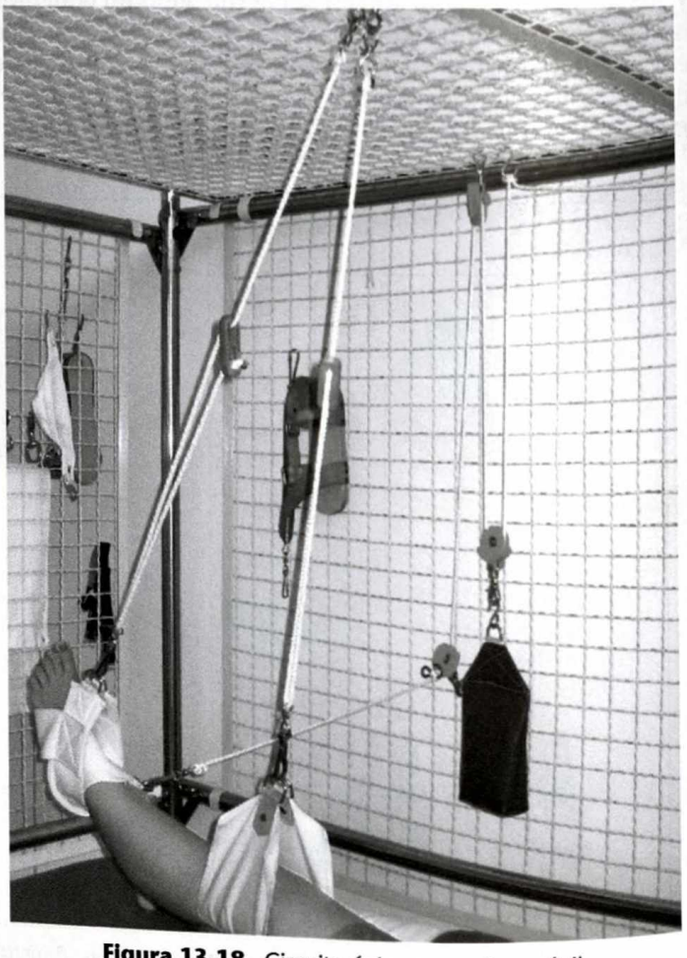


Figura 13-18. Circuito único con polea móvil.

13.3.3.3 Circuito único con polea en aparejo

En este caso, el circuito se inicia en un punto fijo de la jaula y la primera polea es una polea móvil que se encuentra enganchada a la palanca ósea móvil. A continuación, colocamos la segunda polea fija de manera que su cuerda queda paralela a la cuerda que procede de la primera polea y perpendicular a la palanca ósea móvil. De la tercera polea, también fija, colgaremos el peso, que el paciente percibirá como si fuera el doble. En este circuito, F = 2 P (fig. 13-19).

13.3.3.4 Circuito doble

Requiere la instalación de dos circuitos de poleas:

1. Un circuito único perpendicular al inicio del movimiento.
2. Un circuito único en el que la primera polea se sitúa en la prolongación de la bisectriz del movimiento, y el peso que cuelga de este es el 28% del peso que colgamos en el circuito anterior.

Se utiliza este tipo de circuitos en articulaciones con intervalos de movilidad amplios (rodilla o codo) con el objetivo de ofrecer resistencia de manera casi constante a lo largo de todo el movimiento (fig. 13-20).

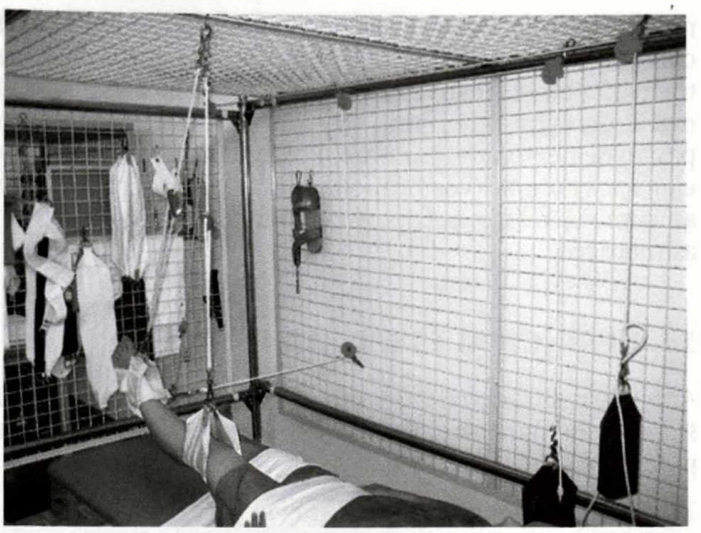


Figura 13-20. Circuito doble.

13.3.4 EJERCICIOS AUTOPASIVOS

Dentro de la cinesiterapia pasiva, cuando existe un déficit motor y/o articular se puede utilizar el movimiento de otra articulación para mover el lado afectado. Es lo que se denomina automovilización, movilización autopasiva o *autopasivos*. Es una técnica que emplea los segmentos corporales sanos como motores de la acción, donde la parte sana trabaja de forma activa, y la parte objeto del tratamiento lo hace de forma pasiva. Para ello, el paciente adopta posiciones y realiza actividades segmentarias a distancia. Existen cuatro tipos de ejercicios autopasivos:

1. Ejercicios *autopasivos simétricos:* se rigen por el principio de las sinergias funcionales contralaterales. Se caracterizan porque la articulación afectada es llevada pasivamente por el mismo movimiento activo de la articulación sana.
2. Ejercicios *autopasivos asimétricos:* son aquellos en los que una articulación afectada puede ser llevada pasivamente en extensión por el movimiento activo de flexión del lado sano. En este caso, también se puede decir que estamos ante una movilización cruzada.
3. Ejercicios *autopasivos homólogos:* se denominan así cuando el movimiento, simétrico o asimétrico, es realizado por la misma extremidad, es decir, un miembro superior mueve el otro miembro superior.
4. Ejercicios *autopasivos no homólogos:* cuando el movimiento, simétrico o asimétrico, es realizado por la otra extremidad, es decir, un miembro superior mueve el miembro inferior.

En la figura 13-21 se puede ver un montaje autopasivo simétrico homólogo de flexión del hombro derecho. El

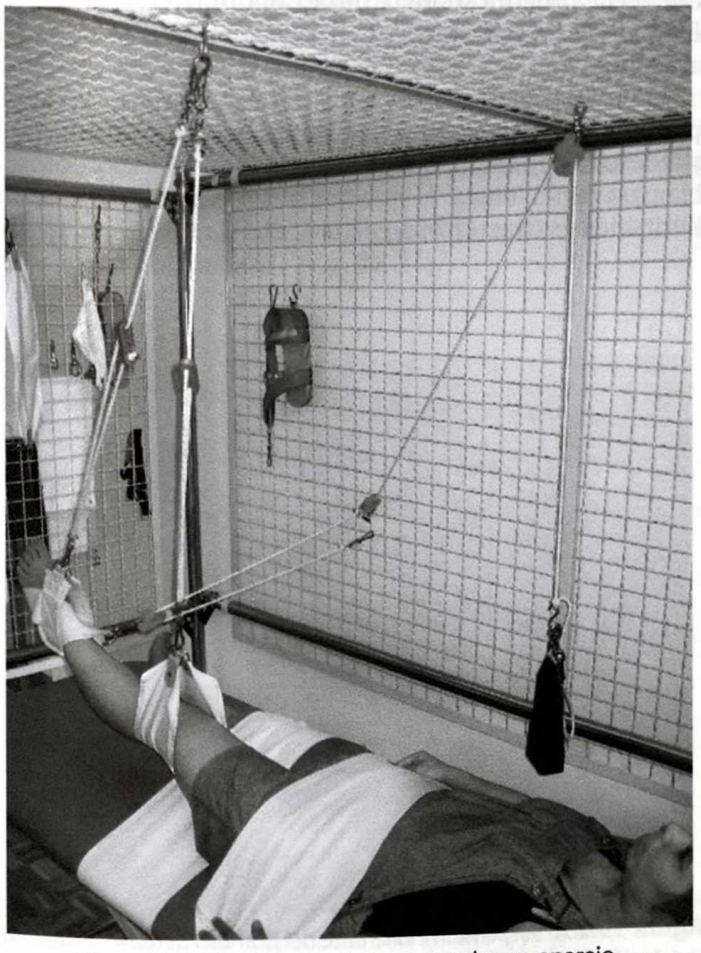


Figura 13-19. Circuito único con polea en aparejo.

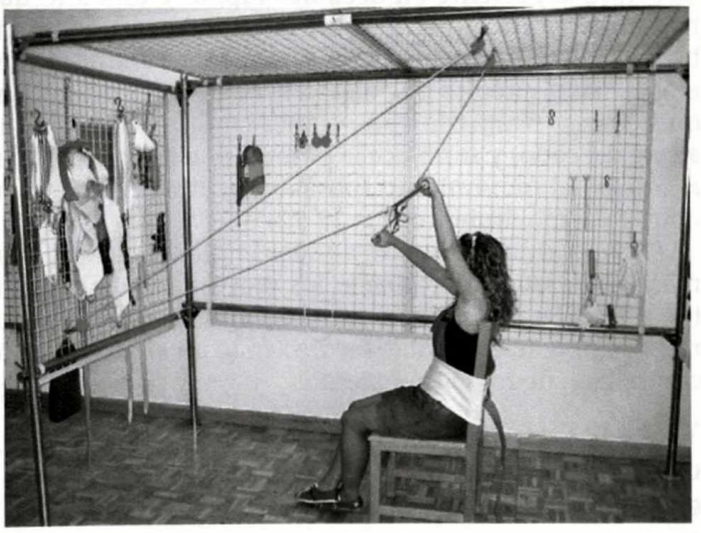


Figura 13-21. Ejercicio autopasivo simétrico homólogo de flexión de hombro derecho.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

movimiento en flexión realizado activamente por la musculatura de la articulación glenohumeral izquierda (sana) tracciona en el mismo sentido a la articulación glenohumeral derecha (afectada) que realizará un movimiento pasivo de flexión del hombro. Por tanto, se pueden realizar ejercicios autopasivos homólogos simétricos y asimétricos, así como ejercicios autopasivos no homólogos simétricos y asimétricos.

13.4 PRINCIPALES MONTAJES

Antes de realizar cualquier montaje, recomendamos seguir siete pasos para instalar correctamente un circuito de poleas:

1. Tener una imagen mental previa del ejercicio, para no perder tiempo y evitar posteriores cambios incómodos al paciente.
2. Escoger adecuadamente la posición de la camilla o la silla dentro de la jaula, que varía en función del tipo de jaula de que dispongamos.
3. Colocar al sujeto en la posición necesaria (decúbito supino, decúbito prono, decúbito lateral o sedestación).
4. Cinchado del paciente a la camilla, sobre todo en montajes de miembro inferior.
5. Realización de la suspensión, así como de las fijaciones de los segmentos correspondientes, evitando posibles compensaciones o movimientos innecesarios.
6. Escoger la posición de partida del movimiento y colocar el circuito de poleas.
7. Poner el tope o broche de detención.

Todos los montajes que se exponen a continuación son solo algunas de las posibilidades existentes. Todos se van a desarrollar dentro de una jaula de Rocher del tipo portería.

13.4.1 MONTAJES EN LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

13.4.1.1 Suspensión axial concéntrica del hombro derecho, resistiendo la abducción con circuito único

Se coloca al paciente en decúbito supino y una SAC que ha de caer verticalmente sobre la articulación del hombro derecho. A continuación se pone otra hamaca para enganchar el circuito de poleas a la altura de la muñeca (si quisiéramos realizarlo con palanca corta, se pondría a la altura del codo) y se coloca la primera polea perpendicular al inicio del movimiento (posición neutra) en dirección opuesta al movimiento (fig. 13-22).

Precaución: no hay que olvidar el plano escapulohumeral en el que se producen los movimientos del hombro y explicar al paciente que el primer dedo de la mano mire siempre hacia arriba, favoreciendo así el movimiento combinado de rotación externa.

13.4.1.2 Suspensión indiferente del hombro derecho, resistiendo la rotación interna en decúbito prono con circuito único

Requiere colocar la articulación glenohumeral en una posición de 90° de abducción y el codo en flexión, que-

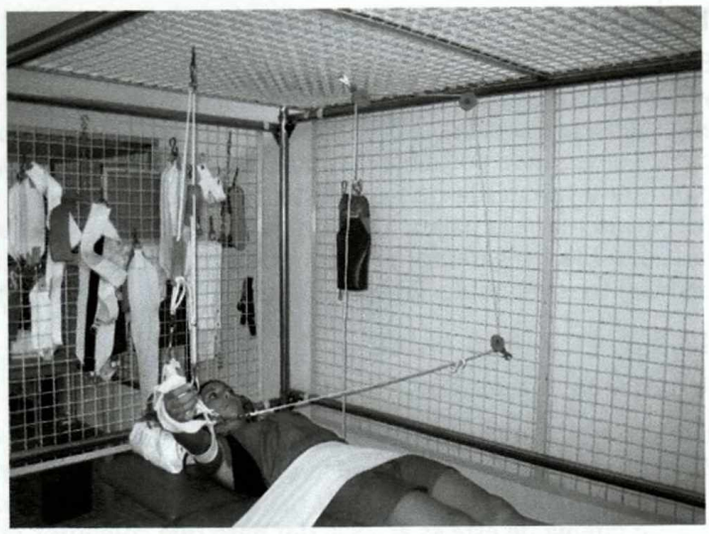


Figura 13-22. Suspensión axial concéntrica de hombro derecho, resistiendo la abducción con circuito único.

dando el antebrazo suspendido por fuera de la camilla. Será necesaria una suspensión indiferente a la altura del brazo, dejando libre la articulación del hombro y el codo, y colocar un peso pequeño bajo el surco deltopectoral para evitar la antepulsión del hombro. En las rotaciones de hombro se utilizará el triángulo (siempre que el paciente tenga función de prensión de la mano) como inicio del circuito, y la primera polea irá en dirección craneal para resistir la rotación interna (fig. 13-23).

Precaución: no confundir la suspensión indiferente que cae verticalmente sobre la mitad del brazo con una SAC. El objetivo de la primera es «fijar» y dar cierta estabilidad al segmento.

Las rotaciones pueden realizarse en todas las posiciones posibles (decúbito supino, decúbito lateral, decúbito prono y sedestación); habrá que escoger la que sea más confortable para el paciente o la que sea posible en función de sus limitaciones (fracturas, ansiedad, etc.).

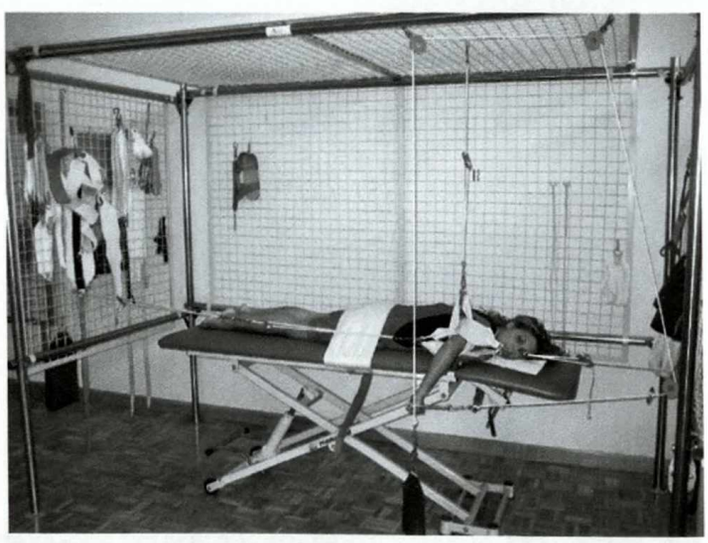


Figura 13-23. Suspensión indiferente del hombro derecho, resistiendo la rotación interna en decúbito prono con circuito único.

13.4.2 MONTAJE EN LA ARTICULACIÓN DEL CODO

13.4.2.1 Ejercicio resistido de extensión del codo izquierdo en decúbito supino sin suspensión, con circuito único, colocando la primera polea perpendicular a la bisectriz del ángulo de movimiento

Se coloca al paciente en decúbito supino y se fija el brazo con una cincha para evitar posibles compensaciones del hombro. Se pone un peso o una almohada pequeña bajo el brazo para evitar la antepulsión del hombro, y partiendo de la mitad del ángulo (85° de flexión) se coloca la primera polea perpendicular al antebrazo, en dirección opuesta a la extensión, y de ahí el resto del circuito (fig. 13-24).

Precaución: al colocar la cincha de fijación hay que tener la precaución de dejar libre la articulación del codo, evitando compresiones en flexura. En mujeres, situaciones de agobio o problemas cardiorrespiratorios, la cincha ha de pasar por debajo del tronco evitando presiones incómodas en el pecho, mientras que en el hombre podremos cinchar además todo el tronco (dejando libre el otro brazo) para evitar compensaciones de este.

13.4.3 MONTAJES EN LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

13.4.3.1 Suspensión axial concéntrica de la cadera derecha, resistiendo la flexión con polea en aparejo

Se realiza con el paciente en decúbito lateral sobre el lado sano, en este caso el izquierdo. Fijamos la pelvis para evitar compensaciones, ponemos la SAC de manera que el punto de anclaje del regulador caiga verticalmente sobre la articulación coxofemoral. A continuación se engancha el inicio del circuito a la jaula en dirección opuesta al movimiento que hay que resistir, y la primera polea móvil unida a la palanca ósea. La segunda polea se sitúa de manera que su cuerda quede paralela a la anterior y la tercera al alcance de la mano del paciente (fig. 13-25).

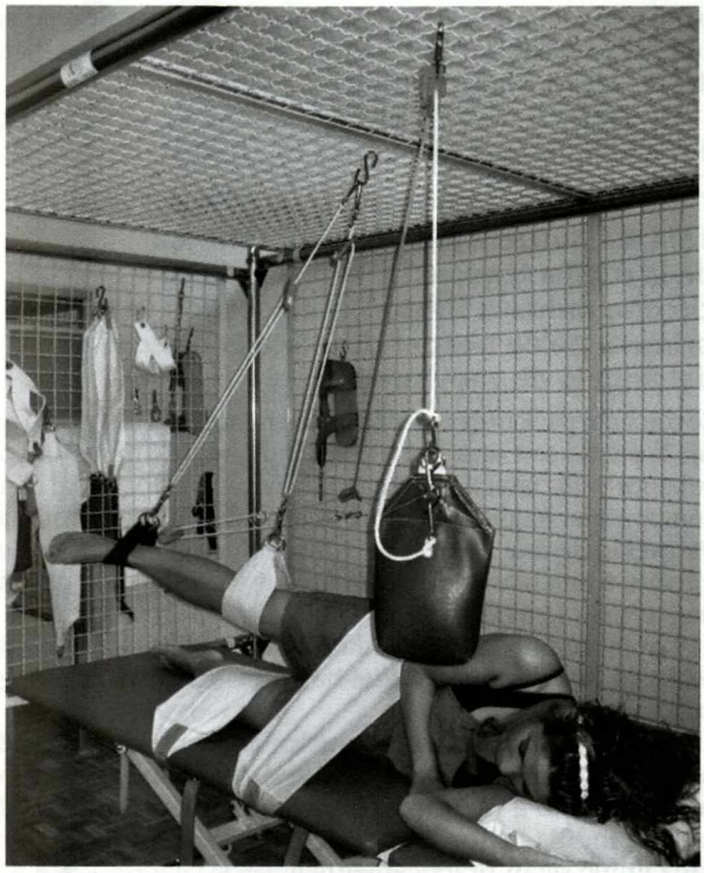


Figura 13-25. Suspensión axial concéntrica de la cadera derecha, resistiendo la flexión con polea en aparejo.

13.4.3.2 Suspensión axial concéntrica de la cadera derecha, resistiendo la rotación externa con circuito único

Se coloca al paciente en decúbito supino, se fija la pelvis del paciente a la camilla y se realiza una fijación de la pierna en flexión coxofemoral de 90°. La SAC debe caer encima de la cadera derecha, y a continuación se instala el circuito único con una hamaca al tobillo y de ahí la primera polea en dirección opuesta a la rotación externa (fig. 13-26).

Precaución: la fijación indiferente debe dejar libre la articulación de la rodilla, evitando la compresión del

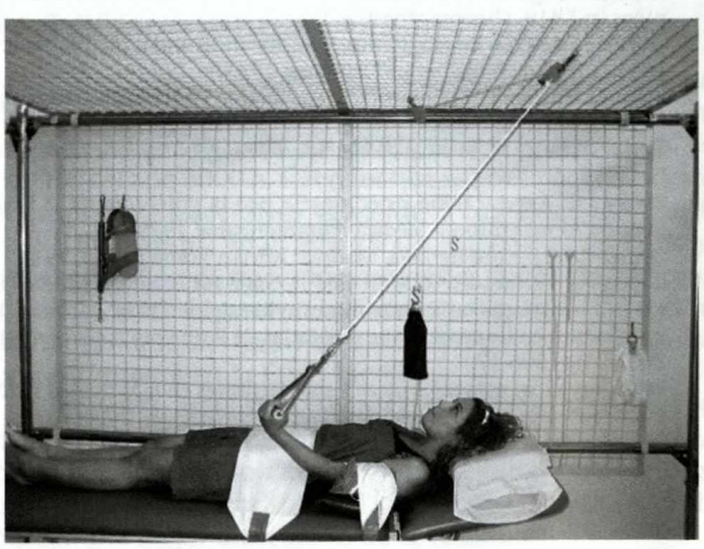


Figura 13-24. Ejercicio resistido de extensión del codo izquierdo en decúbito supino sin suspensión, con circuito único, colocando la primera polea perpendicular a la bisectriz del ángulo de movimiento.



Figura 13-26. Suspensión axial concéntrica de la cadera derecha, resistiendo la rotación externa con circuito único.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

paquete vasculonervioso del hueco poplíteo. Se realiza con tres reguladores, uno craneal y dos laterocaudales, para dar mayor estabilidad a la pierna.

13.4.4 MONTAJE EN LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

13.4.4.1 Suspensión axial concéntrica de la rodilla izquierda, resistiendo con circuito único la flexión, y colocando la primera polea perpendicular a la bisectriz del ángulo de movimiento

Se coloca al paciente en decúbito lateral sobre el lado sano, se fija la pierna con una suspensión indiferente (un regulador superior y dos laterales) y se realiza la suspensión axial concéntrica que ha de caer sobre la articulación de la rodilla. Partiendo de una flexión de 90° se coloca el enganche del circuito a una hamaca o tobillera que va en sentido caudal para resistir la flexión de la rodilla (fig. 13-27).

Los montajes en la articulación del tobillo y la muñeca están en desuso, puesto que hay otras técnicas más adecuadas.

Cada movimiento de cada articulación tiene diferentes posibilidades, pero dada la similitud de ciertas articulaciones en cuanto a planos y ejes de movimiento (hombro-cadera, rodilla-codo, muñeca-tobillo), los montajes para cada grupo serán prácticamente iguales.

En cada movimiento se pueden aplicar todas las modalidades de circuitos de poleas, que a su vez podrán ir con o sin suspensión. Los circuitos de poleas con suspensión suelen realizarse con suspensión axial concéntrica, pero pueden hacerse también con los demás tipos de suspensiones.

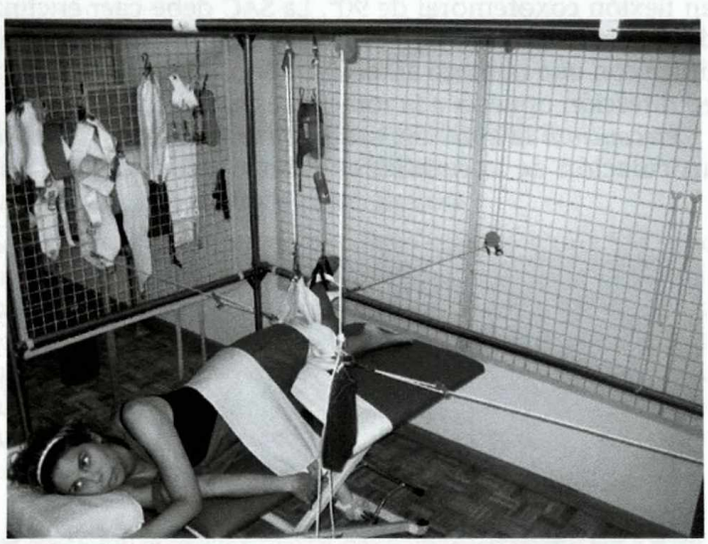


Figura 13-27. Suspensión axial concéntrica de la rodilla izquierda, resistiendo con circuito único la flexión, y colocando la primera polea perpendicular a la bisectriz del ángulo de movimiento.

13.5 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

1. Este tipo de terapias se usan generalmente en afecciones del aparato locomotor, tales como incapacidades de origen articular y muscular, secuelas de inmovilizaciones, atrofias, hipotonías, etc., así como deformaciones de la columna vertebral (escoliosis).
2. Para el mantenimiento funcional de elementos sanos del organismo.
3. En alteraciones neurógenas, tales como hemiplejías, lesiones de nervios periféricos, etc.
4. En ejercicios activo-asistidos se favorece la coordinación de los movimientos y la acción recíproca de músculos agonistas y antagonistas. Están especialmente indicados en aquellos pacientes con potencia muscular disminuida, pues requieren poco esfuerzo, y en aquellos otros con un balance muscular inferior a 3.
5. En ejercicios activo-resistidos se buscará una disminución del espasmo y la contractura, debido a la relajación de la musculatura antagonista que se obtiene con el ejercicio contra resistencia. También se pueden emplear como método de potenciación muscular, ya sea a través de muelles o de circuitos de poleas.
6. Se utiliza la poleoterapia de forma aislada, sobre todo en aquellas lesiones que cursan con una pérdida de potencia muscular, como método de potenciación selectiva y combinada con suspensionterapia, para favorecer el incremento del balance articular.
7. La repetición rítmica del movimiento favorece la coordinación y el control sobre los movimientos y un mayor desarrollo de la conciencia motora, favoreciendo así las respuestas voluntarias[8].

En cuanto a las contraindicaciones, estas son escasas, pero deben destacarse las siguientes: cuando no existe posibilidad de elaboración mental del ejercicio, cuando no hay voluntad para realizarlo por parte del paciente, y en fracturas recientes no sintetizadas quirúrgicamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Comité de Expertos de la OMS en Rehabilitación Médica. Segundo informe. Organización Mundial de la Salud. Serie de informes técnicos, n.° 419. Ginebra, 1969; p. 7-8.
2. Guthrie Smith O. Rehabilitation, re-education and remedial exercises. Baltimore: Williams and Wilkins; 1943.
3. Igual C, Muñoz E, Aramburu C. Fisioterapia general: cinesiterapia. Madrid: Síntesis; 1996.
4. Dena Gardiner M. Manual de ejercicios de rehabilitación. Barcelona: JIMS; 1964.
5. Rocher C. Reeducación psicomotriz por la poleoterapia. 3.ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1978.
6. Decref Ruiz J. Kinesiterapia. Madrid: Adrián Romo Editor; 1914.
7. Raposo I, Fernández R, Martínez A, Sáez JM, Chouza M, Barcia M. La Fisioterapia en España durante los siglos XIX y XX hasta la integración en las escuelas universitarias de Fisioterapia. Fisioterapia 2001;23(4):206-17.
8. Martínez JL, Martínez J. Poleas y suspensiones en la actividad física y la fisioterapia. Madrid: Adrián; 2008.

Capítulo 14
Tracciones y elongaciones terapéuticas

ROSA MARÍA MASET ROIG • JORGE ALARCÓN JIMÉNEZ • CARLOS VILLARÓN CASALES • NIEVES DE BERNARDO TEJEDOR

Índice del capítulo

14.1 Recuerdo histórico

14.2 Concepto de tracción y elongación

14.3 Modalidades de tracción

14.3.1 Tracción manual
14.3.2 Tracción por sistemas peso-polea
14.3.3 Tracción por carga directa
14.3.4 Tracción con aparatos
14.3.5 Tracción por suspensión distal
14.3.6 Tracción percutánea
14.3.7 Tracción esquelética o transósea
14.3.8 Tracción continua
14.3.9 Tracción discontinua

14.4 Técnica de aplicación

14.5 Indicaciones y contraindicaciones

14.5.1 Indicaciones de las tracciones articulares
14.5.2 Contraindicaciones de las tracciones articulares

14.6 Tracciones vertebrales

14.6.1 Clasificación de los métodos de tracción
14.6.2 Efectos de la tracción en la columna vertebral
14.6.3 Indicaciones de la tracción en la columna vertebral
14.6.4 Complicaciones de la tracción en la columna vertebral
14.6.5 Contraindicaciones de la tracción en la columna vertebral

Objetivos de aprendizaje

- Conocer las distintas modalidades de tracción articular.
- Saber aplicar las distintas técnicas de tracción articular en general y los tipos de tracción vertebral específicos.
- Conocer los efectos fisiológicos de las tracciones vertebrales.
- Conocer las indicaciones y contraindicaciones de las tracciones articulares.

14.1 RECUERDO HISTÓRICO

Los primeros indicios de los que se tiene constancia del uso de mecanismos de tracción vertebral mecánica se remontan a la cultura egipcia. En 1862, Edwin Smith encontró papiros del año 3000 a. C. en los que se ponía de manifiesto el empleo de tracciones vertebrales con fines terapéuticos[1-3]. En la India, en el año 1800 a. C., hay ya referencias de la realización de tracciones cervicales manuales. Avicena y Galeno también usaron instrumentos para la corrección del raquis, que sirvieron de guía a los trabajos realizados posteriormente en la Edad Media[4].

Hipócrates, en el año 500 a. C., describe el tratamiento de la escoliosis por medio de tracciones realizadas en una cama con un rodillo caudal y otro cefálico que ejercían una tracción longitudinal del raquis, con el propósito de buscar una mejor alineación de la columna[4].

En el siglo XVIII, Erasmus y otros autores realizaban tratamientos para desviaciones laterales del raquis basados en tracciones longitudinales en la columna con la ayuda de unos anclajes cervicales y pélvicos. A principios del siglo XIX se comenzó a utilizar esta técnica en Alemania (Schreger). Más tarde Maisonnave la introdujo en Francia, y finalmente fue llevada a Inglaterra por Shaw, donde se le añadieron otras indicaciones terapéuticas como la lumbalgia y el raquitismo[3,5].

A finales del siglo XIX los sistemas de tracción vertebral se combinaban con los de suspensión corporal para el tratamiento de ciatalgias y tabes dorsal; sin embargo, aparecieron numerosos detractores de estas terapias en Alemania, Austria, Rusia e Inglaterra.

Los métodos de tracción cervical quedaron en desuso hasta que Risser y Hibs, en 1920, diseñaron el chaleco de tracción axial, con lo que volvieron a tomar importancia los métodos de tracción vertebral. Los diseños han sido mejorados por diversos autores, y han alcanzado un gran éxito en el tratamiento de las escoliosis, las hernias discales y las algias vertebrales[4,5].

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

14.2 CONCEPTO DE TRACCIÓN Y ELONGACIÓN

Las tracciones terapéuticas, por su forma de aplicación, pueden ser consideradas como una movilización tanto activa como pasiva, consistente en aplicar dos fuerzas en sentidos opuestos[6]. Su objetivo radica en provocar una disminución de la presión articular dentro de los límites fisiológicos. Pueden aplicarse en el raquis (tracciones vertebrales), denominadas elongaciones, o en los miembros superiores o inferiores, en función del objetivo que se pretenda conseguir. Las tracciones o elongaciones pueden ser angulares (fig. 14-1), para ganar recorrido articular, o axiales (fig. 14-2), para elongar y/o estirar una articulación[7].

Dos de los factores más determinantes de las tracciones o elongaciones son la intensidad de la fuerza que se aplica y su duración. De hecho, estos dos factores son inversamente proporcionales, es decir, a mayor tiempo de tracción menor será la fuerza utilizada; y a mayor fuerza utilizada, menor será el tiempo de exposición por parte del paciente a esa tracción. Una tracción brusca podría provocar una lesión tisular y causar dolor, derrame y síntomas relacionados con un proceso inflamatorio, por lo que debe tenerse especial precaución a la hora de planificar las tracciones articulares y adaptarlas al tipo de articulación y al estado en que esta se encuentre, a la patología que haya desencadenado la lesión, y a las condiciones físicas de los pacientes que precisen dicha tracción. No obstante, en ocasiones, cuando son necesarias para eliminar posibles fibrosis o adherencias de los tejidos, deberían ser realizadas por el traumatólogo con el paciente anestesiado.

14.3 MODALIDADES DE TRACCIÓN

14.3.1 TRACCIÓN MANUAL

Es realizada por el fisioterapeuta manualmente y consiste en decoaptar la articulación mediante una tracción. Suele estar asociada a una suave movilización de la articulación de corta duración[8]. Preferiblemente se suele aplicar a pequeñas articulaciones, aunque se puede utilizar en articulaciones más grandes (fig. 14-3).

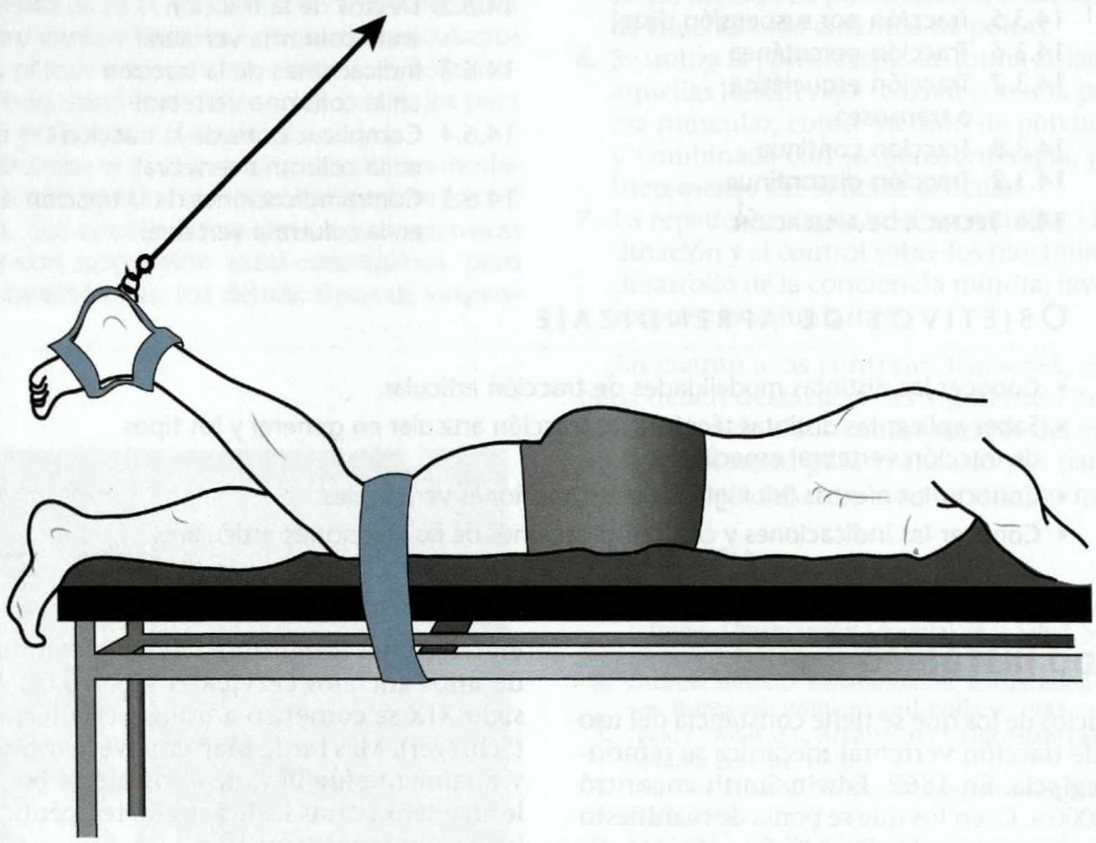


Figura 14-1. Tracción angular para flexión de rodilla.

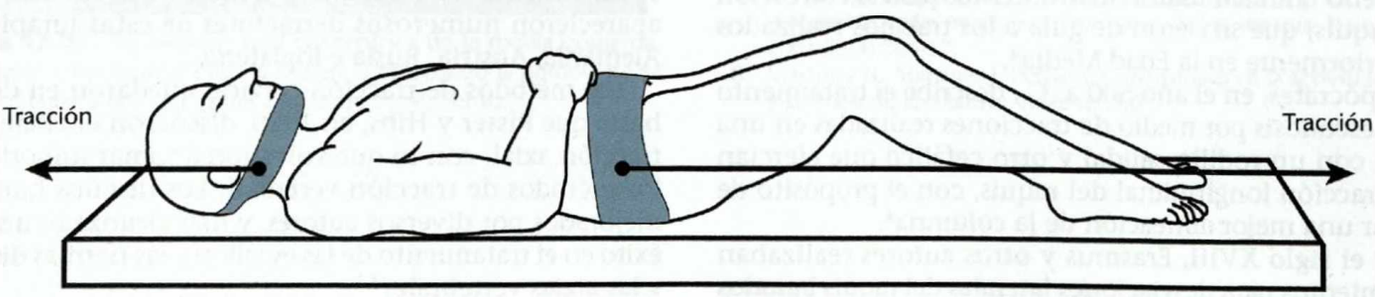


Figura 14-2. Tracción axial de la columna cervical y lumbar.

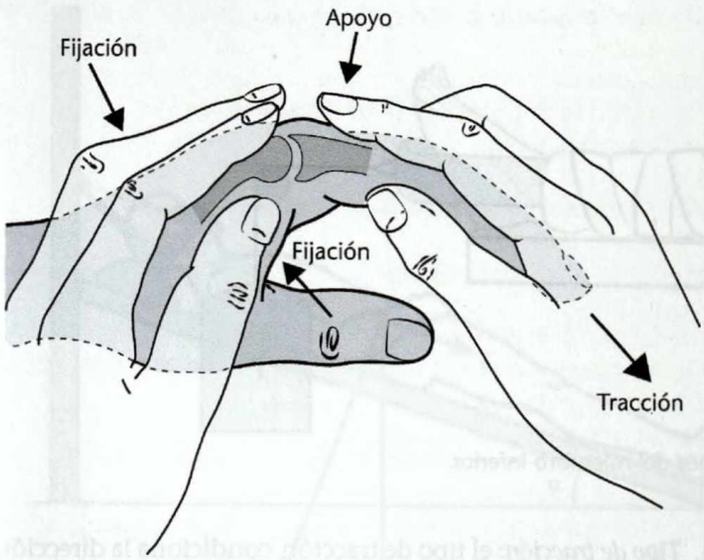


Figura 14-3. Tracción manual de la articulación metacarpofalángica del dedo.

14.3.2 TRACCIÓN POR SISTEMAS PESO-POLEA

Este tipo de tracción se utiliza para realizar tracciones axiales y angulares. El resultado de la tracción dependerá de la colocación de la primera polea. Si esta se coloca en la prolongación del segmento que se quiere tratar, el resultado será una tracción axial (fig. 14-4). Si la primera polea se coloca perpendicular al segmento, el resultado será una tracción angular. Este tipo de tracción permite ir variando el ángulo de tracción y la carga o peso aplicado en función de la evolución en la movilidad de la articulación.

14.3.3 TRACCIÓN POR CARGA DIRECTA

Consiste en la colocación de una carga o lastre en el extremo distal de la zona que se quiere tratar, provocando una tracción axial de este extremo.

14.3.4 TRACCIÓN CON APARATOS

Se utilizan aparatos o dispositivos eléctricos que se acoplan a la superficie que se va a tratar. Esta tracción permite seleccionar la fuerza de tracción en kilopondios, y la duración del tratamiento. En el caso de los artromotores se puede modificar también la velocidad de ejecución de la movilización y el rango de movimiento; estos dispositivos se utilizan principalmente para movilizar en flexoextensión cadera y rodilla, como el tipo Kinetec. Las camillas de elongación vertebral permiten calcular la carga o tracción y la detracción al final de esta.

14.3.5 TRACCIÓN POR SUSPENSIÓN DISTAL

Se coloca el segmento que se quiere tratar suspendido distalmente. El ángulo que forme la suspensión del segmento con el peso de este determinará la cantidad de tracción a la que el segmento será sometido, con la siguiente relación: la tracción será igual al peso del segmento partido por la tangente del ángulo (tg α) que formen, según la fórmula:

$$\text{Tracción} = \text{peso}/\text{tg}\alpha$$

14.3.6 TRACCIÓN PERCUTÁNEA

La tracción se fija al segmento correspondiente mediante un vendaje circular, normalmente adhesivo. La fuerza de tracción recae sobre el tejido blando, por lo que no permite la colocación de grandes cargas. Esta tracción es muy útil cuando la lesión o las características del paciente no permiten una tracción esquelética; debido al componente compresivo de la venda, pueden aparecer complicaciones vasculares (fig. 14-5).

14.3.7 TRACCIÓN ESQUELÉTICA O TRANSÓSEA

La tracción es transmitida directamente por el hueso, en el cual se coloca una aguja de transfixión donde se fija la carga. Este método se emplea en las fracturas diafisarias

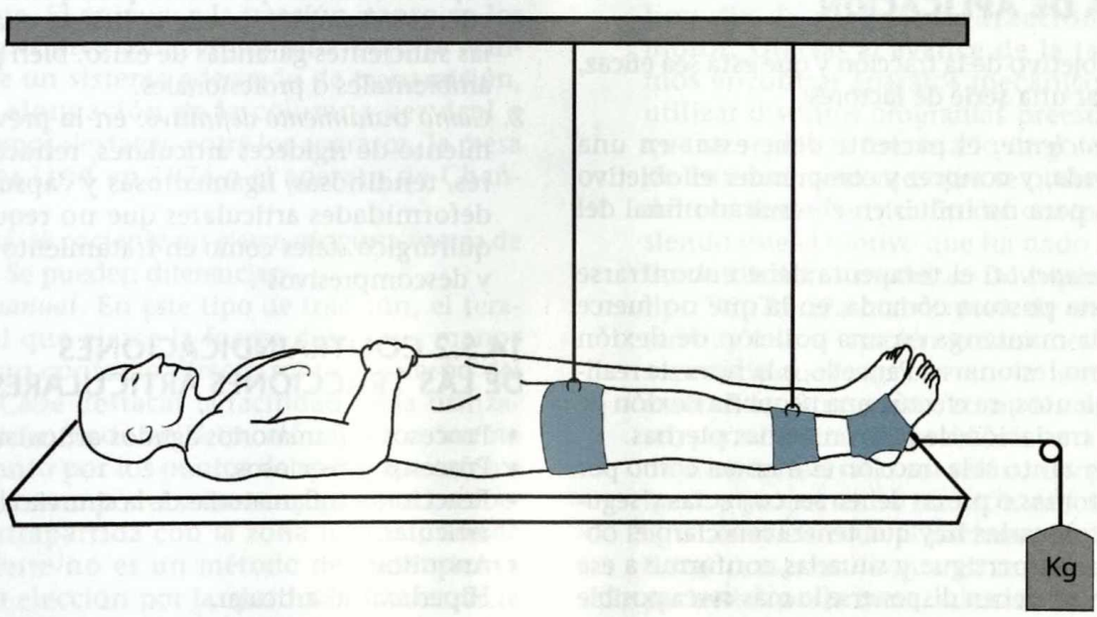


Figura 14-4. Tracción por sistema peso-polea del miembro inferior.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

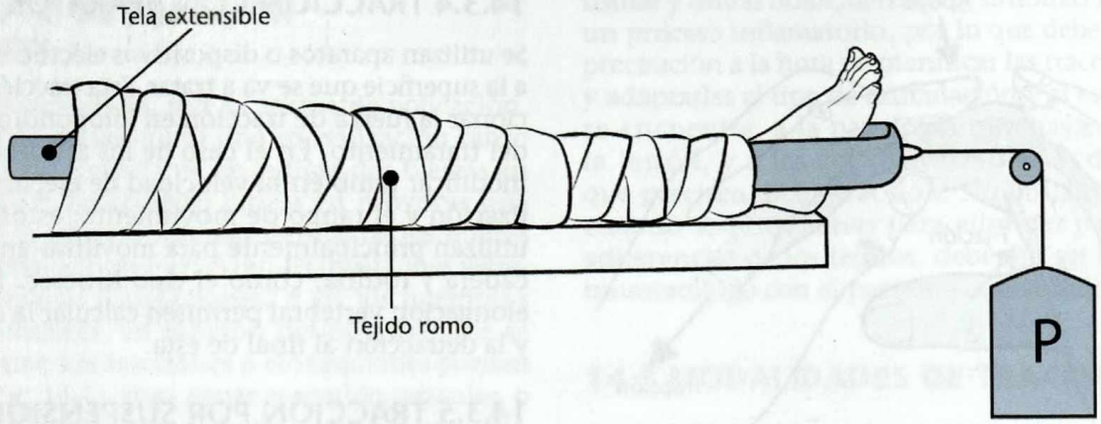


Figura 14-5. Tracción percutánea del miembro inferior.

como tratamiento de transición hasta que pueda realizarse el tratamiento definitivo. El objetivo es el alineamiento y la corrección de la fractura, contrarrestando mediante la tracción el efecto producido por la contracción de las masas musculares.

Durante el tratamiento con este tipo de tracción deben tenerse en cuenta algunos factores, tales como aparición de una infección ósea en el trayecto de la aguja, lesiones capsuloligamentosas y retardo en la consolidación de la fractura.

14.3.8 TRACCIÓN CONTINUA

La tracción continua supone mantener constante la tracción sin interrupción, y aunque la fuerza de tracción puede variar o ser constante en función de los objetivos que se quiera conseguir, siempre se mantiene cierta fuerza de tracción.

14.3.9 TRACCIÓN DISCONTINUA

En este tipo de tracción existe una interrupción de la fuerza de estiramiento o elongación con el objetivo de provocar una mayor relajación de la musculatura[8].

14.4 TÉCNICA DE APLICACIÓN

Para cumplir el objetivo de la tracción y que esta sea eficaz, se debe considerar una serie de factores:

1. *Posición del paciente:* el paciente debe estar en una posición cómoda, y conocer y comprender el objetivo de la tracción para no influir en el resultado final del tratamiento.
2. *Posición del terapeuta:* el terapeuta debe encontrarse también en una postura cómoda, en la que no fuerce la espalda ni la mantenga en una posición de flexión excesiva para no lesionarse. Para ello, a la hora de realizar los movimientos, se efectúa una pequeña flexión de rodillas y una traslación de peso en ambas piernas.
3. *Presas o agarres:* tanto si la tracción es manual como por fijaciones, las tomas o presas deben ser correctas y seguras. Antes de colocarlas hay que tener bien claro el objetivo final que se persigue y situarlas conforme a ese objetivo. A su vez, deben disponerse lo más cerca posible de la zona que se quiere tratar.
4. *Tipo de tracción:* el tipo de tracción condiciona la dirección de la fuerza aplicada. Para tracciones axiales, la primera polea se coloca en la prolongación del segmento que se va a tratar; para tracciones angulares, la primera polea se coloca en la perpendicular al segmento que se quiera tratar.
5. *Contratracción:* debe ser de una magnitud suficiente como para contrarrestar la fuerza de tracción. En las tracciones de los miembros y el raquis, el propio peso del segmento determina la contratracción; para ello se coloca la fijación proximal de forma que la zona que se vaya a tratar quede en medio de la tracción y la contratracción.

14.5 INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

14.5.1 INDICACIONES DE LAS TRACCIONES ARTICULARES

1. *Como tratamiento de transición:* cuando no se puede realizar un abordaje ortopédico o quirúrgico porque las condiciones del paciente lo desaconsejen, como por ejemplo diabetes descompensada, infarto de miocardio, insuficiencia cardíaca descompensada, shock, infecciones pulmonares agudas, heridas infectadas, fractura expuesta, extensa pérdida de piel, quemaduras o grandes edemas. También puede aplicarse cuando no se dan las suficientes garantías de éxito, bien por condiciones ambientales o profesionales.
2. *Como tratamiento definitivo:* en la prevención y tratamiento de rigideces articulares, retracciones musculares, tendinosas, ligamentosas y capsulares, o incluso deformidades articulares que no requieran abordaje quirúrgico, tales como en tratamiento con antiálgicos y descompresivos[7].

14.5.2 CONTRAINDICACIONES DE LAS TRACCIONES ARTICULARES

- Procesos inflamatorios agudos articulares.
- Procesos infecciosos.
- Reacciones inflamatorias de la sinovia con o sin derrame articular.
- Anquilosis.
- Hiperlaxitud articular.
- Lesiones agudas de partes blandas.

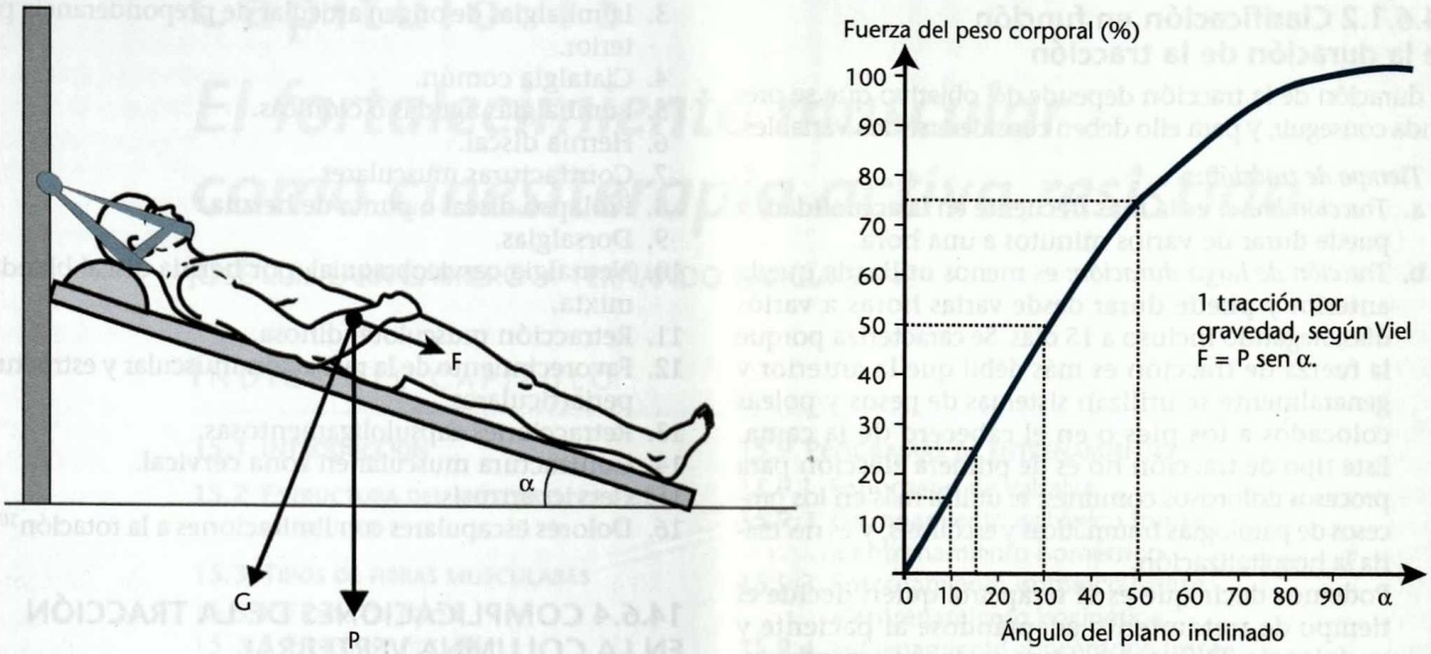


Figura 14-6. Tracción por la gravedad del peso del cuerpo.

- Fracturas sin consolidar.
- Luxaciones y subluxaciones salvo que se realice como indicación terapéutica para su reducción.
- Sospecha de procesos tumorales cercanos a la zona que se quiere tratar.

14.6 TRACCIONES VERTEBRALES

14.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRACCIÓN

Los métodos de tracción, tal y como apuntan diversos autores, pueden dividirse en dos grandes grupos: según el origen de la fuerza de tracción, y en función de la duración de su aplicación.

14.6.1.1 Clasificación según el origen de la fuerza de tracción

1. *Autotracción o tracción activa:* la fuerza es ejercida por el paciente. El empuje o la tracción, tanto en los miembros superiores como en los inferiores, se realiza a través de un sistema adecuado de transmisión, y supone la elongación de la columna cervical o lumbar. Podemos destacar, entre los aparatos, la mesa propuesta por Lind en 1974 o el aparato de Chantraine[8].
2. *Tracción pasiva:* el paciente no ejerce ninguna fuerza de modo activo. Se pueden diferenciar:
   a. *Tracción manual.* En este tipo de tracción, el terapeuta es el que ejerce la fuerza desde sus manos haciendo un contacto directo sobre el cuerpo del paciente. Cabe destacar la facilidad de la utilización de este método en la tracción de la columna cervical, tanto por los puntos de apoyo que ofrece el occipital como por el volumen y peso de la cabeza, en contrapartida con la zona lumbar, donde normalmente no es un método de tratamiento de primera elección por las particularidades de la zona.
   b. *Tracción por la gravedad del peso del cuerpo del paciente.* Dicha tracción es ejercida debido a la fuerza que hace el propio peso del paciente sobre un plano inclinado, y viene determinada por el ángulo que se forma con la horizontal (fig. 14-6). A lo largo de los años han aparecido varios tipos de mesas y sillas tanto para tracciones cervicales como para lumbares, en las que el paciente puede encontrarse con la cabeza hacia arriba o hacia abajo. También hay diferentes zonas de fijación, como son los tobillos, los pies o la pelvis. Según la posición que adquiera el paciente, esta técnica afectará más al sistema nervioso, al cardiovascular o al respiratorio.
   c. *Tracción mecánica.* Este método ha ido evolucionando poco a poco en el tiempo en función de la aparición de las nuevas tecnologías, utilizando desde un funcionamiento manual por parte del terapeuta en sus comienzos, pasando por un funcionamiento de pesos o poleas, hasta el empleo hoy día de sistemas de tracción regulados por motor. Gracias al avance de la tecnología podemos encontrar aparatos mecánicos que permiten utilizar distintos programas preestablecidos en los que se regula la fuerza a lo largo del tiempo. Uno de los inconvenientes que se observan en este tipo de tracción es la fricción del cuerpo sobre la mesa, siendo este el motivo que ha dado lugar al desarrollo de distintos modelos. De hecho, es la mesa de tipo Tru-Trac, la cual dispone de una sola superficie móvil y utiliza también variaciones en función de la superficie que tenga ese movimiento, la de uso más extendido. Otras mesas, como las de Maigne o Périssel, permiten tracciones de columna con cierto grado de flexión lateral o rotación. Otros autores como Lardry proponen la tracción mecánica dentro del agua manteniendo al paciente en la superficie con flotadores, con lo que se suprime la fricción del paciente con la mesa, además de reducir la fuerza que se debe ejercer en la tracción[8].

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

14.6.1.2 Clasificación en función de la duración de la tracción

La duración de la tracción depende del objetivo que se pretenda conseguir, y para ello deben considerarse dos variables:

1. *Tiempo de tracción:*
   a. *Tracción breve:* es la más frecuente en la actualidad, y puede durar de varios minutos a una hora.
   b. *Tracción de larga duración:* es menos utilizada que la anterior y puede durar desde varias horas a varios días, llegando incluso a 15 días. Se caracteriza porque la fuerza de tracción es más débil que la anterior y generalmente se utilizan sistemas de pesos y poleas colocados a los pies o en el cabecero de la cama. Este tipo de tracción no es de primera elección para procesos dolorosos comunes; se utiliza más en los procesos de patologías traumáticas y escoliosis, y es necesaria la hospitalización.
   Podemos decir que es el terapeuta quien decide el tiempo de tratamiento adaptándose al paciente y su dolencia. Diferenciaremos cuatro momentos en la aplicación del tiempo: tiempo de iniciación (T1), tiempo de mantenimiento de la tracción (T2), tiempo de retorno de la tracción (T3), y tiempo de reposo (T4). Un ritmo apropiado podría ser: T1 = T3 ////// T2 = T1 + T3 ////// T4 = T1 + T2 + T3. Sin embargo, esta relación puede ser modificada según las necesidades del paciente. Destacar también que se aumentará o se o disminuirá progresivamente el tiempo de inicio y de mantenimiento en función de los resultados obtenidos y del ciclo de sesiones que vayamos a realizar[9].
2. *Cantidad y ritmo de las sesiones.* La cantidad y ritmo de las sesiones varía desde una sesión diaria a sesiones en días alternos en patologías más agudas. Diversos autores señalan que se puede interrumpir el tratamiento si no se obtienen resultados después de 3 a 5 sesiones. El número de sesiones suele variar entre 5 y 15, pero esto dependerá del resultado que se vaya obteniendo. Diversos estudios señalan que en radiculopatías se pueden alcanzar hasta 20 o 30 sesiones[8].

14.6.2 EFECTOS DE LA TRACCIÓN EN LA COLUMNA VERTEBRAL

1. Aumento de los espacios intervertebrales: modificación de la presión intradiscal, acción sobre las hernias discales, separación de los tejidos blandos circundantes y de las carillas articulares posteriores, y alivio de dolor.
2. Disminución de la curvatura fisiológica de la columna.
3. Reducción del espasmo muscular.
4. Estiramiento de los tejidos muscular y conectivo y mejoría del intercambio de fluido en ellos.
5. Modificación de los modelos anormales de tráfico de impulso aferente desde mecanorreceptores articulares, particularmente en la unión craneovertebral.
6. Mejoría del flujo arterial, venoso y linfático.

14.6.3 INDICACIONES DE LA TRACCIÓN EN LA COLUMNA VERTEBRAL

1. Lumbalgias y radiculalgias por protrusión discal.
2. Lumbalgias y radiculalgias en relación con canal lumbar estrecho o estrechamiento degenerativo.
3. Lumbalgias de origen articular de preponderancia posterior.
4. Ciatalgia común.
5. Lumbalgias agudas o crónicas.
6. Hernia discal.
7. Contracturas musculares.
8. Prolapso discal o punta de hernia.
9. Dorsalgias.
10. Neuralgia cervicobraquial, por hernia discal blanda o mixta.
11. Retracción musculotendinosa.
12. Favorecimiento de la relajación muscular y estructuras periarticulares.
13. Retracciones capsuloligamentosas.
14. Contractura muscular en zona cervical.
15. Cervicoartrosis.
16. Dolores escapulares con limitaciones a la rotación[10,11].

14.6.4 COMPLICACIONES DE LA TRACCIÓN EN LA COLUMNA VERTEBRAL

1. Agravamiento de la sintomatología.
2. Fracturas.
3. Dolores a distancia de la zona tratada.

14.6.5 CONTRAINDICACIONES DE LA TRACCIÓN EN LA COLUMNA VERTEBRAL

1. Afecciones traumáticas, tumorales o infecciosas.
2. Osteoporosis.
3. Embarazo.
4. Paciente de más de 60 años.
5. Ansiedad del paciente.
6. Subluxación atloaxoidea con compresión medular.
7. Inestabilidad ligamentosa cervical.
8. Traumatismo medular.
9. Osteopenia.
10. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
11. Hipertensión arterial.

BIBLIOGRAFÍA

1. Knoeller SM, Seifried C. Historical perspective: history of spinal surgery. Spine 2000;25:2838-43.
2. Naderi S, Türe U, Pait TG. History of the spinal cord localization. Neurosurg Focus 2004;16:E15.
3. Heary RF, Madhavan K. The history of spinal deformity. Neurosurgery 2008;63:S5-S15.
4. Cruz Medina E, Rodríguez Leyva J, Coronado Zarco R. Historia de la tracción terapéutica en la patología de columna vertebral. Rev Mex Med Fis Rehab 2011;23:46-8.
5. Shterenshis MV. The history of modern spinal traction with particular reference to neural disorders. Spinal Cord 1997;35:139-46.
6. Martínez Morillo M, Pastor Vega JM, Sendra Portero F. Manual de medicina física. Madrid: Harcourt Brace; 2000.
7. Igual Camacho C, Muñoz Díaz E, Aramburu de Vega C. Fisioterapia general: Cinesiterapia. Madrid: Síntesis; 1996.
8. Lecocq J, Vautravers P, Ribaud J. Tractions vertebrales. Kinésithérapie-Rééducation fonctionnelle. Encycl Méd Chir 1995;26-090-A-10: 1-8.
9. Martínez Gil JL, Martínez Cañadas J. Tracción vertebral y fisioterapia. Madrid: Aran; 2006.
10. González Mas R. Rehabilitación médica. Barcelona: Masson; 1997.
11. Grieve GP. Movilización de la columna: manual básico de método clínico. Madrid: Paidotribo; 2001.

Capítulo 15

El fortalecimiento muscular como cinesiterapia activa resistida

JOSÉ LUIS LARA CABRERO • FERNANDO GARCÍA SANZ

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

15.1 INTRODUCCIÓN

15.2 ESTRUCTURA DEL MÚSCULO: LA FIBRA MUSCULAR

15.3 TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES
15.3.1 Fibras de tipo I
15.3.2 Fibras de tipo IIB
15.3.3 Fibras de tipo IIA

15.4 CONTRACCIÓN MUSCULAR
15.4.1 Definición
15.4.2 Clasificación

15.5 UNIDAD MOTORA

15.6 CLASIFICACIÓN DEL MÚSCULO DE ACUERDO CON SU FUNCIÓN

15.7 FORTALECIMIENTO MUSCULAR

15.8 APLICACIONES, PRECAUCIONES Y CONTRAINDICACIONES

15.9 PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO
15.9.1 Fenómeno de Valsalva
15.9.2 Entrenamiento isotónico frente a entrenamiento isométrico
15.9.3 Entrenamiento isotónico frente a entrenamiento isocinético
15.9.4 Entrenamiento concéntrico frente a entrenamiento excéntrico

15.10 PLIOMETRÍA
15.10.1 Principio de la pliometría
15.10.2 Dinámica de la contracción muscular durante el ejercicio pliométrico
15.10.3 Indicaciones de la pliometría
15.10.4 Efectos de la pliometría
15.10.5 Recomendaciones de la pliometría

15.11 BANDAS DE RESISTENCIA ELÁSTICA

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conocer y comprender las bases de la estructura muscular y las características de las principales fibras musculares.
- Conocer los mecanismos básicos de la contracción muscular y los distintos tipos existentes.
- Conocer y comprender los principios del fortalecimiento muscular como cinesiterapia activa resistida.
- Comprender los programas de fortalecimiento y búsqueda de ejercicios y de sistemas de entrenamiento específicos para focalizarlos con seguridad sobre los objetivos propuestos (fuerza, resistencia, potencia).

15.1 INTRODUCCIÓN

El fortalecimiento muscular es un problema frecuente en fisioterapia que resulta fundamental para restablecer el movimiento activo normal. Es necesario conocer la fisiología muscular y los principios del fortalecimiento muscular para diseñar estrategias de tratamiento adecuadas a nuestros pacientes.

La exploración fisioterapéutica inicial es fundamental para detectar los déficits musculares del paciente y analizar las limitaciones para la función, tanto en las actividades cotidianas como en el deporte. El fortalecimiento muscular, por tanto, deberá individualizarse en función de las características propias de cada lesión, de los objetivos terapéuticos planteados, de las características personales y psicosociales de cada paciente, y de su grado de actividad.

El fortalecimiento muscular en fisioterapia puede perseguir objetivos curativos, preventivos o paliativos. Tendrá objetivos curativos cuando pretenda tratar un déficit muscular para restablecer la movilidad activa y la estabilidad articular dinámica para permitir la reincorporación del paciente al nivel de actividad deseado. Los objetivos serán preventivos cuando el fortalecimiento muscular busque

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

evitar la aparición de lesiones o la recidiva de estas. Por último, los objetivos serán paliativos cuando el fin del fortalecimiento de determinados grupos musculares tenga por finalidad suplir la carencia de otros.

Debemos conocer los distintos tipos de contracción muscular y las herramientas de que disponemos en fisioterapia para diseñar un adecuado programa de fortalecimiento muscular para cada paciente y su circunstancia. En el desarrollo de la cinesiterapia activa resistida debemos tener en cuenta que la generación de movimiento es un proceso complejo en el que además de la contracción muscular es necesario un mecanismo de coordinación y regulación del movimiento que tiene lugar a nivel central y que se nutre de la información recogida por el sistema propioceptivo.

La capacidad de movimiento se realiza gracias al sistema musculoesquelético, por la acción de las fuerzas musculares a través de los tendones sobre las palancas óseas y el desplazamiento de estas sobre los ejes articulares. Así, la contracción muscular es la acción necesaria para que se produzca el movimiento, mediante la transformación de energía química que se almacena en forma de ATP. Los músculos de contracción involuntaria encargados de movimientos no relacionados con el sistema musculoesquelético (movimientos de órganos internos) se denominan músculos lisos y están controlados por el sistema nervioso autónomo (músculo cardíaco). Están formados por células pequeñas y con un núcleo central. Los músculos de contracción voluntaria del sistema musculoesquelético son los músculos estriados o esqueléticos y están formados por células polinucleadas inervadas por motoneuronas. El objetivo de este capítulo es el estudio del músculo esquelético o músculo estriado.

15.2 ESTRUCTURA DEL MÚSCULO: LA FIBRA MUSCULAR

La estructura muscular está constituida por tejido conjuntivo y fibras musculares. El tejido conjuntivo se organiza alrededor de las fibras musculares en distintos niveles, es decir, endomisio, perimisio y epimisio, para formar el músculo. El *endomisio* envuelve a la célula o fibra muscular, y estas se organizan en fascículos que a su vez son envueltos por el *perimisio*. Finalmente, el *epimisio* engloba todo el músculo y se prolonga en los extremos para unirse a la estructura conjuntiva que forma los tendones. Esta división del tejido conjuntivo es descriptiva, ya que en el cuerpo humano es una estructura continua tridimensionalmente.

Las fibras musculares o células musculares son cilíndricas, alargadas y delgadas. Se distribuyen en paralelo dentro del músculo. Su membrana celular es el sarcolema, y su citoplasma se denomina sarcoplasma. En él se encuentran las proteínas contráctiles, los depósitos de glucógeno, las enzimas musculares, las mitocondrias, los núcleos, el retículo sarcoplásmico, y demás elementos celulares. En el tejido muscular también se encuentran células satélite. Son células de pequeño tamaño en comparación con la fibra muscular y cuya función principal es la recuperación de las células musculares tras una lesión[1].

Dentro de cada fibra muscular, en el interior del sarcoplasma, se organizan las miofibrillas distribuidas en haces paralelos y con un diámetro aproximado de una micra. Las miofibrillas se subdividen en sarcómeros dispuestos en serie. Las miofibrillas se componen de miofilamentos distribuidos también de forma paralela al eje longitudinal de la fibra muscular. Los miofilamentos están formados por las proteínas contráctiles organizadas y pueden ser delgados, aquellos que contienen actina, o gruesos, aquellos que contienen miosina. La distribución de los filamentos delgados y gruesos produce una alternancia de bandas claras y oscuras a lo largo de la miofibrilla que le proporciona una apariencia estriada, de donde deriva la denominación de músculos estriados.

El sarcómero es la unidad funcional de la contracción muscular. Está delimitado por las líneas Z. A ambos lados de la línea media o línea M se extiende la banda A de tono oscuro. A continuación, se encuentra la banda I de tono claro. La banda I está formada por filamentos delgados, mientras que la banda A lo está por la superposición de filamentos delgados y gruesos. La zona H en el centro de la banda A tiene únicamente filamentos gruesos. La figura 15-1 ilustra el esquema de un sarcómero. Si se realiza un corte transversal en la zona de superposición de los fi-

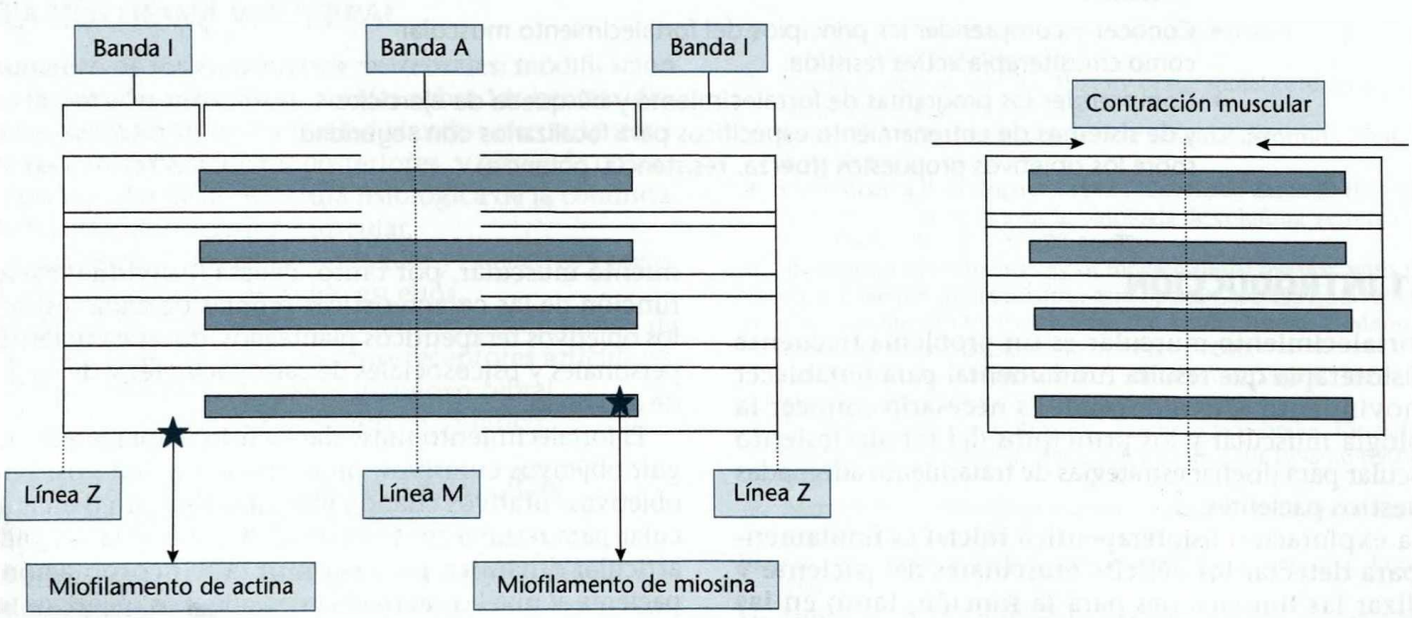


Figura 15-1. Esquema de un sarcómero muscular.

lamentos delgados y gruesos, se puede observar que cada filamento grueso está rodeado de seis filamentos delgados y a su vez cada filamento delgado está rodeado de tres filamentos gruesos.

Los filamentos gruesos están constituidos fundamentalmente por la proteína miosina. La miosina tiene actividad ATPasa y gran afinidad por enlazarse con la actina. Los filamentos delgados están formados por las proteínas actina, tropomiosina y troponina. La actina posee zonas de unión con la miosina que son cubiertas por la tropomiosina. La troponina se encarga de captar iones de calcio para iniciar la contracción muscular. Estas proteínas son los componentes principales del sarcómero, aunque existen otras proteínas que están presentes en proporciones menores, como la titina, encargada de soportar la mayor parte de la carga pasiva del músculo[1,2].

15.3 TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

No todas las fibras musculares tienen las mismas propiedades metabólicas y, por tanto, funcionales. Se han realizado múltiples clasificaciones y denominaciones. En la actualidad, se admiten dos tipos de fibras musculares, claramente diferenciadas por sus características metabólicas y contráctiles: fibras de *tipo I* y fibras de *tipo II*. Dentro de las fibras de tipo II podemos diferenciar las fibras de tipo IIA y IIB[3,4]. Los tres tipos de fibras musculares coexisten en un mismo músculo y su proporción viene definida genéticamente.

15.3.1 FIBRAS DE TIPO I

Estructuralmente son fibras de tamaño medio, con abundante sarcoplasma y un retículo endoplásmico poco desarrollado. Contienen lípidos en su interior y pocos depósitos de glucógeno. Son rojas como consecuencia de su abundante contenido en mioglobina. Poseen una importante red capilar que nutre las fibras y un gran número de mitocondrias ricas en enzimas oxidativas. Esto define que sean fibras de metabolismo esencialmente oxidativo, lo cual les proporciona una gran resistencia a la fatiga. Son fibras oxidativas lentas, específicas para contracciones repetidas de poca intensidad y de larga duración, en las que predomina el metabolismo aeróbico: son fibras de resistencia. Son fibras lentas en referencia a su baja velocidad de contracción condicionadas por la liberación lenta de iones de calcio. Utilizan los ácidos grasos y los hidratos de carbono como sustrato para la obtención del ATP[5]. Estas fibras están inervadas por un axón de pequeño calibre, con bajo nivel de excitación y una velocidad de propagación de 60-70 m/s.

15.3.2 FIBRAS DE TIPO IIB

Son fibras rápidas por su velocidad de contracción mayor que las fibras de tipo I gracias a la liberación más rápida de iones de calcio. Su metabolismo energético es predominante glucolítico o anaeróbico. Por su escaso contenido en mioglobina, también se las denomina fibras blancas.

Son fibras de mayor tamaño con un sarcoplasma menos abundante que las fibras de tipo I, pero con mayor cantidad de miofibrillas. Tienen gran capacidad para almacenar glucógeno. Cuentan con pocas mitocondrias en comparación con las de tipo I y con una menor proporción de capilares. El retículo endoplásmico está muy desarrollado y con altas concentraciones de calcio. Presentan concentraciones más elevadas de glucógeno y una mayor actividad ATPasa.

Están inervadas por un axón de mayor calibre, con una velocidad de propagación del impulso de 80-90 m/s. Son fibras de contracción rápida, pero poco resistentes a la fatiga. Son específicas para contracciones rápidas y cortas de mucha intensidad: son fibras de explosividad. Su capacidad aeróbica es escasa[1,5].

15.3.3 FIBRAS DE TIPO IIA

Las fibras de tipo IIA tienen unas características intermedias entre las de tipo I y las de tipo IIB. Tienen más cantidad de mitocondrias y de mioglobina que estas últimas. Su vascularización también es mejor; todo ello les proporciona un componente metabólico oxidativo más elevado que a las de tipo IIB. Son consideradas fibras oxidativas glucolíticas rápidas. Pueden almacenar una pequeña cantidad de lípidos y mucho glucógeno. Ofrecen una resistencia moderada a la fatiga[1,5].

El porcentaje de fibras musculares parece determinado genéticamente, si bien el entrenamiento específico parece inducir diferencias en la distribución del tipo de fibras musculares en relación con el deporte realizado[3,6]. Se ha comprobado que los deportistas de resistencia tienen predominio de fibras de tipo I, mientras que los deportistas de potencia tienen predominio de fibras de tipo II.

15.4 CONTRACCIÓN MUSCULAR

15.4.1 DEFINICIÓN

El mecanismo de la contracción muscular comienza cuando el impulso nervioso procedente del nervio motor llega a la unión neuromuscular o placa motora. El potencial de acción despolariza toda la membrana de la fibra muscular. Esta despolarización provoca un aumento en la permeabilidad y la salida masiva de iones Ca^{++} desde el retículo endoplásmico hacia el interior de la célula. Estos iones se unen a la troponina, que provoca un desplazamiento de la tropomiosina que deja libres los lugares de unión entre la actina y la miosina.

En reposo, la miosina se encuentra separada del filamento delgado de actina. Al quedar libres las zonas de unión en la actina, la miosina se adhiere a la actina. A continuación se produce la tracción del filamento delgado deslizándose sobre el grueso. Finalmente, con la generación de ATP que se une a la miosina, se separan ambos filamentos. La actividad ATPasa de la miosina metaboliza el ATP a la espera de que se inicie de nuevo el proceso.

Al cesar el impulso nervioso, disminuye la permeabilidad al calcio en el retículo endoplásmico y se activa la bomba de calcio que transporta estos iones al interior del retículo. La bomba de calcio es un mecanismo activo dependiente del ATP. Si se agotan los depósitos de ATP por ejercicio de alta intensidad, pueden producirse episodios de contracturas y calambres musculares por el fallo de la bomba de calcio[1,2].

15.4.2 CLASIFICACIÓN

La contracción muscular se clasifica en isométrica e isotónica. A su vez, las contracciones isotónicas pueden ser concéntricas o excéntricas.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Cuando se produce una contracción muscular y al músculo no se le permite modificar su longitud, se denomina *contracción muscular isométrica*. La fuerza desarrollada por el músculo durante la contracción isométrica depende de la posición en la que se realice, de tal forma que el músculo genera fuerza isométrica máxima a una determinada longitud isométrica óptima del músculo. La fuerza muscular isométrica varía en función de la longitud del sarcómero, de tal modo que cuando esta se encuentra por debajo o por encima de su longitud óptima, la capacidad de generar fuerza isométrica decrece. El estiramiento previo produce un aumento transitorio de fuerza isométrica[7,8].

Cuando la contracción muscular produce un acortamiento muscular se denomina *contracción muscular isotónica concéntrica*. En las contracciones concéntricas, la fuerza generada por el músculo es siempre menor que la fuerza isométrica máxima de este. Cuando el músculo se contrae para mover una carga menor que su fuerza isométrica máxima, el músculo se acorta. Si la carga disminuye, la velocidad de contracción aumenta hasta un punto de velocidad máxima de contracción en función de cada músculo. La relación entre fuerza y velocidad en una contracción concéntrica produce una rápida caída de la fuerza muscular generada a medida que la velocidad de contracción aumenta.

Cuando la contracción muscular se produce mientras el músculo se alarga respecto a la posición inicial, se denomina *contracción muscular excéntrica*. La fuerza generada es elevada en relación con la capacidad máxima de generación de fuerza isométrica. La importancia de la contracción excéntrica se debe a que gran parte de las actividades de la vida diaria y deportiva se producen mientras el músculo es alargado activamente. Además, la lesión muscular está asociada a la contracción excéntrica. El fortalecimiento muscular óptimo es aquel que implica contracciones excéntricas.

15.5 UNIDAD MOTORA

La unidad motora está formada por cada motoneurona α y las fibras musculares inervadas por ella. Esta es la unidad funcional del control neuromuscular. Cada pequeña rama terminal de una motoneurona inerva una única fibra muscular. Las fibras inervadas por cada motoneurona están intercaladas en el músculo. El conjunto de axones de varias motoneuronas forman el nervio periférico.

El estímulo nervioso es el responsable fundamental de la contracción muscular. Cada fibra muscular recibe generalmente la inervación de una única motoneurona, pero cada motoneurona puede inervar múltiples fibras musculares.

Las fibras de una unidad motora tienen las mismas características metabólicas y contráctiles. Se pueden distinguir tres tipos de unidades motoras: rápidas fatigables, rápidas resistentes a la fatiga y lentas[1]. En función de la actividad realizada y de su intensidad, se activarán unas determinadas unidades motoras u otras. Para desarrollar más fuerza es necesario que se activen a la vez el mayor número posible de unidades motoras. El orden de activación de las unidades motoras se produce en función del estímulo de carga. En primer lugar se activan las lentas con fibras de tipo I; si el estímulo es suficientemente intenso, se activan las rápidas resistentes a la fatiga, y por último las fatigables con fibras de tipo IIA[1].

15.6 CLASIFICACIÓN DEL MÚSCULO DE ACUERDO CON SU FUNCIÓN

Se han desarrollado diversas clasificaciones que relacionan el músculo con su función. La más extendida es la propuesta por Janda, que distingue entre músculos posturales y músculos fásicos. Los músculos posturales, también llamados tónicos, son los responsables de mantener la postura, están adaptados a resistir la tensión gravitacional y son resistentes a la fatiga. Tienden al acortamiento y a la hipertonía. Los músculos fásicos o dinámicos se activan para desarrollar un movimiento determinado de mayor o menor complejidad. Durante la mayor parte del tiempo permanecen en un estado de relativa inactividad. Tienden a la inhibición, la debilidad y la hipotonía. Estos factores deben ser tenidos en cuenta a la hora de plantear un determinado plan de fortalecimiento muscular en fisioterapia[9].

La clasificación de Comerford y Mottram distingue entre músculos estabilizadores locales, estabilizadores globales y movilizadores, tal y como se indicó en el capítulo 12 sobre cinesiterapia activa[10].

15.7 FORTALECIMIENTO MUSCULAR

Una cualidad fundamental del músculo es su gran capacidad para adaptarse, es decir, su plasticidad. La plasticidad neuromuscular es la base fisiológica principal del fortalecimiento muscular. El terapeuta debe tener como objetivo utilizar la plasticidad muscular para obtener las adaptaciones deseadas en un músculo durante el tratamiento de fisioterapia. La consecuencia de la cinesiterapia activa resistida será la adaptación muscular planificada[11]. El músculo esquelético buscará su adaptación en función de la intensidad y el tipo de ejercicio que se realice en fisioterapia.

Los cambios de la fuerza muscular tras ejercicio se deben al aumento del tamaño de las fibras, pero no se produce un aumento del número de fibras. Para conseguir el fortalecimiento muscular se debe buscar reclutar el mayor número posible de fibras con un estímulo de carga suficientemente alto. Junto con la adaptación muscular con el trabajo activo resistido, también se producirá una adaptación del sistema nervioso por un incremento de la actividad neural. De hecho, en un programa de fortalecimiento muscular, el aumento de fuerza inicial se debe principalmente a la adaptación neural (un 80% a las 2 semanas), mientras que, con el tiempo, y continuando con el entrenamiento, los cambios de fuerza tienen su origen casi completamente en el músculo. Se puede conseguir un aumento de fuerza del músculo contralateral al trabajado con cinesiterapia activa resistida gracias a esta adaptación neural. El incremento de la actividad neural se traduce en un aumento en el reclutamiento de fibras musculares[12]. Hay evidencia de que gracias a la plasticidad neural, el ejercicio imaginario es capaz de generar aumento de fuerza[13].

Para conseguir el aumento de fuerza de un músculo debemos lograr mediante la cinesiterapia activa resistida el reclutamiento simultáneo del mayor número posible de fibras musculares, siempre teniendo en cuenta las características individuales de cada paciente y su lesión. Para

lograr el fortalecimiento muscular, es decir la adaptación del músculo a una nueva situación de aumento de uso, es necesario aplicar un estímulo de suficiente intensidad como para inducir la adaptación muscular. Será necesario llevar al músculo a un mínimo nivel de fatiga. Tendremos que analizar las circunstancias de cada paciente para definir en cada caso qué nivel de cinesiterapia activa resistida podemos desarrollar para lograr el efecto deseado sin peligro para el paciente. En definitiva, se debe aumentar la carga funcional del músculo a través de pequeñas dosis de sobrecarga respecto a la condición muscular inicial en los ejercicios para lograr la adaptación. Es importante tener en cuenta la especificidad del tratamiento, porque debemos aplicar un estímulo específico para la adaptación deseada. Una vez conseguida la adaptación muscular, es decir, el fortalecimiento, debemos ir modificando el estímulo activo resistido para conseguir nuevas adaptaciones y evitar así que el proceso de fortalecimiento se estanque.

Estructuralmente, el fortalecimiento muscular supone para la fibra muscular un aumento de la síntesis de proteínas, un aumento en la formación de miofibrilla y una mejora del metabolismo de las fibras. Se produce un aumento del número y tamaño de las mitocondrias musculares. Cuando la cinesiterapia activa resistida involucra las contracciones excéntricas de intensidad elevada, se debe tener en cuenta que estas producen daño muscular, lesión muscular inducida, y dolor muscular tardío a las 24-48 h. Esta lesión muscular inducida se acompaña de una pérdida de fuerza temporal que debe entenderse como una etapa normal del proceso de fortalecimiento muscular. El dolor muscular tardío no está relacionado con el aumento del ácido láctico, sino con el proceso inflamatorio que sufre la fibra muscular tras la lesión inducida, que produce una desorganización de las miofibrillas con lesiones focales sobre todo a nivel de la línea Z del sarcómero[14]. La ingesta de antiinflamatorios no esteroideos para combatir el dolor muscular tardío compromete la función muscular a largo plazo[15]. La inflamación producida tras la lesión muscular inducida con el ejercicio excéntrico es necesaria para la adecuada remodelación muscular y el consiguiente fortalecimiento muscular.

Las series iniciales de ejercicio excéntrico son las que suelen provocar el dolor. Si se mantiene el entrenamiento excéntrico adecuando la carga a cada paciente, el dolor desaparece. Parece ser que la adición de sarcómeros en serie dentro de las miofibrillas es una de las adaptaciones musculares obtenidas. Las proteínas musculares contráctiles se sustituyen con el ejercicio para adaptarse a las nuevas funciones requeridas a través del estímulo administrado con fisioterapia[2]. Es fundamental el descanso para permitir la adecuada reorganización muscular.

15.8 APLICACIONES, PRECAUCIONES Y CONTRAINDICACIONES

La cinesiterapia activa resistida tiene como objetivo fundamental conseguir el fortalecimiento muscular. Se utiliza en aquellos casos en los que se quiere aumentar la fuerza muscular de los músculos tratados, siempre y cuando el paciente tenga la capacidad de realizar una contracción muscular activa libre y voluntaria. Para realizar un ejercicio activo resistido, el paciente debe haber logrado previamente un adecuado nivel de control motor activo libre para evitar compensaciones y restricciones en los patrones de movimiento resistidos. El fisioterapeuta debe velar porque en la fase activa resistida no aparezcan nuevas compensaciones miofasciales o articulares.

El plan de tratamiento mediante cinesiterapia activa resistida debe plantearse en función de los objetivos fisioterapéuticos que se hayan propuesto. El fortalecimiento muscular que se realizará en un paciente futbolista joven tras una artroscopia de rodilla para realizar una meniscectomía parcial será distinto del que se desarrollará con una persona de 80 años a la que se interviene para colocar una prótesis total de rodilla. De hecho, la patología específica y las características de cada paciente modularán de forma clara el tratamiento fisioterapéutico. La actividad previa del paciente también será un indicativo de la intensidad del tratamiento.

La aparición de dolor durante los ejercicios activos resistidos y su manejo deben ser correctamente interpretados por el fisioterapeuta para determinar si forman parte del proceso normal de adaptación muscular o si por el contrario es un indicativo de alarma para moderar o incluso interrumpir el tratamiento.

El derrame articular es un factor que siempre debe ser evaluado rutinariamente por el fisioterapeuta antes y después de realizar un tratamiento activo resistido. Por un lado es un indicativo de sufrimiento articular que se debe considerar para dosificar el tratamiento, y, por otro lado, la existencia de derrame articular puede condicionar la progresión en el fortalecimiento muscular por la denervación propioceptiva secundaria al derrame.

Se debe tener en cuenta si el paciente ha estado inmovilizado y la duración del período de inmovilización, ya que esta induce importantes cambios atróficos en la estructura muscular. El nivel de atrofia determinará el nivel de estímulo activo resistido que aplicaremos y la progresividad de nuestro tratamiento.

Por último, es absolutamente indispensable que el fisioterapeuta conozca y respete los tiempos biológicos de reparación de las patologías tratadas, para no provocar lesiones indeseadas. En el caso de tratamiento fisioterapéutico tras las intervenciones quirúrgicas es especialmente importante conocer los pormenores de la intervención para respetar los tiempos biológicos de reparación. No se debe iniciar la fisioterapia activa resistida al mismo tiempo tras una artroscopia de rodilla por una lesión meniscal cuando el cirujano opta por una meniscectomía parcial, que cuando realiza una sutura meniscal. En el caso de suturas tendinosas, se ha de ser especialmente cuidadoso en el comienzo de los ejercicios activos resistidos.

Una indicación específica de la cinesiterapia activa resistida es el tratamiento de las tendinopatías crónicas. En este caso, el tratamiento se realizará mediante el diseño de un plan de ejercicios excéntricos cuyo objetivo será la remodelación del tejido tendinoso degenerado mediante el estímulo excéntrico sobre las células tendinosas[16,17].

15.9 PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO

Los programas de entrenamiento en fisioterapia surgen para dar respuesta a las manifestaciones clínicas secundarias a procesos tan frecuentes como son las lesiones musculares o los procesos posquirúrgicos. Pongamos por caso

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

un paciente intervenido de una rotura meniscal mediante artroscopia. Este paciente referirá dolor, derrame intraarticular, *atrofia muscular* y disminución de la amplitud de movimiento articular (ROM, *range of motion*)[18,19].

Mediante los distintos sistemas de entrenamiento muscular mejoramos a través del movimiento resistido algunas de esas disfunciones secundarias a la lesión de base o al proceso posquirúrgico que fuere. Existen variedad de programas para el tratamiento de estos pacientes operados[20]. Los programas de tratamiento consisten en protocolos de trabajo que buscan la recuperación de la atrofia muscular, fundamentalmente, a través de rutinas de ejercicio que pueden basarse en los diferentes tipos de contracción muscular que ya hemos definido, o en asociación de varias de ellas.

15.9.1 FENÓMENO DE VALSALVA

Es importante destacar, antes de iniciar cualquier sistema de entrenamiento de la fuerza, que debe mantenerse un ritmo respiratorio suave y constante cuando realizamos ejercicios de sobrecarga, evitando en todo momento contener la respiración, ya que ello desencadena la posibilidad de producirse el fenómeno de Valsalva (descubierto por el anatomista italiano Antonio María Valsalva). Este fenómeno eleva la presión sanguínea sistólica y tiene implicaciones negativas obvias para personas hipertensas, motivo más que suficiente para recordar la importancia de obtener datos precisos de la historia clínica del paciente objeto de tratamiento.

El fenómeno de Valsalva se define como un esfuerzo espiratorio contra la glotis cerrada y puede ocurrir durante la ejecución de un esfuerzo de resistencia pesada o isométrico. Este proceso comienza con una inspiración profunda seguida del cierre de la glotis y la contracción de los músculos abdominales. A continuación, existe un aumento de las presiones torácica y abdominal que provoca la disminución del flujo de sangre venosa hacia el corazón. Esto se traduce en una disminución del retorno venoso, que origina una reducción del rendimiento cardíaco seguida de un descenso momentáneo de la presión sanguínea y un aumento del ritmo cardíaco. Entonces, cuando se produce la espiración, tiene lugar un aumento de la presión sanguínea y un flujo rápido de sangre venosa hacia el corazón con la subsiguiente contracción cardíaca enérgica. En casos extremos, debido a la disminución del retorno venoso durante los entrenamientos isométricos, puede ocurrir que el corazón bombee en vacío debido a que el paciente no recibe sangre en las cavidades del corazón, con lo cual este puede llegar a latir en vacío, hecho que puede desembocar en un colapso.

A fin de evitar lo expuesto anteriormente, lo recomendable sería inspirar aire durante la fase excéntrica y espirarlo durante la fase concéntrica.

15.9.2 ENTRENAMIENTO ISOTÓNICO FRENTE A ENTRENAMIENTO ISOMÉTRICO

El entrenamiento isométrico de la fuerza se trabaja a través de contracciones musculares de tipo isométrico y, por tanto, sin acortamiento muscular. Los ejercicios realizados son de corta duración y se ejecutan en apnea, con lo cual debemos tener precaución con los peligros del fenómeno de Valsalva y las cuestiones relacionadas con la presión arterial.

Si hablamos de los orígenes del entrenamiento isométrico, tenemos que remontarnos a dos científicos alemanes, Hettinger y Müller[21], quienes concluyeron que con cargas de trabajo del 30-45% podría lograrse un incremento de la fuerza del 5% semanal. Esta y otras conclusiones inspiraron a Bob Hoffman[22] a realizar tratamiento de recuperación en pacientes con disminución de la capacidad de fuerza y movimiento, logrando un aumento significativo de la fuerza en períodos cortos y con sesiones breves de entrenamiento.

Pero muchos autores, como el Dr. Gert Marhold (especialista en biología mecánica del laboratorio de investigación de la Universidad de Leipzig), sostienen que este método es ya antiguo para lograr un fortalecimiento adecuado de la fuerza, rápida y explosiva, y se inclinan por métodos dinámicos (isotónicos) de entrenamiento muscular como una mejor elección.

Es por este motivo que se han realizado estudios comparativos entre dichos programas para determinar los puntos fuertes y débiles de cada uno de ellos. Clarke[23] estableció las siguientes conclusiones, que permanecen aún vigentes:

1. El paciente siente una motivación mayor durante el desarrollo de contracciones isotónicas debido a que puede ver y sentir la movilización de las cargas.
2. Los trabajos isométricos son más tediosos y menos estimulantes, pero pueden ser realizados en cualquier ámbito sin requerir un equipamiento especial.
3. Tanto los programas isotónicos como los isométricos generan un aumento de fuerza y masa muscular; sin embargo, la mayoría de investigadores sostiene que los beneficios son mayores durante las sesiones de tratamiento a base de entrenamiento isotónico.
4. El dolor muscular postejercicio es menor durante las sesiones de tratamiento con ejercicios isotónicos.
5. Los entrenamientos de fuerza en isometría producen disminución de la coordinación neuromuscular, de la flexibilidad y de la amplitud de movimiento articular.

Sin embargo, la fuerza puede, efectivamente, aumentarse usando cualquiera de ambos métodos de entrenamiento; en consecuencia, es difícil afirmar categóricamente que un método sea superior a otro[24].

15.9.3 ENTRENAMIENTO ISOTÓNICO FRENTE A ENTRENAMIENTO ISOCINÉTICO

El entrenamiento isocinético es un entrenamiento moderno de la fuerza que data de la década de 1960. Se define como una contracción máxima, a velocidad constante, en toda la gama del movimiento.

Las contracciones isotónicas e isocinéticas constan de dos fases (concéntrica y excéntrica), pero ello no significa que sean lo mismo; es decir, las contracciones isotónicas e isocinéticas no son idénticas, ni siquiera parecidas. Durante la contracción isocinética se desarrolla una tensión máxima durante toda la amplitud de movimiento. No ocurre lo mismo durante la contracción isotónica, donde la velocidad de movimiento no está controlada y es mucho más lenta. No obstante, existen cantidad de deportes donde

TABLA 15-1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DISTINTOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO

Programa de entrenamiento	Isocinético	Isométrico	Isotónico
Aumento de la fuerza	Excelente	Bueno	Bueno
Aumento de la resistencia	Excelente	Deficiente	Bueno
Aumento de la amplitud de movilidad articular	Excelente	Deficiente	Bueno
Tiempo de entrenamiento	Bueno	Excelente	Deficiente
Dolor postejercicio	Bajo	Alto	Medio
Posibilidad de lesión	Bajo	Medio	Alto

lo que se necesita es lograr una aceleración. Para dichos deportes, donde debemos vencer la inercia y producir la mayor aceleración posible en el menor tiempo, los programas isocinéticos no serían los adecuados (no al menos de forma exclusiva), ya que los entrenamientos isotónicos, por el contrario, sí nos permiten aplicar una aceleración a las pesas y, así, lograr emular el gesto deportivo y por tanto conseguir el objetivo buscado. Por dicha razón, se debe tener en cuenta que se pueden utilizar los programas isocinéticos para lograr un rápido aumento de la fuerza máxima en ciertos períodos del proceso de recuperación, pero durante la mayor parte del período de reentreno al esfuerzo, en la mayoría de los deportes, deberemos trabajar con modelos de entrenamiento que nos permitan aplicar la aceleración mencionada para emular el gesto deportivo.

Para realizar contracciones isocinéticas se necesita contar con equipos especiales que no están al alcance de todo el mundo y que en muchos países solo se limita a los entrenamientos de alto rendimiento. Dichas máquinas constan de un dispositivo que permite controlar y regular la velocidad de movimiento, con lo cual la velocidad, como apuntábamos, se mantiene constante cualquiera que sea la tensión ejercida por los músculos que producen la contracción. Es decir, aunque el individuo intente realizar el movimiento lo más rápido posible, la tensión producida será máxima durante todo el recorrido, pero la velocidad seguirá siendo constante (movimiento isocinético).

El entrenamiento isocinético mejora la fuerza en todas las velocidades, bajas, medias y, especialmente, a altas velocidades. A su vez, el entrenamiento isocinético produce menos dolor postejercicio.

Parece que, teóricamente, el entrenamiento isocinético debe ser superior a los métodos de entrenamiento tradicionales, dado que combina las ventajas de los métodos dinámicos en cuanto a amplitud de movimiento, y estáticos en cuanto a la cantidad de fuerza ejercida. Asimismo, puesto que la resistencia es ajustable, supera la debilidad del empleo de una resistencia tanto constante como variable.

Las investigaciones que comparan las formas tradicionales con el entrenamiento isocinético son limitadas, pero existen algunas que informaron de incrementos de fuerza, cuando esta alcanzó su punto más alto, del 47%, el 29% y el 13%, respectivamente, para los métodos de entrenamiento isocinético, isotónico e isométrico[25]. Sin embargo, si centramos la comparativa sobre un programa de rehabilitación de rodilla en pacientes operados de menisco mediante artroscopia, donde los ejercicios isocinéticos e isotónicos son dos buenas opciones de tratamiento posquirúrgico[26], encontramos estudios muy recientes que concluyen que no existen diferencias en los parámetros de fuerza y los funcionales entre el uso de programas de fisioterapia basados en protocolos isocinéticos, y los isotónicos[27]. Las ventajas y desventajas de los tres tipos de programas de fortalecimiento se resumen en la tabla 15-1.

15.9.4 ENTRENAMIENTO CONCÉNTRICO FRENTE A ENTRENAMIENTO EXCÉNTRICO

El ejercicio isotónico se puede trabajar de forma concéntrica y/o excéntrica. Es decir, la resistencia se aplica sobre el músculo cuando este se acorta o se alarga. Aunque una contracción concéntrica máxima produce menos fuerza que una excéntrica máxima, la mejoría adaptativa de la fuerza después de un programa de ejercicios concéntrico o excéntrico parece ser similar.

Para controlar una misma carga, debe reclutarse un mayor número de fibras con una contracción concéntrica en comparación con una excéntrica, lo cual sugiere que el ejercicio concéntrico tiene menor eficacia mecánica que el excéntrico. Igualmente, las contracciones excéntricas, en comparación con las concéntricas, generan mayor tensión mecánica con menor costo metabólico[28].

La velocidad a la cual se realiza el ejercicio concéntrico o excéntrico afecta directamente a la capacidad de la unidad neuromuscular para generar fuerza[29]. Con velocidades lentas, una contracción excéntrica máxima genera mayor fuerza que una contracción concéntrica máxima, pero a medida que aumenta la velocidad del ejercicio, las fuerzas de contracción concéntrica decrecen rápidamente mientras que las fuerzas de contracción excéntrica aumentan ligeramente.

Por último, recordar lo apuntado al inicio del capítulo, donde se exponía que el trabajo excéntrico se propone como prevención de lesiones musculares y prevención y recuperación de las tendinopatías; sin embargo, el entrenamiento excéntrico, también tiene sus inconvenientes:

1. Las grandes tensiones desarrolladas incrementan el riesgo de lesiones (esguinces, roturas).
2. El entrenamiento excéntrico puede fatigar y dañar preferencialmente las fibras musculares de contracción rápida.
3. El entrenamiento excéntrico causa una reducción en la capacidad de producir mucha fuerza y potencia durante el período de recuperación.

15.10 PLIOMETRÍA

15.10.1 PRINCIPIO DE LA PLIOMETRÍA

La pliometría consiste en estirar un músculo antes de realizar su contracción. Cuanto más rápido sea el preestiramiento y más rápida la contracción posterior, mayor

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

tensión desarrollaremos[30]. Por tanto, podemos decir que la fuerza desarrollada después de una amortiguación (flexión en el caso de una sentadilla) es mucho mayor que la generada sin esta característica.

15.10.2 DINÁMICA DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR DURANTE EL EJERCICIO PLIOMÉTRICO[31]

Podemos definir dos fases fundamentales en un ejercicio pliométrico: una primera fase de activación (o contracción muscular excéntrica), y una segunda fase final de contracción muscular concéntrica.

La *fase de activación* va desde el contacto con el suelo hasta la finalización del alargamiento muscular. En esta fase se detectan picos de gran amplitud en la actividad eléctrica del músculo debidos en gran parte a la oposición de los husos musculares al estiramiento (respuesta voluntaria) y al reflejo miotático (respuesta refleja), el cual facilita la activación de los músculos sometidos al estiramiento. De hecho, se da una relación directa entre el reflejo miotático y la altura alcanzada en un salto en el que los músculos implicados son preestirados. Pero el reflejo miotático no es la única respuesta de tipo «reflejo» que puede acontecer. Ante estiramientos importantes (cuando la altura de caída es muy elevada), se activa el reflejo tendinoso de Golgi, que se opone a la acción del reflejo miotático, protegiendo la integridad muscular.

La segunda fase es la *fase de contracción muscular concéntrica,* donde se aprovecha la energía elástica acumulada anteriormente. Para utilizar de forma óptima dicha energía, es necesario que la fase concéntrica suceda inmediatamente en el tiempo a la primera fase excéntrica o de activación. Si esto no se produce, la energía elástica acumulada se disipa en forma de calor. Esta fase de transición no debe durar más de 200 ms.

15.10.3 INDICACIONES DE LA PLIOMETRÍA

Esta técnica puede ser un método para activar el reflejo de estiramiento. Los fisioterapeutas usan el reflejo de estiramiento como una técnica para lograr mejorar la contracción del músculo, en especial aquellos que no tienen la fuerza necesaria para contraerse en contra de la gravedad. De forma manual se puede elongar un músculo o grupo muscular y solicitar su inmediata contracción con posterioridad. Sería equiparar este sistema de facilitación muscular a los mismos principios del trabajo pliométrico y, por tanto, la respuesta muscular sería idéntica[32].

Al aplicar la técnica de ejercicios pliométricos, se conseguirá mejorar la fuerza y la velocidad de un músculo o grupo muscular, generando beneficios propioceptivos, un aumento considerable de la potencia muscular, aumento de la amplitud de movilidad articular, y generará movimientos finos y precisos, mejorando, en definitiva, la calidad de ejecución de un gesto.

15.10.4 EFECTOS DE LA PLIOMETRÍA

1. Favorece la transferencia de la fuerza muscular en fuerza explosiva.
2. Favorece el aumento del ritmo de activación de las motoneuronas.
3. Favorece el mayor reclutamiento de las unidades motoras.
4. Favorece una mayor inervación de la estructura muscular.
5. Produce cambios a nivel neural que facilitan los gestos de movimientos más rápidos y potentes.
6. Favorece la eficiencia mecánica de los músculos que intervienen en la acción.
7. Permite disminuir el tiempo de acoplamiento entre la fase excéntrica y la concéntrica.
8. Aumenta la tolerancia a cargas de estiramiento más elevadas.

15.10.5 RECOMENDACIONES DE LA PLIOMETRÍA

Cuanto más blanda sea la superficie de recepción, menos lesiones provocará; pero dicha superficie puede frenar el reflejo de estiramiento y producir un efecto mucho menor en el entrenamiento. En cambio, una superficie dura favorece más el entrenamiento pliométrico; por tanto, es aconsejable que en los inicios con esta técnica se utilicen superficies blandas, y se progrese a superficies más duras a medida que se domine. No se aconseja el uso de lastres, ya que con estos lo único que se logra es disminuir la capacidad de reacción. Finalmente, al ser un trabajo en el que interviene la contracción excéntrica, produce agujetas y dolores musculares postentrenamiento.

15.11 BANDAS DE RESISTENCIA ELÁSTICA

Las bandas de resistencia elástica se utilizaron inicialmente en deportistas de competición; poco a poco fueron pasando a los fisioterapeutas, y más tarde llegaron a los gimnasios. Suelen ser de material de goma elástica, normalmente látex. Su composición hace que su resistencia al estirarse sea casi lineal, oponiendo prácticamente la misma resistencia durante todo el proceso de elongación de la goma. Este apunte es muy interesante, ya que los «tensores», más antiguos, eran muelles con resistencia progresiva y esto dificultaba mucho la ejecución de la mayoría de los ejercicios.

La primera gran ventaja de este tipo de materiales es su precio. Otros aspectos que lo hacen interesante son su manejabilidad en cuanto a traslado y que con estas bandas se puede trabajar tanto la resistencia como la hipertrofia. Realizando entre 12 y 15 repeticiones estaremos trabajando con una carga que se asemejaría a un 60% de nuestra carga máxima, lo cual fomenta un engrosamiento del diámetro muscular y favorece la hipertrofia. Por el contrario, realizando entre 15 y 30 repeticiones estaríamos en torno al 40% de la carga máxima, favoreciendo primariamente la resistencia muscular[33].

En función de los objetivos del protocolo, por tanto, podemos, con este material, trabajar igualmente la fuerza. Tanto es así que algunos estudios aseguran que el Theraband® (un tipo de banda elástica) podría ser tan efectivo como las máquinas de pesas[34].

Otro aspecto destacable es el menor riesgo de lesión que se tiene usando este tipo de materiales frente a pesos libres o máquinas de pesas, concluyendo, además, que es igualmente eficaz, o incluso superior, según asegura este

estudio, la activación muscular que demanda este sistema de trabajo muscular cuando se lleva al fallo muscular, que los sistemas de peso libre o máquinas de pesas en las mismas condiciones de extenuación muscular[35].

Por último, apuntar que mediante este sistema de entrenamiento se consiguen mejoras equivalentes en fuerza isométrica y en cortos períodos de entrenamiento, en mujeres sanas y jóvenes, si lo comparamos con sistemas de entrenamiento en las mismas condiciones pero con pesos libres o máquinas de pesas convencionales[36].

Bibliografía

1. Lieber R. Estructura del músculo esquelético, función y plasticidad. 2.ª ed. Madrid: McGraw-Hill; 2002.
2. Guyton A. Tratado de fisiología médica. 11.ª ed. Madrid: Elsevier; 2006.
3. Neunhäuserer D, Zebedin M, Obermoser M, Moser G, Tauber M, Niebauer J, et al. Human skeletal muscle: transition between fast and slow fibre types. Pflugers Arch 2011;461:537-43.
4. Bottinelli R, Reggiani C. Human skeletal muscle fibres: molecular and functional diversity. Prog Biophys Mol Biol 2000;73:195-262.
5. Westerblad H, Bruton JD, Katz A. Skeletal muscle: energy metabolism, fiber types, fatigue and adaptability. Exp Cell Res 2010;316:3093-9.
6. Campos GE, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman F, Murray TF, et al. Muscular adaptations in response to three different resistancetraining regimens: specificity of repetition maximum training zones. Eur J Appl Physiol 2002;88:50-60.
7. Rassier D. Residual force enhancement in skeletal muscles: one sarcomere after the other. J Muscle Res Cell Motil 2012;33:155-65.
8. Rassier DE. The mechanisms of the residual force enhancement after stretch of skeletal muscle: non-uniformity in half-sarcomeres and stiffness of titin. Proc Biol Sci 2012;279:2705-13.
9. Chaitow L, DeLany JW. Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares. Barcelona: Paidotribo; 2007.
10. Comerford MJ, Mottram SL. Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. Man Ther 2001;6:3-14.
11. Fitts RH, Widrick JJ. Muscle mechanics: adaptations with exercise-training. Exerc Sport Sci Rev 1996;24:427-73.
12. Moritani T, DeVries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. Am J Phys Med 1979; 58:115-30.
13. Yue G, Cole KJ. Strength increases from the motor program: comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. J Neurophysiol 1992;67:1114-23.
14. Friden J, Sjostrom M, Ekblom B. Myofibrilar damage following intense eccentric exercise in man. Int J Sports Med 1983;4:170-6.
15. Mishra DK, Friden J, Schmitz MC, Lieber RL. Antiinflammatory medication after muscle injury. A treatment resulting in short-term improvement but subsequent loss of muscle function. J Bone Joint Sur 1995;77:1510-9.
16. Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy: a critical review of exercise programs. Br J Sports Med 2007;41:217-23.
17. Magnusson SP, Hansen P, Kjaer M. Tendon properties in relation to muscular activity and physical training. Scand J Med Sci Sports 2003;13:211-23.
18. St-Pierre DMM, Laforest S, Paradis S, Leroux M, Charron J, Racette D, et al. Isokinetic rehabilitation after arthroscopic meniscectomy. Eur J Appl Physiol 1992;64:437-43.
19. Morrissey MC, Milligan P, Goodwin PC. Evaluating treatment effectiveness: Benchmarks for rehabilitation after partial meniscectomy knee arthroscopy. Am J Phys Med Rehab 2006;85:490-501.
20. Goodwin PC, Morrisey MC. Supervised physiotherapy after arthroscopic partial meniscectomy: is it effective? Exerc Sport Sci Rev 2003;31:85-90.
21. Hettinger T, Muller EA. Muskelleistung und Muskeltraining. Arbeitphysiologie 1953;15:111-26.
22. Hoffman B. Functional Isometric Contraction Exercise without movement. Chicago: The Bob Hoffman Foundation; 1962.
23. Clarke HH. Development of muscular strength and endurance. Physical fitness research digest, Series 4, 4. Washington DC: President's Council on Physical Fitness and Sports; 1974.
24. Clarke HH. Isometric versus isotonic exercises. Physical Fitness Research Digest. Series 1. Washington DC: President's Council on Physical Fitness and Sports; 1971.
25. Vivian H, Heyward P. Evaluación y prescripción del ejercicio. 2.ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2001.
26. Klimkiewicz JJ, Shaffer B. Meniscal surgery 2002 update: Indications and techniques for resection, repair, regeneration, and replacement. Arthoscopy 2002;18:14-25.
27. Koutras G, Letsi M, Papadopoulos P, Gigis I, Pappas E. A randomized trial of isokinetic versus isotonic rehabilitation program after arthroscopic meniscectomy. Int J Sports Phys Ther 2012;7:31-8.
28. Kisner C, Colby LA. Ejercicio terapéutico. Barcelona: Paidotribo; 2005.
29. Gossma M, Sahrmann S, Rose S. Review of length associated changes in muscle. Phys Ther 1982;62:1799-808.
30. Anselmi HE. Manual de fuerza, potencia y acondicionamiento físico. Grupo sobre-entrenamiento. Argentina; 2009.
31. García López D, Herrero Alonso JA, De Paz Fernández JA. Metodología de entrenamiento pliométrico. Rev Int Medicina Ciencias Act Física Deporte 2003;3:190-204.
32. Einsinbach T. La recuperación muscular en la fisioterapia y la recuperación. 2.ª ed. Barcelona: Paidotribo; 1998.
33. Page P, Ellenbecker T. The scientific and clinical application of elastic resistance. Human Kinetics. Champaign, IL: Human Kinetics; 2003.
34. Colado JC, Triplett NT. Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. J Strength Cond Res 2008;22:1141-8.
35. Melchiorri G, Rainoldi A. Muscle fatigue induced by two different resistances: Elastic tubing versus weight machines. J Electromyogr Kinesiol 2011;21:954-9.
36. Colado JC, Garcia-Masso X, Pellicer M, Alakhdar Y, Benavent J, Cabeza-Ruiz R. A comparison of elastic tubing and isotonic resistance exercises. Int J Sports Med 2010;31:810-7.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Capítulo 16
Ejercicio isocinético

MARÍA JESÚS FIDALGO BENAYAS • SILVIA RECHE CABALLERO

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

16.1 INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS SOBRE EL EJERCICIO ISOCINÉTICO
16.1.1 Tipos de ejercicios
16.1.2 Historia y definición del ejercicio isocinético
16.2 DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA ISOCINÉTICA
16.2.1 Equipamiento
16.3 ANÁLISIS DEL EJERCICIO ISOCINÉTICO
16.3.1 Parámetros o unidades de medida
16.3.2 Curvas y velocidad
16.4 APLICACIONES DE LA DINAMOMETRÍA ISOCINÉTICA
16.4.1 Utilización como tratamiento
16.4.2 Utilización como valoración dentro de un laboratorio de biomecánica

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conocer las bases del ejercicio isocinético.
- Conocer la tecnología y el equipamiento empleado para realizarlo.
- Conocer qué parámetros se analizan con el ejercicio isocinético.
- Conocer las aplicaciones del ejercicio isocinético.
- Conocer su utilización en un laboratorio de biomecánica clínica dentro de un Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.

16.1 INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS SOBRE EL EJERCICIO ISOCINÉTICO

Ya se han definido, en capítulos previos, los conceptos de los distintos tipos de ejercicio de cara al fortalecimiento y la potenciación muscular. Brevemente, antes de pasar a describir el ejercicio isocinético, tema que nos ocupa, destacar lo siguiente.

16.1.1 TIPOS DE EJERCICIOS

Los ejercicios se dividen en estáticos y dinámicos:

- *Estáticos:*
  - *Ejercicio isométrico:* hay una contracción muscular sin variación de la longitud del músculo que lo realiza.
- *Dinámicos:*
  - *Isotónico* o mejor llamado *isoinercial:* donde lo que no varía es la carga (resistencia, peso, inercia) a desplazar.
  - *Isocinético:* en este caso, lo que es constante es la velocidad de realización del ejercicio. Esta velocidad es prefijada y constante durante todo el recorrido articular. Esta es la peculiaridad que define este ejercicio. No es un ejercicio que ocurra de forma natural, sino que se necesita un equipamiento diseñado a tal efecto (dinamómetro isocinético).

Ambos tipos de ejercicio dinámico pueden ser ejecutados tanto de forma concéntrica como excéntrica.

16.1.2 HISTORIA Y DEFINICIÓN DEL EJERCICIO ISOCINÉTICO

En el año 1938 Hill describió en un modelo experimental la curva fuerza/velocidad. Dicha curva expresa cómo las fibras musculares desarrollan menos fuerza concéntrica a medida que aumenta la velocidad de contracción. En el año 1967 Hislop y Perrine[1] describieron este ejercicio isocinético y sus diferencias con el ejercicio isotónico. En el *ejercicio isotónico,* la resistencia (carga, inercia) es constante en todo el recorrido articular con variación de la velocidad de realización. En este ejercicio la carga es la misma en todo el arco articular. Pero su repercusión en carga de trabajo, para el músculo, varía según sea la posición articular. Debido a los efectos modificadores del sistema de palanca tenemos que en los extremos del arco la carga es máxima (ventaja

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

mecánica máxima de la carga), y en el centro del recorrido articular es mínima (ventaja máxima del músculo). Por lo anterior, vemos que en este tipo de ejercicio al músculo se le requiere la máxima demanda solo en los extremos del recorrido articular.

En el *ejercicio isocinético*[2,3] la velocidad angular es constante y predeterminada en el dinamómetro y la resistencia se acomoda (variable) a la fuerza aplicada por el sujeto. En el método isocinético la resistencia ofrecida por la máquina es máxima donde más ventaja mecánica tiene ese músculo (zona central) y disminuye según nos alejamos de ese punto (siendo mínima en los extremos del arco articular). Al producirse esta adaptación de la resistencia en todo el arco articular, la consecuencia práctica es que al sujeto se le requiere el máximo esfuerzo en todo el recorrido articular (tanto en la zona central como en los extremos del recorrido). El dinamómetro, para mantener la velocidad establecida constante, aplica una fuerza «frenadora» autoadaptada a la fuerza generada por el propio individuo en cada punto del recorrido. Y la percepción del sujeto que realiza el ejercicio es que la máquina le «frena».

Comparando ambos tipos de ejercicio (tabla 16-1), podemos resumir señalando que en el isotónico la máxima fuerza se realiza en un pequeño sector del movimiento, mientras que en el isocinético se le solicita máximo esfuerzo en todo el recorrido articular.

Podríamos concluir que la eficacia potenciadora del tipo de ejercicio isocinético deriva de sus características: ejercicio que demanda el máximo esfuerzo muscular en cada punto del arco articular, a velocidad constante y contra una resistencia que se «autoadapta» en tiempo real a la fuerza que desarrolla dicho músculo.

16.2 DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA ISOCINÉTICA

No fue hasta los años sesenta y setenta del siglo XX cuando aparecieron los dinamómetros realmente operativos y se inició su utilización como método de entrenamiento deportivo, para posteriormente introducirse como método terapéutico y sobre todo evaluador en medicina de rehabilitación. El desarrollo tecnológico exponencial en décadas posteriores tanto de la electrónica como de la robótica y de la informática es lo que nos ha situado en los sistemas y prestaciones actuales.

16.2.1 EQUIPAMIENTO

En esencia, y de forma esquemática, el sistema de valoración isocinética consta de cuatro elementos (fig. 16-1):

1. Goniómetro que nos mide el rango articular.
2. Tacómetro que nos indica la velocidad de realización del movimiento.
3. Dinamómetro que ofrece el momento de fuerza desarrollado en cada instante.
4. Sistema informático que posibilita el registro y análisis de los datos.

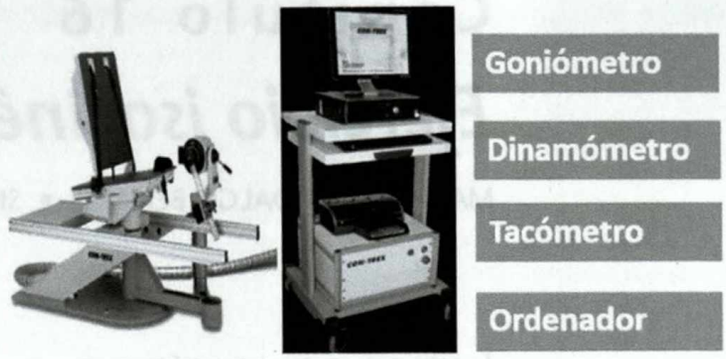


Figura 16-1. Equipamiento isocinético.

Este equipo isocinético permite:

1. El ejercicio isocinético en modalidad tanto concéntrica como excéntrica.
2. Medir la fuerza tanto en analítico sobre un eje articular (cadena cinética abierta) como implicando a varias articulaciones (cadena cinética cerrada).
3. La evaluación isométrica e isotónica.
4. Todos los datos obtenidos pueden ser almacenados para análisis inmediato o posterior.

Otra característica de estos instrumentos de medida de fuerza es la inclusión del factor corrector de la gravedad, que permite definir el momento de fuerza real de un grupo muscular actuando tanto a favor como en contra de la gravedad.

Durante la realización de la prueba existe un registro visual en la pantalla que permite un *feedback* visual. En definitiva, lo que perseguimos con esta dinamometría es un modo distinto y peculiar de obtener y procesar cuantitativamente la capacidad muscular.

16.3 ANÁLISIS DEL EJERCICIO ISOCINÉTICO

16.3.1 PARÁMETROS O UNIDADES DE MEDIDA

Momento de fuerza o torque (N-m). Es la fuerza (Newton) desarrollada por el músculo multiplicada por la distancia (metro) desde el eje de rotación al punto de aplicación de la fuerza. Se registra para cada ángulo del recorrido articular y se registra en una curva en función del tiempo (curva momento-posición) (fig. 16-2). El máximo valor alcanzado se denomina *momento máximo de fuerza* o *peak torque*.

Trabajo (julios). Es el producto del momento de fuerza por el desplazamiento angular. En el gráfico corresponde al área por debajo de la curva del momento de fuerza.

TABLA 16-1 **COMPARACIÓN DEL EJERCICIO TIPO ISOTÓNICO E ISOCINÉTICO**

Tipo de ejercicio	Resistencia arco-articular	Velocidad de movimiento	Fuerza desarrollada por el músculo
Isotónico	Fija	Variable	Máxima en los extremos
Isocinético	Variable	Constante	Máxima en todo el arco

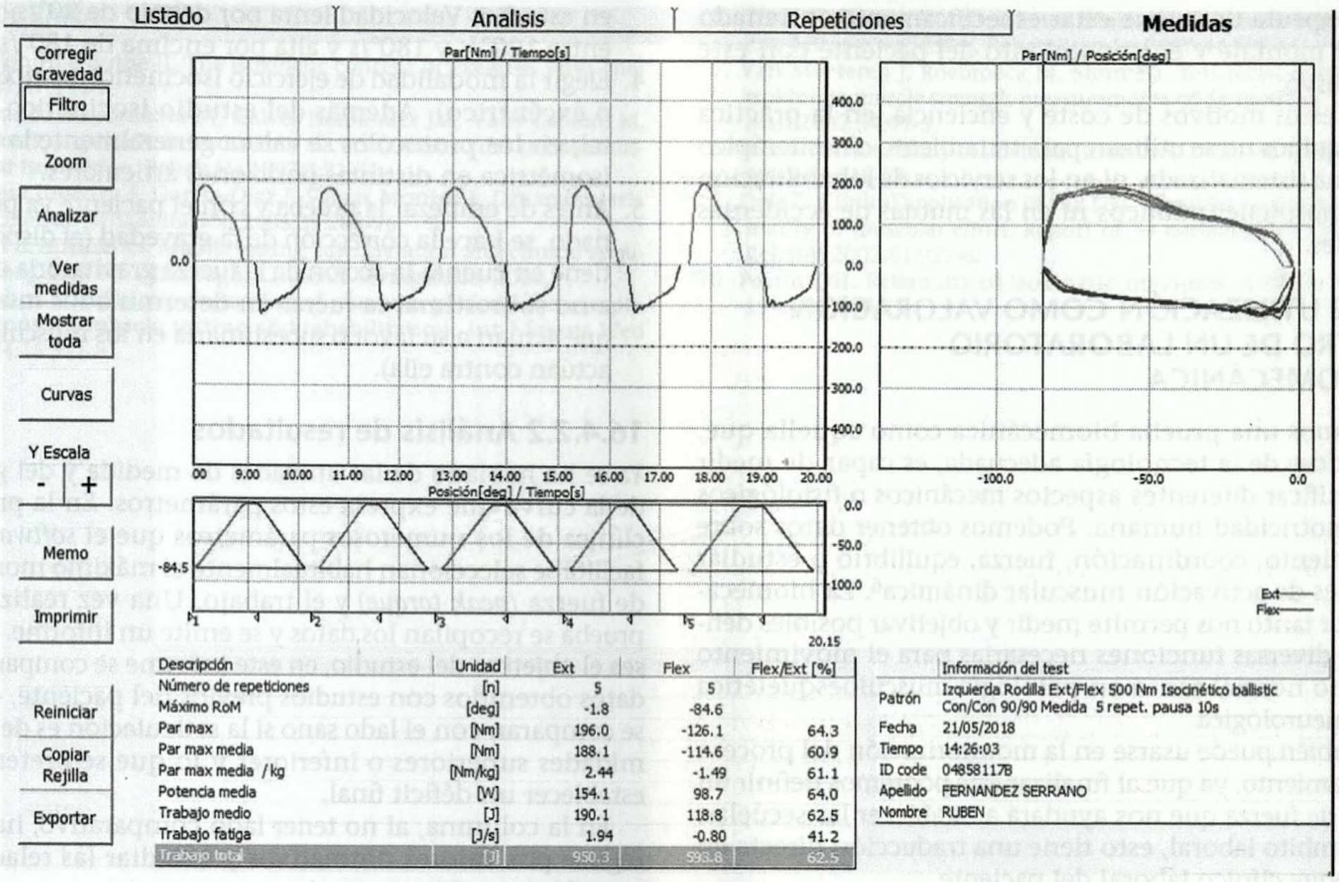


Figura 16-2. Curva momento de fuerza o torque en relación a la posición.

Potencia (julios • s). Es el trabajo generado por unidad de tiempo. Derivado de esto se puede establecer el «índice de fatiga», que sería el descenso del trabajo efectuado por el músculo durante contracciones máximas sucesivas en un tiempo prefijado.

16.3.2 CURVAS Y VELOCIDAD

Gráfico del ejercicio isocinético. El desarrollo tecnológico hizo posible el registro gráfico del momento de fuerza. Hay un trazado gráfico (curva) normal para cada músculo testado y para cada velocidad de trabajo. En esta curva, con forma parabólica, se registra el momento de fuerza a lo largo del movimiento. Para cada músculo serán superponibles, aunque sean registradas en momentos diferentes.

Análisis de las fases de la curva:

1. Fase ascendente: rápido ascenso del trazado de la curva, refleja la rapidez del músculo en alcanzar el máximo momento de fuerza, cuanto más perpendicular el trazado menos tiempo empleado en lograrlo.
2. Valor máximo de la curva: es el momento máximo de fuerza o *peak torque* del músculo testado.
3. Fase descendente de la curva: refleja la disminución de la fuerza.
4. Espacio intercurva: es el tiempo que transcurre entre la curva de la musculatura agonista y el inicio de la curva de la musculatura antagonista, cuando este registro se hace de manera sucesiva e ininterrumpida.

En el análisis de los resultados obtenidos hay que tener en cuenta la velocidad de realización del ejercicio, recordemos la descripción de Hill de la curva fuerza-velocidad, donde se objetiva que a mayor velocidad de realización de un movimiento menor es la fuerza desarrollada por el músculo (menor reclutamiento de fibras musculares).

16.4 APLICACIONES DE LA DINAMOMETRÍA ISOCINÉTICA

Las aplicaciones[4] de este tipo de dinamometría dentro de la medicina de rehabilitación se encuadran en dos grupos: posibilidad de utilizarlas como tratamiento cinesiterápico y posibilidad de utilizarlas en valoración biomecánica.

16.4.1 UTILIZACIÓN COMO TRATAMIENTO

Es posible incorporarla a un programa de tratamiento fisioterápico, dentro de la cinesiterapia resistida[5].

Ventajas: posibilidad de entrenamiento en distintas velocidades. Es importante considerar que, debido a la especificidad del tipo de entrenamiento, se logra una mejora de todas las prestaciones en íntima relación con el tipo de entrenamiento realizado. En isocinesia, el entrenamiento en velocidad baja mejora el rendimiento muscular a esa velocidad concreta, mientras que en velocidad alta mejora en un amplio espectro de velocidades. Además, permite individualizar el tipo de entrenamiento, seleccionando arcos de movimiento así como el nivel en el que se sitúa el punto de aplicación de la resistencia.

Inconvenientes: muy alto coste económico de estos equipos; montaje difícil, precisando un posicionamiento y montaje determinados para cada articulación, lo que complica y consume mucho tiempo por paciente; el

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

fisioterapeuta tiene que estar específicamente entrenado para el montaje y entrenamiento del paciente con este dispositivo.

Por estos motivos de coste y eficiencia, en la práctica estos equipos no se utilizan para tratamiento cinesiterápico de forma sistematizada, ni en los servicios de rehabilitación de los hospitales públicos ni en las mutuas de accidentes laborales.

16.4.2 UTILIZACIÓN COMO VALORACIÓN DENTRO DE UN LABORATORIO DE BIOMECÁNICA

Definimos una prueba biomecánica como aquella que, valiéndose de la tecnología adecuada, es capaz de medir y cuantificar diferentes aspectos mecánicos o fisiológicos de la motricidad humana. Podemos obtener datos sobre movimiento, coordinación, fuerza, equilibrio o estudiar patrones de activación muscular dinámica[6]. La biomecánica por tanto nos permite medir y objetivar posibles déficits de diversas funciones necesarias para el movimiento humano normal tanto en patología musculoesquelética como neurológica.

También puede usarse en la monitorización del proceso de tratamiento, ya que al finalizar este podremos definir un déficit de fuerza que nos ayudará a establecer las secuelas. En el ámbito laboral, esto tiene una traducción directa en el enfoque clínico laboral del paciente.

Como pruebas complementarias que son (igual que una analítica, una radiografía, etc.) no se pueden interpretar de forma aislada, sino que su interpretación y valoración tienen que llevarse a cabo en conjunto con la historia médica del paciente, la exploración clínica y el resto de pruebas. En el laboratorio de biomecánica clínica se considera la dinamometría isocinética como el *gold standard* de la evaluación de la fuerza, y de ella hablamos a continuación.

16.4.2.1 Protocolos en dinamometría isocinética

Antes de iniciar una valoración dinamométrica tenemos que explicar al paciente en qué consiste la prueba y cómo se realiza. Es fundamental que entienda cuál es el objetivo de dicha prueba, ya que su colaboración es imprescindible para la correcta realización. Esto hace referencia a la necesidad de realización de un esfuerzo máximo en las distintas fases de la prueba.

Previo al estudio se realizará una exploración física y se objetivará que aquellas articulaciones en estudio presentan un arco articular libre en rango funcional que nos permita la evaluación de la fuerza. Pasos a seguir:

1. Seleccionar un arco de movimiento en el que se realizará el estudio.
2. Posicionar y estabilizar al paciente en la máquina. Según las articulaciones en estudio se eligen diferentes posicionamientos (decúbito, sedestación o bipedestación).
3. Determinar en qué velocidades realizamos el estudio. Se eligen velocidades que varían según la articulación en estudio. Velocidad lenta por debajo de 90°/s, media entre 120°/s y 180°/s y alta por encima de 180°/s.
4. Elegir la modalidad de ejercicio isocinético (concéntrico o excéntrico). Además del estudio isocinético como tal, en los protocolos se valora generalmente la fuerza isométrica en distintas posiciones articulares.
5. Antes de empezar la prueba y con el paciente ya posicionado, se hace la corrección de la gravedad (el dispositivo tiene en cuenta la acción de la fuerza gravitatoria de cara a no sobrestimar la fuerza en determinados músculos que actúan a su favor o subestimarla en los músculos que actúan contra ella).

16.4.2.2 Análisis de resultados

Ya se ha hablado de las unidades de medida y del gráfico de la curva que expresa estos parámetros. En la práctica clínica de los numerosos parámetros que el *software* nos facilita se seleccionan habitualmente el máximo momento de fuerza *(peak torque)* y el trabajo. Una vez realizada la prueba se recopilan los datos y se emite un informe. Según sea el objetivo del estudio, en este informe se comparan los datos obtenidos con estudios previos del paciente, o bien se comparan con el lado sano si la articulación es de extremidades superiores o inferiores y lo que se pretende es establecer un déficit final.

En la columna, al no tener lado comparativo, hay que regirse por valores normativos y estudiar las relaciones entre la musculatura agonista y antagonista.

Para que estas pruebas sean fiables y válidas tienen que ser realizadas en condiciones de máximo esfuerzo. Por ello, ¿cómo podemos valorar si el paciente está realizando un máximo esfuerzo? Tenemos distintos parámetros para determinar que una prueba es fiable y reproducible que hay que valorar en conjunto[7-10]:

- Coeficiente de variación (CV), que expresa la variabilidad entre las diferentes repeticiones (aunque está muy debatido).
- Diferencia entre valores en excéntrico y en concéntrico.
- Índice de fatiga.
- Observar los trazados de las curvas y analizar la superposición de los trazados.
- Analizar la coherencia entre diferentes pruebas y si el comportamiento muscular es fisiológico (en fisiología, se deben registrar valores más altos de fuerza en isométrico y en velocidad baja de isocinético frente a los obtenidos a velocidades altas).
- Valorar la coherencia entre la severidad del déficit y la patología subyacente.
- Si hay dudas, repetir la prueba el mismo día o posteriormente.

Hay que tener en cuenta que puede que el paciente no realice un esfuerzo máximo pero no de forma intencional, sino por dolor o miedo al dolor, por no haber entendido la mecánica de la prueba u otras circunstancias. En estos casos, se revalúa la necesidad de realizar la prueba en otro momento o su indicación para esa determinada situación del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. Phys Ther 1967;47:114-7.
2. Miranda Mayordomo M, Gálvez Hernández JM, Valls Cabrero M, Cámara Anguita R. Introducción al conocimiento del trabajo muscular isocinético. Rehab Fis 1992;3:21-31.
3. Huesa Jiménez F, García Díaz J, Vargas Montes J. Dinamometría isocinética. Rehabilitación 2005;39:288-96.
4. Dvir Z. Isokinetics: Muscle testing, interpretation and clinical applications. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2004.
5. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. Int J Sports Med 1994;15:S11-8.
6. Chaler J, Garreta R. Aplicaciones clínicas de las pruebas biomecánicas: Mitos y realidades. Rehabilitación 2010;44:195-8.
7. Van Meeteren J, Roebroeck M, Stam HJ. Test-retest reliability in isokinetic muscle strength measurements of de shoulder. J Rehabil Med 2002;34:91-5.
8. Perrin DH. Reliability of isokinetic measures. J Nat Ath Trainers Assoc 1986;21:319-21.
9. Dvir Z. Clinical application of the DEC variables in assessing maximality of muscular effort: Report of 34 patients. Am J Phys Med Rehabil 2002;81:921-8.
10. Perrin DH. Reliability of isokinetic measures. Athletic Training 1986;21:319-21.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Capítulo 17

Las cadenas cinéticas musculares. Propiocepción

JAIME SALOM MORENO • JOSE LUIS ARIAS BURÍA • ANA ISABEL DE LA LLAVE RINCÓN

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

17.1 INTRODUCCIÓN

17.2 CONCEPTO DE UNIDAD CINÉTICA

17.3 CLASIFICACIÓN DE LAS CADENAS CINÉTICAS MUSCULARES

17.3.1 Cadena cinética abierta
17.3.2 Cadena cinética cerrada
17.3.3 Cadena cinética mixta o de frenada
17.3.4 Relevancia clínica de las cadenas cinéticas musculares

17.4 PRINCIPALES TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LAS CADENAS CINÉTICAS

17.4.1 Facilitación neuromuscular propioceptiva
17.4.2 Tratamiento postural de las cadenas musculares

17.5 PROPIOCEPCIÓN

17.5.1 Concepto
17.5.2 Bases
17.5.3 Beneficios del entrenamiento de la propiocepción
17.5.4 Déficit en la propiocepción
17.5.5 Ejercicios de propiocepción

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Describir el concepto de cadena cinética muscular y sus distintas aplicaciones clínicas dentro de la cinesiterapia.
- Describir los diferentes métodos de cinesioterapia más empleados para el trabajo con las cadenas cinéticas musculares.
- Describir el concepto de propiocepción y sus principios generales.
- Mostrar algunos ejercicios representativos para el entrenamiento propioceptivo.

17.1 INTRODUCCIÓN

Las cadenas cinéticas musculares nos permiten dotar de movimiento más óptimo al cuerpo humano. La fisioterapia evalúa al paciente como algo holístico, como un todo, no como una suma de movimientos simples de cada músculo o articulación. Gracias a esta globalidad podemos unir y relacionar de forma jerárquica al paciente y establecer diferentes puntos de partida para realizar el tratamiento. Por todo esto, hoy en día se acepta la existencia de unidades funcionales que están distribuidas por todo el cuerpo y que, o bien por sí solas o con la coactivación de otra unidad funcional sinérgica, son capaces de autogestionar los diferentes desequilibrios que se pueden encontrar durante las actividades de la vida diaria[1].

17.2 CONCEPTO DE UNIDAD CINÉTICA

Se define la *unidad cinética* como el conjunto de estructuras que intervienen en el movimiento de una articulación: los dos segmentos que se ven implicados en el movimiento son la propia articulación y el sistema neuromuscular que desarrolla las fuerzas de contracción o estiramiento (v. capítulos anteriores para mayor profundización del concepto)[2]. El cuerpo no sabe de contracciones musculares, pero sí de movimientos funcionales. Esos movimientos coordinados establecen lo que denominamos *cadena articular* o *cadena de movimiento*. La mayoría de los gestos que realizamos durante nuestra actividad laboral o deportiva implican a más de una unidad cinética; el sumatorio de todas las que estén implicadas en el movimiento es lo que conocemos como *cadena cinética muscular.*

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

Las *cadenas cinéticas musculares* responden a reacciones de estabilización, dinámica y equilibrio, y los músculos monoarticulares y los poliarticulares son los responsables de dichos movimientos, de la postura estática (antigravitatorio) y del ajuste del centro de gravedad dentro de una base de sustentación estable para obtener un equilibrio óptimo y económico[2,3].

17.3 CLASIFICACIÓN DE LAS CADENAS CINÉTICAS MUSCULARES

Las cadenas musculares pueden clasificarse en función de la implicación del extremo distal. Si evaluamos la extremidad superior, consideramos la mano como el extremo distal que determinará un tipo u otro de cadena cinética, y si consideramos la extremidad inferior, la referencia será el pie. Así, podemos clasificarlas en: abiertas o cerradas, y mixtas o de frenada.

17.3.1 CADENA CINÉTICA ABIERTA

Es aquel tipo de cadena cinética en la que, mientras el extremo proximal es fijo, el extremo distal está libre y es el que se moviliza. Por ejemplo, una cadena cinética abierta será dar una patada a un balón, escribir en una pared o escribir en la pizarra (fig. 17-1). En este tipo de cadena cinética el reclutamiento del sistema neuromuscular se realiza de proximal a distal.

17.3.2 CADENA CINÉTICA CERRADA

Es aquella cadena cinética en la que el extremo distal está fijo, y es el extremo proximal el que se desplaza. Por ejemplo, una cadena cinética cerrada sería una flexión de miembros inferiores desde bidepestación, una sentadilla (fig. 17-2) o empujar un objeto voluminoso. En este tipo de cadena cinética, aparecen reacciones sensitivas de apoyo sobre el extremo distal y el reclutamiento del sistema neuromuscular se ejecuta de distal a proximal.



Figura 17-1. Ejemplo de cadena cinética abierta: escribir en una pared.

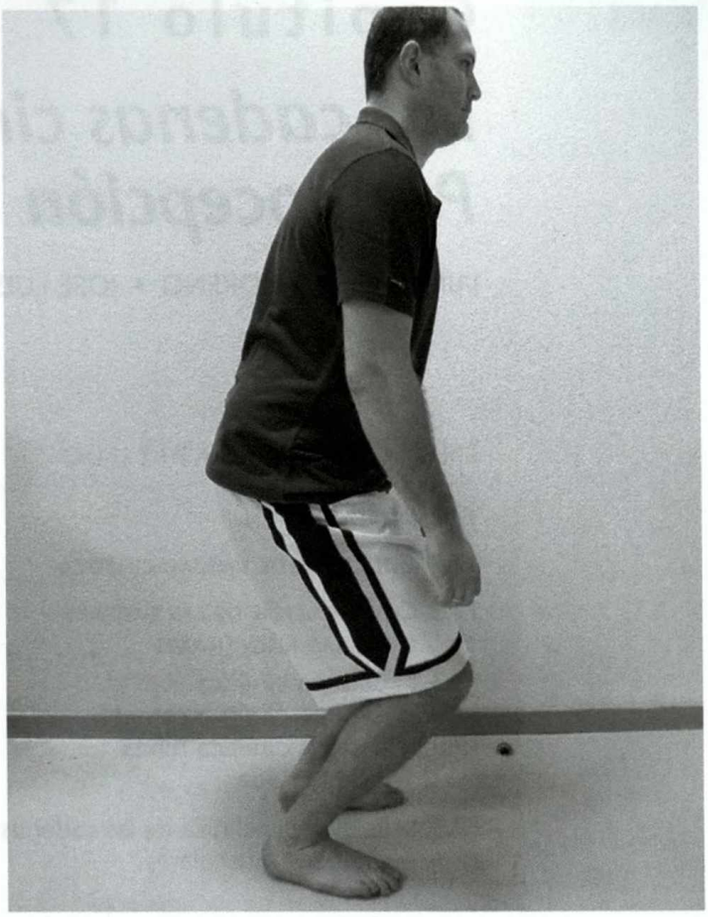


Figura 17-2. Ejemplo de cadena cinética cerrada: sentadilla.

17.3.3 CADENA CINÉTICA MIXTA O DE FRENADA

Son aquellas situaciones en las que ambas cadenas cinéticas están presentes en el mismo gesto. Por ejemplo, una cadena cinética mixta sería pedalear de pie encima de la bicicleta (fig. 17-3), ya que tanto el extremo distal como el proximal se mueven a la vez.

Se puede diferenciar entre *cadena cinética mixta parcial o débilmente frenada,* si la resistencia exterior en el extremo distal es inferior al 15% de la resistencia máxima que podría movilizar el sujeto, o *cadena cinética mixta total o fuertemente frenada,* si la resistencia exterior en el extremo distal supera ese 15%.

17.3.4 RELEVANCIA CLÍNICA DE LAS CADENAS CINÉTICAS MUSCULARES

El método de reclutamiento del sistema neuromuscular elegido es determinante a la hora de planificar un trabajo de rehabilitación con los pacientes. En los casos en los que la cadena cinética abierta sea el objetivo del tratamiento, la función de los músculos agonista y antagonista está bien definida, si bien debemos tener en cuenta el papel de los músculos que estabilizan la articulación para que el movimiento pueda producirse. Podremos realizar reclutamientos musculares de proximal a distal, donde la cadena de contracción muscular comienza cerca del tronco del paciente y otorga movimientos coordinados. Por ejemplo,

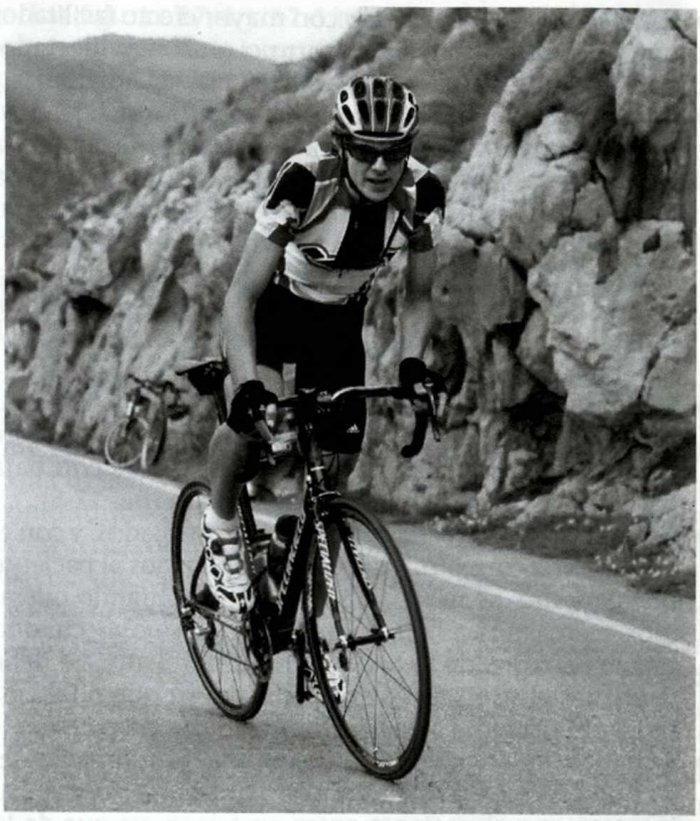


Figura 17-3. Ejemplo de cadena cinética mixta: pedalear en una bicicleta.

en la flexión de cadera se necesita la activación del músculo cuádriceps para controlar la rodilla. Este método de trabajo será el adecuado si nos encontramos con pacientes que presenten debilidad en grupos musculares situados en los extremos distales.

Si por el contrario realizamos un patrón de reclutamiento de distal a proximal, es decir, de cadena cinética cerrada donde el primer movimiento parte de la articulación distal, el objetivo será mejorar la estabilidad de la cadena implicada. En este tipo de patrón de reclutamiento, la función de los músculos agonista y antagonista se verá influida por el apoyo del extremo distal, lo cual puede motivar un cambio de funciones en los músculos implicados. Por ejemplo, al incorporarse de una triple flexión de la extremidad inferior, los músculos isquiosurales (flexores de la rodilla cuando el extremo distal es el pie) adoptan un papel agonista del músculo cuádriceps (extensor de la rodilla), ya que deben llevar la tibia hacia la extensión. Este cambio biomecánico hace que dejen de lado su principal función como flexores de rodilla y se reconviertan en músculos extensores de rodilla. En este tipo de ejercicio, el sentido de contracción hace que los músculos proximales salgan beneficiados por la función estabilizadora que estos desarrollan. Ejemplo: en el ejercicio de las dominadas, el orden de contracción activa de la musculatura es primero la musculatura más distal con la intrínseca de los dedos, la de la muñeca y la del antebrazo, para poder dar estabilidad a las articulaciones más periféricas y realizar así el movimiento con la articulación más cercana al tronco (hombro)[2-4].

El fisioterapeuta debe conocer cómo influyen los patrones de reclutamiento para una correcta recuperación de su paciente y retrasando las recidivas, ya que en función del estadio en el que este se encuentre prevalecerán los ejercicios de coordinación frente a los de estabilización, así como el papel que ejecutarán los músculos implicados.

17.4 PRINCIPALES TÉCNICAS DE TRATAMIENTO DE LAS CADENAS CINÉTICAS

17.4.1 FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA

Método desarrollado por el Dr. Herman Kabat entre los años 1946 y 1951[4]. Para ello, fundamentó el método en sus conocimientos e investigaciones relacionadas con el desarrollo motor y las diferentes respuestas que genera el sistema nervioso central (SNC) ante él, buscando crear unos patrones de movimiento definidos que involucren a todos los músculos que forman las cadenas cinéticas de movimientos[3].

La facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) (llamada también método Kabat en honor a su creador) busca la perfecta sincronía entre el detector (receptores), el integrador (sistema nervioso) y el efector (aparato musculoesquelético). La principal característica de este método es la introducción de un músculo o grupo muscular patológico dentro de una cadena o patrón de movimiento establecido, que permita que ese músculo afectado normalice su tono respecto al resto de los músculos que forman la misma cadena cinética o patrón de movimiento. Por ejemplo, si nos encontramos ante un músculo con cierto nivel de atrofia y por tanto debilitado, veremos cómo los músculos sinergistas tratan de sustituir la función de ese músculo, creando un patrón de movimiento anómalo con las consiguientes descompensaciones y/o dolor. Con la FNP, reintegramos al músculo en los movimientos normales generando una cadena cinética que facilite la normalización del tono de ese músculo o grupo muscular debilitado[4].

Los trabajos realizados por Kabat sobre su método estaban centrados en la coordinación y el fortalecimiento muscular basándose en los mecanismos de facilitación[4]. Los patrones de movimientos básicos del método se realizan en diagonal, pero no es una diagonal pura, ya que se integra un gesto rotacional dotando al movimiento de un componente en espiral. La combinación de estas diagonales con movimientos en espirales suelen ir relacionadas con las características estructurales neuromusculares de la unidad cinética, y suelen integrar movimientos que los individuos realizan de forma cotidiana durante sus actividades de la vida diaria.

17.4.1.1 Diagonales básicas de la facilitación neuromuscular propioceptiva

Definimos dos diagonales de movimiento para cada una de las partes del cuerpo, que constan de dos patrones antagónicos entre sí. Así, podemos establecer diagonales en miembros superiores, miembros inferiores, cabeza y cuello, parte superior del tronco y parte inferior del tronco.

Cada diagonal de movimiento posee un movimiento principal y movimientos secundarios. El movimiento principal será el patrón de flexión o extensión, el cual recae sobre la articulación proximal, denominada *pivote proximal*[4,5], y los movimientos secundarios serán los

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

componentes de abducción/aducción y de rotación externa/interna.

Las articulaciones intermedias o pivotes intermedios pueden ser estáticos o dinámicos, es decir, se los puede implicar en los movimientos de flexoextensión o bien dejarlos fijos. Los pivotes intermedios serán, por ejemplo, el codo en una diagonal de miembro superior, o la rodilla en una de miembro inferior. Las articulaciones distales o pivotes distales serán, en estos casos, las manos y los pies[4].

Estas diagonales se introducen dentro de un *surco del patrón,* el cual está a unos 45° del plano transversal y del sagital del pivote principal, respecto a los tres planos del espacio del pivote principal durante todo el movimiento. Es en este plano donde se produce la mayor fuerza, por eso se le denomina también *línea óptima de movimiento*[4,5].

Los patrones de movimiento se realizan desde el punto de estiramiento máximo al punto de máximo de acortamiento, y podemos distinguir dos tipos: *patrón agonista,* que es el que se está contrayendo (parte de máximo estiramiento y llega al acortamiento máximo), y *patrón antagonista,* que es el que se está alargando (parte de su máximo acortamiento y llega al alargamiento máximo).

La nomenclatura para nombrar los patrones vendrá dada por el movimiento principal; en primer lugar, flexión/extensión, y luego por los componentes secundarios como abducción/aducción y rotación externa/interna. Por ejemplo, un patrón típico de la extremidad superior podría ser extensión-aducción-rotación interna (fig. 17-4). En los patrones de cabeza y cuello, el componente de lateroflexión no se nombra, ya que el segmento cervical conlleva el movimiento asociado de lateroflexión al de rotación al mismo lado; por tanto, tendremos como patrones: flexión-rotación izquierda/derecha o extensión-rotación izquierda/derecha.

17.4.1.2 Aspectos básicos para realizar la facilitación neuromuscular propioceptiva

- Se requiere la colaboración activa del paciente, pero debemos adaptarnos a las situaciones especiales de cada uno; por ejemplo, pacientes con lesión neurológica.
- Se busca el patrón concreto con mayor efecto facilitador que implique al músculo o grupo muscular afectado, asemejándose a los movimientos de la vida diaria.
- Los contactos manuales no deben confundir al paciente; para ello, debemos evitar tomas en brazalete. La presión y la resistencia deben ser las adecuadas para que tanto el estímulo propioceptivo como la facilitación se produzcan de la forma más natural. Nuestro contacto debe dirigir el movimiento del paciente hacia donde nosotros queramos, aunque apliquemos una resistencia; el movimiento no debe ser una lucha contra el paciente.
- Siempre que sea posible, el paciente deberá acompañar el movimiento del patrón con su mirada, ya que este estímulo sensorial ayudará a los pacientes con baja participación y realizará mejor el patrón (fig. 17-5).
- Los comandos verbales deben ser los adecuados, y con el tono de voz correcto, y deben ser explicados al paciente previamente. Se usará el término «tira» cuando queramos acercarnos a la línea media, y «empuja» cuando nos separemos de la línea media. Asimismo, se debe controlar el tono de voz y el énfasis, ya que podemos fatigar al paciente si le hacemos trabajar en exceso.
- Se deben dejar períodos de recuperación al paciente, ya que estamos trabajando con la variable fuerza. No interesa que el paciente entre en fatiga, ya que de lo contrario no podrá realizar la transmisión de la fuerza (fenómeno fisiológico que implica un desbordamiento de energía de los músculos fuertes a los débiles).
- La resistencia tiene que permitir completar el movimiento de forma continuada, armónica y uniforme, realizando una contracción anisométrica concéntrica o fuerza dinámica (aquella que se realiza contra una resistencia y esta se desplaza habiendo movimiento muscular) y evitando la apnea del paciente.
- El sincronismo es la secuencia de contracciones musculares que ocurre en toda actividad motora y que da lugar a un movimiento coordinado. En la FNP, por ejemplo, en las extremidades comenzaremos por el movimiento rotacional, luego con el de abducción/aducción, y terminaremos con el de flexoextensión[4,5].

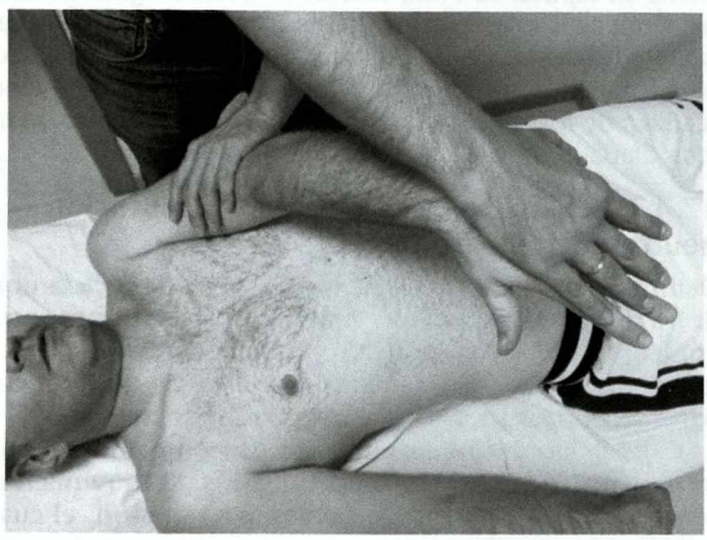


Figura 17-4. Patrón típico inicial de la extremidad superior en extensión-aducción-rotación interna.

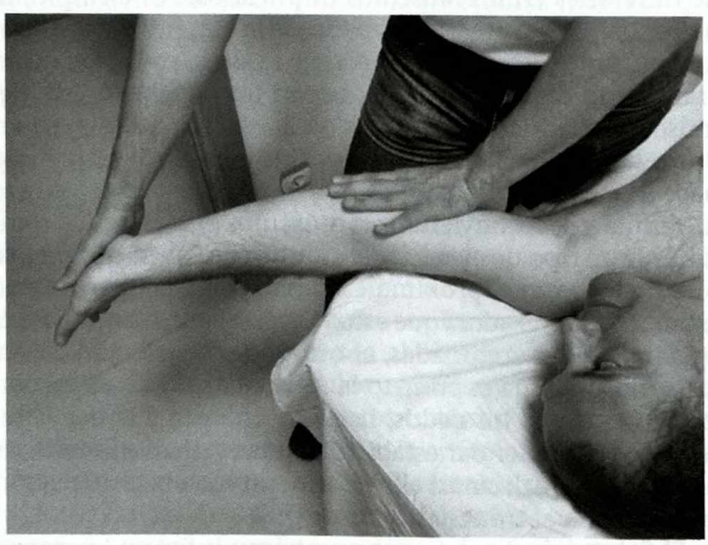


Figura 17-5. Patrón típico final de la extremidad superior en flexión-abducción-rotación externa.

Las figuras 17-4 y 17-5 muestran la evolución de un patrón diagonal de la extremidad superior. La posición de partida es rotación interna/aducción/extensión de hombro, flexión ligera de codo y flexión de muñeca y dedos (v. fig. 17-4), y la posición final es rotación externa/abducción/flexión de hombro, extensión de codo y extensión de muñeca y dedos (v. fig. 17-5).

17.4.2 TRATAMIENTO POSTURAL DE LAS CADENAS MUSCULARES

Existen diversos métodos de cinesiterapia manual que han descrito distintas cadenas musculares según la función que cumplen los músculos[1,6]. Los métodos de cinesiterapia basados en las cadenas musculares no solo sirven como forma de tratamiento, sino que constituyen a su vez sistemas de evaluación y diagnóstico, ya que afectan al sistema musculoesquelético en su globalidad.

Dentro de los métodos de tratamiento de cadenas musculares encontramos el método de reeducación postural global (RPG) creado por Philippe Souchard[6]. Este método está basado en la existencia de cadenas musculares formadas por músculos estáticos, los cuales van a tender siempre a la hipertonía y al acortamiento. El trabajo de las cadenas musculares mediante el método RPG conecta todos los segmentos corporales de forma global, y permite que se estiren las cadenas musculares implicadas, tratando cada músculo en todos sus puntos y en todas sus funciones de forma global. Algunos de los objetivos que se buscan con este método son restablecer la longitud muscular de la cadena, corregir los desequilibrios posturales existentes, y otorgar la adecuada función a todas las estructuras que conforman las cadenas musculares implicadas. Durante el tratamiento se solicita a la musculatura estática mediante contracciones isométricas en posiciones cada vez más excéntricas, lo cual activa el órgano tendinoso de Golgi y, por tanto, desencadena el reflejo miotático inverso que inducirá un relajamiento de la musculatura implicada.

El tratamiento de las cadenas musculares se agrupa en función de la posición de la articulación coxofemoral y del patrón de los brazos[6]. Según la posición, tanto del ángulo coxofemoral como de los brazos, se describen ocho posturas de tratamiento al conjugar las diferentes situaciones (apertura/cierre de coxofemoral con apertura/cierre de brazos).

La importancia de la respiración en el método RPG es determinante, ya que todas las cadenas musculares descritas por este método conllevan implicación de estructuras respiratorias. Los pacientes con retracciones de alguna de las cadenas musculares suelen presentar patrones respiratorios anómalos, con bloqueos en inspiración, algunas veces por dolor y otras por imposibilidad de realizar un movimiento respiratorio normal. Es importante que se dedique un tiempo en las primeras sesiones o tomas de contacto a que el paciente aprenda a respirar de forma correcta, para que las estructuras retraídas a ese nivel puedan ser un complemento al trabajo global, o en función del paciente, incluso sean estructuras primarias en su tratamiento.

Debido a la complejidad de este método de cinesiterapia, se recomienda a los lectores su aprendizaje de forma específica siguiendo los consejos del propio creador del método[6].

Otro de los métodos de cadenas musculares más extendido en fisioterapia es el descrito por Leopoldo Busquet[1]. Este método de trabajo de las cadenas musculares describe una diferente agrupación de los músculos en cadenas musculares e incluye dentro de su proceso de tratamiento al sistema visceral. De nuevo, se recomienda la lectura y el aprendizaje específico de este método de forma práctica[1].

17.5 PROPIOCEPCIÓN

17.5.1 CONCEPTO

El término propiocepción proviene del latín *proprius,* que significa propio (interno o íntimo), y *-cepción* (sensación). Por tanto, se define como la capacidad que tiene el organismo de detectar el movimiento y la posición propia de sus articulaciones. Es la capacidad que tiene el ser humano de conocer la postura de su propio cuerpo en todo momento, incluso sin usar la vista. También se puede definir como el sistema por medio del cual una persona percibe la posición y el movimiento de sus diferentes segmentos corporales.

La propiocepción incluye la conciencia de la posición estática y del movimiento articular, la velocidad y la detección de la fuerza del movimiento. Por ello, para que la propiocepción sea la adecuada, esta debe ser *ajustada* (ser conscientes de las variaciones más pequeñas de la posición) y *rápida* (poder obtener esta información en movimientos con gran aceleración). De hecho, se han descrito tres componentes de la propiocepción:

1. *Estatestesia:* provisión de conciencia de posición articular estática.
2. *Cenestesia:* conciencia de movimiento y aceleración.
3. *Actividades efectoras:* respuesta refleja y regulación del tono muscular.

La propiocepción forma parte de un mecanismo de defensa que tiene el cuerpo humano ante movimientos lesivos de distintas estructuras, sobre todo las articulaciones. Permite mantener la estabilidad de la articulación en los movimientos que pueda realizar, proporcionando el control deseado[7]. Muchos de los aspectos neurofisiológicos implicados en la propiocepción han sido descritos ya en el capítulo 11.

17.5.2 BASES

Se han descrito tres principios para lograr un adecuado control postural[7]:

1. Rápidos ajustes posturales, organizados en un número limitado de patrones fijos, cada uno de los cuales es específico de cada movimiento.
2. La organización sinérgica es realizada automáticamente por los mecanismos locales, usando el receptor de información.
3. La adaptación de las respuestas es debida al entrenamiento motor, en el que el control voluntario es sustituido por secuencias automáticas de movimiento.

La propiocepción depende de numerosos estímulos sensoriales, tales como los visuales, los auditivos, los vestibulares, los cutáneos, los articulares y los musculares. Todos los

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

CUADRO 17-1 ***Distribución de los mecanorreceptores propioceptivos***

Corpúsculos de Ruffini
- Hombro ++
- Ligamentos cruzados +++
- Tobillo ++

Corpúsculos de Paccini
- Hombro ++
- Ligamentos cruzados ++
- Tobillo +++

Órgano tendinoso de Golgi
- Hombro +++
- Ligamentos cruzados +++
- Tobillo +++

Nociceptores
- Todo el cuerpo

estímulos están regulados por los receptores nerviosos que se encuentran en cada una de las estructuras encargadas de saber cuál es el grado de tensión y estiramiento muscular al que el cuerpo humano está siendo sometido. Existe una gran variedad de receptores, y su distribución es, a su vez, diferente en las distintas estructuras atendiendo a las distintas necesidades y demandas de cada estructura (cuadro 17-1).

Estos receptores también se encargan de mandar la información al cerebro a través de la médula (aferencias). Una vez allí, el sistema nervioso procesa la información y la vuelve a enviar a los músculos (eferencias) para que hagan los ajustes (tensión y estiramiento) necesarios para conseguir el movimiento deseado de forma precisa. Todo esto se realiza de forma subconsciente, rápida, y refleja[7].

Existen principalmente tres clases de mecanorreceptores periféricos, que incluyen receptores musculares, articulares y cutáneos. Todos ellos responden a la deformación mecánica producida en los tejidos, la cual llega al SNC. Las vías aferentes hacen sinapsis en la médula espinal, y por medio de las interneuronas pasan a las neuronas α y γ, las cuales controlan la información que viene de la periferia.

Dentro de este proceso, aunque sea automático, debemos mencionar la función del cerebelo, el cual planifica y modifica las actividades motoras. El cerebelo está dividido en tres áreas funcionales: la primera es el *vestíbulo,* que controla los músculos axiales primarios relacionados con el equilibrio postural; la segunda, el *cerebro,* que se encarga de movimientos que requieren precisión, rapidez y destreza; y la tercera, el *espino,* que sirve para ajustar movimientos a través de conexiones con el bulbo raquídeo y la corteza motora[7].

Finalmente, toda la información propioceptiva llega a la corteza cerebral. De hecho, la representación de un movimiento natural puede estar construida en el área 5 de Brodmann de la corteza cerebral generada por movimientos anteriores y basada en la propia experiencia. Dentro de la representación cortical, hay que recordar que el propio cerebro jerarquiza la función de aferencia, prioriza la información sensitiva en un nivel superior al volumen anatómico.

17.5.3 BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO DE LA PROPIOCEPCIÓN

El entrenamiento correcto de la propiocepción constituye un paso determinante en la rehabilitación de numerosos procesos dolorosos del aparato locomotor. Con este entrenamiento, los reflejos básicos incorrectos tienden a eliminarse para optimizar la respuesta del cuerpo[8].

17.5.3.1 Entrenamiento propioceptivo y fuerza

El aumento de fuerza viene dado por una estimulación neuromuscular. Al llevar a cabo un entrenamiento de fuerza existen dos tipos de adaptaciones: *a)* adaptaciones funcionales (aspectos nerviosos), y *b)* adaptaciones estructurales (hipertrofia e hiperplasia de la musculatura). La propiocepción está vinculada a las mejoras que se experimentan a nivel funcional aparte de la coordinación intermuscular y la coordinación intramuscular:

- *Coordinación intermuscular:* interacción de los diferentes grupos musculares que producen un movimiento determinado.
- *Coordinación intramuscular:* interacción de las unidades motoras de un mismo músculo.

Un entrenamiento adecuado de la propiocepción puede constituir un paso previo imprescindible para la mejora de la fuerza muscular, ya que un músculo dañado y que presenta déficits neuromusculares puede no ser un candidato ideal para su fortalecimiento[8].

17.5.3.2 Entrenamiento propioceptivo y flexibilidad

Un estiramiento excesivo del huso muscular provoca una contracción muscular refleja (reflejo miotático) y por tanto lesión tisular. La lesión de un músculo, además de conllevar una disfunción motora (fuerza) implica una pérdida de flexibilidad muscular. El entrenamiento de la propiocepción puede permitir recuperar flexibilidad en aquellas estructuras musculares acortadas[8].

17.5.3.3 Entrenamiento propioceptivo y coordinación

La coordinación motora integra varios factores que pueden mejorarse con el entrenamiento propioceptivo debido a que depende en gran medida de la información somatosensorial que recoge el cuerpo antes de verse en una situación inesperada. Los factores de la coordinación que pueden mejorar con el entrenamiento propioceptivo se exponen a continuación.

17.5.3.3.1 Regulación de los parámetros espacio-temporales del movimiento. Los movimientos del cuerpo humano deben estar ajustados en el espacio y el tiempo para que la ejecución de dicho movimiento sea lo más adecuada y económica. Por ejemplo, cuando se realiza un remate de cabeza en el fútbol, se debe saber cuánto tiempo va tardar en llegar la pelota hasta nosotros y conocer la distancia desde donde se efectuó el centro para así realizar un buen remate.

17.5.3.3.2 Capacidad de mantener el equilibrio. Tanto parado como en movimiento, se eliminan altera-

ciones del equilibrio mediante la tensión refleja muscular, que hace que nos desplacemos rápidamente a la zona de apoyo estable. Con entrenamiento, se llega a poder anticiparse a las alteraciones (mecanismo de anticipación). Los ejercicios para la mejora del equilibrio se realizan en apoyo sobre una pierna, moviendo y girando las extremidades superiores, etc. Primero se realizan con los ojos abiertos y, una vez acostumbrados, se realizan con los ojos cerrados. A su vez, se puede seguir la progresión con materiales y superficies inestables limitadas *(dynair)* e ilimitadas *(fitball)*[7,8].

17.5.3.3.3 Sentido del ritmo. El ritmo es la capacidad de variar y reproducir parámetros de fuerza-velocidad y espacio-temporales de los movimientos. En el ámbito deportivo, se pueden desglosar acciones motoras complejas específicas de un deporte en elementos aislados para mejorar la percepción de los movimientos y después integrarlos en una acción combinada. Por ejemplo, en la batida de voleibol, se puede separar el gesto en los pasos de aproximación-descenso del centro de gravedad flexionando las piernas a la vez que se echan los brazos atrás-despegue-armado del brazo-golpeo final al balón[7,8].

17.5.3.3.4 Capacidad de orientarse en el espacio. Dependiente sobre todo de la base del sistema visual y el sistema propioceptivo. Esta cualidad es fundamental en las actividades de la vida diaria, ya que el cuerpo humano se encuentra en un mecanismo de integración continua con el entorno.

17.5.4 DÉFICIT EN LA PROPIOCEPCIÓN

Un déficit propioceptivo se traduce en alteraciones de las respuestas musculares reflejas y puede acontecer en multitud de situaciones, tales como un episodio traumático, lesión muscular, excesiva laxitud articular (más pronunciada en mujeres), etc. Cualquiera de estas situaciones puede provocar que la estructura sea incapaz de sentir y responder de forma adecuada al estrés, y conducir a una lesión de tejido conectivo y ligamentoso. Es posible que la existencia de una alteración en la respuesta refleja muscular lleve al desarrollo de modelos de activación muscular incorrectos con la intención de aumentar la estabilidad articular y compensar factores que hacen ineficiente un control normal. Es importante destacar que cualquier patología del cuerpo humano presenta o induce, en mayor o menor medida, déficits en la propiocepción en la estructura dañada o incluso en otras estructuras adyacentes[8,9].

En la literatura científica existen multitud de estudios que han investigado los efectos positivos del entrenamiento de los déficits de propiocepción, sobre todo en el deportista, donde las demandas mecánicas son mayores[10]. De hecho, existe evidencia de que un correcto entrenamiento de la propiocepción puede disminuir el riesgo de lesión deportiva al preparar mejor al organismo ante las demandas a las que será sometido. De hecho, se conoce la importancia del entrenamiento propioceptivo del equilibrio mediante la estimulación de los receptores propioceptivos para adaptar al máximo las estructuras ante la existencia de cargas.

17.5.5 EJERCICIOS DE PROPIOCEPCIÓN

Existen millones de ejercicios para trabajar la propiocepción, solo depende de la imaginación del terapeuta y de los recursos de los que dispone. Es importante recordar que la repetición de una tarea o un modelo de activación muscular puede llevar al aprendizaje de esta información, y esto posiblemente pueda llegar a aplicarse en la programación de modelos musculares futuros[8,9]. Por ello, el secreto del entrenamiento propioceptivo es la repetición de los ejercicios con objeto de interiorizar las sensaciones inducidas por este. El grado de dificultad del ejercicio vendrá determinado por las metas prefijadas: facilitar el incremento de la sensibilidad, incrementar los impulsos propioceptivos, evocar respuestas dinámicas compensatorias, restablecer patrones motores funcionales, y optimizar la respuesta refleja. A su vez, el ejercicio debe ser individualizado (adaptado a las necesidades del paciente y su entorno), controlado (al principio por el terapeuta para evitar lesiones), indoloro (para no evocar respuestas y activación de los nociceptores durante la recuperación de una lesión), y de corta duración (no suelen tener una duración muy larga debido a la fatiga de las fibras sensitivas).

Los ejercicios pueden realizarse con diferentes materiales, tales como plataformas inestables, balones, platos inestables, etc. La progresión del ejercicio dependerá de la evolución del cuadro del paciente. Se comenzará con desequilibrios inducidos por el propio cuerpo del paciente o respondiendo a diferentes reacciones ante determinados estímulos ejercidos por el terapeuta, primero sobre superficie estable y después inestable. Se puede incrementar la dificultad cerrando los ojos, ya que se anula la influencia visual. A continuación se detallan algunos ejercicios que pueden llevarse a cabo para el entrenamiento del déficit propioceptivo. Cabe destacar que todos los ejercicios que se presentan a continuación son ejercicios que trabajan en cadena cinética cerrada, ya que los ejercicios en apoyo son los que más estímulos ofrecen y por tanto más mejoran los déficits propioceptivos[9].

17.5.5.1 Ejercicios en apoyo monopodal

- *Ejercicio 1.* Apoyo monopodal sobre una colchoneta (fig. 17-6) o una superficie inestable (fig. 17-7). El paciente puede inducir el mismo desequilibrio para aumentar la dificultad del ejercicio (fig. 17-8).
- *Ejercicio 2.* Apoyo monopodal sobre una superficie inestable, unido a desequilibrio con una toalla (fig. 17-9).
- *Ejercicio 3.* En apoyo monopodal sobre una colchoneta y la planta del otro pie sobre una pelota o superficie inestable (fig. 17-10).

17.5.5.2 Ejercicios en sedestación

- *Ejercicio 1.* Sentado sobre una pelota o superficie inestable con los pies apoyados en el suelo, el terapeuta provoca pequeños desequilibrios y el paciente debe mantener la postura sin despegar los pies del suelo (fig. 17-11). Se puede pedir al propio paciente que realice pequeños desequilibrios laterales él mismo (fig. 17-12).
- *Ejercicio 2.* Sentado sobre una pelota, la espalda se apoya sobre la pared (se puede colocar la pelota a la altura de las vértebras lumbares). El apoyo de los pies se adelanta unos centímetros respecto al eje longitudinal del cuer-

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

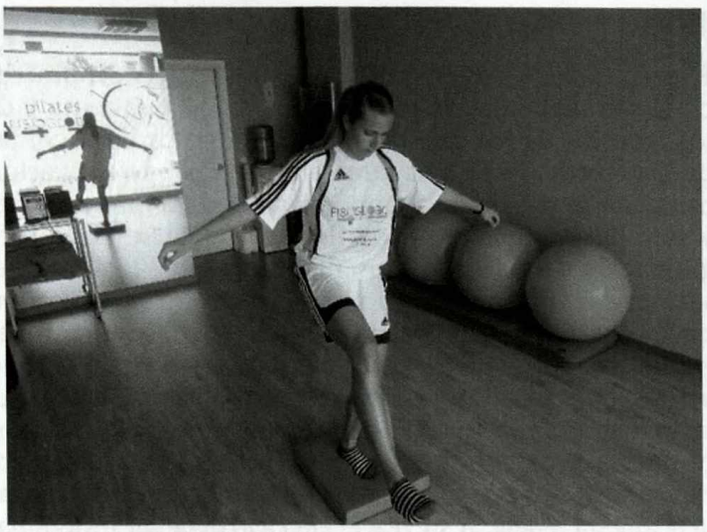


Figura 17-6. Apoyo monopodal sobre una colchoneta.

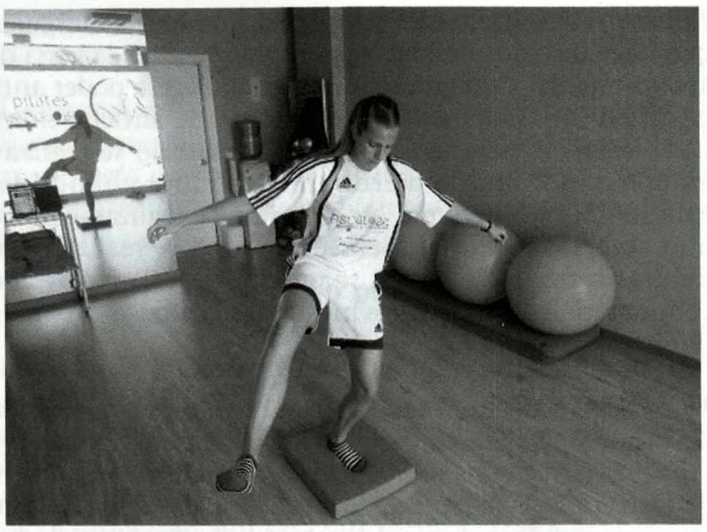


Figura 17-8. Apoyo monopodal sobre una superficie inestable con desequilibrio realizado por el propio paciente.

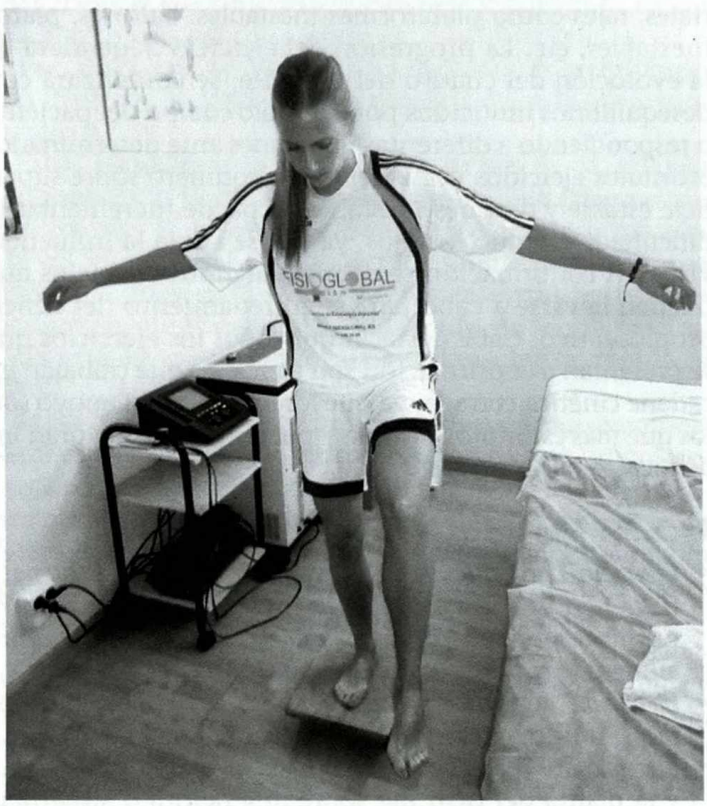


Figura 17-7. Apoyo monopodal sobre una superficie inestable.

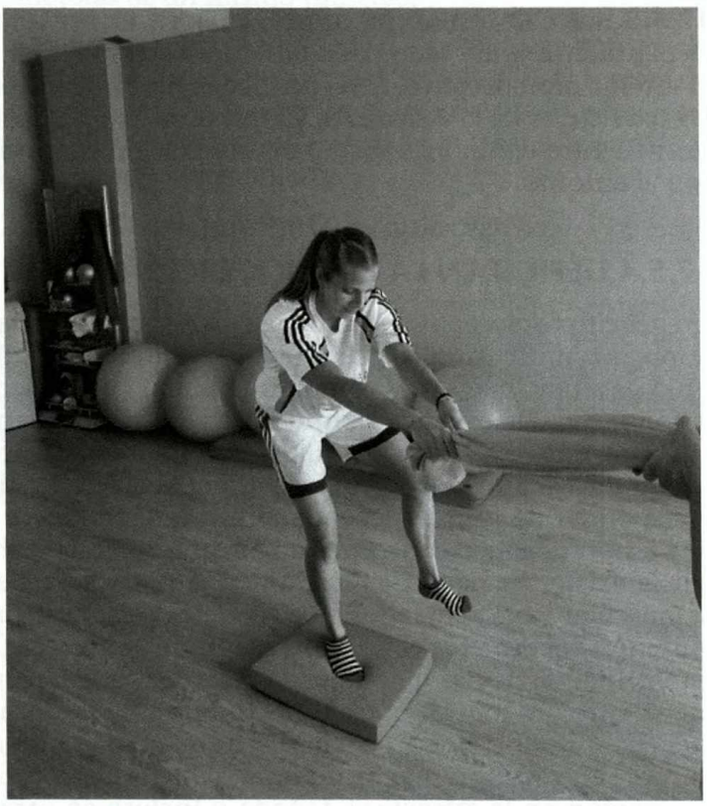


Figura 17-9. Apoyo monopodal sobre una superficie inestable unido a desequilibrio con una toalla.

po, las rodillas en flexión de 135° y las plantas de los pies sobre el suelo (fig. 17-13). Para añadir dificultad a este ejercicio se puede realizar en apoyo monopodal.

- *Ejercicio 3.* Sentado sobre una pelota, el terapeuta puede inducir desequilibrios lanzando otra pelota a los lados del paciente (fig. 17-14). Para elevar más la dificultad de este ejercicio, se aumenta la velocidad del lanzamiento o se hacen lanzamientos más alejados de la línea media del cuerpo.
- *Ejercicio 4.* Para aumentar la inestabilidad, se pueden realizar todos los ejercicios que se han mencionado anteriormente con los pies del paciente sobre otra pelota, lo cual va a generar mayor desequilibrio (fig. 17-15).

Se pueden aplicar los ejercicios que uno pueda desarrollar con su imaginación, considerando siempre las necesidades del paciente y su entorno. Los mismos principios se deben aplicar a lesiones del miembro superior.

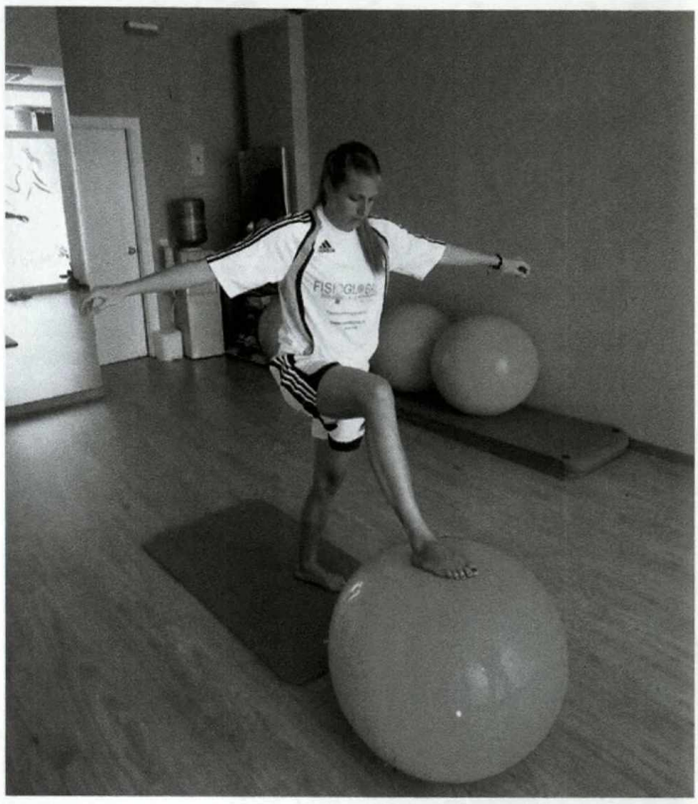


Figura 17-10. Apoyo monopodal sobre una colchoneta y planta del otro pie sobre una pelota.

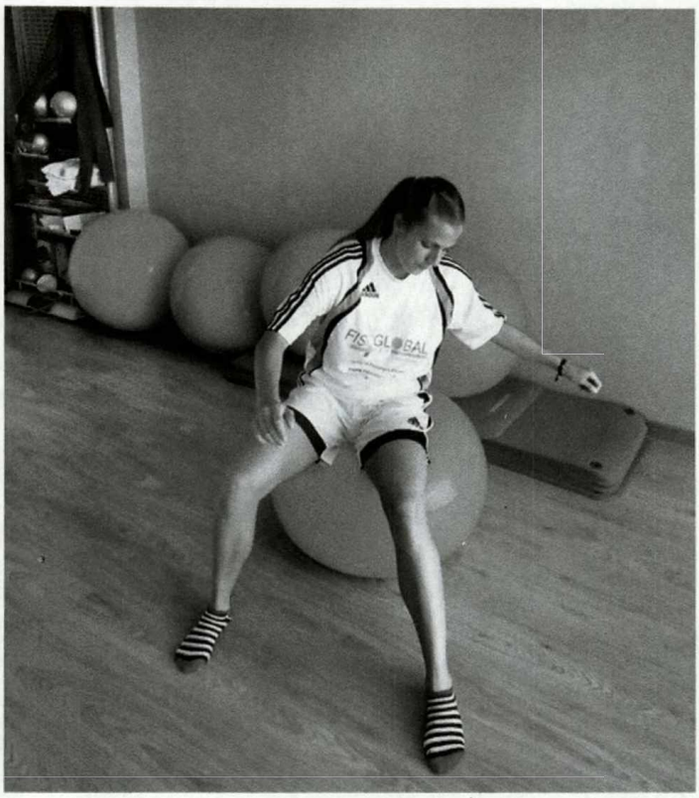


Figura 17-12. Sentado sobre una pelota con los pies apoyados en el suelo con desequilibrio realizado por el propio paciente.

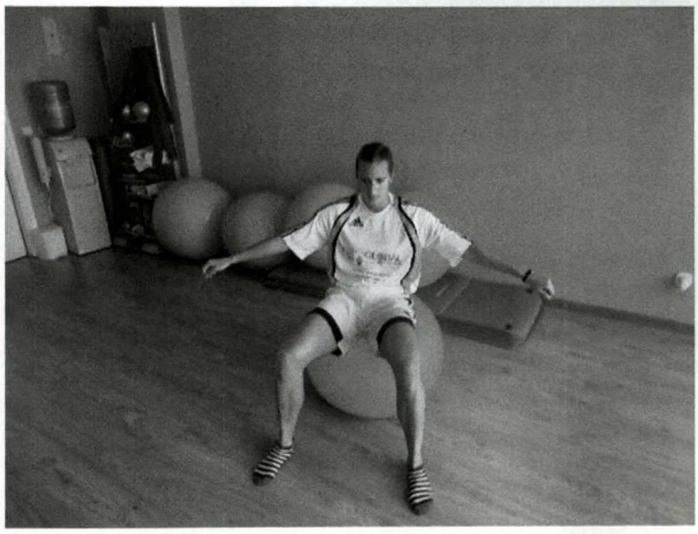


Figura 17-11. Sentado sobre una pelota con los pies apoyados en el suelo.

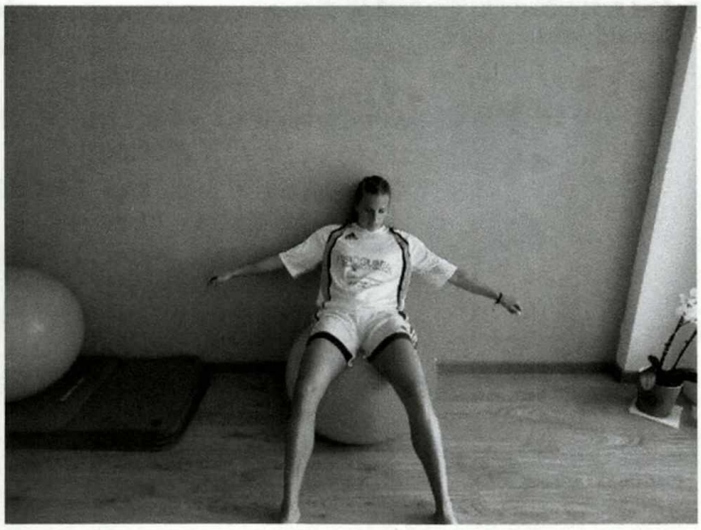


Figura 17-13. Sentado sobre una pelota con los pies apoyados en el suelo y la espalda en la pared.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 17-14. Sentado sobre una pelota con desequilibrios inducidos por el lanzamiento de otra pelota.



Figura 17-15. Sentado sobre una pelota y los pies sobre otra pelota.

Bibliografía

1. Busquet L. Las cadenas musculares. 5.ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2002.
2. Génot C. Kinesioterapia, Vol. 1. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2005.
3. Génot C. Kinesioterapia, Vol. 2. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2005.
4. Myers B, Ionta M, Voss D. Facilitación neuromuscular propioceptiva. 3.ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2004.
5. Viel E. El método Kabat. Facilitación neuromuscular propioceptiva. Madrid: Masson; 1989.
6. Souchard P. Principios de la reeducación postural global. Bilbao: Instituto de Terapias Globales; 1994.
7. Rigal R. Motricidad humana: Fundamentos y aplicaciones pedagógicas. Barcelona: Inde; 1987.
8. Häfelinger U, Schuba V. Coordinación y entrenamiento propioceptivo. Barcelona: Paidotribo; 2010.
9. Kucera M. Propiocepción: ejercicios con el balón. Barcelona: Bellaterra; 1997.
10. Pánics G, Tállay A, Pavlik A, Berkes I. Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. Br J Sports Med 2008;42:472-6.

Capítulo 18

Estiramientos musculotendinosos

RICARDO ORTEGA SANTIAGO • MANUEL ARROYO MORALES •
JAIME SALOM MORENO • CÉSAR FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS

Índice del capítulo

18.1 Definición

18.2 Consideraciones mecánicas y neurofisiológicas
18.2.1 Propiedades mecánicas del tejido conjuntivo
18.2.2 Aspectos neurofisiológicos del tejido conjuntivo

18.3 Aplicaciones de los estiramientos musculotendinosos
18.3.1 Aplicaciones preventivas
18.3.2 Aplicaciones terapéuticas

18.4 Contraindicaciones de los estiramientos musculotendinosos

18.5 Principios de aplicación de los estiramientos musculotendinosos

18.6 Clasificación de los estiramientos musculotendinosos
18.6.1 Estiramientos activos
18.6.2 Estiramientos pasivos
18.6.3 Estiramientos activos asistidos

18.7 Estiramientos musculotendinosos del miembro superior
18.7.1 Estiramiento del músculo deltoides
18.7.2 Estiramiento del músculo pectoral mayor
18.7.3 Estiramiento del músculo dorsal ancho
18.7.4 Estiramiento del músculo bíceps braquial
18.7.5 Estiramiento del músculo tríceps braquial
18.7.6 Estiramiento de la musculatura extensora de la muñeca y los dedos
18.7.7 Estiramiento de la musculatura flexora de la muñeca y los dedos

18.8 Estiramientos musculotendinosos del miembro inferior
18.8.1 Estiramiento del músculo cuádriceps
18.8.2 Estiramiento de la musculatura isquiotibial
18.8.3 Estiramiento de la musculatura aductora
18.8.4 Estiramiento de la musculatura abductora
18.8.5 Estiramiento del tríceps sural
18.8.6 Estiramiento del músculo sóleo
18.8.7 Estiramiento del músculo tibial anterior

18.9 Estiramientos musculotendinosos del cuello
18.9.1 Estiramiento de los músculos escalenos
18.9.2 Estiramiento del músculo trapecio (fibras superiores)
18.9.3 Estiramiento del músculo angular de la escápula
18.9.4 Estiramiento de los músculos extensores cervicales (espinales)
18.9.5 Estiramiento de los músculos suboccipitales

18.10 Estiramientos musculotendinosos del tronco
18.10.1 Estiramiento del músculo cuadrado lumbar
18.10.2 Estiramiento del músculo psoas ilíaco
18.10.3 Estiramiento del músculo piramidal
18.10.4 Estiramiento de los músculos extensores del tronco (espinales)

Objetivos de aprendizaje

- Entender las bases teóricas de los estiramientos musculotendinosos como parte de la cinesiterapia.
- Aplicar los estiramientos musculotendinosos de la musculatura del miembro inferior.
- Aplicar los estiramientos musculotendinosos de la musculatura del miembro superior.
- Aplicar los estiramientos musculotendinosos de la musculatura del tronco.

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

18.1 DEFINICIÓN

Los estiramientos musculotendinosos son una de las técnicas más empleadas en cinesiterapia y se encuentran a caballo entre la cinesiterapia pasiva y la activa, dependiendo del tipo de estiramiento que se aplique. Se describen los estiramientos como un procedimiento terapéutico dirigido a elongar los tejidos blandos y aumentar el arco de movimiento, así como la viscoelasticidad del tejido conjuntivo. Un estiramiento consiste en colocar el músculo en trayectoria externa máxima, es decir, separar sus puntos de origen e inserción ósea[1].

Para una correcta aplicación de los estiramientos musculotendinosos se deben conocer los principios neurofisiológicos explicados en el capítulo 11 relacionados con el tipo de fibra muscular y la respuesta del músculo ante los distintos estímulos. En este capítulo expondremos las consideraciones básicas necesarias para su aplicación.

18.2 CONSIDERACIONES MECÁNICAS Y NEUROFISIOLÓGICAS

18.2.1 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL TEJIDO CONJUNTIVO

En esencia, la finalidad de la aplicación de un estiramiento musculotendinoso es alargar la fibra muscular, mediante la elongación de los sarcómeros promoviendo el cambio viscoelástico y plástico a los elementos del tejido conjuntivo, normalizando así el tono[2]. Por ello, el objeto del estiramiento dependerá de la plasticidad del tejido, más que de su elasticidad. La plasticidad es la capacidad que tiene un tejido para asumir la nueva y mayor longitud una vez que ha cesado la fuerza que se aplica sobre él, en este caso el estiramiento. La elasticidad es la capacidad de los tejidos para retornar a su longitud de reposo después del estiramiento. Estas propiedades determinan la fase plástica de un tejido (donde los cambios se mantienen después de la fuerza aplicada), la cual acontece después de la fase elástica (donde los cambios desaparecen al desaparecer la fuerza aplicada)[3]. La evolución hasta la fase plástica en el estiramiento es la que permitirá desencadenar sus efectos terapéuticos.

Estas propiedades mecánicas del tejido conectivo se rigen por la Ley de Hooke, estableciendo que la deformación producida en un tejido es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre dicho tejido. De hecho, se sabe que un músculo puede elongarse hasta entre un 20% y un 50% de su longitud de reposo, mientras que un músculo puede acortarse hasta la mitad de su longitud de estiramiento máximo (regla de Weber-Fick).

Es importante destacar que todas las estructuras que contienen tejido conjuntivo ofrecen una resistencia mecánica al estiramiento: cápsula y ligamentos (47%), músculo (41%), tendón (10%) y piel (2%)[4]. No obstante, todas estas estructuras se comportan de igual forma ante la aplicación de una fuerza externa, ya que a medida que se incrementa la fuerza externa aplicada, el tejido ofrece una resistencia exponencial a esa fuerza (fig. 18-1). Asimismo, es necesario reseñar que cada músculo ofrecerá una resistencia diferente al estiramiento en función de la presencia de mayor o menor cantidad de tejido conjuntivo.

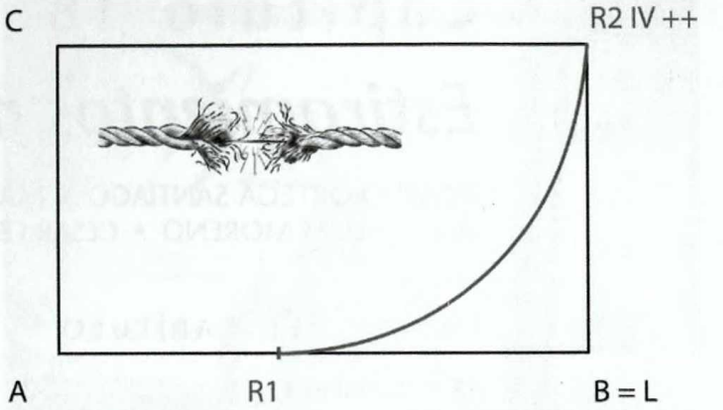


Figura 18-1. Resistencia exponencial que ofrece un tejido ante una fuerza externa. L: límite articular; R1: inicio de la resistencia del tejido; R2: resistencia máxima del tejido.

18.2.2 ASPECTOS NEUROFISIOLÓGICOS DEL TEJIDO CONJUNTIVO

Se ha propuesto de forma tradicional que los estiramientos musculotendinosos producen una relajación muscular refleja a través del órgano tendinoso de Golgi y de los reflejos del huso muscular, pero esto parece improbable, ya que estudios científicos han hallado un aumento en la actividad electromiográfica muscular, y no un descenso, después de un estiramiento[2]. Tal y como se ha expuesto en el capítulo 11, la estimulación del huso muscular facilita la contracción del músculo, y la activación del órgano tendinoso de Golgi facilita la relajación. Esto determina que la velocidad de ejecución del estiramiento sea siempre lenta para no activar el reflejo miotático directo (huso muscular), permitiendo la implantación del reflejo miotático inverso o de estiramiento (órgano tendinoso de Golgi), lo cual hará posible una relajación del tejido[1,3].

Hoy en día se barajan otras hipótesis explicativas relacionadas con los cambios en la viscoelasticidad del tejido conjuntivo y la adaptación que sufre el sistema nervioso central como efectos neurofisiológicos de los estiramientos musculotendinosos[2].

18.3 APLICACIONES DE LOS ESTIRAMIENTOS MUSCULOTENDINOSOS

Los estiramientos musculotendinosos pueden aplicarse de forma preventiva o de forma terapéutica.

18.3.1 APLICACIONES PREVENTIVAS

En la esfera preventiva, el uso de los estiramientos se encamina a la consecución de diferentes objetivos:

1. *Profilaxis lesional.* Durante décadas se ha apoyado que el estiramiento musculotendinoso puede prevenir lesiones si se realiza como calentamiento antes de un ejercicio físico. Otros defienden que los estiramientos deben aplicarse después del ejercicio para disminuir la mialgia postejercicio. Estas aplicaciones hoy en día son controvertidas, ya que los resultados de la investigación siguen siendo contradictorios.
2. *Mantener el esquema corporal.* En aquellos pacientes encamados que no son capaces de desplazarse o ejecutar movimientos complejos por sí solos, los estiramientos

pueden paliar los efectos de la inmovilización en relación con la pérdida del esquema corporal.
3. *Mejorar la coordinación.* En sujetos sin patología, pero que muestran déficits en la secuenciación del movimiento normal, los estiramientos pueden aplicarse para mejorar diferentes aspectos de la coordinación intramuscular.

18.3.2 APLICACIONES TERAPÉUTICAS

Las aplicaciones terapéuticas incluyen:

1. *Retracción muscular:* cualquier patología que conlleve una retracción de un músculo o grupo muscular.
2. *Cicatriz muscular:* tras una rotura muscular se genera un tejido cicatricial resistente al movimiento, por lo que los estiramientos musculotendinosos serán beneficiosos.
3. *Desequilibrio muscular:* en algunos casos, el acortamiento de un músculo agonista o antagonista puede generar un desequilibrio muscular en una unidad cinética.
4. *Mejora del esquema corporal y la coordinación:* en aquellos pacientes en los que la lesión muscular o del tejido conectivo impide un correcto funcionamiento del segmento corporal.

18.4 CONTRAINDICACIONES DE LOS ESTIRAMIENTOS MUSCULOTENDINOSOS

Para la aplicación correcta de un estiramiento musculotendinoso, el tejido sobre el que se aplique debe presentar continuidad anatómica, es decir, no encontrarse en las primeras fases de remodelación y reparación tisular[1,3-5]. A continuación, se citan algunas de las principales situaciones clínicas donde debe evitarse total o parcialmente la aplicación de estiramientos musculotendinosos:

1. *Lesiones óseas:* fracturas, osteoporosis, limitación articular de carácter óseo (ratón articular), entesitis de inserción, calcificación ósea en fase aguda, etc.
2. *Lesiones musculares:* rotura fibrilar/muscular, cicatriz, desgarro muscular, hipotonía muscular, etc.
3. *Lesiones articulares:* inestabilidad de la articulación, luxación articular, dolor periarticular agudo, proceso inflamatorio agudo, etc.
4. *Lesiones nerviosas:* neuralgias en fase aguda, dolor neuropático, etc.

18.5 PRINCIPIOS DE APLICACIÓN DE LOS ESTIRAMIENTOS MUSCULOTENDINOSOS

1. Los estiramientos musculotendinosos suelen aplicarse dentro de un trabajo global de cinesiterapia, en combinación con procedimientos como las movilizaciones articulares o el masaje[1].
2. Se debe alcanzar la trayectoria externa máxima del músculo, es decir, separar origen de inserción. Para ello se toma un extremo del músculo como punto fijo y el otro como punto móvil. En algunos casos, se puede realizar un estiramiento longitudinal donde se consideran ambos extremos del músculo como móviles[3].
3. La fuerza aplicada debe ser lineal y progresiva, tanto en la fase de ida como durante la fase de vuelta del estiramiento[3].
4. El punto de máxima tensión debe generar tirantez muscular, no dolor. La sensación final del estiramiento musculotendinoso es firme, consistente[4].
5. El tiempo del estiramiento musculotendinoso debe ser lo suficientemente prolongado como para producir cambios en la viscoelasticidad del tejido conjuntivo[1,2,4].
6. La inspiración favorece la contracción muscular, mientras que la espiración favorece la relajación, y por tanto el estiramiento muscular[2,5].

18.6 CLASIFICACIÓN DE LOS ESTIRAMIENTOS MUSCULOTENDINOSOS

Existe una gran diversidad de propuestas de clasificación de los estiramientos musculotendinosos, por lo que no existe consenso alguno[6]. En el presente capítulo hemos realizado una combinación de las distintas clasificaciones propuestas por varios autores[7-9].

18.6.1 ESTIRAMIENTOS ACTIVOS

Son aquellos en los que es el propio sujeto quien realiza el estiramiento, sin ayuda de una fuerza externa por parte de otra persona. Suelen ser los llamados estiramientos balísticos, es decir, movimientos lanzados o rebotes rápidos para forzar la elongación del músculo deseado. Suelen usarse en deportes donde el músculo sufre estados de contracción-estiramiento de forma continua. Los estiramientos activos o balísticos se basan en la contracción activa del músculo antagonista que se quiere estirar (inhibición recíproca). La gran desventaja de este tipo de estiramientos es que no existe un control de la fuerza por parte del paciente, lo cual puede favorecer la aparición de lesión muscular.

18.6.2 ESTIRAMIENTOS PASIVOS

Son aquellos en los que el estiramiento se realiza gracias a una fuerza externa, por parte de otra persona (terapeuta) o por parte del propio paciente.

18.6.2.1 Estiramiento estático pasivo (estiramiento mantenido)

Es aquel estiramiento en el que el músculo es estirado de forma pasiva y no genera ningún tipo de contracción muscular. Se considera siempre un punto fijo y un punto móvil, con objeto de ganar amplitud en el punto móvil y evitar compensaciones en el punto fijo. El estiramiento se considera estático, ya que la elongación muscular se mantiene en el tiempo y no se interrumpe durante toda la fase de estiramiento. No existe consenso en el tiempo recomendado para mantener el estiramiento, que oscila entre 15 y 60-90 s. Lo importante es controlar la intensidad del estiramiento para no superar el grado de tensión muscular y provocar así una lesión. Este tipo de estiramiento puede ser realizado por un terapeuta o por el propio paciente (estiramiento autopasivo).

18.6.2.2 Estiramiento estático activo

Es aquel estiramiento en el que el músculo es estirado de forma pasiva mediante la contracción del músculo antagonista (activo). Se considera siempre un punto fijo y un

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

punto móvil, con objeto de ganar amplitud en el punto móvil y evitar compensaciones en el punto fijo. El estiramiento se considera estático, ya que la elongación muscular se mantiene en el tiempo y no se interrumpe durante toda la fase de estiramiento. Esto dependerá de la capacidad de mantener la contracción del músculo antagonista de forma más o menos mantenida. Este tipo de estiramiento se basa, de nuevo, en el principio de la inhibición recíproca: la contracción del músculo antagonista conlleva la relajación del agonista (músculo que se quiere estirar).

18.6.3 ESTIRAMIENTOS ACTIVOS ASISTIDOS

Son aquellos en los que el estiramiento combina el movimiento activo del paciente (contracción del músculo que se quiere estirar), con el estiramiento pasivo por parte de un terapeuta. Dentro este grupo se incluyen las denominadas técnicas de energía muscular[2]. El estiramiento es postisométrico y se denomina también estiramiento contracción-relajación. A continuación, se describe la secuencia general de un estiramiento postisométrico[2]:

1. Estiramiento del músculo: hasta la percepción de resistencia o sensación final.
2. Contracción isométrica del músculo que se quiere estirar: se pide al paciente una contracción suave del músculo implicado. El terapeuta ejerce resistencia controlada e inquebrantable ante esa contracción durante 5 a 7 s.
3. Relajación muscular: el paciente debe relajar el músculo por completo durante varios segundos, manteniendo el estiramiento. Generalmente se recomienda esperar unos 5-10 s en esta fase de relajación sin aumentar la tensión muscular.
4. Reajuste del estiramiento: la libertad de movimiento que se ha desarrollado en los tejidos después de la contracción isométrica y la relajación se elimina y, por lo general, el músculo puede alargarse hasta un nuevo punto del estiramiento sin necesidad de aumentar la fuerza. Este proceso se repite de dos a cuatro veces o hasta que se aprecie un cambio en la longitud y la textura del tejido. Este tipo de estiramientos son los que más se usan en rehabilitación. A continuación, se describen los estiramientos en su versión de estiramiento postisométrico o contracción-relajación, pero pueden realizarse de cualquier forma.

18.7 ESTIRAMIENTOS MUSCULOTENDINOSOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

18.7.1 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO DELTOIDES

18.7.1.1 Porción anterior del deltoides

Posición del paciente (PP): decúbito lateral con triple flexión de los miembros inferiores.

Posición del terapeuta (PT): bipedestación a la espalda del paciente. La mano craneal estabiliza el hombro del paciente, y la mano caudal contacta con el tercio distal del antebrazo.

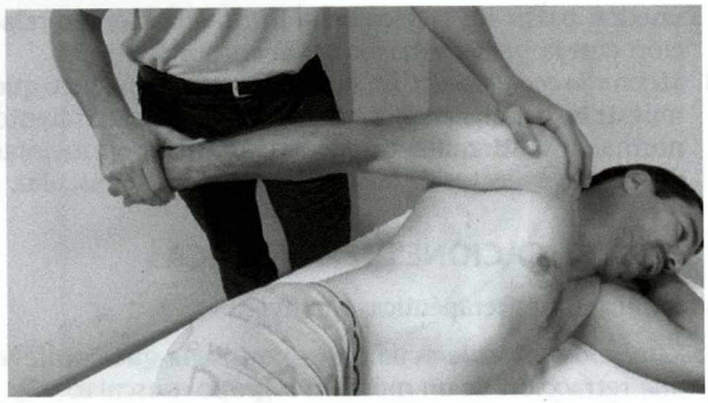


Figura 18-2. Estiramiento de la porción anterior del músculo deltoides.

Parámetros de elongación: rotación externa, extensión de hombro (fig. 18-2).

Ejecución:

1. El paciente realiza una flexión de hombro intentando llevar la mano hacia delante mientras el terapeuta impide el movimiento con la mano distal (3-4 s).
2. El paciente detiene la contracción y el terapeuta aumenta la extensión de hombro durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.7.1.2 Porción media del deltoides

PP: sedestación con el codo en flexión y el hombro en ligera extensión.

PT: bipedestación, detrás del paciente. Se posiciona la mano proximal sobre el tercio distal del húmero, y la mano distal a la altura del codo.

Parámetros de elongación: brazo en rotación interna y pegado a la espalda del paciente en aducción máxima (fig. 18-3).

Ejecución:

1. El paciente intenta llevar el codo hacia lateral mediante una abducción isométrica mientras el terapeuta resiste el movimiento con su mano proximal (3-4 s).
2. El paciente detiene la contracción mientras el terapeuta aumenta la aducción y rotación interna de hombro durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

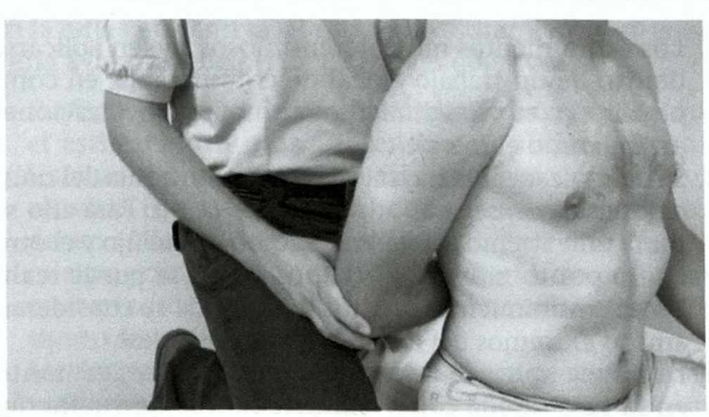


Figura 18-3. Estiramiento de la porción media del músculo deltoides.

18.7.1.3 Porción posterior del deltoides

PP: sedestación con el hombro en flexión de 90° y el codo ligeramente flexionado.

PT: bipedestación, detrás del paciente. La mano proximal fija el hombro del paciente y la mano distal contacta con el tercio distal del húmero.

Parámetros de elongación: aducción de hombro y rotación interna (fig. 18-4).

Ejecución:

1. El paciente realiza una abducción horizontal de hombro y el terapeuta resiste el movimiento con la mano distal durante 3 o 4 s.
2. El paciente detiene la contracción y el terapeuta aumenta la aducción horizontal de hombro durante 6 a 8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.7.2 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO PECTORAL MAYOR

PP: decúbito supino, con triple flexión de miembro inferior y rotación contralateral de la columna lumbar.

PT: bipedestación en el mismo lado del músculo pectoral que se pretende estirar, y a la altura de cabeza del paciente. La mano craneal realiza una toma sobre el tercio distal del brazo, y la mano caudal sobre la parrilla costal.

Parámetros de elongación: abducción de hombro de más de 90° junto con rotación externa de brazo (fig. 18-5). Se puede focalizar la tensión en las fibras más inferiores colocando el hombro en abducción de más de 150° (fig. 18-6).



Figura 18-4. Estiramiento de la porción posterior del músculo deltoides.



Figura 18-5. Estiramiento del músculo pectoral mayor, fibras medias.



Figura 18-6. Estiramiento del músculo pectoral mayor, fibras inferiores.

Ejecución:

1. El paciente realiza una inspiración profunda y una aducción del hombro mientras el terapeuta estabiliza el brazo del paciente a nivel del antebrazo, y con la mano caudal fija a nivel de la parrilla costal para impedir la elevación de las costillas durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción y realiza una espiración mientras el terapeuta aumenta la abducción y rotación externa de hombro, durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.7.3 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO DORSAL ANCHO

PP: decúbito contralateral con triple flexión de miembro inferior.

PT: bipedestación a la altura de la cabeza del paciente. Una mano contacta con el antebrazo del paciente, y la otra, con la parte lateral del tórax.

Parámetros de elongación: rotación externa y abducción-flexión de hombro (fig. 18-7).

Ejecución:

1. El paciente intenta llevar su brazo hacia sus pies mientras el terapeuta resiste el movimiento con su mano craneal durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción y el terapeuta aumenta la abducción y rotación externa de hombro durante 6-8 s.
3. Se realiza esta secuencia de tres a cuatro veces.

Nota: cuando el paciente detiene la contracción, se puede hacer una espiración para aumentar la tensión muscular desde el tórax.

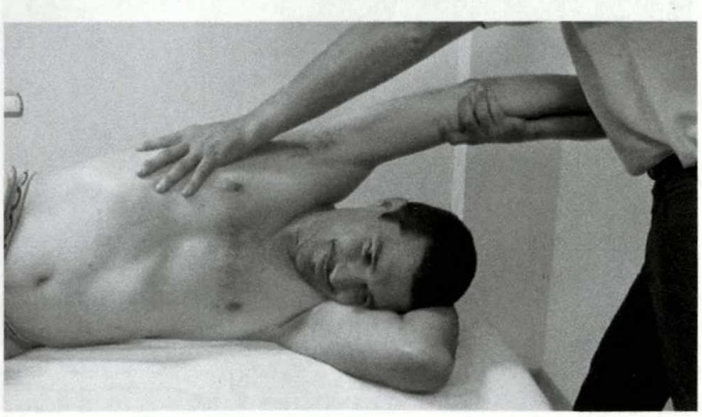


Figura 18-7. Estiramiento del músculo dorsal ancho.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

18.7.4 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL

PP: decúbito supino con el hombro al borde de la camilla (para permitir el movimiento completo del hombro).

PT: sedestación en el lado homolateral, a la altura del tronco del paciente. La mano craneal estabiliza el hombro, y la mano caudal se coloca en el antebrazo del paciente.

Parámetros de elongación: extensión de hombro, extensión de codo y pronación de antebrazo (fig. 18-8).

Ejecución:

1. El paciente realiza una flexión de codo intentando llevar su mano hacia el techo mientras el terapeuta resiste el movimiento con su mano caudal (3-4 s).
2. El paciente detiene la contracción y el terapeuta aumenta la extensión de hombro y codo durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.7.5 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO TRÍCEPS BRAQUIAL

PP: decúbito supino con el hombro en el borde de la camilla.

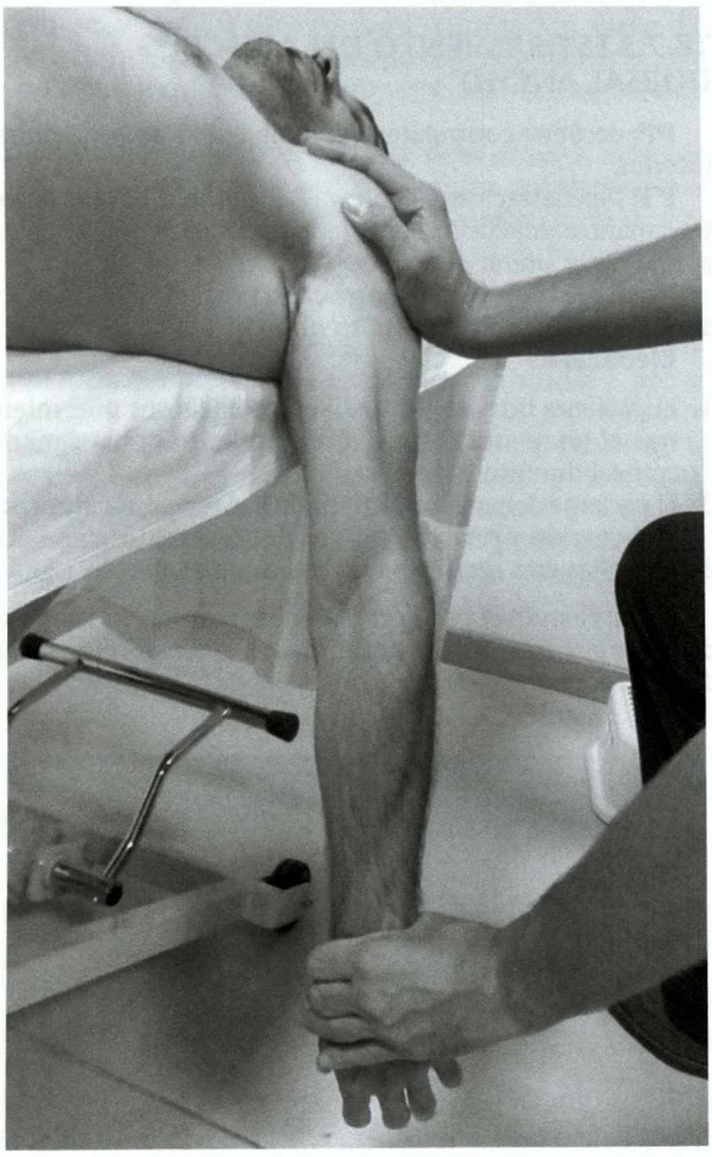


Figura 18-8. Estiramiento del músculo bíceps braquial.

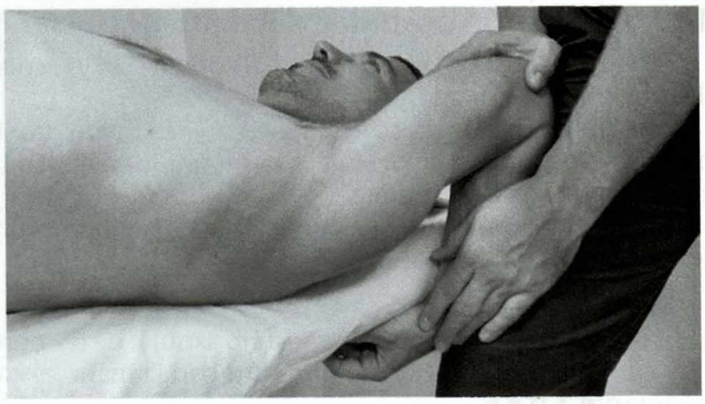


Figura 18-9. Estiramiento del músculo tríceps braquial.

PT: bipedestación en el lado homolateral, a la altura del hombro del paciente. La mano proximal en el tercio distal del brazo, y la distal en el tercio distal del antebrazo.

Parámetros de elongación: flexión de hombro y codo (fig. 18-9).

Ejecución:

1. El paciente realiza una extensión de codo intentando llevar su mano hacia el techo, y el terapeuta resiste el movimiento con su mano distal (3-4 s).
2. El paciente detiene la contracción y el terapeuta aumenta la flexión de hombro y codo durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.7.6 ESTIRAMIENTO DE LA MUSCULATURA EXTENSORA DE LA MUÑECA Y LOS DEDOS

PP: decúbito supino con el paciente al borde de la camilla.

PT: bipedestación o sedestación en el lado homolateral. La mano proximal en el codo del paciente, y la mano distal superpuesta en la cara dorsal y en los dedos del paciente.

Parámetros de elongación: se realiza una extensión de codo, pronación de antebrazo y flexión palmar de muñeca y de dedos (fig. 18-10).

Ejecución:

1. El paciente intenta extender los dedos y la muñeca mientras el terapeuta resiste el movimiento con su mano distal durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción y el terapeuta aumenta la flexión de muñeca y dedos durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

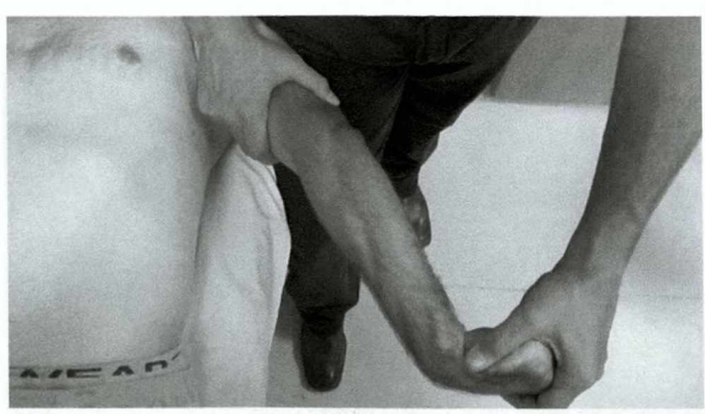


Figura 18-10. Estiramiento de la musculatura extensora de la muñeca y los dedos.

18.7.7 ESTIRAMIENTO DE LA MUSCULATURA FLEXORA DE LA MUÑECA Y LOS DEDOS

PP: decúbito supino con el paciente al borde de la camilla.

PT: bipedestación o sedestación en el lado homolateral. La mano proximal en el codo del paciente, y la mano distal superpuesta en la cara palmar y en los dedos del paciente.

Parámetros de elongación: extensión de codo, supinación del antebrazo y extensión de muñeca y dedos (fig. 18-11).

Ejecución:

1. El paciente intenta flexionar los dedos y la mano mientras que el terapeuta resiste el movimiento con su mano distal durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción, y el terapeuta aumenta la extensión de muñeca y dedos durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.8 ESTIRAMIENTOS MUSCULOTENDINOSOS DEL MIEMBRO INFERIOR

18.8.1 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO CUÁDRICEPS

PP: decúbito lateral con la pierna que se va a tratar en la parte superior. El miembro inferior, en contacto con la camilla en triple flexión para dar estabilidad al paciente.

PT: bipedestación posterior al paciente. La pierna del paciente hace contacto con la cara anterior del muslo del fisioterapeuta. Una mano estabiliza la parte posterior de la pelvis y la otra mano hace contacto con la rodilla.

Parámetros de elongación: extensión de cadera y flexión de rodilla (fig. 18-12).

Ejecución:

1. El paciente realiza una contracción en extensión de rodilla durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción y el terapeuta aumenta la flexión de rodilla (6-8 s).
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.8.2 ESTIRAMIENTO DE LA MUSCULATURA ISQUIOTIBIAL

PP: decúbito supino, cadera flexionada y rodilla extendida o ligeramente flexionada.



Figura 18-11. Estiramiento de la musculatura flexora de la muñeca y los dedos.

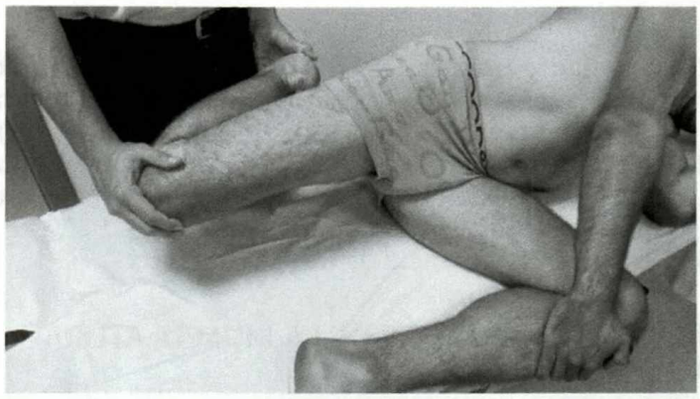


Figura 18-12. Estiramiento del músculo cuádriceps.

PT: bipedestación homolateral al lado que se va a tratar. El terapeuta sujeta el miembro inferior, tanto por la cara posterior de la pierna como por la cara anterior del muslo, de forma que la rodilla quede en extensión o con leve flexión. La pierna del paciente se puede apoyar sobre el hombro del terapeuta.

Parámetros de elongación: extensión máxima de rodilla y flexión cadera (fig. 18-13).

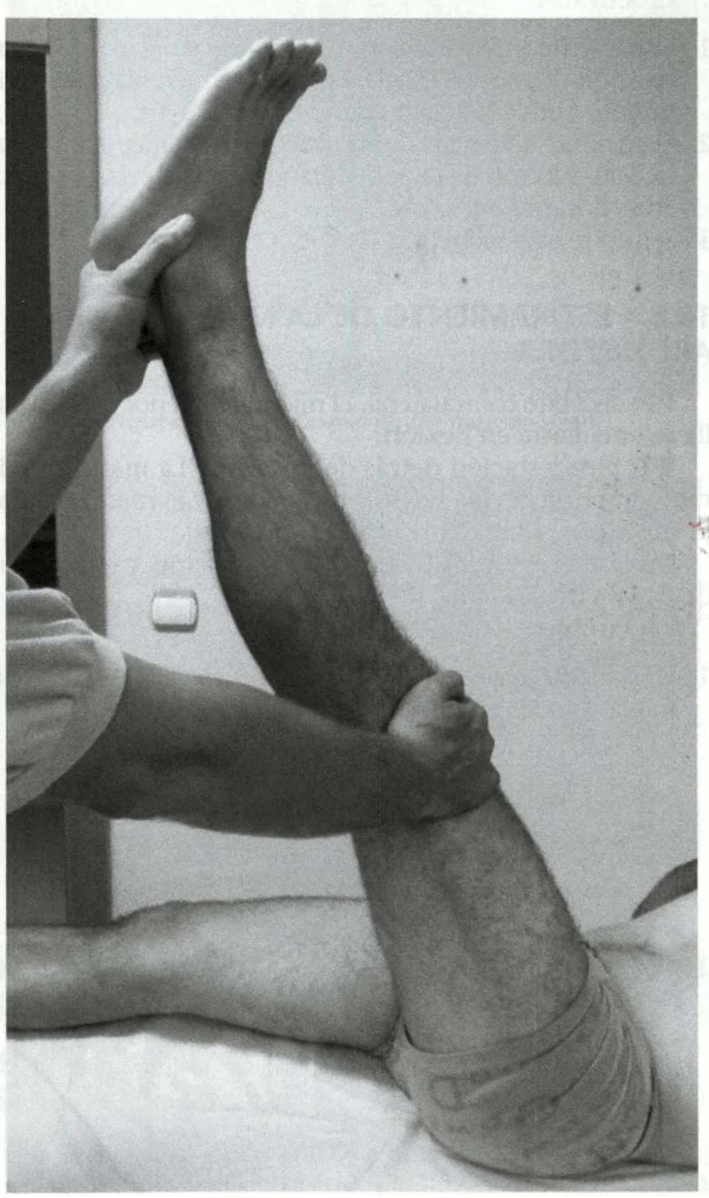


Figura 18-13. Estiramiento de la musculatura isquiotibial.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Ejecución:

1. El paciente intenta llevar el talón hacia su glúteo mediante contracción isométrica mientras el terapeuta resiste el movimiento con el hombro o la mano (3-4 s).
2. El paciente detiene la contracción, y el fisioterapeuta aumenta la flexión de la cadera realizando un adelantamiento de su cuerpo durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.8.3 ESTIRAMIENTO DE LA MUSCULATURA ADUCTORA

PP: decúbito supino con la pierna contralateral por fuera de la camilla.

PT: bipedestación, lado homolateral. La mano craneal estabiliza la pelvis, mientras que la caudal se dispone sobre el tercio distal del muslo o de la pierna que se quiere estirar.

Parámetros de elongación: abducción máxima de cadera (fig. 18-14). Se puede inducir una rotación externa para ejercer más tensión en el recto interno (fig. 18-15), o rotación interna para introducir más tensión en el pectíneo.

Ejecución:

1. El paciente intenta llevar el pie hacia su otro pie (contracción-aducción) mientras el terapeuta resiste el movimiento con la mano en cuna durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción, y el terapeuta aumenta la abducción de cadera dejando caer su cuerpo hacia atrás durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.8.4 ESTIRAMIENTO DE LA MUSCULATURA ABDUCTORA

PP: decúbito contralateral. El miembro inferior de la camilla se encuentra en flexión.

PT: bipedestación detrás del paciente. La mano proximal estabiliza la cara lateral de la pelvis y la mano caudal se posiciona sobre el tercio distal del muslo.

Parámetros de elongación: aducción y extensión de cadera (fig. 18-16).

Ejecución:

1. El paciente realiza una contracción elevando la pierna hacia el techo durante 3-4 s.

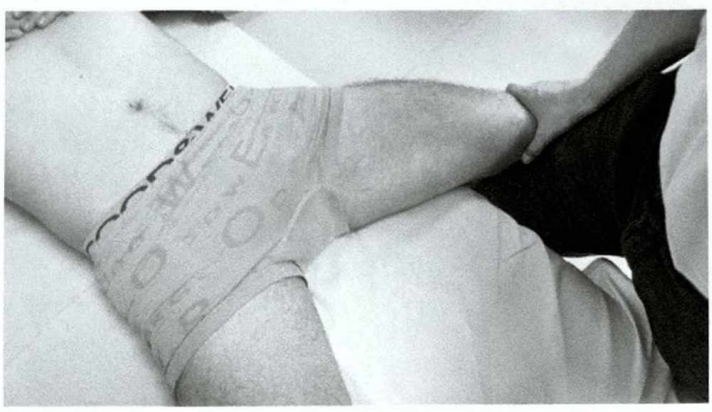


Figura 18-14. Estiramiento de la musculatura aductora.

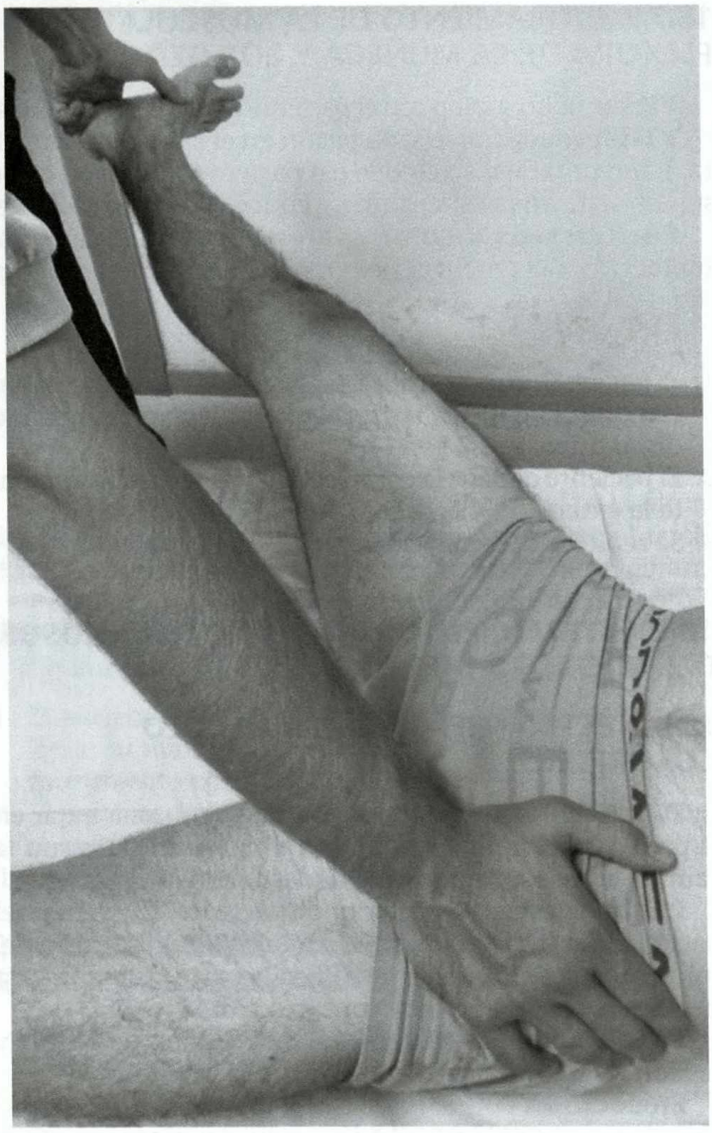


Figura 18-15. Estiramiento de la musculatura aductora (recto interno).

2. El paciente detiene la contracción y el terapeuta aumenta la aducción de cadera durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.8.5 ESTIRAMIENTO DEL TRÍCEPS SURAL

PP: decúbito prono con los pies sobresaliendo del extremo de la camilla.

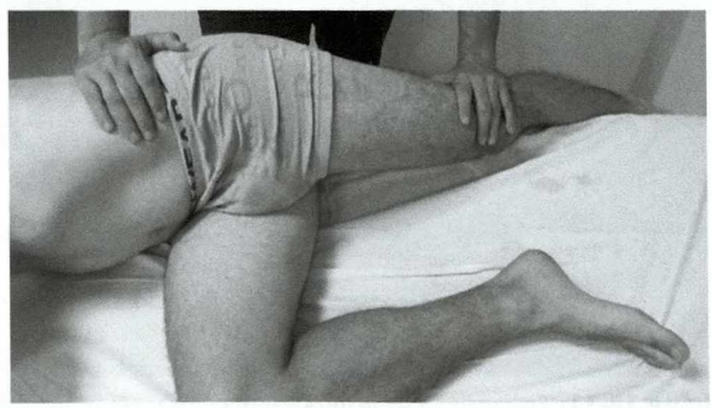


Figura 18-16. Estiramiento de la musculatura abductora.



Figura 18-17. Estiramiento de los músculos gemelos.

PT: bipedestación a los pies del paciente, apoyando la parte superior de su muslo contra la planta del pie del paciente.

Parámetros de elongación: flexión dorsal de tobillo, extensión de rodilla (fig. 18-17).

Ejecución:

1. El paciente empuja con su pie hacia el muslo del terapeuta (3-4 s).
2. El paciente detiene la contracción y el terapeuta aumenta la flexión dorsal de tobillo empujando hacia craneal con su muslo durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.8.6 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO SÓLEO

PP: decúbito prono con flexión de rodilla a 90°.

PT: a los pies del paciente. Una mano estabiliza en el tercio distal de la pierna y el antebrazo del otro miembro superior hace contacto con la cara plantar del pie.

Parámetros de elongación: flexión dorsal de tobillo (fig. 18-18).

Ejecución:

1. El paciente empuja su pie contra el antebrazo del terapeuta intentado llevar el pie hacia el techo durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción, y el terapeuta aumenta la flexión dorsal del tobillo mediante un empuje de su antebrazo hacia el suelo durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.8.7 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO TIBIAL ANTERIOR

PP: decúbito supino, rodilla en extensión, con el pie por fuera de la camilla.

PT: bipedestación a los pies de la camilla. La mano caudal sujeta el pie por su borde interno, y la mano craneal se posiciona en la parte distal de la pierna.

Parámetros de elongación: flexión plantar, pronación y abducción de pie (fig. 18-19).

Ejecución:

1. El paciente realiza una contracción isométrica intentando llevar su pie hacia el techo durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción, y el terapeuta aumenta la flexión plantar de tobillo durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

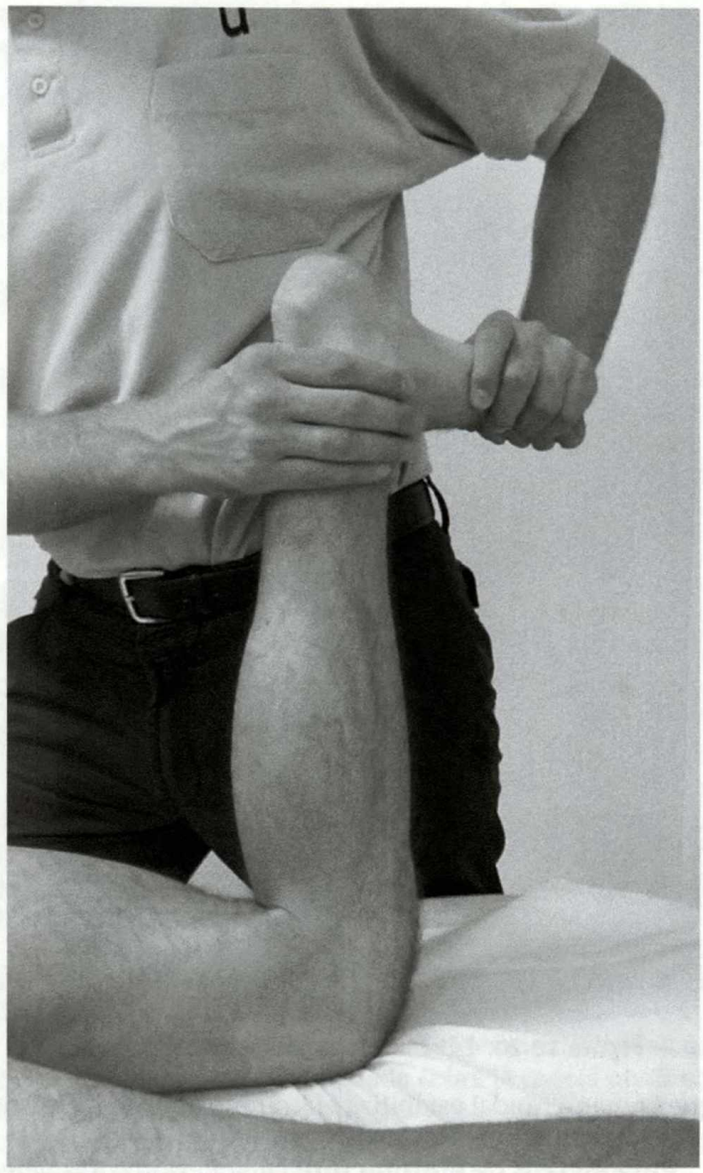


Figura 18-18. Estiramiento del músculo sóleo.

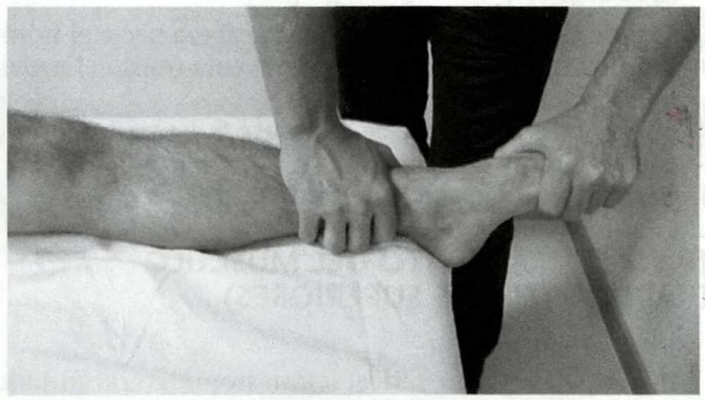


Figura 18-19. Estiramiento del músculo tibial anterior.

18.9 ESTIRAMIENTOS MUSCULOTENDINOSOS DEL CUELLO

18.9.1 ESTIRAMIENTO DE LOS MÚSCULOS ESCALENOS

PP: decúbito supino en posición neutra.

PT: sedestación detrás del paciente. La mano craneal hace contacto con la cara lateral de la cabeza, mientras

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 18-20. Estiramiento de los músculos escalenos.

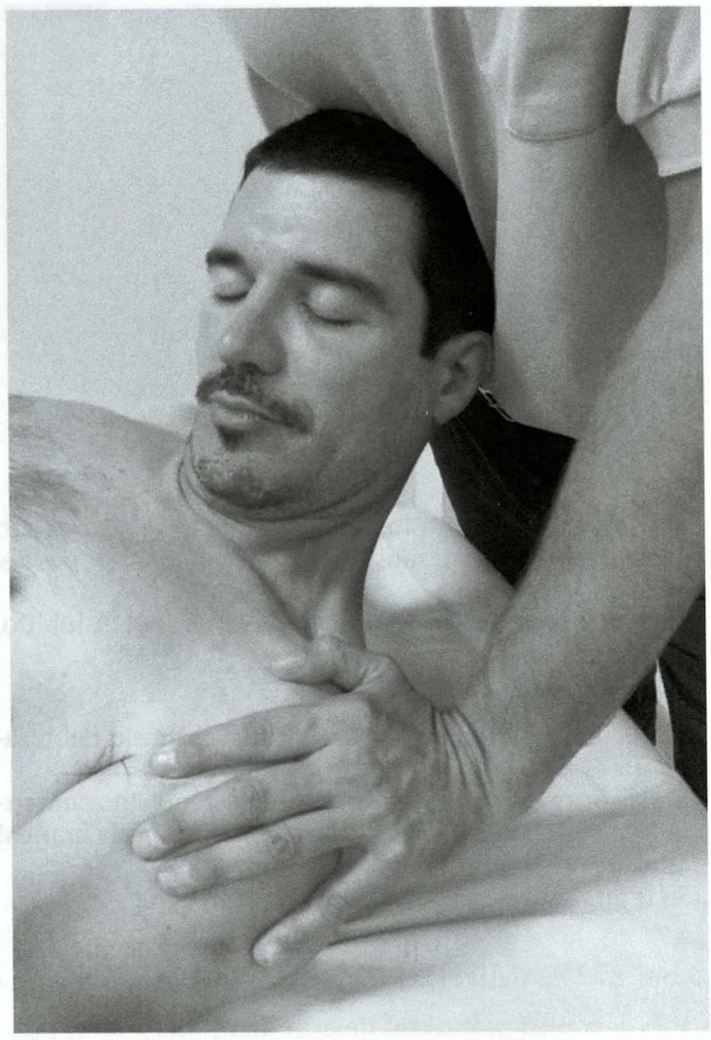


Figura 18-21. Estiramiento del músculo trapecio, fibras superiores.

que la mano caudal estabiliza el hombro a nivel de la articulación acromioclavicular.

Parámetros de elongación: lateroflexión contralateral y ligera extensión de cabeza y cuello (fig. 18-20).

Ejecución:

1. Se pide al paciente que acerque la cabeza hacia el hombro homolateral, mientras el terapeuta resiste el movimiento durante 3-4 s.
2. El paciente se relaja y se aumenta la lateroflexión de cuello durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.9.2 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO TRAPECIO (FIBRAS SUPERIORES)

PP: decúbito supino.

PT: bipedestación/sedestación, homolateral al lado que se quiere estirar. La mano craneal sostiene la cabeza del paciente con la ayuda del esternón, mientras la mano caudal estabiliza el hombro del lado que se va a tratar.

Parámetros de elongación: inclinación contralateral, rotación homolateral y flexión de cabeza y cuello (fig. 18-21).

Ejecución:

1. El paciente lleva el hombro hacia su oreja para contraer el músculo (3-4 s).
2. El paciente detiene la contracción, momento en que el terapeuta aumenta el grado de estiramiento realizando un empuje caudal del hombro durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.9.3 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO ANGULAR DE LA ESCÁPULA

PP: decúbito supino o sedestación.

PT: bipedestación por detrás del paciente (con posibilidad de utilizar su esternón sobre la cabeza del paciente). La mano medial hace contacto con la parte posterior de la cabeza, y la mano lateral se posiciona sobre la parte superior del hombro.

Parámetros de elongación: lateroflexión y rotación contralateral, flexión de cabeza y cuello (fig. 18-22).

Ejecución:

1. El paciente lleva el hombro a su oreja para que se produzca una contracción isométrica del músculo durante 3-4 s.
2. El paciente se relaja y el terapeuta aumenta el grado de estiramiento en lateroflexión durante 6-8 s.
3. Se repite la secuencia de tres a cuatro veces.

18.9.4 ESTIRAMIENTO DE LOS MÚSCULOS EXTENSORES CERVICALES (ESPINALES)

PP: decúbito supino, con la cabeza lo más próxima posible al borde de la camilla.

PT: bipedestación, detrás del paciente. Las manos se colocan cruzadas de forma que la mano izquierda hace contacto con el hombro derecho y la mano derecha con el hombro izquierdo.

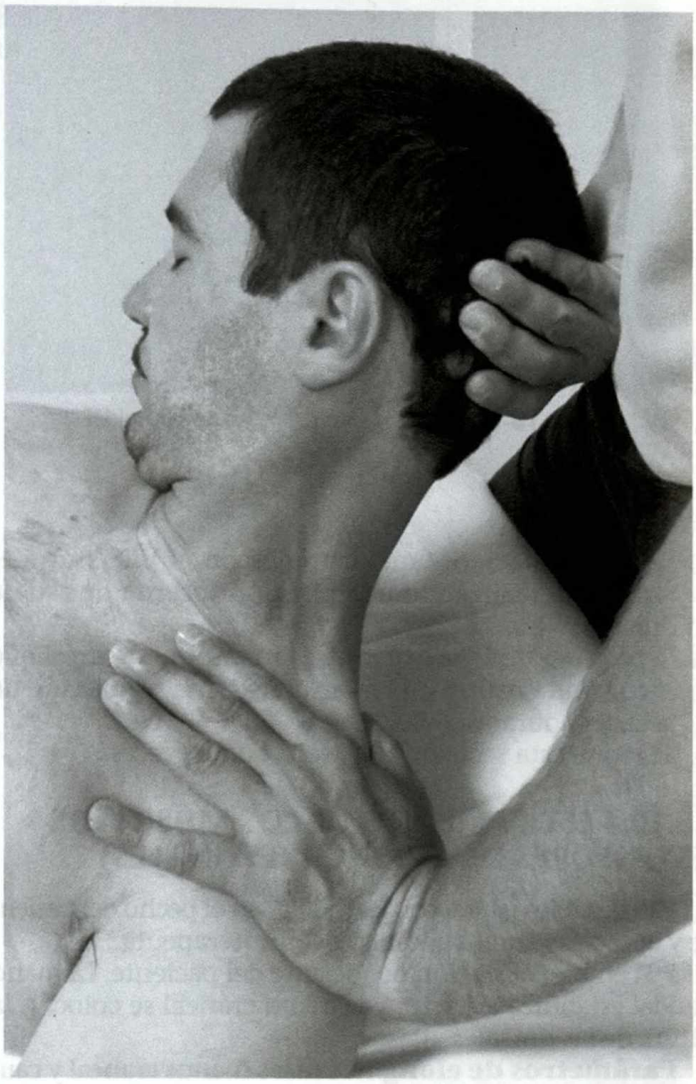


Figura 18-22. Estiramiento del músculo angular de la escápula.

Parámetros de elongación: flexión de cabeza y cuello (fig. 18-23).

Ejecución:

1. El paciente empuja con la cabeza contra los brazos del terapeuta durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción, momento en el que el terapeuta aumenta la flexión de cuello durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

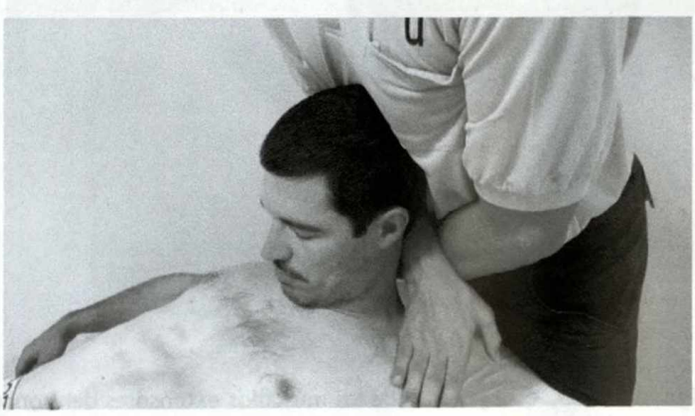


Figura 18-23. Estiramiento de los músculos extensores cervicales (espinales).

18.9.5 ESTIRAMIENTO DE LOS MÚSCULOS SUBOCCIPITALES

PP: decúbito supino.

PT: sedestación, craneal a la cabeza del paciente. La mano posterior hace contacto con los pulpejos de los dedos sobre los relieves del occipital, y la mano anterior hace contacto sobre la frente del paciente.

Parámetros de elongación: flexión de la cabeza, no del cuello (fig. 18-24).

Ejecución:

1. Se indica al paciente que dirija la mirada hacia el techo, realizando una contracción isométrica en extensión de cabeza durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción y el terapeuta aumenta la flexión de cabeza, no de cuello, durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.10 ESTIRAMIENTOS MUSCULOTENDINOSOS DEL TRONCO

18.10.1 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO CUADRADO LUMBAR

PP: decúbito contralateral, con el cuerpo del paciente al borde de la camilla. La pierna contralateral se posiciona en flexión, mientras que la pierna del lado que se quiere tratar se deja caer por fuera de la camilla sin que la pierna de abajo dificulte la caída.

PT: bipedestación, por delante del paciente, con una mano fijando las últimas costillas y la otra a la altura de la cresta ilíaca.

Parámetros de elongación: el terapeuta realiza un estiramiento con la mano situada sobre la cadera en dirección caudal, y con la mano que está en la parrilla costal hacia craneal realizando una inclinación contralateral (fig. 18-25).

Ejecución:

1. El paciente realiza una inclinación de cuerpo homolateral, es decir, ha de llevar la pelvis hacia su tórax, ofreciéndole resistencia con la mano situada en la pelvis durante 3-4 s.
2. El paciente relaja, y el terapeuta aumenta la inclinación contralateral intentando separar la distancia entre sus manos durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

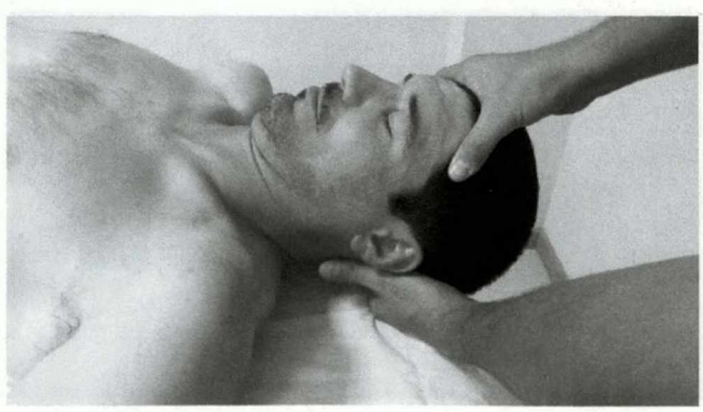


Figura 18-24. Estiramiento de los músculos suboccipitales.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 18-25. Estiramiento del músculo cuadrado lumbar.

18.10.2 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO PSOAS ILÍACO

PP: decúbito supino con las piernas fuera de la camilla. El paciente flexiona la cadera y la rodilla de la otra pierna intentado llevarla al pecho. La pierna que se quiere estirar se posiciona relajada colgando de la camilla.

PT: homolateral al estiramiento. Una mano estabiliza sobre la cara anterior de la rodilla contralateral y la otra mano contacta con la cara anterior del muslo.

Parámetros de elongación: extensión de cadera (fig. 18-26).

Ejecución:

1. Se pide al paciente que lleve la rodilla homolateral hacia el techo, empujando contra la mano caudal del fisioterapeuta durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción, momento en el que el terapeuta aumenta el grado de estiramiento mediante un empuje hacia el suelo durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.10.3 ESTIRAMIENTO DEL MÚSCULO PIRAMIDAL

PP: decúbito supino con la cadera en flexión de 90°, rodilla flexionada y la pierna cruzada sobre el tronco.

PT: bipedestación en el lado contrario, estabilizando la pelvis homolateral con una mano, y la otra cogiendo la pierna del paciente.

Parámetros de elongación: se realiza una rotación externa y aducción de cadera (fig. 18-27).

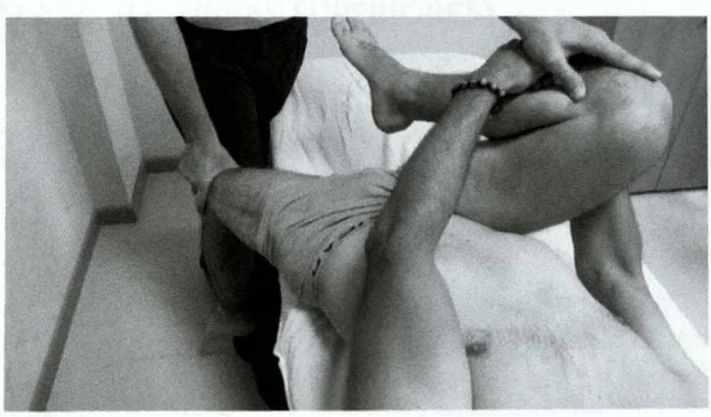


Figura 18-26. Estiramiento del músculo psoas ilíaco.

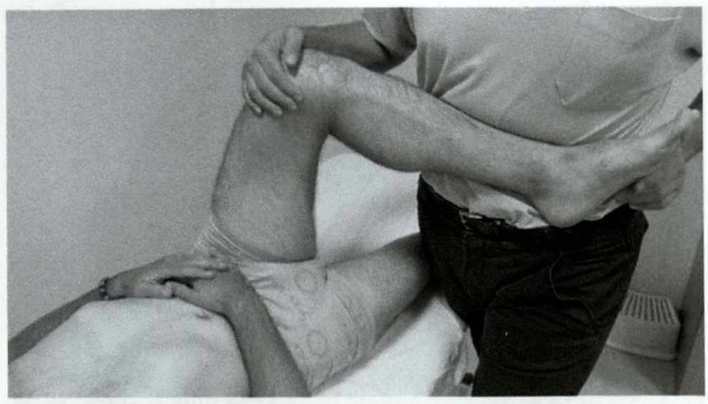


Figura 18-27. Estiramiento del músculo piramidal.

Ejecución:

1. Se pide al paciente que empuje con el pie contra el terapeuta, realizando una rotación interna de cadera durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción, momento en el que el terapeuta realiza una rotación externa y aducción de la cadera durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.

18.10.4 ESTIRAMIENTO DE LOS MÚSCULOS EXTENSORES DEL TRONCO (ESPINALES)

PP: decúbito lateral con las rodillas en el pecho del paciente y apoyadas en el abdomen del fisioterapeuta.

PT: en bipedestación por delante del paciente. La mano caudal estabiliza el sacro, y la mano craneal se coloca a la altura de las dorsales altas.

Parámetros de elongación: las manos craneal y caudal intentan realizar la máxima flexión de tronco posible (fig. 18-28).

Ejecución:

1. El paciente empuja con sus rodillas contra el abdomen del fisioterapeuta para intentar extender el tronco, y el terapeuta realiza una resistencia con su cuerpo y sus manos durante 3-4 s.
2. El paciente detiene la contracción, momento en el que el terapeuta aumenta la flexión de tronco con sus manos y su abdomen durante 6-8 s.
3. Se repite esta secuencia de tres a cuatro veces.



Figura 18-28. Estiramiento de los músculos extensores del tronco (espinales).

Bibliografía

1. Alter MJ. Los estiramientos. Bases científicas y desarrollo de ejercicios. Barcelona: Paidotribo; 2000.
2. Fryer G, Fossum M. Técnicas de energía muscular. En: Fernández de las Peñas C, Arendt-Nielsen L, Gerwin RD, editores. Cefalea tensional y de origen cervical: fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. Barcelona: Elsevier España; 2010.
3. Blum B. Los estiramientos. Barcelona: Hispano Europea; 1998.
4. Esnault M, Viel E. Stretching (Estiramientos miotendinosos). Barcelona: Masson; 1999.
5. Oswald C, Bacso S. Stretching. Barcelona: Paidotribo; 2000.
6. Gutiérrez Nieto M, Novoa Castro B, Pérez Fernández MR, Lantarón Caeiro EM, González Represas A. Propuesta de clasificación de las técnicas de estiramiento en fisioterapia. Fisioterapia 2003;25:199-208.
7. McAtee R, Charland J. Estiramientos facilitados. Barcelona: Paidotribo; 2000.
8. Neiger H. Estiramiento analíticos manuales. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 1998.
9. Esnault M. Estiramientos analíticos en fisioterapia activa. Barcelona: Masson; 1996.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Capítulo 19
Inmovilizaciones terapéuticas

PABLO CÉSAR GARCÍA SÁNCHEZ • JUAN DEL RIEGO CUESTA •
ANA RAMÍREZ ADRADOS • RAQUEL PANIAGUA DE LA CALLE

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

19.1 INTRODUCCIÓN

19.2 INMOVILIZACIÓN TERAPÉUTICA
19.2.1 Concepto y modalidades de inmovilización
19.2.2 Efectos de la inmovilización
19.2.3 Estabilidad articular y posición de protección, de reposo y funcionalidad

19.3 LOS VENDAJES EN FISIOTERAPIA
19.3.1 Clasificación y efectos fisiológicos de los vendajes
19.3.2 Materiales de los vendajes
19.3.3 Vendajes funcionales clásicos
19.3.4 Vendajes especiales
19.3.5 Vendajes funcionales clínicos

19.4 ORTESIS
19.4.1 Clasificación de las ortesis
19.4.2 Efecto, indicaciones y contraindicaciones de las ortesis
19.4.3 Materiales de las ortesis

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conocer y comprender el concepto y las modalidades de inmovilización articular terapéutica como una forma de cinesiterapia pasiva.
- Conocer los principales efectos fisiológicos, indicaciones y contraindicaciones de las modalidades de inmovilización articular terapéutica.
- Conocer y comprender los principios terapéuticos y la aplicación clínica de los diferentes vendajes funcionales en fisioterapia.
- Conocer y comprender los principios terapéuticos y la aplicación clínica de las diferentes ortesis en fisioterapia.

19.1 INTRODUCCIÓN

La articulación permite el movimiento a través de la transmisión de fuerzas desde la contracción muscular, y lo limita a unos determinados grados de movimiento. La valoración de esta función en fisioterapia ha de incluir no solo la cantidad de este movimiento, sino también la integridad de sus tejidos, su calidad y los síntomas asociados durante todo el arco y al final de este. Esto se realiza mediante herramientas como la observación, la palpación, la goniometría, la cinta métrica y la «sensación terminal» o *end feel*. Además, habrá que considerar también la valoración del juego articular accesorio mediante pruebas ortopédicas de tracción y traslación articular y su *end feel*. Todos estos conceptos se han abordado ya en capítulos anteriores.

La aplicación de vendajes funcionales y las ortesis en fisioterapia pueden ser útiles en caso de disfunción de la articulación, fundamentalmente en distintas situaciones: hipermovilidad patológica, protección de la integridad de los tejidos, y manejo del dolor. Además, tienen una función preventiva y de corrección postural. A través de distintos grados de inmovilización, los pacientes pueden beneficiarse al disminuir su grado de discapacidad tanto en sus actividades diarias como en su participación social.

19.2 INMOVILIZACIÓN TERAPÉUTICA

19.2.1 CONCEPTO Y MODALIDADES DE INMOVILIZACIÓN

La inmovilización terapéutica puede definirse como la limitación de movimiento con un objetivo recuperador, pero no implica necesariamente la pérdida de dicha capacidad. El ser humano es un organismo de funcionamiento complejo con capacidad para moverse. El movimiento es posible gracias a la interacción entre los aparatos que lo constituyen (cardíaco, circulatorio, respiratorio, locomotor, etc.); sin embargo, en determinadas circunstancias, esta capacidad puede verse alterada y estar recomendado algún tipo de inmovilización. De manera genérica, las distintas posibilidades de inmovilización pueden clasificarse en función del tiempo y de la cantidad de movimiento permitido:

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

- *Inmovilización prolongada:* requiere un encamamiento durante un tiempo.
- *Inmovilización parcial:* limita el movimiento de una articulación o los movimientos de una o varias articulaciones. Dentro de esta opción podemos diferenciar:
  - *Inmovilización absoluta:* impide todos los movimientos de una o varias articulaciones; por ejemplo, una escayola completa.
  - *Inmovilización relativa o funcional:* imposibilita o limita algún movimiento de una articulación, aunque permite otros que no estresan los tejidos lesionados. Por ejemplo, un vendaje funcional clásico.

Esta limitación del movimiento puede aplicarse en forma de reposo general o mediante la acción de mecanismos externos.

19.2.2 EFECTOS DE LA INMOVILIZACIÓN

La inmovilización prolongada puede tener consecuencias *generales* muy negativas a distintos niveles:

- A nivel óseo: la inmovilización y la ausencia de carga favorecen la osteoporosis.
- A nivel respiratorio: la retención del moco y posible disnea al respirar[1].
- A nivel circulatorio: se enlentece el retorno venoso, con las posibles complicaciones de trombosis venosa profunda y accidentes vasculares.
- A nivel digestivo: disminuye el peristaltismo intestinal, puede aparecer estreñimiento.
- A nivel genitourinario: déficit renal, disminución de la diuresis, retención de la orina y mayor riesgo de infección.
- A nivel de la piel: la humedad y el contacto de relieves óseos con superficies duras favorecen la aparición de úlceras de decúbito y su infección[2].
- A nivel sensorial: disminuyen el equilibrio y la coordinación.
- A nivel social y psicológico: en inmovilizados de larga duración, puede producirse una pérdida de las relaciones sociales y una disminución de la autoestima, la colaboración, y abandono del aseo diario e incluso depresión.

Cuando existe sobrecarga o rotura de los tejidos, es recomendable cierto tiempo de inmovilización de la zona afectada en las primeras fases de la reparación tisular. La prescripción de este período de reposo vendrá estipulada fundamentalmente por las características del paciente y por el tipo y grado de lesión que presente. Sin embargo, un tiempo excesivo de inmovilización y el reposo de estructuras no lesionadas provocará una serie de cambios tisulares y fisiológicos locales:

1. Desarrollo y depósito «caótico» de fibras de tejido conjuntivo (provocando adherencias).
2. Deshidratación, adelgazamiento y desorganización de las fibras de colágeno de la cápsula, la membrana sinovial y los ligamentos, con debilidad de dichas estructuras.
3. Aumento de la viscosidad del líquido sinovial.
4. Pérdida de hidratación y deterioro del cartílago.
5. Atrofia y pérdida de fuerza muscular.
6. Disminución del control motor sobre la zona.
7. Enlentecimiento de la circulación arterial, venosa y linfática.
8. Pérdida de la capacidad de elongación muscular[3].

Para evitar estos efectos no deseados, es recomendable una inmovilización parcial exclusivamente de aquellos tejidos que lo necesiten. Los vendajes funcionales y las ortesis tienen este papel dentro del tratamiento con fisioterapia, en los procesos de alteración de la homeostasis y reparación tisular de los tejidos blandos, fundamentalmente en el tejido musculoesquelético. Hay evidencia científica de que aplicados de manera adecuada pueden producir:

1. Una disminución ligera de los tiempos de recuperación.
2. Una mejora de la calidad de la reparación tisular, comparada con técnicas de inmovilización total.
3. Un aumento de la calidad de vida de los pacientes.
4. Una disminución en las probabilidades de recaída y recidiva.

El cuerpo tiene un potencial muy alto de reparación. Aunque la reparación de los tejidos depende de muchos factores, los tiempos de reparación habituales son bastante fijos. Durante las cuatro fases de la reparación, estas técnicas ayudan a conseguir algunos de los objetivos específicos de cada una de ellas[4]. Por ejemplo, dentro del protocolo PRICE, en la protección, reposo y compresión. La tabla 19-1 refleja cada uno de estos objetivos durante las fases hemorrágica, de inflamación, proliferación y remodelación de reparación de los tejidos.

TABLA 19-1 **EFECTOS DE LAS FASES HEMORRÁGICA (1.ª), INFLAMATORIA (2.ª), PROLIFERATIVA (3.ª) Y REMODELADORA (4.ª) DE LA REPARACIÓN TISULAR DE UN TEJIDO**

	1.ª	2.ª	3.ª	4.ª
Reducir el dolor y la tumoración debido al trauma y la inflamación	X	X		
Limitar y reducir los exudados y demandas metabólicas	X	X		
Evitar el edema	X	X		
Disminuir el edema si existiera			X	
Proteger el tejido lesionado de nuevas lesiones	X	X	X	
Proteger el tejido cicatricial de alteraciones	X	X		
Favorecer el crecimiento de tejido nuevo y la realineación de fibras	X	X		
Favorecer la proliferación y remodelación tisular			X	X
Graduación de la carga/estrés			X	
Mejorar la función			X	
Maximizar la función				X
Valorar ciertos niveles de protección frente a la actividad			X	X

En cuanto al manejo del dolor, dependiendo de su categoría, estas herramientas pueden aportar efectividad a su tratamiento. Dentro de las categorías de dolor *nociceptivo mecánico, nociceptivo isquémico* y *nociceptivo neurógeno* ayudarán reduciendo el estrés de los tejidos o disminuyendo las consecuencias de la inflamación. Dentro de la categoría de dolor por alteración de la *modulación,* el vendaje funcional puede tener efectos psicológicos positivos al ayudar a disminuir la ansiedad.

En cualquier recuperación, pero especialmente cuando estamos aplicando ortesis o vendajes funcionales, el terapeuta debe estar alerta ante lo que se conoce como *período de vulnerabilidad.* Es habitual que, una vez que el paciente lleva regularmente cualquiera de estas dos inmovilizaciones parciales, nos encontremos con un período de tiempo en el que la sintomatología disminuye significativamente, aparentando que el paciente ya está recuperado, cuando en realidad los tejidos no están todavía preparados para soportar una actividad normal. Esto es muy significativo, sobre todo con el dolor. Si no pensamos en la reparación tisular y solo pensamos en el dolor, puede existir un enorme riesgo de recaída si retiramos prematuramente nuestras medidas.

19.2.3 ESTABILIDAD ARTICULAR Y POSICIÓN DE PROTECCIÓN, DE REPOSO Y FUNCIONALIDAD

La cantidad de movimiento al final de un movimiento fisiológico y la cantidad y calidad del juego articular de los movimientos accesorios marcan de forma clara la *estabilidad* de la articulación. La estabilidad dependerá fundamentalmente de todas las estructuras que lo componen, incluidos los músculos que la rodean y los tendones que se insertan en ella.

Según el concepto de «movilidad terapéutica» (v. cap. 3), las articulaciones pueden presentar una amplitud de movimiento y un juego articular normal, disminuido (hipomóvil) o aumentado (hipermóvil). Cada articulación tiene una estabilidad característica y específica, aunque siempre deberemos estar atentos a pequeñas variaciones marcadas por la edad, la genética, el sexo y el tipo y el grado de actividad de nuestros pacientes.

Funcionalmente, la estabilidad articular tiene dos componentes:

1. *Estabilidad pasiva o mecánica:* aportada por la tensión de los tejidos propios de la articulación o el choque entre las estructuras óseas.
2. *Estabilidad activa o funcional:* aportada por el tono y la contracción muscular, a través del control neural.

Los vendajes y las ortesis se oponen a esta hipermovilidad patológica de dos maneras:

1. Ayudando a los componentes pasivos: limitando físicamente el punto final del recorrido o juego articular.
2. Ayudando a estructuras activas: estimulando exteroceptiva y propioceptivamente para controlar de manera más eficiente la amplitud y el límite de movimiento.

Entendemos por *posición de protección* de los tejidos en un vendaje funcional, la posición límite a la que puede llegar sin que se ponga en riesgo la salud de los tejidos que queremos proteger por estrés mecánico. Dependerá del tejido lesionado y del momento en que se encuentre en su proceso de reparación. Teniendo en cuenta la fisiología articular, se disponen las tiras alrededor de la articulación para permitir el movimiento justo hasta el punto en el que las estructuras diana empiezan a recibir un estímulo excesivo. Habitualmente, el tejido muscular y el capsuloligamentoso lesionado se colocan en una posición de acortamiento. De este modo se mantiene la fisiología y la vascularización de los tejidos lesionados, y se permite una mejor cicatrización y orientación de las fibras, minimizando el riesgo de recaída.

Normalmente, entendemos por *posición de reposo* en una ortesis, la posición en la que vamos a colocar la articulación para evitar una deformidad, bloquear el movimiento o estabilizarla. La posición de inmovilización de la articulación también influirá, como ya hemos visto, en la consecuente rigidez articular. Por ejemplo, si una articulación se inmoviliza durante varios días en máxima extensión, una vez finalizada la inmovilización podemos encontrar una mayor resistencia de movimiento hacia la flexión, y viceversa. Otro problema que puede surgir con la inmovilización prolongada es la aparición de heridas y ampollas por roce y compresión de relieves óseos con las vendas y sus pliegues[5].

Finalmente, la *funcionalidad* de un vendaje vendrá dada por la capacidad de movimiento residual de un segmento corporal, garantizando la disminución del dolor, la limitación de la hipermovilidad patológica y la protección e integridad del tejido lesionado. De este modo habrá un movimiento protegido y limitado en su capacidad funcional, pero se permitirán el resto de movimientos de dicha articulación.

19.3 LOS VENDAJES EN FISIOTERAPIA

En cinesiterapia, los vendajes son una técnica fisioterapéutica de tratamiento funcional que, tal y como se ha comentado en este capítulo, procura evitar las conocidas consecuencias negativas de la inmovilización total sobre los diferentes tejidos blandos. Hoy en día, además del *vendaje funcional clásico* existen otras técnicas denominadas *vendajes especiales,* con las que se intenta mejorar la funcionalidad sin limitar el movimiento global. Los vendajes que se usan hoy en fisioterapia demuestran la evolución que ha tenido esta técnica desde las prácticas médicas del antiguo Egipto hasta hoy en día. El gran avance que se ha producido en las últimas décadas tiene su origen en Estados Unidos en la década de 1970, donde se comenzaron a desarrollar los vendajes funcionales. La evolución de las técnicas y materiales es muy rápida, sobre todo en el mundo del deporte profesional[5].

En este punto del capítulo vamos a desarrollar los vendajes funcionales y las técnicas especiales de uso más extendido. Los *objetivos de aplicación* generales son:

1. Fijar o estabilizar un segmento corporal con el fin de limitar parcial o totalmente su movimiento.
2. Tratar alteraciones a nivel neurofisiológico del músculo.
3. Tratar alteraciones de la fisiología articular, sustituyendo mecánicamente un tejido que se está reparando, o cambiar la biomecánica articular.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

4. Mejorar alteraciones del sistema linfático y circulatorio.
5. Mejorar la percepción del movimiento en el control neurológico y muscular, actuando y dando estímulos sobre propioceptores corporales.
6. Tratar alteraciones sobre la sensibilidad y en el tratamiento del dolor.

Las *indicaciones* generales de los vendajes funcionales derivan de estos objetivos. En cuanto a las *precauciones* y *contraindicaciones,* las más importantes son[6]:

1. Alergia a cualquiera de los materiales utilizados.
2. Patologías en las que sea obligatorio practicar una inmovilización total (fractura).
3. Fragilidad de la piel y afecciones dermatológicas importantes.
4. Heridas abiertas y/o infectadas sin que estas hayan sido cubiertas previamente.
5. Trastornos vasculares y neurógenos en los que se ponga en riesgo la vascularización tisular por compresión.

19.3.1 CLASIFICACIÓN Y EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LOS VENDAJES

Una forma clásica de clasificar los vendajes es siguiendo criterios históricos o de tendencias en el mundo de la fisioterapia:

- Vendajes funcionales clásicos: vendajes más habituales.
- Vendajes funcionales especiales: vendajes de aparición relativamente reciente.
- Vendajes clínicos.

Nosotros proponemos clasificar y describir los vendajes según los efectos fisiológicos que producen en el organismo. Se ha demostrado que el estímulo mecánico proporcionado por las tiras de *tape* puede provocar los siguientes efectos fisiológicos:

1. Efectos mecánicos:
   a. Cambios en la fisiología articular íntima a través del reposicionamiento de estructuras articulares.
   b. Cambios en la biomecánica articular.
   c. Descarga de tejidos sometidos a tensión:
      1) Dispersión de fuerzas.
      2) Refuerzo, sujeción y sustitución de las estructuras pasivas a través de la absorción de fuerzas.
   d. Contención y compresión.
2. Efectos neurofisiológicos.
   a. Alivio del dolor.
   b. Alteración de los patrones de reclutamiento muscular: facilitación e inhibición de la contracción y el tono.
   c. Mejora de la propiocepción y exterocepción (implica una reeducación y facilitación neurológica).
3. Efectos psicológicos.

No obstante, existe controversia en relación con todos los efectos, ya que la evidencia científica existente es baja o moderada, y los efectos se reducen solo a un número limitado de estudios utilizando unas determinadas técnicas. La tabla 19-2 refleja el tipo de efecto de cada uno de los vendajes.

19.3.2 MATERIALES DE LOS VENDAJES

Las vendas que se utilizan son las que se han fabricado para un fin sanitario y se caracterizan por estar confeccionadas con materiales hipoalergénicos, no oclusivos y que permiten la transpiración. Se utilizan para envolver una parte del cuerpo con diferentes fines. Las características, tamaños y cualidades de la venda son muy variables dependiendo del material con el que está fabricada, que suele ser habitualmente algodón o fibras sintéticas más o menos elásticas. A este material se le puede añadir una capa adhesiva. Por su grado de adherencia y su rigidez podemos hablar de:

- Adherencia: adhesivas, cohesivas y no adhesivas.
- Rigidez: elásticas o inelásticas.

1. *Venda rígida o inelástica adhesiva* (tape): tiene una cara adhesiva, está fabricada con un tejido similar al esparadrapo de tela y es inextensible tanto en anchura como en longitud. Es más difícil evitar la formación de pliegues, se adapta peor a las irregularidades anatómicas, y es ligeramente más difícil de manejar. Posee una *gran capacidad* estabilizadora y una acción antiedematosa menos importante. Suele fabricarse con diferentes anchos (entre 2 y 5 cm), aunque es relativamente fácil de rasgar con los dedos durante su aplicación, para adaptar las tiras a las irregularidades y relieves anatómicos.
2. *Venda elástica adhesiva:* tiene una cara con adhesivo, y aunque se fabrica con pegamentos hipoalergénicos no debe aplicarse directamente sobre la piel si existen problemas cutáneos (v. contraindicaciones). Se adapta bien a los relieves óseos, permite cierta libertad de

TABLA 19-2 **EFECTOS DE LOS VENDAJES FUNCIONALES CLÁSICOS Y ESPECIALES**

	VF	Kt	McConnell	Mulligan	Neuro
Cambios en la fisiología articular íntima	X		X	X	
Cambios en la biomecánica articular	X	X	X	X	
Dispersión de fuerzas	X				
Refuerzo y sustitución de las estructuras pasivas	X		X		
Contención y compresión	X				
Alivio del dolor	X	X		X	
Alteración de los patrones de reclutamiento muscular y tono	X	X	X		X
Mejora de la propiocepción y exterocepción	X	X	X	X	X
Efectos psicológicos	X				

Kt: Kinesio Taping®; VF: vendajes funcionales.

movimientos, es relativamente confortable, y tiene una *acción antiedematosa* importante. Su tamaño suele variar entre 4 y 7,5 cm de anchura y 4 y 5 m de longitud. Ha de cortarse con tijeras.

3. *Venda elástica cohesiva*: se fabrica en material sintético semielástico no adhesivo. Tiene un aspecto rugoso, sin pegamento en ninguna de las dos caras, aunque tiene la capacidad de adherirse sobre sí misma. Permite un modelado fácil sobre los relieves óseos, por lo que es relativamente confortable. Durante su aplicación se produce una «sensación elástica», que depende del material con el que esté fabricada la venda y de la tensión que se aplique. Tiene una *acción antiedematosa* relevante. También se corta con tijeras.
4. *Venda elástica no adhesiva:* se distingue por su elasticidad. También se llama hipoalérgica. Se fabrica entretejiendo algodón de diferentes densidades y fibras sintéticas elásticas. Es muy útil si se necesita aplicar presión. Es la venda indicada cuando el vendaje se aplica en las extremidades porque *facilita el retorno venoso.* Comúnmente denominada «venda de crepé», se fabrica con diferentes anchos, longitudes y densidades. Se utiliza mucho en el ámbito hospitalario para fijar férulas, cubrir apósitos, y en vendajes de contención. También ha de cortarse con tijeras, y al no ser adhesiva, ha de fijarse con esparadrapo, *tape* o unos enganches metálicos que se fabrican especialmente para ese fin.
5. *Otros materiales que se emplean en los vendajes funcionales*: la evolución de los vendajes funcionales hace que tengamos una serie de materiales que nos van a ayudar a realizar los vendajes de forma más eficiente, y a preparar y proteger la piel.
   a. Protección y preparación de la piel:
      1) Prevendaje o *pretape*: rollos finos de algodón o de otros materiales como el «papel pinocho» de celulosa, que cubren la zona que se quiere vendar para limitar una posible irritación de la piel al utilizar material adhesivo.
      2) Protección y preparación cutánea: *a)* gasas estériles para cubrir quemaduras y heridas; *b)* «protege tendones»: cuadrantes de material sintético para proteger la piel de roces y flictenas en regiones cutáneas de reflexión tendinosa (p. ej., tendón de Aquiles y tendón del músculo tibial anterior) donde la piel es muy elástica, móvil y sufre la compresión contra el vendaje de dentro afuera cuando los músculos se contraen, provocando el máximo apogeo de tendón y piel.
      3) Maquinillas rasuradoras: aunque no es imprescindible, si la piel está depilada, mejorará la adherencia y facilitará la retirada del vendaje.
      4) Espray adhesivo: se utiliza para aumentar la fijación de las tiras adhesivas a la piel para evitar rozaduras, que no se muevan los anclajes ni disminuya la eficacia de las tiras activas. Se utiliza también en zonas de mucha transpiración, como la planta del pie o la palma de la mano.
      5) Planchas de gomaespuma o *foam:* permiten que el vendaje se adapte mejor a relieves óseos; también se utilizan para aumentar la compresión del vendaje en un punto determinado o para permitir la circulación local en un vendaje compresivo.
   b. Retirada del vendaje: los vendajes funcionales pueden retirarse tira a tira, pero también pueden usarse:
      1) Tijeras con punta roma para evitar lesiones cutáneas al retirar y cortar el vendaje.
      2) Líquidos o aerosoles que ablandan y despegan el vendaje para facilitar su retirada.

19.3.3 VENDAJES FUNCIONALES CLÁSICOS

Son los vendajes utilizados habitualmente en el tratamiento y la prevención de lesiones dentro del ámbito deportivo, en traumatología y en el tratamiento de patologías con un origen mecánico. También se utilizan para estabilizar un segmento corporal con el fin de limitar uno de sus movimientos, sustituir o reforzar mecánicamente un tejido que se está reparando, o cambiar la biomecánica articular, mientras se permite el resto de movimientos.

La disposición espacial de una articulación a la hora de realizar una inmovilización parcial a través de un vendaje funcional depende de diferentes factores, como el tejido sobre el que se quiere incidir con la acción, la cinemática articular (teniendo en cuenta el mecanismo lesional) y la fisiología de los procesos reparadores del sistema musculoesquelético.

El comportamiento de los distintos tejidos del sistema musculoesquelético y su período de recuperación es distinto dependiendo del tejido lesionado y del período de reparación en el que se encuentre: muscular, tendinoso y capsuloligamentoso. Fijándonos además en el grado de rigidez-elasticidad del material utilizado, podemos diferenciar entre dos grandes grupos de aplicaciones. Los vendajes funcionales nos permiten la combinación de ambos materiales, lo que hace de ella una técnica muy versátil:

- El vendaje con predominio de material *rígido* se usa para aumentar la sujeción al máximo. Habitualmente, las tiras activas (estabilizadoras) son de material rígido o inelástico *(tape)* o material elástico adhesivo con más o menos tensión, de manera que se puede regular la sujeción y la rigidez del vendaje, dependiendo de los objetivos y necesidades que tengamos en ese momento.
- El vendaje con predominio de material *elástico* se utiliza para que la sensación de tope generado por la venda sea menos brusca o para aumentar el grado de compresión.

En cuanto a la función de las tiras en los vendajes funcionales, se pueden denominar:

1. *Anclajes:* tiras dispuestas a ambos extremos de la articulación, que permiten un mejor agarre de las tiras activas, evitando una tracción excesiva sobre la piel y repartiendo por toda su superficie las fuerzas de tracción. Se suelen colocar de una a tres tiras paralelas, con un solapamiento de al menos un 50%, y tapar por completo el prevendaje. Deberían ser además inextensibles en el sentido en el que las tiras activas ejercen sus esfuerzos de tracción, y se colocan de forma circular abierta, para evitar el compromiso circulatorio venoso.
2. *Tiras activas:* son las tiras responsables del efecto biomecánico. Normalmente se realizan con un tejido rígido o elástico. Se colocan solapadas entre sí y la resistencia mecánica es directamente proporcional al número de tiras activas que se colocan.
3. *Tiras de refuerzo:* tiras que complementan la acción mecánica principal de las tiras activas.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

4. *Tiras de cierre:* tiras que protegen la estructura del vendaje para mejorar su eficacia y evitar que se pierda su disposición con el uso. Aumentan también la cohesión y el efecto compresivo.

Una vez vistos los componentes y materiales habituales de los vendajes funcionales, vamos a enumerar las características que consiguen los efectos fisiológicos de los vendajes funcionales clásicos:

1. *Refuerzo, sujeción y sustitución de estructuras pasivas a través de la absorción de fuerzas:* normalmente se realiza con material rígido o elástico adhesivo con tensión. En el movimiento fisiológico articular, la sensación terminal habitual será elástica, pero si está aumentada y este aumento del rango de movimiento provoca dolor, con el vendaje funcional se suple o se refuerza la acción de un ligamento lesionado o incompetente que provoca la inestabilidad articular o hiperlaxitud capsuloligamentosa. En el movimiento de traslación articular, la sensación terminal habitual será firme, pero si está aumentada, con el vendaje funcional se suple o se refuerza la acción de un ligamento lesionado o incompetente que provoca inestabilidad articular o hiperlaxitud capsuloligamentosa (fig. 19-1).
2. *Cambios en la biomecánica articular:* normalmente se realiza con material rígido o elástico adhesivo con tensión. La aplicación de tiras puede modificar la biomecánica articular y los vectores de fuerza al limitar el movimiento o cambiar parcialmente el plano y el eje de estas con diferentes fines: proteger un tejido lesionado; suplir la acción de un ligamento permitiendo una función correcta e indolora, o reforzar la acción de un ligamento que no se encuentra todavía en condiciones de ser sometido a una solicitación mayor. Para ello, se necesita tener buen conocimiento de la fisiología articular de la articulación (figs. 19-2 y 19-3).
3. *Dispersión de fuerzas:* se realiza con material rígido o elástico adhesivo con tensión. Este tipo de vendaje se desarrolló como evolución de las ortesis que se fabricaron para este fin, adaptándose mejor a la región donde el paciente refiere dolor o impotencia funcional. Generalmente, se usan en el tratamiento de lesiones tendinosas y musculares para aliviar la tensión de la zona, haciendo que la acción de tracción y tensión del músculo sobre el tendón se disperse. Se ponen las tiras de forma transversal a la dirección de las fibras del tendón en el punto de mayor debilidad o dolor, y desde ahí se tensa bilateralmente comprimiéndolo, de modo que, cuando se tensa al contraerse el músculo en ese punto, las fuerzas se dispersen lateralmente (fig. 19-4).
4. *Contención y compresión:* normalmente se realiza con material elástico adhesivo o no adhesivo. En los casos cuya consecuencia sea un proceso inflamatorio o hay un proceso edematoso sea cual sea su origen (v. indicaciones y contraindicaciones), se pueden minimizar sus consecuencias, reduciendo las secuelas que de ambos procesos se derivan y así los tiempos de recuperación. La tensión de la venda hará que tenga un mayor o menor efecto. Normalmente se aplica la venda de manera que la compresión disminuya progresivamente de distal a proximal para no comprometer el retorno venoso y así

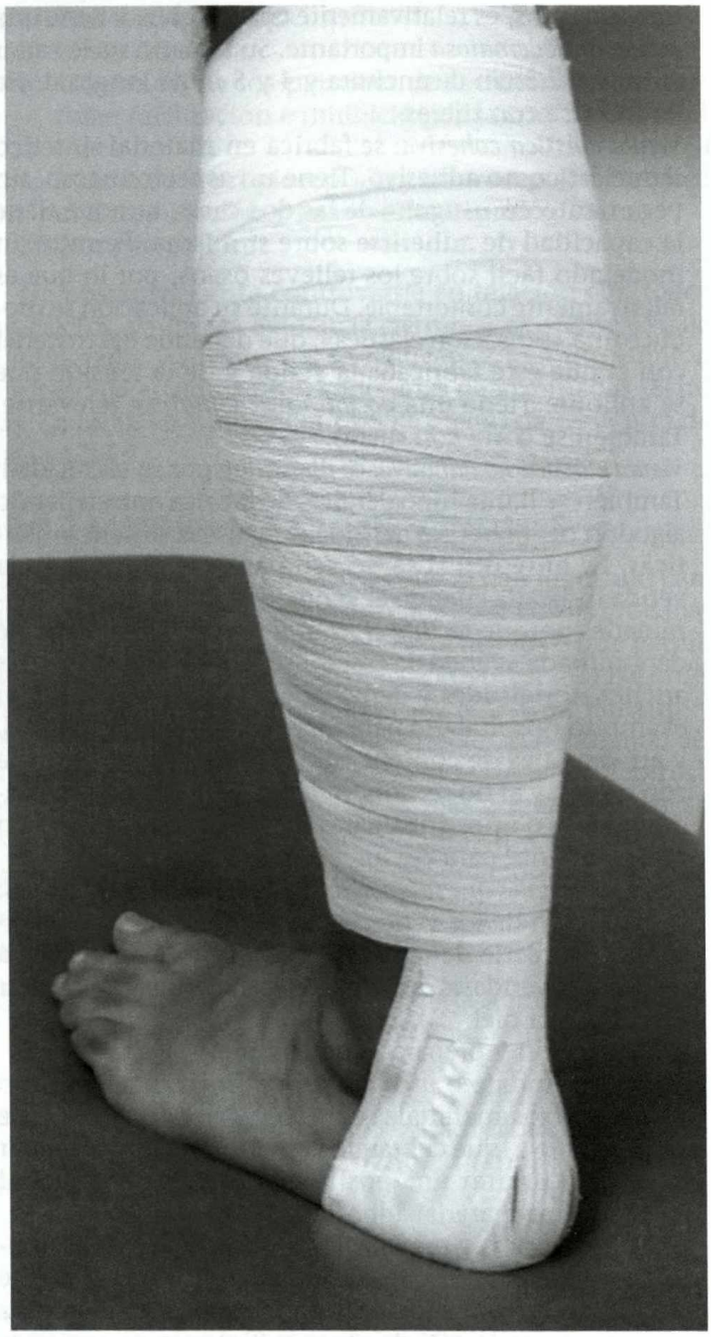


Figura 19-1. Vendaje funcional clásico de contención en rotura fibrilar combinado con vendaje funcional clásico de sustitución de estructuras.



Figura 19-2. Vendaje funcional clásico de cambio de la biomecánica articular en *hallux valgus*.



Figura 19-3. Vendaje funcional clásico de cambio de la biomecánica articular y la posición de reposo de la articulación tibioperonea proximal.

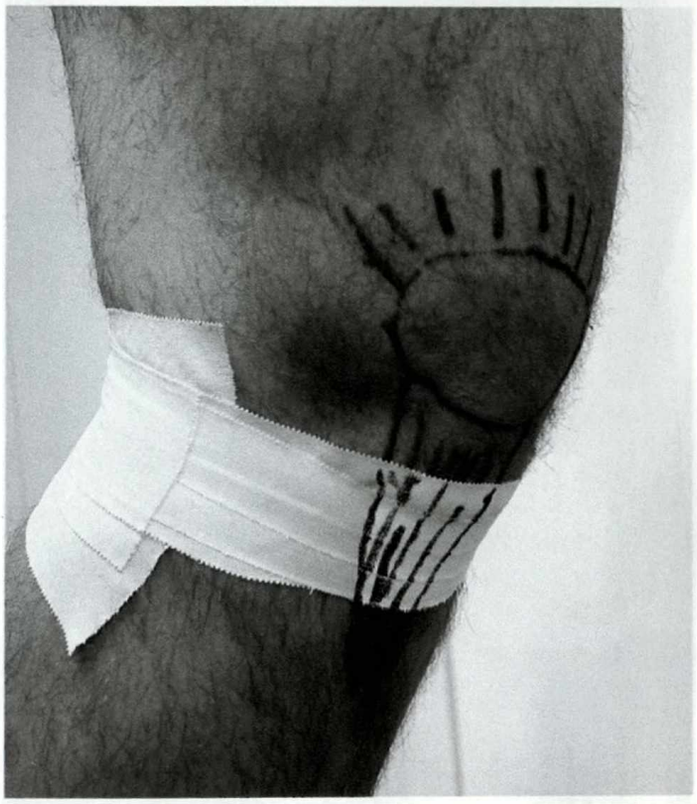


Figura 19-4. Vendaje funcional clásico de dispersión de fuerzas para tendón rotuliano.

facilitar también el retorno de la linfa. Para no dejar huecos sin tapar y dejar lo que comúnmente llamamos «ventanas», la venda ha de cubrir como norma la mitad del ancho de la tira subyacente previamente aplicada (fig. 19-5).

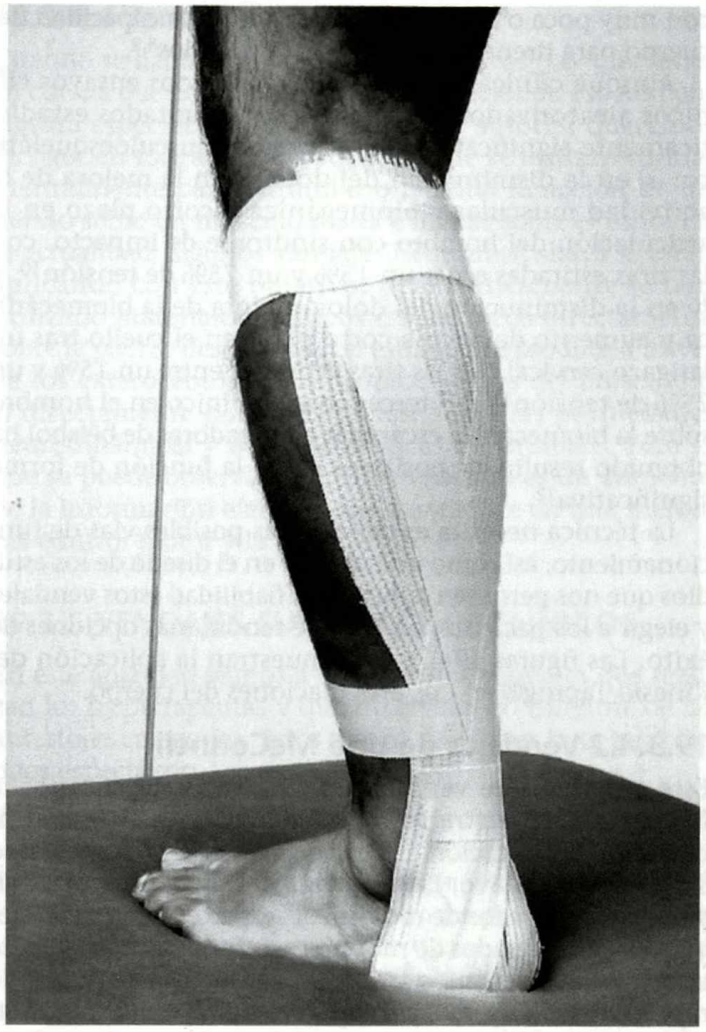


Figura 19-5. Vendaje funcional clásico de contención en rotura fibrilar combinado con vendaje funcional clásico de sustitución de estructuras.

19.3.4 VENDAJES ESPECIALES

19.3.4.1 Vendaje de tipo Kinesio Taping® o vendaje neuromuscular

Este tipo de vendaje se empezó a emplear en Japón al final de la década de 1970, y en la actualidad su desarrollo está muy ligado a los intereses de las marcas que lo fabrican y comercializan. Se utiliza un esparadrapo elástico adhesivo más fino que el utilizado en los vendajes clásicos. Se aplica sin restricción de movimientos y con distintos grados de tensión. Según su inventor, Kenzo Kase, sus efectos sobre los tejidos están ligados al grado de tensión y el tipo de corte aplicado, aunque todavía no existe ninguna evidencia científica de que esto afecte de alguna manera a los propioceptores de los músculos, tendones, fascias y ligamentos. Además, Fernández Rodríguez y cols. (2009) demostraron que el grado de tensión mecánica producido por esta venda es muy diferente según la marca que se utilice, e incluso dentro de la misma marca y tipo de color, por lo que la sensibilidad en estas aplicaciones se hace más difícil de conseguir[7].

Aun desconociendo el mecanismo de acción exacto, la técnica ha demostrado su mejor evidencia en el tratamiento conservador de un linfedema secundario en la reducción del volumen y la reducción del seroma, teorizando con la idea de que, de alguna forma, la aplicación de la venda

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

con muy poca o ninguna tensión mejora la capacidad del cuerpo para drenar el edema y los exudados[8,9].

Aunque clínicamente no relevantes, dos ensayos clínicos aleatorizados han presentado resultados estadísticamente significativos en el campo musculoesquelético: *a)* en la disminución del dolor y en la mejora de la actividad muscular y biomecánica a corto plazo en la articulación del hombro con síndrome de impacto, con las tiras estiradas entre un 15% y un 75% de tensión[10], y *b)* en la disminución del dolor, mejora de la biomecánica y aumento del arco a corto plazo en el cuello tras un latigazo cervical con las tiras estiradas entre un 15% y un 25% de tensión[11]. Un tercer ensayo clínico en el hombro sobre la biomecánica escapular de jugadores de béisbol ha obtenido resultados positivos sobre la función de forma significativa[12].

La técnica necesita explorar otras posibles vías de funcionamiento, así como una mejora en el diseño de los estudios que nos permitan aplicar con fiabilidad estos vendajes y elegir a los pacientes en los que tendrá más opciones de éxito. Las figuras 19-6 y 19-7 muestran la aplicación del Kinesio Taping® en dos articulaciones del cuerpo.

19.3.4.2 Vendajes de tipo McConnell

Este concepto de vendaje ha sido desarrollado por la fisioterapeuta australiana Jenny McConnell. Se realiza mediante la aplicación de tiras de *tape* rígido sobre un tipo de *pretape* adhesivo. Las tiras pueden llegar a limitar en parte ciertos grados de movimiento, pero no son vendajes que restrinjan grados de movimiento fisiológico. Mediante un estímulo mecánico intentan cambiar la posición de reposo articular y muscular para realizar una corrección biomecánica, aliviar estrés mecánico, mejorar la propiocepción y producir cambios en el tono y el reclutamiento muscular[13,14].

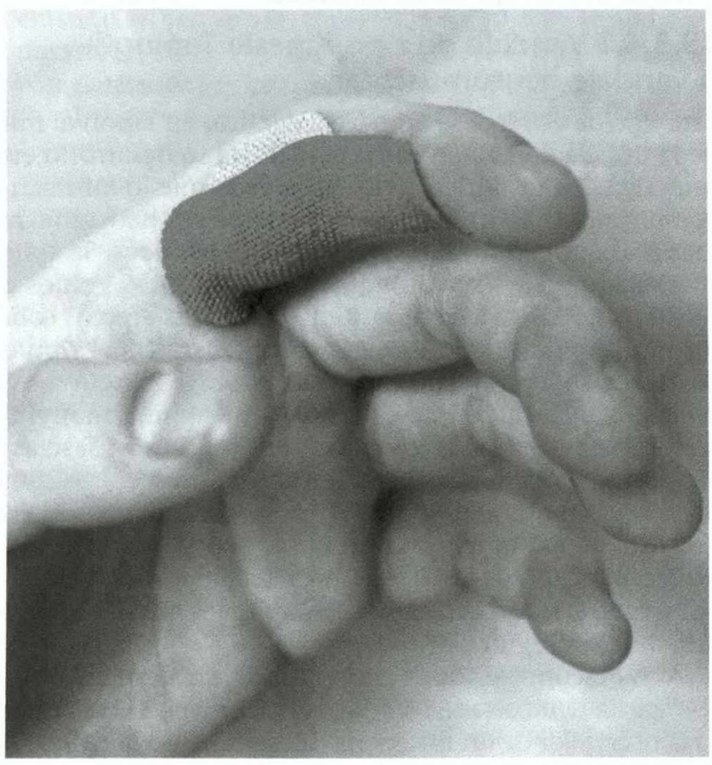


Figura 19-6. Vendaje de tipo Kinesio Taping® o vendaje neuromuscular para la articulación interfalángica proximal del dedo índice.

El paradigma de esta forma de vendar lo encontramos en el abordaje que hace esta fisioterapeuta del tratamiento del dolor agudo y crónico de la cara anterior de la rodilla. Mediante un análisis de la biomecánica patelar, se utilizan las aplicaciones de las tiras para cambiar la posición articular de la patela, aliviar la tensión de los tejidos unidos a ella y mejorar la velocidad/capacidad de reclutamiento del músculo vasto medial de la rodilla, a la vez que disminuye la velocidad del patrón de activación del músculo vasto lateral de la rodilla[15-17].

Otro ejemplo son los vendajes para mejorar el reposicionamiento de la escápula y los músculos asociados, para mejorar el control motor de la articulación glenohumeral[18]. Además, se han diseñado vendajes que intentan manejar el dolor tisular por estrés mecánico en patologías como la lumbalgia crónica con componente ciático, a través de la descarga del vientre muscular del músculo glúteo mayor por acortamiento pasivo de este o la descarga de la interfase neural para el nervio ciático.

El mecanismo exacto se desconoce. Los estudios presentan una evidencia entre baja y moderada, ya que también existe algún estudio con resultados negativos o contrapuestos sobre la capacidad de alteración del tono y reclutamiento y sobre la capacidad de cambio de la posición íntima articular.



Figura 19-7. Vendaje de tipo Kinesio Taping® combinado para la estabilización externa pasiva y estimulación de los músculos peroneos.

19.3.4.3 Vendajes de tipo Mulligan

Este concepto de vendaje ha sido desarrollado como complemento a la técnica de cinesiterapia denominada «movilización con movimiento» e implementada por el fisioterapeuta neozelandés Brian Mulligan. Esta técnica ha demostrado ser eficaz en la recuperación del arco, el cambio de la posición de reposo articular y el manejo del dolor en patologías tanto agudas como crónicas[19]. La técnica consiste en producir un cambio en la posición articular de reposo mediante la aplicación indolora de una fuerza de traslación en la articulación diana, que se mantiene durante la movilización activa de esta por parte del propio paciente. Esta aplicación del movimiento accesorio la realiza habitualmente el fisioterapeuta, y alguna vez el paciente. En ese caso, los vendajes tendrán el papel de mantener esa nueva posición articular de reposo cuando el paciente no está en la consulta o está realizando un programa domiciliario de ejercicios o *home-program*. Estos vendajes se realizan mediante la aplicación de tiras de *tape* rígido, habitualmente sin ningún tipo de *pretape* adhesivo o no adhesivo, y no restringen movimientos globales, produciendo simplemente un cambio en la fisiología articular, analgesia y aumento del arco.

La evidencia científica del método es alta, pero el papel de los vendajes todavía tiene una evidencia baja. Las regiones en las que más se aplican estos vendajes son tobillo, codo, columna y hombro (fig. 19-8)[19-22].

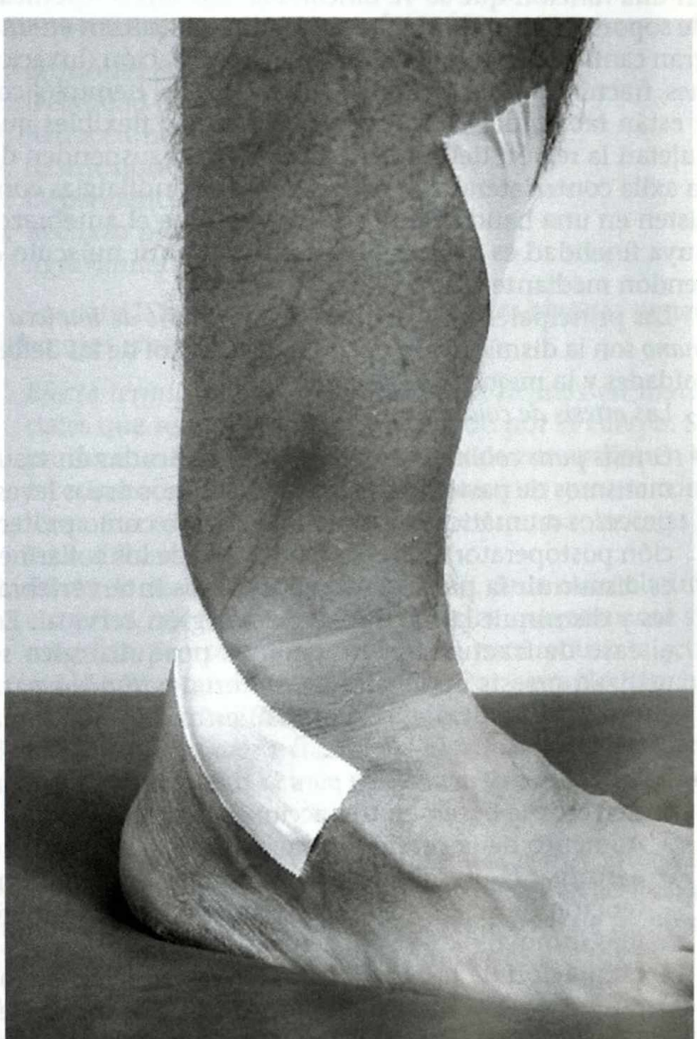


Figura 19-8. Vendaje de tipo Mulligan para tratar la disfunción como consecuencia de un trauma por inversión en el tobillo.

19.3.4.4 Vendajes neurológicos

Cuando se habla de vendajes neurológicos hay que tener en cuenta que no existe un tipo de vendaje con esa nomenclatura específica. Al igual que otros autores, queremos recoger en este apartado aquellos que se utilizan fundamentalmente para estimular o facilitar la acción de un nervio sobre un músculo diana e incidir sobre el tono. En la actualidad, algunos vendajes neuromusculares se están aplicando con este objetivo, pero clásicamente se han utilizado materiales elásticos e inelásticos directamente sobre la piel. Se desconoce si el estímulo se produce a través de los exteroceptores, los propioceptores del músculo o si directamente podemos incidir sobre las propiedades neurodinámicas y neurofisiológicas del músculo. Pero lo que se puede observar con estos vendajes es un aumento de la información eferente, que se traduce en una mejora del control motor y la postura[5].

19.3.5 VENDAJES FUNCIONALES CLÍNICOS

En este apartado vamos a incluir otros vendajes que realizan los fisioterapeutas y que no entran en ninguna de las anteriores categorías. Estos tienen diferentes fines terapéuticos específicos:

- Tratamiento de pacientes con problemas de retorno venoso y/o linfático.
- Prevención de deformidades en pacientes con alteraciones del sistema nervioso que no les permiten tener un control sobre sus extremidades, que se acaban deformando, o con desviaciones de algún hueso o articulación.
- Tratamiento de quemaduras.
- Tratamiento de pacientes que han sufrido amputaciones, para conseguir un correcto modelado del muñón.
- Tratamiento de heridas y úlceras cutáneas, para conseguir una correcta cicatrización y para reducir el riesgo de infección.

19.4 ORTESIS

La palabra *ortesis* procede del griego, y significa «poner recto o enderezar». Existen términos de connotaciones similares al de ortesis. Podemos encontrar:

- *Férulas:* hacen referencia a ortesis de miembro superior e inferior, univalvas, de uso temporal.
- *Brace:* concepto inglés que hace referencia a ortesis bivalvas de miembro superior y tronco.

Una ortesis puede definirse como un dispositivo externo que se utiliza para modificar las características estructurales o funcionales del sistema musculoesquelético, ya que:

- Restringe, bloquea y estabiliza el movimiento.
- Proporciona apoyo o reduce la carga sobre un segmento corporal.
- Endereza o corrige una deformidad.
- Mantiene o aumenta el nivel de función.

Bajo este término podemos englobar los corsés, las férulas, los tutores, los aparatos de marcha, etc. Es importante entender las ortesis como un método complementario de tratamiento de las diferentes patologías, no como una forma única de tratamiento[23,24].

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

19.4.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ORTESIS

Las ortesis pueden clasificarse según las funciones que desempeñen para conseguir los objetivos planteados:

1. *Ortesis correctoras:* se emplean para la corrección de deformidades.
   a. *Ortesis de corrección pasiva:* es la propia ortesis la que corrige la deformidad mediante diferentes sistemas de fuerzas.
   b. *Ortesis de corrección activa:* el diseño de la ortesis obliga al paciente a participar en su corrección.
2. *Ortesis posturales, de descanso o soporte:* su función es mantener las articulaciones en posiciones antiálgicas y evitar la aparición de deformidades.
3. *Ortesis funcionales:* se ocupan de mantener (estabilidad/control de movimiento) o mejorar una función.
   a. *Estáticas de función:* estabilizan una articulación y permiten mejorar la función del resto de articulaciones.
   b. *Dinámicas de función:* ayudan o ejercen la acción de la musculatura lesionada.

Muchas de las ortesis se denominan según el lugar donde se desarrollaron, el diseñador o la función que cumplen. Se ha establecido una clasificación internacional basada en la región anatómica sobre la que actúan:

- Ortesis de miembro inferior:
  - FO: *foot orthosis* (ortesis del pie).
  - KO: *knee orthosis* (ortesis de rodilla).
  - HO: *hip orthosis* (ortesis de cadera).
  - AFO: *ankle foot orthosis* (ortesis de pie y tobillo).
  - HKAFO: *hip knee ankle foot orthosis* (ortesis de cadera, rodilla, tobillo y pie).
- Ortesis de miembro superior:
  - HO: *hand orthosis* (ortesis de mano).
  - WO: *wrist orthosis* (ortesis de muñeca).
  - EO: *elbow orthosis* (ortesis de codo).
  - SO: *shoulder orthosis* (ortesis de hombro).
  - WHO: *wrist hand orthosis* (ortesis de muñeca y mano).
  - EWHO: *elbow wrist hand orthosis* (ortesis de codo, muñeca y mano).
  - SEWHO: *shoulder elbow wrist hand orthosis* (ortesis de hombro, codo, muñeca y mano).
- Ortesis de columna:
  - CO: *cervical orthosis* (ortesis cervical).
  - TO: *thoracic orthosis* (ortesis torácica).
  - LO: *lumbar orthosis* (ortesis lumbar).
  - SIO: *sacroiliac orthosis* (ortesis sacroilíaca).
  - LSO: *lumbosacral orthosis* (ortesis lumbosacra).
  - TLSO: *thoracic lumbosacral orthosis* (ortesis toracolumbosacra).
  - CTSLO: *cervical thoracic lumbosacral orthosis* (ortesis cervicotoracolumbosacra).

Las *ortesis de cadera* se utilizan principalmente en la luxación congénita de cadera y en la enfermedad de Legg-Calvé-Perthes. La luxación congénita de cadera consiste en una pérdida de contacto entre la cabeza femoral y el acetábulo. Su tratamiento ortésico tiene como objetivo mantener la cabeza femoral dentro del acetábulo hasta su maduración; para ello, la ortesis más utilizada es el arnés de Pavlik, con el que se ha obtenido un 97,7% de éxito. La enfermedad de Legg-Calvé-Perthes provoca diversos grados de necrosis avascular en la cabeza femoral por causas desconocidas. La ortesis de Atlanta o del Hospital Scottish Rite es la más utilizada. Con esta ortesis se pretende descargar la articulación para evitar la necrosis de la cabeza femoral, mantener la movilidad del miembro inferior y centrar la cabeza del fémur dentro del acetábulo durante el proceso de remodelación de la enfermedad.

Las *ortesis de rodilla* son dispositivos ortopédicos que ejercen un efecto terapéutico o preventivo sobre la articulación. Los dispositivos ortopédicos más utilizados son las rodilleras. Su finalidad es descargar, proteger y estabilizar la articulación de la rodilla.

Las *ortesis de tobillo* o tobilleras se usan para el control y la limitación de los movimientos de la articulación del tobillo. Pueden ser de diferentes materiales según su finalidad (tejidos elásticos, neoprenos, termoplásticos, etc.). Las *ortesis de pie,* más conocidas como plantillas, se colocan dentro del calzado y su función es compensar y/o corregir alteraciones del pie (p. ej., valgo o varo del retropié, descargar zonas de hiperpresión que ocasionan metatarsalgias); también se utilizan para inmovilizar el pie después de una intervención quirúrgica o mejorar el rendimiento en la práctica deportiva.

En las *ortesis de hombro y codo,* los principales objetivos por los que se prescriben son prevenir o corregir deformidades, inmovilizar o proteger una zona lesionada, o ayudar en una función que se ve dificultada. Las ortesis estáticas de soporte e inmovilización de hombro se utilizan en una gran cantidad de patologías de dicha articulación (luxaciones, fracturas, subluxación glenohumeral del hemipléjico) y están fabricadas en materiales blandos y flexibles que sujetan la región del húmero afectado y lo suspenden de la axila contralateral. Las ortesis para epicondilalgias consisten en una banda elástica colocada sobre el antebrazo, cuya finalidad es disminuir la tensión de un músculo o tendón mediante compresión.

Las principales indicaciones de las *ortesis de muñeca y mano* son la disminución del dolor, el control de las deformidades y la mejora de la función.

Las *ortesis de columna* se dividen en:

- *Ortesis para columna cervical.* Están indicadas en traumatismos de partes blandas, traumatismos óseos leves, procesos reumáticos en fases dolorosas, o como protección postoperatoria. El efecto principal de los collarines es disminuir la presión sobre los discos intervertebrales y disminuir la movilidad de la región cervical. En el caso de fracturas o tratamiento posquirúrgico se utilizan ortesis cervicales de materiales rígidos para controlar y limitar más el movimiento de la columna cervical.
- *Fajas y corsés de contención para la columna dorsolumbar.* Sus efectos se basan en tres acciones biomecánicas:
  - Aumento de la presión intraabdominal: se consigue descargar la presión de la zona lumbar (fajas de contención fabricadas en material flexible; si se quiere más inmovilidad, se añaden varillas metálicas).
  - Limitación de la movilidad: varía en función de los puntos de aplicación de fuerza y del tipo de materiales utilizados (corsés de inmovilización, fabricados con elementos rígidos los cuales, además de una compresión abdominal, limitan la movilidad).

- Modificación de curvas vertebrales (lordosis y cifosis) a través de la aplicación de diferentes fuerzas.

19.4.2 EFECTO, INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DE LAS ORTESIS

La prescripción de las ortesis no debe basarse simplemente en la patología del paciente; es necesario conocer el trastorno motor y sensitivo de este. Antes de prescribir una ortesis hay que hacer una correcta evaluación del paciente, la cual debe incluir: balance articular, balance muscular, sensibilidad, cambios de volumen, alineación y marcha. Por tanto, el tratamiento ortésico debe considerarse un tratamiento fisiopatológico o sintomático, no simplemente etiológico.

Las ortesis son más efectivas si cumplen los objetivos funcionales por los que se prescriben. Estos objetivos dependerán de las necesidades biomecánicas y funcionales de cada individuo:

1. Reducir las deformidades o evitar su progresión.
2. Reducir o prevenir el dolor.
3. Ayudar a compensar una musculatura debilitada.
4. Prevenir, proteger elementos lesionados frente a posteriores lesiones.

Por medio de las ortesis se pretende mejorar una función aplicando una serie de fuerzas que alteren el movimiento con el objetivo de *prevenir, corregir o compensar* una debilidad y/o deformidad. El uso de dispositivos ortésicos puede producir diferentes efectos no deseados:

1. Erosiones en la piel.
2. Debilidad o atrofia muscular.
3. Retracciones musculares.
4. Restricciones respiratorias.
5. Dependencia psicológica.
6. Rechazo psicológico.
7. Agravamiento de la sintomatología.

Las ortesis para el tratamiento de partes blandas tienen diferentes efectos:

1. *Efecto térmico:* ortesis tubulares, fabricadas en materiales que retienen el calor producido por el cuerpo. Se produce una hipertermia de los tejidos encerrados en la ortesis, con las ventajas o inconvenientes que eso conlleva. Por ejemplo, los collarines de espuma, las fajas y las rodilleras de neopreno, etc.
2. *Efecto de encamisado:* la contracción de la musculatura envuelta/encerrada en la ortesis hace que aumente su potencia. Se usa mucho en deporte para reducir la actividad sobre tendones lesionados. Por ejemplo, cincha epicondilar o tendinitis del tendón rotuliano.
3. *Efecto estabilizador y control del movimiento:* dependerá del tipo de ortesis que se prescriba (más estabilizadora o más de control).

Las ortesis que se utilizan en fracturas o tras cirugía se conocen como férulas funcionales, que permiten acelerar el impulso osteogénico para la curación del foco de fractura. Con este tipo de ortesis se producen varios efectos:

1. *Compacidad uniforme:* resulta de someter el hueso a diferentes presiones, aumentando su textura y disminuyendo la porosidad para obtener así una tensión interna uniforme.
2. *Efecto estabilizador:* para conseguir la estabilidad mecánica del foco de fractura hay que enfundar el segmento con la intención de conseguir una compacidad uniforme, comprimiendo las partes más blandas. De esta forma, las contracciones musculares no podrán desplazar la fractura. Se conforma la ortesis con paredes volumétricas que encierran los grupos musculares en relajación; al contraerse no puede aumentar su volumen, y esto genera una compresión circular que aumenta la estabilidad.
3. *Control de la carga sobre el segmento fracturado:* ligeras cargas de compresión sobre el foco de fractura producen un estímulo mecánico que favorece la formación de callo óseo. La compresión que realiza la ortesis sobre los diferentes entrantes provoca la reducción de la carga sobre el foco de fractura. La carga axial es desviada hacia las paredes de la ortesis, y de ahí al suelo.

19.4.3 MATERIALES DE LAS ORTESIS

En el momento de diseñar una ortesis hay que tener presentes los objetivos terapéuticos que se pretende conseguir. Los materiales utilizados son muy diversos y se eligen según la función que vayan a desempeñar, ya sea estructural, de apoyo o simplemente de contacto. Se pueden utilizar materiales tradicionales como madera, cuero o metal, aunque constantemente se van introduciendo nuevos materiales (termoplásticos, elastómeros, materiales compuestos) que permiten aportar nuevas técnicas y procedimientos de fabricación:

1. *Metales.* Los metales se utilizan sobre todo como ayudas de apoyo. La incorporación del titanio y las nuevas aleaciones de diferentes metales permiten aportar una alta resistencia con el mínimo peso.
   a. *Aluminio:* ligero y de fácil mecanización, se utiliza en la fabricación de bitutores de marcha, férulas, algunos componentes de las ortesis de tronco y alineadores.
   b. *Aceros:* por su dureza, resistencia a la corrosión y desgaste por fricción, se utilizan en la fabricación de las articulaciones de las prótesis y ayudas de apoyo.
   c. *Titanio:* debido a su resistencia y bajo peso, se utiliza como sustituto del aluminio en la fabricación de ortesis de miembro inferior y articulaciones mecánicas de prótesis de miembro inferior y superior.
   d. *Cobre:* se emplea sobre todo en remaches de unión.
2. *Plásticos.* Existe una gran variedad de plásticos, aunque los más utilizados en ortopedia son los *termoplásticos,* que se pueden ablandar según la temperatura a la que se los someta y se pueden deformar aplicando presión, y los *termoestables,* que son materiales plásticos duros y rígidos, que no se funden incluso a temperaturas altas. La incorporación de plásticos y termoplásticos al diseño y fabricación de diferentes dispositivos ortopédicos revolucionó la técnica ortopédica a mediados del siglo XX.
3. *Elastómeros.* Se denomina elastómeros a aquellos materiales *capaces de estirarse* sin romperse, tantas veces como sea necesario, volviendo siempre a su estado original. Se utilizan principalmente en aquellos productos ortopédicos cuya función sea absorber impactos (plantillas), sujetar (cinchas) o ejercer presión (fajas, rodilleras, etc.). Los principales elastómeros utilizados son los *neoprenos* y las *siliconas.*

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Bibliografía

1. Vicente Martín M. Complicaciones respiratorias en el paciente inmovilizado: prevención y tratamiento. Jano 2007;1646:33-5.
2. Montoya Carralero MD, Ríos Díaz J, Martínez Fuentes J. Prevención de las úlceras por presión en pacientes terminales e inmovilizados seguidos por el equipo de soporte de atención domiciliaria. Rev Esp Geriatr Gerontol 2007;42:263-70.
3. Miralles J, Becerro J, Montull S, Monterde S. Fisiopatología de la rigidez articular: bases para su prevención. Fisioterapia 2007;29:90-8.
4. Porter S. Tidy's Fisioterapia. Madrid: Elsevier; 2009.
5. Herrero Gallego P. Vendajes en ciencias de la salud. Jaén: Formación Fundación Alcalá; 2005.
6. Miralles García MD, Serrano Martínez FJ, Garrido Miranda JM. Indicaciones y contraindicaciones generales de los vendajes. Complicaciones y tipos de vendajes. En: Contreras G, editor. Manual práctico de vendaje terapéutico y funcional. Jaén: Formación Continuada Logoss; 2008.
7. Oremus M, Dayes I, Walker K, Raina P. Systematic review: conservative treatments for secondary lymphedema. BMC Cancer 2012;12:6.
8. Bosman J, Piller N. Lymph taping and seroma formation post breast cancer. J Lymphoedema 2010;5:12-21.
9. Fernández Rodríguez JM, Alegre Durán LM, Abián Vicén J, Carcelén Cobo R, Aguado Jódar X. Vendaje neuromuscular: ¿tienen todas las vendas las mismas propiedades mecánicas? Apunts Medicina de l'Esport 2010;45:61-7.
10. González-Iglesias J, Fernández-de-las-Peñas C, Cleland JA, Huijbregts P, del Rosario GVM. Short-term effects of cervical Kinesiotaping on pain and cervical range of motion in patients with acute whiplash injury: a randomized clinical trial. J Orthop Sports Phys Ther 2009;39:515-21.
11. Thelen MD, Dauber JA, Stoneman PD. The clinical efficacy of Kinesiotape for shoulder pain: a randomized, double-blinded, clinical trial. J Orthop Sports Phys Ther 2008;38:389-95.
12. Hsu YH, Chen WY, Lin HC, Wang WTJ, Shih YF. The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. J Electromyogr Kinesiol 2009;19:1092-9.
13. Crossley K, Cowan SM, Bennell KL, McConnell J. Patellar taping: is clinical success supported by scientific evidence? Man Ther 2000;5:142-50.
14. Alexander CM, McMullan M, Harrison PJ. What is the effect of taping along or across a muscle on motoneurone excitability? A study using triceps surae. Man Ther 2008;13:57-62.
15. Callaghan MJ, Selfe J, McHenry A, Oldham JA. Effects of patellar taping on knee joint proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome. Man Ther 2008;13:192-9.
16. Derasari A, Brindle TJ, Alter KE, Sheehan FT. McConnell taping shifts the patella inferiorly in patients with patellofemoral pain: A dynamic magnetic resonance imaging study. Phys Ther 2010;90:411-9.
17. Lan T. Immediate effect and predictors of effectiveness of taping for patellofemoral pain syndrome. Am J Sports Med 2010;38:1626-30.
18. McConnell J, McIntosh B. The effect of tape on glenohumeral rotation range of motion in elite junior tennis players. Clin J Sport Med 2009;19:90-4.
19. Vicenzino B, Wright A. Effects of a novel manipulative physiotherapy technique on tennis elbow: a single case study. Man Ther 1995;1:30-5.
20. Hopper D, Samsson K, Hulenik T, Ng C, Hall T, Robinson K. The influence of Mulligan ankle taping during balance performance in subjects with unilateral chronic ankle instability. Phys Ther Sport 2009;10:125-30.
21. O'Brien T, Vicenzino B. A study of the effects of Mulligan's mobilization with movement treatment of lateral ankle pain using a case study design. Man Ther 1998;3:78-84.
22. Horton S. Acute locked thoracic spine: treatment with a modified SNAG. Man Ther 2002;7:103-7.
23. Viladot Pericé R, Cohí Riambau O, Clavell Paloma S. Ortesis y prótesis del aparato locomotor. Barcelona: Masson; 2005.
24. Zambudio R, González Mas R, Miangolarra Page J, Harvey L, Hsu J. Prótesis, ortesis y ayudas técnicas. Rehabilitación 2009;62:42.

Capítulo 20

Hidrocinesiterapia

FRANCISCO TOMÁS BEAS PEDRAZA • ISMAEL SANZ ESTEBAN • NURIA SENENT SANSEGUNDO

Índice del capítulo

20.1 Introducción

20.2 Hidrocinesiterapia y la temperatura como propiedad física del agua

20.3 Hidrocinesiterapia e hidrodinámica

20.3.1 Principio de Arquímedes
20.3.2 Hidrostática. Presión hidrostática
20.3.3 Fuerza de rozamiento

20.4 Hidrocinesiterapia y aguas mineromedicinales

20.5 Medios físicos y material necesario para la correcta aplicación de la hidrocinesiterapia

20.5.1 Piscina
20.5.2 Tanque de Hubbard
20.5.3 Material y accesorios

20.6 Recomendaciones previas a la aplicación de hidrocinesiterapia

20.7 Tipos de ejercicios

20.8 Progresión de los ejercicios: técnica de flotación

20.8.1 Flotación como ayuda
20.8.2 Flotación como apoyo
20.8.3 Flotación como resistencia

20.9 Tratamiento de hidrocinesiterapia

20.9.1 Indicaciones
20.9.2 Contraindicaciones

20.10 Conceptos, métodos y técnicas actuales de hidrocinesiterapia

20.10.1 Método Halliwick
20.10.2 Método Watsu
20.10.3 Método Bad Ragaz

Objetivos de aprendizaje

- Conocer y aprender el concepto de hidrocinesiterapia, así como las propiedades del agua que tienen alguna incidencia a la hora de desarrollar esta técnica.
- Aprender cómo realizar una progresión de la intensidad de los ejercicios de hidrocinesiterapia teniendo en cuenta la fuerza de flotación.
- Conocer y aprender los beneficios que la hidrocinesiterapia puede aportar a los pacientes, así como sus contraindicaciones.
- Conocer algunas de las principales técnicas, métodos o conceptos que, dentro de la hidrocinesiterapia, se están utilizando en la actualidad.

20.1 INTRODUCCIÓN

Desde sus orígenes hasta la actualidad, la evolución ha determinado que el ser humano esté preparado para vivir fundamentalmente en un medio gaseoso, como es el aire que respiramos o a través del que nos movemos. Sin embargo, otra característica evolutiva, su inteligencia, también ha permitido que hombres y mujeres sean capaces de adaptarse a prácticamente cualquier medio y aprovechar al máximo las posibilidades que este les ofrece. Cabe señalar, aunque solo sea como dato anecdótico, que los primeros movimientos que realiza cualquier ser humano a lo largo de su existencia se producen precisamente en un medio acuático, como es el líquido amniótico del vientre materno (fig. 20-1).

La hidrocinesiterapia se define como la aplicación de la cinesiterapia en el medio acuático, aprovechando las propiedades físicas y mecánicas del agua[1]. En la idea de hidrocinesiterapia confluyen, por tanto, dos conceptos fisioterapéuticos: por un lado, la cinesiterapia en cualquiera de sus formas de aplicación, y por otro, la hidroterapia en forma de baños fundamentalmente totales.

¿Por qué hidrocinesiterapia?, ¿qué ventaja ofrece una movilización ejecutada en la piscina frente a una ejecutada en una mesa de tratamiento o en el suelo? No existe evidencia científica que demuestre la mayor eficacia de la

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos



Figura 20-1. Cascada de agua.



Figura 20-2. Ejercicio conducido por un fisioterapeuta aprovechando las características de las aplicaciones hidrocinesiterápicas.

hidrocinesiterapia frente a la cinesiterapia, digamos, clásica. Por tanto, es necesario entender que esta no es más que una de las técnicas que debe dominar el fisioterapeuta para poder ofrecer un tratamiento eficaz en cada caso. Dicho esto, no se puede obviar que el medio acuático ofrece una serie de características que le son propias y difieren del medio gaseoso. Pues bien, de lo que se trata es precisamente de eso, de aprovechar esas características para dar otro enfoque a las técnicas de cinesiterapia. Las diferencias más significativas que el medio acuático presenta frente al gaseoso son:

1. Una situación de ingravidez que provoca una reducción del peso corporal del paciente dentro del agua. Este hecho permite trabajar con menor presión y estrés articular.
2. La flotabilidad, la cual provoca que se modifiquen las percepciones de equilibrio y control postural, aspecto que debe tenerse en cuenta especialmente en el tratamiento del paciente neurológico.
3. Un efecto relajante derivado de la temperatura del agua. Las aplicaciones de hidrocinesiterapia habitualmente se desarrollan en agua a temperatura entre 32 y 35 °C, la cual provoca una sensación confortable.
4. La resistencia que ofrece el agua al movimiento derivada de su propiedad física: la densidad.
5. Aspectos psicológicos. Ya en 1994 Ward describió el enorme placer que las personas mayores encuentran al efectuar en grupo ejercicios aeróbicos acuáticos. Por otro lado, el interés por parte de un paciente en la participación en un determinado programa de tratamiento depende, entre otras, de la variable relativa a los beneficios que este programa aporta, por lo que se recomienda el empleo de estrategias para que los sujetos perciban mayores beneficios con la realización del tratamiento, y para mantener este interés hacia el programa de ejercicios y su cumplimiento. La incorporación del agua como medio en el que desarrollar parte del programa terapéutico puede ser una de esas estrategias[2,3].

Todas estas características no emanan sino de alguna de las propiedades físicas del agua y del comportamiento de esta como fluido (hidromecánica) (fig. 20-2).

20.2 HIDROCINESITERAPIA Y LA TEMPERATURA COMO PROPIEDAD FÍSICA DEL AGUA

De entre todas las propiedades físicas del agua (calor, sabor, olor, viscosidad, temperatura, etc.) es la temperatura la que hay que considerar de manera especial a la hora de ejecutar una aplicación de hidrocinesiterapia.

Las aplicaciones de hidrocinesiterapia se producen generalmente, en lo que a temperatura se refiere, entre valores conocidos como temperatura indiferente, es decir, el agua no produce en la superficie del cuerpo una sensación clara de frío o de calor (de 32 a 35 °C). Este intervalo de temperatura proporciona generalmente una sensación de confort y un efecto relajante.

Los efectos del factor temperatura se producen sobre todo a nivel vascular. Sin embargo, e igual que sucede con la presión hidrostática, no es objeto de la hidrocinesiterapia el provocar efectos vasculares, si bien es cierto que estos pueden influir de manera indirecta en la efectividad de la aplicación hidrocinesiterápica, por lo que resulta de interés tenerlos en cuenta. De manera general, se puede afirmar que:

1. Las aplicaciones de agua fría producen vasoconstricción, analgesia, disminución de espasmos musculares e hipoxia tisular.
2. Las aplicaciones de calor producen dilatación arterial y capilar, aumento de la permeabilidad capilar, aumento de la actividad enzimática y metabólica, aumento del trofismo tisular, analgesia, vasodilatación periférica, aumento de la diuresis y sudoración, relajación de la musculatura lisa y estriada, efecto sedante, taquicardia y taquipnea.

20.3 HIDROCINESITERAPIA E HIDRODINÁMICA

La hidromecánica es la rama de la física que se ocupa de las fuerzas que actúan sobre los fluidos (líquidos y gases). Sin que resulte necesario un conocimiento profundo de esta especialidad de la física, sí que es interesante manejar determinados conceptos básicos que nos harán entender



Figura 20-3. Hidrocinesiterapia y flotabilidad.

mejor el porqué de la hidrocinesiterapia y aplicarla con garantías.

20.3.1 PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Arquímedes (287-212 a. C.), matemático, físico, ingeniero e inventor griego, es considerado uno de los científicos más relevantes de la Antigüedad clásica. Entre otros inventos y avances matemáticos, a él se debe el principio que lleva su nombre: «Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba que es igual al volumen de agua desalojada por dicho cuerpo».

Es este principio el que nos permite disfrutar de una de las características más evidentes de la hidrocinesiterapia: la flotabilidad, la cual nos habilita para anular total o parcialmente los efectos de la fuerza de la gravedad en el paciente sumergido. En el agua dulce, el peso de un hombre de 70 kg queda reducido aproximadamente una décima parte. En la introducción de un cuerpo en el agua, el principio de Arquímedes supone un menor esfuerzo de los miembros a la hora de soportar carga o a la hora de ejecutar movimiento a favor de la flotación, y por el contrario, un aumento de resistencia en los movimientos en contra de esta (fig. 20-3).

20.3.2 HIDROSTÁTICA. PRESIÓN HIDROSTÁTICA

La hidrostática es la rama de la mecánica de fluidos que estudia los fluidos en estado de reposo; es decir, sin que existan fuerzas que alteren su movimiento o posición.

La presión hidrostática es la presión que ejerce el peso de un fluido en reposo. Se trata de la presión que experimenta un cuerpo por el solo hecho de sumergirse en un líquido. La presión hidrostática aumenta a medida que se incrementa la profundidad. En un baño completo, la presión ejercida por el agua hace disminuir el perímetro torácico de 1 a 3,5 cm, y el abdominal entre 2,5 y 6,5 cm[4]. Esta acción afecta en particular al sistema venoso, las grandes cavidades corporales y las estructuras compresibles de las extremidades.

En general, no vamos buscando los efectos en sí de la presión hidrostática en las aplicaciones hidrocinesiterápicas; sin embargo, es necesario tenerlos en cuenta de cara a su influencia en el sistema cardiocirculatorio y respiratorio. A nivel cardiocirculatorio, el aumento de la presión hidrostática genera un incremento de la presión en el sistema venoso, lo que se traduce en un aumento de la presión venosa y a su vez en un incremento en la carga de trabajo del corazón. A nivel respiratorio, el aumento de la presión hidrostática actúa sobre el organismo forzando la espiración y dificultando la fase inspiratoria.

20.3.3 FUERZA DE ROZAMIENTO

La fuerza de roce, rozamiento o fricción es, en sí, la resistencia que se opone al movimiento de un cuerpo sobre otro. Al introducir el cuerpo de un paciente o parte del cuerpo en el agua con el propósito de aplicar alguna técnica de hidrocinesiterapia, hemos de saber que este experimentará una resistencia al movimiento superior a la sufrida en el medio gaseoso, que se incrementa a medida que aumenta la velocidad de dicho movimiento y la superficie que se oponga al líquido.

20.4 HIDROCINESITERAPIA Y AGUAS MINEROMEDICINALES

Las aguas mineromedicinales son aquellas de origen natural utilizadas en terapéutica y con propiedades terapéuticas. Pero para que un agua sea considerada mineromedicinal debe cumplir unos requisitos que la diferencian del agua potable[5]. Entre ellos, señalaremos los siguientes:

1. Los límites de su composición no deben disminuir de unos mínimos y siempre deben mantener una constante. La constancia de su composición va unida a su acción terapéutica; por supuesto, ha de estar totalmente exenta de sustancias que impliquen riesgo para la salud.
2. Contener más de un gramo por litro de sustancias minerales disueltas, si bien para su clasificación es preciso que la relación de un determinado componente con los de la totalidad de su misma carga sea, al menos, de 20 mEq/ml.
3. Deben ser aguas que, prescindiendo de su mineralización total contienen, por cada litro, sustancias o elementos particularmente activos: *a)* 10 mg de hierro; *b)* 7 mg de arsénico o 1,3 mg de ácido arsénico; *c)* 1 mg de sulfuro titulable; *d)* 1 mg de yodo; *e)* 1,27 a 18,2 mg por litro de radiactividad, y *f)* 250 mg de CO_2 por litro (aguas con temperatura superior a 20 °C).
4. Aguas con mineralización inferior a 1 g, consideradas oligometálicas.

Con la aplicación de la hidrocinesiterapia en aguas mineromedicinales, lo que se pretende es la conjunción de los beneficios procedentes de la aplicación de técnicas de cinesiterapia en un medio acuático con aquellos procedentes de determinadas sustancias presentes en el agua. Así, por ejemplo, la aplicación externa de agua *acidulada o carbogaseosa* (aquella que tiene más de 250 mg/l de CO_2 libre) disminuye el nivel de sensibilidad, con lo cual produce cierta analgesia y sedación.

Es necesario decir que, sin ser este el objeto del presente capítulo, es obligado el conocimiento de las diferentes

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.



Figura 20-4. Piscina hundida: suelo antideslizante, escalera de acceso, barandilla y distintas alturas.

aguas mineromedicinales y sus efectos en cuanto a sus aplicaciones externas en el organismo a la hora de desarrollar la hidrocinesiterapia en ellas.

20.5 MEDIOS FÍSICOS Y MATERIAL NECESARIO PARA LA CORRECTA APLICACIÓN DE LA HIDROCINESITERAPIA

20.5.1 PISCINA

La piscina es el medio en el cual se realizan los ejercicios de hidrocinesiterapia de forma habitual. Tipos de piscina:

1. Hundidas en el suelo, provistas de un pasillo lateral hundido que facilita la supervisión por parte del terapeuta de los ejercicios que realiza el paciente (fig. 20-4).
2. Elevadas, de tal manera que el borde de la piscina llega a la altura de la cintura del terapeuta, lo que facilita la supervisión de los ejercicios.

Requerimientos de la piscina:

1. Suelo antideslizante.
2. Escaleras de acceso con barandillas que faciliten el acceso del paciente a la piscina.
3. Grúa para permitir el acceso a la piscina de pacientes que todavía no pueden realizar el apoyo necesario en los miembros inferiores como para permitirles acceder por las escaleras (fig. 20-5).
4. Barra alrededor de la piscina a nivel del agua a la que el paciente pueda agarrarse y estabilizarse para la realización de los ejercicios de hidrocinesiterapia.
5. Escalones o alturas para permitir realizar un control de la carga que realiza el paciente.
6. Asiento sumergido para realizar ejercicios en sedestación (fig. 20-6).
7. Paralelas sumergidas por si se requiere una marcha asistida por el apoyo de los miembros superiores (fig. 20-7).

20.5.2 TANQUE DE HUBBARD

Puede presentar diferentes formas para que sea más sencillo para el terapeuta supervisar la correcta realización de los ejercicios por parte del paciente, y si fuese necesario, facilitarlos o asistirlos (ojo de cerradura, mariposa, etc.) (fig. 20-8).

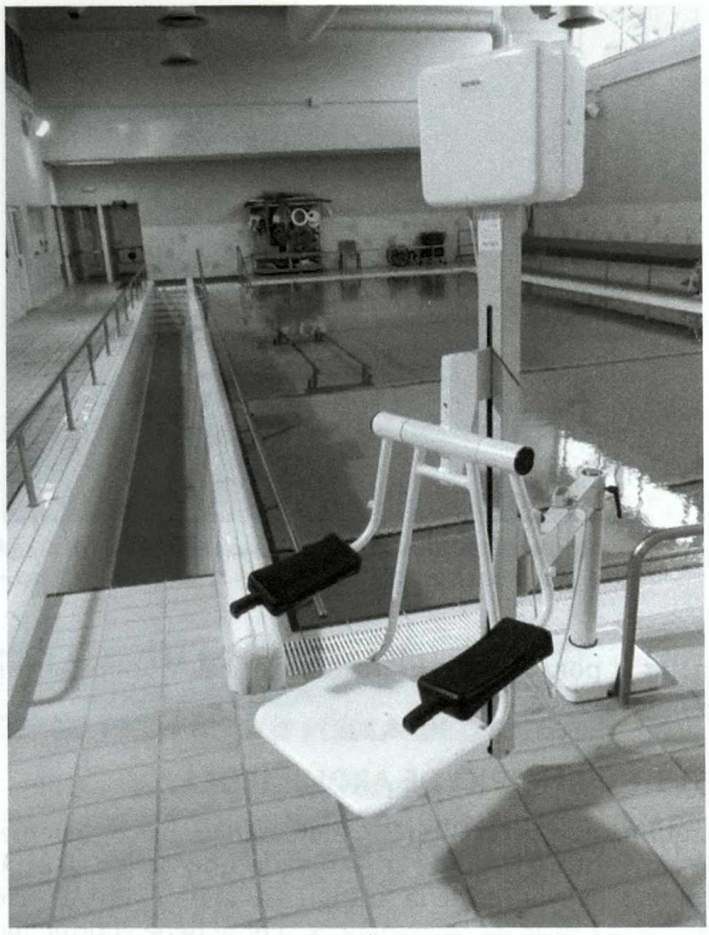


Figura 20-5. Grúa de acceso.

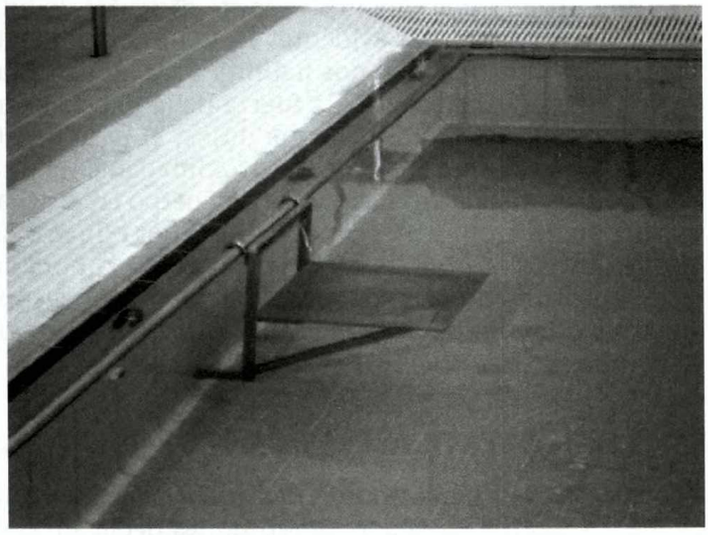


Figura 20-6. Asiento sumergido.

20.5.3 MATERIAL Y ACCESORIOS

Existe una serie de utensilios que permiten la realización de los diferentes ejercicios por parte del paciente, como son picas, churros, diferentes tipos de flotadores, palas, aletas, tablas flotantes, colchonetas, etc. (fig. 20-9).

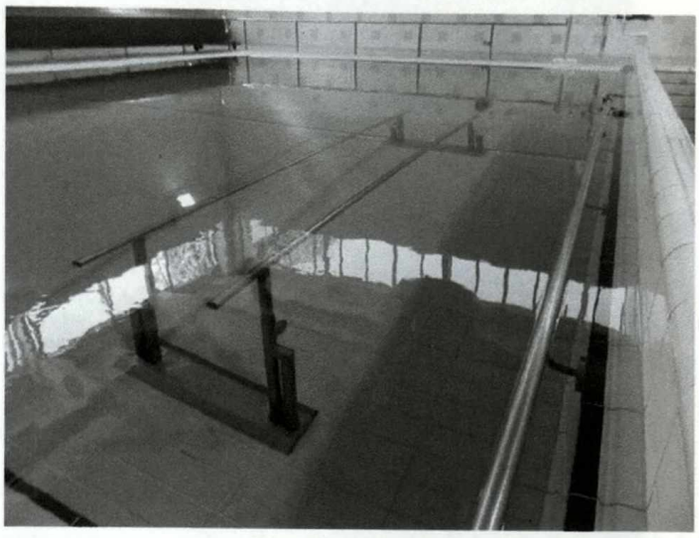


Figura 20-7. Paralelas sumergidas.



Figura 20-8. Tanque de Hubbard.

20.6 RECOMENDACIONES PREVIAS A LA APLICACIÓN DE HIDROCINESITERAPIA

1. Ducha higiénica antes y después de entrar en la piscina[6].
2. No administrar después de las comidas. Tampoco es recomendable aplicarla mucho tiempo después de estas[6].
3. Tener en cuenta que el baño en agua caliente suele tener efecto diurético, por lo que es recomendable vaciar la vejiga antes de la inmersión[6].
4. Uso de gorro como medida higiénica[6].

20.7 TIPOS DE EJERCICIOS

Los ejercicios, según los realice el paciente con la asistencia directa del terapeuta o con su supervisión, se clasifican en:

- *Conducidos:* son los que realiza el paciente con la ayuda del terapeuta, el cual permanece en contacto directo con él (v. fig. 20-2).
- *Dirigidos:* son aquellos ejercicios que una vez aprendidos por el paciente, este los realiza solo o en compañía de otros pacientes con el mismo programa de ejercicios. El terapeuta supervisa la realización correcta del ejercicio desde fuera de la piscina.



Figura 20-9. Material y accesorios.

20.8 PROGRESIÓN DE LOS EJERCICIOS: TÉCNICA DE FLOTACIÓN

Como ya se ha mencionado, los ejercicios en piscina se realizan en un medio en el que, por un lado, perdemos o disminuimos el efecto de la gravedad en nuestro cuerpo (en función de la profundidad de inmersión disminuye la carga o peso corporal), y por otro, vamos a contar con la fuerza de flotación[7].

Atendiendo al factor de flotación, el cual establece un vector en dirección opuesta a la fuerza de la gravedad, se puede dosificar el ejercicio desde un menor esfuerzo en cuanto a reclutamiento de unidades motoras en los músculos implicados hasta un mayor esfuerzo, clasificando los ejercicios en[7]:

1. Flotación como ayuda.
2. Flotación como apoyo.
3. Flotación como resistencia.

El terapeuta podría utilizar este medio para, con la correcta aplicación manual de toma y contratoma, realizar una movilización articular pasiva, asistida o resistida subacuática (colocando al paciente en el adecuado plano y eje de movimiento y utilizando si fuese necesario colchonetas o flotadores).

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

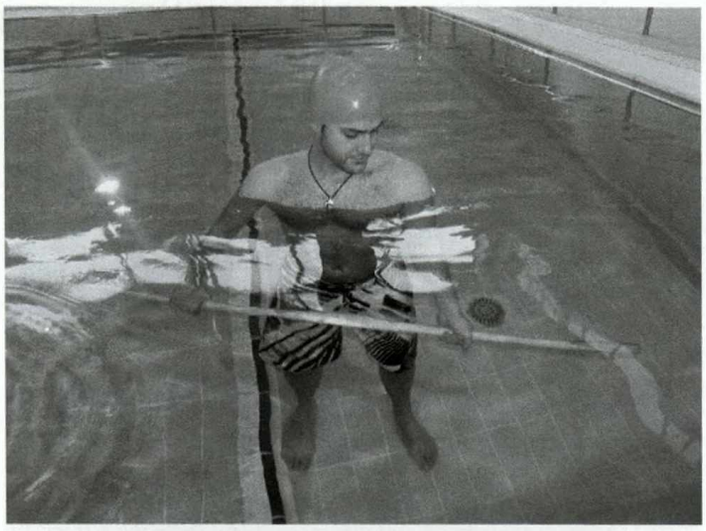


Figura 20-10. Ejercicio de abducción del hombro con flotación como ayuda mientras el paciente facilita dicho movimiento con el brazo sano mediante una pica que usa para realizar el ejercicio de manera autopasiva.

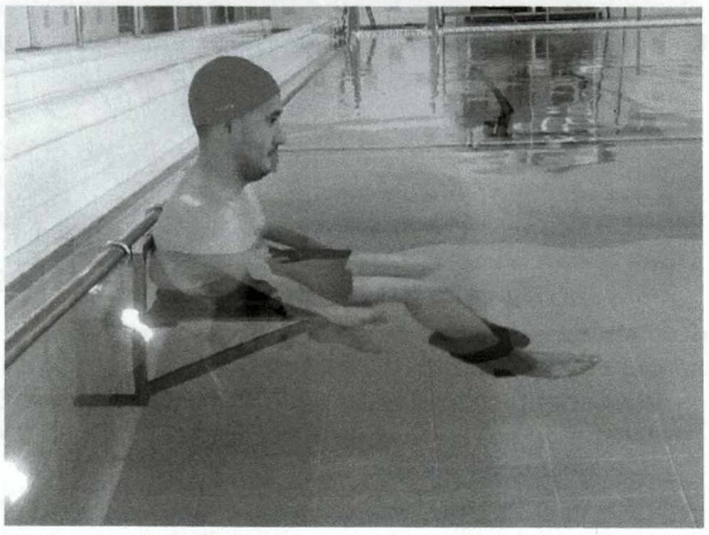


Figura 20-11. Ejercicio de extensión de rodilla con flotación como ayuda y facilitado por el flotador colocado en la parte distal de la pierna.

20.8.1 FLOTACIÓN COMO AYUDA

La parte interesada se desplaza desde una posición perpendicular a la superficie del agua a otra paralela. Se puede facilitar más el movimiento aumentando el brazo de palanca (p. ej., brazo con el codo en extensión), con el empleo de picas que permitan al paciente realizar el movimiento de forma autopasiva con el otro brazo, o con el empleo de flotadores que provocarían un movimiento de mayor velocidad a favor de la fuerza de flotación. Tenemos que valorar la velocidad de ejecución del ejercicio para no obtener efectos indeseados, como dolor o reacciones musculares no beneficiosas (si excede la que el paciente es capaz de asumir) (figs. 20-10 y 20-11).

20.8.2 FLOTACIÓN COMO APOYO

En este caso, la fuerza de flotación ni ayuda ni resiste el movimiento. El movimiento se realiza justo en la superficie del agua, desplazándose el segmento corporal paralelo a ella. Se puede modificar la intensidad del ejercicio según se coloque la extremidad que va a realizar el movimiento en posición más o menos hidrodinámica, así como modificando la velocidad de ejecución (figs. 20-12 y 20-13).

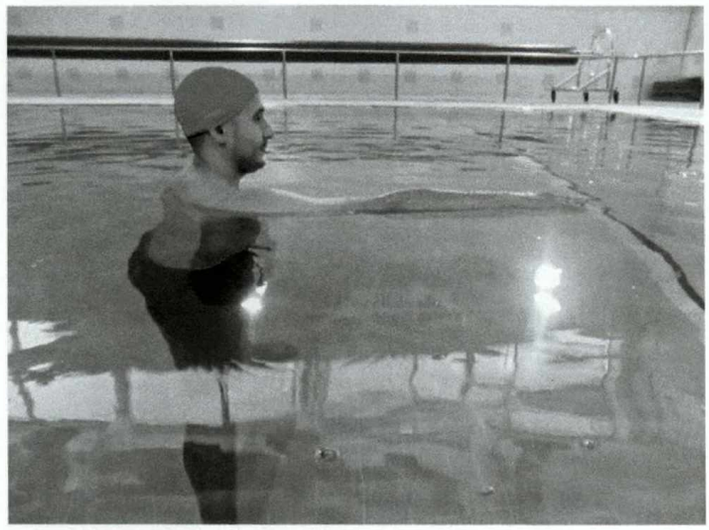


Figura 20-12. Ejercicio de separación y aproximación del hombro con flotación como apoyo con la mano en posición hidrodinámica.

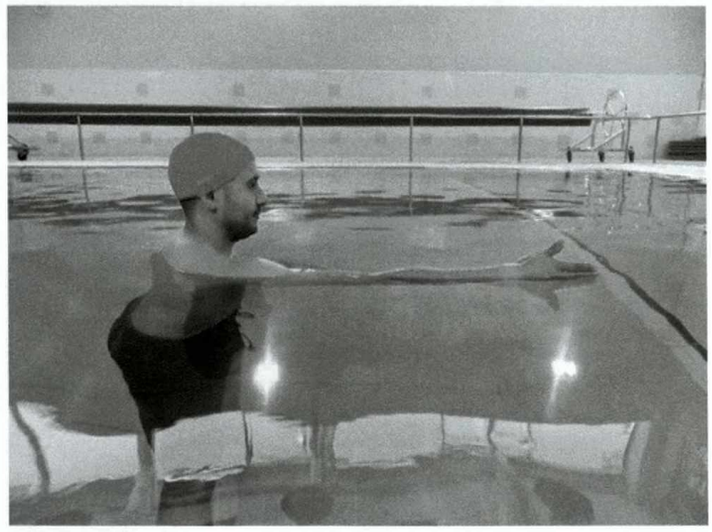


Figura 20-13. Ejercicio de separación y aproximación del hombro con flotación como apoyo con la mano en posición no hidrodinámica, por lo que se dificulta más el movimiento.

20.8.3 FLOTACIÓN COMO RESISTENCIA

En este caso se solicita al paciente que realice un movimiento desde una posición paralela a otra perpendicular a la superficie del agua. Se puede aumentar la intensidad del ejercicio incrementando el brazo de palanca, añadiendo flotadores que el paciente tenga que desplazar con la extremidad en posición no hidrodinámica, y añadiendo raquetas o aletas que el paciente tenga que desplazar (a mayor velocidad del movimiento, más resistencia ofrece el agua al desplazamiento) (figs. 20-14 y 20-15).

20.9 TRATAMIENTO DE HIDROCINESITERAPIA

20.9.1 INDICACIONES

20.9.1.1 Tratamiento de patologías traumáticas y reumatológicas

20.9.1.1.1 Dolor y contractura muscular. Al sumergir la parte que se quiere tratar a una temperatura entre 32 y 35 °C recibe calor durante el tratamiento, lo que produce

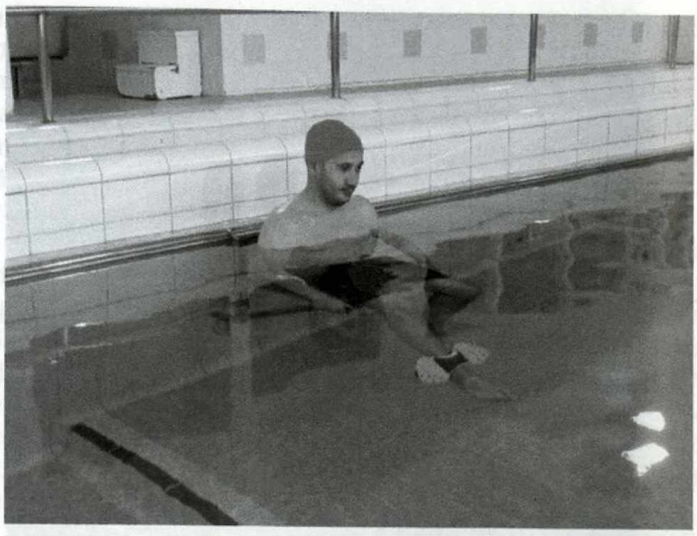


Figura 20-14. Ejercicio de flexión de rodilla con flotación como resistencia empleando un utensilio no hidrodinámico que aumenta la resistencia.

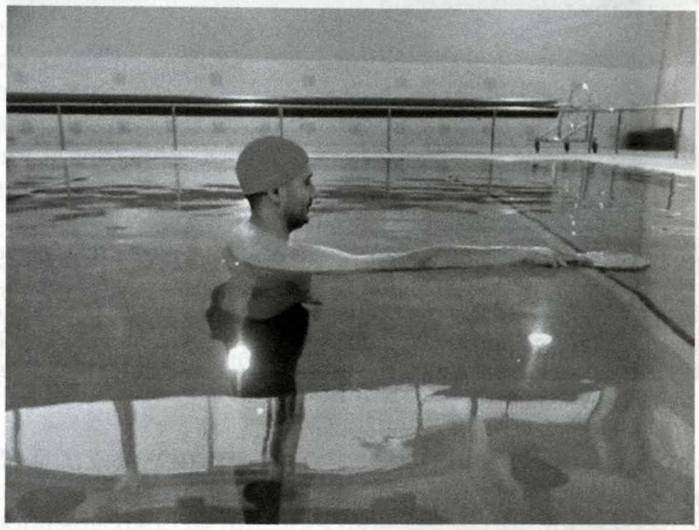


Figura 20-15. Ejercicio de extensión de hombro con la flotación como resistencia empleando una pala o raqueta que aumenta el brazo de palanca y colocada de manera no hidrodinámica, lo que aumenta la resistencia.

los ya comentados cambios vasculares, tróficos, con la consiguiente relajación de la musculatura estriada. Arthur C. Guyton habla del espasmo muscular como causa del dolor, proponiendo que probablemente se deba, en parte, al efecto directo del espasmo en la activación de receptores mecanosensibles o, también, debido a un efecto indirecto por la compresión de vasos sanguíneos, lo que produciría isquemia con la activación de receptores quimiosensibles[8].

También se recomienda en el tratamiento de pacientes con dolor la modificación del entorno durante la actividad, de tal manera que realizar movimientos en el agua permite estímulos ambientales diferentes[9]. Esto se considera importante debido a que hay señales sensoriales que ayudan a iniciar la experiencia de dolor. De hecho, algunos autores apoyan el uso de la hidrocinesiterapia para el tratamiento de pacientes con dolor crónico, inflamación y espasmo muscular, que afecten adversamente a la capacidad funcional musculoesquelética[7].

20.9.1.1.2 Inflamación. La presión hidrostática se incrementa según aumenta la profundidad. Un paciente en la piscina en posición bípeda tendrá una mayor presión en distal, lo que favorece el retorno venoso, mientras que la temperatura del agua produce vasodilatación vascular y arterial, lo que favorece la circulación sanguínea.

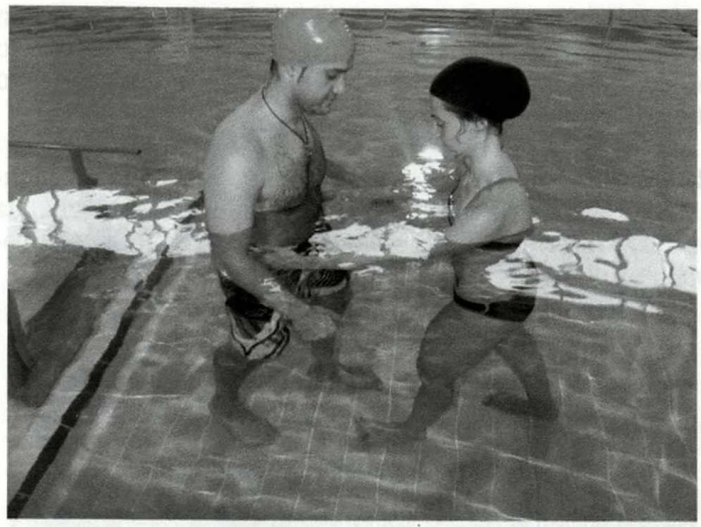


Figura 20-16. Facilitación de la marcha.

20.9.1.1.3 Limitación de la movilidad articular. Se pueden trabajar diferentes sectores articulares siendo respetuosos con el umbral del dolor. La mejora de la movilidad en la piscina resulta de la disminución de la contractura muscular, de la mejoría del trofismo tisular, de la disminución del dolor y de la ligereza o disminución del peso del segmento corporal al movilizar. Todos estos factores influyen en el movimiento, transmitiendo la percepción al paciente de que el movimiento es más fácil.

20.9.1.1.4 Debilidad muscular. Sin olvidar la relajación que se consigue en el músculo estriado en piscina, se puede realizar una progresión del ejercicio ejecutado por el paciente en cuanto a un mayor reclutamiento de unidades motoras como ya se ha comentado en el apartado 20.6.

20.9.1.1.5 La marcha. La disminución del peso corporal, en función de la proporción de cuerpo sumergido, hace de la piscina un medio ideal para aumentar la carga según lo permita la consolidación de la fractura o la patología que presente el paciente, y reentrenar así la marcha de forma precoz (con los miembros superiores libres). Se sabe que una persona sumergida hasta el cuello soportaría el 10% de su peso corporal; sumergido a la altura de los hombros, el 30%; a la altura del ombligo, el 50%; de la ingle, el 80%, y a la altura de la mitad de la pierna, prácticamente el 100%. En un principio, podemos hacer uso de las paralelas si la patología lo requiere. El paciente podrá realizar ejercicios de transferencia del peso corporal de una pierna a la otra, así como de delante hacia atrás. Si el terapeuta camina delante del paciente, puede facilitar la marcha por la estela que produce su desplazamiento al disminuir la fuerza de rozamiento (fig. 20-16).

Hay que tener en cuenta que en la marcha en piscina, la flexión de cadera, rodilla y la flexión dorsal del pie están asistidas por el efecto de flotación, mientras que fuera de la piscina, por la influencia de la fuerza de gravedad, ocurre lo contrario.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

También se puede iniciar el reentreno de la carrera en la piscina, e incluso utilizar utensilios de superficie no hidrodinámica para aumentar la intensidad del ejercicio (fig. 20-17).

20.9.1.1.6 Ejercicios propioceptivos. Mediante planchas, flotadores o colchonetas se puede convertir el agua en una superficie inestable para el reentrenamiento propioceptivo (figs. 20-18 y 20-19).

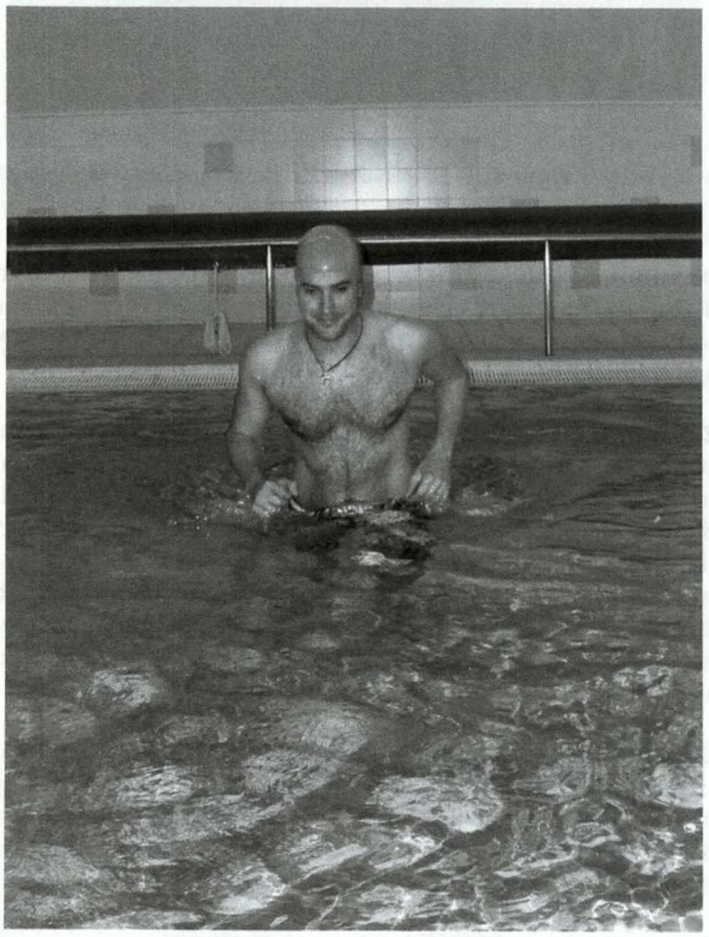


Figura 20-17. Carrera en piscina.



Figura 20-18. Ejercicio propioceptivo de hombro sumergiendo un balón e impidiendo su ascenso.

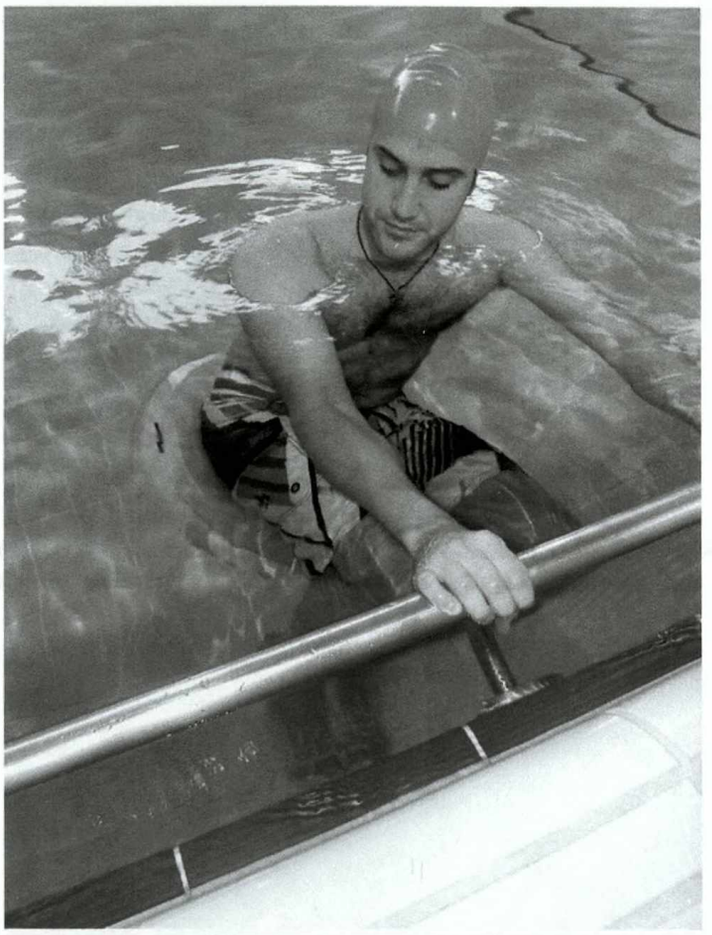


Figura 20-19. Ejercicio propioceptivo de espalda y pelvis. El paciente se sienta sobre flotadores realizando pequeños movimientos con la pelvis y la columna lumbar para luego detener el ascenso de los flotadores y mantener el equilibrio.

20.9.1.2 Tratamiento de patologías neurológicas

La aplicación de la hidrocinesiterapia en el paciente neurológico tiene que acompañarse de una evaluación constante que compruebe que se obtienen los beneficios esperados. En este tipo de pacientes es fundamental que el terapeuta sepa transmitir confianza y seguridad, proporcionando al paciente el soporte y asistencia que requiera en cada momento evolutivo[10]. Se debe tener también en cuenta el grado de familiarización del paciente con el medio acuático previo a la patología neurológica, y la percepción actual del paciente hacia dicho medio, así como considerar el actual estado emocional del paciente.

20.9.1.2.1 Alteraciones del tono. El tono muscular puede estar aumentado, lo que se denomina espasticidad, hipertonía o reacción exagerada al estiramiento, o puede estar disminuido, lo que se conoce como flacidez, hipotono o déficit de reclutamiento de unidades motoras.

La espasticidad es un trastorno sensitivomotor debido a la disminución de los mecanismos de inhibición neuronal a nivel medular, tanto en las vías descendentes como en los circuitos moduladores específicos a nivel segmentario, además de posibles cambios en las propiedades intrínsecas de las motoneuronas y en la mecánica muscular[11]. Se caracteriza por una mayor resistencia a los movimientos pasivos. En la piscina, el agua caliente ayuda a mejorar la espasticidad,

aunque dicha mejoría sea solo temporal. A medida que disminuye el tono, se pueden realizar los movimientos con mayor amplitud y sentir una menor resistencia (en este caso la velocidad de los movimientos deberá ser lenta). Diversos autores han demostrado que la temperatura caliente del agua de la piscina es útil para disminuir la hipertonía y mejorar la calidad del movimiento[10,12].

Si el paciente presentara hipotono, es decir, una disminución de la activación de la motoneurona α, siempre hay que estar vigilantes al aumento de la relajación muscular. Se puede disminuir dicho efecto relajante dosificando la duración de la sesión, es decir, el tiempo de inmersión. Sin embargo, como ya se ha comentado, la hidrocinesiterapia posibilita realizar una progresión de la intensidad del ejercicio en función de la flotación, la velocidad de ejecución, el uso de utensilios o flotadores, etc.

20.9.1.2.2 Alteraciones de la sensibilidad. Con los ejercicios se incrementan los estímulos aferentes (presión, roce del agua por el desplazamiento de la parte del cuerpo en movimiento), y tal como afirman J. B. Stewart y cols., la más pequeña dosis de movimiento voluntario ayuda a mantener una «imagen corporal» de movimiento[6]. También hay que considerar la disminución del peso corporal por la flotación, lo cual disminuye las aferencias de carga en las articulaciones.

20.9.1.2.3 Dolor y espasmo muscular. No es infrecuente encontrar dolor de tipo neuropático en estos pacientes, por lo que se pueden conseguir los mismos beneficios ante el dolor que los comentados anteriormente en los pacientes con problemas en el aparato locomotor.

20.9.1.2.4 Pérdida de coordinación. Un movimiento coordinado es el resultado del reclutamiento espaciotemporal adecuado de unidades motoras. Al disminuir la espasticidad, y si se consigue reducir en este medio la reacción asociada o irradiación anormal (activación estereotipada de grupos musculares no relevantes para la función o tarea que se está desarrollando), se conseguiría producir un movimiento más coordinado, de mayor calidad.

20.9.1.2.5 La marcha. La disminución del peso corporal por la flotación puede producir perjuicio en el patrón de marcha, lo cual debe tenerse en cuenta al disminuir las aferencias de carga corporal (por lo que se podría alterar el esquema corporal del paciente, sobre todo ante la pérdida de la información táctil o de presión debido a la lesión). Esta disminución de la carga podría compensarse con el uso de cinturones con pesos (como los empleados en el buceo) o con la asistencia de la marcha por parte del terapeuta ejerciendo una presión manual a la altura de las caderas del paciente hacia distal (fig. 20-20). De esta manera, aprovecharíamos el mayor estímulo aferente táctil (por el roce de la superficie corporal cuando se desplaza en el agua) y de presión del paciente en la piscina sin el perjuicio de la disminución de la información de peso intracorpóreo.

20.9.2 CONTRAINDICACIONES

1. Heridas: peligro de infección.
2. Lesiones dérmicas infecciosas.



Figura 20-20. Marcha asistida ejerciendo una presión manual a la altura de las caderas del paciente hacia distal.

3. Tromboflebitis: por el riesgo de que la vasodilatación producida suelte el trombo y se desplace.
4. Personas con hipertensión o hipotensión no controladas.
5. Pacientes con miedo al agua y a nadar: por razones obvias, en estos pacientes la hidrocinesiterapia estaría contraindicada.

20.10 CONCEPTOS, MÉTODOS Y TÉCNICAS ACTUALES DE HIDROCINESITERAPIA

20.10.1 MÉTODO HALLIWICK

20.10.1.1 Introducción

«El concepto Halliwick es un particular modo de enfocar el control del cuerpo dentro del agua con el objetivo de lograr la independencia y el movimiento libre para desplazarnos en el medio acuático. Es un concepto global que mediante actividades acuáticas dirigidas persigue dar a todo el mundo las herramientas necesarias para desenvolverse en el agua. Está particularmente dirigido a la enseñanza a personas con discapacidad física y/o de aprendizaje.»[13]

El concepto, que tiene su base en los principios de la hidrodinámica, la hidromecánica y la hidrostática, fue desarrollado inicialmente por James McMillan, y continúa evolucionando sin perder la filosofía original: dar al individuo los fundamentos físicos y mentales para adaptarse al agua, fomentando su participación y estimulando su independencia en el medio acuático.

En la valoración del individuo se tienen en cuenta las habilidades que posee en el agua, no la valoración de la discapacidad en la tierra. En el concepto se desarrolla el trabajo en grupos y la sesión individual; en todos los casos, debe existir una estrecha cooperación entre el individuo y el terapeuta.

El terapeuta (instructor) estará dentro del agua, y habrá un instructor con cada individuo (nadador). La enseñanza se puede llevar a cabo por medio de juegos y diferentes actividades grupales. Esto permite una interacción social mientras se mejora el aprendizaje.

El concepto aboga por la enseñanza sin el uso de ayudas de flotación. La razón más importante es que las ayudas de

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

flotación no permiten experimentar el control de las rotaciones no deseadas, lo cual es vital para avanzar en el equilibrio y el movimiento en el agua.

Cada terapeuta ofrece el soporte adecuado («flotador inteligente») durante la actividad que se realiza, dependiendo de las características individuales del nadador. El soporte o la ayuda será la mínima que necesite el nadador en cada situación.

Tiene beneficios holísticos, incluyendo físicos, psíquicos, recreativos, sociales y terapéuticos[14].

20.10.1.2 Antecedentes y filosofía

El concepto Halliwick se remonta al año 1950 en Londres, donde James McMillan y su mujer Phill fundaron el primer club de natación para niñas con discapacidad, «The Halliwick School for Cripple Girls».

Por primera vez, se crea una forma de trabajo que es válida para todo tipo de persona sin importar la discapacidad fuera del agua y donde se consigue la independencia para desarrollar el control de los movimientos dentro del agua. Esto se logra mediante la participación en distintas actividades de forma individual o en grupo.

El matrimonio McMillan continuó desarrollando su trabajo hasta establecer un programa mediante el cual, desde unas posturas concretas y estables, se conseguían movimientos independientes en el agua. Este se conoce como *el programa de 10 puntos*. Desde entonces, el concepto siguió desarrollándose, y es en 1986 cuando McMillan es invitado a una conferencia en los Países Bajos y se da gran difusión al concepto.

En 1994 se crea la Asociación Internacional de Halliwick (IHA) con el objetivo de promover y expandir el concepto Halliwick por el mundo. En la actualidad existe un gran número de países donde se trabaja con el concepto Halliwick y se desarrolla a nivel científico y terapéutico.

20.10.1.3 El programa de 10 puntos

Como ya se ha descrito en este capítulo, las propiedades del agua son muy distintas de las de la tierra y, como consecuencia, el cuerpo no se comporta igual y tiene la necesidad de crear nuevos patrones de movimiento. En el programa de 10 puntos debemos tener muy en cuenta todos estos principios físicos de hidromecánica (densidad y flotación) e hidrodinámica y ver cómo afectan al control del balance en el agua, al control respiratorio y al control del movimiento a través de los ejes corporales[14].

El programa de 10 puntos es un proceso estructurado de aprendizaje a través del cual una persona sin experiencia en el agua puede avanzar hacia la independencia en ella. Lo hace a través del dominio del control del movimiento en el medio acuático. A través del programa de 10 puntos podemos ver un progreso que evoluciona gracias al aprendizaje del ajuste mental, el control del equilibrio y el movimiento. Hay una serie de conceptos esenciales para el aprendizaje motor:

- *Ajuste mental.* Es el proceso necesario para la adaptación al entorno, al medio acuático y a sus efectos. Debemos llegar a aprender a responder automática, independiente y adecuadamente a la variedad de situaciones que ofrece el agua. Es imprescindible no olvidar la importancia del control respiratorio y el control cefálico, y adecuarlos progresivamente a la dificultad que nos ofrezca la actividad.
- *Control del equilibrio.* Es la habilidad para mantener o cambiar la posición en el agua de forma controlada. Necesitamos adaptarnos al entorno y a la nueva situación; al principio, es difícil de controlar al haber mucho movimiento. El aprendizaje debe ser gradual para prevenir movimientos indeseados y afianzar el control de la postura.
- *Movimiento.* Capacidad de crear movimientos eficaces para cada actividad a través de la organización mental y el control psíquico[15].

El programa de 10 puntos ha sido diseñado para establecer una progresión lógica a partir de la experiencia inicial en el medio acuático; sin embargo, no es necesario dominar por completo una etapa antes de pasar a la siguiente. Después de haber pasado a un nuevo punto, es importante seguir trabajando los puntos anteriores con el objetivo de afinar. Todos los puntos tendrán que ser dominados para ser competentes en el agua. Generalmente muchos de estos puntos se trabajan a la vez, pero en diferentes grados de dificultad (fig. 20-21).

20.10.1.3.1 Ajuste mental. El ajuste mental es un proceso continuo necesario para adaptarnos al medio acuático y a sus efectos que se da durante todo el aprendizaje. El de control de la respiración es un apartado del ajuste mental que debe ir adaptándose continuamente en función de la dificultad de las actividades que se propongan. Comenzará siendo fácil (soplando una pelota en la superficie del agua) y terminará complicándose para poder respirar debajo del agua.

20.10.1.3.2 Retirada o suelta. Proceso por el cual el nadador aprende a ser independiente física y mentalmente. El nadador necesitará en un principio de bastante sujeción o apoyo por parte del instructor, pero a medida que adquiera confianza y mayor control del equilibrio necesitará menos apoyo y podrá manejarse independientemente.

20.10.1.3.3 Rotación transversal. Supone la adquisición de habilidades para realizar movimientos rotacionales alrededor del eje transversal. Un claro ejemplo sería la capacidad del individuo de pasar de la posición de equilibrio en el agua flotando boca arriba a la posición vertical. Se puede complicar con gran variedad de actividades, incrementando la dificultad, como por ejemplo con volteretas. Si pasamos de supino a prono, hay que tener muy en cuenta el control respiratorio del nadador (fig. 20-22).

20.10.1.3.4 Rotación sagital. Control sobre el eje sagital. Es un eje que atraviesa el cuerpo de delante hacia atrás. Sobre este eje, realizamos movimientos laterales de columna y abducción y aducción de extremidades. Realizamos ejercicios sobre este eje desde la posición vertical cuando tratamos de no caernos hacia los lados, o sentados cuando realizamos enderezamientos laterales y ordenamos al nadador coger objetos para mejorar el alcance lateral (fig. 20-23).

20.10.1.3.5 Rotación longitudinal. Control sobre los movimientos en el eje longitudinal. Sería la capacidad de rotar sobre este eje. En bipedestación, controlaríamos el balance al girar para ver cómo equilibramos el cuerpo al

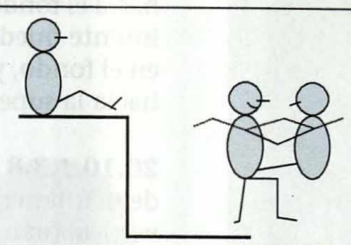
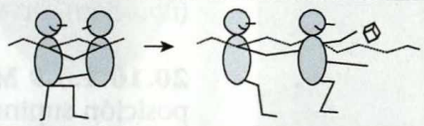
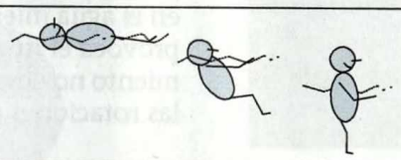
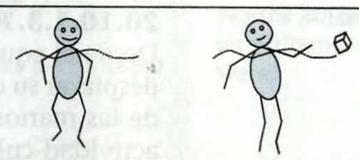
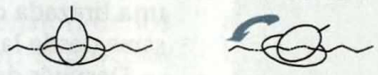
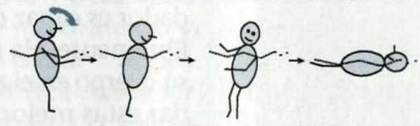
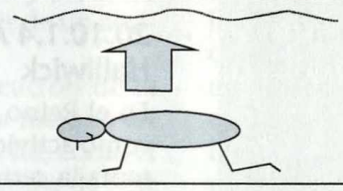
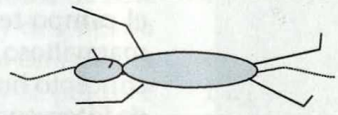
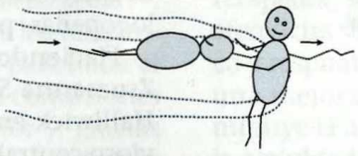
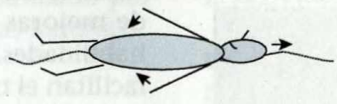
PUNTO 1	Ajuste mental		Ser capaz de responder adecuadamente a las diferentes situaciones que se presentan en el medio acuático. Un aspecto importante de este trabajo continuo es el control respiratorio.
PUNTO 2	Suelta		Proceso a través del cual el nadador aprende a ser más independiente, física y mentalmente.
PUNTO 3	Control de la rotación transversal		Adquisición de habilidades para realizar movimientos rotacionales alrededor del eje transversal.
PUNTO 4	Control de la rotación sagital		Adquisición de habilidades para realizar movimientos rotacionales alrededor del eje sagital.
PUNTO 5	Control de la rotación longitudinal		Adquisición de habilidades para realizar movimientos rotacionales alrededor del eje longitudinal.
PUNTO 6	Control de la rotación combinada		Adquisición de habilidades para el control de los movimientos sobre cualquier eje y/o combinación de rotaciones.
PUNTO 7	Empuje hacia arriba		Es la comprensión del efecto de flotación. También se denomina «inversión mental», es darse cuenta de que todo cuerpo sumergido tiende a flotar.
PUNTO 8	Equilibrio en la quietud		Flotar y permanecer quieto y relajado en el agua. Es dependiente del control mental y físico del equilibrio.
PUNTO 9	Manejo de las turbulencias		Flotar y controlar las rotaciones sin propulsarse mientras el instructor desplaza (sin contacto) al nadador por el agua.
PUNTO 10	Progresión simple y brazada libre		Es la progresión desde los primeros movimientos de propulsión hasta que se pueden dar las primeras brazadas libre e individualmente.

Figura 20-21. Cuadro de los 10 puntos del programa del método Halliwick.

pasar la línea media. Si realizamos actividades en este eje sobre el decúbito supino podríamos llegar al giro de 360°. Sobre esta postura requerimos al nadador giros hacia un lado y el otro para ver el control de su equilibrio, activando musculatura abdominal, disociación de cinturas y enderezamiento. En este punto es importante tener un buen control respiratorio (fig. 20-24).

20.10.1.3.6 Rotación combinada. Es la habilidad para controlar cualquier rotación combinada (transversal/longitudinal), como puede ser tirarse sentado desde el borde de la piscina y, una vez dentro, pasar a posición supina. Otro ejemplo sería el de los cambios de dirección al nadar en la piscina. En este punto, el control respiratorio debe ser bueno.

20.10.1.3.7 Empuje hacia arriba o inmersión mental. Es la comprensión del efecto de flotación. Tratamos de ir a por un objeto situado en el fondo de la piscina y sentimos el empuje hacia arriba que nos brinda el agua hasta llegar a la superficie. También se llama inversión mental, ya que normalmente el nadador tiene la sensación de hundirse

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

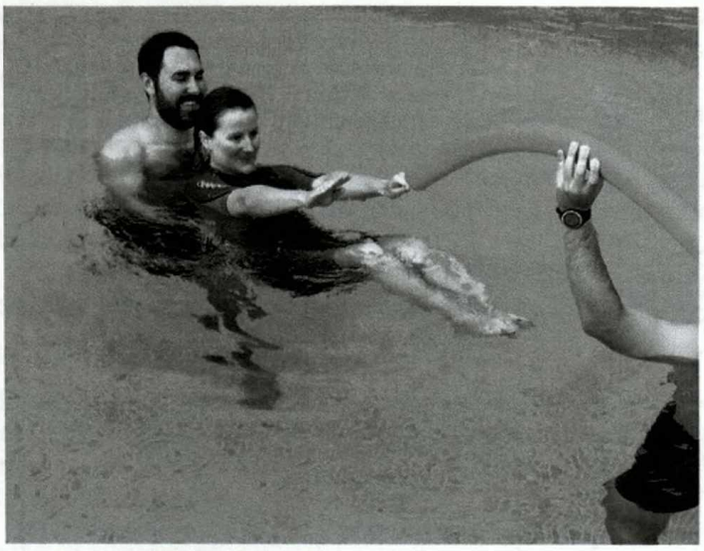


Figura 20-22. Ejercicio de rotación transversal.

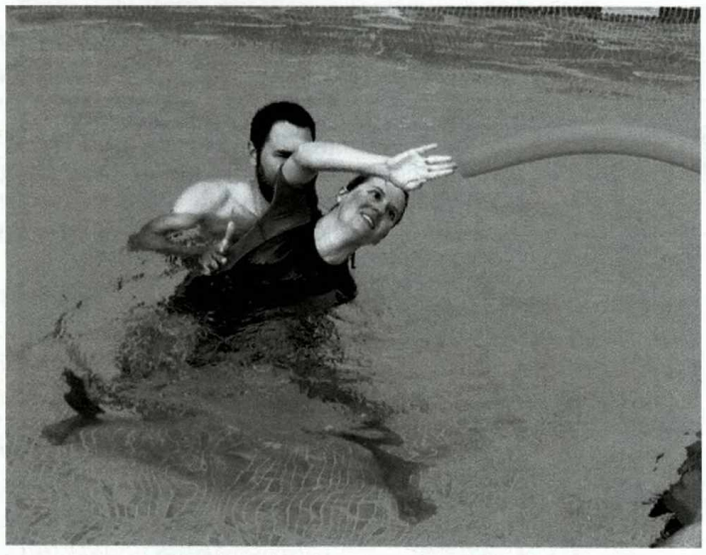


Figura 20-23. Ejercicio de rotación sagital.



Figura 20-24. Ejercicio de rotación longitudinal.

hacia el fondo de la piscina, y entonces le proponemos que intente quedarse en el fondo. Es complicado permanecer en el fondo, ya que la fuerza de empuje arrastra al nadador hacia la superficie.

20.10.1.3.8 Equilibrio en la quietud. Es la capacidad de mantener una posición quieta en el agua; puede ser en vertical (más fácil) y luego en posición de decúbito supino (flotación). Sirve para trabajar la confianza y el ajuste mental.

20.10.1.3.9 Manejo de las turbulencias. Desde la posición supina, el nadador tiene que ser capaz de flotar en el agua mientras es desplazado por las turbulencias que provoca el instructor. El nadador debe controlar el movimiento no deseado del cuerpo y recobrar en todo momento las rotaciones que se producen. No debe propulsarse.

20.10.1.3.10 Progresión simple y brazada libre. Desde el equilibrio en la quietud, el nadador comienza a desplazar su cuerpo en el agua con pequeños movimientos de las manos cercanos a su pelvis. La progresión de esta actividad culminará cuando el nadador sea capaz de dar una brazada completa de manera individual para propulsarse desde la posición supina.

Después de completar el programa de 10 puntos, el nadador es capaz de sumergirse, cambiar de dirección y nadar libremente. Ha conseguido la independencia y el control de su cuerpo en el agua. Es capaz de controlar su cuerpo y trasladar estas mejoras a su vida diaria.

20.10.1.4 Aplicación terapéutica del concepto Halliwick

En el Reino Unido se lleva realizando desde hace tiempo como actividad recreativa, pero ya en la década de 1980 se tenía la certeza de que su utilización sería importante en el campo terapéutico[16]. El concepto Halliwick ofrece un maravilloso abanico de posibilidades terapéuticas, dado su concepto holístico, y puede ser utilizado en diferentes áreas de intervención (fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, logopedas, psicólogos).

Haciendo referencia al trabajo motor en la tesis de Zsuzsanna Szücs-Balàzs sobre la aplicación del método Halliwick en pacientes con alteraciones del sistema nervioso central[17], la autora concluye afirmando la existencia de mejoras en la funcionalidad y en la consecución de habilidades. Las condiciones propias del medio acuático facilitan el trabajo sobre el equilibrio y ayudan en la entrada de *inputs* aferentes en el sistema nervioso central. Con el estudio se ayudó a mejorar las actividades de la vida diaria, conseguir mayor independencia y elevar el nivel de vida (fig. 20-25).

La calidad de vida del individuo está en el centro del enfoque holístico de la salud utilizado en el modelo biopsicosocial que emplea la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2001). El enfoque holístico de Halliwick encaja muy bien con la CIF.

Las habilidades sociales, de comunicación, la capacidad de aprendizaje, el bienestar psicológico y la autoestima pueden desarrollarse a través de sesiones Halliwick, especialmente cuando se trabaja en grupos. Practicar el movimiento en el medio acuático puede facilitar nuevos patrones que



Figura 20-25. Diagrama sobre la aplicación terapéutica del concepto Halliwick. Visión holística.

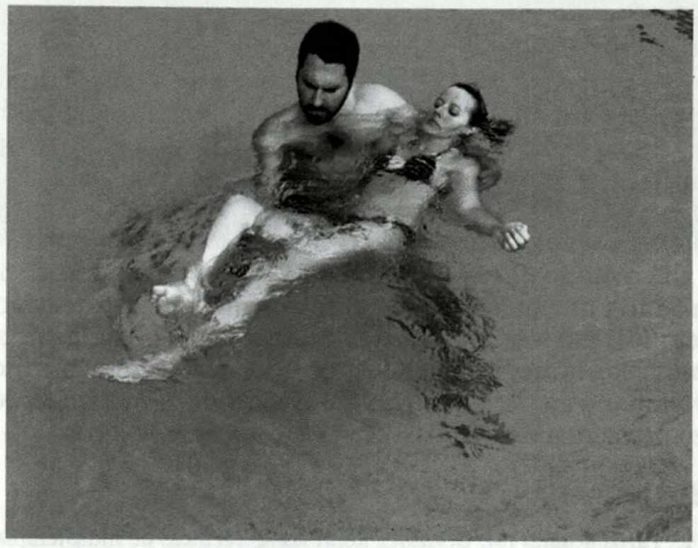


Figura 20-26. Movilizaciones de cintura pélvica y cadera añadiendo un estiramiento de musculatura aductora empleado en el método Watsu.

aumentan el reconocimiento y la comprensión de los diferentes conceptos de aprendizaje motor, el procesamiento sensorial y el aprendizaje cognitivo, y desarrolla la capacidad de organizar los patrones de movimiento y actividades de control necesarias en la vida diaria[14]. Según otros estudios, la aplicación de Aichi y Halliwick puede ser eficaz para promover la función de equilibrio y la fuerza de la pierna hemiparética en pacientes después de un accidente cerebrovascular[18].

Existe una relación directa entre la aplicación de la hidroterapia y del concepto Halliwick con la mejoría en diferentes síndromes y alteraciones del desarrollo, como el síndrome de Rett y el autismo[19,20]. En el síndrome de Rett disminuyen los movimientos estereotipados, y después de 8 semanas de hidroterapia mejora el balance al caminar, la interacción con el medio ambiente aumenta y se produce una disminución en la conducta hiperactiva y la ansiedad[19].

Halliwick es un concepto enriquecedor para los terapeutas y una herramienta de trabajo de gran valor para tratar al paciente de un modo integral, cumple con las condiciones que marca la actualidad del aprendizaje motor y, gracias a que es un concepto holístico, puede ser utilizado por todo el equipo multidisciplinario junto con las familias.

20.10.2 MÉTODO WATSU

Watsu es un medio de trabajo corporal en el agua desarrollado por Harold Dull desde 1980 en Middletown, California. La técnica se desarrolla a través de la aplicación de los principios del Zen Shiatsu trasladados al medio acuático. La temperatura del agua oscila entre los 34 y los 37 °C. «El agua caliente es el medio ideal para liberar el cuerpo[21].»

Durante la aplicación de la técnica el terapeuta aplica unos movimientos pasivos, armónicos, que se acompasan con la respiración. Estos movimientos globales de rotaciones, elongaciones, junto con la coordinación respiratoria y los beneficios del cuerpo desgravitado en el agua caliente provocan un bienestar psicofísico importante al paciente. Esta técnica concede gran importancia a la estrecha relación entre el terapeuta y el paciente debido a la cercanía que se crea entre ambos desde la posición básica (fig. 20-26).

El objetivo principal de Watsu es permitir que el cuerpo permanezca en su estado más profundo de relajación. Watsu combina elementos de masaje, movilización articular, muscular, estiramiento y danza. El movimiento rítmico del cuerpo sumergido tiene efectos positivos para facilitar la relajación, disminuir el dolor frente a un tono muscular anormal y aliviar los espasmos musculares, así como estimular la respiración y la relajación. Sin embargo, hay que tener precaución con la presencia de osteoporosis, inestabilidad ligamentosa aguda, hipersensibilidad a la estimulación vestibular y el potencial de agua en los oídos[21].

En cuanto a los efectos sobre el organismo, destacan los que se producen sobre el sistema nervioso parasimpático. Los movimientos rítmicos suaves, el contacto físico con el terapeuta, las técnicas específicas y la disminución de las aferencias sensoriales hacen que disminuya el ritmo cardíaco y respiratorio, la vasodilatación periférica, y se produzca una mejora del sistema linfático. A nivel muscular, disminuye la actividad de la musculatura estriada y aumenta la actividad de la musculatura lisa.

En un estudio se habla de la importancia del uso de la terapia Watsu para el paciente tras una lesión cerebral en la mejoría de las habilidades funcionales y la espasticidad[22].

20.10.3 MÉTODO BAD RAGAZ

Es conocido como Bad Ragaz Ring Method (BRRM), método nacido en la década de 1950 en la ciudad Suiza de Bad Ragaz y conocida por la riqueza de sus aguas. La década de 1950 fue también el inicio de las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva de Kabat. Poco más tarde, los terapeutas trataron de llevar estos movimientos tridimensionales al agua. Fue la cooperación entre Egger y McMillan la que llevó a integrar los movimientos tridimensionales diagonales en un nuevo método: «el método con anillos de Bad Ragaz»[23]. Los conocimientos de hidrodinámica, biomecánicos y neurofisiológicos proporcionan los fundamentos de esta terapia[4].

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

El programa de ejercicios requiere del uso de material de flotación que proporcione al paciente seguridad y estabilidad en el agua[4]. Los aros de flotación se colocan en el cuello y las caderas, y, dependiendo del ejercicio, también en los tobillos. El posicionamiento de los flotadores y su inflado son muy específicos y se determinan según las necesidades de cada ejercicio[24]. Existen diferentes patrones definidos para tronco y extremidades.

El método BRRM es un modelo que combina fortalecimiento y movilizaciones resistidas con una variedad de características excelentes. Es un método activo que trabaja la fuerza muscular, la amplitud articular y el control del movimiento voluntario en pacientes con lesión cerebral[10]. Está indicado en problemas reumáticos, ortopédicos y neurológicos.

Bibliografía

1. Pazos Rosales JM, González Represas A. Técnicas de hidroterapia. Hidrocinesiterapia. Fisioterapia 2002;24:34-42.
2. Licenciada María Noel Souteras, Montevideo, Uruguay. Septiembre de 2009. Aplicación de hidroterapia en plastia de ligamento cruzado antero-externo. Trabajo realizado para la Escuela Universitaria de Tecnología Médica de la Universidad de la República del Uruguay. Finalizado en 2006.
3. Ward J. Exercise and older person. Aust Fam Physician 1994;23:642-9.
4. Vinyes F. Hidroterapia. La curación por el agua. Barcelona: RBA Integral; 2004.
5. Armijo Valenzuela M. Compendio de hidrología médica. Barcelona: Editorial Científico-Médica; 1968.
6. Stewart JB, Basmajian JV. Ejercicios en el agua. En: Basmajian JV, editor. Terapéutica por el ejercicio. 3.ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 1991.
7. Sanz Velasco E, Grego Parra S, Águila Maturana A, Miangolarra Page JC. Ejercicio aeróbico e hidrocinesiterapia en el síndrome fibromiálgico. Fisioterapia 2005;27:152-60.
8. Guyton AC. Dolor, cefalea y sensaciones térmicas. Anatomía y fisiología del sistema nervioso: neurociencia básica. 2.ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 1997.
9. Butler D, Moseley L. Herramienta 4: Accediendo al cuerpo virtual. Explicando el dolor. China: Noigroup; 2010.
10. Martínez-Gramage J, Galcerán Montaña I. Hidroterapia aplicada en patología neurológica del adulto. En: Cano de la Cuerda R, Collado Vázquez S, editores. Neurorrehabilitación: métodos específicos de valoración y tratamiento. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2012.
11. Gómez Soriano J, Taylor J. Espasticidad después de la lesión medular: revisión de los mecanismos fisiopatológicos, técnicas de diagnóstico y tratamientos fisioterápicos actuales. Fisioterapia 2010;32:89-98.
12. Kesiktas N, Paker N, Erdogan N, Gulsen G, Bicki D, Yilmaz H. The use of hydrotherapy for the management of spasticity. Neurorehabil Neural Repair 2004;18:268-73.
13. Ann Gresswell JM. Principles of Halliwick and its application for children and adults with neurological conditions. Autumn 2000 HACP Study Day.
14. IHA Education and Research Committee. The Halliwick Concept 2010. Disponible en: www.halliwick.org.
15. HRLle I. Material curso básico Concepto Halliwick. 2009.
16. Martin Joan M. The Halliwick method. Phisiother 1981;67:288-91.
17. Szücs-Balàzs Z. Application of Halliwick Method on Patients with Central Nervous System Disability with Examination of Functional Balance, Independence and Postural Assessment Scale. Thesis 2007-2008.
18. Nea DK. The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors: a randomized controlled pilot trial. Clin Rehabil 2008;22:966-76.
19. Gonca B. Hydrotherapy for Rett syndrome: Case report. J Rehabil Med 2003;35:44-5.
20. Ilker Y. Effects of constant time delay procedure on the Halliwick method of swimming rotation skills for children whit autism. Autism 2010;1:125-35.
21. Dull H. WATSU. Freeing the body en water. 2.ª ed. Canada: Trafford on Demand Pub; 1997.
22. Seung C, Oh DW, Shim JH. Watsu approach for improving spasticity and ambulatory function in hemiparetic patients with stroke. Physiother Res Int 2009;14:128-36.
23. Lambeck J, Gamper U. Disponible en: http://www.badragazring method.org/es.
24. Thein Brody L, Richley Geigle P. Acuatic exercise for rehabilitation and training. Champaign, IL: Human Kinetics; 2009.

Índice alfabético

A

Agentes físicos, 1
Agua(s)
  acidulada o carbogaseosa, 187
  mineromedicinales, 187
  propiedades físicas, 13
  temperatura, 186
Alteraciones medulares, 103
Amorós y Ondeano, Francisco de, 2
Anclajes, 177
Andadores, 44
Anfiartrosis, 6
Aparato
  gastrointestinal y urinario, 35
  respiratorio, 34
Área
  de ejercicios activos, 40
  de mecanoterapia, 40
  de movilizaciones pasivas, 40
Arquímedes, 2, 187
Articulación(es)
  acromioclavicular, 59
  condíleas, 8
  coxofemoral, 71
  de la cintura escapular, 9
  de la mano, 9
  de la muñeca, 9
  de la rodilla, 9
  de los dedos, 9
  del codo, 9
  del pie, 9
  del tobillo, 9
  glenohumeral, 56
  interfalángicas, 66, 80
  radiocarpiana, 64
  radiocubital distal, 63
  temporomandibular (ATM), 81, 82
  trapeciometacarpiana del pulgar, 67
Artrodias, 8
Astrágalo, 76
Ataxia, 103
Atelectasia y neumonía, 34
Autotracción o tracción activa, 131
Axones Ia sensitivos, 99

B

Banco
  de Colson, 41
  de cuádriceps, 41
  de isocinéticos, 41
Bandas de resistencia elástica, 140
Barbuquejo, 116
Barras paralelas, 41, 43
Barrera, 46
  articular, 46
Base(s)
  de conocimiento, 21
  de sustentación, 5
Bastones, 44
Bernard, Claude, 3
Biomecánica, 8, 11
Brazo
  de palanca, 102
  de potencia, 16
  de resistencia, 16

C

Cabeza del peroné, 75
Cadena
  articular, 149
  cinética
    abierta, 150
    cerrada, 150
    mixta o de frenada, 150
      parcial o débilmente frenada, 150
      total o fuertemente frenada, 150
    muscular, 149
  de movimiento, 149
Cadera, luxación congénita, 182
Caja torácica, 10
Calcáneo, 77
Calor específico, 13
Cama de Guthrie Smith, 114
Camilla de tratamiento, 115
Capacidad de contracción, 4
Carga asistida, 27
Centro de gravedad, 5
Cerebelo, 100
  alteraciones, 103
Cinchas, 116
Cinemática, 8, 11
Cinesiología, 3
Cinesiterapia, 1, 3, 113
  activa, 25, 105, 106
    analítica, 106
    asistida, 26, 110
      manual, 26
    contraindicaciones, 31
    global, 106
    indicaciones, 31
    libre, 26
      estática, 107
      gravitacional, 107
      pendular, 107
    objetivos, 30
    resistida, 27, 110, 137
  contraindicaciones, 30
  objetivos generales, 30
  pasiva, 24
    contraindicaciones, 31
    forzada, 45
      mantenida, 46
      momentánea, 46
    indicaciones, 31
    instrumental, 45
    manual, 45
    objetivos, 30
    relajada o libre, 45
Cinética, 8, 11
Cintura pélvica, 10
Circuito
  de poleas, 116, 122
    doble, 123
    único, 122
      con polea en aparejo, 123
      con polea móvil, 122
Clausse, técnica, 28
Codo, 60
Cognición, 21
Columna vertebral, 10
Complejo
  de la rodilla, 73
  del hombro, 53
  del tobillo, 76
Confianza paciente-terapeuta, 4
Contracción muscular, 134, 135
  isométrica, 4, 136
  isotónica, 4
    concéntrica, 4, 136
    excéntrica, 4, 136
Convalecencia posquirúrgica, 36
Coordinación motora, alteraciones, 102
Corteza cerebral, 100
  alteraciones, 103

D

Da Vinci, Leonardo, 2
Decúbito
  lateral, 4
  prono o ventral, 4
  supino o dorsal, 3
Dedo(s), 65
  pulgar, 65
Delorme Watkins, 27
Densidad, 13
Depresión, 36
Derrame articular, 137
Diagonales de movimiento, 151
Diartrosis, 8
Dinámica(s), 11
  de función, 182
Dinamometría isocinética, protocolos, 146
Dinamómetro, 144
Dolor, 103
Dotte, 27

E

Eje
  anteroposterior o sagital, 6
  transversal o coronal, 6
  vertical o longitudinal, 6
Ejercicio(s)
  autopasivos, 123
    asimétricos, 123
    homólogos, 123
    no homólogos, 123
    simétricos, 123
  contra resorte, 119
  de Buerger-Allen, 108
  de Chandler, 108
  de Codman, 108
  de estabilización y control motor, 109

© 2019. Elsevier España, S.L.U. Reservados todos los derechos

Ejercicio(s) *(cont.)*
de Frenkel, 108
de Klapp, 108
de Mckenzie, 109
de Niederhoffer, 108
de Shroth, 108
de Williams, 109
isocinético, 143
gráfico, 145
isotónico, 143
pendular de Codman, 94
suspendido vertical
conducido, 117
lanzado, 117
mantenido, 117
Elasticidad, 4
Elongaciones, 128
Enartrosis, 8
Encaje recíproco o en silla de montar, 8
Encéfalo, 100
End feel, 46
blando, 46
duro, 46
firme, consistente, semiblando, semirrígido, 46
patológico, 46
Endomisio, 134
Entrenamiento
concéntrico, 139
excéntrico, 139
isocinético, 138
isométrico, 138
isotónico, 138
Epimisio, 134
Equilibrio, 5, 12
estable, 5
indiferente, 5
inestable, 5
Equipamiento isocinético, 144
Equipos de tracción cervical y lumbar, 41
Escalera de dedos o escalera digital, 41
Escápula, 58
Ese (S) metálica, 116
Espalderas, 41
Estabilidad
activa o funcional, 175
articular, 175
pasiva o mecánica, 175
Estática(s), 11
de función, 182
y dinámica, 12
Estiramiento(s)
activos, 161
asistidos, 162
de la musculatura
abductora, 166
aductora, 166
extensora de la muñeca y dedos, 164
flexora de la muñeca y dedos, 165
isquiotibial, 165
del(los) músculo(s)
angular de la escápula, 168
bíceps braquial, 164
cuadrado lumbar, 169
cuádriceps, 165
deltoides, 162
dorsal ancho, 163
escalenos, 167
extensores
cervicales (espinales), 168
del tronco (espinales), 170
pectoral mayor, 163
piramidal, 170
psoas ilíaco, 170
sóleo, 167
suboccipitales, 169
tibial anterior, 167
trapecio (fibras superiores), 168
tríceps
braquial, 164
sural, 166
estático
activo, 161
pasivo (estiramiento mantenido), 161
musculotendinosos, 26, 159
aplicaciones, 160
contraindicaciones, 161
pasivos, 161
Excitabilidad, 4

F
Facilitación neuromuscular propioceptiva, 151
Fascículo
bulborreticuloespinal, 101
pontorreticuloespinal, 101
tectoespinal, 101
vestibuloespinal, 101
Fenómeno de Valsalva, 138
Fibra(s)
de tipo I, 135
de tipo IIA, 135
intrafusales, 99
muscular(es), 134, 135
blancas o rápidas, 98
rojas o lentas, 98
Fick, 3
Fisioterapia, 1, 113
Flotación, ejercicios
apoyo, 190
ayuda, 190
resistencia, 190
Flujo, 13
Fortalecimiento muscular, 133, 136
Fuerza(s), 5
de cohesión, 13
de la gravedad, 5
de rozamiento, 187
externas, 5
Función muscular, 102

G
Galeno, 2
Galileo, 2
Galvani, Luigi, 2
Ganglios basales, 100
alteraciones, 103
Generadores centrales de patrones, 99
Goniómetro, 144
Gravedad, 94

H
Hallux valgus, 178
Hamacas, 116
Heródoto, 2
Hettinguer-Müller, 27
Hidrocinemática, 13, 14
Hidrocinesiterapia, 185
ejercicios
conducidos, 189
dirigidos, 189
indicaciones, 190
Hidrocinética, 13, 14
Hidrodinámica, 13
Hidromecánica, 13, 186
Hidrostática, 13, 187
Hidroterapia, 27
Hipercinesia, 103
Hipocinesia, 103
Hipócrates, 2
Hipoventilación pulmonar, 34
Hubbard, tanque, 188, 189
Huesos
del carpo, 65
metacarpianos, 66
Huso neuromuscular, 99

I
Información propioceptiva, 98
Inhibición recíproca, 99
Inmovilización
absoluta, 174
efectos, 174
parcial, 174
prolongada, 34, 174
relativa o funcional, 174

J
Jalkanen, Hilma, 3
Jaula de Rocher, 41, 114, 115
Juegos
de bandas (Theraband®, 42
de pesas, 42

K
Kinesio Taping, 179

L
Legg-Calvé-Perthes, enfermedad, 182
Ley de Hooke, 160
Leyes de Newton, 12
Lindhard, Johannes, 3
Línea
o eje de gravedad, 5
óptima de movimiento, 152
Ling, Pier Henri, 2
Luxación congénita de cadera, 182

M
Maitland, 48
grados de movilización, 47
Manipulaciones articulares, 26
Máquinas simples, 15
Marey, Esteban J, 3
McConnell, vendaje, 180
McGovern Luscombe, 27
Mecánica, 11
Mecanorreceptores propioceptivos, 154
Mecanoterapia, 42, 113
activa asistida, 43
activa resistida, 43
Medios físicos, 1
Méndez, Cristóbal, 2
Mercurialis, Hieronymus, 2
Metacognición, 21
Metatarsianos, 79
Método(s)
de Bad Ragaz, 197
Halliwick, 193
isocinéticos, 28
Kabat, 151
Miofibrillas, 134
Momento
de fuerza o torque (N-m), 144
de una fuerza, 12
máximo de fuerza, 144
Montaje(s), en la articulación
de la cadera, 125
de la rodilla, 126
del codo, 125
del hombro, 124

Mosso, Ángelo, 3
Motilidad
  automática, 106
  refleja, 106
  voluntaria, 106
Motoneuronas
  α, 98
  γ, 98
  inferiores, 98
  superiores, 98
Movilidad terapéutica, 24
Movilización
  activa
    asistida, 106
    libre, 106
    resistida, 106
  analítica
    específica, 48
    simple, 47
  autopasiva, 93
  pasiva
    analítica
      específica, 25
      simple, 25
    articular instrumental, 26
    autopasiva, 25
    funcional o global, 25
    instrumental, 95
    manual, 47
Movimiento(s)
  artrocinemáticos, 10
  de rotación, 12
  de traslación, 12
  osteocinemáticos, 10
  reflejos, 97
  voluntario, 97, 100
Muelles o resortes, 116
Muletas, 44
Mulligan, vendaje, 181
Muñeca, 62
Músculo(s), 35
  antagonistas, 98
  con función
    estabilizadora, 102
      monoarticulares, 102
    movilizadora, 102
      biarticulares, 102
      multisegmentarios, 102
  de contracción
    involuntaria, 134
    voluntaria, 134
  esquelético estriado, 98
  estabilizadores
    globales, 109
    locales, 109
  movilizadores globales, 109
  sinérgicos, 98

N

Nervios periféricos, 35
Newton, 2
Número de Reynolds, 14

O

Órganos tendinosos de Golgi, 98, 99
Ortesis, 181
  correctoras, 182
    corrección activa, 182
    corrección pasiva, 182
  de cadera, 182
  de columna, 182
  de hombro y codo, 182
  de mano y muñeca, 182
  de pie, 182
  de rodilla, 182
  de tobillo, 182
  funcionales, 182
  posturales, de descanso o soporte, 182
Oxford Technic Zinovieff, 27

P

Palancas, 16
Paradoja de Codman, 8
Paralelas sumergidas, 189
Patrón(es)
  agonista, 152
  antagonista, 152
  motores rítmicos, 97
Pavlik, arnés, 182
Peak torque, 144
Perimisio, 134
Pie, 78
Piel, 34
Piscina, 188
Pivote proximal, 151
Plano
  frontal/coronal, 6
  inclinado, 17
  sagital, 6
  transversal, 6
  y patines deslizantes, 27
Plataforma con escaleras y rampa, 41
Pliometría, 139
Polea(s), 17, 27, 116, 119
  de pared, 41
  de tracción, 121
  de transición, 122
  fija, 120
  móvil, 120
  primera, 121
Poleoterapia, 119, 121
Posición
  anatómica, 6
  de protección, 175
  de reposo, 175
  del paciente, 3
  del terapeuta, 4
Posturas osteoarticulares, 26
Potencia, 15, 145
Presión hidrostática, 187
Primera polea, 121
Principio
  de Arquímedes, 13, 187
  de Bernoulli, 14
  de Pascal, 13
Proceso
  de trabajo del fisioterapeuta, 20
  reflexivo del fisioterapeuta, 20
Programa(s)
  de 10 puntos, 194
  de entrenamiento en fisioterapia, 137
Propiocepción, 153
  coordinación, 154
  déficit, 155
  flexibilidad, 154
  fuerza, 154
Pulley therapy, 119

R

Raquis
  cervical, 84
  dorsal, 88
  lumbar, 90
Razonamiento
  clínico, 20
    clasificación de los errores, 21, 22
  colaborativo, 20
  niveles, 20
Reacciones
  posturales, 97
  primitivas, 97
  secundarias, 97
Reclutamiento motor, 102
Reflejo
  de extensión cruzada, 99
  miotático, 99
    inverso, 99
Regla
  cóncavo-convexa, 48
  de Weber-Fick, 160
Reguladores o eslingas, 116
Reparación, tiempos biológicos, 137
Respeto por el dolor, 4
Rocher, 27
Rótula, 75
Rueda
  de hombro, 42
  de muñeca o pronosupinadores, 42

S

Sacos de arena o lastres, 116
Sala de fisioterapia, 39
Sarcómero, 134
Sedestación, 4
Segunda polea, 122
Semisedestación, 4
Sensación final *(end feel)*
  fisiológica, 46
  patológico, 46
Signo de Babinski, 103
Sinartrosis, 6
Sistema
  cardiovascular, 34
  musculoesquelético, 35
  óseo, 35
  sensitivomotor, 98
Spring therapy, 119
Sumación
  espacial, 98
  temporal, 98
Surco del patrón, 152
Suspensión, 27
  axial
    concéntrica, 118
    excéntrica, 118
      lateral interna o lateral externa, 118
      proximal o distal, 118
  con muelle o resorte, 118
  indiferente, 118
  total, 118
  vertical o pendular, 117
Suspensionterapia, 114, 115

T

Tacómetro, 144
Tanque de Hubbard, 188, 189
Técnica de Clausse, 28
Tejido conjuntivo, 160
Tensión, 6
  de compresión, 6
  de corte, cizalla o flexión, 6
  de tracción, 6
  superficial, 13
  tangencial, 6
Tibia, 74, 75
Tiempos biológicos de reparación, 137
Tiras
  activas, 177
  de cierre, 178
  de refuerzo, 177
Tobilleras, 116
Tonicidad, 4

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

Tope o broche de detención, 117
Trabajo, 14, 144
Tracción(es)
  articulares, 26
  con aparatos, 129
  continua, 130
  discontinua, 130
  esquelética o transósea, 129
  manual, 128, 131
  mecánica, 131
  pasiva, 131
  percutánea, 129
  por carga directa, 129
  por la gravedad del peso del cuerpo del paciente, 131
  por sistemas peso-polea, 129
  por suspensión distal, 129
  terapéuticas, 128
  vertebral(es), 131
    mecánica, 127
Trastornos neurológicos, 103
Tres cuartas partes
  dorsal, 4
  ventral, 4
Triángulo, 116
Tróclea o polea, 8
Trocus o trocoide, 8
Troisier, 27
Tronco del encéfalo, 100
  problemas, 103

U
Unidad
  cinética, 149
  motora, 98, 136
    lenta, 98
    rápida, 98

V
Venda
  elástica
    adhesiva, 176
    cohesiva, 177
    no adhesiva, 177
  rígida o inelástica adhesiva, 176
Vendajes, 175
  clínicos, 176
  funcionales
    clásicos, 176
    clínicos, 181
    especiales, 176
  funcionalidad, 175
  neurológicos, 181
  tipos
    McConnell, 180
    Mulligan, 181
Vías
  de los cordones laterales, 101
  medulares descendentes, 100
  ventromediales, 101
Viscosidad, 13
Von Niederhoffer, 27

W
Watsu, 197

Z
Zapato
  de Colson, 116
  DeLorme, 42

SU VENTA ES PENADA POR LA LEY

ESTE LIBRO ES PROPIEDAD DEL SIBUCE

ESTE LIBRO ES PROPIEDAD DEL SIB-UCE

SU VENTA ES PENADA POR LA LEY

Biblioteca de La FCDAPD
Universidad Central del Ecuador

CINESITERAPIA
PASIVA
ACTIVA
HIDROCINESITERAPIA

SIB - UCE

FECHA DE DEVOLUCIÓN		

615.8
F363 Fernandez de las Peñas César
Cy.2 Cinesiterapia: bases
2019 fisiológicas y aplicación
BCD práctica

FECHA	NOMBRE
20-5-22	Paola Betancurt

615.8
F363 Fernandez de las Peñas, César
Cy.2 Cinesiterapia: bases
2019 fisiológicas y aplicación
BCD práctica

CÉSAR FERNÁNDEZ DE LAS PEÑAS ALBERTO MELIÁN ORTIZ

2.ª edición

CINESITERAPIA

BASES FISIOLÓGICAS Y APLICACIÓN PRÁCTICA

Cinesiterapia. Bases fisiológicas y aplicación práctica, 2.ª edición, estudia el movimiento como agente terapéutico, la cinesiterapia, una disciplina de especial relevancia para el fisioterapeuta.

Se trata de un libro indispensable para el alumno de Fisioterapia y para todo profesional que desee profundizar en el campo de la cinesiterapia como parte del tratamiento fisioterapéutico.

- Claro y conciso, dirigido a la práctica clínica diaria.
- Contiene un gran número de ilustraciones y técnicas de tratamiento.
- Aborda todos los temas relativos al uso del movimiento como agente terapéutico.
- Nuevo capítulo sobre isocinéticos.
- Acceso *online* a preguntas de autoevaluación y casos clínicos.

Este texto aborda desde las bases teóricas de la cinesiterapia hasta los diferentes aspectos del razonamiento clínico, incluyendo el tratamiento a través de sus diversas formas de actuación: movilizaciones, poleas, suspensiones, estiramientos, ejercicios y vendajes, para acabar con un capítulo sobre hidrocinesiterapia.

La obra combina la experiencia clínica y científica de los autores, todos fisioterapeutas de habla hispana con gran experiencia, los cuales han plasmado su buen hacer y su saber clínico y docente. Cada tema se aborda de forma precisa y concisa, incluyendo el acceso *online* a casos clínicos en aquellas materias de especial interés para la clínica.

ISBN 978-84-9113-360-5

9 788491 133605