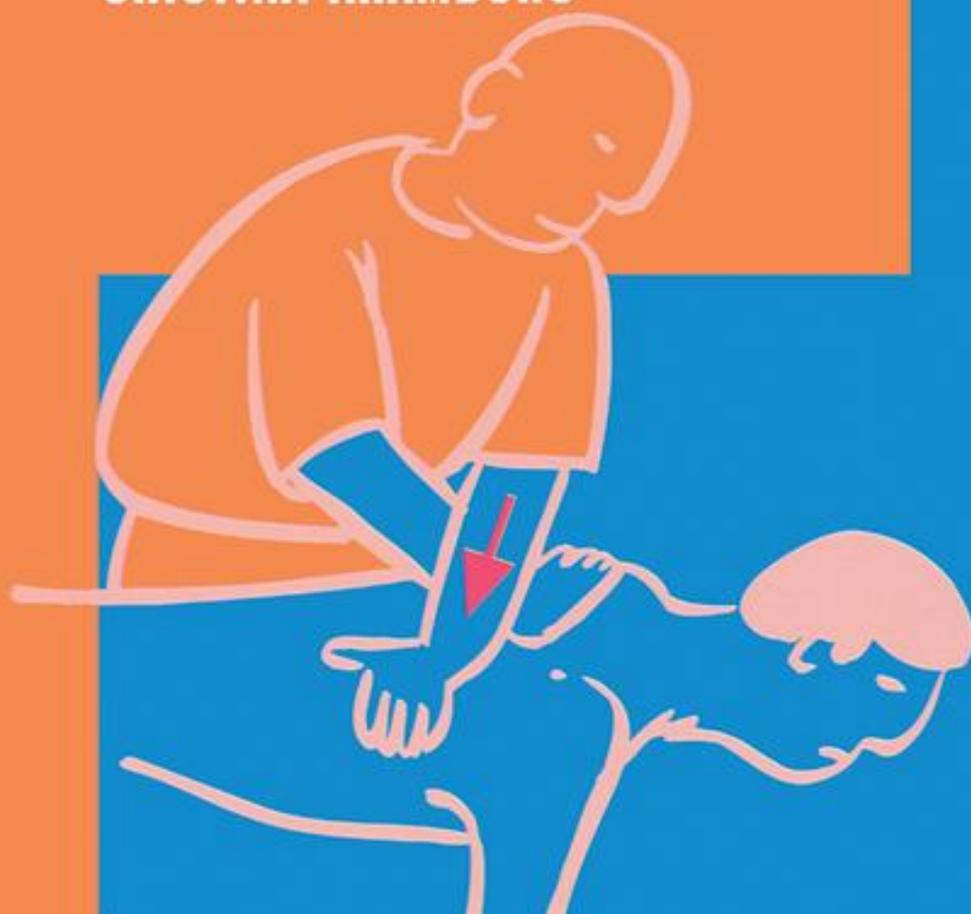


FISIOTERAPIA

FISIOTERAPIA GENERAL: KINESITERAPIA

CELEDONIA IGUAL
EMILIO MUÑOZ
CRISTINA ARAMBURU




EDITORIAL
SÍNTESIS

Fisioterapia general: Cinesiterapia

Fisioterapia general: Cinesiterapia

Celedonia Igual Camacho

Profesora Titular de Escuela Universitaria. Departamento de Fisioterapia.
Universidad de Valencia.

Emilio Muñoz Díaz

Profesor Titular de Escuela Universitaria. Departamento de Fisioterapia.
Universidad de Valencia.

Cristina Aramburu de Vega

Profesora Titular de Escuela Universitaria. Departamento de Fisioterapia.
Universidad de Valencia.

PROYECTO EDITORIAL
ENFERMERÍA, FISIOTERAPIA Y PODOLOGÍA

COORDINACIÓN
Juan V. Beneit Montesinos

Diseño de cubierta: JV Diseño gráfico
Ilustraciones: José Manuel Pedrosa

© Celedonia Igual, Emilio Muñoz y Cristina Aramburu

© EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.
Vallehermoso, 34. 28015 Madrid
Teléfono: (91) 593 20 98

ISBN: 978-84-995844-0-9

Impresión: Lavel, S. A.

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin la autorización previa por escrito de Editorial Síntesis, S. A.

Colaboradores

Virgilia Antón Antón

Profesora titular de Escuela Universitaria.
Departamento de Fisioterapia y Enfermería.
Universidad de Castilla-La Mancha.
Toledo.

Ana María Aramburu de Vega

Profesora de Educación Física en Educación Secundaria.

Juan Antonio Armenta Peinado

Profesor Titular de Escuela Universitaria.
Departamento de Radiología, Medicina Física y Psiquiatría.
Universidad de Málaga.

Luis Fernando Cano Pueyo

Fisioterapeuta.
Hospital Clínico Universitario de Valencia.

Victoriano Igual Camacho

Fisioterapeuta.
Hospital la Fé.
Valencia

Gemma Muñoz Sánchez

Fisioterapeuta.
Hospital General de Castellón.

José Vicente Torrella Francés

Fisioterapeuta. Profesor Asociado Médico del Departamento de Fisioterapia.
Universidad de Valencia.

Manuel Agustín Valls Barberá

Profesor Titular de Escuela Universitaria.
Departamento de Fisioterapia.
Universidad de Valencia.

Luis Antonio Villaplana Torres

Profesor Titular de Universidad. Departamento de Ciencias Morfológicas.
Universidad de Valencia.

Cristina Zaragoza Ruvira

Profesora Titular de Universidad.
Departamento de Medicina.
Universidad de Valencia.

Ana Zarza Stuiik

Fisioterapeuta. Profesora Asociada Médica del Departamento de Medicina Física
Rehabilitación e Hidrología Médica.
Universidad Complutense de Madrid.

Índice

PRÓLOGO

PARTE I. HISTORIA, FUNDAMENTOS E INTRODUCCIÓN A LA FISIOTERAPIA

1. LA FISIOTERAPIA

Emilio Muñoz Díaz

1.1. Concepto de fisioterapia

1.2. Evolución histórica de la fisioterapia en España

1.3. División de la fisioterapia

1.4. Relación entre la física y la fisioterapia

1.5. Relación de la fisioterapia con la rehabilitación

1.6. La fisioterapia y el fisioterapeuta

1.6.1. Funciones de la fisioterapia en el ámbito de las ciencias de la salud

1.6.2. Equipo terapéutico

1.6.3. Niveles de actuación del fisioterapeuta

1.6.4. Funciones del fisioterapeuta

Bibliografía recomendada

2. FUNDAMENTOS DE LA FISIOTERAPIA

Emilio Muñoz Díaz

2.1. Aplicación de la energía al organismo

2.2. Agentes físicos: estímulo y respuesta

2.3. Agentes físicos naturales y artificiales

2.4. Espectro cinético y espectro electromagnético

Bibliografía recomendada

PARTE II. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN FUNCIONAL

3. ARTROLOGÍA

Luis Antonio Villaplana Torres

3.1. Introducción

3.2. Génesis y desarrollo de las articulaciones

3.3. Clasificación de las articulaciones

- [3.3.1. Articulación fibrosa o sinartrosis](#)
- [3.3.2. Articulaciones cartilaginosas o anfiartrosis](#)
- [3.3.3. Articulaciones sinoviales o diartrosis](#)

[Bibliografía recomendada](#)

[4. ESTUDIO GENERAL DEL MOVIMIENTO HUMANO](#)

Celedonia Igual Camacho

- [4.1. Nociones iniciales](#)
- [4.2. Planos y ejes de referencia de la unidad dinámica](#)
 - [4.2.1. Planos de referencia](#)
 - [4.2.2. Ejes de referencia](#)
- [4.3. Movimientos articulares: tipos y generalidades](#)
- [4.4. Cinética y cinemática articular](#)
 - [4.4.1. Hombro](#)
 - [4.4.2. Codo](#)
 - [4.4.3. Antebrazo](#)
 - [4.4.4. Muñeca](#)
 - [4.4.5. Mano](#)
 - [4.4.6. Cintura pelviana y articulaciones sacroilíacas](#)
 - [4.4.7. Raquis](#)
 - [4.4.8. Cadera](#)
 - [4.4.9. Rodilla](#)
 - [4.4.10. Tobillo](#)
 - [4.4.11. Dedos del pie](#)

[Bibliografía recomendada](#)

[5. EXAMEN DE LA POSTURA EN BIPEDESTACIÓN](#)

Cristina Aramburu de Vega

- [5.1. Estudio general de la postura](#)
- [5.2. Factores determinantes de la estática](#)
- [5.3. Actividad muscular y nerviosa en la posición de bipedestación](#)
 - [5.3.1. La actividad muscular en los segmentos corporales](#)
 - [5.3.2. Regulación nerviosa de la postura](#)
- [5.4. Aspectos físicos de la postura](#)
 - [5.4.1. El centro de gravedad](#)
 - [5.4.2. La línea de gravedad](#)
- [5.5. Los ejes del movimiento y la línea de gravedad](#)
- [5.6. Ley del equilibrio](#)
- [5.7. Equilibrio estático](#)

[Bibliografía recomendada](#)

6. VALORACIÓN DEL MOVIMIENTO ARTICULAR

Celedonia Igual Camacho

6.1. Introducción

6.2. Generalidades

6.3. Goniometría articular

6.4. Metodología

6.5. Evaluación del dolor

Bibliografía recomendada

7. VALORACIÓN MUSCULAR

Celedonia Igual Camacho y Luis Fernando Carro Pueyo

7.1. Balance analítico muscular

7.2. Generalidades

7.3. Examen manual de la fuerza muscular

7.4. Métodos de valoración

7.5. Metodología de valoración

Bibliografía recomendada

8. CADENAS CINÉTICAS MUSCULARES

Celedonia Igual Camacho, Ana María Aramburu de Vega y Victoriano Igual Camacho

8.1. Introducción

8.2. Clasificación

8.3. Análisis de una unidad cinética abierta

8.4. Análisis de una cadena cinética abierta

8.5. Análisis de una unidad cinética cerrada

8.6. Análisis de una cadena cinética cerrada

8.7. Caracteres diferenciales

8.8. Técnicas globales de trabajo

8.9. Cadenas cinéticas facilitadoras

Bibliografía recomendada

9. VALORACIÓN GLOBAL

Celedonia Igual Camacho

9.1. Introducción

9.2. Valoración global del miembro superior

9.2.1. Miembro superior en la marcha

9.2.2. Pruebas gestuales

9.2.3. Pruebas de limitaciones

9.2.4. Gestos balísticos

- [9.2.5. Mediciones de la extremidad superior](#)
- [9.3. Estudio del miembro inferior](#)
 - [9.3.1. Observación estática en carga](#)
 - [9.3.2. Observación de la marcha](#)
 - [9.3.3. Principales anomalías de la marcha](#)
 - [9.3.4. Otros exámenes dinámicos en carga](#)
 - [9.3.5. Examen en descarga](#)
- [9.4. Evaluación de la cabeza y raquis](#)
 - [9.4.1. Examen de la estática](#)
 - [9.4.2. Examen dinámico](#)
- [Bibliografía recomendada](#)

[10. LA MARCHA HUMANA](#)

Cristina Aramburu de Vega

- [10.1. Introducción](#)
- [10.2. El ciclo de la marcha y sus fases](#)
 - [10.2.1. Fase de apoyo](#)
 - [10.2.2. Fase de oscilación](#)
- [10.3. Mecanismos de optimización y transferencia de energía](#)
 - [10.3.1. Mecanismos fundamentales](#)
 - [10.3.2. Acción de las extremidades superiores en la marcha](#)
 - [10.3.3. Análisis anatómico](#)
- [10.4. Factores que intervienen en la marcha](#)
 - [10.4.1. Influencia de la edad](#)
 - [10.4.2. Influencia del calzado](#)
- [10.5. Mecanismos patológicos de la marcha](#)
- [Bibliografía recomendada](#)

[11. FUNCIÓN DE LA MANIPULACIÓN](#)

Cristina Aramburu de Vega

- [11.1. Introducción](#)
- [11.2. La prensión](#)
- [11.3. Tipos de prensión](#)
 - [11.3.1. Músculos y nervios principales de los diferentes tipos de prensión](#)
 - [11.3.2. Prensiones sustitutorias](#)
- [11.4. Valoración funcional de la prensión](#)
- [Bibliografía recomendada](#)

[PARTE III. CINESITERAPIA](#)

[12. BASES FÍSICAS DE LA CINESITERAPIA](#)

Cristina Zaragoza Ruvira

[12.1. Introducción](#)

[12.2. Mecánica de la traslación](#)

[12.2.1. Las leyes de Newton](#)

[12.2.2. Las fuerzas como vectores](#)

[12.2.3. Peso y centro de gravedad](#)

[12.2.4. Principio de independencia de las fuerzas](#)

[12.3. Mecánica de la rotación](#)

[12.3.1. Momento de una fuerza](#)

[12.3.2. Momento de inercia](#)

[12.4. Sistemas en equilibrio](#)

[12.4.1. Problemas de equilibrio](#)

[12.4.2. Equilibrio de los sólidos](#)

[12.5. Trabajo y energía](#)

[12.6. Máquinas simples](#)

[12.6.1. Palancas](#)

[12.6.2. Poleas](#)

[12.6.3. El plano inclinado](#)

[Bibliografía recomendada](#)

[13. CINESITERAPIA](#)

Emilio Muñoz Díaz y Gemma Muñoz Sánchez

[13.1. Concepto de Cinesiterapia](#)

[13.2. Recuerdo histórico](#)

[13.3. Principios básicos del ejercicio terapéutico y fisiología del movimiento](#)

[13.4. Principios mecánicos](#)

[Bibliografía recomendada](#)

[14. GIMNASIO TERAPÉUTICO](#)

Emilio Muñoz Díaz

[14.1. Concepto y ubicación del gimnasio terapéutico](#)

[14.2. Mecanoterapia](#)

[14.3. Equipamiento fijo](#)

[14.4. Equipamiento móvil](#)

[Bibliografía recomendada](#)

[15. REPOSO Y RELAJACIÓN](#)

Juan Antonio Armenia Peinado

[15.1. Reposo, relajación y cinesiterapia](#)

[15.1.1. Efectos fisiológicos del reposo y la relajación](#)

- [15.1.2. Aplicación en las técnicas cinesiterápicas](#)
- [15.1.3. Posiciones básicas](#)
- [15.1.4. Indicaciones de la relajación](#)
- [15.2. Procedimiento básico de relajación](#)
- [15.3. Métodos de relajación](#)
 - [15.3.1. Método de Schultz](#)
 - [15.3.2. Método de Jacobson](#)
 - [15.3.3. Otros métodos de relajación](#)
 - [15.3.4. Métodos orientales](#)
- [15.4. La relajación y otros procedimientos fisioterápicos](#)
 - [15.4.1. Relajación y facilitación neuromuscular propioceptiva](#)
 - [15.4.2. Relajación e hidroterapia](#)
 - [15.4.3. Relajación y masoterapia](#)
- [Bibliografía recomendada](#)

[16. LAS INMOVILIZACIONES](#)

Cristina Aramburu de Vega

- [16.1. Concepto de inmovilización](#)
- [16.2. Modalidades de inmovilizaciones](#)
 - [16.2.1. Inmovilización total](#)
 - [16.2.2. Inmovilización local o parcial](#)
- [16.3. Aparatos inmovilizadores](#)
 - [16.3.1. Aparatos móviles](#)
 - [16.3.2. Aparatos fijos](#)
- [16.4. Reglas fundamentales para una correcta inmovilización](#)
- [16.5. Actuación fisioterápica](#)
- [Bibliografía recomendada](#)

[17. LAS POSTURAS](#)

Cristina Aramburu de Vega y Victoriano Igual Camacho

- [17.1. Características generales de la postura](#)
- [17.2. Concepto de postura](#)
- [17.3. Falta y defecto postural](#)
- [17.4. Deformación tipo](#)
- [17.5. Repercusión sobre el aspecto de los distintos segmentos en las deformaciones tipo](#)
 - [17.5.1. Deformaciones del pie](#)
 - [17.5.2. Deformaciones de la rodilla](#)
 - [17.5.3. Deformaciones de la pelvis](#)
 - [17.5.4. Deformaciones de la columna vertebral](#)
 - [17.5.5. Deformaciones del tórax](#)

[17.5.6. Deformaciones de la cintura escapular](#)

[17.5.7. Deformaciones de los hombros](#)

[17.5.8. Deformaciones del cuello](#)

[17.6. Posturas correctoras](#)

[17.6.1. Concienciación propioceptiva](#)

[17.6.2. Esterocorrectoras](#)

[17.7. Higiene postural y economía articular](#)

[17.7.1. Higiene postural de la columna cervical](#)

[17.7.2. Higiene postural del hombro](#)

[17.7.3. Higiene postural de la columna dorsal y lumbar](#)

[17.7.4. Higiene postural de los miembros inferiores](#)

[17.7.5. Higiene postural durante el reposo y el descanso](#)

[Bibliografía recomendada](#)

[18. CINESITERAPIA PASIVA](#)

Emilio Muñoz Díaz

[18.1. Movilización pasiva](#)

[18.2. Clasificación](#)

[18.3. Efectos fisiológicos](#)

[18.4. Principios generales para la práctica de la movilización pasiva manual](#)

[18.5. Tipos de movilización pasiva articular manual](#)

[18.6. Indicaciones de la movilización pasiva](#)

[18.7. Contraindicaciones](#)

[Bibliografía recomendada](#)

[19. TRACCIONES Y ELONGACIONES TERAPÉUTICAS](#)

Emilio Muñoz Díaz y José Vicente Torrella Francés

[19.1. Concepto de tracción y elongación terapéutica](#)

[19.2. Modalidades](#)

[19.2.1. Tracción continua](#)

[19.2.2. Tracción discontinua](#)

[19.3. Técnica de aplicación](#)

[19.4. Indicaciones y contraindicaciones](#)

[19.5. Tracciones vertebrales](#)

[19.6. Efectos fisiológicos](#)

[19.7. Clasificación y técnicas de aplicación](#)

[19.7.1. Tracción cervical](#)

[19.7.2. Tracciones dorsales](#)

[19.7.3. Tracciones lumbares](#)

[19.8. Indicaciones y contraindicaciones](#)

[Bibliografía recomendada](#)

20. MANIPULACIONES TERAPÉUTICAS

Emilio Muñoz Díaz y José Vicente Torrella Francés

20.1. Concepto de manipulación terapéutica

20.2. Aspectos biomecánicos y fisiológicos

20.2.1. Desarrollo intervertebral menor (DIM)

20.2.2. Efectos biológicos de la manipulación

20.2.3. Desarrollo de la manipulación

20.2.4. Tratamientos asociados

20.2.5. Modalidades

20.3. Indicaciones, contraindicaciones y accidentes

20.3.1. Indicaciones

20.3.2. Contraindicaciones

20.3.3. Accidentes

Bibliografía recomendada

21. ESTIRAMIENTOS MÚSCULO-TENDINOSOS

Celedonia Igual Camacho

21.1. Concepto e introducción

21.2. Reflejos y su influencia

21.3. Principios de aplicación

21.4. Técnicas de estiramiento

21.5. Indicaciones

21.6. Contraindicaciones

Bibliografía recomendada

22. MASAJE

Emilio Muñoz Díaz

22.1. El masaje como tratamiento

22.1.1. Concepto

22.1.2. Breve reseña histórica

22.2. Biofísica del masaje

22.3. Efectos fisiológicos

22.4. Técnicas generales

22.5. Maniobras fundamentales del masaje

22.6. Modalidades

22.7. Indicaciones y contraindicaciones

22.7.1. Indicaciones

22.7.2. Contraindicaciones

Bibliografía recomendada

23. MOVILIZACIÓN ACTIVA

Celedonia Igual Camacho

[23.1. Evaluación analítica músculo-tendinosa](#)

[23.2. Origen e inserción](#)

[23.3. Momento de la fuerza muscular](#)

[23.4. Funciones musculares](#)

[23.5. Definición y clasificación de la cinesiterapia activa](#)

[23.5.1. Dependiendo de la extensión de la zona que se moviliza...](#)

[23.5.2. Dependiendo de la capacidad muscular](#)

[23.6. Ejercicios libres: gimnasia médica](#)

[23.7. Efectos de la movilización activa](#)

[23.8. Indicaciones y contraindicaciones](#)

[Bibliografía recomendada](#)

[24. MOVIMIENTOS VICARIANTES](#)

Ana Zarza Stuyk

[24.1. Concepto e introducción](#)

[24.2. Movimientos de sustitución](#)

[24.3. Clasificación de los movimientos vicariantes](#)

[24.4. Movimientos sustitutorios en algunas lesiones](#)

[24.5. Utilización terapéutica de los movimientos sustitutorios](#)

[24.6. Las ortesis en las parálisis de los nervios periféricos](#)

[24.6.1. Objetivos de las ortesis](#)

[24.6.2. Contraindicaciones de las ortesis](#)

[Bibliografía recomendada](#)

[25. EJERCICIOS ESPECÍFICOS](#)

Gemma Muñoz Sánchez

[25.1. Introducción](#)

[25.2. Ejercicios de Codman](#)

[25.3. Ejercicios de Chandler](#)

[25.4. Ejercicios de Frenkel](#)

[25.5. Ejercicios de Buerger Alien](#)

[25.6. Ejercicios de Knott y Voss \(facilitación neuromuscular propioceptiva\)](#)

[25.7. Ejercicios de Klapp](#)

[25.8. Ejercicios de Niederhoffer](#)

[25.9. Ejercicios de Williams](#)

[Bibliografía recomendada](#)

[26. MECANOTERAPIA: SUSPENSIONTERAPIA Y POLEOTERAPIAS](#)

Emilio Muñoz Díaz

26.1. Suspensionterapia

26.1.1. Principios fundamentales de los ejercicios en suspensión

26.1.2. Tipos de suspensión

26.1.3. Aparatos

26.1.4. Indicaciones y contraindicaciones

26.2. Poleoterapia

26.2.1. Principios físicos y rendimiento mecánico

26.2.2. Circuitos de poleas

26.2.3. Técnicas y utilización

26.2.4. Indicaciones y contraindicaciones

Bibliografía recomendada

27. EJERCICIOS CONTRA RESISTENCIA

Celedonia Igual Camacho

27.1. Concepto y modalidades

27.2. Cinesiterapia contra resistencia humana

27.3. Cinesiterapia contra fuerza mecánica

27.4. Ejercicios de musculación

27.4.1. Principios que rigen los ejercicios de musculación

27.4.2. Estudio comparativo

27.4.3. Métodos para desarrollar la fuerza muscular

27.4.4. Técnicas de musculación

Bibliografía recomendada

28. FUERZA Y POTENCIA EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE

Celedonia Igual Camacho

28.1. Introducción

28.2. Principios generales

28.3. Clases de ejercicios

28.3.1. Elección de tipo de trabajo muscular para el entrenamiento específico

28.4. Entrenamiento de las distintas cualidades de la fuerza

Bibliografía recomendada

29. FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA

Manuel Agustín Valls Barbera

29.1. Introducción

29.1.1. Finalidad

29.1.2. Definición de la facilidad neuromuscular propioceptiva y principios

29.2. Técnicas básicas. Utilización de estímulos

29.3. Patrones cinéticos

29.4. Descripción de los patrones para cabeza y cuello

- [29.5. Patrones base del miembro superior](#)
- [29.6. Patrones base del miembro inferior](#)
- [29.7. Técnicas específicas](#)
 - [29.7.1. Técnicas de refuerzo y potenciación](#)
 - [29.7.2. Técnicas de relajación o estiramiento](#)
- [Bibliografía recomendada](#)

[30. COORDINACIÓN MOTORA](#)

Virgilia Autón Antón

- [30.1. Introducción](#)
- [30.2. Coordinación motora](#)
 - [30.2.1. Principales centros de coordinación del movimiento](#)
 - [30.2.2. Otros sistemas de coordinación motora](#)
- [30.3. Valoración y tratamiento fisioterápico de las alteraciones de la coordinación](#)
 - [30.3.1. Valoración e interpretación de los datos registrados](#)
 - [30.3.2. Tratamiento fisioterápico](#)
- [Bibliografía recomendada](#)

[31. LA CINESITERAPIA DIRIGIDA A LA FINALIDAD OCUPACIONAL](#)

Cristina Aramburu de Vega

- [31.1. Introducción](#)
- [31.2. Principios de aplicación de la cinesiterapia ocupacional](#)
- [31.3. Tipos de técnicas](#)
 - [31.3.1. Técnicas AVD](#)
 - [31.3.2. Actividades laborales](#)
- [31.4. Indicaciones de la cinesiterapia ocupacional](#)
- [Bibliografía recomendada](#)

[32. ENTRENAMIENTO CON AYUDAS TÉCNICAS PARA LA DEAMBULACIÓN.](#)

Cristina Aramburu de Vega

- [32.1. Introducción](#)
- [32.2. Tipos de ayuda para la marcha](#)
- [32.3. Patrones de marcha con ayuda a la deambulación](#)
- [32.4. Ejercicios de iniciación para el uso de ayudas a la marcha](#)
 - [32.4.1. Patrones de marcha con dos ayudas](#)
 - [32.4.2. Patrones de marcha con una sola ayuda](#)
- [32.5. Accesorios de ayuda para la marcha](#)
- [Bibliografía recomendada](#)

Prólogo

En el año 1983, precisamente en Valencia, se crea la primera Escuela Universitaria de Fisioterapia; por ello, no es extraño que, transcurridos trece años, dispongamos de una bibliografía específica poco abundante en lengua castellana.

Ha sido sorprendente comprobar el auge y el interés despertado por esta disciplina entre los jóvenes que se incorporan a la Universidad, al descubrir las enormes posibilidades profesionales, lo cual ha provocado una demanda de dichos textos, que puedan ser tomados como referencia, punto de partida y debate tanto conceptual como de contenidos por los fisioterapeutas y estudiantes de fisioterapia.

De ahí surge la idea de la elaboración de una serie de libros básicos, cuyo punto de partida necesariamente tiene que ser la materia *Fisioterapia General*, y dentro de ésta la *Cinesiterapia*.

Los contenidos de este volumen han sido desarrollados a partir del programa elaborado por el profesorado titular que imparte esta materia en la Escuela Universitaria de Fisioterapia de Valencia, interviniendo además de ellos profesionales y profesores de reconocido prestigio, cuyo concurso, dentro del área de conocimiento de fisioterapia, ha hecho posible que estos estudios universitarios gocen de unas bases sólidas en todo el territorio nacional.

Deseamos que esta pequeña aportación sea fructífera y provoque la aparición de nuevos textos que amplíen el arsenal bibliográfico, en lengua castellana, a disposición de los fisioterapeutas.

Celedonia Igual Camacho

Parte I

Historia, fundamentos e introducción a la fisioterapia

1

La fisioterapia

Objetivos

- Definir qué es la fisioterapia y su evolución histórica.
- Conocer su relación con otras ciencias.
- Conocer los fundamentos de la fisioterapia. Cómo y quién la hace.

1.1. Concepto de fisioterapia

La fisioterapia es aquella parte de las ciencias de la salud que utiliza los agentes físicos con una finalidad terapéutica; mediante la valoración de la discapacidad del paciente, tratamiento y posterior evolución.

El término “fisioterapia” deriva del griego *fisikos*, físico, y *therapeia*, curación, remedio o tratamiento; por lo que etimológicamente significaría “curación o tratamiento por medio de los agentes físicos”. Siguiendo el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, sería: “método curativo por medio de los agentes naturales: aire, agua, luz, etc.”.

Con el devenir de los tiempos, los múltiples avances en el campo de las ciencias hicieron que aumentara el número de los agentes físicos utilizados con fines terapéuticos. Actualmente se admiten seis agentes físicos: frío, calor, movimiento, luz solar, electricidad y radiaciones no ionizantes.

Por tanto, *Fisioterapia* es la parte de la Terapéutica que emplea unos medios específicos para el tratamiento de ciertas afecciones, que son los llamados agentes físicos.

El comité de expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1968 la define del modo siguiente:

Fisioterapia es el Arte y la Ciencia del tratamiento físico por medio del ejercicio terapéutico, calor, frío, luz, agua, masaje y electricidad. Además, la Fisioterapia incluye la ejecución de pruebas eléctricas y manuales para determinar el valor de la afectación de la inervación y fuerza muscular; pruebas

para determinar las capacidades funcionales, la amplitud del movimiento articular y medidas de la capacidad vital, así como ayuda diagnóstica para el control de la evolución. Entre los fines del tratamiento están: el alivio del dolor, el aumento de la circulación, prevención y corrección de la disfunción, así como la máxima recuperación de la fuerza, movilidad y coordinación.

La Confederación Mundial por la Fisioterapia (WCPT) da la siguiente definición:

La Fisioterapia es el conjunto de métodos, actuaciones y técnicas que, mediante la aplicación de medios físicos, curan, previenen, recuperan y adaptan a personas afectadas de disfunciones somáticas y orgánicas o a las que se desea mantener en un nivel adecuado de salud.

1.2. Evolución histórica de la fisioterapia en España

Aunque la aplicación de los agentes físicos como medio terapéutico ha sido una constante en la historia del hombre y de la medicina, la profesionalización de la fisioterapia en nuestro país es muy reciente, y más próxima en el tiempo su inclusión como disciplina universitaria (BOE, 19 de Enero de 1981).

El 9 de Septiembre de 1857, la Reina Isabel II firma la Ley de Instrucción Pública, donde establece la creación de un cuerpo de auxiliares sanitarios, denominados practicantes (arts. 40 y 41). Alrededor de 1900 algunos de estos llamados practicantes-masajistas empiezan a dedicarse al campo de la recuperación física y a darse a conocer en mutuas y en departamentos de traumatología.

La Orden Ministerial de 26 de Noviembre de 1945 (art 7, apart 8), habilita para la profesión de masajista terapéutico única y exclusivamente al practicante, quedando así vinculada en el plano legal la evolución de la fisioterapia con la de los practicantes de entonces y posteriormente enfermeros. En esta época en España son prácticamente desconocidos los avances que en el campo de la readaptación física se han producido en Europa. Se trabaja casi exclusivamente aplicando el masaje terapéutico y la mecanoterapia.

En 1955 y 1956 se crea en España el título de Ayudante Técnico Sanitario. En esta época dos acontecimientos van a influir determinando el desarrollo posterior de la fisioterapia en nuestro país. Por una parte la participación de veintiún profesionales españoles por primera vez en un congreso internacional de Kinesiterapeutas, admitiendo a España en el seno de la Confederación Internacional, que se había creado en el año 1940. Por Real Decreto del 26 de julio de 1957, se crea la especialización para los ayudantes técnicos sanitarios, estableciéndose como una de las más necesarias la de fisioterapia, por el gran número de enfermos necesitados de recuperación física y la escasez de personal dotado de los reconocimientos necesarios tanto teóricos como prácticos.

La denominación dada a la nueva especialidad, Ayudante en Fisioterapia, creó una

polémica por lo inadecuada, ya que no correspondía a la del resto de Europa y podía parecer que por decreto, y como señala Hernández Gómez “los fisioterapeutas españoles son ayudantes de sus colegas extranjeros”.

En 1967, la especialidad en Fisioterapia de Ayudante Técnico Sanitario pasa a depender de la Cátedra de Terapéutica Física. Esta situación poco acertada de unión impuesta con Enfermería, que condujo a una titulación desafortunada y no acorde con el resto de los países europeos, termina al entrar en vigor el Real Decreto 2.965/80 (BOE, 19 de enero de 1981), que transforma las antiguas enseñanzas de especialización de Ayudante Técnico Sanitario en Fisioterapia, y cuyos estudios conducen a la obtención del título de Diplomado Universitario en Fisioterapia.

De esta forma se equipara el nivel de los estudios de fisioterapia en España al del resto de los países de la Comunidad Económica Europea.

La Universidad de Valencia es la primera que comienza a impartir la enseñanza de la fisioterapia con un rango universitario, como centro piloto a nivel nacional en el curso académico 1983-1984, creándose de esta forma la primera Escuela Universitaria de Fisioterapia en España.

1.3. División de la fisioterapia

Para su estudio, la fisioterapia se divide en diferentes claves de terapia según el agente físico empleado:

- a) *Cinesiterapia*: *Cinesis* significa movimiento y *terapia*, curación. Por tanto, la cinesiterapia es el conjunto de procedimientos terapéuticos que tienen como fin el tratamiento de las enfermedades a través del movimiento en sus distintas expresiones: activo, pasivo o comunicado.
- b) *Electroterapia*: Con este nombre se designa el estudio de las aplicaciones de la electricidad con finalidades terapéuticas.
- c) *Fototerapia*: Etimológicamente significa la utilización de los fotones con fines curativos. Es una terapia péptica basada en la luz, no sólo la visible, sino también las infrarrojas y ultravioletas.
- d) *Helioterapia*: Consiste en la utilización de la luz solar con fines terapéuticos. La radiación solar está constituida por radiaciones electromagnéticas de distintas longitudes de onda. Se puede considerar la helioterapia como una fototerapia natural.
- e) *Termoterapia y crioterapia*: Son terapias que utilizan como agente físico el calor o el frío. La termoterapia estudia la aplicación del calor sobre el organismo por medio de cuerpos materiales de temperatura elevada. La crioterapia es una serie de procedimientos terapéuticos basados en la acción del frío sobre el organismo.
- f) *Hidroterapia*: Es la utilización del agua como agente terapéutico, en cualquier forma, estado o temperatura.

1.4. Relación entre la física y la fisioterapia

Los conceptos de mecánica tienen aplicación en la cinesiterapia. Utilizamos *fuerzas* cuando ejercemos tracciones; nos aprovechamos de una fuerza muy particular, el *empuje hidrostático*, para conseguir desgravitar un segmento corporal (conseguir “que no pese”) y facilitar así el movimiento. La fuerza de *rozamiento* puede ser un inconveniente o un aliado (para evitar deslizamientos). Como la *viscosidad* (el rozamiento en fluidos) del agua es mayor que la del aire, será más costoso efectuar movimientos dentro del agua que fuera, circunstancia que se puede aprovechar. Incluso la *hidrodinámica* va a tener aplicación: si desplazamos cuerpos con diferentes perfiles.

Cada vez que realizamos un movimiento articular (en el aire o en el agua) hacemos una rotación; luego una tracción originará un *momento* cuya intensidad podemos graduar. Para variar la magnitud o la dirección de las fuerzas utilizaremos *máquinas simples* (*poleas* simples y dobles) con *ventaja mecánica* conocida. Para tratar ciertas patologías efectuamos aumentos de *presión* con instrumentos adecuados.

Una de las tareas fundamentales en Fisioterapia es producir *caloren* el organismo (termoterapia). Podemos calentar por *conducción* mediante cuerpos sólidos calientes en contacto con la piel, por *convección* introduciéndolo en agua caliente, y por *radiación*, delante de un cuerpo a mayor temperatura.

La electroterapia es la aplicación de la electricidad con fines curativos. Concretamente de la *electrocinética*, ya que la electrostática no se utiliza en la actualidad, aunque no ha sido así en tiempos pasados. Existen *corrientes continuas* (galvánicas), *baja frecuencia* (alterna e interrumpidas) y de *alta frecuencia*. Para comprender los mecanismos de producción hay que recurrir a la *electrónica*. Un complemento a la Electroterapia es la Magnetoterapia, basada en los efectos de los *campos magnéticos*.

En fisioterapia se utilizan *radiaciones materiales* (ultrasonidos) y *radiaciones electromagnéticas*, de frecuencias inferiores a las de los rayos X. Es una banda muy amplia que comprende desde el ultravioleta, pasando por el infrarrojo, las microondas, ondas decimétricas, etc.

1.5. Relación de la fisioterapia con la rehabilitación

La *rehabilitación* se define como la utilización combinada y coordinada de las medidas sanitarias, sociales, educacionales y vocacionales para entrenar o reentrenar al individuo hasta conseguir el nivel más alto posible de capacidad funcional. Concretando algo más y centrándose en la rehabilitación como especialidad médica, el Comité de Expertos de la OMS la define como:

Proceso de asistencia médica dirigido a desarrollar las capacidades funcionales y psicológicas del individuo y, si es necesario, sus mecanismos compensadores para hacerle capaz de alcanzar su propia independencia y

permitirle una vida activa.

Por otra parte se define la *medicina física* como la utilización de una serie de agentes físicos como medios de *diagnóstico, prevención y tratamiento* de una serie de enfermedades o problemas, así como el estudio completo de estos agentes físicos en cuanto a producción, mecanismos de acción, efectos colaterales y secundarios, accidentes de aplicación, etc.

Dentro de la medicina física, si nos centramos en el estudio y utilización de los agentes físicos como terapéutica exclusivamente, entramos en el mundo de la *terapéutica física*, que no se debe confundir con la medicina física (concepto mucho más amplio, pues el agente físico no es sólo terapéutico), ni con la fisioterapia (concepto más restrictivo y selectivo, pues en ella no se utilizan todos los agentes físicos como terapéutica, sino unos muy concretos e individualizados). Concretamente la fisioterapia utiliza los *fisionos* (agentes físicos elementales), las *cinesias* (movimientos) y la *electricidad* (agentes electromagnéticos).

Dentro de la rehabilitación y la medicina física nos encontramos con que la utilización científica de una serie de agentes físicos en el proceso terapéutico de una serie de problemas sanitarios, con un conocimiento básico, efectos fisiológicos, actividad terapéutica, etc., es el campo de actuación fundamental de la fisioterapia.

Además, a través de la fisioterapia se efectúa una de las conexiones de la rehabilitación con el resto de las especialidades médicas, puesto que con estos medios terapéuticos se puede tratar pacientes de otras especialidades (neurología, traumatología, neurocirugía, etc.).

No debe confundirse la fisioterapia con la rehabilitación. La fisioterapia es una parte muy importante, en mayor o menor grado, de un proceso mucho más general de la recuperación de los discapacitados, que de una forma completa e integral abordan la rehabilitación y la medicina física.

1.6. La fisioterapia y el fisioterapeuta

1.6.1. Funciones de la fisioterapia en el ámbito de las ciencias de la salud

Partiendo de la premisa de que la función primordial de la fisioterapia no es sólo prevenir y curar las enfermedades, sino que también es la de devolver al individuo su función normal y su independencia e integración en la sociedad en la medida de lo posible, consideramos que el sujeto de todo proceso rehabilitador es el hombre *incapacitado o discapacitado*, entendiendo a éste no sólo como persona enferma, sino como ser humano que tiene unas necesidades especiales que es preciso entender por todo el equipo especializado que pretende ofrecerle la ayuda necesaria para su integración social.

Para conseguir la efectividad de este proceso, será fundamental la participación

activa del paciente, así como la de un equipo humano integral, la estructura de medios físicos y las adaptaciones que la misma sociedad ha de establecer para ajustarse a las necesidades específicas de los minusválidos.

Los objetivos específicos del *proceso rehabilitador* incluyen:

- Visión globalizada del problema.
- Integración del individuo en su entorno con su participación.
- Atención integral y simultánea de todas las necesidades.
- Concepto de “proceso” no indivisible y continuo.
- Respeto por el paciente en sus señas individuales y culturales.
- Constitución de un equipo de profesionales entrenados en las técnicas de prevención, detección, evaluación y tratamiento.

El modelo asistencial ha de estar establecido sobre premisas de permanente evolución y apertura a la participación del entorno del individuo. Es en este marco en el cual ha de desenvolverse la actividad profesional del fisioterapeuta, formando parte de un equipo multidisciplinario cuya labor asistencial habrá de estar cuidadosamente diseñada y coordinada.

1.6.2. *Equipo terapéutico*

La composición de dicho equipo habrá de adaptarse a las necesidades de cada individuo, no siendo fija sino versátil. Los miembros más frecuentes que forman parte de este equipo son: *enfermeros, fisioterapeutas, médicos, psicólogos, logoterapeutas, terapeutas ocupacionales, técnicos ortopédicos*, etc. La organización estructural de la actividad laboral de este equipo sigue tres modelos en la actualidad:

- *Multidisciplinario*, en el cual cada profesional evalúa y programa el tratamiento, mediante reuniones de planificación y valoración de resultados.
- *Interdisciplinario*, donde en determinadas reuniones se establecen planes y metas generales, aunque la evaluación y diagnóstico se realizan sobre el paciente de forma individual.
- *Transdisciplinario*, de carácter más integrador. Las fronteras y cometidos profesionales se solapan y enriquecen con la puesta en común de la evaluación y planificación terapéutica del paciente en una reunión conjunta con él y su familia.

1.6.3. *Niveles de actuación del fisioterapeuta*

Dentro del proceso de rehabilitación, el campo de actuación profesional del fisioterapeuta debe ser el siguiente:

- En primer lugar, el de actuar en el tratamiento preventivo para evitar la aparición de posteriores alteraciones patológicas, además del mantenimiento óptimo de la

salud.

- Establecida ya la patología, actuará en el tratamiento curativo de ésta, incluyendo la prevención del desarrollo de una deficiencia secundaria a esa patología influenciada por los hábitos de salud del paciente.
- Si se desarrolla cualquier deficiencia músculo-esquelética, visceral u otras, el fisioterapeuta tendrá su campo de intervención en la resolución de estas limitaciones. Asimismo, realizará un tratamiento preventivo de la incapacidad minimizando el impacto residual de la deficiencia.
- Establecidas las incapacidades, el tratamiento paliativo deberá limitar al mínimo éstas, evitando en lo posible la minusvalía. Toda esta actuación estará sometida a las características constitucionales del paciente en cuanto a edad, sexo, educación, situación económica y social.

1.6.4. *Funciones del fisioterapeuta*

En general, las funciones que debe desempeñar el fisioterapeuta son:

- Realizar una historia de fisioterapia que recoja los datos personales, valoración articular, balance muscular, etc.
- Emplear los agentes físicos tanto naturales como artificiales; establecer y aplicar los tratamientos fisioterápicos precedidos del diagnóstico facultativo.
- Realizar el examen y valoración de los datos objetivos y estimaciones subjetivas que permitan el análisis de la situación del paciente en cualquier momento.
- Dirigir al personal subalterno respecto a su actuación en fisioterapia.
- Aconsejar a los profesionales afines a la fisioterapia sobre la conducta a seguir en cada caso o grupo de pacientes sometidos a tratamiento fisioterápico.
- Aconsejar a familiares y personal responsable del paciente sujeto a fisioterapia sobre las pautas de colaboración al programa fisioterápico establecido.

En los *centros hospitalarios* el fisioterapeuta realiza las siguientes funciones:

- Prestar su labor preventiva a la población adscrita al hospital.
- Ocuparse del seguimiento completo en toda la evolución de los pacientes a su cargo.
- Intervenir en los planes del Departamento de Fisioterapia.
- Colaborar activamente en la confección de planes de formación.
- Colaborar con el resto de servicios asistenciales en la orientación y seguimiento del tratamiento fisioterápico.
- Participar en la formación sanitaria del personal colaborador y a su cargo en el ámbito fisioterápico.
- Si el hospital es docente, y el fisioterapeuta lo desea, formar parte del personal formador.

En la *asistencia ambulatoria* y en los *centros de salud* las funciones del fisioterapeuta son las siguientes:

- Realizar su labor asistencial a la población adscrita a su área de operaciones ambulatoria y domiciliaria.
- Intervenir en los programas de educación sanitaria, salud escolar y laboral.
- Prestar sus conocimientos para participar en la detección precoz de posibles patologías congénitas o adquiridas del aparato locomotor.
- Ejecutar sus funciones interviniendo en los programas de atención geriátrica, buscando la recuperación y mantenimiento de la capacidad física.
- Colaborar en la ejecución y evaluación de las actividades de los programas de fisioterapia que se establezcan en su área geográfica correspondiente.
- Actuar en el seguimiento de tratamientos fisioterápicos en colaboración con el resto de los servicios especializados de su ámbito asistencia!

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

BELLOCH, V; CABALLÉ, C. y ZARAGOZAR.: *Fisioterapia: teoría y técnica*. Saber. Valencia, 1971.

GÉNOT, C; NIEGER, H. y LEROY, A.: *Kinesioterapia*. Panamericana. Barcelona, 1991.

SELIGRA, A. y ZARAGOZÁ, C.: *Manual de fisioterapia general*. Publicaciones Universitarias. Valencia, 1985.

2

Fundamentos de la fisioterapia

Objetivos

- Conocer las bases físicas de la fisioterapia.
- Saber qué es un agente físico.
- Clasificar los agentes físicos que se utilizan en fisioterapia.

2.1. Aplicación de la energía al organismo

La fisioterapia no constituye un procedimiento terapéutico nuevo. Ha sido usada desde los tiempos más remotos y por pueblos primitivos, que utilizaban los únicos medios a su alcance: agua, sol, aire, movimiento y calor. De esta forma se ha comprobado su uso por los pueblos de Asia y después de Europa. A medida que han ido aumentando las bases científicas, se incrementaron los conocimientos de la aplicación terapéutica de los agentes físicos. De la misma manera que la técnica ha ido perfeccionándose, han surgido nuevos instrumentos y aparatos y con ello la posibilidad de su utilización terapéutica.

El fundamento de la fisioterapia es la aplicación de la energía al organismo. Esta energía que se transmite es portada por unos elementos especiales que son los agentes físicos ([figura 2.1](#)).

Los agentes físicos deben ser considerados, desde el punto de vista terapéutico, como un medicamento, sujeto al mismo rigor científico con que los fármacos son preparados, dispuestos, prescritos y aplicados al enfermo; su utilización terapéutica debe ajustarse a unas normas científicas, evitando aplicaciones empíricas, muchas veces perjudiciales.

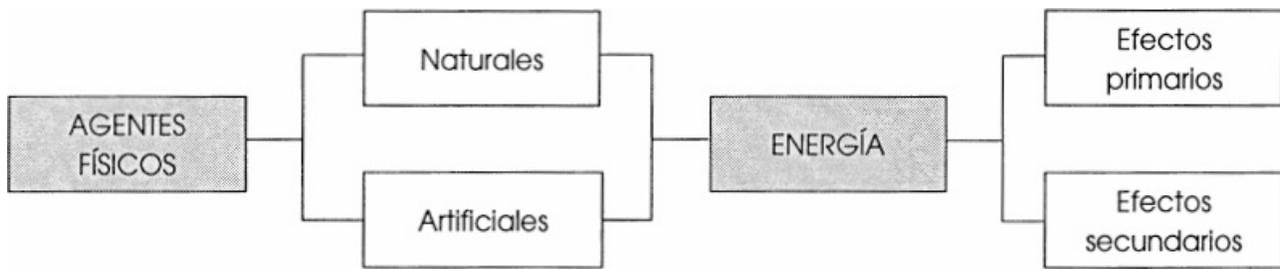


FIGURA 2.1. Aplicación de energía a través de los agentes físicos.

2.2. Agentes físicos: estímulo y respuesta

Los agentes físicos objeto de la fisioterapia comprenden el calor, el frío, el agua, la luz solar, el movimiento, la electricidad y las radiaciones no ionizantes. Es decir, agentes naturales o artificiales portadores de energía con los cuales estamos en contacto directo y continuo. En los últimos años los avances de la técnica han aportado nuevas formas de energía física, disponiendo por tanto la terapéutica de nuevos elementos para sus aplicaciones.

Forman los agentes físicos un grupo muy heterogéneo de recursos terapéuticos, con unas particularidades intrínsecas. En términos muy generales, los efectos primarios que estos agentes producen en el organismo humano se pueden clasificar en tres modalidades:

- *Efecto térmico*: producen calor.
- *Efecto cinético*: movilizan de las estructuras orgánicas.
- *Efecto químico*: ponen en marcha las reacciones químicas.

Los efectos primarios desencadenan una gran variedad de acciones secundarias que van a repercutir en la fisiología del organismo con una posible proyección terapéutica. Los principales agentes físicos y algunos de sus efectos, según Kovacs, se resumen en el [cuadro 2.1](#).

CUADRO 2.1
Agentes físicos y sus efectos

AGENTE FÍSICO	EFEECTO PRIMARIO	EFEECTO SECUNDARIO
<ul style="list-style-type: none"> • Agua caliente • Aire caliente • Radiador de calor • Lámpara de infrarrojos • Diatermia • Onda corta • Radar • Radiación solar 	<ul style="list-style-type: none"> • Térmico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hiperemia • Sedante • Estimulación motora • Bacteriostático

AGENTE FÍSICO	EFEECTO PRIMARIO	EFEECTO SECUNDARIO
• Radiación solar	• Fotoquímico	• Eritema • Pigmentación
• Corriente galvánica	• Electroquímico	• Estimulación vasomotora • Acción metabólica • Acción química de los polos
• Corrientes variables	• Electrocinético	• Contracción muscular • Acción circulatoria • Estimulación refleja
• Movilizaciones • Masaje • Ultrasonidos	• Cinético	• Contracción muscular • Acción circulatoria • Estimulación refleja

2.3. Agentes físicos naturales y artificiales

Agentes físicos naturales son los que encontramos libremente en nuestro alrededor, en nuestro medio ambiente, y los podemos utilizar con una finalidad terapéutica. Por tanto serán cuerpos portadores de energía el agua, el sol, el viento, etc. Los agentes físicos artificiales son los que el hombre puede crear para así utilizarlos con la misma finalidad curativa: lámpara de IR, de UV, radiadores de calor, etc.

Dada la heterogeneidad que nos ofrecen los agentes físicos utilizados en fisioterapia, resulta dificultosa la agrupación de estos agentes en entidades independientes. Cada escuela agrupa a éstos desde un punto de vista distinto.

Para *Johannon*, la expresión *medicina física* es de una amplitud y precisión de las que se debe tomar conciencia. Por ello, en sentido amplio, medicina física sería la parte de la medicina que utiliza con fines diagnósticos o terapéuticos tres grupos de medios:

- *Agentes físicos elementales*, tanto naturales como artificiales, a los que propone llamar *fisionos*. Éstos son el aire, el agua, la tierra, el fuego, la luz, el sonido, el calor y el frío.
- *Cinesias o kinesias*, también incluyen las acinesias.
- *Electricidad*, en todas sus formas excepto la radiología.

Desde un punto de vista didáctico se clasifican los agentes físicos en tres grupos:

- *Cinésicos*, kinéticos o mecánicos: se caracterizan por transmitir oscilaciones o vibraciones materiales.
- *Electromagnéticos o fotoeléctricos*: irradian ondas electromagnéticas, que se transmiten en el espacio sin un soporte material.
- *Complejos*: participan de los caracteres de los anteriores grupos y de otras acciones físicas como el calor, frío, etc.

2.4. Espectro cinético y espectro electromagnético

Se caracterizan los agentes cinésicos por ser emisores o transmisores de vibraciones materiales, con movimientos oscilantes, que sólo se propagan a cuerpos vecinos, ésto es, necesitan un contacto material. Esta propagación se realiza a una velocidad que dependerá del medio por donde pasa: en el aire 344 m/s, en el agua 1.400 m/s, en tejido muscular 1.400 m/s, y en tejido adiposo 1.450 m/s. Estos movimientos vibratorios tienen una frecuencia y una longitud de onda característica de cada uno de ellos.

Considerando estas funciones de frecuencia y longitud de onda, se puede establecer una serie ordenada de estos agentes cinésicos.

CUADRO 2.2
Agentes cinésicos, frecuencia y longitud de onda

AGENTE CINÉSICO	CICLOS/SEGUNDO	LONGITUD DE ONDA
Descanso y relajación	0	—
Trabajo estático	0	—
Movilizaciones	alrededor de 1	—
Masoterapia	2	—
Sismoterapia	de 2 a 32	metros
Sonidos	32-20.000	decímetros
Ultrasonidos	20.000-1.000.000	cm o mm

- *Descanso y relajación.* Se produce cuando ocupa el cero en la frecuencia del espectro cinético; el sujeto, tanto sano como enfermo, consigue el reposo de su organismo y la relajación de su sistema neuromuscular; ésto lo puede realizar sólo o con la ayuda del fisioterapeuta.

El reposo y la relajación son procedimientos científicos bien definidos. Están encaminados a conseguir del paciente una decantación muscular y una distensión psíquica mediante la utilización de una técnica adecuada. Esta falta de tono muscular conduce al reposo, base necesaria para conseguir una distensión física y psíquica. La relajación es una técnica encaminada a la búsqueda de un reposo lo más eficaz posible. El reposo es la cejación temporal de la actividad de trabajo.

El reposo demasiado prolongado no es sano, puede producir alteraciones cardiovasculares con retardo de la circulación, alteraciones respiratorias, digestivas, endocrinas y metabólicas. Cuando el reposo es prolongado en cama, tiende a producir trombosis venosas y embolias pulmonares.

- *Trabajo estático.* Es la también llamada gimnasia estática. Cuando un músculo ejerce fuerza sobre un objeto que no puede mover, el músculo conserva la misma longitud y técnicamente no realiza ningún trabajo. En este caso se dice que los músculos realizan una tensión isométrica, y en los segmentos corporales no se realiza desplazamiento articular.

- *Movilizaciones.* Cuando hablamos de movilizaciones en fisioterapia nos referimos siempre a las movilizaciones terapéuticas. Consistirán en la aplicación al paciente de una serie de movimientos y ejercicios graduados, con una finalidad curativa o preventiva.

Estas movilizaciones podrán ser *pasivas*, cuando el paciente no interviene en su ejecución de forma voluntaria; y *activas*, cuando el sujeto realiza por sí solo los movimientos indicados.

- *Masoterapia.* El masaje es la transmisión a los tejidos de una serie de movimientos oscilantes con una frecuencia de aproximadamente dos ciclos por segundo.

Es una modalidad terapéutica más dentro de los métodos utilizados en fisioterapia, en la que se ejecutan una serie de maniobras mediante las cuales el fisioterapeuta manipula los tejidos blandos de un modo riguroso. Para realizar el masaje serán necesarios ciertos conocimientos anatómicos con el fin de actuar directamente sobre las estructuras tratadas.

- *Sismoterapia.* Según Rivero, entendemos por sismoterapia la aplicación local o general de oscilaciones con frecuencias de entre 2 y 32 c/seg con una finalidad terapéutica.

Según la frecuencia la clasificaremos en:

- *Sucusiones:* entre 2 y 4 c/seg.
- *Trepidaciones:* entre 4 y 8 c/seg.
- *Vibraciones:* entre 8 y 32 c/seg.

Estas vibraciones mecánicas, cuando tienen una frecuencia de 8-16 c/seg producen sobre el organismo un efecto estimulante, mientras que cuando van de 16-32 c/seg ejercen una función sedante.

- *Sonidos.* Son vibraciones de más de 32 c/seg de frecuencia. Cuando las frecuencias son más bajas se les da el nombre de infrasonidos. Por lo tanto la sismoterapia será una terapéutica por infrasonidos, un tipo de sonoterapia.

- *Ultrasonidos.* Los podemos definir como vibraciones sonoras de una frecuencia superior a los 20.000 c/seg, que corresponden al límite de la audición humana. Por tanto, el tratamiento ultrasónico es el empleo con finalidad terapéutica de vibraciones sonoras en el espectro no audible. La sonorización producirá en los tejidos un micromasaje. Además de este efecto mecánico provocará también un efecto térmico.

Los agentes electromagnéticos están constituidos por vibraciones electromagnéticas, que se transmiten en el espacio sin un soporte material, incluso

en el vacío con una velocidad de propagación constante. Como se aprecia en el cuadro, tienen variadas frecuencias y longitud de onda ([cuadro 2.3](#)).

CUADRO 2.3
Agentes electromagnéticos, frecuencia y longitud de onda

AGENTE ELECTROMAGNÉTICO	CICLOS/SEGUNDO (Hz)	LONGITUD DE ONDA
Corriente alterna	50	6×10^6 m
Corrientes variables	10^3	3×10^5 m
Alta frecuencia	3×10^3 a 3×10^7	100 km a 10 m
Onda corta	3×10^8	10 m a 1 m
Onda ultracorta	3×10^9 a 3×10^{10}	1 m a 10 mm
Radiación infrarroja	3×10^{11} a 3×10^{14}	1 mm a 7.700 Å
Luz visible	3×10^{14} a 7×10^{14}	7.700 Å a 3.900 Å
Radiación ultravioleta	7×10^{14} a 9×10^{14}	3.900 Å a 136 Å
Radiación láser	$0,2 \times 10^{14}$ a $6,45 \times 10^{11}$	10.600 nm a 465 nm

- *Corrientes alternas.* Existen dos tipos de corrientes eléctricas: corriente continua y corriente alterna ([figuras 2.2](#) y [2.3](#)). En la *corriente continua* los electrones se mueven constantemente en el mismo sentido a lo largo del conductor. En la *corriente alterna*, este movimiento es alternativo en ambos sentidos, pasando del positivo al negativo en el eje de ordenadas, donde se expresa su intensidad; a lo largo del tiempo que se expresa en el eje de abscisas los electrones empiezan a moverse en un sentido con velocidad creciente hasta un máximo, y luego se reanuda en sentido contrario.
- *Corrientes variables.* Daremos el nombre de corrientes variables a todo tipo de corrientes en que la intensidad no es constante a lo largo del tiempo, es decir, que presentan una variación de su intensidad con respecto al tiempo. Desde el punto de vista de su producción y de sus efectos fisiológicos son de baja frecuencia (hasta 5 KHz) y de alta frecuencia (desde 1 Mhz).

Las corrientes variables de baja frecuencia se dividen en dos grupos:

- *Corrientes ininterrumpidas:* alterna y ondulatoria.
 - *Corrientes de impulsos:* rectangulares, progresivas y moduladas.
- *Corrientes de alta frecuencia.* Se conoce con el nombre de corrientes de alta frecuencia a las que tienen una frecuencia superior a los 100 KHz. La distinción entre las corrientes de alta y baja frecuencia no sólo es física, sino que está fundamentada en sus propiedades. La utilización de las corrientes de baja frecuencia se caracteriza por la aparición de contracciones musculares, mientras que con corrientes de alta frecuencia se produce un calentamiento de los tejidos. No hay excitación neuromuscular, y sí efecto térmico.

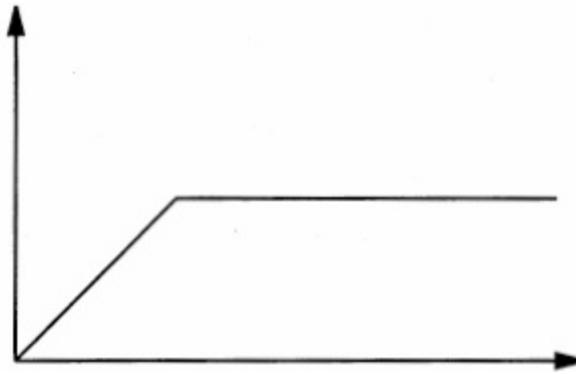


FIGURA 2.2. Corriente continua.

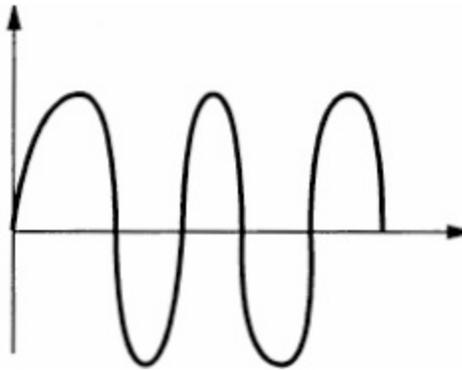


FIGURA 2.3. Corriente alterna.

- *Radiación infrarroja.* Se le da este nombre a la radiación electromagnética de una longitud de onda comprendida entre los 760 y 15.000 nanómetros. La radiación infrarroja tiene energía suficiente como para alterar el estado de movimiento de átomos y moléculas, pero no para disociarlos ni ionizarlos. El efecto principal será la producción de calor, por lo que en fisioterapia utilizaremos esta radiación como agente termoterápico.

La radiación infrarroja se divide en dos grupos:

- Infrarrojos de onda larga o distales.* Su longitud de onda se encuentra entre los 10.000 y los 1.500 nm.
 - Infrarrojos de onda corta o proximales.* De longitud de onda comprendida entre los 1.500 y 780 nm.
- *Luz visible.* Llamamos luz visible a la gama del espectro electromagnético a la que es sensible la retina. En condiciones normales, comprende de los 780 a los 400 nm, estando a su vez limitados por las radiaciones infrarrojas y las ultravioleta. A la aplicación médica de la luz visible procedente del sol se le da el nombre de *helioterapia*, pues de esta forma se utilizan con finalidad terapéutica, además de la luz visible, las radiaciones infrarrojas y ultravioletas naturales.
 - *Radiación ultravioleta.* Es una radiación electromagnética comprendida entre el límite más energético de la luz visible. Corresponde al color violeta, y tiene una

longitud de onda de aproximadamente 400 nm.

La radiación ultravioleta fue descubierta por Ritter en 1801 al estudiar la acción fotoquímica. Su espectro queda reducido de 400 a 185 nm y se divide en tres zonas:

- a) *Longitud de onda de 400 a 315 nm.* Efecto fotoquímico.
 - b) *Longitud de onda de 315 a 280 nm.* Efecto biológico.
 - c) *Longitud de onda entre 280 y 185 nm.* Efecto germicida.
- *Radiación láser:* Láser, se corresponde con las iniciales de las palabras inglesas: *amplificación de la luz mediante una emisión estimulada de la radiación*. La característica especial de la radiación láser, a la que debe sus propiedades energéticas, es la de tratarse de una radiación *coherente* en la que todos los fotones vibran en fase. Por medio del láser se consigue obtener ondas electromagnéticas coherentes de frecuencias ópticas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

BELLOCH, V.; CABALLÉ, C. y ZARAGOZA, R.: *Fisioterapia: teoría y técnica*. Saber. Valencia, 1971.

SELIGRA, A. y ZARAGOZA, C.: *Manual de fisioterapia general*. Publicaciones Universitarias. Valencia, 1985.

ZARAGOZA, J.R.: *Física e instrumentación médicas*. Salvat. Barcelona, 1992.

Parte II

Valoración y evaluación funcional

3

Artrología

Objetivos

- Conocer el desarrollo de las articulaciones.
- Identificar las características y tipos de las articulaciones de tipo fibroso y cartilaginoso.
- Conocer las características propias de las articulaciones móviles, así como su clasificación según las superficies articulares.
- Diferenciar entre la articulación anatómica y la funcional.

3.1. Introducción

Se denomina *articulación* a las estructuras que unen dos o más huesos entre sí en su lugar de contacto.

La *artrología* es la parte de la anatomía que tiene por objeto el estudio de las articulaciones.

En este capítulo, tras un somero análisis de cómo se forman las articulaciones, se describen los distintos tipos de articulaciones.

3.2. Génesis y desarrollo de las articulaciones

Primitivamente, cuando las diferentes piezas esqueléticas no están en contacto y se hallan en estado de esbozo cartilaginoso, entre ellas se extiende una zona más o menos amplia de mesénquima que se conoce con el nombre de *mesénquima interzonal*, que inicia el desarrollo de la futura articulación durante la sexta semana. Hacia la octava se asemeja a la del adulto, sufriendo distintas diferenciaciones según la articulación definitiva sea fibrosa, cartilaginosa o sinovial ([figura 3.1](#)).

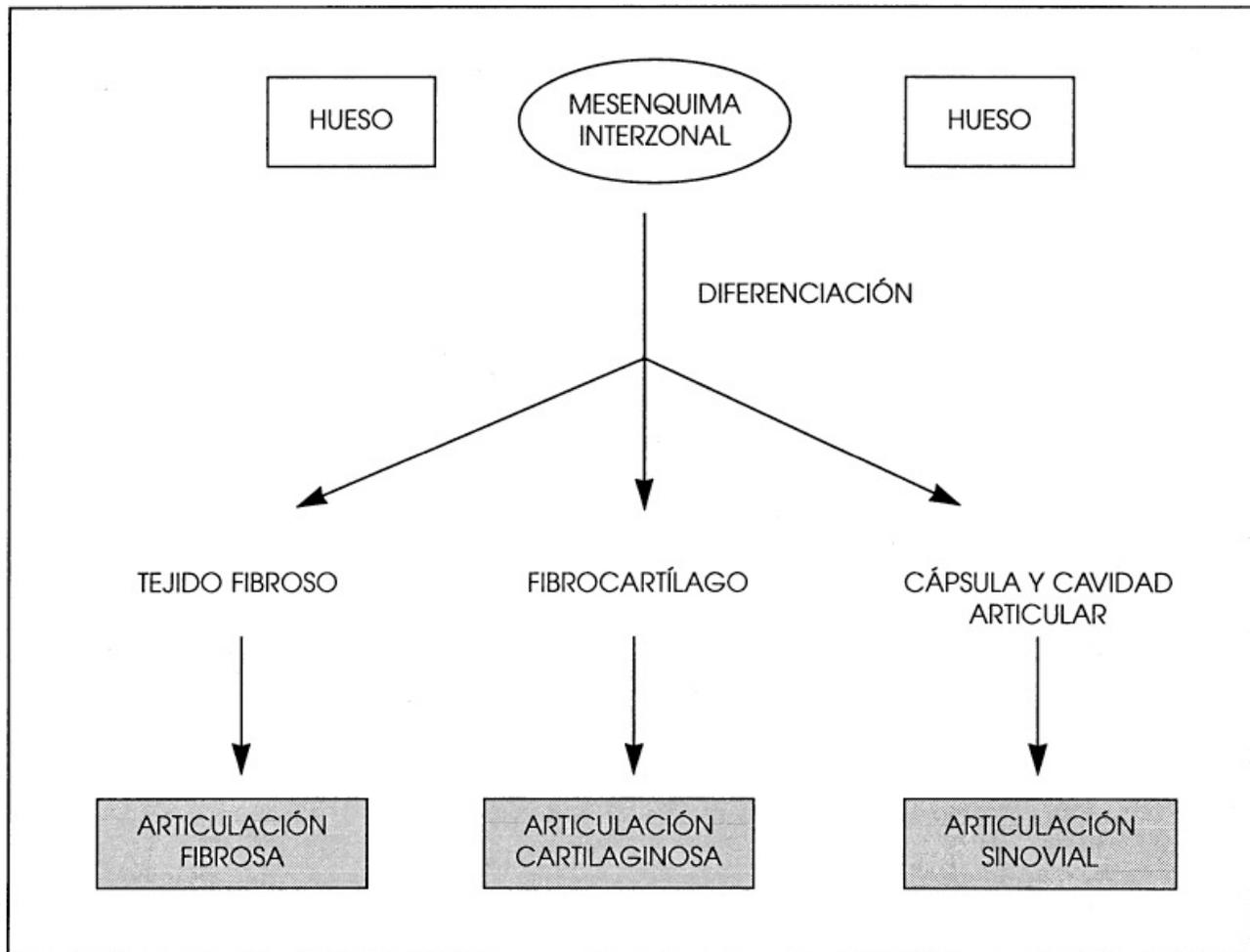


FIGURA 3.1. Esquema de la diferenciación del mesénquima interzonal en el desarrollo de la articulación.

En las articulaciones fibrosas, el mesénquima interzonal durante el desarrollo de este tipo de articulaciones se diferencia en *tejido fibroso denso* por ejemplo, las suturas de la extremidad cefálica.

En las articulaciones cartilaginosa, durante el desarrollo de estas articulaciones, el mesénquima interzonal se diferencia en un disco *fibrocartilaginoso*; por ejemplo, la articulación entre los cuerpos vertebrales, entre los cuerpos de los huesos del pubis, etc.

En las articulaciones sinoviales, el mesénquima interzonal entre los huesos en desarrollo en este tipo de articulación se diferencia en la periferia originando la cápsula fibrosa, los ligamentos periféricos y la membrana sinovial, y en la zona central desaparece, apareciendo una hendidura lineal que se transformará en la futura cavidad articular de la articulación.

Las articulaciones son, como hemos visto por su génesis, unidades anatómo-funcionales en las que todos sus componentes mesenquimatosos están interrelacionados, de tal manera que las alteraciones o deficiencias funcionales de cualquiera de una de sus partes repercute rápidamente sobre las restantes, y determina una modificación de la función articular.

Desde un punto de vista puramente anatómico, en toda articulación hay que

considerar:

- Superficies óseas.
- Partes blandas interpuestas o interóseas.
- Partes blandas situadas a su alrededor o periféricas.

Estas partes comunes a todas las articulaciones ofrecen características diferentes; así, por un lado son muy simples en la extremidad cefálica, tendiendo a asegurar la solidez en la inmovilidad de las piezas esqueléticas, y por otro lado van desarrollándose poco a poco en el tronco, para adquirir su máxima diferenciación en las extremidades de los miembros superior e inferior, para que los movimientos correspondientes a cada articulación puedan realizarse correctamente.

Así se constituyen, en resumen, los diversos tipos de articulaciones (sinartrosis, anfiartrosis y diartrosis), que se describen a continuación.

3.3. Clasificación de las articulaciones

Atendiendo al desarrollo del mesénquima interzonal, las articulaciones se clasifican en:

- Articulaciones fibrosas o sinartrosis (articulación fija o inmóvil).
- Articulaciones cartilaginosas o anfiartrosis (articulación semimóvil).
- Articulaciones sinoviales o diartrosis (articulación móvil).

3.3.1. *Articulación fibrosa o sinartrosis*

En las sinartrosis o articulaciones inmóviles, las superficies óseas están unidas por tejido fibroso. Existen varios tipos:

- Suturas.
- Sindesmosis.
- Gonfosis.

A) Suturas

Son sinartrosis donde la sustancia interpuesta es fibrosa. Los huesos están separados, pero se mantienen juntos por medio de una espesa capa de tejido fibroso y se localizan en los puntos del organismo en que los huesos se desarrollan en pleno tejido conjuntivo sin pasar previamente por el periodo cartilaginoso. Así las suturas sólo se encuentran en el cráneo y la cara.

Por la forma de las caras articulares las suturas se pueden dividir en: sutura armónica, escamosa, dentada, y esquindilesis ([figura 3.2](#)).

- *Sutura armónica*. Es aquella en que las dos superficies de los huesos que se ponen en contacto son normalmente lisas o ligeramente irregulares ([figura 3.2.a](#)). Por ejemplo, la unión entre los dos huesos nasales o la articulación entre ungís y maxilar superior.
- *Sutura escamosa*. Se caracteriza porque las superficies de los huesos se hallan cortadas a bisel en su punto de contacto ([figura 3.2.b](#)). Por ejemplo, entre la concha del hueso temporal y hueso parietal.
- *Sutura dentada*. Es aquella en que las superficies óseas se entrelazan en forma de sierra o cremallera con dientes engranados recíprocamente ([figura 3.2.c](#)). Por ejemplo, la sutura parieto-parietal, parieto-occipital.
- *Esquindilesis*. La unión entre los huesos está constituida por una cresta ósea que encaja en una ranura del otro hueso ([figura 3.2.d](#)). Por ejemplo, la articulación de la cresta del hueso esfenoides con la base del hueso vomer.

En las suturas, la unión de las piezas óseas es muy ajustada y hay muy poco o ningún movimiento. En el recién nacido, los huesos del cráneo no se encuentran en contacto unos con otros, debido a que existen zonas de tejido fibroso, conocidas como *fontanelas*. La separación de los huesos en las suturas y las fontanelas del cráneo de un recién nacido permite su superposición durante el parto, permitiendo que la cabeza del niño pase a través del canal del parto.

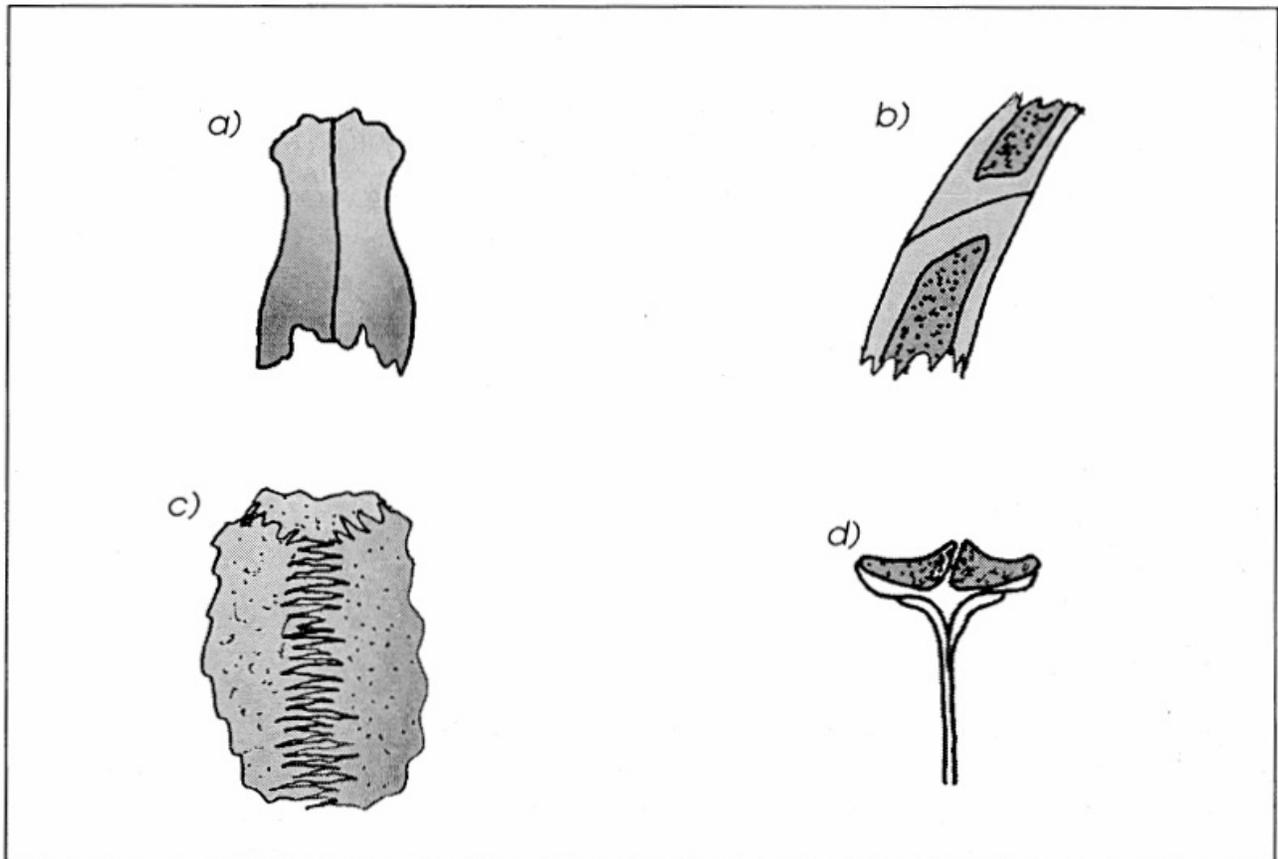


FIGURA 3.2. a Sutura armónica; b) Sutura escamosa; c) Sutura dentada; d) Sutura esquindilesis.

La unión completa de los huesos a través de las líneas de sutura (sinostosis) comienza durante los primeros años de la segunda década de vida, progresando hasta la edad adulta, donde casi todas las suturas del cráneo se encuentran cerradas.

B) *Sindesmosis*

Son sinartrosis en las que la sustancia interpuesta forma una lámina de tejido fibroso. El tejido puede ser un ligamento o una membrana fibrosa interósea; por ejemplo, la articulación tibio peronea inferior, o membrana interósea entre huesos radio y cúbito.

En las sindesmosis puede lograrse un movimiento de leve a considerable. El grado de movimiento depende de la distancia entre los huesos y del grado de flexibilidad del tejido fibroso que los une, por ejemplo, en el movimiento de pronosupinación.

C) *Gonfosis*

Esta denominación corresponde a la forma de unirse el diente con el alvéolo de los huesos maxilares. En esta articulación influye la acción del ectodermo sobre el mesénquima. Es la zona donde el esmalte del diente induce al mesénquima para que se constituya el marfil dentario, uniéndose por una serie de fibras periodontales al diente, permitiéndole ligeros movimientos de ascenso, descenso y rotación.

3.3.2. *Articulaciones cartilagosas o anfiartrosis*

Las anfiartrosis o sínfisis son articulaciones poco movibles y constituyen un término medio entre las diartrosis y las sinartrosis.

Los huesos en estas articulaciones están unidos por cartílago. Se dividen en dos tipos:

- a) *Articulaciones cartilagosas secundarias* (anfiartrosis o verdaderas sínfisis). En ellas las superficies articulares están recubiertas por una capa de cartílago hialino y, a su vez, estas superficies cartilagosas están unidas por un disco fibroso o fibrocartilaginoso de variable espesor. Poseen ligamentos periféricos, análogos a los de las articulaciones diartrosicas, pero menos desarrollados y más débiles normalmente. Las sínfisis son articulaciones fuertes con poco movimiento; por ejemplo, las articulaciones de los cuerpos vertebrales entre sí.
- b) *Articulaciones cartilagosas primarias* (sincondrosis). En ellas las superficies articulares están recubiertas en toda su extensión por una capa de cartílago hialino. La sincondrosis normalmente es una condición temporal; por ejemplo, durante la osificación endocondral de un hueso largo, la central (diáfisis) está separada por un cartílago epifisario de la porción distal (epífisis). Esta articulación permite el

crecimiento longitudinal del hueso, y cuando alcanza el crecimiento total se convierte en hueso, fusionándose la epífisis con la diáfisis, y así la sincondrosis se transforma en sinostosis. Sin embargo, otras sincondrosis son permanentes, por ejemplo, la unión del 1^{er} cartílago costal con el esternón.

3.3.3. *Articulaciones sinoviales o diartrosis*

Las diartrosis o articulaciones móviles, son articulaciones que disfrutan de movimiento. Son las más comunes e importantes funcionalmente, proporcionando movimientos de amplitud diferente según la forma de las superficies articulares.

En toda articulación sinovial o móvil hay que considerar los siguientes aspectos distintivos propios:

A) Superficies articulares

Las superficies articulares constituyen el esqueleto de la articulación y su forma es muy variable, dependiendo de la diartrosis que se estudie. En general, puede decirse que son cóncavas, convexas, planiformes o en polea. Si las describimos geométricamente, tendremos superficies esféricas, elípticas, cilíndricas o planas. Normalmente, cuando la superficie articular de un lado es convexa, la superficie opuesta ofrece una concavidad concordante.

B) Cartilagos articulares

La superficie ósea diartrodial está cubierta por cartílago hialino, y la extensión del revestimiento del cartílago articular es proporcional a la amplitud de los movimientos articulares.

En cuanto al espesor del cartílago articular, es por término medio de 1 a 2 mm, variando según la presión que han de soportar las superficies articulares. Normalmente, en las superficies convexas el cartílago articular es más grueso en su porción central, y gradualmente más delgado en las porciones periféricas, mientras que ocurre todo lo contrario en las superficies cóncavas. En general, cuanto mayor es la presión, más grueso es el cartílago.

El cartílago articular posee dos superficies y una circunferencia. De las dos superficies una, distal libre, lisa, resbaladiza, mira al interior de la articulación y está cubierta por el líquido sinovial; y la otra, proximal adherente, se une íntimamente al hueso, siendo imposible despegarla. La circunferencia se confunde con el periostio, y presta inserción a la membrana sinovial, terminando en ese punto.

El cartílago articular proporciona, esencialmente, una superficie lubricada resistente al desgaste y de poca fricción, levemente comprimible y elástica, capaz de acomodar las fuerzas de compresión y cizallamiento producidas durante la acción muscular y el soporte

de peso. El cartílago articular no ofrece ningún vestigio de vasos, ni sanguíneos ni linfáticos: se nutre por simple imbibición.

C) Cápsula articular y membrana sinovial

La cápsula articular o ligamento capsular es un manguito fibroso periférico de la articulación móvil.

La cápsula articular presenta dos caras:

- *Cara interna.* Se corresponde con la sinovial, que la reviste en la mayor parte de su extensión.
- *Cara externa.* Está en relación con las partes blandas periarticulares, especialmente con los músculos y los tendones.

Las sinoviales son membranas delgadas que tapizan interiormente las cavidades articulares. Su superficie exhala un líquido untuoso y filamentoso, que se ha comparado a la clara de huevo y, por ésto, se designa con el nombre de sinovia, del griego “*syri*” y del latín “*ovum*”. Así pues las paredes de la cavidad articular están constantemente bañadas por la sinovia, líquido viscoso, turbio, amarillento, de sabor salado y de reacción alcalina que, al lubricar las superficies articulares, favorece su deslizamiento. Está constituido por agua (95%), materias proteicas (3%), indicios de mucina (0,5%), indicios de grasa y sales minerales.

La membrana sinovial reviste las partes no articulares de las articulaciones sinoviales y su disposición no es un saco cerrado, sino de un manguito tendido desde una superficie articular a la otra. En ese lugar se encuentran:

- *Extremidades:* Las dos extremidades se corresponden con la superficie cartilaginosa respectiva. El manguito sinovial se inserta en el hueso un poco por fuera de la superficie articular, y está unido al cartílago articular por una capa fibrocartilaginosa.
- *Caras.* De las dos caras de la sinovial una es interna y la otra es externa. La cara externa está en relación con los ligamentos y el periostio y, algunas veces, con los tendones y los músculos. La cara interna está continuamente bañada por la sinovia.

Las sinoviales articulares presentan muy a menudo diversas prolongaciones que distinguiremos, según su dirección, en:

- *Prolongaciones internas.* Se llaman ordinariamente franjas sinoviales y flotan libremente en el interior de la cavidad articular. Su forma y dimensiones varían mucho, ya que unas veces son simples vellosidades, muy pequeñas y difíciles de distinguir, mientras que otras son más largas, filiformes o laminosas, aisladas o reunidas en grupo, ramificadas o dispuestas en pincel. A veces son verdaderos repliegues de la serosa, cuyo borde libre aparece más o menos franjeado.

Las prolongaciones sinoviales intraarticulares difieren también por su estructura. Unas, las más pequeñas, se componen exclusivamente de una masa conjuntiva, cubierta por la sinovial a la que levanta. Otras son, por el contrario, muy ricas en vasos (frangas vasculares), cuyos capilares terminan junto a la superficie por asas. Por último, hay otras, las más voluminosas, llenas de grasa, que algunos autores llaman repliegues adiposos.

Cualquiera que sean sus dimensiones y estructura, las prolongaciones intraarticulares tienen siempre la misma significación morfológica: no son órganos glandulares encargados de segregar la sinovia, sino simples edificaciones conjuntivas, a menudo cargadas de grasa, que desempeñan el papel de llenar los vacíos que en ciertos movimientos tienden a producirse entre las superficies articulares. Por ello, normalmente se encuentran preferentemente a nivel de las interlineas articulares.

- *Prolongaciones externas.* Son de dos clases. Unas, ordinariamente muy extensas, van a situarse por debajo o alrededor de los tendones para favorecer su deslizamiento; por ejemplo, prolongación ascendente de la sinovial de la rodilla, que sube por debajo del cuádriceps crural. Otras, de segundo orden, formadas por depresiones de la sinovial, que tienden a insinuarse entre las fibras de los ligamentos o también en el espesor de ciertos fibrocartílagos interarticulares; por ejemplo, los ligamentos semilunares de la rodilla.

Consideradas desde el punto de vista de su estructura, las sinoviales articulares se componen de dos capas, una externa y otra interna, de naturaleza conjuntiva. Las arterias destinadas a ellas provienen de la cápsula y de los ligamentos subyacentes, terminando debajo del epitelio en redes irregulares.

D) *Ligamentos o medios de unión*

Los ligamentos son engrosamientos localizados de la cápsula articular en los que los haces de fibras integrantes presentan una disposición paralela, estando localizados en los lugares determinados de la articulación, para impedir los movimientos excesivos o anormales. Cada ligamento se pone tenso en el límite del movimiento normal, estando protegidos de una tensión excesiva por la contracción refleja de los músculos correspondientes.

Por su forma y disposición los podemos dividir en tres grupos:

1. *Ligamentos periféricos.* Están dispuestos alrededor de las piezas óseas que constituyen la articulación.
2. *Ligamentos interóseos.* Como su nombre indica, están entre los huesos. Son muy cortos, muy resistentes y dispuestos de una forma más o menos irregular. Estos ligamentos, por muy aproximados que estén a la cavidad articular, nunca se encuentran dentro de la misma: cuando menos están separados de ella por la sinovial. Así pues, la palabra interóseo no es sinónima de interarticular.

3. *Ligamentos a distancia.* Los ligamentos a distancia unen entre sí dos huesos más o menos inmediatos, pero separados por cierto intervalo; por ejemplo, entre la clavícula y la apófisis coracoides del omoplato.

Los ligamentos tienen una vascularización e inervación muy rica. Las arterias nacen de los troncos más inmediatos. Después de haber recorrido un trecho por su superficie, penetran en su espesor y, tras divisiones y subdivisiones, terminan en él, formando una rica red que rodea a los haces fibrosos. Los nervios se hallan asimismo en las trabeculas conjuntivas de los ligamentos, discurriendo normalmente al lado de la arteria. Así, forman numerosos plexos, que se entremezclan con los de la red sanguínea.

E) *Fibrocartílagos interarticulares o meniscos*

Son unos tabiques fibrocartilaginosos que, en determinadas articulaciones, están colocados entre dos superficies articulares discordantes con el objeto de hacer más congruentes los extremos óseos en contacto. Las caras del menisco tienen exactamente la forma de la superficie ósea a la cual se interponen, variando mucho la forma y dimensión según la articulación.

Cualquiera que sea su forma y extensión, siempre distinguimos en los meniscos interarticulares dos caras y un borde periférico. Las dos *caras* son lisas y uniformes, están constantemente lubricadas por la sinovia y se corresponden con las superficies articulares, amoldándose exactamente a ellas, acompañándola en todos sus movimientos. El *borde periférico*, que normalmente es la parte más gruesa del menisco, está en relación con el aparato ligamentoso de la articulación e íntimamente unido a él.

En determinados casos, el menisco puede ser completo, transformando la cavidad articular en dos cavidades totalmente incomunicadas; por ejemplo, el menisco de la articulación temporo-mandibular. El dispositivo arterial penetra en el menisco por su borde periférico y progresa más o menos en su espesor. Los nervios ofrecen la misma disposición que en los fibrocartílagos marginales.

F) *Fibrocartílagos marginales o rodetes articulares*

En ciertas diartrosis de tipo esférico, en la superficie ósea cóncava existe un fibrocartílago periférico llamado fibrocartílago marginal cuya disposición presenta dos variedades: unas que se desarrolla en todo el contorno de la superficie articular, y otras que ocupan solo una parte.

- En el primer caso el fibrocartílago rodea la superficie articular a manera de un anillo, por lo cual se le da frecuentemente el nombre de *rodete anular*. Ejemplos típicos son las articulaciones escápulo-humeral y coxofemoral. La sección de este anillo es triangular, distinguiéndose una base, dos caras y un vértice donde la base descansa sobre el contorno de la superficie articular, y se confunde por dentro con

el cartílago y por fuera con el periostio. De las dos caras una es interna, y forma parte de la cavidad articular, y la otra es externa y limita con los medios de unión periféricos. Y en cuanto al vértice, limita la cavidad articular y a veces presta inserción a uno de los bordes de la cápsula.

- Los fibrocartílagos del segundo grupo son los que ocupan sólo una parte del contorno de la superficie articular. Se encuentran en la extremidad superior de todas las falanges de la mano y en la extremidad posterior de todas las falanges del pie, estando constantemente colocados en el lado de la flexión.
- Los fibrocartílagos *marginales* tienen la función de aumentar la extensión de la superficie articular hueca (cavidad glenoidea) debido normalmente a que esta superficie no cubre totalmente a su respectiva superficie articular maciza. Los fibrocartílagos marginales son muy vasculares; acompañados por numerosos filetes nerviosos, unos acompañan a los vasos y los otros siguen un trayecto independiente.

En resumen, las características generales de las diartrosis son:

1. Dos superficies óseas recubiertas por un cartílago articular hialino.
2. Una cápsula articular, reforzada por ligamentos y tapizada por la sinovial, que puede estar en comunicación con las vainas sinoviales de los tendones y las bolsas serosas.
3. A veces pueden existir meniscos y rodetes articulares que agrandan la superficie articular.

Por último podemos clasificar las diartrosis según la morfología de las superficies articulares de las piezas óseas, que depende de la función que tengan que realizar, en ([cuadro 3.1](#)):

CUADRO 3.1

Clasificación de las Diartrosis según la morfología de las superficies articulares

		Morfología Superficie	Movilidad en el Eje			Movimiento
			Anteroposterior	Transversal	Vertical	
D I A R T R O S I S	ARTRODIA	Plana	SI	SI	si	Deslizamiento
	TROCLEA	Polea	NO	SI	NO	Flexión-Extensión
	TROCOIDE	Cilindro	NO	NO	SI	Rotación
	CONDILEA	Esteroide macizo y hueco	SI	SI	NO	Flexión-Extensión Aproximación-Separación Circunducción
	ENCAJE RECIPROCO	Cóncava-convexa	SI	SI	NO	
	ENARTROSIS	Esfera: maciza y hueca	SI	SI	SI	Flexión-Extensión Aproximación-Separación Circunducción Rotación

- *Artrodias*. Cuando las superficies articulares son planas y sólo tienen pequeños movimientos de deslizamiento, en las tres direcciones del espacio; por ejemplo, la articulación entre las cuñas del pie o entre las apófisis articulares de las vértebras de la región cervical y dorsal ([figura 3.3.a](#)).
- *Trócleas*. Cuando las caras óseas contiguas adquieren la semejanza de una polea y se consiguen movimientos de flexión y extensión. Es decir, poseen una amplia movilidad en el eje transversal y nula en el antero-posterior y en el vertical; por ejemplo, la articulación interfalángica y la húmero-cubital. ([figura 3.3.b](#)).
- *Trocoides*. Cuando las superficies adquieren la morfología de un cilindro macizo inmerso en un cilindro hueco, formado normalmente por una parte ósea y otra ligamentosa. Poseen amplia movilidad según el eje vertical (rotación), pero nula en los ejes transversal y anteroposterior; por ejemplo, la articulación radiocubital superior y la articulación odonto-atloidea ([figura 3.3.c](#)).
- *Condíleas*. Cuando las superficies articulares adoptan la morfología de un esferoide, u ovoide macizo (cóndilo) situado en el interior de un esferoide hueco (cavidad glenoidea). Poseen amplia movilidad en los ejes transversal y anteroposterior que les permite la flexión, extensión, aproximación, separación y circunducción, faltando la rotación; por ejemplo, articulación metacarpo-falángica y la metatarso-falángica ([figura 3.3.d](#)).
- *Encaje recíproco o en silla de montar*. Cuando en ciertas zonas del organismo no se pueden utilizar las potentes masas musculares y es necesario conseguir los movimientos de las condíleas, pero con mucha mayor firmeza. Las caras articulares se hacen convexas y cóncavas en sentido recíproco, encajando la una con la otra; por ejemplo, en la articulación calcáneo-cuboidea y en la trapecio-metacarpiana ([figura 3.3.e](#)).
- *Enartrosis*. Ciertas partes del organismo, como son la parte proximal de los

miembros, necesitan, para su correcto funcionamiento, tener todos los movimientos antes indicados, más el de rotación. Las superficies óseas contrapuestas presentan la morfología de una esfera maciza dentro de una hueca. Estas articulaciones se ven reforzadas por potentes ligamentos y masas musculares, y poseen amplia movilidad en los ejes transversal, vertical y anteroposterior; por ejemplo, la articulación coxo-femoral y la escápulo-humeral. ([figura 3.3.f](#)).

Estos grupos pueden actuar aislados o en momentos funcionales de gran importancia que exigen la participación de varias piezas óseas, adquiriendo normalmente mayor categoría funcional; así ocurre en el carpo, en donde varias artrodias anatómicas, unidas por ligamentos interóseos, actúan como encajes recíprocos funcionales; o bien cuando hablamos de las enartrosis funcionales, al unir los movimientos una trocoide con una condílea o encaje recíproco anatómicas, por ejemplo, la enartrosis funcional de la muñeca, formada por la condílea entre los huesos de la primera fila del carpo y los extremos distales del radio y cúbito; otro ejemplo puede ser la enartrosis funcional del bloque occipito-atlo-axoideo, formado por la bicondílea entre el occipital y atlas y la trocoide entre el atlas y la apófisis odontoides del axis.

Una vez descritos todos los tipos de articulaciones las podemos sistematizar en el esquema de la [figura. 3.3](#).

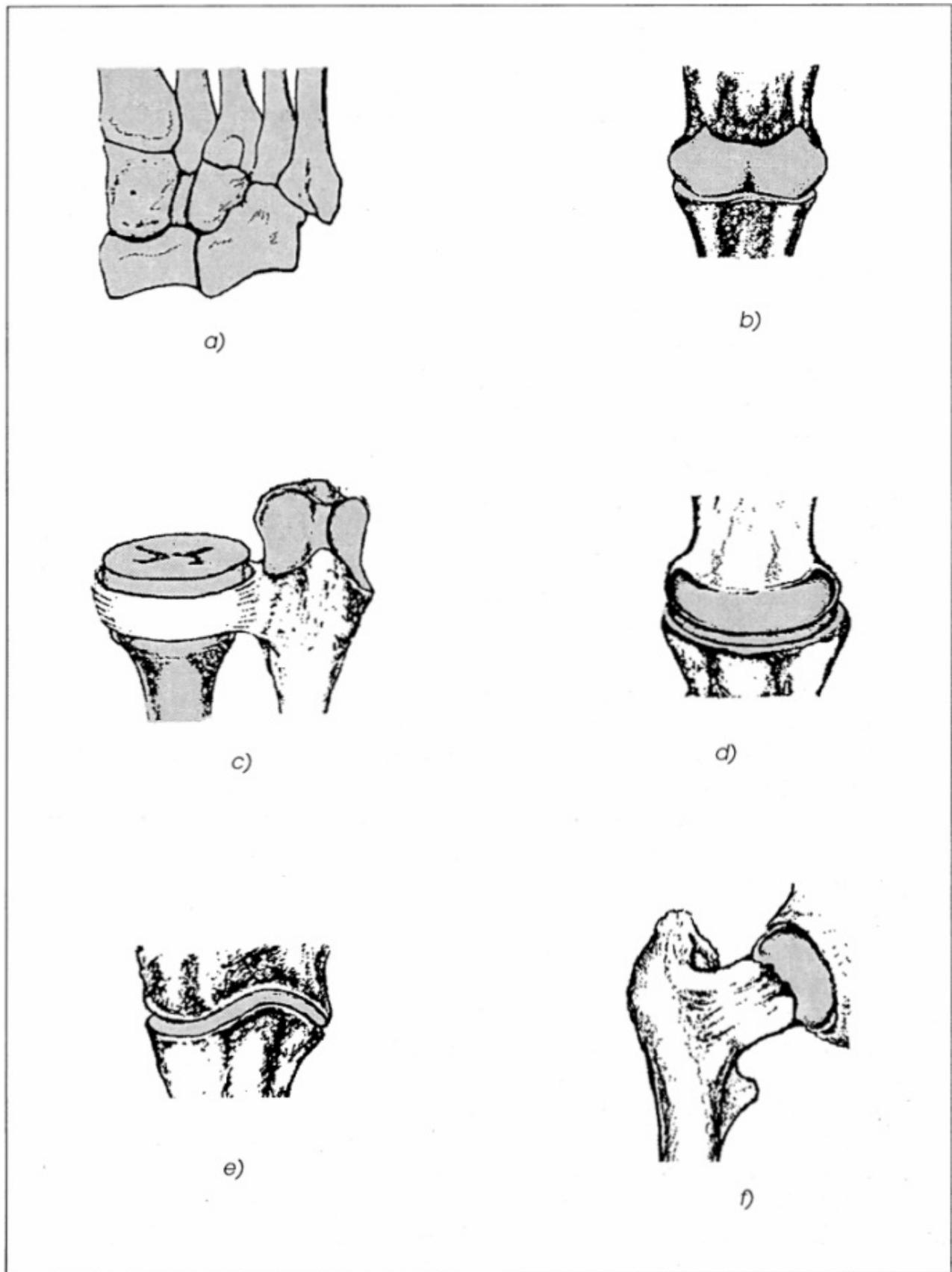


FIGURA 3.3. a Artrofia; b. Tróclea; c. Trocoide; d. Condílea; e. Encaje recíproco; f. Enartrosis

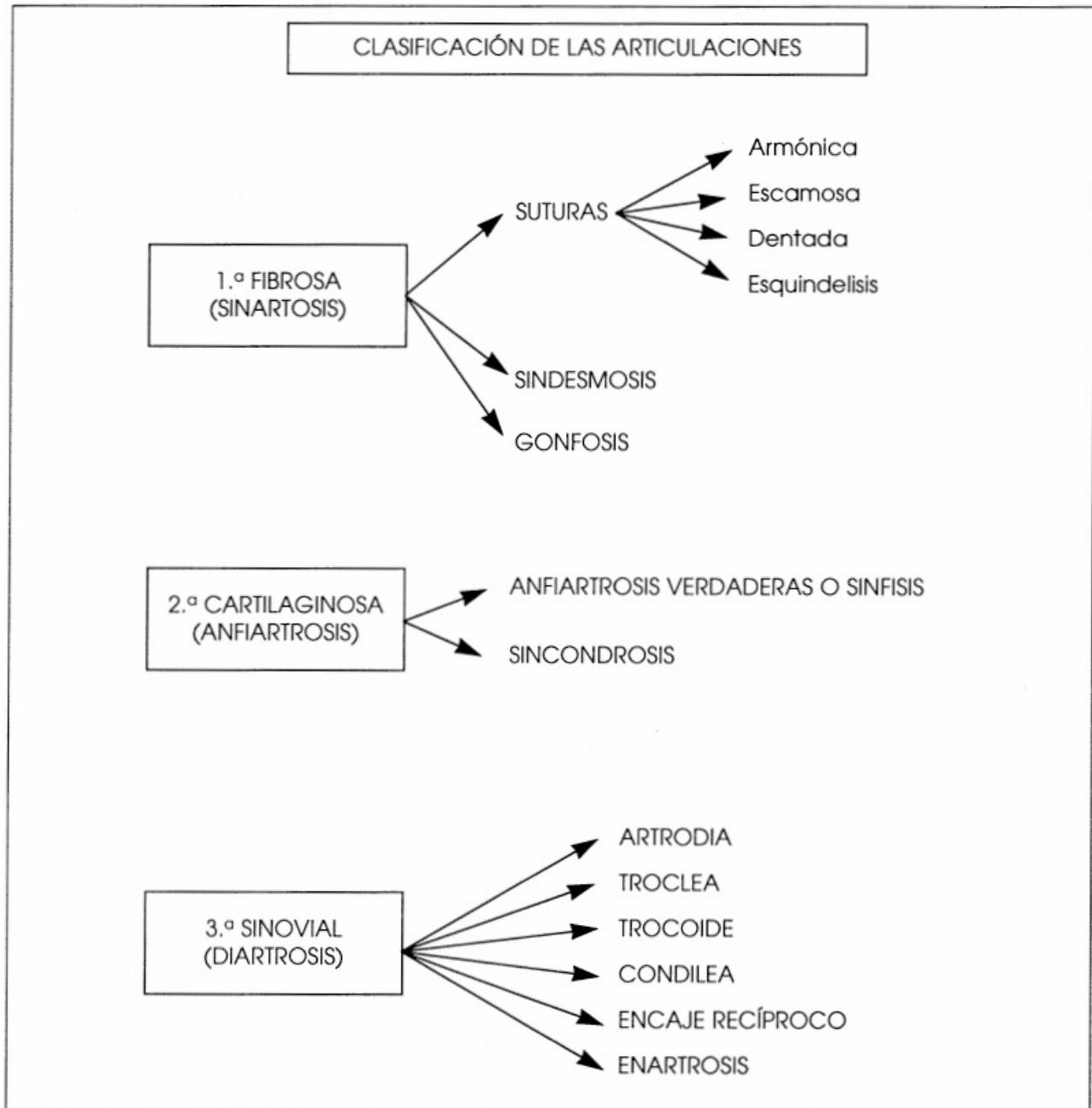


FIGURA 3.4. Esquema de la clasificación de las distintas articulaciones.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- GRAY, J.: *Anatomía*. Salvat. Barcelona, 1985.
- MOORE, K.: *Anatomía con orientación clínica*. Panamericana. Madrid, 1986.
- ROHEN, J. y YOKOCHI, C.: *Atlas fotográfico de anatomía humana*. Doyma. Barcelona, 1994.
- ROUVIERE, H. y DELMAS, A.: *Anatomía humana*. Masson. Barcelona, 1987.
- SMITH-AGREDA, V.: *Embriogénesis y organogénesis*. Facta. Valencia, 1976.
- TESTUT, L. y LатарJET, A.: *Anatomía humana*. Salvat. Barcelona, 1979.

4

Estudio general del movimiento humano

Objetivos

- Conocer el sistema fundamental de planos y ejes utilizados como referencia en el movimiento humano.
- Conocer las diferentes clases de articulaciones en función de su movilidad.
- Conocer los movimientos articulares más generalizables de las diartrosis.
- Conocer los movimientos de las articulaciones del cuerpo humano desde un punto de vista analítico y de conjunto.

4.1. Nociones iniciales

La definición de fisioterapia no es única, como se ha visto en capítulos precedentes, por lo que, tomando como punto de partida la que dice que es la terapia que utiliza medios físicos para la prevención, mejoría o curación de discapacidades, las distintas partes de que consta el todo que conocemos como fisioterapia vienen determinadas por el medio físico empleado. Así, la terapia que utiliza la luz es la electroterapia, en la hidroterapia el medio es el agua, y al hacer referencia a la cinesiterapia se estudia la utilización del movimiento como medio físico. Ésta es la rama en la que se va a incidir a continuación centrandolo el estudio en el movimiento humano.

El fisioterapeuta debe conocer perfectamente el movimiento del cuerpo humano desde un punto de vista normal, para poder detectar posibles funcionamientos anormales e incluso patológicos. De esta forma su labor profesional podrá llevarse a cabo desde la prevención hasta la aplicación de la terapia física adecuada.

Es importante conocer los siguientes conceptos:

- *Posición anatómica.* Lo que en fisioterapia se conoce como posición anatómica no es coincidente con lo que entienden como tal los anatómicos para los que las palmas de las manos se dirigen hacia el cuerpo. Consiste en la posición erecta: mirada al frente, brazos caídos a los costados, palmas de las manos hacia delante y dedos en extensión, incluso los pulgares. Ésta va a ser para nosotros la posición o punto de partida de la exploración funcional del cuerpo humano; por ello, la conoceremos además como posición cero ([figura 4.1](#)).

- *Triángulo de apoyo.* Une la porción más posterior del talón con la porción externa del quinto dedo por fuera y la interna del dedo gordo por dentro ([figura 4.2](#)).
- *Eje anatómico.* Pasa por el centro de la estructura anatómica determinada; por ejemplo, en el miembro inferior pasa por el centro de la diáfisis del fémur y la tibia.
- *Eje mecánico.* Es el eje funcional del movimiento; en el caso del fémur, va del centro de la cabeza femoral al centro de la articulación de la rodilla.

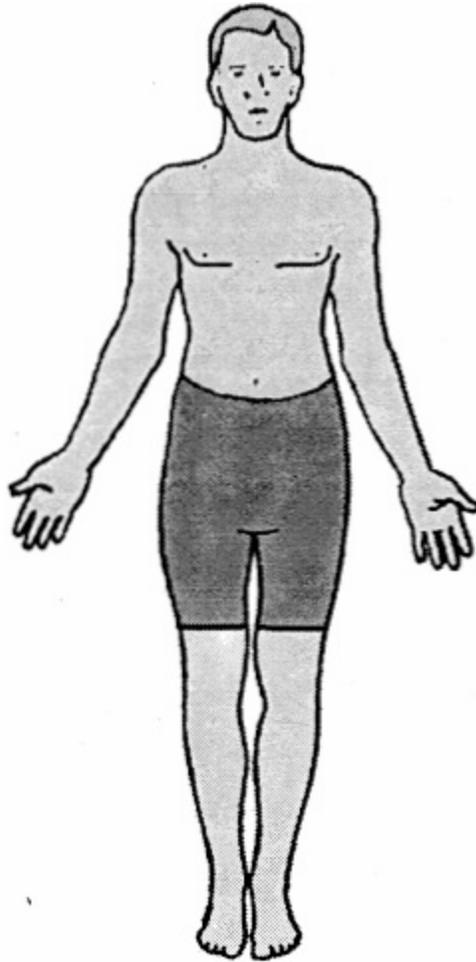


FIGURA 4.1. Posición cero.

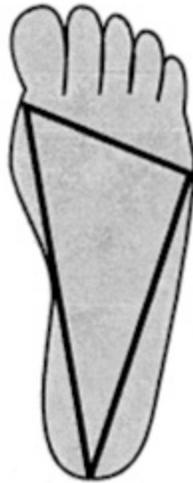


FIGURA 4.2. Triángulo de apoyo.

4.2. Planos y ejes de referencia de la unidad dinámica

4.2.1. Planos de referencia

Son planos reales o imaginarios sobre los que se realiza el movimiento. Son superficies de deslizamiento que se trazan de forma real o imaginaria, y que sirven para poder realizar posteriormente la valoración articular.

Los planos básicos de referencia son tres. Su trazado se corresponde con el sistema tradicional de coordenadas, es decir, con las dimensiones del espacio, estando determinada su conexión por la perpendicularidad. Forman ángulo recto entre sí, y el punto de intersección de los tres planos medios coincide con el centro de gravedad del cuerpo humano.

Los tres planos básicos son:

- *Plano sagital*. También llamado anteroposterior, es aquel trazado verticalmente de delante a atrás. Recibe su nombre de la sutura sagital del cráneo, ya que sigue su dirección. El plano sagital medio divide el cuerpo en dos partes: derecha e izquierda ([figura 4.3.a](#)).
- *Plano coronal*. Se le conoce también con el nombre de plano frontal o lateral. Es aquél que, siendo también vertical, va en dirección de derecha a izquierda, es decir, de un lado a otro del cuerpo dividiéndolo en parte anterior y posterior ([figura 4.3.b](#)).
- *Plano transversal*. Es aquel plano que, siendo horizontal, divide al cuerpo en dos partes, superior e inferior. La parte superior recibe el nombre de craneal y la inferior de caudal ([figura 4.3.c](#)).

4.2.2. Ejes de referencia

Conceptualmente son líneas reales o imaginarias alrededor de las cuales se realiza el movimiento. La interrelación de los ejes entre sí es de perpendicularidad, ya que forman ángulo recto. Asimismo, y desde un punto de vista funcional, son perpendiculares con el plano de deslizamiento. Se distinguen tres tipos de ejes:

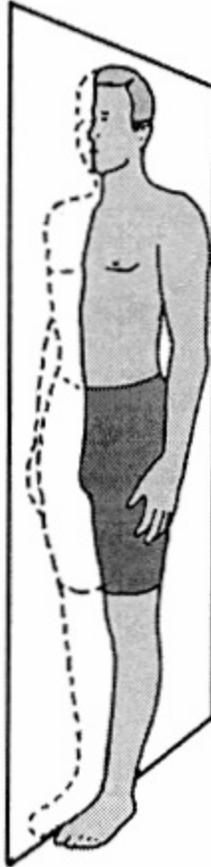
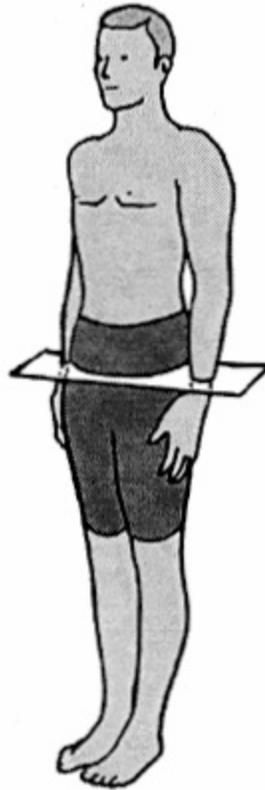


FIGURA 4.3.a) Plano sagital.



b) Plano coronal.



c) Plano transversal.

- *Eje sagital.* Está situado en el plano sagital, del que recibe el nombre; va horizontalmente de delante hacia atrás. La interrelación de este eje, con respecto al plano en que se realiza el movimiento, es de perpendicularidad.
- *Eje coronal.* Situado en el plano coronal, va horizontalmente de un lado a otro, recorriéndolo de derecha a izquierda. Asimismo, va perpendicular respecto al plano en el que se realiza el movimiento, que va a ser el sagital.
- *Eje longitudinal.* Es vertical de la cabeza a los pies, es decir, va en dirección cráneo-caudal, de arriba abajo.

4.3. Movimientos articulares: tipos y generalidades

Según el grado de movilidad, se dividen las articulaciones en:

- *Sinartrosis.* No tienen movilidad, son articulaciones inmóviles o fibrosas. Ejemplo: las suturas del cráneo.
- *Anfiartrosis.* Tienen escasa movilidad, son articulaciones semimóviles o cartilaginosas.
- *Diartrrosis.* Con gran movilidad, son móviles o sinoviales
- *Sisarcosis.* También con gran movilidad, no son articulaciones verdaderas desde el punto de vista anatómico, aunque sí desde el punto de vista funcional.

Los movimientos articulares más comunes y generalizables de las articulaciones que tienen gran movilidad son ([cuadro 4.1](#)):

- *Flexión y extensión.* La flexión, antepulsión o anteropulsión es el movimiento que se realiza, generalmente, lanzando la parte móvil de la articulación en dirección anterior, excepción hecha de la flexión de la rodilla, tobillo y dedos del pie, que se realizan en dirección posterior. La extensión es el movimiento que se realiza en dirección opuesta a la flexión; según algunos autores es el movimiento que deshace el de flexión. El plano de deslizamiento es el sagital, el eje el coronal.

CUADRO 4.1
Movimientos, planos y ejes

MOVIMIENTO	PLANO	EJE
Flexión y extensión	Sagital	Coronal
Abducción y aducción	Coronal	Sagital
Rotaciones	Transversal	Longitudinal

- *Abducción y aducción.* La abducción es el movimiento de separación respecto del plano medio-sagital del cuerpo. La aducción es el movimiento contrario, éste es, la aproximación al plano medio-sagital. Ambos movimientos se realizan en el plano coronal, eje sagital. Existen excepciones, como los dedos de la mano, cuyo punto de referencia es el tercer dedo.
- *Rotación interna y externa.* La rotación es el movimiento de giro alrededor del eje longitudinal, excepción hecha de la clavícula y la escápula. Hay dos tipos de rotación: interna y externa. Por ejemplo, en las extremidades se realiza rotación interna cuando su cara anterior gira en dirección al plano medio-sagital, y rotación externa cuando al girar se distancia del mismo.

Éstos son los movimientos más generalizables a todas las articulaciones móviles del cuerpo humano, pero además hay otros que son muy específicos de determinadas articulaciones o que se obtienen como suma de varios movimientos. Entre ellos están:

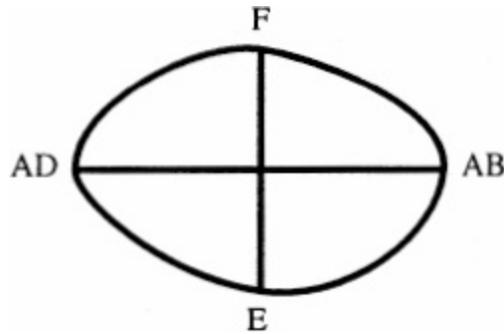


FIGURA 4.4. Movimiento de circunducción.

- *Hiperextensión.* Es una extensión exagerada, más allá de lo que se puede considerar normal, o más allá de sus límites naturales.
- *Pronación y supinación.* Nombre que reciben determinadas rotaciones, como la del antebrazo.
- *Circunducción.* Movimiento obtenido por la combinación de flexión, extensión, abducción y aducción ([figura 4.4](#)). Al realizarse este movimiento, la parte móvil describe un cono cuya parte distal es la base y el pivote articular el ápex.
- *Deslizamiento.* Son movimientos tangenciales en los que se produce el deslizamiento de una parte sobre la otra. Por ejemplo, en la escápula, en los metacarpianos, etc.

4.4. Cinética y cinemática articular

La cinética articular hace referencia a las fuerzas, a su estudio y a la influencia de éstas sobre el funcionamiento articular.

La cinemática articular es el estudio de los movimientos. A continuación se exponen los movimientos articulares del miembro superior, miembro inferior, tronco y raquis, desde un punto de vista analítico y globalizado en ocasiones.

4.4.1. Hombro

Es un complejo articular constituido por cinco articulaciones que se dividen en dos grupos desde un punto de vista funcional. Estas articulaciones son:

1. *Escápulo-humeral.* Es la más importante de las cinco, es una articulación verdadera, puesto que consta de dos superficies de deslizamiento formadas por cartílago.
2. *Subdeltoidea.* Actúa a la par que la escápulo-humeral. Desde un punto de vista anatómico no se trata de una articulación verdadera, aunque sí lo es desde un punto de vista mecánico.
3. *Escápulo-torácica.* Es una articulación principal, falsa desde un punto de vista anatómico, verdadera desde un punto de vista mecánico.

4. *Acromio-clavicular*. Articulación verdadera.
5. *Esterno-costoclavicular*. Articulación verdadera desde un punto de vista anatómico.

Los dos primeros forman un grupo y la 3ª, 4ª y 5ª otro.

Como resultado de la actuación simultánea de estos dos grupos articulares, se van a producir los movimientos del hombro, variando a lo largo del recorrido la proporción de responsabilidad de cada una de ellas.

Los movimientos del hombro son:

- *Flexión o antepulsión*. Es el lanzamiento del brazo hacia delante. Se realiza en un plano sagital, eje coronal. Gran amplitud de movimiento, puesto que alcanza los 180°.
- *Extensión o retropulsión*. Es el lanzamiento del brazo hacia atrás. Se realiza en el mismo plano y eje que la flexión. Amplitud escasa de 45°-50°.
- *Aducción o aproximación al plano medio-sagital*. Hasta cero grados es posible realizarlo solo, pero a partir de ahí para esquivar el cuerpo es necesario sumar un componente de retropulsión o antepulsión, en cuyo caso es de 30°-45°.
- *Abducción o separación del plano medio-sagital*. Si se analiza separadamente hay tres tiempos:
 - De 0° a 60°, la articulación escapulo-humeral es la responsable.
 - De 60° a 120°, intervienen escapulo-humeral y escápulo-torácica.
 - De 120° a 180°, actúan escapulo-humeral, escápulo-torácica e inclinación lateral del tronco.
- *Aducción y abducción horizontal*. También llamadas flexión y extensión horizontal, la posición de partida es colocando el brazo en abducción vertical de 90°; se realiza un acercamiento al hombro contrario por delante en la aducción con una amplitud de unos 140° y por detrás en la abducción de aproximadamente 30°-40°.
- *Rotación interna y externa*. Movimiento de giro del húmero alrededor del eje longitudinal en el plano transversal. Se puede realizar con el codo en extensión, pero se suma en este caso la pronosupinación del antebrazo. Como norma la posición de referencia es con el codo en flexión de 90° y el antebrazo en posición de pronosupinación neutra. Hay una amplitud de la rotación externa de unos 80°, pues no suele llegar a 90°; respecto a la interna es de 100°-110°, para lo cual, y a fin de evitar el tronco, se hará por detrás.
- *Retroposición del muñón del hombro*. Consiste en desplazar el muñón del hombro hacia atrás. Se realiza a expensas de la articulación escápulo-torácica. Su amplitud aproximada es de unos 45°.
- *Anteposición del muñón del hombro*. Desplazamiento del muñón del hombro hacia delante. Tiene unos 40°-50° de amplitud.
- *Elevación del muñón del hombro*. Consiste en desplazar el muñón de hombro

hacia arriba, se realiza por el trapecio.

Como se ha visto, el hombro tiene movilidad articular en los tres sentidos, no se puede obviar que es la articulación con más movilidad del hombre. Conviene hacer referencia a la circunducción, como movimiento resultado de la combinación de los movimientos elementales alrededor de los tres ejes, a través de los diferentes sectores del espacio en los planos de referencia de la articulación.

Merece mención aparte la cintura escapular, que tiene los siguientes movimientos:

- *Depresión de la escápula.* Movimiento de deslizamiento de la escápula hacia abajo, para el cual es necesaria una pequeña báscula. La amplitud es de unos 10 centímetros.
- *Elevación de la escápula.* Movimiento de deslizamiento de la escápula hacia arriba, con unos 10 centímetros de desplazamiento.
- *Abducción.* Deslizamiento de la escápula separándose de la columna vertebral. Amplitud de unos 15 centímetros.
- *Aducción.* Deslizamiento de la escápula en sentido contrario al anterior.
- *Rotación hacia abajo o interna.* A este movimiento y al siguiente se les conoce asimismo como movimiento de báscula o campanilla. El desplazamiento de unos 60° se realiza en sentido interno del ángulo inferior de la escápula y de la glenoides hacia abajo.
- *Rotación hacia arriba o externa.* El ángulo inferior de la escápula se realiza en sentido externo y la glenoides en dirección craneal.

4.4.2. Codo

Aunque anatómicamente en el codo sólo hay una cavidad articular, fisiológicamente permite dos funciones distintas:

- *Flexión y extensión.* A expensas de las articulaciones humero-radial y humerocubital, en la primera se aproxima el brazo al antebrazo. En la extensión se realiza el movimiento contrario, hasta la posición de referencia o posición extendida, por lo que se puede considerar de 0°. Respecto a la flexión puede llegar pasivamente a ser de 160°, mientras que la activa es de 145°.
- *Pronosupinación.* Se realiza en el antebrazo, al funcionar la articulación radiocubital superior.

4.4.3. Antebrazo

Intervienen asociadamente desde un punto de vista mecánico:

- *Articulación radiocubital superior.* Anatómicamente, articulación del codo.
- *Articulación radiocubital inferior.* Distinta de la radiocarpiana.

En el antebrazo se realizan la pronación y la supinación, movimientos de rotación alrededor del eje longitudinal, plano transversal:

- *Pronación*. Consiste en la rotación del antebrazo con desplazamiento de la extremidad distal del radio, desde la posición externa a la interna. El dorso de la mano queda al final del movimiento hacia arriba, y puede tener una amplitud de hasta 85°.
- *Supinación*. Es la rotación del antebrazo en sentido contrario al anterior, quedando la palma de la mano al final del movimiento hacia arriba; en este movimiento la amplitud es de 90°.

4.4.4. Muñeca

Dos son las articulaciones responsables de su movilidad: la radiocarpiana, entre radio y carpo y la mediocarpiana, formada por las dos hileras de huesos del carpo.

Los movimientos de la muñeca se realizan en dos ejes:

a) Eje coronal, plano sagital:

- *Flexión o aproximación* de la palma de la mano a la cara anterior del antebrazo. Tiene unos 85° de recorrido. Recibe además el nombre de flexión dorsal.
- *Extensión o aproximación* del dorso de la mano a la cara dorsal del antebrazo. Su amplitud es de 85°. Se le conoce también como flexión dorsal.

b) Eje sagital, plano frontal o coronal:

- *Abducción*. Desviación radial o aproximación radial. Consiste en la lateralización de la muñeca en dirección radial. Su amplitud es de escasamente 15°.
- *Aducción*. Desviación cubital o aproximación cubital. Cuando la lateralización se hace en dirección cubital. La amplitud de movimiento es de 45°.
- *Circunducción*. Es un movimiento combinado de flexión, extensión, abducción y aducción.

4.4.5. Mano

Los dedos se numeran para un mejor entendimiento del uno al cinco, tomando como uno el dedo gordo, y a partir de éste todos los demás. Se desarrolla separadamente la funcionalidad del 2º, 3º, 4º y 5º dedo, aislando el estudio del primero, puesto que su funcionalidad es separada e independiente del resto. Los dedos pueden realizar los siguientes movimientos:

1. *Articulaciones carpometacarpianas*. Todas tienen sólo movimientos de deslizamiento, excepto el 5º meta con el ganchoso, que además permite movimientos de flexión, extensión y rotación discreta.
2. *Articulaciones metacarpofalángicas*. Permiten movimientos en dos ejes:
 - *Flexión y extensión*. Ambos se realizan en el plano sagital, eje coronal. La amplitud de la flexión es de casi 90°, la extensión activa es de unos 40°, pudiendo ser en una maniobra pasiva de hasta 90°.
 - *Abducción y aducción*. El 2º dedo es el que posee una mayor amplitud de movimiento lateral, es de unos 30°. Se puede realizar una cierta rotación axial pasiva, de unos 60°.
3. *Articulaciones interfalángicas proximal y distal*. En ambos casos sólo existe un grado de libertad en el sentido de flexión y extensión, siendo la amplitud de la flexión de las proximales superior a los 90° y de las distales no llega a 90°.

El primer dedo tiene una funcionalidad separada del resto:

1. *Articulación del escafoides con el trapecio*. Se esboza un movimiento de flexión pequeñísimo, aunque no se trata de un movimiento propiamente dicho.
2. *Articulación carpometacarpiana*. También conocida con el nombre de trapeciometacarpiana o trapezometacarpiana, al estar formada por el primer meta y el trapecio. Permite dos sentidos de movimiento
 - *Flexión y extensión*. Cuando se avanza o acerca el primer metacarpiano hacia delante es la flexión con una amplitud de 50°-70°. Se habla de extensión a la vuelta o retroceso.
 - *Abducción y aducción*. Siendo la abducción el movimiento de separación del primer metacarpiano respecto al segundo, y la aducción el de aproximación, con una amplitud aproximada total de unos 40°-60°.
3. *Articulación metacarpofalángica del pulgar*. Asimismo, con dos sentidos de movimiento:
 - *Flexión y extensión*. La flexión dirige la 1ª falange hacia la mano con una amplitud que va de 60° a 70° activa a 80°-90° la maniobra pasiva. La extensión es prácticamente 0°, con una hiperextensión pasiva de hasta 3°.
 - *Rotación axial de la primera falange* con respecto al metacarpiano. Para facilitar la maniobra se debe apoyar el pulpejo del pulgar en el índice, con una amplitud de alrededor de 25°-30° de amplitud total sumadas la pronación y supinación. En esta articulación pueden conseguirse algunos grados de lateralización pasiva.
4. *Articulación interfalángica del pulgar*. Con movimientos de *flexión y extensión*,

con una amplitud la primera de 70° activa y hasta 90° pasiva. La extensión puede ser de 10°, aunque pasivos se puede llegar a los 30°. Si bien no evaluable más allá de unos 5°-10°, hay en esta articulación un componente de rotación que se suma a la de otras articulaciones en el movimiento de oposición del pulgar.

La suma de los cinco sentidos de movilidad son necesarios para realizar el movimiento a la vez más complicado y esencial del valor funcional de la mano en el ser humano, como resultado de la suma de tres componentes básicos:

- *Flexión del primer metacarpiano*, primera y segunda falange.
- *Aducción del primer metacarpiano* e inclinación lateral de la primera falange.
- *Rotación axial del metacarpiano* y primera falange en sentido de la pronación de toda la columna del pulgar. Gracias a ésto se ponen en contacto los pulpejos de los dedos.

4.4.6. Cintura pelviana y articulaciones sacroilíacas

En esencia, la cintura pelviana, como base del tronco, está formada por tres articulaciones de escasa movilidad:

1. *Sacroilíacas*. Contactan el sacro con los ilíacos, con influencia en el mecanismo del parto, aunque de muy escasa movilidad y amplitud, así como en la estática del tronco en posición erecta. Respecto a la dinámica realiza estos movimientos:
 - *Nutación*. Consiste en que el promontorio se desplaza hacia delante y abajo, dirigiéndose el cóccix hacia detrás, por lo que el diámetro anteroposterior del estrecho inferior se aumenta y el diámetro anteroposterior del estrecho superior disminuye de longitud.
 - *Contranutación*. Es el movimiento contrario, el sacro con este movimiento se endereza, el promontorio se desplaza arriba y atrás, la extremidad inferior del sacro así como la punta del cóccix se desplaza hacia delante y abajo. La variación del diámetro oscila según autores de 3 a 18 milímetros.
2. *Símfisis pubiana*. Une ambos ilíacos, es de escasa movilidad, casi nula, interviene en la defecación y parto.
3. *Articulación sacrocoxígea*. Tiene movimientos de flexión y extensión, aunque esencialmente pasivos.

4.4.7. Raquis

Compuesto por el raquis cervical, dorsal, lumbar, sacro y cóccix. Ya se ha estudiado en el anterior apartado la cintura pelviana y articulaciones sacroilíacas. Aquí se verá el resto.

1. *Cervical*. Tiene libertad de movimientos en los tres sentidos:
 - *Flexión*. Con una amplitud de 40° , consiste en el desplazamiento de la cabeza hacia el esternón, hacia delante y abajo.
 - *Extensión*. Desplazamiento de la cabeza hacia detrás, su amplitud es de 75° .
 - *Lateralizaciones o inclinaciones laterales*. Desplaza la cabeza hacia la derecha o izquierda recibiendo el nombre del lado hacia el que se desplaza. La amplitud es de unos 35° - 45° .
 - *Rotaciones o giros de la cabeza derecha e izquierda*. Según el sentido del giro se dirija hacia uno u otro lado. La amplitud es de 45° - 50° .

2. *Dorsal*. Su movilidad está muy limitada por el tórax, ya que forma, sobre todo con la edad, un bloque rígido, determinando que el movimiento de cada segmento vertebral arrastre a su par de costillas correspondientes, siendo este arrastre limitado por la articulación de las costillas con el esternón. A pesar de ello existen movimientos de :
 - *Flexión y extensión*. Con una amplitud que oscila de 45° a 35° .
 - *Inclinaciones o inflexiones laterales* de alrededor de los 20° .
 - *Rotaciones axiales* de unos 35° . La rotación elemental entre dos vértebras dorsales es tres veces mayor que entre dos vértebras lumbares, ya que no se produce cizallamiento del disco intervertebral.

3. *Lumbar*. Su movilidad está determinada por las características morfológicas de la columna lumbar, de la lordosis y de la estática del raquis, puesto que se deben tener en cuenta el ángulo sacro (unos 30°), el lumbosacro (140°) y el ángulo de inclinación de la pelvis (60°). A este nivel se realizan movimientos de:
 - *Flexión y extensión*. El cuerpo vertebral de la vértebra superior se desliza e inclina hacia delante en la flexión, comprimiendo el disco intervertebral por delante y ensanchándolo por detrás, y en la extensión a la inversa. Globalmente hay unos 60° de flexión lumbar y 35° de extensión.
 - *Inclinación e inflexión lateral*. El disco se estrecha en el lado hacia el que se produce la inclinación lateral y se ensancha por el contrario.
 - *Rotación lateral*. Es muy débil a nivel lumbar, ya que cuando una vértebra gira sobre otra se tiene que producir además un desplazamiento del cuerpo vertebral, lo que determina un cizallamiento del disco intervertebral y una rotación a nivel lumbar muy débil. Es de aproximadamente 2° por tramo y desde un punto de vista global es de unos 10° .Mención aparte merece la movilidad de la pelvis como elemento determinante de las curvaturas raquídeas. Sobre todo merece la pena destacar su influencia sobre la gradación de la lordosis lumbar puesto que:

– La *anteversión* de la pelvis determina un incremento de la lordosis lumbar, al

hacerse oblicua hacia abajo, y adelanta la línea que une la espina ilíaca anterosuperior a la espina ilíaca posterosuperior.

- La *retroversión*, en cambio, corrige esa posición asténica mediante la inclinación de la pelvis hacia atrás y el restablecimiento de la horizontalidad.

4.4.8. Cadera

La articulación coxo-femoral puede realizar, gracias a su gran movilidad, movimientos en torno a los tres ejes de referencia, por lo que tiene movimientos de:

- *Flexión o antepulsión*
Consiste tanto en el desplazamiento anterior del muslo como en el acercamiento de la pelvis a los muslos por la parte anterior. La posición de la rodilla es determinante para la amplitud de este movimiento: así, con rodilla en flexión, se pueden medir 120° , y en extensión no se rebasan los 90° .
- *Extensión o retropulsión*
Movimiento posterior de acercamiento de la pelvis a la parte posterior del muslo, o desplazamiento posterior de éste hacia la pelvis. Su amplitud es de unos 20° a 35° .
- *Abducción o separación del plano medio sagital*
En el caso de realizarse separadamente una cadera de su homónima es de unos 45° , y si se separan las dos a la vez de 90° , aunque el entrenamiento puede aumentar bastante la amplitud de este sentido de movimiento.
- *Aducción o aproximación al plano medio sagital*
Puede alcanzar hasta los 30° si se le suma un componente de antepulsión o retropulsión. Por último, se puede además adicionar la abducción de la cadera opuesta.
- *Rotación interna*
Se realiza sobre el eje longitudinal, y supone el giro de la cara anterior del fémur hacia el plano medio sagital, es decir, hacia dentro es de unos 60° .
- *Rotación externa*
Se produce un giro de la cara anterior del muslo hacia afuera, con una amplitud de 30° - 40° .

4.4.9. Rodilla

Tiene dos grados de movilidad y dos superficies articulares, la femoro-patelar y la femoro-tibial, con los sentidos de movimiento:

- *Flexión*
La pierna se dirige hacia atrás produciéndose la aproximación de la pierna al muslo, con una amplitud activa de 140° y pasiva de hasta 160° .
- *Extensión*

Vuelta a la posición anatómica. En ocasiones se puede conseguir 5°-10° pasivamente, lo cual se conoce como hipertensión y, en el caso de ser patológica, *genu recurvatum*.

- *Rotación*

En torno al eje longitudinal, siendo necesario que la rodilla esté en flexión para que mecánicamente sea posible separar su funcionalidad de la de la cadera; de no ser así, en lugar de producirse la rotación de la rodilla, se realizará un arrastre de la cadera por la tensión de los ligamentos laterales y cruzados, que imposibilitan la rotación de la rodilla si ésta no está en flexión.

4.4.10. Tobillo

La articulación tibio-tarsiana es la más importante en la funcionalidad del complejo articular del pie, pero no la única, ya que además hay que tener en cuenta las peroneo-tarsianas superior e inferior, así como la necesaria intervención de la rotación axial de la rodilla. Todo ello nos permite movilidad en los tres sentidos:

- *Flexión*

En el tobillo se conoce además con el nombre de dorsiflexión, que consiste en la aproximación del dorso del pie a la cara anterior de la pierna. Amplitud de 20° a 30°.

- *Extensión*

Conocida también como plantiflexión, consiste en la alineación del pie en el plano de la pierna a la par que se aproxima el pie a la cara posterior de la pierna. Amplitud de 30° a 50°. Tanto este movimiento como el de flexión son de la articulación tibiotarsiana y mediotarsiana, además de pequeños desplazamientos laterales.

- *Abducción*

Separación del pie alejándose del plano medio sagital. Es un movimiento pequeño de unos 10°.

- *Aducción o aproximación* del pie al plano medio sagital

Articularmente están implicadas la tarso-mediotarsiana, tibio-tarsiana y metatarsofalángica.

- *Pronación*

Movimiento de rotación del pie, movimiento de giro en el eje longitudinal de tal manera que el pie gira orientándose la planta hacia fuera; veremos el dorso del pie.

- *Supinación*

Movimiento de rotación en torno al eje longitudinal con giro del pie orientándose hacia dentro; se ve la planta del pie. Se realiza en articulaciones de Chopart y subastragalina, al igual que la pronación.

- *Inversión*

Se adicionan aducción, supinación y plantiflexión. Amplitud de 30°-40°. Si a la

inversión se le anula la extensión por una flexión equivalente del tobillo, el resultado es un *varo*. Si la aducción se compensa con una rotación externa a nivel de la rodilla, el resultado es la supinación aparentemente pura ([figura 4.5](#)).

- *Eversión*

Suma de abducción, pronación y flexión dorsal. Amplitud de 15°-35°. Si se anula la flexión por una extensión equivalente del tobillo, es una posición de *valgo*. Si además la abducción se compensa con rotación interna de la rodilla, se observa un movimiento de pronación aparentemente puro ([figura 4.6](#)).

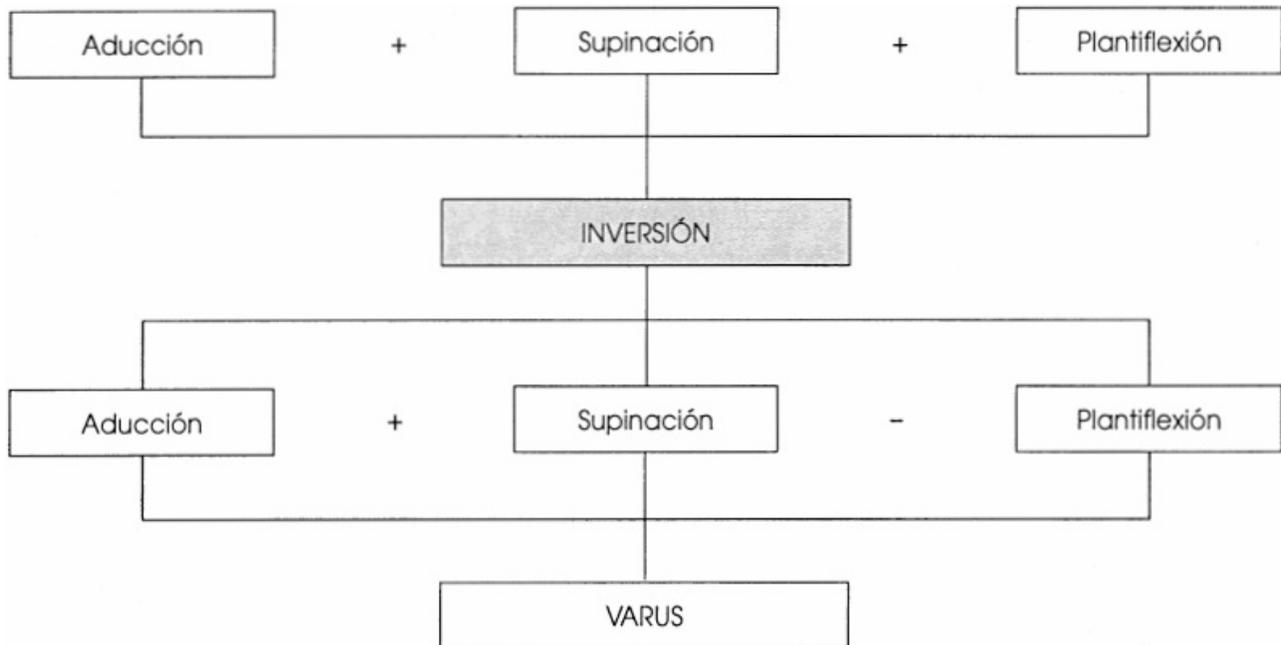


FIGURA 4.5. Movimiento de Inversión dei tobillo.

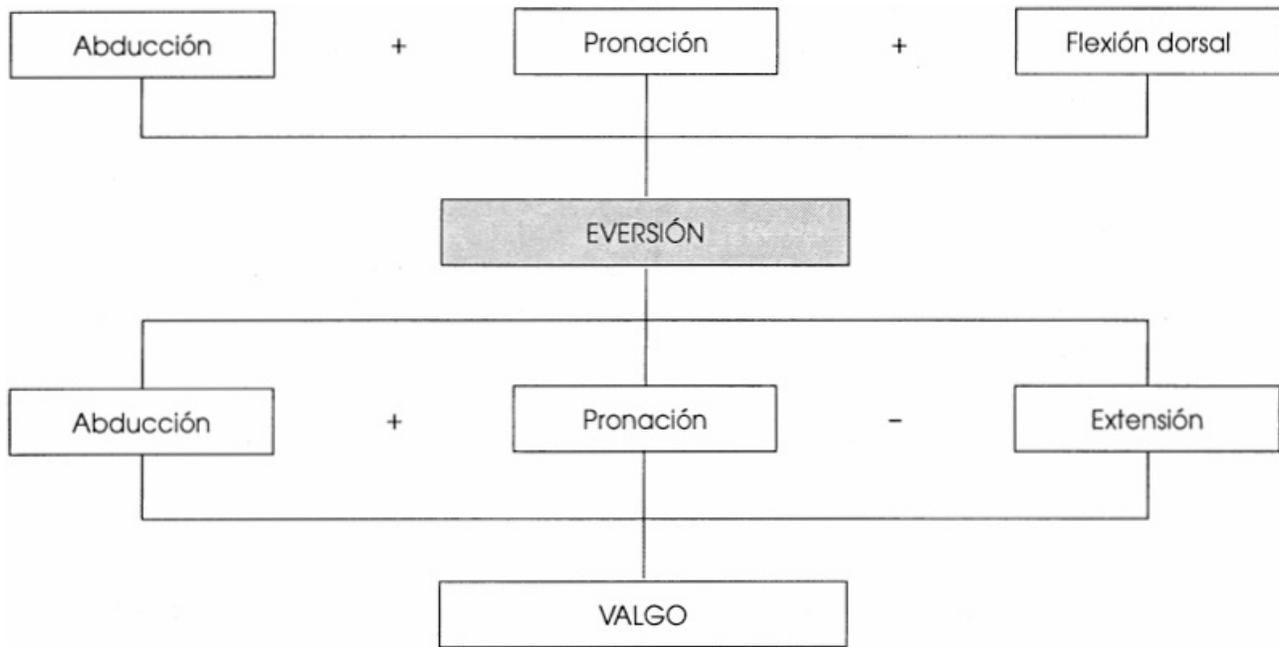


FIGURA 4.6. Movimiento de eversión del tobillo.

4.4.11. Dedos del pie

Aunque no sólo intervienen, como hemos visto, en estos movimientos, conviene estudiar separadamente además las articulaciones, que son las siguientes:

1. *Metatarso-falángicas*. Con movimientos de:

- *Extensión*. Es superior a la flexión, llegando a tener una amplitud pasiva de 90°. Se produce el desplazamiento de la primera falange hacia arriba.
- *Flexión*. Desplazamiento de la primera falange hacia la planta del pie. Es inferior a la extensión, ya que activa es de 30° a 40° y pasiva puede llegar a los 45°-50°.
- *Abducción y aducción*. Separación y aproximación de las primeras falanges.

2. *Interfalángicas*. Realizan además movimientos de *flexión y extensión*: en el primero se acercan entre sí dos falanges, mientras que la extensión supone la separación de éstas, con el retorno a la posición de extensión.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- DANIELS, L. y WORTHINGHAM, C.: *Pruebas y funciones musculares*. Interamericana. Madrid, 1988.
 KAPANDJI, I.A.: *Cuadernos de fisiología articular*. Números 1, 2, y 3. Masson. Barcelona, 1988.
 KENDALL, F.P.: *Músculos pruebas y funciones*. Jims. Barcelona, 1985.

5

Examen de la postura en bipedestación

Objetivos

- Conocer los factores determinantes de la estática.
- Definir la línea de la gravedad.
- Conocer dónde se sitúa el centro de gravedad.
- Saber los factores que influyen en el equilibrio.

5.1. Estudio general de la postura

Es necesario estudiar el origen de la postura erecta en el curso de la evolución de la raza humana (filogenia) por su singular carácter dentro del reino animal, ya que el hombre ha logrado ser un bípedo “perfecto”. Básicamente, la postura erecta dispone de los mismos elementos que un cuadrúpedo; por ejemplo, unos miembros articulados que le sirven de apoyo sobre el suelo y un eje central del cual cuelgan las restantes estructuras corporales.

El paso de la posición cuadrúpeda a la bipedestación indujo al enderezamiento, lo que conllevó una serie de modificaciones:

- *Inversión de la curvatura lumbar.* Pasa de ser cóncava hacia adelante a ser cóncava hacia detrás, apareciendo así la lordosis lumbar y una reducción de las vértebras lumbares.
- *Posición avanzada de la cabeza sobre el raquis.* Formándose en el raquis unas curvas compensatorias, cifosis cervical, que ayudarán al sistema muscular y ligamentoso a soportar el peso del cráneo y a neutralizar la acción de la gravedad.
- *Mejor contacto del pie con el suelo,* alargamiento de los huesos del pie y del muslo, gran desarrollo de el glúteo mayor, cuádriceps y tríceps sural, músculos fundamentales para la posición erecta.
- *Descenso del centro de gravedad.*

La columna vertebral tomada en su conjunto, vista de frente o de espaldas, es rectilínea, pero desde un plano sagital presenta cuatro curvas ([figura 5.1](#)), que son, de

abajo arriba:

1. *Curvatura sacra*, de cavidad anterior
2. *Lordosis lumbar*, de concavidad posterior.
3. *Cifosis dorsal*, de convexidad posterior.
4. *Lor dosis cervical*, de concavidad posterior.

La postura erecta en el hombre liberó a sus miembros superiores de las exigencias de la locomoción. Viendo un esqueleto vemos cómo los huesos van disminuyendo progresivamente en masa e importancia de abajo a arriba ([figura 5.2](#)). Estos cambios se concretan de la siguiente manera:

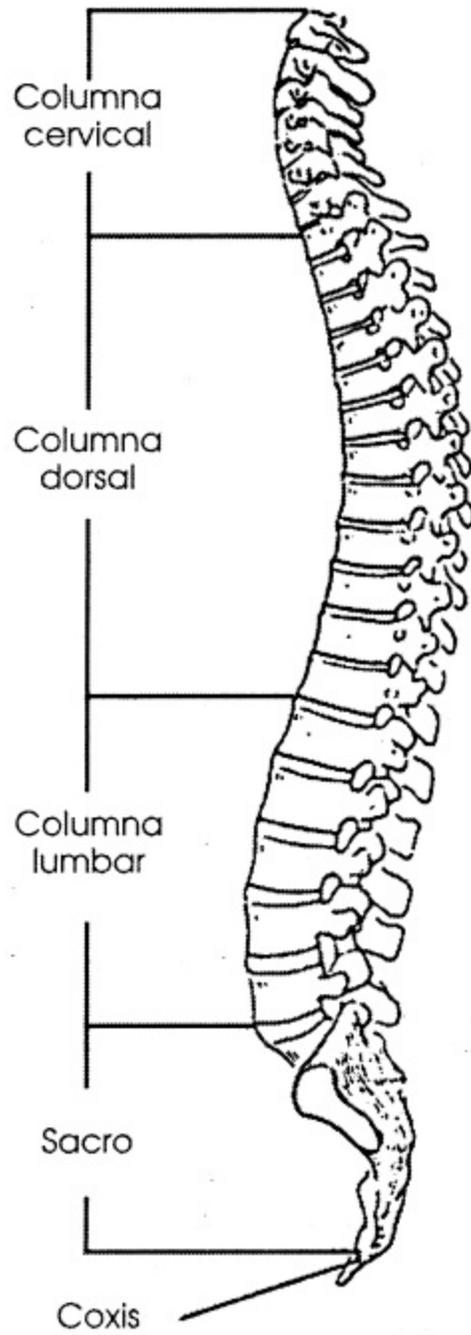


FIGURA 5.1. Curvas fisiológicas de la columna vertebral.

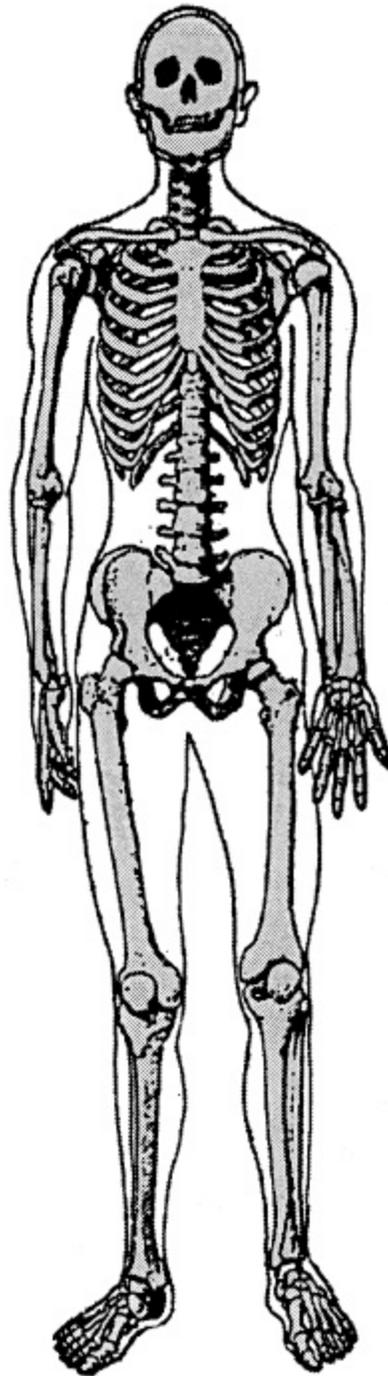


FIGURA 5.2. Esqueleto.

- La parte inferior del esqueleto está edificada para la fuerza y la parte superior para la ligereza.
- La parte posterior del esqueleto está organizada para la fuerza y la parte anterior para la ligereza y la elasticidad.

De la misma manera, podemos dividir los segmentos del cuerpo humano en dos categorías:

- *Un segmento inferior*, soportante y transportante de cierta rigidez.
- *Un segmento superior*, soportado y transportado, oscilante de gran flexibilidad y gran variabilidad de movimientos.

5.2. Factores determinantes de la estática

Durante la ontogénesis (desarrollo del individuo), el raquis irá sufriendo una serie de transformaciones. El hombre, al nacer, presenta un predominio ponderal del cráneo en relación al resto del cuerpo. Para el recién nacido el mantenimiento de su cráneo en una posición elevada será su primer problema postural, y esta posición condicionará la aparición de la primera curva del raquis cervical. El resto del raquis también irá sufriendo una serie de transformaciones que pasarán desde el primer día del nacimiento, cuando la curvatura lumbar tiene una forma cóncava hacia delante, hasta el primer año, en que esta curva se ha ido borrando hasta quedar prácticamente rectilínea.

Al comenzar el niño a dar sus primeros pasos comienza a conformarse la curvatura lumbar para compensar el peso del tronco, que debe ser mantenido erecto sobre una base de sustentación inestable, acentuándose la lordosis lumbar y adoptando su curvatura definitiva hacia los diez años. Por lo tanto, la postura erecta es un sistema que adopta el hombre para favorecer una propiedad que sólo él posee: la deambulación en bipedestación. Para poder realizar esta deambulación es necesario que exista un equilibrio perfecto, estático y dinámico, de la postura erecta.

En este capítulo se estudiará la postura como un indicador de la eficacia mecánica, del equilibrio muscular y de la coordinación neuromuscular. La correcta estática del organismo y el mantenimiento equilibrado y armónico está basado en la superposición y equilibrio de los diferentes huesos del esqueleto, y asegurado por un potente sistema de ligamentos articulares, envolturas aponeuróticas y grupos musculares.

La estática vertebral está condicionada por los siguientes factores:

- *Morfología normal de los cuerpos vertebrales y articulaciones.*
- *Musculatura con un buen tono muscular*, para poder mantener la posición erecta sin esfuerzo.
- *Perfecto mecanismo nervioso* (vías vestibulares, reflejos estático-cinéticos y puramente cinéticos) para poder mantener el equilibrio.

5.3. Actividad muscular y nerviosa en la posición de bipedestación

Los seres humanos, comparados con otros mamíferos, poseemos unos mecanismos contra la gravedad muy simples o moderados, con una energía muscular que no es muy potente para mantener la posición en bipedestación. Serán los ligamentos los que ayudarán a sostener y mantener la integridad de las articulaciones.

Los músculos que ayudan al esqueleto a que guarde una alineación y que se oponen

a la acción directa de la fuerza de la gravedad se clasifican en dos categorías:

1. *Músculos que aseguran la erección del esqueleto.* *Músculos posturales de función predominantemente tono-estática, que están situados generalmente en los planos profundos (monoarticulares).*
2. *Músculos del plano superficial.* *Con una función preferentemente cinética (biarticulares) (figura 5.3).*

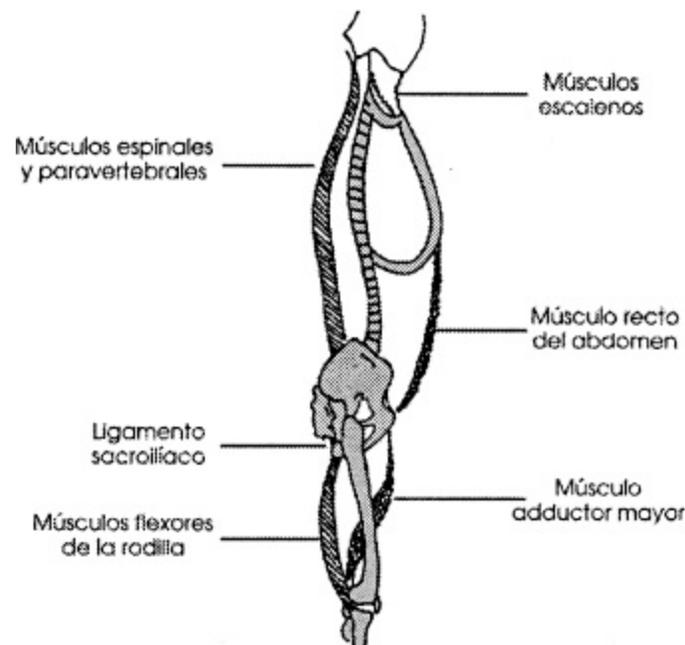


FIGURA 5.3. Músculos posturales.

5.3.1. Lo actividad muscular en los segmentos corporales

Según los estudios electromiográficos realizados por Basmaján, los segmentos corporales presentan la siguiente actividad muscular:

- *El pie.* Su musculatura intrínseca no se activa durante la posición de bipedestación, pero se observa actividad cuando empujamos los pies al andar o al levantar los dedos.
- *La pierna.* Los músculos posteriores de la pantorrilla son más activos que los anteriores. Así cualquier inclinación hacia adelante o hacia atrás produce una acción muscular compensadora, que lleva al cuerpo hacia una posición vertical equilibrada. El ponerse de puntillas o el usar tacones altos produce un aumento de la actividad tanto de los músculos anteriores como de los posteriores.
- *Muslo y cadera.* Existe una actividad pequeña en los músculos del muslo en posición de bipedestación relajada. Pero la inclinación causa una actividad intensa intermitente en los glúteos medios y el tensor de la fascia lata. El psoas ilíaco se activa constantemente, para evitar la hiperextensión en la articulación de la cadera.

- *Columna vertebral.* Existe una ligera actividad en los músculos sacroespinales o abdominales en relación a la línea de la gravedad de la columna vertebral, pudiendo haber actividad en uno u otro de los grupos musculares. La actividad moderada de los músculos de la espalda es, por lo menos, unas tres veces la actividad de los músculos abdominales.
- *Extremidad superior.* La posición pasiva de la extremidad es ayudada por una pequeña actividad en el serrato anterior y las fibras del trapecio que actúan como soporte de la cintura escapular, mientras que el supraespinoso ofrece resistencia a la luxación hacia abajo del húmero. No existe actividad en los músculos que atraviesan la articulaciones del codo y muñeca cuando cuelgan pasivamente.

5.3.2. Regulación nerviosa de la postura

Dentro de los condicionamientos neurológicos de la postura, hemos de considerar una serie de vías tanto aferentes como eferentes por las cuales va a llegar la activación nerviosa a los músculos, proporcionándoles un tono que vamos a llamar en este caso tono postural, y que define el estado de tensión permanente, involuntario y variable del músculo.

En condiciones de reposo, el tono muscular es mayor en los músculos antigravitatorios, que son aquellos que se oponen a la acción de la gravedad. Este tono variará en los estado de insomnio. El cambio de una posición en cualquier parte del cuerpo modifica el equilibrio de otras partes, exigiendo un reajuste de las contracciones tónicas.

El reflejo que mantiene el tono parte de los propios músculos, ya que la distensión o estiramiento de éstos hace que los receptores nerviosos se exciten y envíen descargas asincrónicas de impulsos a la médula espinal, excitando las neuronas del asta anterior, los cuales proyectan sus impulsos tónicos sobre los músculos, sirviéndose de los nervios motores.

5.4. Aspectos físicos de la postura

La posición de pie no es literalmente una posición estática. En realidad, es un movimiento sobre una base fija, existiendo movimientos hacia adelante, hacia atrás y hacia los lados, que sitúan al sujeto en una constante oscilación.

Para poder definir los movimientos del cuerpo hay que conocer ciertos conceptos de orientación y puntos de referencia. Los esenciales son el centro de gravedad, la línea de gravedad, los planos de orientación del cuerpo y los ejes de movimiento.

5.4.1. El centro de gravedad

El centro de gravedad de un cuerpo se describe a veces como su punto de equilibrio, y también en ocasiones como el punto donde se concentra el peso del objeto. Pero, con más certeza, es el punto donde el peso del cuerpo actúa. Este punto podríamos situarlo en la intersección imaginaria de los tres planos: plano sagital, plano coronal y plano transversal.

Si un objeto cambia de forma o de posición el centro de gravedad también cambia. Este fenómeno ocurre en el cuerpo humano, ya que es una estructura segmentada capaz de numerosas posiciones, localizándose el centro de gravedad de acuerdo a estos cambios ([figura 5.4](#)).

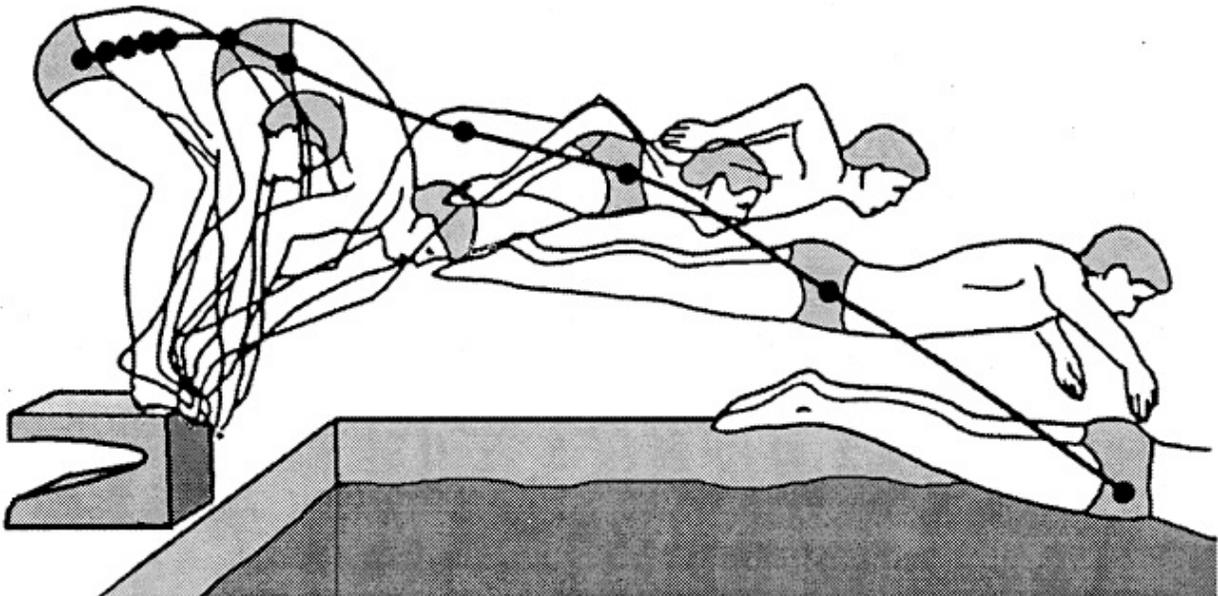


FIGURA 5.4. Variación del centro de gravedad en movimiento.

La localización del centro de gravedad en un sujeto en posición de bipedestación normal varía con la estructura corporal, la edad y el sexo. En una serie de estudios en los que se relaciona la edad con la altura del centro de gravedad, se encontró que, desde el sexto mes de vida fetal hasta los 70 años, el centro de gravedad descendía gradualmente desde la 7^a vértebra torácica hasta el segmento de la 1^a vértebra sacra. Otros estudios demostraron que la altura del centro de gravedad era más variable en las mujeres que en los hombres, y que no había correlación entre la altura del centro de gravedad y el peso o altura del cuerpo.

Otros autores sitúan el centro de gravedad en el sujeto adulto ligeramente por delante del 1^o y 2^o segmento sacro, pero solamente en posición de bipedestación; no obstante, si los brazos se elevan o se lleva un peso por encima de la cintura, el centro de gravedad se desvía a una posición más elevada y es más difícil mantener el equilibrio ([figuras 5.5 y 5.6](#)).

5.4.2. La línea de gravedad

Esta es una línea vertical e imaginaria que pasa a través del centro de gravedad. De ahí que su localización dependa de la posición de dicho centro y que varíe con cualquier cambio de la posición del cuerpo. En una posición de bipedestación ideal, esta línea de gravedad se sitúa sobre determinadas estructuras anatómicas, parte del vértice de la cabeza y llega hasta el suelo, pasando por las siguientes referencias anatómicas ([figura 5.7](#)):

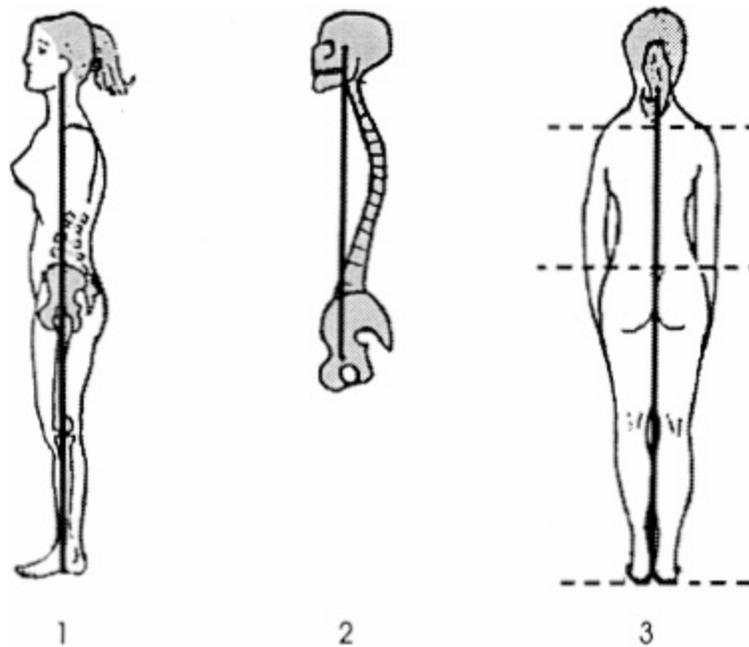


FIGURA 5.5. Centro de gravedad: 1. Plano sagital. 2. Línea y centro de gravedad. 3. Plano frontal.

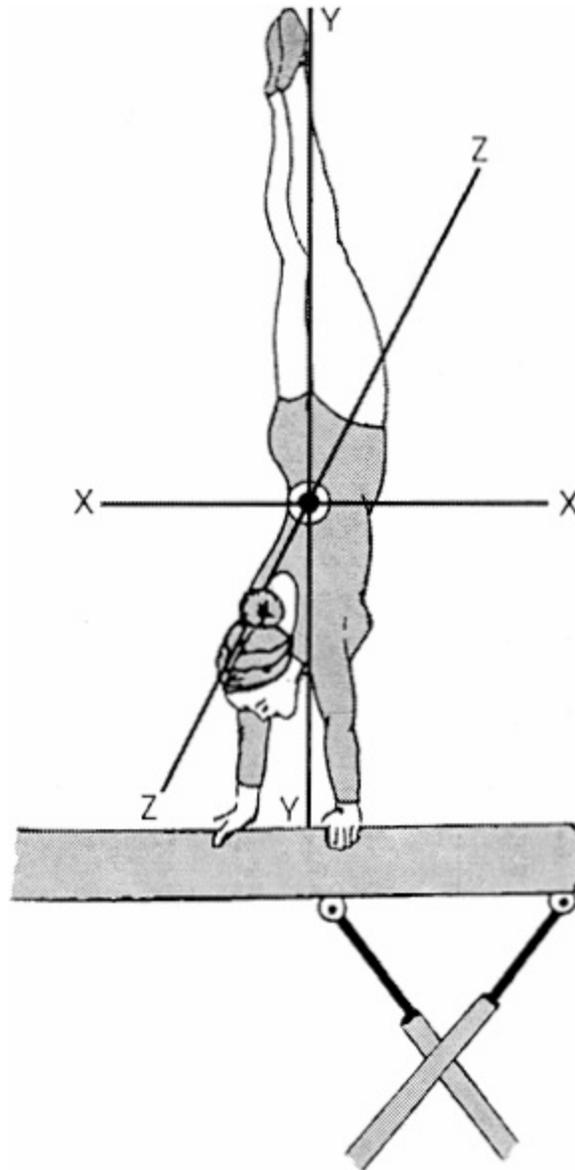


FIGURA 5.6. Centro de gravedad en equilibrio.

1. Parte del trago (prominencia de la oreja situada en el conducto auditivo un poco por delante de los cóndilos occipitales) y roza la columna cervical por delante.
2. Pasa por delante de la región dorsal.
3. Cruza la columna a nivel de la 2ª lumbar.
4. Pasa por detrás de las últimas lumbares y por delante del sacro.
5. Pasa por el eje de las articulaciones coxofemorales.
6. Sigue el eje del fémur.
7. Pasa por delante de la rodilla.
8. Por delante de la articulación tibiotarsiana.
9. A nivel de la interlínea de Chopart.

Las desviaciones de esta línea de gravedad por fuera de estas estructuras se han

representado como “mala postura”. Sin embargo, la postura ideal es difícil de evaluar, ya que las variaciones en las estructuras del cuerpo producen diferencias en la relación de las marcas anatómicas y la línea de gravedad.

5.5. Los ejes de movimiento y la línea de gravedad

En el plano sagital no existe una concordancia perfecta entre la línea de gravedad y los ejes de movimiento de las articulaciones vertebrales. Esto ocurre por tres motivos:

1. Porque la actitud del hombre no es exactamente vertical.
2. Por la presencia de las vísceras.
3. Por el mecanismo respiratorio.

En el plano frontal, la línea de gravedad coincide con el centro de todas las articulaciones intervertebrales. Por esta razón, el balanceo del cuerpo en sentido lateral es siempre menor que en el plano sagital.

La existencia de una actitud de equilibrio condicionada por el tono de los músculos de la columna vertebral permite una distribución uniforme del peso de los segmentos corporales.

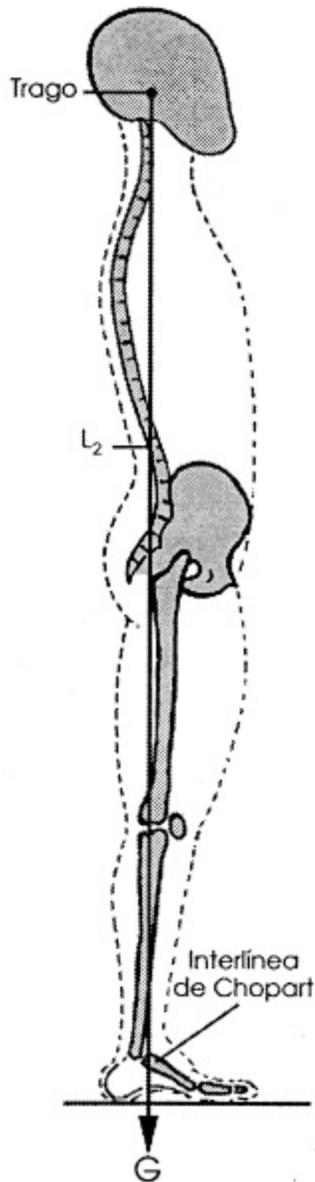


FIGURA 5.7. Línea de gravedad.

5.6. Ley del equilibrio

Esta ley determina el que exista equilibrio, cuando la proyección vertical del centro de gravedad cae dentro de la base de sustentación, sobre la cual el cuerpo ejerce una cierta presión. Si esta base se amplía habrá una mayor estabilidad; sin embargo, si existe un aumento exagerado de los pies puede provocar un desequilibrio.

El hombre en posición erguida descansa sobre el suelo en una base de forma variable llamada polígono de sustentación, que se representa en forma de figura geométrica determinada por la posición de los pies. Cada cambio de posición produce una variación en la forma y superficie de este polígono de sustentación ([figura 5.8](#)).

Actualmente se considera más lógico considerar que el equilibrio general se organiza

a partir de las articulaciones coxofemorales. En la bipedestación son éstas las que presentan una mayor movilidad en todos los sentidos y, por tanto, también el máximo de inestabilidad. Un equilibrio que busca la estabilidad debe pues organizarse, en principio, en función de la estabilidad de la pelvis sobre las caderas.

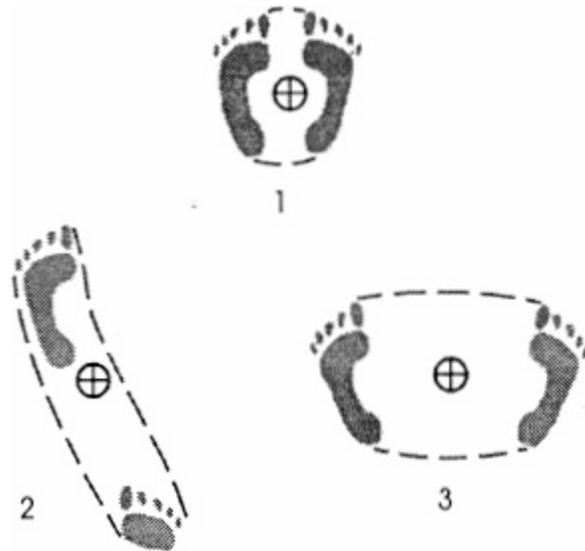


FIGURA 5.8. Polígono de sustentación: 1, 2 y 3, el peso recae en los pies.

Un equilibrio más estable que el de la actitud normal, paradójicamente, es un desequilibrio, ya que, en una mala actitud, se intenta reducir las oscilaciones o suprimirlas en uno de los sentidos, utilizando una tensión muscular permanente pero unilateral.

5.7. Equilibrio estático

Existen unos mecanismos neuromusculares para el mantenimiento de la posición en bipedestación. Éstos son los *propioceptores*, que son los responsables de la mayoría de los movimientos reflejos necesarios para mantener la posición erecta y las adaptaciones a los cambios que realiza el cuerpo. Están formados por los receptores de los músculos, las articulaciones y el laberinto; y están unidos por dos esteroceptores, el visual y el cutáneo.

La bipedestación no es un equilibrio en el sentido físico del término, sino un desequilibrio permanente, constantemente compensado. No obstante, en la posición de pie e inmóvil las variaciones equilibradoras oscilan alrededor de una posición media que constituye la “actitud” del sujeto. Esta actitud natural no es ni consciente ni voluntaria sino una forma de reacción personal ante un estímulo constante, la gravedad. Esta gravedad, que interviene en los movimientos, lo hace también en los estados de equilibrio, pues éstos no podrán conseguirse si la fuerza de la gravedad no está exactamente neutralizada mediante:

- Contracciones musculares en sentido opuesto a la gravedad.
- Las resistencias ligamentosas

- La presión de las superficies articulares de unos huesos sobre otros.
- Puntos de apoyo exteriores al cuerpo.

El punto de partida de las contracciones equilibradoras tónicas es, en efecto, siempre sensitivo: estiramiento muscular, tensión ligamentosa, sensación de flexión articular, sensación de flexión plantar, etc. Sensaciones inducidas por la fuerza de la gravedad, por lo que el sistema muscular no es más que un ejecutor de los impulsos motrices puestos en marcha por las sensaciones gravitatorias.

Existen numerosas situaciones que necesitan un ajuste de la postura si se desea mantener una posición de pie equilibrada. Éstas incluyen una posición de bipedestación cuesta arriba o cuesta abajo, una mujer con tacones altos sobre una superficie uniforme en movimiento, como un tren, autobús, etc. En todas ellas, el cuerpo puede adaptarse por la función que realizan los propioceptores y por los mecanismos de retroinformación. Por ejemplo, cuando un sujeto está de pie en un plano inclinado puede equilibrarse mediante la flexión de las rodillas, cadera o columna vertebral, y para llegar a esta posición el centro de gravedad de cada segmento corporal que soporta el peso estará centrado por encima de la base de apoyo. Esta centralización puede alcanzarse sólo haciendo ajustes en las posiciones de los tobillos y los pies, aunque a veces éstos no sean los mecanismos más adecuados o deseados.

Al fondo propioceptivo se le suman las modulaciones afectivas, ya que la actitud a su vez es un comportamiento social y un modo de expresión de la personalidad profunda. Esta actitud natural será la representación mental que un sujeto puede hacerse de su equilibrio general como resultante de sus datos propioceptivos y exteroceptivos, dando la propioceptividad una imagen interna del yo y la exteroceptividad, percepciones táctiles y auditivas, una imagen externa.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- LAPIERRE, A.: *La reeducación física*. Vol. I-II-III. 4ª Edición. Científico Médica. Barcelona, 1978.
 LICHT, S.: *Terapéutica por el ejercicio*. Salvat Barcelona, 1970.
 LUTTGENS y WELLS, K.: *Kinesiología: Bases científicas del movimiento humano*. Augusto E. Madrid, 1985.

6

Valoración del movimiento articular

Objetivos

- Conocer los instrumentos de medida de la valoración articular.
- Saber las técnicas de valoración articular.
- Conocer los valores promediados del recorrido articular normal.
- Saber la sistemática a seguir para la realización de la valoración articular.
- Conocer la evaluación del dolor.

6.1. Introducción

Una vez llegado el paciente a evaluar a las manos del fisioterapeuta, éste debe realizar una valoración de su estado como un todo, teniendo en cuenta aspectos tales como el grado de colaboración o rechazo del sujeto, el entorno familiar, perfil psicológico e historia clínica, y concediendo especial importancia a la *anamnesis*, donde se puede encontrar el proceso de su enfermedad. Para ello es necesario recurrir a distintos medios:

- *Visuales*, con la observación de las diversas estructuras desde los puntos de vista morfológico y funcional.
- *Manuales*, con maniobras de palpación, movilización tisular, etc.
- *Instrumentales*, para la medición de algunas magnitudes físicas y sus variaciones.

Se debe realizar un estudio de:

- *Tejido no contráctil*: cutáneo, subcutáneo, articular, cápsula, ligamentos, cartílago, óseo.
- *Tejido contráctil*: músculo-tendinoso, aponeurótico.

Asimismo, el examen debe realizarse desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo, ya se trate de evaluaciones analíticas o funcionales.

Con los distintos métodos de investigación se realizará:

- La exploración de la zona afectada comparándola con la sana en caso de que exista. En caso contrario nos guiaremos por parámetros generalizables establecidos

de manera promediada.

- Estudio de los diferentes tejidos: cutáneo, subcutáneo, muscular, articular, etc.

Es necesario también realizar una evaluación completa, un estudio del dolor. Se realizará un análisis del estado de la piel con el estudio de:

- Sensibilidad esteroceptiva
- El sudor, como determinante de la función excretora o secretora.
- La coloración de la piel, para observar si existe hipervascularización, en cuyo caso estará roja. Si hay problemas circulatorios venosos estará cianótica, violácea, si hay necrosis estará negra, etc.
- La existencia de escarificaciones, heridas, llagas o cicatrices.
- Los pliegues de flexión, verrugas, quistes sebáceos, etc., cuya vascularización va a ser importante en el caso de tener que instaurar un tratamiento electroterápico o instrumental.

Este estudio se realizará a través de la palpación y movilización de la piel, que en todo caso va a ser una maniobra totalmente subjetiva. Se hará mediante la toma de un pliegue cutáneo pulpo-pulpar, con lo que se observan y evalúan las propiedades mecánicas de extensibilidad, elasticidad, espesor, consistencia y movilización de la piel con los tejidos subyacentes ([figura 6.1](#)).

Asimismo se evaluará necesariamente el trofismo y estado circulatorio de la piel, mediante la apreciación de la temperatura, pulso, sudor, etc. Y por último, se estudiará la sensibilidad cutánea, se observará la sensibilidad y propiedades mecánicas de la piel ([figura 6.2](#)).

Tras el examen de la piel se ha de valorar el de las articulaciones, músculo-esquelético, etc. Para realizar la valoración articular, previamente se deben englobar las articulaciones según su movilidad. Las articulaciones que nosotros generalmente vamos a estudiar o a realizar su valoración articular pertenecen al tipo de las diartrosis y sisarcosis. Las diartrosis tienen cinco elementos constitutivos:

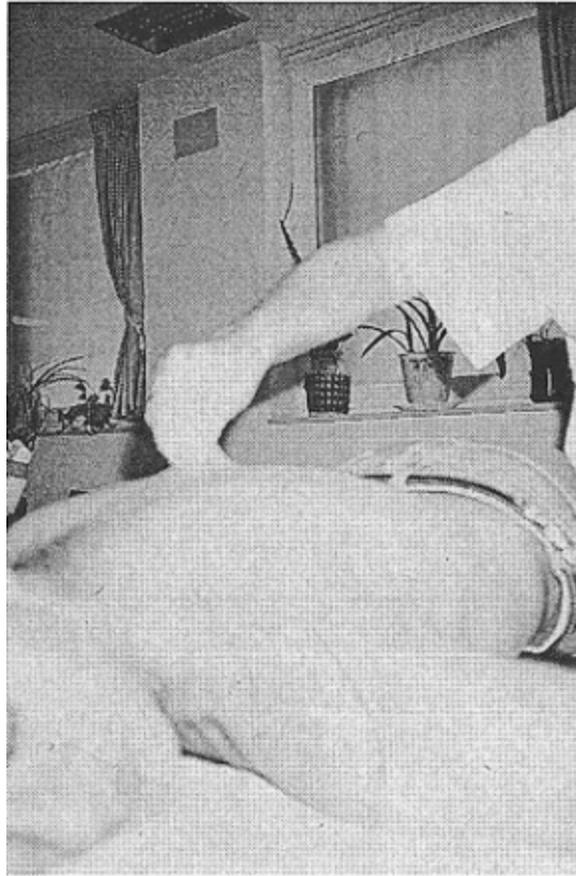


FIGURA 6.1. Pliegue cutáneo.

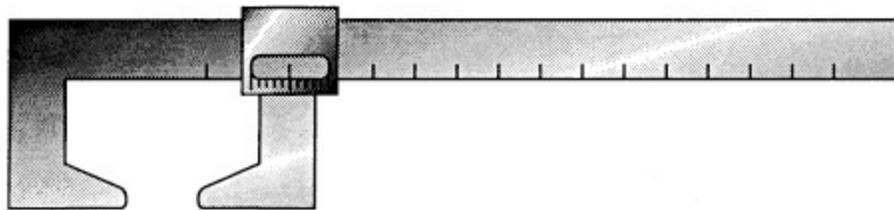


FIGURA 6.2. Compás de espesor.

- *Dos huesos como mínimo*, cubiertos de cartílago hialino y en ocasiones de meniscos.
- *Una cápsula articular*, cuya membrana sinovial lubrica la articulación.
- *Ligamentos*, que refuerzan la cápsula y aseguran con ella la estabilidad pasiva adaptada a las necesidades de la mecánica articular.
- *Tendones musculares* insertados sobre las palancas óseas, verdaderos motores de las articulaciones.
- *Mecanorreceptores*, que dan cuenta de las situaciones posturales y motrices.

Dentro de este grupo de articulaciones podemos, según su movilidad, establecer una triple clasificación:

- *Movilidad en un sólo sentido*: sólo existe libertad de movimiento en un plano.
- *Movilidad en dos sentidos*: dos planos y dos ejes de movimiento.
- *Movilidad en tres sentidos*: tres planos y tres ejes. Pasivamente se pueden realizar o solicitar de estas articulaciones:
 - *Deslizamientos*: movimientos tangenciales.
 - *Descompresiones*: separan superficies articulares.

6.2. Generalidades

Por definición la valoración articular es la medición del recorrido de una determinada articulación.

Los métodos utilizados para realizar la medición del recorrido articular han de ser sencillos, manejables y lo más exactos posible, intentando dejar el menor margen de error.

Es conveniente tener en cuenta la repercusión tan favorable que sobre el área psíquica del paciente ejerce el observar de manera periódica y palpable los progresos que realiza, ya que, al tener la valoración articular un reflejo numérico en grados, va a ser fácilmente captado por el sujeto. La valoración del recorrido articular se realiza mediante la medición de un ángulo, que es el de recorrido de una articulación concreta en un determinado momento ([figura 6.3](#)).

Se debe valorar el movimiento pasivo, poniendo las articulaciones en situación de evitar el cerrojo pasivo que supone la puesta en tensión de estructuras capsulares, ligamentosas, etc.; además, supone el estudio de movimientos de deslizamiento, ciertas rotaciones axiales, descompresión y/o decoaptación articular.

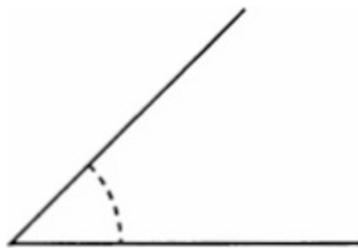


FIGURA 6.3. Medición de un ángulo.

Asimismo se valorará el movimiento activo, ya que generalmente los valores resultantes van a ser diferentes que en las maniobras pasivas. Es normal que se pierdan unos grados de recorrido al realizar la maniobra activamente. Para la medición del recorrido articular se utiliza el goniómetro universal o artrómetro, además de otros instrumentos de medición como el metro-cinta.

Es fundamental la determinación del eje de movimiento desde un punto de vista mecánico, para lo que se procederá a tomar como referencia salientes óseos anatómicos, líneas trazadas longitudinalmente siguiendo el centro de las palancas óseas que

constituyen la articulación, y en la intersección de ambas se considera ubicado el eje mecánico de la articulación. Esto a nivel teórico parece sencillo, aunque en la práctica puede no serlo tanto, resultando en ocasiones poco precisa.

Es importante tomar como punto de partida la posición inicial más adecuada que se debe adoptar en cada caso, para evitar errores de interpretación de los valores obtenidos por distintos profesionales en un mismo paciente, así como para evitar que existan compensaciones, sustituciones, etc.

Conviene hacer referencia a la posición inicial preferente como aquella posición corporal utilizada preferentemente frente a otras. Rocher, nos habla de posición cero y Roberts de cero neutral, como aquel punto a partir del cual se pueden medir los grados de movilidad de una determinada articulación. Como norma esta posición cero o cero neutral va a coincidir con la anatómica o posición extendida ([figura 6.4](#)).

Se debe tomar como referencia, en caso de existir, la parte homóloga sana del mismo paciente y, en caso de no ser así, se recurrirá al uso de tablas promediadas de los valores considerados como normales ([cuadro 6.1](#)), que desde un punto de vista general establecen lo que se puede considerar como baremo de normalidad. Mediante estas mediciones se puede apreciar el grado de recuperación del paciente examinado.



FIGURA 6.4. Posición extendida.

6.3. Goniometría articular

Ya se ha dicho que al realizar la valoración articular es deseable la utilización de los métodos más sencillos, útiles y manejables de que se disponga. Habitualmente se utiliza el goniómetro universal o artrómetro ([figura 6.5](#)), que consiste, en líneas generales, en un círculo (360°) o semicírculo (180°) al que se aplican dos varillas, de las que una suele ser fija y otra móvil, colocándose la primera sobre el segmento móvil y la segunda sobre el segmento fijo (sobre sus ejes longitudinales o puntos de referencia determinados), obteniéndose así la medición bien directa o indirecta del ángulo de recorrido articular. Además del goniómetro universal, podemos utilizar:

CUADRO 6.1

Valores promediados de los grados de recorrido articular

ARTICULACIÓN	MOVIMIENTO	AMPLITUD
Hombro	Flexión Extensión Abducción Aducción Rotación interna Rotación externa	180° 45-50° 180° 30-45° 100-110° 80°
Codo Extensión	Flexión 0°	145°
Antebrazo	Pronación Supinación	85° 90°
Muñeca	Flexión Extensión Abducción Aducción	85° 85° 15° 45°
Cadera	Flexión Extensión Abducción Aducción Rotación interna Rotación externa	120° 20-35° 45° 30° 60° 30-40°
Rodilla	Flexión Extensión	140° 0°
Tobillo	Flexión Extensión	20-30° 30-50°

- *Goniómetro de burbuja.* Es un aparato pequeño, de fácil manejo, que se sujeta al segmento móvil de la articulación a medir. Es un artilugio similar a un reloj de pulsera, con líquido en su interior y una burbuja que se va a situar siempre en la parte más alta de la esfera, señalando lo que serían las 12 en un reloj. Cuando se mueve la articulación, gira el círculo graduado y la burbuja, siempre situada en la parte más alta, señala la gradación resultante.

- *Péndulo*. Es un péndulo aplicado a un círculo graduado que se sujeta a la zona que se va a tratar. El círculo rueda y el péndulo se mantiene estático. Se basa también en el principio de indicación permanente de la gravedad, es decir, de la vertical, como el goniómetro de Labrique. Generalmente se coloca con el sujeto de pie para mantener la vertical del péndulo. Este sistema se ha empleado por Defibaugh para medir la movilidad de la región cervical colocando el péndulo en la boca de los sujetos cuya movilidad cervical se pretendía medir. El gran problema de este tipo de sistema es que hay que establecer la vertical de referencia inicial muy cuidadosamente.

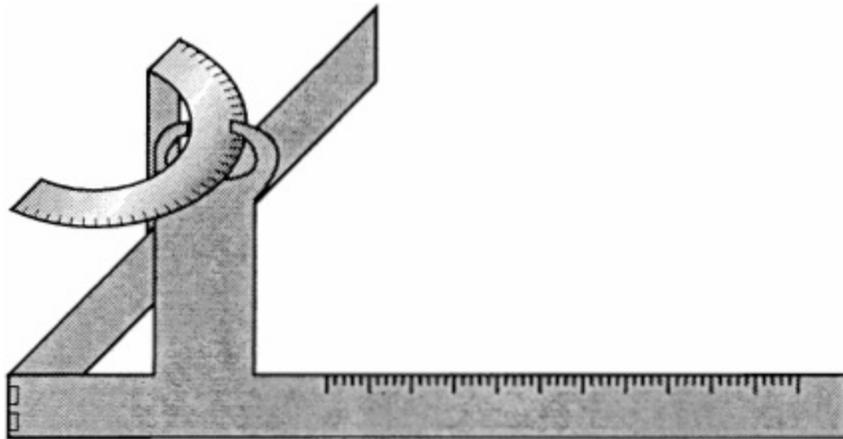


FIGURA 6.5. Goniómetro universal.

Existen además instrumentos especiales para la medición de determinadas amplitudes articulares, como la de los dedos, para lo cual podemos utilizar el goniómetro de dedos ([figura 6.6](#)).

También hay goniómetros eléctricos, que realizan las mediciones mediante gráficas telemétricas. Con los manubrios se pueden medir la pronación y la supinación. Con una regla se puede medir la acción flexora de uno o varios dedos de la mano.

También se puede utilizar para realizar una valoración global de la flexión o lateralización total del raquis, midiendo la distancia desde los dedos, concretamente desde el dedo corazón al suelo ([figura 6.7](#)).

La medición de la amplitud de la columna vertebral para ser exacta ha de realizarse con radiografías simples o cineradiografías; por ejemplo, para medir flexión y extensión de raquis cervical. Otro sistema consiste en medir el ángulo formado por el plano masticatorio, introduciendo en la boca una cartulina que se sujeta con los dientes.

Se puede utilizar también la medición centimétrica ([figura 6.8](#)) respecto a las superficies adyacentes; por ejemplo, el omoplato respecto al raquis (apófisis espinosas D₃ y D₇).

Williams propuso un procedimiento de medición de la amplitud articular muy complejo en el que la determinación se hacía calculando el ángulo de recorrido a través de su coseno mediante una fórmula matemática que él mismo propuso, pero que debido

a su complejidad no se utiliza apenas. Sólo a título enumerativo se hace referencia al sistema de medición fotogoniómetro, goniómetro óptico, etc.

Otro procedimiento utilizable es trazar los contornos con un hilo de plomo y ver el reflejo en un goniómetro.

6.4. Metodología

Ya se ha explicado lo que es la posición inicial preferente, por lo que no procede insistir en ello, pero sí hay que hacer referencia a otros términos que se utilizarán cuando se realice una valoración articular. En primer lugar, hay que aclarar que el ángulo que se va a medir es el *ángulo efectivo de recorrido*, es decir, no se mide el ángulo resultante sobre el que se coloca el goniómetro, sino el ángulo de recorrido articular, que generalmente va a coincidir con el suplementario.

Otro término de valoración que hay que definir de manera clara es lo que Rocher ha venido en llamar *ángulo útil o sector útil*, que sería aquel ángulo de recorrido articular suficiente para la utilidad exigida, que no supone que esa articulación tenga toda su amplitud articular; por ejemplo, en el caso de la flexión de rodilla, el ángulo útil para una persona mayor o que no realiza su trabajo en cuclillas sería de 115° , puesto que este recorrido es suficiente para una funcionalidad habitual de la rodilla, ya que incluso ésta servirá para poder subir y bajar escaleras sin dificultad.

Respecto a la metodología, hemos de tener en cuenta lo que sigue:

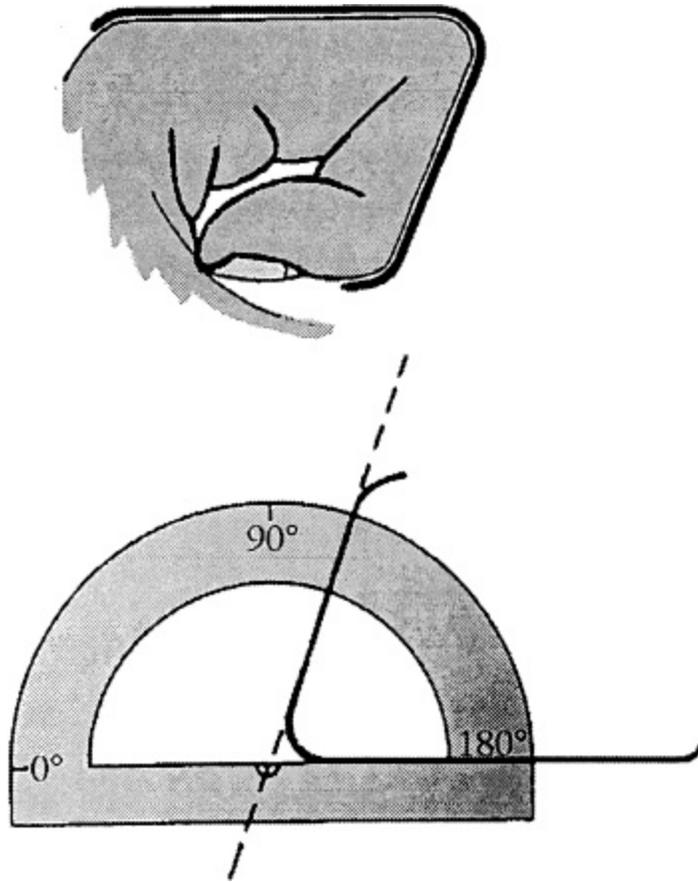


FIGURA 6.6. Valoración de los dedos.



FIGURA 6.7. Valoración global del raquis.

1. La zona que se va a valorar debe estar al descubierto. Para ello se desnudará la zona o en todo caso se permitirá el uso de ropa cómoda que posibilite la movilidad libre y su correcta valoración.
2. Se colocará al paciente en la posición corporal idónea, que sería la posición inicial preferente, coincidente en la mayoría de los casos con la posición anatómica o extendida.
3. A continuación, y antes de iniciar la valoración articular, se le indicará al sujeto cuál es el movimiento que debe realizar, siendo este punto fundamental debido a que ha de evitarse que al hacer el movimiento el sujeto realice sustituciones o compensaciones.

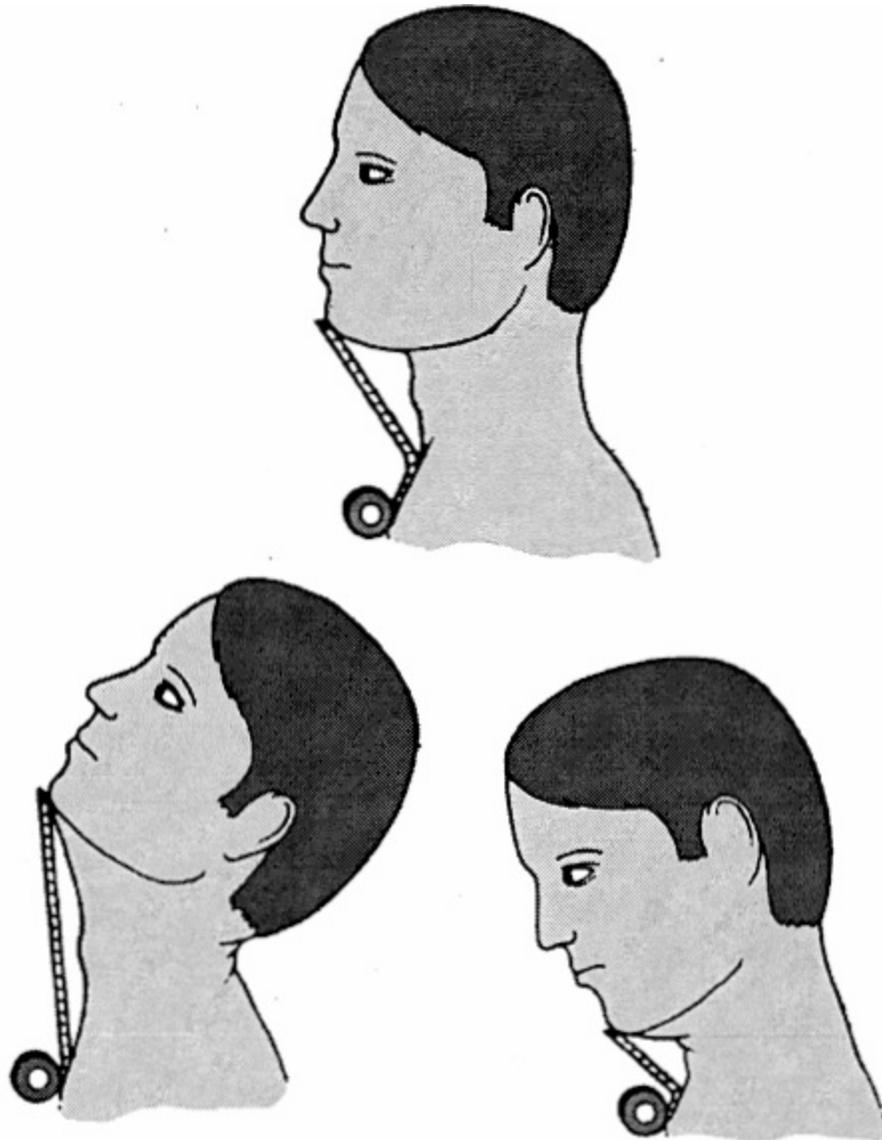


FIGURA 6.8. Valoración del raquis cervical.

4. En todo caso hay que tener claro que la valoración debe realizarse tanto activa como pasiva, para intentar establecer con claridad cuál es el estado de movilidad articular, anotando ambos valores.
5. La medición de la flexión va a ser siempre positiva, es decir, una articulación va a tener siempre + tantos grados de flexión. En cambio, la extensión no siempre será así. Se considera negativa aquella extensión que sea medida como vuelta a cero o a la posición extendida, cuando no sea completa, pero será positiva aquella que sea medida partiendo de cero. Esto es importante para la determinación de la amplitud articular, ya que en caso de que ambos sentidos del movimiento sean positivos se sumarán, y si uno de ellos es negativo se procederá al asociarlos a la realización de una resta.
6. Para realizar una medición lo más correcta posible, se utilizarán lo que Rocher denominó líneas axiales ([figura 6.9](#)). Éstas son unas líneas trazadas en la parte

central de los segmentos orgánicos que al unirse formarán en la articulación el ángulo a medir.

7. El goniómetro se colocará en cara interna o externa de la articulación, nunca en las superficies de flexión o extensión, ya que éstas suelen ser anatómicamente muy irregulares, teniendo cuidado de que el instrumento medidor no presione o dificulte la realización del recorrido articular completo.
8. Una vez realizado el movimiento, el ángulo que se mide es, como ya se ha dicho anteriormente, el de recorrido efectivo, que va a tener que determinarse en la generalidad de las articulaciones mediante el calculo del ángulo suplementario, excepción hecha en la articulación del tobillo, en que calcularemos el ángulo complementario.
9. De los dos brazos del goniómetro, el móvil se coloca en el segmento que se mueve de esa articulación. Es el que señala la resultante en grados de la medición realizada.

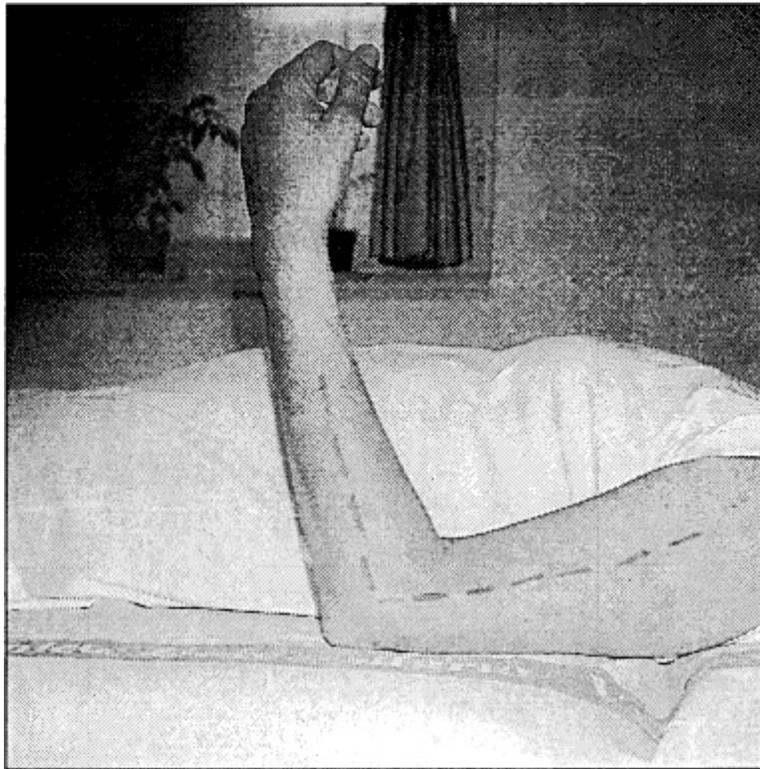


FIGURA 6.9. Líneas axiales.

6.5. Evaluación del dolor

Como ya se apuntó al principio del capítulo, un factor fundamental a tener en cuenta, puesto que en un gran porcentaje de los casos va a ser la causa determinante de que el sujeto acuda al fisioterapeuta, es el dolor. El estudio del dolor debe realizarse desde la doble vertiente de las características y origen que lo determinan. Es

imprescindible al evaluar al paciente averiguar todos los aspectos relativos al dolor.

Debe determinarse, en primer lugar, de qué tipo es el dolor que refiere el paciente. Puede ser:

- *Espontáneo*, en cuyo caso el sujeto lo localiza bastante bien.
- *Provocado*, en cuyo caso es función del fisioterapeuta la determinación del factor desencadenante, que puede ser la posición adoptada, el movimiento activo o pasivo, la palpación o cualquier otro fenómeno gatillo.

Conviene de entrada diferenciar entre punto doloroso y gatillo:

- *Los puntos dolorosos* se encuentran generalmente próximos a la articulación afecta. Son regiones dolorosas a la presión (punzante) y comprenden un área inflamada en regiones corporales definidas. Su tamaño no sobrepasa el centímetro y se localiza en capas musculares profundas.
- *Los puntos gatillo* son regiones de 0,5 a 1 centímetro de un músculo alterado, estimulable por presión. Existen una serie de puntos gatillo satélites de referencia a partir de un punto gatillo primario. Pueden ser de dos tipos:
 - *Activo*. Va a tener disminuido su umbral de estimulación mecánica con dolor referido local al movimiento.
 - *Latente*. Sólo dolor a la palpación. Se caracteriza por debilidad y acortamiento con posibilidad de subsiguiente limitación articular.

Las preguntas que se deben hacer para averiguar las características del dolor son:

- *Dónde*. Es importante comenzar con la localización del dolor, saber el punto o zona de dolor lo más concretamente posible. Esto, que en principio parece tan sencillo, en ocasiones tiene su complejidad, ya que puede ser de difícil localización por tratarse de un dolor referido o proyectado a una zona en que no se encuentra lesión; por ejemplo, los dolores cardiovasculares se refieren a los brazos. Asimismo, el dolor puede ser irradiado, generalmente de zona proximal a distal (localización de las raíces nerviosas) ([figura 6.10](#)).

Para la identificación de la estructura en cuestión se ha de tener en cuenta lo siguiente:

- El hueso produce un dolor muy localizado y preciso.
 - Las estructuras articulares, cápsula, ligamentos, tendones, meniscos y bolsas, producen dolor irradiado y en ocasiones desaparecen con el reposo total.
 - Los músculos, en cambio, no producen dolor localizado, como no sea que aparezca éste en la contracción. Ahora bien, es posible que aparezca en la contracción estática resistida, produciéndose además una muy débil contracción.
- *Cuándo*. El paso siguiente consiste en averiguar el momento en que aparece el

dolor. Para ello hay que averiguar:

- Si es diurno o nocturno, con lo que se puede averiguar si la causa es trófica o inflamatoria.
- Si aparece como consecuencia de un movimiento activo o pasivo. Por ejemplo, en caso de compresión álgica distal el dolor aparece con la maniobra activa, y con la pasiva en la proximal, en caso de arco doloroso donde exista un sector de movilidad álgica con dos zonas de dolor según el momento del movimiento.
- Si el inicio es brutal, como en trastornos articulares; lento, como en las afecciones reumáticas, o de posición extrema, como sucede a los choferes, secretarias, etc.

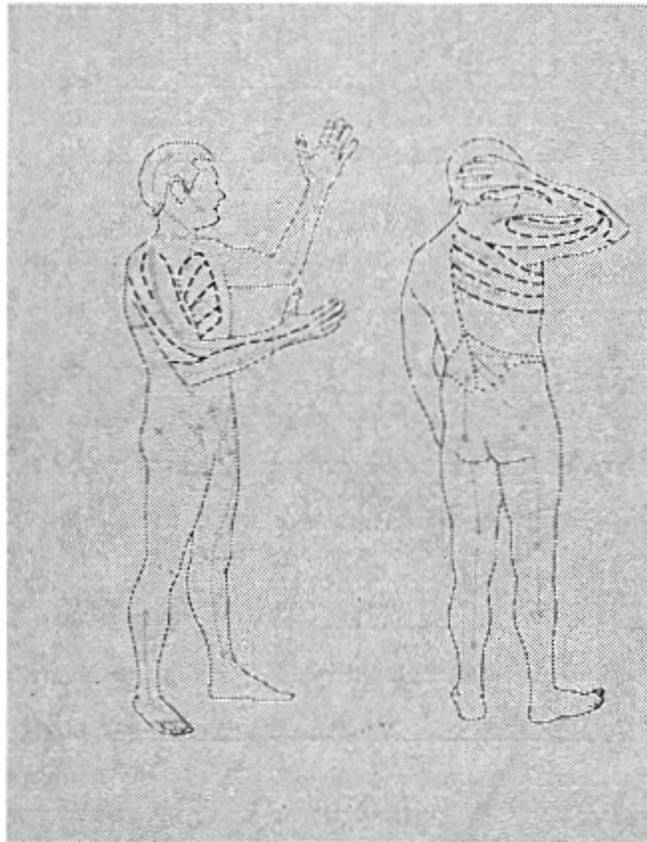


FIGURA 6.10. Líneas de dirección de dolor irradiando.

- *Cómo* es el dolor, aunque existe una diferenciación que es totalmente subjetiva en la percepción del dolor y en la manifestación que de éste hace el sujeto, ya que se puede hacer referencia a un dolor tipo quemadura, golpe de puñal, corte, pulsaciones, latidos, punzadas o incluso descargas eléctricas. Pero se pueden tener en cuenta otros elementos, como si el dolor es soportable o si es más o menos intenso dependiendo de los analgésicos que se tomen.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

KAPANDJI, I.A.: *Cuadernos de fisiología articular*. Cuadernos 1 a 3. Toray-Masson. Barcelona, 1991.

LACOTE, M.; CHEVALIER, A.; MIRANDA, A.; BLETON, J. y STEVEMIM, P.: *Valoración de la función normal y patológica*. Masson. Barcelona, 1984.

LICHT, S.: *Terapéutica por el ejercicio*. Salvat. Barcelona, 1970.

7

Valoración muscular

Objetivos

- Conocer el concepto de valoración muscular.
- Conocer la influencia de la gravedad y otras fuerzas externas sobre la acción muscular.
- Conocer los diferentes métodos de valoración muscular.
- Conocer la metodología de la valoración muscular manual.

7.1. Balance analítico muscular

Para la consecución perfecta del movimiento, es necesaria la integridad del nervio, músculo y articulación. Cada una de estas partes que tienen influencia en el movimiento deben ser estudiadas separadamente, aunque sea sólo con fines académicos, incluso en el caso de parálisis, para conocer las funciones que se conservan por la acción de los músculos no afectados; en consecuencia, deben ser tenidas en cuenta por el fisioterapeuta al hacer la valoración del estado físico de un determinado sujeto sano o enfermo. Deberá someter a análisis separado a cada una de ellas para determinar con claridad, en el caso de que exista, la naturaleza de la lesión. Pero lo que siempre hay que tener presente es que nunca el estudio analítico de los músculos puede hacernos olvidar que los músculos, al realizar sus funciones, van a actuar en equipo, con combinaciones complejas que también deben ser estudiadas y valoradas por el profesional de la fisioterapia. No en vano lo representado en el sistema nervioso central son los movimientos, no los músculos; cuando nosotros pensamos hacer algo, pensamos en el movimiento, no en el músculo que hay que mover.

En este capítulo se hace un estudio sobre el balance o valoración muscular. Para ello es procedente empezar con la definición del concepto. El balance muscular es la determinación de la capacidad funcional de un músculo o grupo muscular en relación con los valores considerados como normales, para lo que como factor de normalidad de cada sujeto se toma como referencia el lado homólogo sano, si existe.

Los métodos empleados a lo largo del tiempo para la determinación del balance muscular han sido muy poco precisos. A principios de siglo la valoración de la fuerza

muscular se realizaba mediante la clasificación de los músculos en tres grandes grupos: normales, parcialmente paralizados y totalmente paralíticos.

Como se puede observar, esta clasificación presentaba numerosas situaciones que no se contemplaban en absoluto, al no existir estadios intermedios, ya que los músculos sólo se diferenciaban desde una perspectiva muy grosera, puesto que entre uno y otro de los escalones se podrían hacer numerosas diversificaciones. Tampoco no se puede hablar genéricamente de parálisis o no parálisis pretendiendo englobar todo tipo de patología o afectación muscular.

7.2. Generalidades

Desde un punto de vista general hay una serie de conceptos que necesariamente hay que conocer antes de pensar en realizar un balance muscular, puesto que de lo contrario difícilmente se va a poder actuar correctamente. Son los siguientes:

- *Tono muscular.* Se puede definir como el estado de turgencia o firmeza de un músculo.
- *Hipertono.* Es el incremento del tono de un músculo mas allá del considerado normal.
- *Hipotono.* Es la disminución del tono muscular por debajo del considerado normal.
- *Contractura.* Aumento patológico y mantenido del tono muscular, que afecta a un músculo o grupo muscular.
- *Espasticidad.* Aumento patológico y mantenido del tono muscular, de origen central y carácter generalizado.
- *Flaccidez.* Es la disminución patológica y mantenida del tono muscular, de origen central. En el caso de una flaccidez debida a la lesión de un nervio periférico se habla de parálisis.
- *Sustitución muscular.* Ocurre cuando por falta de capacidad para realizar la función muscular que le es propia a un determinado músculo, la realizan otros que lo sustituyen. Generalmente actúan como sustitutos aquellos músculos que realizan conjuntamente sus funciones, como es el caso de los fijadores o estabilizadores.

Además, deben conocerse las posibles posiciones de trabajo, entre las que se distinguen:

- *Decúbito dorsal o posición supina.* Sujeto acostado sobre su espalda con la mirada dirigida hacia el techo.
- *Decúbito ventral o posición prona.* Sujeto acostado sobre su abdomen, boca abajo.
- *Decúbito lateral derecho e izquierdo.* Sujeto acostado sobre su lado derecho o izquierdo respectivamente.

- *Sedestación o posición sedante.* Sujeto sentado.
- *Bipedestación o posición de pie.* Sujeto en estación sobre los pies.

Factores a tener en cuenta al hacer un balance son, entre otros, la edad y el sexo del paciente, ya que la fuerza muscular va en aumento en la primera etapa de la vida, hasta los 20 años, se mantiene durante unos 10 años y posteriormente empieza a disminuir. Sobre las mujeres, se estima que son un 30% más débiles que los varones.

Otro aspecto de la cuestión son las curvas de fuerza o curvas de fuerza isométrica, que van a ser el reflejo de la variación considerable de fuerza que puede ejercer un músculo en los diversos puntos de su arco de movimiento, por lo que para hacer las pruebas de balance muscular con el menor error posible deberemos hacerlas siempre de la misma manera y con las mismas condiciones generales.

7.3. Examen manual de la fuerza muscular

Es imprescindible para realizar una buena valoración muscular la palpación manual, al igual que la observación cuidadosa y la posición adecuada del paciente.

La palpación consiste en tocar el músculo o grupo muscular valorado en previsión de evitar las posibles sustituciones musculares, nunca deseables. Es conveniente por ello conocer muy bien la morfología y funciones musculares. Para facilitar esta tarea es necesario tocar no sólo tejido contráctil, sino también el tendón (único o múltiple).

Para evitar la fatiga muscular del paciente, así como para facilitar la tarea y ahorrar tiempo al examinador, se puede recurrir a las pruebas de selección, a través por ejemplo de la comprobación de posibles disimetrías, o valorando su capacidad de prensión mediante el apretón de manos. Otra prueba puede consistir en realizar pasivamente la maniobra y después dejar que el paciente mantenga la posición contra la gravedad. También podemos valorar la marcha.

La valoración muscular que se expone en este tema se dirige en la forma más sencilla y práctica posible a la determinación del balance muscular de los músculos individuales, aunque es bien sabida la dificultad de individualización de acciones de los músculos, puesto que en la mayor parte de los casos la interdependencia funcional y acciones combinadas o conjuntas van a dificultar la evaluación de las acciones individuales. Ahora bien, el proceso se simplifica e incluso se justifica si se parte de la realidad de que cada músculo va a ser el principal responsable de alguna de sus acciones.

7.4. Métodos de valoración

Como ya se ha apuntado antes los métodos de valoración, al principio, eran muy simplistas, ya que únicamente establecían diferencias entre músculos normales, parcial y totalmente paráliticos. Posteriormente Robert W. Lovett, publicó en 1932 un método de valoración que utilizaba factores tales como la gravedad y la resistencia.

Así surgió la siguiente escala clasificadora:

- *Músculo normal*. Realiza un movimiento venciendo la gravedad y la resistencia.
- *Músculo bueno*. Realiza un movimiento venciendo la gravedad sólo, y además una resistencia que sea pequeña.
- *Músculo débil*. Realiza un movimiento contra la gravedad.
- *Músculo pobre*. Es aquel que además de solo puede realizar el movimiento si se le suprime la gravedad.
- *Músculo malo*. No realiza movimiento, aunque puede apreciarse endurecimiento muscular.

Otro sistema de exploración de la función muscular es el preconizado por Riuzler, Brown y Betón, que esquemáticamente podemos resumir así:

0 = el movimiento es imposible.
+ = el movimiento es insinuado.
++ = el movimiento es incompleto.
+++ = el movimiento es bueno.

Por último, el método que en 1946 estableció Kendall introducía un factor más para valorar: la fatiga. Así, hay que tener en cuenta la gravedad, la resistencia y la fatiga, estableciéndose la siguiente escala clasificadora de 0 a 5, con una diferenciación porcentual:

- 5-100% (*normal*) El efecto motor se realiza en toda su amplitud, venciendo gravedad y resistencia sin presentar síntomas de fatiga (haciendo + de 10 repeticiones).
- 4-75% (*bueno*) Efecto motor completo contra gravedad y resistencia externa, apareciendo en ocasiones fatiga.
- 3-50% (*regular*) Efecto motor completo sólo contra gravedad.
- 2-25% (*malo*) Efecto motor completo sin gravedad.
- 1-10% (*vestigios*) No hay efecto motor, aunque sí contracción perceptible, bien sea manual o visualmente.
- 0-0% - No hay contracción perceptible.

Además hay que establecer entre estos grados de separación los estadios intermedios, utilizando para ello los signos + o que harían que esta diferenciación no fuese tan tajante

(cuadro 7.1).

CUADRO 7.1.
Métodos de valoración muscular

LOVETT	KENDALL	RIUZLER, BROWN Y BETON
Normal	5	+++
Bueno	4	
Débil	3	
Pobre	2	++
Malo	1	+
	0	0

7.5. Metodología de valoración

Los pasos que se siguen para realizar una valoración muscular son:

1. Con la zona al descubierto, totalmente libre de vestidura, observación cuidadosa de la musculatura a valorar, indicando al sujeto la acción que ha de realizar y la posición que debe adoptar.
2. Vigilar y evitar en lo posible la realización de sustituciones musculares. Para ello se debe proceder a la fijación adecuada, para tener una base firme y estable que permita la ejecución correcta de la acción objeto de evaluación.
3. Nunca trabajar con un músculo frío, ya que se contrae mal, evitando por otro lado hacer repeticiones innecesarias que pueden llevar a la fatiga e incluso a la tetanización.
4. Hacer también la valoración articular, para determinar separadamente la etiología muscular de la pura limitación de recorrido articular. En ocasiones la no posibilidad de realizar, por ejemplo, el cuádriceps la extensión completa de la rodilla no es debido a un problema de debilidad muscular, sino a una rigidez de la rodilla.

La metodología consiste en decir al paciente que realice la función muscular cuyo efecto queremos analizar contra gravedad. Si es capaz subiremos en la escala de valoración de Kendall y si no bajaremos; es decir, el punto de partida es el 3.

Por ejemplo, la valoración del cuádriceps se haría de la siguiente manera:

1. Se coloca al sujeto en sedestación, con el fisioterapeuta de pie o sentado al lado, y se le indica que extienda la rodilla en todo el arco de movimiento. Si es capaz, su valoración será al menos de 3.
2. A continuación se le aplicará una resistencia manual pequeña en la parte más distal de la pierna. Si la vence realizando toda la extensión de la rodilla, pero con signos de fatiga, el cuádriceps estará a 4.
3. En el caso de que se le aplique una resistencia grande y no aparezcan signos de fatiga después de un número de repeticiones, se puede decir que el músculo está a 5.
4. Si no es capaz de realizar la extensión completa de la rodilla en sedestación, es decir, contra gravedad, hay que proceder a la eliminación de ésta manualmente, para lo que se coloca al sujeto en decúbito lateral. El fisioterapeuta, sustentando el miembro con una mano a nivel del muslo y otra a nivel del tobillo, le pedirá que realice la extensión de la rodilla. Si lo consigue el cuádriceps estará a 2, si no es así se sigue bajando en la escala.
5. Si además de quitarle la gravedad se le asiste manualmente para que pueda realizar la extensión de la rodilla, el cuádriceps estará a 1.
6. El músculo estará a cero en el caso de que no exista ningún tipo de efecto motor. Se procederá a la palpación del tendón rotuliano, del recto anterior y las fibras musculares en la cara anterior del muslo para determinar la posible actividad muscular. El fisioterapeuta cogerá la rodilla en semiflexión y el sujeto estará en decúbito supino.

Entre cada uno de estos estadios se pueden hacer al menos dos escalones, que se representan con los signos + ó -. Y así, siguiendo con el mismo ejemplo, si el cuádriceps sin gravedad es capaz de realizar el movimiento completo venciendo además una resistencia más pequeña que el peso del segmento corporal estará a 3- si el peso se aproxima al del segmento, y a 2+ si es un peso bastante inferior a éste.

Mención aparte merece, por su especificidad, la valoración muscular del paciente neurológico. Hay que realizar la valoración de la función motora tanto en afecciones centrales como en periféricas. Se procederá al estudio de la actuación muscular en la contracción, la relajación y el mantenimiento de la postura.

Asimismo habrá que realizar:

1. Observación: estado trófico, contracción muscular, relajación, fatiga, desarrollo del movimiento.
2. Palpación.
3. Estiramiento.
4. Contracción automática, voluntaria y refleja.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

BELLOCH ZIMMERMAN, V.; CABALLÉ, C. y ZARAGOZA, R.: *Fisioterapia: teoría y técnica*. Saber. Valencia, 1970.

DANIELS, L. y WORTHINGHAM, C.: *Pruebas funcionales musculares*. Interamericana. Madrid, 1982.

KENDALL, E.; KENDALL, H.O.; KENDALL, F.P. y McCREARY: *Músculos pruebas y funciones*. Jims. Barcelona, 1985.

8

Cadenas cinéticas musculares

Objetivos

- Conocer el concepto de cadena cinética.
- Saber los tipos de cadena cinética.
- Diferenciar la cadena cinética abierta y cerrada.
- Distinguir entre unidad cinética y cadena cinética.
- Introducir al lector en el conocimiento de las cadenas cinéticas facilitadoras y de refuerzo.

8.1. Introducción

El movimiento en cadena es una característica de la actividad motora normal de acuerdo con el axioma de Beavor de que el cerebro nada sabe de acciones musculares individuales, sino sólo de movimientos. La representación existente en los centros nerviosos es de movimientos, no de músculos. Los movimientos en el trabajo, en la actividad diaria y en el deporte responden a las características rotatorias de huesos, articulaciones y estructuras ligamentosas correspondientes. Además, es concordante con la alineación de las inserciones musculares y las características estructurales de los músculos. No hay músculo en el cuerpo humano que sea responsable de manera exclusiva de un movimiento, pues la acción de un músculo individual necesita de otros, con lo que se aumenta su capacidad y la de éstos. La actuación de los componentes musculares responsables de un movimiento en una persona normal supone una perfecta sincronización secuencial, ya que lleva implícita una actuación sinérgica perfecta.

De todo lo dicho se deduce la necesidad de conocer el funcionamiento de los músculos desde un punto de vista de equipo, no exclusivamente como motores individuales responsables del movimiento, lo que deriva en la necesidad del estudio de las cadenas cinéticas musculares.

Cadena cinética muscular es el conjunto de músculos, tanto monoarticulares como poliarticulares, responsables de la movilidad de los diferentes eslabones óseos de las articulaciones.

La realización de un determinado gesto, hasta el más sencillo, exige el trabajo organizado de varias cadenas cinéticas, en las que generalmente va a haber un sustrato de

estabilización y equilibración.

A pesar de la habitualidad de uso de las cadenas cinéticas, el concepto de movimientos en cadena se manejó relativamente tarde. Fue Vón Baeyer quien diferenció entre cadena abierta y cadena cerrada; según él, cadena cerrada es una formación anular. Ejemplo: el movimiento de la pierna en la deambulación bajo la actuación de la gravedad corporal en contraposición, con el movimiento en cadena abierta, con la pierna colgando.

Hakenbruch define la cadena cinética cerrada como una continuación sucesiva de porciones articulares hacia una unidad motora.

8.2. Clasificación

La distinción más simplificadora y que establece conceptos más claros es la que diferencia las cadenas cinéticas entre:

- *Cadena cinética abierta.* Cuando el extremo distal de la cadena es libre. Ejemplo: tirar una pelota, dar una patada.
- *Cadena cinética cerrada.* El extremo distal de la cadena permanece fijo, y el proximal es el que va a realizar el desplazamiento con el movimiento. Ejemplo: hacer flexiones colgado de una barra.
- *Cadena frenada o mixta.* Se engloban en este tercer tipo los supuestos difíciles de clasificar en los dos grupos anteriores. Supone que los dos extremos de la cadena, proximal y distal, son móviles. Ejemplo: el ciclista que pedalea sin sentarse en el sillín. Se puede hacer además una subclasificación:
 - *Cadena débilmente frenada o abierta* cuando la resistencia exterior distal sea inferior al 15% de la resistencia máxima que esa cadena es capaz de desplazar.
 - *Cadena fuertemente frenada*, si la resistencia que se va a vencer es superior al 15%.

En los casos de cadena cinética mixta o frenada el análisis biomecánico es extremadamente complejo.

8.3. Análisis de una unidad cinética abierta

La unidad cinética se compone en esencia de tres elementos: dos palancas óseas, una articulación y el sistema muscular motor.

La biomecánica muscular es relativamente sencilla cuando disponemos de un extremo del músculo fijo y otro móvil, ya que no hay lugar a dudas tanto respecto a la dirección, sentido de la fuerza o momento motor, como a las consecuentes repercusiones sobre músculo, tendones y articulaciones.

La organización muscular de una unidad cinética es bastante simple, depende de los grados de libertad que tenga. Así, por ejemplo, en el codo, hay un grupo flexor y otro

extensor que se constituyen en su actuación sinérgica en agonistas y antagonistas entre sí, con lo que, y siguiendo con el mismo ejemplo, los músculos agonistas para la flexión son el supinador largo, braquial anterior y bíceps braquial, que son a la vez antagonistas del grupo agonista extensor, tríceps y ancóneo.

Esto va a complicarse en las articulaciones con más grados de libertad de movimiento, como puede ser la articulación glenohumeral.

8.4. Análisis de una cadena cinética abierta

Las organizaciones musculares en cadena cinética abierta o débilmente frenada corresponden fundamentalmente a imperativos de:

- *Velocidad*, Cada movimiento de un eslabón acelera al siguiente, movimiento balístico. Ejemplo: golpe de pelota con un palo. El movimiento se inicia con contracción vigorosa de los motores primarios y relajación de los antagonistas, seguido de los motores primarios cuando la parte móvil alcanza gran velocidad.
- *Precisión*. Se requiere estabilizar el eslabón proximal para que se produzca el desplazamiento preciso del eslabón siguiente.

Se pueden establecer otros muchos tipos de organizaciones musculares en cadena abierta, según la finalidad perseguida o según el movimiento que se quiera obtener, teniendo en cuenta en todo caso que el reclutamiento de los músculos ha de ser próximo-distal. De esta manera se consigue hacer trabajar un músculo débil distal mediante su reclutamiento a través de una cadena cinética abierta. Velocidad y precisión pueden combinarse para la realización, en cadena cinética, de un determinado gesto.

8.5. Análisis de una unidad cinética cerrada

Es muy semejante a la unidad cinética abierta, es suficiente con invertir el sentido de la fuerza muscular, ya que el extremo distal puede considerarse como fijo y la inserción proximal móvil. Ejemplo: el peroneo lateral largo es en cadena abierta un pronador de la articulación mediotarsiana; en cambio, con el pie en el suelo su función es supinadora de la parte anterior del pie.

8.6. Análisis de una cadena cinética cerrada

La cadena cinética cerrada va a producir un reclutamiento muscular en sentido distal-proximal. Esto, en el caso de hacer referencia a una unidad cinética en lugar de a una cadena, es muy fácil de entender, ya que lo que ocurre es que el extremo distal del músculo se considera fijo y la inserción proximal móvil. Pero la cosa se complica en el caso de una cadena cinética cerrada, debido a que entran en juego varias articulaciones.

En general, es preferible utilizar este tipo de reclutamiento en el caso de músculos proximales débiles. Los siguientes ejemplos pueden resultar clarificadores:

- En caso de tracción o repulsión de una resistencia fuerte, la actuación de los músculos antagonistas es mediante una contracción prácticamente isométrica, su organización es sinérgica, de manera que el acortamiento de uno de los músculos a nivel de la primera articulación se compensa con su estiramiento a nivel de la segunda. Ejemplo: el tríceps largo y el bíceps se organizan de forma similar a la descrita en el caso de que la tracción o repulsión contra una resistencia fuerte sea en la extremidad superior. En general y en principio el reclutamiento de una cadena sinérgica cerrada es disto-proximal.
- En el caso de triple extensión de la extremidad inferior al incorporarse desde la posición en cuclillas. Se observa que se va a poner en juego una cadena sinérgica compleja, en la que se va a tener la suma de acciones de músculos mono-articulares, glúteo mayor, vastos y crural, y poliarticulares, gemelos, recto anterior e isquiáticos excepto bíceps corto.

Pero incluso, y dependiendo del requerimiento, hay músculos que pueden organizarse en cadenas opuestas; así sucede con el isquiotibio anterior, que puede participar en una cadena de triple flexión si la resistencia se coloca en la cara dorsal del pie y en triple extensión si se pone en la cara plantar.

8.7. Caracteres diferenciales

Las cadenas cinéticas se pueden diferenciar desde distintos puntos de vista. Así, desde un enfoque mecánico, siguiendo a Weil, se puede establecer que los movimientos en cadena cerrada son, en general, los de la función de apoyo, y en cadena abierta, el pendular y oscilar.

Desde el punto de vista de la sensibilidad se pueden establecer las diferencias siguientes:

- Una cadena abierta no transmite reacciones sensitivas. La cadena cerrada, en cambio, transmite reacciones sensitivas a través de los receptores de la piel, de la planta del pie en miembros inferiores, de la cápsula articular, de los ligamentos y músculos (mecanorreceptores).
- En la cadena abierta sólo se mueve una parte del cuerpo, ya que para poder mover cada una de las partes articulares hace falta un mínimo empuje. En la cerrada toda la masa del cuerpo tiene influencia cinética, puesto que para poner en movimiento la pesada masa total se requiere un potente empuje muscular.
- En una cadena abierta la acción muscular se corresponde ampliamente con la disposición anatómica de inserción y origen. En la cerrada las acciones musculares son plurilocalizadas y múltiples.
- La inervación en cadena abierta se produce del centro a la periferia (eferente). En

cadena cerrada va de la periferia al centro (aferente).

- En condiciones de cadena cerrada la carga por la gravedad corporal produce un efecto de extensión y estabilización. En cadena abierta, bajo la acción de la gravedad tendremos movimientos en contra de la gravedad (flexión) y otros por la gravedad (extensión).
- La mayor parte de las acciones musculares generan al menos dos componentes de acción y a veces tres; por ejemplo, el tensor de la fascia lata a nivel de la cadera realiza las acciones:
 - En cadena cerrada anteverso de la pelvis sobre la cabeza del fémur.
 - En cadena abierta provoca una rotación interna de la cadera.

CUADRO 8.1

Caracteres diferenciales de las cadenas cinéticas

	ABIERTA	CERRADA
FUNCIÓN	• Pendular y oscilar	• Apoyo
REACCIONES SENSITIVAS	• No transmite	• Sí transmite
ACCIÓN MUSCULAR	• Origen e inserción anatómica	• Plurilocalizada
GRAVEDAD	• Contra y por gravedad	• Extensión–estabilización
MOVIMIENTO	• Sólo una parte del cuerpo	• Influencia cinética en todo el cuerpo

8.8. Técnicas globales de trabajo

Con las técnicas globales de trabajo se busca la contracción de todos los músculos de una cadena cinética motriz. Esto se consigue mediante la previa selección de la cadena motriz adecuada, con el fin de obtener un trabajo que responda lo mejor posible a las exigencias fisiológicas compatibles con la patología, ya que hay músculos cuya actividad provoca la de otros músculos o refuerza sus contracciones.

El músculo elegido para provocar la contracción se conoce con el nombre de músculo gatillo, y el que es objeto de búsqueda es el músculo blanco.

Es necesario para hacer la selección de la contracción tener en cuenta el sentido del reclutamiento, cadena abierta o cerrada, la intensidad de la resistencia y su dirección. A través de un número considerable de combinaciones motrices se obtiene nuestra organización gestual. Ejemplo: llevarse la mano a la boca, la mano a la cabeza, etc.

8.9. Cadenas cinéticas facilitadoras

Como es bien sabido, la actividad muscular analítica destinada mediante el trabajo de un solo músculo no va a corresponder a una realidad funcional. Un músculo para realizar una función particular ha de asociarse necesariamente con otros en el seno de una cadena cinética, utilizando así la actividad propioceptiva facilitadora, que determinará la acción de músculos débiles de la cadena a expensas de la facilitación que va a determinar la actividad de los fuertes o menos afectados. De ahí que se hable de cadenas facilitadoras o de refuerzo.

Se puede hablar de diferentes tipos de estas cadenas:

- *Cadenas cinéticas homolaterales.* Hacen trabajar conjuntamente músculos de un mismo miembro mediante su organización en cadena. Así, se distinguen cadenas anteriores, posteriores. Ejemplo de cadena anterior facilitadora de la flexión de los dedos, se puede reclutar como flexores accesorios de la articulación de la muñeca a los flexores superficial y profundo de los dedos oponiendo una resistencia a la flexión. Otro ejemplo es la cadena anterior para la extensión de la rodilla, en cuyo caso la resistencia se aplica en la cara anterior del pie ([figura 8.1](#)).
- *Cadenas cinéticas contralaterales.* Las que obtiene la actividad de determinado músculo mediante su estimulación a distancia, a través del trabajo de los músculos del miembro homónimo opuesto. En estos casos se trabajan las sinergias cruzadas, mediante la aplicación de resistencia a un músculo se va a obtener la estimulación cruzada de su antagonista en el miembro homónimo. Ejemplo: flexores y extensores de cadera. ([figura 8.2](#))
- *Cadenas axioperiféricas y periféricas-axioperiféricas.* Se obtiene la actividad de los músculos de un miembro, superior o inferior, mediante el estímulo de los músculos del tronco o de los miembros no homónimos superiores o inferiores. Ejemplo: estimulación del recorrido externo del recto anterior del muslo; el fisioterapeuta empuja al paciente desde los hombros o desde la cabeza y el paciente contrae los músculos de la cadena anterior para estabilizarse o equilibrarse. Esta cadena comprende los músculos flexores de cabeza, tronco y cadera ([figura 8.3](#)). Otro ejemplo: el paciente sentado, el fisioterapeuta de pie detrás de él, toma la muñeca del primero, que debe tener los brazos en antepulsión de 180°, y le pide que frene su caída posterior. Se ponen en juego los flexores de cadera, abdominales, flexores glenohumerales y trapecios inferiores ([figura 8.4](#)).

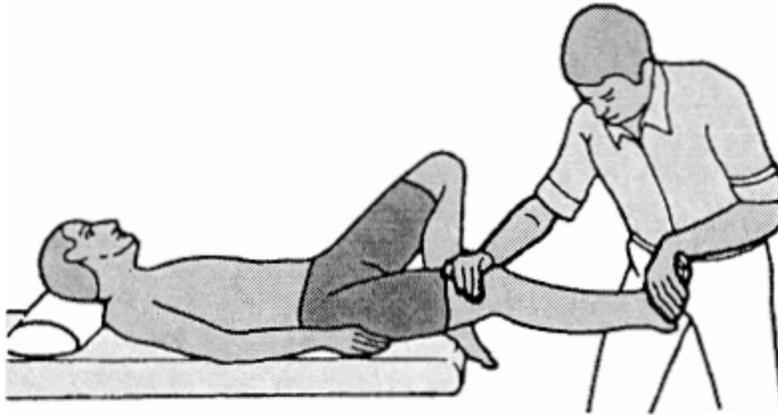


FIGURA 8.1. Cadena anterior para la extensión de la rodilla.

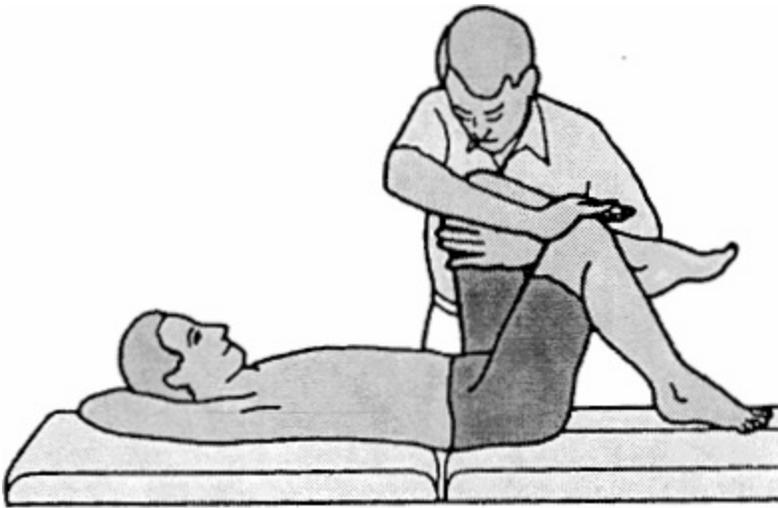


FIGURA 8.2. Cadena lateral para flexo-extensores de cadera.

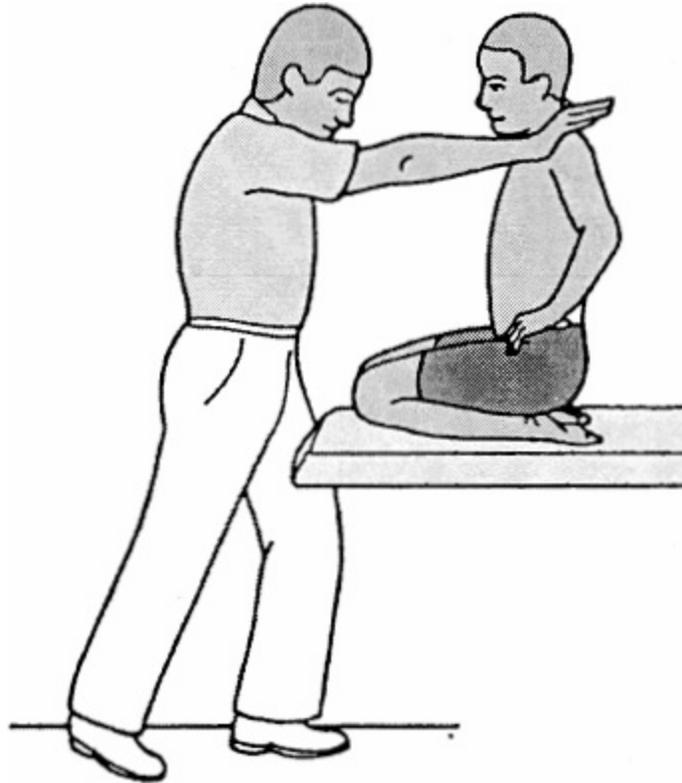


FIGURA 8.3. Ejercicios de la cadena anterior, flexores de cabeza, tronco y cadera.

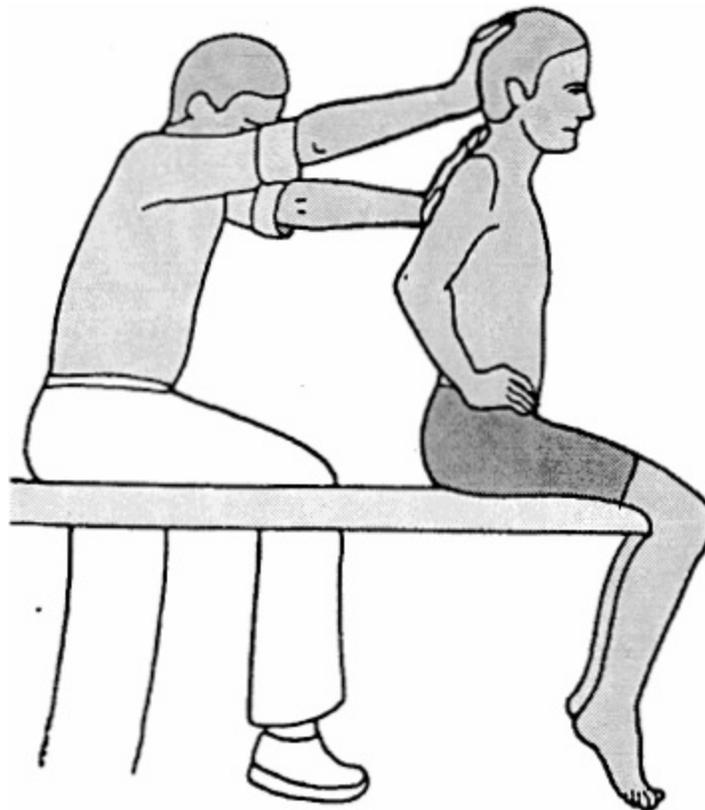


FIGURA 8.4. Cadenas axioperiférica y periférica-axioperiférica.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- NEIGER, H.; LEROY, A.; PIERRON, G.; DUFOUR, M. y PÉNINOU, G.: *Kinesiterapia*, tomos 1, 2 y 3. Panamericana. Buenos Aires, 1988.
- VOSS, D.E.; IONTA, M.K. y MYERS, B.J.: *Facilitación neuromuscular propioceptiva*. Panamericana. Buenos Aires, 1987.

9

Valoración global

Objetivos

- Saber evaluar el estado físico del sujeto desde el punto de vista analítico y funcional.
- Saber evaluar globalmente el miembro superior, en estática y dinámica.
- Saber realizar un estudio del miembro inferior en carga y descarga.
- Saber evaluar diferenciando una sintomatología.
- Saber recoger las informaciones derivadas de la evaluación pasiva y activa realizada.
- Saber evaluar la funcionalidad de cabeza y raquis en estática y dinámica.

9.1. Introducción

La atención cinesiterápica de un paciente supone la recogida de ciertas informaciones, determinados datos que el fisioterapeuta debe saber primero evaluar mediante la valoración del estado del sujeto desde el punto de vista del todo que es el ser humano, para a continuación transcribir a la historia cinesiterápica, distinta lógicamente de la historia clínica, por su especificidad.

Se debe establecer una evaluación que consiste en recoger ciertos elementos clínicos, precisando así la localización de las lesiones y el grado de deterioro sufrido.

Para la determinación de los objetivos y la terapia física necesaria, es adecuado establecer una distinción entre las evaluaciones analíticas y funcionales :

- *Analíticas.* Permiten estudiar por separado las diferentes estructuras orgánicas (piel, músculo, etc.) haciendo referencia a su comportamiento normal, pero sin interrelacionarlos.
- *Funcionales.* Utilizan las interrelaciones que existen entre las diferentes estructuras, lo que permite ubicar al sujeto en un contexto de autonomía potencial de actividad y de integración socioprofesional.

Esta distinción entre evaluaciones analíticas y funcionales se puede ligar con la de valoración activa y pasiva. Estas dos nos conducen a una evaluación diferencial que evidencia una sintomatología.

9.2. Valoración global del miembro superior

El miembro superior en el ser humano al principio tenía una razón de ser elemental y primitiva determinada por la funcionalidad que le era propia, la deambulación. Con el devenir de la historia se ha ido transformando en el instrumento privilegiado para la realización de dos funciones importantes, nutrición e higiene, para las que se precisan aptitudes en apariencia contradictorias, pero que van a ser realmente complementarias: fineza y velocidad, por una parte, fuerza y resistencia, por otra.

El examen de la extremidad superior puede hacerse en varias posiciones diferentes, bipedestación, acostado o sentado. La duración del examen ha de ser suficiente para que el observador examine el comportamiento en relajación. El examen se realiza en posición de relajación, con la extremidad colgante a lo largo del cuerpo, en posición de bipedestación. Se observa:

1. La separación frontal del brazo con respecto a la vertical, teniendo en cuenta en cada caso la morfología del paciente.
2. En una visión lateral, la observación se dirige a la posición del muñón del hombro con respecto al busto. Se observa si está más o menos adelantado.
3. Se observa la posición de extensión del segmento braquial (codo) y la posición de la mano respecto a la vertical.
4. La posición correcta de los dedos en actitud de reposo debe ser en una ligera flexión, posición ésta más funcional que la de total extensión de los dedos.
5. La posición de la mano respecto al cuerpo es dirigiendo la palma de la mano hacia la cara anteroexterna del muslo, posición más natural que la anatómica. Colocándose el observador a espaldas del sujeto puede evaluar la relación simétrica o no entre las dos extremidades.

9.2.1. Miembro superior en la marcha

Para valorar el miembro superior debe tenerse en cuenta el comportamiento de éste en la marcha; para ello, se estudiará detenidamente la movilidad de las extremidades superiores entre sí y con respecto al tronco. El estudio se realiza desde varias perspectivas:

- *De frente.* Para observar si existe oblicuidad sagital o no del balanceo de la extremidad. En el caso de que exista movimiento en la marcha hacia adelante y hacia dentro únicamente es porque la articulación tiene menos movilidad sagital. Lo contrario ocurre en el caso determinado del hombro llevado hacia atrás y un omoplato frontalizado: habría una libertad mayor de movimiento del hombro en el plano sagital.
- *De espaldas.* La atención debe centrarse en el estudio de la movilidad subcutánea del borde espinal del omoplato. Si se observa la existencia de ligeras rotaciones del

tronco, puede ser indicativo de limitaciones de la cintura escapular. En el supuesto de que sólo se balanceen los brazos puede ser indicativo de buen funcionamiento de la articulación escapulo-humeral.

- *De perfil.* Ha de observarse el balanceo de los hombros y codos de ambos miembros superiores, ya que el comportamiento de algunos sujetos no es simétrico. En caso de no existir balanceo de hombros, puede ser debido a que el omoplato haya anulado parcialmente el espacio de flexión de la articulación escapulo-humeral, hombros encorvados y basculados hacia adelante, al revés que sucede en un sujeto con hombros en retraso y omóplato verticalizado ([figura 9.1](#)).



FIGURA 9.1. Balanceo de hombros de perfil.

9.2.2. Pruebas gestuales

Es necesaria, para que la evaluación del miembro superior sea lo más exhaustiva y completa posible, la realización de determinadas pruebas encaminadas a establecer la capacidad de los miembros superiores para la realización de gestos habituales en el ser

humano.

1. *Mano a la boca*. Es una función plurisegmentaria ([figura 9.2](#)). Este gesto supone la realización conjunta de:

- *Flexión y abducción del hombro*. Para posicionar el brazo.
- *Flexión del codo*. Con ello se acerca la mano a la boca.
- *Supinación del antebrazo*. Para dirigir la parte anterior hacia la boca.
- *Prensión polidigital*. Es necesario el uso de al menos dos dedos para coger las cosas.

Se pueden observar una serie de defectos en la realización del gesto, tales como una exageración de la elevación del codo que indica que ese hombro o no tiene rotación externa o no tiene supinación. En el caso de que el codo se mantenga pegado al cuerpo la aproximación se hará inclinando la cabeza hacia la mano, lo que indica que ese hombro tiene limitada la antepulsión.



FIGURA 9.2. Mano a la boca.



FIGURA 9.3. Mano sobre la cabeza.

2. *Mano sobre la cabeza.* Sirve para valorar la capacidad del miembro superior para realizar conjuntamente ([figura 9.3](#)):

- *Extensión y rotación de hombros asociados.*
- *Flexión de codo.*
- *Reconocimiento de tamaño y forma de los objetos.* Se valora la función esteroagnósica.
- *Pronosupinación de antebrazo e intervención de la muñeca.*

Este gesto se usa muy frecuentemente, ya que sirve para peinarse por detrás de la cabeza, para vestirse, etc.

3. *Mano a la espalda.* Supone la posibilidad de realizar acciones tales como abrocharse la falda, pasarse el cinturón por una trabilla posterior, etc., para lo que es necesario hacer:

- *Extensión y rotación externa-interna de hombro.*
- *Flexión de codo.*
- *Prensión de dedos.*

4. *Manos cruzadas en la espalda.* Es un doble gesto dismétrico no funcional, suma de:

- *Extensión y rotación interna del hombro*, en la mano situada en la parte baja.
- *Flexión de codo y supinación.*
- *Elevación-rotación externa de hombro*, la mano en la parte alta.
- *Flexión codo y pronación.*

En el caso de tener un hombro y espalda laxos se pueden entrelazar las dos manos sin dificultad en la espalda, como es el caso de niños, atletas, etc.

9.2.3. Pruebas de limitaciones

Se hará un estudio asimismo de las capacidades desde el punto de vista de las limitaciones del miembro superior, mediante el examen de su comportamiento a la compresión, tracción y torsión.

- *Compresión.* Se realizarán apoyos manuales ([figura 9.4](#)), teniendo en cuenta que, cuanto más inclinado esté el sujeto, mayor es la incidencia de carga sobre las manos y menor sobre los pies. Estos apoyos permiten evaluar la estabilidad en carga del hombro, codo y muñeca determinada por la mayor o menor oblicuidad del tronco.
El hecho de que el sujeto esté dubitativo, de que vacile en el momento de tomar el apoyo, puede revelar una mala coordinación o dolor.
- *Tracción.* Con esta prueba comprobamos la capacidad de resistencia de los distintos tejidos musculares y ligamentosos, cambiando los puntos fijos de apoyo y realizando tracción con el cuerpo en suspensión ([figura 9.5](#)).

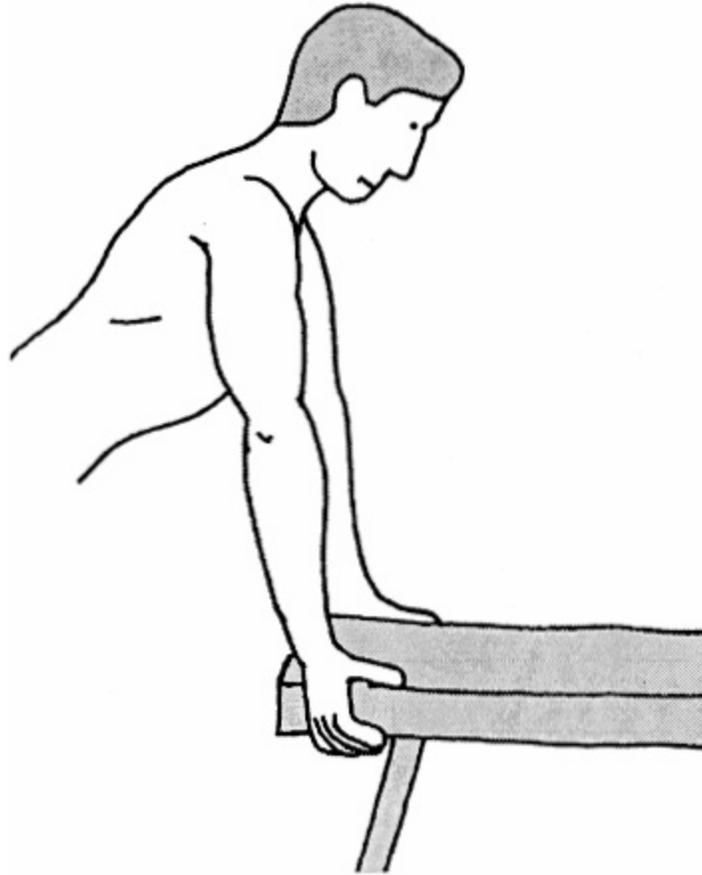


FIGURA 9.4. Compresión.

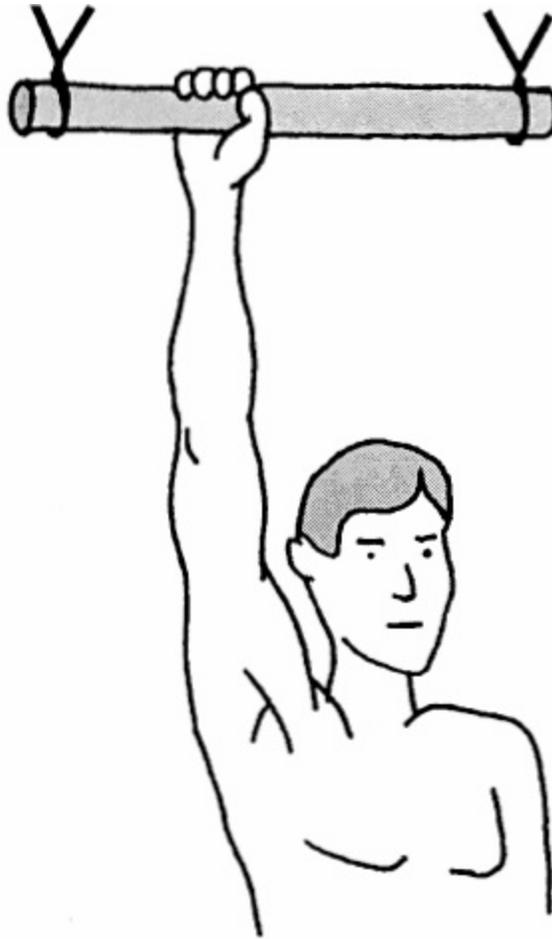


FIGURA 9.5. Tracción.

Se comprueban todas las estructuras, con brazo extendido llevando la carga en la parte distal (mano), la resistencia pasiva de partes blandas. Para el estudio del equilibrio general y valoración de la fuerza de tracción de las estructuras de los músculos, se pone una carga colgando. Para llevar la carga se inclina del lado contralateral y se sirve de la masa del tronco para mejorar el equilibrio.

- *Torsión.* Hay que tener en cuenta dos elementos:
 - La dificultad que supone el peso, volumen entidad etc. del elemento utilizado en la realización de la prueba.
 - El nivel rotatorio que se utilice sobre el miembro superior. La influencia del pivote rotatorio va a ser determinante, sea éste el hombro, codo o muñeca. Se estudiarán las limitaciones en torsión por desvío de la carga ([figura 9.6](#)), las limitaciones en torsión por flexión del codo ([figura 9.7](#)) y las limitaciones de rotación del hombro por desvío de la carga con el codo extendido ([figura 9.8](#)).

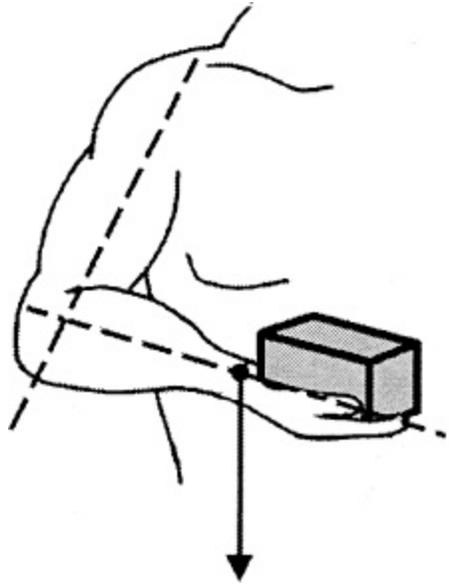


FIGURA 9.6. Limitación en torsión por desvío de carga.

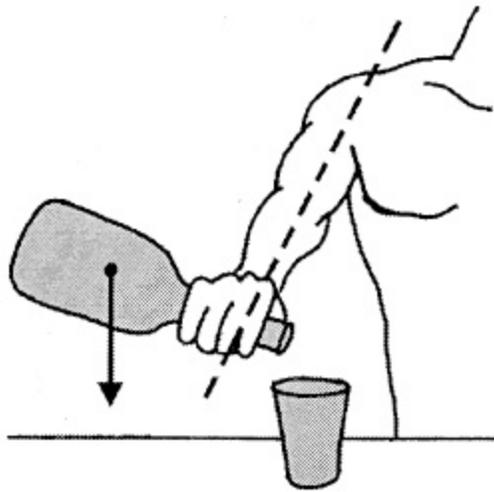


FIGURA 9.7. Limitación en torsión por flexión de codo.

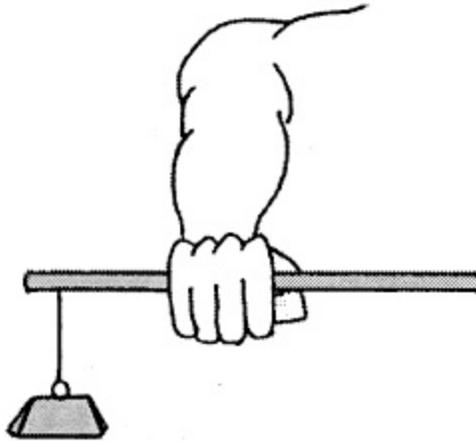


FIGURA 9.8. Limitación en torsión por desvío de carga con el codo extendido.

9.2.4. Gestos balísticos

Son respuesta a sollicitaciones espaciales de tipo balístico, en las que hay dos estadios bien diferenciados:

- *El lanzamiento.* Consta de una fase de armado, seguida de una propulsión acelerada y curvilínea para pasar a una última de aflojamiento.
- *La recepción.* Supone:
 1. La orientación de toda la extremidad, incluso el cuerpo, hacia la trayectoria del objeto, en situación de alerta.
 2. Fase de contacto con el objeto y posterior captación de éste con la prensión.
 3. Fase de frenado, más o menos intensa según circunstancias.

Estos tipos tienen variaciones en función de:

- *Peso.* Se debe proceder a tomar nota del peso máximo para el que la prueba ha sido positiva.
- *Masa.* Puede aparecer dificultad para lanzar o recibir objetos de igual peso, pero de distinto volumen.
- *Velocidad.* Se debe realizar la evaluación de la distancia recorrida por el objeto antes de su caída.
- *Brazo de palanca.* Se toma en cuenta la longitud del segmento utilizado para efectuar el gesto.
- *Ajuste sensorial.* Se demuestra la calidad de ajuste sensorial mediante la rapidez de corrección y adaptación.
- *Finalidad del acto.* Determinada por la especificidad de gestos característicos de ciertas categorías profesionales o deportivas.

9.2.5. Mediciones de la extremidad superior

La recopilación de datos abarca, por último, tomar diferentes medidas de las alturas, longitudes y perímetros del miembro superior:

- *Las alturas.* Se miden con el sujeto en bipedestación y la extremidad extendida a lo largo del cuerpo. Las referencias óseas utilizadas son: la parte más distal del dedo medio, la apófisis estiloides del radio, el epicóndilo y el borde anteroexterno del acromion. Estas mediciones se hacen con un medidor de talla o una cinta métrica.
- *Las longitudes.* Se miden con una cinta métrica, con el sujeto de pie, sentado o acostado. Se procede a averiguar las distancias lineales siguientes:
 - *Longitud del segmento braquial.* La extremidad no debe doblarse, ni estar en rotación. Hay que palpar los puntos de referencia para localizarlos antes de

realizar la medición. Éstos son el borde superior anteroexterno del acromion y el epicóndilo.

– *Longitud del segmento antebraquial*. La posición del sujeto es la misma que en el apartado anterior. Se mide desde el epicóndilo a la apófisis estiloides radial.

– *Longitud de la mano*. La medición va desde la parte más intermedia de la muñeca a la parte más distal del dedo medio.

- *Los perímetros*. Se procede a la medición de los contornos del miembro superior a diferente nivel, por supuesto en centímetros, con cinta métrica. Algunas mediciones a realizar son:

– *Circunferencia braquial*. Se realiza a una distancia de unos 10 cm del epicóndilo, en la parte más carnosa de los músculos flexores y extensores del antebrazo.

– *Circunferencia antebraquial*. Se procede a medir a una distancia de 5 cm. por debajo del codo.

– *Circunferencia de la mano*. Hay que evaluar la masa tenar e hipotenar. Se realiza una primera medición a la altura de la cabeza del 5º metacarpiano, con respecto a los pliegues de la mano. La segunda medida se hace con la mano plana.

9.3. Estudio del miembro inferior

Las funciones de los miembros inferiores se refunden en dos esenciales: *locomoción y estabilidad*.

Por tanto, sirven para soportar la carga corporal y asegurar sus desplazamientos. En el momento de evaluar al sujeto, y como consecuencia de la complejidad de la utilización del miembro inferior, el fisioterapeuta no se puede olvidar el estudio del equilibrio, si se busca averiguar el o los posibles defectos.

Se debe realizar el examen en carga o descarga, según las circunstancias. Desde un punto de vista funcional se realizará en estática y en dinámica. La duración del examen ha de ser la necesaria para no alterar la exactitud de la evaluación. Para que el examen sea lo más fiable posible, se debe realizar siempre en las mismas condiciones y en las mismas circunstancias horarias.

9.3.1. Observación estática en carga

Esta evaluación funcional se iniciará con el sujeto en estación bípeda, observándolo de frente, de perfil y de espalda.

A) Observación de frente

Se evalúan datos objetivos, como son la altura entre dos puntos sobre la vertical trazada, como medida específica de examen en carga.

La altura se medirá con un medidor de talla cualquier inclinación, o con una cinta métrica, en ambos casos comparativamente ambas piernas, derecha e izquierda. Se toma desde el suelo hasta el punto de referencia óseo (por lo general, la espina iliaca). La medida más exacta suele ser por medio de radiografías.

La evaluación clínica directa permite estudiar los segmentos del miembro inferior y determinar su posición con respecto al tobillo, valorando si el segmento calcáneo está más o menos inclinado sobre la vertical. Asimismo a la rodilla, por el riesgo de la existencia de varo o valgo, y cadera por anomalías del cuello del fémur.

Con una plomada desde el medio del pliegue de la ingle, espina iliaca anterosuperior y pubis, pasando por el centro o línea media de la rótula y hasta la garganta del pie entre los dos maléolos externo e interno. ([figura 9.9](#)).

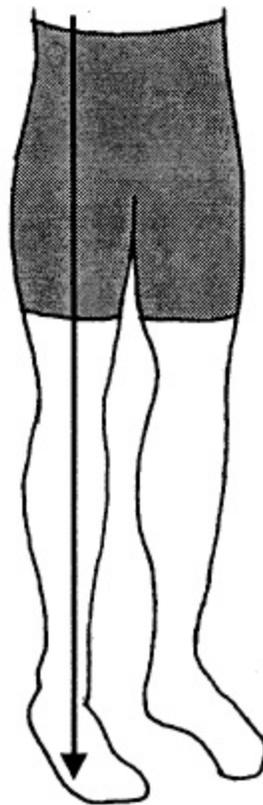


FIGURA 9.9. Medida de frente.

Esta medida será de tipo lineal o de tipo angular. Si es lineal, se refiere a la medida de la flecha entre la plomada y el punto a medir. Si es de tipo angular la medida es goniométrica. El examen es bilateral y comparativo.

B) Observación de perfil

Se realiza con respecto a la línea de gravedad y se sitúa la posición de la cadera,

rodilla y tobillo. El centro de gravedad está situado a aproximadamente 5 cm por encima del trocánter mayor en el hombre y alrededor de 4 cm en la mujer.

C) *Observación de espalda*

Esta observación se realiza también de espaldas, localizando el pliegue cutáneo subglúteo y de la rodilla. Para verificar la existencia de una asimetría de pelvis se debe estudiar la espina iliaco posterosuperior de espalda o anterosuperior de frente.

9.3.2. *Observación de la marcha*

El examen de la marcha constituye el elemento fundamental del equilibrio funcional de los miembros de sostén. Para ello necesitamos una pista de marcha de por lo menos 10 metros de larga, o una alfombra rodante a velocidad constante.

El examen se realiza de dos maneras. Una de perfil, para apreciar la armonía y regularidad de los pasos, y los movimientos sagitales del pie, rodilla y cadera. Y la otra es de frente y espaldas, para apreciar la separación de los pasos, de las rodillas y la asimetría de la pelvis.

El examen del comportamiento del miembro inferior en la marcha se hará además diferenciando cada parte por etapas. Se debe observar separadamente:

- *El pie y el desarrollo del paso sobre el suelo.* El talón contacta con el suelo en rotación externa, se observa claramente de frente. Al separar el talón del suelo, el apoyo se traslada al dedo gordo, colocándose el pie en rotación interna con el talón hacia fuera. Durante esta fase de oscilación la planta del pie toca el suelo ([figura 9.10](#)).
- *La rodilla.* Se debe observar su actividad en la flexión y en la extensión. La flexión de la rodilla corresponde tanto a la inclinación del muslo, flexión de cadera, como a la inclinación tibial, elevación del talón. Durante el ciclo de la marcha la rodilla jamás se mantiene en extensión completa; en el momento de contacto con el suelo del talón, la rodilla está con 4 grados de flexión, y durante el apoyo la flexión se mantiene en menos de 10 grados. El momento de la flexión máxima varía de un sujeto a otro. El paso oscilante muestra un balanceo rápido de la pantorrilla la comienzo y frenado al final.
- *La cadera.* Se observa con mayor facilidad su movilidad sagital. En el momento en que el talón entra en contacto con el suelo, la cadera se encuentra flexionada a 30° aproximadamente; después, en el apoyo, la flexión se atenúa y da lugar a una extensión de 10°-20°.
- *La pelvis.* Se debe observar sobre todo la rotación externa y la báscula lateral en el ciclo de la marcha, que desaparece durante el apoyo para convertirse en rotación interna. Hay que observar también la simetría de la báscula de la pelvis de frente y espalda.

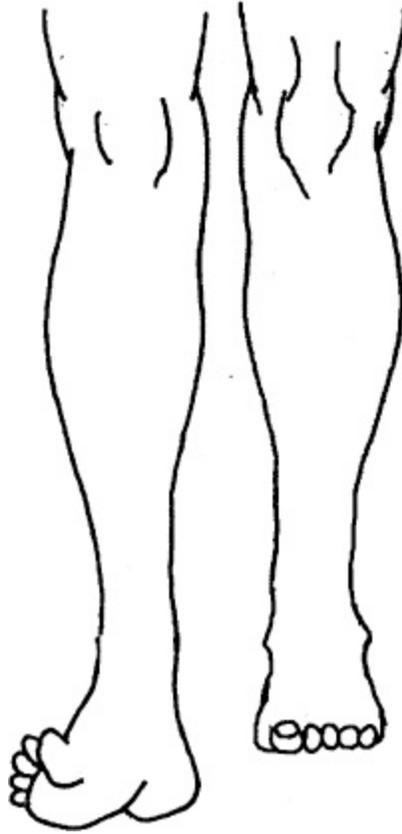


FIGURA 9.10. Desarrollo del paso sobre el suelo.

9.3.3. Principales anomalías de la marcha

En el estudio de la marcha se pueden detectar diversos tipos de déficits funcionales asociados a patologías osteoarticulares o musculares, puestos de manifiesto en la mayor parte de las ocasiones por cojeras o renqueras, entre las que se pueden destacar las que siguen :

1. *Patologías osteoarticulares.* Se debe separar por partes para realizar la detección del foco articular donde se localiza la patología causante de la renquera:
 - *Tobillo.* Si hay una posición viciosa en flexión plantar, se observará, dependiendo del tipo de patología, que el sujeto puede comenzar el ciclo del paso no con el contacto del talón sobre el suelo, sino apoyando el pie plano o directamente la punta del pie, por una doble flexión de rodilla y cadera ([figura 9.11](#)).
 - *Rodilla rígida en flexión.* Se observa que el paso anterior es más corto y se realiza una salutación, inclinación del tronco hacia adelante, sobre el paso anterior. La exageración de la flexión de la cadera en la salutación del tronco permite que una rodilla rígida se mantenga flexionada sin experimentar dolor.
 - *Rodilla rígida en extensión.* Al no estar el contacto del talón amortiguado se

provoca un golpe característico. Durante el paso por la rigidez de rodilla no es posible el paso oscilante si no es gracias a una elevación de la pelvis o una circunducción de la cadera en abducción y rotación externa, lo que produce un movimiento en guadaña.

- *Cadera rígida en flexión.* En este caso la movilidad sagital tiene lugar en la columna lumbar, con una reducción de la fase de apoyo y salutación sobre el paso posterior.
- *Cadera rígida en abducción.* Este es un caso bastante raro que se observa en amputados del muslo que deben usar prótesis. Durante la fase de apoyo, la verticalización del miembro provoca una inclinación lateral del tronco sobre el miembro que avanza.
- *Articulación dolorosa.* El contacto con el suelo se hace con precaución, la duración del paso de apoyo es breve, el paso oscilante es corto en desplazamiento pero largo en el tiempo.
- *Miembro más corto que el otro.* En caso de asimetría, si hay una diferencia de longitud a partir de 3 cm se hace visible la renquera. El miembro más largo se adelanta gracias a la báscula del tronco y a la elevación de la pelvis. El miembro más corto gana longitud elevándose sobre la punta ([figura 9.12](#)).

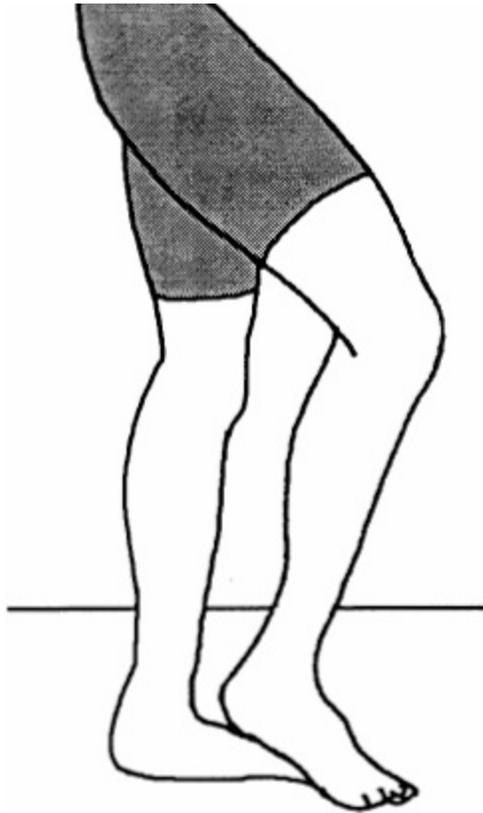


FIGURA 9.11. Doble flexión de rodilla y cadera.

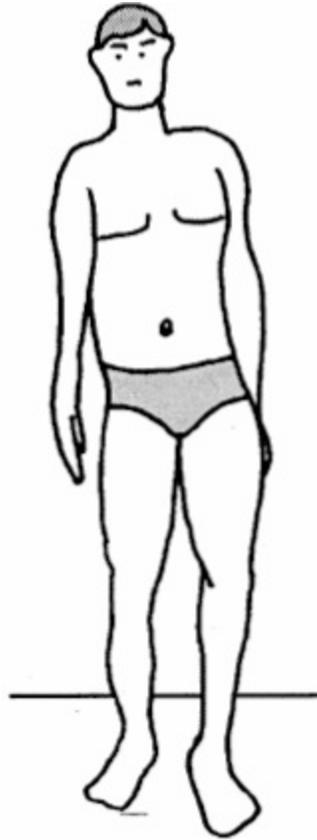


FIGURA 9.12. Miembro más corto que otro.

2. *Patologías musculares.* Pueden provocar dos situaciones diferentes, que el músculo pierda longitud por contractura o retracción o bien que el músculo carezca de fuerza. Estas patologías se pueden localizar en:

- *Tobillo y pie.* Si hay una pérdida de actividad de la parte anterior de la pierna se produce *steppage*, pisada de todo el pie que cae y provoca flexión exagerada de la cadera y rodilla. La supinación, debida a una insuficiencia activa de los músculos externos de la pierna, hace que la articulación sea inestable y pone en peligro a los ligamentos externos. El déficit de estabilización interna del tobillo repercute sobre el valgo de rodilla, que tiende a exagerarse.
- *Rodilla.* En el caso de pérdida de actividad del cuádriceps crural, al no tener la rodilla estabilidad activa, se observa un apoyo en hiperextensión. En caso de pérdida de actividad de los isquiotibiales, al fallar el freno del balanceo de la pierna en el paso oscilante, se provoca una detención brusca en la extensión de la rodilla.
- *Cadera.* En individuos con atrofia del glúteo mediano o menor se produce la pérdida de estabilidad frontal y una inclinación de la pelvis del lado contrario durante la permanencia del pie sobre el miembro afectado para reconquistar la línea de la gravedad. Esta renquera es conocida como *Balanza de Pawels*, y está presente cuando el brazo de palanca está reducido o existe atrofia

muscular. Existen dos posibles soluciones:

- Dejar caer la pelvis del lado que avanza, lo que provoca el estiramiento de los abductores con tensión pasiva del músculo.
- Utilizar otro músculo, el cuadrado lumbar, del lado que no avanza, para elevar o sostener la pelvis. Entonces se necesita una fijación proximal sobre la columna lumbar: el sujeto debe inclinar el tronco del lado que avanza con el fin de conseguir esa fijación.

9.3.4. Otros exámenes dinámicos en carga

Además de estudiar de manera separada el comportamiento de las diferentes partes del miembro inferior, se procede a realizar pruebas en carga que detecten las anomalías que pueda tener el sujeto objeto de estudio. Estas pruebas se hacen mediante:

1. *Marcha a diferentes velocidades.* Con detención brusca, alargamiento del paso, etc., para que el observador aprecie la organización sensitivo motriz y para todos los grados de asimetría.
2. *Marcha estática.* Permite apreciar la simetría, verificar la libertad de movimientos y provocar el aumento de las flexiones de cadera y rodilla.
3. *Marcha sobre diferentes suelos:*
 - *Pista de marcha.* Permite organizar diferentes tipos de suelo, desde el más adherente hasta el más inestable.
 - *Línea o tabla.* Sirve para observar el equilibrio del esquema habitual. La marcha puede realizarse de manera sagital, lateral o en situación oblicua.
 - *Terreno en declive.* Permite apreciar la adaptación de los apoyos plantares, de los ángulos del tobillo, rodilla, cadera y reacciones musculares.
 - *Escaleras.* La rodilla debe tener para el ascenso por lo menos 100° de movilidad, necesita buena estabilidad sagital y rotatoria. El conjunto del esfuerzo de ascenso impuesto a los músculos extensores de cadera y rodilla, es un esfuerzo de tipo concéntrico que consume mucha energía. En el descenso de un escalón la cadera trabaja menos, pero la rodilla necesita mayor amplitud. La actividad muscular es de tipo excéntrico, de freno, es más económico.

9.3.5. Examen en descarga

Permite determinar con precisión las actitudes o deformaciones no fijas. Se puede ir sin prisas al examen morfológico de los tejidos y la exploración dinámica de las articulaciones y músculos. Se realizan las siguientes mediciones.

A) Longitud

Se debe tener en cuenta que un acortamiento puede ser causado por numerosos factores de índole articular u óseo. La longitud total de miembro inferior se efectúa desde la espina iliaca anterosuperior al suelo ([figura 9.13](#)); la longitud máxima que se aprecia es la distancia entre la espina iliaca anterosuperior y la punta del maléolo externo. Si esta medida continúa mostrando el equilibrio se deberá efectuar la medición por segmentos.

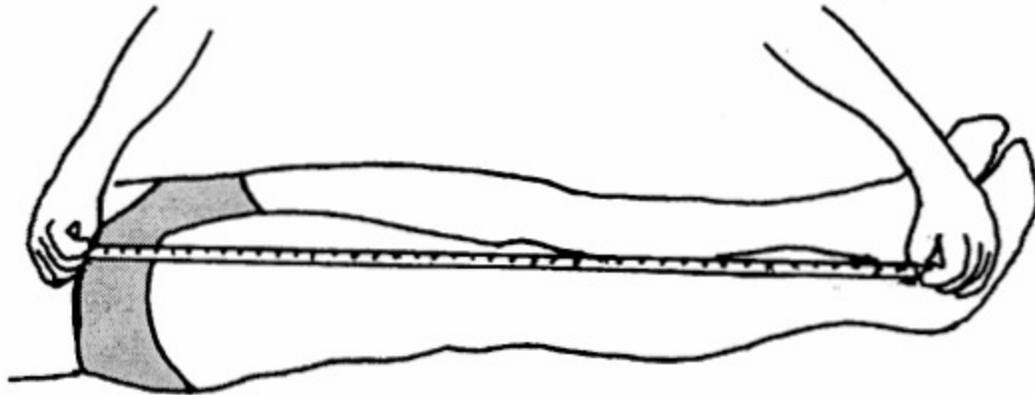


FIGURA 9.13. Longitud total del miembro inferior.

La medida de longitud del muslo se toma primero desde la espina iliaca anterosuperior hasta la tuberosidad del cóndilo externo. Si existe desigualdad con respecto al otro muslo, se verifica únicamente la distancia entre el borde superior del trocánter mayor y la tuberosidad del cóndilo.

La medida de longitud de la pierna se toma desde la tuberosidad del cóndilo externo hasta los puntos del maléolo externo. Si existe desigualdad, se verifica midiendo desde la cabeza del peroné hasta el maléolo externo. Se recomienda hacer la medición varias veces y se admite un margen de error de 1 cm por lo menos.

B) Circunferencias

Con esta medida se busca apreciar el volumen muscular en reposo y en contracción isométrica. A nivel del muslo se examina el cuerpo muscular del cuádriceps a 20 cm por encima de la rótula. Para el vasto externo a 10 cm y para el vasto interno a 5 cm. La medición es de los dos miembros para poder hacer el examen comparativo.

A nivel de la pantorrilla los volúmenes musculares son proximales. A 15 cm de la rótula por debajo permite observar el relieve máximo de la pantorrilla, mientras que midiendo a 2-3 cm por encima del maléolo no se ve volumen muscular, puesto que en esta zona no existe cuerpo carnoso muscular, pero sí se apreciará el exceso de líquidos y edemas.

9.4. Evaluación de la cabeza y raquis

Se debe proceder a la valoración del estado de la cabeza, cuello, región dorsotorácica, lumbar y sacrocoxígea a través del estudio y observación detenida de la piel, músculos, articulaciones, ligamentos, etc., con maniobras de palpación de las diversas estructuras, valorándolas desde el punto de vista morfológico y funcional. Para ello, el fisioterapeuta debe conocer a la perfección la estructura y función de cada una de las partes que componen la cabeza, zona vertebral y paravertebrales.

El estudio, para que sea válido, debe ser lo más completo posible, por lo que además se deben hacer exámenes visuales, estudiándose la estática, la dinámica y la capacidad funcional.

9.4.1. Examen de la estática

Se realiza con el paciente de pie, ya que su función más importante es el mantenimiento de la posición bípeda en base a la actividad de los músculos antigravitatorios. Se inicia la evaluación por el dorso, para determinar con facilidad la simetría o asimetría del lado derecho e izquierdo. Se examinará:

- *De espaldas.* En el plano frontal se observará la horizontalidad de la pelvis tomando como punto de referencia la EIPS (espina ilíaca posterosuperior) o el nivel superior de la cresta ilíaca. Para apreciar la simetría o asimetría, además de la EIPS se tendrán en cuenta las apófisis espinosas desde el sacro a la 7ª cervical, el ángulo inferior del omóplato, y el ángulo formado entre la espina del omóplato y su borde espinal ([figura 9.14](#)).

El uso de la plomada es asimismo de gran ayuda: dejada caer en la parte posterior, debe pasar por medio occipucio y los talones. Con una cinta métrica se medirán las distancias de la parte derecha e izquierda en los distintos niveles morfológicos que se valoren, debiendo ser distancias iguales en cada nivel para que se puedan considerar normales.

La altura de los hombros es una de las maneras más fáciles de apreciar la alteración de la simetría corporal, puesto que puede observarse a simple vista la diferencia de elevación de un hombro respecto a otro. Para objetivarla se miden los centímetros que hay desde el acromion al suelo de ambos lados, derecho e izquierdo. Esto nos va a servir para determinar la existencia de abducción, aducción pura del omóplato, sólo separación de la espina del omóplato, etc.

Las desviaciones laterales se valoran en las apófisis espinosas, diferenciando la escoliosis o actitud escoliótica, por ser una desviación convexa lateral, del desequilibrio que se determina a nivel del sacro midiendo la distancia que hay de la plomada al centro del sacro.

Otro elemento interesante a tener en cuenta es el ángulo que forma la base inferior del tórax con el abdomen y el borde interno del brazo, midiéndose la distancia

entre el vértice del ángulo toraco-abdominal y el brazo. Luego se compara su altura con la del lado opuesto ([figura 9.15](#)).

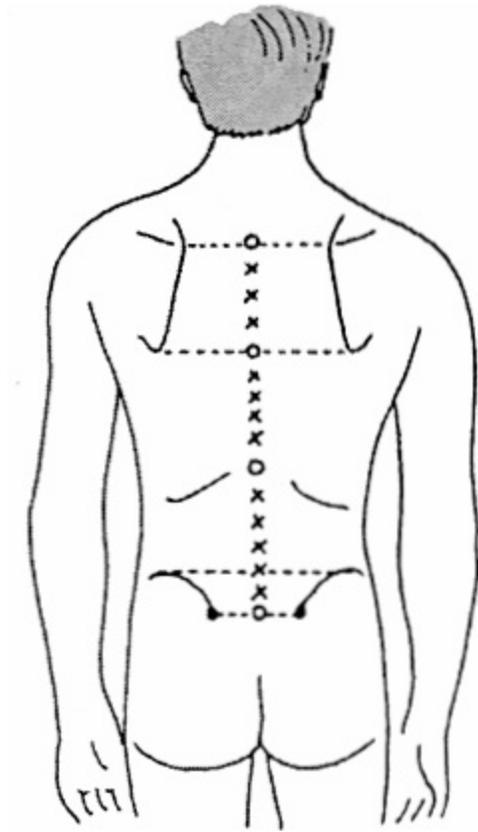


FIGURA 9.14. Medición de espalda.

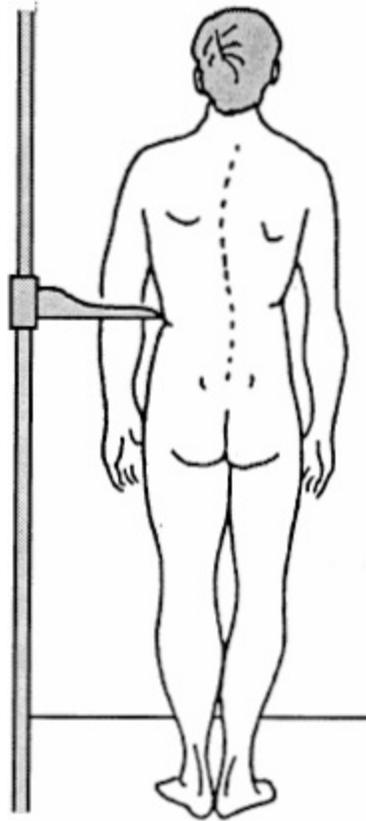


FIGURA 9.15. Medición del ángulo toraco-abdominal con el brazo.

- *De frente.* Se confirmará la horizontalidad de la pelvis midiendo con un goniómetro, colocando una de sus ramas horizontal sobre la espina íliaca anterosuperior, a partir de ahora EIAS Asimismo se debe comprobar la oblicuidad de la clavícula con un goniómetro colocado sobre el borde anterior de ésta, puesto que en caso de detectarse una verticalidad puede ser por diversas causas, como elevación del acromion o descenso esternal.
- *Lateral.* Se observará la estática lateralmente a través de los siguientes puntos de referencia, midiendo con una regla la distancia a un plano vertical:
 - Maléolo externo.
 - Cóndilo externo.
 - Trocánter mayor.
 - Acromion.
 - Trago.

Para valorar las curvas de la columna, el procedimiento más usual es el de las flechas, que se puede hacer:

- *De pie.* Se pone una referencia vertical, del tipo de pared, plomada, etc., y se mide con una regla la distancia desde ésta a varios puntos, a talones, sacro, apófisis espinosa de la vértebra más lordótica del raquis lumbar, apófisis espinosa

de la vértebra dorsal más saliente, apófisis espinosa de la séptima cervical y occipucio.

- *Sentado*. La medición de las flechas será igual y con los mismos puntos de referencia que con el sujeto de pie.

Asimismo, se debe medir con el goniómetro la pronación-báscula del hombro tomando como referencia la cabeza humeral (centro) y la punta del omóplato. Otros tipos de medición que se pueden utilizar son el pantógrafo, un fondo cuadrulado o una tablilla mira.

9.4.2. Examen dinámico

Necesariamente hemos de separar, para estudiar la funcionalidad dinámica, la cabeza de la columna cervical, dorsal y lumbar:

1. Al examinar la *cabeza* se debe comprobar la articulación temporo-maxilar, observando la movilidad cuando se realizan las siguientes acciones:
 - Abrir y cerrar la boca.
 - Movilizar pasivamente el maxilar inferior. La maniobra la realizará el fisioterapeuta.
 - Realizar la protrusión y retracción del maxilar inferior.
2. En la *columna cervical* se observará su movilidad haciendo al sujeto realizar:
 - Flexión de la cabeza aproximándola al esternón.
 - Extensión de la cabeza llevándola hacia atrás.
 - Inclinaciones laterales de la cabeza, a la derecha e izquierda según se aproxime ésta hacia el hombro derecho o izquierdo.
 - Rotaciones hacia la derecha e izquierda.
 - Para la evaluación pasiva se colocará al sujeto en decúbito supino con la cabeza fuera de la camilla, realizando la maniobra el fisioterapeuta.
3. Al examinar la *columna dorsal*, se colocará al paciente sentado y con los brazos cruzados en el pecho y las manos en los hombros. El fisioterapeuta, con una mano sobre la contralateral del paciente y la otra en la parte posterior dorsal, imprime un movimiento lateral, flexión, extensión y torsión.
Por último, y dependiendo del sector alto, bajo o medio que se quiera evaluar del tórax, se realizará una maniobra activa resistiendo la inspiración y liberándola posteriormente de forma brusca. La resistencia la aplicará el fisioterapeuta con sus manos en la zona que evalúe, acompañando el movimiento espiratorio y pidiendo que el sujeto inspire contra la presión mantenida, soltando después rápidamente. El sujeto se coloca en decúbito lateral o supino.

4. Al examinar la *columna lumbar* nos guiaremos por las apófisis espinosas de las vértebras, escápula, crestas ilíacas y musculatura paravertebral.

Un procedimiento sencillo para detectar la escoliosis consiste en que el paciente, de pie, se incline hacia adelante, siguiendo la línea de las apófisis espinosas.

Con el dedo el fisioterapeuta detectará la existencia de desviaciones laterales o giba costal indicativa de escoliosis. Con esta maniobra se pueden valorar a la vez la existencia de curvas patológicas dorso-lumbares. Para reflejar las evaluaciones de la columna lumbar se puede recurrir a la *estrella de Maigne* ([figura 9.16](#)), donde se van a ubicar los signos de limitación con relación al centro para indicar si el problema de amplitud articular está al inicio, a la mitad o al final del recorrido, y si ésta es o no dolorosa. Los signos utilizados son:

- / - Ligera limitación dolorosa.
- // - Media limitación dolorosa.
- /// - Fuerte limitación dolorosa.
- × - Limitación franca y sin dolor.

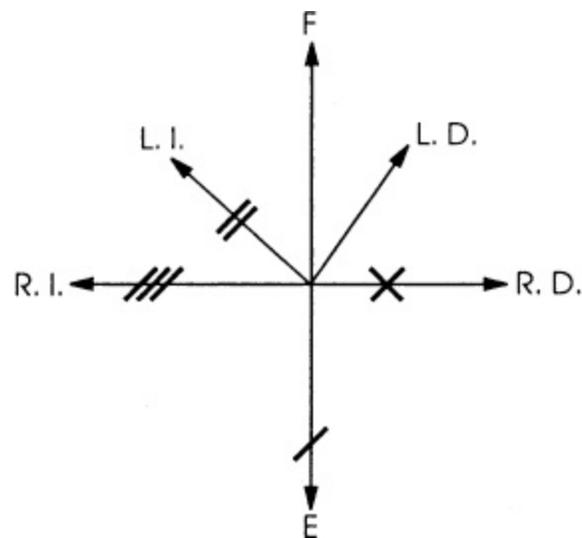


FIGURA 9.16. Estrella de Maigne.

Como maniobras activas se le puede pedir que haga flexión hacia adelante, hacia detrás, lateralizaciones derecha e izquierda y giro de cada lado como si quisiera mirar atrás.

Se puede recurrir además a maniobras pasivas de valoración con el sujeto en decúbito supino, rodillas y caderas en flexión, empujando el fisioterapeuta las rodillas de un lado y luego del otro, para probar las rotaciones. Llegando globalmente a realizarse la circunducción por el fisioterapeuta que dirige la maniobra desde las rodillas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

PIERRON, G.; LEROY, A.; PÉNINOU, E.; DUFOUR, M. y GENOT, C.: *Kinesiterapia*. Médica Panamericana. Buenos Aires, 1987.

SEIDEL, H.M.; BALL, J.; DAINS, J. y WILLIAM, G.: *El examen físico*. Médica Panamericana, 1990.

10

La marcha humana

Objetivos

- Conocer el ciclo de la marcha y sus fases.
- Saber los factores que intervienen en la marcha.
- Saber los principios anatómicos aplicados a la marcha.
- Identificar los mecanismos patológicos.

10.1. Introducción

La marcha humana es un proceso de locomoción en el que el cuerpo humano, en posición erguida, se mueve hacia adelante, siendo su peso soportado alternativamente por ambas piernas. Mientras el cuerpo se desplaza sobre la pierna de soporte, la otra pierna se balancea hacia adelante como preparación para el siguiente apoyo. Uno de los pies se encuentra siempre en el suelo y, en el periodo de transferencia del peso del cuerpo de la pierna retrasada a la pierna adelantada, existe un breve intervalo de tiempo durante el cual ambos pies descansan sobre el suelo. Al aumentar el individuo su velocidad, dichos periodos de apoyo bipodal se reducen progresivamente, en relación al ciclo de la marcha, hasta que el sujeto comienza a correr, siendo entonces reemplazados por breves intervalos de tiempo en que ambos pies se encuentran en el aire. La relación de la acción muscular y la sincronización de los movimientos de las articulaciones demuestran el trabajo en equipo de todos los movimientos corporales.

Durante los primeros años de su infancia, el ser humano aprende a caminar de forma natural, experimentando con su cuerpo hasta alcanzar un estilo propio. Pese al carácter individual de este proceso, las semejanzas entre sujetos distintos son tales que puede hablarse de un patrón característico de la marcha humana normal, así como de las modificaciones que dicho patrón experimenta debido a la influencia de diversos factores, intrínsecos o extrínsecos al sujeto y, sobre todo, bajo determinadas condiciones patológicas.

10.2. El ciclo de la marcha y sus fases

La marcha es un ejemplo de un movimiento periódico en el que el segmento inferior se puede decir que parte de cero, pasando por un arco de movimiento, con una caída de cero al final de cada paso. Se denomina zancada a la secuencia de acontecimientos que tiene lugar entre dos repeticiones consecutivas de uno cualquiera de los sucesos de la marcha. Se adopta como principio del ciclo el instante en que uno de los pies toma contacto con el suelo, habitualmente a través del talón. Tomando como origen el contacto del pie derecho, el ciclo terminaría en el siguiente apoyo del mismo pie. Por su parte, el pie izquierdo experimentaría la misma serie de acontecimientos que el derecho, desplazándose en el tiempo por medio ciclo. La distancia media entre dos apoyos consecutivos del mismo pie se denomina longitud de zancada, y es la suma de las longitudes del paso izquierdo y derecho ([figura 10.1](#)).

Durante el desarrollo del ciclo de la marcha completo, el patrón periódico característico de dicha forma de locomoción humana se ha definido como *zancada*, donde cada pie pasa por una *fase de apoyo*, durante la cual el pie se encuentra en contacto con el suelo y por una *fase de oscilación*, en la cual el pie se halla en el aire, al tiempo que avanza como preparación para el siguiente apoyo.

A su vez estas dos fases permite realizar una subdivisión de los eventos sucesivos que se producen en cada uno de los pies:

10.2.1. Fase de apoyo

Esta fase comienza con el contacto inicial del talón con el suelo y finaliza con el despegue del antepié. Este apoyo está compuesto por cinco periodos elementales:

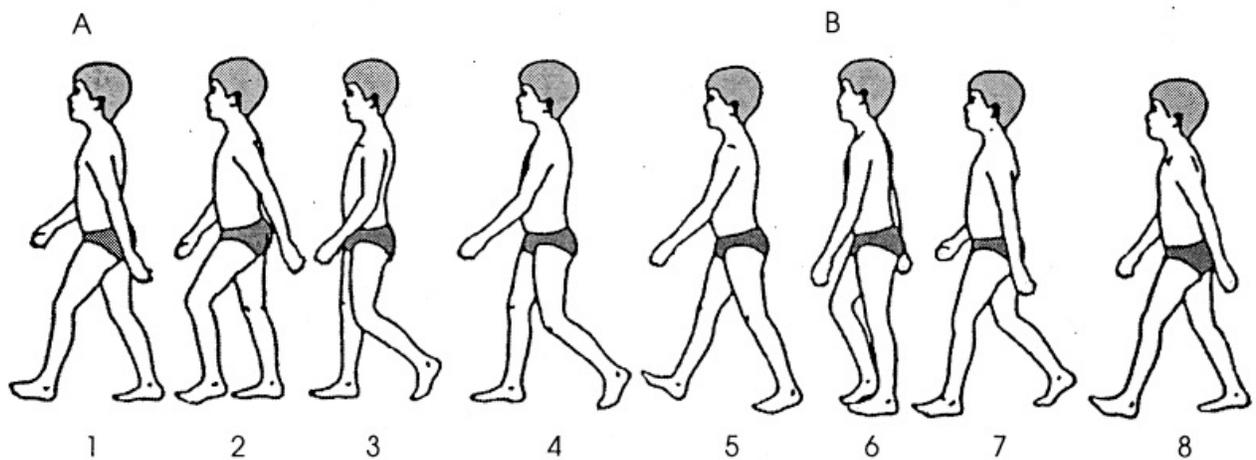


FIGURA 10.1. Longitud de zancada: A. Fase de apoyo: 1. Contacto inicial. 2. Respuesta carga. 3. Apoyo medio. 4. Apoyo final. 5. Preoscilación. B. Fase de oscilación: 6. Oscilación inicial. 7. Fase media. 8. Final oscilación.

1. Fase de contacto inicial.
2. Fase inicial del apoyo o respuesta de carga.
3. Fase inicial de apoyo.

4. Fase final del apoyo.
5. Fase previa a la oscilación.

En relación a la duración del ciclo de la marcha, la fase de apoyo constituye alrededor de un 60% del ciclo.

10.2.2. Fase de oscilación

Transcurre desde el instante del despegue del antepié, avanzando el pie en el aire como preparación para el siguiente apoyo, hasta el contacto con el suelo, para dar paso a la siguiente zancada. Esta fase esta formada por tres periodos fundamentales:

6. Fase inicial de la oscilación.
7. Fase media de la oscilación.
8. Fase final de la oscilación.

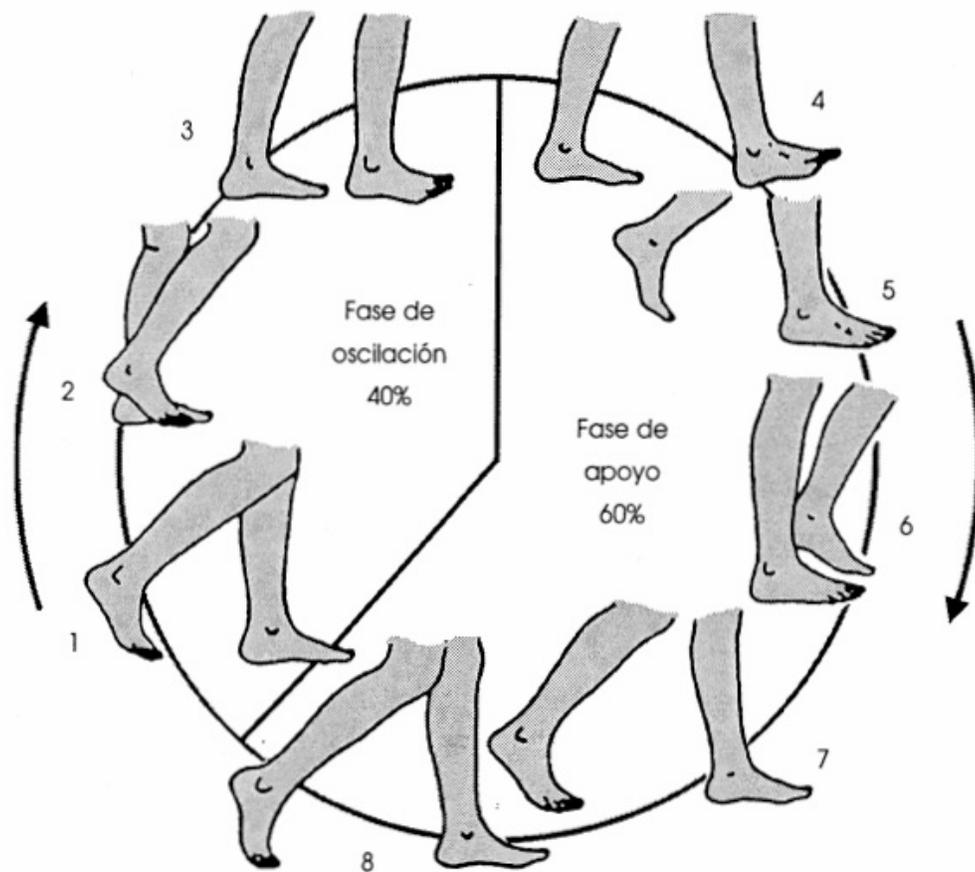


FIGURA 10.2. Ciclo de la marcha: 1. Aceleración. 2. Media oscilación. 3. Deceleración. 4. Apoyo talón. 5. Apoyo plano. 6. Apoyo medio. 7. Talón fuera, salida de talón. 8. Dedos fuera, despegue.

La duración de esta fase representa el 40% restante de la duración del ciclo de la marcha ([figura 10.2](#)).

Sin embargo, la duración de cada una de estas fases dependerá de la velocidad adoptada por el sujeto, aumentando la proporción de la oscilación frente al apoyo al aumentar la velocidad.

10.3. Mecanismos de optimización y transferencia de energía

Durante la marcha el movimiento que imprime el centro de gravedad no es rectilíneo, sino sinuoso, lo cual exige ciertos intercambios de energía: conversiones entre energía cinética y potencial y transferencias de energía entre segmentos.

Durante la fase de apoyo bipodal el centro de gravedad del tronco se encuentra en su posición más baja y presenta su máxima velocidad hacia adelante; en términos energéticos, su *energía potencial es mínima* y su *energía cinética, máxima*.

Tradicionalmente, se han identificado seis mecanismos fundamentales de optimización de la marcha encaminados a la reducción de las oscilaciones que presentaría teóricamente el centro de gravedad del cuerpo.

10.3.1. Mecanismos fundamentales

Para una marcha eficaz son primordiales los mecanismos siguientes ([figura 10.3](#)):

1. Rotación pélvica (en el plano transversal).
2. Inclinación pélvica (en el plano frontal).
3. Flexión de rodilla.
4. Contacto mediante el talón.
5. Despegue mediante el antepié.
6. Ligera angulación fisiológica en valgo de la rodilla, persiguiendo una reducción del desplazamiento lateral del centro de gravedad.

Cuando se pierde cualquiera de estos mecanismos, se produce un aumento en el gasto de energía.

Durante la marcha humana tiene lugar un movimiento de oscilación recíproco al de las piernas. El momento angular, asociado al balanceo de los brazos, evoluciona según un patrón simétrico al del resto del cuerpo. El movimiento de las piernas necesario para caminar se realiza sin transmitir una rotación excesiva al resto del cuerpo. Sin embargo, el movimiento de oscilación de los brazos, en oposición de fase con las piernas, puede resultar de utilidad, pero no constituye un mecanismo esencial para la marcha.

10.3.2. Acción de las extremidades superiores en la marcha

A menos que se impida, los brazos tienden a impulsarse en sentido opuesto las piernas: el brazo izquierdo se impulsa hacia adelante cuando la pierna derecha se impulsa en este mismo sentido, y viceversa. Esto normalmente se acompaña con una aparente inactividad muscular, y sirve para equilibrar la rotación de la pelvis, siendo una acción refleja.

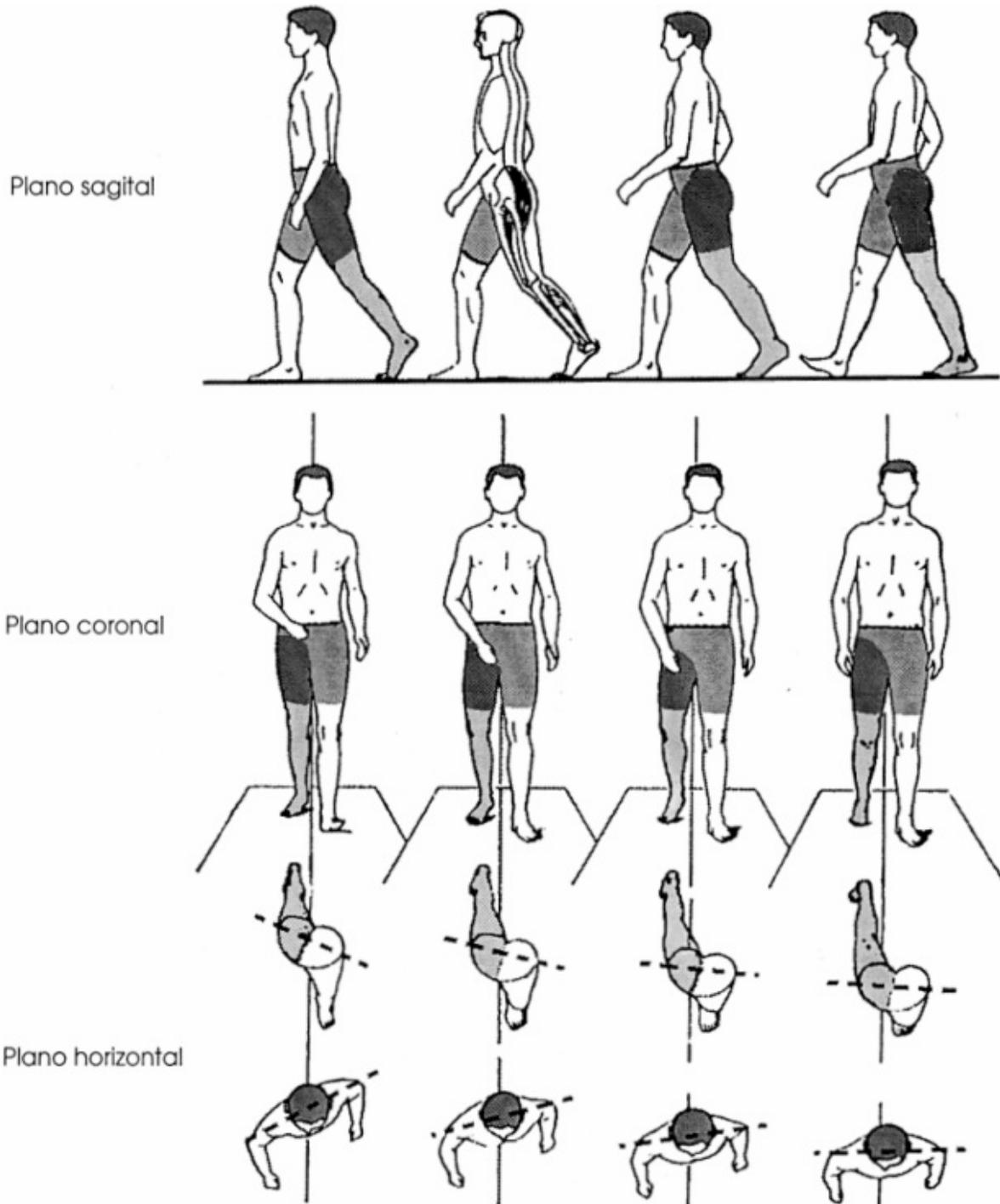


FIGURA 10.3. Planos del cuerpo humano.

FIGURA 10.3. Planos del cuerpo humano.

La flexión máxima de las articulaciones del hombro y del codo ocurre en el momento de apoyo del talón del pie opuesto y la máxima extensión en el momento de apoyo del talón del mismo lado. El aumento de la amplitud de estos movimientos articulares se da en velocidades de marcha más rápidas. Existe un aumento de la hiperextensión del hombro en el impulso hacia atrás y aumenta la flexión del codo en el impulso hacia adelante. Si el impulso del brazo es impedido, la parte interior del tronco tiende a rotar en la misma dirección que la pelvis, produciendo tensión y dificultando la marcha.

10.3.3. Análisis anatómico

A) Fase de apoyo

La fase de apoyo comienza cuando el talón contacta con el suelo y termina con el despegue de los dedos. La división en dos fases del contacto del metatarsiano del pie y de la punta de los dedos, es decir, la parte posterior del pie, constituye un periodo de doble apoyo que caracteriza la marcha y que no ocurre en la carrera ([figura 10.4](#)). Esta fase influye en las siguientes partes del cuerpo:

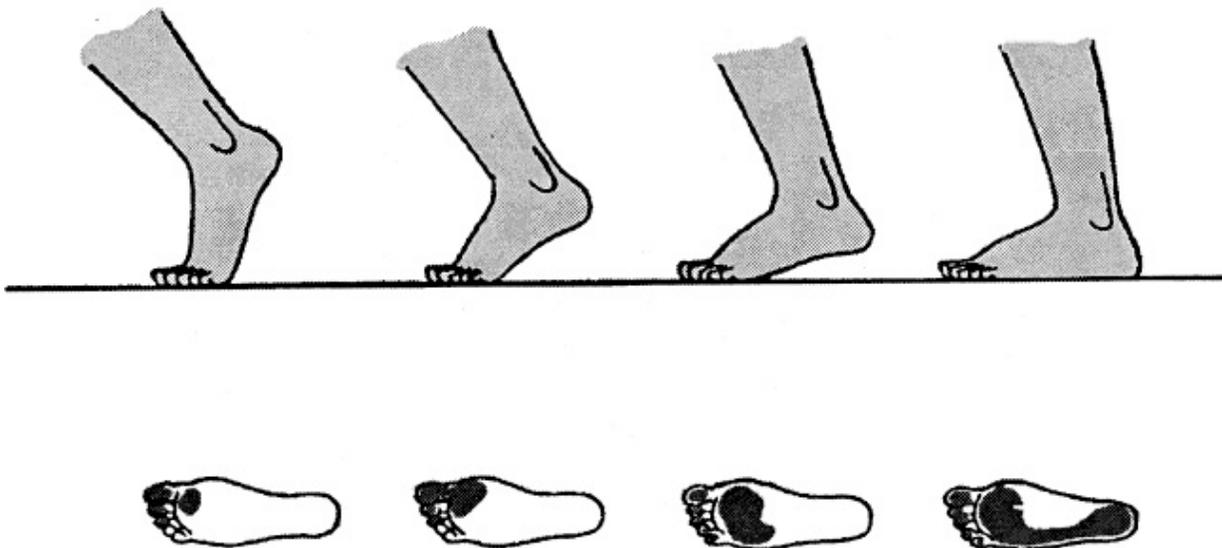


FIGURA 10.4. Apoyo plantar.

1. *Columna vertebral y pelvis.* Rotación de la pelvis hacia el mismo lado del apoyo y la columna hacia el lado contrario. Inclinación lateral de la pierna de apoyo.
2. *Cadera:*

- *Movimientos.* Extensión: reducción de la rotación externa, después de una inclinación interna, impide la aducción del muslo y descenso de la pelvis hacia el lado contrario.
- *Músculos.* Durante la primera parte de la fase de apoyo los tres músculos glúteos se contraen con intensidad moderada, pero en la parte media disminuyen las contracciones del glúteo mayor y del medio. En la última parte de la fase de apoyo se contraen los abductores.

3. *Rodilla:*

- *Movimiento.* Liger flexión durante el contacto, que continúa hacia la fase media: seguida por la extensión hasta que el talón despega cuando se flexiona la rodilla para comenzar con el impulso. La flexión baja la trayectoria vertical del centro de gravedad del cuerpo, incrementándose la eficacia de la marcha.
- *Músculos:* Los extensores del cuádriceps se contraen moderadamente en la primera parte de la fase de apoyo, siguiendo una relajación gradual. Cuando la pierna llega a la posición vertical la rodilla aparentemente se cierra y produce una contracción de los extensores. Los isquiotibiales se activan al final de la fase de apoyo.

4. *Tobillo y pie:*

- *Movimientos.* Liger flexión plantar seguida de una liger dorsiflexión.
- *Músculos.* Acción importante del tibial anterior en la primera fase de apoyo, especialmente en el apoyo del talón. El extensor largo de los dedos y el dedo gordo alcanzan la contracción máxima cerca del momento de la transición de la fase de impulso y apoyo. Sin embargo, la fuerza relativa de estos músculos está influenciada por la forma de caminar de cada sujeto.

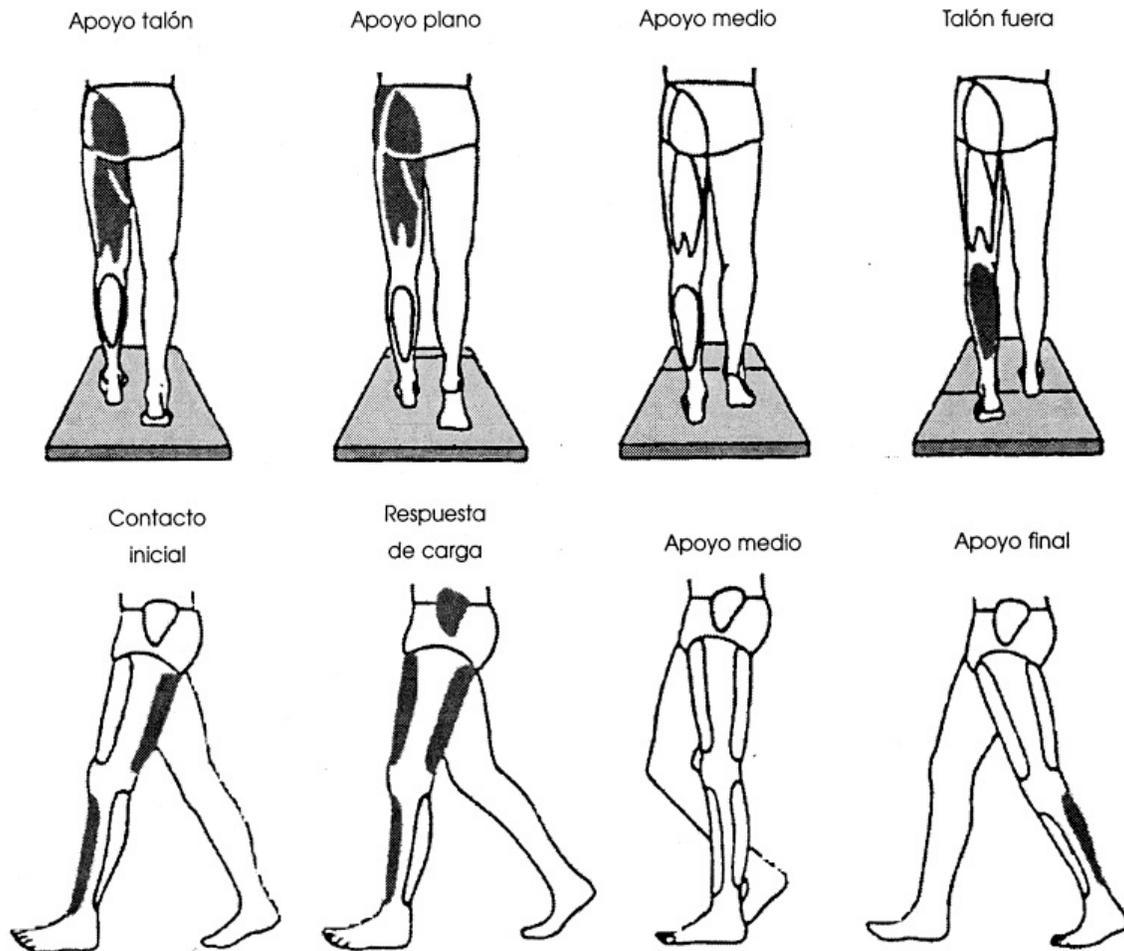


FIGURA 10.5. Músculos que actúan en la fase de apoyo.

El tibial posterior es más activo durante la metas de la fase de apoyo, una de sus funciones es la prevención de la pronación del pie. El peroneo largo asistirá al tibial para estabilizar la pierna y el pie durante la carga.

Los gemelos y el soleo actúan desacelerando la pierna y estabilizando la rodilla en extensión durante la fase de apoyo.

Los músculos de los dedos, el flexor largo del dedo gordo, el flexor largo de los dedos y los flexores intrínsecos de los dedos, se contraen como respuesta a la presión de los dedos contra el suelo. Cuando se camina descalzo esta presión es mayor, así como cuando se camina por superficies como césped o arena ([figura 10.5](#)).

B) Fase de oscilación

Esta fase comienza con el despegue de los dedos y termina con el choque del talón. Participan las siguientes partes del cuerpo:

1. Columna y pelvis:

- *Movimientos.* La pelvis rota en sentido contrario a la pierna que se apoya y a la

columna, con ligera rotación lateral de la pelvis hacia la pierna que no se ha apoyado. La rotación de la pelvis alarga el paso y disminuye la desviación lateral del centro de gravedad del cuerpo.

- *Músculos.* Los músculos semiespinales, y el oblicuo externo abdominal se contraen hacia el mismo lado de la rotación de la pelvis. Sin embargo, los músculos elevador de la columna y oblicuo abdominal interno se contraen hacia el lado contrario. Mientras el psoas y el cuadrado lumbar ayudan a mantener la pelvis hacia el lado de la extremidad impulsada.

2. *Cadera:*

- *Movimientos.* Flexión: rotación externa (por la rotación de la pelvis), abducción al comienzo y al final de la fase.
- *Músculos.* Los músculos sartorio, tensor de la fascia lata, pectíneo, psoas ilíaco, recto femoral y la cabeza corta del bíceps femoral se contraen precozmente durante la primera fase del impulso, cada uno con su propio patrón; el sartorio y la cabeza corta del bíceps, por ejemplo, cuando los dedos pierden el contacto con la superficie y el tensor, tanto en esta fase como en la parte media del impulso. La contracción de los isquiotibiales con una intensidad moderada durante la extensión de la rodilla, como parte de la oscilación y los glúteos mayor y medio, se contraen ligeramente al final del impulso; a su vez el glúteo mayor sirve como ayuda al equilibrio y como guía de desplazamiento hacia adelante de la extremidad.

3. *Rodilla:*

- *Movimientos.* Flexión en la primera mitad, extensión durante la segunda mitad.
- *Músculos.* Al igual que en la flexión de la cadera, en la flexión de la rodilla hay una acción muscular muy pequeña en la fase de oscilación de la marcha normal. Los extensores del cuádriceps se contraen ligeramente al final de esta fase. La acción de sartorio, así como de los isquiotibiales medios, aumenta su actividad en la marcha rápida.

4. *Tobillo y pie:*

- *Movimientos.* Dorsiflexión: evita la flexión plantar.
- *Músculos.* El tibial anterior: extensor largo de los dedos, extensor largo del pulgar y posiblemente el tercer peroneo, se contraen con una intensidad moderada al comienzo de la fase de oscilación, y disminuye durante la parte media de esta fase. Cuando se llega a la fase final de la oscilación, este grupo de músculos se contrae otra vez potentemente como preparación del contacto con el talón. Los flexores plantares están completamente relajados durante toda la fase ([figura 10.6](#)).

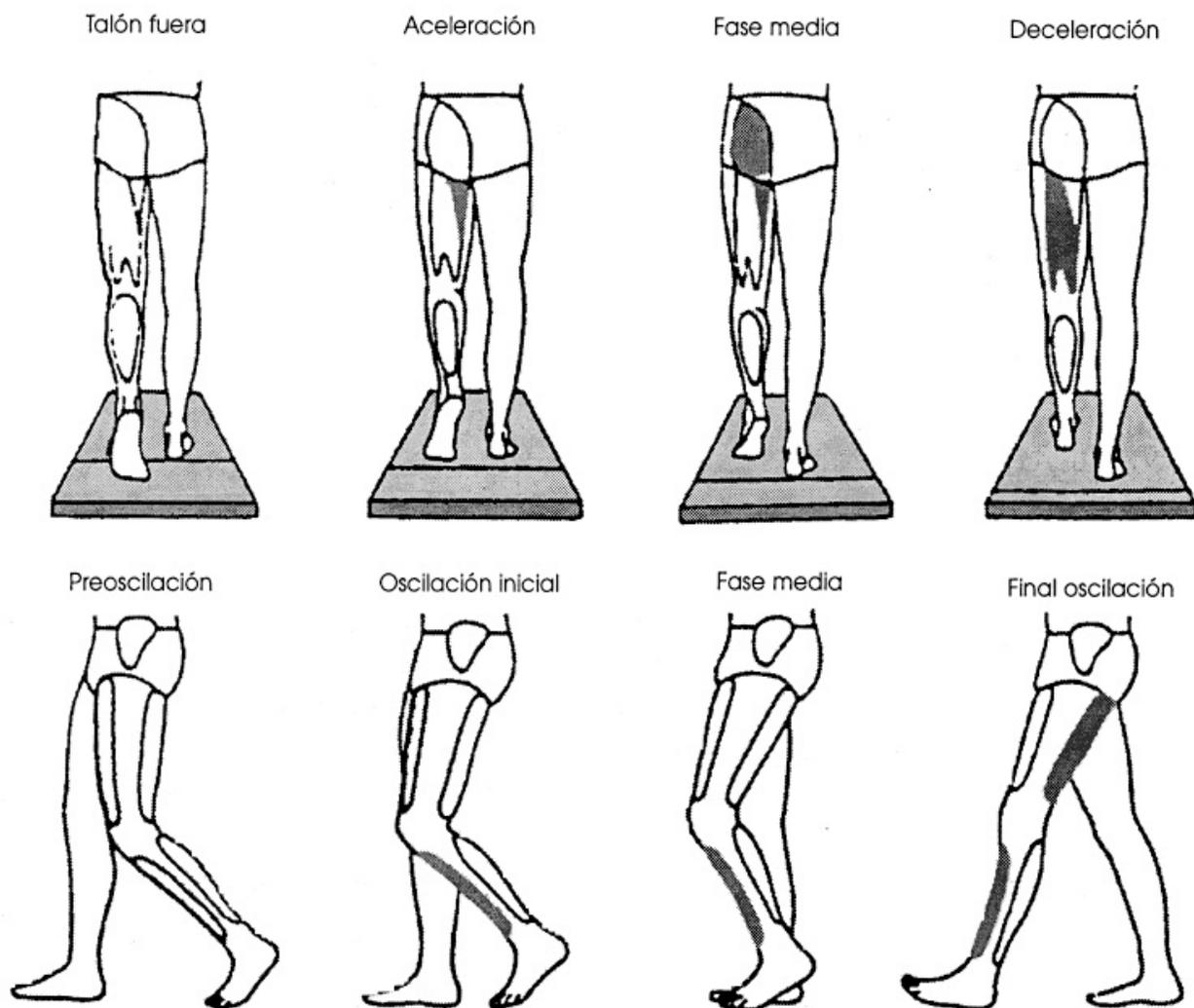


FIGURA 10.6. Fase de oscilación.

10.4. Factores que intervienen en la marcha

Entre los factores que influyen en la marcha, destacan los debidos a la edad y el calzado.

10.4.1. Influencia de la edad

Respecto a la edad, existen diferencias entre la marcha del niño y la del anciano; las más significativas se resumen en el [cuadro 10.1](#).

CUADRO 10.1
Diferencias entre la marcha del niño y del anciano

MARCHA DEL NIÑO	MARCHA DEL ANCIANO
<ul style="list-style-type: none"> • Menor longitud del paso y velocidad. • Mayor anchura relativa del apoyo. • Realización del contacto inicial con el pie completo, en lugar de con el talón. • Escasa flexión de la rodilla en la fase de apoyo. • Postura en rotación externa del miembro inferior. • Ausencia de movimientos de oscilación recíproco de los miembros superiores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la longitud de paso. • Aumento de la anchura de apoyo. • Reducción total del rango de flexoextensión de cadera. • Reducción de la flexión de la rodilla en la fase de oscilación. • Reducción de la flexión plantar del tobillo durante el despegue.

A lo largo del proceso de maduración del niño, estos aspectos evolucionan hacia su forma adulta, si bien el ritmo de cada uno de ellos es diferente. El patrón de marcha adulta puede alcanzarse hacia los siete años de edad, a excepción de los parámetros relacionados con su estatura (longitud de paso, velocidad y cadencia), que evolucionan paralelamente con el crecimiento hasta una edad de alrededor de quince años ([figura 10.7](#)).

La marcha de los ancianos está condicionada, por un lado, por los cambios debidos a la edad y, por otro, a los efectos de diversas patologías, como la osteoartritis degenerativa, la disminución de la elasticidad ligamentaria, etc.

Sin entrar en los aspectos relacionados con situaciones patológicas, se puede definir la marcha del anciano sano como cauta, procurando el máximo de estabilidad y seguridad, como si uno caminase sobre suelo resbaladizo o en la oscuridad.

Los cambios más significativos empiezan a producirse entre los 60 y los 70 años de edad. Principalmente, disminuyen la longitud del paso y la velocidad, y aumenta la anchura del apoyo, para así simplificar el mantenimiento del equilibrio durante la marcha ([figura 10.8](#)).

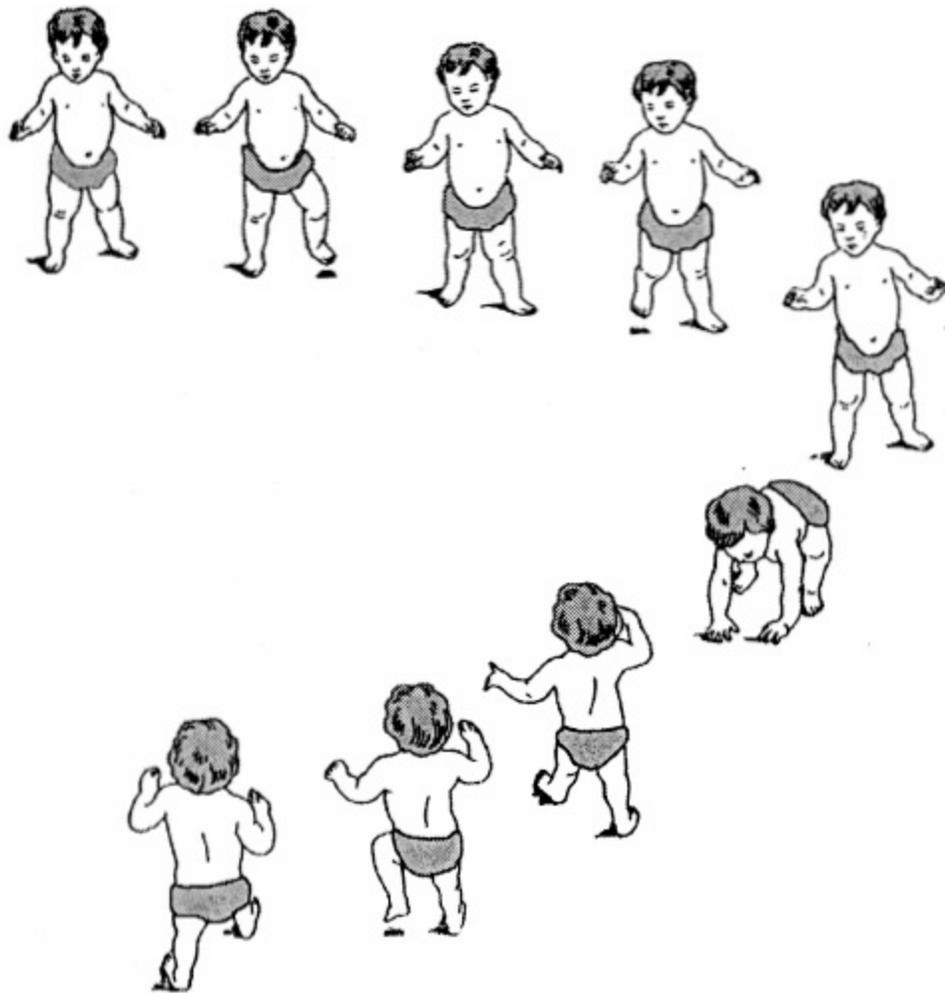


FIGURA 10.7. Marcha del niño.

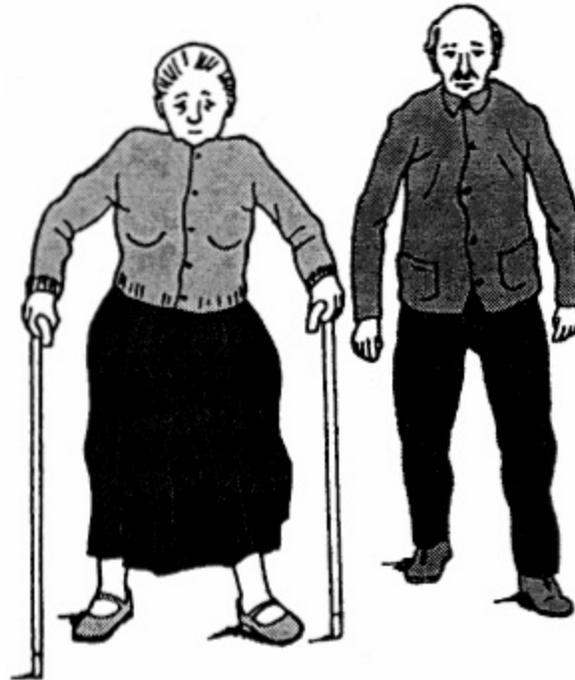


FIGURA 10.8. Marcho del anciano.

10.4.2. Influencia del calzado

Ciertos aspectos del calzado afectan en mayor o menor medida a la marcha, como por ejemplo la presencia o no de tacón en el calzado, así como su tamaño.

La bipedestación con tacones altos produce un aumento de la flexión plantar del pie y su rotación externa, pudiendo haber una plantiflexión de 90° con un tacón bajo (de 3,6 cm) y de 124° con un tacón alto (de 8 cm), dando lugar a una flexión de rodilla que provoca que el centro de masa se desplace hacia adelante. Algunas mujeres aumentan la flexión en tobillos, rodilla y cadera para compensar este desplazamiento, otras, por razones anatómicas o patológicas, lo que hacen es aumentar la lordosis lumbar, lo que puede originar lumbalgias, además de alteraciones dolorosas del antepié.

Sin embargo, el uso de tacón en la cinética de la marcha puede ser beneficioso, e incluso llegar a ser necesario, si es de una altura adecuada (4-5 cm), ya que hace que el peso soportado por el antepié aumente, y ayude así a mejorar la distribución entre las cargas del retropié y antepié.

10.5. Mecanismos patológicos de la marcha

Existen diferentes clasificaciones de las alteraciones de la marcha debidas a patologías, que dependen de su etiología, de la zona anatómica afectada, de la fase de la marcha en que esté alterada, etc.

Estas alteraciones básicas se pueden clasificar en:

- a) *Deformidad*. Aparece cuando los tejidos no permiten una movilidad suficiente para adoptar posturas normales y rangos de movimiento fisiológicos durante la marcha. La contractura y la retracción suelen ser las causas más habituales. La contractura representa un cambio estructural o funcional en el tejido conectivo de los músculos, ligamentos o cápsula articular, debida a una inmovilidad prolongada o como secuela de una lesión. Se pueden producir alteraciones muy variadas durante la marcha, que serán más marcadas durante la fase de apoyo.
- b) *Debilidad muscular*. Puede ser debida a una atrofia muscular por desuso, a lesiones neurológicas y a miopatías. Sin embargo, los pacientes poseen una excelente capacidad de sustitución, utilizando otros grupos musculares.
- c) *Dolor*. La causa principal de dolor durante la locomoción corresponde a una excesiva tracción tisular. El paciente buscará posturas protectoras del dolor (flexión plantar de 15°, rodilla de 30°-45° y cadera en 30° de flexión).
- d) *Control neurológico deficitario*. Cuando existen patologías a nivel del sistema nervioso central o periférico, se pueden producir alteraciones básicas en diferentes combinaciones y con intensidad variable. Estas alteraciones son:
- Espasticidad.
 - Alteraciones de la coordinación.
 - Patrones reflejos primitivos del aparato locomotor.
 - Alteraciones de la secuencia de actuación muscular.
 - Alteración de la propiocepción.
 - Alteración del control muscular en dependencia de la posición del miembro y del alineamiento corporal.

Finalmente, se puede concluir que el análisis anatómico básico de la marcha es válido para todas las personas físicamente normales. Las características individuales son tan específicas que a muchas personas se las reconoce por su marcha. Estas variaciones pueden ser de carácter estructural o funcional, e incluso frecuentemente pueden estar relacionadas con características de la personalidad.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA: *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica*. Martín Impresores. Valencia, 1993.
- LUTTGENS, K. y WELLS, K.: *Kinesiología: Bases científicas del movimiento humano*. Augusto, 7ª ed. Madrid, 1985.
- VIEL, E.: *La marcha humana*. Masson. Barcelona, 1984.

11

Función de la manipulación

Objetivos

- Conocer los diferentes tipos de presión.
- Saber los muscunervios principales que actúan en las prensiones.
- Conocer las bases para una valoración en la presión.

11.1. Introducción

En la evolución del hombre, la mano abandonó su función psicomotriz, permitiendo a la mano “pie” convertirse en una mano herramienta: sensible, inteligente y polivalente.

De todos los mamíferos, sólo los primates tienen el pulgar oponible, alcanzando en el hombre el máximo desarrollo y especialización en cuanto a la fuerza y a la función.

La mano humana es un instrumento muy particular, de forma cambiante: masa cerrada y compacta en el puño, tentacular y ágil en la mano abierta y adaptabilidad a las diversas situaciones (pala, peine, pinza, cuchara etc.). La mano, al estar situada en un extremo, es libre, perdiendo esta condición cuando se fija para sostener un objeto.

11.2. La presión

El uso de la mano como órgano de presión es el resultado del desarrollo de la actividad motriz innata, que se encamina hacia la adquisición de una actividad coordinada. El recién nacido presenta una presión refleja (*reflejo de Grasping*). La evolución del control voluntario de la mano se efectúa en dos fases:

1. Durante los seis primeros meses de vida, la presión predomina en los dedos en el borde cubital de la mano.
2. Durante los diez meses siguientes, se llevan los objetos a la parte radial de la mano.

Posteriormente se irán adquiriendo otras destrezas necesarias para una correcta

manipulación. La dos manos son libres, independientes. Una mano puede estar en un gesto mientras que la otra efectúa un gesto diferente, lo que resulta muy provechoso en muchas actividades bimanuales, donde ambas pueden complementarse, simétricamente o no.

Sin embargo, el uso de la mano derecha es predominante en la mayoría de los individuos. Este hecho se ve favorecido por que el hemisferio izquierdo suele ser el de mayor tamaño y por tanto de predominio, y por que el medio ambiente y objetos usuales son favorables a la manipulación de los diestros e incluso existe exigencia e imitación de los adultos.

La eficacia de la función de la prensión hace necesaria la presencia de cierto número de condiciones:

- Integridad de la movilidad de la mano, así como del conjunto del miembro superior.
- Posibilidad de descodificar las informaciones somestésicas transmitidas durante la manipulación; por ejemplo: reconocimiento de los objetos por palpación, etc.
- Coordinación ojo-mano. El traslado de la mano hacia el objeto seguirá una programación motriz preestablecida, haciendo referencia a experiencias anteriores.
- Almacenamiento de la sensomotricidad, que permite reconocer el objeto por analogía y ajustar la toma.

Esta eficacia no sólo va a depender de la manipulación, sino también de la estabilidad y colocación de las articulaciones subyacentes. Éstas son:

1. *Muñeca*

- Ligera inclinación cubital en las prensiones radiales, con el fin de llevar el pulgar hacia el eje antebraquial. Esta acción es efectuada por los músculos cubitales anterior y posterior.
 - Gran inclinación cubital en las prensiones de fuerza. La inclinación es proporcional a la intensidad de la fuerza efectuada.
 - Inclinación radial en las actividades funcionales, con el fin de aproximar la mano al cuerpo. Esta acción la realizan el palmar mayor y el 1^o radial.
 - La flexión de la muñeca permite la apertura de los dedos, y la extensión una gran flexión de los mismos.
2. *Antebrazo*. Orienta la mano respecto al objeto. La pronación favorece la prensión y las manipulaciones. Esta acción la efectúan los pronosupinadores. El supinador largo es el supinador más fuerte. La mayor parte de su fuerza de rotación deriva de su inserción tendinosa más profunda de la tuberosidad radial, un movimiento similar al que realiza el supinador corto. Los músculos que se originan del extensor común y que se insertan en el lado radial de la muñeca, también pueden actuar como supinadores accesorios cuando la mano está en pronación completa.

3. *Codo*. Permite la aproximación y la retirada de la mano respecto al objeto. Esta acción la efectúan el bíceps y tríceps braquial.
4. *Hombro*. Por su forma anatómica esférica, permite orientar al miembro superior en los diferentes planos del espacio. Para efectuar estos movimientos están implicados los músculos que participan en todos los movimientos de la articulación del hombro.
5. *Raquis*. Permite a los miembros superiores tener un punto fijo. Su musculatura lo adapta a las modificaciones del centro de gravedad, que surgen por las presiones o apoyos.

11.3. Tipos de prensión

La valoración de la mano en sus diferentes formas de prensión es la manera de apreciar el valor funcional y finalidad de los músculos que participan en ella ([cuadro 11.1](#)).

11.3.1. Músculos y nervios principales de los diferentes tipos de prensión

1. Prensión digitopalmar

Permite sujetar un objeto de volumen medio encerrándolo activamente entre los dedos fuertemente flexionados y la cara palmar de la mano; no interviene el pulgar ([figura 11.1](#)).

- Músculos que intervienen en la toma:
 - Flexores de las tres falanges de los dedos, excepto del pulgar.
 - Flexor común profundo, flexor común superficial.
 - Interóseos y lumbricales.
- Inervación: nervios cubital y mediano; raíces C₈-D₁.
- Acción de soltar:
 - La contracción de los extensores de las tres falanges permite la apertura de la mano.
 - Exensores comunes de los dedos, interóseos y lumbricales.

2. Garra digital

La posición en gancho de los dedos, y esencialmente de las dos últimas falanges, permite llevar una carga pesada o suspenderse de las manos. Actividad generalmente bilateral en la que no interviene el pulgar. ([figura 11.2](#)).

CUADRO 11.1

Tipos de prensión

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Prensión digitopalmar	Prensión de fuerza	Sostener el volante del coche
Garra digital	Prensión de fuerza	Llevar una caja pesada
Garra palmar cerrada	Prensión de fuerza	Suspenderse en la barra fija
Garra palmar direccional	Toma de fuerza, dirigida y mantenida	Uso del martillo
Prensión digitotenar	Prensión de fuerza, dirigida y mantenida	Uso de tenazas
Prensión esférica	Prensión tosca, circunstancial	Amoldarse a un objeto esférico
Prensión interdigital-latero-lateral	Prensión tosca, circunstancial	Sostener un cigarrillo
Prensión lateral pulgar-índice	Prensión de fuerza pulgar-índice	Girar una llave en una cerradura
Pinza tridigital	Prensión de finura	Escritura
Oposición pulgar-índice	Es la prensión más fina	Enhebrar una aguja



FIGURA 11.1. Presión dígito-palmar.

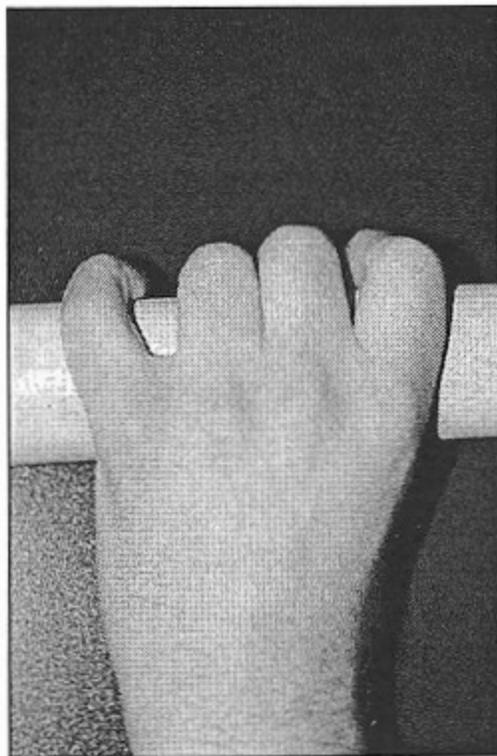


FIGURA 11.2. Garra digital.

- Músculos que intervienen en la toma:

- Flexor común profundo.
- Flexor común superficial.

Esta prensión sólo se podrá efectuar si todos los flexores del miembro superior están en buen estado

- Inervación: nervio mediano, nervio cubital, raíces C₈-D₁.
- Acción de soltar: al cesar la prensión, el peso de la carga ocasiona la apertura de los dedos.

3. *Garra palmar cerrada*

A la prensión digitopalmar se añade la acción del pulgar alrededor del objeto, cogiéndolo con toda la mano ([figura 11.3](#)).

- Músculos a nivel de los dedos:
 - Flexor común profundo.
 - Flexor común superficial.
 - Interóseos y lumbricales.
- Músculos a nivel del pulgar:
 - Músculos tenares externos.
 - Abductor corto del pulgar.
 - Oponente.



FIGURA 11.3. Gorra palmar cerrada.



FIGURA 11.4. Garra palmar direccional.

- Fascículo superficial del flexor corto.
- Flexor largo del pulgar.
- Inervación: nervios mediano y cubital, y raíces C₈-D₁.
- Acción de soltar: cese de la actividad de los músculos que fijan la toma y contracción de los extensores de los dedos y del pulgar.

4. *Garra palmar direccional*

Presión de un objeto de forma cilíndrica, ajustando al toma con la presión del pulgar en extensión por su cara palmar, dirigiéndolo en los diferentes planos del espacio ([figura 11.4](#)).

- Músculos a nivel de los dedos:
 - Flexor común profundo.
 - Flexor común superficial.
 - Interóseos y lumbricales.
- Músculos a nivel del pulgar: aductor del pulgar.
- Inervación: nervios mediano y cubital y raíces C₈-D₁.
- Acción de soltar: cese de la actividad de los músculos que fijan la toma y con la contracción de los extensores de los dedos y del pulgar.

5. *Presión digitotenar*

Asir un objeto con fuerza, sujetándolo por una parte con los dedos semiflexionados y por la otra con la base del pulgar ([figura 11.5](#)).

- Músculos a nivel de los dedos:
 - Flexor común profundo.
 - Flexor común superficial.
 - Interóseos y lumbricales.
- Músculos a nivel del pulgar:
 - Tenares externos.
 - Abductor corto del pulgar.
- Inervación: nervios mediano y cubital y raíces C₈-D₁.
- Acción de soltar: la acción de los extensores, y especialmente el extensor común, relajan la presión sobre el objeto.

6. *Presión esférica*

La mano adopta una posición multipolar de los dedos adaptándose al perímetro de un objeto esférico voluminoso, sin desarrollar una fuerza importante ([figura 11.6](#)).

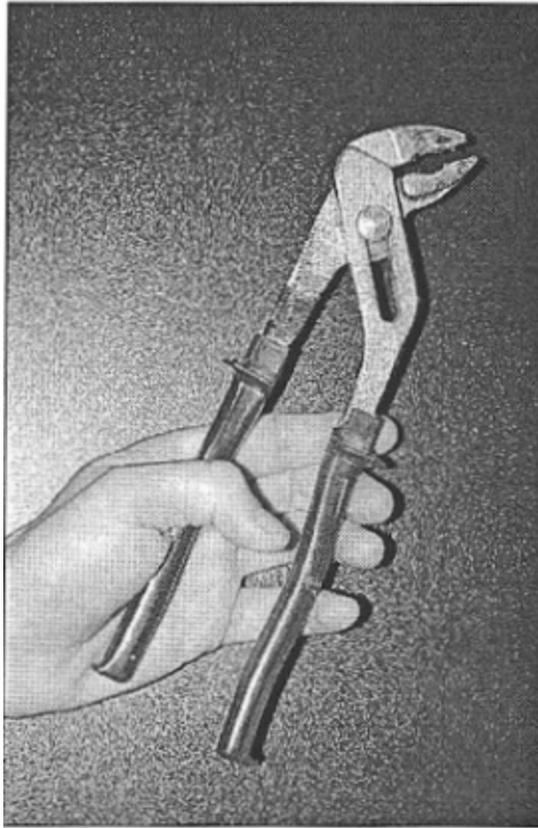


FIGURA 11.5. Prensión digitotena.

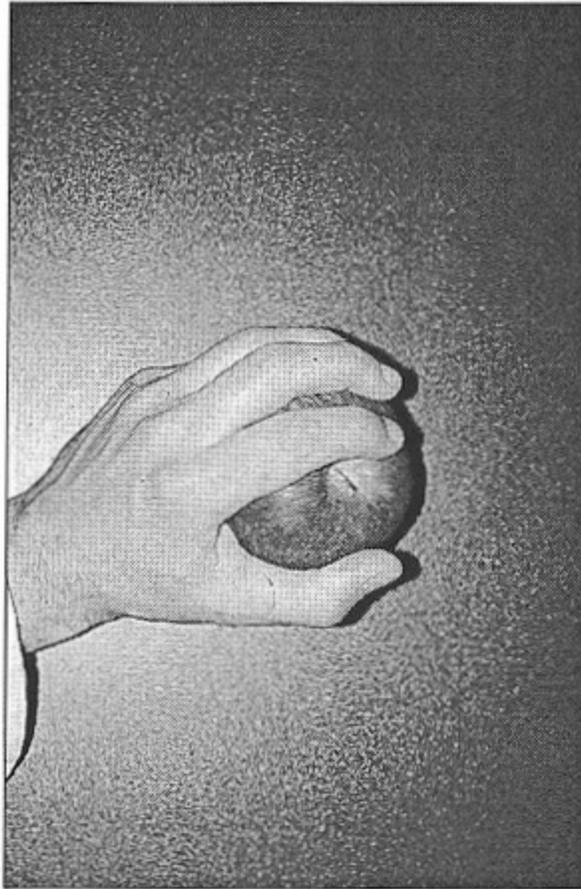


FIGURA 11.6. Prensión esférica.

- Músculos a nivel de los dedos:
 - Interóseos palmares.
 - Lumbricales.
- Músculos a nivel del pulgar:
 - Músculos tenares externos.
 - Abductor corto del pulgar.
 - Oponente.
- Inervación:
 - El pulgar: nervio mediano.
 - Otros dedos: cubital y raíces C₈-D₁.
- Acción de soltar: actuarán el abductor largo a nivel del pulgar y a nivel de los otros dedos, los intrínsecos dorsales y el extensor común.

7. *Prensión interdigital laterolateral*

Permite mantener un objeto entre las caras laterales de dos dedos vecinos,

habitualmente con el miembro dominante y con el índice y medio, pero también se puede realizar con los otros dedos ([figura 11.7](#)).

- Músculos: interóseos dorsal y palmar.
- Inervación: nervio cubital y raíz D₁.
- Acción de soltar: por la función del 1º y 3º interóseos dorsales.

8. *Prensión lateral pulgar-índice*

Permite el apoyo del pulpejo del pulgar a nivel de la 2ª falange del índice ligeramente flexionado. Este dedo se estabiliza mediante el apoyo en los otros dedos, que se mantienen apretados unos contra otros.

- Músculos que intervienen:
 - Aductor del pulgar.
 - Fascículo profundo del flexor corto.
- Inervación: nervio cubital, raíces C₈-D₁.
- Acción de soltar: el objeto se libera al cesar la contracción de los músculos tenares internos; el pulgar se vuelve a situar en una posición ligeramente separada.

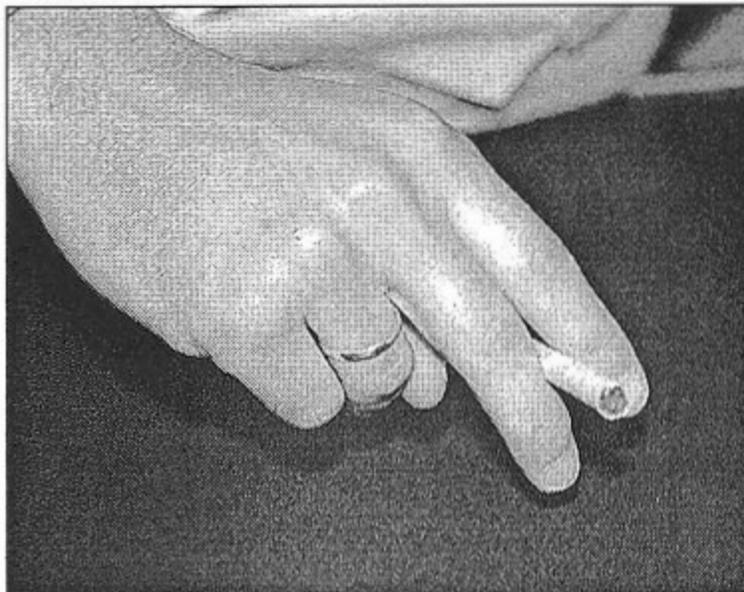


FIGURA 11.7. Prensión interdigital laterolateral.

9. *Pinza tridigital*

Permite la oposición del pulgar al índice y medio ([figura 11.8](#)).

- Músculos a nivel de los dedos:

- Interóseos.
- Lumbricales.
- Músculos a nivel del pulgar
 - Oponente.
 - Abductor corto.
 - Fascículo superficial del flexor corto.

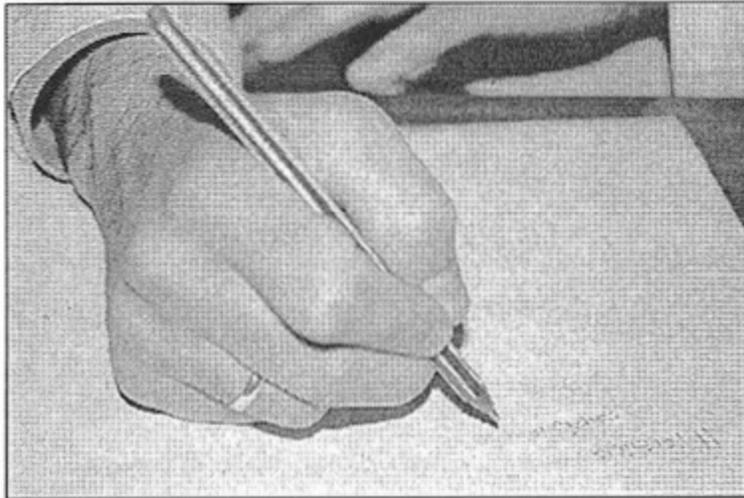


FIGURA 11.8. Pinza tridigital.

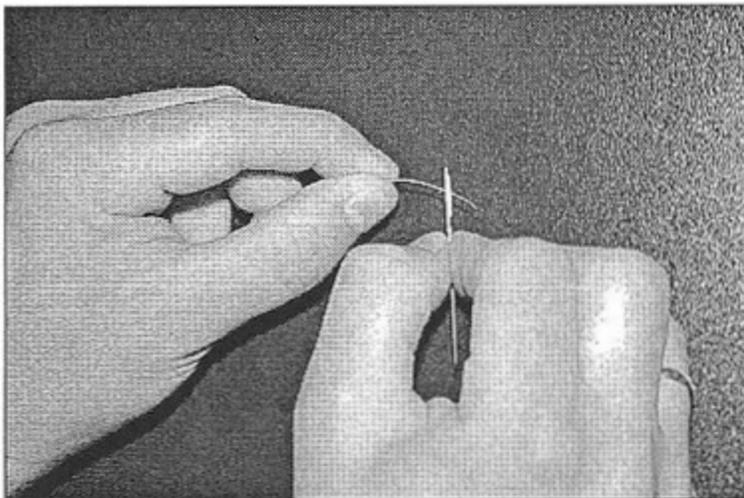


FIGURA 11.9. Oposición pulgar-índice.

- Inervación: nervio cubital, raíces C₈-D₁, nervio mediano.
- Acción de soltar: por las contracciones simultáneas del extensor común, interóseos y lumbricales del índice y medio, y el extensor largo del pulgar.

10. *Oposición pulgar-índice.*

Permite la sujeción o recogida de objetos finos, mediante el contacto de las zonas ungueales del pulgar e índice ([figura 11.9](#)).

- Músculos que intervienen en el índice:
 - Interóseos y lumbricales.
 - Flexor común profundo.
 - Flexor superficial.
- Músculos que intervienen en el pulgar:
 - Flexor largo del pulgar.
 - Tenares externos.
- Inervación: mediano y raíces C₈-D₁.
- Acción de soltar: la extensión de las dos falanges sobre la falange vecina libera el objeto.

11.3.2. Prensiones sustitutorias

Existen otros tipos de prensiones que se realizan con otras partes del cuerpo, bien porque sea necesario para realizar una determinada función (coger y transportar un objeto con las dos manos) o por la incapacidad de realizar una prensión con la mano.

Se pueden utilizar brazos, piernas, boca, etc. Algunos ejemplos de estas prensiones son:

- Llevar un objeto en los brazos con los codos ([figura 11.10](#)).
- Sujetar un cigarrillo entre los labios ([figura 11.11](#)).
- Estabilizar un violín con una prensión cefaloescapular.

11.4. Valoración funcional de la prensión

La valoración de los diferentes tipos de prensión permitirá conocer su eficacia funcional. Una gradación con cuatro grados de 0 a 3 cuantificará de forma progresiva la ausencia de trastornos y, si los hubiera, su existencia e importancia.

La fluidez del movimiento puede observarse junto con las capacidades activas, el simple hecho de hacer abrir y cerrar la mano permite evaluar someramente la facilidad del gesto al mismo tiempo que su amplitud. El balance muscular analítico de la mano es importante, pero se considera el análisis de las prensiones como la prueba más válida.

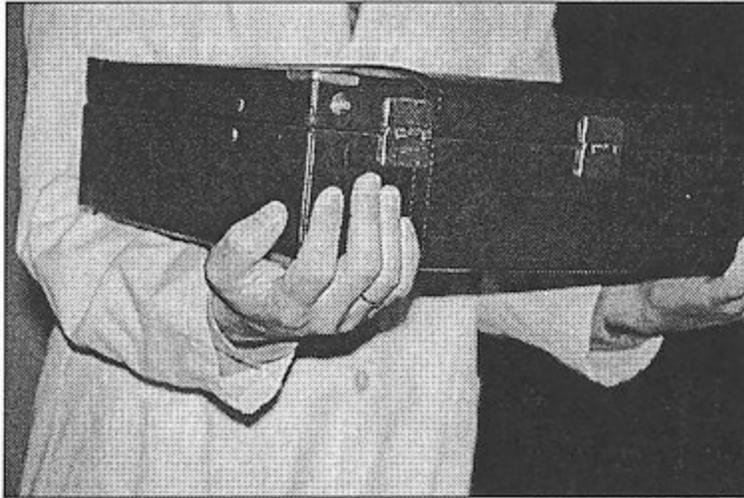


FIGURA 11.10. Presión sustitoria con los dedos.



FIGURA 11.11. Presión sustitoria con los labios.

Valoración:

- 0 = Ausencia de trastornos, la presión es fácil.
- 1 = Mínimo trastorno, que no perjudica la eficacia de la toma (temblor, lentitud).
- 2 = Perturbaciones importantes, puede realizarse una presión, funcionalmente mal.
- 3 = Imposibilidad de realizar la función requerida.

La repercusión de los resultados obtenidos en esta valoración será de extrema importancia en la vida del individuo, ya que las actividades funcionales realizadas por los miembros superiores corresponden fundamentalmente a los ámbitos esenciales de la vida humana (cuidado e higiene, alimentación, vestido, comunicación y ocio), que pueden variar en algunas situaciones dependiendo del medio ambiente en el que se desenvuelva el individuo.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- LACOTE, M; CHEVALIER, A.M.; MIRANDA, A.; BLETON, J.P. y STEVENIM, P.: *Valoración de la función normal y patológica*. Masson. Barcelonk, 1984.
- GENOT, C.; NEIGER, H.; LEROY, A.; PIERRRON, G.; DUFOOUR, M. y PENONOU, G.: *Kinesiterapia*. Volumen 1. Médica Panamericana. Buenos Aires, 1987.

Parte III

Cinesiterapia

12

Bases físicas de la cinesiterapia

Objetivos

- Familiarizar al lector con las magnitudes físicas.
- Establecer la relación entre la física y la cinesiterapia.
- Presentar ejemplos de aplicación de la teoría abstracta a problemas concretos en fisioterapia.

12.1. Introducción

Este capítulo trata de las bases físicas en que se fundamenta la cinesiterapia. Se aplicarán las magnitudes físicas más importantes que hay que conocer, así como las diferencias entre unas y otras. No es necesario tener conocimientos previos de física para entenderlo, y la formulación matemática se reduce al mínimo. En contra de lo que pudiera parecer, la lectura de este capítulo es muy recomendable, ya que su conocimiento le será muy útil al futuro fisioterapeuta a la hora de encarar su actividad profesional.

Antes de empezar conviene aclarar un punto. Podría parecer que la cinesiología constituye la base física de la cinesiterapia, por similitud entre los nombres, pero no es así. Aunque la palabra *cinesiterapia* quiere decir, etimológicamente, curación por el movimiento, y el término *cinesiología* quiere decir estudio del movimiento, no vamos a estudiar los movimientos de los segmentos corporales, sino los mecanismos básicos que hacen que éstos sean provechosos para el tratamiento. No vamos a estudiar cinesiología, sino dinámica.

12.2. Mecánica de la traslación

12.2.1. Las leyes de Newton

La magnitud fundamental en el estudio de la dinámica es la *fuerza*, que se basa en las tres leyes establecidas por sir Isaac Newton en 1687. En terminología moderna se

enuncian como sigue:

- *1ª Ley de Newton*: todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento uniforme a menos que una fuerza actúe sobre él.
- *2ª Ley de Newton*: una fuerza aplicada a un sólido producirá un cambio en su estado de movimiento que viene medido por la aceleración que le origina. La relación entre la fuerza aplicada y la aceleración producida es una constante propia del cuerpo que se llama masa inerte.
- *3ª Ley de Newton*: a toda acción se opone una reacción. Las fuerzas nunca se presentan aisladas, sino unidas a otras que son iguales y contrarias. A una de ellas, la que nos interesa, llamamos acción, y la otra es la reacción. Al actuar sobre cuerpos distintos, acción y reacción no se anulan entre sí.

Las leyes de Newton son muy conocidas, y figuran en prácticamente todos los textos de física. Sin embargo, es conveniente un pequeño comentario. La primera ley establece que la fuerza es la causa de un cambio en el estado de movimiento. Esto es, un cuerpo que se mueve con movimiento uniforme (rectilíneo) continuará así a menos que una fuerza actúe sobre él. La idea newtoniana de la fuerza como causa de una aceleración se opone a la aristotélica de la fuerza como origen de una velocidad, que es la de nuestra experiencia cotidiana que dice que todos los cuerpos que se mueven acaban parándose, a menos que ejerzamos una fuerza sobre ellos, como sucede con los juguetes de fricción o los cuerpos que arrastramos o empujamos. ¿Qué está sucediendo? Simplemente que éstos están sujetos a una fuerza especial: el rozamiento. Es una fuerza proporcional a la velocidad del móvil y de sentido contrario al movimiento. La resultante de la fuerza aplicada y la fuerza de rozamiento es cero.

La segunda ley de Newton se enuncia a menudo en forma simbólica como:

$$F = m \cdot a$$

siendo F la fuerza aplicada a un sólido, a la aceleración que le produce y m una constante de proporcionalidad propia del cuerpo considerado llamada *masa*. También se le llama *masa inerte*.

De esta ecuación podemos sacar varias consecuencias: si una misma fuerza actúa sobre dos cuerpos distintos, el que mayor masa tenga menos aceleración experimentará, y viceversa, la unidad de fuerza será el producto de la unidad de masa (kg) por la unidad de aceleración (m/s^2), y se llama el *newton* (N):

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

12.2.2. Las fuerzas como vectores

Las fuerzas son magnitudes vectoriales, esto es, tienen dirección y sentido. Un número (un escalar) no basta para caracterizarlas completamente. Decir que una fuerza es de 5 N es correcto, pero no es suficiente. Hay que decir, por ejemplo, que una fuerza es de 5 N actuando en el sentido positivo del eje OZ. Para representar las fuerzas, la dinámica recurre a unas magnitudes abstractas llamadas *vectores* ([figura 12.1](#)) segmentos orientados, que podemos visualizar como flechas, definidos por los valores que toman:

1. *Su módulo*: la longitud del segmento, que es proporcional a la magnitud de la fuerza.
2. *Su dirección*: la recta de acción de la fuerza.
3. *Su sentido*: el sentido en que actúa la fuerza (positivo o negativo).
4. *Su origen o punto de aplicación*: es el punto donde comienza el vector.

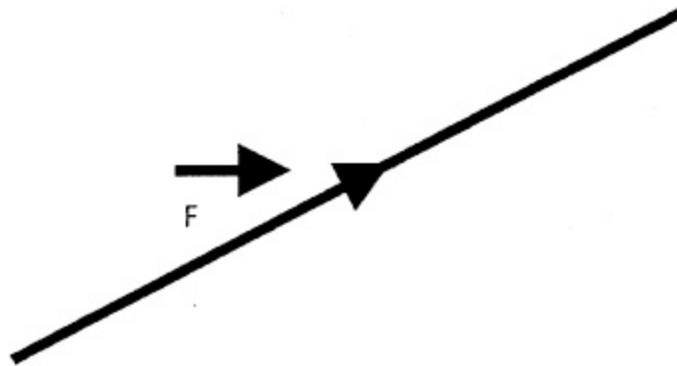


FIGURA 12.1. Un vector representa una fuerza.

Los vectores matemáticos no son las magnitudes más adecuadas para representar las fuerzas aplicadas a los sólidos, ya que éstas no tienen punto de aplicación fijo, sino que se pueden desplazar a lo largo de su línea de acción. Podemos verlo si imaginamos que tenemos que sostener, por ejemplo, un cubo lleno de arena de una cuerda atada al asa. La fuerza que ejercemos es igual y opuesta al peso total del cubo, pero podemos sostener en cualquier punto de la cuerda, y estaremos en equilibrio sea cual sea este punto. Para representar las fuerzas aplicadas a los sólidos se utiliza un tipo especial de vectores, llamados vectores deslizantes, que no tienen punto de aplicación fijo y pueden deslizarse a lo largo de su línea de acción. En el caso del hombre, los músculos ejercen fuerzas que actúan en su línea de acción y con el sentido correspondiente. Se suelen representar en esquema como flechas superpuestas a ellos ([figura 12.2](#)).

Aunque sea muy simple, conviene insistir en que las fuerzas no están sobre los músculos: son magnitudes abstractas que están en un espacio imaginario, pero con la dirección y sentido indicadas por los del músculo correspondiente. Esto es, el tamaño de la fuerza en el espacio de fuerzas no tiene nada que ver con la longitud del músculo correspondiente.



FIGURA 12.2. Fuerza muscular.

12.2.3. Peso y centro de gravedad

Existe una fuerza muy especial para los seres humanos, que es la fuerza con que la Tierra atrae a todos los cuerpos que están cerca de ella, llamada *peso* del cuerpo. La ley de Newton, en este caso, se escribe como:

$$P = m \cdot g$$

siendo P el peso del cuerpo, m su masa y g un valor especial de la aceleración llamado *aceleración de la gravedad*. La constante g toma valores ligeramente diferentes en las distintas partes del mundo, pero se puede tomar aproximadamente como $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$. El peso es la única fuerza que queda perfectamente definida dando simplemente su módulo, ya que dirección y sentido son conocidas: vertical y hacia abajo.

Una unidad antigua de fuerza es el *kilopondio* (kp), que, por definición, es el peso de un cuerpo de masa 1 kg. En el sistema correspondiente la fuerza era unidad fundamental y la masa unidad derivada. Se puede establecer fácilmente la relación entre kilopondios y newtons:

$$\begin{aligned} 1 \text{ kp} &= 9,81 \text{ N} \\ 1 \text{ N} &= 0,10 \text{ kp} \end{aligned}$$

El kilopondio es una unidad muy cómoda, porque el número que indica la masa en kg es el mismo que nos da el peso en kp. Así, un cuerpo de masa 9,81 kg pesará 9,81 kp ó 96,23 N (aproximadamente 100 N). Al pasar de kp a N hay que aumentar en una cifra el orden de magnitud.

Se llama *centro de gravedad* de un cuerpo al punto donde se aplica la fuerza peso. Es más correcto decir que el peso está aplicado, sea cual sea la posición del cuerpo, en una recta vertical que pasa por este punto. Si el cuerpo es homogéneo y tiene forma geométrica, el centro de gravedad coincide con el de simetría. Si no es homogéneo, el centro de gravedad se desplaza hacia la parte más pesada. En el hombre en bipedestación su posición varía con la estructura corporal, la edad y el sexo, situándose, aproximadamente, a un 55% de la altura ([figura 12.3](#)).

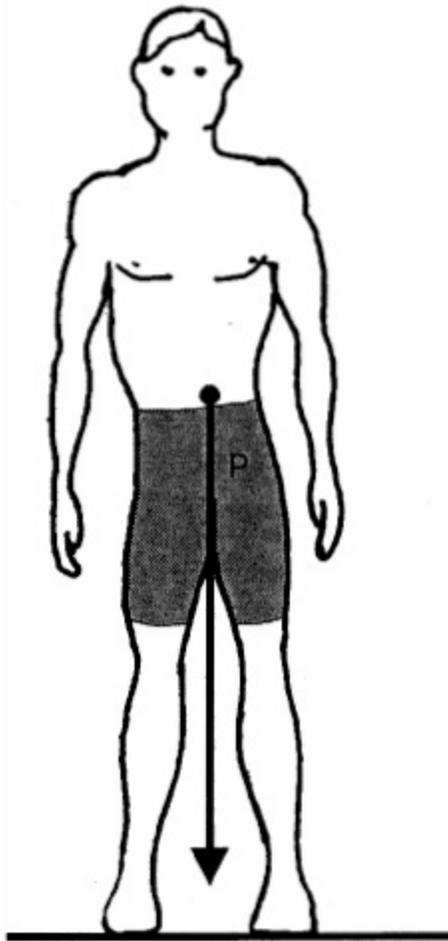


FIGURA 12.3. Centro de gravedad en el hombre.

12.2.4. Principio de independencia de las fuerzas

Los vectores deslizantes, como caso particular de vectores, permiten efectuar operaciones matemáticas que se traducirán en operaciones con las fuerzas.

La suma de dos vectores es otro vector cuyos parámetros (módulo, dirección y

sentido) se pueden calcular geométrica o algebraicamente:

$$A + B = C$$

Esto significa que la suma de dos fuerzas es una tercera fuerza, cuyas características podemos hallar a partir de las dos fuerzas originales:

$$F_1 + F_2 = F_3$$

Cada una de las fuerzas no se altera por la presencia de la otra, y sus efectos se suman: es el *principio de la independencia de las fuerzas*, que nos permite superponerlas para obtener el efecto buscado.

El caso más sencillo de suma de fuerzas es el de fuerzas concurrentes: que tienen un origen común o que se pueden llevar (deslizándolo) hasta un origen común ([figura 12.4](#)). El procedimiento geométrico de obtener el vector suma es el siguiente:

1. Se llevan las fuerzas al origen.
2. Se traza por el extremo de cada una de ellas una recta paralela a la otra fuerza.
3. Se traza la diagonal del paralelogramo así formado.

La fuerza resultante tiene dirección, sentido y módulo dados por esta diagonal. Su punto de aplicación estaría en el origen común si se tratase de vectores fijos.

Del mismo modo que podemos sumar fuerzas, podemos descomponer una de ellas, F_3 en suma de otras dos, F_1 y F_2 :

$$C = A + B$$

$$F_3 = F_1 + F_2$$

Por el principio de independencia de las fuerzas, decir que F_3 es la suma de F_1 y F_2 equivale a afirmar que obtenemos el mismo resultado si actúa F_3 que si actúan a la vez F_1 y F_2 . Estas dos fuerzas se llaman las *componentes* de F_3 .

En algunos casos, por ejemplo en problemas donde actúan fuerzas coplanarias, conviene sustituir cada una de ellas por dos fuerzas F_1 y F_2 perpendiculares entre sí, que se llaman sus *componentes ortogonales*.

Aunque no es necesario, lo más sencillo de imaginar es el caso en que F_1 por ejemplo, es paralela al eje OX y F_2 paralela al OY . Podemos reducir cualquier sistema de fuerzas en un plano a un conjunto de fuerzas horizontales y otro conjunto de fuerzas

verticales, que sumadas nos darán únicamente una componente horizontal y otra vertical, lo cual simplifica notablemente el problema inicial ([figura 12.5](#)).

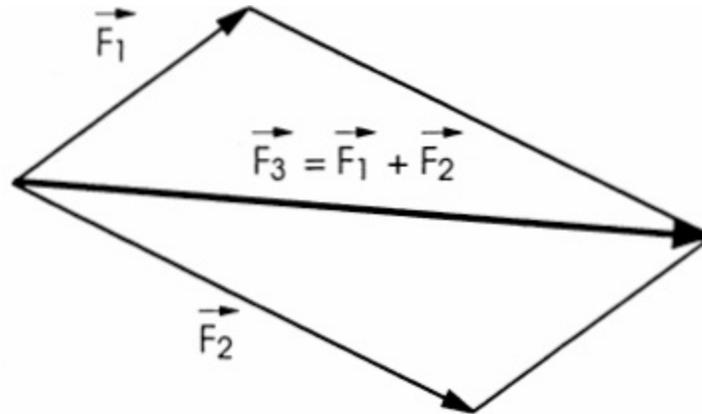


FIGURA 12.4. Suma de fuerzas concurrentes.

12.3. Mecánica de la rotación

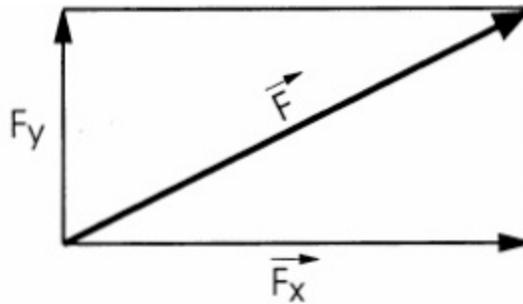


FIGURA 12.5. Componentes de un vector.

Una fuerza aplicada a un sólido produce una traslación, pero no en todos los casos. Si el sólido tiene un punto fijo se producirá una rotación respecto de este punto, que va a actuar como centro de giro. Realmente, al actuar una fuerza (acción) provoca una reacción en el punto de apoyo y, en este caso, acción y reacción son iguales en módulo, tienen direcciones paralelas y sentidos opuestos. Este conjunto tan oarticular de dos fuerzas se llama *par de fuerzas*, y su efecto no es una traslación, porque no tiene fuerza resultante, sino un giro ([figura 12.6](#)).

El estudio de las rotaciones y las magnitudes que intervienen en ellas es muy importante en fisioterapia, ya que casi todos los movimientos que se realizan en el gimnasio terapéutico son giros de los segmentos corporales en torno a un eje que pasa por la articulación. No tenemos giros completos, en el sentido de rotaciones de 360° , pero sí trayectorias que describen arcos de círculo de mayor o menor extensión.

12.3.1. Momento de una fuerza

Se explica a continuación lo que ocurre cuando se efectúa un giro. Por ejemplo, al hacer girar una tuerca mediante una llave fija ([figura 12.7](#)). Es obvio que hay que aplicar una fuerza para conseguir la rotación. También se sabe que, cuanto más lejos de la tuerca se ejerza la fuerza, mayor será el efecto conseguido. Conseguir la rotación actuando desde el extremo será más fácil que haciéndolo sobre la propia tuerca. Luego la distancia a que actúa la fuerza también influye en el efecto de la rotación. Por último, hay que tener en cuenta la dirección en que se actúa: si es paralela al eje de la llave fija, aunque actúe a gran distancia no conseguirá provocar el giro, sino que empujará ésta sobre la tuerca. A nadie se le ocurre producir un giro de esta forma, ya que siempre se intenta que la fuerza sea lo más perpendicular al radio, pero en muchas ocasiones es obligado actuar en ángulos que no son los óptimos. Estos tres factores, fuerza, distancia y ángulo, intervienen en todas las rotaciones.

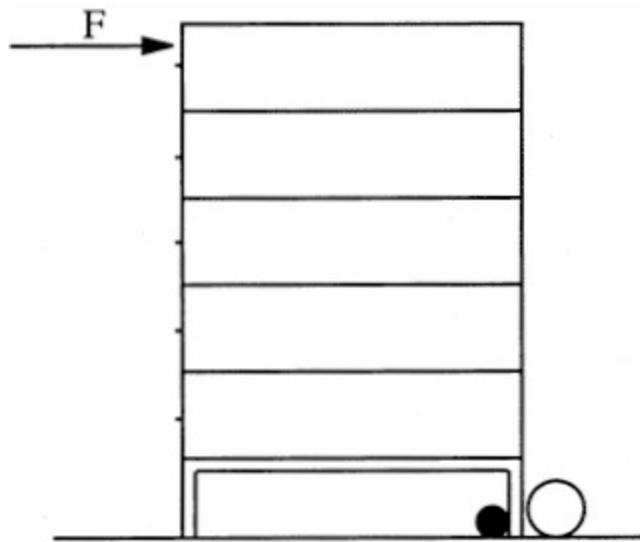


FIGURA 12.6. Rotación respecto de un punto fijo.

Para producir una rotación de cadera en un sujeto corpulento tendido sobre una camilla ([figura 12.8](#)) hay que ejercer una fuerza a la mayor distancia posible (en el tobillo) y lo más perpendicular que podamos al miembro inferior, ya que así se conseguirá con más facilidad.

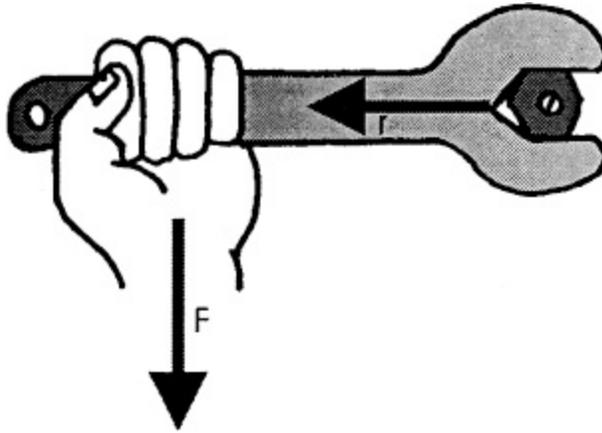


FIGURA 12.7. Fuerza que provoca un giro.

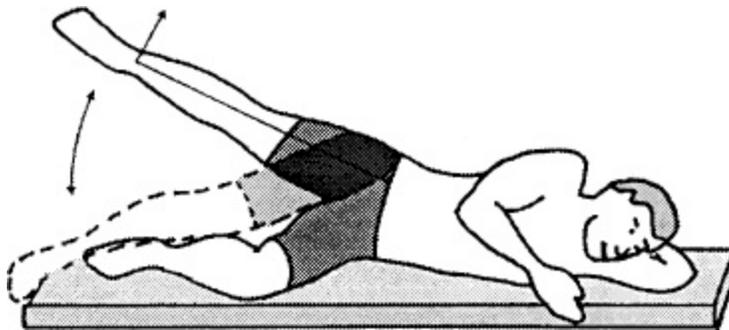


FIGURA 12.8. Rotación respecto de la cadera (abducción).

El efecto de giro conseguido por una fuerza depende de tres magnitudes: la propia fuerza ejercida, F , la distancia del eje a la que actúa, r , y el ángulo que forma con el radio, α . La magnitud que nos mide este efecto se llama *momento de una fuerza* respecto de un punto ([figura 12.9](#)), y es un vector cuyo módulo vale:

$$M_F = F \cdot r \cdot \text{sen } \alpha$$

de dirección perpendicular al plano de la rotación, y sentido positivo o negativo si el giro se realizar en sentido contrario al de las agujas del reloj.

Si no hay fuerza no hay momento (no hay giro), si no hay distancia al eje no hay giro, y si el ángulo α entre F y r es 0° o 180° (paralelos o antiparalelos) tampoco se consigue la rotación.

La expresión anterior, con ser correcta, resulta un poco desconcertante, ya que r es la distancia entre el centro de giro y el punto donde actúa la fuerza, y se ha indicado que las fuerzas son vectores deslizantes sin punto de aplicación determinado. Se demuestra matemáticamente que el módulo del vector momento de una fuerza respecto de un punto se puede escribir como:

$$M_F = F \cdot d$$

expresión en la que no figura el ángulo α (que depende de la posición inicial) y aparece d la distancia del centro de giro a la recta donde está aplicada la fuerza. Viene medida sobre la perpendicular trazada del centro de giro a la recta (figura 12.10). Si la línea de acción de la fuerza pasa por el eje de giro, se cumple $d=0$, y no se consigue una rotación.

El momento de una fuerza se mide en Nm , que es una unidad que no tiene nombre propio. Al ser una magnitud vectorial cumple todas sus propiedades: se puede sumar a otro vector y descomponer en componentes ortogonales.

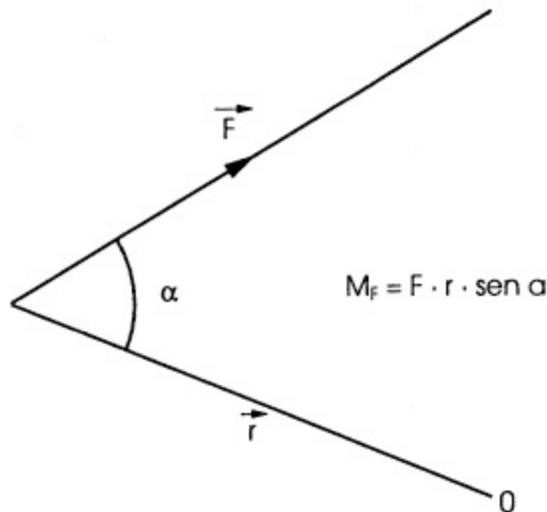


FIGURA 12.9. Momento de una fuerza.

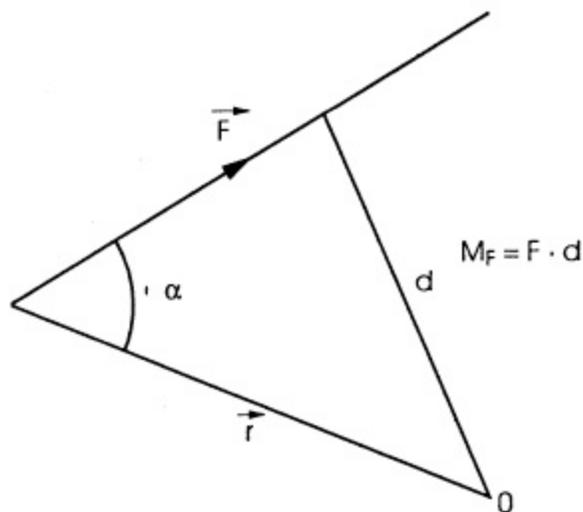


FIGURA 12.10. El momento depende de la distancia.

Este resultado concuerda con la experiencia cotidiana que dice que para conseguir girar más fácilmente hay que alejarse del eje de giro (aumentar la distancia), como

sucede en los destornilladores, llaves inglesas, tenazas, tuercas de mariposa, etcétera.

12.3.2. Momento de inercia

Otro aspecto de la rotación es la oposición que presenta un cuerpo a cambiar su estado de giro, por ejemplo a empezar a girar. Esta oposición se llama *momento de inercia*, y viene medida en kg/m^2 (unidad que tampoco tiene nombre propio).

Es una magnitud más compleja que la masa, como indican sus unidades, ya que nuevamente interviene la posición particular del eje de giro en cada caso. Cuanto más lejos de él esté distribuida la masa, más resistencia ocasionará a la rotación. Imaginemos una varilla larga y delgada: cuesta más hacerla girar respecto de un eje perpendicular que pase por un extremo, que de un eje perpendicular que pase por el centro, y es aún más fácil hacerla girar sobre su propio eje ([figura 12.11](#)). Está claro que la masa es la misma, pero cambia la oposición a la rotación: el momento de inercia. Si el cuerpo es homogéneo y tiene forma geométrica, a partir de sus dimensiones se puede calcular su valor respecto del eje correspondiente. Los valores principales se encuentran en tablas especiales.

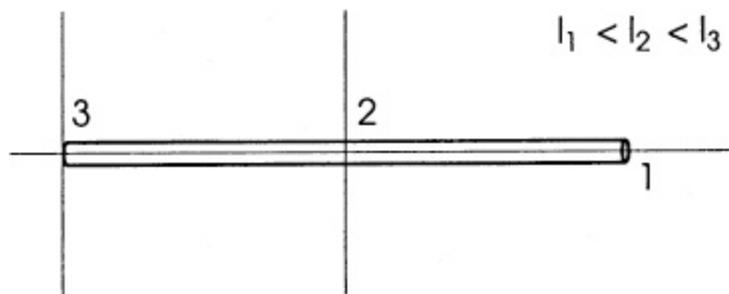


FIGURA 12.11. Momentos de inercia de una varilla.

12.4. Sistemas en equilibrio

Los conceptos de fuerza y momento de una fuerza se combinan al estudiar las situaciones de equilibrio. Observando detenidamente un sistema, que es un cuerpo o un conjunto de cuerpos de interés, se observa si está en reposo, es decir, ni se desplaza ni gira, y si es así, se puede afirmar que sobre él no actúa ninguna fuerza neta ni ningún momento neto.

12.4.1. Problemas de equilibrio

Las condiciones de equilibrio de los sistemas se pueden escribir como:

- Suma de todas las fuerzas = 0.
- Suma de todos los momentos = 0.

Se ofrecen ahora unos ejemplos de sistemas en equilibrio, muy sencillos pero que merecen un comentario detallado.

1. El músculo deltoides sostiene la extremidad superior en posición horizontal. La fuerza que equilibra es el peso de esta extremidad, P , que actúa cerca del codo, y el eje de giro es la articulación del hombro. Por su parte, el deltoides tiene una dirección casi paralela al húmero (forma con él un ángulo de unos 15°) y se inserta a pocos centímetros de la articulación ([figura 12.12](#)). La segunda condición de equilibrio indica que el momento ejercido en torno a este eje por la fuerza muscular F es igual y opuesto al ejercido por la fuerza P .

Consideradas solamente estas dos fuerzas, el enunciado es incompleto, ya que P es vertical y F , al ser inclinada, tiene una componente vertical y una horizontal, que no se compensa con ninguna otra. Para que el brazo esté en equilibrio es necesario considerar una tercera fuerza, R , que es la que bloquea la articulación en esta posición, y de la cual se deduce, por el momento, que su componente horizontal no es nula. La fuerza R se puede calcular a partir de la primera condición de equilibrio, suma de fuerzas cero.

Sin cuantificar resultados, se establece que:

- La componente vertical de la fuerza ejercida por el deltoides, F_y , es mucho mayor que el peso, ya que su distancia al eje de giro es menor y los momentos son iguales.
- La fuerza muscular F ejercida por el deltoides es mucho mayor que su componente vertical, F_y , ya que la dirección de F es prácticamente horizontal.

Si el brazo no está horizontal, sino que forma un ángulo agudo con el tronco ([figura 12.13](#)), la situación cambia:

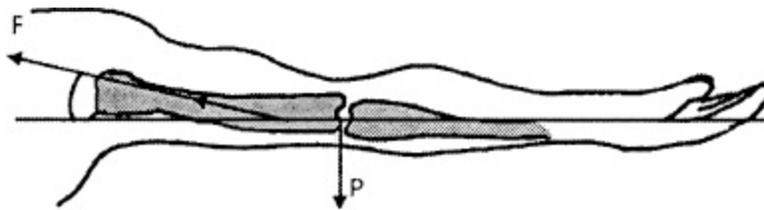


FIGURA 12.12. Acción del músculo deltoides.

- El ángulo formado por el brazo y la vertical es menor que antes, y su seno también.
- La línea de acción del deltoides es ahora casi vertical, y su componente F_y más importante.

Volverá este ejemplo al estudiar las palancas.

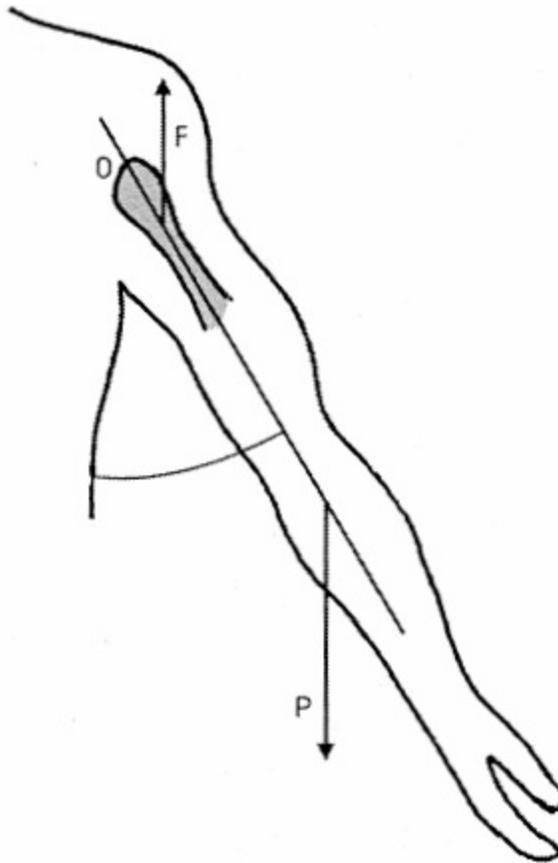


FIGURA 12.13. Equilibrio del brazo inclinado.

2. Cuando una persona realiza ejercicios abdominales, tumbada en el suelo y levantando las piernas rígidas, encuentra que es mucho más penoso mantener esta postura si el ángulo que forman las piernas con el suelo es muy agudo (pongamos unos 20°) que si es un poco más grande (unos 60°), como se observa en la [figura 12.14](#). Tanto en un caso como en otro la fuerza que vencen los músculos abdominales es la misma: peso de la extremidad inferior. Pero el peso de las piernas ejerce un momento en torno a la articulación de la cadera que es de sentido opuesto al que ejercen los músculos abdominales: éstos “sostienen” las piernas en cada posición de equilibrio. Con la extremidad inferior casi horizontal, la distancia de la cadera a la recta “peso de las piernas” es mayor que si están más elevadas. Los músculos abdominales tienen que ejercer un momento mayor en el primer caso. ¿Y cómo aumenta el momento de estos músculos? Simplemente aumentando la fuerza ejercida.
3. Se explica ahora la aplicación de estas condiciones a la cinesiterapia. Una técnica para fortalecer el cuádriceps consiste en sentarse en una silla alta, silla de Colson, con un peso sujeto al tobillo, y elevar el pie ([figura 12.15](#)). Considerando la rotación como una sucesión de estados de equilibrio, en cada uno de ellos el momento ejercido por el cuádriceps iguala al del peso aplicado respecto de la articulación de la rodilla. Al ser la fuerza aplicada constante, y la distancia al eje de giro fija (la distancia rodilla-tobillo), varía el momento al aumentar el ángulo

formado entre la pierna y la vertical que pasa por el pie, donde está aplicado el peso. El momento es cero con el pie en posición vertical y máximo con éste en posición horizontal. Por tanto, el esfuerzo muscular es máximo en esta posición y nulo en el arranque.

Otra técnica utilizada con el mismo fin emplea un sistema de tracción en el cual la fuerza se ejerce a través de una polea fija ([figura 12.16](#)). La acción de la polea va a ser la de permitir que la línea de acción de la fuerza pueda cambiar de dirección. De nuevo hay una fuerza aplicada fija, distancia al eje de giro constante y ángulo variable: en este caso el que determinan la recta pie-polea y la dirección de la tibia. Este ángulo va disminuyendo a medida que se eleva la pierna, y por tanto disminuye también la fuerza ejercida por el cuádriceps. El resultado es el inverso del párrafo anterior: si bien no hay posición de momento nulo, el esfuerzo muscular es máximo en el arranque y disminuye al ir elevando el pie.

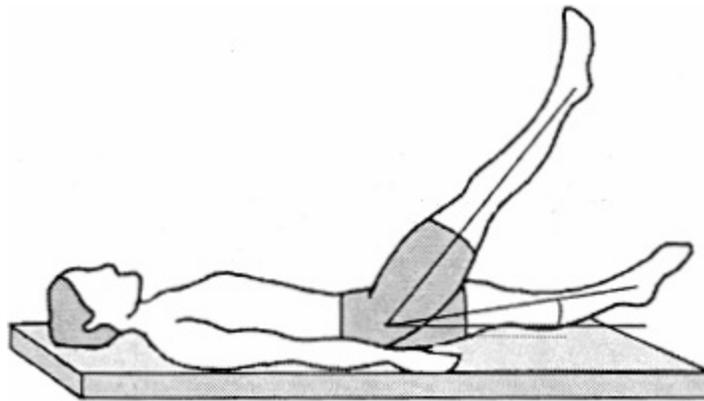


FIGURA 12.14. Ejercicios abdominales.

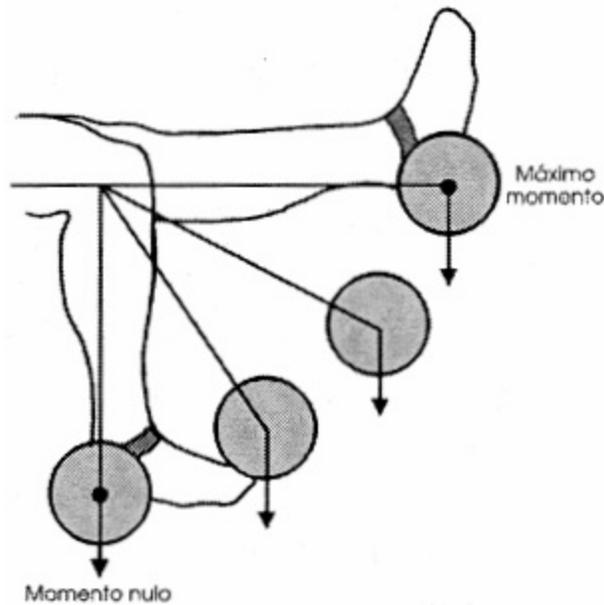


FIGURA 12.15. Ejercicios para fortalecer el cuádriceps.

12.4.2. Equilibrio de los sólidos

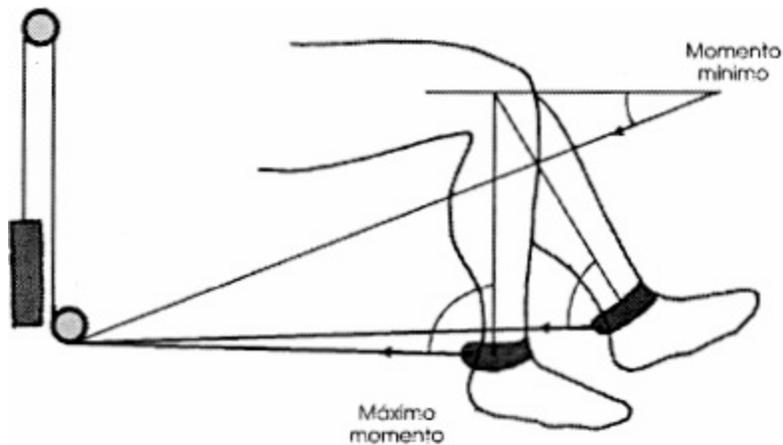


FIGURA 12.16. Otro ejercicio para fortalecer el cuádriceps.

En física se distinguen tres tipos de equilibrio de los sólidos extensos:

1. *Equilibrio estable*. Al desplazar ligeramente el cuerpo de su posición de equilibrio, vuelve a ella. Es el caso de un péndulo que se hace oscilar, o de una caja sobre una mesa cuando intentamos volcarla.
2. *Equilibrio inestable*. Al separar un poco el cuerpo de la posición de equilibrio y dejarlo libre, se aleja cada vez más de ella. Por ejemplo, se puede mantener momentáneamente una regla en posición vertical sobre una mesa, pero en cuanto se mueva caerá.
3. *Equilibrio indiferente*. Es el de los cuerpos que siguen en equilibrio aunque los

desplacemos ligeramente de la posición inicial, como una ruleta horizontal o un lápiz sobre una mesa.

El equilibrio estable es propio de los cuerpos suspendidos por encima de su centro de gravedad, el inestable el de los que están apoyados por debajo del mismo y el indiferente el de los que se sostienen justamente de su centro. Por ello a este punto se le llama también centro de equilibrio.

El hombre en bipedestación está en equilibrio inestable. El centro de gravedad ha de estar en todo momento en la línea vertical que pasa por algún punto dentro del área de apoyo que viene definida por la posición de los pies. La posición es más estable cuanto mayor sea este área: por ejemplo, con los pies separados. Cuando una persona se pone de puntillas, su centro de gravedad debe moverse hacia adelante por encima de la estrecha área de apoyo para mantener el equilibrio. El problema se complica al andar, ya que, al levantar un pie del suelo, el centro del cuerpo tiene que desplazarse por encima del pie apoyado, lo cual exige que todo el cuerpo se mueva lateralmente. El cuerpo se bambolea continuamente de un lado a otro para mantener el centro de gravedad sobre un área de apoyo en continuo movimiento.

12.5. Trabajo y energía

Los conceptos de trabajo y energía son fundamentales para toda la física. En el caso concreto de las bases físicas de la cinesiterapia, son indispensables para comprender el funcionamiento de las máquinas simples.

Supongamos que tenemos un cuerpo sobre el que actúa una fuerza y que se mueve por la acción de ella. Por ejemplo, un balón encima de un plano inclinado que empieza a deslizarse y a rodar por la acción de su peso ([figura 12.17](#)). Se llama trabajo realizado por la fuerza a una magnitud escalar (W) que vale:

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

siendo F la fuerza que realiza el trabajo, en este caso el peso del balón, s el espacio recorrido y α el ángulo que forman F y s . En este ejemplo la fuerza aplicada es el peso y su dirección, vertical, no coincide con la del desplazamiento sobre el plano inclinado.

El concepto de trabajo en física no es exactamente igual al de la vida cotidiana. La principal diferencia consiste en que, para que haya trabajo, tiene que haber desplazamiento: por ejemplo, sujetar una maleta o mantener en vilo unas pesas, como en halterofilia, no es realizar ningún trabajo físico.

En la mayor parte de los casos, una fuerza que tira o arrastra desplaza el sistema en dirección de su línea de acción. Pero si el sistema está obligado a moverse por una trayectoria o sobre una superficie, como en el ejemplo del balón, no sucede así. Se puede establecer que la fuerza F que origina el desplazamiento se descomponga en dos ([figura](#)

12.18): una perpendicular al mismo ($F \sin \alpha$) que se compensa con la reacción del plano inclinado, y otra paralela al mismo ($F \cos \alpha$) que mueve el cuerpo.

Únicamente la componente paralela a la superficie realiza trabajo, y se puede escribir:

$$W = (F \cdot \cos \alpha) \cdot s$$

que vuelve a ser la expresión anterior.

La unidad de trabajo es el *julio*, J. Desde el punto de vista de las dimensiones el julio es equivalente al Nm, pero para evitar confusiones se mantiene el J para trabajo y energía y el Nm para momento de una fuerza.

Aunque son las fuerzas quienes realizan trabajo, la energía es una propiedad de los cuerpos que poseen cierta capacidad para realizar trabajo, que puede ser debida a su velocidad, su estado o sus propiedades. La disminución de la energía de un cuerpo se manifiesta como trabajo mecánico realizado.

Trabajo y energía se miden en las mismas unidades, el J, en el sistema internacional. En mecánica se distinguen dos tipos de energía: cinética y potencial. La *energía cinética* es la que tienen los cuerpos en movimiento debida a su velocidad, ya sea de traslación, de rotación o una combinación de ambas. Los cuerpos en movimiento realizan trabajo mecánico cuando disminuye su velocidad, como ocurre con los proyectiles que se frenan bruscamente. La *energía potenciales* la que tienen los cuerpos por estar en el campo gravitatorio terrestre, y es proporcional a su altura sobre un nivel de referencia.

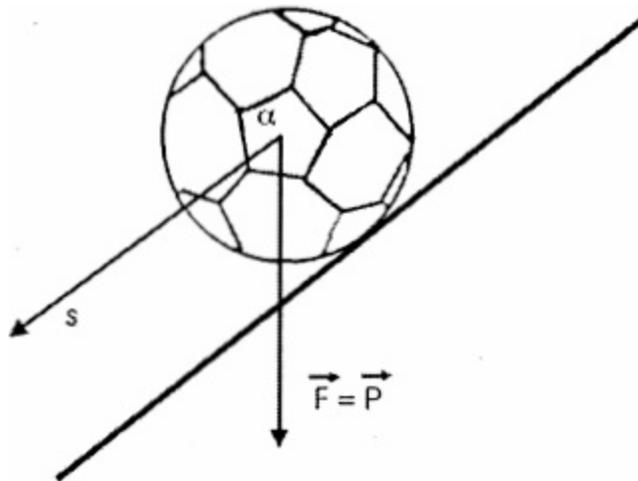


FIGURA 12.17. Una fuerza realiza un trabajo.

Los cuerpos que evolucionan aislados sujetos únicamente a la atracción de la Tierra, en ausencia de rozamiento, cumplen el principio de conservación de la energía mecánica: la suma de sus energías potencial y cinética es constante. Puede ser que una de ellas disminuya o aumente, pero será a costa del aumento o disminución de la otra, de modo

que la suma de las dos es constante. En el balón del ejemplo anterior se puede considerar:

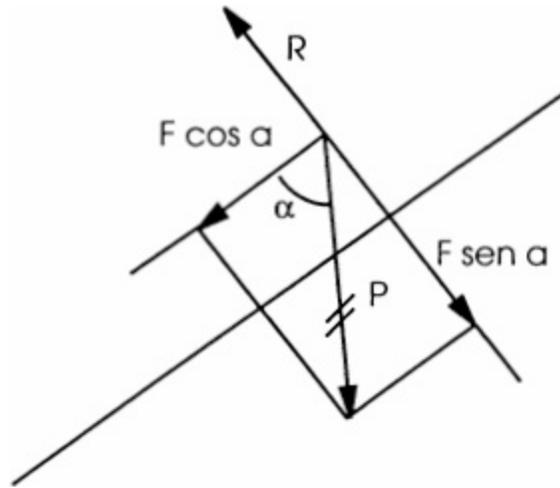


FIGURA 12.18. Fuerzas que realizan un trabajo.

- Situación inicial: elevado y en reposo. Energía potencial máxima y energía cinética nula.
- Situación intermedia: tiene energías cinética y potencial.
- Situación al llegar al pie del plano inclinado, justo antes de quedar en reposo: energía potencial nula y energía cinética máxima.
- Situación final en reposo: la energía cinética se ha transformado en trabajo mecánico.

12.6. Máquinas simples

Las máquinas simples son dispositivos en los que una fuerza pequeña iguala el efecto de otra mayor. Coloquialmente se dice que “aumentan la fuerza”. Las llamadas *leyes de las máquinas simples* son expresiones que relacionan la fuerza aplicada con el efecto conseguido, y son versiones incompletas, aunque fáciles de recordar, de las condiciones generales de equilibrio. Al estudiar este tema se utiliza un lenguaje muy característico: se aplica una *potencia* para *vencer* una *resistencia*.

El término *potencia* para designar la fuerza ejercida se presta a confusión con la magnitud física potencia, que es el trabajo efectuado en la unidad de tiempo. Sin embargo, se mantendrá esta terminología por ser característica de las máquinas simples.

Consideremos un columpio de brazos desiguales equilibrado por la acción de pesos distintos, P_1 y P_2 ([figura 12.19](#)). La ley de la palanca da la relación entre P_1 y P_2 en función de las dimensiones del columpio. Pero su suma no es nula. El columpio está en equilibrio por la acción de tres fuerzas, P_1 , P_2 y la reacción en el punto de apoyo, vertical y hacia arriba, que equilibra a estas dos. La ley de la palanca es una versión simplificada de las condiciones de equilibrio porque no tiene en cuenta las fuerzas que aparecen sobre

la propia máquina, y también supone siempre que potencia y resistencias son perpendiculares a la propia máquina.

Se llama *ventaja mecánica ideal (VMI)* al cociente entre la resistencia y la potencia:

$$VMI = R / P$$

Se pueden dar tres casos:

a) $VMI > 1, P < R$

En este caso nuestra potencia iguala una resistencia que es mayor que ella. En el lenguaje de las máquinas se dice que “ganamos” fuerza.

b) $VMI = 1, P = R$

Potencia y resistencia son iguales. Ni “ganamos” ni “perdemos” fuerza.

c) $VMI < 1, P > R$

Con una potencia grande igualamos una resistencia pequeña. Se dice que “perdemos” fuerza.

¿Ganamos algo realmente? Podemos ganar comodidad, o facilidad de ejecución al disminuir el valor de la fuerza aplicada. Pero energía, esto es, trabajo, no se gana nunca: aunque siempre se pierde debido al rozamiento, como mucho obtenemos lo que ponemos, nunca más. El trabajo efectuado por la potencia es siempre igual al de la resistencia, en el caso más favorable sin pérdidas. Llamando $x_P \times x_R$ a los desplazamientos respectivos de potencia y resistencia, y teniendo en cuenta que:

$$W = P \cdot x_P = R \cdot x_R$$

se pueden escribir las condiciones anteriores como:

a) $VMI > 1, P < R, x_P > x_R$

La potencia es menor que la resistencia, pero se desplaza una distancia mayor.

b) $VMI = 1, P = R, x_P = x_R$

Son iguales tanto las fuerzas como los desplazamientos.

c) $VMI < 1, P > R, x_P < x_R$

Hemos de aplicar una potencia mayor que la resistencia, pero que se desplaza menos.

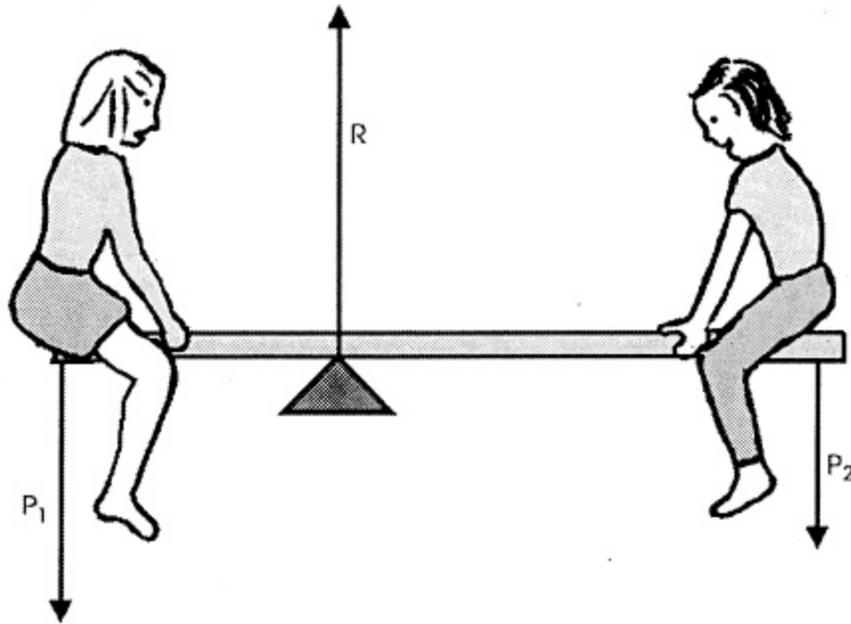


FIGURA 12.19. Columpio de brazos desiguales.

12.6.1. Palancas

La *palanca* es una máquina simple que consiste en un brazo articulado en torno a un punto fijo que se llama *fulcro* (O). Potencia y resistencia actúan a distancias fijas de O que se llaman, respectivamente, *brazo de potencia* y *brazo de resistencia* ([figura 12.20](#)).

La ley de la palanca se enuncia como: “Potencia por su brazo es resistencia por el suyo“, que es equivalente a la segunda ley del equilibrio, que establece que la suma de momentos respecto de O es cero. Si d_P es la distancia de O al punto de aplicación de la potencia, y d_R al de la resistencia, esto equivale a:

$$P \cdot d_P = R \cdot d_R$$

La VMI puede tomar cualquiera de los tres valores ya citados, que ahora se relacionan con los de d_R y d_P :

a) $VMI > 1, P < R, d_P > d_R$

“Ganamos fuerza” si el brazo de potencia es mayor que el de resistencia.

b) $VMI = 1, P = R, d_P = d_R$

Ni ganamos ni perdemos fuerza si los dos brazos son iguales.

c) $VMI < 1, P > R, d_P < d_R$

“Perdemos fuerza” si el brazo de potencia es menor que el de resistencia.

Según estén dispuestos el fulcro y los puntos de apoyo de potencia y resistencia se distinguen tres géneros de palanca ([figura 12.21](#)):

1. En las palancas de primer género, el fulcro está entre la potencia y la resistencia. Las dos fuerzas tienen el mismo sentido, y sus momentos respectivos tienen sentidos opuestos. Son ejemplos las tijeras, 2. los alicates, la balanza, la romana, etc. Los brazos de potencia y resistencia pueden ser iguales o distintos, y por tanto VMI puede tomar cualquier valor.
2. En las palancas de segundo género, el fulcro está en un extremo y la potencia en otro. La resistencia actúa en un punto intermedio, y es de sentido opuesto a la potencia. Estas palancas tienen VMI mayor que 1, ya que el brazo de potencia es mayor que el de resistencia. Son ejemplos la carretilla de dos ruedas o el abrebotellas.
3. Las palancas de tercer género son las mismas de segundo género, pero intercambiando potencia y resistencia: fulcro y resistencia en los extremos y potencia en un punto intermedio. Naturalmente, su VMI es siempre menor que 1: conseguimos menos de lo que ponemos. Aunque a primera vista no parezca una disposición muy conveniente para una máquina, no es así, porque la acción de la potencia permite imprimir una gran velocidad a la resistencia situada en el otro extremo de la palanca, como sucede con la cabeza del martillo o con el borde de la raqueta de tenis.

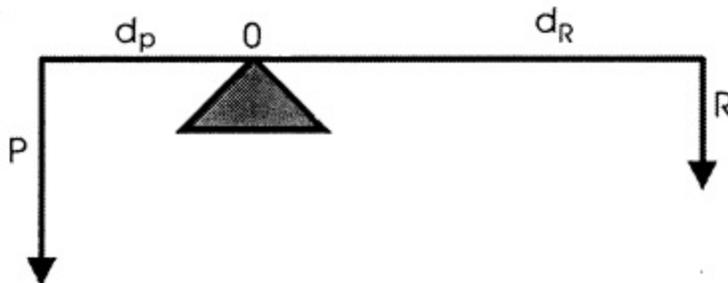


FIGURA 12.20. Palaneo.

Un modelo muy conocido de funcionamiento de los sistemas esquelético y muscular supone que el organismo es un conjunto de palancas, llamadas palancas óseas, siendo el fulcro respectivo la articulación, la potencia la fuerza muscular y la resistencia el peso del segmento corporal o una fuerza exterior aplicada.

Por ejemplo, consideremos un sujeto con un objeto pesado en la mano, con el antebrazo en posición horizontal. El músculo que mantiene el equilibrio es el bíceps, y se puede describir la situación como una palanca de tercer género, con el fulcro (la articulación del codo) en un extremo, la resistencia (el peso del antebrazo) en el otro y la potencia (fuerza ejercida por el bíceps) en un punto intermedio ([figura 12.22](#)) Datos anatómicos permiten afirmar que la distancia a que se inserta el bíceps es, aproximadamente, $1/10$ de la longitud del antebrazo, luego la fuerza muscular es en este

caso unas 10 veces el peso del objeto que está en la mano. Las palancas óseas suelen ser de tercer género, lo cual obliga a tener músculos capaces de desarrollar grandes fuerzas, pero que puedan experimentar alargamientos o acortamientos reducidos.

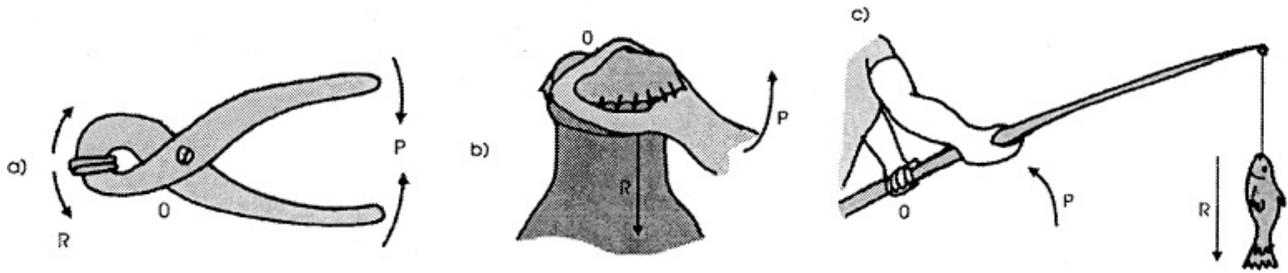


FIGURA 12.21. Tipos de palanca: a) Primer género. b) Segundo género. c) Tercer género.

En el ejemplo ya visto del deltoides que sujeta el brazo en posición horizontal, el fulcro sería la articulación del hombro y la resistencia el peso de la extremidad superior. La potencia es la fuerza muscular del deltoides, que resulta ser mucho mayor que el peso aplicado, al ser una palanca de tercer género. La tercera fuerza que teníamos que considerar al estudiar el sistema en equilibrio es la reacción del punto de apoyo, cuyo momento respecto a O, obviamente, es nulo.

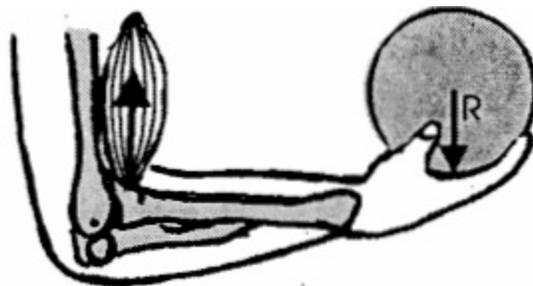


FIGURA 12.22. El antebrazo como una palanca ósea.

12.6.2. Poleas

Las poleas son máquinas simples formadas por un disco que puede girar en torno a su eje, provisto de una garganta en la que se articula un elemento de tracción (cuerda, cadena, etc.). En uno de los extremos de la cuerda se sitúa la resistencia y en otro se ejerce la potencia ([figura 12.23](#)). Este dispositivo se llama polea simple, y su VMI vale 1, ya que los valores numéricos de potencia y resistencia son iguales.

La polea simple es de gran utilidad en fisioterapia, porque nos permite cambiar la dirección de la potencia; por ejemplo, efectuar una fuerza muscular que puede actuar en cualquier dirección, para contrarrestar la acción de un peso. En cinesiterapia se utiliza casi siempre la fuerza de la gravedad para actuar los sistemas de tracción.

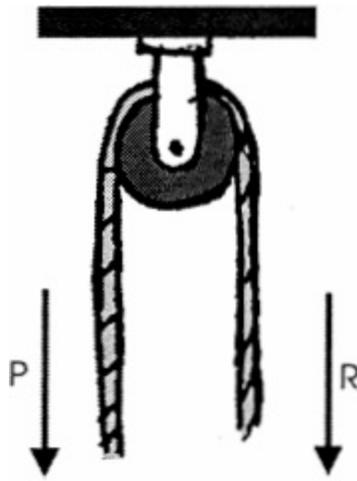


FIGURA 12.23. Polea simple.

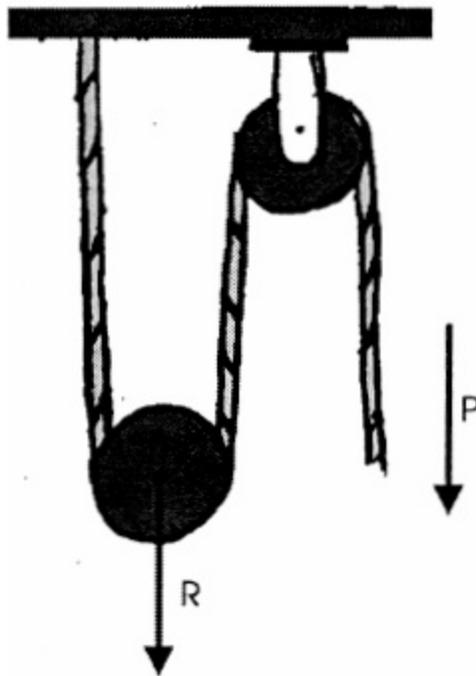


FIGURA 12.24. Polea móvil o doble.

CUADRO 12.1

Unidades del Sistema internacional utilizadas

Fuerza	N
Masa	Kg
Momento de una fuerza	Nm
Momento de inercia	Kg m ²

Trabajo, energía	J
------------------	---

CUADRO 12.2
Comparación entre fuerzas y vectores

LOS VECTORES TIENEN:	LAS FUERZAS TIENEN:
<ul style="list-style-type: none"> • Módulo • Dirección • Sentido • Punto de aplicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo • Dirección • Sentido

CUADRO 12.3
Relación entre las magnitudes de la traslación y la rotación

TRASLACIÓN	ROTACIÓN
Fuerza	Momento de una fuerza
Masa	Momento de inercia
Aceleración	Aceleración angular
Energía cinética de traslación	Energía cinética de rotación

CUADRO 12.4
Tipos de palancas

GÉNERO	SITUACIÓN			VENTAJA MECÁNICA
Primero	Potencia	Fulcro	Resistencia	Cualquier valor
Segundo	Fulcro	Resistencia	Potencia	> 1
Tercero	Fulcro	Potencia	Resistencia	< 1

Podemos formar un dispositivo llamado *polea doble* o *polea móvil* con una polea capaz de desplazarse que pende de dos cables iguales ([Figura 12.24](#)) y sobre la cual actúa la resistencia. Uno de los cables va directamente al techo y sobre el otro actúa una fuerza, a través de una polea simple. Si actuamos solamente sobre uno de los dos cables

que sujetan la resistencia, la potencia es la mitad de la resistencia, y la VMI es 2. Efectuamos una potencia que vale la mitad de la resistencia aplicada. Si, en la polea doble, invertimos las posiciones de potencia y resistencia, hacemos una fuerza que es doble de la que conseguimos, $VMI = 1/2$. Esta situación puede ser conveniente cuando queramos ejercer fuerzas grandes con resistencias limitadas.

12.6.3. El plano inclinado

El plano inclinado es una máquina simple de VMI mayor que 1, que habitualmente se emplea para elevar cuerpos ejerciendo una fuerza menor que su peso ([figura 12.25](#)). Es fácil ver que, si el trabajo necesario para subir un objeto pesado es el mismo si sube en vertical que si lo hace por el plano inclinado, se cumple:

$$(m \cdot g) \cdot h = F \cdot d$$

$$F < m \cdot g$$

En fisioterapia se utilizan camillas inclinadas para que pies y piernas soporten una fuerza menor que el peso total del sujeto.

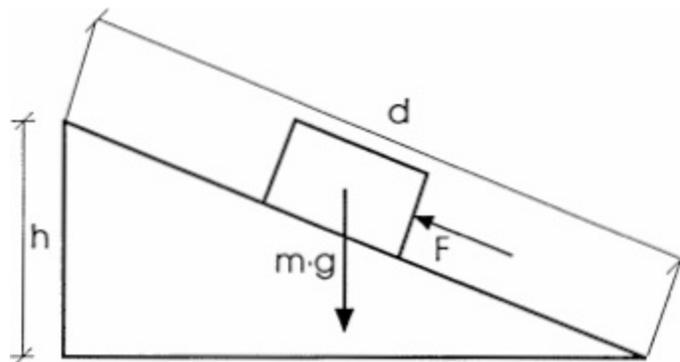


FIGURA 12.25. El plano inclinado es una máquina simple.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- CROMER, A. H.: *Física para las ciencias de la vida*. Reverté. Barcelona, 1983.
FIDALGO, J. A. y FERNÁNDEZ, M.R.: *Física general*. Everest. Madrid, 1992.
SEARS, F. W. y ZEMANSKY, M.W.: *Física general*. Aguilar. Madrid, 1981.
STROTHER, G.K.: *Física aplicada a las ciencias de la salud*. McGraw-Hill. Bogotá, 1981.

13

Cinesiterapia

Objetivos

- Conocer qué es la cinesiterapia y su evolución histórica.
- Saber qué es el ejercicio terapéutico.
- Conocer las distintas clases de terapia por el movimiento.
- Conocer qué tipo de fuerzas intervienen en el movimiento terapéutico.

13.1. Concepto de cinesiterapia

El término *cinesiterapia* viene del griego *cinesis* (movimiento) y *terapia* (curación). Es, por tanto, el conjunto de procedimientos terapéuticos cuyo fin es el tratamiento de las enfermedades aplicando al paciente una serie de movimientos, que pueden ser activos, pasivos o comunicados.

Es preciso distinguir la cinesiterapia de la cinesiología. Etimológicamente, *cinesiología* significa tratado del movimiento, y en un sentido amplio es la ciencia del movimiento, concretamente el movimiento humano en todas sus formas, deportivas, laborales, etc. La cinesiología estudia también el análisis muscular y segmental, el análisis del movimiento articular.

Nos ocuparemos solamente de la parte correspondiente a los movimientos terapéuticos, que son los que trata la cinesiterapia, estudiando sucesivamente:

- La fisiología del movimiento.
- La cinemática músculo-articular.
- El equilibrio general del cuerpo humano.

La cinesiterapia, de forma aislada o utilizada conjuntamente con otros sistemas terapéuticos, ocupa un lugar preponderante como método de trabajo en el tratamiento de muchas enfermedades, sobre todo del aparato locomotor, constituyendo una parte muy importante en la recuperación de los enfermos.

En general la cinesiterapia, según Lapierre, se dirige a:

- Lesiones o anomalías musculares.
- Deformaciones esqueléticas, sobre todo de la columna vertebral.
- Deformaciones o lesiones articulares.
- Ciertas deficiencias y enfermedades orgánicas y sus secuelas, sobre todo enfermedades del sistema cardiovascular, respiratorio, nervioso, digestivo, etc.

Todo tratamiento cinesiterápico se puede aplicar de varias formas ([figura 13.1](#)):



FIGURA 13.1. Aplicación del tratamiento cinesiterápico.

13.2. Recuerdo histórico

En las antiguas civilizaciones, egipcias, asirias, etc., nos encontramos con la práctica empírica de masajes y ejercicios con fines curativos para ciertas enfermedades. También se emplearon ejercicios para servir de preparación para la guerra.

En Grecia se le da una gran importancia al deporte, como vemos en sus célebres olimpiadas. Hipócrates usa con frecuencia, en sus escritos, la palabra “ejercicio“, que proponía utilizar para el fortalecimiento de los músculos débiles.

En Roma, dedican especial interés a los ejercicios físicos, particularmente antes y después del baño. Celso aconseja la práctica frecuente de ejercicios en el tratamiento de la hemiplejía y de las parálisis.

En el Renacimiento destaca el médico español Cristóbal Méndez, siendo el primer autor que publica un tratado sobre movilizaciones *Libro del Ejercicio*, en el año 1553. En 1573, Mercurialis publicó su obra *De arte gymnástica*, por lo que se le puede considerar como el eslabón entre la educación física griega y la moderna.

El valenciano Francisco de Amorós difundió en el siglo xix por toda Europa sus métodos de gimnasia con el *Tratado de Educación Física y Moral*

En el año 1845, Georgi sugiere la palabra *Cinesiterapia* o *Kinesiterapia*, adaptada posteriormente en la terminología médica. Uno de los que más impulso le dio a la cinesiterapia fue el sueco Ling, pues sustrajo los métodos cinesiterápicos del empirismo dominante llevándolos a una verdadera altura científica y sentando sus principios fundamentales sobre las leyes de la anatomía y la fisiología. Introdujo la utilización de

ejercicios sistematizados.

La gimnasia, para Ling, se basa en tres finalidades: la educativa, la higiénica y la terapéutica. En este sistema se encuentran ejercicios activos, pasivos y duplicados. Los activos son los que el paciente realiza por sí mismo, siguiendo las indicaciones del fisioterapeuta. Los pasivos, los que se realizan sobre el enfermo sin que éste intervenga. Los duplicados son realizados por el fisioterapeuta y el paciente conjuntamente: uno ejecuta el movimiento y el otro opone una resistencia a su ejecución.

En la actualidad se han ocupado numerosos investigadores del ejercicio en sus aplicaciones terapéuticas, sobre todo en la rehabilitación de enfermos deficitarios, constituyendo un método de trabajo habitual, perfectamente definido, estudiado y sistematizado.

13.3. Principios básicos del ejercicio terapéutico y fisiología del movimiento

Los objetivos de los ejercicios terapéuticos son:

1. Desarrollar una conciencia motora y una respuesta voluntaria.
2. Desarrollar la fuerza y elevar el umbral de la fatiga con una serie de movimientos, que deben ser: efectivos, necesarios y seguros.

Los movimientos están determinados por la acción de una serie de fuerzas pertenecientes al cuerpo humano. A éstas les damos el nombre de fuerzas interiores, que actúan oponiéndose a una serie de fuerzas antagonistas, que son las llamadas fuerzas exteriores. Los factores interiores son:

A) Fuerzas internas

Son las que actúan debido a las grandes funciones orgánicas: respiración, circulación, inervación, etc. Desarrolladas por lo tanto por el propio paciente, producen de manera inmediata el movimiento.

- *El músculo.* Motor principal del movimiento.
- *El hueso.* La palanca o biela sobre la que actúa el músculo.
- *La articulación.* Es el punto de apoyo del movimiento.

Las fuerzas internas que condicionan el movimiento están representadas por el aparato locomotor y regidas por el sistema nervioso, que realiza los desplazamientos corporales y los movimientos segmentarios.

El aparato locomotor se divide en dos partes: *sector activo*, representado por el nervio, que canaliza las sensaciones y transmite los impulsos nerviosos motores hasta el músculo, principal actor del movimiento, y *sector pasivo*, formado por huesos, articulaciones y ligamentos.

Las características principales del músculo son:

- La *elasticidad*. Es la capacidad que tiene el músculo de recobrar su forma inicial.
- La *capacidad de contracción*. Consiste en desarrollar la tensión dentro del músculo sin necesidad de acortarlo.
- El *tono*. Es la sensación de turgencia y firmeza.

Existen distintos tipos de contracción muscular. La contracción tiene como resultado invariable la producción de tensión entre los puntos de inserción del músculo, siendo ésta la propiedad fundamental de los mismos. En el [cuadro 13.1](#) figuran distintos tipos de contracción.

- *Contracción isométrica*: hay equilibrio entre la acción muscular y la resistencia. No existe variación en la longitud del músculo.
- *Contracción isotónica concéntrica*: la acción muscular supera la resistencia, aproximándose los puntos de inserción del músculo, y acortándose.
- *Contracción isotónica excéntrica*: la resistencia supera la acción muscular separándose los puntos de inserción del músculo, alargándose.

CUADRO 13.1
Distintos tipos de contracción.

TIPOS DE CONTRACCIÓN	FUERZAS	LONGITUD MUSCULAR
Isométrica	Fuerza = Resistencia	No varía
Isotónica concéntrica	Fuerza > Resistencia	Se acorta
Isotónica excéntrica	Fuerza < Resistencia	Se alarga

Las *contracciones isométricas* son estáticas, y las *isotónicas*, dinámicas.

En cuanto al nervio, decir que está formado por un conjunto de fibras nerviosas incluidas en una vaina o neurilema cuya integridad anatómica y funcional es indispensable para la producción de la contracción muscular. Las principales propiedades del nervio son la excitabilidad y la conductividad.

Cuando se presenta una lesión nerviosa que compromete la integridad anatómica o funcional, alterará la ejecución de los movimientos, traduciendo en paresias y parálisis.

Es muy útil la clasificación de Seddon que establece tres tipos de lesiones:

- *Neuropraxia*. Consiste en un trastorno benigno sin lesión anatómica, pudiendo existir parálisis pasajera.
- *Axonotmesis*. Hay una lesión del axoplasma, pero se conserva la vaina o neurilema; por tanto existe posibilidad de curación por regeneración del axoplasma hacia la periferia.
- *Neurotmesis*. La estructura del nervio ha sido totalmente seccionada, con solución

de continuidad. Este tipo de lesión no tiene curación espontánea.

B) Fuerzas externas

Están en constante oposición a las fuerzas internas. Las representa el peso de los segmentos corporales. Mantenedos fijos en una actitud o movilizados, la resistencia exterior al movimiento, la gravedad, que actúa permanentemente sobre todo el cuerpo, y la inercia, que tiende a perpetuar la inmovilidad o el movimiento.

Las *fuerzas totales*, interiores y exteriores, se enfrentan y contraponen, siguiendo con mayor o menor fidelidad las leyes físicas.

- *Peso de los segmentos corporales.* Intervienen directamente en el condicionamiento del esfuerzo muscular necesario para mantener el estado de equilibrio, una actitud o realizar un movimiento.

El peso de los distintos segmentos corporales para una persona de 70 kg será:

– Cabeza	5 Kp
– Tronco	25 Kp
– Brazos	6 Kp
– Antebrazos	4 Kp
– Manos	2 Kp
– Muslos	16 Kp
– Piernas	8 Kp
– Pies	4 Kp

- *Las resistencias exteriores.* Cualquier fuerza exterior que nosotros apliquemos a un segmento corporal, le dificulte o llegue a hacer imposible la realización de movimientos o el mantenimiento postural, construye la llamada resistencia exterior. Estas fuerzas están representadas por objetos materiales o por la acción de otro organismo humano. Se pueden encontrar en:

- El manejo de máquinas de fuerza.
- La resistencia aplicada por el fisioterapeuta.
- El transporte de cargas por el paciente.

Estas resistencias que se pueden aplicar exteriormente se manifiestan de dos formas:

- *De forma constante.* Esto es, al mantener una postura o movimiento determinado, aguantando la resistencia durante cierto tiempo.
- *De forma intermitente.* En la fase de comienzo y fin de un movimiento.

Las resistencias exteriores pueden actuar de distinto modo:

1. *Uniforme*, cuando el peso o resistencia añadidos son los mismos durante toda la ejecución del ejercicio.
 2. *Progresivamente creciente*, cuando la resistencia utilizada aumenta progresivamente a medida que lo hace la compresión o estiramiento producidos en el ejercicio (muelles o resortes).
 3. *Variable a voluntad*, en el caso de oposición humana al movimiento.
- *La gravedad*. Interviene en el equilibrio del cuerpo humano y en todos los movimientos actuando como una fuerza favorecedora o como una fuerza antagonista, representando una ayuda o una dificultad. La gravedad ejerce su acción sobre el cuerpo humano considerado en su totalidad y sobre cada segmento corporal. Existe un centro de gravedad global para todo el organismo, y unos centros particulares de cada segmento, determinando de esta forma las condiciones de su equilibrio.
 - *La inercia*. Asegura a un cuerpo en reposo la permanencia indefinida en esa situación, y a un cuerpo en movimiento la continuidad perpetua del mismo. Tenemos, por tanto, dos tipos de inercia, inercia de inmovilidad e inercia de movimiento.

13.4. Principios mecánicos

La cinesiterapia es el tratamiento por el movimiento. A la hora de realizar un estudio completo de esta ciencia, hay que tener en cuenta algunos conceptos básicos de dinámica que figuran a continuación.

- *Fuerza*. Sus propiedades son dirección, intensidad, punto de aplicación y los diferentes tipos de fuerza, que son: fuerzas que actúan en la misma dirección y sobre un mismo punto, fuerzas iguales que actúan sobre un mismo punto y en direcciones opuestas, y fuerzas desiguales que actúan sobre un mismo punto y en direcciones opuestas. La mayor parte del trabajo del fisioterapeuta se relaciona con la aplicación de fuerzas que contrarrestan, igualan o aumentan las fuerzas de la acción muscular y las de la gravedad que actúan sobre el cuerpo humano.
- *Tensión*. Sistema de fuerzas que, tendiendo a disgregar los componentes de un cuerpo, se encuentran en armonía con otras que actúan en dirección contraria, con lo que se conserva la unidad de ese cuerpo.

Con respecto a la mecánica de la posición hay que describir los siguientes conceptos:

1. *Gravedad*. Atracción que sufren todos los cuerpos con relación al centro de la Tierra. Es directamente proporcional a la masa de cada cuerpo e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos. El cuerpo humano, en virtud de lo expuesto, caería al suelo si no se le opusiera una fuerza igual o mayor que la ejercida por la fuerza de la gravedad; así, en la posición erecta es manifiesta la

- fuerza realizada por los músculos antigravitarios.
2. *Centro de gravedad.* Es el punto del cuerpo humano, dependiendo de su situación en el espacio, por donde pasa la línea de fuerza de la gravedad. La posición anatómica se halla en la proximidad del cuerpo de la segunda vértebra sacra, y es más elevado en los hombres y niños que en las mujeres.
 3. *Línea de gravedad.* Es la línea que pasa por el centro de gravedad de un cuerpo con dirección al centro de gravedad de la Tierra. En el cuerpo humano en bipedestación la línea de la gravedad pasa por el cuerpo de la segunda vértebra sacra, viniendo desde el vértice de la cabeza hasta un punto situado entre los pies, a nivel de las articulaciones tarsianas transversas.
 4. *Base.* La base de un cuerpo corresponde a la proyección vertical de dicho cuerpo sobre el plano en que está apoyado. En el cuerpo humano en supino, la base corresponde a toda la superficie posterior del cuerpo. En bipedestación, con los pies separados, corresponde a toda la superficie comprendida por los bordes externos de los pies.
 5. *Equilibrio.* Resultante de dos apuestas sobre un cuerpo que le mantiene en reposo. El equilibrio está en relación con la gravedad y la línea de la gravedad. Hay diferentes tipos de equilibrio:
 - *Equilibrio estable.* Cuando un cuerpo vuelve a su estado primitivo.
 - *Equilibrio inestable.* Cuando sobre un cuerpo con un desplazamiento inicial actúan fuerzas que aumentan ese desplazamiento.
 - *Equilibrio neutro o indiferente.* Cuando un cuerpo en desplazamiento conserva la situación y la altura de su centro de gravedad con respecto a su base.

La estabilidad del cuerpo humano es mayor en posición supina, y disminuye a medida que elevamos el centro de la gravedad y se reduce la base, como en la posición sentada y en la bipedestación.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BELLOCH, V.; CABALLÉ, C. y ZARAGOZA, R.: *Terapéutica física y radiología*. Saber. Valencia, 1971
- GÉNOT, G; NIEGER, H. y LEROY, A.: *Kinesioterapia*. Panamericana. Buenos Aires, 1991.
- KRUSEN, S.: *Medicina física y rehabilitación*. Panamericana. Madrid, 1993.
- SELIGRA, A. y ZARAGOZÁ, C.: *Manual de fisioterapia general*. Publicaciones Universitarias. Valencia, 1985.
- XHARDEZ, Y.: *Vademécum de Kinesioterapia*. Ateneo. Barcelona, 1993.

14

Gimnasio terapéutico

Objetivos

- Distinguir entre gimnasio terapéutico y no terapéutico.
- identificar los elementos que forman el equipamiento fijo y móvil.
- Conocer los distintos aparatos que se utilizan en fisioterapia y de qué forma se emplean.

14.1. Concepto y ubicación del gimnasio terapéutico

Se entiende por gimnasio terapéutico el recinto donde se pueden realizar ejercicios con pacientes con una finalidad curativa. Se practican en un local adecuado, que generalmente forma parte del departamento de rehabilitación dentro de un hospital. Este gimnasio terapéutico estará complementado por dependencias para la instalación de los apartados utilizados en otras técnicas fisioterápicas, tales como la hidroterapia, electroterapia, terapia ocupacional, etc.

La ubicación y el tamaño del gimnasio terapéutico, dentro de un hospital general o específico, constituye una de las primeras cuestiones que deben plantearse. Su planificación depende del número y tipo de pacientes, así como de la capacidad del hospital, aunque estas condiciones también se deben tener en cuenta en centros de salud y centros de atención primaria

En un hospital de unas 500 camas, las medidas aconsejables para el gimnasio terapéutico son unos 15×10 metros, al menos, de superficie, y de 3,5 a 4 metros de altura, para así evitar la sensación de enclaustramiento y mantener una circulación adecuada del aire. Conviene que tenga ventanales al exterior; el acceso como mínimo por dos puertas que tengan una anchura suficiente como para no plantear problemas a la hora de acceder con los pacientes con camillas o sillas de ruedas.

El lugar más adecuado sería la planta baja en una parte del edificio donde exista una afluencia mínima de gente, con una terraza exterior y un corredor en la parte interior que permita el aprovechamiento para la circulación y una zona de espera para los pacientes. Por desgracia, en nuestro país en numerosos casos se utilizan sótanos o semisótanos, que no son recomendables por la falta de una adecuada iluminación natural, falta de aireación

correcta y, sobre todo, la presencia de barreras arquitectónicas que dificultarán el desplazamiento de los pacientes.

En cuanto a las paredes, deberán estar pintadas con colores claros y relajantes, y tendrán instalados espejos que faciliten la impresión de amplitud. Tendrán buena iluminación, tanto en condiciones naturales (ventanas exteriores) como en elementos artificiales (preferentemente fluorescentes). Una ventilación adecuada será muy importante para conseguir unas condiciones de salubridad, combatir los olores del propio paciente y las alteraciones ambientales.

Es interesante que el suelo sea de un material antideslizante, aislante e insonorizado. El piso más adecuado será el de madera o materiales sintéticos que reúnan las condiciones adecuadas.

En un gimnasio terapéutico de un hospital no será conveniente que existan más de 10 ó 12 pacientes a la misma hora en tratamiento, y no más de 100 a lo largo de una jornada ([figura 14.1](#)).



FIGURA 14.1. Gimnasio terapéutico.

14.2. Mecanoterapia

La *mecanoterapia* es la utilización terapéutica e higiénica de aparatos mecánicos destinados a provocar y dirigir movimientos corporales regulados en su fuerza, trayectoria y amplitud.

Los primeros aparatos de mecanoterapia se utilizaron por primera vez en el año 1910 en Suecia, y fueron perfeccionados y modificados de forma que pudieran satisfacer todas las necesidades de movilización terapéutica. Sin embargo, la mayor parte de estos dispositivos primitivos fueron cayendo en desuso por la complejidad de su instalación y el gran desembolso económico que suponían. En la actualidad, los elementos y artificios mecánicos que se utilizan en los gimnasios de los servicios de rehabilitación y en el área de fisioterapia son aparatos sencillos que permiten resolver la mayoría de los problemas

de movilización activa regional o segmental. A efectos de sistematización distinguiremos dos grandes grupos de aparatos: aquellos que constituyen el equipo fijo del gimnasio, y los que forman el equipo móvil.

Al estudiar las distintas modalidades de ejercicios terapéuticos veremos el papel que representa el fisioterapeuta en una gran cantidad de ellos. El fisioterapeuta, como técnico, debe reunir una serie de condiciones para ejecutar correctamente los movimientos. Debe poseer unos conocimientos de anatomía, fisiología y biomecánica, y ha de ser hábil y a la vez experto. Por otro lado, en las distintas clases de movilización activa, es el propio paciente quien ejecuta los ejercicios, actuando el fisioterapeuta en la graduación de la asistencia o resistencia simultáneamente con el paciente. Pero dado el carácter sencillo, repetitivo y fatigoso que algunos de estos movimientos tienen para el técnico, a principios de este siglo se empezó a utilizar esta serie de ayudas y aparatos mecánicos capaces de ejecutar las distintas clases de movilizaciones.

14.3. Equipamiento fijo

Para la distribución y disposición de los aparatos, debemos considerar en primer lugar las piezas grandes que deben fijarse al suelo, que constituyen lo que denominamos *equipo fijo*. En general, estos aparatos se colocan de manera que quede el máximo espacio libre a su alrededor para su funcionamiento, evitando que estorben el paso a los demás pacientes. El equipo fijo se compone de:

- *Barras paralelas de marcha*. De una longitud de aproximadamente cuatro metros deben instalarse paralelamente a una de las paredes del gimnasio, pero a suficiente distancia de ella como para que el fisioterapeuta pueda moverse mientras camina con el paciente. Se colocará un espejo en la pared, en uno o en ambos extremos de las barras, de modo que el enfermo pueda verse deambulando. Las barras deben estar fijadas con seguridad al suelo para que no oscilen ni se muevan cuando el paciente se apoye sobre ellas, pues cualquier movimiento de las barras puede ocasionar una inseguridad que perjudique la efectividad del programa ambulatorio. Estarán montadas en vástagos verticales ajustables, a una altura variable entre 50 y 90 cm. La distancia entre ambas barras paralelas será de 50 a 60 cm ([figura 14.2](#)).
- *Plataforma con escalera y rampa*. Se instalará preferentemente en una de las esquinas del gimnasio. Esta plataforma suele consistir en dos series de unos cinco o seis escalones de distinta altura, o en una escalera y una rampa continua con las correspondientes barandillas o pasamanos a unos 90 cm sobre los escalones. La escalera y la rampa se utilizan después de la iniciación de la marcha sobre barras paralelas; de esta forma se introduce más dificultad, como son los peldaños ([figura 14.3](#)).

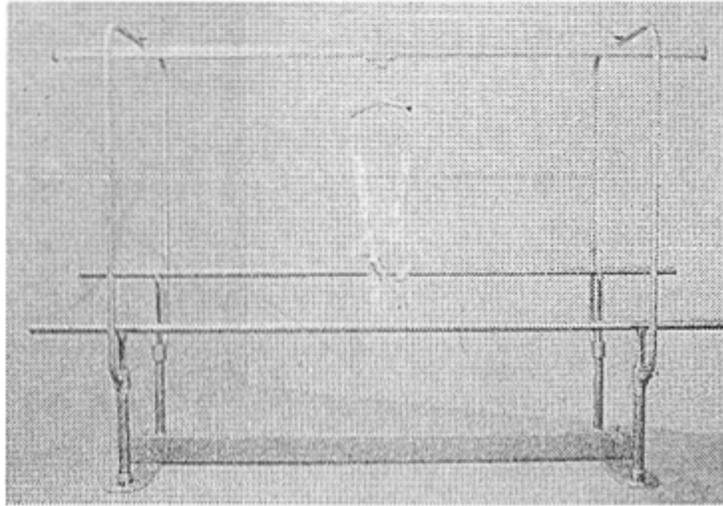


FIGURA 14.2. Barras paralelas.

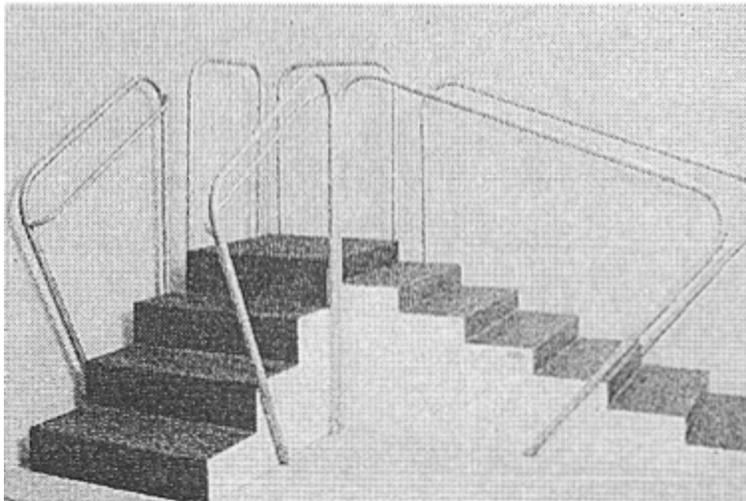


FIGURA 14.3. Plataforma con escalera y rampa.

- *Las espalderas.* Son muy necesarias en algunos tipos de ejercicios, y también pueden utilizarse como apoyo y sujeción de los pacientes en otros aparatos, aunque su uso es limitado en el gimnasio terapéutico. Por tanto bastará con una o lo más dos, adosadas a una zona que permita la utilización de colchonetas en el suelo o el apoyo de planos inclinados. Podemos efectuar en las espalderas movilizaciones de hombro, ejercicios en suspensión sobre miembros superiores para las desviaciones de raquis, etc. ([figura 14.4](#)).
- *Jaulas de Rocher.* Están formadas por cuatro planos enrejados de unos 2×2 m de superficie dispuestos en forma cúbica. Los diferentes puntos del enrejado permiten la colocación de sistemas de suspensión, poleas, muelles y pesos para las diferentes modalidades de movilización terapéutica ([figura 14.5](#)).

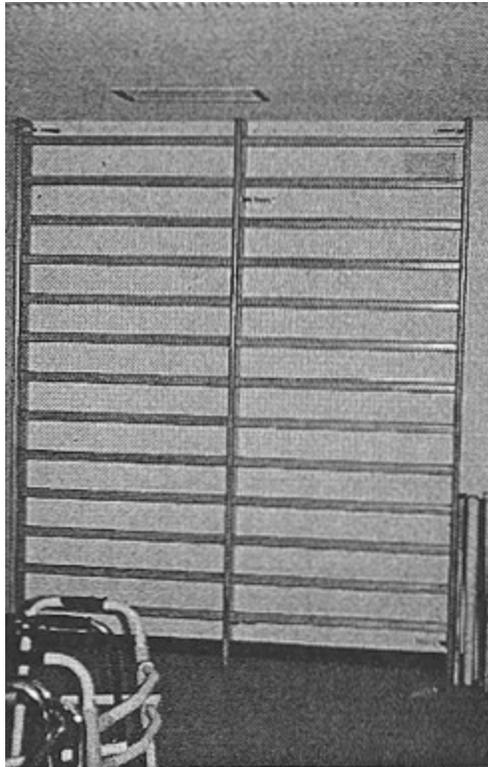


FIGURA 14.4. Espalderas.

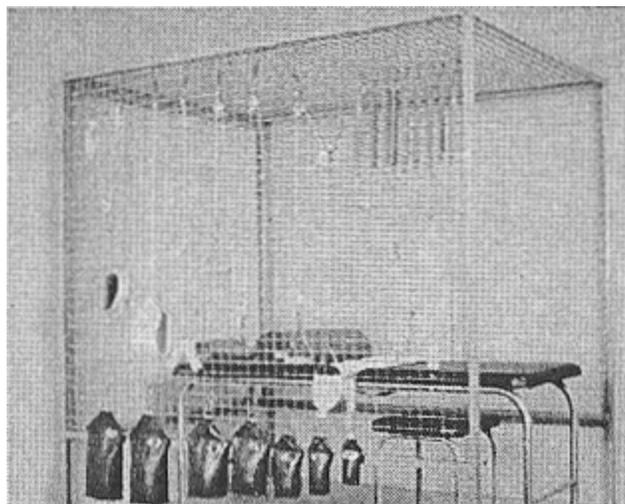


FIGURA 14.5. Jaula de Rocher.

- *Rueda o volante de hombro*. Se coloca fijo a la pared, generalmente mediante un soporte móvil que permite subir y bajar el eje de giro para adaptarlo a la altura del paciente. La manecilla colocada en uno de los radios de la rueda puede desplazarse igualmente para permitir adaptaciones al arco de movimientos que puede realizar el enfermo. Un sistema de fricción consigue variaciones en la resistencia ([figura 14.6](#)).
- *Escalera de dedos*. Este dispositivo se utiliza primordialmente para aumentar la

amplitud de movimientos en el hombro, pero puede emplearse para otros ejercicios de la extremidad superior. Consiste en un listón de unos 130 cm de largo, en el que se han cortado una serie de muescas a una distancia de 25 a 40 mm entre sí. La escalera se coloca en la pared a 75 cm del suelo en su extremidad inferior ([figura 14.7](#)).

- *Rodillos de muñeca*. Circunductores, pronadores y supinadores, también pueden ser colocados sobre la pared del gimnasio, sobre todo si no se dispone de una mesa equipada para ejercicios de mano, la cual sería preferible para el tratamiento de pacientes con incapacidad en los miembros superiores ([figura 14.8](#)).

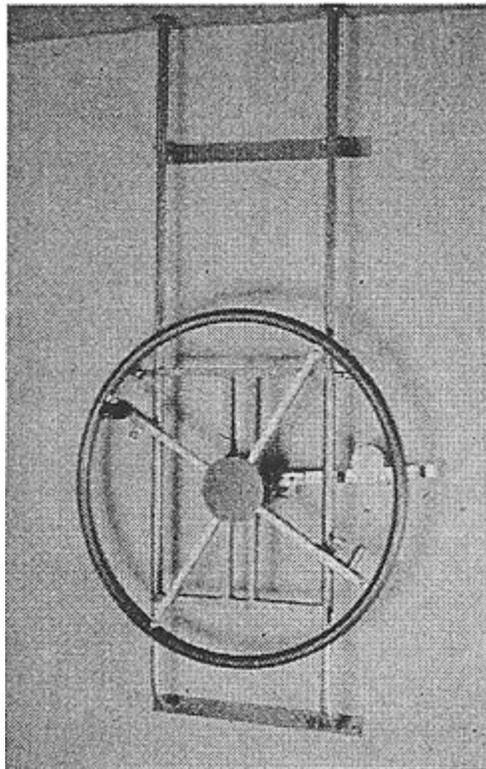


FIGURA 14.6. Rueda de hombro.

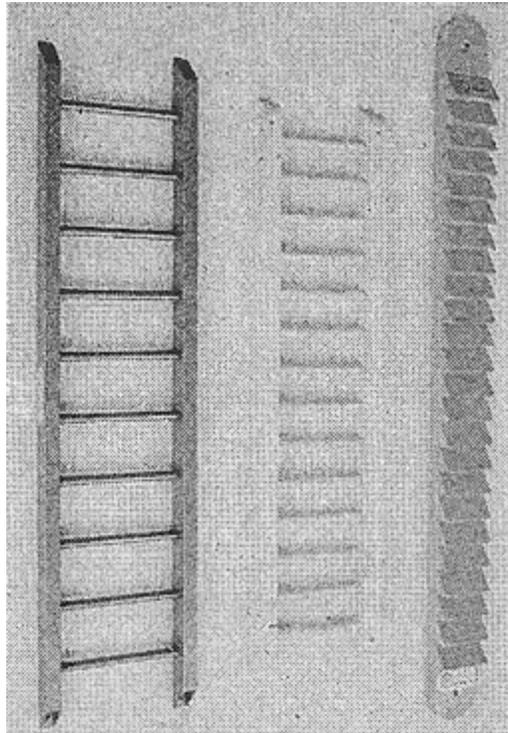


FIGURA 14.7. Escalera de dedos.

- *Poleas de pared.* Estas máquinas simples que son las poleas estarán colocadas sobre un bastidor de acero, y éste anclado sobre la pared. Se le adaptarán unas pesas para realizar ejercicios de musculatura de miembros superiores e inferiores, dependiendo de que sean sencillas, dobles o triples, y según tengan agarraderas a nivel del suelo y, del pecho o del techo ([figura 14.9](#)).
- *Aparato de tracción cervical.* Es eléctrico y estará anclado sobre la pared. Lo emplearemos cuando necesitemos elongar la porción del raquis cervical. Se utilizará para el tratamiento estático o intermitente con un tiempo de tracción y relajación variable a voluntad ([figura 14.10](#)).
- *Mesas o camillas de tratamiento.* Mesas para la recepción del paciente en los diversos decúbitos o sedestación. Deben, a ser posible, tener cabezal regulable positivo/ negativo, ruedas agujero de respiración, pie ajustable, y poder regular a distintas alturas para de esta forma el fisioterapeuta trabajar con más comodidad.

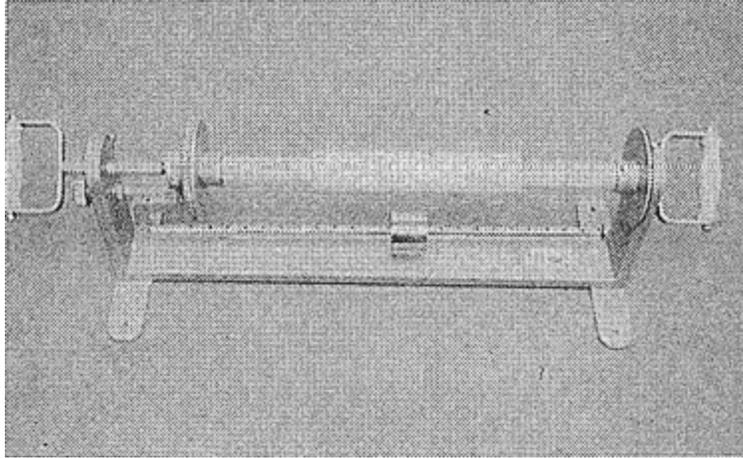


FIGURA 14.8. Rodillos de muñeca.

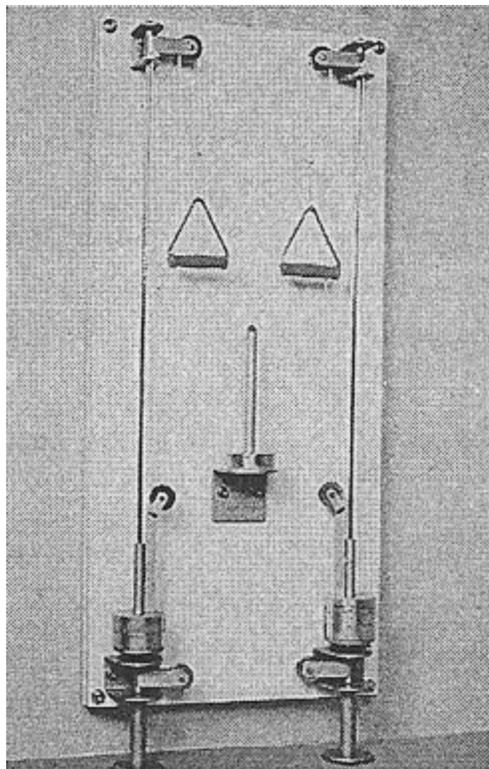


FIGURA 14.9. Poleas de pared.

- *Mesa basculante o plano inclinado.* Que se empleará en los pacientes que se pretenda verticalizar ([figura 14.11](#)).
- *Mesa con aparato completo de tracción.* Estas mesas de tratamiento están provistas de un dispositivo hidráulico o eléctrico, tienen un elevador de extremidades inferiores y unos cinturones que se emplearán para efectuar tracciones lumbares ([figura 14.12](#)).
- *Banco para ejercicio de cuádriceps.* Este banco está diseñado para la potenciación tanto de los músculos de los miembros superiores como inferiores. Al poder ponerse el brazo oscilante, bien en la parte delantera o en el centro del

banco, y extender el respaldo del asiento a continuación, se pueden hacer una gran variedad de ejercicios con los brazos o las piernas, lo mismo sentado que tumbado. En el brazo oscilante la resistencia, consigue, por mediación de las pesas y la regulación de los brazos, desplazamientos máximos o mínimos ([figura 14.13](#)).

- *Banco isocinético*. Estos bancos de tratamiento proporcionan la elección de funcionamiento en modo isocinético e isodinámico. El modo isodinámico incorpora el principio de acomodación de carga. En el isocinético, la fuerza desarrollada y la resistencia están relacionadas con la velocidad obtenida en una dirección de movimiento. Con estos equipos isocinéticos se pueden efectuar formas de trabajo isotónico, isodinámico, isocinético, isométrico y pasivo, tanto en concéntrico como en excéntrico.

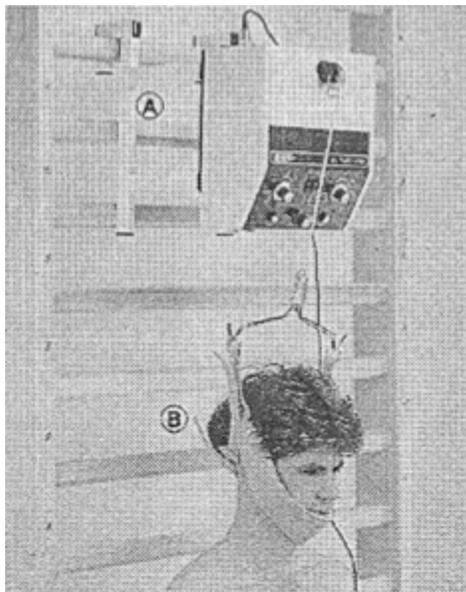


FIGURA 14.10. Aparato de tracción cervical.



FIGURA 14.11. Plano inclinado.

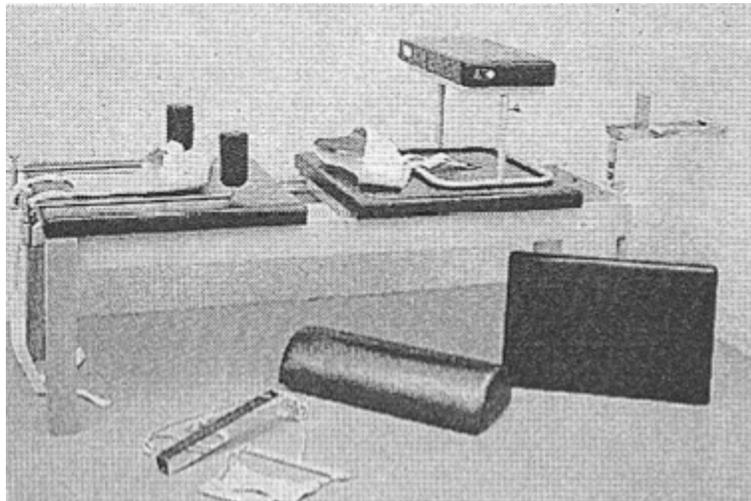


FIGURA 14.12. Mesa de tracción.

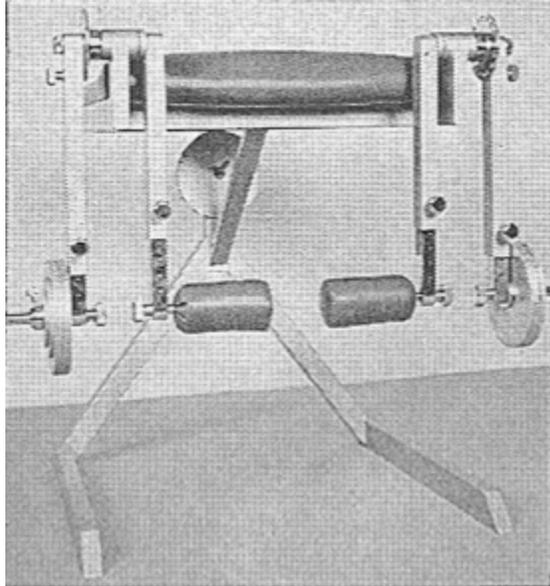


FIGURA 14.13. Banco de cuádriceps.

14.4. Equipamiento móvil

Está formado por todas aquellas piezas de fácil desplazamiento, que requieren poco espacio para la utilización o que incluso varían su posición en función del uso que se haga de ellas. Consta de los siguientes apartados:

- *Mesa de mano o mesa de Kanavel.* Está diseñada para la recuperación de las extremidades superiores. Provista de rueda de inercia con freno para la regulación del esfuerzo, tablero con tensores, prono-supinadores, juego de pelotas, y tornillos con muelles de resistencia para ejercicios de la actividad de la vida diaria. Con la posibilidad de adaptar un pedal para hacer ejercicios de flexoextensión de pie ([figura 14.14](#)).
- *Tablero para actividades de la vida diaria.* Es de madera y de tamaño suficiente para mantener adaptados al mismo tiempo una serie de utensilios domésticos que formarán parte del entrenamiento para las actividades de la vida diaria: interruptores eléctricos, grifos, enchufes, pomos de puertas, cerraduras con llavín, pasadores, etc.

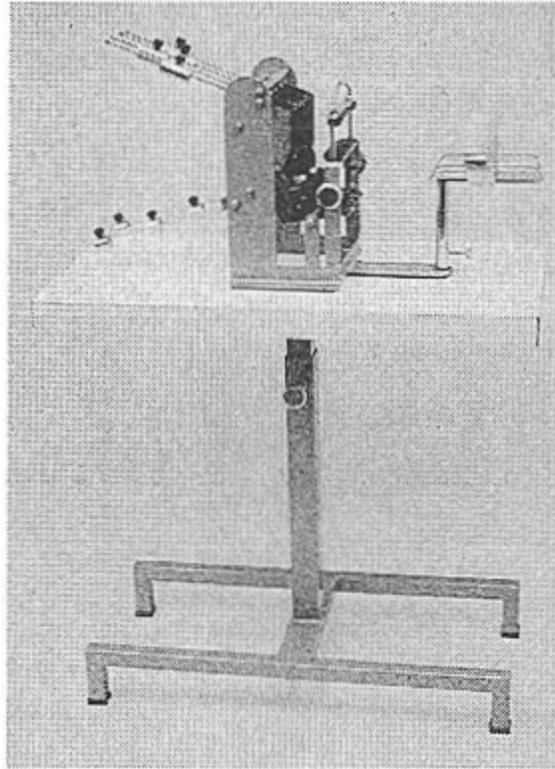


FIGURA 14.14. Meso de mano universal.

- *Bicicletas cinéticas.* Se utilizan fundamentalmente para entrenar y aumentar la resistencia de los músculos de las extremidades inferiores, así como para ganar recorrido articular de la rodilla. Además de un armazón con asiento y manillar, dispondrá de un freno de resistencia graduable y un indicador para marcar el número de revoluciones o la distancia recorrida.
- *Colchonetas.* Son una de las piezas más útiles y necesarias en el gimnasio terapéutico. Generalmente, se colocan directamente sobre el suelo, o en ciertos casos sobre plataformas, a una altura de unos 40 cm del suelo. Las dimensiones deben ser generosas, al menos de $1,5 \times 2$ m.
- *Juego de pesas.* Estarán graduadas de 1/2 a 10 kg y suelen colocarse en un soporte sobre el suelo o pared, ya que se utilizan en ejercicios de resistencia progresiva. También se deberá disponer de un juego de sacos de arena de pesos progresivos para su utilización como resistencia en los ejercicios con poleas.
- *Zapato.* Aparato especialmente concebido para el trabajo y fortalecimiento de piernas. Permite trabajar con cargas de peso distintas, únicamente añadiendo o eliminando placas. En caso de querer trabajar con una carga superior se puede acoplar una barra donde incorporar discos hasta alcanzar el peso de trabajo deseado.
- *Tablas y discos de Boheler o Freeman.* Son unos elementos del equipo móvil que se emplean para realizar ejercicios de flexo-extensión de pie, así como ejercicios de equilibrio y coordinación. Este tipo de ejercicios los puede realizar el propio

paciente con apoyo en espaldas o sin apoyo ([figura 14.15](#)).

- *Silla de ruedas*. Aparato indispensable en el gimnasio, deben ser ligeras y plegables, con soporte de apoyo para los pies, frenos y mangos posteriores para su propulsión. Servirán tanto para el transporte del paciente incapacitado dentro del hospital como para el aprendizaje y experiencia de los pacientes que vayan a necesitarlas permanentemente.
- *Marcos andadores*. Se utilizan para el inicio de la marcha tras la etapa de entrenamiento de la misma en las barras paralelas. Tiene cuatro apoyos rectos y rígidos, y está construido con materiales ligeros, graduables en su altura ([figura 14.16](#)).

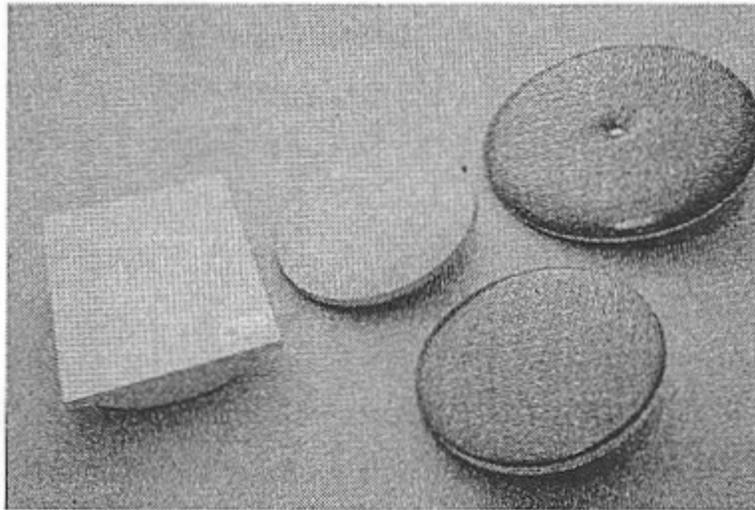


FIGURA 14.15. Disco de Freeman.

- *Bastones y muletas axilares*. Estos elementos difieren unos de otros en el apoyo, pues mientras que los bastones se apoyan en el antebrazo, las muletas tienen su apoyo en la axila. Ambos son graduables en relación a la altura del paciente, y constituyen un paso posterior de entrenamiento al que se efectúa con el marco andador, pues con los bastones y muletas el enfermo tiene más autonomía ([figura 14.17](#)).

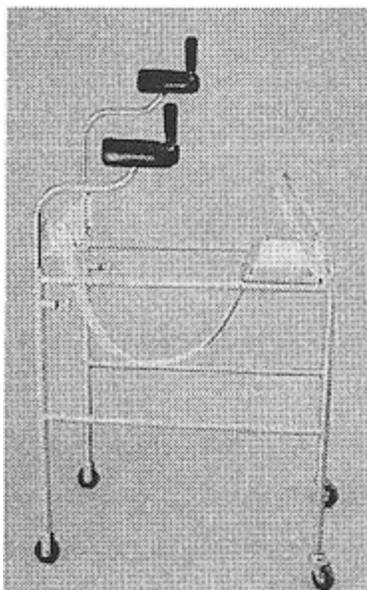


FIGURA 14.16. Marcos andadores.

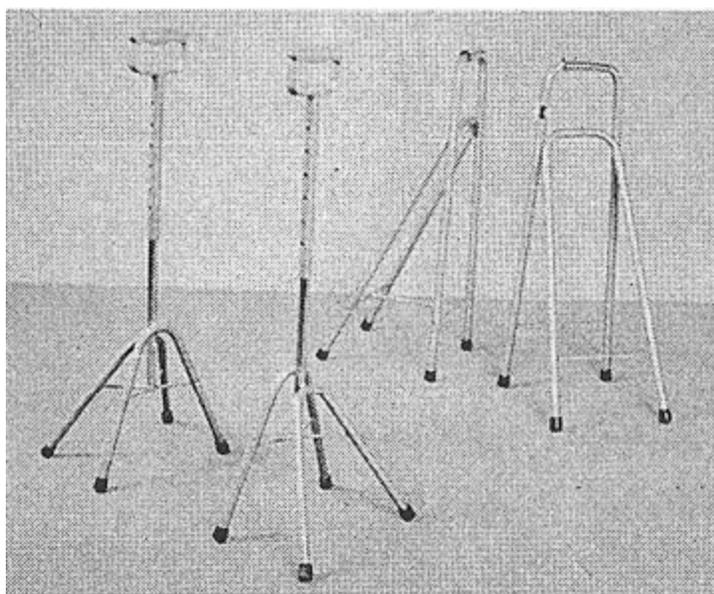


FIGURA 14.17. Bastones y muletas axilares.

Sin duda, todo lo expuesto hasta aquí no termina la lista del equipo que puede utilizarse en un gimnasio terapéutico de un centro o de un servicio de rehabilitación, pero en la actualidad podemos decir que ningún gimnasio contiene todo el equipo que se fabrica y se necesita.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

LICHT, S.: *Terapéutica por el ejercicio*. Salvat. Barcelona, 1970.

SELIGRA, A. y ZARAGOZÁ, C.: *Manual de Fisioterapia General*. Publicaciones Universitarias. Valencia, 1985.

15

Reposo y relajación

Objetivos

- Conocer los principales efectos fisiológicos de la relajación, así como sus indicaciones en relación a la fisioterapia.
- Identificar su inclusión en los programas de cinesiterapia.
- Analizar las posiciones básicas.
- Conocer la técnica básica de relajación.
- Valorar los principales métodos de relajación.
- Analizar la relajación conseguida a través de otros procedimientos fisioterápicos.

15.1. Reposo, relajación y cinesiterapia

El ser humano, como todos los animales, tiene la necesidad de reposar tras periodos de actividad y relajar la tensión que la misma provoca en las estructuras orgánicas. Durante estos periodos de reposo, los sistemas de reparación del organismo entran en marcha (el máximo exponente en este sentido es el sueño), y procuran la adecuación óptima para continuar con la actividad diaria.

Pero no a todas las personas les resulta fácil relajarse, máxime si deben continuar con la actividad posteriormente. Así, es posible encontrar zonas relativamente contracturadas y otras con menos tensión, situación que a veces se cronifica, con las consiguientes alteraciones en la movilidad, aparición de dolor variable, alteraciones en la sensibilidad, etc. Esta situación puede afectar a ciertas funciones, como la respiración y la circulación, y en ocasiones incluso al funcionamiento de determinados órganos. De ahí la importancia de emplear la relajación como medio de ayuda para recobrar el equilibrio orgánico, devolviendo la armonía a las funciones y sistemas.

15.1.1. Efectos fisiológicos del reposo y la relajación

Se conoce como *reposo fisiológico* la descontracción después de un esfuerzo muscular. Es una fase, por otro lado, indispensable para la recuperación tras el ejercicio y

para la correcta reanudación posterior de la actividad física.

Durante la fase de contracción, el músculo utiliza energía y oxígeno, y se acumulan productos del metabolismo que son retirados por el torrente sanguíneo, fundamentalmente durante el periodo consecutivo de reposo, a raíz del aumento del flujo sanguíneo intramuscular.

A grandes rasgos los principales efectos fisiológicos de la relajación son los siguientes:

- Atenuación de los reflejos.
- Descenso del tono muscular.
- Vasodilatación y aumento de la temperatura cutánea en general.
- Descenso de la tensión arterial, frecuencia cardíaca y respiratoria.
- Aumento del volumen pulmonar y mejor intercambio de gases (oxígeno y anhídrido carbónico).
- Descenso de cortisol (hormona del estrés).
- Mejora del tránsito gastrointestinal.

15.1.2. Aplicación en las técnicas cinesiterápicas

Resulta muy conveniente relajarse durante y tras la sesión de cinesiterapia (sobre todo si se aprecian tensiones en la zona tratada), ya que a veces el paciente tiende a “defenderse” frente a una maniobra que cree o percibe como dolorosa. Por tanto, se intercalarán periodos de reposo, que variarán según las técnicas empleadas. Si con ello no se consigue disminuir esa tensión, será necesario emplear un método más específico.

Clásicamente, la aplicación de una movilización pasiva o activa se divide en 4 tiempos: T_1 (recorrido de ida), T_2 (mantenimiento), T_3 (regreso a posición inicial) y T_4 (reposo). Sin entrar en detalles concretos, y en términos generales, el periodo de reposo (T_4) suele ser de duración mínima igual a la duración total de los otros tres ($T_1 + T_2 + T_3$).

En técnicas cinesiterápicas funcionales como la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) se emplea sistemáticamente el reposo a fin de evitar la aparición de actividad muscular en grupos no deseados, a la vez que, al relajar estos músculos (antagonistas), se favorece la contracción de sus contrarios (agonistas) en un movimiento deseado (véase apartado 15.4.1). En ciertas afecciones neurológicas se emplean técnicas destinadas a normalizar el tono muscular, con el objetivo evidente de acercarlo a un estado más similar al normal, facilitando así la reeducación posterior.

Cuando se habla de fortalecimiento muscular no sólo se piensa en los periodos de resistencia, sino también en los de reposo, tan importantes como los primeros para una adecuada aplicación del método elegido. Ante la gran variedad de estos métodos, cabe citar a modo de ejemplo que en el *método de Troisier* (método estático) a cada contracción de 6 segundos le sigue un periodo de reposo de igual duración. Idéntico criterio se emplea en el *método de Dotte* (dinámico).

15.1.3. Posiciones básicas

Para colocar al paciente en situación de reposo existen tres posiciones fundamentales:

- *Decúbito supino.* Colocación de pequeños cojines bajo la cabeza, huecos poplíteos y región lumbar. Miembros superiores a lo largo del cuerpo. En caso necesario las caderas y rodillas se pueden flexionar apoyando las piernas en un taburete.
- *Decúbito prono.* Pequeños cojines bajo caderas y cara anterior de las piernas. Cabeza girada lateralmente. Miembros superiores a lo largo del cuerpo o en abducción de 90° con rotación externa de hombro y codos flexionados.
- *Decúbito lateral.* Mantener el cuello alineado con el tronco. Los miembros superior e inferior opuestos a la superficie de contacto se apoyan sobre una almohada colocada por delante del tronco y del miembro inferior de contacto respectivamente.

Las posturas básicas de relajación son:

- Sentado con la cabeza y espalda apoyadas en el respaldo. Pies en el suelo. Antebrazos apoyados.
- Sentado sin apoyar la espalda (por ejemplo en un taburete), con raquis algo flexionado.
- Supino con miembros superiores a lo largo del cuerpo y algo separados, y los inferiores extendidos, algo separados y con una leve rotación externa de caderas.

No obstante, existen muchas variaciones en cuanto a las posiciones para aplicar las técnicas de relajación, en especial en las técnicas orientales, pudiendo variar desde sentado sobre un taburete bajo, arrodillado, decúbito prono, y muchas otras, como las empleadas en el yoga. Cuando se recurre a la hidroterapia como facilitadora de relajación, las posiciones se adaptarán a la particularidad de este medio.

En todo caso, conviene no se puede llevar a cabo una relajación eficaz si el sujeto no está cómodo y distendido, tanto física como psíquicamente. Lo ideal es un lugar tranquilo, sin demasiada luz y con temperatura adecuada. El complemento será usar ropa cómoda, que no oprima.

15.1.4. indicaciones de la relajación

A nivel general se emplea en ciertas afecciones respiratorias, reeducación cardiovascular, neurología, traumatología y reumatología. Asimismo, están muy indicadas para combatir la ansiedad, estrés, hostilidad, exceso de tensión muscular, espasmos musculares localizados, fatiga, cansancio y como coadyuvante en el tratamiento del dolor muscular, fundamentalmente a nivel del raquis.

En definitiva, las técnicas de relajación son un complemento indispensable de la cinesiterapia en muchas de las afecciones tributarias tratadas por ésta.

15.2. Procedimiento básico de relajación

Este procedimiento de relajación está fundamentado en el *método* descrito por *Jacobson*, si bien con algunas diferencias. En este último caso se comienza por la frente y resto de la cara y se concluye con el tronco. En la técnica básica se inicia desde los dedos de los pies, finalizando en el rostro.

Por otro lado, se incluyen las sensaciones de pesadez y calor, descritas en el *método de Schultz*. En cuanto a las técnicas respiratorias se emplea la acción del diafragma o la respiración nasal alterna (15.3.4). No obstante, el procedimiento a seguir es el de “tensar-destensar”. Lo esencial es dirigir la atención a nuestro interior.

Realización: el sujeto en decúbito supino (si hay molestias lumbares se flexionan las rodillas y se apoyan los pies) sobre una base firme. La secuencia de tensión-distensión es disto-proximal según el siguiente esquema: miembros inferiores, tronco, miembros superiores y cabeza. Tras unos segundos de tensión, se destensa y se sentirá la zona muy pesada, como si se hundiera en la superficie de apoyo, a la vez que se visualiza como si se calentara (“me siento cada vez más relajado y cálido”). Por supuesto, no se puede olvidar de una correcta respiración, dirigiendo el aire inspirado nasalmente a la zona inferior del tórax, reteniéndolo unos segundos y espirándolo suavemente, sin forzar, por la nariz.

La duración total será de 10-15 minutos, aunque al principio es menor hasta que se consiga dominar la técnica. El entrenamiento puede continuar variando las posiciones del sujeto. Con el tiempo, incluso se conseguirá la relajación sin necesidad de tensar los músculos previamente.

Si se necesita relajar la tensión de una forma rápida estando en bipedestación se puede realizar el siguiente ejercicio: mientras se inhala el aire por la nariz lentamente, se coloca el sujeto de puntillas contrayendo además los glúteos, abdomen, puños, hombros y músculos faciales. Mantener el aire unos segundos y luego espirar lentamente destensando todos los músculos. Repetir el proceso unas 5 veces.

15.3. Métodos de relajación

Tal como los definió Durando de Bousingen (1968), los métodos de relajación son “procesos terapéuticos, bien definidos, con el objetivo de obtener una decontracción muscular con ayuda de los ejercicios apropiados”.

Aunque las técnicas más antiguas en este campo se remontan a épocas anteriores a nuestra era (China, Egipto, India, Grecia), no ha sido hasta fechas relativamente recientes que en occidente se configuraron dos grandes métodos fundamentales, desarrollados casi al unísono. Éstos son los de Schultz y Jacobson.

De ellos surgieron, en la mayoría de los casos, toda una serie de modificaciones que han dado lugar a un abanico amplísimo de métodos, tal como se observa en la [figura 15.1](#).

Las técnicas orientales proceden de una línea de pensamiento sensiblemente diferente. No obstante, la influencia del pensamiento oriental se ha dejado sentir en grado variable en muchos de los métodos que hoy en día se conocen.

Concluyendo, se podrían clasificar las técnicas de relajación en tres grupos:

- Técnicas fundamentalmente “mentales”: por ejemplo meditación trascendental y Método Benson.
- Técnicas basadas en “tensar-destensar”: por ejemplo, Jacobson.

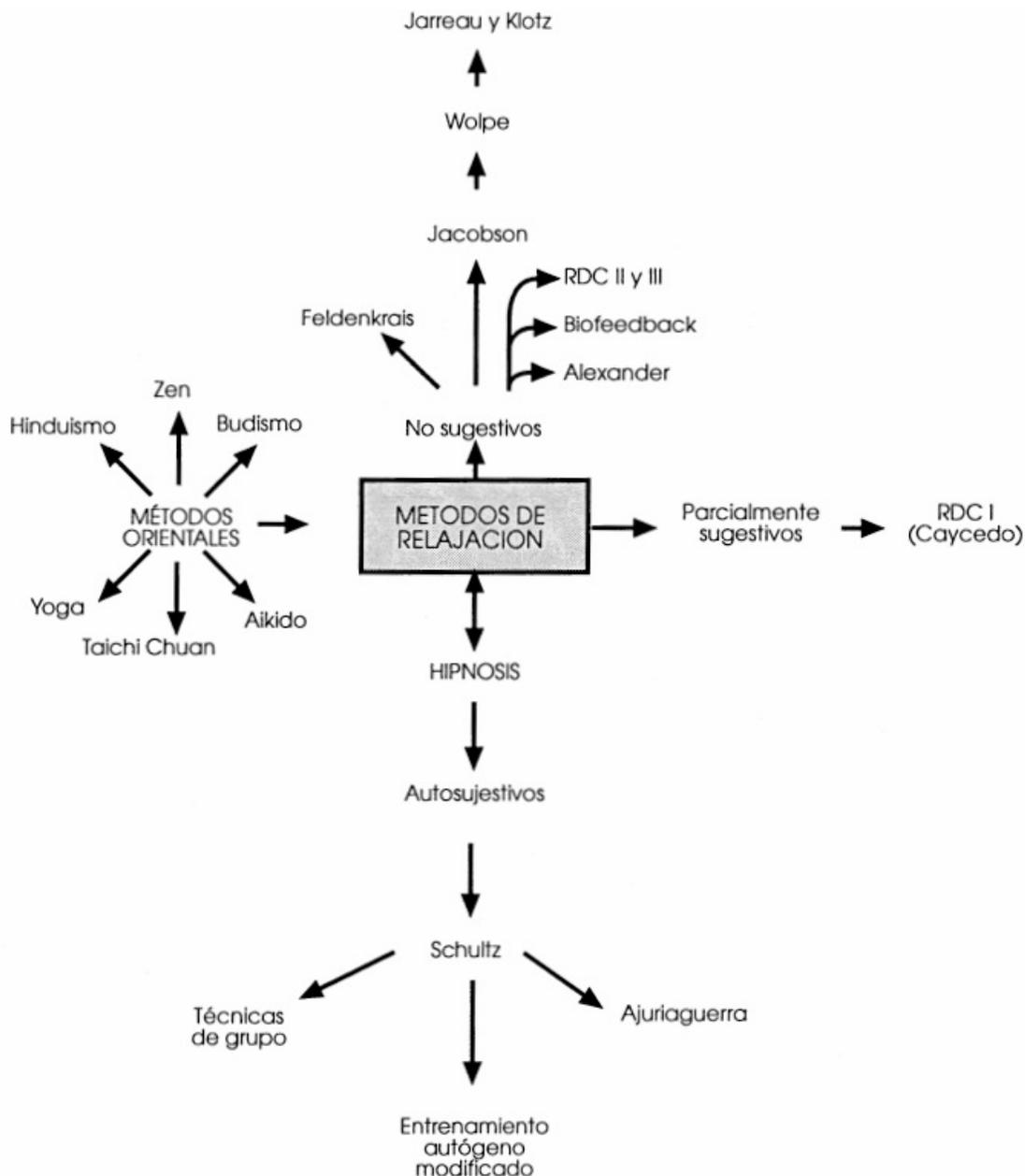


FIGURA 15.1. Métodos de relajación más usados (Maupas, 1988).

- Técnicas basadas en la “imagen del cuerpo”: por ejemplo, Schultz y Método Alexander.

Existen otros procedimientos fisioterápicos que entre sus posibilidades terapéuticas poseen efectos relajantes, como ciertas técnicas de FNP, hidroterapia, respiración, masoterapia y electroterapia (*Biofeedback*). Éstas las describiremos en el apartado 15.4.

15.3.1. Método de Schultz

Conocido también como *entrenamiento autógeno* busca fundamentalmente enseñar al cuerpo y la mente a responder de forma eficaz a la necesidad fisiológica de relajarse, devolviendo así al organismo a una situación de equilibrio.

Ante hechos estresantes, el sujeto puede responder con tensión muscular, contracturas y dolor a nivel sobre todo de la espalda y cuello, fatiga, cansancio, depresión, angustia, etc. Por ello, este método podrá contribuir además a mejorar la regulación orgánica y el rendimiento, así como disminuir el dolor.

El entrenamiento autógeno de Schultz se estructura en tres ciclos, de los cuales emplearemos el primero (ciclo inferior), basado en ejercicios de relajación general y normalización funcional. Este primer ciclo se ordena en seis etapas progresivas: sensación de pesadez, sensación de calor, normalización cardíaca, regulación respiratoria, regulación de órganos abdominales y descenso de flujo sanguíneo en la cabeza.

Recordar que es necesario efectuar una anamnesis previa lo más completa posible. Antes de iniciar el entrenamiento el sujeto debe repetir mentalmente “estoy totalmente tranquilo”. Después recibe una orden verbal específica dirigida a una zona concreta y, sin perder la concentración, la repetirá internamente, hasta cuatro veces cada orden. Si es necesario, se añadirán imágenes mentales relacionadas. En ocasiones aparecen “sensaciones extrañas” (hormigueos, sensación de corriente eléctrica, ligero dolor, etc.), normales y que desaparecen con la progresión del método.

En base a este programa es lógico comprender que el aprendizaje sea progresivo y lento, extendiéndose, hasta varios meses, con repeticiones diarias.

La secuencia para cada etapa será:

- *Sensación de pesadez.*
 1. Miembro superior dominante; por ejemplo, “mi brazo derecho está pesado”.
 2. Miembro superior contrario, siguiendo con el supuesto anterior, “mi brazo izquierdo está pesado”.
 3. Ambos miembros superiores “mis brazos están pesados”: Idéntica secuencia para los miembros inferiores. Por ejemplo, “mi brazo derecho está pesado”.

- *Sensación de calor.* Se van alternando una orden de sensación de pesadez con una de sensación de calor. Posteriormente se dan ambas en una misma orden (ver ejemplos). La secuencialidad es la misma que antes (1° miembro superior dominante, etc.). Por ejemplo, “mi brazo derecho está pesado“, “mi brazo derecho está caliente”.
- *Normalización cardiaca.* Si es difícil la percepción de los latidos en la posición de sentado, pasar al decúbito supino y colocar una mano sobre la zona cardiaca. Repetir: “mis latidos son correctos y tranquilos”.
- *Regulación respiratoria.* “Siento que todo mi cuerpo respira”.
- *Regulación abdominal.* “Mi plexo solar irradia calor”.
- *Descenso del flujo sanguíneo en la frente.* “Mi frente está fresca”. No debe durar demasiado, por posible lipotimia.

Varios métodos posteriormente han completado éste de Schultz, como hace E. Coué, incluyendo “afirmaciones positivas” (por ejemplo, “cada día me siento mejor”).

15.3.2. Método de Jacobson

Conocido también como *relajación progresiva* (1929), se basa en la idea de que ante la angustia y la ansiedad algunos músculos se tensan. Si pudiésemos identificarlos podríamos relajarlos, pero para ello debemos ser capaces de sentir esa tensión localizada, diferenciándola claramente de la sensación de no tensión, es decir, de relajación.

Pero no sólo se puede actuar sobre una tensión existente, sino que podemos evitar su aparición ante situaciones que puedan desencadenarlas en un sujeto concreto, aplicando este método antes, durante y después de las mismas.

La posición ideal al principio es sentado, con la cabeza y la espalda apoyadas ([figura 15.2](#)). La metodología hay que seguir es: tensar al máximo cada zona durante unos 5 segundos, notando esta sensación, y posteriormente destensarla, concentrándose entonces en la nueva sensación, durante al menos 15-20 segundos, inclusive dirigiendo, mensajes internos en tal sentido. En zonas de mayor tensión se puede insistir varias veces. Las otras zonas que no intervengan deben permanecer lo más relajadas posibles.

Lógicamente, se debe complementar el programa de relajación con ejercicios de respiración, que describiremos más tarde.

La secuencia propuesta se puede estructurar en:

- *Cara.* Siete ejercicios: arrugar la frente, cerrar los ojos, encoger la nariz, tensar los labios contra los dientes, arrugar los labios como para soplar, empujar la lengua contra el paladar, y apretar los dientes. Al principio puede ser útil colocarse frente a un espejo.
- *Cuello.* Cada cara por separado.
- *Miembro superior.* Flexión hombro 90°, codo extendido, antebrazo pronado y

- puño cerrado. Alternar ambos miembros superiores.
- *Miembro inferior*. Flexión dorsal del tobillo con extensión de rodilla. Alternar ambos miembros inferiores.
 - *Espalda*. Flexión de tronco con hombros extendidos y codos flexionados. Contraer la musculatura posterior del raquis. En caso de afecciones severas del raquis no acentuar la tensión mucho.



FIGURA 15.2. Posición ideal.

- *Tórax*. Comprimir el pecho.
- *Abdomen*. Tensar y endurecer el abdomen.

Tal y como se dijo anteriormente es necesario complementar este método con técnicas respiratorias. Para ello, tras una inspiración profunda, espirar lentamente “visualizando” cómo el cuerpo se relaja progresivamente, zona a zona, siguiendo el orden anteriormente descrito. Con el control del método, es posible relajar los músculos sin necesidad de tensarlos, salvo zonas muy concretas en las que tal vez se necesite insistir.

Otros autores se han basado en este método para sugerir alguna variación, como Wolpe, que propone un programa de aprendizaje más rápido. Este autor incluye como

variación más significativa la inclusión de ejercicios fonales, y señala que en ciertas personas la distensión en alguna zona concreta acrecienta una relajación aún mayor en el resto del cuerpo. Por otro lado, Jarreau y Klotz proponen su metodología basándose fundamentalmente en el método de Jacobson, aunque algo también en Schultz. Principalmente, la particularidad de su propuesta estriba en, una vez conseguido el control de relajación deseado, realizar actividades de la vida diaria manteniendo esa relajación, como por ejemplo, leer, escribir, etc.

15.3.3. Otros métodos de relajación

Se pueden destacar entre otros los siguientes: el de entorno de Alexander, el de la sofrología y relajación dinámica de Caycedo, el de la relajación psicoterapéutica de Ajuriaguerra o el de Nezieres.

A) Entonta de G. Alexander

Realmente este método no sólo se encuadra dentro de los propios de relajación, sino dentro de los de toma de conciencia corporal (postura), funcionalidad respiratoria, etc. En principio no priva al sujeto de informaciones sensoriales, sino que mediante una serie de procedimientos (contacto, voz, posturas, movimientos, etc.), pretende que éste tome conciencia de su actitud, para poder llegar a emplear sólo la tensión muscular necesaria, y no más. Un campo de acción importante es el de antiguos pequeños traumatismos que nos han dejado “marcados” sin que realmente tengamos conciencia de tal hecho. En definitiva, el método busca devolver al sujeto su imagen de unidad, ya que una alteración en un aspecto o zona puede acarrear alteraciones en otra. Solo un enfoque integral del ser humano puede entender este concepto y aplicarlo. El método se aplica inicialmente de forma individual, para posteriormente hacerlo grupal.

B) La sofrología y relajación dinámica de Caycedo (RDC)

La sofrología reconoce, en el ámbito de la conciencia (integración de todas las funciones propias del ser humano), las diferencias entre los niveles cuantitativos y los estados cualitativos de la misma. Es un procedimiento que, derivando originalmente de la hipnosis, de conceptos empleados por Schultz y Jacobson, e ideas inspiradas en ciertos métodos orientales, fue elaborado por Alfonso Caycedo en el año 1960. Posteriormente elaboró los tres grados de la Relajación Dinámica. En pocas palabras, la sofronización tiende a modificar el tono muscular y los niveles de conciencia, llegando a lo que Caycedo denomina *nivel sofroniminal*. Para facilitar el acceso a este estado, el terapeuta utiliza un tono de voz suave, lento y monocorde (*terpnos logos*). Asimismo, el sujeto se concentrará mentalmente en una imagen agradable. Gracias a conceptos que Caycedo incorporó de métodos orientales, de la India y Japón, nació la Relajación Dinámica. Ésta

comporta tres grados, el primero de los cuales (RDC I) comporta ejercicios respiratorios, movimientos rítmicos y de relajación. Para facilitar la respiración nasal, aconseja utilizar un lavado previo con solución salina a temperatura ambiente de las fosas nasales. El segundo (RDC II) se centra fundamentalmente en técnicas respiratorias, fundamentalmente budistas. El tercero (RDC III) tiene una íntima relación con la meditación zen japonesa. En fisioterapia, donde fundamentalmente se emplea la RDC I, encuentra aplicación en afecciones de tipo cardiaco, respiratorio (trabajos especiales realizados por Courchet), preparación al parto, pediatría, reumatología, dolores musculares sobre todo en raquis, medicina deportiva, amputados, neurología, etc.

C) Relajación psicoterapéutica de Ajuriaguerra

Este método procede inicialmente de los descritos por Schultz y Jacobson, junto con ciertos aspectos del procedimiento psicoterapéutico. La sesión se desarrolla empleando las instrucciones propias del Método Schultz (pesadez, calor, etc.) junto con los propuestos por Jacobson (tensión-destensión muscular, tomando conciencia del tono mínimo en la relajación frente al tono elevado de la contracción). También sugiere utilizar movilizaciones con contacto suave y mantenido de las extremidades. La duración de las sesiones se puede extender durante aproximadamente 30-45 minutos. El sujeto se colocará preferentemente tumbado, y debe realizar una serie de estiramientos antes de incorporarse. En resumen, la aplicación del método pasa por la fase de obtención del tono muscular disminuido y posterior control de este tono mínimo. Así se tomará conciencia de las diferentes reacciones del tono muscular según cada momento, adoptando la actitud correcta que ha llegado a aprender, y evitando las que puedan resultar perjudiciales. El autor sugiere ser prudentes en las zonas del cuello y nuca (por ser lugar de frecuentes tensiones) y en la fase de normalización cardiaca.

D) Método Mezieres

Según su autora, el ser humano suele presentar un desequilibrio entre la musculatura anterior y la posterior, así como bloqueos respiratorios. Como consecuencia se producen alteraciones circulatorias y nerviosas. Propone estirar la musculatura posterior (espalda) y disminuir la tensión en zonas ya acortadas, realizándose estiramientos desde los pies mientras el sujeto, colocado inicialmente en decúbito supino, mantiene una contracción isométrica. Se debe acompañar de técnicas respiratorias sin bloqueo del aire. Es posible adoptar otras posturas en progresión. Una modificación de este método ha dado lugar a la *Reeducación Postural Global* (RPG), propugnada por Souchart. Según este autor, las tensiones van a provocar una serie de alteraciones como bloqueos, hiperlordosis, etc.

E) Otros métodos

De modo muy resumido se comentan algunos de los diversos métodos que tienen

acción sobre la relajación de la tensión muscular, entre otros muchos efectos terapéuticos.

- *Rolfing*. La clave está en conseguir el equilibrio entre los diversos grupos musculares, en función de la acción que la gravedad ejerce sobre nosotros. Se actúa pues alineando el cuerpo en el plano vertical, además de liberar la respiración. Por todo ello, además de luchar contra problemas dolorosos y tensiones musculares, el sujeto ve reforzada su autoestima y confianza.
- *Feldenkrais*. Busca, como otros muchos métodos, que se adquiera la conciencia del cuerpo como un todo. De cómo nuestra actitud en la vida diaria nos provoca tensiones y molestias, siendo por ello necesario encontrar el tono muscular adecuado. Los movimientos que se sugieren son suaves, sin forzar, y realizados lentamente. Por lo tanto, se logrará un cierto estado de relajación, pero nunca a través de tensión muscular. Según el Dr. Feldenkrais, “debemos encontrar hábitos más adecuados y funcionalmente cómodos para cada uno”.
- *Técnica de Alexander*. No se debe confundir con el método Alexander (Eutonía de G. Alexander). Esta técnica fue ideada por M. Alexander, y es realmente un procedimiento de educación de la conciencia del esquema corporal, que puede llegar a modificar y adecuar la tensión muscular y, paralelamente, el estado emocional. Además de la inspección, se emplean movilizaciones dirigidas a partir de cabeza y cuello hacia todo el resto del tronco y miembros inferiores. Así los movimientos, además de ser más naturales, se realizarán con mucho menor gasto energético. Por ello, muchos dolores de cuello y espalda tenderán a desaparecer, siempre que el origen sea por una postura y sollicitación inadecuada. También la respiración se desbloqueará, con lo que el estado general mejorará.
- *Reflexoterapia podal-manual*. Se basa en la idea de que los órganos, sistemas y estructuras del cuerpo, se encuentran referidos en ciertos puntos o zonas localizadas tanto en los pies como en las manos; por ejemplo, el raquis se localiza sobre el relieve de la cara interna del pie, desde el dedo gordo al talón; la cabeza corresponde con el dedo gordo del pie. Este procedimiento posee carácter diagnóstico (localización de zonas dolorosas a la presión) y terapéutico, mediante amasamiento zonal o presiones localizadas en las referidas áreas. En el pie, tras localizar las zonas sensibles, se comenzará con movilizaciones pasivas de todas las articulaciones, estiramiento plantar, movilización de cada dedo y amasamiento plantar, todo ello con un fin eminentemente relajante general. No olvidaremos la torsión del pie (gran poder regulador en cuanto a la tensión muscular), sobre todo si entrecruzamos los dedos de la mano con los del pie, y después torsionamos este último. En cuanto a la relajación, será conveniente presionar, coincidiendo con la inspiración, sobre el punto del *plexo solar* (perpendicular del 2º dedo, en la cara plantar del pie y también en la cara palmar de la mano en la perpendicular del 2º-3º dedo), manteniendo el aire inspirado unos segundos; al expirar, aflojar la presión. Por su efecto consensuante sobre la relajación, se presionará también

sobre las zonas reflejas de riñón y cabeza. No se olvidarán los puntos dolorosos de la persona. La duración del tratamiento será inicialmente de unos 5 minutos, e iremos aumentando progresivamente; por punto, aproximadamente 1 minuto. Normalmente 2-3 sesiones semanales.

- *Visualización creativa.* La relajación y la visualización, a la cual hemos hecho referencia en varios apartados anteriores, ayudan a mejorar la salud del cuerpo y la mente, aliviando la tensión muscular y el estrés. Siempre antes es necesario aplicar alguna técnica básica de relajación, sin olvidar la respiración. Es mucho más efectivo el visualizar situaciones agradables sin presencia humana.

15.3.4. Métodos orientales

A) Digitopuntura y Shiatsu

Ambas pretenden un efecto similar, aunque de mucho menos duración e intensidad, que la acupuntura, en la cual se insertan agujas en puntos específicos. Tanto la primera (origen chino) como la segunda (origen japonés) buscan actuar sobre la *energía* mediante presiones con los dedos u otras zonas de la mano, buscando devolver el equilibrio energético perdido. La técnica en la cual nos autopresionamos se denomina *Do-In*. La presión se mantiene unos segundos y luego cede sin perder el contacto, repitiendo de nuevo el mismo procedimiento entre tres y cuatro veces, acompañándose a veces de pequeños movimientos de fricción circular en el sentido de las agujas del reloj. A nivel específico y de acción relajante (nerviosismo, ansiedad), se recomienda presionar el punto 7 del meridiano de corazón ([figura 15.3](#)). En general los puntos de acción más relajante son los situados sobre los meridianos de *vaso gobernador* (espalda y cráneo) y *vaso concepción* (abdomen, cara anterior tórax y cara), añadiendo los puntos siguientes: 11 y 4 del meridiano de intestino grueso, 36 del meridiano de estómago, 20 del meridiano de vesícula biliar y 3 del meridiano de hígado, todos ellos bilateralmente. En la relajación de la espalda son muy útiles además las presiones sobre los puntos del meridiano de vejiga, que por esta zona corre paralelo a la columna vertebral, a ambos lados de ésta.

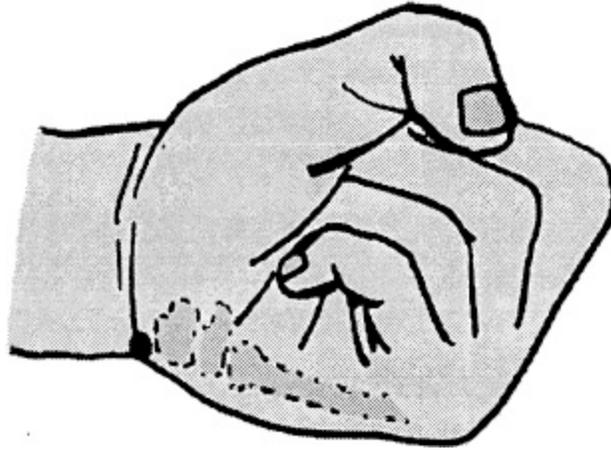


FIGURA 15.3. Presión del punto 7 en digitopuntura

B) Auriculopuntura

Esta técnica, originaria de china, se basa en la idea de que en la oreja podemos encontrar todas las zonas correspondientes al ser humano. Realmente la semejanza de la oreja con un feto en posición cefálica es, cuando menos, sorprendente ([figura 15.4](#)). Más recientemente, en Francia, Nogier estudió y diseñó una cartografía de la oreja, y propugnó su tratamiento mediante puntura o presiones y amasamiento (doblar y estirar el pabellón auditivo) de las zonas sensibles a la exploración. Un ejemplo de puntos y zonas tratadas para la ansiedad y el nerviosismo, y por tanto con efecto relajante, son los que aparecen en la [figura 15.5](#). A la hora de palpar, buscamos una zona sensible (dolor punzante), y en ella localizamos el punto más doloroso.

C) Tai Chi

Se le ha descrito como un método de meditación y relajación en movimiento. Su objetivo principal es liberar la circulación energética, sobre todo de nuestra “energía vital” (*Chi*). Consiste en una serie de posturas en movimiento continuo y enlazando unas con otras. Así el ritmo, aunque continuo, es suave y lento, combinando siempre el movimiento con la respiración. Sus efectos son comparables a los del yoga.

D) Yoga

Con su práctica, el organismo adquiere la capacidad de equilibrar sus ritmos y constantes biológicas, como la temperatura, presión arterial, frecuencia cardiaca y respiratoria, etc. Se puede decir sin temor a equivocarnos que el Yoga es una perfecta fórmula anti-estrés. Sus beneficios más significativos se obtienen con la práctica de las posturas (*asanas*) y la respiración (*pranayama*). Dentro de las prácticas respiratorias del Yoga se puede destacar la respiración lunar y la respiración alterna.

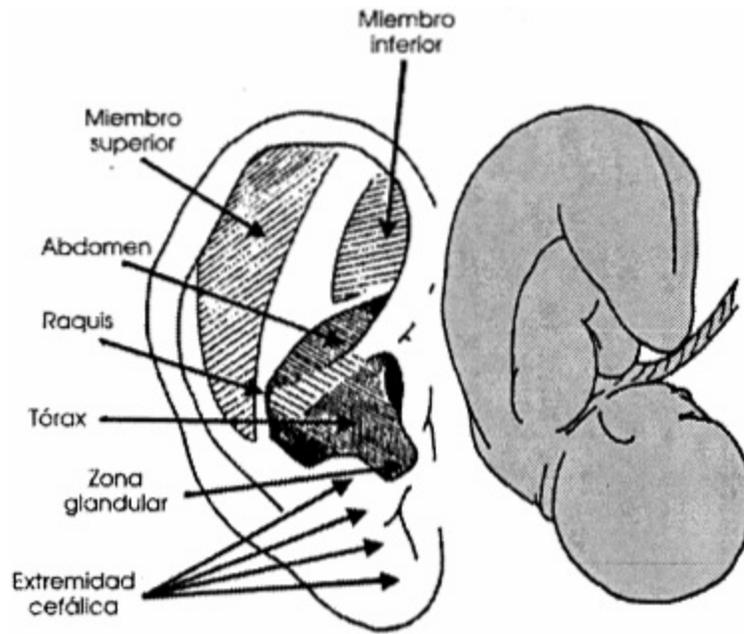
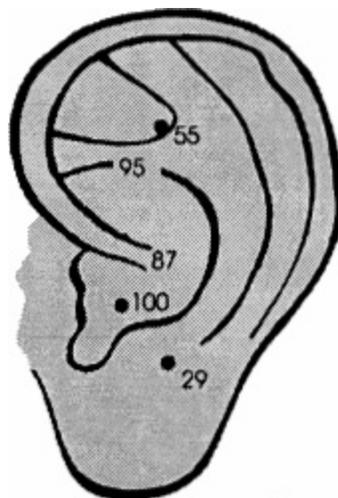


FIGURA 15.4. Semejanza de una oreja con un feto en posición cefálica.



95 = Riñón
 55 = Shenmen
 29 = Occipucio
 100 = Corazón
 87 = Estómago

FIGURA 15.5. Puntos a tratar para la ansiedad y el nerviosismo en auriculopuntura.

- *Respiración lunar.* Por ejemplo, inspirar por el orificio nasal izquierdo, mantener el aire el mismo tiempo que tardamos en inspirar, y finalmente expirar por el orificio nasal derecho. Repetir 5 veces y cambiar el orden.
- *Respiración alterna.* Inspiración siempre nasal y lentamente. Por ejemplo, inspirar por el orificio nasal derecho, expirar por el orificio nasal izquierdo, inspirar por el orificio nasal izquierdo, expirar por el orificio nasal derecho. Esta serie se repetirá unas 5 veces.

E) Meditación trascendental

Originaria de la India. El sujeto debe repetir mentalmente un sonido sin un valor concreto (*mantra*), durante un periodo de aproximadamente 15 minutos. Los efectos obtenidos son muy parecidos a los conseguidos con los otros 25 procedimientos ya descritos, si bien parece de mayor rapidez de consecución y duración temporal. Se produce por tanto una disminución del tono muscular y un aumento del flujo sanguíneo, con descenso en las frecuencias cardiacas y respiratoria y disminución del metabolismo basal. Una variante de esta técnica es la propuesta por Benson, según el cual no importa tanto el tipo de *mantra* como el hecho de la monotonía y repetición constante. Llega a proponer la repetición de la palabra anglosajona “one” (uno) e incluso frases religiosas breves. Los estudios obtenidos afirman que los efectos cardio-respiratorios son similares a los obtenidos por Meditación Trascendental, aunque aún no se conoce claramente si ocurre otro tanto con los efectos cerebrales. Tanto en un caso como en otro, el sujeto debe adoptar una situación de pasividad interna.

15.4. La relajación y otros procedimientos fisioterápicos

Para finalizar este capítulo sobre la relajación, sería conveniente hacer referencia a ciertos procedimientos fisioterápicos entre cuyos efectos se encuentra la relajación, lógicamente a diferentes niveles.

15.4.1. Relajación y facilitación neuromuscular propioceptiva

Este método, basado en la idea de funcionamiento muscular global y no aislado, nos conduce (para el objetivo que nos interesa, es decir, la relajación), gracias a sus técnicas específicas, a procedimientos que buscan reequilibrar el tono muscular disminuyendo el de los músculos hipertónicos. Ya conocemos los principios de Sherrington, según los cuales cuando un músculo se contrae sus antagonistas se relajan (inervación recíproca), y también sabemos que un músculo que se contrae fuertemente se relaja *a posteriori*.

Así, en condiciones normales, cuanto más se estimule (facilitación) un músculo más se relaja su antagonista. Basándose en esta premisa, se aplican técnicas específicas, como la de contraer-relajar, que buscan estimular el músculo limitante, hipertónico, sin dejar que se acorte más, pero sí que se contraiga, para después facilitar la actividad de su opuesto (antagonista) y por ello la relajación del primero. En estos procedimientos, al igual que en los demás de cinesiterapia, se procede a intercalar periodos de reposo de actividad muscular. En ciertos casos incluso se emplea conjuntamente con alguna técnica específica la aplicación de frío sobre la musculatura hipertónica, siempre en función de la tolerancia personal del sujeto.

15.4.2. Relajación e hidroterapia

Ya desde la antigüedad, y más recientemente a partir del siglo pasado, se ha conocido el empleo de la hidroterapia por sus efectos terapéuticos. En el campo de la relajación, la hidroterapia disminuye el estrés aumentando el grado de relajación general.

Son muchos los procedimientos hidroterápicos que podemos emplear, destacando la importancia de la natación, y más aún la flotación con los ojos cerrados, el jacuzzi y masaje con aire a presión subacuático, la sauna, los baños calientes (sobre todo si se añaden sales o aceites medicinales, como las sales de Epson, sulfato magnésico), hidroquinesiterapia en agua caliente, etc. Incluso es posible la aplicación de técnicas como la de contraer-relajar de FNP bajo el agua.

15.4.3. Relajación y masoterapia

Las antiguas culturas, sobre todo orientales, han comprendido desde siempre la importancia del tacto y por ello del masaje, en sus diversas formas, como medio de facilitar la relajación y el equilibrio del cuerpo y la mente. Valga como ejemplo la técnica de masaje que en la India las madres practican a sus hijos recién nacidos a diario por todo su cuerpo, con aceites vegetales templados, seguido de un baño.

También en occidente, a partir del siglo XIX y sobre todo gracias a Ling, se introdujo este procedimiento como medio terapéutico fundamental. Utilizando un enfoque de masaje clásico, y sin pretender entrar en ese campo, se puede seguir este orden: inicio con *effleurage* (técnica de masaje superficial) suave, continuar con *petrissage* (técnica de masaje profundo) y fricción, incluso posible golpeteo, y finalización con nuevo *effleurage* suave. Como zonas ideales para favorecer la relajación se puede nombrar la cara (realizado en decúbito supino) y los hombros y cuello, zona esta última de frecuentes contracturas y tensiones musculares. En este caso se deberán realizar, entre otras maniobras, presiones paravertebrales ascendentes y sobre la base del cráneo (zona de la mastoides), así como círculos y pases digitales sobre el cráneo (cuero cabelludo).

Es posible autoaplicarse un masaje de relajación general consistente en presionar el punto de la cima del cráneo y el situado entre ambas cejas ([figura 15.6](#)), seguido de un “peinado” con los dedos sobre todo el cráneo.

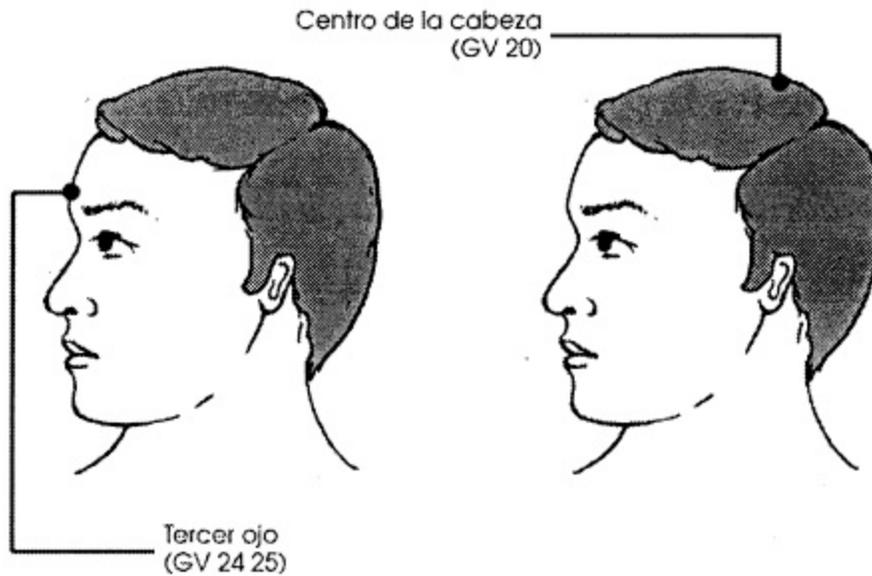


FIGURA 15.6. Punto de automasaje de relajación.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- AURIOL, B.: *Introducción a los métodos de relajación*. Mandala Ediciones. Madrid, 1992.
- CAUTELA, R. y GRODEN, J.: *Técnicas de relajación*. Martínez Roca. Barcelona, 1985.
- DANIELS, L. y WORTHINGHAM, C.: *Fisioterapia: Ejercicios correctores de la alineación del cuerpo humano*. Doyma. Barcelona, 1981.
- DUFFIELD, M.H.: *Ejercicios en el agua*. Jims. Barcelona, 1985.
- MAUPAS, J.C.: "Méthodes de relaxation en rééducation". *Encyclopédie Médico-Chirurgicale Kinesithérapie*. París, 1988.
- RICHARD, J. y RUBIO, L.: *Terapia Psicomotriz*. Masson. Barcelona, 1996.
- SUTCLIFFE, J.: *El libro completo de la relajación y sus técnicas*. HispanoEuropea. Barcelona, 1991.

16

Las inmovilizaciones

Objetivos

- Conocer qué es una inmovilización.
- Describir las diferentes modalidades de inmovilización.
- Saber los diferentes usos de los aparatos inmovilizadores.
- Conocer las precauciones y complicaciones que se derivan de las inmovilizaciones.
- Saber aplicaciones fisioterápicas en las inmovilizaciones.

16.1. Concepto de inmovilización

Las inmovilizaciones son un método terapéutico que produce una fijación más o menos prolongada del cuerpo o de un segmento corporal y cuya finalidad es mantener un reposo funcional, contener una determinada estructura o corregir una alteración postural.

El tiempo de aplicación de una inmovilización debe ser el mínimo posible, así como los segmentos corporales inmovilizados, ya que en una inmovilización bien programada y ejecutada los efectos terapéuticos son beneficiosos; pero también puede llegar a producir efectos nocivos que desencadenen secuelas patológicas si los tiempos de inmovilización se prolongan y la técnica es incorrecta.

Cuando existe un reposo prolongado pueden aparecer complicaciones:

- *Atrofia muscular y osteoporosis.* Esta pérdida de tono muscular y de fuerza se estima que es del 10% al 15% en la primera semana de inmovilización.
- *Rigidez articular y acortamiento ligamentoso.* En la inmovilización muy prolongada puede llegar a producirse anquilosis terapéuticas.
- *Aparato circulatorio.* Mal retorno venoso, hipotensión, tromboflebitis, etc.
- *Aparato respiratorio.* Acumulación de secreciones, neumonías, etc.
- Complicaciones en otros sistemas, como el digestivo, urinario, metabólico, etc.

La ausencia de movimiento disminuye el valor fisiológico del tejido muscular. Cuando el tiempo de inmovilización se prolonga el músculo puede atrofiarse; para evitar esto existe la posibilidad de tener una actividad muscular efectuando contracciones

isométricas sin que exista movimiento articular.

16.2. Modalidades de inmovilizaciones

A pesar de los problemas que puedan surgir de una inmovilización, ésta también posee unos efectos beneficiosos y unas indicaciones que son las que vamos a analizar, y que van a depender de los efectos que se deseen conseguir.

Las inmovilizaciones se pueden clasificar en totales y locales o parciales.

16.2.1. Inmovilización total

Este tipo de inmovilización se usa en casos muy excepcionales: politraumatizados, grandes quemados, reumatismos poliarticular agudo, etc.

Generalmente se hace en camas especiales, de altura regulable y somieres articulados, que nos permiten conseguir diferentes posiciones y flexiones; también se usarán los colchones de presión alternante.

La postura básica de la inmovilización debe mantener el tronco, miembros superiores e inferiores en posiciones de máxima funcionalidad, para evitar rigideces y posturas viciosas. Se evitarán las presiones continuas sobre los relieves óseos (occipucio, escápulas, zona sacra y talones), para lo cual se usarán colchones de presión alternante y almohadillas especiales de silicona. Salvo en casos aislados, las inmovilizaciones deberán colocarse manteniendo las articulaciones en posición funcional.

CUADRO 16.1

Posición funcional para la inmovilización del aparato locomotor

ARTICULACIÓN	POSICIÓN FUNCIONAL
Tobillo	Posición neutra a 90°
Rodilla	En extensión casi completa
Cadera	Ligera abducción, 20° de flexión y evitar rotaciones
Raquis	Lecho plano
Hombro	Ligera flexión 30°, abducción 45° y rotación externa de 15°
Codo	Flexión de 100° y posición neutra entre pronación y supinación
Muñeca	Extensión entre 30°-40°

Mano y dedos	En dorsiflexión de 30° en las articulaciones MCF, IFP, con una ligera aducción, oposición y semiflexión del pulgar
--------------	--

16.2.2. Inmovilización local o parcial

Este tipo de inmovilización se utiliza para impedir la movilidad de un segmento o región corporal, debiéndose siempre respetar la máxima funcionalidad de las regiones vecinas. A su vez, las articulaciones o zonas inmovilizadas se colocan manteniendo posiciones funcionales que permitan realizar contracciones isométricas de los grupos musculares afectados, salvo en casos excepcionales ([cuadro 16.1](#)).

Existe una gran diversidad de sistemas para efectuar este tipo de inmovilizaciones. Unos sistemas cuyas formas, tamaños y materiales irán en función de la finalidad que se desee conseguir.

16.3. Aparatos inmovilizadores

El uso de los aparatos inmovilizadores estará dirigido fundamentalmente a conseguir los siguientes objetivos:

- Evitar movimientos dolorosos.
- Corregir una deformidad.
- Estabilizar una articulación.

Estos aparatos pueden ser de dos tipos: móviles y fijos.

Estos aparatos pueden ser de diferentes materiales (yesos, plástico, metal, etc.), así como sus formas y tamaños pueden ser variables dependiendo de que su utilización sea fija o móvil.

La utilización de unos u otros depende de los factores siguientes:

- Región anatómica a inmovilizar.
- Duración previsible del período de inmovilización.
- Uso continuo o intermitente.

16.3.1. Aparatos móviles

Los aparatos móviles permiten su colocación y retirada en cualquier momento, y se utilizan generalmente para inmovilizaciones provisionales o para alternar su uso con periodos de movilización. Por su origen y finalidad también reciben el calificativo de aparatos ortopédicos (*ortesis*), y son de varios tipos:

- Semicañías.
- Férulas simples.
- Férulas articuladas.
- Corsés.

Dependiendo de la acción que ejercen sobre el aparato locomotor, su función puede ser inmovilizadora, de limitación del recorrido articular y dinámica.

- *Las ortesis inmovilizadoras* se pueden usar indistintamente como ayuda para la consolidación de una fractura ósea ligamentosa. Impidiendo la movilidad, con el fin de disminuir el dolor y prevenir deformidades ([figura 16.1](#)).
- *Limitación del recorrido articular* su uso está indicado cuando se pretende delimitar el recorrido de una determinada articulación. Por ejemplo, en las ligamentoplastias de rodilla, cuando en el periodo postquirúrgico se debe limitar la flexión de rodilla a 90° ([figura 16.2](#)).
- *Dinámicas*: se utilizan en parálisis periféricas, permitiendo mantener en posición funcional las articulaciones afectas y al mismo tiempo poder ejercitar la musculatura no afectada por la lesión ([figura 16.3](#)).

Existen otros métodos de inmovilización no rígidos, como cabestrillos o vendas elásticas no adhesivas, que ayudarán a restringir los movimientos y por tanto un alivio del dolor; en el caso del vendaje, contribuyen a limitar el edema. El uso del cabestrillo también puede ser con propósitos de elevación, para evitar el edema gravistático de la mano y los dedos, en las lesiones del miembro superior.

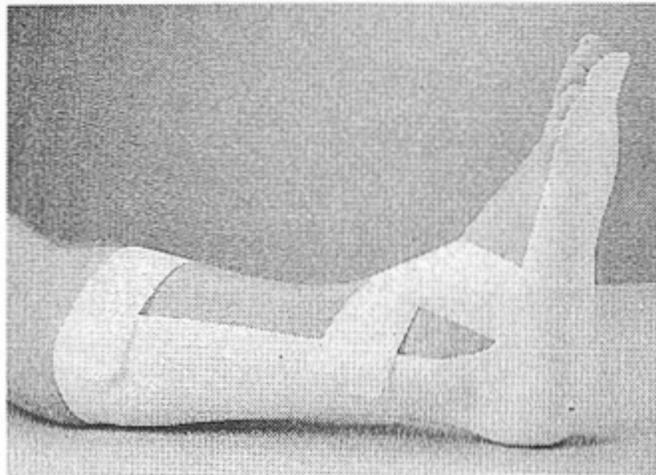


FIGURA 16.1. Ortesis inmovilizadora.

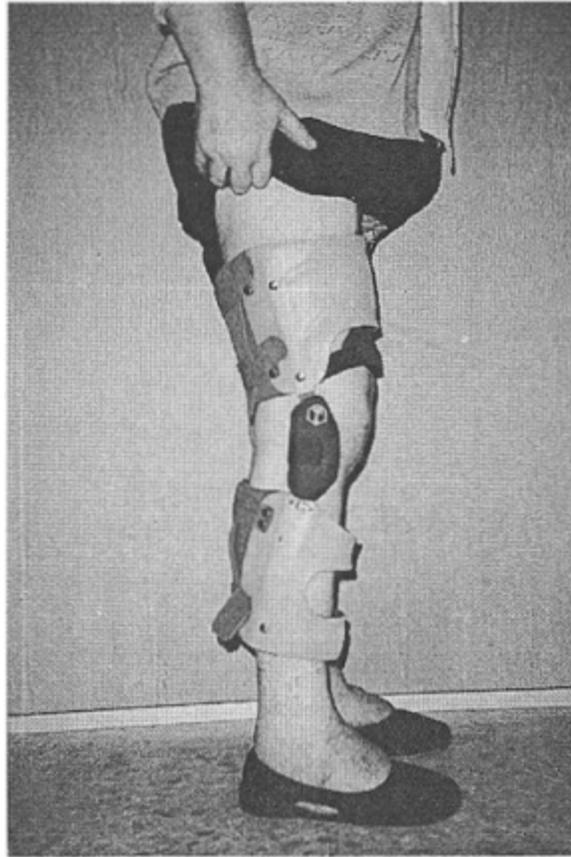


FIGURA 16.2. Ortesis funcional.

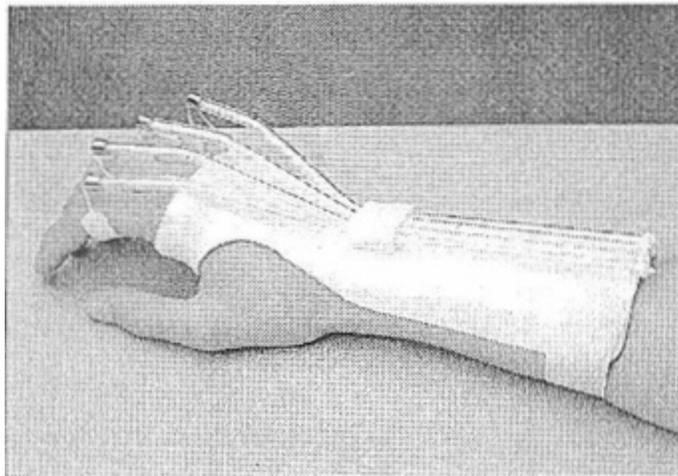


FIGURA 16.3. Ortesis dinámica.

Los corsés pueden ser de inmovilización o de contención, indicados para las correcciones de las desviaciones del raquis. Se construyen con elementos rígidos. Existen muchos modelos: dorsolumbares, lumbostatos, lumbosacros, etc. Junto con la inmovilización, pueden producir efectos de tracción y contratracción.

16.3.2. Aparatos fijos

Los más usados son:

- *Los vendajes adhesivos y oclusivos.* Se utilizan para mantener ininterrumpidamente la inmovilización. Algunos de ellos el tipo de inmovilización que producen no es muy estricta, y se usan habitualmente en esguinces y pequeñas distensiones musculares, así como en luxaciones de hombro y clavícula.
- *El vendaje enyesado.* Es el prototipo de inmovilización fija por ser el método más sencillo y eficaz para inmovilizar. El material más utilizado es el yeso blanco (llamado de París), que se presenta generalmente en forma de vendas impregnadas de dicho material. Se puede moldear fácilmente adaptándolo a la forma del miembro a inmovilizar, siendo su fraguado rápido, pues permite mantener el miembro en posición correcta con prontitud ([figura 16.4](#)).
- *Tracciones continuas.* Se dividen en:
 1. *Percutáneas:* consisten en un vendaje circular alrededor de la piel y del cual se suspende un peso, que no será superior a 5-6 kilos, ya que se pueden producir complicaciones a nivel vascular y nervioso. Este tipo de tracción no sirve para reducir la fractura, solamente la inmoviliza y evita la retracción de las partes blandas.
 2. *Transesquelética:* Esta tracción se realiza a través del hueso, con agujas de Steiman y Kirschner. En una fractura de fémur se atraviesa la aguja por la meseta tibial, traccionando a través de un estribo y un peso polea, que puede llegar a ser hasta de 10-20 kilogramos. Se efectúa una tracción axial, el miembro estará apoyado sobre una férula de Brawn. Las complicaciones que puede causar este tipo de tracción pueden ser el estallido cortical del hueso, infecciones, etc., y es por lo que se debe mantener el mínimo tiempo posible. Su finalidad es mantener la posible reducción obtenida por medios manuales, restablecer la longitud de las partes blandas que rodean al foco de fractura y disminuir el dolor ([figura 16.5](#)).
- *Fijadores externos.* Al igual que en las tracciones transesqueléticas las fracturas se fijan con agujas, que se ajustan en ambos bordes del miembro por un fijador que permite mantener la tracción e inmovilización de la fractura. Su uso es compatible con movilizaciones en las articulaciones adyacentes, permitiendo incluso la carga en miembros inferiores, con lo cual se ve favorecida la formación más rápida del cayo de fractura y el aumento del trofismo muscular por la no inmovilización ([figura 16.6](#)).

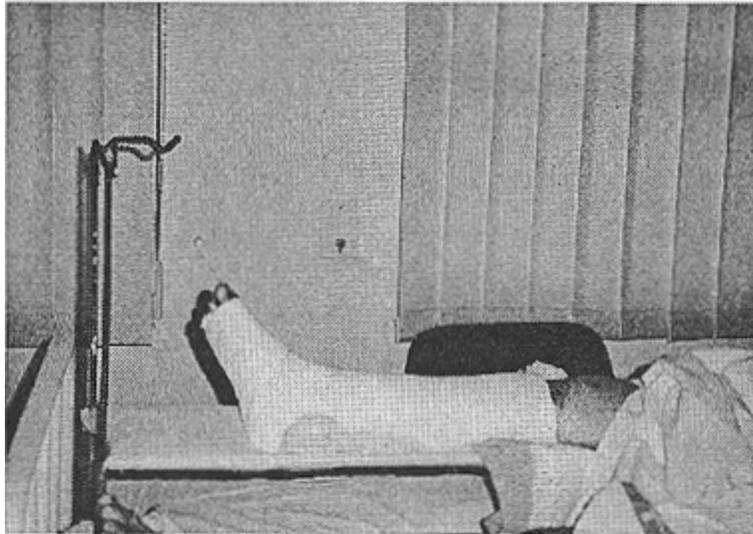


FIGURA 16.4. Vendaje enyesado.

16.4. Reglas fundamentales para una correcta inmovilización

Cuando se utilizan los aparatos fijos, para que la inmovilización cumpla su misión, se deben tomar las siguientes precauciones con respecto a su aplicación y posterior revisión:

- Una inmovilización no debe ser dolorosa; si persiste el dolor es incorrecta.
- Dependiendo de la articulación o hueso fracturado que se desea inmovilizar, para conseguir una correcta inmovilización habrá que hacerlo conjuntamente con las articulaciones supra y subyacente.

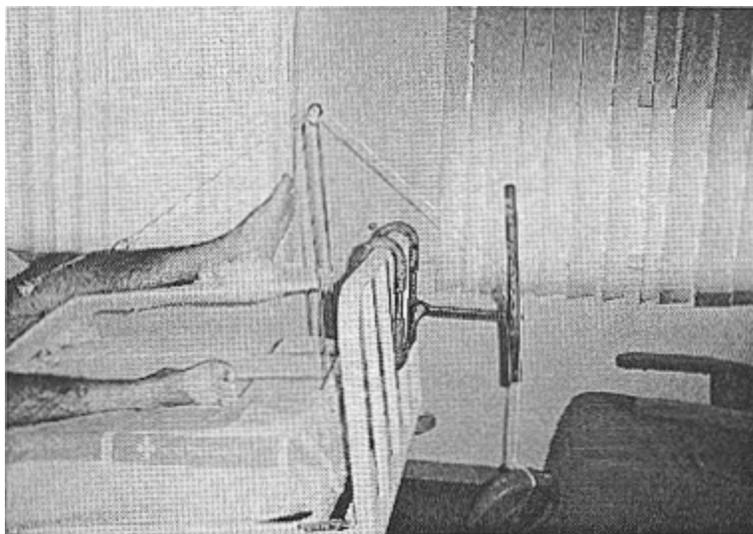


FIGURA 16.5. Tracción transesquelética.

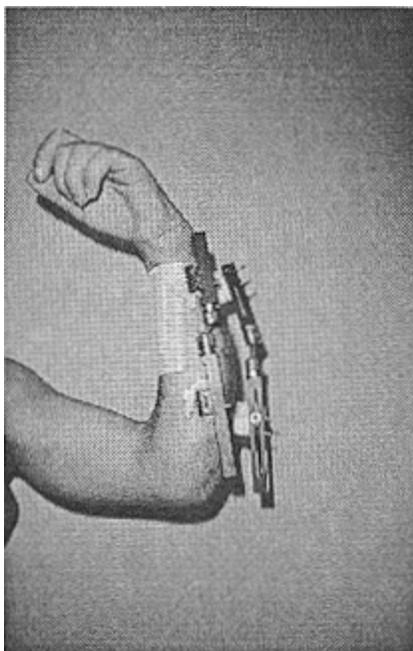


FIGURA 16.6. Fijador externo

- Las inmovilizaciones deberán colocarse manteniendo las articulaciones en posición funcional; por ejemplo, la mano deberá estar en dorsiflexión de 30^º, con una ligera aducción, oposición y semiflexión del pulgar, las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas también semiflexionadas.
- El sistema inmovilizador deberá adaptarse y moldearse lo más perfectamente posible a la región anatómica tratada, evitando presiones inadecuadas que puedan producir escaras y trastornos musculares.
- Si el aparato inmovilizador es un vendaje de yeso cerrado, se deberá revisar diariamente durante los 3 ó 4 días siguientes a la inmovilización, en previsión de posibles complicaciones (edema, cianosis, dolor, etc.).

16.5. Actuación fisioterápica

La prevención y el tratamiento de alguna de las complicaciones del enfermo que debe permanecer encamado por periodos prolongados, dependerán en gran medida de una programación cinesiterápica precoz:

1. Colocación del paciente en la cama. Será fundamental para prevenir contracturas, posiciones viciosas, edemas y úlceras por decúbito.
 - *Posición de decúbito supino.* Los pies estarán en ángulo recto, las piernas en extensión completa: así se evita la formación de un pie equino. Para mantener esta posición sirven de ayuda sacos de arena, e incluso colocar unas férulas posturales antiequino para los pies. Las extremidades superiores

se colocarán mediante almohadas, con el hombro en ligera abducción, codo en semiflexión y muñeca y mano en posición funcional.

- *Posición de decúbito lateral.* Se coloca al paciente con el miembro inferior que hace contacto con la cama en extensión, y el situado en la parte superior, con la cadera en flexión de cadera y rodilla, colocando una almohada entre ambos. En el brazo inferior se coloca el hombro en rotación externa y en el superior separándolo del tórax con una almohada y en posición funcional.
- *Posición en decúbito prono.* Se utiliza principalmente para evitar el flexo de cadera. Su uso es menos frecuente, ya que el paciente debe tener un adecuado estado pulmonar, cardíaco y esquelético, si así lo permite.

Estos cambios serán efectuados por el personal de enfermería, ya que se deben realizar, al menos, cada 2 ó 3 horas durante el día, variando su duración durante la noche.

Se prescribirán ejercicios respiratorios, para evitar la aparición de atelectasias o neumonías, peligros que pueden aparecer en el paciente encamado. Los ejercicios serán fundamentalmente para procurar una movilización diafragmática, logrando una ventilación adecuada de las bases pulmonares y evitando así el acumulo de secreciones.

2. Para evitar la atrofia muscular en pacientes con inmobilizaciones segmentales. Como yesos, tracciones, existe la posibilidad de tener una actividad muscular efectuando el paciente contracciones isométricas de los grupos musculares inmobilizados, sin que exista movimiento de la articulación o articulaciones afectadas.

Se debe realizar una movilización activa asistida, libre o resistida donde la integridad del aparato locomotor lo permita. El estímulo mecánico que proporciona la movilización frenará la osteoporosis y la atrofia muscular, favoreciendo a su vez la circulación venosa y, por consiguiente, la aparición de edemas.

La aplicación de electroterapia, en cualquiera de sus variantes, excitomotoras, galvánicas, al igual que un masaje tonificante, pueden mantener un buen trofismo. Un masaje centrípeto favorecerá la circulación de retorno, constituyendo un buen medio para evitar el edema y prevenir la tromboflebitis.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

GENUT, C.; NEIGER, H. y LEROY, A.: *Kinesiterapia*. Panamericana. Buenos Aires, 1991.

MOLINA, A.: *Rehabilitación. Fundamentos, técnicas y aplicación*. Médica Europea. Madrid, 1990.

VILLADOT, R.; COHI, O. y CLAVELL, S.: *Ortesis y prótesis del aparato locomotor. Miembro inferior*. Masson. Barcelona, 1984.

SELIGRA, A. y ZARAGOZÁ, C.: *Manual de fisioterapia general*. Servicios y Publicaciones Universitarias, S.A.

Valencia, 1990.

17

Las posturas

Objetivos

- Conocer la postura correcta.
- Saber las definiciones tipo.
- Establecer las pautas seguidas en las correcciones posturales.
- Saber como mantener una higiene postural.

17.1. Características generales de la postura

Existen innumerables conceptos e interpretaciones del significado de la postura humana, dependiendo del punto de vista desde el que se haga su estudio. Por ejemplo, la biotipología hace un estudio científico de los tipos antropológicos y de las diferencias constitucionales y hereditarias de cada sujeto, definiendo su constitución individual que lo diferencia de los demás. Así, la constitución de cada individuo comprenderá el conjunto de sus características: morfológicas, fisiológicas y psíquicas.

Una de las teorías más conocidas sobre los tipos constitucionales se debe a Kretschmer, psiquiatra alemán, que los divide en cuatro tipos:

- *Pícnico*: estatura mediana-baja, corpulento, con peso superior a su talla, brazos y piernas cortos, estrechos de hombros y tórax en tonel.
- *Asténico*: delgado en su constitución corporal, estatura elevada y escaso desarrollo muscular.
- *Atlético*: gran desarrollo del esqueleto y la musculatura, con amplios hombros y tórax “exuberante”.
- *Displástico*: caracterizado por la mezcla de las diversas características corporales.

Sin embargo, el tipo corporal (también denominado *somatotipo*) resulta influenciado principalmente por la herencia y el resultado del tipo de vida de cada individuo (ejercicio, dieta, cuidados, etc.). El antropólogo Sheldon clasificó a los individuos en tres tipos corporales:

- *Mesomorfo*: cuadrado, duro y robusto con excelente musculatura, huesos

prominentes y tejidos subyacentes vigorosos.

- *Endomorfo*: predominio de vísceras con formas redondeadas y blandas.
- *Ectomorfo*: cuerpo lineal frágil y delicado, con huesos delgados y músculos finos y un área superficial superior a la masa.

Aun cuando las personas suelen presentar una constitución con características predominantes de un tipo específico, cualquier individuo puede presentar unas características predominantes de tipo ectomórfico en un segmento, pero quizá de predominio endomórfico o mesomórfico en otras partes del cuerpo.

En cuanto a las características fisiológicas, éstas vendrán condicionadas en gran medida por la influencia hereditaria y el medio ambiente.

Existen posturas atípicas que pueden ser síntomas que radican en problemas psicológicos, como por ejemplo un problema de personalidad o de tipo emocional: un individuo que adopta una postura con la cabeza colgante y los hombros caídos, puede manifestar un síntoma de timidez, o de subestima.

17.2. Concepto de postura

Desde el punto de vista de la fisioterapia se define la *postura correcta* como aquella que presenta una alineación adecuada de los segmentos y estructuras corporales, con un máximo de eficiencia fisiológica y biomecánica, requiriendo un mínimo esfuerzo y gasto energético ([figura 17.1](#)).

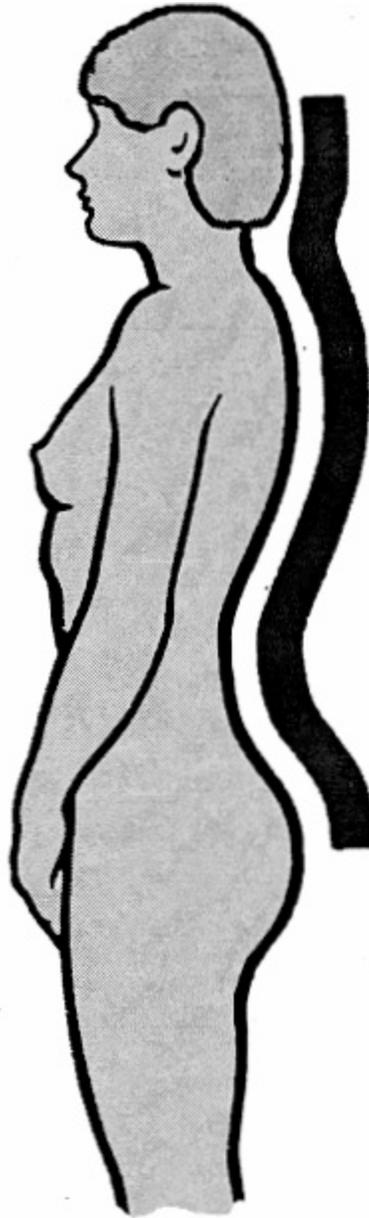


FIGURA 17.1. Postura correctamente alineada.

Como hay una interminable variedad de posturas o actitudes en un sujeto en movimiento, partiremos de la posición en bipedestación como la posición primordial del sujeto, ya que es el punto de partida de las diferentes posturas, ya sea en reposo o en movimiento. En bipedestación, la postura correcta es:

- *Punto de vista estático*: se puede definir una buena postura como la actitud en la que cada segmento ocupe una posición próxima a su posición de equilibrio mecánico.
- *Punto de vista dinámico*: los segmentos que se encuentran en una posición vecina a su posición de equilibrio pueden ser inmediatamente movilizados, permitiendo una adaptación rápida al gesto dinámico.

- *Punto de vista psicomotor*: una buena integración del esquema corporal y una actitud correctamente establecida, confianza en sí mismo, etc. Y estar disponible para la acción.

17.3. Falta y defecto postural

Toda mala alineación o posición incorrecta de los segmentos del cuerpo se puede denominar falta o defecto postural. Sería falta postural una alineación incorrecta postural debida a un hábito poco deseable, el cual se puede corregir en un período corto de tiempo, haciendo un reentrenamiento postural. Una mala alineación o postura que no puede ser corregida por la voluntad del paciente y es debida a una patología concreta, se denomina defecto postural.

Estos defectos y faltas se pueden producir por las siguientes causas:

1. Los movimientos anormales son generadores de superficies articulares anormales.
2. Cuando dos segmentos adoptan una posición viciosa, los músculos que los unen se ven obligados a modificar la dirección de sus tendones, existiendo un desequilibrio músculo-tendinoso y por tanto óseo.
3. Siempre que un hueso esté en una posición anormal, su crecimiento será también anormal

La actuación fisioterápica sobre estas causas debe ser lo más pronta posible, ya que el esqueleto es más maleable cuanto menos osificado esté, es decir, cuanto más joven sea el sujeto, exceptuando las deformaciones de origen traumático, senil o infeccioso.

Podemos decir que toda deformación ósea tiene un origen más o menos directo entre el nacimiento y los 20 años, y con más frecuencia entre los 7 y los 14 años, ya que es en este periodo de tiempo en el que la morfología y la actitud se definen para el futuro. La plasticidad del esqueleto en esta época, al igual que facilita la deformación, facilita su enderezamiento.

Por lo tanto es necesario tratar en la juventud todas las desviaciones que corran el riesgo de hacerse óseas, ya que el tratamiento preventivo es más rápido y de mejor pronóstico. No obstante, también se puede actuar sobre un esqueleto adulto deformado; en estos casos no se tratará de reducir totalmente las deformaciones sino flexibilizarlas, equilibrarlas y modificar los hábitos motrices, ya que el objetivo será más funcional que morfológico.

17.4. Deformación tipo

En todas las deformaciones y defectos de la actitud en el hombre, la acción de la fuerza de la gravedad será el factor determinante. Esta fuerza vertical actúa sobre el

apilamiento, también vertical de los segmentos que constituyen el cuerpo humano. El menor fallo en el sistema de equilibración neuromotriz tiende a provocar una angulación y hundimiento de dichos segmentos, tendiendo a deformarse en sentido anteroposterior y transversal en las mismas regiones anatómicas y en el mismo sentido. Puede describirse así un proceso común y un aspecto único de esta deformación humana, denominada *deformación tipo*, constituida por una serie de desequilibrios sucesivamente compensados de abajo-arriba, originando cada desequilibrio de un segmento inferior una compensación a nivel del segmento inmediatamente superior.

Estos desequilibrios y compensaciones hacen que en un sujeto con una deformación muy visible de una lordosis ésta no sea la causa primitiva deformante, sino la compensación de una cifosis anterior ([figura 17.2](#)).

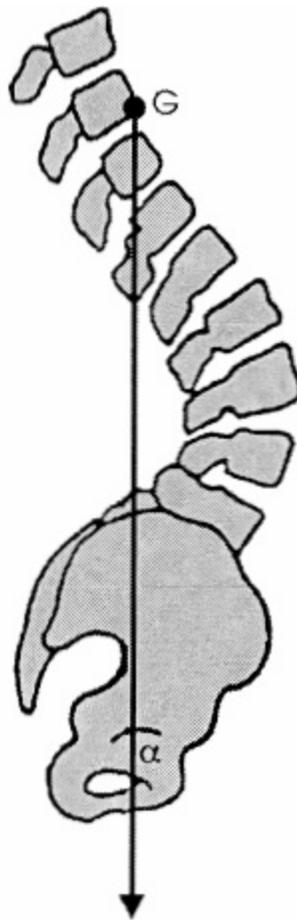


FIGURA 17.2. Deformación por la acción de la gravedad.

Desde el punto de la morfoestática, podemos agrupar a los individuos en tres grupos:

1. Sujetos de morfoestática normal y que espontáneamente la conservan. Forman un porcentaje muy reducido, de 4 a 5%.
2. Individuos que poseen una estática muy poco separada de la normal, que realizan una estática correcta, pero sin tener el mismo grado de equilibrio. Este grupo es

más susceptible a las deformaciones y su cuantía es de un 20%.

3. El resto de los individuos constituyen un grupo más susceptible a las deformaciones, siendo muy influenciados por la acción de la gravedad y, por tanto, padeciendo deformación.

La acción de la fuerza de la gravedad no producirá una acción deformante si no existen coincidentemente otras causas predisponentes a la deformación. Estas son:

1. La fragilidad biológica e hipotonía general.
2. Alteraciones en el crecimiento.
3. Trastornos nutritivos, obesidad, embarazo y partos repetidos, etc.
4. Senilidad

En cuanto a las deformaciones en sentido anteroposterior, se observa que ([figura 17.3](#)):

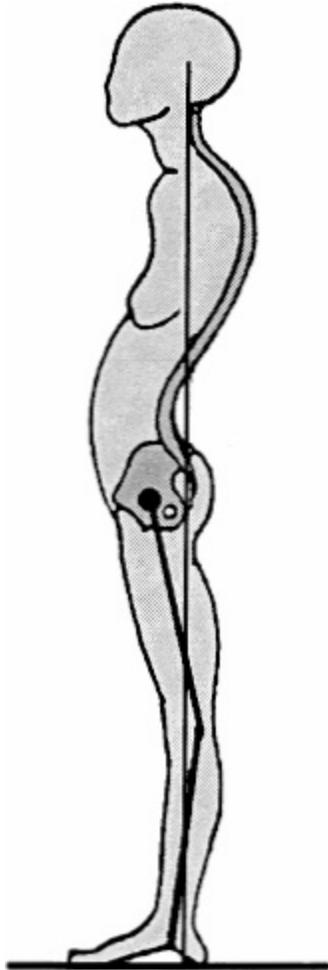


FIGURA 17.3. Deformación en sentido anteroposterior.

- La cabeza se proyecta hacia adelante, retenida por la tonicidad de los músculos

de la nuca.

- Las curvaturas de la columna vertebral se acentúan, con tendencia a fijarse en posiciones viciosas.
- La caja torácica se aplana, disminuyendo su diámetro anteroposterior.
- El abdomen se proyecta hacia adelante y desciende.
- La pelvis bascula hacia adelante girando sobre el eje virtual de las articulaciones coxofemorales.
- El miembro inferior se coloca en flexión, con retracción de los músculos posteriores del muslo y atonía del cuádriceps.
- La rodilla prominente se dirige hacia adentro.
- El pie se aplana por el peso del cuerpo.
- En el sentido transversal, se producen actitudes y desviaciones laterales por cualquier pequeño desequilibrio unilateral.

17.5. Repercusión sobre el aspecto de los distintos segmentos en las deformaciones tipo

17.5.1. Deformaciones del pie

Las malformaciones del pie son muy frecuentes y revisten gran importancia, por ser éste la base del edificio humano. A continuación se definen las deformidades del pie en los términos de las posiciones de las articulaciones afectadas del pie y del tobillo. Dependiendo de la posición que adoptan, se definen de la siguiente manera:

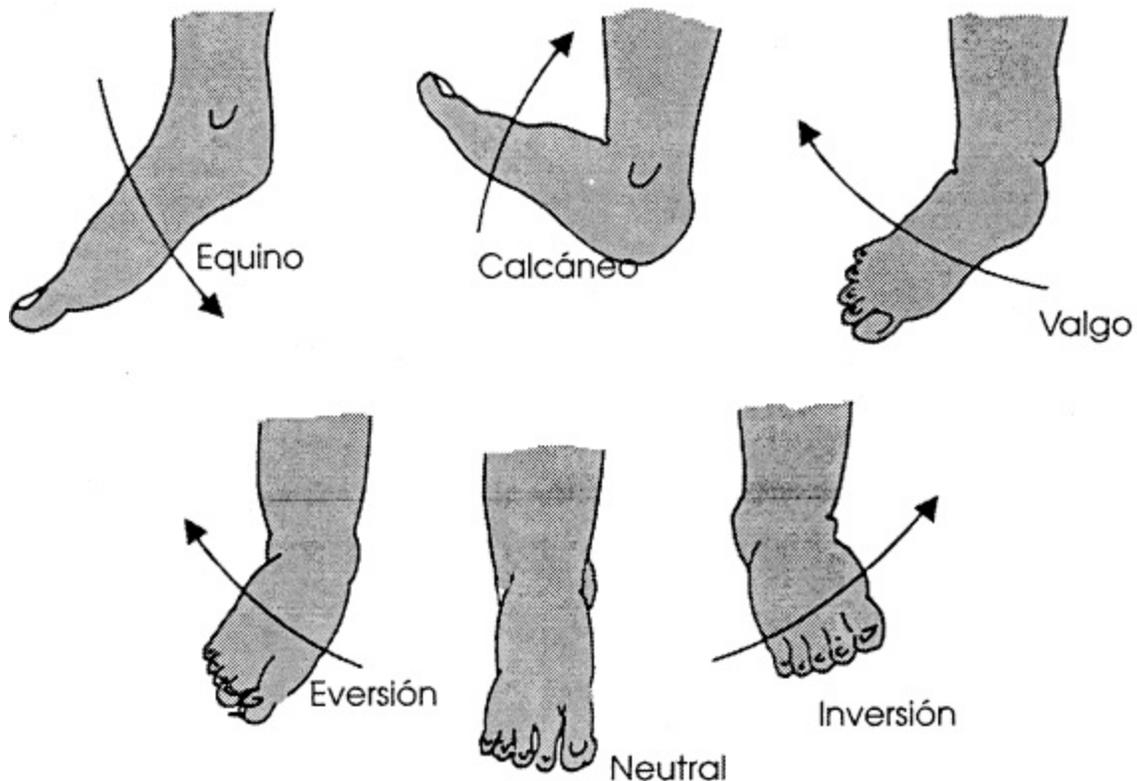


FIGURA 17.4. Deformidades tipo del pie.

- *Pie equino:* el talón está elevado y el pie está en flexión plantar.
- *Pie calcáneo:* el talón está deprimido relativamente y el pie está en flexión dorsal.
- *Pie varo:* el pie está invertido y en aducción.
- *Pie valgo:* el pie adopta una posición de eversión y abducción.
- *Pie cavo:* la articulación del tobillo está en flexión dorsal y el antepié en flexión plantar.

La mayoría de las deformaciones del pie son combinaciones en las que el equino o el calcáneo están asociados a su vez con el varo o valgo. La inversión y la aducción se combinan para construir la supinación y también el varo. La eversión y la abducción causan la pronación y también el valgo ([figura 17.4](#)).

17.5.2. Deformaciones de la rodilla

Como articulación de sostén, la articulación de la rodilla, como la del pie, en lugar de sufrir oscilaciones centradas las que sufre sometidas a una presión constante y descentrada. Esto tiende a deteriorar los cartílagos articulares y, por tanto, provoca variaciones en la posición que darán lugar a las siguientes deformaciones.

- *Rodilla en valgo:* deformación angular de la pierna ([figura 17.5](#)), en la cual los tobillos quedan separados cuando las rodillas están en contacto. Frecuentemente

se encuentran en la infancia, y a menudo están asociadas con pies intensamente pronados y en niños con exceso de peso que empiezan a caminar muy temprano.

- *Rodilla en varo*: es una anomalía en la alineación de la pierna por la cual las rodillas quedan muy separadas cuando los maléolos de los tobillos están en contacto. Normalmente, todos los niños, al nacer y durante la infancia, tienen cierto grado de rodilla en varo que persiste durante los tres primeros años de vida.
- *Rodilla arqueada*, esta deformación tiene varias causas, que van desde factores patológicos intrínsecos hasta factores secundarios ([figura 17.5.a](#)). La causa más común es la flexión plantar fija; ya sea por contracturas de distinta etiología o por un equino espástico, a veces se debe a una compensación excesiva del cuádriceps.
- *Torsión tibial*, esta patología puede coexistir con la rodilla en varo o en valgo, o bien aisladamente ([figura 17.5.b](#)). Existe una torsión de la tibia en el plano coronal; cuando esta torsión es interna, el maléolo interno se encuentra en un plano posterior respecto al maléolo externo. Frecuentemente la torsión tibial es un estado fisiológico de autolimitación, y puede ser el resultado de una rotación interna o externa de cadera. La torsión tibial interna a menudo está asociada con arqueo metatarso varo o pie equino. La torsión tibial externa se asocia a menudo con una rodilla en varo.

17.5.3. Deformaciones de la pelvis

Cuando existe hipotonía abdominal, la pelvis bascula hacia adelante y se coloca en anteversión, y la ensilladura lumbar se hace prominente (fisiológica en los niños hasta los 10 años).

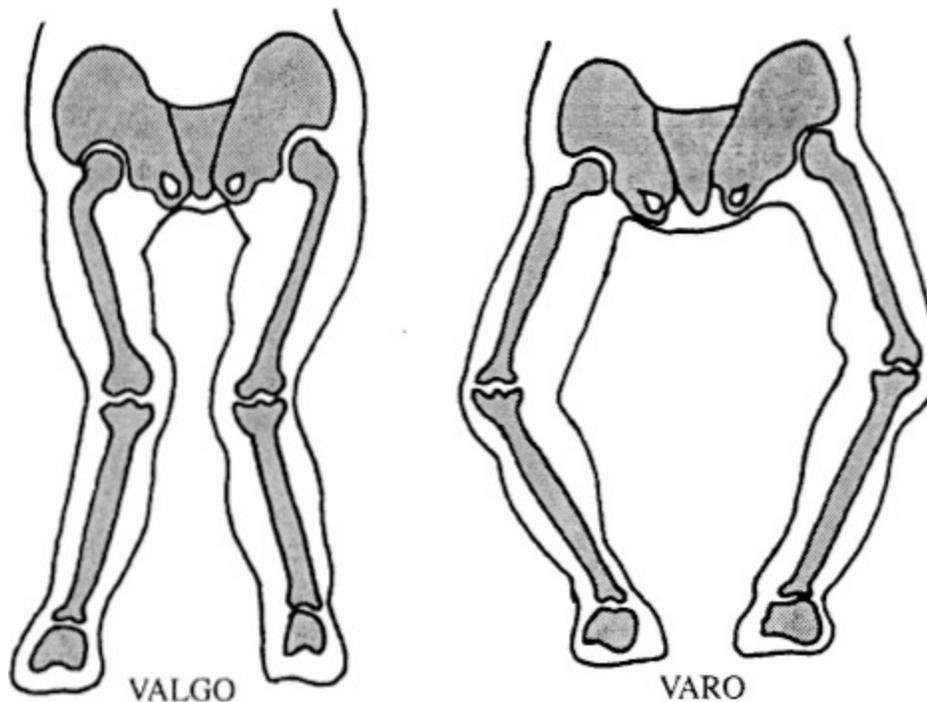


FIGURA 17.5. Deformación tipo en las rodillas.

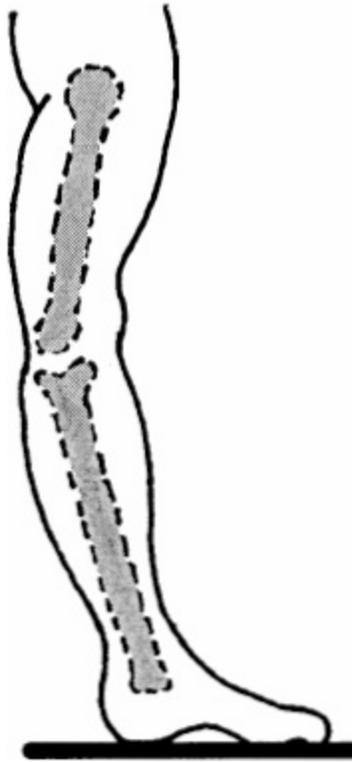


FIGURA 17.5.a. Rodilla arqueada.

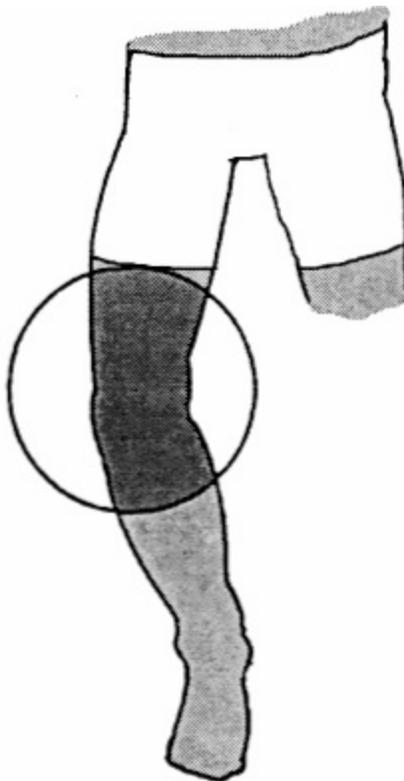


FIGURA 17.5.b. Torsión tibial.

Las desviaciones laterales se producen normalmente por la diferencia de longitud de los miembros inferiores ([figura 17.6](#)).

17.5.4. Deformaciones de la columna vertebral

Son las siguientes:

- *Acentuación de las curvaturas normales* vertebrales.
- *Angulación lumbar baja* con gran arco hiperlordótico, aumento de la curvatura dorsal (cifosis) y lordosis cervical muy marcada ([figura 17.7](#)).

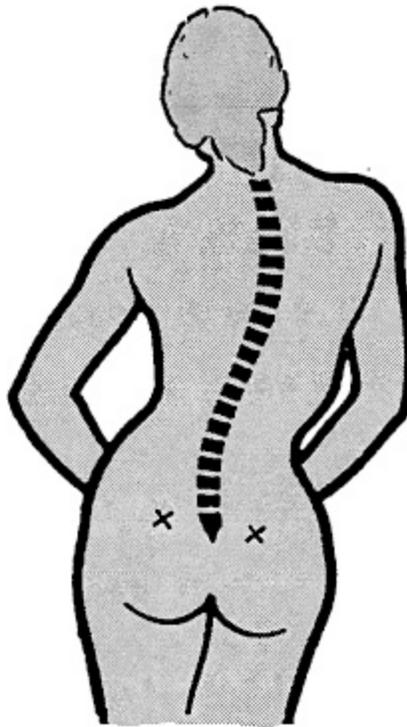


FIGURA 17.6. Desviación lateral de la columna.



FIGURA 17.7. Deformación tipo: columna vertebral.

- *Tendencia a la inversión de las curvaturas*: espalda hundida.
- *Escoliosis*: desviaciones laterales de la columna vertebral.

17.5.5. Deformaciones del tórax

Aparece un aumento de la convexidad dorsal con descenso de las costillas, formando un ángulo más oblicuo respecto de la columna. Este descenso costal produce a su vez una relajación de las paredes abdominales.

17.5.6. Deformaciones de la cintura escapular

Las modificaciones más importantes se observan en la región posterior, donde los omóplatos aparecen despegados (escápula alada). Los pectorales se acortan y se elongan los fijadores del omóplato. Frecuentemente se asocia con la contractura del fascículo superior del trapecio.

17.5.7. Deformaciones de los hombros

Las deformaciones de los hombros son, generalmente, consecuencia secundaria de alteraciones cuyo origen puede ser debido a alteraciones musculares a nivel de los músculos del tronco, o de desviaciones articulares del raquis dorsal y cervical. Así,

encontramos alteraciones como:

- *Hombros retraídos*. Uso excesivo del romboides y de la porción media del trapecio.
- *Hombros elevados*. Puede estar relacionado con una escoliosis.

17.5.8. Deformaciones del cuello

Debido a la complejidad y gran movilidad de la columna cervical, cualquier deformación articular o muscular afectará tanto a la posición que adopte la cabeza respecto a la línea de la gravedad, inclinándose hacia adelante o hacia atrás, como a las acortamientos a nivel de la movilidad lateral.

- *Aplanamiento de la cifosis cervical*, debida a una contractura excesiva de los músculos anteriores del cuello.
- *Aumento de la lordosis cervical*, debida a la inclinación de la cabeza hacia adelante, agravando la cifosis dorsal con descenso de los hombros.

Como conclusión, se puede considerar que todas las deformaciones están íntimamente ligadas entre sí, siendo a veces difícil determinar cuál de ellas fue la deformación causal.

17.6. Posturas correctoras

Desde el punto de vista cinesiterápico se dirigen las técnicas correctivas siempre de forma individualizada y a la persona en su conjunto, ya que mantener una posición erecta con una buena alineación está relacionado directamente con las características y variaciones en el hábito postural de cada sujeto.

Hay que ser realistas en cuanto a los objetivos que se esperan alcanzar, aceptando que las limitaciones impuestas por un factor hereditario pueden hacer que se consiga una ligera mejoría en la postura, ya que no se puede esperar un cambio radical en una forma básica de la columna vertebral.

Por lo tanto, si una postura anormal es imposible de corregir, el objetivo será conseguir una gran mejoría en las posturas de acostado, sentado y de pie, y que reduzcan al mínimo las faltas o defectos que no se puedan corregir.

Se distinguen dos grupos de actuaciones terapéuticas posturales: concienciación propioceptiva y esterocorrectoras.

17.6.1. Concienciación propioceptiva

El primer grupo de actuaciones serán aquellos métodos dirigidos hacia el desarrollo y el enfoque del sentido postural. Estos métodos requieren de un periodo de entrenamiento

y motivación para su comprensión e incorporación al sentido somático corporal, hasta lograr hacerlos de una forma inconsciente. Los medios que se utilizan para estas actuaciones serán los espejos de cuadrícula, en los que el paciente puede tener una imagen visual de sus alteraciones, y de este modo ayudarse para desarrollar la sensación de una postura correcta mediante una concienciación propioceptiva.

El uso de la relajación aumenta el sentido psico-corporal. Relajando las tensiones musculares, aumentaremos la flexibilidad articular; permitirá posturas de estiramiento y situará al sujeto en una fase de receptividad propioceptiva.

Se deben eliminar los acortamientos músculo-tendinosos que frecuentemente acompañan a las alteraciones posturales, mediante las movilizaciones adecuadas.

Es necesario restaurar una amplitud de movimiento. Se deberá potenciar por medio de los ejercicios específicos la debilidad muscular.

Se procurará automatizar estas correcciones artificiales e incorporarlas a las posiciones corporales básicas (acostado, sentado y de pie). Habrá que modificar en muchos casos los hábitos de trabajo, de descanso o en las actividades de la vida diaria.

17.6.2. Esterocorrectoras

El segundo grupo de actuaciones serán las técnicas para el desarrollo de las posturas esterocorrectoras. Estas técnicas consisten en inmovilizaciones momentáneas o mantenidas por periodos de tiempo variable, de segmentos articulares o corporales para conseguir una corrección de una actitud viciosa irreductible por otros métodos.

Esta técnica exige utilizar necesariamente aparatos o dispositivos móviles, cuyo objetivo es corregir por etapas o progresivamente estas alteraciones. La duración de estas curas posturales dependerá fundamentalmente de:

1. La alteración postural y su importancia.
2. La tolerancia del paciente.
3. La respuesta al tratamiento postural.

La posibilidad de poder usar dispositivos móviles y el poder usarlos de una forma alterna hace que sea el método más idóneo frente a los dispositivos fijos, ya que concede al paciente fuera de los periodos de aplicación libertad para poder realizar ciertas actividades de la vida diaria y compaginarlas con otras terapéuticas cinéticas, como las movilizaciones pasivas o activas.

Si la cura postural se realiza durante periodos largos de tiempo es preferible su utilización durante el periodo nocturno. La utilización de estos dispositivos podrá alargarse todo el tiempo necesario hasta conseguir la corrección de una actitud viciosa o la remisión de un proceso evolutivo potencialmente deformante o invalidante.

17.7. Higiene postural y economía articular

El fisioterapeuta deberá dirigir sus actuaciones hacia:

- La enseñanza de la práctica de una buena mecánica corporal durante el trabajo.
- La información necesaria de cada individuo para prevenir lesiones y traumatismos.
- La enseñanza a los pacientes que sufren los efectos de determinadas lesiones.

Vemos cómo individuos sanos pueden degenerar en enfermos debido a las posturas que adoptan durante el trabajo, efectuando movimientos anormales y adoptan do posturas inadecuadas, así como durante las actividades de la vida diaria y el descanso.

Será necesario adoptar una serie de medidas que hagan que ciertos trabajos sean menos fatigosos para el organismo, que el reposo sea bueno y mantener una buena aptitud física. La mayor parte de los trabajos se realizan sentados o de pie. En ningún caso se deben adoptar posiciones rígidas que exijan un sobreesfuerzo para el organismo, sino que se debe realizar con el mínimo esfuerzo, y para ello se adoptarán una serie de medidas.

17.7.1. Higiene postural de la columna cervical

Conviene tener en cuenta lo siguiente:

- No mantener la cabeza flexionada durante mucho tiempo: mantenerla en una posición neutra.
- Utilizar planos de trabajo adecuados, intentando que estén situados a la altura del pecho (ejemplo: utilizar un atril para leer).
- Apoyar la cabeza sobre un reposacabezas al conducir.
- Dormir con una almohada baja blanda de lana o plumas.

17.7.2. Higiene postural del hombro

Comprende las siguientes recomendaciones:

- No llevar peso en las manos: si es necesario, distribuir la carga entre los dos brazos.
- No tirar de los carritos de ruedas, sino empujar.
- No levantar el brazo para coger objetos que estén colocados por encima de la cabeza.

17.7.3. Higiene postural de la columna dorsal y lumbar

Incluye los siguientes hábitos:

- Cuando el trabajo se tiene que realizar sentado, es muy importante el mobiliario

que se debe utilizar: nuestra columna estará en una postura adecuada dependiendo de la silla y la mesa que se utilice ([figura 17.8](#)).

- La altura de la mesa para escribir no debe exceder de los 65 cm, para que los brazos puedan trabajar perpendicularmente y los codos estén en flexión de 90°.
- Es importante que la silla o sillón tenga apoyabrazos y respaldo alto. La altura de la mesa y la silla deben ser complementarias.
- La posición en sedestación será con la espalda totalmente apoyada en el respaldo, evitando que quede ningún hueco detrás de la zona lumbar.

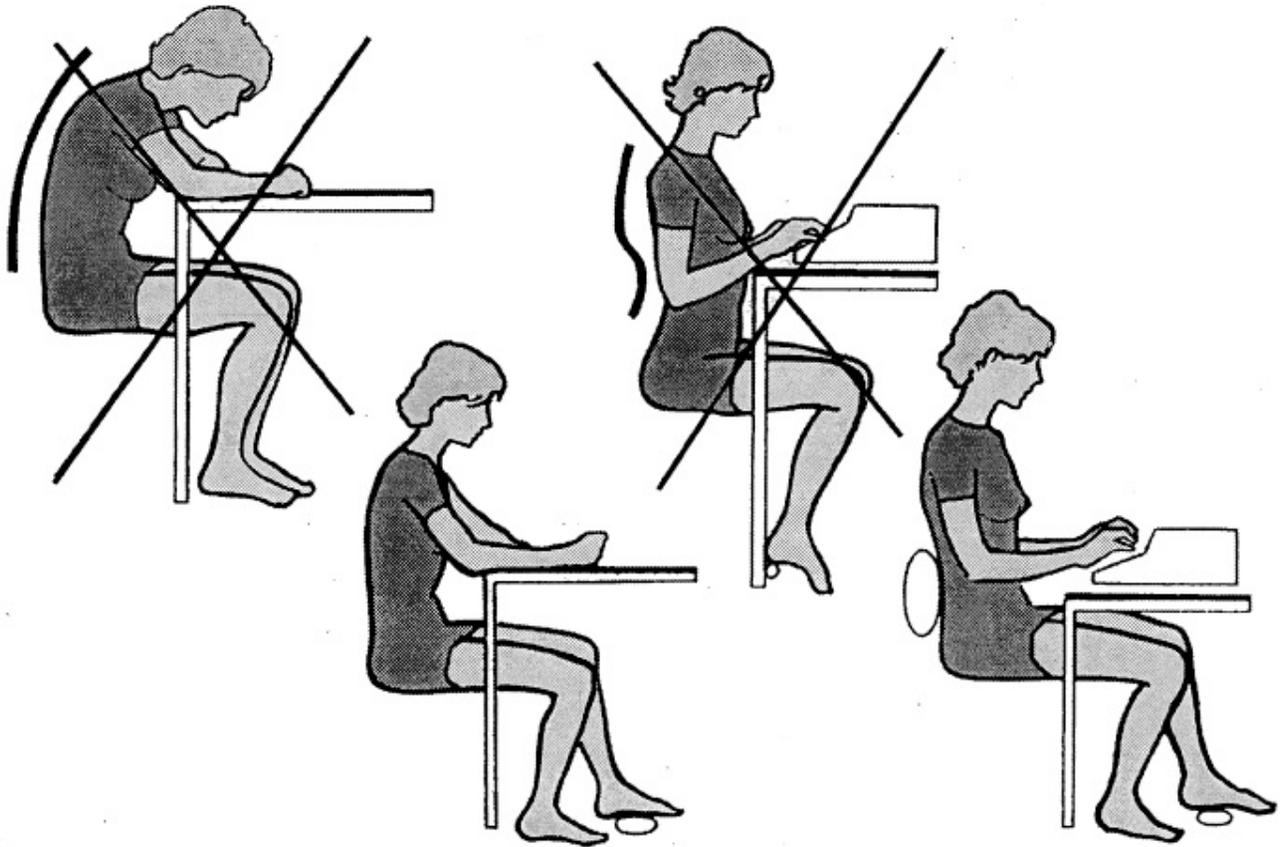


FIGURA 17.8. Postura adecuada en sedestación.

- Es conveniente no permanecer más de dos horas seguidas sentado, debiéndose intercalar con pequeños paseos.
- No todo el trabajo se puede efectuar a la altura ideal, a veces hay que agacharse, transportar y levantar pesos. En esos casos todo levantamiento de pesos debe hacerse con el tronco correctamente alineado, colocando el peso que haya que elevar lo más próximo al cuerpo y flexionando las piernas. Las curvas fisiológicas de la columna deben conservarse durante los diferentes actos de inclinación. Durante el levantamiento la cabeza y el tronco deben moverse como una unidad para obtener un bloqueo cervical que estabilice la columna, asegurando una actividad bien equilibrada ([figura 17.9](#)).

17.7.4. Higiene postural de los miembros inferiores

Todas las actividades que se puedan hacer sentado no se deberán hacer de pie. Sin embargo, para aquellas actividades que obligatoriamente hay que hacer de pie, conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Las piernas estarán más descansadas si se utiliza una pequeña banqueta donde se apoyarán alternativamente los pies, para ir alternando el peso corporal.
- La altura de los bancos de trabajo debe ser entre 80-90 cm.
- No utilizar zapatos de punta estrecha ni de tacón, por la peligrosidad de deformaciones del pie y aumento de la ensilladura lumbar.

17.7.5. Higiene postural durante el reposo y el descanso

Al igual que se debe mantener una correcta alineación postural durante el trabajo, también es necesario hacerlo tanto durante los momentos de relajación como de reposo, pues esto no significa un cese total de la actividad muscular.

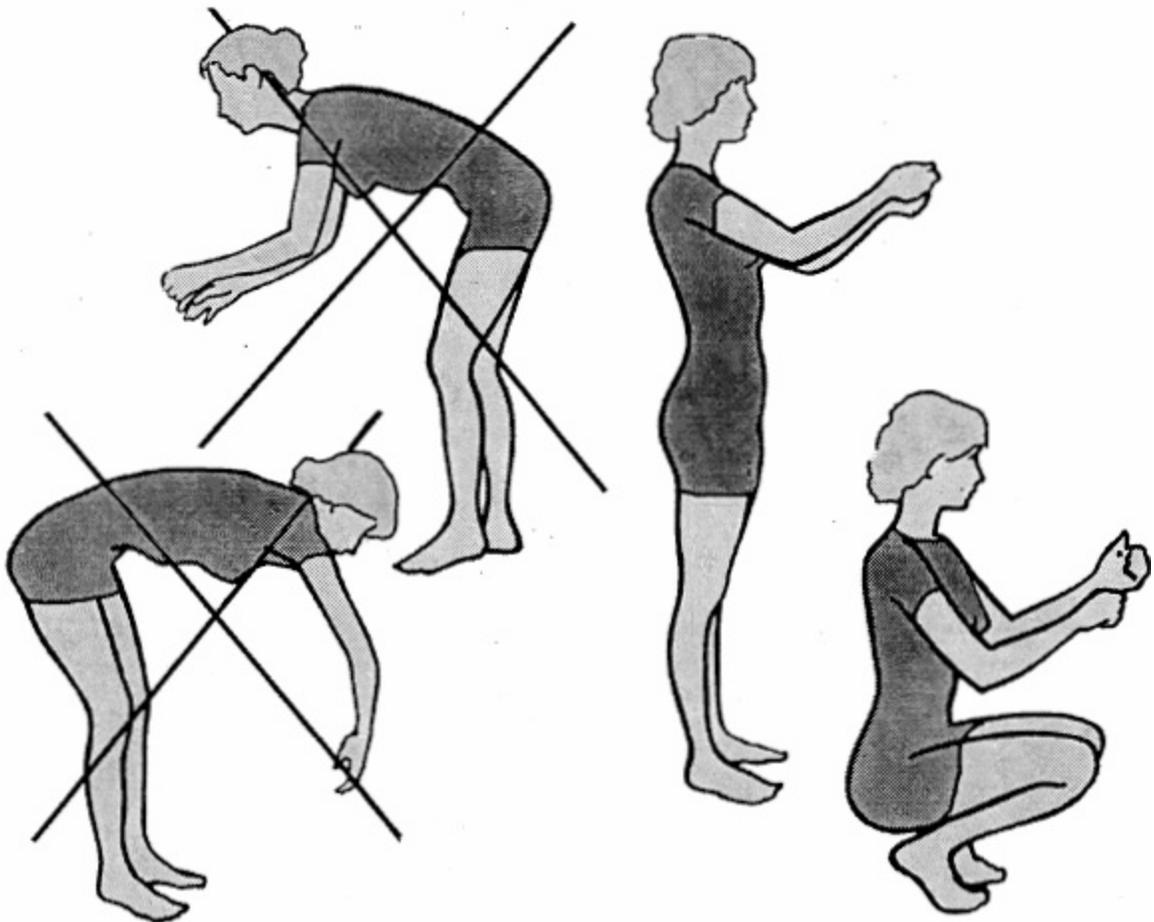


FIGURA 17.9. Posición correcta en levantamiento de pesos.

- El asiento que se utilice para el reposo debe resultar cómodo, permitiendo una buena relajación, con rectificación de las lordosis lumbar y un apoyo total de toda la espalda. El respaldo debe estar inclinado hacia atrás, entre 15° y 20° , y ha de incluir apoyo para la cabeza. Los accesorios para el apoyo y elevación de los pies no deben pasar de la horizontal y mantendrán las rodillas en ligera flexión ([figura 17.10](#)).

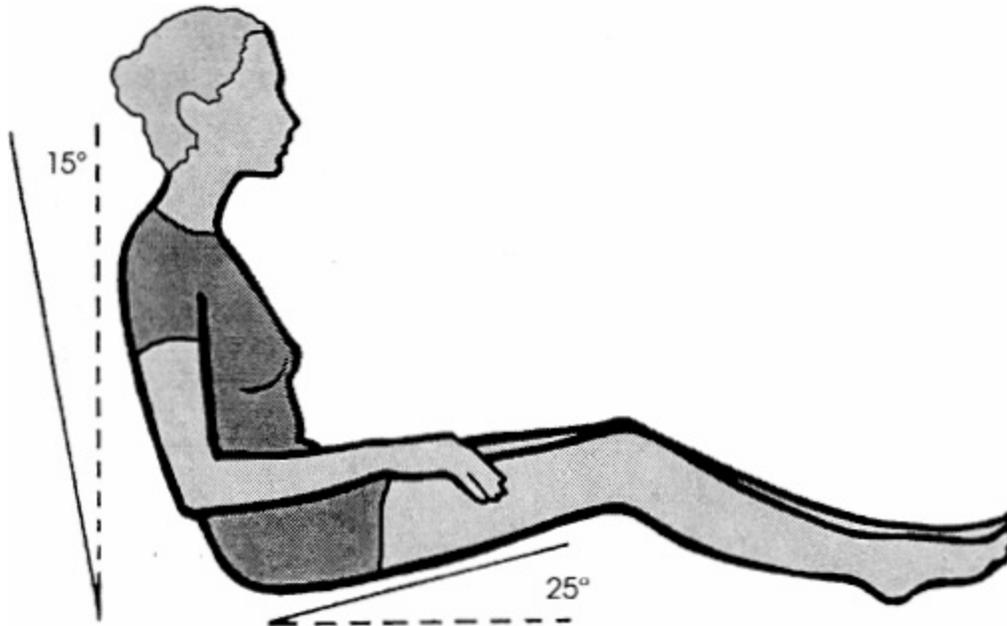


FIGURA 17.10. Postura adecuada para la relajación en sedestación.

- El flujo sanguíneo debe ser facilitado durante el descanso, lo cual se obtiene preferentemente en la posición horizontal. Por eso es muy importante la cama en la que se va a descansar: ésta debe tener un colchón y una base firme, para facilitar una correcta alineación corporal. Se deben evitar las posiciones de decúbito supino y decúbito prono, ya que aumentan la lordosis lumbar, siendo más aconsejable la posición de decúbito lateral ([figura 17.11](#)).

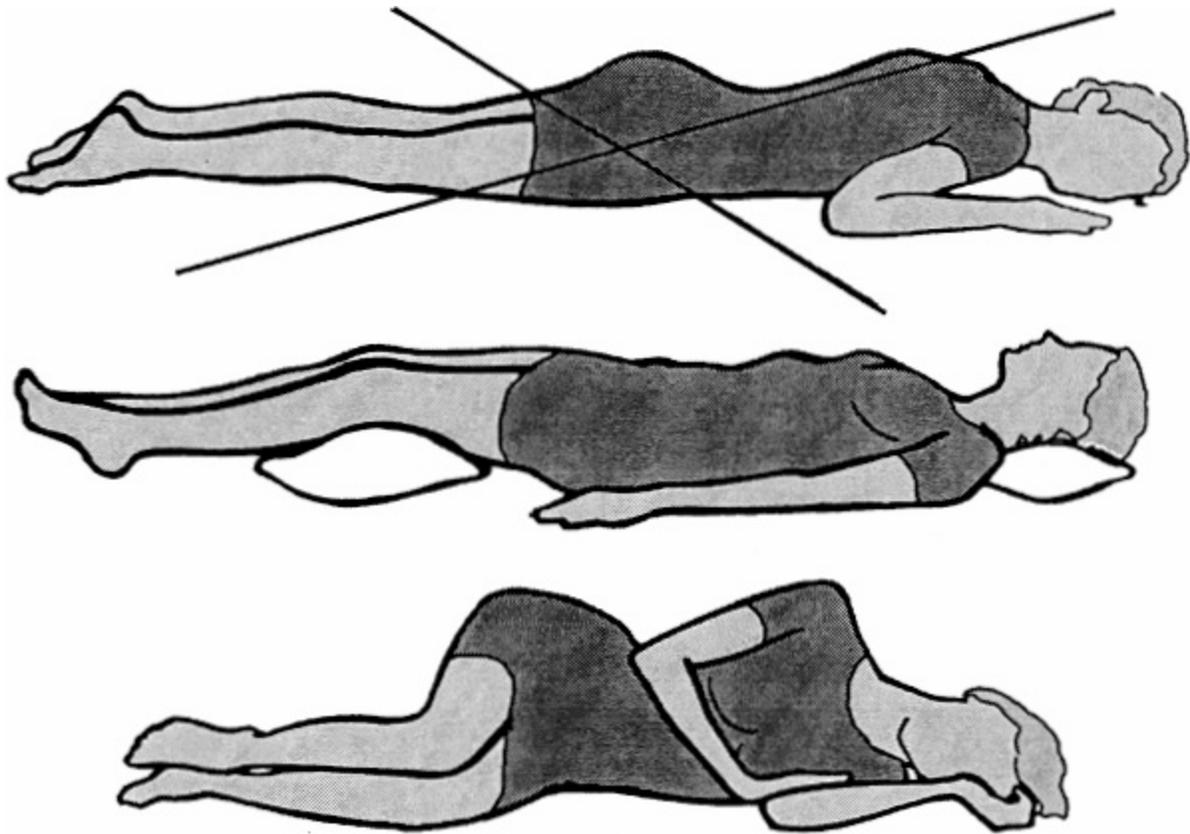


FIGURA 17.11. Postura adecuada de descanso.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

LAPIERRE, A.: *La reeducación física*. Tomo I. Científico Médica 4ª Edición. Barcelona, 1978.

LICHT, S.: *Terapéutica por el ejercicio*. Salvat. Barcelona, 1970.

LUTTGENS & WELLS: *Kinesiología: Bases científicas del movimiento humano*. Augusto, 7ª Edición. Madrid, 1985.

18

Cinesiterapia pasiva

Objetivos

- Conocer los distintas clases de terapia por el movimiento, fundamentalmente la cinesiterapia pasiva.
- Saber valorar y clasificar las distintas formas de cinesiterapia pasiva.
- Saber aplicar las distintas técnicas de movilización pasiva manual.
- Saber cómo y cuándo se puede realizar una movilización pasiva.

18.1. Movilización pasiva

Es una forma de movilización en la que el movimiento que realiza el paciente le es comunicado por una fuerza externa, no interviniendo el enfermo en la ejecución del movimiento con una actividad motora voluntaria. Por parte del paciente, no hay ni ayuda ni resistencia a realizar los movimientos.

La noción de pasividad es confusa, puesto que parece llevar implícita la ausencia absoluta de participación del enfermo en el acto terapéutico. En realidad, los cambios fisiológicos que se producen en las estructuras movilizadas y la colaboración integradora del paciente son características muy activas del complejo proceso terapéutico. Podría denominarse a este tipo de movilización, movilización ajena, más que una movilización pasiva dada su característica primordial, la de ser realizada manual o instrumentalmente mediante fuerzas ajenas al enfermo. La pasividad del paciente puede ser obligada cuando el enfermo no puede realizar el movimiento; o puede ser sólo conveniente, cuando el enfermo puede, pero no debe realizar, asistir o impedir el movimiento.

Es importante señalar que la evolución de los conocimientos de las funciones biológicas, neurofisiológicas y patomecánicas, así como el perfeccionamiento de la tecnología, permiten comprender y dominar mejor los mecanismos activos de respuesta a estas técnicas pasivas.

18.2. Clasificación

La movilización pasiva se puede clasificar, según el agente que la realiza, en la

desarrollada por la aplicación de una fuerza externa y la realizada por el propio paciente (autopasiva).

La primera se divide en:

- *Movilización pasiva relajada.* Es la que se practica cuando las articulaciones están libres, es decir, que no hay adherencias ni retracciones que impidan el movimiento y tampoco existen contracturas espásticas ni dolor que se oponga a los ejercicios.

Mediante esta movilización conseguimos, según Rivero:

- Despertar los reflejos propioceptivos y la conciencia del movimiento.
 - Favorecer la circulación hemolinfática, mejorando la deplección de los músculos y zonas subyacentes.
 - Mejorar el tono y la actividad muscular, por los sucesivos estiramientos y acortamientos que experimenta el músculo, que se prepara de esta forma para el ejercicio activo.
 - Mantener la elasticidad e independencia de los diversos planos tisulares, previniendo adherencias, contracturas y retracciones.
- *Movilización pasiva forzada.* Es la que se practica cuando las articulaciones no están libres, pues existen adherencias y retracciones que impiden total o parcialmente el movimiento. También pueden existir circunstancias periarticulares, como espasmos, contracturas o retracciones musculares que se oponen a la ejecución del movimiento. La movilización pasiva forzada puede ser:
 - *Momentánea:* es una maniobra muy rápida, que se utiliza sobre todo para vencer adherencias o limitaciones articulares. Se realizará de forma enérgica, pero con mucho cuidado, pues puede ser peligrosa. Las manipulaciones vertebrales serán una forma de movilización pasiva forzada momentánea. Su objetivo terapéutico es forzar las articulaciones dentro de los límites fisiológicos. Utilizadas principalmente en las algias raquídeas y en las neuralgias radicales.
 - *Mantenida-*, es una maniobra que obliga constantemente la articulación, para lo cual se utiliza una fuerza exterior continua que puede ser:
 1. La acción de la gravedad representada por el propio peso del sujeto o uno de sus segmentos.
 2. La acción de contrapesos o muelles elásticos.
 3. La acción de un aparato mecánico con posibilidades de movimiento propio.
 4. La acción manual del fisioterapeuta.

La *movilización auto-pasiva.* Consiste en la realizada por el propio sujeto, de forma manual o por movilización activa de los segmentos corporales. Es reservada al mantenimiento articular, casi siempre global.

A su vez se divide en:

- *Movilización manual por el sujeto.* Es la movilización que se realizará el propio paciente. Después de un periodo de inmovilización, por cualquier medio y de cualquier articulación, el paciente se podrá realizar una auto-movilización siempre que pueda acceder a ella. Ejemplo: al retirar una escayola colocada por una fractura de escafoides en la muñeca izquierda, el paciente podrá automovilizar dicha articulación con su mano derecha ([figura 18.1](#)).
- *Movilización activa de las articulaciones vecinas.* El enfermo adopta posiciones y realiza actividades segmentarias a distancia que en situaciones determinadas provocarán la movilización de las articulaciones que interesan. Ejemplo: los *ejercicios de Codman* para hombro, en los que se realiza una movilización gle-no-humeral en abducción cuando el sujeto erecto se inclina del lado homolateral, o una flexión cuando se inclina hacia adelante ([figura 18.2](#)).
- *Movimiento por un sistema instrumental.* Es cuando el propio paciente activa el circuito, y representa el motor de la acción movilizadora aplicando un sistema cabo polea. Ejemplo: para la movilización en extensión del codo el circuito es arrastrado por la otra extremidad superior, lo que realiza entonces una movilización autopasiva homóloga que puede presentarse de dos formas:

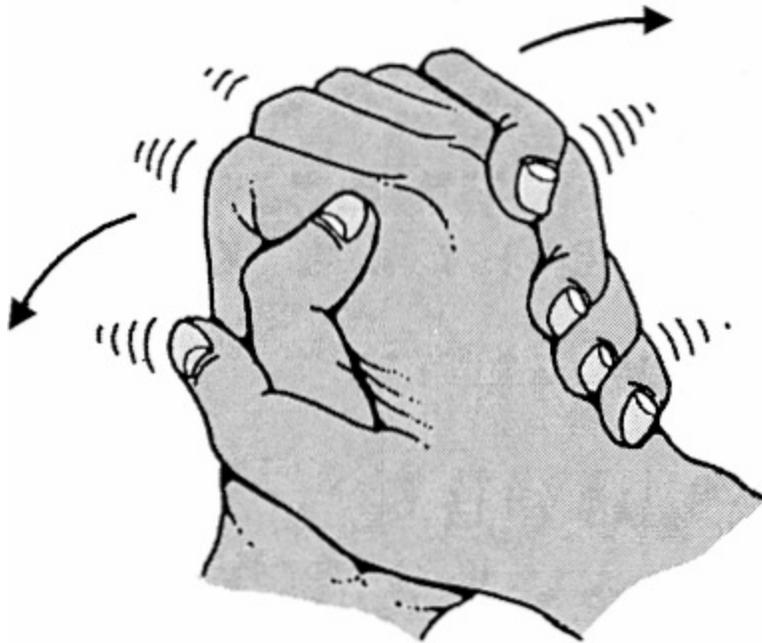


FIGURA 18.1. Movilización manual por el sujeto.

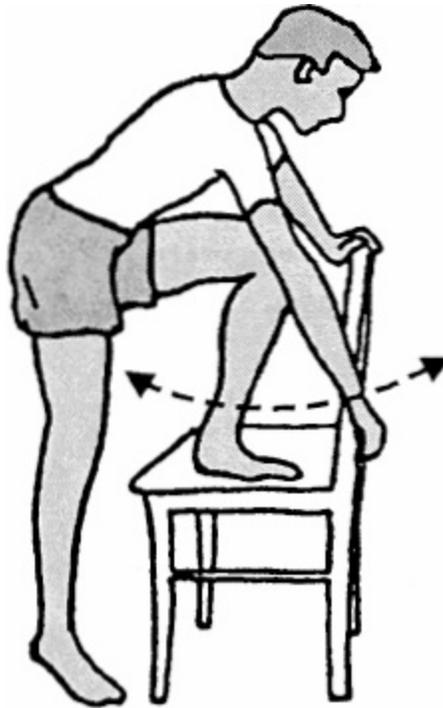


FIGURA 18.2. Ejercicios de Codman.

- *Simétrica*. Cuando la extensión es provocada por una extensión del codo contralateral ([figura 18.3.a](#)).
- *Asimétrica*. La extensión es provocada por una flexión del codo contralateral ([figura 18.3.b](#)).

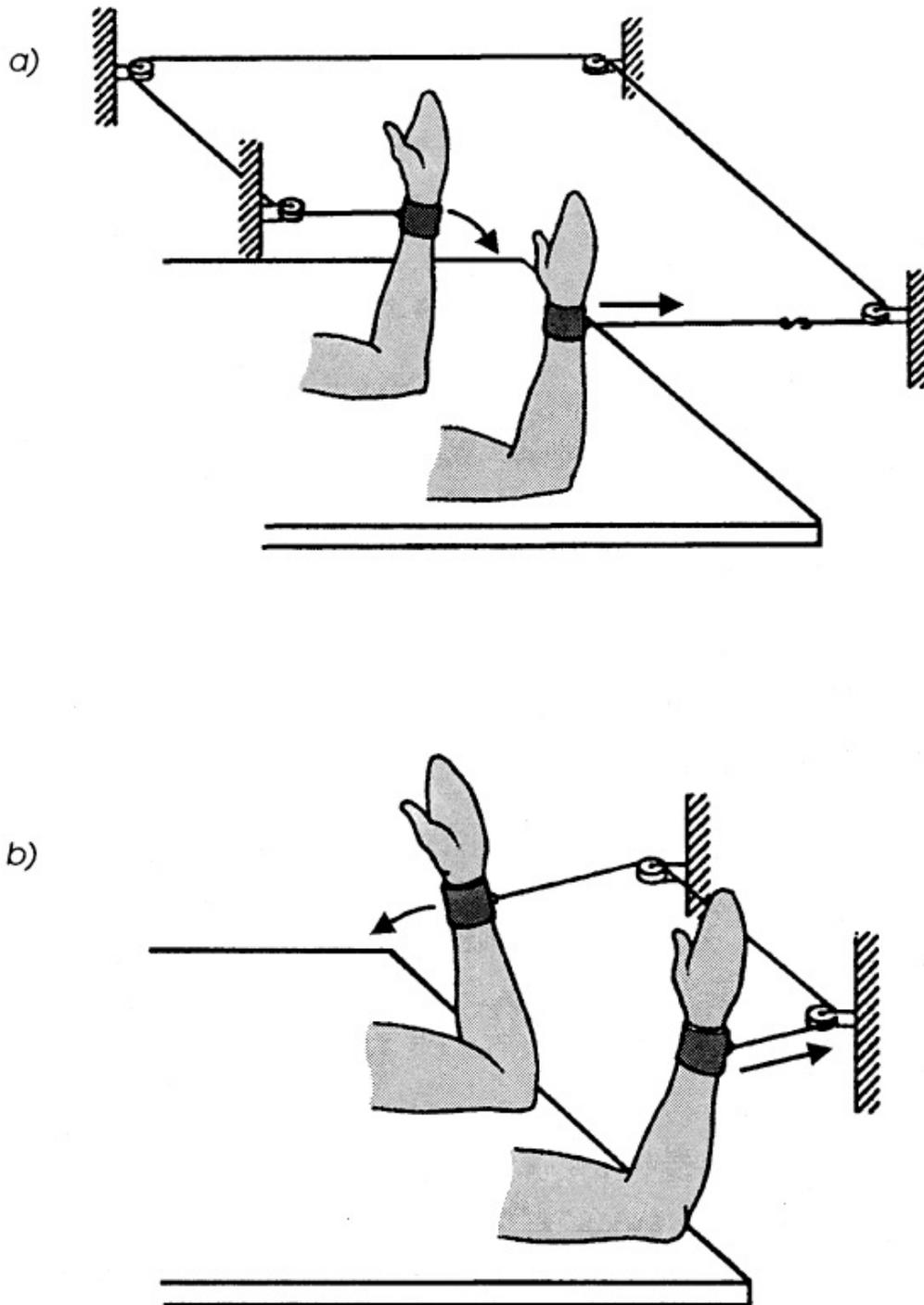


FIGURA 18.3. a) Movilización por sistema instrumental simétrico. b) Movilización por sistema instrumental asimétrico.

18.3. Efectos fisiológicos

La movilización pasiva tiene numerosos efectos fisiológicos, tanto a nivel local sobre músculo y articulaciones, como a nivel general sobre otros sistemas y funciones:

- *Psiquismo y sistema nervioso.* El movimiento pasivo es percibido por los órganos de la sensibilidad propioceptiva y queda registrado en los centros nerviosos bajo la forma de imágenes motrices. Estas imágenes son clasificadas en la memoria cinestésica y contribuyen, por una parte, a la edificación del esquema corporal, y por otra al desarrollo del esquema espacial. Tiene efecto sobre el psiquismo y el intelecto creando automáticamente un lazo privilegiado entre el fisioterapeuta y el paciente de gran valor terapéutico. No debe importar siempre el aspecto mecánico, pues cada sujeto es una entidad que debe respetarse. No hay que engañar a los enfermos ni querer darles a cualquier precio esperanzas de curación.
- *Sobre el tejido muscular.* La movilización pasiva tiene una acción inmediata sobre los músculos y articulaciones. Todo estiramiento brusco de un músculo conlleva, por vía refleja, una respuesta que aumenta el tono del músculo. Por el contrario, un estiramiento progresivo no trae consigo esta respuesta, a condición de que ningún componente doloroso de origen muscular, tendinoso o articular, se sobreañada. Es posible, pues, por la puesta en tensión suave del músculo, no dolorosa, obtener su distensión progresiva. Al lado del estiramiento pasivo del músculo hay que considerar el acortamiento pasivo, que se consigue aproximando pasivamente los puntos de inserción musculares al máximo. Así se puede relajar un músculo, acortándolo. Los sucesivos estiramientos y acortamientos que sufre el músculo durante las maniobras de la movilización pasiva, mejoran el tono y la actividad muscular, mantienen la longitud del mismo y evitan su retracción y acortamiento. Las tracciones prolongadas, suaves, hacen distender el músculo lentamente, sobre todo si se encontraba contracturado. Por el contrario, los estiramientos bruscos, potentes, tienen un efecto: opuesto un estiramiento potente de un músculo contracturado aumenta el espasmo, aunque después se distienda lentamente.
- *En las articulaciones.* Durante la práctica de la movilización pasiva se movilizan necesariamente una o varias articulaciones, y se produce:
 - Acción de deslizamiento de las superficies cartilagosas de la cápsula y de los ligamentos.
 - Acción sobre la tensión capsular y ligamentosa.
 - Excitación de la sinovial.

La cinesiterapia pasiva puede considerarse como una movilización a fricción mínima. La tensión ejercida a nivel de la cápsula y de los ligamentos determina la aparición de influjos sensitivos que alcanzan la médula, y desde allí estimulan los músculos motores de la articulación y los centros nerviosos superiores. Pueden alcanzar incluso los centros vegetativos, pues toda movilización pasiva se acompaña de aceleración cardíaca y aumento de la ventilación pulmonar.

- *Función circulatoria.* En un sujeto encamado e inmóvil la movilización pasiva articular desarrolla el fenómeno de *vis a latere* y facilita el retorno venoso. El

estiramiento de los músculos y de las fascias o aponeurosis, consecutivo a la movilización articular, comprime el sistema venoso. Este mecanismo se hace evidente en la movilización pasiva de la tibiotalar en flexión, lo que influye favorablemente en la circulación de retorno a nivel de la pierna.

- *Función respiratoria.* Las movilizaciones pasivas del tórax permiten mantener la movilidad de las diferentes articulaciones implicadas y ejercer una acción sobre la ventilación, mejorando así la hematosis y, por ello, la nutrición de los diferentes tejidos. Las técnicas de respiración artificial constituyen movimientos pasivos de la caja torácica.
- *Función digestiva.* Cuando movilizamos pasivamente el tórax, el raquis, la pelvis, las articulaciones de la cadera, por las variaciones de la presión abdominal que provocan, favorecen el tránsito intestinal alterado en los pacientes encamados.

18.4. Principios generales para la práctica de la movilización pasiva manual

Los principios generales que se deben observar para realizar una movilización pasiva manual son:

1. *Instalación del paciente.* Se le debe asegurar una posición cómoda para que los gestos terapéuticos sean eficaces. El sujeto debe estar instalado en una posición agradable que no le ocasione ninguna molestia, no debe hacer ningún esfuerzo prolongado. La posición del paciente debe ajustarse al movimiento terapéutico que vaya a realizar el fisioterapeuta. Las distintas posiciones son:
 - *Decúbito supino:* acostado sobre la espalda.
 - *Decúbito prono o ventral:* sujeto acostado sobre el vientre.
 - *Decúbito lateral* derecho y/o izquierdo.
 - *Posición semisentada:* cuando el tronco del paciente se encuentra levantado 45° de la horizontal.
 - *Posiciones derivadas:* cualquier posición que se adapte a una maniobra específica. Ejemplo: sedestación para la movilización pasiva de la muñeca derecha ([cuadro 18.1](#)).
2. *Instalación del fisioterapeuta.* La posición del fisioterapeuta para realizar estas maniobras debe ser cómoda y eficaz, pues una instalación racional y estable le evita la fatiga, permitiéndole vigilar su espalda, adaptando la postura más correcta al aplicar los ejercicios terapéuticos al paciente. La instalación del fisioterapeuta debe permitir una vigilancia constante del enfermo:

CUADRO 18.1
Posiciones del paciente

POSICIÓN DEL PACIENTE	ARTICULACIÓN	MOVIMIENTO
Decúbito supino o dorsal	• Hombro	• Flexión • Abducción-abducción • Rotación interna-externa
	• Codo-antebrazo	• Flexión-extensión • Pronación-supinación
	• Muñeca	• Flexión-extensión • Inclinación radial-cubital
	• Dedos	• Flexión-extensión • Abducción-abducción
	• Pulgar	• Oposición
	• Cadera	• Flexión • Abducción-abducción • Rotación Interna-externa
	• Rodilla	• Flexión-extensión
	• Tobillo	• Flexión dorsal-plantar • Abducción-adducción • Inversión-eversión
	• Dedos pie	• Flexión-extensión • Abducción-adducción
	• Raquis cervical	• Flexión • Flexión lateral izquierda-derecha
	• Raquis dorsal	• Flexión
	• Raquis lumbar	• Flexión
Decúbito prono o ventral	• Hombro • Cadera	• Extensión • Extensión • Rotación interna-externa
	• Rodilla	• Flexión-extensión
	• Tobillo flexión	• Dorsal-plantar (con rodilla en flexión)
	• Dedos pie	• Flexión-extensión • Abducción-adducción
	• Raquis	• Extensión
Decúbito lateral derecho/izquierdo	• Hombro	• Flexión-extensión • Abducción-adducción • Rotación Interna-externa
	• Codo-antebrazo	• Flexión-extensión • Pronación-supinación
	• Muñeca	• Flexión-extensión • Inclinación radial-cubital
	• Dedos	• Flexión-extensión • Abducción-aducción
	• Pulgar	• Oposición
	• Cadera	• Flexión-extensión • Abducción-adducción
	• Rodilla	• Flexión-extensión
	• Tobillo	• Flexión dorsal-plantar
• Dedos pie	• Flexión-extensión • Abducción-adducción	

- Visión directa de la cara del paciente, que es particularmente expresiva.
- Se dará al sujeto la posibilidad de prevenir el dolor desde los primeros signos que lo anuncien.

3. *El local.* Ha de tener una temperatura adecuada, ser bastante amplio y estar suficientemente iluminado y ventilado.
4. *Respeto por el dolor.* Toda maniobra que crea sistemáticamente un fenómeno doloroso debe interrumpirse inmediatamente. Sabemos que existen movilizaciones que no son agradables, pero de ninguna forma puede perseverarse en la aplicación de técnicas dolorosas, porque el dolor provoca fenómenos reflejos de defensa que perturban la eficacia del tratamiento; a esto podemos añadir reacciones de rechazo que engendran tensiones musculares.
5. *Progresión del tratamiento.* El fisioterapeuta debe controlar los parámetros de las maniobras terapéuticas, la frecuencia de las sesiones y la adaptación permanente del tratamiento a cada enfermo en cada sesión.

La acción terapéutica estará definida:

- Por el tiempo de trabajo. Para una maniobra de movilización pasiva, comprende la iniciación o ida, el mantenimiento de la posición y el retorno a la posición inicial.
- Aunque las modalidades de tiempo son variables según las condiciones y las situaciones de ejercicio, en movilización pasiva articular se distinguen cuatro secuencias que determinan la frecuencia o el ritmo de la maniobra:

T_1 : Iniciación o ida.

T_2 : Mantenimiento.

T_3 : Retorno.

T_4 : Reposo.

Casi siempre se da la circunstancia de que:

$$T_1 = T_2 = T_3 \text{ y } T_4 = T_1 + T_2 + T_3.$$

Es necesario controlar la intensidad y la fuerza con que se realizan estas acciones, sabiendo siempre adaptarlas en función del objetivo buscado y de la reacción del paciente.

Las maniobras terapéuticas deben modularse no solamente sobre la evolución de la lesión, sino también sobre la elección tecnológica decidida por el fisioterapeuta.

6. *Respetar planos y ejes de los movimientos.* El fisioterapeuta debe conocer perfectamente los planos y los ejes donde pretende realizar las movilizaciones pasivas. Esto evitará solicitar una articulación en un plano de movilidad que no corresponda a la realidad fisiológica.
7. *Movilizar en toda la amplitud.* Debemos conocer los límites fisiológicos de las diferentes articulaciones y saber apreciar la amplitud máxima que puede efectuar la articulación tratada. El recorrido articular activo siempre es algo menor que la amplitud articular pasiva. Por ejemplo, la flexión activa del codo es menor que la flexión pasiva.

8. *Movilizar utilizando un punto fijo y uno móvil.* A la fijación o contraasidero se le llama también *punto fijo*; a la toma, apoyo o asidero se le llama *punto móvil*. La realización correcta de apoyos y fijaciones permite:
- Movilizar analíticamente cada articulación con la máxima eficacia posible. Si los dos segmentos se mueven, es más difícil obtener un movimiento preciso, extendiéndose por difusión este movimiento a otras articulaciones.
 - Evitar los fenómenos de compensación, es decir, de “trampa“, involuntarios por parte del paciente.
9. *Dosificar la movilización.* La fuerza movilizadora es aquí poco importante, pues se trata de mantener el juego articular existente. Durante la sesión la velocidad de ejecución debe variar en los diferentes actos de movilización pasiva. El número de repeticiones de la movilización pasiva no es fijo ni debe fijarse para la duración de una sesión.

18.5. Tipos de movilización pasiva articular manual

La movilización pasiva manual la debe efectuar el fisioterapeuta. Una de sus manos fija firmemente el segmento proximal del paciente: es lo que llamamos *mano fijadora*. La otra movilizará el segmento distal: es la *mano movilizadora*.

Las diferentes formas de movilización pasiva articular son ([figura 18.4](#)):

- *Movilización analítica simple.* Se realiza habitualmente en una sola articulación, siguiendo el eje mecánico articular en un solo plano de referencia y a la vez respetando la fisiología articular. Este tipo de movilización pretende básicamente mantener el juego articular sin objetivo primordial de aumento de amplitud, por lo que la fuerza movilizadora necesaria es pequeña.
- *Movilización analítica específica.* También abarca una sola articulación a la vez. Se realiza cuando existe una limitación de la amplitud articular, y su objetivo por tanto será la recuperación de la movilidad. Para lograrlo asocia sistemáticamente a la realización del movimiento, solicita deslizamientos que corresponden a la fisiología íntima del desplazamiento respectivo de las superficies articulares, a veces también con solicitaciones de descompresión. Los deslizamientos analíticos específicos no toman en consideración los planos de referencia anatómicos.
- *Movilización pasiva global o funcional.* Al contrario que las dos anteriores, combina en las asociaciones las diversas posibilidades funcionales de una articulación o de varias. A menudo este tipo de movilización se realiza en situación de función: para una extremidad superior se solicitan los grados de libertad según diagonales. El objetivo de este método es inscribir la articulación afectada en un dibujo cinético, que se acerca a la ejecución activa en cuanto a las soluciones mecánicas.

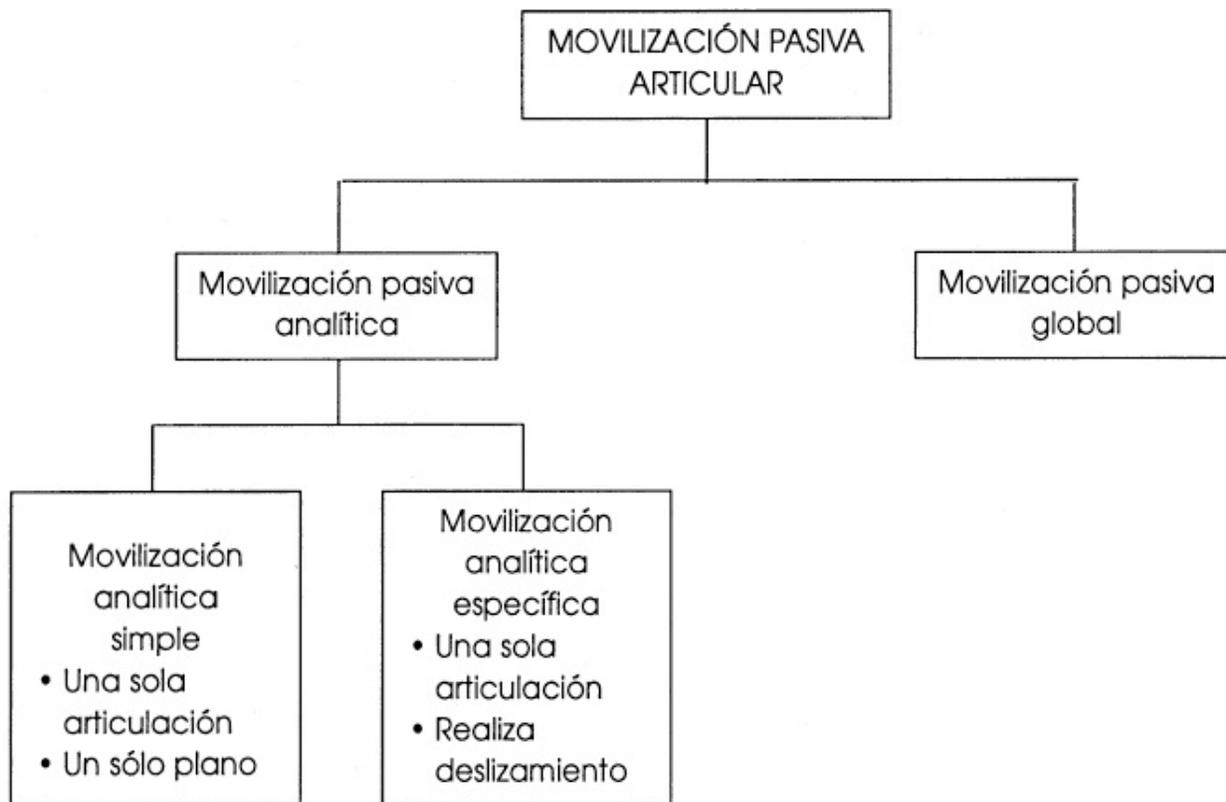


FIGURA 18.4. Tipos de movilización pasiva articular.

18.6. Indicaciones de la movilización pasiva

La movilización pasiva tiene numerosas indicaciones, constituyendo a veces el único método posible para mover una determinada región del organismo. En principio se utiliza en los siguientes casos:

- Como fase preparatoria o complementaria a otro tipo de movilización.
- En las parálisis flácidas sin posibilidad de movimiento activo, como tratamiento exclusivo.
- En pacientes muy débiles en los que hubiera una contraindicación formal de realizar ejercicios activos.

Con la movilización pasiva se consigue:

- Impedir las contracturas musculares residuales.
- Conservar en los músculos paralizados su exacta longitud y su flexibilidad tisular, evitando la retracción.
- Conservar el recorrido articular en toda su amplitud, luchando contra todo fenómeno de retracción capsular.
- Mantener los receptores sensoriales en su función, cuando el déficit neurológico no es más que motor.

La movilización pasiva está indicada en varias especialidades, principalmente en traumatología, reumatológica y neurológica.

- En *traumatología* se debe considerar. El doble aspecto de la rigidez articular.
- Fenómenos de defensa musculares que protegen la articulación traumatizada, dolorosa, y que persisten más allá del dolor, ceden rápidamente a la movilización pasiva.
- Está indicada en las retracciones músculo-tendinosas, ligamentarias y capsulares, contrapartida inevitable de la total inmovilización del enyesado.
- Es muy útil para los traumatizados que no pueden realizar plenamente su autonomía motriz voluntaria.

La movilización pasiva mantenida está indicada en las retracciones y acortamientos musculares, sobre todo en algunas parálisis espásticas que cursan con hipertonía de grupos musculares.

- En *reumatología*, para los enfermos reumáticos el dolor constituye un límite razonable que impide que el paciente realice movimientos voluntariamente, siendo conveniente la práctica de la movilización pasiva.

La movilización pasiva tiene efectos más importantes en los *reumatismos* degenerativos que en los inflamatorios. Actúa produciendo:

- Distensión de las contracturas musculares periarticulares.
- Alivio de las presiones cartilaginosas.
- Mejora las rigideces.

La movilización pasiva es eficaz en *neurología* para el tratamiento de:

- Parálisis flácidas.
- Contracturas de origen central.

18.7. Contraindicaciones

La movilización pasiva es una terapia peligrosa cuando es mal aplicada. Todo movimiento forzado de una articulación no controlada por el tono muscular puede desencadenar reacciones inflamatorias dolorosas, que perjudican el progreso de recuperación. En tales casos se puede producir exageración de la contractura periarticular o reacción inflamatoria de la sinovial.

Las contraindicaciones más importantes son:

- Lesiones recientes de partes blandas.
- Derrame articular abundante.
- Toda articulación dolorosa.

- Hiperlaxitud articular.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BELLOCH, V.; CABALLÉ, C. y ZARAGOZA, R.: *Fisioterapia: teoría y técnica*. Saber. Valencia, 1971.
- GENOT, C.; NIEGER, H. y LEROY, A.: *Kinesioterapia*. Panamericana. Buenos Aires, 1991.
- SELIGRA, A. y ZARAGOZÁ, C.: *Manual de fisioterapia general*. Publicaciones Universitarias. Valencia, 1985.
- SINE, D. y LISS, E.: *Técnicas básicas de rehabilitación*. Científica Médica. Barcelona, 1983.
- XHARDEZ, Y.: *Vademécum de Kinesioterapia*. El Ateneo. Barcelona, 1993.

19

Tracciones y elongaciones terapéuticas

Objetivos

- Diferenciar la inioterapia pasiva de las tracciones.
- Conocer las distintas modalidades de tracciones.
- Saber aplicar las distintas técnicas para su realización.
- Saber cuándo se ha de aplicar una tracción y sus inconvenientes.

19.1. Concepto de tracción y elongación terapéutica

Podemos considerar las tracciones terapéuticas como una modalidad de la movilización pasiva consistente en la aplicación de una fuerza a un segmento corporal, con el fin de conseguir:

- *Desplazamiento angular*; ganar recorrido articular ([figura 19.1](#)).
- *Desplazamiento axil o axial*, elongar una articulación ([figura 19.2](#)). A este tipo específico de tracciones se le llama también elongaciones.

Estas técnicas consisten en ejercer esfuerzos de tracción sobre las articulaciones con el fin de buscar una disminución de las presiones articulares, generalmente respetando la fisiología. Se aplican sobre el raquis y sobre las extremidades, tanto superiores como inferiores.

Las tracciones y elongaciones terapéuticas vienen dadas por dos factores muy importantes:

- Intensidad de la fuerza que aplicamos exteriormente.
- Tiempo de tratamiento aplicado en la técnica empleada.

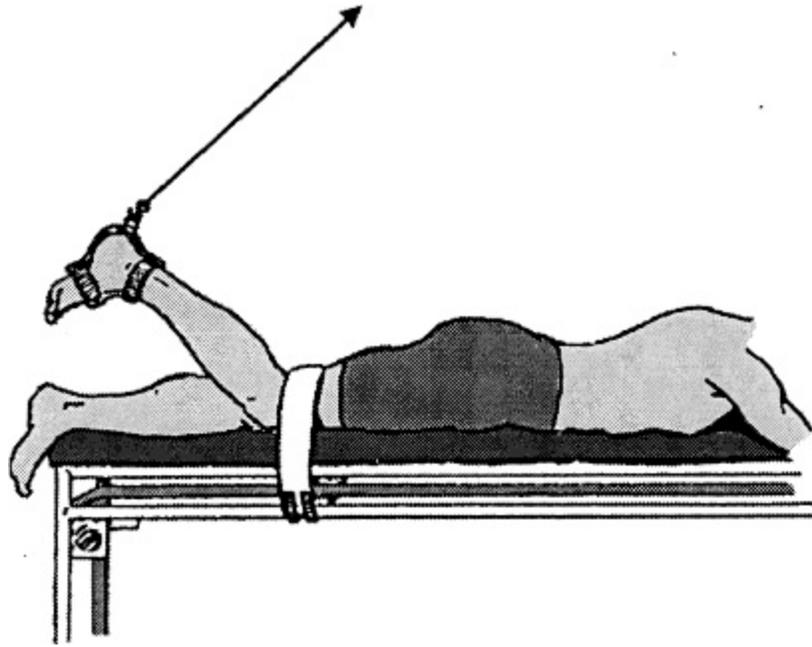


FIGURA 19.1. Tracción angular.

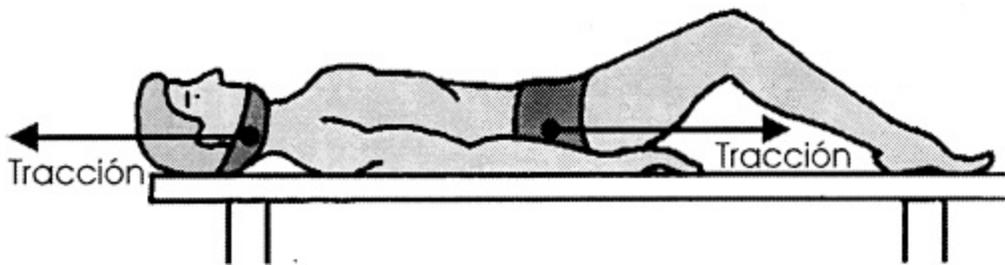


FIGURA 19.2. Tracción axial.

Su relación podrá ser inversa, pues es posible obtener a veces los mismos resultados, aumentando el tiempo de tratamiento, disminuyendo la fuerza aplicada y teniendo en cuenta la tolerancia y las características biológicas de los tejidos o las estructuras donde actuemos con estas tracciones terapéuticas.

Una tracción corta e intensa tiene unos efectos mecánicos inmediatos, pero puede desencadenar alteraciones biológicas de los tejidos en algunas ocasiones, produciendo:

- Dolor.
- Extravasación sanguínea.
- Derrame de la sinovial.
- Inflamación.

Por tanto se realizarán en casos muy determinados, bajo anestesia, y con la finalidad de vencer fibrosis, adherencias o estructuras retráctiles que no se pueden tratar por otros medios. Son las denominadas manipulaciones, que se realizan en el quirófano, bajo anestesia y por el traumatólogo, en el caso de articulaciones como la rodilla.

Las tracciones moderadas son más largas en tiempo y más cortas en cuanto a la

intensidad de la fuerza que aplicamos. Este tipo de tracción produce en los tejidos:

- Estiramiento o elongación.
- Cierta relajación muscular.
- Disminución de las contracturas musculares.
- Corrección de deformaciones y actitudes viciosas articulares.

En las tracciones axiales se produce una descompresión y, según otros, una decoaptación a nivel de la articulación. Por lo general, la actividad muscular produce un estado de compresión articular, debido al componente axial de los esfuerzos producidos. Todo esto aumenta a nivel de la extremidad inferior, porque ella se apoya en el suelo.

La ausencia de apoyo, junto con la inactividad muscular, determinará una disminución de las presiones compresivas articulares. Las tracciones articulares axiales, según el esfuerzo de tracción desarrollado y, sobre todo, según la laxitud de la articulación respectiva, pueden llevar a dos situaciones:

- La descompresión articular, que disminuye las presiones compresivas y realiza un estado de separación virtual.
- La decoaptación de las superficies articulares, que se traduce en una separación física real. Este fenómeno es más raro, y no se encuentra en todas las articulaciones.

La repetición de estas maniobras produce variaciones de presión articular que son favorables al trofismo cartilaginoso gracias al fenómeno de imbibición. Las diferentes propiedades de las estructuras periarticulares (cápsula, ligamentos, tendones musculares, etc.) son mantenidas por las solicitudes sucesivas en tensión, que les son impuestas al efectuar las tracciones articulares.

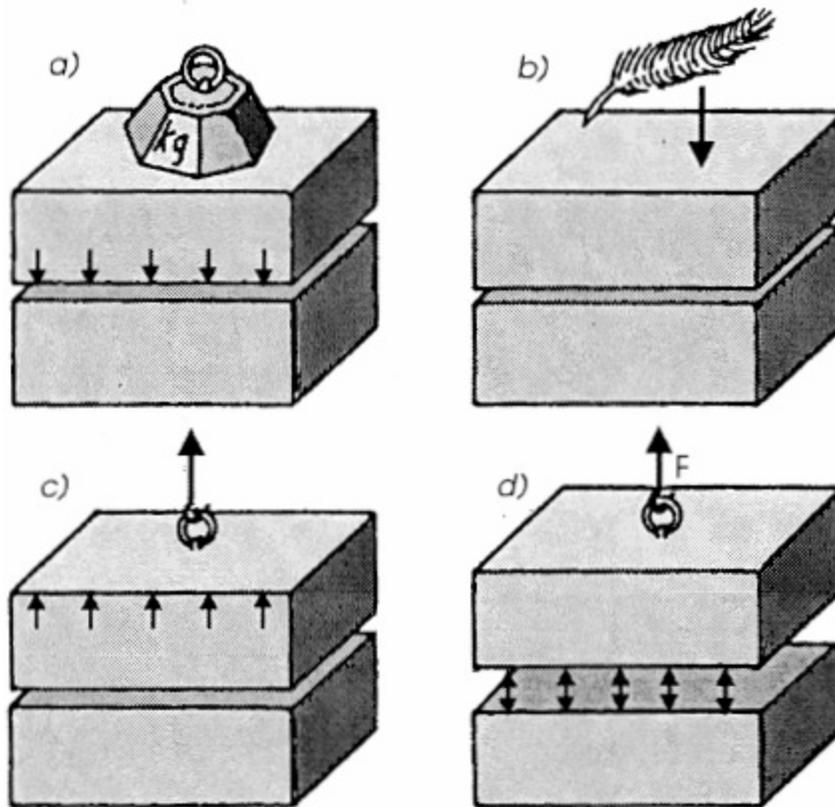


FIGURA 19.3. Ejemplo mecánico de una fuerza externa actuando sobre una articulación, a) Compresión, b) contacto, c) descompresión, y d) decoaptación.

19.2. Modalidades

Los diferentes tipos de tracción se pueden clasificar según el agente que lo realiza o según la duración de la misma.

- *Tracciones o elongaciones manuales.* Este tipo de tracción lo realiza manualmente el fisioterapeuta. Suelen consistir en estiramientos de corta duración. En esta técnica manual se realizará una tracción por sí sola o asociada a deslizamientos con desplazamiento angular o axial ([figura 19.4](#)).

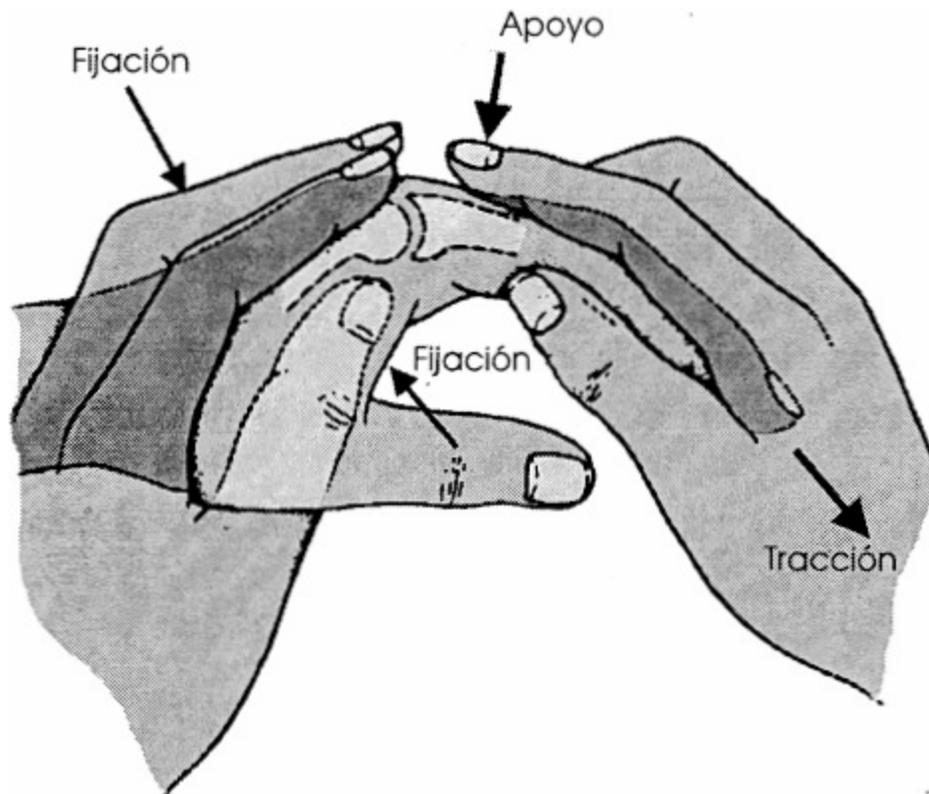


FIGURA 19.4. Tracción manual.

- *Tracciones por sistemas peso-polea.* Utilizaremos esta modalidad de tracción segmentaria tanto de forma angular como de forma axial. En la tracción axial, colocaremos la primera polea en la prolongación del segmento corporal a elongar ([figura 19.5](#)). En la aplicación de la forma angular, traccionaremos a la perpendicular del segmento que tratamos de desplazar. De esta forma, cuando conseguimos ganar grados en el desplazamiento angular, corregimos la posición de esta primera polea, ampliando siempre al máximo el brazo de palanca. Algunas veces es necesario colocar en suspensión el segmento corporal que va a ser tratado para de esta forma evitar los rozamientos. Este procedimiento presenta la ventaja de suprimir el peso del segmento de extremidad, permitiendo por ello reducir la carga.
- *Tracciones por carga directa.* Permite lastrar una extremidad, lo que somete a las articulaciones a esfuerzos de tracción. Este lastre se coloca en la parte distal del brazo de palanca, siempre que la lesión del paciente nos lo permita. Cuando traccionamos de forma axial en la extremidad superior, si sufre oscilaciones por desplazamiento del tronco el esfuerzo de tracción será variable.

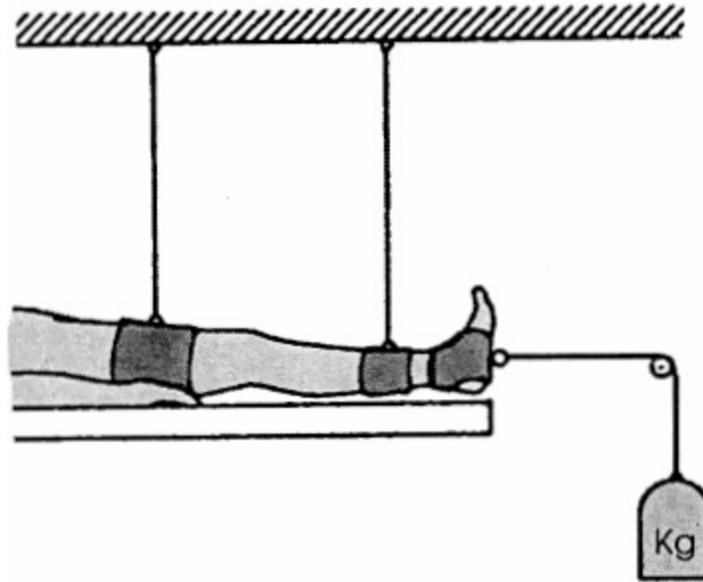


FIGURA 19.5. Tracción por sistema peso-polea.

- *Tracciones por medio de aparatos.* Consiste en realizar la tracción utilizando sistemas electromecánicos, en los que se puede seleccionar la fuerza (kp) y el tiempo de duración del tratamiento. Los más utilizados son las mesas de elongaciones vertebrales y los artromotores.
- *Tracciones por suspensión distal.* Se efectúa colocando, más allá del extremo distal de la extremidad o del segmento de extremidad, la unión fija de la suspensión. Con este procedimiento conseguimos un esfuerzo de descompresión articular ([figura 19.6](#)).

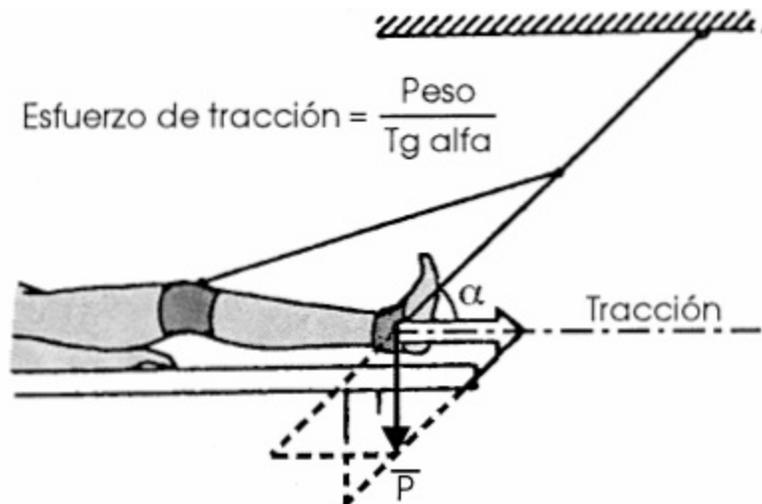


FIGURA 19.6. Tracción por suspensión distal.

- *Tracción percutánea.* Se realiza el anclaje de la tracción mediante un vendaje circular a través de la piel, provisto de una banda de tela inextensible en U sobre las caras interna y externa de la extremidad que se debe traccionar. Puede plantear

complicaciones por problemas vasculares debido a la compresión. Está contraindicado en edemas distales, y en parálisis del C ([figura 19.7](#)).

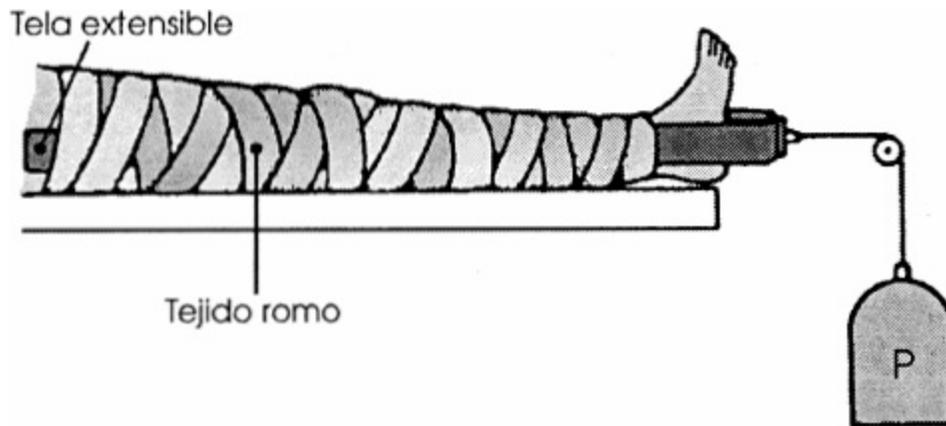


FIGURA 19.7. Tracción percutánea.

- *Tracción esquelética o transósea.* Esta tracción se realiza a través de los huesos mediante la utilización de clavos o agujas. Se practica en las extremidades, tanto en superiores como en inferiores, las coloca el traumatólogo y pretenden la alineación segmentaria, generalmente después de una fractura.

19.2.1. Tracción continua

Este tipo de tracción supone la no interrupción de la fuerza durante el tiempo de aplicación y la duración prolongada de la misma. La intensidad de la fuerza se mantiene generalmente sin variación, como cuando se utiliza un peso polea. En otras ocasiones, la tracción puede decrecer proporcionalmente al grado de corrección o elongación obtenidos.

Los dos factores que caracterizan estas tracciones son la potencia y la duración del tratamiento.

19.2.2. Tracción discontinua

La tracción discontinua o intermitente se basa en los mismos principios y postulados que la tracción continua, pero se caracteriza por la interrupción a intervalos de la fuerza de elongación.

Se utiliza generalmente para tratar procesos en los que predomina el espasmo o contractura muscular sobre las fijaciones fibróticas articulares o ligamentosas, debido a que el músculo contracturado responde más favorablemente a este tipo de estiramiento intermitente, para conseguir su relajación.

19.3. Técnica de aplicación

Para realizar las tracciones de una manera eficaz deben reunir las siguientes condiciones:

- Fijación del anclaje de la tracción.
- Utilización del mayor brazo de palanca posible, si se trata de una corrección angular en una articulación.
- En las tracciones axiales la dirección de la fuerza debe coincidir con la dirección del segmento que se quiere elongar.
- La contracción debe colocarse en la raíz del miembro, o en el tronco si se trata de tracción raquídea.
- Colocación del dispositivo de tracción lo más cercano posible a la zona que se desee elongar, a fin de que la disipación de fuerza sea menor en el resto del miembro o tronco.

19.4. Indicaciones y contraindicaciones

Las tracciones terapéuticas están indicadas en:

- Rigideces articulares.
- Deformidades articulares de relativa importancia, pues existen situaciones en que las deformaciones son tan grandes que necesitan un tratamiento quirúrgico.
- Síndromes algio-vertebrales.
- Situaciones en que la tracción o elongación determina una relajación de la musculatura periarticular contracturada.
- Retracciones músculo-tendinosas, ligamentosas y capsulares, contrapartida inevitable a toda inmovilización.
- Liberación de adherencias.
- Descompresión de las raíces nerviosas.

Las contraindicaciones son:

- En anquilosis: abolición de los movimientos de las articulaciones móviles.
- En articulaciones muy dolorosas e inflamadas.
- Lesiones recientes de partes blandas.
- Reacciones inflamatorias de la sinovial con derrame articular.
- En luxaciones y subluxaciones articulares.

19.5. Tracciones vertebrales

Las tracciones vertebrales son un conjunto de maniobras encaminadas a provocar en

el eje raquídeo fuerzas de sentido opuesto según la dirección cráneo-caudal, responsable de un efecto de elongación. Pretenden, por tanto, provocar un estiramiento de los discos intervertebrales por separación de los platillos vertebrales en el segmento doloroso.

Una de las formas más frecuentes y eficaces de tracciones o elongaciones terapéuticas son las que se realizan axialmente sobre el raquis. En principio, puede aplicarse en toda la columna, pero generalmente sólo se realiza en segmentos limitados, siendo lo más frecuente para su aplicación en fisioterapia la columna cervical y lumbar.

Las tracciones vertebrales han de poseer dos requisitos:

- La eficacia: viene en función de la duración y de la magnitud de la fuerza. La duración variará según se trate de tracciones continuas, en las que la prolongación del tiempo de aplicación intenta suplir la disminución de la fuerza aplicada, o de tracciones discontinuas, que precisan de mayores pesos por la brevedad de su acción. La fuerza aplicada deberá ser siempre constante, por lo que será importante realizar un buen sistema de fijación, necesitando también conocer la magnitud de la fuerza.
- La comodidad del paciente durante su aplicación, para lo que habrá de tener en cuenta fundamentalmente: una buena posición de partida, un correcto sistema de amarre y un comienzo y fin de la tracción progresivos, suaves, y sin cambios bruscos en el estado de elongación vertebral.

19.6. Efectos fisiológicos

Las tracciones vertebrales provocan, a nivel de las distintas estructuras anatómicas, varios efectos.

En el síndrome algio-vertebral (hernia discal, espondiloartrosis, Desarrollo Intervertebral Menor, -DIM-, etc.), la tracción determina una relajación de la contractura paravertebral, es decir, de la “tenaza muscular“, que disminuye la presión sobre las estructuras de las carillas articulares, nervios y vasos sanguíneos. Con ello puede lograrse la desaparición del edema y estasis vascular cerca del agujero de conjunción.

Después de la relajación de la “tenaza muscular“, la tracción vertebral provoca, en una segunda fase, una ampliación directa del espacio intervertebral.

En estudios experimentados se ha observado un aumento del espacio discal de 1 a 4 mm con un promedio de 1,5 mm, comprobado radiográficamente. De igual forma, se ha demostrado con discografía que la aspiración creada por la tracción favorece el retorno hacia el centro del disco de las partes nucleares, que habrían emigrado hacia la periferia. Por este mecanismo se puede obtener una retracción, aunque a veces sea incompleta, del material prolapsado, y corregir la estrechez. El tamaño de la hernia discal prolapsada no es determinante para el éxito del tratamiento.

La principal resistencia que debe vencer la elongación es la de la musculatura. La resistencia de otras partes blandas como ligamentos, estructuras conjuntivas y fibroelásticas, es menos importante. La resistencia muscular global es la suma de las

diversas resistencias ofrecidas por la elasticidad del tejido muscular, el tono muscular y la contractura refleja de la musculatura, desencadenada por la tracción. Esta reacción de defensa es tanto más intensa cuanto más brusca es la tracción, y es mucho más débil si la extensión se inicia y finaliza suavemente.

La tracción tensa el ligamento vertebral común posterior. También sufre un incremento de tensión el ligamento vertebral común anterior, los ligamentos amarillos y los sacroilíacos posteriores, que actúan como directos transmisores de las fuerzas de tracción aplicadas en la pelvis, sobre el eje raquídeo.

19.7. Clasificación y técnicas de aplicación

Las tracciones vertebrales se clasifican dándoles el nombre del tramo del raquis que se pretende elongar:

19.7.1. Tracción cervical

En cuanto a la biomecánica, este tipo de extensión se puede aplicar de forma continua y de forma intermitente. En la forma continua el peso que se le aplica al paciente es más pequeño. La tracción intermitente tiene dos fases: una primera en la que los músculos se contraen debido a la tracción aplicada, y una segunda o fase de relajación muscular, ocasionada por el periodo de detracción. Este tipo de acción permite aplicar mayor peso con menos molestias.

La técnica de aplicación en las tracciones variará ligeramente según la posición en que se coloque al paciente:

- Paciente en sedestación o tracción vertical. Se realiza mediante la aplicación al paciente del barbuquejo o collarate de Sayre con apoyo occipito-mento-niano. Tiene la ventaja de la sencillez de su aplicación; el peso del sujeto realiza la contratracción ([figura 19.9](#)).
- Paciente en decúbito o tracción horizontal. Su principal ventaja consiste en la relajación global del sujeto. Se puede efectuar de forma manual o con la aplicación de aparatos electromecánicos ([figura 19.10](#)).

En cuanto al protocolo para realizar una tracción cervical, se emplea el siguiente orden:

1. Aplicación de termoterapia. Sobre todo calor superficial; el efecto primario consiste en producir un aumento local de temperatura. Calor por conducción, basado en el principio físico del paso del calor de un cuerpo más caliente a otro más frío (almohadilla eléctrica, compresas calientes, etc.). Calor por radiación infrarroja, ondas electromagnéticas. Aplicación de parafangos.

2. Colocación del paciente y aplicación de la técnica adecuada. En la tracción vertical el paciente se coloca sentado. La tracción axial se realiza en un ángulo aproximado de 60°. La cabeza, de esta forma, queda en una discreta flexión y las fuerzas se aplican preferentemente sobre la región occipital, para evitar una lordosis exagerada de la columna cervical.

Cuando se realiza una tracción horizontal el ángulo de fuerza aplicada con la horizontal debe ser de 45° aproximadamente, con el fin de disminuir la presión sobre el mentón. El peso utilizado no será inferior a 5 kg ni superior a los 15 kg.

En las extensiones cervicales, el peso y el tiempo se deben aumentar de forma progresiva. Como orientación pueden ser útiles estas secuencias:

- 1^{er} día 4 kg 15 minutos.
- 2° día 4 kg 15 minutos.
- 3^{er} día 4 kg 20 minutos.
- 4° día 4 kg 20 minutos.
- 5° día 5 kg 25 minutos.
- 6° día 6 kg 30 minutos.

A partir del 6° día según criterio se aumentará el peso hasta llegar a los 10 ó 15 kg como máximo.

Las sesiones serán diarias o en días alternos, hasta llegar a un total de 10 a 15 sesiones ([figuras 19.8](#) y [19.9](#)).

Indicaciones de la tracción cervical:

- Retracción músculo-tendinosa.
- Contractura muscular en zona cervical.
- Cervicalgia.
- Cervicobraquialgia.
- Dolores escapulares con limitación a la rotación.
- Signos neurológicos radiculares.
- Cervicoartrosis.

Contraindicaciones:

- Procesos degenerativos.
- Hiperalgias agudas.
- Sujetos con envejecimiento discal.
- Arteria vertebral compresiva.
- Cifosis muy marcada que imposibilita la posición de extensión.
- Hipertensión arterial.
- Presencia de hipermovilidad.

19.7.2. Tracciones dorsales

Su empleo es excepcional, pues son muy pocas las dorsalgias no reductibles por manipulaciones.

Cabe, didácticamente, subdividir la región dorsal en tres zonas de apical a caudal:

- De D_1 a D_4 . Aquí se efectúa la tracción de la misma forma que la cervical, a condición de no colocar la contratracción sobre los hombros, sino sobre la pelvis.

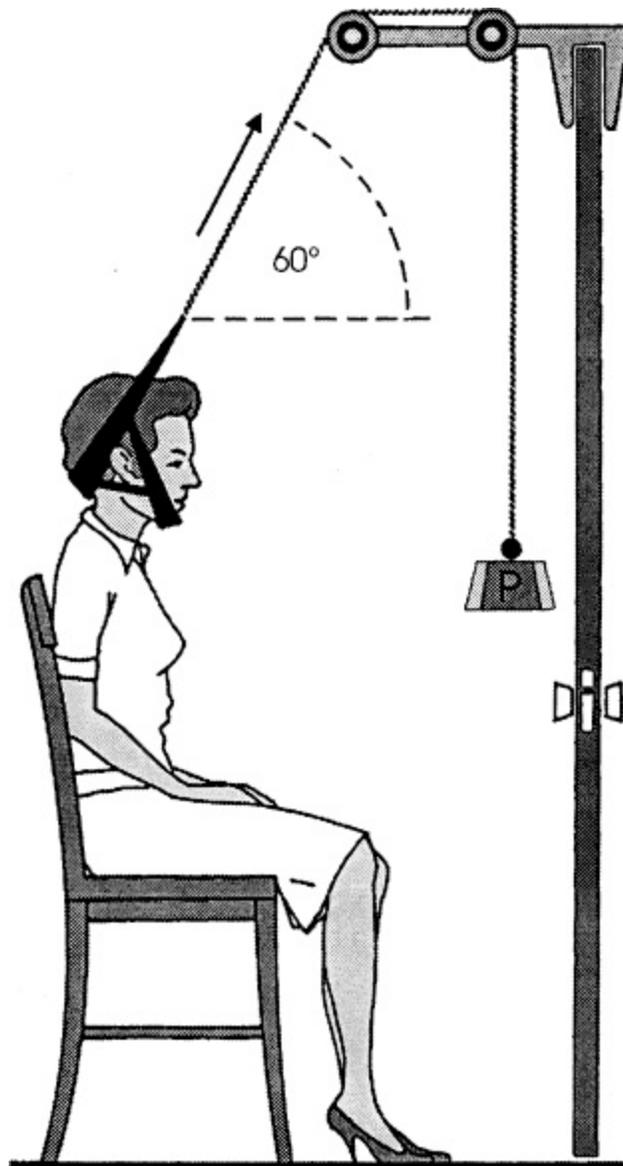


FIGURA 19.8. Tracción cervical en sedestación.

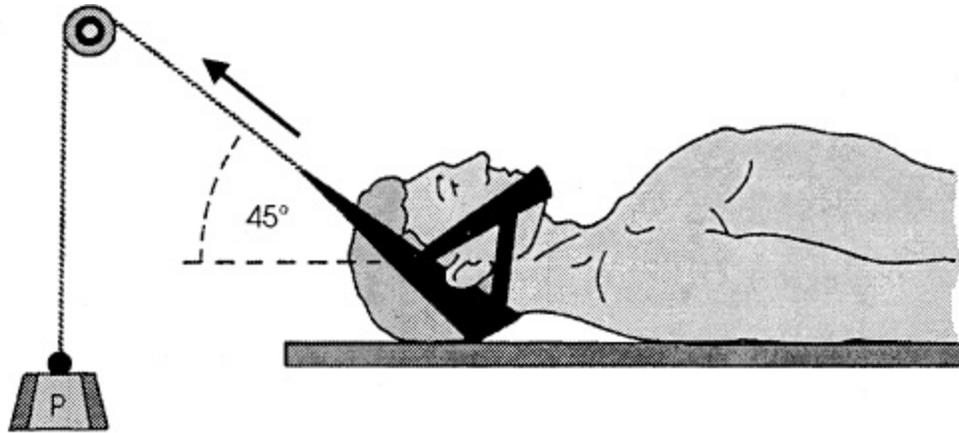


FIGURA 19.9. Tracción cervical en decúbito supino.

- De D_4 a D_8 . SU tratamiento exige una doble tracción, cervical mediante collar de Sayre, y lumbar según el dispositivo habitual. La extensión a este nivel es escasamente útil.
- De D_8 a D_{12} . Se trata de igual forma que la tracción lumbar, a excepción de efectuar los amarres de fijación torácica más alto que en las anteriores. La duración también oscila, entre los 20 y 30 minutos. La fuerza que se aplica es de unos 40 kg. Serán precisas entre 6 y 15 sesiones.

Estas técnicas se aplicarán en dorsalgias discales resistentes a manipulaciones que suelen acompañarse de dolor intercostal de evolución crónica.

19.7.3. Tracciones lumbares

Al igual que en los demás tipos de tracción, se empezaría aplicando la termoterapia, que en este caso sería más conveniente que termoterapia profunda, calor profundo o diatermia. Se ha demostrado que el calentamiento de los músculos afecta a la actividad de sus fibras, con descenso de los husos neuromusculares a la contracción, por lo cual se aplicará en contracturas antiálgicas y en los tejidos fibrosados. Lo más utilizado es la onda corta y las microondas.

En segundo lugar, se aplicará la fuerza de tracción que actúe sobre la pelvis del paciente. Después será necesaria una fijación correcta del tórax al nivel del reborde costal, mediante cinchas bien almohadilladas, que permita así la aplicación de tracciones hasta unos 50 kg.

La posición del paciente vendrá dada por el tipo de mesa empleada, generalmente se utiliza el decúbito dorsal. La lordosis lumbar se corrige mediante la *posición de Fowler*.

La magnitud de la fuerza aplicada oscilará entre los 40 kg en mujeres y los 50 en hombres. Estas fuerzas irán aumentando progresivamente.

Como pauta, decir que en las mujeres se puede comenzar por unos 10 kg y unos 15 ó 20 minutos en las primeras sesiones, hasta finalizar con los 40 kg de peso y 30 minutos

como duración del tratamiento. En los hombres se empezará con 15 o 20 kg y unos 20 minutos en las primeras sesiones, finalizando con 50 kg y media hora.

Las sesiones serán de 10 a 15 y no se darán más de tres o cuatro por semana.

El paso de la mesa de tratamiento a la bipedestación debe ser cuidadoso y con total ausencia de movimientos bruscos e intempestivos, evitando particularmente la cifosis.

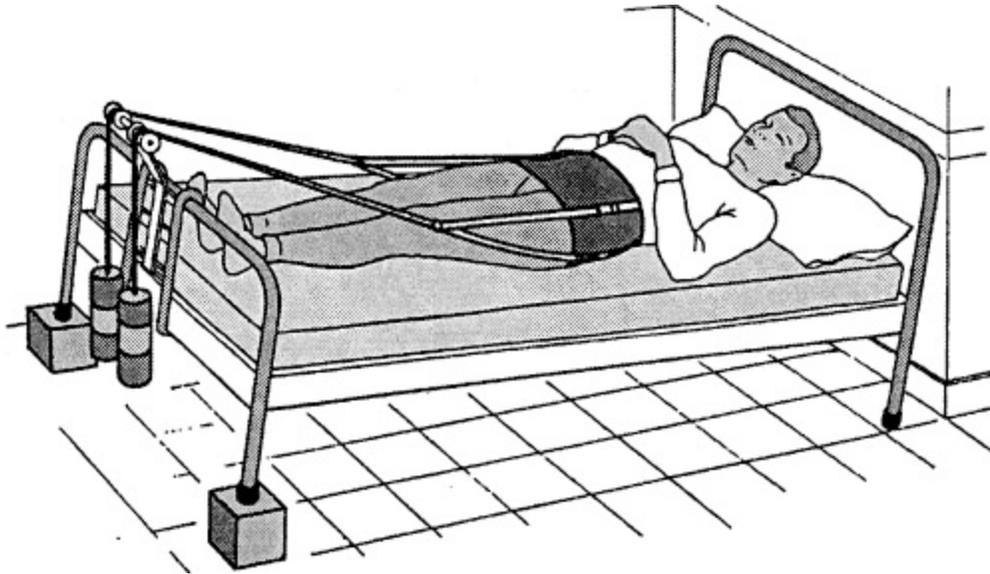


FIGURA 19.10. Tracción lumbar.

19.8. Indicaciones y contraindicaciones

Indicaciones:

- Prolapso o punta de hernia.
- Contracturas musculares.
- Lumbalgias.
- Lumbociatalgia.

Contraindicaciones:

- Pacientes con más de 60 años, por envejecimiento del anillo fibroso y el núcleo pulposo.
- Hernia gigante con graves signos articulares, neurológicos, etc.
- Deformaciones raquídeas.
- Hipersensibilidad abdominal.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- ANDREW, F. y BROOKER, J. R.: *Manual de tracción ortopédica*. Limusa. México, 1986.
- CAILLIET, R.: *Dolor: mecanismos y manejo*. M. Moderno. México, 1995.
- FUCCI, S.: *Biomecánica del aparato locomotor*. Mosby. Barcelona, 1995.
- GENOT, C.; NEIGER, H. y LEROY, A.: *Kinesioterapia*. Panamericana. Buenos Aires, 1991.
- VILADOT, R.; COHI, O. y CLAVELL, S.: *Ortesis y prótesis del aparato locomotor*. Masson. Barcelona, 1994.

20

Manipulaciones terapéuticas

Objetivos

- Conocer qué es una manipulación.
- Conocer la biomecánica articular.
- Saber las técnicas fundamentales manipulativas y conocer los peligros de su aplicación.
- Saber cuándo están indicadas las manipulaciones.

En el momento actual, las manipulaciones terapéuticas han perdido su carácter esotérico y se integran en el arsenal terapéutico moderno, constituyendo una terapéutica como otra, utilizada aisladamente o en asociación con otras técnicas.

Carlos Caballé Lancry

20.1. Concepto de manipulación terapéutica

Las manipulaciones terapéuticas han sido utilizadas desde tiempo inmemorial para aliviar o resolver varios procesos. Las manipulaciones como método de tratamiento sufrieron el rechazo de la medicina tradicional u oficial durante mucho tiempo. Todavía hoy, que comienza a enseñarse en centros oficiales, es mirada por muchos profesionales con prevención y asombro; esto es debido a que su utilización ha estado en manos de personas no profesionales de la medicina, como curanderos, etcétera.

Por otra parte, hay que tener en cuenta la poca o ninguna eficacia de los remedios terapéuticos en épocas pasadas, lo que hacía que en muchas ocasiones se perdiera la fe en los profesionales y sus procedimientos, y se recurriera a los curanderos, sobre todo para el tratamiento de procesos que cursaban con dolor.

Es evidente que las manipulaciones constituyen un método terapéutico capaz de producir, en determinadas circunstancias, acciones que resultan beneficiosas o incluso pueden ser espectaculares. Pero, desde el punto de vista científico, hasta hace pocos años la manipulación no ha sido tomada en consideración por la medicina oficial.

Se habla de manipulación para referirse a las acciones realizadas por las manos. E. Daily definió el concepto en 1871:

Las manipulaciones terapéuticas constituyen una parte importante de la cinigia, la cual designaba primitivamente el conjunto de labores de la mano aplicada a la curación de las enfermedades.

También define Daily la manipulación como “la acción de una mano desarmada con un objetivo terapéutico”.

Ambrosio Paré afirma que la manipulación es una “habilidad e industrioso movimiento de una mano segura con experiencia”.

Según Cyriax la manipulación como método de tratamiento consiste en diferentes suertes de movimientos pasivos realizados con la mano para un propósito prescrito, es decir, simplemente movilización pasiva con propósitos terapéuticos usando la mano. Cyriax afirmó que la manipulación tenía éxito rápidamente o ya no lo tenía, y esto está de acuerdo con la experiencia clínica. Los hallazgos de los estudios clínicos y la experiencia clínica están de acuerdo en que la manipulación es más eficaz en el dolor de corta duración.

Se pueden definir las manipulaciones terapéuticas como una movilización pasiva forzada que tiende a llevar los elementos de una articulación o de un conjunto de articulaciones más allá de su juego habitual, hasta el límite de su juego anatómico posible.

Las manipulaciones hechas en el sentido correcto pueden aliviar; mal realizadas, o ejecutadas en mala dirección, pueden agravar o provocar los mismos dolores que se alivian con ellas.

El primer problema es elegir a los pacientes que cabe esperar responderán al tratamiento. El segundo es encontrar parámetros objetivos mensurables. La manipulación terapéutica debería realizarse solo unas pocas veces: una puede ser suficiente.

La intención es acelerar la recuperación, generalmente en unos pocos días, permitiendo a los pacientes reincorporarse al trabajo o a la actividad normal más pronto. La reacción a una sesión de manipulación puede ser una mejoría inmediata y sostenida del dolor, de los movimientos o de ambas cosas, a veces después de un aumento transitorio del dolor debido al tratamiento.

La manipulación del dolor de espalda se basa en datos bien establecidos, y proporciona a quienes padecen estas molestias un alivio cuando es bien realizada. Últimamente se ha convertido la manipulación terapéutica en un medio importante en patología articular, pues constituye un tratamiento muy eficaz en un determinado número de dolores vertebrales, radiculares o articulares de naturaleza mecánica.

En materia de patología dolorosa, donde el pequeño ligamento estirado puede hacer doler mucho, mientras que un aplastamiento vertebral puede ser indoloro es preciso permanecer modesto, observador y clínico.

La patología discal no lo explica todo. El sufrimiento articular posterior juega un papel, pero disco, articulaciones, ligamentos y músculos forman una unidad funcional, y el cuidadoso examen clínico palpatorio de los pacientes hace en numerosos casos encontrar los signos del desarreglo intervertebral menor (DIM), con sus eventuales consecuencias en el territorio de los nervios raquídeos correspondientes.

20.2. Aspectos biomecánicos y fisiológicos

La manipulación alivia el dolor de origen mecánico, por lo cual habrá actuado sobre un trastorno reversible. La mayoría de las manipulaciones se efectúan sobre trastornos mecánicos vertebrales, en miembros superiores o inferiores. La manipulación es una movilización pasiva forzada que tiende a llevar los elementos de una articulación, o de un conjunto de articulaciones, más allá de su juego habitual, hasta el límite de su posible movilidad anatómica.

Un trastorno reversible en el raquis sólo puede producirse en los elementos móviles de la columna, el segmento móvil. Este segmento móvil está compuesto por dos vértebras adyacentes (el espacio que existe entre ellas), disco intervertebral, articulaciones posteriores, medios de unión y sostén, ligamentos y músculos y nervios de la zona (rama posterior, nervio raquídeo y nervio sinovertebral, raíz espinal más raíz simpática) ([figura 20.1](#)).

20.2.1. Desarrollo intervertebral menor (DIM)

Cuando la patología radica en este segmento móvil, se producen una serie de síntomas y signos específicos que dan lugar al desarreglo intervertebral menor (DIM). El DIM es el sufrimiento aislado de un segmento vertebral de naturaleza benigna y menor.

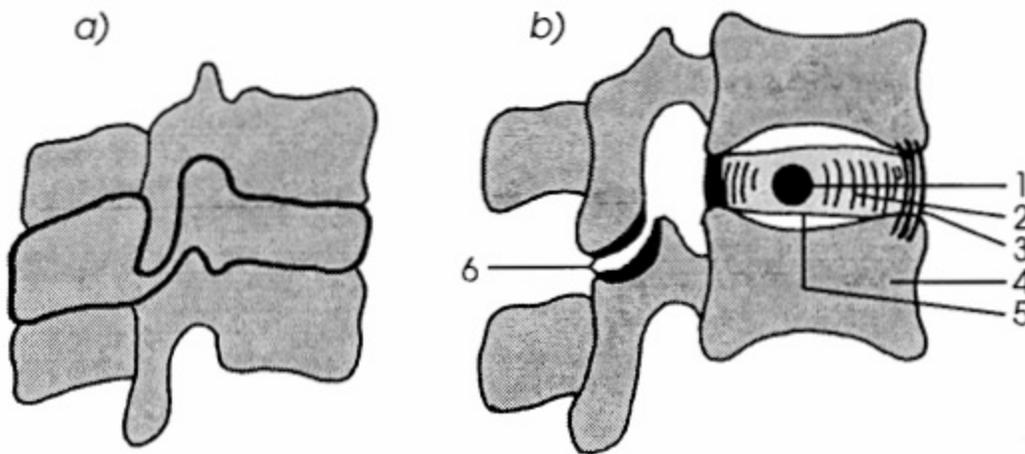


FIGURA 20.1. Constituyentes del segmento móvil, a) Segmento móvil según Junghanns, b) Constituyentes del segmento móvil: 1. Núcleo pulposo, 2. Anillo fibroso, 3. Fibras de Sharpey, 4. Cuerpo vertebral, 5. Placa cartilaginosa y 6. Articulación interapofisaria.

Un segmento vertebral que presenta una artrosis más o menos señalada o un disco deteriorado, puede funcionar perfectamente, ser indoloro y no ser causa de síntoma alguno. En este caso, aunque radiológicamente alterado, no existe “desarreglo menor”. Inversamente, un segmento puede ser doloroso, con un aspecto radiológico estático y dinámico normal. Éste es el caso más frecuente.

Cuando este estado segmentario doloroso es la consecuencia de una causa mecánica (postural, traumática o estática), y cuando una manipulación lo hace desaparecer, estamos en presencia de un *desarreglo intervertebral mecánico menor reversible*.

El DIM puede ser de causas mecánicas o funcionales, como ya se ha explicado antes o, lo que es más frecuente, la suma de ambas. La acción de la manipulación sobre estas patologías no está muy aclarada del todo, pero es muy eficaz. Parece que actúa a nivel mecánico (desbloqueo de una rigidez articular y/o desplazamiento mínimo de estructuras) y a un nivel reflejo (reflejo inhibitorio que suprime el disfuncionamiento local).

Se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- *Signos de DIM*. Son los signos de sufrimiento segmentario. Estos signos van a revelar la altura vertebral dolorosa. Se debe investigar la sensibilidad particular de una vértebra por:
 - La presión axial sobre la espinosa.
 - La presión lateral sobre la espinosa.
 - La presión del ligamento interespinoso.
 - La presión sobre la articulación interapofisaria.

Todas estas maniobras, ejecutadas ligeramente, son indoloras sobre un segmento normal. Todas o algunas serán dolorosas sobre un segmento patológico.

20.2.2. Efectos biológicos de la manipulación

Biológicamente, la manipulación actúa:

- Ordena los elementos desplazados o adheridos.
- Acopla articulaciones o segmentos raquídeos.
- Efecto reflejo vasomotor de tracción y lubricación articular.
- Acción propioceptiva de tracción en ligamentos, cápsula articular, músculos y tendones.
- Efecto psicoterápico y placebo.

En otras estructuras articulares no vertebrales, también pueden aplicarse técnicas de manipulación para lograr estos objetivos fisiológicos fundamentales. Desde el punto de vista biofísico existen unos componentes fundamentales que deben ser tenidos en cuenta:

- Fuerza externa: intensidad, línea de aplicación, sentido y punto de aplicación.
- Fuerza interna o resistencia elástica de los tejidos.
- Desplazamiento de estructuras o trabajo manipulativo.

20.2.3. Desarrollo de la manipulación

Toda manipulación comporta siempre en su desarrollo tres tiempos:

1. Puesta en posición del paciente y del manipulador. Cada técnica tiene sus posiciones de partida específicas y hay que conocerlas. Amplitud del movimiento voluntario.
2. Puesta en tensión. Se coloca a la articulación en la posición límite. Amplitud del movimiento pasivo.
3. Impulsión manipulativa. A partir de la puesta en tensión y con un movimiento pequeño, breve y único, se consigue la manipulación.

Si se sobrepasan los límites de las posibilidades articulares, se llegaría a la luxación.

Este tercer tiempo, que es la manipulación propiamente dicha, siempre se acompaña de un ruido especial, que es el chasquido o crujido (vacío en el interior articular, cavitación, no puesta en su sitio). La manipulación nunca debe ser dolorosa y siempre se realiza al lado contrario del dolor o de la limitación ([figuras 20.2](#) y [20.3](#)).

La aplicación de la manipulación sigue siempre dos reglas fundamentales:

- Movimiento contrario al dolor.
- Maniobra no dolorosa.

Esto quiere decir que, tras la exploración minuciosa de la articulación, se manipulará siempre hacia el movimiento contrario al bloqueo y sin dolor, al poner en tensión dicho segmento ([figura 20.4](#)).

En la figura 20.4, en *a*) está todo el movimiento articular libre; en *b*) está bloqueado en flexión lateral derecha, rotación derecha y extensión, por lo tanto la manipulación se realizará en flexión y rotación izquierda; y en *c*) ninguna dirección está libre e indolora, por lo tanto no hay posibilidad de manipulación.

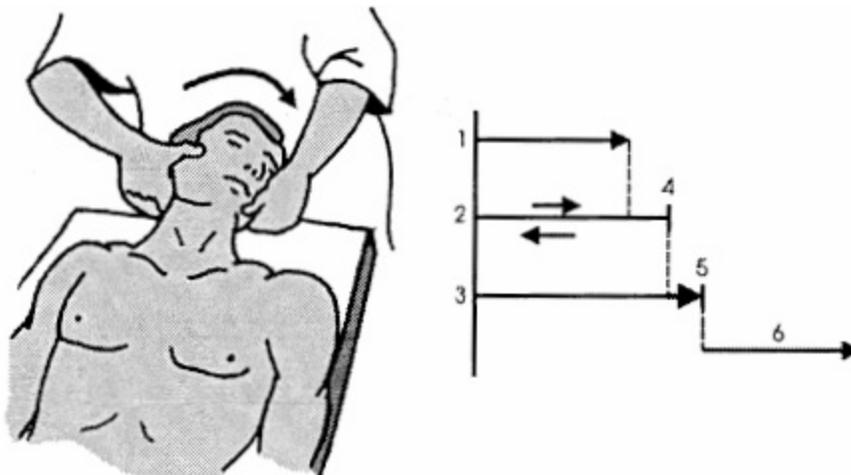


FIGURA 20.2. Tiempos de una manipulación: 1. Amplitud del movimiento voluntario. 2. Amplitud del movimiento pasivo: el extremo. 4 Es la puesta en tensión. 3. A partir de la puesta en tensión una impulsión. 5. Manipulación.

6. Luxación.

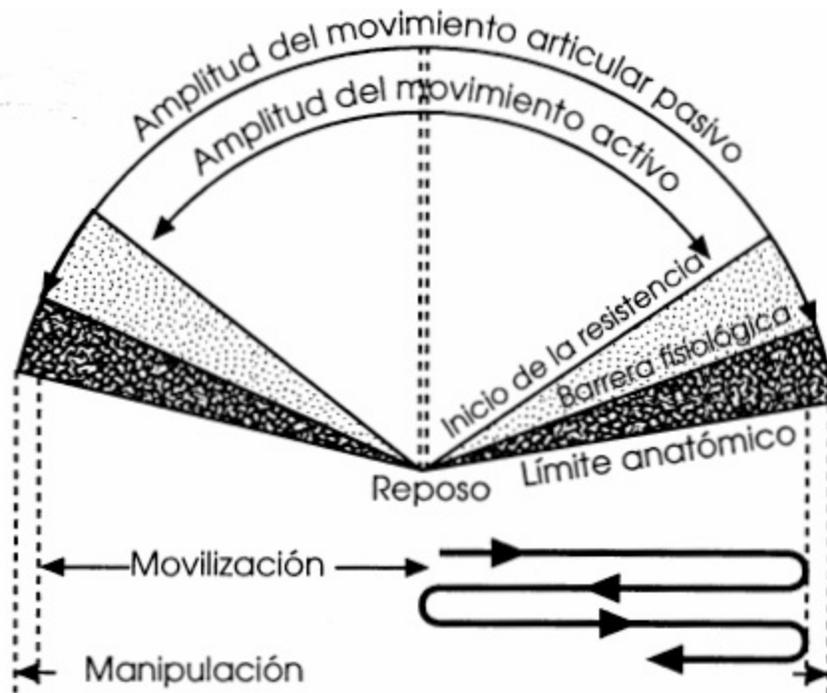


FIGURA 20.3. Movilización y manipulación (Haldeman, S.).

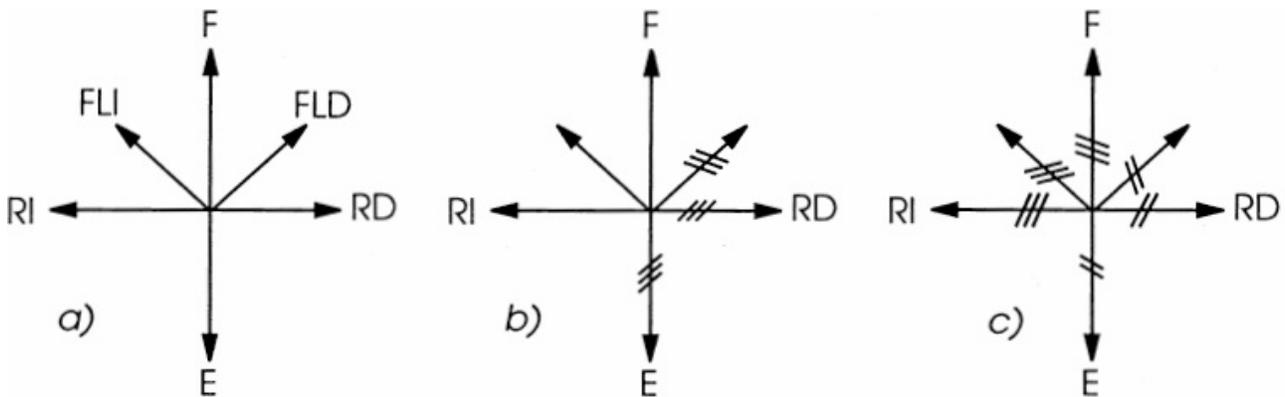


FIGURA 20.4. Estrella de Maigne.

Las *sesiones* precisas serán *variables*. En algunas ocasiones con una sesión se termina el tratamiento, dado que el objetivo esencial de la manipulación es la restauración de una amplitud articular normal. Algunas veces precisan dos o tres manipulaciones en casos agudos y de cuatro a seis en patologías crónicas.

Existen unas reacciones al tratamiento que no hay que confundir con los accidentes, y que son imposibles de hacer desaparecer.

Las sesiones de tratamiento comprenden tres etapas:

1. Las maniobras de relajación generales y locales.
2. Las maniobras de movilización orientadas.

3. Las maniobras de manipulación propiamente dichas.

La buena posición del paciente y del operador son esenciales, pues sin esto no es posible ejecutar una maniobra correcta. Un manipulador bien entrenado, juzga, en general, bastante rápidamente de una a tres sesiones si tiene una posibilidad de éxito razonable.

20.2.4. Tratamientos asociados

El tratamiento manipulativo puede en algunos casos ser utilizado solo, pero es conveniente a veces combinarlo con tratamientos asociados, como medicamentosos (antiinflamatorios, analgésicos, relajantes musculares), o también emplear electroterapia (analgésica, termoterapia superficial o profunda), masoterapia, etc., con el fin de ayudar a un resultado satisfactorio y disminuir las sesiones eventuales, sobre todo a raíz de la primera sesión.

La inmovilización (collarettes, corsés, férulas, etc.) completa frecuente y favorablemente la acción de la manipulación, sobre todo en casos agudos. La cinesiterapia activa es un complemento a veces necesario para mantener el resultado favorable de un tratamiento manipulativo.

20.2.5. Modalidades

Existen dos modalidades, de las que se derivan la gran y específica cantidad de técnicas de manipulación de cada segmento del organismo, raquis y extremidades ([figura 20.5](#)).

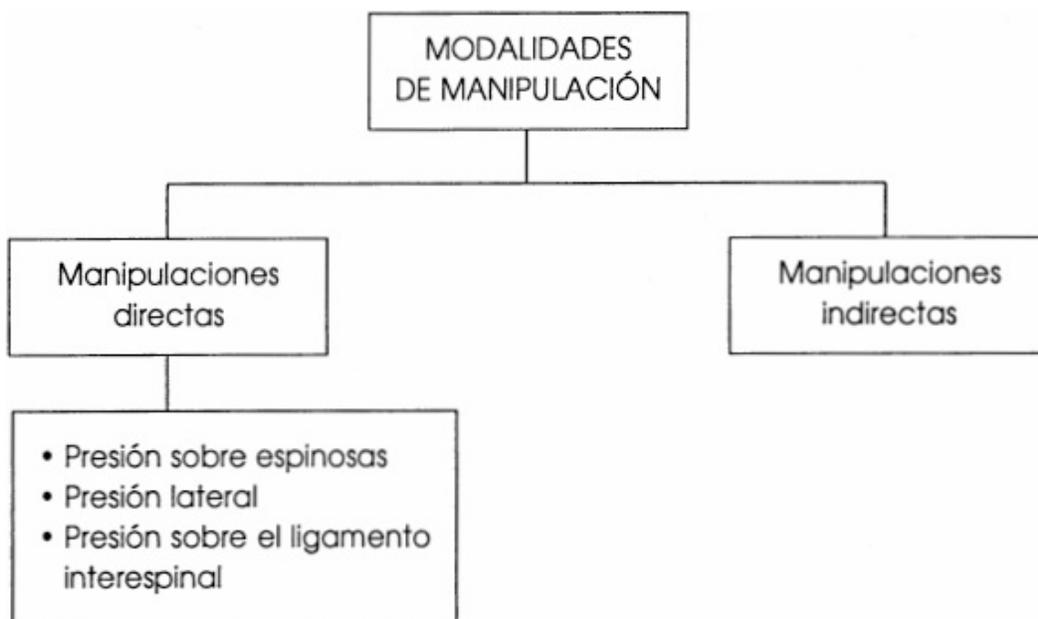


FIGURA 20.5. Modalidades de manipulación.



FIGURA 20.6. Manipulación directa.



FIGURA 20.7. Manipulación indirecta.

- *Manipulaciones directas.* Tienen un interés relativo, pues suelen ser

desagradables para el paciente. Se realizan con el talón de la mano y con las puntas de los dedos, y son poco clasificables. Hoy en día se van utilizando más ([figura 20.6](#)).

- *Manipulaciones indirectas*. Son las que utilizan los brazos de palanca natural del cuerpo para actuar sobre la columna vertebral (pelvis y hombros, etc.) y sobre las extremidades ([figura 20.7](#)).

Se puede aumentar la precisión con las técnicas semi-indirectas, en las que el movimiento global es dado a distancia (indirecta), pero el operador provoca presiones más o menos localizadas para mejorar el efecto de las manipulaciones.

Las manipulaciones semi-indirectas pueden ser:

- *Asistidas*. La presión local se realiza en el mismo sentido que el movimiento global ([figura 20.8](#)).
- *Contrarias*. Contrapresión que se opone al movimiento global ([figura 20.9](#)).

20.3. Indicaciones, contraindicaciones y accidentes

20.3.1. Indicaciones

Las manipulaciones se utilizan en el tratamiento de las perturbaciones funcionales de las articulaciones, de la columna vertebral o de las extremidades, así como en los trastornos de las funciones musculares, como la contracción, debilitamiento y desequilibrio de los músculos. Siempre deben llevarse a cabo con la técnica adecuada y siguiendo la regla del no dolor y del movimiento contrario.



FIGURA 20.8. Manipulación semi-indirecta asistida.



FIGURA 20.9. Manipulación semi-indirecta contraria.

Se realiza un examen funcional y palpatorio del sistema locomotor. Los criterios seguidos para la indicación de la terapéutica manual incluyen el dolor localizado y referido; las anormalidades del tejido blando local, como la zona de irritación; la barrera patológica de movimiento y el desequilibrio muscular, ya sea regional o general.

La prueba de tratamiento provisional es muy importante. Una vez se hayan descartado posibles contraindicaciones, podrá hacerse un diagnóstico provisional y establecer un plan de tratamiento adecuado. El tratamiento provisional o de prueba es especialmente importante cuando se está trabajando con casos de desequilibrio muscular y perturbaciones de articulaciones mecánicas.

Usando la exploración manual como instrumento de diagnóstico, una zona de irritación debería mejorar con el tratamiento de prueba. La tendinosis sólo mejora en algunas ocasiones tras cierto periodo latente.

La elección del tratamiento depende también del inicio y la duración del dolor. En este aspecto se distingue entre un comienzo agudo (1 a 14 días), y el crónico (más de 30 días); de 14 a 30 días puede designarse como estado sub-crónico.

Se ha comprobado empíricamente que los pacientes que sufren un dolor agudo y localizado, responden mejor a la movilización, con impulso cuando se ha llegado a la barrera patológica sin dificultad durante la posición de tratamiento. Los pacientes con dolor crónico o referido deberían ser tratados inicialmente mediante la movilización sin impulso, o con una terapia neuromuscular.

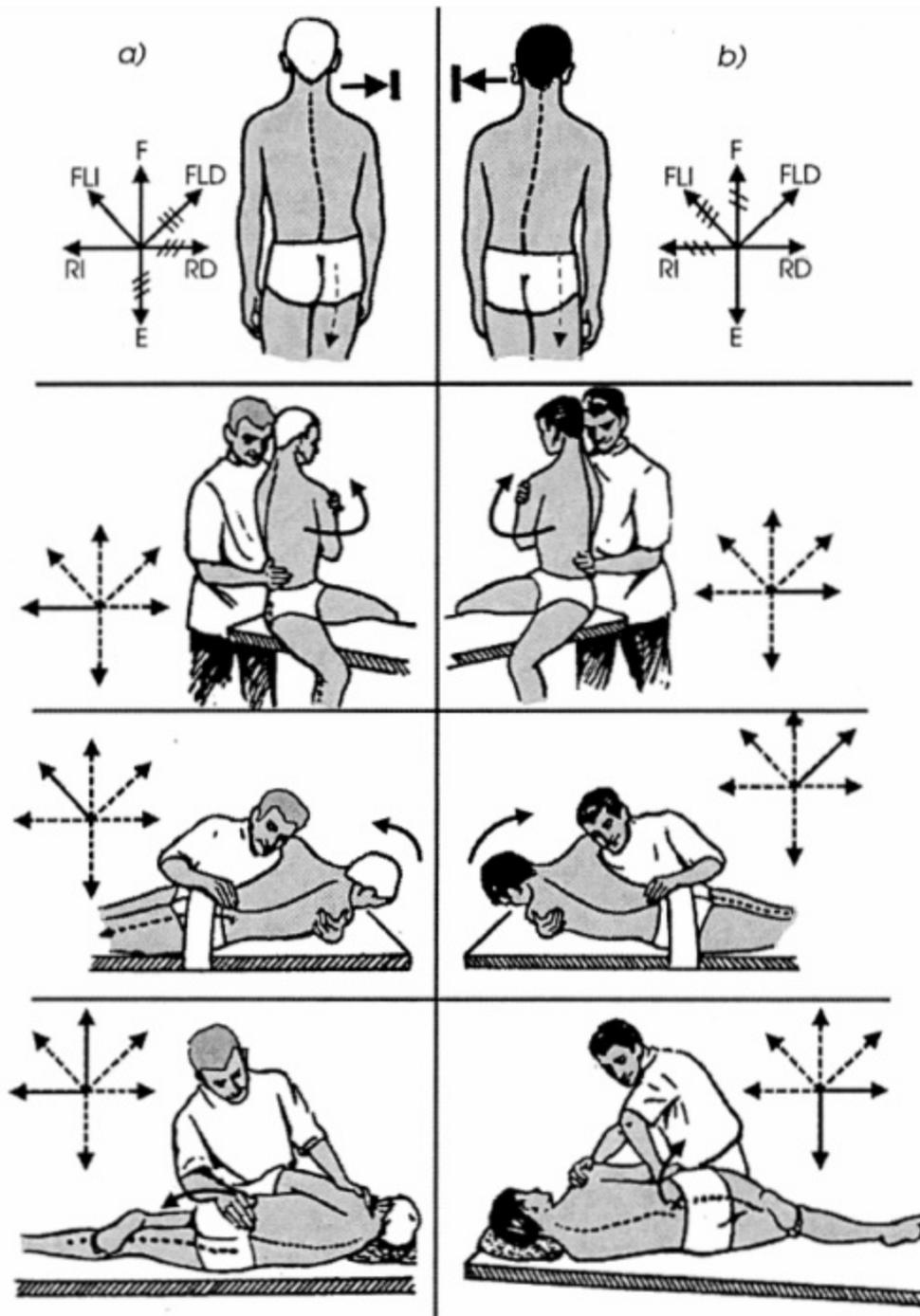


FIGURA 20.10. Manipulación ciática derecha. Regla del no dolor y del movimiento contrario. A) La rotación derecha, la lateroflexión derecha y la extensión son dolorosos. B) La rotación izquierda, la lateroflexión izquierda y la flexión están bloqueadas y dolorosos.

Un tacto final duro se asocia con cambios articulares en la misma articulación, mientras que un tacto final blando a menudo se debe a músculos contraídos. La modalidad de elección de tratamiento depende de la presencia o ausencia del dolor durante el examen.

Los pacientes con hipomovilidad segmental sin dolor y tacto final duro serán

tratados mediante la movilización con impulso. Los pacientes con hipomovilidad segmental dolorosa y tacto final suave deben ser tratados sin impulso, con terapia neuromuscular.

En los casos de hipermovilidad, la movilización, tanto con impulso como sin él, está contraindicada. Si se aprecia también un desequilibrio muscular, es conveniente que el paciente realice ejercicios específicos: automovilización, estiramientos musculares, isométricos musculares, etc.

Las indicaciones para las manipulaciones terapéuticas son, según las zonas afectuosas, las siguientes:

1. *Región cervical:*

- Cervicalgias agudas.
- Cefaleas cervicales.
- Neuralgias cervico-braquiales.
- Dolores de hombro y codo de origen cervical.

2. *Región dorsal:*

- Dorsalgia común del adulto.
- Dorsalgia aguda.

3. *Región lumbar:*

- Lumbalgias de origen dorso-lumbar.
- Lumbalgias de origen lumbo-sacro.
- Ciatalgia común.
- Neuralgias crurales.

4. *Hombro:*

- Capsulitis adhesiva y otras periartrosis.
- Desbloqueo de articulaciones del hombro.

5. *Codo:*

- Epicondilalgias.
- Epicondilalgias de origen articular humero-radial.

6. *Muñeca y mano:*

- Bloqueo del hueso grande y semilunar.
- Estiloiditis radial y cubital.
- Patología de articulaciones metacarpo falángica e interfalángica.

7. *Cadera:*

- Algias de cadera de origen vertebral.

- Coxigodinas traumáticas (caídas sobre nalgas o después del parto).

8. *Rodillas:*

- Lesión meniscal (bloqueo).
- Subluxación rotuliana y pseudo-bloqueo de rodilla.
- Bloqueo de articulación tibio-peroneo superior.

9. *Tobillo y pie.*

- Bloqueos articulares.

20.3.2. *Contraindicaciones*

Existen riesgos con la manipulación, como con cualquier tratamiento con intervención activa. Debe evitarse la manipulación bajo anestesia general, aunque en casos muy concretos, y con criterios del especialista médico, se realizan. No debe aplicarse en los pacientes con contraindicaciones claras.

Si los síntomas empeoran progresivamente, en días, semanas o meses, debe interrumpirse el tratamiento manipulativo.

Hay contraindicaciones absolutas y relativas:

a) *Contraindicaciones absolutas:*

- Afecciones tumorales, infecciones o inflamaciones del raquis o extremidades.
- Osteoporosis interna.
- Malformaciones de la charnela cervico-occipital.

b) *Contraindicaciones relativas:*

- Espondilitis reumáticas.
- Artrosis muy importantes.
- Dolor o bloque completo.
- Luxaciones articulares.
- Insuficiencia basilar vertebral.
- Síndrome de compresión radicular.
- Deformaciones.
- Lesiones de “latigazo” en el raquis cervical.
- Hiper movilidad.
- Cambios psicológicos, como neurosis, histeria, depresión.

20.3.3. *Accidentes*

Los accidentes en las manipulaciones no son frecuentes si están realizadas

correctamente y sobre buenas indicaciones. En las manipulaciones hay que temer al manipulador si no es un experto: se puede producir la muerte o dejar una gran incapacidad al paciente.

Otras veces se producen accidentes por abusos, manipulaciones repetidas para afecciones que no tienen nada que ver con un origen vertebral mecánico, o incluso para afecciones que serían justificables, pero la incompetencia del operador trae consigo la práctica de series abusivas de tratamientos ineficaces.

Por tanto, los accidentes se pueden producir generalmente por:

- Diagnóstico incorrecto.
- Aplicación de una técnica inadecuada.
- Inexperiencia del manipulador.
- Signos de insuficiencia vertebrobasilar. La insuficiencia vertebrobasilar contraindica formalmente la aplicación de manipulaciones en el raquis cervical.
- Las pruebas posturales permiten detectar las formas anómalas.
- Cefaleas: banales, frecuentemente occipitales.
- Trastornos vestibulares: vértigos posicionales, crisis vertiginosas giratorias.
- Trastornos visuales: con frecuencia pasajeros, visión débil, diplopia.
- Trastornos motores: hemiparesias transitorias.
- Trastornos auditivos: acúfenos, hipoacusia.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- ANDREW, F. y BROOKER, J. R.: *Manual de tracción ortopédica*. Limusa. México, 1986.
CYRIAX, J.: *Textbook of orthopaedics medicine*. Bailliére Trindall. Londres, 1982.
GENOT, C.; NIEGER, H. y LEROY, A.: *Kinesioterapia*. Panamericana. Buenos Aires, 1991
LE CORRE, F. y RAGEOT, E.: *Manipulaciones vertebrales*. Masson. Barcelona, 1995.
MAIGNE, R.: *Manipulaciones columna vertebral y extremidades*. Norma. Madrid, 1979.

21

Estiramientos músculo-tendinosos

Objetivos

- Conocer el concepto de estiramiento neuromuscular y saber sus fundamentos teóricos.
- Conocer los diferentes tipos de estiramiento y su técnica de aplicación.
- Saber cuáles son sus indicaciones y contraindicaciones.
- Conocer sus efectos terapéuticos.

21.1. Concepto de estiramiento músculo-tendinoso y maniobras utilizadas

Los estiramientos músculo-tendinosos consisten en la utilización de las maniobras adecuadas, con el fin de elongar componentes contráctiles (extensibles) y no contráctiles (poco o nada extensibles), buscando situar en trayectoria externa máxima la estructura músculo-tendinosa. En definitiva, sería la utilización de técnicas para incrementar la movilidad, en caso de no estar disminuida sin más, buscando aumentarla.

En caso de que exista pérdida de la movilidad, las maniobras utilizadas buscan elongar los músculos acortados y los tejidos conectivos adyacentes.

Hay que tener presente que, tan importante como el entrenamiento de fuerza, resistencia, etc., lo es el de la movilidad, puesto que sobre la condición física del sujeto influyen los siguientes factores:

- Coordinación.
- Resistencia.
- Velocidad.
- Fuerza.
- Movilidad.

Se puede considerar la movilidad como la amplitud de movimientos de un sujeto o parte de él. Si la movilidad está limitada, como consecuencia de ello se dificulta el desarrollo de la fuerza, coordinación, velocidad y resistencia, con el perjuicio subsiguiente de la calidad de ejecución del movimiento e incremento del riesgo de lesiones.

Las maniobras utilizadas en los estiramientos pueden ser:

- Maniobras manuales *pasivas o autopasivas*.
- Movilizaciones *activas asistidas*.
- Movilizaciones *activas resistidas*.

Los músculos esqueléticos pueden, en principio, dejarse estirar en un promedio del 30% respecto de su longitud de reposo. En todo caso esta proporción variará según la cantidad de tejido nada o poco extensible.

La *regla de Weber-Fick* describe la longitud de acortamiento máxima como la mitad de la longitud de estiramiento máxima, por lo que la ganancia de longitud por estiramiento va del 20% al 50% de la longitud de reposo.

La pregunta que se plantea es: ¿qué se busca con los estiramientos? La respuesta es clara: dar elasticidad al sistema músculo-tendinoso.

El *stretching* es una técnica para ejercitar la movilidad de manera rápida y efectiva o, lo que es lo mismo, para alcanzar elasticidad muscular.

La mejor manera de familiarizarse con los estiramientos consiste en hacer sentir sus efectos beneficiosos al cuerpo, para lo que en absoluto se debe recurrir a los estiramientos bruscos, ni siquiera al método tradicional preconizado por Ling basado en tirones. Según este método hay que forzarse hasta el extremo para regresar de inmediato a la posición de partida. Con estos movimientos bruscos, a sacudidas o distensiones balísticas, no se va a mejorar apenas la elasticidad muscular, más bien al contrario, van a tener una influencia negativa.

Según Kottke y colaboradores, una fuerza suave y mantenida va a tener una repercusión más favorable sobre la elongación del tejido conectivo que una fuerza rápida y brusca, frente a la que éste opondrá una gran resistencia a la tensión.

21.2. Reflejos y su influencia

Cuando se realizan estiramientos músculo-tendinosos hay que tener en cuenta algunos reflejos que nos pueden orientar en la elección de las maniobras más adecuadas, incluso en el momento de optar por una técnica determinada. Estos reflejos son:

1. *Reflejo miotático*. También conocido como reflejo de tracción o de estiramiento. Se caracteriza porque:

- Aparece con rapidez.
- Está en relación directa con la fuerza y velocidad del estiramiento.
- Desaparece inmediatamente.

Mediante un estiramiento brusco se provoca una contracción brusca de la misma magnitud. Esto se debe a que el huso muscular actúa controlando la medida de la tensión y de la extensión.

Al estirar un músculo los husos musculares envían impulsos a la médula

espinal, donde tiene lugar la sinapsis; sus señales van directamente al músculo, que se contrae de inmediato. Es un mecanismo de defensa cuya finalidad es evitar la extensión excesiva.

El huso muscular acusa la influencia de la actividad gamma, responsable del tono muscular del cuerpo, que se va a ver incrementada por el dolor, el nerviosismo, la inquietud y el miedo. Por ello, al trabajar los estiramientos se debe estar tranquilo y relajado, buscando mantener baja la actividad gamma.

2. *Reflejo de inhibición autógena o autoinhibición.* Para que los husos tendinosos entren en funcionamiento, se requiere una tensión bastante fuerte, ya que el umbral de excitación de éstos es bastante más alto que el del huso muscular. Cuando la tensión muscular es muy fuerte, los músculos se relajan por la acción de los husos tendinosos. Mediante este proceso se protege tanto el músculo como las inserciones musculares frente a posibles desgarros provocados por sobrecarga excesiva. La mejor manera es con el trabajo isométrico.
3. *Reflejo de inhibición recíproca.* Cuando un músculo se pone en tensión, se relaja de manera refleja el antagonista. A este mecanismo se le conoce con el nombre de inhibición recíproca. Este procedimiento no puede aplicarse con carácter general, ya que al tensar determinados grupos musculares, como por ejemplo los flexores de los dedos y muñeca, se tensan los extensores antagonistas con el fin de estabilizar la articulación. De ahí que en algunos *casos no* sea el procedimiento adecuado.

21.3. Principios de aplicación

En la realización de los estiramientos músculo-tendinosos, se debe tener en cuenta una serie de principios generales de aplicación, entre los que cabe destacar:

1. Se debe indicar al sujeto la parte que se desplaza en el estiramiento y la parte que va a estar fija, aclarándole el sentido del estiramiento, es decir, su dirección.
2. Jamás se debe buscar provocar dolor, por lo que nunca se debe forzar el punto final de la trayectoria externa máxima.
3. Respiración controlada, indicando al sujeto que respire en profundidad, relajadamente.
4. No estirar bruscamente, ni a tirones. Se debe intentar evitar las acciones bruscas, rebotes, etc.
5. En caso de existir una parte que esté más tensa, empezar los estiramientos bilaterales programados por ésta, ya que automáticamente se dedica más tiempo a la parte por la que se empieza.
6. Es fundamental prestar atención a la colocación de la espalda. No debemos descuidarla nunca. En todo estiramiento se debe concienciar la posición correcta de la espalda, que debe estar recta, y la cabeza erguida.
7. En todo momento se debe tener presente la zona estirada, ya que la actuación

- inconsciente o no controlada de manera voluntaria puede viciar el estiramiento.
8. Se debe buscar siempre restablecer el equilibrio articular, por lo que es aconsejable trabajar los dos sentidos de movilidad, mediante el estiramiento tanto de agonistas como de antagonistas.
 9. En caso de estiramientos de miembro inferior, el orden que se aconseja seguir es empezar por la parte anterior del muslo y a continuación pasar a la posterior.
 10. Si el sujeto refiere la existencia de dolor en zona lumbar, y rigidez de piernas en parte posterior, se estirará por separado, para evitar el pronunciamiento de la lordosis lumbar y sus repercusiones no deseadas.
 11. En caso de existir lesiones musculares, como desgarros, no estirar.

21.4. Técnicas de estiramiento

Los puntos más tributarios de reforzamiento mediante el estiramiento en cualquiera de sus modalidades, puesto que son los de mayor casuística de lesiones, son:

- *Inserción muscular en el hueso.*
- *Parte carnosa del músculo.*
- *Transición músculo-tendinosa.*
- *Tendón.*
- *Inserción tendinosa.*

La piel y tejido subcutáneo son también dignos de mención como tejidos sobre los que van a tener influencia los estiramientos.

En cambio, no se realizan estiramientos de las articulaciones.

Se pueden realizar estiramientos:

- *En tensión pasiva:* el músculo al inicio del estiramiento está relajado. La duración de la maniobra es de 10 seg. Su incidencia es mayor en la fibra muscular.
- *En tensión activa:* el músculo, estirado previamente, está en contracción isométrica activa. Se trabaja en excéntrica. La incidencia es mayor en tendones y unión miotendinosa. Se mantiene durante 6 seg aproximadamente.

Podemos separar los estiramientos en:

- *Terapéuticos.* Son aquellos que sólo pueden ser realizados bajo el control del reeducador, como persona entrenada, que puede controlar la especificidad y progresividad del estiramiento concreto. Como norma general ésta es tarea del fisioterapeuta.
- *Propios o autopasivos.* Son los que el sujeto puede realizar sin ayuda.

Se pueden citar como técnicas de estiramiento ([figura 21.1](#)):

- *Tensión-relajación-extensión.* Es la modalidad de stretching que parece más

recomendable. Consiste en la realización de una contracción isométrica mantenida seguida de un estiramiento de igual duración. La contracción debe ser máxima ([figura 21.2](#)).

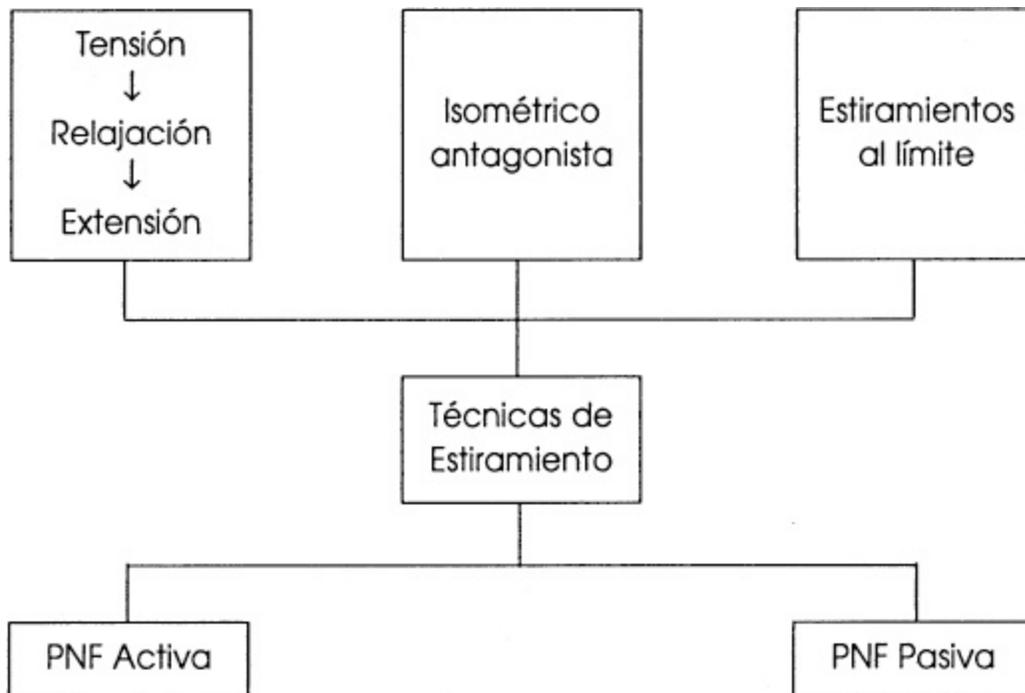


Figura 21.1. Técnicas de estiramiento.

El proceso detallado sería:

1. Desarrollo de tensión máxima estática de la musculatura que se quiere estirar. Duración de 10 a 30 seg.
 2. Se procede al segundo paso de la técnica, consistente en una relajación de aproximadamente 2 o 3 segundos de duración
 3. Por último, se realiza un estiramiento suave de 10 a 30 segundos
- *Contracción isométrica de un músculo o grupo muscular.* Se obtiene como consecuencia la relajación del antagonista. Al poner en tensión un músculo que es el responsable de determinada función muscular, consecuentemente se va a elongar el antagonista, puesto que ha de ceder terreno.
 - *Estiramiento al límite.* Otra forma de realización de estiramiento muscular consiste en empezar con un estiramiento lento y suave, buscando notar tensión moderada. Se mantiene de 10 a 30 segundos, procediéndose a continuación, cuando ya se ha producido una adaptación a esta nueva longitud, un estiramiento mayor, suave, sin brusquedades y mantenido de 10 a 30 segundos ([figura 21.3](#)).

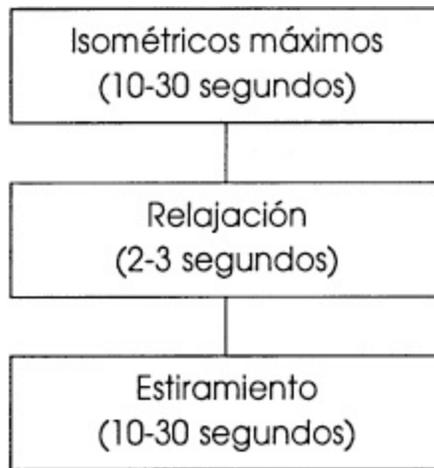


Figura 21.2. Técnica de tensión-relajación-extensión



figura 21.3. Técnica de estiramiento al límite

- *PNF activa*. Se realiza el movimiento activo en toda su extensión, con un mantenimiento de 6 segundos en esa posición final. A continuación se produce la contracción isométrica máxima del antagonista, a lo que el fisioterapeuta opondrá resistencia. El último eslabón es la movilización activa del agonista buscando conseguir mayor recorrido ([figura 21.4](#)). La duración de las alternancias será a intervalos de 6 segundos durante un minuto.
- *PNF pasiva*. Se parte de llevar pasivamente a la posición más externa posible a la estructura músculo-tendinosa, con un mantenimiento de 6 segundos, para a continuación pasar a realizar la contracción isométrica máxima del antagonista. Se alternan los dos pasos en intervalos de seis segundos durante un minuto ([figura 21.5](#)).
- *PNF hold-relax*. Se procede a la realización de contracciones isométricas resistidas máximas al límite del movimiento de la musculatura agonista. Se basa en la inhibición autógena.



Figura 21.4. *PNF activa.*

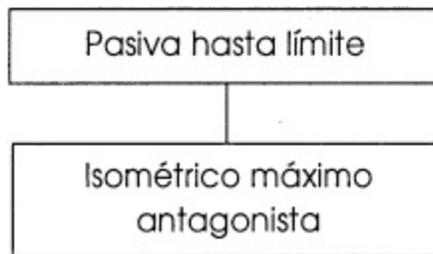


Figura 21.5. *PNF pasiva*

21.5. Indicaciones

Los estiramientos músculo-tendinosos están indicados en los siguientes casos:

- Las técnicas de estiramiento pasivas se utilizan cuando existe una falta de capacidad funcional del sujeto o está contraindicada la movilización activa.
- Las técnicas activas asistidas están indicadas en el supuesto de que el sujeto necesite de una asistencia para completar el movimiento.
- Se usarán las resistidas cuando el sujeto pueda vencer una resistencia, teniendo en cuenta en todo momento que hay que buscar el equilibrio articular, por lo que se pueden usar resistencias tanto del agonista como del antagonista.
- En afecciones de las estructuras del tejido conjuntivo (cápsulas, tendones).
- En caso de contracturas musculares rebeldes.
- Como preparación antes del ejercicio. De hecho, el preestiramiento es parte de la preparación muscular ante una sollicitación activa.
- Están indicados los estiramientos como mantenimiento, para evitar las pérdidas de movilidad.

21.6. Contraindicaciones

No se debe realizar estiramientos en los casos siguientes:

- Debilidad de los tejidos conjuntivos generales, puesta de manifiesto en las articulaciones demasiado forzadas y en la musculatura hipotónica.
- Zonas con procesos inflamatorios e infecciosos.
- Después de un trabajo muy duro, no está indicada la realización de ejercicios de estiramiento directamente, como en el caso de que desaparezca la rigidez postactiva (agujetas).
- Rigideces de articulares rebeldes.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

DANIELS, L. y WORTHINGHAM, C.: *Fisioterapia: ejercicios correctivos de la alineación y función del cuerpo humano*. Doyma. Barcelona, 1986.

ESNAULT, M.: *Estiramientos analíticos en fisioterapia activa*. Masson. Barcelona, 1994.

SÓLVEBORN SVEN, A.: *Stretching*. Roca. Barcelona, 1984.

22

Masaje

Objetivos

- Conocer las bases físicas del masaje.
- Saber las maniobras fundamentales del masaje y su ejecución.
- Conocer las distintas técnicas empleadas en el masaje, así como sus indicaciones y contraindicaciones.

22.1. El masaje como tratamiento

22.1.1. Concepto de masaje

El masaje constituye una de las modalidades de tratamiento cinesiterápico más frecuentes y tradicionales dentro de la fisioterapia. El término masaje se usa en general para designar el conjunto de manipulaciones, practicadas normalmente sin ayuda de instrumentos, sobre una parte o la totalidad del organismo, con el objeto de provocar en él modificaciones de orden directo o reflejo que se traduzcan en efectos terapéuticos o higiénicos. El masaje pondría en movimiento, mecánicamente, la región sobre la que actúa, y ejerce su efecto sobre las estructuras tisulares, de una forma directa o refleja.

Etimológicamente la palabra masaje viene del griego *massein* (amasar) o del árabe *mass* (palpar, tocar), según Savary y Pihan.

Rivero define el masaje como:

Transmisión a los tejidos orgánicos de movimientos manuales oscilantes, de frecuencias determinadas, con fines terapéuticos.

El Diccionario terminológico de ciencias médicas da otra definición:

El masaje es todo método terapéutico, manual o instrumental, que consiste en friccionar, amasar, percutir, etc., el cuerpo o una parte de él, empleado principalmente como excitante o revulsivo

El Consejo Superior de Kinesioterapia de la Escuela Francesa, en el año 1947, define el masaje como:

todas las maniobras manuales o mecánicas ejecutadas de forma metódica sobre una parte o toda la parte del cuerpo humano, para efectuar una movilización de los tejidos superficiales o los segmentos de los mismos

La masoterapia se trata de un agente físico terapéutico muy eficaz. Sus indicaciones son muy numerosas y, cuando se aplica convenientemente, los resultados son excelentes. Para ello el fisioterapeuta no sólo debe poseer una buena preparación práctica, sino también un conocimiento científico de su acción fisiológica para suscitar los reflejos superficiales y profundos con la intensidad deseada. Así pues quien utilice el masaje con finalidad terapéutica debe conocer sus eventuales peligros y contraindicaciones.

22.1.2. Breve reseña histórica

El instinto creó este tratamiento empírico. Así sus orígenes se confunden con los mismos orígenes del hombre. El hombre primitivo, ante el dolor y la enfermedad tuvo que recurrir, para curarse o aliviarse, a remedios sencillos. Entre ellos estaban el masaje y el movimiento. Para Estradere el masaje es el medio de tratamiento más antiguo que se conoce.

Los indios americanos conocían el masaje. Las civilizaciones precolombinas, las preincaicas, nos han dejado curiosos documentos en forma de objetos de arcilla y grabados en los que se reconoce las prácticas masoterápicas. En la Edad Media, los magos, físicos y curanderos usaban el masaje junto con ungüentos y pomadas, no siempre con buenos resultados.

Ambrosio Paré, considerado como el padre de la cirugía francesa, en su obra publicada en 1575 cita la utilidad de las fricciones, aconsejándolas, como Galeno, en tres formas: duras, medianas y blandas.

Nostrom, de Estocolmo, publicó en 1884 un *Tratado teórico y práctico del masaje*, contribuyendo de esta forma al conocimiento de estas técnicas masoterápicas; fue además el introductor de las técnicas del holandés Metzger.

A partir del año 1920 los trabajos científicos, con gran fundamento fisiológico, han situado a la masoterapia en el lugar que actualmente ocupa, gracias a los trabajos de Mennel Dicke, Boigey, Cyriax, etc.

22.2. Biofísica del masaje

Desde el punto de vista físico, el masaje se basa en la propagación radial de la presión de medios incomprensibles (Holzer). Pero en teoría podemos conocer las secuencias de la aplicación de esta energía mecánica.

Para el estudio biofísico del masaje tendremos que considerar el equilibrio de unos sistemas materiales sometidos a unas fuerzas: uno activo, las manos del fisioterapeuta, que actúan por medio de unas maniobras; y otro pasivo, los tejidos orgánicos sobre los que actúa.

Estas fuerzas representan unas magnitudes dirigidas, es decir, susceptibles de ser representadas mediante vectores. La mecánica de estos movimientos se puede estudiar desde dos puntos de vista:

- *Dinámico*, que estudia el conjunto como un sistema de fuerzas, unas fuerzas que actúan y otras que se producen en el sistema elástico sobre el que se realizan las maniobras necesarias.
- *Cinemático*, es el que estudia la trayectoria o la forma de estos movimientos, es decir, los cambios relativos de lugar de un punto considerado en el transcurso del tiempo, como consecuencia de lo anterior.

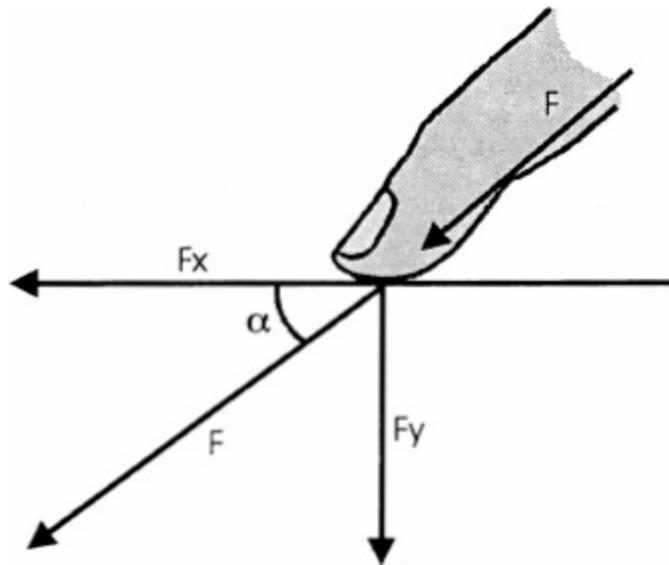


FIGURA 22.1. Descomposición de las fuerzas en el masaje.

La fuerza y presión que ejerce el fisioterapeuta con sus manos sobre la zona topográfica que trata es imposible de medir y valorar. Intervienen muchos factores en este aspecto, como son la dureza y elasticidad de la piel, la constitución muscular del paciente, y la zona donde se realizan las maniobras.

- *Aspecto dinámico*. Supongamos que, para realizar un masaje se ejerce una fuerza F que forma un ángulo α con la superficie de la piel. La fuerza F se puede considerar formada por la suma de dos componentes perpendiculares ([figura 22.1](#)):

$$F_x = F \cdot \cos \alpha \text{ (fuerza que va a producir deslizamiento)}$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha \text{ (fuerza que va a producir presión)}$$

El ángulo puede tomar cualquier valor entre los dos valores extremos 0° y 90° , que corresponden a las situaciones límites siguientes:

$$\alpha = 0; \cos \alpha = 1; \text{sen } \alpha = 0$$

$$F = Fx, Fy = 0$$

En este caso, la fuerza ejercida es paralela a la superficie, y por tanto toda ella produce deslizamiento, sin tener componente de presión.

En el caso contrario:

$$\alpha = 90^\circ; \cos \alpha = 0; \text{sen } \alpha = 1$$

$$F = Fy; Fx = 0$$

Esto indica que la fuerza ejercida es perpendicular a la superficie, ejerciendo presión sin deslizamiento.

En el caso general en que la fuerza forme un ángulo cualquiera con la superficie de la piel, ésta desarrolla fuerzas iguales y opuestas: la fuerza de rozamiento, que se opone a la componente Fx de deslizamiento, y la fuerza elástica, que se opone a la deformación producida por la componente de presión, Fy .

La fuerza de rozamiento se opone al avance de la mano del fisioterapeuta sobre la piel del enfermo. Su valor depende de la naturaleza de las superficies en contacto; de aquí el uso de sustancias lubricantes entre las manos y la superficie a tratar. El componente de presión produce una deformación elástica. La cuantía de esta deformación viene determinada por la ley de Hooke, según la cual existe proporcionalidad directa entre las deformaciones que experimentan los cuerpos y los esfuerzos que los motivan; pasando el límite de elasticidad se puede producir una deformidad. Un aumento de la fuerza aplicada puede llegar al límite de rotura de los tejidos.

- *Aspecto cinemático.* Este aspecto de la masoterapia comprende el estudio de la forma de los movimientos. En principio, resulta difícil efectuar el análisis de una trayectoria tan compleja como la realizada por la mano del fisioterapeuta. Sin embargo, se ha podido comprobar experimentalmente que la norma de los movimientos de la mano del que realiza estas técnicas sigue una trayectoria que estará condicionada por la economía del esfuerzo que se realiza; en segundo lugar, por la topografía de la región y en tercer lugar por el tipo de maniobra. También se ha comprobado que la trayectoria tipo describe una elipse. Para que se produzca esta curva elíptica, actuarían cuatro grupos musculares:

1. Antepulsión.
2. Rotación interna.
3. Retropulsión.
4. Rotación externa.

Son antagonistas 1 y 3, 2 y 4.

La trayectoria final sería la resultante de dos movimientos pendulares ejecutados según dos ejes perpendiculares siguiendo un ritmo de cuatro tiempos.

De acuerdo con la topografía y el tipo de maniobras, las trayectorias de los movimientos presentan formas distintas: rectilíneas, circulares, y otras más complejas.

A estos movimientos que realiza el fisioterapeuta con sus manos corresponden determinados movimientos en los tejidos. Como es lógico, al actuar sobre los tegumentos y tejidos subyacentes, éstos, incapaces de desplazarse sin perder sus relaciones, sufren compresiones más o menos intensas con un movimiento de vaivén en un sentido perpendicular al plano sobre el que se actúa ([figura 22.2](#)).

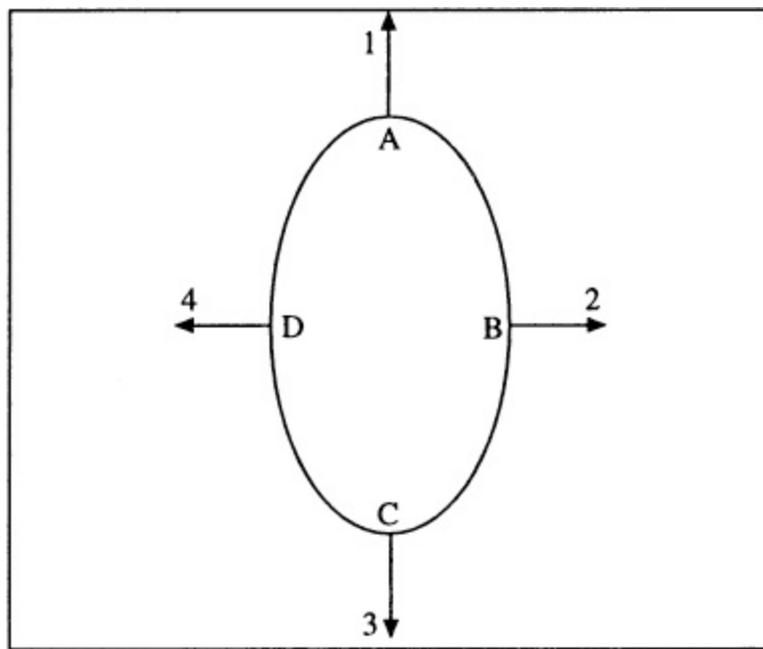


FIGURA 22.2. Trayectoria elíptica tipo. Desplazamiento de la mano. De A a B se realiza por la acción de las fuerzas 2 y 3. De B a C por las fuerzas 3 y 4. De C a D por las 4 y 1. De D a A por las fuerzas 1 y 2. En este ciclo de cuatro tiempos vemos cómo cada uno trabaja en un 25% del tiempo total quedando el 75% restante en reposo. De esta forma se cumple la condición del mínimo esfuerzo.

22.3. Efectos fisiológicos

Según Nordin, existen unos principios de carácter general sobre la acción del masaje. Éste dependerá:

- De la sensibilidad del sujeto que lo recibe.
- De la región orgánica donde se aplica.
- De la intensidad de la maniobra.
- De la frecuencia con que se repita.
- Del ritmo (uniforme, discontinuo, etc.).

– Del tiempo aplicado en una sesión.

Los efectos fisiológicos producidos por el masaje son debidos a dos mecanismos.

– *Efecto directo*. Los efectos directos son debidos a la acción mecánica y se manifiestan en:

- *La piel*. Donde se produce un estiramiento y disgregación de las fibras elásticas, una liberación de sustancias grasas y células epidérmicas procedentes de la secreción sebácea y descamación. Todo ello contribuye a dotar a la piel de mayor suavidad y elasticidad. Siendo la piel el principal asiento del órgano del tacto, se hace más suave, elástica y fina después de ser sometida al masaje. El masaje vigoriza y mejora el estado nutritivo de la piel, activando el desarrollo sobre sus elementos celulares, gracias a una acción queratoplástica.
- *La circulación*. Aquí se favorece el retorno venoso y linfático, así como la movilización de los líquidos intersticiales, contribuyendo de esta forma a eliminar edemas y exudados y mejorando la circulación arteriovenosa, capilar y linfática.
- *Sobre el tejido conjuntivo*. El masaje determina cambios físicos que producen mayor elasticidad y estiramiento de las estructuras (cápsula, ligamentos, aponeurosis, fascias y cicatrices) contraídas y adherentes, pudiendo llegar a liberación o despegamiento de las mismas.
- *Acción directa muscular*. En este caso se produce una mejoría de la nutrición y activación de la circulación, impidiendo la concentración de ácido láctico y otros metabolitos y mejorando la excitabilidad neuromuscular. Todo ello se traduce en una mejoría del trofismo, normalización del tono y aumento del rendimiento para el trabajo muscular. El masaje ayuda a evitar la atrofia en las regiones que por cualquier causa deben estar inmóviles. Por tanto, con el masaje podemos actuar sobre la atrofia muscular, retardándola o evitando su aparición en cierto tipo de enfermedades que cursan con periodos largos de inactividad física (procesos traumáticos, reumáticos o neurológicos). Sobre la hipertonia o la espasticidad, el masaje relajante provoca una acción sobre el músculo espástico que será de gran ayuda para realizar una cinesiterapia eficaz.
- *Sobre el tejido subcutáneo*. Es muy dudosa su acción sobre el tejido graso, es efectivo como facilitador de la absorción de líquidos o edemas intersticiales a este nivel.
- *Sobre el sistema nervioso central y periférico*. La masoterapia tiene efectos numerosos sobre ambos sistemas. El masaje actúa sobre las terminaciones nerviosas de la piel, donde hay tres grandes influencias sobre el sistema nervioso: sedante, relajante y estimulante.

– *Efectos reflejos.* Los efectos a distancia producidos por la masoterapia tienen una explicación admitiendo el desencadenamiento de acciones reflejas. Cuando se practican maniobras ligeras como la frotación, los efectos mecánicos son irrelevantes y, por tanto, los cambios que se producen, incluso en órganos profundos, son debidos a los estímulos reflejos propagados a través del sistema nervioso autónomo. Estos efectos pueden tener un desencadenamiento precoz o tardío, y son:

- *Sobre la circulación.* Un estímulo suave de la piel determina un enrojecimiento, por liberación de sustancias H y vasodilatación, que produce un aumento de la temperatura de 2 a 3 °C, y que se hace presente a los 5 ó 6 minutos del masaje. Diversas experiencias han demostrado que el masaje origina una emigración de leucocitos a través de los capilares, y un aumento del metabolismo e intercambio entre los tejidos, como consecuencia de los cambios circulatorios.
- *Sobre el músculo.* Practicando maniobras de masaje superficial se consigue suprimir un espasmo o contractura muscular. Los estímulos cutáneos producen impulsos que desencadenan relajación muscular y dilatación capilar refleja.
- *Sobre el dolor.* Se produce una analgesia como consecuencia de efectos reflejos que aumentan el umbral del dolor. La aplicación de ciertas maniobras de masaje sobre las zonas metaméricas de Head, explica el alivio o supresión de los dolores viscerales o profundos proyectados. Por otro lado, es bien conocido el efecto de relajación psíquica y bienestar que produce el masaje.

CUADRO 22.1
Efectos del masaje según Scull

ÓRGANO O TEJIDO	EFFECTOS PRIMARIOS O INMEDIATOS	EFFECTOS SECUNDARIOS O TARDÍOS
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema vascular 	<ul style="list-style-type: none"> • Liberación de histamina con acetilcolina • Vasodilatación 	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo aumentado • Aumento de plaquetas en recuento globular • Aumento de leucocitos emigrantes • Disminución de las lagunas de sangre en el área esplácnica • Descarga de eritrocitos en bazo
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema linfático 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaciamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la fibrosis
<ul style="list-style-type: none"> • Músculos estriados 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulación a la contracción 	<ul style="list-style-type: none"> • Relajación de la espasticidad
<ul style="list-style-type: none"> • Músculos fibra lisa 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulación a la contracción 	<ul style="list-style-type: none"> • Descarga de materiales
Sistema nervioso:		
- Troncos nerviosos profundos	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Relajación refleja
- Nervios cutáneos sensoriales	<ul style="list-style-type: none"> • Estimulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Relajación psíquica
- Sistema nervioso central	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguno 	<ul style="list-style-type: none"> • Alivio del dolor
<ul style="list-style-type: none"> • Tejido conectivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Fricción entre sus partes 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de elaboración de fluidos lubricantes
<ul style="list-style-type: none"> • Conductos, canales (no circulatorios). Colon, próstata, amígdalas... 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaciamiento externo 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la absorción de materiales tóxicos
<ul style="list-style-type: none"> • Nódulos linfáticos y nódulos patológicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaciamiento interno 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceleración, resolución

El masaje local o general influye de forma beneficiosa sobre las grandes funciones: respiración, digestión, circulación, equilibrio térmico, recambio orgánico, etc.

22.4. Técnicas generales

Hemos visto cómo en la biofísica del masaje intervienen tres componentes

fundamentales: deslizamiento, presión y frecuencia de la maniobra. De la coordinación de estas tres surgen las distintas maniobras del masaje. Antes de entrar directamente a ejecutar estas técnicas, es importante enumerar una serie de consideraciones:

1. El paciente debe estar en una posición cómoda y relajada. Pues un masaje sobre una zona contracturada es poco eficaz.
2. El fisioterapeuta debe poseer la formación científica necesaria para actuar en cada momento con plena conciencia de las características anatómicas y fisiológicas de la zona tratada, así como de su patología. Sus manos han de estar libres y a una temperatura algo superior a la del paciente.
3. La aplicación del masaje no debe provocar dolor al sujeto.
4. Las maniobras del masaje deben efectuarse en dirección paralela a las fibras musculares, procurando favorecer la circulación de retorno, venosa-linfática. Existen excepciones en algunas técnicas analíticas de masoterapia.
5. Se evitará masajear en los grandes plexos vasculares y nerviosos como axila, cuello, triángulo de Scarpa, hueso poplíteo, etc.
6. La habitación donde se realice el masaje debe ser individual, y estar bien iluminada y ventilada. La temperatura oscilará entre los 24° y 26°; la atmósfera no debe estar cargada.
7. La camilla de tratamiento donde se aplica el masaje debe ser cómoda tanto para el paciente como para el fisioterapeuta, pues se debe cuidar la higiene de la columna.
8. Cuando el masaje se realiza durante un tiempo demasiado corto no se pueden esperar efectos beneficiosos, pero también si es demasiado prolongado puede resultar peligroso. Por norma general el tiempo oscila entre 5 y 25 minutos. La duración vendrá determinada por las características de la lesión, el tipo de maniobras del masaje y la respuesta del paciente, la sensibilidad y el estado general del mismo.

22.5. Maniobras fundamentales del masaje

Cuando el masaje se realizaba de forma empírica, se utilizaban una serie de maniobras y determinadas posturas que con carácter objetivo-sugestivo pretendían impresionar al paciente. Estas maniobras no sólo eran inútiles, sino que muchas veces eran perjudiciales, por lo que la experiencia y la observación han ido seleccionando las que realmente son efectivas, que se conservan para su uso terapéutico.

Cualquier modalidad de masaje que se realice debe reunir unas características fundamentales comunes, como:

- Unidireccional.
- Rítmico.
- Sin brusquedades.

La modalidad de masaje elegida debe seguir rígidamente estas líneas, si se desea conseguir un buen resultado terapéutico. Las maniobras del masaje han recibido diferentes denominaciones según los autores y escuelas, y se han agrupado con arreglo a distintas clasificaciones. No existe un acuerdo unánime sobre estos criterios relacionados con las maniobras del masaje ([cuadro 22.2](#)).

CUADRO 22.2
Clasificación de las maniobras del masaje

ZABLUDOWSKI	MENELL	MÉTODO SUECO
<p>a) De choque:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compresiones intermitentes. • Percusión con el puño y los dedos. • Palmadas. • Tundido intenso. • Sacudidas. • Estiramientos. • Zarandeo rápido. <p>b) De fricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fricciones. • Pellizcos gruesos. • Bataneo de los músculos. • Cepillamiento. • Presiones. • Friegas superficiales. <p>c) Manipulaciones mixtas.</p>	<p>a) Pases superficiales o profundos.</p> <p>b) Compresión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amasamiento. • Fricción. <p>c) Percusión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Macheteo. • Palmoteo. • Toques digitales. • Golpeteo. 	<p>a) Fricciones superficiales.</p> <p>b) Sobos.</p> <p>c) Fricciones.</p> <p>d) Tundido.</p> <p>e) Vibraciones.</p>

La siguiente clasificación es en la que más coincide la mayoría de autores. En ella se encuentran simplificadas y reunidas todas las maniobras del masaje, teniendo en cuenta que son las más usadas por los fisioterapeutas en la práctica habitual:

Clasificación más común de las maniobras del masaje	
<p>a) Frotación o roce:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superficial • Profundo. <p>b) Fricción.</p> <p>c) Presión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deslizante. 	<p>d) Amasamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superficial. • Profundo. <p>e) Percusión.</p> <p>f) Vibración.</p>

- Estática.

- *Frotación o roce.* Consiste en un rozamiento efectuado con la palma de la mano o con la yema de los dedos, que se desliza sobre la superficie cutánea en una dirección generalmente centrípeta y se efectúa con lentitud y con una presión suave, sin arrastrar ni comprimir las regiones subyacentes. Esta maniobra de frotación puede realizarse de forma unimanual, cuando se efectúa con una sola mano, o bimanual cuando se realiza con ambas manos, bien de modo simultáneo o alternante. Son simultáneos cuando ambas manos comienzan y terminan el movimiento, volviendo juntas al punto de partida para comenzar un nuevo movimiento, y alternantes cuando actúan sucesivamente, comenzando una de ellas cuando la otra lo ha terminado. Los efectos que producirá el masaje a través de las maniobras de roce o frotación pueden ser objetivos y subjetivos. En cuanto a los efectos objetivos principales tenemos:

1. Facilitación en la descamación de la piel.
2. Elevación de la temperatura de la zona.
3. Vasodilatación de la zona masajeadada.
4. Disminución de la contractura muscular.

En cuanto a los efectos subjetivos, decir que esta maniobra del masaje es una de las más agradables para el paciente; por ello, será muy importante para el comienzo en todo tratamiento masoterápico, pues el sujeto adquiere confianza para las siguientes maniobras que se le van a realizar. La frotación o roce se puede dividir en:

- *La frotación superficial.* Su finalidad perseguida es esencialmente analgésica. La técnica consiste en un deslizamiento suave de las manos; las manos pueden desplazarse de forma variable, sin tener en cuenta el sentido de la circulación de retorno ([figura 22.3](#)).

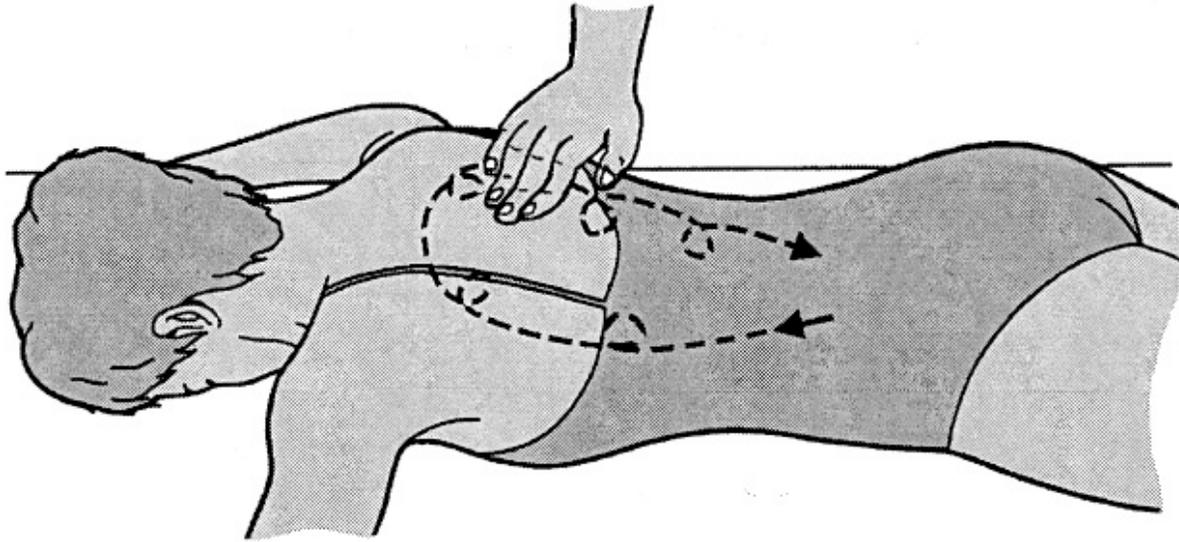


FIGURA 22.3. Maniobra de frotación o roce.

- *La frotación profunda.* El efecto deseado es la depleción del sistema venoso linfático. Esta maniobra se realiza con las palmas de las manos y con los pulpejos de los pulgares y los demás dedos. Se aplica una fuerza mayor, para de esta forma llegar a tejidos más profundos, los movimientos son más lentos y, en este caso, siguiendo la circulación de retorno.
- *Fricción.* La maniobra de fricción consiste en el deslizamiento de la piel sobre los tejidos subyacentes. Con esta técnica se movilizan los planos superficiales de la piel sobre los planos profundos (tejido celular subcutáneo, tendones y músculo), pudiendo llegar de esta forma a una zona concreta y profunda. En esta maniobra, al comprimir los dedos del fisioterapeuta la piel de la zona que se trata contra los planos duros situados debajo, producen un deslizamiento de la piel sobre las estructuras inferiores. Es un masaje de los tejidos profundos realizados con los tejidos superficiales. Los dedos hacen una presión y actúan sobre un plano duro que hace la contrapresión. El ángulo de ataque está comprendido entre el ángulo límite y el ángulo recto, actuando conjuntamente los dos componentes, el de presión y el de deslizamiento ([figura 22.4](#)).

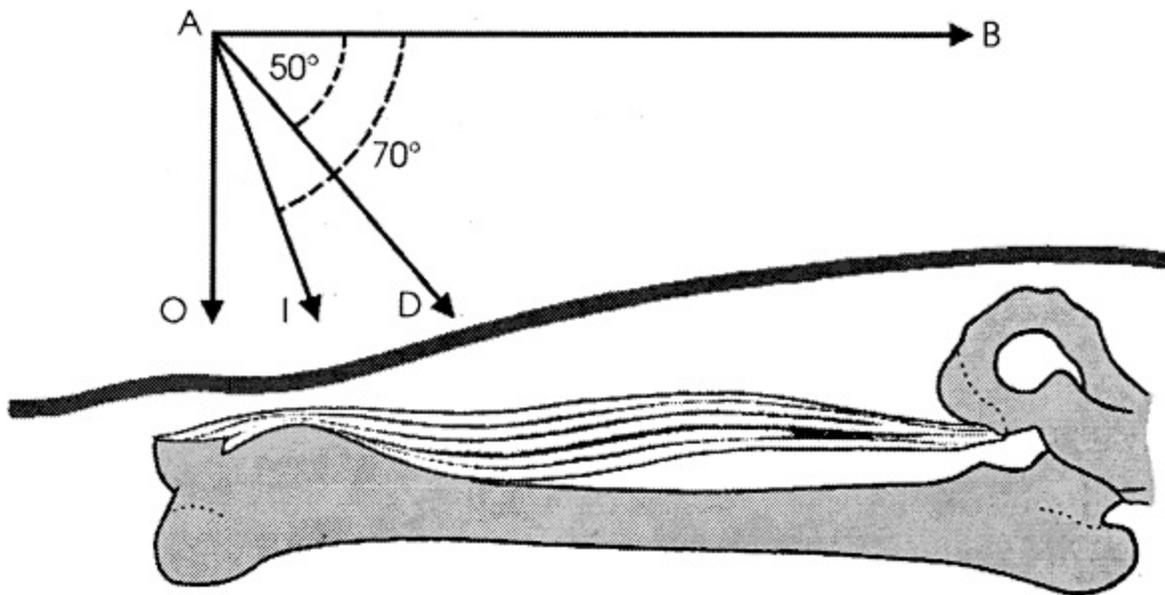


FIGURA 22.4. Biomecánica de la fricción.

La característica más importante de la fricción es que la piel no debe desplazarse debajo de los dedos que la manipulan. El punto en donde se aplica el dedo no se mueve.

La fricción presenta distintas variedades según sea la superficie de contacto, que puede ser desde la punta de un dedo hasta las dos manos juntas. La elección de cada tipo de maniobra dependerá de diversos factores:

- Las dimensiones de la superficie tratada.
- La extensión del efecto que se persigue.

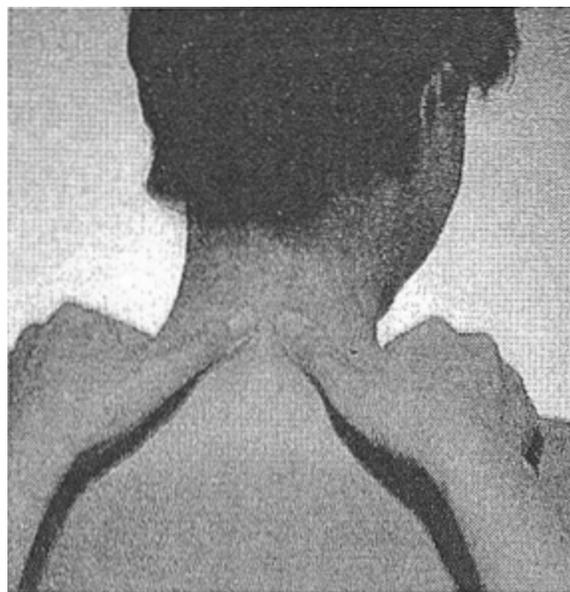


FIGURA 22.5. Fricción de apófisis transversas.



FIGURA 22.6. Fricción del tendón de Aquiles.

- La movilidad de la piel.
- El grado de presión realizada.

De esta forma, la fricción se puede realizar con las yemas de los dedos, bien de uno solo, el pulgar, o bien dos dedos, el índice y el medio, o los cuatro dedos juntos.

Con esta maniobra del masaje se pueden encontrar dos efectos: uno mecánico y otro fisiológico. En el efecto mecánico, la fricción provoca un calentamiento local en la piel, siendo más sensible en las zonas profundas que en las superficiales.

Los efectos fisiológicos de la fricción son:

1. Vasodilatación en la zona masajeadada.
 2. Acción directa en los órganos que dependen del sistema nervioso vegetativo; puede ser relajante o estimulante, según el tiempo y técnica empleadas.
 3. Acción analgésica y calmante sobre puntos dolorosos muy analíticos ([figuras 22.5](#) y [22.6](#)).
- *Presión*. Consiste esta maniobra en comprimir una región o una zona topográfica lesionada, entre las dos manos, o entre el dedo pulgar y el resto de los dedos de la misma mano y un plano resistente óseo.
Existen dos formas de realizar las presiones ([figura 22.7](#)):
 - *Presión deslizante*. Las manos del fisioterapeuta se desplazan comprimiendo las partes blandas, con una dirección centrípeta venosa, de parte distal a proximal. Esta maniobra es muy efectiva en los planos aponeuróticos, y representa una acción sobre la circulación venosa y linfática. Otros efectos importantes son:

acción sedante, eliminación de la fatiga, hiperemia y acción sobre la excitabilidad muscular.

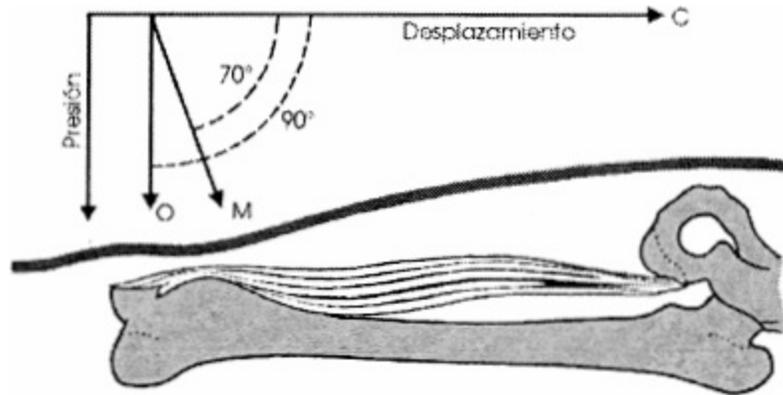


FIGURA 22.7. Biomecánica de la presión.

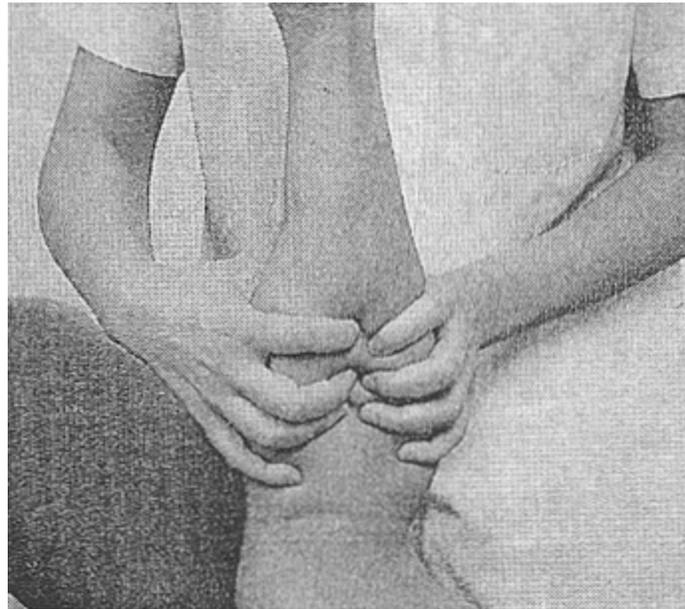


FIGURA 22.8. Presión estática.

- Las presiones deslizantes se llaman *digitales* cuando se realizan con los pulpejos de los dedos o con el pulpejo del pulgar. Presiones deslizantes *longitudinales* son cuando siguen paralelamente con la presión la zona topográfica que se masajea.
- *Presión estática.* Esta maniobra consiste en efectuar apoyos manuales locales sobre la zona tratada. No existe ningún tipo de desplazamiento de los tejidos, solamente se manifiesta el fenómeno de presión. Esta presión estática no debe ser violenta ni brusca. Se puede realizar de forma manual o bimanual. El efecto mecánico es de aplastamiento de las partes blandas sobre un plano óseo más profundo. Su acción fisiológica será sobre la circulación de retorno; y sobre el sistema

nervioso ejercerá un efecto analgésico ([figura 22.8](#)).

- *Amasamiento*. Es una maniobra del masaje compuesta por una serie de manipulaciones destinadas, esencialmente, a comprimir los tejidos, actuando sobre músculos y tendones situados a mayor o menor profundidad. Dentro de la masoterapia suele ser la maniobra más utilizada.

El ángulo de incidencia está entre el ángulo límite y el ángulo recto, que representa el mayor componente de presión. Se diferencia de la fricción en que la contrapresión es fija y pasiva, pero en el amasamiento la contrapresión es activa y móvil. Para realizar la maniobra de amasamiento se aplica la mano abierta sobre la piel, de modo que entre el pulgar y los restantes dedos se abarque el músculo subyacente, y se procura levantarlo y separarlo de los planos profundos. La mano se desplaza en dirección proximal y se repite la maniobra. También se puede realizar con ambas manos: mientras una levanta la parte distal, la otra abarca el vientre muscular, comprimiéndolo fuertemente con el pulgar. De esta forma, queda sometido a una doble presión en sentido opuesto, lo que le hace sufrir una torsión en forma de S itálica invertida ([figura 22.9](#)).

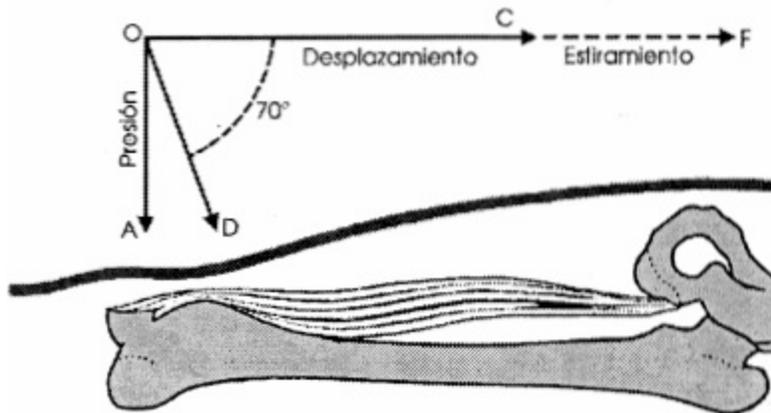


FIGURA 22.9. Biomecánica del amasamiento.

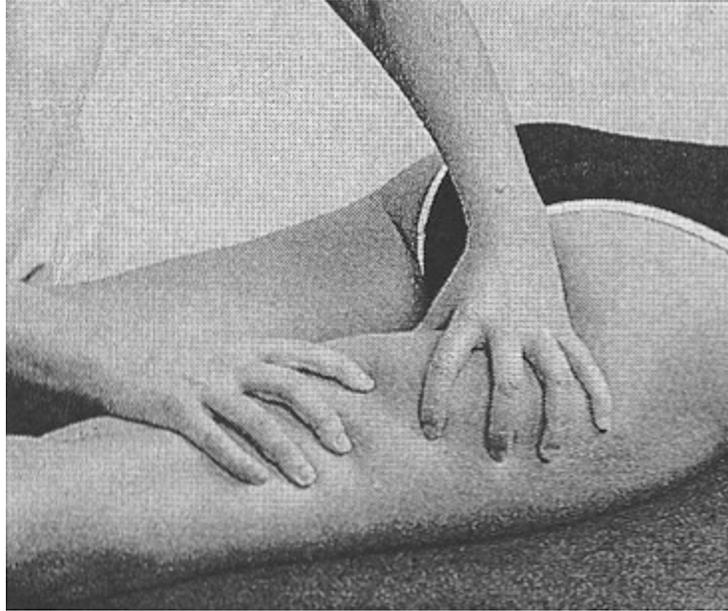


FIGURA 22.10. Amasamiento profundo

El amasamiento puede ser:

- *Amasamiento superficial*. Consiste en recoger la piel realizando una pinza con los dedos, formando un pliegue y movilizándolo. Sólo se moviliza la piel y el tejido celular subcutáneo. No se moviliza músculo ni tendón. Se puede realizar en un punto analítico o en una zona más amplia, y puede hacerse que el pliegue de la piel se vaya deslizando y a la vez avanzando; para este procedimiento se emplean las dos manos.
- *Amasamiento profundo*. Se realiza en las masas musculares y partes blandas. Consiste en levantar los tejidos musculares desplazándolos transversalmente, y realizando a la vez presión y estiramiento con una ligera torsión de la masa muscular ([figura 22.10](#)).

En la biomecánica del amasamiento profundo actúan el componente de presión y el de deslizamiento. Con este último se produce un estiramiento de las masas musculares.

La maniobra del amasamiento profundo puede variar su acción según el ritmo que se le imponga en la zona a masajear. Este ritmo podrá ser:

1. *Ritmo lento*. Oscilará entre 12 y 20 movilizaciones por minuto. Esta maniobra tendrá un efecto calmante, sedante y decontracturante. Se realiza con suavidad.
2. *Ritmo rápido*. Se realizan de 25 a 30 movilizaciones por minuto. Esta maniobra, al ser ejecutada sobre el paciente, produce una hiperemia a nivel superficial y profundo. Será de gran utilidad en los músculos con atrofia. Es muy utilizado el amasamiento transversal o torsión, que se realiza sobre una gran masa muscular y consiste en retorcer el músculo de la misma forma que

se realiza en el lavado de la ropa para escurrir el agua. En realidad, con estas maniobras lo que hacemos es coger las masas musculares, exprimiéndolas y vaciándolas, para de esta forma eliminar sustancias tóxicas y metabolitos en el sistema venoso, facilitando la entrada de sangre arterial.

- *Percusión.* Consiste en golpear una parte del cuerpo con una o ambas manos mediante golpes breves y rápidos. La presión efectuada por las manos puede ser más o menos profunda, variando la forma de percutir según la zona donde se aplique esta terapia ([figura 22.11](#)). A esta maniobra también se le puede dar el nombre de golpeteo o tundido.

Las percusiones se pueden realizar:

1. Con el borde cubital de la mano (percusión cubital, golpeteo cubital abierto). Se utilizan ambas manos, y con las muñecas relajadas se percute alternativamente con el borde cubital de cada mano ([figura 22.12](#)); el ritmo impuesto ha de ser vivo.

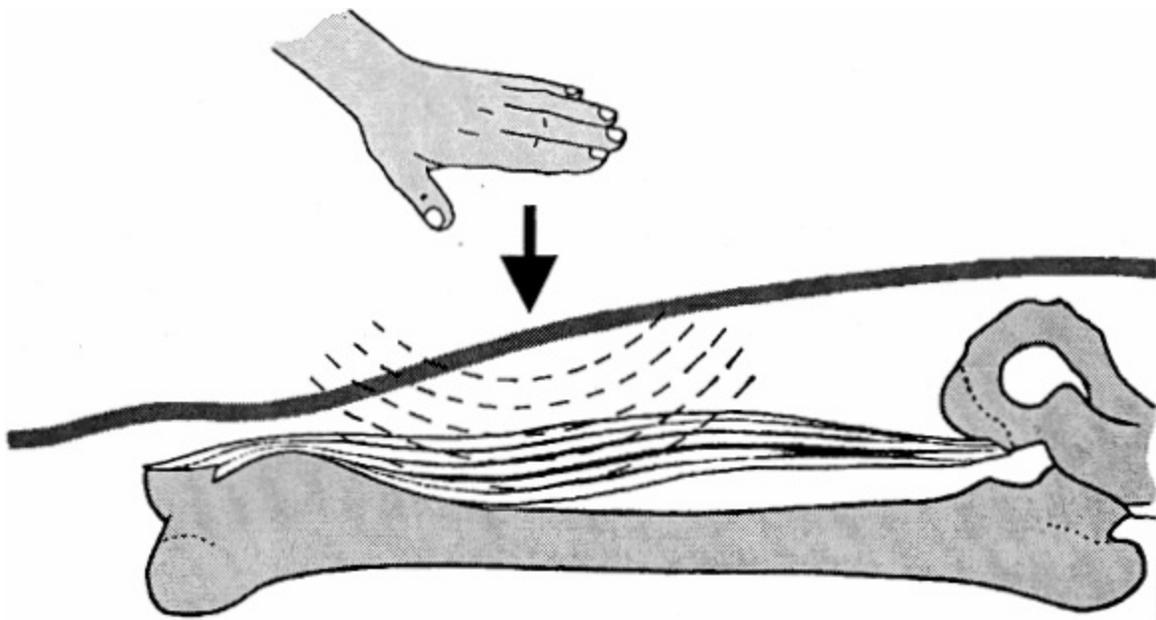


FIGURA 22.11. Maniobra de percusión

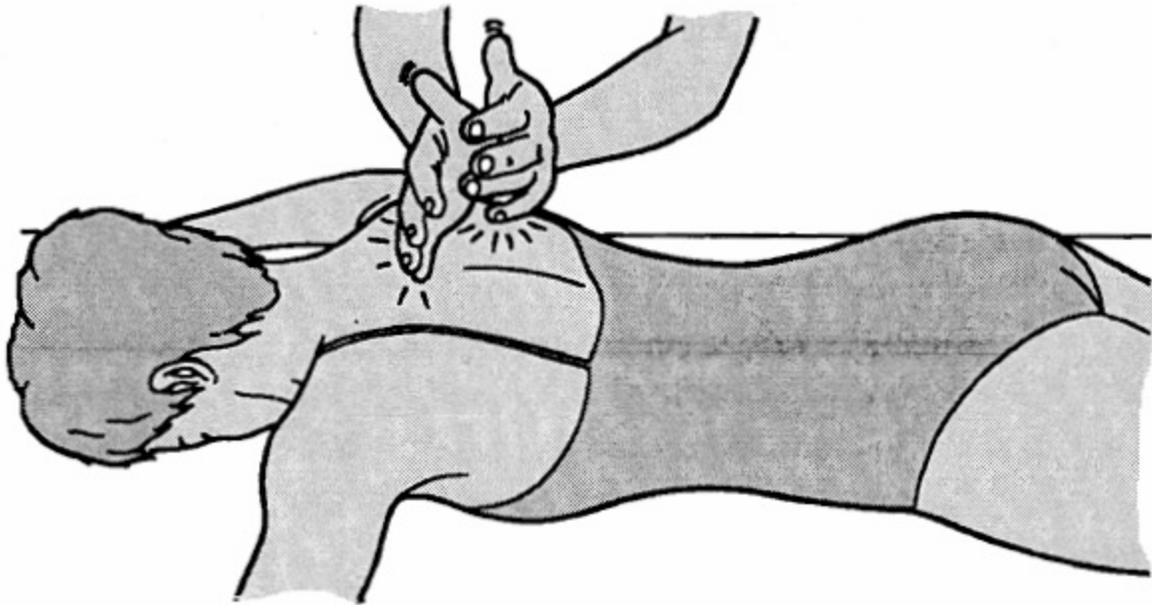


FIGURA 22.12. Percusión con el borde cubital.

2. Con las manos abiertas en forma de cuchara, dando palmadas en la región a tratar (palmoteo, percusión palmar). En esta maniobra el antebrazo se coloca en pronación con los codos flexionados y las muñecas relajadas.
3. Con el borde dorsal de las manos y dedos, se mueven las manos alternativamente con supinación de los antebrazos; de esta forma el dorso de las manos percuten sobre la zona tratada.

Los efectos que producen estas maniobras de percusión son, según Goltz, los siguientes:

- Provoca una isquemia momentánea seguida de una fuerte hiperemia activa con gran aflujo de sangre a la zona tratada, lo que favorece la nutrición celular.
- El choque elástico actúa de estímulo muscular y pone en contacto las fibras musculares.
- Tiene una intensa acción sobre las terminaciones nerviosas.

Las técnicas de percusión no pueden realizarse en músculos contracturados ni en músculos con espasticidad.

- *Vibración.* Esta maniobra es muy semejante a las presiones estáticas, y nunca debe ser violenta ni brusca. Las vibraciones consisten en una serie de oscilaciones rápidas transmitidas a los tejidos por una sucesión de presiones y relajaciones. Estas presiones serán rápidas, breves y constantes; se realizan con una frecuencia de 8, 10 movimientos por segundo.

Se ejecuta imprimiendo a la mano una especie de temblor, debido a la rápida contracción de los músculos del antebrazo, oscilaciones breves que, a través de los dedos, se transmiten al paciente. Estas vibraciones forman parte de la

sismoterapia.

Además de la frecuencia, se debe tener en cuenta la amplitud de las vibraciones, pues se pueden producir efectos distintos. Cuando la amplitud es baja y la frecuencia mediana, los efectos son anestésicos, mientras que con amplitudes grandes se produce irritación de los nervios sensitivos y efecto vasomotor ([figuras 22.13](#) y [22.14](#)).

22.6. Modalidades

Las maniobras del masaje, con sus distintos efectos fisiológicos, permiten elegir la más adecuada para cada indicación en el tratamiento fisioterápico. Estas maniobras distintas del masaje también pueden graduarse en su intensidad y duración, de forma que los efectos conseguidos pueden parecer distintos. Entre estas modalidades destacan las siguientes:

1. *Masaje estimulante.* Es un masaje realizado de forma enérgica y de corta duración. Existe una diferencia de circulación y temperatura entre un músculo en reposo y en acción intensa. No se puede pasar rápidamente de la inactividad al trabajo intensivo, sino que hay que esperar un tiempo para conseguir poner en forma los grupos musculares correspondientes.

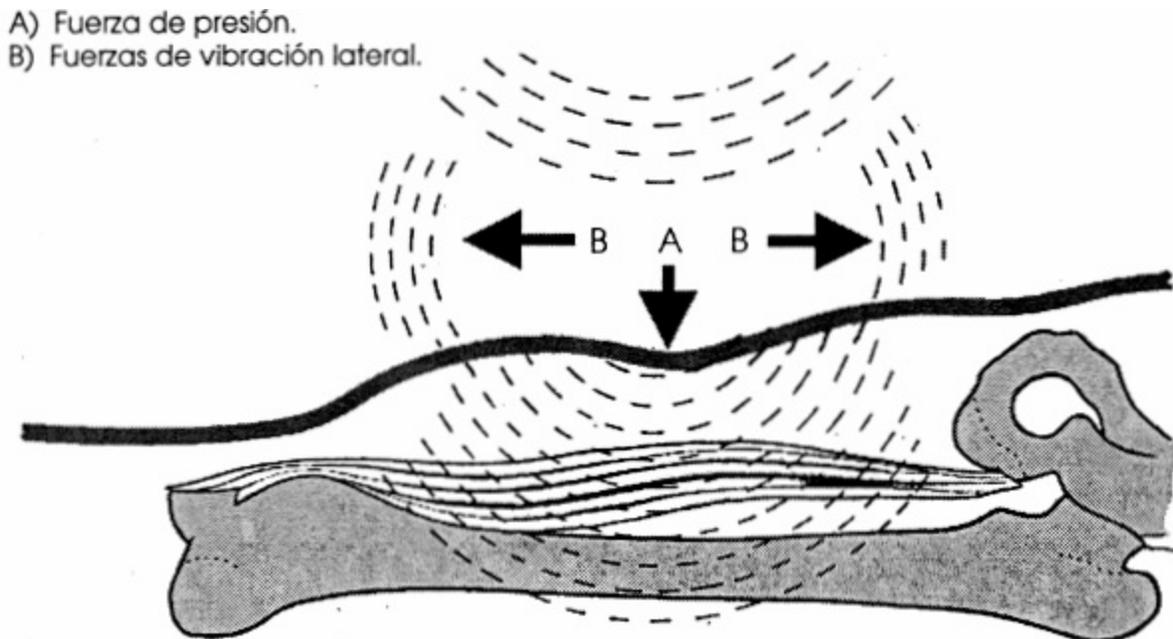


FIGURA 22.13. Biomecánica de la vibración.

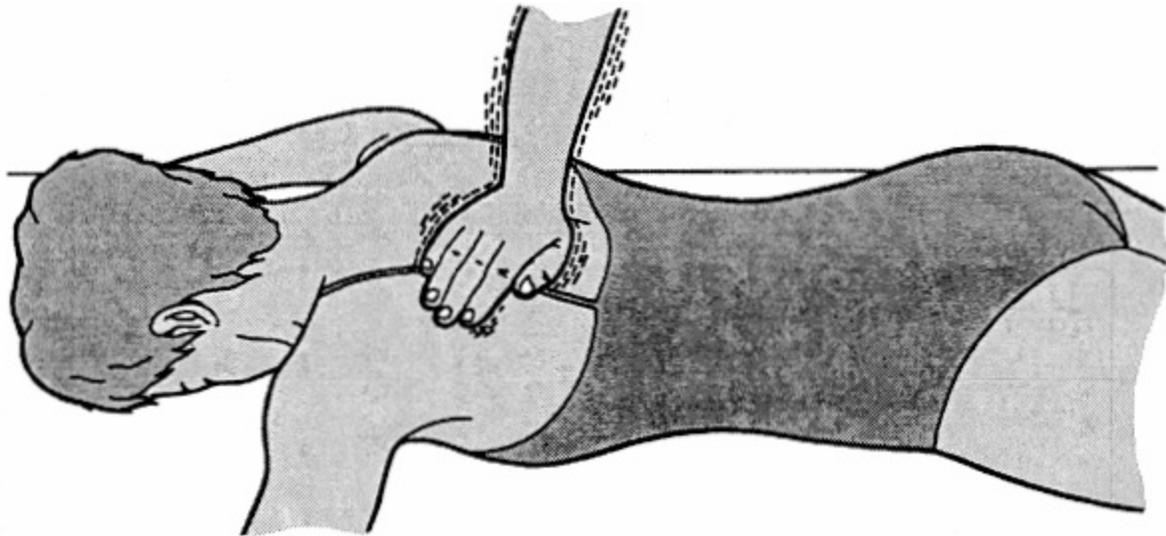


FIGURA 22.14. Maniobra de vibración.

2. *Masaje tónico.* Este tipo de masaje se aplica sobre los músculos que se encuentran en reposo obligado. Es un masaje que se realiza de forma enérgica y prolongada.
3. *Masaje calmante.* Se consigue cuando sobre la región topográfica dolorosa se realizan maniobras superficiales y lentas.
4. *Masaje eliminador.* Es un masaje profundo y lento que provoca efectos de drenaje. Cuando se realizan grandes esfuerzos motores, sobre todo después de pruebas deportivas, los músculos se encuentran llenos de metabolitos que conviene eliminar rápidamente.
5. *Masaje revulsivo.* Se obtienen estos efectos cuando se hace un masaje enérgico, superficial y prolongado.

22.7. Indicaciones y contraindicaciones

22.7.1. Indicaciones

El masaje está indicado cuando se buscan los siguientes efectos:

1. *Aliviar o calmar el dolor.* En dislocaciones, esguinces, contusiones y lesiones ligamentosas, tendinosas, musculares y nerviosas, así como en artritis, periartrosis, fibrositis, tendinitis, lumbalgias, etc.
2. *Favorecer la relajación.* Relajación psicofísica, contracturas, pacientes psiconeuróticos, mialgias, miositis.
3. *Mejorar la circulación.* Hipotensión, mejorar la circulación de retorno, varices.
4. *Reducción de edemas.* Celulitis, miogelosis, edemas postraumáticos, linfedemas, etc.

5. *Liberar adherencias.* Cicatrices, adherencias aponeuróticas, periarticulares, masaje para el despegamiento de rótula, ligamentos y tendones adheridos.
6. *Tonificar y mantener el trofismo tisular.* Masaje con el fin de preparar los muñones de amputaciones para el uso de prótesis.

22.7.2. *Contraindicaciones*

Se debe evitar el masaje en los siguientes casos:

1. Aquellas enfermedades en las que el efecto mecánico puede producir un grave accidente: ulcus, diátesis hemorrágica, tromboflebitis, etc.
2. Inflamaciones e infecciones agudas y subagudas.
3. Traumatismos recientes, fracturas no consolidadas.
4. Afecciones tumorales.
5. Enfermedades de la piel. Heridas, dermatitis, forunculosis, etc.
6. Embarazo, en los primeros meses de gestación.
7. Inflamaciones de la cavidad abdominal.
8. Estados febriles.
9. Litiasis de todas las clases.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BELLOCH, V.; CABALLÉ, C. y ZARAGOZA, R.: *Manual de terapéutica física y radiología.* Saber. Valencia, 1971.
- CANAMASAS, S.: *Técnicas manuales: masoterapia.* Salvat. Barcelona, 1993.
- LICHT, S.: *Masaje, manipulación y tracción.* Toray Masson. Barcelona, 1994.
- SELIGRA, A. y ZARAGOZÁ, C.: *Manual de fisioterapia general.* Publicaciones Universitarias. Valencia, 1985.

23

Movilización activa

Objetivos

- Conocer lo que es la cinesiterapia activa.
- Saber los distintos tipos de funciones musculares.
- Distinguir entre trabajo libre, asistido y resistido.
- Conocer lo que es un momento motor.
- Saber las indicaciones y contraindicaciones de la movilización activa.
- Conocer lo que se entiende por gimnasia médica.

23.1. Evaluación analítica músculo-tendinosa

El músculo es un órgano excitable –contráctil y extensible– viscoelástico con tres grandes tipos de motricidad.

1. La *motricidad voluntaria*. Responde a una actividad consciente y programada del sujeto con una determinada finalidad.
2. La *motricidad automática*. Puede ser de dos tipos:
 - *Congénita*, existente desde el nacimiento, que asegura las funciones vitales. Ejemplo: respirar, tragar, etc.
 - *Adquirida* a lo largo del tiempo, como consecuencia de la vida de relación. Ejemplo: la marcha.
3. La *motricidad refleja*. Es una actividad reproducible e invariable que se obtiene como respuesta a un mismo estímulo. Ejemplo: reflejo aquileo.

23.2. Origen e inserción

El músculo, cuando se contrae enérgicamente, tiende a mover los dos huesos en los que se inserta, pero en la práctica hay uno que se mueve menos. A éste se le considera fijo, y a la unión del músculo con el hueso móvil se la conoce como parte móvil.

Según los anatomistas, es *origen* el extremo muscular más próximo al centro del cuerpo, e *inserción*, el más alejado. En cinesiterapia, siguiendo un criterio más mecánico, origen muscular es la parte menos móvil o fija, e inserción es la parte móvil. De todo lo dicho cabe deducir que las funciones musculares serán las que determinen el origen e inserción en cada momento.

Esto va a tener importancia en la determinación del punto de aplicación de la fuerza a la palanca móvil, que va a ser en la inserción. El brazo de fuerza de la palanca es la distancia entre la inserción y la articulación, que sirve de eje al movimiento.

23.3. Momento de la fuerza muscular

En cinesiterapia activa son fundamentales las características de dos componentes, y su variación respecto al movimiento facilita la evaluación del momento de la fuerza muscular respecto al eje articular.

Estos componentes son:

- Una máquina simple, tipo palanca o polea, que va a estar formada por el segmento óseo en el que se inserta el tendón y una articulación que va a ser el pivote alrededor del que se desplaza la palanca ósea.
- El motor formado por el músculo y el tendón, este último como transmisor de la fuerza generada como energía mecánica en el músculo.

El momento motor no es constante del principio al fin del movimiento, lo que deriva en problemas espinosos, sobre todo en la determinación por el terapeuta de las resistencias que se oponen, excepto en el caso de la utilización de resistencias manuales o aplicadas con aparatos isocinéticos, en cuyo caso es necesaria la determinación de las curvas isocinéticas como reflejo del momento torsional de un músculo determinado.

El cálculo del momento de la fuerza muscular con respecto a su eje articular se obtiene mediante a la fórmula:

$$M = F \times D \times \text{sen } \alpha$$

F = fuerza.

D = distancia de la inserción del tendón al eje articular.

α = ángulo formado por F y el eje mecánico del hueso.

La eficacia articular es mejor cuando existe normalidad entre la dirección del músculo y el eje mecánico del hueso. La mejor combinación se produce cuando la posición articular óptima corresponde a la longitud media del músculo: el momento motor es entonces máximo (caso bíceps braquial). Esto no sucede en todos los músculos (tríceps braquial).

La fuerza muscular que se aplica al hueso se puede descomponer, según el paralelogramo de fuerzas, en dos fuerzas concurrentes ([figura 23.1](#)):

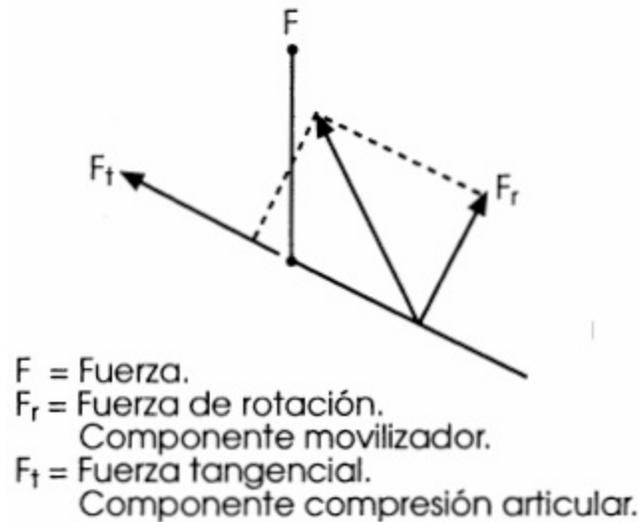


FIGURA 23.1. Fuerzas que concurren en la activación del músculo.

- Perpendicular a la palanca, es la movilizadora propiamente dicha, o de rotación.
- Dirigida hacia el eje articular, es la fuerza longitudinal o axial.

Los desplazamientos lineales de los músculos, es decir, su amplitud activa, está determinada por la distancia recorrida desde una posición de alargamiento máximo a una de acortamiento máximo.

Los desplazamientos angulares vienen determinados por el desplazamiento lineal del músculo, incidiendo sobre la palanca móvil articular. En el caso de músculos monoarticulares, los desplazamientos lineales se traducen íntegros en angulares, dependiendo del tipo de palanca.

Ahora bien, esto va a variar en el caso de músculos bi o poliarticulares, es decir, en el caso de músculos que atraviesan dos o más articulaciones, ya que no van a estar en relación directa el desplazamiento lineal y el angular, como sucede en el caso de que las dos articulaciones se dejen libres, repercutiendo la acción muscular simultáneamente, pero realizándose recorrido articular incompleto a nivel de las dos articulaciones.

Antes de desarrollar otros aspectos de la movilización activa se debe hacer referencia a la terapia manual o terapéutica manual, que en todo caso, al igual que la cinesiterapia, debe regirse por la regla de no provocar dolor. Precisamente la terapia manual va a ser un complemento válido y eficaz, más bien muy eficaz, en gran número de campos, entre los que se encuentra la fisioterapia. La terapia normal cuenta con diversidad de técnicas:

- Movilización sin impulso.
- Movilización con impulso (manipulaciones).
- Terapia neuromuscular.
- Movilización empleando directamente los músculos.

- Movilización empleando la fase de relajación postisométrica.
- Movilización que utiliza la inervación recíproca.
- Ejercicios en casa:
 - Estiramientos musculares.
 - Movilización autónoma.
 - Ejercicios de estiramiento muscular isométrico.

23.4. Funciones musculares

La acción muscular es doble, ya que consiste en desarrollar tensión y relajarse. Los factores que van a incidir en las acciones musculares son muy variados:

- Tamaño, forma y número de fibras.
- Origen e inserción tendinosa o carnosa.
- Ángulo y lugar de la inserción.
- Palancas osteomusculares.

Asimismo, la acción muscular puede ser individual o en equipo mediante distintas combinaciones y modalidades de movimiento. Así, podemos distinguir:

1. *Función del motor o agonista.* Esta función la desempeña el músculo que se contrae concéntricamente para realizar determinada función. Al contraerse, un músculo tiende a realizar todas las acciones de las que es responsable, pero en determinadas situaciones, debido a la contracción de otros músculos o a la intervención de alguna fuerza externa, como la gravedad, no va a realizar alguna de ellas. Ejemplo: los motores o agonistas de la extensión del codo son el tríceps braquial y el ancóneo.
2. *Función del motor primario o accesorio.* El motor primario es el principal responsable de una acción articular específica. Ejemplo: tríceps braquial de la extensión del codo. El motor accesorio es el que ayuda al primario a realizar la función. Ejemplo: el ancóneo en la extensión del codo. El músculo de emergencia es el que interviene sólo en caso de ser necesaria una fuerza de excepcional magnitud. Ejemplo: la porción larga del bíceps braquial cuando actúa en la abducción del hombro, acudiendo en ayuda del deltoides y supraespinoso.
3. *Función del antagonista.* El antagonista es el músculo que tiene una acción articular contraria a la de otro músculo específico. Ejemplo: bíceps con respecto al tríceps.
4. *Función del fijador o estabilizador.* Su función consiste en fijar, sostener o afirmar una parte del cuerpo o un hueso, para que otro músculo activo tenga una base firme de tracción. Supongamos que queremos abrir una puerta atascada: tendremos que flexionar el codo, pero si no estabilizamos la escápula, el bíceps, como todo músculo, al contraerse, tenderá a traccionar sus dos extremos hacia

su centro con la misma fuerza, y lo que hará es tirar hacia delante de la cintura escapular en lugar de abrir la puerta. Otro caso de acción estabilizadora muscular es la denominada fijación móvil o acción guiadora, en la que continuamente se ajusta la estabilización a las exigencias del movimiento deseado. Ejemplo: la acción estabilizadora o fijadora de los abdominales, en la flexión en los decúbitos. En este caso los abdominales se contraen estáticamente para impedir la oscilación del cuerpo en la región de la cadera y tronco.

5. *Función del sinergista.* La función del sinergista ha sido objeto de estudio en multitud de ocasiones, lo que ha determinado la mayor ambigüedad de acepciones del término. Así, cuando se intenta conocer de manera clara lo que es una sinergia, hay tal disparidad de opiniones y generalización en el uso del término, que es difícil acertar en la elegida. Según algunos, sinergista es un músculo que actúa con otro u otros en equipo. Siguiendo a Wrigt distinguiremos dos tipos de sinergia: concurrente y verdadera. Wrigt definía la sinergia como la anulación de una acción colateral o secundaria indeseable por parte de los músculos activos. Los dos tipos de sinergia se definen:

- *Sinergia concurrente:* cuando dos músculos que tienen una acción muscular en común y por separado una acción antagónica entre sí, suman sus acciones comunes y actúan como sinergistas accesorios el uno del otro al contrarrestar sus acciones secundarias indeseables. Ejemplo: el trapecio II y IV, son respectivamente aductor, elevador de la escápula y rotador hacia arriba, depresor de la escápula, y cuando actúan sinérgicamente inhiben las funciones de elevación y depresión de la escápula para realizar la aducción y rotación hacia arriba. Otro ejemplo es el ejercicio de sentarse desde el decúbito dorsal, si tenemos en cuenta sólo como flexores de la columna vertebral a oblicuos mayores derechos e izquierdos. Actuando sinérgicamente, es decir juntos, tendrán que inhibir sus acciones de flexión lateral y rotaciones respectivamente derecha e izquierda, que son antagónicas entre sí.
- *Sinergia verdadera:* va a producirse cuando un músculo se contrae estáticamente para impedir toda acción en una de las articulaciones atravesadas por un músculo biarticular o poliarticular que se contrae. Ejemplo: los flexores de los dedos y extensores de la muñeca, pues en la acción de cerrar el puño los extensores de la muñeca actúan como verdaderos sinergistas, ya que si la muñeca no estuviera en extensión, los flexores largos de los dedos producirían flexión de la muñeca además de los dedos.

No obstante, hay que señalar que lo habitual no es que un músculo actúe solo, ya que cualquier movimiento supone la necesidad del mantenimiento de posturas estáticas o dinámicas, lo que conlleva la necesidad de multitud de estabilizaciones. No hay que olvidar que los músculos individuales no tienen representación en los centros nerviosos (médula, encéfalo), sino que son los movimientos los que están representados en el sistema nervioso central. Por ello, a continuación se exponen las acciones musculares

desde una perspectiva del trabajo que realizan o pueden realizar en equipo:

- *Posturas*. Conceptualmente la postura es una posición o una estancia que se puede conseguir por la contracción estática de la musculatura fijadora, por la contracción simultánea de músculos antagonistas, mediante el reflejo de estiramiento (recíprocos provocando un ligero balanceo), o mantenerse por hiperextensión de las articulaciones.
- *Movimientos impulsivos o de fuerza máxima*. Durante todo el movimiento se exige fuerza máxima, como la partida en las carreras cortas.
- *Movimientos de tensión lentos*. Es necesaria gran precisión y firmeza durante todo el movimiento.
- *Movimientos de tensión rápidos*. Es el mismo tipo de movimiento que el anterior, con la salvedad de que la diferencia de los agonistas respecto de los antagonistas es grande.
- *Movimiento balístico*. Al inicio del movimiento, hay una vigorosa contracción de los agonistas y relajación de los antagonistas, hasta que se adquiere velocidad relajándose los motores primarios, ya que el movimiento restante depende del impulso.
- *Movimientos oscilatorios*. Movimientos rápidos de extensión que se invierten al final. El ritmo máximo va a venir determinado por la rapidez con que es posible alternar la excitación y la inhibición en el sistema nervioso central.

23.5. Definición y clasificación de la cinesiterapia activa

La cinesiterapia activa es la actividad consciente y programada del sujeto con una determinada finalidad.

Dos factores deben tenerse en cuenta en este tipo de movilización: voluntariedad y utilidad. El paciente ha de realizar un esfuerzo voluntario, buscando conseguir una determinada finalidad, que en muchos casos no va a ser otra que la recuperación de la capacidad funcional.

Otro elemento importante en la movilización activa es la representación mental que se haga del movimiento, que va a estar influenciado en gran parte por el aprendizaje y educación del paciente mediante las ideas motrices, que son los esquemas ideo-motrices que de manera inconsciente se van grabando en el sistema nervioso central. La mayoría de los gestos profesionales y deportivos van a exigir un periodo de aprendizaje más o menos largo o costoso.

Estos esquemas ideo-motrices no son inamovibles, ya que pueden perderse por diversas causas, como puede ser por una lesión a nivel central, o incluso pueden sencillamente olvidarse por un no uso o desuso, como sucede en algunos casos como consecuencia de un trastorno osteoarticular.

Se puede clasificar la movilización activa desde distintos puntos de vista: dependiendo de la extensión de la zona que se quiera movilizar y según la capacidad

muscular ([figura 23.1](#)).

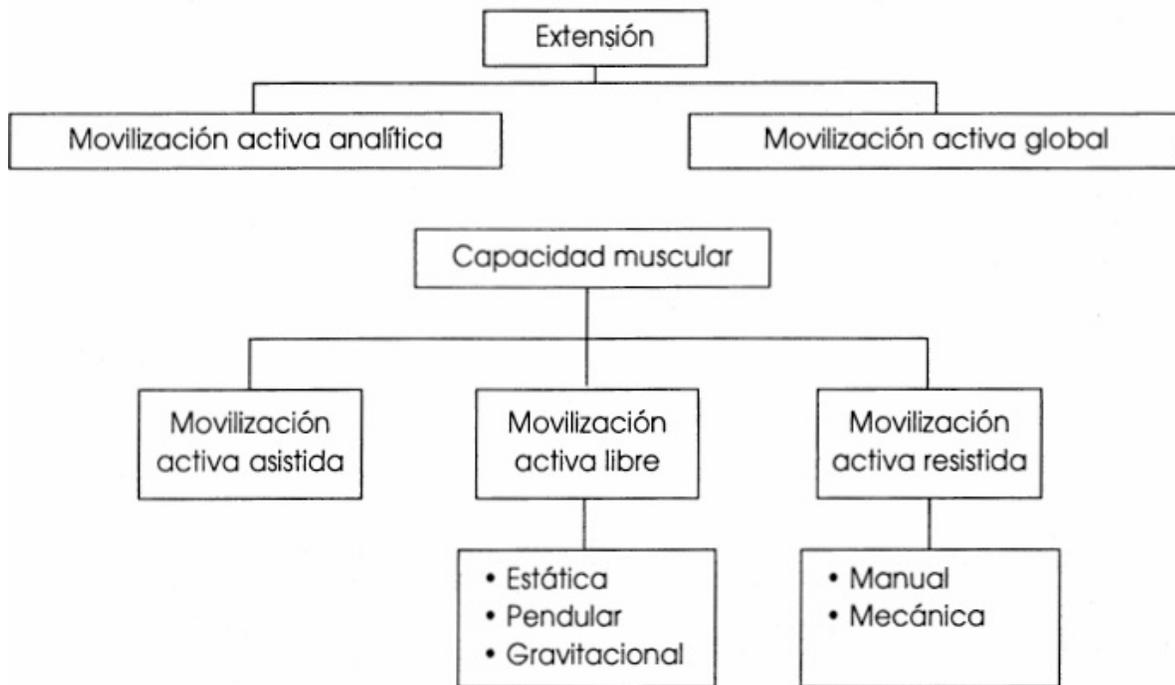


FIGURA 23.1. Tipos de movilización activa.

23.5.1. Dependiendo de la extensión de la zona que se moviliza

Según la extensión de la zona, la movilización puede ser:

1. *Movilización activa analítica*

Es la realizada, de manera selectiva, de la zona concreta tratada, individualizándola del resto. Es aconsejable, al igual que en la pasiva analítica, realizar una correcta inmovilización, a fin de evitar sustituciones musculares no deseadas.

2. *Movilización activa global*

En ésta se van a poner en marcha varias articulaciones y músculos o grupos musculares para realizar una determinada actividad o función. Se trata de una actividad en cadena. Se puede pensar que este tipo de movilización es como un estadio de la terapia ocupacional, pero en la movilización activa global no es necesario buscar un objetivo laboral definido.

23.5.2. Dependiendo de la capacidad muscular

1. *Movilización activa asistida*

Mediante esta movilización el paciente realiza un movimiento dentro de sus posibilidades y recibe la ayuda necesaria para poder finalizarlo. Esta ayuda puede consistir en suprimir la gravedad, los rozamientos o incluso asistir a la realización del movimiento.

Los músculos subsidiarios de este tipo de movilización son aquellos con balance muscular entre 2 y 3 de la escala de Kendall. La asistencia prestada puede ser manual o mecánica.

2. *Movilización activa libre*

El sujeto, de manera voluntaria y sin la intervención de ningún agente externo, va a realizar el movimiento. Sin asistencias, ni resistencias, libremente. Distinguiremos los siguientes tipos: estática, pendular, gravitacional.

- *Estática.* Es aquella actividad muscular que no supone desplazamiento de segmentos, puesto que el momento motor y el momento resistente opuesto son iguales. Son las *contracciones isométricas*, en las que el músculo se contrae y se relaja sin que varíe su extensión.

Se puede realizar en distintas longitudes del músculo, generalmente con el músculo lo más acortado posible.

Su utilidad va a ser:

- En casos de sujetos que no pueden moverse, por estar sometidos a inmovilización, mediante un yeso por ejemplo. Se busca en este caso el mantenimiento del tono muscular.
- En aquellos casos en los que interesa que el músculo trabaje lo más acortado posible, para potenciarlo en un determinado punto de su recorrido. Lo más habitual es en los últimos grados de recorrido.
- En articulaciones dolorosas, puesto que se va a realizar trabajo muscular, sin necesidad de desplazamiento articular.

Como efectos favorables destacan:

- El mantenimiento de la capacidad dinámica.
 - El mantenimiento del tono y la fuerza muscular.
- *Pendular.* Existe desequilibrio entre momento motor y resistente. En un primer momento se vence la gravedad, y después la inercia ayuda al movimiento. Se aprovecha la inercia, ya que se van a realizar movimientos de péndulo. Ejemplo: tras una inmovilización de hombro, es habitual prescribir movimientos de péndulo, para luchar contra la rigidez.
 - *Gravitacional.* La única resistencia que ha de vencer el paciente es el peso de la parte de su cuerpo que ha de desplazar, es decir, la gravedad. En esta movilización también hay desequilibrio entre momento motor y resistente.

3. *Movilización activa resistida*

Es en la que se aplica resistencia externa al movimiento realizado voluntariamente por el sujeto.

Tres son los factores que se deben tener en cuenta: voluntariedad, utilidad y resistencia externa.

La movilización activa resistida puede ser: manual o mecánica.

Con esta movilización se busca un mayor desarrollo del músculo y una mayor potencia muscular. Se eleva el metabolismo local, puesto que hay un mayor aporte de sangre arterial y un mejor vaciamiento venoso.

Se utiliza en músculos con un balance por encima de 3 en la escala de Kendall (cuadro 23.2).

23.6. Ejercicios libres: gimnasia médica

Se les ha dado este nombre para diferenciarlos de la gimnasia general, que tiene objetivos higiénicos y estéticos.

Son ejercicios libres aquellos que se realizan venciendo la fuerza de la gravedad, es decir, el peso del segmento. Se trata en este caso de una movilización activa libre (MAL) gravitacional, y puede ser analítica y global. Para poder realizar estos ejercicios el músculo tiene que estar al menos con el balance de 3 en la escala de Kendall.

Es necesario que los ejercicios de gimnasia médica se realicen con una determinada sistemática, que puede suponer una gradación y dificultad progresivas. Existen numerosas tablas de gimnasia médica, como las de Kabat, Frenkel, Bobath, Klapp, etcétera.

23.7. Efectos de la movilización activa

Los efectos más destacables son:

1. Mejora de todas las estructuras, tanto articulares como periarticulares.
2. Condiciona una mejor propiocepción, con la consiguiente influencia positiva sobre la contracción muscular.
3. Mejora el esquema mental del movimiento, ya que la repetición condiciona la fijación de impresiones cinestésicas.
4. Ventaja psicológica al conseguir una mejor coordinación del movimiento.
5. El uso de los músculos condiciona la puesta en marcha de nuevos sectores musculares que no funcionaban antes, con la consiguiente mejora e incremento de la potencia muscular.

23.8. Indicaciones y contraindicaciones

Según las patologías estará indicada la movilización activa que sea más adecuada, que necesariamente dependerá de la capacidad muscular del sujeto. Está indicada en afecciones del aparato locomotor del tipo de:

- Atrofias e hipotonías.
- Contracturas musculares.
- Secuelas de traumatismos osteoarticulares.
- Rigideces articulares, retracciones, artropatías reumáticas.
- Discopatías.

En afecciones de diferentes sistemas:

- Secuelas postquirúrgicas.
- Procesos respiratorios.
- Obesidad.
- Encarnamientos prolongados.

Como contraindicaciones, aunque sean muy escasas, podemos enumerar los procesos inflamatorios, algunas fracturas recientes, etc.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BASMAJIAN, J. V. : *Terapéutica por el ejercicio*. Panamericana. Buenos Aires, 1982.
- BELLOCH, V.; CABALLÉ, C. y ZARAGOZA, R.: *Fisioterapia: teoría y técnica*. Saber. Valencia, 1970.
- GARDINER, D. M.: *Manual de ejercicios de rehabilitación*. Jims. Barcelona, 1980.
- PIERROM, G.; LEROY, A.; PÉNINOU, G.; DUFOUR, M. y GENOT, C.: *Kinesiterapia*. Panamericana. Bogotá, 1988.
- GUSTAVSEN, R. y STREECK, R.: *Manual de ejercicios terapéuticos en medicina física: prevención y rehabilitación*. Scribá. Barcelona, 1992.

24

Movimientos vicariantes

Objetivos

- Conocer lo que son los ejercicios vicariantes.
- Conocer lo que es una sustitución muscular.
- Conocer las ventajas de estas aplicaciones.
- Saber qué dispositivos se van a utilizar.

24.1. Concepto e introducción a los movimientos vicariantes

Se denominan *movimientos vicariantes* o *trucados* a la manifestación o función que aparece en lugar de otra, supliéndola. Cuando los músculos están débiles o paralizados, los movimientos que normalmente realizan aún son posibles mediante la acción de otros músculos, que pueden ser sinérgicos normales de los músculos afectados o poseer una acción del todo distinta.

El *sistema nervioso* (SN) es el instrumento con el que el ser viviente reacciona frente a su entorno y se vincula a él y a la dinámica que éste le pauta. Cuanto más complejo es el animal, tanto más complicado es su sistema nervioso y más versátiles sus reacciones. Este sistema interviene en las actividades físicas (motoras, sensoriales y autónomas), intelectuales y emocionales; por consiguiente, todo trastorno puede afectar a cualquiera de estas funciones, o a las tres al mismo tiempo. En la praxis normal de la fisioterapia difícilmente encontramos disgregación en las funciones, por lo que tendremos que analizar las ramificaciones, a veces apenas perceptibles, de cualquier disfunción para encontrar los reales sistemas de relevo que oficien de vicariantes en la posibilidad de retornar al equilibrio cualquier zona afectada.

Una vez ha alcanzado la madurez, el sistema nervioso no se vuelve estático, sino que continúa cambiando en respuesta al medio que le rodea y, por supuesto, a su propia actividad. La mayoría de los pacientes que sufren trastornos neurológicos exhiben dificultad para moverse, por tanto, es importante considerar los factores esenciales en la producción de los movimientos y actividades normales.

Hay unos diez billones de células nerviosas en el cerebro, cada una de las cuales

realiza cerca de diez mil contactos con otras células nerviosas, es decir, cien trillones de conexiones en total. Pero, a pesar de estas cifras desorbitantes, las conexiones están altamente ordenadas.

Cada milímetro cuadrado de piel, por ejemplo, está inervado por fibras nerviosas que se proyectan hacia áreas precisas en la corteza sensitiva, ordenadas de tal manera que un mapa del cuerpo puede ser dibujado en la corteza. A su vez, cada célula del cuerpo contiene la información genética necesaria para volverse otra célula. Las células de la nariz contienen genes para las células de los dedos de los pies; conviene conocer este aspecto para explicar que hay muchas más posibilidades en el individuo de las que imaginamos. No somos seres fijos, tenemos la tendencia a hacernos fijos a partir del nacimiento, pero conservamos las potencialidades, incluso estando enfermos. Para que, en cualquier caso, se produzcan verdaderas modificaciones se necesita, con todo, hacer un esfuerzo, un superesfuerzo, un stress. La mayor parte de las veces tendremos que trabajar muy por encima de las capacidades de cada uno con el fin de lograr alcanzar cotas más altas.

La idea de que un hombre es una máquina no es nueva. Es realmente el único punto de vista científico posible; esto es, un punto de vista basado en la experimentación y la observación. Al hombre se le mira como incapaz de realizar ningún movimiento si no ha recibido impresiones externas. Esta idea demuestra claramente que la actividad de la máquina depende de las sensaciones externas, y comienza con las respuestas a dichas impresiones.

Los centros de la máquina están perfectamente ajustados para recibir cada uno de ellos su propia especie de impresiones, y para responder a las mismas correspondientemente. Y cuando estos centros funcionan correctamente, es posible calcular el trabajo de la máquina y predecir un gran número de acontecimientos y respuestas de la misma, así como estudiarlos y dirigirlos.

Pero, desgraciadamente, los centros no siempre funcionan bien, y no pueden trabajar debidamente, como ocurre en las lesiones de los nervios periféricos. Estando el cuerpo humano preparado, en cierta medida, para poder reemplazar a otros músculos en el caso de lesión, para salvaguardar cualquier interrupción en el trabajo de la máquina, sin embargo, en ocasiones una interrupción puede ser fatal.

Los músculos pueden reemplazarse unos a otros hasta un límite, pero no completamente, e inevitablemente en esos casos la terapia se realiza de una manera mucho menos efectiva.

Pero se deben tener en cuenta dos factores importantes:

1. La máquina humana no trabaja nunca hasta el máximo de sus posibilidades, es decir, trabaja muy por debajo de un nivel normal, olvidando muchos aspectos, y ni siquiera con todas sus partes.
2. A pesar de los muchos obstáculos es capaz de desarrollar y crear por sí misma diferentes standard de receptividad y de acción.

Esta mínima exposición previa es necesaria para poder entender los movimientos

vicariantes y el enorme potencial que se desarrolla cuando nos encontramos con una lesión que, en algunos casos, puede parecer irreversible.

Quien posea un perfecto conocimiento de las acciones musculares puede aprender, en breve periodo de tiempo, la forma de obtener una prueba muscular de un determinado paciente. Sin embargo, es necesaria una vasta experiencia para sorprender los movimientos de sustitución (vicariantes) que pueden tener lugar cuando existe una debilidad, y se requiere una práctica cuidadosa para adquirir la debida destreza, con el objeto de lograr un valoración cuidadosa de la potencia y movimiento muscular.

Hay que efectuar un esfuerzo para sorprender la existencia de la sustitución mecánica en las pruebas de los músculos. Hay que enfrentarse con el hecho de que cada músculo es el motor primario en alguna acción específica, porque nunca dos músculos del cuerpo poseen exactamente la misma función

24.2. Movimientos de sustitución

Cuando un músculo o un grupo muscular intenta compensar la falta de función de un músculo débil o paralizado, el resultado es un movimiento de *sustitución*. Los músculos, que normalmente actúan al unísono en los movimientos, pueden actuar en forma sustitutoria. Éstos incluyen músculos de fijación agonistas y antagonistas. Estos movimientos vicariados parecen ser semejantes, aunque no idénticos a los movimientos originales.

24.3. Clasificación de los movimientos vicariantes

Los distintos tipos de acciones truncadas de los músculos se pueden clasificar de la manera siguiente:

- *Sustitución directa de músculos en un área favorablemente situada.* Se define esta acción cuando en los músculos débiles o paralizados los movimientos que normalmente realizan aún son posibles, gracias a la acción de otros músculos. Ejemplo: la porción larga del bíceps y tríceps, las fibras claviculares del pectoral mayor y los rotadores externos del húmero pueden producir abducción del hombro a pesar de existir una parálisis total del deltoides.
- *Inserción accesoria.* Se explican estos movimientos cuando existe una misma zona de inserción para los músculos. Ejemplo: un paciente con parálisis radial completa puede realizar la extensión de la articulación final del pulgar, normalmente afectada por el extensor largo del pulgar, porque el abductor corto del pulgar está inserto en la expansión del extensor del pulgar.
- *Acción tendinosa.* Se denomina con estos términos a la contracción falsa de un agonista inicialmente paralizado y puesto en la acción por la contracción de los antagonistas. Ejemplo: en un paciente con parálisis completa de los flexores de los

dedos la extensión de la muñeca causa una ligera flexión pasiva de los dedos, debido a su limitada longitud.

- *Fenómeno de rebote.* Se reconoce el fenómeno de rebote cuando el antagonista de un agonista inicial paralizado se contrae bruscamente y de súbito se relaja; este fenómeno puede verse y sentirse como si fuera una contracción del agonista normal. Ejemplo: en la parálisis del flexor largo del pulgar, una contracción fuerte y una relajación inmediata pueden dar la impresión de una flexión de las articulaciones interfalángicas.
- *Inervación anómala.* Se denomina así a ciertas anomalías en las vías de transmisión de los impulsos nerviosos en una región determinada, que se pueden observar en algunos individuos. Un paciente puede, tras una sección completa del nervio mediano a nivel de la muñeca, ser capaz de efectuar todavía la oposición del pulgar, porque los oponentes están inervados por el cubital.
- *Gravedad.* Un músculo que actúe como agonista principal no efectuará su trabajo si la gravedad lo hace en su lugar. Por tanto, los efectos de la gravedad deben buscarse cuando se estudie la acción muscular en pacientes con músculos débiles o paralizados. Ejemplo: un paciente con debilidad acentuada del tríceps no es capaz de extender el codo hasta que el hombro haya descendido lo suficiente para que la gravedad permita el movimiento de extensión de codo.

24.4. Movimientos sustitutorios en algunas lesiones

Algunos ejemplos de movimientos sustitutorios son los siguientes:

- *Parálisis de los músculos glúteos mayor y mediano.* La parálisis del glúteo mayor causa dificultad para la extensión de la pierna, y el enfermo necesita ayudarse de las dos manos para levantarse de la silla. La parálisis del glúteo mediano provoca una caída de la pelvis hacia el lado contrario de la parálisis durante la marcha (trendelemburg). Paradójicamente, en algunos casos el paciente intenta superar su defecto basculando fuertemente la pelvis hacia el lado de la pierna que apoya, de forma que el eje de gravedad, al inclinar el tronco hacia el mismo lado, coincida con el eje anatómico del miembro afecto. En muchas ocasiones existe además una acusada retracción de la cintilla iliotibial y de los músculos que se insertan en la espina ilíaca, que coloca la cadera y rodilla en flexión pronunciada. La primera se compensa con un aumento de la lordosis lumbar.
- *Parálisis del cuádriceps.* Si no se instaura una rehabilitación inmediata, la rodilla se deforma en flexión y la marcha se hace sumamente penosa: el paciente apoya la mano sobre la rodilla afecta para suplir el músculo paralizado y no caerse. En los casos en que no hay retracción de los flexores, la parálisis se compensa activamente si los glúteos y el tríceps sural tiran de la rodilla hacia atrás.
- *Lesiones de los nervios periféricos del hombro.* Los movimientos más comúnmente afectados en las lesiones del hombro son los de abducción. El

deltoideos suele ser afectado en la poliomielitis, lesiones del plexo braquial, debidas a la tracción, fracturas, cirugía mamaria o luxaciones humerales (parálisis del circunflejo). La parálisis del deltoideos en sí misma apenas produce incapacidad cuando es producida por una lesión de circunflejo, dado que la flexión del hombro puede ser realizada por los músculos accesorios pectoral mayor y bíceps braquial. Algunos pacientes aprenden por sí mismos a sustituir al deltoideos; otros necesitan una verdadera reeducación. Al principio del tratamiento, el paciente debe aprender a no efectuar el típico levantamiento del hombro afectado por una parálisis del deltoideos. Esto se logra de dos formas: primero, evitándolo por medio de una contraposición ejercida sobre la clavícula; y segundo, enseñando al paciente a concentrarse en la rotación externa. En los primeros pasos de la reeducación debe concederse importancia a la flexión del hombro debido a la acción del pectoral. Más tarde ésta pierde valor conforme la porción larga del tríceps aprende su nuevo papel como abductor. Debe existir un adecuado margen de movilidad pasiva, y el primer propósito del tratamiento consistirá en restaurarla si está ausente. La limitación de la amplitud de la articulación del hombro se asocia a menudo con disminución de los movimientos del cuello o ineficacia escapular. En estos casos, al intentar levantar el brazo se produce un movimiento excesivo de la escápula. La amplitud de los movimientos del hombro puede parecer mayor de lo que es en realidad cuando están aumentados por los movimientos de la columna vertebral.

24.5. Utilización terapéutica de los movimientos sustitutorios

La función de un músculo individual consiste en una acción dotada de tres componentes. El componente de movimiento, que produce el estiramiento máximo de un músculo, es el que determina su componente de acción primario. Los otros componentes del movimiento determinan los componentes de acción secundario y terciario. Por lo tanto, un mismo músculo puede ser flexor primario, aductor secundario y rotador externo terciario. Ningún músculo por separado es el único responsable de un componente de movimiento. El músculo individual es potenciado por la acción de músculos afines y, a su vez, acrecienta la acción de los mismos. La deficiencia de un músculo individual se expresa en el máximo grado en relación con su componente de acción primario; y en menor medida en relación con sus componentes de acción secundario y terciario. Una de las reglas más valiosas que se han descubierto es que la prueba más temprana de recuperación de la lesión de una neurona motora inferior consiste en la abolición de los movimientos sustitutivos.

En síntesis, el conocimiento de los movimientos sustitutivos es de gran valor en el diagnóstico correcto de la extensión de las lesiones de la neurona motora inferior, ya que determinan el grado de recuperación y la función útil obtenible de la recuperación, tanto en las parálisis temporales como permanentes.

24.6. Las ortesis en las parálisis de los nervios periféricos

La idea de suplir un músculo, o un grupo muscular paralizado, por un aparato ortopédico, está en el ánimo de todos. Han sido numerosas las ortesis realizadas, adaptadas todas ellas a la tecnología de su época, y bajo la influencia de los materiales disponibles, que han tenido siempre un papel importante en la concepción de las ortesis.

Las ideas se han hecho más precisas en relación con el objetivo que se pretende, que no siempre es una suplencia en el sentido limitado del término, ya que a veces suplir la función o prevención de una deformidad es lo que se busca hasta que se consigue la regeneración.

Mucho más importante que el empleo de las ortesis es estimular el funcionamiento, aunque en la actividad neuromuscular madura tiene que existir una mezcla de movimiento y postura: el movimiento es necesario para la postura y la postura es necesaria para el movimiento.

24.6.1. Objetivos de las ortesis

Las ortesis se utilizan con el fin de alcanzar los siguientes objetivos:

- Recuperación de la función.
- Prevención de las deformidades.
- Rehabilitación muscular.
- Protección cutánea.

La restauración de la función no comporta forzosamente la suplencia mecánica del músculo deficiente. La estabilización, más fácil de conseguir, es a menudo suficiente; éste es el caso de la parálisis radial, en la que la estabilización de la muñeca permite restablecer una gran parte de las actividades.

En este tipo de parálisis radial, el concepto de actividad en el lado dominante puede justificar una acción complementaria, dinámica, de los extensores de los dedos, combinándose con la estabilización de la muñeca. La actitud viciosa resultante de la pérdida del equilibrio muscular, debida a la parálisis parcial de los elementos motores, pueden abocar rápidamente, antes de una inervación, a una deformación.

Las ortesis pueden prevenir la deformación por dos vías distintas:

- *Suplencia*, restableciendo el equilibrio muscular, como hace la ortesis dinámica de Oppenheimer ([figura 24.1](#)) o la de Wynn Parry ([figura 24.2](#)), que permiten una cierta movilidad activa de la muñeca o los radiales.
- *Estabilización*. Puede ser considerada como una alternativa para prevenir la deformación. En la muñeca, la estabilización es fundamental para una buena función a nivel de las vainas digitales. Las ortesis para tratar la garra cubital, sean de tipo estático tipo Lasso ([figura 24.3](#)), sean dinámicas –menos rígidas y de carácter progresivo– tipo Wynn Parry ([figura 24.4](#)), son ortesis de limitación.

Las ortesis pueden también permitir la recuperación de un músculo afectado, gracias a la suplencia parcial por un “motor” que facilita el trabajo muscular, como los rodillos de caucho, que suplen de manera importante a los extensores de los dedos en una parálisis radial.

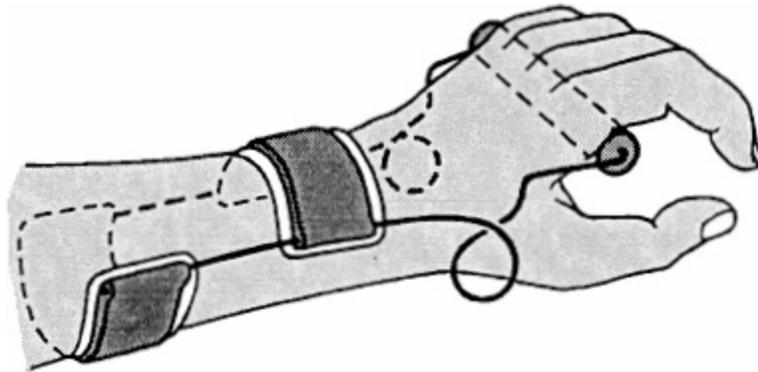


FIGURA 24.1. Ortesis de Oppenheimer para parálisis radial.

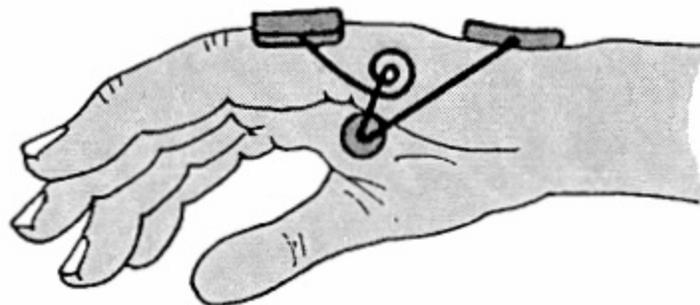
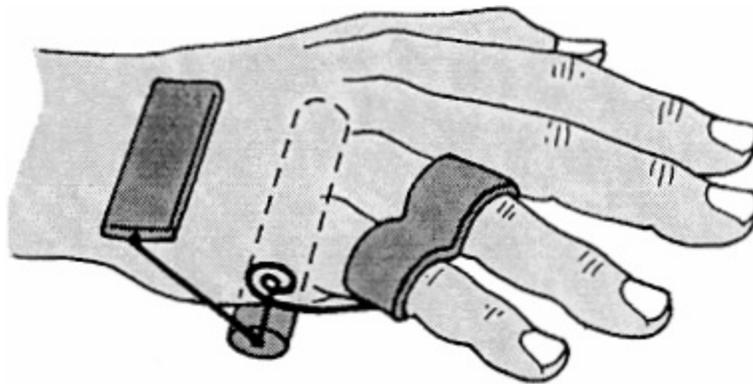


FIGURA 24.2. Ortesis tipo Wynn Parry para parálisis cubital.

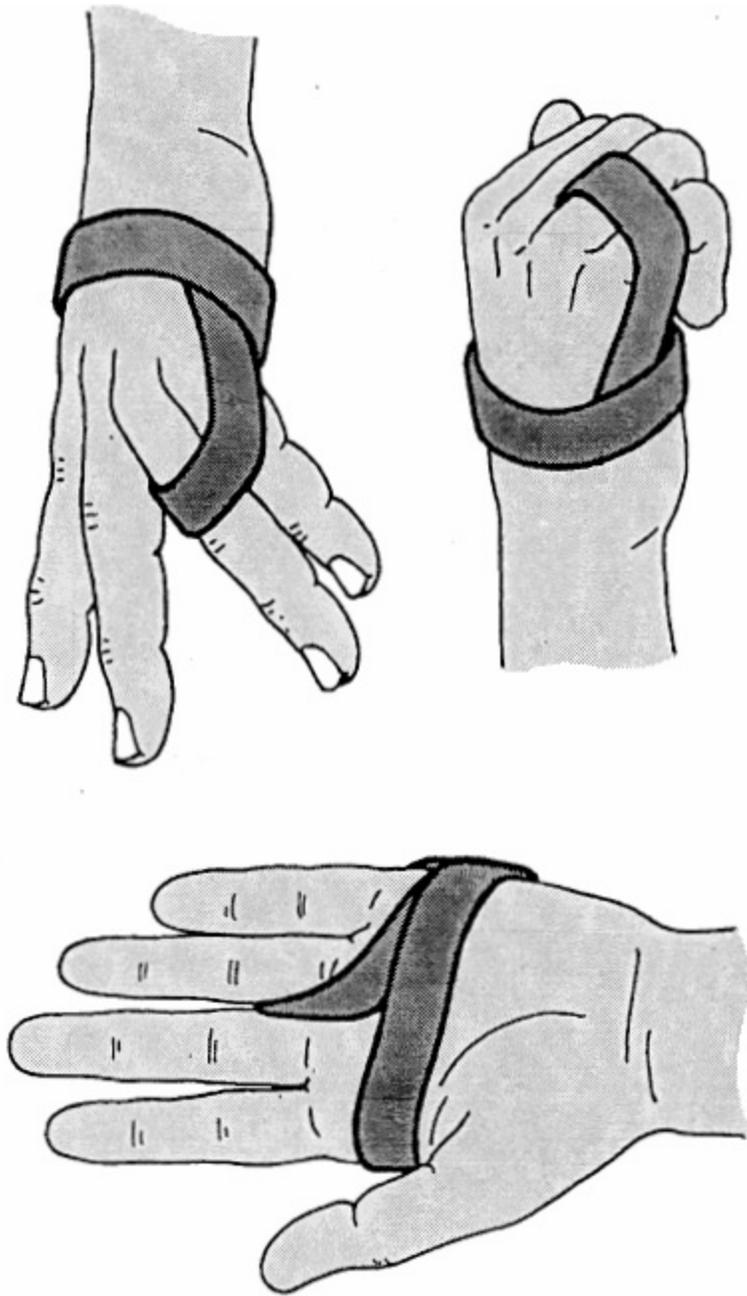


FIGURA 24.3. Ortesis tipo Lasso para parálisis cubital.

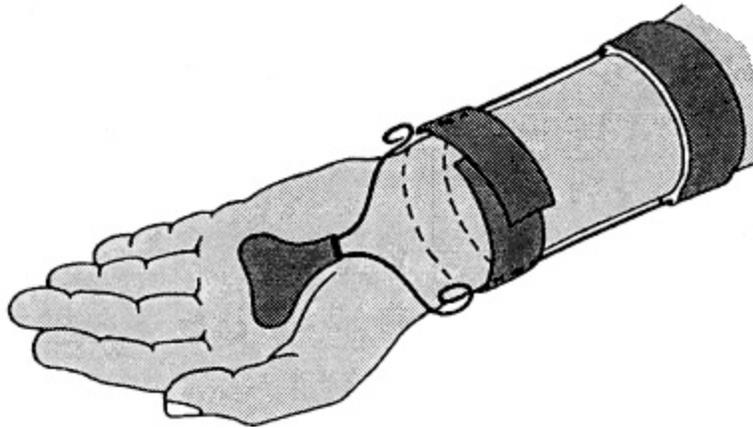


FIGURA 24.4. Ortesis tipo Wynn Parry para parálisis radial.

24.6.2. Contraindicaciones de las ortesis

El uso de ortesis está contraindicado en los casos siguientes:

- Los trastornos de la sensibilidad y de la troficidad.
- Un cambio de las sollicitaciones mecánicas en relación con la evolución del proceso, puede abocar a lesiones, rigideces o, como mal menor, hacer las ortesis ineficaces.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BASMAJIAN, J. V.: *Terapéutica por el ejercicio*. Médica Panamericana, 3^a ed. Buenos Aires, 1982.
- KENDALL, H. O.; KENDALL F. P. y WADSWORTH, G. E.: *Músculos pruebas y funciones*. Jims. Barcelona, 1974.
- KNOTT, M y VOSS, D.: *Facilitación neuromuscular propioceptiva*. Panamericana. Buenos Aires, 1974.
- VILADOT, R.; COHI, O. y CLAVELL, S.: *Ortesis y prótesis del aparato locomotor*. Tomos 1, 2 y 3. Masson. Barcelona, 1992.

25

Ejercicios específicos

Objetivos

- Conocer diferentes tipos de ejercicios.
- Saber adecuar la progresión de los ejercicios según las características del paciente.
- Tener conocimiento de los ejercicios para patologías específicas.

25.1. Introducción

En este capítulo se incluye una serie de ejercicios que, bien no han sido suficientemente tratados en capítulos anteriores, o bien son de naturaleza compleja y no es fácil su clasificación en las modalidades ya estudiadas. Se pueden conocer por el nombre del autor o autores que los diseñaron y los preconizaron para su mejor utilización con finalidad terapéutica.

25.2. Ejercicios de Codman

Están esencialmente indicados cuando existe una restricción de movilidad en el hombro. Consiste en producir una circunducción pendiente, permitiendo así que la gravedad separe la cabeza de húmero del acromion al realizar el movimiento activo dentro de los límites de amplitud que no produzcan dolor. El paciente se inclina hacia adelante de forma que el cuerpo queda horizontal, dejando los brazos relajados a modo de péndulo. Seguidamente, se realizará un movimiento de circunducción en arco creciente, siempre dentro del umbral doloroso, en ambas direcciones; de este modo se elongará cualquier tejido conectivo rígido sin comprimir la cabeza del húmero contra el acromion.

Con este ejercicio es posible realizar al principio 2/3 del arco de movimiento del hombro, que se irá incrementando a lo largo del tratamiento ([figura 25.1](#)).

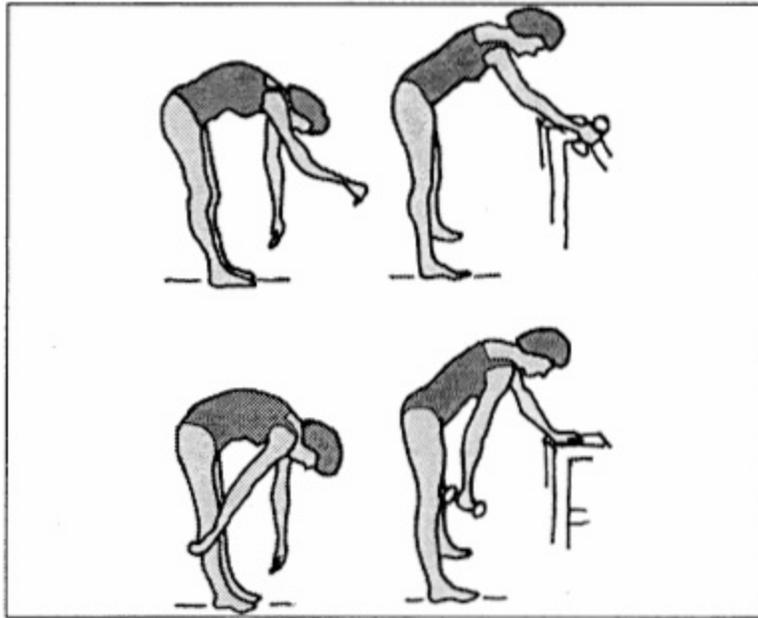


FIGURA 25.1. Ejercicios de Codman.

25.3. Ejercicios de Chandler

Busca, al igual que Codman, el mayor estado de relajación muscular y periarticular del hombro. Es una variante más perfeccionada de realizar ejercicios pendulares.

Chandler busca una posición de mayor relajación del paciente en su globalidad, partiendo del decúbito prono o apoyando más sobre el lado contrario al afecto. Colocará el brazo a través de un orificio ya adecuado a la mesa de tratamiento y con un peso de 1-2,5 kg colgando en parte distal. Se pedirá al paciente realizar una flexo-extensión de hombro a modo de péndulo, dejándose llevar por la inercia del inicio de movimiento.

Al igual que en los ejercicios de Codman, se trabajará en un arco de movimiento no doloroso que se irá incrementando según tolerancia.

Las mediciones electromiográficas de la actividad del manguito rotador muestran una mayor relajación de la zona afecta cuando se adopta la posición Chandler, contrastándola con la de Codman.

Esta postura es más fácil de mantener, más segura y más estable, para pacientes de edad avanzada o con procesos artrósicos ([figura 25.2](#)).

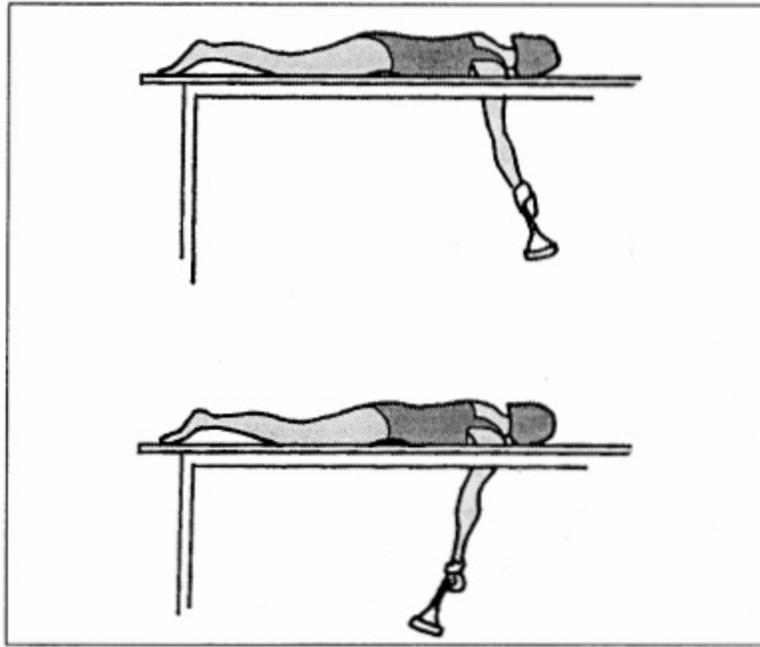


FIGURA 25.2. Ejercicios de Chandler.

25.4. Ejercicios de Frenkel

Son especialmente útiles cuando existe una pérdida de propiocepción debido a trastornos del sistema nervioso central, como por ejemplo la ataxia cerebelosa.

Estos ejercicios son de dificultad creciente, para mejorar el control propioceptivo tanto de miembros superiores como de inferiores. Se inician con movimientos simples en los que no interviene la gravedad, y aumentará la dificultad de los mismos de forma gradual hacia patrones de movimientos más complejos, utilizando en forma simultánea movimientos de cadera y rodilla ejecutados contra gravedad.

Si el paciente no posee una propiocepción adecuada para controlar los patrones que se le piden se le colocará en una posición de partida en la cual lo pueda realizar ayudándose de la visión. Es necesario concienciar al sujeto de la importancia de la concentración y atención al realizar este tipo de ejercicios, ya que cada movimiento se efectuará lentamente y con varias repeticiones.

Antes de pasar a patrones de mayor dificultad es necesario realizar de forma precisa ejercicios simples. Según va siendo capaz el paciente de controlar los movimientos, se le invitará a que los realice cada 3 ó 4 horas con pauta domiciliaria.

Los ejercicios de Frenkel constan de cuatro posiciones:

- *Ejercicios en posición de decúbito supino.* Son los siguientes:

1. Flexionar la cadera y la rodilla de una extremidad, deslizándolo el talón a lo largo de la camilla hasta volver a la extensión completa. Se repetirá con la extremidad opuesta.
2. Flexionar como en el ejercicio 1; luego abducir la cadera flexionada. Se

- vuelve a la posición de flexión regresando a la posición inicial.
3. Flexionar cadera y rodilla sólo hasta una posición intermedia y luego volver a la posición de extensión. Agregar abducción-aducción.
 4. Flexionar cadera y rodilla deteniéndose en cualquier punto de la flexión o extensión, según se indique.
 5. Flexionar ambas extremidades inferiores en forma simultánea, y en igual medida agregar abducción, aducción y extensión.
 6. Flexionar cadera y rodilla manteniendo el talón 5 cm y por encima de la camilla. Volver a la posición inicial.
 7. Flexionar como en el ejercicio 6. Llevar el talón para que descansa sobre la rótula opuesta. Sucesivamente, agregar patrones, de manera que el talón se ponga en contacto con el punto medio de la cresta tibial, con el tobillo, con los dedos del pie opuesto, es decir, deslizando a lo largo de todo el miembro inferior opuesto.
 8. Flexionar como en el ejercicio 7 y después, según se ordene, tocar con el talón el punto indicado por el fisioterapeuta.
 9. Ejecutar la flexión y la extensión recíprocas de las extremidades inferiores con los talones en contacto con la camilla.
 10. Flexionar cadera y rodilla simultáneamente a la flexión de miembro superior contrario, dando así un patrón cruzado e interviniendo tanto miembros superiores como inferiores es decir ([figura 25.3](#)).

- *Ejercicios en posición de sedestación*

1. Paciente sentado en silla con apoyabrazos y los pies totalmente apoyados en el suelo. Repetir sentado en un taburete.
2. Desde esta posición de sedestación, el sujeto trata de colocar su pie sobre la mano del fisioterapeuta mientras éste va cambiándola de posición.
3. De igual manera, el paciente levanta las rodillas alternativamente para colocar el pie sobre una huella marcada en el suelo. También se le enseña a levantarse y sentarse de la silla con las rodillas juntas ([figura 25.4](#)).

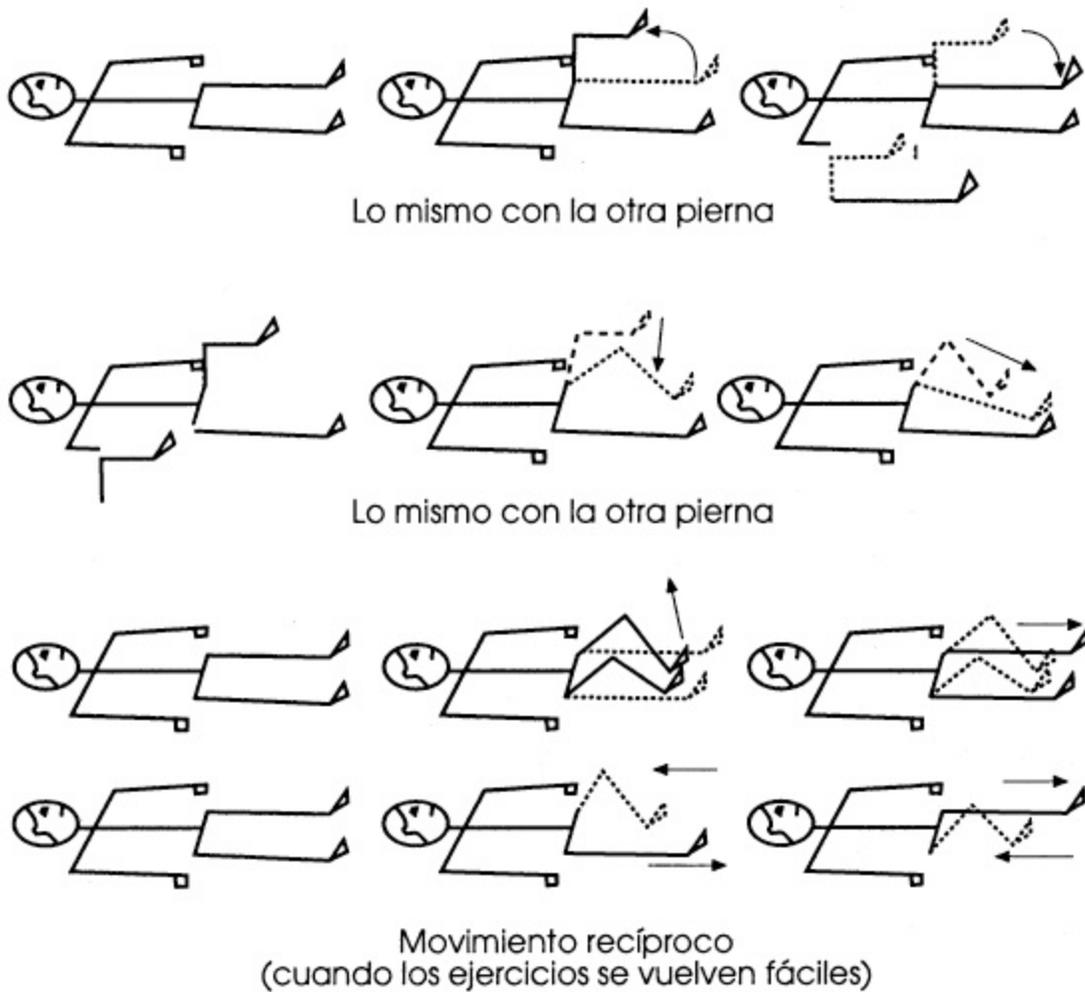


FIGURA 25.3. Ejercicios de Frenkel. Posición en decúbito supino.

- *Ejercicios en posición de bipedestación.* Son los siguientes:
 1. Caminar hacia los costados. El ejercicio se realiza siguiendo un ritmo pautado, llevando el peso del cuerpo hacia el pie derecho o hacia el izquierdo, pudiendo también variar la longitud del paso.
 2. Caminar hacia adelante entre dos líneas paralelas separadas unos 35 cm, colocando el pie derecho por dentro de la línea derecha y el izquierdo por dentro de la línea izquierda.
 3. Caminar hacia adelante colocando cada pie sobre una huella colocada en el piso. Caminar en zig-zag.
- *Ejercicios en posición de relajación*
 - La relajación se enseña al paciente en una habitación tranquila y en penumbra; éste debe adoptar una posición cómoda en la camilla de tratamiento. Colocaremos almohadas debajo de la cabeza y de las rodillas, para de esta forma relajar las caderas y la musculatura periarticular de las mismas; los pies

han de estar apoyados sobre la camilla.

- La respiración debe ser lenta y prolongada, con una buena coordinación diafragmática y abdominal. Cuando el paciente va adquiriendo el control de la respiración en la posición relajada, se empieza a practicar la respiración con el enfermo sentado o en pie.
- La conciencia propioceptiva de la contracción muscular en las extremidades, se le enseña al sujeto mientras éste flexiona y extiende cada articulación del miembro tanto superior como inferior, sintiendo la diferencia entre la rigidez y la relajación de los músculos contraídos. Tras una contracción voluntaria fuerte, el paciente se relaja y nota la diferencia entre contracción y relajación.



Colocar el pie sobre una huella dibujada en el suelo



Levantarse y sentarse con las rodillas juntas

FIGURA 25.4. Ejercicios de Frenkel. Posición de sedestación.

25.5. Ejercicios de Buerger Alien

Estos ejercicios están indicados en problemas circulatorios periféricos, como arterioesclerosis y tromboangeitis fundamentalmente. Se basan en la inducción y

aprovechamiento terapéutico de la hiperemia reaccional que se obtiene con ellos. Constan de tres fases:

1. *Fase de elevación:* paciente en decúbito supino, con los miembros inferiores elevados en ángulo de 60° a 80° durante un periodo de 30 a 180 segundos, tiempo necesario para que se produzca palidez en zona distal (maléolos). Se realizan flexiones y extensiones libres de tobillo.
2. *Fase de descenso:* después de este palidecimiento, se le indica al paciente, que se coloque en sedestación sobre la camilla con los pies colgando, durante un tiempo que oscilará entre 2 a 5 minutos, tiempo suficiente para que se produzca una hiperemia o rubor. Se pedirá al paciente la ejecución del movimiento de circunducción de tobillo activamente.
3. *Fase de reposo:* se coloca al paciente en posición horizontal sobre la camilla. En esta fase el sujeto realiza la misma movilidad activa de tobillo, pero con una resistencia manual a la flexión plantar, dejando libre la flexión dorsal. El ejercicio se realizará durante 5 minutos. Este ciclo se repite de 6 a 7 veces seguidas, y toda la sesión debe repetirse varias veces al día.

Dichos ejercicios posturales por sí solos no producen aumento del flujo sanguíneo. Al realizarlos resistiendo la flexión plantar, se producirá un aumento del flujo sanguíneo muscular 5 minutos después de la finalización de los ejercicios, tanto en pacientes normales como en pacientes con patología arterial oclusiva.

Están contraindicados en los casos de gangrena, trombosis reciente o extensa, y cuando la realización de los ejercicios resulte muy dolorosa para el paciente ([figura 25.5](#)).

25.6. Ejercicios de Knott y Voss (facilitación neuromuscular propioceptiva)

Con estos ejercicios se intenta facilitar la contracción de grupos musculares según modelos sinérgicos, y así reactivar y reforzar el control voluntario. La actividad voluntaria se torna más fuerte, produciéndose así una desaparición de la incoordinación.

El paciente realiza movimientos diagonales-espaciales. Como posición de partida se hace colocando la musculatura que se va a facilitar en un estiramiento máximo, acabando el movimiento con la musculatura en máximo acortamiento de su estado.

Se aplicará una resistencia gradual durante todo el arco del movimiento para mantener la máxima aferencia de elongación facilitadora, y así llevar la actividad a músculos débiles mediante un exceso de flujo proveniente de los músculos fuertes durante el esfuerzo máximo.

El fisioterapeuta estará vinculado de forma activa con el paciente en todo momento, pues debido a la dificultad del procedimiento indicará verbalmente la ejecución del movimiento; tanto desde la colocación de la posición inicial como el control y desarrollo de los movimientos con la resistencia oportuna.

Este tipo de ejercicios de facilitación propioceptiva mediante movimientos diagonales

está especialmente indicado para promover la actividad de partes más debilitadas por lesiones del sistema nervioso central. A partir de estudios realizados sobre dichos ejercicios surgen técnicas más evolucionadas sobre la facilitación neuromuscular propioceptiva, tales como Bobath, Kabat, etc.

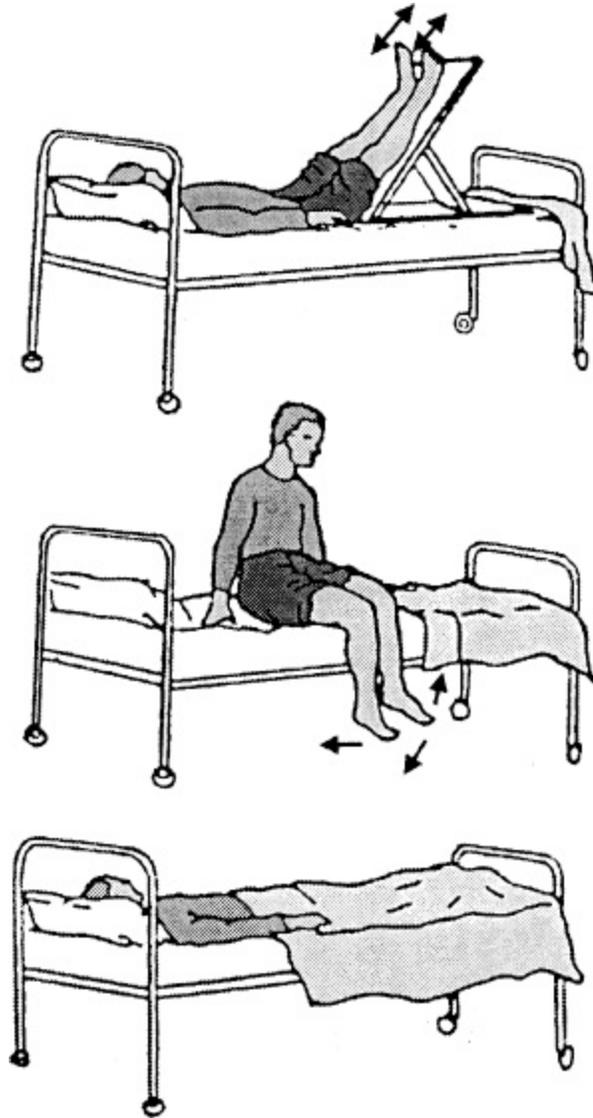


FIGURA 25.5. Ejercicios de Buerguer Alien.

Otro tipo de ejercicio de Knott es la inducción sucesiva de compresión articular; se utilizan una serie de inversiones lentas y rítmicas de las contracciones entre los agonistas y antagonistas para establecer una co-contracción sostenida, con el fin de lograr una estabilización de la articulación. De este modo, se realizará una compresión en dicha articulación, lográndose mediante una carga a presión o sosteniendo pesas para aproximar las superficies articulares. Se puede iniciar la sesión aplicando crioterapia, para producir un estado de entumecimiento con el objeto de relajar el espasmo muscular y eliminar el dolor, logrando así facilitar la contracción.

25.7. Ejercicios de Klapp

Son una serie de ejercicios basados en las teorías de Klapp, según las cuales la posición de cuadrupedia constituye un factor favorable para tratar desviaciones del raquis, al evitar la actuación de la fuerza de la gravedad como fuerza axial sobre el mismo. Constituyen una serie de ejercicios que se realizan en posición básica de gateo, con una postura inicial variable según sea la altura de la desviación.

Pueden ser ejercicios simétricos, pero frecuentemente se trata de ejercicios segmentarios, asimétricos y correctores de la deformidad. Además de estos ejercicios, se preconizan los de desplazamiento en gateo hacia la derecha o izquierda, según la desviación que se pretenda corregir.

Las posiciones iniciales correctoras serán:

- Posición cuadrúpeda horizontal ([figura 25.6.a](#)):
 - Posición simple.
 - Posición lordótica.
 - Posición cifótica.
- Posición de equilibrio alterno cruzado ([figura 25.6.b](#)).

Klapp determinó las posiciones iniciales para lograr un efecto de estiramiento máximo en un punto preciso del eje espinal. Demostró que, cuando se lleva a cabo una flexión lateral en la porción cuadrúpeda, existe una relación constante entre el punto máximo de la curva en la flexión lateral de la columna y la dirección previa del plano de la espalda con respecto al suelo ([figuras 25.6.c](#); [25.6.d](#); [25.6.e](#); [25.6.f](#)).

25.8. Ejercicios de Niederhoffer

Son ejercicios cuya principal indicación es en la escoliosis, pues buscan como finalidad el estiramiento y la elongación de la columna vertebral. Se realizan teniendo en cuenta la dirección de las curvas, elongando la parte cóncava y acortando la convexa; son ejercicios isométricos mantenidos. Consisten en contracciones de la musculatura transversal del tronco: trapecios, romboides, transversos del abdomen, dorsal ancho, cuadrado lumbar y psoas. Realizadas éstas, en el lado cóncavo se produce una fijación estática e inmovilización de las articulaciones, escapulohumeral para escoliosis altas y coxofemoral para escoliosis bajas ([figura 25.7](#)).

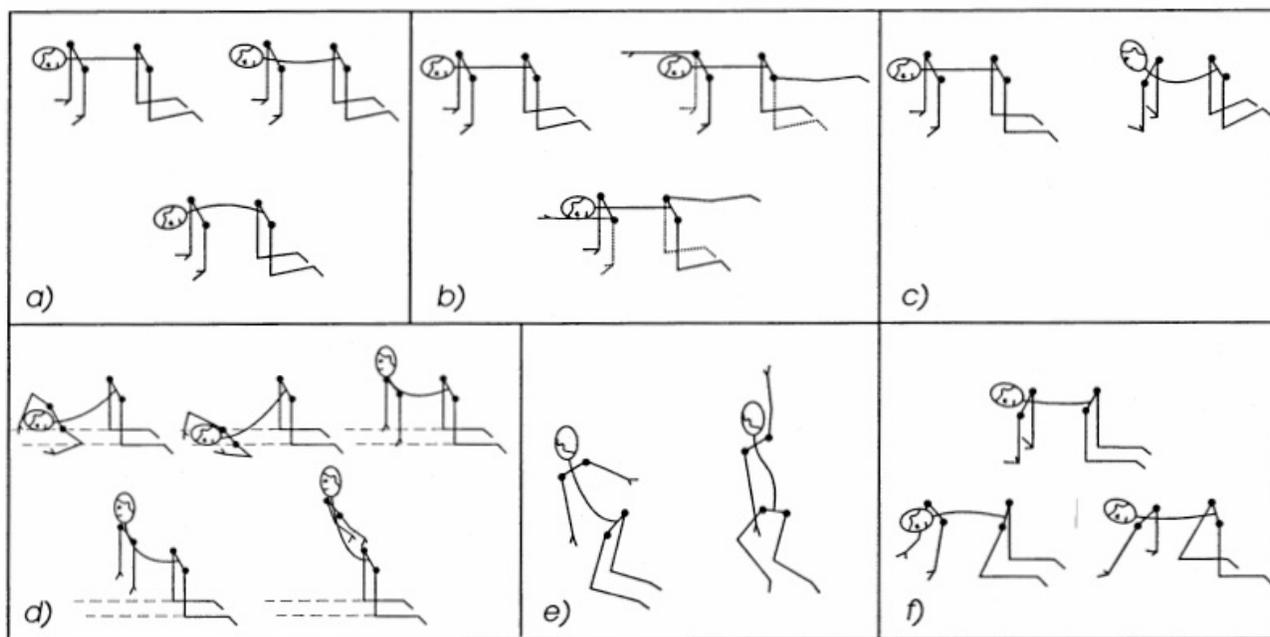


FIGURA 25.6. Ejercicios de Klapp.

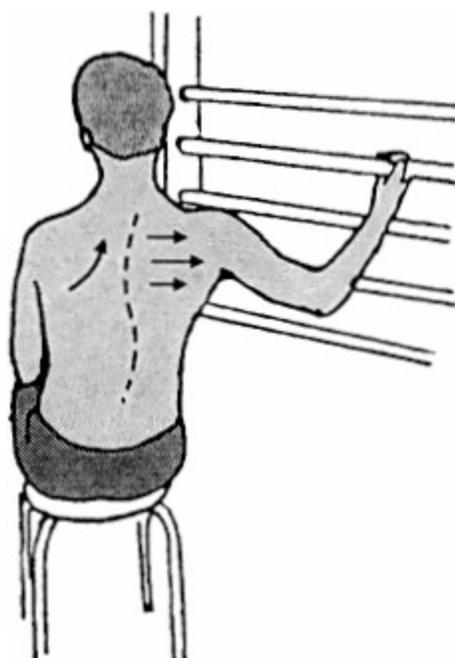


FIGURA 25.7. Ejercicios de Niederhoffer.

25.9. Ejercicios de Williams

Se proponen estos ejercicios para disminuir el dolor lumbar de origen mecánico o postural, producido por el estrechamiento posterior excéntrico de la charnela lumbosacra, con sobrecarga de las carillas articulares posteriores y disminución de los agujeros de conjunción.

Los ejercicios de Williams tienen como objetivo el fortalecimiento de la musculatura abdominal y glútea que se encontrara deficitaria; en definitiva, producir un acortamiento. Se tratará de elongar la musculatura paravertebral lumbar, así como isquiotibiales y flexores de cadera que se encuentren acortados.

Una vez alcanzados los objetivos anteriormente descritos, se produce una flexibilización generalizada de todo el raquis, llegándose a una estabilización equilibrada entre la columna lumbar (erectores de tronco) y la faja abdominal.

Es importante que estos ejercicios se acompañen de una buena sincronización respiratoria al ejecutarlos. Se realizan en dos posturas ([figuras 25.8](#)):

1. *Paciente en decúbito supino*

Se hace lo siguiente:

- Retroversión pélvica: borramiento lordosis lumbar.
- Corrección postural flexionando rodillas.
- Ejercicios respiratorios: inspiraciones/espирaciones.
- Isométricos abdominales: empujar zona lumbar contra el suelo.
- Potenciación de abdominales.
- Estiramiento de paravertebrales: llevar las rodillas hacia el abdomen y brazos hacia atrás por arriba de la cabeza.
- Estiramiento para vertebrales en sentido lateral: estirar el brazo y flexionar la pierna del mismo lado.
- Estiramiento de isquiotibiales.
- Potenciación de glúteos: levantando las caderas del suelo.

2. *Paciente en decúbito prono*

Se realizarán estas actividades:

- Corrección postural: almohada debajo del abdomen.
- Isométricos de erectores: cervicales dorsales y lumbares.

Estos ejercicios se realizarán diariamente sin producir dolor. Su número debe ir en progresión según la tolerancia del paciente; se aumentarán en una unidad por día, hasta un máximo de 25 de cada modalidad.

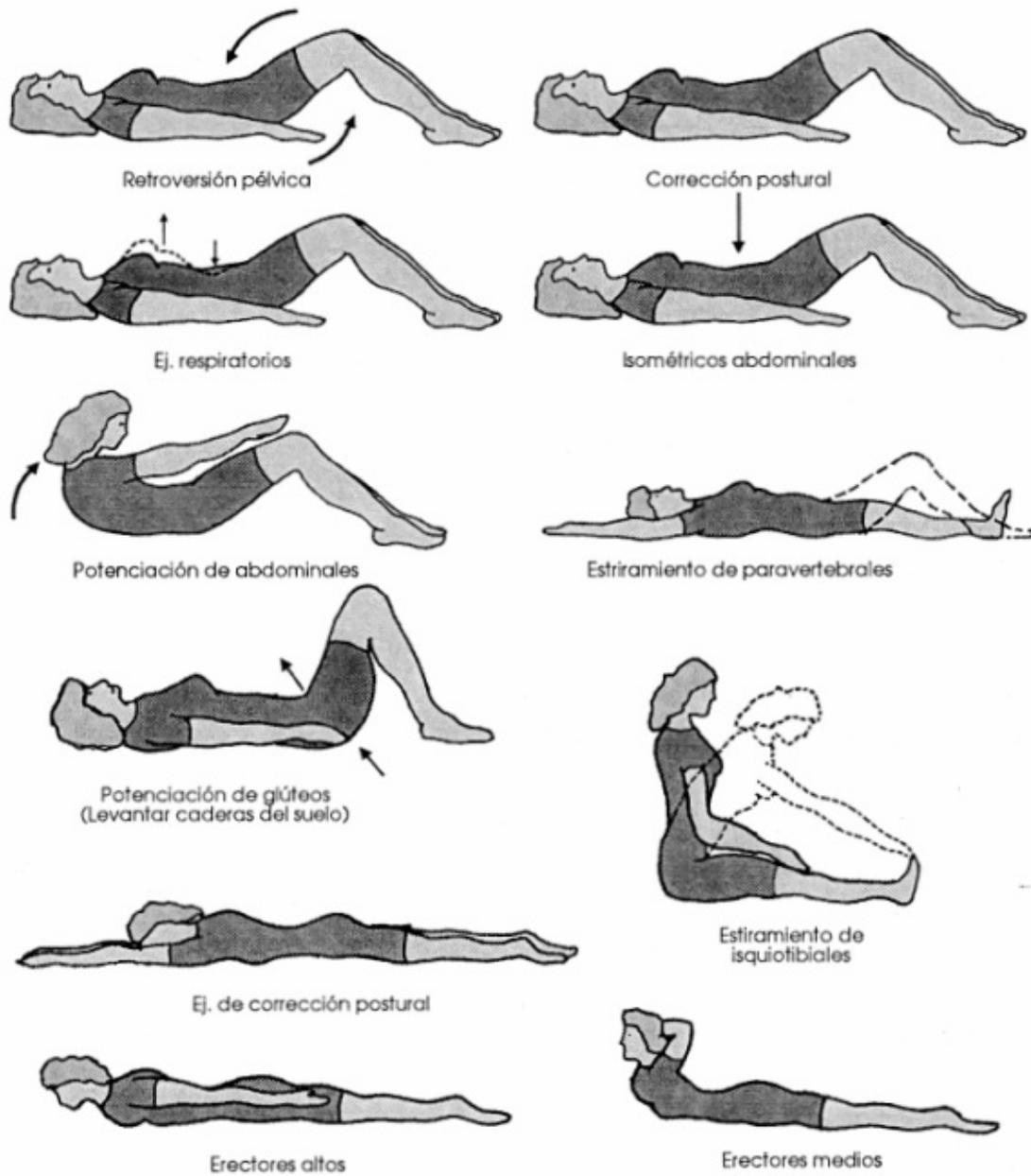


FIGURA 25.8. Ejercicios de Williams.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BASMAJIAN, J. V.: *Terapéutica por el ejercicio*. Panamericana. Buenos Aires, 1982.
 CHARRIÈRE, L.: *La kinesiterapia en el tratamiento de las algias vertebrales*. Toray-Masson. Barcelona, 1974.
 ESTEBAN MUGICA, L.: *Rehabilitación funcional por ejercicios*. Paz Montalvo. Madrid, 1985.
 KRUSEN: *Medicina física y rehabilitación*. Panamericana. Madrid, 1993.
 LICHT, S.: *Terapéutica por el ejercicio*. Salvat. Barcelona, 1970.
 SELIGRA, A. y ZARAGOZÁ, C.: *Manual de fisioterapia general*. Publicaciones universitarias. Valencia, 1985.

26

Mecanoterapia: suspensionterapia y poleoterapias

Objetivos

- Conocer las bases físicas y el fundamento de las suspensiones.
- Conocer los útiles necesarios y las ventajas de su aplicación.
- Conocer las bases físicas de las poleas.
- Conocer las técnicas y el material necesario que se debe emplear.
- Saber sus indicaciones terapéuticas.

26.1. Concepto de suspensionterapia

Los ejercicios en suspensión son una modalidad terapéutica encaminada a suprimir la acción de la gravedad. Esto es, hacer “flotar” la extremidad tratada en el espacio con un sistema de sostén, por lo que el segmento movilizado no está soportado por la musculatura del sujeto, sino que estará por el sistema de suspensión que se aplica.

De esta forma se conseguirá una relajación de los músculos que no intervienen en el movimiento, provocando así la contracción de los agonistas de forma selectiva. Estas técnicas han sido utilizadas por primera vez por Guthrie Smith en 1943 como tratamiento de las secuelas de afecciones motrices y, valiéndose de un montaje en forma de marco ([figura 26.1](#)).

Estos movimientos se realizan en un solo plano y eje, y están dentro de las técnicas de cinesiterapia activa asistida o activa resistida. La suspensión mecánica suple a la suspensión muscular realizada en la raíz del miembro por un cierto número de músculos, y permite la acción del músculo responsable del movimiento deseado, pues de esta forma evita rozamientos innecesarios.

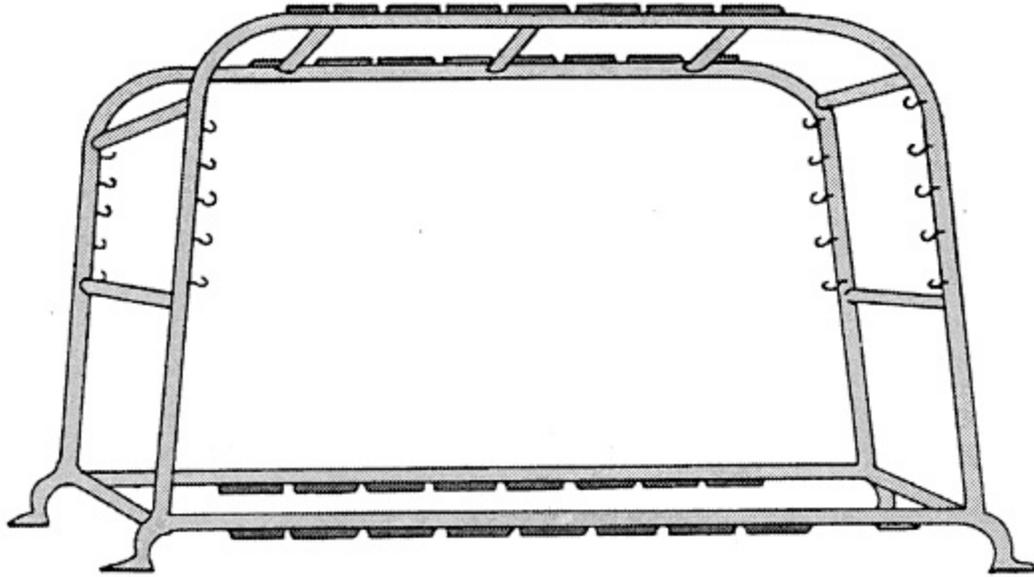


FIGURA 26.1. Marco de G. Smith.

26.1.1. Principios fundamentales de los ejercicios en suspensión

Los ejercicios de suspensión se basan en los principios siguientes:

1. Los movimientos se realizan en un solo plano y en un solo eje.
2. Los efectos de la gravedad deben evitarse siempre, a no ser que se empleen como ayuda o como resistencia, y que cada movimiento se produzca en las mejores condiciones mecánicas y económicas.
3. Los movimientos deben ser rítmicos, para evitar fatigas musculares.
4. La contracción es del tipo isotónico; de esta forma el músculo se fatigará más tarde que si la contracción fuera isométrica.
5. La suspensión se opondrá a las obstrucciones mecánicas del movimiento: gravedad, rozamiento y resistencias internas.
6. La suspensión sustituye a los músculos fijadores y sinérgicos, trabajando únicamente los agonistas, ahorrando energía y retrasando la fatiga.
7. Se inmoviliza el segmento proximal de la articulación movilizada, con el fin de que trabajen los músculos agonistas.
8. Los movimientos deben ser siempre activos, para así obtener la puesta en marcha de unidades motoras.
9. La indicación y el montaje deben ser los adecuados.

26.1.2. Tipos de suspensión

Existen diferentes tipos de suspensión ([figura 26.2](#)):

1. *Suspensión vertical o pendular* ([figura 26.3](#)). Es aquella en la que el punto de enganche de la eslinga está situado en la vertical del punto de suspensión del miembro. En este caso la extremidad del miembro oscila como un péndulo a uno y otro lado del punto de reposo, del cual se aleja elevándose y describiendo un arco circular en un plano vertical. Este movimiento pendular no será asistido por igual en toda su trayectoria, ya que será menos asistido cuanto mayor vaya siendo el ángulo de movimiento en relación con la vertical. Este tipo de suspensión no permite un desplazamiento de gran amplitud de la extremidad distal del miembro. El desplazamiento de la extremidad se hace según una curva cóncava por arriba (a no ser que el punto de pivotamiento esté al infinito). Por tanto, la suspensión vertical o pendular se emplea generalmente como tratamiento postural y de relajación. Se pueden realizar ejercicios:

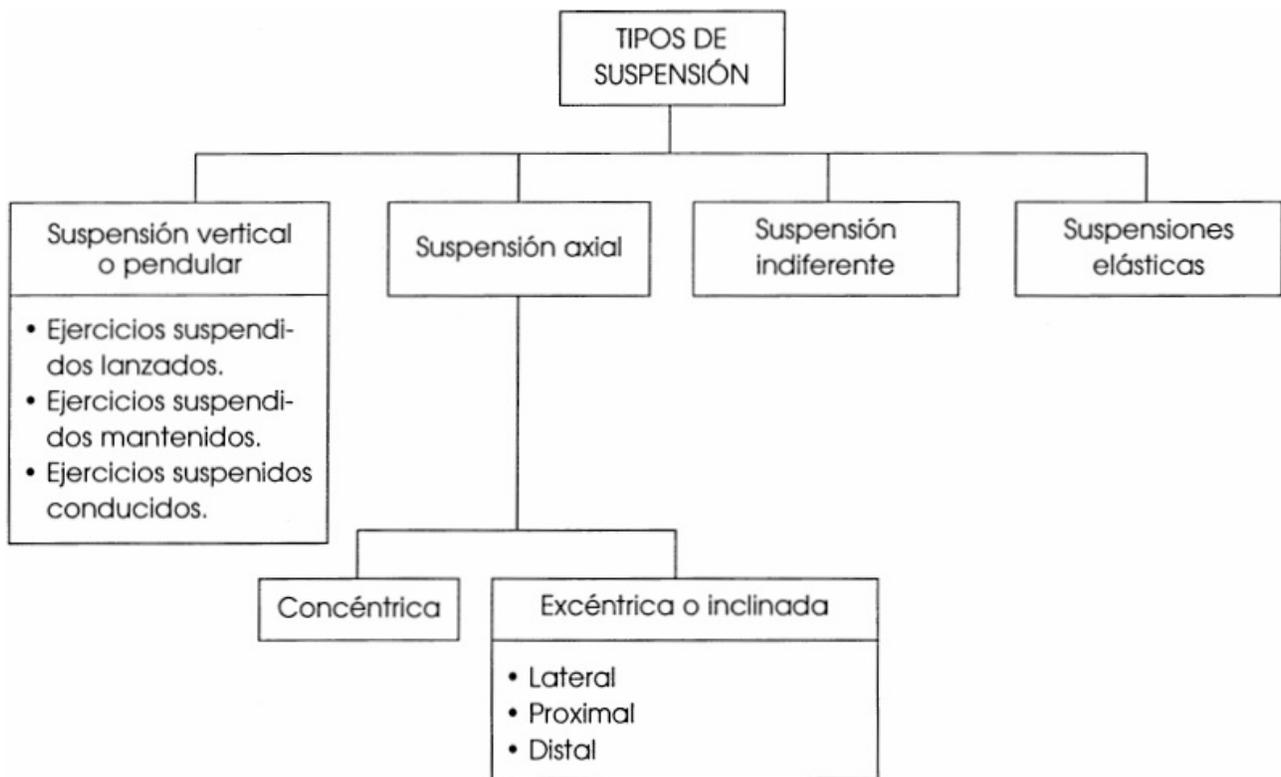


FIGURA 26.2. Tipos de suspensión.

- Suspendidos lanzados ([figura 26.4](#)).
 - Suspendidos mantenidos ([figura 26.5](#)).
 - Suspendidos conducidos ([figura 26.6](#)).
2. *Suspensión axial concéntrica*. Se realiza cuando el punto de pivotamiento o punto superior de enganche de la cincha está sobre la vertical del eje de la articulación que se trata de movilizar (la cuerda de la eslinga está dirigida

oblicuamente entre su punto de fijación superior y las cinchas de suspensión del miembro). En este caso, la extremidad del miembro se desplaza horizontalmente, describiendo un arco de círculo en un plano horizontal, representando la base de la porción de un cono descrito por el desplazamiento de la cuerda. Esta suspensión puede descomponerse en dos fuerzas: una fuerza vertical que corresponde al sostén del segmento que se moviliza, y otra horizontal axial de compresión articular. La suspensión axial concéntrica se emplea en músculos con un balance inferior a tres en la escala de Kendall. Este tipo de suspensión permitirá realizar un desplazamiento de 360° en un plano estrictamente horizontal. Habitualmente se emplea para realizar los movimientos-tipo ([figuras 26.7.](#) y [26.8.](#)).

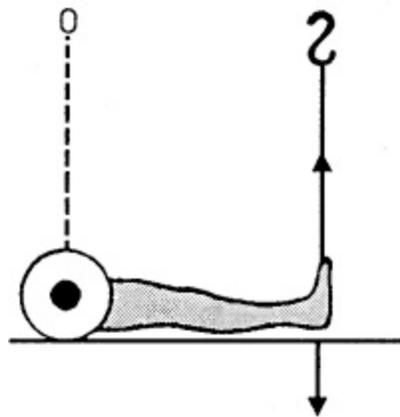


FIGURA 26.3. Suspensión pendular.

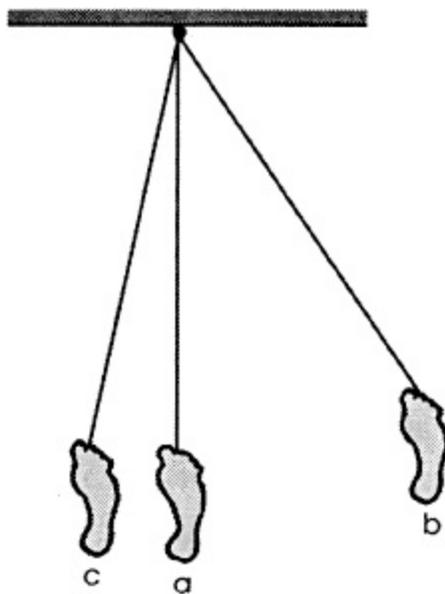


FIGURA 26.4. Ejercicios suspendidos lanzados. *a)-b)* Trabajo dinámico concéntrico. *b)-c)* Retorno pasivo.

3. *Suspensión axial excéntrica.* Se realiza cuando el punto de enganche de la

cuerda de la eslinga está en cualquier otra parte que no sea la vertical del eje articular o de la cincha de suspensión del miembro. En este caso, la extremidad del miembro tiende, por su propio peso, a situarse en la vertical del punto de suspensión.

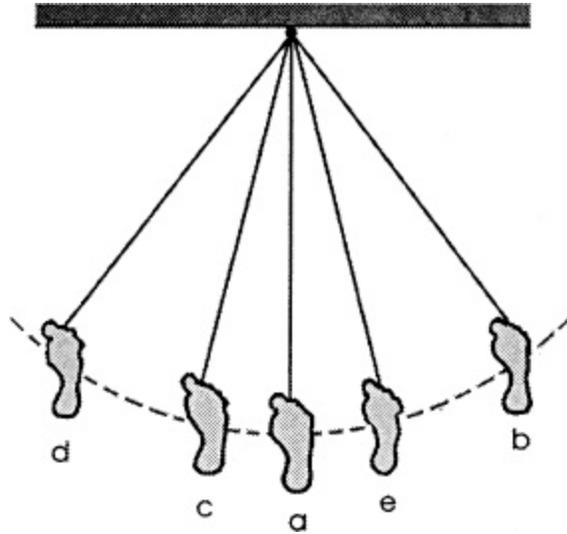


FIGURA 26.5. Ejercicios suspendidos mantenidos. *a)-b)* Trabajo activo. *b)-c)* Retorno pasivo. *c)-d)* Trabajo activo. *d)-e)* Retorno pasivo. *e)-f)* Trabajo activo.

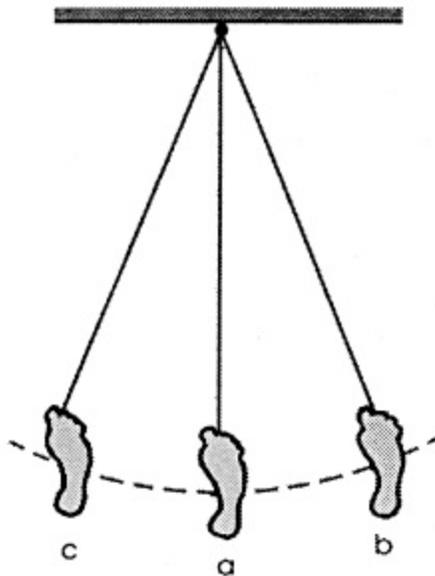


FIGURA 26.6. Ejercicios suspendidos conducidos. *a)-b)* Trabajo activo concéntrico. *b)-a)* Trabajo activo excéntrico. *a)-c)* Trabajo activo concéntrico. *c)-a)* Trabajo activo excéntrico.

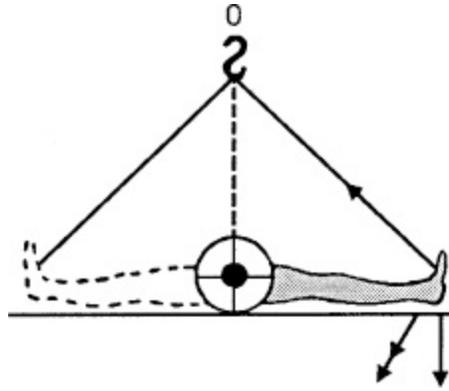


FIGURA 26.7. Suspensión axial concéntrica.

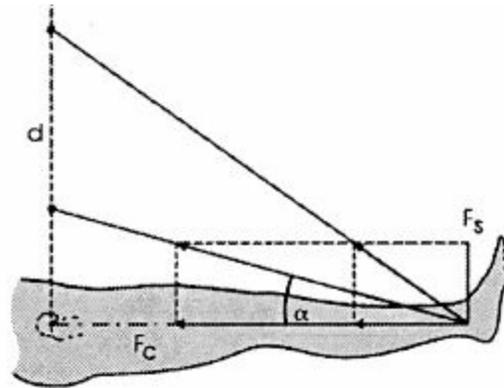


FIGURA 26.8. Suspensión axial concéntrica. F_S = Fuerza de suspensión. F_C = Fuerza de compresión.

4. *Suspensión axial excéntrica lateral.* Este tipo de suspensión se realiza cuando el punto de enganche está situado a nivel de la articulación que crea el desplazamiento, pero está descentrada hacia el interior o hacia el exterior del segmento corporal del paciente. El movimiento describe un plano inclinado. La extremidad del miembro tenderá a ser llevada por la gravedad hacia la zona situada en la vertical del punto de suspensión ([figura 26.9](#)).
5. *Suspensión axial excéntrica proximal.* El punto de anclaje queda en la prolongación del segmento, pero se desplaza hacia la parte proximal del paciente. De esta forma, se produce una mayor compresión en la articulación; representa una fuerza de coaptación articular, aumentando a medida que el ángulo formado por estas dos fuerzas se cierra, sea por el descenso del punto de suspensión, por el desplazamiento proximal de ese punto, o por la combinación de los dos factores.

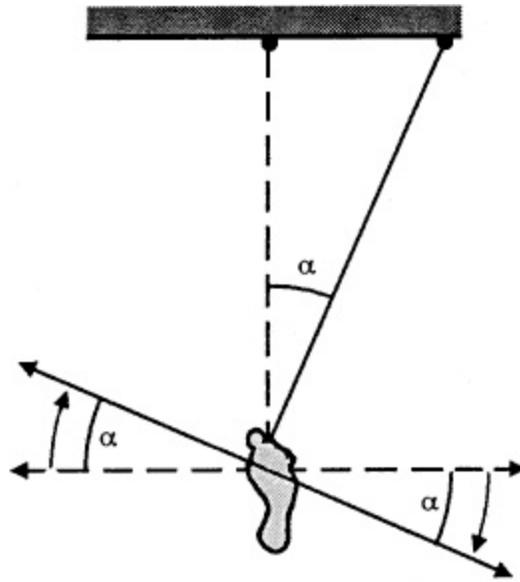


FIGURA 26.9. Suspensión axial excéntrica lateral.

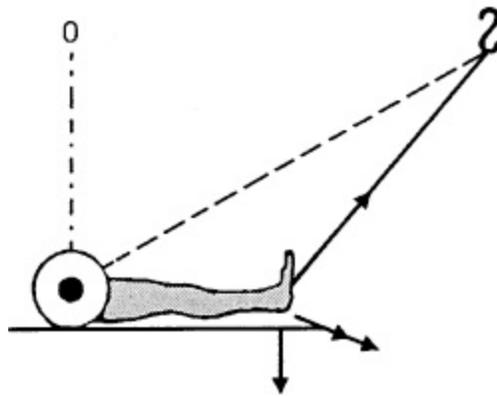


FIGURA 26.10. Suspensión axial excéntrica distal.

6. Suspensión axial excéntrica distal. Se produce cuando el punto de anclaje queda en la prolongación del segmento, pero se desplaza hacia la parte distal de la extremidad del paciente. El ángulo formado por la dirección de las dos fuerzas, suspensión y gravedad, se invierte, y su resultante está dirigida al lado opuesto del eje articular. De esta forma, se produce una fuerza separadora de la articulación ([figura 26.10](#)).
7. *Suspensión indiferente*. Se le da este nombre cuando el punto de anclaje no está determinado y su lugar no influye en el montaje. Este tipo de suspensión se puede realizar en el segmento crural para ejecutar movilizaciones a nivel de la articulación de la rodilla ([figura 26.11](#)).
8. *Suspensiones elásticas o de resorte*. Son realizadas por sistemas de suspensión extensibles o resortes. Las suspensiones elásticas se efectúan siguiendo las mismas modalidades que las suspensiones fijas. Los desplazamientos del segmento de extremidad ya no son tan rigurosos, pero sufren una especie de

flotamiento. El sistema elástico almacena una parte de energía, que restituye rápidamente. Esta suspensión es algo más compleja que la inelástica, ya que, al programar un ejercicio con este tipo de desgravación han de tenerse en cuenta las oscilaciones que el muelle, según su resistencia, puede facilitar al segmento en movimiento. La valoración, independientemente del tipo de montaje, dependerá en gran parte del tipo de muelle y su grado de elongación. Este tipo de suspensión se emplea en ejercicios globales o para la búsqueda del relajamiento muscular, favoreciendo en ciertos pacientes sus posibilidades motrices ([figura 26.12](#)).

Se suelen emplear con más frecuencia estos ejercicios:

- Ejercicios en suspensión axial con resorte.
- Ejercicios en suspensión pendular con resorte.
- Ejercicios contra-resorte.

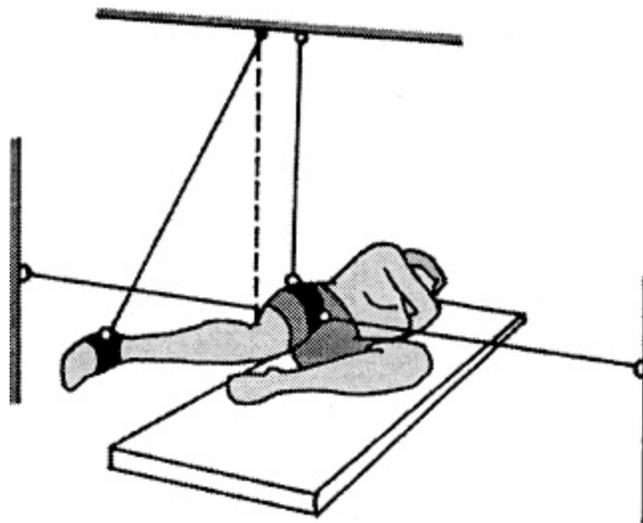


FIGURA 26.11. Suspensión indiferente.

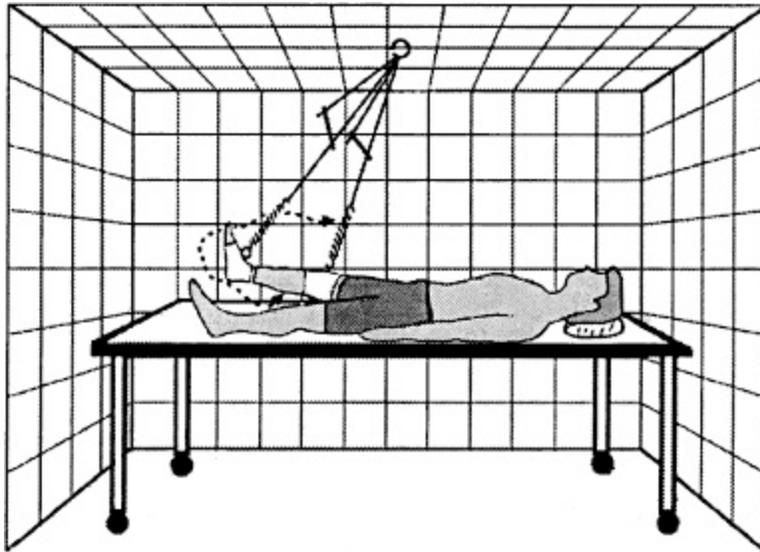


FIGURA 26.12. Suspensión elástica.

26.1.3. Aparatos

Las suspensiones pueden realizarse con distintos dispositivos más o menos complejos que facilitan una serie de puntos de fijación, tanto en la parte superior como en las laterales. Van desde simples soportes situados en la cama del paciente, hasta aparatos más complejos, como la jaula de Rocher.

Además, son necesarios eslingas o reguladores, cuerdas para realizar la suspensión, mosquetones, eses metálicas, cinchas o hamacas de distintos tamaños, tobilleras, testeras, y mesa o camilla de tratamiento para colocar al paciente.

En la colocación de los montajes en suspensión, hay que tener en cuenta, en primer lugar, la colocación del paciente. Se le situará en la mesa de tratamiento en el decúbito idóneo, dependiendo éste de la región que se trate. Cuando los movimientos sean de abducción-aducción de hombro o de cadera se le situará en decúbito supino ([figura 26.13](#)). Los movimientos de flexo-extensión de hombro, codo, cadera y rodilla se efectuarán en decúbito lateral ([figura 26.14](#)). El resto de los segmentos corporales que no intervienen en el movimiento deben acomodarse perfectamente, para que así permanezcan en la máxima relajación.

Todos los segmentos articulares del miembro desgravitado, deben suspenderse individualmente a nivel de las principales articulaciones distales a la que se moviliza, con cinchas o hamacas de suficiente superficie de apoyo como para no traumatizar ni comprimir los tejidos del paciente.

26.1.4. Indicaciones y contraindicaciones

Estarán indicadas las suspensiones en los siguientes casos:

1. *Ejercicios activos-asistidos*. La principal utilidad de la suspensiónterapia en este caso es conseguir el movimiento asistido. Requiere muy poco esfuerzo por parte del paciente, pudiendo obtener movimientos aunque la potencia muscular esté disminuida; puede realizarse en músculos cuyo balance muscular esté por debajo de tres, es decir, cuando no sean capaces de vencer la gravedad. El estiramiento alternativo de los grupos musculares que actúan en uno y otro sentido sobre la articulación produce estímulos para la contracción muscular refleja que ayudan a la contracción voluntaria. Este tipo de ejercicios favorecen la coordinación de los movimientos y la acción recíproca de agonistas y antagonistas.

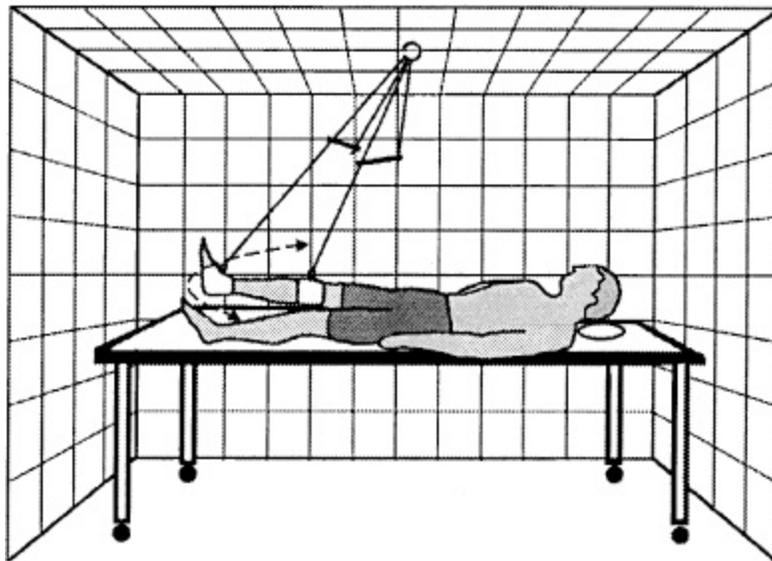


FIGURA 26.13. Suspensión axial concéntrica. Movimiento de abducción-aducción de cadera.

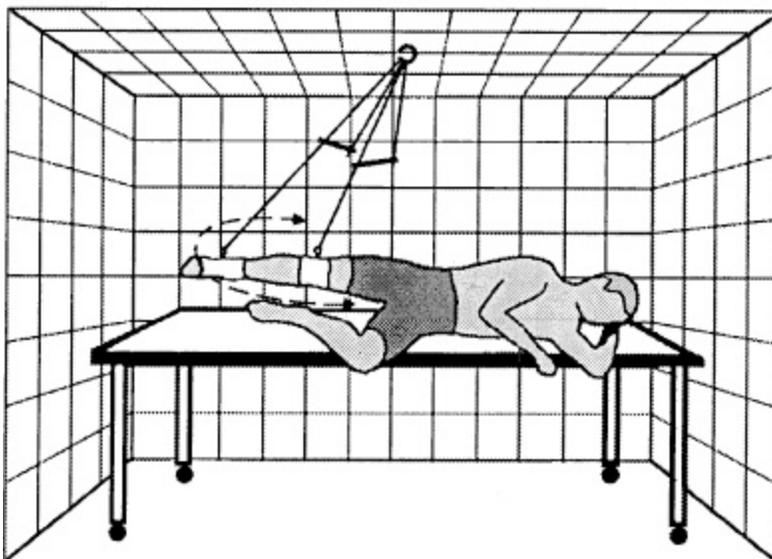


FIGURA 26.14. Suspensión axial concéntrica. Movimiento de flexo-extensión de cadera.

2. *Ejercicios activos-resistidos*. Son aquellos en los que se opone una resistencia al movimiento. Debido a los movimientos contra resistencia se consigue la relajación de los músculos antagonistas, pudiendo de esta forma disminuir el espasmo y la contractura; también se puede ganar potencia muscular. Para obtener la resistencia, en suspensión, se usará la acción de la gravedad, la utilización de muelles o la aplicación del tipo de suspensión. Las suspensiones, por tanto, estarán indicadas en:

- El tratamiento de las incapacidades de origen articular, muscular, vasomotor, postural, etc.
- El mantenimiento funcional de los elementos sanos del organismo.
- El desarrollo de la conciencia motriz y perfeccionamiento de la respuesta voluntaria.
- El desarrollo y recuperación de movimientos de utilización habitual y profesional.

La práctica de un determinado tipo de movilización activa va a estar condicionada por el conocimiento previo de la valoración muscular del segmento que va a moverse. Un músculo a tres, balance de Kendall, no debe ser sometido a movilización activa contra resistencia. El músculo a cero no debe ser sometido a movilización activa.

Las indicaciones de las suspensiones son todas las generales de la cinesiterapia activa:

- Secuelas de traumatismos osteoarticulares.
- Atrofias miógenas y neurógenas.
- Hipotonías y contracturas musculares.
- Rigideces articulares, artropatías reumáticas.
- Deformaciones de la columna vertebral (cifosis, escoliosis).
- Parálisis y paresias musculares, centrales y periféricas.

Las suspensiones se suelen emplear de forma especial en la ergoterapia. Se utiliza para efectuar una reeducación motriz analítica.

Las contraindicaciones de las movilizaciones en suspensión son escasas; sin embargo, cuando no hay posibilidad de elaboración mental del movimiento, así como cuando no hay voluntad para realizarlo (el paciente no colabora), no debe intentarse este tipo de movilización.

Estará también contraindicada la movilización a través de una suspensión en casos de fracturas reciente y en las anquilosis.

26.2. Concepto de poleoterapia

Conocemos por poleoterapia al tratamiento fisioterápico por medio de unas máquinas simples que son las poleas. El profesor Rocher, uno de los que introdujeron

esta técnica, dice en el prólogo de su libro:

El término poleoterapia es un poco irritante para los humanistas; sin embargo ha entrado de tal manera en nuestro idioma que hoy en día parece imposible sustituirlo por otro más ortodoxo desde el punto de vista etimológico.

Las poleas son máquinas simples constituidas por una rueda provista de un eje que le permite girar libremente, y con una llanta de forma apropiada para que pueda arrastrar o ser arrastrada por una correa, cuerda o cadena. Las poleas permiten cambiar la dirección de una fuerza sin variar su magnitud.

La poleoterapia estudia los métodos de reeducación activa o pasiva con circuitos constituidos por poleas, que en este caso se utilizan para modificar la orientación de la fuerza exterior aplicada, contra la que debe oponerse un determinado grupo muscular. Esta fuerza, por un juego inverso de poleas, puede ser capaz de ejercer una tracción sobre las palancas articulares de esos mismos músculos.

Este tipo de tratamiento se encuentra dentro del apartado de movilizaciones activas y pasivas. Se pueden realizar con suspensión o sin ella, según sea la articulación en la que se aplique el tratamiento. Las movilizaciones mediante la aplicación de poleas presentan una serie de ventajas que las convierte en el tratamiento de elección en un gran número de casos:

- La fuerza externa aplicada es fácilmente regulable.
- Se pueden desarrollar casi todos los movimientos articulares.
- Gran comodidad de aplicación tanto para el paciente como para el fisioterapeuta.
- El tratamiento es individualizado.
- La instalación es poco costosa y de fácil aplicación.

26.2.1. Principios físicos y rendimiento mecánico

La polea es una máquina simple en la que la cuerda actúa de eje que transmite la tensión aplicada. Para el estudio de las fuerzas que aparecen en los sistemas de poleas seguiremos la nomenclatura tradicional de las máquinas simples: la fuerza exterior es la resistencia que se iguala o vence con una potencia. El propósito de las máquinas simples, en general, es multiplicar la fuerza. El cociente entre resistencia y potencia es la ventaja mecánica: si es mayor que 1, la resistencia igualada es mayor que la potencia aplicada, esto es, vamos ganando. Una polea fija tiene una ventaja mecánica de 1, es decir, potencia y resistencia son iguales en magnitud.

Teniendo en cuenta que se utilizan poleas cuyo movimiento sobre el eje se efectúa sin resistencia y, por lo tanto, la transmisión de fuerzas es integral, se planteará:

1. Si la polea está sujeta al techo, y de cada uno de los extremos de la cuerda se suspende una resistencia de 1 kp, se conseguirá el equilibrio, y la fuerza que soporta el gancho de la polea es de 2 kp.
2. Se puede conseguir también el equilibrio atando al suelo el extremo

correspondiente a la resistencia; en este caso es la propia tensión del cable quien equilibra a la resistencia, ejerciendo una fuerza de 1 kp. Por tanto, el eje de la polea fija soportará 2 kp.

- Utilizando una polea fija y una polea móvil, con un peso de 1 kp aplicado sobre la polea fija, se podrá equilibrar una fuerza de 2 kp suspendidos de la polea móvil. Esto es el principio de la palanca, que en teoría permite multiplicar indefinidamente una fuerza si se emplea en serie. En este caso, la resistencia es el doble que la potencia, esto es, tenemos una máquina de ventaja mecánica dos, en la que se consigue igualar una fuerza doble de la aplicada ([figura 26.15](#)).

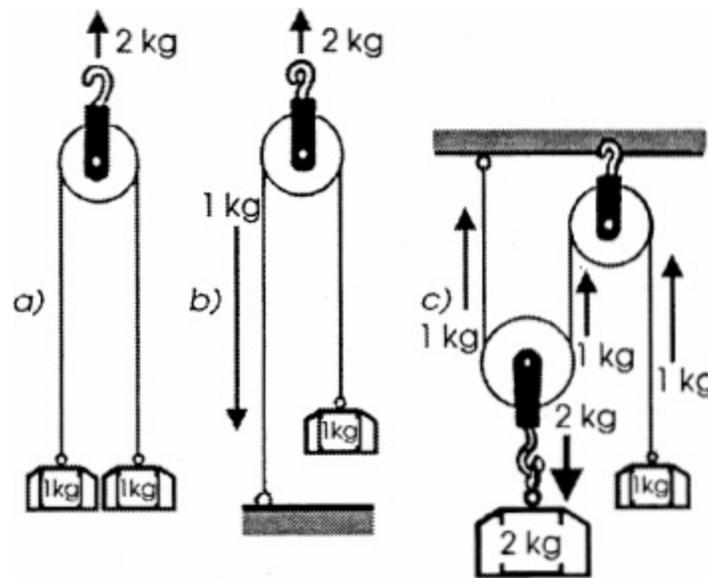


FIGURA 26.15. a)-b) Poleo fija, c) Polea móvil.

26.2.2. Circuito de poleas

Se entiende como circuito de poleas a la instalación realizada con una, dos o tres poleas, sobre las cuales pasa una cuerda con un extremo enganchado en una palanca articular, mientras que en el otro extremo tiene un peso suspendido.

El circuito de poleas permite realizar una movilización activa contra resistencia en la primera fase del movimiento. Para volver a la posición inicial los músculos agonistas han de realizar una contracción cinética excéntrica.

El número de poleas utilizadas, estará en relación con la longitud de cuerda de tracción y del lugar en que se coloque el desplazamiento de los pesos. La posición de la primera polea debe ser determinada de manera precisa para que el movimiento contra resistencia se realice de forma perfecta. Con estos circuitos se pueden efectuar:

- Movilizaciones activas resistidas.
- Movilizaciones activas asistidas.
- Movilizaciones pasivas.

La primera polea será la más próxima al segmento movilizado, debe determinarse con precisión, a fin de que el trabajo se efectúe en las mejores condiciones de resistencia, de tracción o de ayuda, según el tipo de movilización que se realice. Estará colocada en el plano de desplazamiento del segmento, esto es, sobre la superficie horizontal sobre la cual se desplaza el segmento móvil.

Para determinar mejor la posición de la primera polea existen tres posiciones tipo:

- Polea al inicio del movimiento.
- Polea colocada sobre la perpendicular a la bisectriz del ángulo de movilidad.
- Polea colocada al infinito (5 ó 6 m) del punto de partida del movimiento.

Una vez elegida la ubicación de la primera polea, se tendrá en cuenta:

- Si se opone una fuerte resistencia a la contracción muscular se hace necesaria la fijación del segmento proximal de la articulación que se va a movilizar. Ejemplo: movilización de una articulación intermedia, como: rodilla, codo; se fijará el muslo o el brazo.
- El cabo de enganche del circuito de poleas debe estar fijado a la porción distal del brazo de palanca de la articulación movilizada.
- El ángulo de movilidad de la articulación debe ser bien conocido por el fisioterapeuta.
- Cuando el miembro ha cumplido su movimiento activo contra resistencia, efectúan sus músculos agonistas una contracción cinética concéntrica, y después recupera su posición de partida; esta segunda fase motriz es ayudada por el movimiento de descenso del peso y puede representar una verdadera movilización pasiva pura si el músculo no reprime el movimiento. Cuando el músculo agonista reprime el movimiento se efectúa una contracción cinética excéntrica.

26.2.3. Técnicas y utilización

A) Miembro superior

1. Hombro. Articulación escapulohumeral.

- Flexión (antepulsión) y extensión (retropulsión):
 - Posición del paciente: decúbito lateral.
 - Ángulo de movimiento: 230°.
 - Suspensión concéntrica de la articulación escapulohumeral.
- Flexión. Deltoides (porción anterior), coracobraquial y bíceps.
- Extensión. Deltoides (porción posterior), tríceps braquial y dorsal ancho ([figura 26.16](#)).

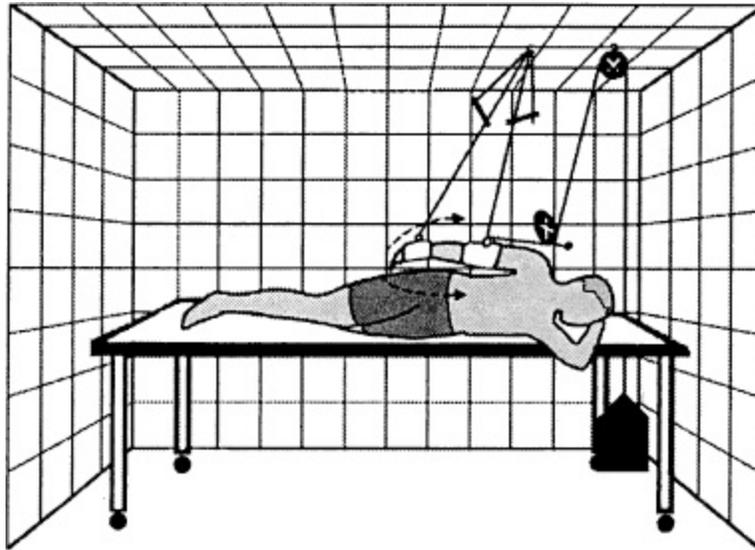


FIGURA 26.16. Flexión de hombro. Articulación escapulo-humeral.

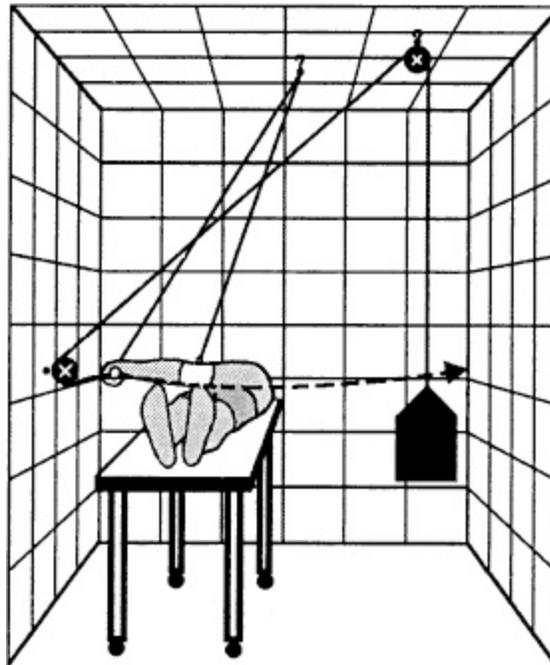


FIGURA 26.17. Abducción de hombro.

- Abducción-aducción:
 - Posición del paciente: decúbito supino.
 - Suspensión concéntrica de la articulación escapulo-humeral.
- Abducción: 170° a 180° . Fascículo medio del deltoides y el supraespinoso ([figura 26.17](#)).
- Aducción: 50° . Pectoral mayor, subescapular, dorsal ancho y fedondo mayor ([figura 26.18](#)).
- Rotación externa y rotación interna:

- Posición del paciente: decúbito supino o en sedestación sin suspensión.
- Ángulo de movimiento: 65° .

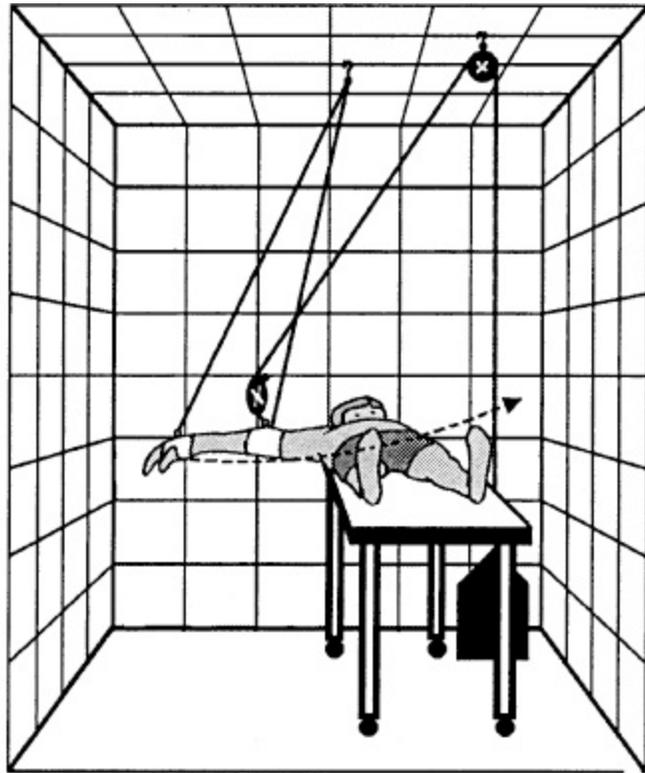


FIGURA 26.18. Aducción de hombro.

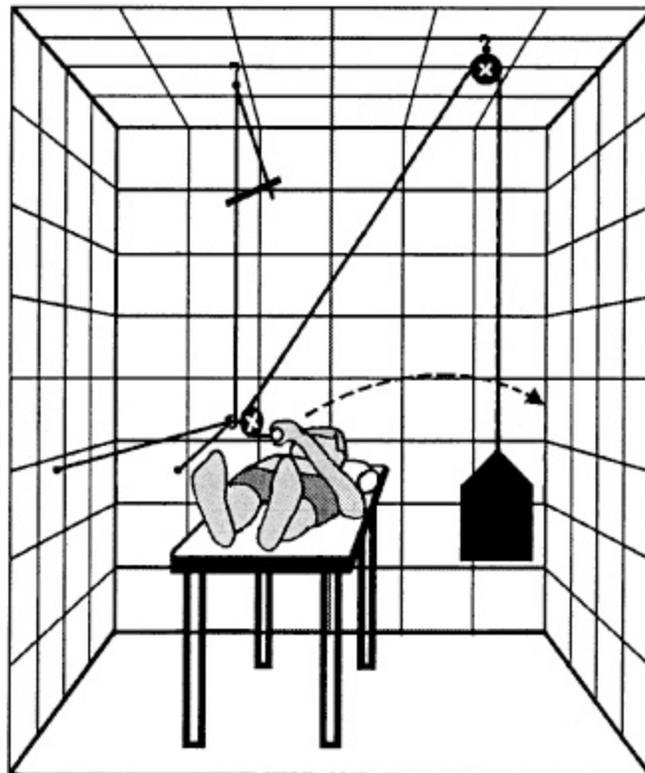


FIGURA 26.19. Rotación externa de hombro.

- Rotación externa: infraespinoso y redondo menor ([figura 26.19](#)).
 - Rotación interna: subescapular, redondo mayor, pectoral mayor y dorsal ancho.
2. *Hombro*. Articulación escapulotorácica. El omóplato presenta numerosos movimientos activos en relación con la parrilla costal.
- Abducción:
 - Posición del paciente: decúbito prono. Todo el miembro que se va a movilizar cuelga verticalmente. Circuito de poleas colocado en el techo de la jaula de Rocher.
 - Ángulo de movilidad: la abducción del omóplato no es un desplazamiento angular, sino una translación según un eje perpendicular al raquis.
 - Translación: de 8 a 10 cm. Serrato mayor ([figura 26.20](#)).
 - Aducción:
 - Posición del paciente: decúbito supino. Miembro superior elevado a la vertical, y circuito de poleas en el techo de la jaula de Rocher.
 - Intervienen en la aducción escapular: trapecio, especialmente el fascículo medio y el romboides ([figura 26.21](#)).
3. *Codo*
- Flexo-extensión:
 - Posición del paciente: decúbito lateral. Miembro superior en suspensión axial concéntrica a la articulación del codo.
 - Paciente en decúbito supino o en sedestación. Sin suspensión.
 - Ángulo de movilidad: 145° a 150°.

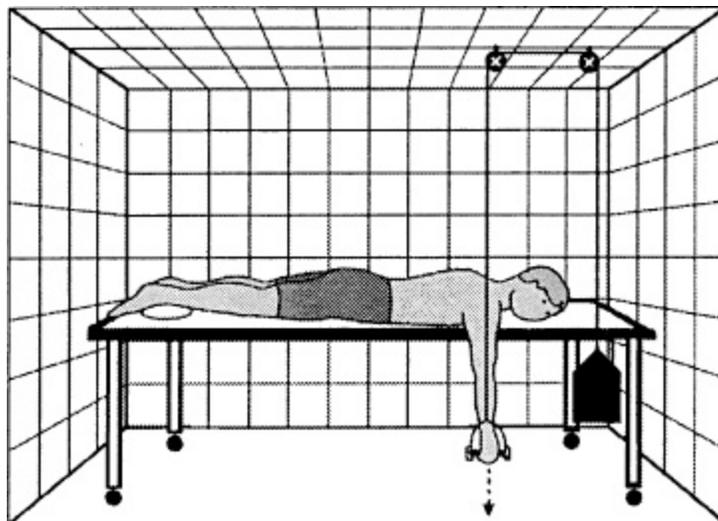


FIGURA 26.20. Abducción de hombro. Articulación escapulotorácica.

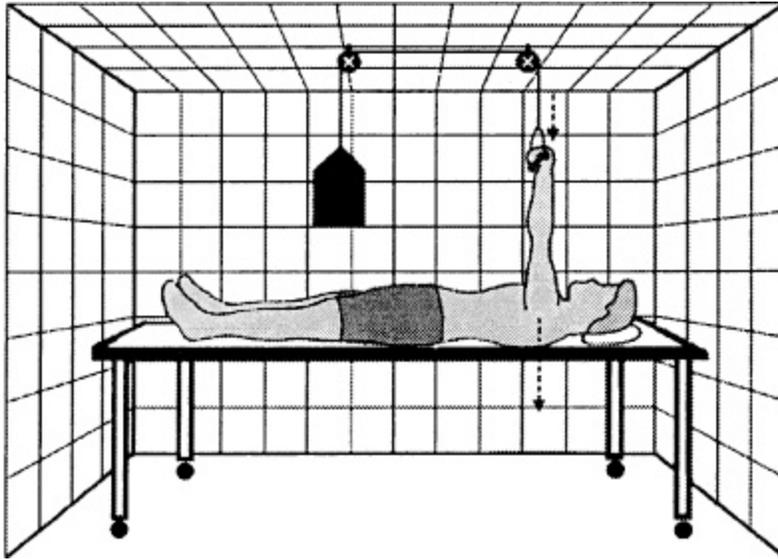


FIGURA 26.21. Aducción de hombro. Articulación escapulotorácica.

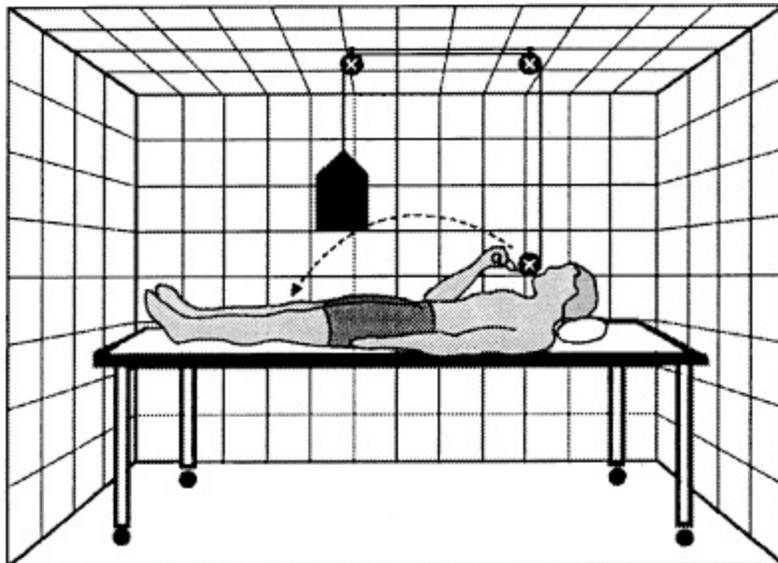


FIGURA 26.22. Extensión de codo.

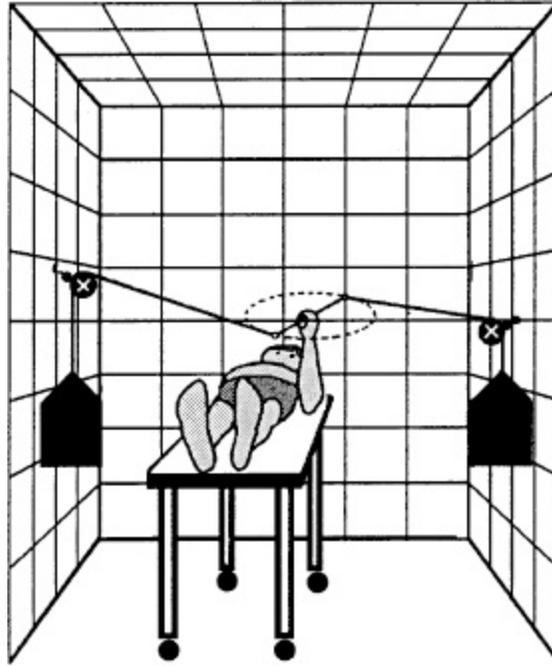


FIGURA 26.23. Prono-supinación de antebrazo.

- Flexión: bíceps braquial, braquial anterior y supinador largo.
- Extensión: tríceps braquial y ancóneo ([figuras 26.22](#) y [26.23](#)).

B) Miembro inferior

1. Cadera. Articulación coxofemoral.

- Flexión (antepulsión) y extensión (retropulsión):
 - Posición del paciente: decúbito lateral con suspensión axial concéntrica a la articulación de la cadera.
 - Ángulo de movimiento: 120° con rodilla en extensión, 150° con rodilla en flexión.
- Flexión: psoas ilíaco, recto anterior, recto interno, sartorio y fascia lata ([figura 26.24](#)).
- Extensión: glúteo mayor e isquiotibiales.
- Abducción-aducción:

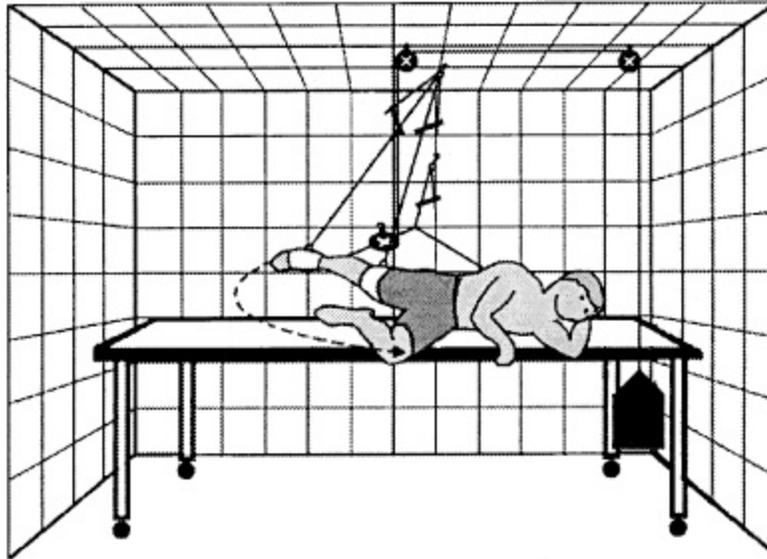


FIGURA 26.24. Flexión de cadera.

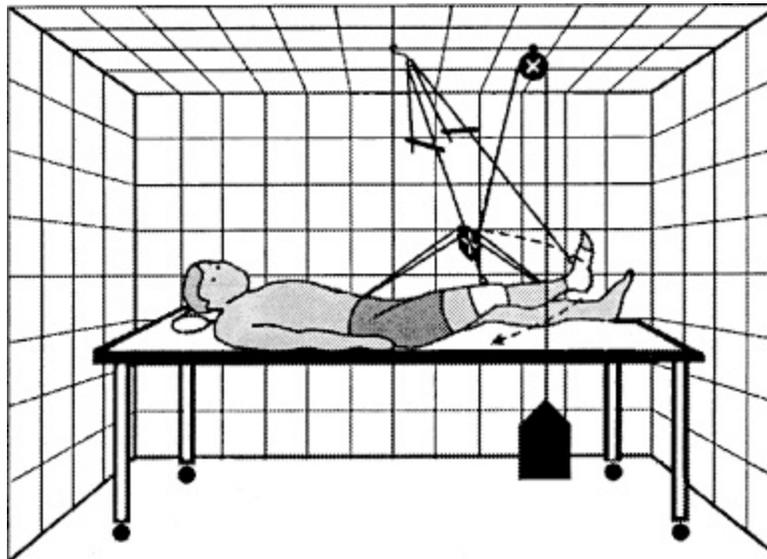


FIGURA 26.25. Abducción de cadera.

- Posición del paciente: decúbito supino con suspensión axial concéntrica a la articulación de la cadera.
- Ángulo de movimiento: 50°.
- Abducción: glúteo mediano, glúteo menor, tensor de la fascia lata y piramidal ([figura 26.25](#)).
- Aducción: aductores, pectíneo y recto interno.
- Rotación interna y rotación externa:
 - Posición del paciente: decúbito prono o sedestación en la camilla de tratamiento. El circuito de poleas se coloca en el panel lateral de la jaula de Rocher.

- Ángulo de movimiento: 45° .
- Rotación interna: glúteo menor, glúteo medio y fascia lata.
- Rotación externa: pelvitrocantéreos y flúteo mayor ([figura 26.26](#)).

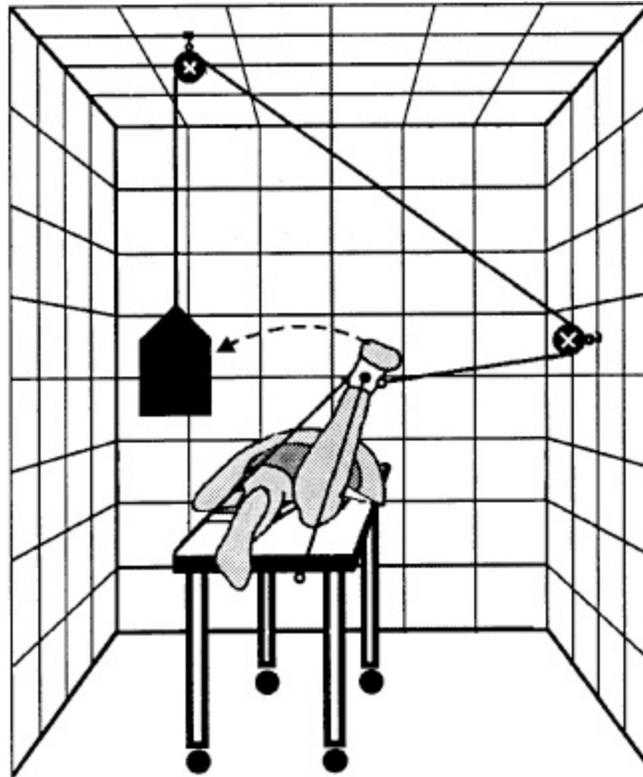


FIGURA 26.26. Rotación externa de cadera en prono.

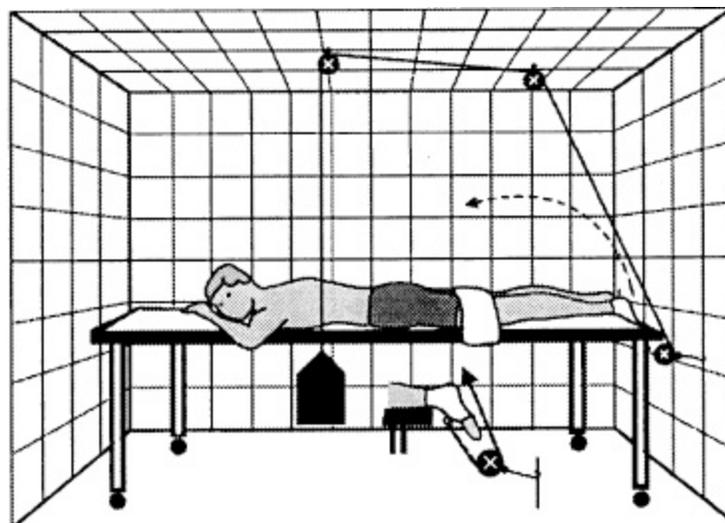


FIGURA 26.27. Flexión de rodilla

2. Rodilla. Articulación femorotibial.

- Flexo-extensión.
 - Posición del paciente: decúbito lateral utilizando suspensión axial concéntrica a la articulación de la rodilla, o sedestación y decúbito prono sin utilizar suspensión.
 - Ángulo de movimiento: 140° .
- Flexión: isquiotibiales.
- Extensión: cuádriceps ([figuras 26.27](#) y [26.28](#)).

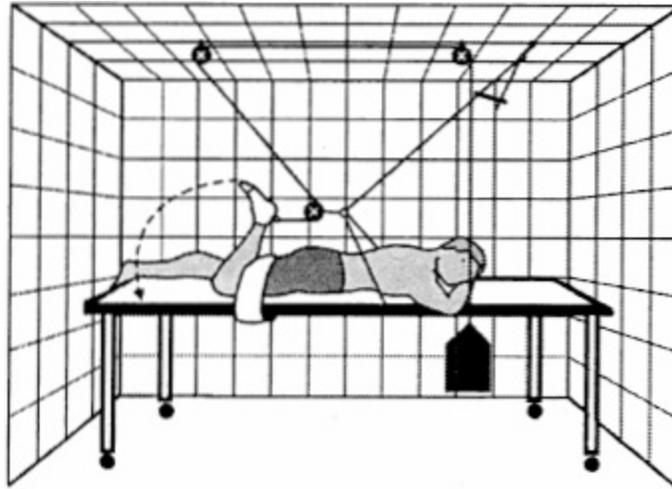


FIGURA 26.28. Extensión de rodilla.

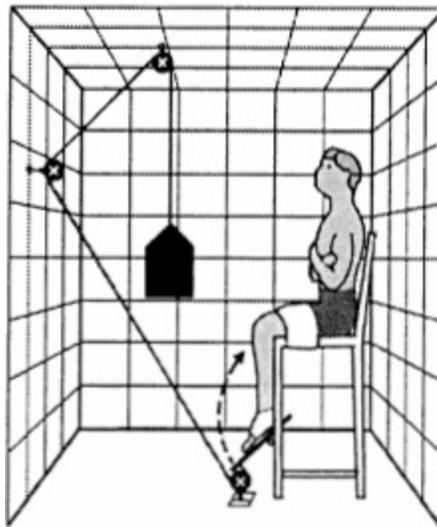


FIGURA 26.29. Dorsiflexión de tobillo.

3. *Tobillo*. Articulación tibiotarsiana.

- Extensión (dorsiflexión) y flexión (plantiflexión):
 - Posición del paciente: sedestación o decúbito supino.

- Ángulo de movimiento: 70°.
- Extensión (dorsiflexión): tibial anterior, peroneos y extensores de los dedos ([figura 26.29](#)).
- Flexión (plantiflexión): tibial posterior, gemelo interno.

26.2.4. Indicaciones y contraindicaciones

Generalmente, las indicaciones del tratamiento fisioterápico utilizando un sistema peso polea van ligadas a los tipos de lesiones que presentan una pérdida de potencia muscular y recorrido articular, por lo que se aplica actualmente con más frecuencia en afecciones del aparato locomotor.

Las indicaciones del montaje de circuitos de poleas suelen ir asociadas a la utilización de las suspensiones. Junto al aumento de la potencia muscular, con estas técnicas se favorece el incremento del ángulo de movilidad articular en los casos de estar limitado como en lesiones que cursan con artrosis, fibrosis periarticulares, miositis, etc. Un factor muy importante es la utilización de la poleoterapia en la coordinación y el control de los movimientos que se consiguen por medio de la repetición rítmica, para la realización de movimientos combinados en distintas extremidades con el fin de llegar a crear verdaderos esquemas de movimiento.

Estos ejercicios de cinesiterapia activa tienen su indicación necesaria en las fases de relajación. Los pesos tienen su aplicación para los espasmos musculares y contracturas antiálgicas, y los contrapesos en estados de rigidez y espasticidad.

La poleoterapia estará indicada en:

- Secuelas de traumatismos osteoarticulares y musculares.
- Desarrollo de la conciencia motora y favorecimiento de respuestas voluntarias.
- Atrofias miógenas y neurógenas.
- Rigideces articulares y lesiones ligamentosas.
- Paresias musculares, centrales y periféricas.
- Procesos artríticos y artrósicos.
- Miositis.

Las contraindicaciones de las movilizaciones utilizando circuitos de poleas son muy limitadas, como ocurre con la suspensionterapia. Está contraindicada cuando se presenten casos de fracturas recientes y anquilosis, en situaciones en las que el paciente no esté capacitado mentalmente para la elaboración del movimiento y, sobre todo, cuando no tenga voluntad de realizarlo.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

DESVIAT, M.: *Rehabilitación funcional motora*. Tipografía artística. Madrid, 1970.
GENOT, C.; NIEGER, H. y LEROY, A.: *Kinesioterapia*. Panamericana. Buenos Aires, 1991.
ROCHER, C.: *Reeducación psicomotriz por la poleoterapia*. Panamericana. Buenos Aires, 1978.
ZARAGOZA, C.: *Manual de física para fisioterapeutas*. Rubio Esteban. Valencia, 1984.
ZARAGOZA, J. R.: *Física e instrumentación médica*. Masson Salvat. Barcelona, 1992.

Ejercicios contra resistencia

Objetivos

- Conocer el concepto de ejercicios contra resistencia.
- Saber las modalidades de cinesiterapia contra resistencia.
- Conocer los principios generales de los ejercicios de musculación.
- Saber los métodos que se utilizan para desarrollar la fuerza muscular.
- Conocer las técnicas más habituales de musculación.

27.1. Concepto de ejercicio contra resistencia y modalidades

Los ejercicios contra resistencia son aquellos en los que el sujeto realiza una movilización activa contra una resistencia externa que se opone al movimiento.

Los músculos que pueden realizar este tipo de ejercicios generalmente están con un balance muscular de tres al menos, salvo que, estando por debajo de tres, se les oponga una resistencia que sea menor que el peso del segmento que se va a desplazar y previamente se les haya anulado la gravedad.

Hay que distinguir entre distintos tipos de resistencia:

- a) *Resistencias intrínsecas*. Son las que pueden ofrecer la cápsula, articulación, tendones, músculos y ligamentos. Son, en definitiva, las fuerzas internas que actúan en contra del movimiento. Se separan dos subtipos:
- *Las de origen artro-ligamentoso*, como el límite de recorrido de una articulación, que conlleva una resistencia no vencible, así como la puesta en tensión de elementos capsulo-ligamentosos. También la coaptación articular va a incidir, aumentando las fuerzas de frotación articular en una movilización, incrementándose si aumenta el peso que soporta. Por ejemplo, no tiene la misma repercusión en los miembros inferiores el trabajo realizado con apoyo unipodal que bipodal.
 - *Las de origen músculo-tendinoso*, están en relación directa con las ya conocidas cualidades musculares, entre ellas la viscoelasticidad, que da lugar a

la histéresis, aparición de un retardo en la evolución de un fenómeno físico con respecto a otro del que depende. La histéresis va a estar presente en los músculos antagonistas ante la actuación brusca del agonista, por lo que es un fenómeno que se debe tener presente en la realización del gesto balístico. Otro factor de defensa que va a aparecer es el que interviene cuando nos acercamos al final del recorrido de una articulación, buscando su protección.

b) *Resistencias extrínsecas.* Son las que desde el exterior se oponen a la realización de la movilización por parte del sujeto. Éstas son las resistencias que se van a tener en cuenta cuando se habla de movilización activa resistida desde un punto de vista conceptual. Esto no significa, evidentemente, que haya que olvidar las intrínsecas, puesto que están presentes en todo tipo de movilización. El momento resistente se obtendrá del producto de la resistencia que se oponga al movimiento por su brazo de palanca. Por ello, es importante conocer el peso del segmento que se va a desplazar, por su influencia en la determinación del momento resistente contra gravedad. Un individuo cuyo peso sea de unos 75,5 kg tendrá aproximadamente los siguientes valores:

SEGMENTO	PESO
Brazo:	2,050 kg
Antebrazo:	1,200 kg
Mano:	0,450 kg
Muslo:	7,250 kg
Pierna:	3,400 kg
Pie:	1,050 kg
Tronco:	38,350 kg
Cabeza y cuello:	5,900 kg
Cabeza:	5,190 kg

La posición del sujeto en la realización de un gesto tiene mucha importancia cuando se utiliza la gravedad como elemento resistente, puesto que como norma la resistencia que va a suponer la gravedad en cualquier movimiento se verá incrementada o disminuida dependiendo del ángulo de incidencia. Otra posibilidad de regulación de la dificultad añadida a un ejercicio consiste en la utilización de un plano inclinado ([figura 2.1](#)).

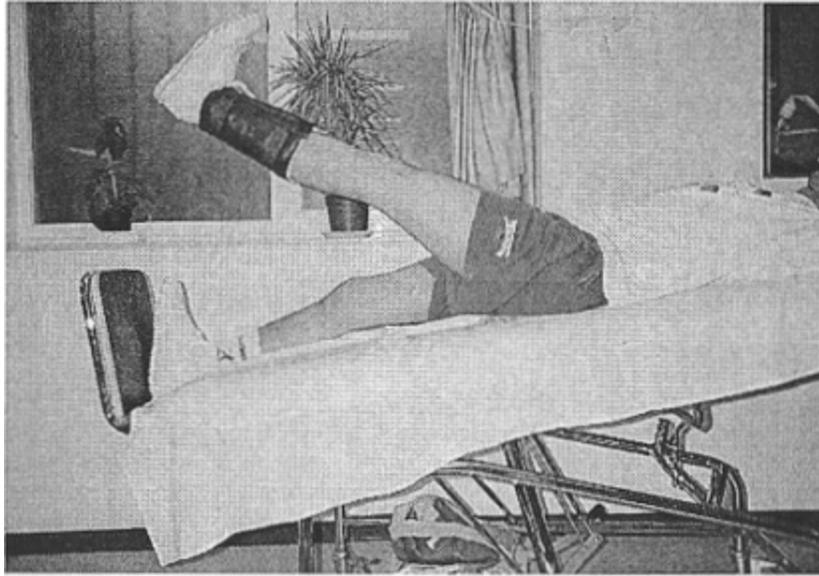


FIGURA 27.1.

Las cargas directas constituyen un sistema de aplicación de resistencias al movimiento que va a incidir de dos maneras, desplazando el centro de gravedad y aumentando el peso del segmento movilizado; pueden ser bolsas de arena, pesas de gimnasia, bolas o discos de hierro, barra lastrada, pesa pedestre, cinturón de plomo ([figura 27.2](#)).

Se clasifican los ejercicios contra resistencia:

1. Por la naturaleza de la resistencia aplicada en:

- Movilización activa contra resistencia manual o humana.
- Movilización activa contra resistencia mecánica o mecanoterapia.

Ambas pueden ser a su vez isotónicas o isométricas dependiendo de si existe o no desplazamiento articular.

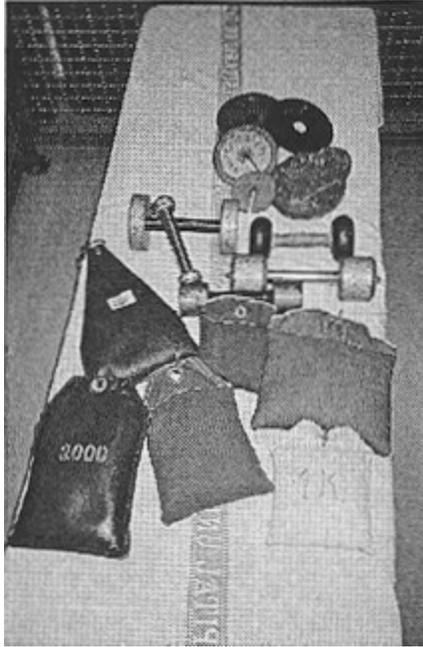


FIGURA 27.2.

2. Desde un punto de vista cuantitativo, se diferencia entre la aplicación de resistencias pequeñas o medias, grandes e incluso máximas, puesto que los efectos son distintos dependiendo de la cuantía de la resistencia aplicada. No se utilizan las mismas cargas en caso de buscar recorrido articular que cuando se quiere muscular.

Otra posibilidad es la utilización del agua como elemento de aplicación de resistencia al movimiento, que podemos incrementar aumentando la superficie que se va a desplazar, la velocidad de movimiento, o ambas.

27.2. Cinesiterapia contra resistencia humana

Es la movilización resistida por el fisioterapeuta o por el propio paciente con el fin de desarrollar la fuerza, incluso conseguir la hipertrofia muscular. Son necesarios una serie de requisitos, que son lentitud, uniformidad y resistencia progresiva. La intensidad de esta última debe ir en aumento, para que el esfuerzo que haya de realizar el sujeto sea progresivo.

Se puede clasificar este tipo de movilización en dos tipos:

- a) *Heterooperación*. Se conocen además como movimientos duplicados de resistencia, en los que la resistencia va a aplicarla el fisioterapeuta. Hay dos subtipos:
 - *Movimientos duplicados concéntricos*: el fisioterapeuta opone una resistencia al paciente de una magnitud que éste puede vencer. El paciente intenta hacer

determinado movimiento y el fisioterapeuta manualmente se lo resiste, pero se lo permite hacer.

- *Movimientos duplicados excéntricos*: el fisioterapeuta intenta realizar un movimiento y el paciente se opone a él. La fuerza realizada por el fisioterapeuta ha de ser en este caso un poco mayor que la realizada por el paciente, puesto que en definitiva el movimiento acaba realizándose. Ejemplo: el fisioterapeuta hace fuerza intentando flexionar el codo del paciente, que se opone a la flexión, pero al final el codo se flexiona.

Los detractores de este tipo de movilización apuntan como inconveniente que la resistencia no se puede medir; a pesar de ello, este tipo de movilización es muy útil para incrementar la fuerza muscular, incluso en algunas ocasiones va a ser imprescindible; por ejemplo, cuando se trabaja con niños.

- b) *Autooposición o autoantagonismo*. En este caso el mismo paciente se va a oponer la resistencia al movimiento ([figura 27.3](#)).

El inconveniente de este tipo de movilización es la necesaria motivación del paciente, puesto que va a estar solo, con lo que va a depender exclusivamente de su voluntad la realización o no del ejercicio.

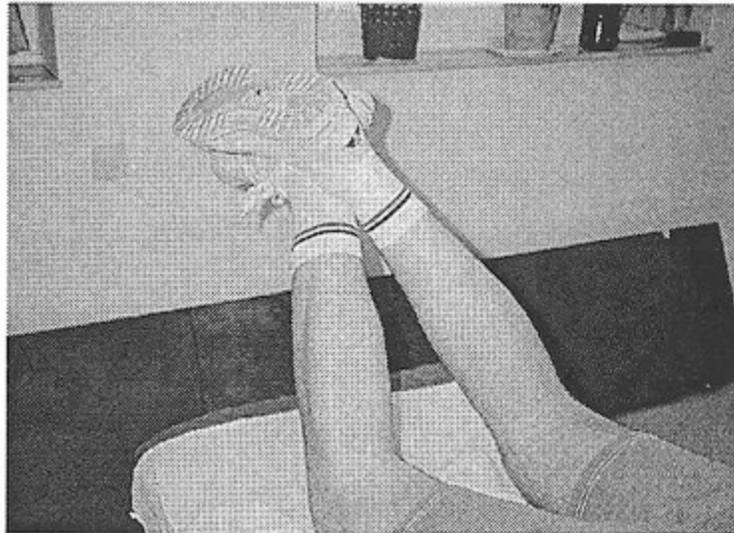


FIGURA 27.3.

27.3. Cinesiterapia contra fuerza mecánica

La mecanoterapia es la aplicación de resistencias a la movilización activa utilizando medios mecánicos. El uso de la mecanoterapia para la aplicación de resistencias, asistencias e incluso movilizaciones pasivas, al principio (y en un pasado no muy lejano), estaba aconsejada o incluso determinada por la escasez de personal y la gran cantidad de inválidos que supusieron los conflictos armados de la historia contemporánea, por lo que se sustituye la mano humana por un medio mecánico. Esto, hecho con un criterio

indeterminado, puede derivar en una mecanización indeseable de la fisioterapia, ya que no hay que olvidar que el arma terapéutica más útil que hay en fisioterapia es la mano del fisioterapeuta; de hecho, el símbolo gráfico con el que se relaciona a esta profesión son siempre las manos.

El empleo indiscriminado de la mecanoterapia va a determinar un movimiento robotizado, totalmente estereotipado y mecanizado, en el que se puede preestablecer la amplitud, fuerza e incluso la velocidad. No obstante, con ello sólo se representa una de las facetas de la función muscular, siendo aconsejable completar el tratamiento con otro tipo de movilizaciones.

Los aparatos se clasifican, según sean más o menos complicados, en:

1. *Simples*. Son aparatos que no tienen mecanismos complicados, de tal manera que en ocasiones cabría hablar más de elementos de resistencia que de aparatos. Se pueden citar:
 - *Elásticos*, como el *platean* canadiense, de pequeño tamaño, ideal para ejercitar la mano; por ejemplo, para resistir la flexión de los dedos.
 - *Resortes*, que se usan para resistir las diferentes formas de aprehensión digital.
2. *Complejos*. Son los que tienen integrados mecanismos hidráulicos, electromagnéticos, etc. Entre ellos están:
 - *Volante de inercia*. Mediante la fricción de un guijarro, que se regula con un tornillo, se puede frenar la inercia de un volante de rotación.
 - *Artromotores*. Su resistencia se obtiene por un sistema de contrapesos que se desliza sobre su tallo y, puede ser regulada.
 - *Frenos electromagnéticos*. Por la intensidad de la corriente que pasa por un imán se regula el mecanismo de freno.
3. Aquellos no susceptibles de ser englobados en los anteriores, como el *mousse*, espuma o musgo, cuya dureza es el elemento resistente, o las pelotas de tenis, las pastas de modelar, etc. Dependiendo del tipo de fuerza que se aplica se clasifican los aparatos en:
 - *Aparatos de rotación*. Producen una fuerza de tipo axial, utilizando uno o varios ejes de movimiento, entre los que están: la rueda de hombro, bicicleta cinética, mesa de mano, pedal cinético, etc. ([figuras 27.4](#) y [27.5](#)).

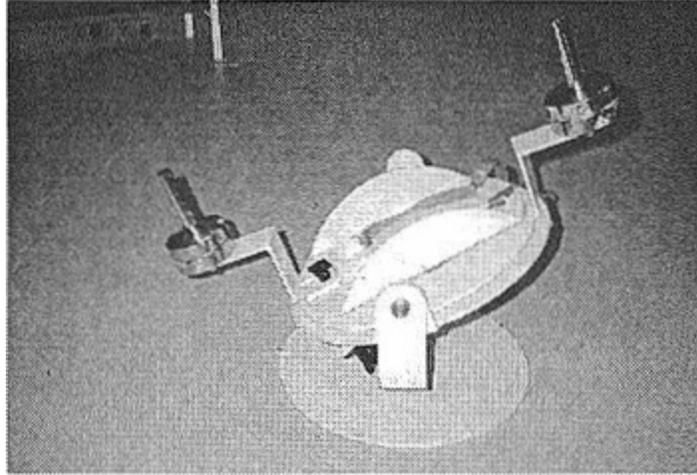


FIGURA 27.4.



FIGURA 27.5.

- *Aparatos de tracción.* Producen una fuerza rectilínea que se puede modificar hasta el infinito. Se pueden distinguir:
 - *Pesos directos.* Se aplican las cargas directamente en determinados segmentos corporales. Ejemplo: sacos de arena, pesas metálicas, etc.
 - *Poleoterapia.* Se aplican cargas a través de un sistema de peso polea, con lo que se puede incidir sobre la dirección de la fuerza, determinada por la colocación de la primera polea; o incluso sobre la fuerza resistente, a través de la utilización, por ejemplo, de una primera polea móvil.
 - *Muelles y resortes.* Con los primeros se opone resistencia a la tracción, mientras que con los resortes a la compresión.

27.4. Ejercicios de musculación

Los ejercicios de musculación son aquellos ejercicios contra resistencia que utilizan grandes cargas con pocas repeticiones, con unas secuencias determinadas, buscando conseguir incrementar la fuerza muscular, la hipertrofia, muscular o ambas a la vez. La contracción es el desarrollo de tensión de un músculo, que no ha de traducirse necesariamente en acortamiento del mismo. Ahora bien, es necesaria una contracción máxima de cada fibra muscular para que se produzcan alteraciones metabólicas que deriven en un aumento de su capacidad tensional.

Con la contracción isométrica se puede conseguir con más facilidad una tensión máxima que con una contracción isotónica, por lo que algunos autores dicen que los ejercicios isométricos resistidos son los idóneos para conseguir más rápidamente aumentar la fuerza muscular.

Se asocia el estímulo necesario para producir hipertrofia muscular a un estado de deficiencia de oxígeno dentro de la fibra muscular. El trabajo mecánico que desarrolla un determinado músculo se produce a expensas de su capacidad para desplazar una masa.

El incremento de la fuerza se obtiene a expensas del trabajo muscular, debiéndose su recuperación al menos a tres factores:

1. Al entrenamiento, que va a producir un aumento de la circulación y desarrollo del sentido muscular a través del sistema propioceptivo.
2. Al incremento del trofismo de las fibras musculares individuales más allá de lo normal, es decir, a la hipertrofia.
3. Al aumento del número de unidades motrices que intervienen en el esfuerzo contráctil, puesto que aquí no es de aplicación el principio del todo o nada, ya que el sistema nervioso central es capaz de estimular un mayor o menor número de unidades motrices mediante el reclutamiento.

27.4.1. Principios que rigen los ejercicios de musculación

Hay una serie de principios básicos que deben tenerse en cuenta al realizar un trabajo cuya finalidad sea la musculación:

1. Calentamiento previo. Se puede conseguir mediante procedimientos externos que aporten calor o mediante el ejercicio muscular, para prevenir la producción de lesiones.
2. Preestiramiento. Antes de pasar a realizar la técnica concreta de musculación, se debe realizar una extensión acompañada de un ligero estiramiento, como estímulo neurológico adecuado para provocar una mayor capacidad de contracción del músculo.
3. Selección adecuada de pesos y los tres niveles de fuerza, dinámica concéntrica, isométrica y dinámica excéntrica. El peso adecuado es aquel que nos permite

realizar una última repetición en el límite del fallo muscular.

4. Velocidad de movimiento. Para obtener un rendimiento muscular mayor hay que recurrir a una contracción lenta, mantenimiento y decontracción también lenta, para evitar la inercia y facilitar la recuperación energética muscular.
5. Musculación de agonistas y antagonistas. No se puede trabajar un músculo o grupo muscular sin tener en cuenta su antagonista, para evitar el subsiguiente desequilibrio muscular.

27.4.2. Estudio comparativo

La cuestión que se debe dilucidar consiste en establecer las diferencias del trabajo muscular elegido y cómo utilizarlo, dependiendo de que se quiera conseguir hipertrofia o se prime la consecución de fuerza muscular. Se trata de hacer una distinción entre los ejercicios utilizados por los formadores de cuerpo y los que utilizarían aquellos que persiguen fundamentalmente obtener fuerza muscular. Los primeros anteponen el volumen, la forma muscular, mientras que los segundos priman la fuerza.

Como programa tipo de los primeros se pueden establecer los siguientes puntos:

- Se hacen de 3 a 7 series de ejercicios, cada una de las cuales consta con de 9 a 16 repeticiones.
- La carga que se utiliza es el peso máximo que se puede desplazar en el número previamente fijado de repeticiones.
- El peso no se suelta hasta que no se acaba un número de repeticiones.
- La frecuencia antes era de tres días a la semana, aunque cada vez se impone más una frecuencia mayor que puede ir hasta 5 días a la semana de trabajo y 2 de descanso, o 4 de trabajo y 1 ó 2 de descanso.

En principio se rechazan los ejercicios isométricos, porque se alcanza demasiado rápidamente el fortalecimiento máximo y se aumenta poco la masa muscular.

En cuanto al programa de fuerza de los levantadores de peso que buscan fuerza muscular sería:

CUADRO 27.1.
Ejemplo de programa de fuerza

REPETICIONES	SERIES	KG
4	2	40
3	2	45
2	2	49
1	2	54
1	1	58

1. De 4 a 10 repeticiones en un número decreciente conforme se incrementa el peso que hay que vencer
2. Frecuencia diaria: a diferencia de los formadores de cuerpo, los levantadores de peso no descansan ningún día de la semana.
3. Aumento de la resistencia, a la par que disminuye el número de repeticiones.

Como ejemplo de programa de fuerza con el que los levantadores de peso se preparan para la competición, se ofrece el ejemplo del programa de fuerza ([cuadro 27.2](#)). Se puede empezar con de 4 a 10 repeticiones, hasta acabar con una repetición.

27.4.3. Métodos para desarrollar la fuerza muscular

Es un dato comprobado que la inactividad completa produce una pérdida de fuerza muscular de alrededor de un 5% diario; en cambio, si se realiza ejercicio de forma regular, con una tensión que exceda del 35% de su tensión máxima, se produce un aumento de la fuerza muscular. Si esta tensión está entre el 20% y el 35%, se produce un mantenimiento de la fuerza muscular. De la duodécima a la vigésima semana la fuerza va a alcanzar generalmente una meseta. De todo lo dicho se concluye que el trabajo muscular es esencial para la recuperación de la fuerza muscular.

A renglón seguido se plantea la cuestión de determinar el método más adecuado para conseguir ese desarrollo muscular. Se distinguen cuatro métodos diferentes para desarrollar la fuerza muscular:

- *Métodos por contracciones estáticas:* van a conseguir el fortalecimiento en un sector lineal determinado, puesto que la longitud del músculo no va a variar o va a hacerlo muy poco.
- *Métodos por contracciones dinámicas-*, se realiza todo el recorrido articular, con grandes cargas y pocas repeticiones.
- *Métodos mixtos:* en este sentido van las tendencias actuales, combinando trabajo estático y dinámico, buscando beneficiarse de las ventajas de ambos.
- *Métodos isocinéticos:* utilizan trabajo muscular dinámico contra la resistencia que el sujeto en el momento motor determinado puede vencer, a velocidad constante.

27.4.4. Técnicas de musculación

Son aquellas técnicas fisioterápicas que, de manera coordinada y sistemática, se han demostrado eficaces para muscular. Tan importante como el tipo de trabajo utilizado en cada una de ellas, va a ser la secuencia de ejercicios, estableciéndose la carga, el procedimiento *para* calcularla, los periodos de trabajo e incluso los de descanso, y su posible interrelación. Todos estos factores van a influir sobre el éxito de la actuación fisioterápica.

Se citan en este apartado las más comunes, empezando por las que utilizan trabajo muscular estático o isométrico.

A) Técnicas de musculación isométricas

El trabajo se hace sin o con muy escaso desplazamiento de los extremos musculares, que produce una separación dependiendo de la duración de la contracción. Así, se pueden hacer dos subgrupos:

1. Las que utilizan contracciones estáticas de larga duración. Vón Niederhoffer defendió la utilización de este tipo de trabajo como idóneo para muscular, sobre todo en aquellos músculos que no puedan ser sometidos a acortamiento y alargamiento de sus extremos. Se basan en la utilización de contracciones isométricas de 12 segundos de duración. Una ventaja de este tipo de trabajo muscular es la utilización durante largo tiempo de las unidades motrices del músculo, lo que deriva casi de inmediato en su mayor inconveniente, que es la aparición de fatiga con relativa rapidez.
2. Las que se basan en el uso de contracciones isométricas de corta duración. Destaca el trabajo realizado por Hettinguer y Müller, del que cabe deducir que los ejercicios isométricos resistidos son el método más rápido para aumentar la fuerza muscular. Según estos investigadores, es suficiente con la realización de una contracción isométrica breve, de 6 segundos de duración, siempre que se le aplique la resistencia máxima isométrica para evitar la atrofia muscular. La resistencia máxima isométrica se calcula viendo cuál es la carga mayor que se puede vencer con una contracción isométrica de 6 segundos de duración.

Para el fortalecimiento muscular, Hettinguer y Müller proponen realizar de 3 a 5 contracciones isométricas de 6 segundos de duración cada una contra una resistencia de la mitad de resistencia máxima isométrica. La opinión de otros autores, sin embargo, es que la resistencia debe ser del 70% al 80% de RMI, con la misma pauta.

La fuerza máxima se consigue en un mes o mes y medio si se realiza el ejercicio todos los días. En caso de realizarse cada dos días, sólo se consigue el 80% de la fuerza máxima. Si se trabaja dos veces por semana sólo se obtiene el 60%, de donde se puede deducir la necesidad de no distanciar las sesiones.

Conviene, asimismo, añadir que otros estudiosos del tema mantienen que el ejercicio

isométrico resistido máximo es más efectivo si se realizan más repeticiones, tanto para dar firmeza y fuerza como resistencia a la fatiga.

Dentro de las técnicas de musculación que utilizan trabajo isométrico breve está la *técnica de Troisier*, que consiste, en primer lugar, en hacer la prueba de la fatiga, que permitirá conocer la carga máxima que el paciente puede mantener durante un tiempo teórico cero, que se le conoce como FMT. Esta fuerza máxima es igual a la FMM o *fuerza máxima medida*, definida como la carga máxima que el paciente puede soportar durante un tiempo próximo a cero, más un tercio de esta FMM, es decir:

$$\text{FMT} = \text{FMM} + 1/3 \text{ FMM}$$

CUADRO 27.2
Técnica de Troissier

- Isométricos de corta duración: 6 segundos.
- 50 repeticiones.
- Carga de trabajo: 50% F.M.T.
- Cada 48 horas.
- 5' de trabajo y 5' de reposo.

B) *Técnicas de musculación con contracciones dinámicas*

En estas técnicas hay que conocer una serie de conceptos que se pueden considerar generalizables, tales como:

- *Fuerza inicial*. Punto de partida en el que inciden determinados factores con influencia sobre los objetivos que se quieren alcanzar, puesto que habrá que tener muy presente, en primer término, la edad; se considera que en el ser humano, a partir de los treinta años, la fuerza decrece. Asimismo el sexo es importante; como norma las mujeres tienen menos fuerza que los hombres. También influye qué músculo se trata, dependiendo de su sección transversal, y además la parte homónima sana si la hay.
- *Resistencia máxima (RM)*. Es la carga máxima que el sujeto puede vencer una sola vez. Para su determinación es necesario tener en cuenta que se trata de realizar una sola contracción contra la resistencia máxima que pueda vencer durante todo el recorrido articular. El cálculo del RM puede hacerse con un sistema de peso polea o con carga directa.

En principio, el cálculo de la resistencia es intuitivo y, dependiendo del caso, se va incrementando la carga de 500 en 500 gramos, hasta hacer el cálculo de la carga máxima que el sujeto puede desplazar una sola vez. Para evitar que la fatiga falsee

el resultado es conveniente dejar intervalos de reposo suficientes entre prueba y prueba.

- *10 RM*. Es el peso máximo que el sujeto puede desplazar 10 veces. Se calcula porcentualmente a partir de RM, por lo que necesariamente es menor que él.

A continuación se desarrollan algunas de las técnicas de musculación de uso más habitual:

a) Técnica de De Lorme y Watkins

Es la técnica tipo dentro de las que utilizan trabajo muscular dinámico. Los pasos que se siguen son:

1. Colocación del paciente en el postural adecuado al caso concreto, indicándole el movimiento que debe realizar: una movilización activa libre en todo el recorrido articular, buscando el punto de referencia para que el paciente trabaje todo el tiempo en toda la amplitud del movimiento. Se le insistirá en la realización del movimiento en toda su extensión, desplazando la carga. Como referencia se puede recurrir a la colocación de una plomada. Asimismo, es conveniente realizar la medición de los contornos, buscando como puntos de referencia las zonas donde hay más masa muscular.
2. Proceder al cálculo del RM, como elemento test, no de trabajo. Va a servir como base para calcular las cargas de trabajo.
3. Se calcula el 10 RM, que va a ser ya elemento de trabajo; es 3/4 de RM.
4. La técnica consta de tres series de 10 ejercicios cada una, con cargas crecientes, de las que la tercera, o carga de musculación propiamente dicha, es el 10 RM.
5. A partir del 10 RM, se calculan las otras; la segunda son los 3/4 de 10 RM y la primera 1/2 de 10 RM ([cuadro 27.3](#)).
6. Con cada una de las cargas se realizan 10 repeticiones, con descansos entre serie y serie de 1 minuto. En cada movimiento articular se diferencian cuatro tiempos:
 - T_1 = Tiempo de contracción dinámica concéntrica.
 - T_2 = Tiempo de contracción isométrica o estática.
 - T_3 = Tiempo de contracción dinámica excéntrica.
 - T_4 = Período de descanso.

De tal manera que la relación entre los tiempos ha de ser la siguiente:

$$\begin{aligned}T_1 &= T_2 = T_3 \\T_1 + T_2 + T_3 &= T_4\end{aligned}$$

- Tiempo de trabajo total de 9-10 segundos.

- Tiempo de reposo de 9-10 segundos.

Este periodo de reposo es necesario para que el músculo se recupere energéticamente, con una buena oxigenación que permita una nueva puesta en acción con resultados óptimos, retardándose así la aparición de la fatiga.

El elemento test se calcula semanalmente durante los cuatro primeros días de la semana. El quinto día se calcula de nuevo el elemento test, haciendo previamente un calentamiento consistente en la repetición de las tres cargas de trabajo utilizadas esa semana, calentamiento y musculación, pero sólo tres repeticiones, procediéndose a continuación al calculo del RM de la semana siguiente.

Los dos últimos días de la semana el paciente descansa, y a la semana siguiente se empieza de nuevo el ciclo con las cargas ya calculadas el quinto día de la semana anterior.

CUADRO 27.3
Técnica de De Lorme

R.M. = Elemento Test
<p>1.^a Serie: 10 repeticiones contra 1/2 10RM. 2.^a Serie: 10 repeticiones contra 3/4 10RM. 3.^a Serie: 10 repeticiones contra 10 RM.</p>
$T_1 = T_2 = T_3$ $T_1 + T_2 + T_3 = T_4$

Al principio De Lorme llamó a su técnica *ejercicios contra resistencia pesada*, puesto que las cargas eran del 70% a 80%, siendo utilizadas sólo en caso de pérdida de fuerza por desuso, no porque los músculos estuviesen enfermos.

A partir de 1948 el mismo De Lorme cambió la denominación de su método original por la de *ejercicios con resistencia progresiva*, puesto que, según él, la denominación original podía dar lugar a error, puesto que incluso los músculos que no pueden actuar venciendo una pequeña resistencia pueden verse beneficiados por este método. Se puede utilizar en cualquier músculo, utilizando cargas directas o con peso-polea.

La más habitual en fisioterapia es en la musculación del aparato extensor de la rodilla, con las *sillas de Colson* y cargas aplicadas directamente con el zapato de De Lorme o de cuádriceps, que va a permitir además un reparto igualitario de la carga a ambos lados del zapato. Asimismo, si se aplica la carga directamente, el mínimo esfuerzo

va a ser en el momento de la arrancada, aumentando conforme progresa el movimiento, hasta llegar a ser el máximo cuando la rodilla está en extensión completa. Esto la hace más efectiva, ya que en este momento coincide con la puesta en marcha de todas las unidades motrices del músculo, puesto que electromiográficamente el primer músculo del cuádriceps que entra en funcionamiento es el recto anterior, así como en los últimos 10° de extensión es cuando tiene su máxima actuación el vasto interno.

El procedimiento con un sistema de peso-polea puede resultar menos efectivo para el cuádriceps.

b) Ejercicios de carga asistida

Se aplica en los casos en que el músculo no vence la gravedad, es decir, está por debajo de tres. La técnica consiste en equilibrar el peso de la extremidad por medio de un sistema de peso-polea, y calcular la carga mínima necesaria para asistir a grupos musculares que no vencen gravedad para permitirles realizar el movimiento completo 10 veces seguidas.

Respecto a las frecuencias y tiempos, son los expuestos con anterioridad, pero con las siguientes series de cargas:

- 1ª serie de 10 repeticiones con 2 veces el 10 RM.
- 2ª serie de 10 repeticiones con 1 vez y 1/2 10 RM.
- 3ª serie de 10 repeticiones con 10 RM.

Cuando el músculo consigue tener un balance de tres, se pasa a aplicar la técnica de musculación con resistencias progresivas.

c) Técnica de Dotte

Dotte ideó su técnica basándose en la utilización de resistencias directas progresivas. Consta igualmente de tres series de 10 repeticiones, contra cargas crecientes. Cada repetición consta de cuatro tiempos:

- Contracción dinámica concéntrica, 1 segundo.
- Contracción estática, 1/2 segundo.
- Contracción dinámica excéntrica, 1 y 1/2 segundos.
- Reposo, 3 segundos.

Terminada la serie de 10 repeticiones se hace un reposo de 1 minuto.

d) Técnica de Rocher

Rocher prefiere la utilización de cargas indirectas con un sistema de peso-polea. Se hace el cálculo de RM estática con la ayuda de un dinamómetro. El trabajo se realiza en

suspensión axial y sistema de peso-polea, con la primera polea situada perpendicular al principio del recorrido, con lo que se busca un momento resistente máximo en trayectoria externa del músculo.

- El calentamiento consta de 20 repeticiones con la 1/2 ó 1/3 de la RM isométrica.
- La musculación son 10 repeticiones con 3/4 de RM.
- La relación entre los tiempos es:

$$T_1 = T_2 = T_3 = 3 \text{ segundos}$$
$$T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 9 \text{ segundos}$$

e) *Técnicas basadas en un sistema de cajas decreciente*

Hasta aquí se han analizado técnicas que utilizan cargas de dificultad creciente, pero hay otras que se basan en un sistema de cargas decreciente, basándose en que se consigue una mejor adaptación muscular. Entre ellas están las siguientes:

- *Técnica de Mac Govern y Luscombe.* Una vez que se calcula el 10 RM, se sigue el orden siguiente:
 - Serie de 10 movimientos con 10 RM.
 - Serie de 10 movimientos con 3/4 de 10 RM.
 - Serie de 10 movimientos con 3/4 de 10 RM.
- *Técnica de Waghemacker.* Se calcula el RM y se sigue la siguiente secuencia:
 - Serie de 10 movimientos con 2/3 de RM.
 - Serie de 10 movimientos con 1/2 de RM.
 - Serie de 10 movimientos con 1/3 de RM.

Entre cada serie se descansa 5 minutos.

- *Oxford Technic de Zinovieff.* Utiliza también cargas progresivas decrecientes. Se calcula el RM, del que se deduce 10 RM, y consta de 10 series de 10 ejercicios:
 - Serie de 10 ejercicios con 10 RM.
 - Serie de 10 ejercicios con 90% de 10 RM.
 - Serie de 10 ejercicios con 80% de 10 RM.
 - Serie de 10 ejercicios con 70% de 10 RM.

En cada nueva serie la carga decrece respecto de la anterior un 10%, y así sucesivamente hasta llegar a la 10ª serie de 10 ejercicios con 10% de 10 RM.

C) *Técnicas mixtas*

Las tendencias más actuales buscan utilizar técnicas menos puras, buscando beneficiarse de las ventajas del trabajo isométrico e isotónico, mediante su utilización conjunta. Claro exponente es la *técnica de Clause*, en la que se va a diferenciar un primer momento, con tres series de calentamiento compuestas exclusivamente de trabajo dinámico, y la segunda fase, que va a ser ya la de musculación, en la que se va a alternar sucesivamente trabajo isométrico e isotónico. El protocolo de actuación es:

a) *Calentamiento:*

- Serie de tres ejercicios con trabajo isotónico con 2/5 de RM.
- Serie de tres ejercicios con trabajo isotónico con 3/5 de RM.
- Serie de tres ejercicios con trabajo isotónico con 4/5 de RM.

b) *Musculación:*

- 1 contracción isométrica de 6 segundos con 9/10 de RM. Pausa, 6 segundos.
- 6 ejercicios isotónicos con 9/10 de RM. Tiempo de trabajo, 25 segundos. Pausa, 6 segundos.
- 1 contracción isométrica de 6 segundos con 9/10 de RM. Pausa de 6 segundos.
- 6 ejercicios isotónicos con 9/10 de RM. 25 segundos de trabajo y 6 de pausa.
- 1 contracción isométrica de 6 segundos con 9/10 de RM. Pausa, 6 segundos.

El tiempo de duración total de la técnica es de unos 4 minutos, que suma la duración de los 24 ejercicios que suponen calentamiento y musculación.

En principio, cualquiera de las técnicas descritas, si se ejecuta bien, sirve para sus fines, aunque hay factores que inciden en la elección de una técnica específica, como puede ser la patología concreta, la existencia de dolor al movimiento que haga recomendable el uso de ejercicios isométricos; incluso, y en último término, decantará la decisión en muchos casos la subjetividad del fisioterapeuta que la use.

D) *Técnica con trabajo isocinético*

El concepto de ejercicio isocinético se introdujo en la literatura científica reciente por Hislop y Perrine en 1967. Es trabajo muscular dinámico de intensidad máxima realizado a velocidad constante. La mayor ventaja del ejercicio isocinético es que los músculos trabajan al máximo de su potencial durante todo el recorrido articular.

Conviene previamente conocer la terminología básica utilizada en el ejercicio isocinético, para lo cual hay que definir:

- El momento torsional de un músculo como el momento de su fuerza medido a lo largo de un eje de rotación articular.
- El momento torsional punta como aquel en el que el músculo concreto produce una mayor fuerza, también denominado momento torsional del recorrido cinético.

Suele ser coincidente con la mitad de su recorrido.

- El momento torsional medio, que se obtiene de la tensión que desarrolla el músculo en el conjunto del campo cinético.
- El momento angular específico, que es el momento torsional de cualquier punto del campo cinético.

La secuencia lógica consiste en la determinación, en primer lugar, de las curvas isocinéticas de momento torsional determinadas por la evaluación isocinética del músculo concreto.

La resistencia viene determinada por la adaptación de la misma que el sujeto puede vencer en cada momento motor. La fuerza o capacidad del músculo o grupo muscular que se quiere trabajar es en definitiva la que determina la resistencia aplicada.

Se puede trabajar en tres velocidades distintas:

- a) *Velocidad lenta*. Alrededor de 60 grados/segundo. Se realiza trabajo específico de las fibras de contracción lenta tipo I; es trabajo aeróbico.
- b) *Velocidad media*. Se desarrollan alrededor de 180 grados/segundo. Se realiza trabajo de las fibras de contracción rápida; tipo II a, pero de más duración que las II b se trata de trabajo anaeróbico láctico.
- c) *Velocidad rápida*. De 200 a 300 grados/segundo. Trabajan específicamente las fibras de contracción rápida, intensa pero de corta duración. Es trabajo anaeróbico aláctico.

Como protocolo isocinético se puede aplicar:

- 8 a 10 series de 10 repeticiones a 180°/segundo.
- 2 a 4 series de 5 repeticiones a 60°/segundo.
- 4 a 6 series de 10 repeticiones a 240°/segundo.

Los aparatos utilizados para realizar trabajo isocinético son muy sofisticados: son los dinamómetros isocinéticos, compuestos en líneas generales por un dinamómetro, un eje que se alinea con el eje articular y un selector de velocidad.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

BELLOCH, V.; CABALLÉ, C. y ZARAGOZA, R.: *Fisioterapia: teoría y técnica*. Saber. Valencia, 1970.

GUSTAVSEN, R. y STREECK, R.: *Manual de ejercicios terapéuticos en medicina física: prevención y rehabilitación*. Scribá. Barcelona, 1992.

LICHT, S.: *Terapéutica por el ejercicio*. Salvat. Barcelona, 1970.

PERRIN, D. H.: *Isocinética: ejercicios y evaluación*. Bellaterra. Barcelona, 1994.

PIERROM, G.; LEROY, A.; PÉNINO, G.; DUFOUR, M. y GÉNOT, C.: *Kinesiterapia*. Volumen 1. Panamericana. Buenos Aires, 1988.

Fuerza y potencia en fisioterapia del deporte

Objetivos

- Conocer los conceptos de fuerza y potencia.
- Saber los diferentes tipos de ejercicios útiles para conseguir incrementar la fuerza y la potencia en fisioterapia del deporte.
- Conocer las distintas cualidades de la fuerza y su entreno.
- Saber los diferentes programas de fuerza de aplicación a la fisioterapia del deporte.

28.1. Introducción

Se entiende por *fuerza* la capacidad de un músculo o grupo muscular para trabajar contra una resistencia. *Potencia* es la cantidad de trabajo realizado en una unidad de tiempo.

Los factores con influencia sobre los movimientos de fuerza son:

- *Número de fibras inervadas*. La relación entre la fuerza y el número de fibras inervadas va a ser directa.
- *Su desarrollo o sección transversal*. Es del orden de 60 a 70 kilos por cada 6 centímetros cuadrados.
- *Estructura de la fibra muscular*. Dependiendo de que se trate de fibras de con tracción lenta o rápida.

La selección de la actividad deportiva más adecuada está en función del fin perseguido. Así:

1. Actividades de potencia. Son todas aquellas que imprimen grandes aceleraciones contra gravedad. La máquina humana sólo tiene reservas energéticas para unos cuantos segundos si trabaja desarrollando su máxima potencia muscular absoluta, ya que el trabajo va a ser puramente anaeróbico.
2. Cuando se busca conseguir un incremento progresivo de la fuerza. Con una mejora o aumento de la resistencia muscular y de la amplitud de movimiento, se utilizarán resistencias pequeñas o medias y muchas repeticiones. El incremento

de la fuerza será en este caso lento y de escasa entidad.

3. Si el fin perseguido es un aumento importante de la fuerza, es decir, muscular, es necesario trabajar los músculos contra resistencias muy grandes e incluso máximas, realizando pocas repeticiones.

El límite de trabajo muscular como factor de influencia sobre la eficacia muscular necesariamente debe ser tenido en cuenta. Un músculo que trabaja acortado hasta un 60% de su longitud como mínimo, está en su límite interior. Si se acorta alrededor de la mitad, trabajará en su límite medio, y lo hará en su límite exterior cuando se acerque a su capacidad de elongación máxima.

28.2. Principios generales

Los principios por los que se rige el trabajo de musculación en fisioterapia del deporte se pueden concretar en los siguientes puntos:

PRINCIPIOS DE MUSCULACIÓN

- Preparación física técnica táctica y psicológica del deportista.
- Calentamiento previo.
- Preestiramiento muscular.
- Velocidad de movimiento lenta.
- Potenciar agonistas y antagonistas.
- Entrenamiento hasta el fallo muscular.

- *Preparación física, técnica, táctica y psicológica del deportista.* Es decir, integral, ya que todos los estudiosos del tema comparten la idea de la importancia que una motivación suficiente tiene en pos de una mayor eficacia y rendimiento del deportista en su actividad deportiva.
- *Calentamiento previo o precalentamiento:* Es necesario realizar, previamente al ejercicio, un calentamiento adecuado. No se puede ni se debe, en ningún caso, iniciar una sesión de entrenamiento sin haber calentado, ya que de lo contrario se corre el riesgo de que el deportista se produzca una lesión, del tipo de una posible contractura, desgarro muscular, rotura fibrilar, etc. Asimismo, se mejora la eficacia muscular por el incremento de temperatura que se va a producir previo a la realización del esfuerzo; se calcula que la eficacia se incrementa alrededor de un 20%. La finalidad del calentamiento es, ante todo, preparar el sistema cardiorrelatorio para el esfuerzo físico que se aproxima. Es aconsejable en fisioterapia del deporte la utilización de métodos de calentamiento activo sobre los pasivos, del tipo de electroterapia, masaje, etc. Es beneficioso también el calentamiento previo desde un punto de vista psicológico, puesto que alivia la

tensión y la rigidez, relajando al deportista, que queda tranquilo y puede concentrarse mejor.

- *Preestiramiento muscular.* El estiramiento forma parte del precalentamiento muscular, pero merece mención aparte por su especificidad. Antes de iniciar el trabajo con cargas, se realizará un estiramiento previo como estímulo neurológico necesario para obtener posteriormente una mejor respuesta contráctil, por un mayor reclutamiento de unidades motrices. Para esto es beneficioso el uso de las técnicas de *stretching*, que suponen, primero, un trabajo activo, un reposo breve, y acabar con un estiramiento suave y mantenido de 8 a 10 segundos de duración. Es aconsejable que este estiramiento sea de aproximadamente el 12%.
- *Velocidad de movimiento lenta.* El ejercicio ha de realizarse con lentitud; durante todo el recorrido ha de trabajarse con esfuerzo, evitando la realización del ejercicio por la inercia.
- *Potenciar agonistas y antagonistas.* Debe evitarse el desequilibrio articular subsiguiente a la potenciación de una musculatura sin tener en cuenta a la contraria; en todo caso, ha de buscarse una igualdad de capacidad de musculatura agonista y antagonista. A este efecto podemos beneficiarnos de las superseries, en las que se realizan dos sesiones regulares constantes para musculatura antagónica.
- *Entrenamiento hasta el fallo muscular.* Para conseguir un aumento importante de la fuerza es necesario trabajar los músculos contra resistencias muy grandes, incluso máximas, con pocas repeticiones. Esto se justifica porque la contracción muscular no se rige por el principio del todo o nada, sino que a mayor estímulo se obtiene un mayor número de fibras en funcionamiento; de ahí la importancia de que el estímulo sea mayor que el umbral del sujeto, puesto que el número de unidades motrices existentes es invariable.

Los errores que se pueden cometer en el entrenamiento son:

- Entrenamiento irregular. Bien porque no se siga una pauta correcta, o porque el deportista sea excesivamente discrecional y anárquico.
- Entrenamiento excesivo. No va a tener necesariamente un mejor resultado en su preparación el que realice un entrenamiento que rebase las pautas establecidas, ya que en caso de que llegue a ser excesivo puede incluso ir en detrimento de sus capacidades y correr el riesgo de lesiones innecesarias.
- Sucesión errónea de ejercicios. Como consecuencia de la realización de ejercicios bruscos o indeterminados.
- No llegar al fallo muscular. Es un error en el trabajo de musculación no llevar a cabo cada serie hasta el límite, hasta la fatiga.

28.3. Clases de ejercicios

Para incrementar la fuerza se puede utilizar un amplio abanico de ejercicios:

EJERCICIOS PARA INCREMENTAR LA FUERZA

- Ejercicios libres o gimnásticos.
- Trabajo isométrico.
- Isotonía.
- Fortalecimiento isocinético.
- Ejercicios intermedios.
- Isodiámica.
- Pliometría.

A) Ejercicios libres o gimnásticos

En fisioterapia se conoce como movilización activa, libre. En este tipo de movilización la resistencia es el propio cuerpo del deportista al desplazarse venciendo la fuerza de la gravedad. Se puede incrementar la dificultad mediante la adición de lastres, pesos, etc., al cuerpo del deportista. Se pueden diversificar estos ejercicios en:

- *Impulsos hacia arriba.* Plantean mayor dificultad si el sujeto realiza el ejercicio colocando ambas piernas sobre un banco.
- *Grandes flexiones.* Utilizando barras de flexión, sobre barras paralelas o sobre el suelo, partiendo de la flexión para pasar a continuación a la posición de extensión ([figuras 28.1](#), [28.2](#) y [28.3](#)).

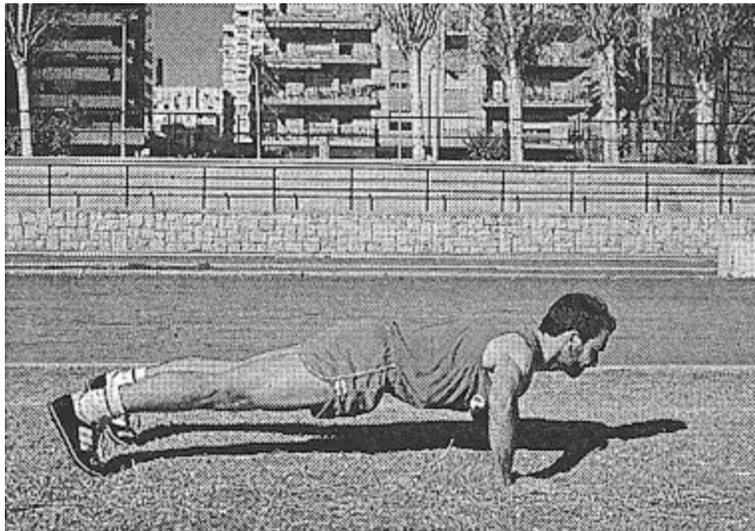


FIGURA 28.1.



FIGURA 28.2.

- *Incorporaciones.* Van a incidir fundamentalmente sobre abdominales superiores; se pueden realizar sobre un plano inclinado, haciendo flexiones, incorporaciones en “v” o con torsión, rectificando la lordosis lumbar mediante inclinación pélvica hacia detrás con contracciones isométricas o flexión de rodillas y caderas, para evitar tensión sobre la columna lumbar.
- *Curvaturas abdominales o suspensiones.* Se realizan elevaciones de las piernas lentamente, manteniéndolas rectilíneas y sosteniendo la posición durante 6 segundos; se desciende con lentitud y se vuelven a elevar. Se pueden hacer 3 series hacia adelante y alternar con una a cada lado, e incluso aumentar la resistencia con una pelota médica ([figura 28.4](#)).

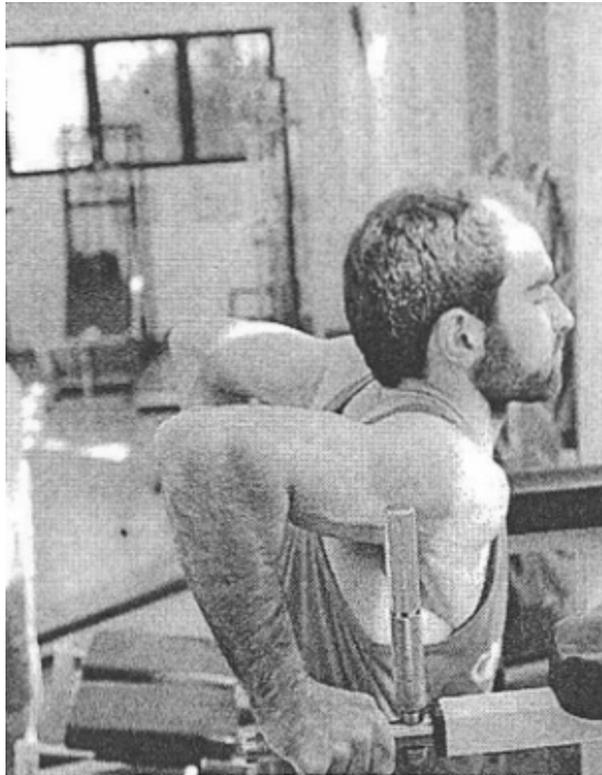


FIGURA 28.3.

B) Trabajo isométrico

Con las contracciones isométricas se aumenta la tensión desarrollada en el músculo sin que esto se traduzca en acortamiento de sus extremos, aunque en caso de ser resistidos van a incrementar la fuerza. Algunos deportistas van a evitar este tipo de ejercicios precisamente por la rapidez con que se incrementa la fuerza, pero no el volumen; en este caso van a estar aquellos que buscan hipertrofiar sus músculos. Cuando la contracción isométrica desarrolla más del 60% de su tensión máxima se produce temporalmente una disminución de aporte de oxígeno a la zona: a este déficit se le relaciona con el aumento de la fuerza. El deportista puede practicar isometría en cualquier lugar, poniéndose el mismo autorresistencia con su mano o pierna, con una pelota médica o recurrir a una pareja. Un programa tipo de entrenamiento con contracciones isométricas puede ser:

- Entrenamiento tres días a la semana.
- De 6 a 8 repeticiones con contracciones isométricas máximas.
- Duración de las contracciones, 6 segundos.
- En tres ángulos de recorrido distinto de cada articulación.



FIGURA 28.4.

Según Hettinger y Müller, el fortalecimiento con contracciones isométricas, podría hacerse:

- Número de contracciones, de 1 a 3.
- Duración de cada contracción individual, de 5 a 6 segundos.
- Resistencia de la mitad de 1 RMI.

Otros autores discrepan con éstos y defienden la necesidad de que la resistencia sea mayor de un 70 a un 80% de 1 RMI.

Como en todo tipo de ejercicios, se pueden enumerar ventajas e inconvenientes. El inconveniente más determinante es que puede influir negativamente en la motivación del deportista, al no tener el estímulo psicológico que supone el desplazamiento del segmento corporal en la realización del ejercicio.

Entre las *ventajas* destacan:

- Posibilidad de incrementar selectivamente las diferentes cualidades de la fuerza de determinados grupos musculares.
- Fortalecimiento en distintos puntos del recorrido articular de un músculo determinado.
- Es beneficioso en caso de dolor al movimiento puesto que este tipo de trabajo conlleva el no desplazamiento y por ello el no dolor.

C) *Isotonía*

Es el levantamiento de pesos convencionales. Es un término que etimológicamente

significa tensión constante, pero cuando se somete un músculo a tensión isotónica, lo que se hace es variar la tensión interna de ese músculo, y lo que va a permanecer constante es la resistencia aplicada ([Figuras 28.5](#), [28.6](#) y [28.7](#)). Son actividades de potencia que suponen imprimir grandes aceleraciones a determinadas masas musculares. Como programa de potenciación isotónica se puede sugerir la *Técnica de De Lorme*.

Las ventajas de la isotonía son, entre otras:

- Aumenta la fuerza.
- Incrementa la masa muscular.
- Favorece la actividad motora.

Los inconvenientes que se pueden citar son:

- El llamado punto de adherencia. Consiste en que existe un punto en el recorrido articular donde el músculo es más débil, que va a determinar que la carga que se va a poder aplicar al deportista con este tipo de fortalecimiento muscular sea la resistencia máxima que puede vencer en ese punto.



FIGURA 28.5.

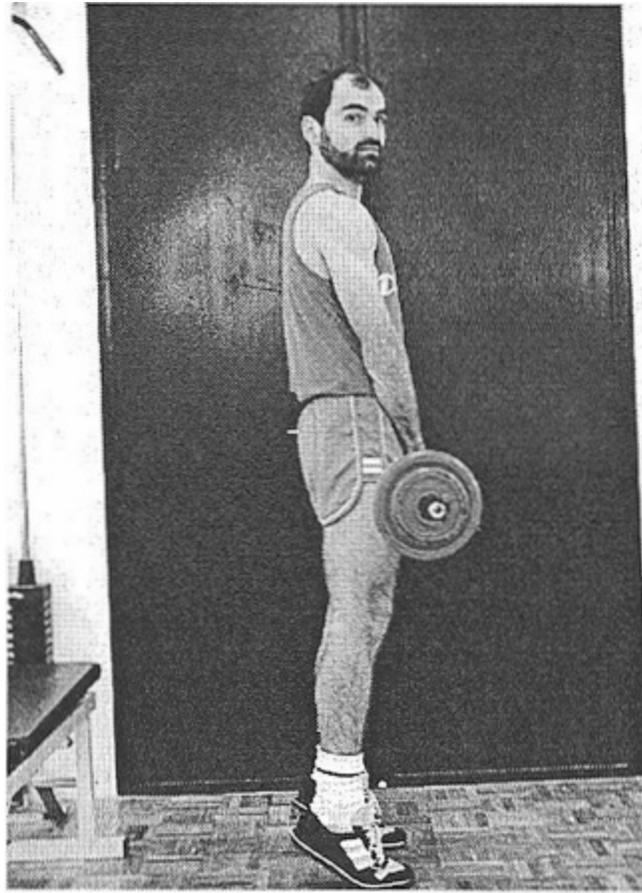


FIGURA 28.6.

- La utilización en el entrenamiento, a menudo, de los dos miembros al unísono contra la misma resistencia. El mayor handicap consiste en que, en el trabajo con la barra de pesas y con muchos aparatos isotónicos, se van a utilizar conjuntamente los brazos o las piernas, pudiendo darse la circunstancia de que uno de ellos sea más débil que su homónimo. En cambio, en el ejercicio de la actividad deportiva específica cada parte va a trabajar independientemente.
- Acomodación escasa a la fatiga. Cuando el deportista se fatigue y debilite, la resistencia que supone el elemento de isotonía va a ser invariable.

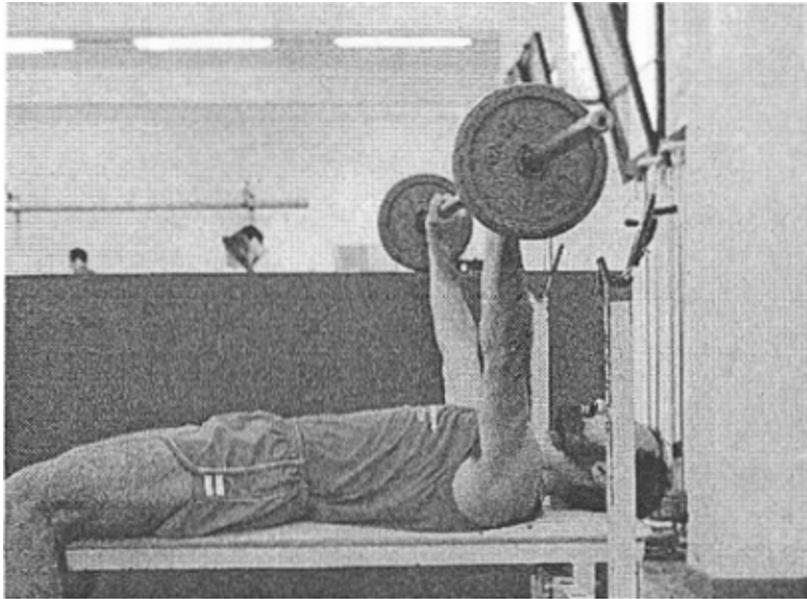


FIGURA 28.7.

- Las contracciones excéntricas. Cuando éstas se realizan contra cargas pesadas van a ser generalmente fuente directa de dolor, además del riesgo que entrañan para la seguridad del deportista, ya que se suelen utilizar grandes cargas, pudiendo producirse, si hay rotura muscular, el aplastamiento del deportista, si su auxiliar no está alerta para detenerlo.

Asimismo, el entrenamiento excéntrico supone más tiempo que el concéntrico. Pero las contracciones excéntricas en este entrenamiento pueden eliminarse con un auxiliar que coloque el peso al principio de la contracción concéntrica cada vez que se realice ésta.

Las tendencias actuales respecto a la elección de las técnicas de musculación adecuadas son un tanto eclécticas, puesto que prima la idea de sumar los distintos tipos de trabajo muscular mediante el uso de isométricos e isotónicos conjuntamente; como ejemplo de técnica mixta está la de Clausey y desarrollada en el capítulo anterior.

Hecho digno de mención de esta técnica es al utilización de grandes cargas, cargas submáximas, que se acercan mucho a la carga máxima, ya que se utilizan resistencias que se aproximan mucho a la máxima, puesto que son de 9/10 de 1 RM; por ejemplo, en el caso en que la resistencia máxima que el deportista puede vencer con su cuádriceps es de 20 kg, la carga utilizada para muscular es de 18 Kg., lo que representa que, como se busca el trabajo muscular, está en el umbral potencial del deportista, con el consiguiente incremento de fuerza.

D) Fortalecimiento isocinético

Isocinética significa velocidad o rapidez constante. En este tipo de fortalecimiento, el deportista debe vencer una resistencia variable dinámica condicionada por sus potenciales en los distintos ángulos de recorrido. Se trabaja contra un mecanismo de rueda dentada y

palancas móviles. Como hay una adaptación automática de los aparatos de isocinéticos a la fuerza que se ejerce, cuanto mayor sea el trabajo, mayor será la resistencia, por lo que se realizan contracciones máximas en cada repetición, con el subsiguiente incremento de fuerza máxima. El dispositivo isocinético puede consistir en un dispositivo hidráulico o motor, caja de engranajes y embragues. Realmente, la isocinética se ha usado mucho en el deporte, aún antes de que existiesen aparatos de este tipo, pues como tal se puede considerar a la resistencia manual, al igual que los ejercicios intermedios, por la acomodación de la resistencia aplicada a la fuerza desarrollada. En la práctica la combinación de aparatos y pesos libres favorecen la fuerza y el entrenamiento de potencia. Utilizando aparatos el deportista adquirirá una base de fuerza y con los pesos libres conseguirá mayor potencia.

PROGRAMA ISOCINÉTICO

- Selección de la posición adecuada.
- Realización de 20 repeticiones en 20 segundos.
- Descanso de 40 segundos.
- Cambio de posición.

Las ventajas más destacables del fortalecimiento isocinético son las siguientes:

- Permiten realizar un esfuerzo máximo o casi máximo en no importa que, fase o sobre toda la extensión del movimiento.
- Posibilitan la rapidez de movimiento, puesto que oponen la resistencia que el sujeto puede vencer, a no importa que velocidad de movimiento, lo que es beneficioso cuando se actúa a velocidades próximas a las de competición, porque favorece el reclutamiento de las unidades motrices necesarias para la acción deportiva específica.
- Como sólo se realiza trabajo concéntrico, se va a provocar menor dolor, a pesar de que, en caso de que se empiece la rehabilitación de una rodilla demasiado pronto, puede producirse dolor a medida que el deportista patea, por lo que el trabajo más idóneo para ejercitar los extensores de rodilla es el trabajo isotónico.
- Poca probabilidad de producción de lesiones, puesto que se elimina la posibilidad de realización de movimiento por la acción de la inercia.
- Acomodación a la fatiga, ya que a medida que el sujeto se fatiga el aparato se adapta a la disminución de la fuerza desarrollada, aplicando una menor resistencia. No obstante, va a permanecer constante la velocidad y se va a predeterminar la amplitud de movimiento.
- No punto de adherencia. La tensión desarrollada por el músculo que se está ejercitando, a medida que se instaura, es máxima en todo momento motor, lo que incidirá además favorablemente en la activación motora con objeto de conseguir una contracción máxima para cada repetición.

Como *inconvenientes* se pueden citar los siguientes:

- En principio sólo comporta trabajo concéntrico. Hasta muy recientemente no han surgido aparatos que posibiliten la realización de trabajo excéntrico, lo que puede derivar en que no se desarrolle la potencia total del músculo.
- No preestiramiento, lo que va a suponer un inconveniente que debe ser tenido en cuenta, puesto que con el estiramiento previo se va a condicionar una mejor respuesta motora.
- No favorece la coordinación de movimientos, por la utilización de resistencias elevadas, que pueden incidir incluso negativamente en algún caso.

E) Ejercicios intermedios

En estos ejercicios el deportista trabaja contra la resistencia que le opone un compañero. Supone una adaptación de la resistencia que se opone por el colaborador a la capacidad del que realiza el ejercicio, puede consistir tanto en ejercicios estáticos como dinámicos. Este tipo de ejercicios, se puede realizar en todo el arco de recorrido, deteniéndose el movimiento en algunos momentos y reanudándose con posterioridad.

Las *ventajas* de este sistema de ejercicios son los siguientes:

- Favorece la propiocepción y la fuerza funcional, puesto que el compañero se va a adaptar totalmente a las posibilidades del deportista.
- No hay dolor, puesto que se va a trabajar huyendo de provocar dolor y va a haber una acomodación a la fatiga.
- No se producen lesiones deportivas, ya que el asistente va a estar pendiente, en prevención de posibles accidentes.
- Se elimina la inercia: el deportista, en todo momento, ha de luchar contra una resistencia que, aplicada por otro individuo, se va a adaptar a su potencial de acción.
- Permite la realización de trabajo excéntrico o negativo, lo que va a repercutir positivamente en la consecución del trabajo total por parte del músculo, ya que, aunque es bien cierto que el trabajo excéntrico supone mayores molestias (dolor), no es menos cierto que con este tipo de trabajo se consigue una mayor eficacia muscular, aunque sea necesario para ello la utilización de períodos más largos.

F) Isodinámica

El entrenamiento isodinámico supone la realización de los movimientos que se utilizan en cada especialidad deportiva contra resistencia de un elemento elástico. El elemento elástico puede ser una banda o tubo de goma, una cámara de bicicleta, etc. ([figuras 28.8](#) y [28.9](#)).

G) Pliometría

Consiste en la ejercitación del mecanismo neuromuscular, que cambia la fase de alargamiento en la fase de acortamiento muscular y trabajo concéntrico, lo que se traduce en la capacidad del sistema nervioso del deportista para cambiar las contracciones musculares excéntricas en concéntricas. Aunque en principio el fundamento de la pliometría está en la utilización de contracciones estáticas enérgicas, que van a traducirse en un aumento de fuerza y rapidez, este tipo de trabajo va a ser la suma de contracciones estáticas y dinámicas, ya que en un primer momento se va a partir de un estiramiento previo excéntrico, para a continuación, en forma rápida y forzada, crear la contracción concéntrica con la mayor tensión posible, produciéndose un esfuerzo explosivo. Esto se debe a que un músculo que se contrae desde una posición previa de elongación lo hace mejor y más rápidamente. La pliometría comprende saltos, elevaciones, saltos en profundidad, saltos con pesas, técnicas de lanzamiento y recogida de balón. En los saltos, el deportista parte de la posición de semiflexión de rodillas y caderas, y se lanza hacia delante buscando un desplazamiento pero no alcanza velocidad ([figura 28.10.a](#), [b](#) y [c](#)). Las elevaciones o botes suponen que el sujeto, partiendo de la misma posición anterior, intenta llegar lo más arriba posible ([figura 28.11](#)). En los saltos en profundidad, el deportista salta desde una altura determinada (banco, escalón), cae libremente y rebota en el suelo hacia lo alto otra vez para repetir el ejercicio de nuevo; se trata de contracciones estáticas pliométricas ([figura 28.12](#)). Para ejercitar con pliometría la parte superior del cuerpo se usa la pelota médica o sacos de arena. Esta actividad es muy adecuada para el entrenamiento de jugadores de baloncesto, que en la recepción de balón realizan contracciones excéntricas que transforman en concéntricas al pasarlo: ahí está el factor crítico de toda actividad explosiva. Asimismo, para ejercitar el despegue pliométrico, estos deportistas deben trabajar la parte inferior de su cuerpo; por ejemplo, con saltos de obstáculos del tipo de escaleras o serones de mimbre. Un programa pliométrico de entrenamiento está compuesto por saltos y elevaciones a días alternos, haciendo la siguiente sucesión de fases:

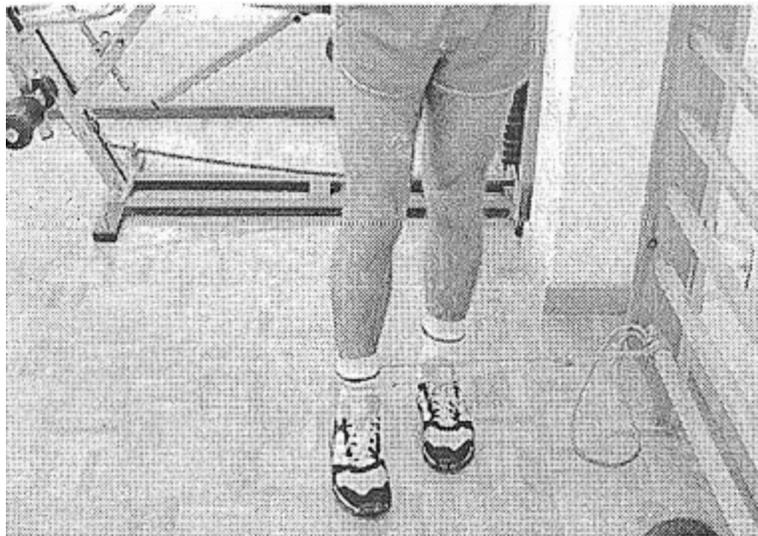


FIGURA 28.8.

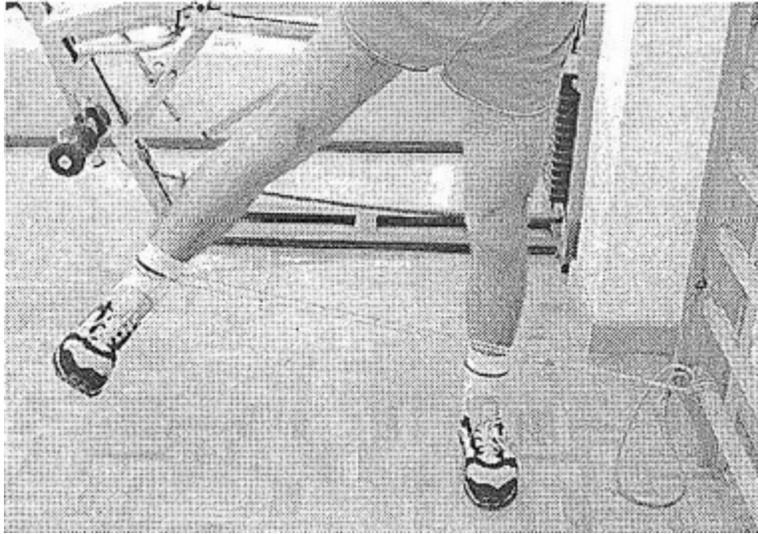


FIGURA 28.9.

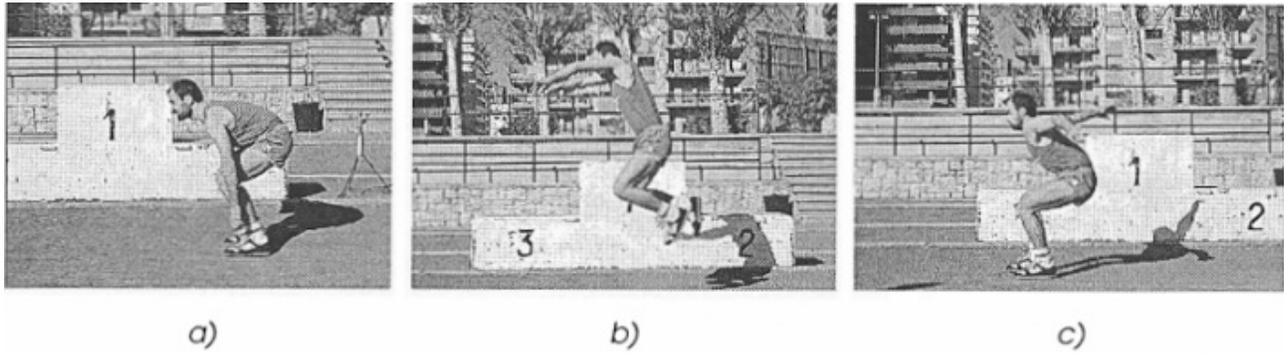


FIGURA 28.10.

- Empezar con 50 metros de recorrido de saltos, con ambas piernas, derecha e izquierda, alternando al día siguiente
- 50 metros de recorrido de elevaciones con ambas piernas a la vez. En los dos casos es de aplicación una pausa de 10 minutos.
- Se deben producir incrementos del recorrido de 5 metros por semana, hasta alcanzar un recorrido de alrededor de 100 metros.



FIGURA 28.11.



FIGURA 28.12.

De todos modos, y debido a la complejidad y gran esfuerzo que supone el ejercicio pliométrico, éste no debe realizarse cada día. En todo caso, es aconsejable que el deportista desarrolle una potencia básica de pierna elevada antes de añadir los ejercicios pliométricos a su plan de entrenamiento.

Estos ejercicios deben realizarse sobre terreno que no sea duro como césped, colchoneta, etc., para prevenir lesiones por el choque (equimosis, lesiones en espinillas, etc.)

Los deportistas más beneficiados de este tipo de entrenamiento son:

- Los levantadores de peso olímpicos, ya que son los que poseen mayor volumen de potencia y mejores saltos verticales, atribuibles a la naturaleza pliométrica de la técnica de doble flexión de rodilla en el despegue por impulso.
- Corredores velocistas, que ven mejorada con la actividad pliométrica su rapidez de carrera máxima y su fuerza de impulso en los postes de salida.
- Los saltadores ven mejorada su capacidad de salto, tanto en el impulso inicial de despegue como en la altura o longitud del salto.

28.3.1. Elección del tipo de trabajo muscular para entrenamiento específico

La elección de un tipo u otro de trabajo y sus posibles combinaciones en el entrenamiento dependerá de la velocidad y las cualidades de la fuerza que se quiera desarrollar, buscando mejorar la capacidad del deportista y los resultados en competición.

Según la velocidad se diferencia entre:

- *Fuerza lenta.* El esfuerzo contráctil se caracteriza porque se va a realizar lentamente, y es necesario un tiempo de duración de la contracción.
- *Fuerza rápida.* Se exige en este caso una determinada velocidad al ejercicio, en todo caso buscando la no realización lenta.
- *Fuerza explosiva.* Supone el desarrollo del ejercicio a gran velocidad; es casi más adecuado decir a la máxima velocidad.

Teniendo en cuenta las cualidades de la fuerza, se puede diversificar entre:

- *Fuerza máxima:* es la fuerza empleada en una contracción máxima a la que se le opone una resistencia insuperable.
- *Fuerza de impulso:* supone la puesta en juego, a la vez y al máximo, de todos los grupos musculares que intervienen en el esfuerzo contráctil, para producir el mayor impulso posible en el tiempo disponible.
- *Resistencia a la fuerza:* es la capacidad de resistencia al cansancio en los ejercicios de fuerza de larga duración o que se repiten con frecuencia.

En una misma sesión se pueden realizar ejercicios que desarrollen los tres

componentes o cualidades de la fuerza, siguiendo la siguiente sucesión:

- Primero, los que aumenta la resistencia a la fuerza.
- Segundo, los que influyen sobre la fuerza de impulso.
- Tercero, los que aumentan la fuerza máxima.

Para desarrollar la fuerza se ha de actuar progresivamente de una sesión a otra, buscando desarrollar al máximo las capacidades de trabajo, tanto en resistencia como en número de movimientos. Por ejemplo, un deportista que es capaz de repetir ocho veces un movimiento debe incrementarlas a 10 ó 12 en las sesiones sucesivas. Cuando haga esto se aumentará la resistencia de un 3 a un 5%, reduciendo las repeticiones a 7 u 8, teniendo que incrementar a 10 ó 12 en las sesiones sucesivas, y así progresivamente. Lo que está muy claro es que sólo se asegura el crecimiento regular de las cualidades de la fuerza evitando dentro de lo posible el estancamiento subsiguiente a la monotonía, ejercitando los distintos elementos del proceso de entrenamiento dentro de una movilidad dinámica. Esto se puede conseguir de diversas maneras:

- Variando dentro de lo posible las sobrecargas aplicadas, así como el número de repeticiones y el ritmo de los ejercicios.
- Modificando los ejercicios que se aplican para conseguir mayor fuerza de los mismos grupos musculares.
- Mediante la diversificación de los aparatos de entrenamiento, así como de la sobrecarga utilizada.
- Modificando el orden de los ejercicios de entrenamiento para diferentes grupos musculares ejercitados.
- Cambiando los días de las series y las cargas utilizadas en cada una de éstas.

Por todo lo dicho, se puede deducir que no sólo no existe, sino que incluso es conveniente que el sistema de entrenamiento no sea único, ya que el programa de entrenamiento debe ser adecuado para cada una de las diferentes especialidades deportivas. Además, se debe adaptar a cada atleta de acuerdo con sus diferentes características, variándolo en relación con las diversas fases de preparación, las adaptaciones y los resultados obtenidos.

28.4. Entrenamiento de las distintas cualidades de la fuerza

Este entrenamiento específico ha de consistir en lo siguiente:

1. *Desarrollo de la fuerza máxima.* Se clasifica en isométrica e isotónica, concéntrica o excéntrica. Hay dos tipos de métodos, que persiguen distintos objetivos:
 - Encaminado a la mejora de coordinación intermuscular (armonía antagónica) e intramuscular, mediante el entrenamiento basado en las repeticiones con poca

carga, lo que implica un aumento de masa muscular. De hecho, una contracción muscular aislada, con esfuerzo máximo, sólo pone en juego del 30 al 60% de las fibras musculares; ahora bien, el entrenamiento produce un efecto beneficioso sobre la sincronización de las fibras dentro del músculo, así como coordinación de agonistas y armonización de acción de los antagonistas. Es aconsejable en corredores de medio fondo y de fondo, ya que éstos en absoluto buscan aumentar su masa muscular.

- Busca la mejora en la coordinación inter e intramuscular y aumento de la masa muscular por una degradación intensa de las estructuras proteicas a nivel de los músculos después de una sobrecompensación.

Para desarrollar la fuerza máxima el tipo de trabajo será un trabajo asociado de los diversos tipos:

- 50 a 60% de trabajo dinámico, siendo recomendable dedicar el doble de tiempo al trabajo excéntrico que al concéntrico.
 - 20 a 30% de trabajo isocinético.
 - 10 a 20% de trabajo estático.
2. Desarrollo de la fuerza de impulso o explosiva. Se ponen dos componentes en marcha: fuerza y velocidad. El trabajo se realiza con régimen dinámico y fundamentalmente concéntrico. La resistencia que se emplea en los ejercicios específicos es, en caso de que se quiera incrementar la fuerza, del 70 al 90% de su máximo del momento; si se quiere trabajar la velocidad será del 30 al 50% del máximo. En cuanto al ritmo, es el más próximo al ritmo límite, en caso de querer desarrollar la fuerza al 90%, en el supuesto de querer desarrollar la velocidad al 100%. La duración de los ejercicios depende de la importancia de la carga: puede ser de dos segundos para fuerza y de seis segundos para velocidad. La especificación consiste en una sola salida por serie y aceleraciones de 5 a 10 series. Las pausas deben permitir la recuperación total de la capacidad de trabajo: es de uno a tres minutos según cargas. Respecto al número de series por sesión, es escaso; en total no ha de haber una duración superior a 15 ó 20 minutos por sesión.
 3. *Trabajo de resistencia a la fuerza.* El trabajo de resistencia general viene determinado por la capacidad funcional del sistema cardiopulmonar. Se puede clasificar la fuerza de resistencia en:
 - Local. La característica fundamental es que se trabaja menos de un tercio de la masa muscular total. El resto no va a estar en juego.
 - Regional. Se va a trabajar con una banda que va a oscilar de un tercio a dos tercios de la masa muscular total.
 - Global. Se va a producir un incremento de la masa muscular que va a trabajar, teniendo que ser superior a dos tercios de la musculatura total.

Si se utiliza una contracción estática de base aeróbica pura (oxidativa), sólo es posible una carga del 15% de la fuerza máxima. Si se utiliza del 15 al 50% de la fuerza máxima, el trabajo metabólico será mixto aeróbico-anaeróbico. Si se supera este límite, se produce por la contracción compresión vascular a expensas de energía anaeróbica pura (no oxidativa lactásica y alactásica). Si se trata de resistencia de la fuerza dinámica aeróbica pura, la fuerza realizada ha de ser inferior al 20 ó 30% de la fuerza máxima, utilizando frecuencias submáximas de movimiento. Si la fuerza es del 30 al 50% de la fuerza máxima o se aumenta la frecuencia del movimiento, se producirá una transición fluida hacia aporte energético anaeróbico. El régimen de trabajo es dinámico (concéntrico y excéntrico) y estático.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- AYKROYD, P.: *Tácticas y destrezas de la gimnasia*. Educar editores. Bogotá, 1983.
- EINSINGBACH, T.; KLÜMPER, A. y BIEDERMAN, L.: *Fisioterapia y rehabilitación en el deporte*. Ediciones Scribá. Barcelona, 1989.
- PASTRANA, R.: *Lesiones deportivas y rehabilitación*. Monografías de Rehabilitación, Volumen 1. Ferjisa. Madrid, 1988.
- WILLIAMS, J. C. R.: *Lesiones en el deporte*. Interamericana. Madrid, 1988. WILLIAMS, J. C. P. y SPERRIN, P. N.: *Medicina deportiva*. Salvat. Barcelona, 1982.

Facilitación neuromuscular propioceptiva

Objetivos

- Conocer el desarrollo histórico del método.
- Conocer sus principios neurofisiológicos.
- Saber las técnicas básicas y específicas.
- Saber los patrones cinéticos base de cabeza cuello, miembro superior y miembro inferior.

29.1. Introducción

29.1.1. Finalidad

La facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), más conocida como *método de Kabat*, tiene como finalidad promover respuestas motoras mediante la estimulación de los propios tejidos del organismo, conjuga los conocimientos que aportó Sherrington y el arte o forma de aplicar las técnicas o principios básicos que la configuran.

Para Knott y Voss (1974, 19) la filosofía del tratamiento está dada por ciertos axiomas de la vida que son comunes a todos los seres humanos: la vida es una respuesta frente a una serie de demandas. El cuerpo, el organismo normal, es capaz de desempeñar actividades motoras que abarcan toda una amplia gama de habilidades, fuerza y resistencia, las únicas limitaciones están dadas por la estructura anatómicas y las respuestas neuromusculares intrínsecas y aprendidas con anterioridad. Cuando existe una deficiencia en el mecanismo neuromuscular, el individuo no responde convenientemente a las demandas de la vida. Las técnicas de la FNP consisten en establecer una demanda en los casos que se desea obtener una respuesta.

La civilización se desarrolló merced a la colaboración y no tanto a la supervivencia de los más aptos, lo cual significa que los más fuertes ayudan a los más débiles en un mutuo esfuerzo. Con este enfoque, las partes más fuertes del cuerpo se emplean para estimular y fortalecer a la más débiles. Por lo tanto, la filosofía de la FNP está basada en que todo ser humano responde de acuerdo con la demanda que se le plantea, en que los potenciales que existen pueden ser desarrollarse mejor, que los movimientos tienen que

ser específicos y orientados hacia una meta, que la actividad es necesaria para desarrollar la coordinación, la fuerza, la resistencia y que las partes fuertes ayudan a las más débiles, merced a una colaboración orientada hacia un objetivo de función óptima.

La FNP se desarrolló en el Instituto Kabat Kaiser, entre los años 1946 a 1951. El Dr. Hermán Kabat se basó en su conocimiento sobre la labor de Sherrington y otros neurofisiólogos. Después ha venido desarrollándose, en especial por M. Knott, D. Voss, y en Europa por E. Viel.

Kabat desarrolló el método de FNP trabajando con pacientes, hasta que logró combinaciones que parecían acertadas. Combinó movimientos para comprobar la eficacia de la resistencia y el estiramiento máximo como facilitadores de la respuesta de un músculo distal débil, por irradiación desde un músculo proximal más fuerte de función afín. De esta manera identificó patrones de movimiento en masa que son por sí mismos un mecanismo de facilitación eficaz. A partir del año 1950 se hicieron esfuerzos para identificar los patrones espirales y diagonales específicos. Se probaron en pacientes todas las combinaciones posibles de los componentes del movimiento, registrando los resultados en un formulario. Los datos registrados en cada paciente revelaron que los patrones exactos era tridimensionales (Voss, Lonta y Myers; 1987, 20).

29.1.2. Definición de la facilitación neuromuscular propioceptiva y principios

La FNP es el conjunto de métodos o técnicas cuya finalidad es facilitar el desencadenamiento de mecanismos neuromusculares estimulados por los propioceptores, existentes en el músculo, tendón, ligamento y cápsula articular, incluyendo las sensaciones esteroceptivas del tacto y piel.

Estos propioceptores o receptores artroquinéticos, denominados también mecanorreceptores, son de cuatro tipos:

- *Tipo I:* corpúsculos encapsulados de 80 a 100 mieras, en grupos de 5-6. Fibras mielinizadas 6-9 mieras. Umbral de excitación: bajo. Adaptación lenta. Localización en la cápsula articular (caras superficiales). Función: estática, posición articulación, cambios presión intraarticular. Información sobre la dirección, amplitud y rapidez del movimiento.
- *Tipo II:* corpúsculos cónicos de 280 mieras en grupos de 2-4. Fibras mielinizadas de 9-12 mieras. Umbral: bajo. Adaptación: rápida. Localizados en la cápsula articular (cara profunda), almohadillas grasas, vasos sanguíneos articulares. Función: dinámica (aceleración y desaceleración articular).
- *Tipo III:* corpúsculos fusiformes encapsulados de 600 mieras. Umbral: elevado. Adaptación: muy lenta. Fibras mielinizadas de 13 a 17 mieras. Localizados únicamente en los ligamentos, ausentes en los ligamentos vertebrales comunes. Función: inactivos en una articulación inmóvil, activos al final del movimiento, en particular en los forzados.
- *Tipo IV:* nociceptores, fibras amielínicas con terminaciones libres, inactivos en la

función normal, responden al stress mecánico y químico de las estructuras que los contienen. Localizados en la cápsula articular, ligamentos, cojinetes grasos, paredes de los vasos sanguíneos. Responsables del dolor, no se deben estimular nunca.

En las articulaciones estos mecanorreceptores, que tapizan la cápsula articular y los ligamentos, están inervados por el mismo tronco nervioso que inerva los músculos protectores de la articulación, lo que explica la contractura como mecanismo protector de la articulación dañada.

El músculo no se puede considerar sólo como efector, capaz de contraerse, sino que además es receptor debido al huso muscular y órgano de Golgi del tendón. El huso muscular informa al sistema nervioso tanto de la longitud del músculo como de la velocidad de cambio de longitud; el órgano de Golgi transmite información sobre la tensión o velocidad de modificación de la tensión.

Por otra parte, el sistema nervioso central recibe los mensajes y extrae las informaciones necesarias para el comienzo y dirección de los movimientos. La patología del integrador da como resultado una pérdida del control del movimiento.

En los movimientos normales, la información sensitiva precede a la contracción muscular. Para que exista movimiento “normal“, se necesita la integración y función adecuada de un detector (sistema propioceptivo), un integrador (sistema nervioso central) y un efector (músculo). Cuando se lesiona uno de ellos, se producirá un patrón de movimientos alterado.

Según Viel (1989, 35), la función motora normal está basada en una suma de informaciones sensitivas normales. Por otra parte, para continuar el movimiento en buenas condiciones, el integrador tiene la necesidad de informaciones constantes sobre la posición de los segmentos en acción. Es aquí donde resalta la importancia del sentido quinesésico. Éste se compone de las sensaciones siguientes: sensaciones de apoyo, posición articular, variaciones de la tensión muscular, conocimiento preciso de la velocidad y de la dirección de un desplazamiento angular, lineal o rotatorio imprimido a una o varias articulaciones. Las vías aferentes así excitadas informan al individuo acerca de la posición respectiva de cada uno de los segmentos de su cuerpo, uno en relación al otro. El sentido quinesésico está limitado por las propiedades de los receptores, en los músculos poco corticalizados; por ejemplo, los de la espalda y las articulaciones intervertebrales la percepción es muy vaga, no son fuentes eficaces de mensajes quinesésicos precisos, en contra de lo que sucede en la cadera u otras articulaciones.

La reeducación neuromuscular se interesa en el entorno de la función de las zonas y grupos musculares que efectúan conjuntamente el movimiento a partir de un estímulo sensorial; parece ser que la pérdida de un solo músculo clave del movimiento es suficiente para impedir el desarrollo de éste en el orden y complejidad habitual. El movimiento integrado es una coordinación temporal variable que interesa los músculos agonistas de forma secuencial. Esto necesita la participación equilibrada de todos los músculos de la zona afectada. Las técnicas vienen a reforzar el músculo débil, reintegrándolo en un movimiento funcional que el individuo ya conoce, y en la ejecución

del cual el músculo débil es ayudado por sus agonistas y sinergistas.

Las técnicas de FNP para restituir el patrón cinético “normal”, se basan en las experiencias de Magnus y Simons, entre otros, que investigaron la influencia de los reflejos posturales y reacciones de enderezamiento sobre el tono muscular y sus repercusiones sobre la postura y en los principios descritos por Sherrington.

- *Inducción sucesiva.* Después de una enérgica contracción del antagonista, aumenta la potencia del agonista; quiere decir que una fuerte contracción de los flexores facilita y potencia la contracción de los extensores y viceversa. De este principio nacen las cuatro técnicas de inversión de antagonistas: contracciones repetidas, inversión lenta, inversión lenta y sostén, y la estabilización rítmica. Se pueden hacer mediante contracciones isotónicas o isométrica, o bien una combinación de ambos tipos de contracción muscular.
- *Inervación recíproca.* La contracción refleja o voluntaria de un músculo agonista se asocia a la relajación simultánea del músculo antagonista, debido a una respuesta inhibitoria de los husos musculares. El mecanismo neuronal que causa esta relación recíproca se denomina inervación recíproca (Guyton; 1989, 247). De este principio nacen técnicas de coordinación como la iniciación rítmica y las de relajación o estiramiento, como contraer-relajar, sostener-relajar, que son útiles para aumentar el recorrido del movimiento.
- *Irradiación.* La contracción voluntaria máxima contra resistencia produce una respuesta de otros músculos no implicados en la contracción. Quiere decir que los músculos más potentes ayudan a los más débiles; se produce un “desbordamiento de energía”, que se puede provocar a partir de los músculos fuertes del mismo miembro, del tronco o cuello, músculos fuertes de un miembro homolateral o contralateral.
- *Reflejo miotático o de estiramiento.* Es la respuesta de los husos musculares al estiramiento del músculo mediante una acción refleja que inicia una contracción más fuerte para reducir el estiramiento. Este reflejo es importante en la FNP, porque actúa como un elemento autorregulador o compensatorio, permitiendo al músculo adaptarse automáticamente a cargas diferentes, sin que la información tenga que ser procesada en los centros superiores. Los impulsos excitadores se transmiten a los músculos que realizan el movimiento deseado (agonistas), mientras que los impulsos inhibidores llegan a las neuronas de los músculos antagonistas.

29.2. Técnicas básicas. Utilización de estímulos

Son los estímulos utilizados para obtener buenas respuestas neuromusculares. El fisioterapeuta debe conocer y saber aplicar:

- *Contactos manuales.* Producen la estimulación percutánea de los receptores

esteroceptivos; recordemos que en los movimientos voluntarios la estimulación sensitiva precede a la acción motora. Así, el fisioterapeuta aplica presiones suaves sobre el territorio cutáneo. La colocación de las manos debe ser cuidadosa, de forma que se apoyen sobre el músculo cuya contracción interesa. La presión manual nunca debe ser dolorosa, será firme y agradable, dándole al paciente la sensación del movimiento, en diagonal y rotación, y además permitirá aplicar la resistencia adecuada.

- *Comandos y comunicación. Estimulación verbal y visual.* La visión es el gran sentido espacial, mientras que la audición lo es temporal. Los comandos verbales son órdenes que refuerzan la realización del patrón; el tono de la voz influye en la calidad de las respuestas. Las órdenes tajantes y enérgicas se emplean cuando es necesaria una estimulación máxima. La voz suave es adecuada para los pacientes con dolor, infunde seguridad. Deben ser claras y concisas; “tire” es la orden adecuada cuando, al ejecutar el movimiento, el miembro se acerca a la línea media del cuerpo (aducción); y “empuje” cuando se separa de la misma (abducción), y “sostenga o aguante”, cuando empleamos contracción isométrica. El paciente debe mirar su miembro mientras realiza el movimiento para aumentar la esterocepción, sobre todo si tiene alteraciones de la sensibilidad profunda.
- *Estiramiento.* La contracción de un músculo o grupo muscular puede verse facilitada por la aplicación de un estiramiento breve que provoque el reflejo. Es imprescindible para esta facilitación que el músculo esté inervado. Se trata de un estiramiento muy corto, no más de una décima de segundo, y bien marcado, no brutal. Si se aplica bien los husos motores responden a la tracción, y se produce la contracción refleja. Está contraindicado cuando existe una lesión musculotendinosa, pues provocaría dolor e incluso la podría agravar.
- *Resistencia máxima.* La función de la resistencia máxima es útil para reforzar los músculos, aumentar la estimulación del sistema nervioso y aumentar la resistencia al esfuerzo. Hay que tener en cuenta que no se puede obtener una contracción máxima más que durante una parte de recorrido articular. El músculo no desarrolla toda su fuerza más que en la longitud cercana a la posición de reposo, la amplitud favorable suele ser a mitad del recorrido. Se debe aplicar la resistencia máxima que el enfermo pueda tolerar, dosificada, que le permita realizar el patrón solicitado, con lentitud, pero uniformemente a través del recorrido de movimiento; una resistencia exagerada corre el peligro de perturbar la dirección del movimiento. Debe ser máxima para cada músculo que forme parte del patrón.
- *Irradiación.* La resistencia máxima produce una irradiación o desborde de energía desde el músculo más potente hacia el más débil. Cuando a un músculo o grupo muscular se le aplica la máxima resistencia y se contrae con gran potencia, otros músculos situados a distancia se contraen. Ejemplo: la flexión resistida de la cadera provoca la dorsiflexión del pie, y la dorsiflexión del pie provoca la contracción del cuádriceps.

En este punto es aconsejable introducir los conceptos de *sincronismo normal* e

invertido. El normal quiere decir que el movimiento se ejecuta desde la parte distal hacia la proximal, y está en consonancia con el hecho de que las partes distales, manos y pies, son las que reciben la mayoría de los estímulos para las actividades motoras. En el invertido, la acción se desarrolla desde la parte proximal hacia la distal, siguiendo la evolución motora normal. Por lo tanto, cuando existen deficiencias proximales se deben corregir, en primer lugar, en armonía con los procesos normales del desarrollo.

- *Tracción o decoaptación y aproximación o coaptación*. Los receptores situados en la cápsula articular se pueden estimular mediante la tracción o la aproximación. Entendemos por tracción cuando se separan las superficies articulares, lo que provoca respuestas reflejas flexoras, como por ejemplo levantar un objeto muy pesado con el miembro superior. La tracción facilita el movimiento. Por lo tanto, la tracción refuerza los patrones de flexión, y se puede provocar si al ejecutar el movimiento se desplaza el cuerpo ligeramente hacia atrás. La coaptación estimula a los músculos extensores y facilita la estabilidad articular; se puede provocar desplazando el cuerpo ligeramente sobre el paciente.

Estas técnicas no se pueden emplear si existen lesiones de partes blandas periarticulares, y fracturas no consolidadas, artritis. Por el contrario, la irradiación es útil en los casos citados.

- *Refuerzo y combinación de patrones*. Tiene mucho que ver con el sincronismo y la irradiación, pues todo patrón puede reforzar a otro. Por ejemplo: los patrones de cabeza y cuello pueden reforzar los de tronco y viceversa. Intervienen reflejos como los tónico-cervicales y laberínticos, primitivos de flexión o extensión en masa y los posturales y de enderezamiento.

La combinación de patrones facilita la interacción de los segmentos del miembro superior o del inferior de forma simétrica, cuando se efectúan patrones semejantes al mismo tiempo, y asimétrica si se efectúan hacia un lado al mismo tiempo. Cuando se combinan los del miembro superior e inferior, pueden ser homolaterales, es decir, las extremidades del mismo lado se mueven en la misma dirección y a un mismo tiempo; o contralaterales, donde las extremidades de lados contrarios se mueven en la misma dirección y al mismo tiempo (Voss, Ionta y Myers; 1987, 310).

29.3. Patrones cinéticos

Son movimientos integrados que tienen un carácter global y se realizan en diagonal y espiral, es decir, con componentes de rotación, reproduciendo de forma muy exacta los movimientos que se realizan en las actividades de la vida diaria y en los movimientos de los deportes. En las diagonales, configuradas en forma de “X”, existen en cada una de ellas dos patrones antagonistas uno del otro, y constan de flexión o extensión, abducción o aducción, y rotación interna o externa. Con la excepción de los patrones de cabeza cuello y tronco donde solamente se combinan momentos de flexión o extensión con

rotación derecha o izquierda.

En la extremidad superior la flexión va ligada siempre a la rotación externa, siendo variable interna, como también lo es la abducción o la aducción. Respecto a la extremidad inferior, la abducción va unida siempre a la rotación interna, mientras que la aducción a la rotación externa, siendo variable la flexión o extensión. La articulación donde se genera el componente mayor de movimiento recibe el nombre de *pivot*. Por lo tanto en los miembros superiores e inferiores existen pivots proximales –hombro y cadera–, pivots intermedios –codo y rodilla– y pivots distales –muñeca y tobillo–. Existen dos tipos de patrones cinéticos:

- *Patrones cinéticos base:*

En cada diagonal de los miembros superiores e inferiores, no se genera movimiento en las articulaciones pivots intermedias: codo y rodilla.

- *Patrones quebrados o mixtos:*

Son aquellos en los que intervienen las articulaciones o pivots intermedios, codo o rodilla. Lo que permite partir de la posición de extensión y finalizar el recorrido en la deflexión o viceversa; son adecuados para dar énfasis a los pivots intermedios y distales.

Permiten dar énfasis a cada uno de los pivots; por tanto, además de los pivots proximales, hombro o cadera, también hay que tener en cuenta la existencia de los pivots intermedios, codo o rodilla, y la de los pivots distales, muñeca o tobillo.

29.4. Descripción de los patrones para cabeza y cuello

Los dos patrones de una diagonal son: flexión con rotación hacia la derecha, y extensión con rotación hacia la izquierda; mientras que en la otra son: flexión con rotación hacia la izquierda, y extensión con rotación hacia la derecha. Seguidamente se describen las características más importantes de los patrones de la mencionada en primer lugar.

1. *Flexión con rotación hacia la derecha*

- *Patrón antagonista.* Extensión con rotación a la izquierda.
- *Componentes del movimiento.* La cabeza hace rotación hacia la derecha, atlas sobre asis. Se indica al paciente: “gire la cabeza”. Maxilar inferior se deprime, flexión de los cóndilos occipitales sobre el atlas. Se dice al paciente: “baje la barbilla“, para continuar con el movimiento de flexión y rotación del resto de vértebras cervicales, hasta llevar el mentón hacia la clavícula derecha.
- *Orden verbal:* “tire”.
- *Principales componentes musculares.* Rotación de la cabeza: esternocleidomastoideo derecho, recto lateral de la cabeza (izquierdo), recto anterior de la cabeza (derecho), como componentes de rotación. De la flexión

occipitoatloidea: esternocleidomastoideo derecho, recto anterior mayor de la cabeza (derecho). Flexión cervical con el resto de rotación: esternocleidomastoideos, intertransversos anteriores derechos (como componentes flexor), largo del cuello y escaleno posterior, medio y anterior.

2. *Extensión con rotación hacia la izquierda*

- *Patrón antagonista.* Flexión con rotación hacia la derecha.
- *Componentes del movimiento.* La cabeza hace rotación hacia la izquierda, atlas sobre axis. Se le indica al paciente “gire la cabeza”. Extensión de los cóndilos occipitales sobre el atlas. Al paciente, se le indica: “levante la barbilla“, y se sigue con el resto de movimiento de extensión del raquis cervical con rotación.
- *Orden verbal:* “empuje”.
- *Principales componentes musculares.* Rotación: oblicuo superior (izquierdo), oblicuo inferior izquierdo, componente de rotación, esplenio, largo de la cabeza, semiespinosos dorsales y trapecio (porción superior). Extensión occipitoatloidea: oblicuo inferior de la cabeza (componente extensor), recto posterior mayor de la cabeza, recto posterior menor de la cabeza, semiespinoso dorsal, largo de la cabeza y esplenio. Extensión resto raquis cervical con rotación: semiespinoso dorsal, largo cabeza, largo del cuello, ileocostal cervical, esplenio dorsal y del cuello, interespinosos e intertransversos y porción superior del trapecio.

En los patrones de la otra diagonal: *flexión con rotación a la izquierda y extensión con rotación a la derecha*, los componentes del movimiento, musculares y articulares, son exactamente los mismos que los descritos, pero del lado opuesto.

Los contactos manuales, en la ejecución de los patrones, permiten guiar, resistir el movimiento y estimular los tejidos superficiales.

29.5. Patrones base del miembro superior

En los patrones de los miembros superiores, hay que tener en cuenta los componentes articulares que van asociados. Cuando hay flexión de hombros siempre se acompañan de rotación externa del brazo con supinación del antebrazo y desviación radial de la muñeca. Por contra, en los patrones de extensión de hombro se acompañan de rotación interna, de pronación del antebrazo y desviación cubital de la muñeca.

Conviene recordar que los patrones base se realizan con el codo en extensión. En una diagonal existen dos patrones: flexión, aducción, rotación externa; y extensión, abducción, rotación interna; mientras que en la otra son los de flexión, abducción, rotación externa; y extensión, aducción, rotación interna. Seguidamente pasamos a describir las características más importantes de cada uno de ellos.

1. *Flexión, aducción y rotación externa.*

- *Patrón antagonista.* Extensión, abducción y rotación interna.
- *Componentes del movimiento.* El pulgar y los demás dedos se flexionan, la muñeca se desvía hacia el lado radial y se flexiona, supinación del antebrazo, se flexiona el hombro, se aduce y hace rotación externa.
- *Orden verbal:* “tire”.

ARTICULACIÓN	COMPONENTES ARTICULARES	COMPONENTES MUSCULARES
• Dedos	• Flexión	• Flexores superficiales y profundos. • Flexor corto del 5º dedo. • Oponente del meñique. • Interóseos palmares y lumbricales.
• Pulgar	• Flexión	• Flexor largo del pulgar. • Flexor corto del pulgar.
	• Aducción y oposición	• Aductores y oponente del pulgar.
• Muñeca	• Flexión con desviación radial	• Plamar mayor y menor.
• Antebrazo	• Supinación	• Bíceps y supinador corto.
• Hombro	• Flexión, aducción, rotación externa	• Bíceps braquial. • Coracobraquial. • Deltoides mayor. • Pectoral mayor. • Infraespinoso. • Redondo menor.
• Escápula	• Rotación, aducción y elevación	• Trapecio, porción superior, media e inferior.

2. Extensión, abducción y rotación interna.

- *Patrón antagonista.* Flexión, aducción y rotación externa.
- *Componentes del movimiento.* Los dedos se extienden junto al pulgar, que además se abduce, la muñeca se extiende y desvía hacia lado cubital, el antebrazo va en pronación y el hombro se extiende, abduce y rotación interna.
- *Orden:* “empuje”.

ARTICULACIÓN	COMPONENTES ARTICULARES	COMPONENTES MUSCULARES
• Dedos	• Extensión	• Extensor común dedos • Extensor propio 5º dedo • Extensor propio índice
	• Abducción	• Interóseos dorsales • Abductor 5º dedo
• Pulgar	• Extensión	• Extensores largo y corto del pulgar
	• Abducción	• Abductor largo del pulgar
• Muñeca	• Extensión con desviación cubital	• Cubital posterior
• Antebrazo	• Pronación	• Pronador cuadrado • Pronador redondo
• Hombro	• Extensión, abducción y rotación interna	• Dorsal ancho • Porción larga del tríceps • Deltoides porción posterior • Redondo mayor • Subescapular
• Escápula	• Rota, abduce y deprime	• Angular del omóplato • Romboides mayor y menor

3. Flexión, abducción y rotación externa.

- *Patrón antagonista.* Extensión, aducción, rotación interna.
- *Componentes del movimiento.* Los dedos se extienden, el pulgar también, la muñeca se extiende y desvía hacia el lado radial, supinación el antebrazo y el hombro se flexiona, abduce y rota hacia afuera.
- *Orden:* “tire”.

ARTICULACIÓN	COMPONENTES ARTICULARES	COMPONENTES MUSCULARES
• Dedos	• Extensión	• Extensor común dedos • Extensor propio 5º dedo • Extensor propio índice
	• Abducción	• Interóseos dorsales • Abductor 5º dedo
• Pulgar	• Extensión	• Extensores largo y corto del pulgar
• Muñeca	• Extensión con desviación radial	• Radiales (.../...)

ARTICULACIÓN	COMPONENTES ARTICULARES	COMPONENTES MUSCULARES
• Antebrazo	• Supinación	• Supinador corto • Bíceps braquial
• Hombro	• Flexión, abducción y rotación externa	• Deltoides anterior • Supraespinoso • Deltoides porción media • Redondo menor • Infraespinoso
• Escápula	• Rotación, aducción y elevación	• Trapecio, porción superior, media e inferior

4. *Extensión, aducción y rotación interna.*

- *Patrón antagonista.* Flexión, abducción y rotación externa.
- *Componentes del movimiento.* Los dedos se flexionan, incluido el pulgar, la muñeca se flexiona y desvía hacia el lado cubital, el antebrazo hace pronación y el hombro se extiende y aduce rotando hacia adentro.
- *Orden:* “empuje”.

ARTICULACIÓN	COMPONENTES ARTICULARES	COMPONENTES MUSCULARES
• Dedos	• Flexión	• Flexores superficiales y profundos • Flexor corto del 5º dedo
	• Aducción	• Interóseos palmares
• Pulgar	• Flexión	• Flexores superficiales y profundos dedos
• Muñeca	• Flexión con desviación cubital	• Cubital anterior • Palmar mayor y menor
• Antebrazo	• Pronación	• Pronador cuadrado y redondo
• Hombro	• Extensión, aducción y rotación interna	• Dorsal ancho • Pectoral mayor • Redondo mayor • Subescapular
• Escápula	• Rota, abduce y deprime	• Pectoral menor • Subclavio

29.6. Patrones base del miembro inferior

Ciertos componentes articulares están siempre asociados. Así, los patrones con abducción de la cadera se acompañan siempre de una rotación interna de la misma y de eversión del tobillo; por contra, la aducción de la cadera conlleva una rotación externa y de inversión del tobillo. Los patrones objeto de estudio son en una diagonal: flexión, aducción, rotación externa; y extensión, abducción, rotación interna. En la otra, flexión, abducción, rotación interna; y extensión, aducción, rotación externa.

1. *Flexión, aducción y rotación externa.*

- *Patrón antagonista.* Extensión, abducción y rotación interna.
- *Componentes del movimiento.* Los dedos se extienden, el pie y tobillo se dorsiflexionan con inversión, la cadera se flexiona y aduce rotando hacia afuera.
- *Orden:* “tire”.

ARTICULACIÓN	COMPONENTES ARTICULARES	COMPONENTES MUSCULARES
<ul style="list-style-type: none"> • Dedos 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensión 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensor común dedos • Extensor propio dedo gordo • Abductor del dedo gordo • Pedios • Interóseos dorsales • Lumbricales
<ul style="list-style-type: none"> • Tobillo (articulación tibio tarsiana) • Rodilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión dorsal con inversión • Permanece en extensión 	<ul style="list-style-type: none"> • Tibial anterior
<ul style="list-style-type: none"> • Cadera 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión, aducción y rotación externa 	<ul style="list-style-type: none"> • Psoas iliaco, mayor y menor • Sartorio • Recto anterior (porción media) • Abductores mayor, medio, menor • Rector interno • Pectíneo • Obturador interno y externo • Piramidal • Cuadrado crural

2. Extensión, abducción y rotación interna.

- *Patrón antagonista.* Flexión, abducción y rotación externa.
- *Componentes del movimiento.* Los dedos se flexionan, el tobillo y pie realizan la flexión plantar en eversión, la cadera se extiende abduce y rota hacia adentro.
- *Orden:* “empuje”.

ARTICULACIÓN	COMPONENTES ARTICULARES	COMPONENTES MUSCULARES
• Dedos	• Flexión	• Flexor común largo de los dedos • Flexor corto plantar • Flexor largo propio dedo gordo • Interóseo plantar y lumbricales
• Tobillo (articulación tibiotarsiana) • Rodilla	• Flexión plantar con eversión • Permanece en extensión	• Peroneo lateral largo y tríceps rural
• Cadera	• Extensión, abducción y rotación interna	• Isquiotibiales (bíceps crural) • Glúteo mayor • Glúteo mediano • Tensor fascia lata • Glúteo menor

3. Flexión, abducción y rotación interna.

- *Patrón antagonista.* Extensión, aducción y rotación interna.
- *Componentes del movimiento.* Los dedos se extienden, pie y tobillo hacen flexión dorsal con eversión y la cadera se flexiona, abduce y rota hacia afuera.
- *Orden:* “empuje”.

ARTICULACIÓN	COMPONENTES ARTICULARES	COMPONENTES MUSCULARES
• Dedos	• Extensión	• Extensor común dedos • Extensor propio dedo gordo • Abductor dedo gordo • Pedios • Interóseos dorsales y lumbricales
• Tobillo (articulación tibiotarsiana) • Rodilla	• Flexión dorsal con eversión • Rodilla • Permanece en extensión	• Peroneo lateral corto
• Cadera	• Flexión, abducción y rotación interna	• Psoas iliaco • Recto anterior • Tensor fascia lata • Glúteo medio • Glúteo menor

4. Extensión, aducción y rotación externa.

- *Patrón antagonista.* Flexión, abducción y rotación interna.
- *Componentes del movimiento.* Los dedos se flexionan, el pie y tobillo hacen flexión plantar con inversión, la cadera se extiende, aduce y rota hacia afuera.
- *Orden:* “tire”.

ARTICULACIÓN	COMPONENTES ARTICULARES	COMPONENTES MUSCULARES
• Dedos	• Flexión	<ul style="list-style-type: none"> • Flexor largo común dedos • Flexor corto plantar • Flexor largo propio del dedo gordo • Flexor corto dedo gordo • Interóseos plantares y lumbricales
<ul style="list-style-type: none"> • Tobillo (articulación tibiotarsiana) • Rodilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión plantar con inversión • Permanece en extensión 	<ul style="list-style-type: none"> • Tibial posterior • Tríceps sural
• Cadera	• Extensión, aducción y rotación interna	<ul style="list-style-type: none"> • Glúteo mayor • Isquiotibiales (semimembranoso y semitendinoso) • Aductores mayor, medio y menor • Pectíneo • Rector interno • Obturador interno y externo • Cuadrado crural • Gémino superior e inferior

29.7. Técnicas específicas

Las técnicas específicas emplean contracciones isotónicas, isométricas o la combinación de ambas. Seguidamente se describen por separado, pero sin olvidar que con gran frecuencia se emplean combinadas. Deben ser seleccionadas en función del tipo de lesión, teniendo en cuenta el efecto que se desee obtener. Escoger la técnica según la patología o el diagnóstico garantiza una acción más eficaz. Pueden ser de refuerzo y potenciación o de relajación o estiramiento.

29.7.1. Técnicos de refuerzo y potenciación

Cabe destacar las contracciones repetidas, inversión lenta, inversión lenta y sostén y estabilización rítmica.

- *Contracciones repetidas.* Como su nombre indica se trata de repetir los mismos

movimientos o patrón. Es decir, empleando los mismos grupos de músculos, la resistencia será la máxima que el paciente pueda soportar hasta que aparece la fatiga; se puede añadir el estiramiento. Esta técnica puede realizarse de dos maneras:

1. Por repetición del reflejo de estiramiento. Si la utilización del reflejo y el esfuerzo voluntario del paciente coinciden al iniciarse el movimiento se consigue una respuesta mejor y se retrasa la fatiga.
2. Por contracciones alternantes isométricas-isotónicas. Al final del recorrido isotónico se pide una contracción isométrica.

Ayuda a desarrollar la fuerza y resistencia, y favorece la facilitación de la transmisión de impulsos. No está indicada en aquellos estados que no permiten realizar esfuerzos sostenidos frente a resistencia máxima, como es el caso de los pacientes postoperados recientes y los ortopédicos agudos.

- *Inversión lenta*. El paciente realiza un patrón contra resistencia máxima seguido inmediatamente de patrón antagonista; el cambio debe realizarse con rapidez y destreza para no romper la continuidad del movimiento. La resistencia siempre es regulada para permitir el movimiento dentro de una amplitud lo más activa posible.
- *Inversión lenta y sostén*. Lo mismo que el anterior, pero se añade una contracción isométrica al final de cada amplitud del movimiento.
- *Estabilización rítmica*. Se emplea una fuerte contracción isométrica del patrón agonista, seguido de la contracción isométrica del antagonista.

Conviene recordar la orden: “aguante” o “sostenga”. La fuerza de las contracciones es aumentada gradualmente durante toda la secuencia. Está indicada para facilitar la estabilidad, y cuando existe dolor y no se permite el movimiento activo ni pasivo.

29.7.2. Técnicas de relajación o estiramiento

Estas técnicas facilitan la movilidad. La relajación muscular puede ser obtenida utilizando una relajación posterior a una fuerte contracción de los músculos contracturados, o la relajación que se produce después de la contracción potente del antagonista.

Las diferentes técnicas se explican a continuación:

- *Sostener-relajar*. Se aplica en los pacientes que presentan una importante limitación de la amplitud articular. No provoca dolor. Se coloca el segmento en la máxima amplitud articular, para pedir una contracción isométrica de los músculos contracturados, sin permitir ningún movimiento. Posteriormente, se invita a la relajación durante 5-7 segundos, y se intenta ganar pasivamente amplitud articular.
- *Contraer-relajar*. Igual que la precedente, pero se permite el movimiento de rotación. Puede hacerse en puntos sucesivos del recorrido del movimiento,

empezando desde donde se presenta la limitación.

- *Inversión lenta, sostén y relajación.* El objetivo es estimular al agonista después de relajar al antagonista. El paciente realiza el patrón activamente hasta el límite de la movilidad articular. Seguidamente se provoca una contracción isométrica de los antagonistas (sostén-relajación), y se mantiene si es posible hasta 30 segundos. A continuación hay que pedir la relajación de forma progresiva y suave, seguida de una contracción isotónica del patrón agonista.
- *Iniciación rítmica.* También llamada *técnica rítmica*, está reservada para los pacientes que sufren alteraciones extrapiramidales como rigidez y temblor. Tienen el propósito de promover la habilidad para iniciar el movimiento y aumentar la rapidez del mismo, como ejercicio de coordinación. Se ejecutan los patrones pasivamente, se sigue con contracción isométrica activa y luego aplica una ligera resistencia. En los casos en que está contraindicada la movilización pasiva no se aplica.

Se trata por tanto de técnicas que le permiten al fisioterapeuta obtener los mejores resultados, facilitando la movilidad, fuerza y coordinación. Existen agentes físicos, como el frío y la electricidad, y métodos como la vibración mecánica, que se utilizan como coadyuvantes de los procedimientos de facilitación descritos, porque son capaces de acrecentar las respuestas propioceptivas buscadas.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

GUYTON, A.: *Anatomía y fisiología del sistema nervioso*. Panamericana. Buenos Aires, 1982.

KNOTT, M. y VOSS, D.: *Facilitación neuromuscular propioceptiva*. Panamericana. Buenos Aires, 1974.

VIEL, E.: *El método Kabat*. Panamericana. Buenos Aires, 1989.

VOOS, D; IONTA, M. y MYERS, B.: *Facilitación neuromuscular propioceptiva*. Panamericana. Buenos Aires, 1987.

30

Coordinación motora

Objetivos

- Definir el concepto de coordinación motora.
- Describir la función de las principales estructuras anatomofisiológicas que intervienen en la coordinación motora.
- Ejecutar y registrar las pruebas clínicas que indican alteraciones en la coordinación.
- Interpretar los datos registrados.
- Diseñar el programa de ejercicios o seleccionar las técnicas fisioterápicas más adecuadas para conseguir los objetivos terapéuticos.

30.1. Introducción

Las alteraciones de la coordinación son muy frecuentes en la práctica profesional de los fisioterapeutas afectando, en mayor o menor grado, la funcionalidad de los sujetos.

Son muchos y muy dispares los procesos y situaciones en los que el fisioterapeuta encontrará con la necesidad de mejorar la coordinación con el fin de obtener unos resultados terapéuticos satisfactorios. Estas situaciones van desde la “incoordinación” en la marcha derivada de la inmovilización hasta las distintas ataxias de origen central.

Por esta razón, se debe considerar que, para actuar correctamente ante las alteraciones de la coordinación, es necesario conocer el complicado entramado neurofisiológico implicado en la consecución de los patrones de movimiento complejos, que constituyen las distintas actividades realizadas por el ser humano a lo largo de su vida; y es necesario actuar determinando, con los conocimientos de los que se dispone en este momento, las posibles fases del proceso alteradas con el fin de actuar sobre ellas.

En este capítulo, y atendiendo a este razonamiento, se va a analizar el engranaje neurofisiológico de la coordinación en un primer apartado y la valoración y tratamiento fisioterápico de las alteraciones de la coordinación en los apartados siguientes.

30.2. Coordinación motora

La mayor parte, casi la totalidad, de las actividades motoras que realiza el ser humano son movimientos complejos formados por la asociación coordinada de movimientos simples en un acto motor múltiple que exige un ajuste de las contracciones musculares de agonistas, sinergistas, estabilizadores, de la secuencia temporal de contracción, de la amplitud adecuada de cada uno de los movimientos simples a los otros movimientos, etc.

Coordinación significa, según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, “la acción o el efecto de concertar medios, esfuerzos, etc., para una acción común”. Cuando se habla de coordinación motora, la “acción común” no es más que la consecución, con un gasto mínimo de energía, de los movimientos que permiten andar, saltar, bailar, etc.

Aunque esta afirmación parezca banal se ha de tener en cuenta ya que, tradicionalmente, se ha asociado el concepto de coordinación a la ejecución de patrones musculares excesivamente complejos e incluso a lesiones de zonas específicas del sistema nervioso como el núcleo pálido, sin entender que también se da un efecto de coordinación del sistema nervioso cuando se contrae de forma aislada un solo músculo. Esta actividad requiere la inhibición del antagonista cuando, de forma inconsciente, ante un peldaño más alto aumenta la flexión de la cadera, o cuando al pisar mal, de forma refleja, se contrae la cadena muscular que permite recuperar el equilibrio.

Por lo tanto, cualquier actividad motora, ya sea voluntaria, consciente, inconsciente, automática o refleja, supone una acción de coordinación, y las alteraciones de la coordinación pueden derivarse de la afectación de cualquiera de las estructuras anatómo-fisiológicas implicadas en la actividad motora, sin excluir al músculo, al que, desde un punto de vista funcional, no se puede separar del sistema nervioso; basta con recordar que, a pesar de ser uno de los tejidos más diferenciados del organismo y una de las estructuras más complejas desde el punto de vista anatómico, funcional, metabólico, energético y químico, pierde todas sus propiedades y hasta su propia estructura cuando se desconecta del sistema nervioso.

30.2.1. Principales centros de coordinación del movimiento

A pesar de estar en condiciones de afirmar que la alteración de cualquier estructura neuromuscular, desde los receptores de presión de las cápsulas articulares, pasando por los husos neuromusculares y los órganos de Golgi hasta las células gigantopiramidales o de Betz, puede provocar una alteración en la coordinación motora, y con el fin de hacer más comprensible este tema, se van a describir someramente los principales centros coordinadores del movimiento. Para ello se señalan en el [cuadro 30.1](#) las funciones asignadas dentro del engranaje motor a las distintas estructuras anatómicas y funcionales.

CUADRO 30.1

Popel de distintas estructuras anatómicas y funcionales en la actividad motora

ESTRUCTURA	FUNCIÓN ASOCIADA	ALTERACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Receptores de Vater-Pacini 	<ul style="list-style-type: none"> • Registran presión y vibración 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de la propiocepción • Alteración en la sensibilidad vibratoria • Alteración de la sensación de presión externa (barestesia)
<ul style="list-style-type: none"> • Receptores de Rufini 	<ul style="list-style-type: none"> • Registran variaciones mecánicas en las cápsulas, arterias, piel 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de la propiocepción
<ul style="list-style-type: none"> • Órganos de Golgi 	<ul style="list-style-type: none"> • Registran las tracciones pasivas y contracciones activas del músculo de cierta intensidad • Informan a la médula de esta situación y a su descarga da lugar a una relajación del músculo distendido, actuando como una especie de sistema de seguridad 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la respuesta de relajación muscular ante el estiramiento • Alteración de la propiocepción
<ul style="list-style-type: none"> • Husos neuromusculares 	<ul style="list-style-type: none"> • Registran estiramientos de menor intensidad, recogiendo sólo los estiramientos pasivos • Son capaces de adaptar cuantitativamente la respuesta al grado de contracción o relajación del músculo • Su descarga da lugar a una contracción de las fibras extrafusales del músculo distendido y a una inhibición de su antagonista. Son, por lo tanto, los receptores del reflejo miotático 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de reflejo miotático o alteración del mismo. • Alteración en el control y autorregulación de la contracción muscular
<ul style="list-style-type: none"> • Unidad motriz. (Constituida por una motoneurona localizada en el asta anterior de la médula, su cilindroje y un grupo variable de fibras musculares inervadas por ella) 	<ul style="list-style-type: none"> • Es la unidad fundamental del sistema neuromuscular • Responsable de la ejecución del acto motor, la contracción de las fibras musculares 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración en el control y autorregulación de la contracción muscular
<ul style="list-style-type: none"> • Motoneurona alfa 	<ul style="list-style-type: none"> • Inervan las fibras extrafusales de los músculos. Son las responsables del efecto mecánico de la contracción 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración en el control y autorregulación de la contracción muscular (.../...)

<ul style="list-style-type: none"> • Motoneurona gamma 	<ul style="list-style-type: none"> • Están conectadas con los husos neuromusculares. • Tienen un importante papel sobre la autorregulación de la contracción muscular, la respuesta al estiramiento y, en general, toda la actividad motora. Pero no contribuyen al acortamiento del músculo del que forman parte 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de reflejo miotático o alteración del mismo • Alteración en el control y autorregulación de la contracción muscular
<ul style="list-style-type: none"> • Raíces y cordones posteriores (médula espinal) 	<ul style="list-style-type: none"> • Transmiten los impulsos registrados por los receptores propioceptivos y esteroceptivos a los centros superiores, especialmente el cerebelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad estática • Marcha insegura con movimientos desordenados, normalmente con un fuerte taconeo • Abolición o disminución de los reflejos musculotendinosos • Ausencia de sensibilidad vibratoria • Pérdida de la Barestesia • Estereoagnosis (Pérdida del sentido de las posiciones y el movimiento)
<ul style="list-style-type: none"> • Neuronas intercalares de la sustancia gris medular 	<ul style="list-style-type: none"> • Reciben algunas de las aferencias tanto supraespinales (preferentemente de la corteza motora y premotora) como radicales, que recogen información de los receptores esteroceptivos y propioceptivos • A nivel medular segmentario estas neuronas coordinan e integran reflejos de cierta complejidad, como los que intervienen en la locomoción y probablemente en la inervación recíproca de los músculos • Participan en los fenómenos de facilitación e inhibición de los impulsos destinados a las motoneuronas; esto explica que un mismo impulso pueda ejercer tanto un efecto activador como inhibidor en las motoneuronas medulares 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de reflejo miotático o alteración del mismo. • Alteración en el control y autorregulación de la contracción muscular • Alteración del tono y alteración de los reflejos miotendinosos
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de células de Renshaw 	<ul style="list-style-type: none"> • Estas células están situadas muy cerca del cuerpo neuronal de las motoneuronas alfa, recibiendo una conexión sináptica de las mismas (registran, por tanto, los impulsos eferentes destinados a la musculatura); su cilindroeje se dirige de forma recurrente, terminando en conexión con el cuerpo neuronal de la motoneurona alfa • Cumplen un efecto amortiguador, inhibitorio, sobre las motoneuronas alfa cuando la descarga es demasiado intensa 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la función inhibitoria <p style="text-align: right;">(.../...)</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Vía rubroespinal. Sistema yuxtapi-ramidal (SY) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejerce una acción activadora sobre la musculatura flexora e inhibitora en la extensora (riendas de la flexión) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del tono flexor de las extremidades
<ul style="list-style-type: none"> • Vía vestibulo-espinal (SY) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejerce como factor activador sobre las neuronas que inervan la musculatura antigravitatoria o extensora • No recibe conexiones de la corteza, pero recibe aferencias importantes del cerebelo y del laberinto 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del tono extensor de las extremidades
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema cortico-rreticuloespinal (SY) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejerce el control sobre la vigilia y el sueño • Ejerce una acción activadora o inhibitora, según su procedencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones del sueño
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema extrapi-ramidal (núcleo caudado, lenticular, cuerpo de Luys y pálido) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejerce el control sobre los movimientos involuntarios, es decir, aquellos que no obedecen a ningún propósito deliberado, que no se pueden evitar voluntariamente y que se asocian o pueden asociarse movimientos parásitos a actos voluntarios • Infiuye también sobre actos motores "programados" a nivel de otras estructuras y que, aunque respondan a una iniciativa voluntaria, se ejecutan de manera automática e incluso inconsciente (por ejemplo, la marcha) • Ejerce el control sobre la intensidad y distribución del tono muscular 	<ul style="list-style-type: none"> • Hipercinesias • Balismos • Corea • Acinesia • Temblor • Pérdida de automatismos • Distonías
<ul style="list-style-type: none"> • Arquicerebelo (CER) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejerce su influencia en el control de equilibrio y las reacciones de equilibrio 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración del equilibrio
<ul style="list-style-type: none"> • Paleocerebelo (CER) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejerce su influencia sobre el tono muscular, inhibiendo el reflejo de tracción 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración del tono
<ul style="list-style-type: none"> • Neocerebelo (CER) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejerce su influencia en la coordinación, en los movimientos voluntarios, sobre todo de la mano 	<ul style="list-style-type: none"> • Incoordinación de movimientos
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Piramidal 	<ul style="list-style-type: none"> • Es la principal vía de motilidad. Esta vía puede ser activadora o inhibitora de la función muscular • Es considerada responsable de la inducción del acto motor 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la actividad tónica y refleja de los músculos afectados (espasticidad) • Necesidad de mayor esfuerzo volitivo para la realización de movimientos voluntarios • Pérdida del control voluntario sobre los movimientos involuntarios • Debilidad de la contracción muscular • Bradicinesia • Incapacidad para realizar voluntariamente movimientos aislados

Por la importancia de su acción, se explica más extensamente la función de los siguientes órganos y sistemas:

1. *Sistema cerebeloso*. Es el órgano que asume más directamente esta importante función de coordinación. Se puede afirmar que es el "gran integrador de toda la actividad muscular". El cerebelo no se muestra como un centro creador de funciones, sino como regulador de funciones existentes fuera de él.

Tal vez uno de los rasgos más destacables de la organización anatomofuncional del cerebelo

sea, a diferencia de los demás centros motores supraespinales, que constituye un órgano receptor de los impulsos procedentes de la periferia. Entre ellos, los procedentes del tejido muscular – impulsos propioceptivos musculares–, a través de los cuales el cerebelo recibe información sobre el estado de contracción, actividad o tensión en que se encuentran los músculos, y se erige en un centro de integración de las señales procedentes de la musculatura, a través de las cuales desempeña una misión importante de coordinar los movimientos.

Por otro lado, el cerebelo recibe conexiones del laberinto y del núcleo vestibular a través de fibras que transcurren por los cuerpos restiformes o pedúnculos cerebelosos inferiores. Por medio de estas conexiones, intervienen en las funciones de la estática y de la equilibración, y participa en las alteraciones patológicas de las mismas (Bastos Mora; 1991, 52).

En el cerebelo, y según la escala filogenética, se admiten tres partes del órgano, a cada una de las cuales corresponde un papel fisiológico distinto.

2. *Arquicerebelo*. Corresponde anatómicamente al lóbulo floculonodular. Es desde la escala filogenética la parte más antigua del cerebelo, encontrándose en todos los vertebrados, incluyendo los más inferiores. Esta parte del cerebelo está conexiónada, casi exclusivamente, con el laberinto y el sistema vestibular. Por lo tanto, su función prioritaria es el mantenimiento y regulación del equilibrio.
3. *Paleocerebelo*. Corresponde al lóbulo anterior y la parte anterior del vermix. Es la parte del cerebelo más desarrollada en todos los vertebrados no mamíferos. Recibe conexiones eferentes procedentes de la médula, que transmiten información sobre la musculatura esquelética, y envía conexiones aferentes al núcleo rojo y la formación reticulada del tronco de encéfalo, de donde parten haces descendentes a las motoneuronas. Esta parte del cerebelo recoge, por lo tanto, impulsos que proceden y vuelven a los músculos, convirtiéndose de esta forma en el órgano regulador del tono muscular y coordinador de los movimientos.
4. *Neocerebelo*. Corresponde en el hombre y en los mamíferos al lóbulo posterior de los hemisferios cerebelosos y a la parte posterior del vermix. Es la única parte del cerebelo conectada con la corteza cerebral motora, de la que recibe fibras aferentes a través de una estación intermedia en el tronco encefálico, y envía conexiones eferentes que llegan al cortex cerebral a través de una escala en el tálamo. Envía, además, impulsos al núcleo rojo y a la formación reticulada, desde donde son reenviados a las motoneuronas. Es verosímil pensar que su función está relacionada con la regulación del movimiento voluntario.

Actualmente, los trabajos de Evarts y sus colaboradores que, mediante la colocación de electrodos en el córtex motor, ganglios de la base, tálamo y cerebelo, han medido la actividad que muestran estas zonas mientras monos entrenados ejecutan los movimientos aprendidos como respuesta a una señal luminosa, han llevado a interesantes conclusiones. Aunque en todos los casos la ejecución de un acto motor voluntario se acompaña de una intensa actividad de las células de Betz, situadas en el córtex motor, éstas no son las primeras células en dispararse como respuesta a la orden de realizar el movimiento. Antes que ellas, con una diferencia de milisegundos, entran en actividad las

neuronas del cerebelo y las de los ganglios de la base; esto parece demostrar que tanto el cerebelo como los ganglios de la base participan en la iniciación del movimiento, antes incluso que la corteza.

El cerebelo, en su conjunto, ha sido y es el punto de referencia para una serie de trastornos clínicamente bien definidos, y que tienen en común una perturbación de la coordinación de los movimientos. Este grupo de trastornos se conocen en patología neuromuscular como *ataxias cerebelosas*.

30.2.2. Otros sistemas de coordinación motora

Son sistemas de coordinación motora también los siguientes:

1. *Sistema aferente de la sensibilidad profunda*. Proporciona información a los centros superiores sobre los movimientos y las posiciones de las diferentes partes del cuerpo a través de los estímulos recogidos por los receptores propioceptivos de los músculos, cápsulas, ligamentos, etc.
Las vías aferentes que transmiten la sensibilidad profunda establecen al llegar a las raíces posteriores una conexión sináptica con las neuronas del asta posterior, y a partir de este punto siguen por las vías espinocerebelosas, que transmiten la sensibilidad profunda inconsciente, y por los cordones posteriores, que transmiten la sensibilidad profunda consciente hasta el cerebelo. La alteración en este sistema se traduce en la pérdida del sentido de las posiciones, de los movimientos y del sentido vibratorio.
2. *Sistema laberíntico*. Transmiten los cambios de posición del cuerpo en el espacio, especialmente de la cabeza, a través de los estímulos registrados por los canales semicirculares y los cambios de aceleración o desaceleración en sentido horizontal o vertical recogidos a través de los receptores situados en el utrículo y el sáculo. Esta información es transmitida directa o indirectamente a la corteza cerebral o al cerebelo. Este sistema es el más sensible a cualquier variación y, por lo tanto, proporciona las respuestas más rápidas y precisas.
3. *Sistema óptico*. Este sistema cumple una función secundaria en la coordinación, ya que cuando no funciona el sistema de sensibilidad profunda, o está alterado, la vista puede sustituirlo; es decir, puede informar a los centros superiores sobre los movimientos, las posiciones del cuerpo o el equilibrio, y dirigir las correcciones oportunas. Es esta característica la que le otorga un importante papel en la reeducación de las alteraciones de la coordinación.

30.3. Valoración y tratamiento fisioterápico de las alteraciones de la coordinación

Para conseguir la programación terapéutica correcta que permita mejorar en mayor o

menor medida la funcionalidad de los sujetos afectados por alteraciones de la coordinación, se debe conocer en profundidad el complejo engranaje anatomofuncional, descrito sucintamente en el apartado anterior, entendiendo que son muchas las causas de las que puede derivarse una alteración de la coordinación. Es necesario además realizar una valoración e interpretación exhaustiva de los datos registrados para poder determinar los posibles factores causantes y estar en disposición de diseñar los ejercicios terapéuticos adecuados a cada caso.

30.3.1. Valoración e interpretación de los datos registrados

Teniendo en cuenta la multitud de causas de las que puede derivar un trastorno de la coordinación, no existe un modelo de valoración clínica estandarizado que permita discernir de forma directa la localización del problema y cuantificar su magnitud. Si existen, sin embargo, una serie de normas generales y pruebas clínicas que posibilitan una aproximación fiable al problema. No hay que olvidar al valorar el grado de coordinación que muchos aspectos neurofisiológicos e incluso anatómicos de la actividad motora son todavía suposiciones más o menos bien fundamentadas, pero no enteramente demostradas; por tanto, siempre debe primar la realidad del caso observado sobre las interpretaciones que se puedan hacer.

Las pruebas clínicas más comúnmente utilizadas son las siguientes:

1. *Observación de un individuo.* De pie, en posición de “firmes“, comprobando si es capaz de mantenerse en pie de manera normal o si, por el contrario, lo hace con oscilaciones del cuerpo o con inseguridad y tendencia a la caída. Si esto ocurriese, nos indicaría una alteración en la coordinación de la postura estática y del equilibrio.
2. *Mantener el equilibrio sobre un solo pie.* Esta prueba debe realizarse sobre ambos pies, haciendo la misma observación que en el caso anterior y señalando si la respuesta es igual en los dos casos.
3. *Prueba de la mano en la espalda.* Se dice al sujeto que apoye su espalda en la mano del explorador. Al retirarla bruscamente, el sujeto normal es capaz de rectificar de manera inmediata la nueva situación, evitando la caída hacia atrás. Si no ocurre así, se dice que la prueba es positiva.
4. *El signo de Romberg.* Se pide al sujeto, de pie, que cierre los ojos; normalmente no deben aumentar las oscilaciones del cuerpo o, si lo hacen, no aumenta mucho. En este último caso que la prueba de Romberg es positiva.
5. *La coordinación en la marcha.* Se explora invitando a andar al sujeto y observando si lo hace con seguridad, en línea recta, sin oscilaciones y sin movimientos anormales en los pasos. Se puede completar esta exploración pidiendo al sujeto que ejecute más acciones: que ande deprisa, sobre una línea recta, que ande hacia atrás, cambiando de dirección, etc.
6. *Prueba del dedo en la nariz.* Se le pide al sujeto que lleve la punta de su dedo

índice a la nariz. Normalmente, debe acercarse con muy poco margen de error, con rapidez y seguridad. Si no ocurre así se dice que la prueba es positiva. Existen distintas pruebas con el mismo significado que la descrita, como la “prueba del tacón en la rodilla“, o la “prueba del vaso de agua“, que consiste en hacer llevar un vaso lleno de agua hasta el borde a la boca sin derramar el contenido. Con estas pruebas se valoran movimientos simples.

7. *Pruebas de movimientos complejos.* Son acciones como abotonarse, atarse los zapatos o doblar sucesivamente un papel haciendo coincidir los bordes. Todas estas pruebas tienen el mismo significado diagnóstico, y en ellas se debe valorar la precisión con que el sujeto realiza la actividad.
8. *Prueba de movimientos alternantes.* La más corriente y demostrativa consiste en pedir al sujeto los movimientos rápidos de pronación y supinación. En algunos casos de incoordinación el movimiento se efectúa de manera imperfecta e incompleta, haciendo participar en él a toda la extremidad. Se dice entonces que el signo es positivo.
9. *Prueba de Stewart-Homes.* Mide la sinergia entre músculos de acción antagónica. Se invita al sujeto a que haga fuerza para flexionar el antebrazo contra la resistencia que opone el explorador. Si éste retira bruscamente la mano, el sujeto normal frena inmediatamente el movimiento de flexión con la oportuna relajación de los flexores y la contracción de los extensores del codo. Si el cambio brusco de contracciones antagonistas no se produce, el sujeto se golpea el hombro con su propia mano y se dice que la *prueba de Stewart-Holmes* es positiva.

Tras realizar estas pruebas, completándolas con los datos recogidos en la anamnesis del sujeto, es necesario interpretar los resultados obtenidos.

Se expone a continuación un ejemplo que demuestra que los mismos resultados en estas pruebas pueden tener interpretaciones distintas al relacionarlos con otros datos.

Supongamos un paciente que en la exploración presenta como datos relevantes los siguientes:

- Oscilaciones e inseguridad al mantenerse en bipedestación apoyándose en la pierna izquierda. No cuando apoya sobre la derecha.
- Signo de Romberg y prueba de la mano en la espalda negativas.
- Leve incoordinación en la marcha con movimientos anormales del paso en la pierna izquierda.
- Aumento de la incoordinación al pedirle que camine deprisa con ojos cerrados.

Estos datos pueden tener interpretación clínica diferente si en la anamnesis del paciente se refieren los siguientes hechos:

- *Supuesto A.* Paciente que padeció, hace cinco años, accidente cerebro-vascular que afectó al hemisferio cerebral derecho, siendo diagnosticado y tratado de

hemiparesia izquierda.

- *Supuesto B.* Paciente diagnosticado de una hernia discal posterior a nivel del espacio intervertebral L₄-L₅.
- *Supuesto C.* Paciente que hace tres meses fue diagnosticado e intervenido quirúrgicamente por presentar fractura de la porción distal de la tibia y el peroné afectando la articulación del tobillo izquierdo.

Ante estos tres supuestos clínicos, la interpretación de la afectación neurológica, los objetivos terapéuticos y el tratamiento son diferentes.

- *En el primer supuesto,* la interpretación lógica de los datos debe hacer pensar en una leve secuela del accidente cerebro-vascular sufrido y, considerando el tiempo transcurrido, la intervención del fisioterapeuta en el momento actual sería descartable. Se podría deducir que la alteración se debe a una lesión ya irreversible.
- *En el segundo supuesto,* parece razonable pensar que la clínica responde a una compresión de los cordones posteriores de la médula espinal que interfiere la transmisión propioceptiva registrada en la extremidad inferior izquierda. Esta situación, previsiblemente, puede agravarse. En este caso, la solución del problema pasaría por la intervención quirúrgica que liberaría la médula; mientras esto se resuelve el tratamiento debería enfocarse en el sentido de mantener la musculatura en un estado óptimo de fuerza, resistencia, tono, etc., e intentar sustituir con la atención y el sentido de la vista las deficiencias funcionales detectadas.
- *En el tercer supuesto,* es lógico pensar que no existe ninguna alteración del sistema nervioso y que el problema está originado por la falta de actividad en esta extremidad, lo que ha provocado un adormecimiento de los receptores propioceptivos. En esta situación lo indicado sería utilizar técnicas de reeducación sensitivo-perceptivo-motriz, aplicando los principios de utilización de cargas sobre esa pierna en superficies de distinta densidad y textura, apoyos sobre planos inestables, etc.

30.3.2. Tratamiento fisioterápico

Hasta el momento, no existe una técnica fisioterápica que permita actuar de forma enteramente satisfactoria sobre las alteraciones de la coordinación, hecho plenamente comprensible si se tienen en cuenta la multitud de complejos sistemas que intervienen en la coordinación. Se podría afirmar que todas las estructuras del sistema nervioso y muscular intervienen en mayor o menor medida en este proceso. Sí hay numerosos autores que han abordado este tema, existiendo actualmente algunas premisas consensuadas que se han de tener en cuenta.

Algunas de estas premisas, las más comúnmente aceptadas, y que permiten

establecer un diseño propio de ejercicios adecuados a cada caso, son las siguientes:

1. El cerebro no entiende de músculos sino de movimiento. Esta expresión explica de forma muy clara el hecho de que nuestro sistema nervioso no registra conscientemente la contracción aislada de los músculos, salvo que se centre la atención sobre esa actividad y la contracción sea suficientemente intensa. En cambio, sí percibe las posiciones y desplazamientos de las distintas partes del cuerpo en el espacio.
2. Por lo tanto, sobre un músculo aislado sólo se puede actuar dirigiendo la atención a las sensaciones producidas por esa acción muscular.
3. La práctica de actividades precisas en su mayor intensidad posible aumenta la capacidad para la inhibición selectiva, debido, probablemente, a que también aumenta así la percepción de dicha actividad.
4. La actividad prolongada provoca fatiga, y la fatiga produce incoordinación.
5. El desarrollo de la coordinación depende de la repetición.
6. El sentido de la vista está capacitado para sustituir, al menos parcialmente, el sistema de sensibilidad profunda.
7. En el entrenamiento de la coordinación, al principio, los movimientos tienen que ser simples, y con una velocidad lenta que le permita al sujeto manejar conscientemente, todos los componentes de la actividad.
8. En el proceso de entrenamiento los movimientos deben repetirse con la misma velocidad hasta que se realicen correctamente.
9. La percepción consciente del patrón de movimiento debe ir disminuyendo a lo largo del entrenamiento sin que ello conlleve una disminución en la calidad de ejecución.

Se van a describir los ejercicios de Frenkel, por entender que sirven como ejemplo de aplicación de muchas de las premisas enunciadas anteriormente; pero deben ser considerados, solamente, como un modelo de un posible programa de entrenamiento que, aunque pueda ser aplicado en algunos casos, no va a ser siempre el más indicado. Hay que tener presente que existen otras técnicas que se pueden y deben aplicar.

Los ejercicios de Frenkel son una serie de ejercicios de dificultad creciente para mejorar el control propioceptivo de las extremidades inferiores. Estos ejercicios se inician con movimientos simples, sin que intervenga la gravedad, y progresan de manera gradual hacia patrones de movimientos más complicados, utilizando en forma simultánea los movimientos de la cadera y de la rodilla ejecutados contra la fuerza de gravedad. Resultan especialmente útiles cuando existe un deterioro de la propiocepción debido a trastornos en el sistema nervioso central. La práctica repetida ayuda a desarrollar la utilidad de cualquier propiocepción disponible. Si el paciente no posee una propiocepción adecuada para controlar los movimientos durante los ejercicios de entrenamiento, se le debe colocar en una posición tal que pueda controlar la actividad por la visión.

Aunque no es objeto de este capítulo un análisis detallado de las distintas técnicas aplicables en el tratamiento de las alteraciones de la coordinación, sí se van a enunciar

algunas que, por los principios que las fundamentan, consideramos reseñables. Éstas son:

1. Utilizar el sentido de la vista y la atención consciente del movimiento para sustituir la sensibilidad profunda.
2. La repetición como base para conseguir el movimiento correcto y la automatización del mismo.
3. Progresión en la velocidad de ejecución, empezando por movimientos lentos.
4. Evitar la fatiga, ejecutando pocos movimientos por sesión y repitiendo la sesión varias veces al día.

Como métodos y técnicas de reeducación, son reseñables:

- *Técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva*, también conocida como *método de Kabat*. Es un método de reeducación global en el que se utilizan patrones de movimientos diagonales basados en el análisis detallado de las actividades cotidianas y de gestos deportivos. Se emplean mecanismos facilitadores esteroceptivos, como son los contactos manuales, la vista y las órdenes verbales, y propioceptivos como el reflejo de estiramiento, la tracción y coaptación articular. En esta técnica se aplican principios neurofisiológicos como la inervación recíproca, la respuesta al reflejo de tracción o la irradiación muscular producida al aplicar resistencias máximas. Por las características de la técnica, este método permite mejorar la fuerza y potencia muscular.
- *Método del neurodesarrollo evolutivo* o *concepto de Bobath*. Basa su método en la concepción de la necesidad de tener el tono muscular y una postura estable para desarrollar los patrones de movimiento correctos. Utiliza, principalmente, posturas que inhiben los reflejos primitivos a la vez que normalizan el tono muscular y las reacciones de equilibrio. Muchos de los principios desarrollados en este método, creado fundamentalmente para tratar parálisis cerebrales infantiles, son aplicables a otros trastornos de la coordinación de origen central, sobre todo en los que se asocia una alteración del tono muscular.
- *Método reflejo para el tratamiento de afecciones cerebrales infanto-juveniles*, conocido como *método de Vójta*. Utiliza como técnica terapéutica la respuesta refleja global que se desencadena al estimular unos puntos específicos de la piel, partiendo para esta estimulación de una postura prefijada. Esta respuesta, a la que el doctor Vójta llama *volteo* y *reptación refleja*, y en la que intervienen patrones parciales del desarrollo motor del primer año de vida, son resistidas por el fisioterapeuta una vez desencadenada, provocando contracciones isométricas fuertes de los músculos que componen el patrón reflejo. Los mecanismos facilitadores que se utilizan vienen determinados por la postura en que se coloca el paciente, por la estimulación táctil de los puntos y por la resistencia a la respuesta.
- *Técnicas de reeducación sensitivo-perceptivo-motriz*. Estas técnicas se fundamentan en la aplicación de los principios neurofisiológicos que rigen la actividad motora, tales como el reflejo de tracción, la sincronía agonista-

antagonista, la respuesta vibratoria, etc. Se entiende la reeducación como un todo en el que se deben utilizar las respuestas fisiológicas provocadas al modificar las condiciones de las actividades que se desarrollan, como apoyar sobre planos inestables, superficies de distintas texturas y densidades, deslizamientos y fricciones, y ejecutar con ojos abiertos y ojos cerrados.

El conocimiento de éstas y otras técnicas, así como la evolución de la neurofisiología, es el camino que nos permite seguir avanzando hacia el perfeccionamiento de la actuación fisioterápica en la reeducación.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

BASTOS MORA, E: *Neuroortopedia Básica. Jims*. Barcelona, 1991.

BOBATH, B.: *Actividad postural refleja anormal, causada por lesiones cerebrales*. Panamericana. Buenos Aires, 1987.

GUYTON, A.: *Anatomía y fisiología del sistema nervioso*. Panamericana. Madrid, 1994.

La cinesiterapia dirigida a la finalidad ocupacional

Objetivos

- Conocer los medios de la cinesiterapia con una finalidad ocupacional y saber cuáles son los principios para su aplicación.
- Conocer las técnicas que se aplican en las actividades de la vida diaria y laborales, y saber en qué casos está indicada su aplicación.

31.1. Introducción

En este capítulo se describe el uso de la cinesiterapia como medio asociado con otras terapias que servirán como tratamiento para conseguir la integración del paciente en la sociedad activa, tanto en su aspecto físico y psíquico, como social y laboral.

Para conseguir estos fines nos basaremos en los principios de la cinesiterapia, “terapia por el movimiento“, buscando sus efectos fisiológicos y terapéuticos, dirigidos a:

- La adaptación del minusválido a las actividades de la vida diaria.
- La realización de actividades de recreo o trabajo.

Cualquier actividad física produce unos efectos locales y generales que provocan cambios fisiológicos. Su acción terapéutica incidirá fundamentalmente sobre:

- El sistema osteoarticular, influyendo favorablemente sobre el tejido conjuntivo y el cartílago.
- El tejido muscular, aumentando el flujo sanguíneo y produciendo hipertrofia muscular y fuerza.
- El sistema nervioso, incrementando la coordinación y disminuyendo la fatiga.

La terapia ocupacional es un complemento terapéutico necesario en la reeducación del individuo, que utiliza técnicas para la adaptación a las actividades de la vida diaria (AVD) y de entrenamiento, tanto para el uso de aparatos ortopédicos como para la utilización de herramientas y máquinas necesarias para un trabajo determinado; también se usan las técnicas artesanales.

A veces será necesaria una terapia psicológica, ya que el paciente puede necesitar un apoyo para lograr adaptarse a su invalidez transitoria o permanente.

31.2. Principios de aplicación de la cinesiterapia ocupacional

Cualquier persona que haya perdido su independencia funcional o el control de su entorno y que necesite la ayuda de otros para efectuar las actividades básicas de la vida diaria, es susceptible de recibir tratamiento tanto cinesiterápico como de aplicación de técnicas de terapia manual.

El tratamiento aplicado deberá potenciar al máximo la capacidad funcional existente, desarrollar las capacidades potenciales y suplir las deficiencias irrecuperables para conseguir la máxima independencia e integración del paciente.

Antes de iniciar el tratamiento será necesario conocer los niveles de deficiencia del individuo, haciendo una valoración detallada que constará:

1. Balance de la función articular y muscular. En esta valoración se añadirá el examen de otros factores que puedan influir en la funcionalidad, como hiper o hipotonía, sincinesias, trastornos de la sensibilidad superficial, movimientos anormales, dolores articulares y la existencia de deterioro articular, para evitar sobrecargas.
2. Evaluación de la función de la prensión (superficie de prensión, sensibilidad, motilidad), así como el grado de independencia en las actividades de la vida diaria (cama, higiene, vestido, comida y transporte.)
3. Edad, aptitudes intelectuales, actividad profesional, nivel cultural y perfil psicoafectivo del paciente.

Esta valoración global será el resultado del trabajo de que se determinan un equipo multidisciplinar en el que intervienen el fisioterapeuta, el terapeuta ocupacional y el psicólogo. Por consiguiente, el tratamiento de cada paciente y los ejercicios terapéuticos que realicen deben ser concisos e individualizados, incidiendo en las actividades que deben ejercitarse, así como en determinar si el objetivo es ganar amplitud articular, fortalecer o coordinar. El fisioterapeuta debe lograr, a través de la cinesiterapia, que el paciente llegue a realizar un gesto normal en la ejecución de cualquier acción haciendo trabajar un músculo en particular o una cadena cinética de movimiento.

El objetivo fundamental de la cinesiterapia es conseguir movilidad, fuerza, coordinación, habilidad, destreza y resistencia. Para ello se pueden utilizar tanto los medios físicos (termoterapia superficial, electroterapia, etc.) previos a la realización de los ejercicios, como cualquier técnica fisioterápica (movilizaciones pasivas, aparatos, ejercicios específicos de Frenkel, Kabat, etc.); a ellos se pueden añadir las técnicas ocupacionales, sobre todo si la discapacidad afecta en mayor medida a los miembros superiores, ya que es preferible a otras técnicas, sobre todo para los movimientos de prensión y prono supinación de la mano.

A veces el músculo puede estar paralizado, en cuyo caso se puede utilizar un movimiento pasivo vicariante que asista o supla su función. Por ejemplo, un paciente con una parálisis de los flexores de los dedos de la mano al colocar la muñeca en dorsiflexión provocará una ligera flexión pasiva de los dedos. La gravedad puede ayudar a la extensión de un codo.

Para aumentar la amplitud articular de un movimiento, cualquier actividad que se elija debe proporcionar la contracción y la relajación de los músculos; por ejemplo, para restablecer la flexión del hombro no debe trabajar con su brazo manteniéndolo en una flexión constante, sino que alternativamente debe llevarlo de la flexión máxima a la extensión.

Cuando la afectación es de coordinación, los ejercicios musculares requeridos por la actividad deberán graduarse desde los movimientos más bastos a los más finos, para ir adquiriendo una destreza progresiva.

Los pacientes que han sufrido un gran deterioro funcional (lesionados, medulares, hemipléjicos, politraumatizados, etc.) necesitarán para su independencia un entrenamiento que incluya:

- Aprendizaje de actividades y métodos funcionales para las AVD, de recreo o trabajo.
- Entrenamiento para la utilización de ayudas técnicas que posibiliten y faciliten estas actividades.

El aprendizaje en cada una de estas áreas irá precedido de una serie de consideraciones:

1. Es necesario conseguir la cooperación del paciente, que deberá comprender que con una buena actitud y con su esfuerzo podrá conseguir las mayores cotas de autosuficiencia.
2. Se hará una enseñanza previa de las actividades básicas (alimentación y aseo) y una vez aprendidas éstas se iniciarán otras nuevas. Un número excesivo de métodos y la rapidez pueden conducir al fracaso.
3. Se deberá elegir el método más sencillo y el más adecuado para cada paciente en función de sus necesidades particulares.

31.3. Tipos de técnicas

Dependiendo del tipo de actividades a las que vayan dirigidas estas técnicas se pueden clasificar por una parte en aquellas que van dirigidas a las AVD, y por otra en aquellas que se dirigen como medio de recreo o cuya finalidad sea de tipo ocupacional y laboral.

31.3.1. Técnicas AVD

Estas técnicas se aplicarán a las actividades realizadas habitualmente por cualquier sujeto independiente en su vida diaria.

1. *Movilidad en la cama.* Se enseñará al paciente a cambiar de posición por sí mismo, o con ayuda de un trapecio a girar y sentarse. Si es posible, deben ser iniciados ejercicios para aumentar la fuerza, el equilibrio, coordinación y ritmo. Esta precocidad representa una gran ventaja para aquellos pacientes que posteriormente tengan que usar muletas u otro tipo de ayudas para la marcha, que los músculos de sus miembros superiores y escapulares estarán fortalecidos al máximo.

Los ejercicios de equilibración se pueden efectuar con el paciente sentado al borde de la cama, primero con soporte y después sin él. Se le empujará en diferentes direcciones, intentando que recupere el sentido de posición y de enderezamiento.

Posteriormente, el paciente pasará al gimnasio, donde en la colchoneta realizará estos mismos ejercicios, ya que ésta ofrece mayor seguridad, y donde podrá seguir efectuando ejercicios que entrañan más dificultad, en posición de sentado y arrodillado.

2. *Aseo.* Engloba una serie de actividades muy importantes, tanto por la frecuencia con que se realizan como por los aspectos psicológicos que poseen para el paciente lavarse, peinarse, el uso del baño, etc. Cuando existan dificultades, se pueden utilizar adaptaciones sencillas como mangos, asideros, banquetas, etc.

3. *Vestido.* Se observará si el paciente puede vestirse en bipedestación, sedestación o en decúbito, así como la destreza en su ejecución, y si las dificultades existen en la parte superior o inferior. En decúbito es necesario un esfuerzo y equilibrio menor para vestirse la parte inferior del cuerpo, mientras que la sedestación o bipedestación ayudan para vestir el tronco y los miembros superiores.

Si existiera limitación de la movilidad de una extremidad, sería ésta la primera en introducirse en la prenda al vestirse y la última al desvestirse. La ropa debe de ser holgada, con cuello y puños elásticos; se utilizarán cierres a presión o veleros y cremalleras, que se manipulan con mayor facilidad. También puede ser necesario el empleo de pequeñas ayudas como calzadores de mango largo, pinzas largas, etc.

4. *Alimentación.* La independencia para alimentarse constituye una de las prioridades, para evitar la sensación de invalidez total en el sujeto. La incapacidad para comer adecuadamente depende más de la pérdida de habilidad y amplitud de movimientos que de la fuerza muscular o actitud postural inadecuada. Se estudiarán las acciones de llevar alimentos a la boca, la posibilidad de coger objetos y el uso de los utensilios habituales (cubiertos, vasos, etc.). Si fuera necesario, también se emplearían adaptaciones.

5. *Desplazamientos.* La independencia en la movilidad se inicia facilitando:

- Los movimientos en la cama.

- El paso de la cama a la silla de ruedas o la bipedestación
- Entrenamiento si es necesario para el uso de aparatos de ayuda para la marcha.

31.3.2. Actividades laborales

En cuanto a las actividades complementarias de terapia ocupacional que puede realizar el paciente, tanto con una finalidad de recreo o de trabajo es necesario conocer muy bien las posibilidades de las mismas, ya que en ellas intervienen muchos factores y algunos pueden tener efectos perjudiciales en determinadas patologías. Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La actividad elegida debe dar un resultado concreto, deberá ser adecuada para paciente, analizando el trabajo específico propuesto, así como sus previsibles resultados. A su vez puede ser la realización de un objeto artístico o útil que constituya un elemento de estímulo.
- Hay que procurar que las actividades sean simples, para que el paciente las pueda aprender rápidamente, así como que dicha actividad sea aceptada por él.
- La actividad se adaptará a medida del progreso obtenido, aproximándola a las condiciones de un trabajo normal.
- Siempre que sea necesario se efectuarán modificaciones de los instrumentos, variando el equipo ordinario o los métodos de trabajo para favorecer individualmente las limitaciones o requerimientos de cada discapacitado; por ejemplo, modificaciones en los mangos y palancas para facilitar la prensión, o para facilitar el recorrido del hombro y codo.

Son numerosas las actividades utilizadas en la terapéutica ocupacional, pero de entre ellas destacan:

- *Carpintería.* Con ella se pueden realizar desde acciones muy simples a las más complicadas, comprendiendo un gran número de actividades, como serrar, taladrar, clavar, pulir, etc. Constituye un buen ejercicio para el desarrollo de la musculatura de la extremidad superior, y al mismo tiempo un ejercicio de precisión y coordinación.
- *Tejer.* Con ella se ponen en acción, y de forma repetida, los movimientos complejos de la muñeca, antebrazo (pronosupinación), codo, hombro (abducción, flexión y extensión), y al mismo tiempo estimula la coordinación entre los miembros superiores.
- *Cestería.* Sirve para coordinar la prensión fina, que a la vez implica precisión y fuerza, requiriendo una actividad en conjunto de la extremidad superior.
- *Cerámica.* Estimula la flexión de los dedos durante el amasamiento y su extensión durante la confección de los objetos.
- *Mecanografía y uso del ordenador.* Además de reeducar la extremidad superior,

puede proporcionar a los grandes inválidos un medio de comunicación.

Estas actividades pueden permitir al paciente adiestrarse en una nueva actividad laboral compatible con sus capacidades residuales, aficiones y gustos, en el caso en que no pueda volver a realizar su trabajo habitual.

Además de lo señalado, se pueden utilizar los juegos como actividades para el desarrollo de la presión. En el juego de damas las fichas se pueden utilizar de diferentes tamaños, según el tipo de presión que se quiera realizar, y la misma utilidad puede tener el ajedrez o juegos de montaje, cuyas piezas pueden ser de distintos tamaños y se ensamblan para montar un determinado objeto.

Es muy importante el trabajo comunitario en un taller para una mejor aceptación de las técnicas por parte del paciente, así como que su trabajo tenga una finalidad. Esto hace que el paciente se sienta más motivado y persista en la terapéutica cinética.

31.4. Indicaciones de la cinesiterapia ocupacional

Cualquier incapacidad física necesitará la ayuda de la cinesiterapia y la terapia ocupacional siempre que el paciente necesite restablecer su función física, así como si es necesario aprender a usar dispositivos de adaptación y prótesis, prevenir o evitar la progresión de deformidades, aprendizaje o reentrenamiento de tareas que utilizará en su medio doméstico, laboral o social. Está especialmente indicada en aquellos procesos en los que la incapacidad no sea progresiva y reversible.

Es recomendable en los siguientes casos:

- *Traumatología*. Especialmente después de una inmovilización por un proceso traumático.
- *Neurología*. Cualquier patología que haya producido un déficit motor o sensitivo, trastornos de coordinación, etc.
- *Reumatología*. Aplicando la ergonomía articular, evitando la sobrecarga articular, y para impedir la aparición y progresión de deformidades.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

HAMONET, C. H. y HEULEU, J. N.: *Rehabilitación*. Toray-Masson. Barcelona, 1990.

SELIGRA, A. y ZARAGOZÁ, C.: *Manual de fisioterapia general*. Publicaciones Universitarias. Valencia, 1984.

32

Entrenamiento con ayudas técnicas para la deambulaci3n

Objetivos

- Conocer los diferentes tipos de ayudas para asistir la deambulaci3n.
- Saber cu3les son los patrones de marcha que se deben utilizar con una o dos ayudas.
- Saber los ejercicios cinesiter3picos para el entrenamiento de la marcha con ayudas.

32.1. Introducci3n

La estabilidad al caminar y al incorporarse va a depender de la localizaci3n del centro de gravedad y de que la l3nea vertical o l3nea de fuerza que va desde el centro de gravedad al suelo caiga dentro del 3rea de apoyo. Las ayudas t3cnicas para la deambulaci3n constituyen una categor3a de equipamiento que incluye los 3tiles y dispositivos con los que las personas que padecen una discapacidad tienen la posibilidad de realizar actividades cotidianas o profesionales.

El entrenamiento para la independencia en la deambulaci3n hace imprescindible la actuaci3n fisioter3pica, tanto para aplicar el tratamiento cinesiter3pico como para la ense1anza del manejo de las ayudas t3cnicas para la marcha o pr3tesis.

El objetivo perseguido con este tipo de ayudas puede dividirse en tres funciones b3sicas:

- *Equilibrio*: mediante uno o dos apoyos sobre el suelo, permitiendo al sujeto ampliar su base de sustentaci3n. En un grado menor, estos apoyos proporcionan una sensaci3n de seguridad que puede mejorar mucho la eficacia de la marcha.
- *Descarga*: la alternancia en uno o en los dos miembros superiores de una parte de la totalidad del peso corporal reduce la demanda mec3nica sobre las extremidades inferiores ([figura 32.1](#)).
- *Propulsi3n*: la ayuda puede compensar un d3ficit motor que afecta a la progresi3n.

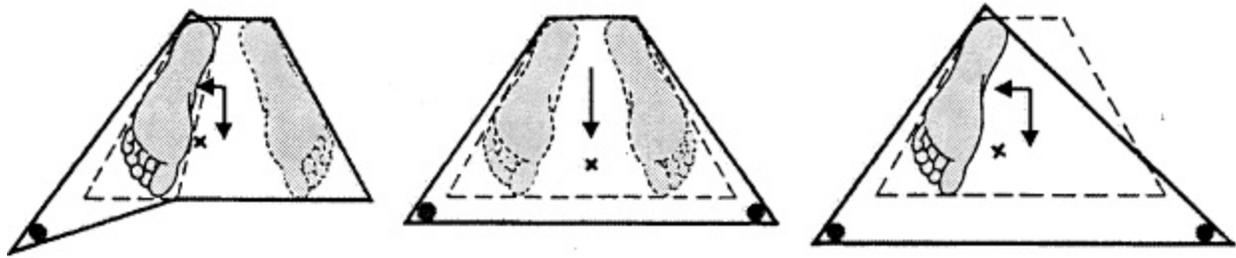


FIGURA 32.1. Uso de ayudas.

32.2. Tipos de ayuda para la marcha

Se pueden clasificar atendiendo al grado de estabilidad que proporcionan las ayudas ([cuadro 32.1](#)).

CUADRO 32.1
Clasificación de las ayudas

AYUDAS FIJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Barras paralelas • Barra fija
AYUDAS AUTOESTABLES	<ul style="list-style-type: none"> • Cuadros de marcha o andadores • Bastones multipodales
BASTONES	<ul style="list-style-type: none"> • Bastones simples • Muletas de apoyo en antebrazo • Muleta de apoyo en brazo • Muleta de apoyo simultáneo en codo y antebrazo • Muletas axilares
ACCESORIOS DE AYUDA PARA LA MARCHA	<ul style="list-style-type: none"> • Ortesis

1. *Ayudas fijas*. Aseguran una sujeción manual a un punto fijo con respecto al suelo, dando al sujeto la seguridad necesaria en las primeras fases de la reeducación.

Son de distintos tipos:

- Las *barras paralelas* constituyen un elemento de reeducación de la marcha, compuesto por dos barras normalmente metálicas, dispuestas en un plano horizontal y ancladas al suelo. Su principal utilidad es la de asegurar la estabilidad del sujeto en los planos frontal y sagital. En ellas se pueden efectuar todos los ejercicios preparatorios para cualquier tipo de marcha.
- La *barra fija*, se compone de una sola barra anclada a la pared. Contribuye a la readaptación del sujeto a la actividades cotidianas; por ejemplo, el paso de sedestación a ortostatismo. Puede determinar el momento de paso a otro tipo

de ayuda.

2. *Ayudas autoestables*. Presentan gran estabilidad, debido a la amplia base de apoyo que tienen. Constituyen un segundo paso en el proceso de readaptación del sujeto. Son ayudas autoestables las siguientes:

- Los *cuadros de marcha y andadores*: proporcionan la mayor estabilidad dentro de este grupo, por su mayor base de sustentación. Algunos modelos pueden llevar ruedas para facilitar su desplazamiento. Se utilizan habitualmente en pacientes mayores, por la sensación de seguridad que aportan. Su uso se limita habitualmente a interiores ([figura 32.2](#)). Por su gran estabilidad permiten una marcha en tres tiempos: avance del cuadro, de un miembro inferior y después del otro. Cuando el equilibrio del paciente mejora y puede hacer una marcha en dos tiempos, avanzar simultáneamente el andador y el miembro inferior afectado, deberá pasar al uso de una ayuda menos estable.
- Los *bastones multipodales*: presentan una base amplia de apoyo, ya que disponen de tres o cuatro puntos de contacto con el suelo. ([figura 32.3](#)). La fuerza ejercida sobre la empuñadura debe estar centrada sobre la base de apoyo del bastón, forzando al paciente a dar pasos cortos y, por tanto una marcha lenta. Son difíciles de utilizar en escaleras.

3. *Bastones*. Dentro de este término se incluyen tanto los denominados bastones como las muletas. Son el tipo de ayuda más utilizadas. Están indicados en déficits funcionales de una o ambas extremidades inferiores, tanto en el caso de patología musculoesquelética como neurológica. Cuando los déficits son muy importantes es preferible el uso de muletas al de los bastones simples, y si están también afectados los miembros superiores será necesario modificarlos.

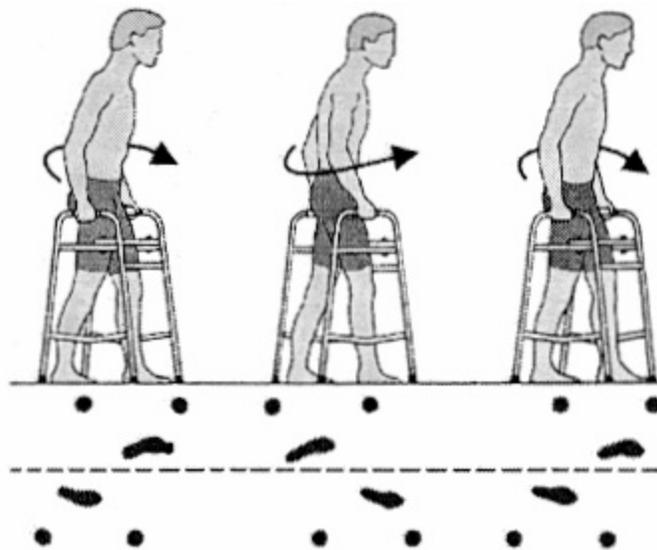


FIGURA 32.2. Marcho con andador.

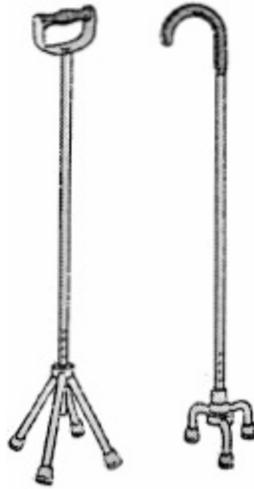


FIGURA 32.3. Bastones multipodales.

Pueden ser de diferentes tipos:

- Los *bastones simples*: tienen como principal función proporcionar equilibrio y aumentar la sensación de estabilidad, al producir un aumento en la base de apoyo.
- Las *muletas de apoyo en antebrazo*: constituyen la ayuda para la marcha más funcional para la descarga y el balanceo. Llamado bastón inglés, en el apoyo sobre la empuñadura y la abrazadera de antebrazo proporciona estabilidad al trabajo del tríceps braquial y los músculos dorsales, así como posibilita la transferencia de parte del peso del cuerpo al suelo. Están indicados en periodos de utilización prolongada, aunque pueden provocar dolores en manos muñecas y brazos ([figura 32.4.a](#)). La utilización de un solo bastón produce una marcha muy asimétrica.
- La *muleta de apoyo en brazo*: también llamada muleta canadiense, tiene como objetivo mantener el codo extendido en casos de debilidad del tríceps braquial.
- Las *muletas de apoyo simultáneo en codo y antebrazo*: están indicadas en poliartritis con flexo de codo y/o con limitaciones de la movilidad de la muñeca. El paciente al caminar debe de ir algo flexionado hacia adelante para aprovechar el eje de carga de los miembros superiores ([figura 32.4.b](#)).
- Las *muletas axilares*: proporcionan mayor estabilidad lateral que las de apoyo en antebrazo pues, al tener un apoyo directo sobre la parte superior del cuerpo, disminuye su movilidad rotacional habitual al caminar ([figura 32.5](#)).

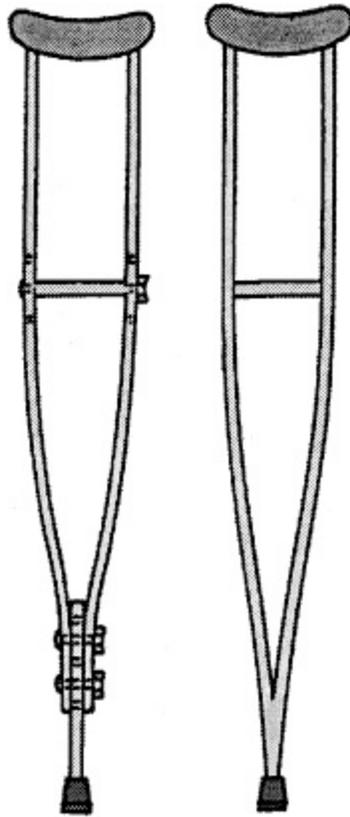


FIGURA 32.4. Muletas.

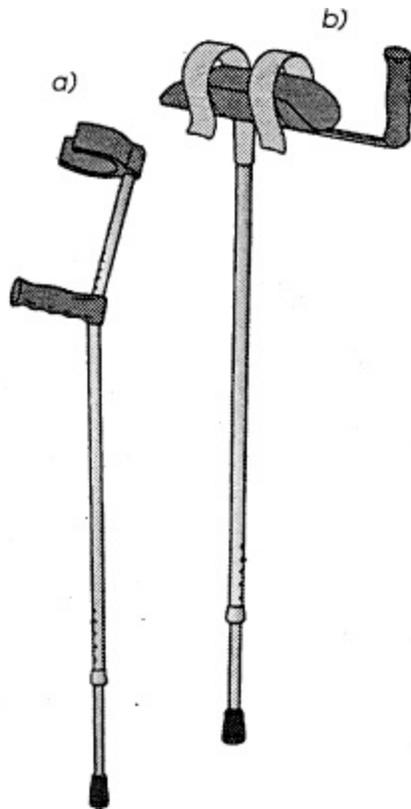


FIGURA 32.5. Muletas axilares.

Están indicadas en casos en que se asocie poca fuerza y poco equilibrio del cuerpo, así como para periodos cortos de tiempo, debido a la tendencia en los pacientes a soportar el peso de su cuerpo en el hueco axilar, lo que origina trastornos vasculares y neurológicos en la zona proximal del brazo. Son eficaces para realizar una marcha de tipo semipendular, adelantando simultáneamente ambas muletas y después los pies juntos hasta su mismo nivel, o pendular, igual que la semipendular, pero los pies se apoyan más adelantados que las muletas.

4. *Accesorios de ayuda para la marcha.* La parte distal del bastón o contera tiene una doble función, ya que por un lado amortigua el impacto de la ayuda con el suelo y por otro sirve como sistema antideslizante. Normalmente se fabrican en caucho. Pueden ser de diferentes modelos; dependiendo del efecto deseado presentan forma de ventosa, planas, forma de estrella de cinco puntas, etc. También pueden ser articuladas o flexibles, para que absorban parte del movimiento rotatorio en cualquier posición de la ayuda ([figura 32.6](#)). La empuñadura debe permitir una sujeción confortable y segura.

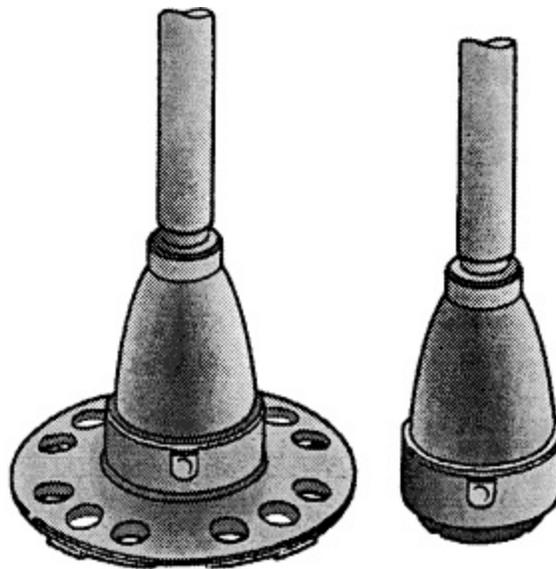


FIGURA 32.6. Parte distal del bastón.

32.3. Patrones de marcha con ayudas a la deambulaci3n

Las posibilidades de marcha en la deambulaci3n pueden definirse atendiendo a los diferentes modos de desplazamiento de las ayudas de los miembros inferiores.

1. Dependiendo del desplazamiento que se realice con las ayudas la marcha puede ser:
 - *Marcha simult3nea:* el paciente avanza conjuntamente las dos ayudas y las coloca en una misma l3nea anterior

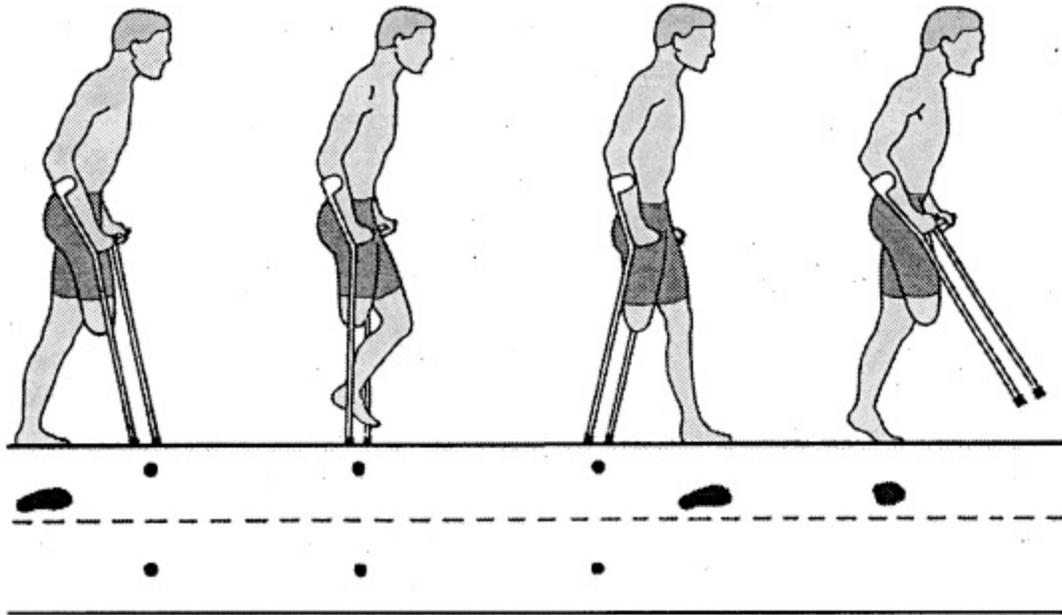


FIGURA 32.7. Marcha pendular unilateral.

- *Marcha alternante*, el paciente avanza una de las ayudas y después la otra.
2. Según el desplazamiento que se realice con los miembros inferiores se puede distinguir entre:
 - *Marcha normal*: el paciente es capaz de efectuar un paso con cada uno de sus miembros inferiores.
 - *Marcha pendular*, el paciente progresa por oscilaciones sucesivas entre sus puntos de apoyo. Dentro de ésta se distingue:
 - *Marcha pendular unilateral*: sobre una sola pierna ([figura 32.7](#)).
 - *Marcha pendular bilateral*: sobre las dos piernas al mismo tiempo.
 3. Atendiendo al desplazamiento de los miembros superiores respecto a los inferiores la marcha será:
 - a) *Marcha cruzada o contralateral*: la ayuda acompaña al miembro inferior contralateral en las diferentes fases de la marcha.
 - b) *Marcha acompañada u homolateral*: la ayuda acompaña al miembro inferior homólogo ([figura 32.8](#)).

32.4. Ejercicios de iniciación para el uso de ayudas a la marcha

Para poder hacer una marcha adecuada con muletas es necesario que exista una musculatura normal del miembro superior. Por tanto, será necesario, antes de utilizar cualquier tipo de ayuda, hacer una valoración muscular y de equilibrio; si se encuentra alguna deficiencia, ésta deberá corregirse por medio de los ejercicios adecuados, previos

al entrenamiento de la deambulaci3n.

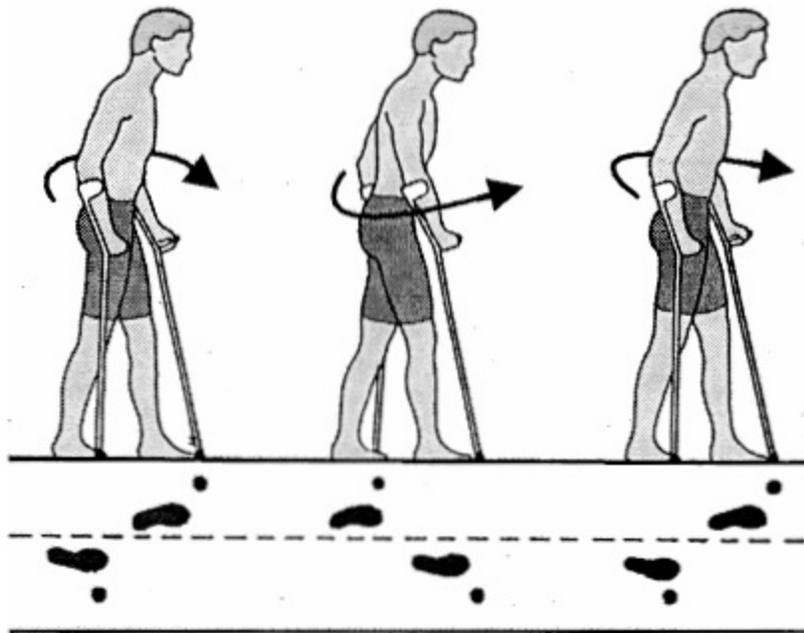


FIGURA 32.8. Marcha acompañada u homolateral.

Los músculos o grupos musculares del hombro y extremidad superior que van a intervenir en el uso de muletas, enumerados de proximal a distal, son:

- Los depresores de la escápula (dorsal ancho, parte inferior del trapecio y pectoral menor): estabilizan la carga del peso.
- Los aductores del hombro (pectoral mayor y dorsal ancho): el brazo mantiene la parte superior de la muleta contra la pared torácica.
- El deltoides y los flexores, extensores y abductores del brazo: permiten colocar la muleta hacia adelante, atrás y hacia afuera respectivamente.
- Los extensores del antebrazo (tríceps y ancóneo): previniendo la flexión y estabilizando la articulación en la carga del peso.
- Los extensores de la muñeca: mantienen la flexión adecuada para descargar el peso en la empuñadura.
- Los flexores de los dedos y del pulgar: para agarrar la empuñadura de la forma adecuada.

La debilidad o parálisis de cualquiera de estos músculos puede incidir en el tipo de ayuda que se precisa, afectando al tipo de marcha que se ha de efectuar. La marcha con ayudas va a ser una habilidad adquirida que necesita una repetición constante para adquirir destreza en su manejo, para lo cual los ejercicios deben incidir en la adquisición de fuerza, equilibrio, coordinación y ritmo.

Los ejercicios para la adquisición de fuerza pueden ser cualquiera de los indicados en capítulos anteriores, dirigidos fundamentalmente al músculo o músculos que se necesiten mejorar.

Como primeras ayudas para conseguir un equilibrio y coordinación se usarán las ayudas fijas:

- *Paralelas*. Las barras estarán colocadas a una altura que permitan una ligera flexión de codo, los pies se separaran de 10 a 15 cm y las manos estarán en las barras a unos centímetros por delante de las caderas. El peso se distribuirá entre los pies y las manos. Los ejercicios consistirán fundamentalmente en:
 - Paso de la silla a las paralelas.
 - Flexión de tronco.
 - Manos adelante y atrás.
 - Elevaciones.
 - Marcha de cuatro puntos.
 - Marcha de dos puntos.
- *Barra fija*. Este aparato se utiliza como fase previa a la deambulaci3n, fundamentalmente en aquellos pacientes que s3lo pueden utilizar el apoyo de uno de sus miembros superiores; por ejemplo, en hemiplej3as. Los ejercicios en la barra fija o espaldera ayudarán a conseguir equilibrio y coordinaci3n. Estos ejercicios ser3n:
 - Paso de sedestaci3n a ortostatismo.
 - Transferencias de carga, de un miembro inferior a otro.
 - Balanceo de la pelvis, adelante, atr3s.
 - Marcha est3tica.
 - Marcha lateral.

32.4.1. Patrones de marcha con dos ayudas

Antes de iniciar el uso de las ayudas, 3stas se deber3n ajustar a las medidas del paciente. Las ayudas ser3n:

- *Bastones ingleses*: la longitud de la caña se determina aproximadamente por la distancia del troc3nter mayor del paciente al plano del suelo con zapato.
- *Muletas axilares*: Las medidas se tomar3n estando la articulaci3n del hombro relajada, 5 cm por debajo del pliegue axilar hasta la base del tac3n del zapato. La altura de empuñadura permitir3 mantener una flexi3n de codo de 30°-40°.

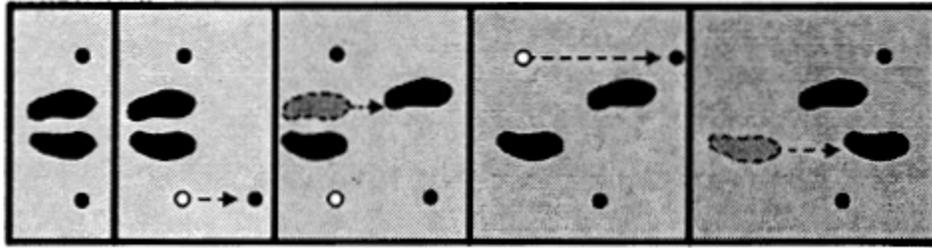


FIGURA 32.9. Marcho en cuatro tiempos.

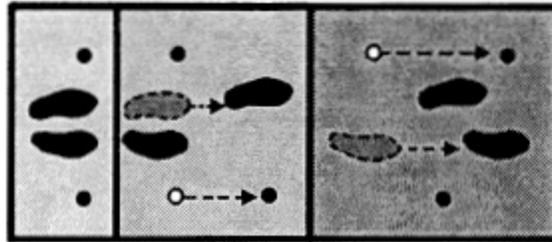


FIGURA 32.10. Marcha alternante en dos tiempos.

Existen varios patrones de marcha con dos ayudas:

- *La marcha en cuatro tiempos.* Es la más simple: 1. bastón derecho, 2. pie izquierdo, 3. bastón izquierdo, 4. pie derecho. Es una marcha muy segura, ya que siempre hay tres tipos de apoyo, existiendo un reparto homogéneo de la carga en las cuatro extremidades. La velocidad de progresión es lenta ([figura 32.9](#)).
- *La marcha alternante en dos tiempos.* Respeta el esquema neuromotor de la marcha fisiológica, avanzando a la vez un miembro inferior y la ayuda contralateral: 1. ayuda derecha y pie izquierdo, 2. ayuda izquierda y pie derecho. Permite una velocidad de progresión normal, pero exige mayor equilibrio, ya que sólo existen dos puntos de apoyo ([figura 32.10](#)).
- *La marcha simultánea en dos tiempos.* Se produce un avance sucesivo de: 1. las dos ayudas y el miembro inferior lesionado, 2. del miembro inferior sano.
- *La marcha pendular o deambulaci3n pendular bilateral.* Consiste en: 1. un avance simultáneo de los dos bastones o muletas sobre una misma línea anterior con los codos en extensi3n, 2. la proyecci3n del cuerpo y de los miembros inferiores con un movimiento de péndulo, tomando contacto los talones con el suelo por delante de las ayudas, y retornando a la posici3n de partida en hiperextensi3n de cadera. Este tipo de marcha requiere equilibrio, destreza y coordinaci3n, lo que conlleva un largo entrenamiento, normalmente sobre las barras paralelas. Adem3s, representa un esfuerzo considerable de los miembros superiores ([figura 32.11](#)).

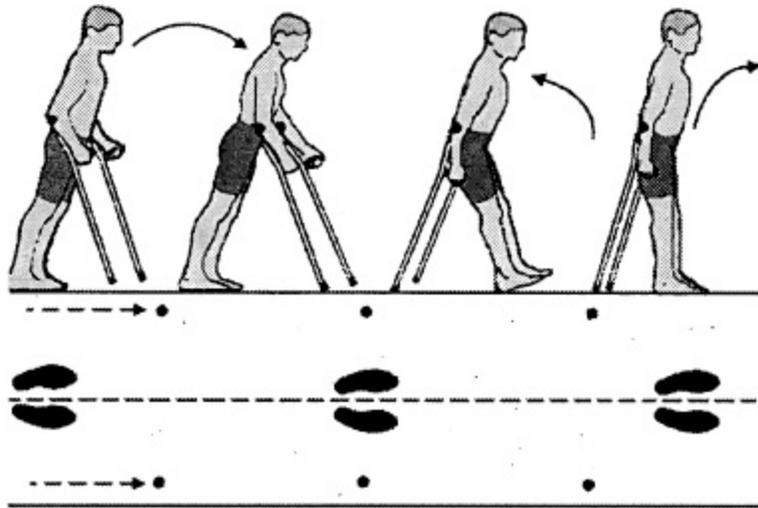


FIGURA 32.11. Marcha pendular bilateral.

- *La marcha de arrastre.* Deambulaci3n atípica en la que, despu3s de apoyar las dos ayudas, los pies se avanzan por arrastre. Se puede efectuar en dos tiempos, con avance simultáneo de las dos ayudas, o en tres tiempos, avanzando una ayuda, despu3s la otra y, finalmente, los pies.

32.4.2. Patrones de marcha con una sola ayuda

En el caso de contar con una sola ayuda, cabe distinguir dos patrones de marcha:

- *La marcha en dos tiempos con una ayuda.* Permite una postura de descarga parcial del miembro lesionado. Consiste: 1. avance de la ayuda y del miembro inferior lesionado, 2. avance del miembro inferior sano ([figura 32.12](#)).
- *La marcha en tres tiempos con una ayuda.* Es una marcha lenta y utilizada para mejorar el equilibrio y la seguridad. Consiste en: 1. avance de la ayuda, 2. miembro inferior lesionado y 3. miembro sano ([figura 32.13](#)).

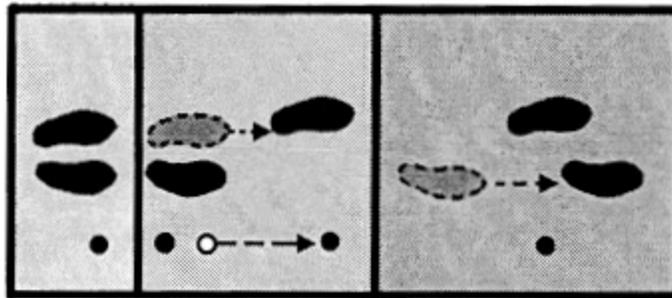


FIGURA 32.12. Marcha en dos tiempos con una ayuda.

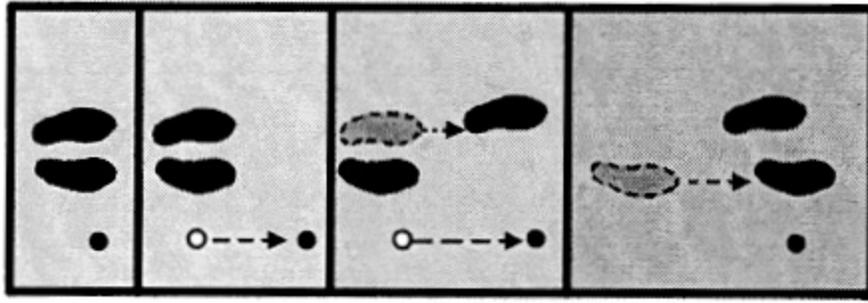


FIGURA 32.13. Marcha en tres tiempos con una ayuda.

32.5. Accesorios de ayuda para la marcha

A veces será necesaria la utilización de una ortesis en el miembro inferior que permita al paciente un patrón de marcha más confortable y eficiente, si bien es poco probable que pueda reconstruir el patrón de marcha de una persona normal. Aunque las ortesis disminuyen las deficiencias del aparato locomotor, raramente compensan la discapacidad anatómica de forma total.

Los tutores antiequino se utilizan en aquellos casos en que existe una limitación en la flexión dorsal. Puede estar construido por dos barras de aluminio que se unen en la parte inferior a un estribo anclado en el tacón del zapato, y en la parte superior termina en una abrazadera situada por debajo de la cabeza del peroné ([figura 32.14.a](#)). Existen otros modelos en polipropileno que se colocan dentro del zapato, y son más ligeros y estéticos ([figura 32.14.b](#)).

Dependiendo de la altura a la que se encuentre la lesión en el miembro inferior, existen tutores más largos para estabilizar rodilla y caderas ([figuras 32.15](#) y [32.16](#)).

La silla de ruedas está indicada en los pacientes cuya marcha es muy precaria o les es imposible realizar una marcha con ayudas. El modelo de silla irá en función de la invalidez (localización y extensión de la parálisis), así como la edad y el medio que se va a utilizar (domicilio, exterior, práctica deportiva, etc.).

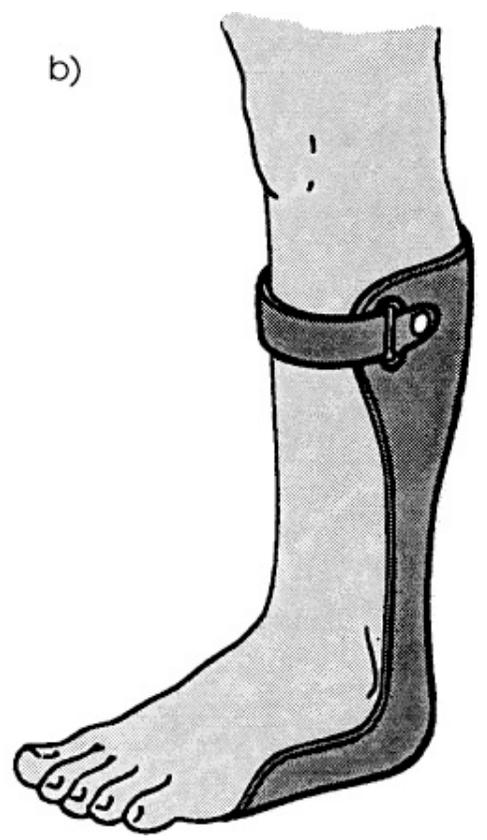
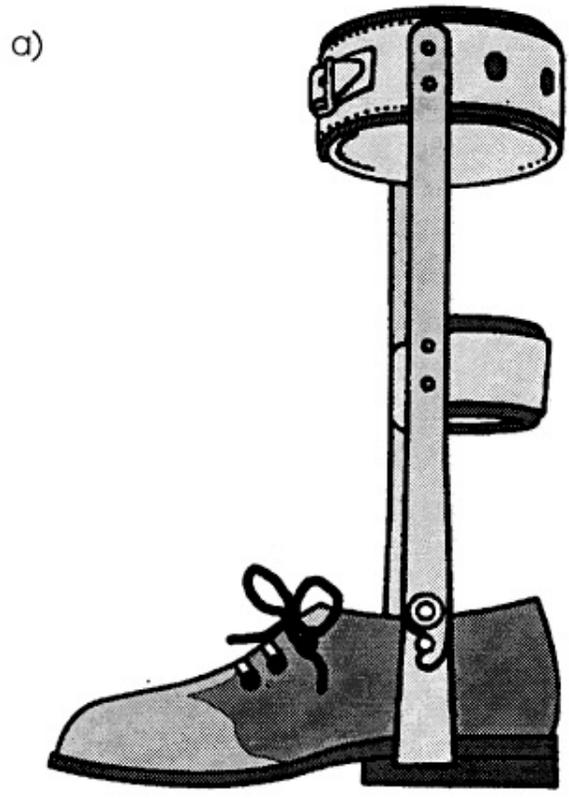


FIGURA 32.14. Tutor antiequino.

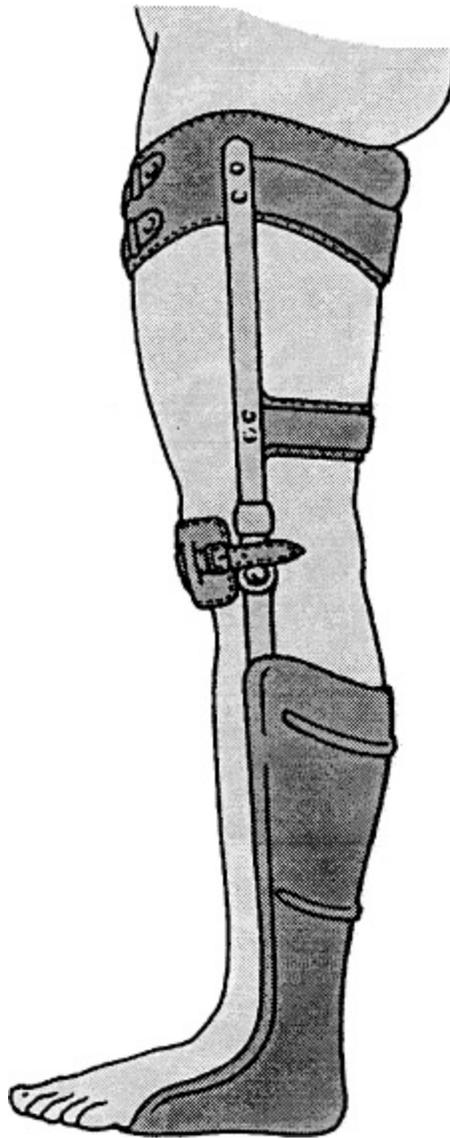


FIGURA 32.15. Tutor-estabilizador de rodilla.

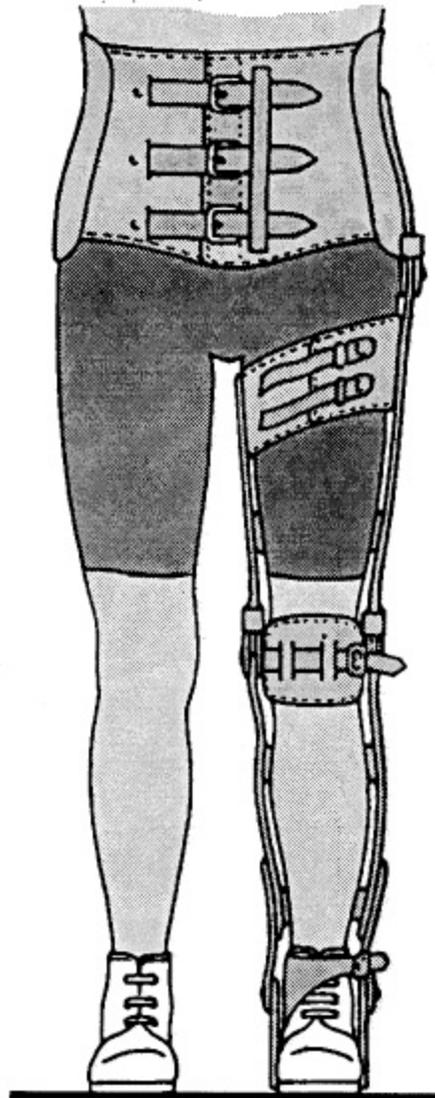


FIGURA 32.16. Estabilizador de rodilla y cadera.

Los ejercicios se pueden realizar en la misma silla de ruedas:

- *Equilibrio sentado*: el paciente se inclinará hacia atrás y hacia adelante, manteniendo el tronco en equilibrio, sin apoyo de los brazos.
- *Elevarse desde la posición de sentado*: mediante la extensión de los brazos.
- *Equilibrio y giros*: además de inclinaciones del tronco efectuará giros hacia ambos lados

En los entrenamientos para la marcha la forma usual de progresión es partir con las barras paralelas, barra fija; una muleta y una barra; dos muletas en paralelas anchas; subida y bajada de rampas y escaleras. En cada una de estas áreas de entrenamiento se progresará sucesivamente de equilibrio a fuerza, resistencia a la fatiga y coordinación, hasta conseguir una marcha adecuada con el mínimo gasto energético.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

LICHT, S.: *Terapéutica por el ejercicio*. Salvat Editores. Barcelona, 1970.

COHÍ, O.; VILADOT, S. y CLAVELL, S.: *Ortesis y prótesis del aparato locomotor. Miembro inferior*. Masson. Barcelona, 1985.

COLECCIÓN

ENFERMERÍA, FISIOTERAPIA Y PODOLOGÍA

SERIE: FISIOTERAPIA

Fundamentos de fisioterapia

S. Alcántara, M. A. Hernández, E. Ortega
y M. V. Sanmartín

Patología del aparato locomotor

Coordinadores: Tomás Jolín y Antonio Silvestre

Fisioterapia general: Cinesiterapia

Coordinadores: Celedonia Igual Camacho,
Emilio Muñoz Díaz y Cristina Aramburu de Vega

SERIE: ENFERMERÍA

Administración sanitaria y sistemas de salud

Carlos Álvarez Nebreda

Salud mental: Psicopatología

Coordinador: Julio Bobes García

Salud mental: Enfermería psiquiátrica

Coordinador: Julio Bobes García

*Atención integral de enfermería en el niño
y el adolescente*

Coordinadora: Marta Díaz Gómez

Cuidados de enfermería pediátrica

Coordinadora: Marta Díaz Gómez

Informática aplicada a la enfermería

Coordinador: Antonio Beneit Montesinos

Ciencias psicosociales aplicadas I

Coordinador: José Miguel Latorre Postigo

Ciencias psicosociales aplicadas II

Coordinador: José Miguel Latorre Postigo

Enfermería geriátrica

Coordinador: Andrés Pérez Melero

*Procedimientos diagnósticos y terapéuticos
cardiovasculares*

Coordinadora: Esperanza Rayón Valpuesta

Administración de los servicios de enfermería

Coordinador: Enrique Pacheco del Cerro

*Búsqueda de empleo y orientación profesional
en enfermería*

Eleuterio Gandía Hernández

*Fundamentos teóricos y cuidados básicos
de enfermería*

Coordinadora: M.^a del Carmen Prado Laguna

Historia de la enfermería en España

Coordinadora: Francisca Hernández Martín

Enfermería clínica avanzada

Pamela Stinson Kidd y Kathleen Dormán Wagner

Índice

PÁGINA DEL TÍTULO	2
DERECHOS DE AUTOR	3
COLABORADORES	4
ÍNDICE	6
PRÓLOGO	18
PARTE I. HISTORIA, FUNDAMENTOS E INTRODUCCIÓN A LA FISIOTERAPIA	19
1. LA FISIOTERAPIA: Emilio Muñoz Díaz	20
1.1. Concepto de fisioterapia	20
1.2. Evolución histórica de la fisioterapia en España	21
1.3. División de la fisioterapia	22
1.4. Relación entre la física y la fisioterapia	23
1.5. Relación de la fisioterapia con la rehabilitación	23
1.6. La fisioterapia y el fisioterapeuta	24
1.6.1. Funciones de la fisioterapia en el ámbito de las ciencias de la salud	24
1.6.2. Equipo terapéutico	25
1.6.3. Niveles de actuación del fisioterapeuta	25
1.6.4. Funciones del fisioterapeuta	26
Bibliografía recomendada	27
2. FUNDAMENTOS DE LA FISIOTERAPIA: Emilio Muñoz Díaz	28
2.1. Aplicación de la energía al organismo	28
2.2. Agentes físicos: estímulo y respuesta	29
2.3. Agentes físicos naturales y artificiales	30
2.4. Espectro cinético y espectro electromagnético	31
Bibliografía recomendada	35
PARTE II. VALORACIÓN Y EVALUACIÓN FUNCIONAL	36
3. ARTROLOGÍA: Luis Antonio Villaplana Torres	37
3.1. Introducción	37
3.2. Génesis y desarrollo de las articulaciones	37
3.3. Clasificación de las articulaciones	39
3.3.1. Articulación fibrosa o sinartrosis	39
3.3.2. Articulaciones cartilaginosas o anfiartrosis	41

3.3.3. Articulaciones sinoviales o diartrosis	42
Bibliografía recomendada	50
4. ESTUDIO GENERAL DEL MOVIMIENTO HUMANO: Celedonia Igual Camacho	52
4.1. Nociones iniciales	52
4.2. Planos y ejes de referencia de la unidad dinámica	54
4.2.1. Planos de referencia	54
4.2.2. Ejes de referencia	55
4.3. Movimientos articulares: tipos y generalidades	57
4.4. Cinética y cinemática articular	59
4.4.1. Hombro	59
4.4.2. Codo	61
4.4.3. Antebrazo	61
4.4.4. Muñeca	62
4.4.5. Mano	62
4.4.6. Cintura pelviana y articulaciones sacroilíacas	64
4.4.7. Raquis	64
4.4.8. Cadera	66
4.4.9. Rodilla	66
4.4.10. Tobillo	67
4.4.11. Dedos del pie	69
Bibliografía recomendada	69
5. EXAMEN DE LA POSTURA EN BIPEDESTACIÓN: Cristina Aramburu de Vega	71
5.1. Estudio general de la postura	71
5.2. Factores determinantes de la estática	75
5.3. Actividad muscular y nerviosa en la posición de bipedestación	75
5.3.1. La actividad muscular en los segmentos corporales	76
5.3.2. Regulación nerviosa de la postura	77
5.4. Aspectos físicos de la postura	77
5.4.1. El centro de gravedad	77
5.4.2. La línea de gravedad	79
5.5. Los ejes del movimiento y la línea de gravedad	81
5.6. Ley del equilibrio	82
5.7. Equilibrio estático	83
Bibliografía recomendada	84

6. VALORACIÓN DEL MOVIMIENTO ARTICULAR: Celedonia Igual Camacho	85
6.1. Introducción	85
6.2. Generalidades	88
6.3. Goniometría articular	90
6.4. Metodología	93
6.5. Evaluación del dolor	97
Bibliografía recomendada	100
7. VALORACIÓN MUSCULAR: Celedonia Igual Camacho y Luis Fernando Carro Pueyo	101
7.1. Balance analítico muscular	101
7.2. Generalidades	102
7.3. Examen manual de la fuerza muscular	103
7.4. Métodos de valoración	103
7.5. Metodología de valoración	105
Bibliografía recomendada	106
8. CADENAS CINÉTICAS MUSCULARES: Celedonia Igual Camacho, Ana María Aramburu de Vega y Victoriano Igual Camacho	108
8.1. Introducción	108
8.2. Clasificación	109
8.3. Análisis de una unidad cinética abierta	109
8.4. Análisis de una cadena cinética abierta	110
8.5. Análisis de una unidad cinética cerrada	110
8.6. Análisis de una cadena cinética cerrada	110
8.7. Caracteres diferenciales	111
8.8. Técnicas globales de trabajo	112
8.9. Cadenas cinéticas facilitadoras	113
Bibliografía recomendada	116
9. VALORACIÓN GLOBAL: Celedonia Igual Camacho	117
9.1. Introducción	117
9.2. Valoración global del miembro superior	118
9.2.1. Miembro superior en la marcha	118
9.2.2. Pruebas gestuales	119
9.2.3. Pruebas de limitaciones	122
9.2.4. Gestos balísticos	126
9.2.5. Mediciones de la extremidad superior	126

9.3. Estudio del miembro inferior	127
9.3.1. Observación estática en carga	127
9.3.2. Observación de la marcha	129
9.3.3. Principales anomalías de la marcha	130
9.3.4. Otros exámenes dinámicos en carga	133
9.3.5. Examen en descarga	133
9.4. Evaluación de la cabeza y raquis	135
9.4.1. Examen de la estática	135
9.4.2. Examen dinámico	138
Bibliografía recomendada	140
10. LA MARCHA HUMANA: Cristina Aramburu de Vega	141
10.1. Introducción	141
10.2. El ciclo de la marcha y sus fases	141
10.2.1. Fase de apoyo	142
10.2.2. Fase de oscilación	143
10.3. Mecanismos de optimización y transferencia de energía	144
10.3.1. Mecanismos fundamentales	144
10.3.2. Acción de las extremidades superiores en la marcha	144
10.3.3. Análisis anatómico	146
10.4. Factores que intervienen en la marcha	150
10.4.1. Influencia de la edad	150
10.4.2. Influencia del calzado	153
10.5. Mecanismos patológicos de la marcha	153
Bibliografía recomendada	154
11. FUNCIÓN DE LA MANIPULACIÓN: Cristina Aramburu de Vega	155
11.1. Introducción	155
11.2. La prensión	155
11.3. Tipos de prensión	157
11.3.1. Músculos y nervios principales de los diferentes tipos de prensión	157
11.3.2. Prensiones sustitutorias	167
11.4. Valoración funcional de la prensión	167
Bibliografía recomendada	169
PARTE III. CINESITERAPIA	170
12. BASES FÍSICAS DE LA CINESITERAPIA: Cristina Zaragoza Ruvira	171
12.1. Introducción	171

12.2. Mecánica de la traslación	171
12.2.1. Las leyes de Newton	171
12.2.2. Las fuerzas como vectores	172
12.2.3. Peso y centro de gravedad	174
12.2.4. Principio de independencia de las fuerzas	175
12.3. Mecánica de la rotación	177
12.3.1. Momento de una fuerza	177
12.3.2. Momento de inercia	181
12.4. Sistemas en equilibrio	181
12.4.1. Problemas de equilibrio	181
12.4.2. Equilibrio de los sólidos	185
12.5. Trabajo y energía	186
12.6. Máquinas simples	188
12.6.1. Palancas	190
12.6.2. Poleas	192
12.6.3. El plano inclinado	195
Bibliografía recomendada	195
13. CINESITERAPIA: Emilio Muñoz Díaz y Gemma Muñoz Sánchez	197
13.1. Concepto de Cinesiterapia	197
13.2. Recuerdo histórico	198
13.3. Principios básicos del ejercicio terapéutico y fisiología del movimiento	199
13.4. Principios mecánicos	202
Bibliografía recomendada	203
14. GIMNASIO TERAPÉUTICO: Emilio Muñoz Díaz	204
14.1. Concepto y ubicación del gimnasio terapéutico	204
14.2. Mecanoterapia	205
14.3. Equipamiento fijo	206
14.4. Equipamiento móvil	214
Bibliografía recomendada	217
15. REPOSO Y RELAJACIÓN: Juan Antonio Armenia Peinado	219
15.1. Reposo, relajación y cinesiterapia	219
15.1.1. Efectos fisiológicos del reposo y la relajación	219
15.1.2. Aplicación en las técnicas cinesiterápicas	220
15.1.3. Posiciones básicas	221
15.1.4. Indicaciones de la relajación	221

15.2. Procedimiento básico de relajación	222
15.3. Métodos de relajación	222
15.3.1. Método de Schultz	224
15.3.2. Método de Jacobson	225
15.3.3. Otros métodos de relajación	227
15.3.4. Métodos orientales	230
15.4. La relajación y otros procedimientos fisioterápicos	233
15.4.1. Relajación y facilitación neuromuscular propioceptiva	233
15.4.2. Relajación e hidroterapia	234
15.4.3. Relajación y masoterapia	234
Bibliografía recomendada	235
16. LAS INMOVILIZACIONES: Cristina Aramburu de Vega	236
16.1. Concepto de inmovilización	236
16.2. Modalidades de inmovilizaciones	237
16.2.1. Inmovilización total	237
16.2.2. Inmovilización local o parcial	238
16.3. Aparatos inmovilizadores	238
16.3.1. Aparatos móviles	238
16.3.2. Aparatos fijos	241
16.4. Reglas fundamentales para una correcta inmovilización	242
16.5. Actuación fisioterápica	243
Bibliografía recomendada	244
17. LAS POSTURAS: Cristina Aramburu de Vega y Victoriano Igual Camacho	246
17.1. Características generales de la postura	246
17.2. Concepto de postura	247
17.3. Falta y defecto postural	249
17.4. Deformación tipo	249
17.5. Repercusión sobre el aspecto de los distintos segmentos en las deformaciones tipo	252
17.5.1. Deformaciones del pie	252
17.5.2. Deformaciones de la rodilla	253
17.5.3. Deformaciones de la pelvis	254
17.5.4. Deformaciones de la columna vertebral	256
17.5.5. Deformaciones del tórax	257
17.5.6. Deformaciones de la cintura escapular	257
17.5.7. Deformaciones de los hombros	257

17.5.8. Deformaciones del cuello	258
17.6. Posturas correctoras	258
17.6.1. Concienciación propioceptiva	258
17.6.2. Esterocorrectoras	259
17.7. Higiene postural y economía articular	259
17.7.1. Higiene postural de la columna cervical	260
17.7.2. Higiene postural del hombro	260
17.7.3. Higiene postural de la columna dorsal y lumbar	260
17.7.4. Higiene postural de los miembros inferiores	262
17.7.5. Higiene postural durante el reposo y el descanso	262
Bibliografía recomendada	264
18. CINESITERAPIA PASIVA: Emilio Muñoz Díaz	265
18.1. Movilización pasiva	265
18.2. Clasificación	265
18.3. Efectos fisiológicos	269
18.4. Principios generales para la práctica de la movilización pasiva manual	271
18.5. Tipos de movilización pasiva articular manual	274
18.6. Indicaciones de la movilización pasiva	275
18.7. Contraindicaciones	276
Bibliografía recomendada	277
19. TRACCIONES Y ELONGACIONES TERAPÉUTICAS: Emilio Muñoz Díaz y José Vicente Torrella Francés	278
19.1. Concepto de tracción y elongación terapéutica	278
19.2. Modalidades	281
19.2.1. Tracción continua	284
19.2.2. Tracción discontinua	284
19.3. Técnica de aplicación	285
19.4. Indicaciones y contraindicaciones	285
19.5. Tracciones vertebrales	285
19.6. Efectos fisiológicos	286
19.7. Clasificación y técnicas de aplicación	287
19.7.1. Tracción cervical	287
19.7.2. Tracciones dorsales	289
19.7.3. Tracciones lumbares	290
19.8. Indicaciones y contraindicaciones	291
Bibliografía recomendada	291

20. MANIPULACIONES TERAPÉUTICAS: Emilio Muñoz Díaz y José Vicente Torrella Francés	293
20.1. Concepto de manipulación terapéutica	293
20.2. Aspectos biomecánicos y fisiológicos	295
20.2.1. Desarrollo intervertebral menor (DIM)	295
20.2.2. Efectos biológicos de la manipulación	296
20.2.3. Desarrollo de la manipulación	296
20.2.4. Tratamientos asociados	299
20.2.5. Modalidades	299
20.3. Indicaciones, contraindicaciones y accidentes	301
20.3.1. Indicaciones	301
20.3.2. Contraindicaciones	306
20.3.3. Accidentes	306
Bibliografía recomendada	307
21. ESTIRAMIENTOS MÚSCULO-TENDINOSOS: Celedonia Igual Camacho	308
21.1. Concepto e introducción	308
21.2. Reflejos y su influencia	309
21.3. Principios de aplicación	310
21.4. Técnicas de estiramiento	311
21.5. Indicaciones	314
21.6. Contraindicaciones	314
Bibliografía recomendada	315
22. MASAJE: Emilio Muñoz Díaz	316
22.1. El masaje como tratamiento	316
22.1.1. Concepto	316
22.1.2. Breve reseña histórica	317
22.2. Biofísica del masaje	317
22.3. Efectos fisiológicos	320
22.4. Técnicas generales	323
22.5. Maniobras fundamentales del masaje	324
22.6. Modalidades	335
22.7. Indicaciones y contraindicaciones	336
22.7.1. Indicaciones	336
22.7.2. Contraindicaciones	337
Bibliografía recomendada	337
23. MOVILIZACIÓN ACTIVA: Celedonia Igual Camacho	338

23.1. Evaluación analítica músculo-tendinosa	338
23.2. Origen e inserción	338
23.3. Momento de la fuerza muscular	339
23.4. Funciones musculares	341
23.5. Definición y clasificación de la cinesiterapia activa	343
23.5.1. Dependiendo de la extensión de la zona que se moviliza...	344
23.5.2. Dependiendo de la capacidad muscular	344
23.6. Ejercicios libres: gimnasia médica	346
23.7. Efectos de la movilización activa	346
23.8. Indicaciones y contraindicaciones	346
Bibliografía recomendada	347
24. MOVIMIENTOS VICARIANTES: Ana Zarza Stuyk	348
24.1. Concepto e introducción	348
24.2. Movimientos de sustitución	350
24.3. Clasificación de los movimientos vicariantes	350
24.4. Movimientos sustitutorios en algunas lesiones	351
24.5. Utilización terapéutica de los movimientos sustitutorios	352
24.6. Las ortesis en las parálisis de los nervios periféricos	353
24.6.1. Objetivos de las ortesis	353
24.6.2. Contraindicaciones de las ortesis	356
Bibliografía recomendada	356
25. EJERCICIOS ESPECÍFICOS: Gemma Muñoz Sánchez	357
25.1. Introducción	357
25.2. Ejercicios de Codman	357
25.3. Ejercicios de Chandler	358
25.4. Ejercicios de Frenkel	359
25.5. Ejercicios de Buerger Alien	362
25.6. Ejercicios de Knott y Voss (facilitación neuromuscular propioceptiva)	363
25.7. Ejercicios de Klapp	365
25.8. Ejercicios de Niederhoffer	365
25.9. Ejercicios de Williams	366
Bibliografía recomendada	368
26. MECANOTERAPIA: SUSPENSIONTERAPIA Y POLEOTERAPIAS: Emilio Muñoz Díaz	370
26.1. Suspensionterapia	370
26.1.1. Principios fundamentales de los ejercicios en suspensión	371

26.1.2. Tipos de suspensión	371
26.1.3. Aparatos	378
26.1.4. Indicaciones y contraindicaciones	378
26.2. Poleoterapia	380
26.2.1. Principios físicos y rendimiento mecánico	381
26.2.2. Circuitos de poleas	382
26.2.3. Técnicas y utilización	383
26.2.4. Indicaciones y contraindicaciones	392
Bibliografía recomendada	392
27. EJERCICIOS CONTRA RESISTENCIA: Celedonia Igual Camacho	394
27.1. Concepto y modalidades	394
27.2. Cinesiterapia contra resistencia humana	397
27.3. Cinesiterapia contra fuerza mecánica	398
27.4. Ejercicios de musculación	401
27.4.1. Principios que rigen los ejercicios de musculación	401
27.4.2. Estudio comparativo	402
27.4.3. Métodos para desarrollar la fuerza muscular	403
27.4.4. Técnicas de musculación	404
Bibliografía recomendada	411
28. FUERZA Y POTENCIA EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE: Celedonia Igual Camacho	413
28.1. Introducción	413
28.2. Principios generales	414
28.3. Clases de ejercicios	415
28.3.1. Elección de tipo de trabajo muscular para el entrenamiento específico	428
28.4. Entrenamiento de las distintas cualidades de la fuerza	429
Bibliografía recomendada	431
29. FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA: Manuel Agustín Valls Barbera	432
29.1. Introducción	432
29.1.1. Finalidad	432
29.1.2. Definición de la facilidad neuromuscular propioceptiva y principios	433
29.2. Técnicas básicas. Utilización de estímulos	435
29.3. Patrones cinéticos	437
29.4. Descripción de los patrones para cabeza y cuello	438
29.5. Patrones base del miembro superior	439

29.6. Patrones base del miembro inferior	443
29.7. Técnicas específicas	446
29.7.1. Técnicas de refuerzo y potenciación	446
29.7.2. Técnicas de relajación o estiramiento	447
Bibliografía recomendada	448
30. COORDINACIÓN MOTORA: Virgilia Autón Antón	449
30.1. Introducción	449
30.2. Coordinación motora	449
30.2.1. Principales centros de coordinación del movimiento	450
30.2.2. Otros sistemas de coordinación motora	455
30.3. Valoración y tratamiento fisioterápico de las alteraciones de la coordinación	455
30.3.1. Valoración e interpretación de los datos registrados	456
30.3.2. Tratamiento fisioterápico	458
Bibliografía recomendada	461
31. LA CINESITERAPIA DIRIGIDA A LA FINALIDAD OCUPACIONAL: Cristina Aramburu de Vega	462
31.1. Introducción	462
31.2. Principios de aplicación de la cinesiterapia ocupacional	463
31.3. Tipos de técnicas	464
31.3.1. Técnicas AVD	464
31.3.2. Actividades laborales	466
31.4. Indicaciones de la cinesiterapia ocupacional	467
Bibliografía recomendada	467
32. ENTRENAMIENTO CON AYUDAS TÉCNICAS PARA LA DEAMBULACIÓN...: Cristina Aramburu de Vega	468
32.1. Introducción	468
32.2. Tipos de ayuda para la marcha	469
32.3. Patrones de marcha con ayuda a la deambulación	473
32.4. Ejercicios de iniciación para el uso de ayudas a la marcha	474
32.4.1. Patrones de marcha con dos ayudas	476
32.4.2. Patrones de marcha con una sola ayuda	478
32.5. Accesorios de ayuda para la marcha	479
Bibliografía recomendada	483

