

# PARTE I

## FORMA Y FUNCIÓN MUSCULOESQUELÉTICAS DE LA ESPALDA

# CAPÍTULO 1

## ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA DEL TRONCO

*Wendell Liemohn*

INTRODUCCIÓN, 4

LA COLUMNA VERTEBRAL, 4

Arquitectura de la columna, 4

Curvaturas de la columna, 5

Lordosis, 5

Cifosis, 6

Escoliosis, 6

Vértebras, 6

Discos intervertebrales, 8

Anillo fibroso, 8

Núcleo pulposo, 8

Carillas vertebrales, 9

Adaptaciones funcionales de los discos, 10

Articulaciones interapofisarias, 11

ESTRUCTURAS DE SOPORTE

MUSCULOLIGAMENTARIAS, 12

Ligamentos de la columna vertebral, 12

Músculos y tejido conjuntivo relacionado, 13

Consideraciones para la prescripción de ejercicios  
de flexión del tronco, 13

Estudio de las consideraciones mecánicas, 14

Estudio de las consideraciones fisiológicas, 14

Interacción de las consideraciones

mecánicas y fisiológicas, 14

Otras particularidades de los músculos

abdominales, 16

Fascia y musculatura dorsales, 20

Consideraciones mecánicas del levantamiento de  
pesos, 21

Respuesta de flexión-relajación, 23

Presión intraabdominal, 25

Fascia toracolumbar, 25

Nuevas investigaciones sobre el levantamiento de  
peso, 26

Protección del tronco, 30

Columna neutra/protección

abdominal/estabilización del tronco, 32

RESUMEN, 32

BIBLIOGRAFÍA, 32

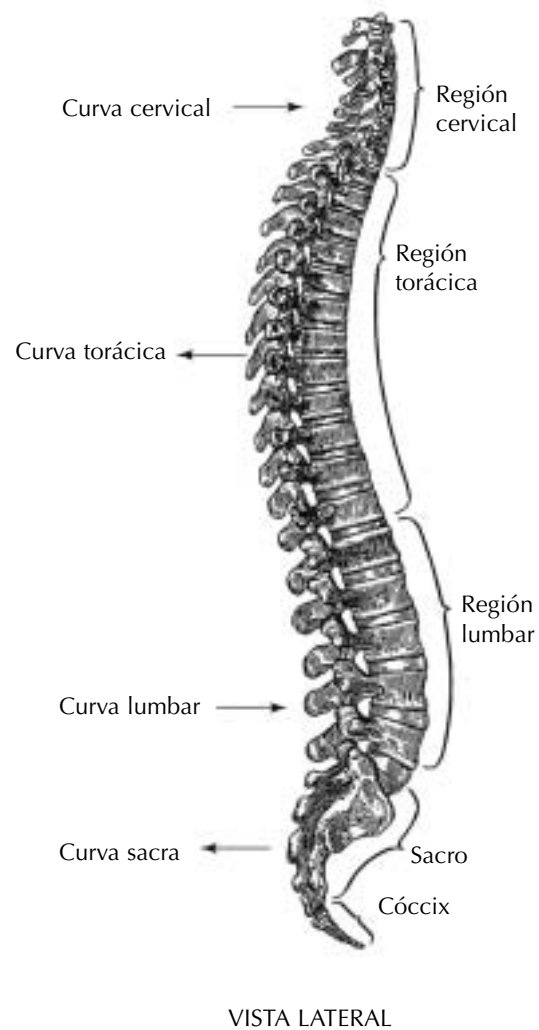
## INTRODUCCIÓN

El propósito de este capítulo es revisar aquellos aspectos de la anatomía y biomecánica pertinentes para el funcionamiento de la columna y la lumbalgia. Esta síntesis comprende una revisión de la anatomía, una exposición de los ejercicios de flexión del tronco y una descripción de las sinergias de los tejidos muscular y conjuntivo del tronco. Esta descripción precede a una sucinta exposición de los estudios sobre la halterofilia y su relación con la estabilización del tronco (también llamada protección abdominal). El San Francisco Spine Institute (1) fue una de las primeras entidades en adoptar la estabilización del tronco como técnica de rehabilitación. Aprender a estabilizar el tronco en una posición neutra e indolora es fundamental para los ejercicios terapéuticos de la mayoría de los programas de rehabilitación de la espalda.

## LA COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral, compuesta por segmentos óseos móviles, fascia y músculos, se considera una obra maestra de la biomecánica (2). Su carácter único se atribuye en parte a su capacidad para equilibrar las curvas lordóticas de las regiones cervical y lumbar, y las curvas cifóticas de las regiones dorsal y sacra. El resultado es una doble curvatura en «S» que permite a la columna absorber las fuerzas verticales como un muelle (fig. 1-1).

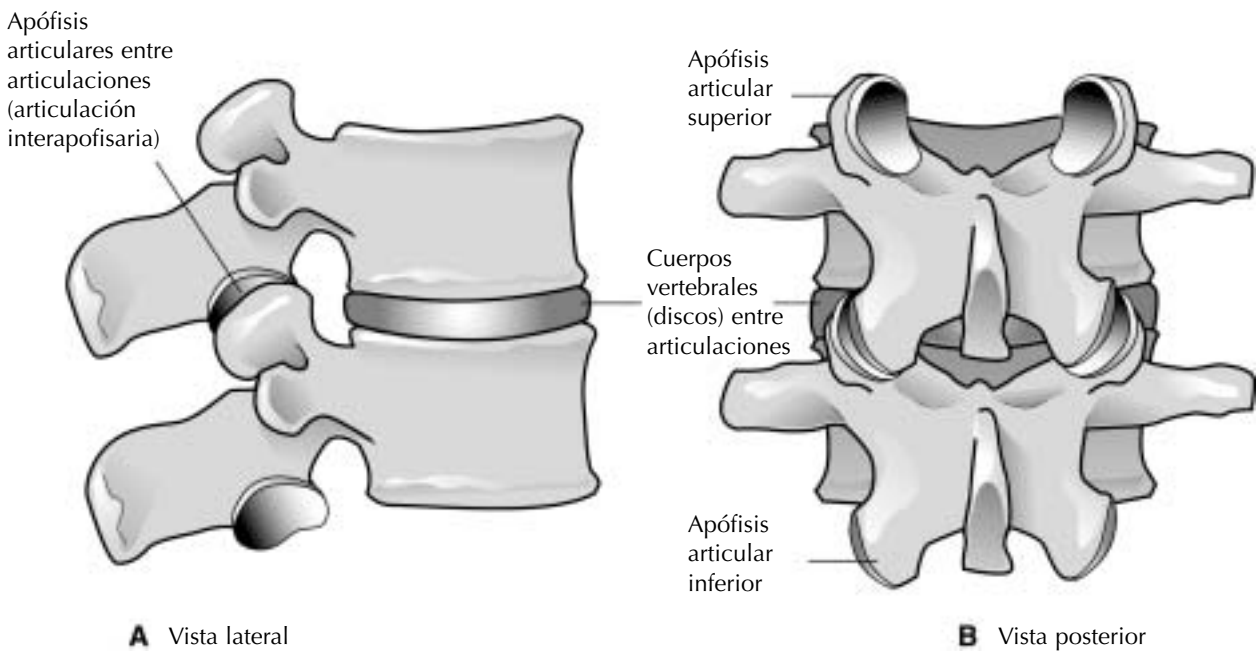
La colaboración de la columna vertebral es importante en muchos movimientos, si bien dicho papel pasa muchas veces inadvertido. Después de apreciar las diferencias insignificantes entre el movimiento vertebral de un hombre durante la locomoción bípeda, y el de un hombre sin piernas caminando sobre sus tuberosidades isquiáticas, Gracovetsky afirmó que la columna y los tejidos circundantes son el «motor» primario de la locomoción en la especie humana (3, 4). Existen muchos ejemplos que describen el «papel motor» de la columna en el deporte; por ejemplo, los lanzadores de peso, martillo y disco despliegan concretamente un movimiento de tensión rotatoria de la columna que contribuye al éxito de sus actividades (fig. 1-2).



**Figura 1-1.** Vista lateral de la columna vertebral. (De Pansky, B. *Review of Gross Anatomy*. © 1996. Reproducido con autorización de McGraw-Hill Companies, Inc.)

## Arquitectura de la columna

La arquitectura de la columna que interesa en esta sección se compone de las curvaturas vertebrales, los componentes vertebrales e intervertebrales de los discos y sus articulaciones, y los ligamentos de la columna.



**Figura 1-5.** Vistas de perfil (A) y por detrás (B) de un segmento móvil. El segmento comprende la unión del disco intervertebral con sus dos vértebras adyacentes. En la vista por detrás, se aprecian las articulaciones entre las apófisis articulares superior e inferior; estas articulaciones son denominadas interapofisarias.

anteriores entre los cuerpos de las vértebras, y las articulaciones posteriores entre las carillas pareadas (apófisis articulares superior e inferior).

### Discos intervertebrales

Los discos intervertebrales actúan como espaciadores y amortiguadores, además de absorber las sobrecargas rotacionales (fig. 1-6). Aunque la mayoría de los problemas lumbares de los deportistas jóvenes se originan en los elementos posteriores (p. ej., en la porción interarticular, como se aprecia en la espondilólisis y espondilolistesis o en las lesiones de las articulaciones interapofisarias), en los adultos el disco es el foco de la mayoría de los problemas. El disco se compone del anillo fibroso, el núcleo pulposo y las carillas vertebrales.

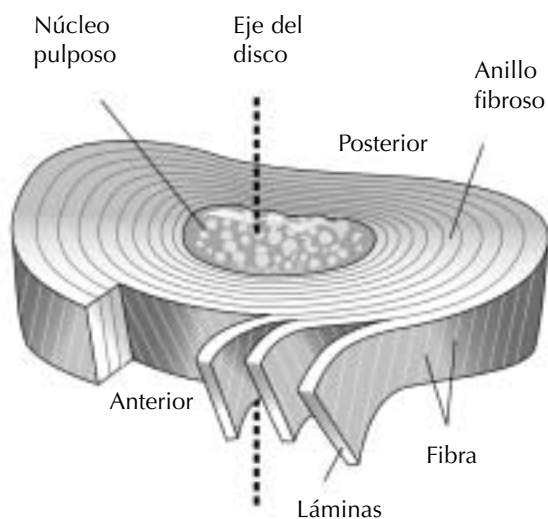
**Anillo fibroso.** El anillo fibroso contiene diez o más anillas concéntricas reforzadas con colágeno y orientadas en ángulos alternantes de alineación; por eso,

si se ejercen sobrecargas rotacionales sobre la columna, las fibras del disco están orientadas de tal modo que algunas fibras siempre oponen resistencia a esta deformación (fig. 1-6). Si la deformación es excesiva, por ejemplo, debido a microtraumatismos repetitivos, las fibras externas del anillo cuentan con nociceptores por los que sentimos dolor. El anillo contiene un 60%-70% de agua y la concentración de colágeno es de dos a tres veces la del proteoglicano.

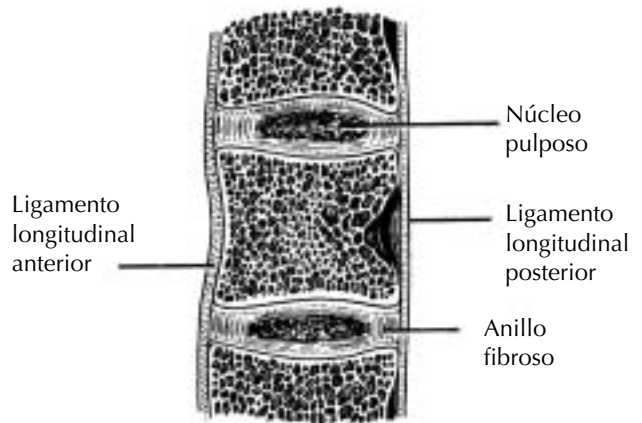
**Núcleo pulposo.** El núcleo pulposo es una red densa de estructura aleatoria compuesta de fibras colágenas y gel de proteoglicanos; no contiene nociceptores. El núcleo pulposo contiene aproximadamente un 70%-90% de agua, siendo la concentración de proteoglicanos de tres a cuatro veces la del colágeno (5). Se sabe que las células de proteoglicanos y sus propiedades hidroabsorbentes se reducen con la edad y las lesiones. Como el núcleo pulposo y el anillo fibroso son de composición parecida, sus líneas de demarcación no son tan evidentes como las que aparecen en la figura 1-6. *In vivo*, las capas del anillo

fibroso son menos distinguibles a medida que se aproximan y convergen con el núcleo. En los discos con patologías, la diferenciación entre el núcleo y el anillo es incluso menos evidente.

**Carilla vertebral.** Un tercer componente de los discos que no aparece en la figura 1-6 es la carilla vertebral, que separa un disco de su vértebra adyacente. Cuando se ejercen fuerzas compresivas sobre la columna, el núcleo pulposos de los discos afectados ejerce presión en todas direcciones contra la periferia, que es más rígida (fig. 1-7). Un disco que soporte una carga ejerce presión radial contra el anillo fibroso; cefálica y caudalmente, la presión se dirige a las carillas vertebrales. Aunque los anillos fibrosos se



**Figura 1-6.** Disco intervertebral. La porción externa, el anillo fibroso, se compone de fibras colágenas laminadas y orientadas para resistir las fuerzas de rotación/torsión en cualquier dirección. Aunque no aparezcan en este dibujo, las carillas vertebrales terminan de cerrar el núcleo y anclan el disco a la apófisis anular. (Adaptado con autorización de Borenstein, D. G. y Wiesel, S. W. *Low Back Pain—Medical Diagnosis & Comprehensive Management*. 1989, Filadelfia: W. B. Saunders.)

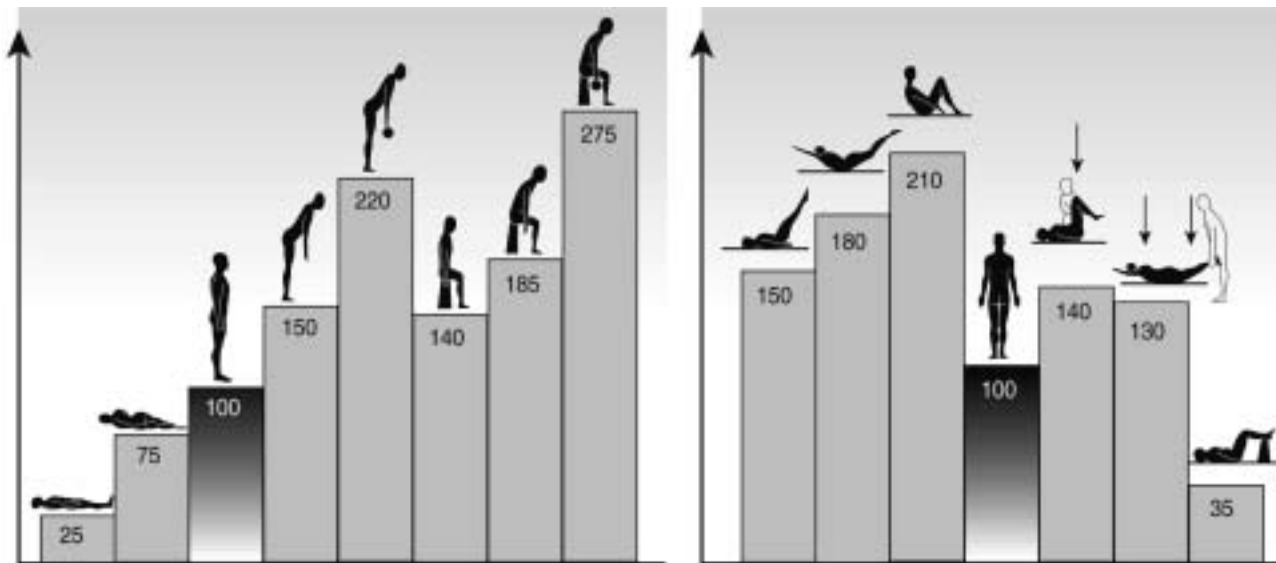


SECCIÓN SAGITAL: REGIÓN LUMBAR

**Figura 1-7.** Transmisión del peso por un disco intervertebral. La compresión eleva circunferencialmente la presión en el núcleo pulposos; la tensión en el anillo dirige parte de esta presión hacia las carillas vertebrales. (De Pansky, B. *Review of Gross Anatomy*. © 1996. Reproducido con autorización de McGraw-Hill Companies, Inc.)

distiendan para disipar la tensión, si el anillo está sano y la fuerza de compresión es excesiva, algo se verá obligado a ceder, y ello suele ser la carilla vertebral (17). Por tanto, la carilla vertebral suele ser el eslabón débil de la columna. Una vez que un disco se lesiona o la degeneración supera su capacidad fisiológica, el disco pierde viscoelasticidad. Un disco lesionado no amortiguará los choques como otro sano.

*La disminución de la altura de un disco es un ejemplo de deformidad progresiva, una propiedad viscoelástica del tejido conjuntivo. En este escenario, la deformidad es temporal, porque la altura del disco recupera su valor previo en el plazo de una hora o dos en decúbito (18). Por la mañana, la espalda suele estar más rígida por el largo período de rehidratación de los discos; no es coincidencia que las lesiones discales sean más corrientes por la mañana (5). Resulta interesante que, tras largos períodos de ingravidez, como los que experimentan los astrona-*



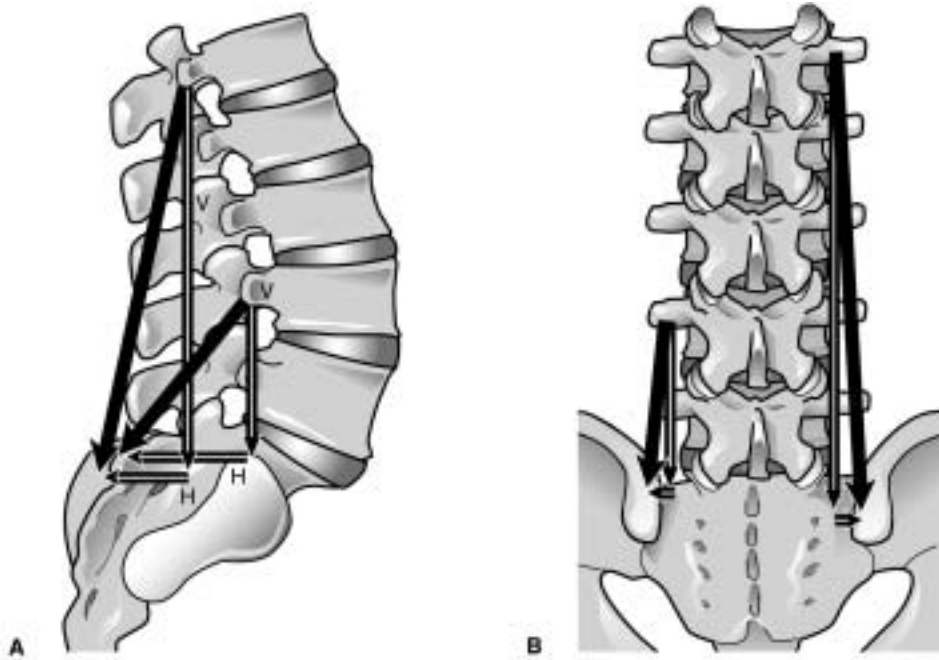
**Figura 1-14.** La presión intradiscal es una función de la postura y de cualquier carga externa. (Adaptado con autorización de Nachemson, A. L. *Spine* 1976, 1: p. 59.)

Se observó un momento flexivo máximo durante la flexión de abdominales con las piernas dobladas, quedando en segundo lugar la flexión de abdominales con las piernas extendidas; las fuerzas de compresión en cada ejercicio fueron casi idénticas, lo cual respalda la idea de que el músculo psoas es muy activo durante la ejecución de la flexión con las piernas dobladas. Axler y McGill hallaron que, para desarrollar los músculos rectos del abdomen superior e inferior, la elevación de piernas extendidas y las flexiones de abdominales con los pies fijos mostraban el índice máximo (óptimo) de relación entre trabajo y coste compresivo. Para desarrollar el músculo oblicuo externo, la elevación de las piernas extendidas y las flexiones dinámicas con las piernas cruzadas mostraban el índice máximo (óptimo) de relación entre trabajo y coste compresivo. Su estudio sugiere que deben sopesarse varios factores al asignar ejercicios de fortalecimiento del abdomen a deportistas con o sin síntomas de lumbalgia. Con posterioridad, Juker y otros (38) estudiaron la seguridad de distintos ejercicios de flexión usando electrodos intramusculares en el psoas y los abdominales laterales (tabla 1-1).

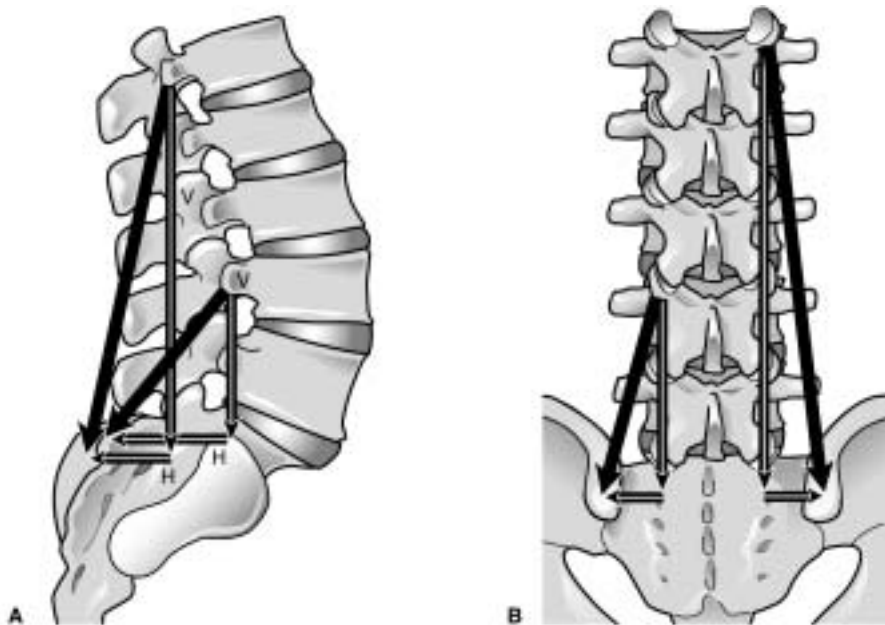
### Otras particularidades de los músculos abdominales

Los músculos abdominales se muestran en la figura 1-15. En el plano sagital, el músculo recto del abdomen

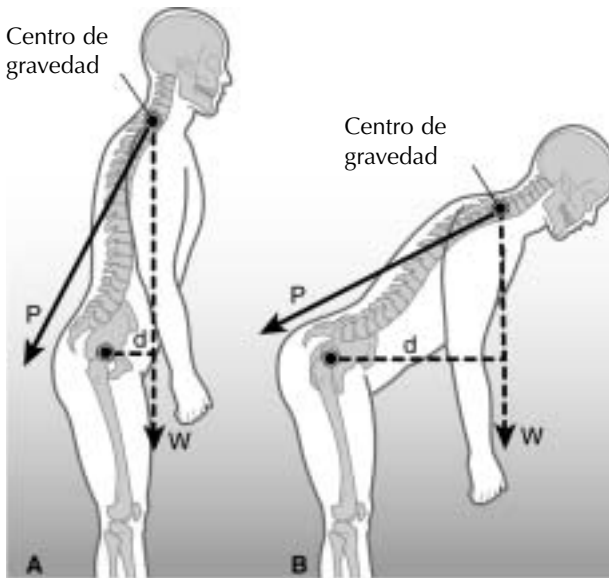
representa un poderoso componente flexor. Aunque los músculos oblicuos interno y externo también colaboran en la flexión, el recto del abdomen suele ser dominante en los ejercicios de abdominales o abdominales carpados (39). Para comprender mejor este punto, en caso de no estar claro, animamos al lector a realizar 5-10 abdominales carpados mientras palpa los músculos abdominales laterales. A continuación, puede probar una variación de este ejercicio hundiendo los músculos abdominales (es decir, el ombligo se aproxima al máximo a la columna mientras se ejecuta el ejercicio). De nuevo, hay que palpar los músculos abdominales laterales mientras se realiza el ejercicio. En esta versión del abdominal carpado, debería apreciarse una mayor dependencia de los músculos oblicuos internos y externos. Otra forma de aumentar la participación de los músculos abdominales laterales es mediante un ejercicio isométrico. Aunque los ejercicios isométricos se hayan considerado pasados de moda en los programas de ejercicio de los últimos años, pueden ser muy eficaces en el desarrollo de la musculatura del tronco (36). La mayoría de los músculos abdominales intervienen en las actividades isométricas de flexión del tronco. Además, es muy fácil incorporar una actividad isométrica en la ejecución de un abdominal carpado o una flexión en diagonal. Por ejemplo, pueden realizarse flexiones en diagonal y aguantar la posición arriba durante 5 a 15 segundos (o más) en cada repetición. A medida que se



**Figura 1-20.** Vectores de fuerza del músculo iliocostal lumbar. (A) Vista lateral. (B) Vista posterior. (Adaptado de Bogduk, N. *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum*. 1998, Londres: Churchill Livingstone.)



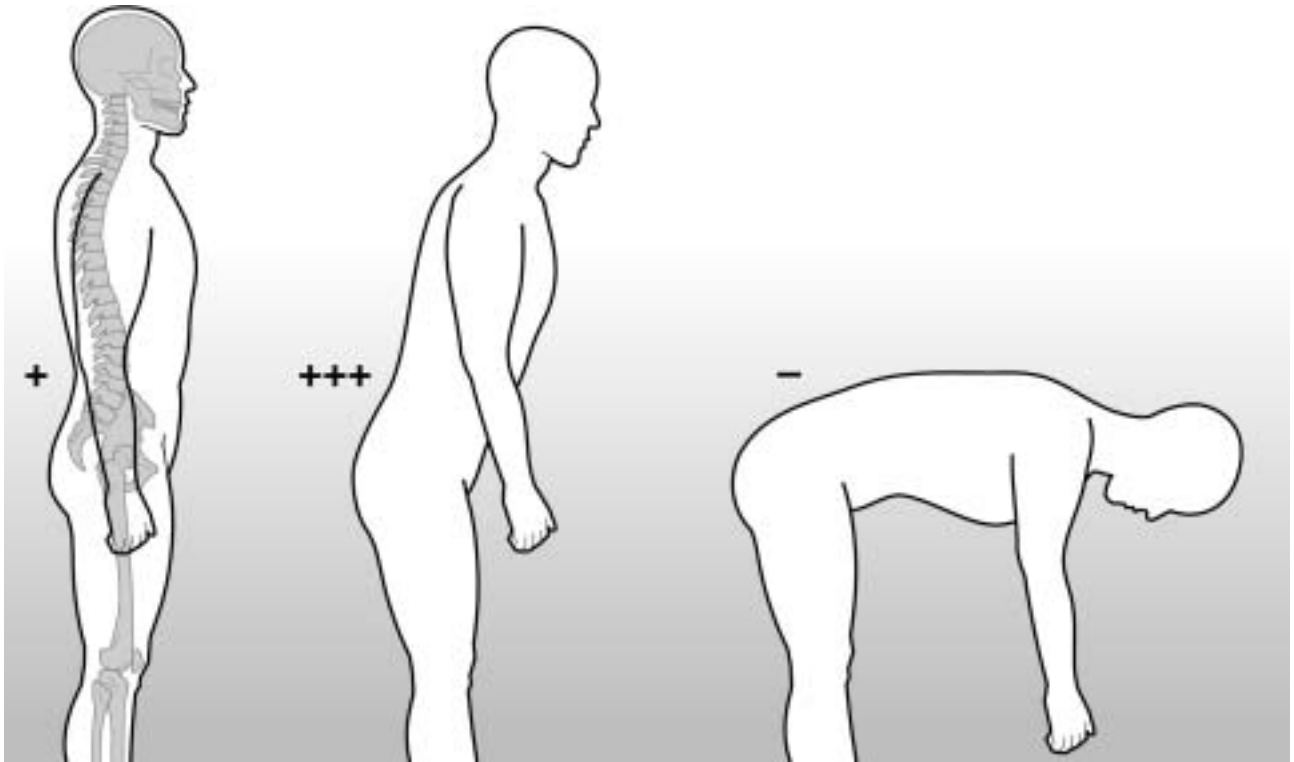
**Figura 1-21.** Vectores de fuerza del músculo longísimo. (A) Vista lateral. (B) Vista posterior. (Adaptado de Bogduk, N. *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum*. 1998, Londres: Churchill Livingstone.)



**Figura 1-23.** Movimientos comparativos de la tracción gravitacional sobre el tronco en dos posiciones de flexión.

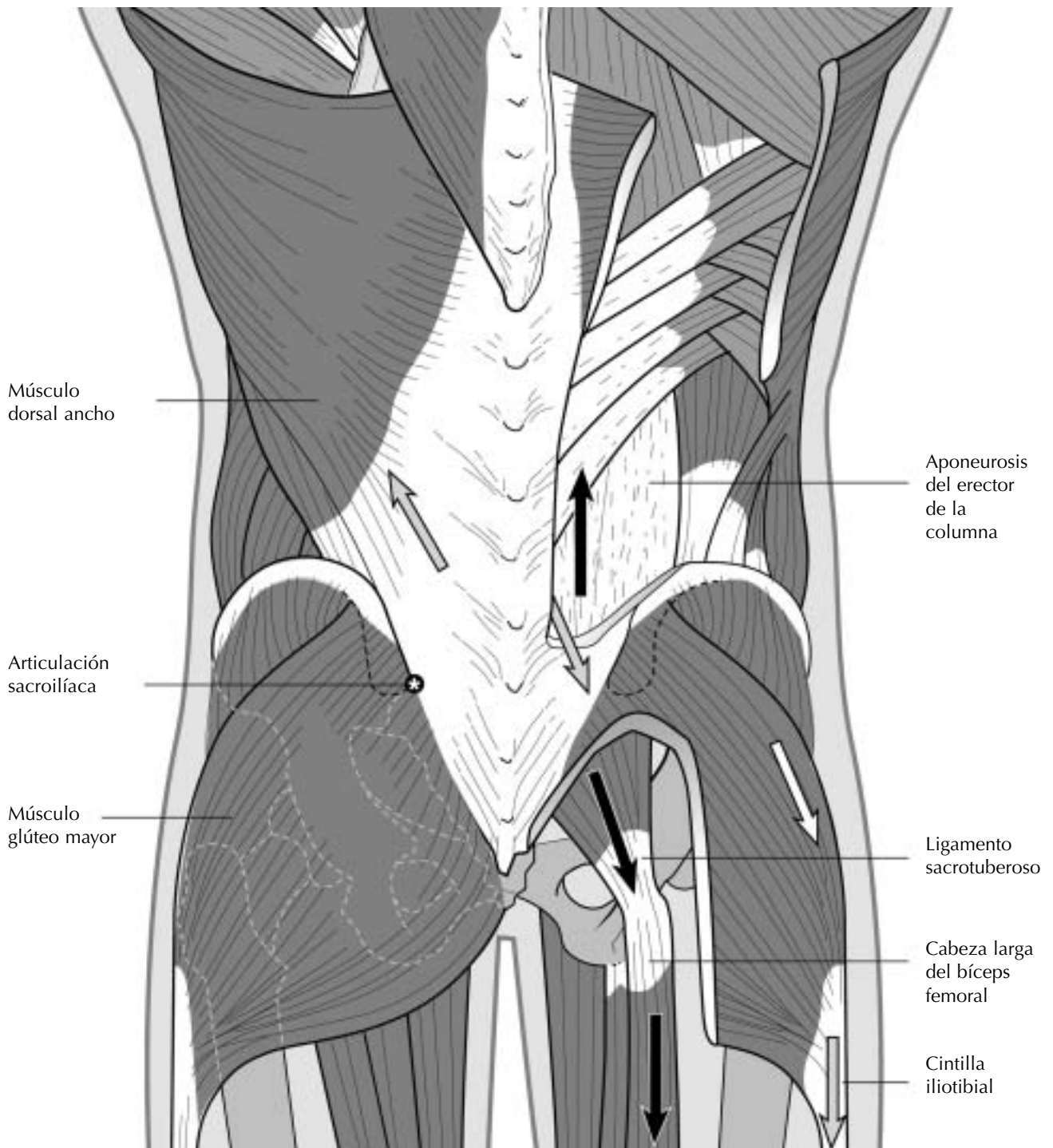
medida que se adoptaba la postura de anteroflexión del tronco; sin embargo, el erector de la columna se volvía predominante a medida que el movimiento cambiaba a flexión completa (fig. 1-24). Propusieron que se trataba de un tipo de mecanismo de inhibición refleja que confiaba el sostén del tronco a los ligamentos de la columna. Descubrieron que, al recobrar la posición erecta, el erector de la columna se activaba en extensión en una posición que se aproximaba a la de la relajación durante la flexión; este dato subraya el hecho de que, durante la extensión de la cadera, cuando el erector de la columna no desempeña papel alguno, pueden ejercer un papel dominante en la extensión del tronco, al menos cuando se levantan cargas moderadas.

El hallazgo de Floyd y Silver sobre la respuesta de flexión-relajación goza del respaldo de otras investigaciones (46-48). Sin embargo, su inicio y duración reales difieren según la carga (49, 50) y la postura de la pelvis (51, 52), y existen diferencias en los pacientes con lumbalgia idiopática crónica (53). Bogduk (5)



**Figura 1-24.** Este dibujo describe la respuesta de flexión-relajación en anteroflexión del tronco. Entre 60 y 90 grados de flexión, los músculos se relajan, y los ligamentos capsulares de las articulaciones interapofisarias y los ligamentos supraespinosos se ven obligados a sostener la cabeza y el tronco.





**Figura 1-30.** Este dibujo muestra la relación funcional entre estructuras como (A) el m. dorsal ancho, la fascia toracolumbar, el m. glúteo mayor y la cintilla iliotibial, y (B) los ligamentos de la línea media/músculo erector de la columna, el ligamento sacrotuberoso y la cabeza larga del bíceps. (Adaptado de Vleeming, A., Snijders, C. F., Stoeckart, R., y otros. *The role of the sacroiliac joints in coupling between spine, pelvis, legs and arms.* En Vleeming y otros (eds). *Movement, stability, and low back pain-the essential role of the pelvis.* 1997, Londres: Churchill Livingstone, p. 63.)

# CAPÍTULO 2

## FLEXIBILIDAD, GRADO DE MOVILIDAD Y FUNCIÓN DE LA REGIÓN LUMBAR

Wendell Liemohn

Gina Pariser

**INTRODUCCIÓN**, 37

**CINEMÁTICA**, 38

**Cinemática de la columna vertebral**, 39

**Cinemática de la articulación iliofemoral**, 39

**Factores especiales que afectan a la cinemática**, 41

Efectos del envejecimiento y las enfermedades sobre el grado de movilidad (ROM) lumbosacro, 41

Efectos del sexo sobre el ROM lumbosacro, 42

**EXAMEN DEL ROM LUMBOSACRO E**

**ILIOFEMORAL**, 43

**ROM lumbosacro**, 43

Técnicas de distracción cutánea, 43

*Crítica de las técnicas de distracción cutánea*, 43

Pruebas con inclinómetro, 44

*Crítica de las pruebas con inclinómetro*, 44

Combinación de las técnicas de distracción cutánea e inclinómetro, 45

*Unidad de flexión-extensión del ROM de la espalda*, 46

*Unidad de flexión lateral/rotación del ROM de la espalda*, 46

Curva flexible, 46

Técnicas alternativas para medir la anteroflexión y posteroflexión, 47

**ROM iliofemoral**, 48

ROM de flexión de la articulación coxofemoral (prueba de Thomas), 48

ROM de extensión de la articulación coxofemoral, 49

*Prueba de elevación de la pierna extendida*, 49

*Prueba de extensión activa de la rodilla*, 50

*Pruebas combinadas (tocarse los dedos del pie con los dedos de la mano, y prueba de sentarse-y-alcanzar)*, 51

*Consideraciones sobre la seguridad*, 51

*Validez y fiabilidad*, 52

**Repetibilidad de las mediciones**, 53

Colocación del instrumental, 53

Variación diurna, 54

**AUMENTO DEL ROM**, 54

**Aspectos neurológicos y mecánicos de la mejora del ROM**, 54

Relajación muscular, 54

Elongación del tejido conjuntivo, 54  
*Viscoelasticidad*, 55  
 Relajación de la tensión y el *resbalamiento*, 57

#### Regímenes de estiramiento, 57

Estiramientos dinámicos, 57  
 Estiramientos estáticos, 57  
 Facilitación neuromuscular propioceptiva, 58

#### Estudios sobre las técnicas de estiramientos mediante FNP y EE, 58

Papel de la inhibición recíproca/autógena, 58  
 Otros programas para mejorar el ROM, 59  
*Extensión activa no balística de la rodilla*, 59  
*Entrenamiento del grado de movilidad dinámico*, 59  
*Estiramientos aislados activos*, 59  
 Relevancia clínica, 60

#### Consideraciones generales sobre el ROM, 61

#### CONCLUSIONES, 61

#### BIBLIOGRAFÍA, 61

## INTRODUCCIÓN

La flexibilidad está relacionada con la capacidad para mover una articulación en todo su grado de movilidad o amplitud (ROM = *range of movement*). Las deficiencias del grado de movilidad de la columna vertebral y sus estructuras de soporte se consideran indicadores pronósticos de la lumbalgia (1-3). El mantenimiento de un buen ROM en la articulación iliofemoral y las articulaciones vertebrales es primordial para la buena salud de la espalda. Además, en personas con lumbalgia crónica, los regímenes de ejercicio para mejorar el ROM del tronco y la articulación coxofemoral se consideran terapéuticos.

*El grado de movilidad* es un término preferible al de *flexibilidad* cuando se expone este concepto, porque implica que el movimiento puede medirse en más de una dirección. Por ejemplo, aunque la mujer de la figura 2-1 muestra un grado excepcional de hiperextensibilidad, llamar flexibilidad a la hiperextensibilidad podría resultar confuso. Aunque los términos *flexibilidad* y *grado de movilidad* se empleen a veces



**Figura 2-1.** *Flexibilidad* es la palabra adecuada para describir la hiperextensibilidad de esta deportista. Usar la palabra *flexibilidad* para describir un movimiento de extensión puede resultar confuso; por esta razón suele usarse en su lugar *grado de movilidad*.

como intercambiables y en esencia puedan tener el mismo significado, en este libro se usará con más frecuencia el acrónimo *ROM* que el término *flexibilidad*. Los temas principales que se tratarán en este capítulo son la cinemática de la columna, la cinemática de la articulación iliofemoral, la determinación del ROM y su relación con la función de la región lumbar, así como la mejora del grado de movilidad.

## CINEMÁTICA

La dinámica es el estudio de las fuerzas y movimientos. La cinemática es una parte de la mecánica dedicada sólo al estudio del movimiento sin tener en cuenta fuerzas como las que imponen la contracción muscular, la gravedad o las fuerzas de colisión en los deportes de contacto.



**Figura 2-14.** La prueba de tocar los pies con los dedos de la mano (A) y la prueba de sentarse-y-alcanzar (B) miden esencialmente la longitud de los isquiotibiales, pero el movimiento pélvico es menor en la prueba de sentarse-y-alcanzar.

porque la masa de la extremidad no es tan dada a contaminar los resultados como con la prueba de EPE pasiva (37, 40). A diferencia de la EPE pasiva, con la EAR el examinador no tiene que valorar si lleva o no realmente la extremidad hasta el final del ROM, porque es una prueba activa y el sujeto es el responsable de exhibir el ROM. En el protocolo descrito por Worrell y otros (40), las personas que usan esta prue-

ba con fines de investigación cogen el muslo de la pierna que se somete a prueba con 90 grados de flexión coxal, con la articulación de la rodilla también en 90 grados; el sujeto extiende entonces la pierna hasta que el muslo «se libera» de las manos que lo asen. Puede utilizarse un inclinómetro o un goniómetro para tomar la medición.

*Pruebas combinadas (tocarse los pies con los dedos de la mano y prueba de sentarse-y-alcanzar).* Con el fin de lograr la diferenciación, las pruebas para medir la longitud de los isquiotibiales y la movilidad lumbosacra se denominan en este libro *pruebas combinadas*, como la prueba de tocar el suelo con los dedos (TSD) o la prueba de sentarse-y-alcanzar (SA), que aparecen en la figura 2-14.

*Consideraciones sobre la seguridad.* Además de las cuestiones sobre la validez de las pruebas de TSD y SA, se ha cuestionado el movimiento inherente a ambas pruebas por el posible riesgo para la columna vertebral. Por ejemplo, si estas actividades se hacen repetidamente y si el sujeto presenta tirantez en los isquiotibiales, su excursión limitada en la articulación iliofemoral puede transferir la tensión a las estructuras de la columna (41, 42). Adams y Hutton (43) demostraron que, cuando se produce un movimiento de anteroflexión sin control muscular (p. ej., llevar rápidamente los dedos de la mano hasta tocar los pies), los ligamentos supraespinosos, interespinosos y capsulares sufren un esguince.



**Figura 2-15.** Estiramiento protegido de los isquiotibiales de Cailliet.

# PARTE II

## EPIDEMIOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO

## CAPÍTULO 3

# EXAMEN FÍSICO FUNCIONAL PARA LAS LESIONES DE LA REGIÓN LUMBAR DE LOS DEPORTISTAS

*Joseph P. Zuhosky*

*Jeffrey L. Young*

**INTRODUCCIÓN, 68**

**EXAMEN FÍSICO FUNCIONAL, 70**

Exploración en bipedestación, 70

Exploración en sedestación, 74

Exploración en decúbito supino, 78

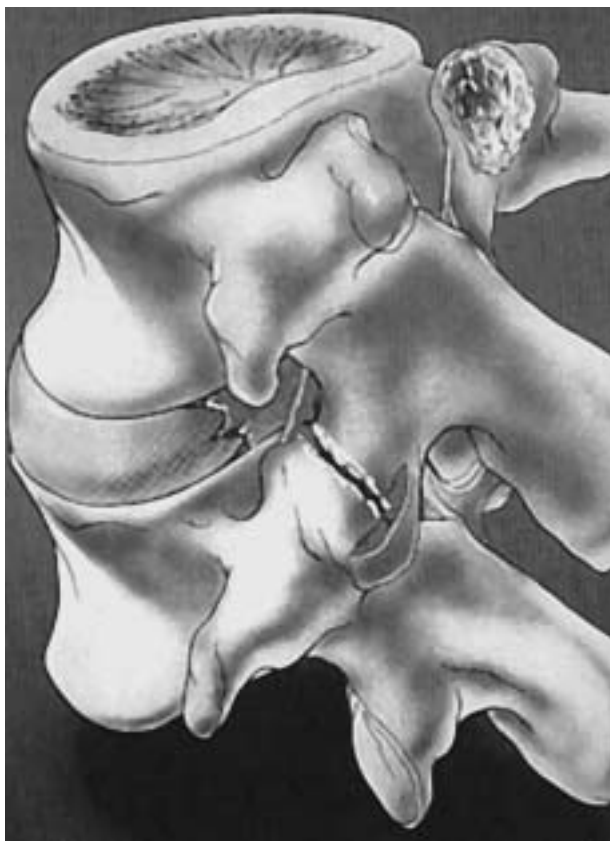
Exploración en decúbito lateral, 83

Exploración en decúbito prono, 83

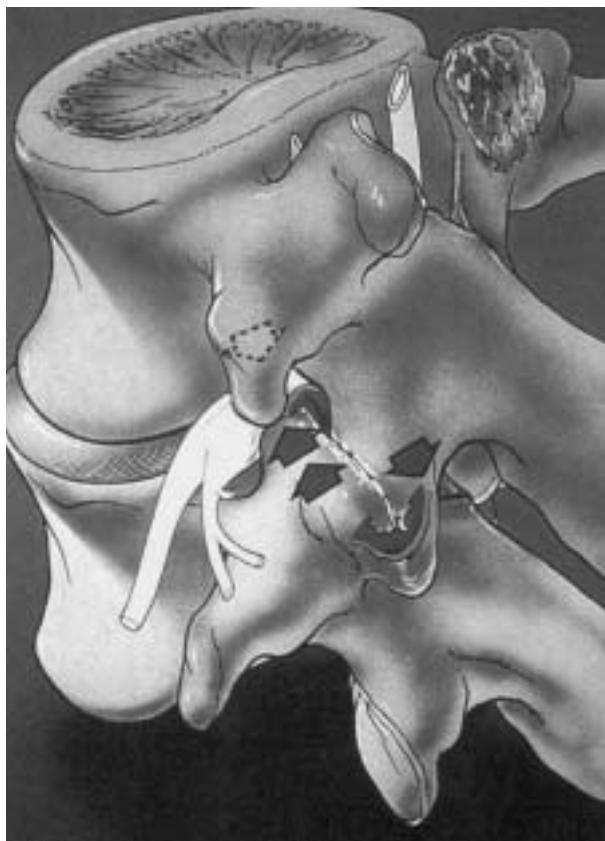
**EVALUACIÓN DE LA SUPERPOSICIÓN  
PSICOLÓGICA, 85**

**CONCLUSIÓN, 85**

**BIBLIOGRAFÍA, 86**



**Figura 3-1.** Cascada degenerativa: estadio de disfunción. (Reproducido con autorización de D. Selby y J. S. Saal. *Degenerative Series*. Camp International.)



**Figura 3-2.** Cascada degenerativa: estadio de inestabilidad. (Reproducido con autorización de D. Selby y J. S. Saal. *Degenerative Series*. Camp International.)

mento del movimiento de rotación. En el disco intervertebral hay un aumento de la frecuencia de los desgarros anulares con coalescencia. Puede haber también disrupción del núcleo y el anillo, así como una hernia discal evidente. Estos cambios provocan un aumento de la laxitud anular, que resulta en un incremento de las fuerzas de traslación y de la sobrecarga que soporta el disco intervertebral y las articulaciones interapofisarias.

El estadio III, o estadio de estabilización (Figura 3-3) se caracteriza por cambios típicos de artrosis en las articulaciones interapofisarias, como pérdida de cartílago de la superficie articular, estenosis del espacio articular, fibrosis, hipertrofia y formación de osteófitos. Esto puede contribuir a provocar estenosis central y foraminal. Dentro de los discos intervertebrales aumenta el deterioro del núcleo con alteraciones del tipo de colágeno, reabsorción discal y

fibrosis, con la pérdida consiguiente de altura espacial del disco. En las carillas vertebrales es habitual también la formación de osteófitos. Todos estos cambios pueden agudizar la estenosis central y foraminal. Epidemiológicamente, este modelo explica en gran medida los picos relativos de incidencia de síndromes vertebrales. Las fuentes discógenas de dolor suelen concentrarse en las décadas cuarta y quinta (estadios de disfunción e inestabilidad), mientras que la estenosis central y foraminal representa las fuentes primarias e iniciales del dolor en las décadas sexta y séptima (estadio de estabilización). A medida que el deportista sigue compitiendo con más edad, los profesionales sanitarios tienen que mantener un mayor índice de sospecha de una posible estenosis central y foraminal como etiología de la lumbalgia y el dolor sutil en la extremidad inferior en las personas mayores.



**Figura 3-23.** (A) Evaluación de la fuerza del músculo glúteo medio. (B) Sustitución del tensor de la fascia lata. Nótese la rotación interna de la cadera.



**Figura 3-24.** Prueba del muelle.



**Figura 3-25.** Flexión de tríceps en decúbito prono.



# CAPÍTULO 4

## PREPARACIÓN FÍSICA AERÓBICA Y FUNCIÓN DE LA REGIÓN LUMBAR

*Wendell Liemohn*

*Gina Pariser*

*Julie Bowden*

**INTRODUCCIÓN, 90**

**BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD AERÓBICA, 90**

La actividad aeróbica y el corazón, 90

La actividad aeróbica y la lumbalgia, 90

**BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD AERÓBICA PARA  
LA COLUMNA, 90**

Revisión de la biomecánica del disco, 91

Obesidad y salud vertebral, 91

Resistencia muscular y salud vertebral, 91

**FORMA FÍSICA AERÓBICA Y LUMBALGIA, 92**

Nutrición discal, 92

**Ejercicio aeróbico en la prevención  
y la rehabilitación, 93**

Papel del ejercicio aeróbico en la prevención de la lumbalgia, 93

Papel del ejercicio aeróbico en la rehabilitación de la lumbalgia, 94

**Efecto del tabaquismo en la forma física aeróbica  
y la salud vertebral, 94**

**EFFECTO DE LA FORMA FÍSICA AERÓBICA EN EL  
DOLOR Y LA DEPRESIÓN, 95**

**RESUMEN, 96**

**BIBLIOGRAFÍA, 96**

# CAPÍTULO 5

## INCIDENCIA DE LUMBALGIAS EN LOS DEPORTES

*Wendell Liemohn*

*Marisa A. Miller*

**INTRODUCCIÓN**, 100

**LESIÓN DE LOS ELEMENTOS POSTERIORES**, 101

**LESIÓN DE LOS ELEMENTOS ANTERIORES**, 102

**CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA REHABILITACIÓN**, 102

**DEPORTES ESPECÍFICOS**, 103

**Béisbol**, 103

Consideraciones mecánicas generales, 103

*Mecánica del bateo*, 103

*Mecánica de los lanzamientos (béisbol)*, 103

*Mecánica de la devolución*, 104

Fuerza y flexibilidad, 104

**Baloncesto**, 105

Consideraciones mecánicas generales, 105

*Lesiones de los elementos posteriores*, 106

*Lesiones de los elementos anteriores*, 106

Fuerza y flexibilidad, 106

**Fútbol americano**, 106

Consideraciones mecánicas generales, 107

*Lesiones de los elementos posteriores*, 107

*Lesiones de los elementos anteriores*, 107

Fuerza y flexibilidad, 108

**Golf**, 110

Consideraciones mecánicas generales, 110

*Lesiones de los elementos posteriores*, 111

*Lesiones de los elementos anteriores*, 111

Fuerza y flexibilidad, 111

**Gimnasia deportiva**, 112

Consideraciones mecánicas generales, 112

*Lesiones de los elementos posteriores*, 112

*Lesiones de los elementos anteriores*, 113

Fuerza y flexibilidad, 113

**Deportes de raqueta**, 113

Consideraciones mecánicas generales, 114

*Lesiones de los elementos posteriores*, 115

*Lesiones de los elementos anteriores*, 116

Fuerza y flexibilidad, 116

**Remo**, 116

Consideraciones mecánicas generales, 117

*Lesiones de los elementos posteriores*, 117

*Lesiones de los elementos anteriores*, 117

Fuerza y flexibilidad, 118

**Atletismo, 119****Pruebas de pista, 119**

Consideraciones mecánicas generales, 119

*Lanzamiento de martillo, 119**Salto de altura, 119**Salto con pértiga, 120***Carreras, 121**

Consideraciones mecánicas generales, 121

*Lesiones de los elementos posteriores, 122**Lesiones de los elementos anteriores, 122*

Fuerza y flexibilidad, 122

**Voleibol, 123****Salto de trampolín, 123****Natación, 124**

Consideraciones mecánicas generales, 124

*Lesiones de los elementos posteriores, 125**Lesiones de los elementos anteriores, 125*

Fuerza y flexibilidad, 125

**Entrenamiento con pesas, 126**

Consideraciones mecánicas generales, 126

*Lesiones de los elementos posteriores, 126**Lesiones de los elementos anteriores, 129*

Fuerza y flexibilidad, 129

**EPÍLOGO, 130****BIBLIOGRAFÍA, 130****INTRODUCCIÓN**

Desde la perspectiva epidemiológica, la mayor incidencia de lumbalgia se aprecia en adultos en su tercera o cuarta décadas de vida. Cuando se diagnostica lumbalgia en los deportistas, por lo general más jóvenes, parece que la interrelación entre la magnitud de las fuerzas y su frecuencia de aplicación son factores responsables de su inicio a una edad temprana. Antes de exponer las diferencias relativas a la edad, es prioridad proceder a una rápida revisión del modelo de segmento móvil expuesto en el capítulo 1 (véase la fig. 1-5). Existe una relación estrecha entre las articulaciones anteriores del disco y las articulaciones interapofisarias posteriores. Kirkaldy-Willis (1) describió el impacto de un traumatismo en una articulación interapofisaria sobre el disco, la afectación de las articulaciones interapofisarias por el traumatismo o enfermedad degenerativa del disco. De forma similar, podría esperarse que

una fractura por sobrecarga de la porción interarticular, una de las causas principales de lumbalgia en los adolescentes, afectara a la función discal. No obstante, el dolor discógeno, que es más prevalente en los adultos, sigue viéndose en deportistas jóvenes (2); aunque tal vez no afecte inicialmente a la porción interarticular en sí, podría terminar afectando a las articulaciones interapofisarias. Los deportes en los que se produce una poderosa rotación del tronco generan una tensión de torsión en distintos segmentos de la columna, con el riesgo potencial de producir lesiones.

En los deportistas más jóvenes las lesiones son más frecuentes en la porción posterior del segmento móvil (es decir, la porción interarticular y las articulaciones interapofisarias); la lesión puede derivar en patologías como espondilólisis y espondilolistesis. La frecuencia de la espondilólisis es mayor en los deportistas que realizan movimientos que implican flexión y extensión repetitivas de la columna que en la población normal (3). Saal (4) afirmó que la espondilólisis y la espondilolistesis son frecuentes en la gimnasia deportiva, la halterofilia, el fútbol americano, la danza, el remo y la lucha libre (5). Las fuerzas de torsión sobre el eje mayor de la columna con hiperextensión en carga son los factores causales habituales; se ha teorizado que esto puede causar una reacción de tensión unilateral en la porción interarticular (6).

La mayoría de quienes estudian las relaciones causales de la espondilólisis consideran que es más una lesión por uso excesivo que un defecto innato del pedículo del arco vertebral (7). Por tanto, los defectos discales y de la porción interarticular suelen estar causados por microtraumatismos repetitivos, definidos como ciclos de traumatismos que pasan desapercibidos hasta que la suma de sus efectos se manifiesta con síntomas. Sin embargo, otros factores entran en la ecuación cuando se diagnostica lumbalgia a deportistas. Aunque los tipos de problemas de lumbalgia en el deporte no son necesariamente muy distintos a los de otros ámbitos de la vida, la frecuencia y edad de los casos varían. Por ejemplo, en un estudio en el que los autores examinaron la espondilólisis en personas menores de 19 años, todos menos 5 de los 18 casos eran jóvenes deportistas muy activos (8). Aunque las personas entre 8 y 14 años (es decir, adolescentes en edad de experimentar estirones de crecimiento) corren más riesgo de sufrir espondilolistesis, Weir y Smith (6) estimaron que la mitad de los



**Figura 5-5.** Levantar pesas mientras se mantiene el equilibrio sobre un balón medicinal exige una buena propiocepción para estabilizar el tronco, y parece ser más específico para algunos requisitos del fútbol americano y otros deportes. Este ejercicio de rotación del tronco es bueno para desarrollar la fuerza del tronco.

Existe un punto que debe subrayarse respecto a la dinámica del fútbol americano. Aunque pueda ha-



**Figura 5-6.** El ejercicio de abdominales oblicuos requiere aún más propiocepción que el ejercicio de la figura 5-5. Este ejercicio desarrolla también la fuerza del tronco.

cerse un análisis de las distintas exigencias que soporta la columna, y los programas de entrenamiento se conciben para afrontar estas sobrecargas, el rendimiento en el campo es un proceso completo que desafía esta sencilla fragmentación. Dicho de otro modo, aunque los requisitos de las distintas posiciones en el campo podrían analizarse y adjudicar ejercicios con pesas pensados para contrarrestar las tensiones, este entrenamiento ha de formar simplemente parte de la estrategia habitual para desarrollar la fuerza de los jugadores. Podría parecer que las actividades del

# PARTE III

## PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO

# CAPÍTULO 6

## PROTOSCOLOS PARA EL EJERCICIO (Y DIAGNÓSTICO)

*Wendell Liemohn*

*Laura Horvath Gagnon*

**INTRODUCCIÓN**, 138

**EJERCICIOS DE FLEXIÓN DE WILLIAMS**, 138

**Base teórica de los ejercicios de flexión de Williams**, 138

**Ejercicios de Williams**, 138

Flexión del tronco, 138

Inclinación pélvica, 141

Flexión del tronco, 141

Sentarse y alcanzar, 141

Estiramiento de la cintilla iliotibial, 141

Ponerse de pie, 141

**MÉTODO DE MCKENZIE**, 141

**Antecedentes**, 142

**Base teórica**, 144

Factores predisponentes, 144

*Malas posturas en sedestación*, 144

*Pérdida de la capacidad de extensión lumbar*, 144

*Frecuencia de la flexión*, 144

Factores desencadenantes, 144

*Causas del dolor*, 145

*Mecánica de los discos intervertebrales*, 145

**Modelos conceptuales de McKenzie sobre las disfunciones mecánicas**, 145

Modelo postural, 146

Modelo disfuncional, 146

Modelo de desequilibrio, 147

*Estudios relevantes para el método de McKenzie*, 148

*Movimiento nuclear en flexión y extensión*, 148

*Centralización y periferalización*, 148

*Conclusión*, 149

**ESTABILIZACIÓN LUMBAR DINÁMICA**, 149

**Introducción a la estabilización del tronco**, 149

**Inestabilidad vertebral**, 149

**Estabilidad vertebral**, 150

El subsistema pasivo (ligamentario), 150

El subsistema activo (musculotendinoso), 151

Sistema de estabilización global, 151

Sistema de estabilización local, 152

El subsistema del control neural, 152

**Ejercicios de estabilización y protección del tronco**, 153

**CONCLUSIÓN**, 154

**BIBLIOGRAFÍA**, 154



**Figura 6-1.** Williams creía que la curva lordótica lumbar debía reducirse todo lo posible en las actividades de la vida diaria; hoy en día ya no se acepta esta opinión. Por ejemplo, aunque la mayoría afirmaría que en (A) Williams describió acertadamente las técnicas correctas e incorrectas, en (D) la postura que identifica como incorrecta no lo es realmente. (Adaptado con autorización de Williams, P. C. *The Lumbosacral Spine* 1965. Nueva York: McGraw-Hill, p. 89.)



**Figura 6-2.** Ejercicios de flexión de Williams. (Adaptado con autorización de Williams, P. C. *The Lumbosacral Spine* 1965. Nueva York: McGraw-Hill, p. 92.)



## CAPÍTULO 7

# LAS TÉCNICAS DE FELDENKRAIS Y ALEXANDER

*Jeanne Nelson*

**INTRODUCCIÓN, 158**

**TÉCNICA DE FELDENKRAIS, 158**

**El origen de la técnica de Feldenkrais, 158**

**Conciencia por el movimiento, 159**

**Integración funcional, 159**

**Aplicación clínica de la técnica de Feldenkrais  
a la lumbalgia crónica, 159**

**Reloj pélvico, 159**

**Aspectos conceptuales de la técnica  
de Feldenkrais, 161**

**Estudio de casos del empleo de Feldenkrais, 161**

**Investigación sobre la técnica de Feldenkrais, 162**

**Ventajas de la técnica de Feldenkrais, 163**

**TÉCNICA DE ALEXANDER, 163**

**El principio de Alexander, 163**

**Uso de la técnica de Alexander, 164**

**Investigación sobre la técnica de Alexander  
y la lumbalgia, 165**

**Uso de la técnica de Alexander en pacientes  
con lumbalgia, 165**

**RESUMEN DE LAS TÉCNICAS DE FELDENKRAIS  
Y ALEXANDER, 166**

**BIBLIOGRAFÍA, 166**

## CAPÍTULO 8

# PROTOSCOLOS DE EJERCICIOS PARA LA LUMBALGIA

*Julie M. Fritz*

*Gregory E. Hicks*

INTRODUCCIÓN, 168

**PROGRAMAS DE EJERCICIO PARA EL ESTADIO I:  
CENTRALIZACIÓN, 168**

Detección del fenómeno de la centralización, 169

Programas de ejercicios de extensión, 170

Programas de ejercicios de flexión, 171

**PROGRAMAS DE EJERCICIO PARA EL ESTADIO II:  
ESTABILIZACIÓN LUMBAR, 171**

Músculo transverso del abdomen, 172

Músculos transversos espinosos y erector  
de la columna, 174

Músculo cuadrado lumbar, 175

Músculos oblicuos del abdomen, 176

**PROGRAMAS DE EJERCICIO PARA EL ESTADIO III:  
ESTABILIZACIÓN DINÁMICA, 176**

Prescripción de ejercicios de estabilización, 178

**PROGRAMAS DE EJERCICIO PARA EL ESTADIO III:  
EJERCICIO AERÓBICO, 178**

RESUMEN, 179

BIBLIOGRAFÍA, 179

# CAPÍTULO 9

## HISTORIA Y PRINCIPIOS DE LA TERAPIA ACUÁTICA

*Bruce E. Becker*

**INTRODUCCIÓN**, 184

**HISTORIA DE LA TERAPIA ACUÁTICA**, 184  
Empleo inicial de la terapia acuática, 184  
El surgimiento de la hidrología médica  
en Estados Unidos, 184

**PRINCIPIOS FÍSICOS DE LA TERAPIA  
ACUÁTICA**, 185

Densidad y gravedad específica, 185

Presión hidrostática, 185

Flotabilidad, 186

Efectos sobre las articulaciones, 186

Propiedades cronodependientes, 187

Movimiento de flujo, 187

Viscosidad y arrastre, 187

Termodinámica del agua, 188

Calor específico, 188

Transferencia de energía térmica, 188

**PRINCIPIOS FISIOLÓGICOS  
DE LA TERAPIA ACUÁTICA**, 188

Mecánica del sistema circulatorio, 189

Volumen sistólico, 190

Profundidad de la inmersión, 190

Forma física cardiovascular, 190

Efectos de la sumersión, 191

Gasto cardíaco, 191

Sistema pulmonar, 191

Sistemas renal y endocrino, 193

Sistema musculoesquelético, 194

**CONCLUSIÓN**, 194

**BIBLIOGRAFÍA**, 194

# CAPÍTULO 10

## TERAPIA CON EJERCICIOS ACUÁTICOS

*Bruce E. Becker*

**INTRODUCCIÓN**, 198

**CONSIDERACIONES BÁSICAS SOBRE  
LOS EJERCICIOS**, 198

Efectos de la preparación física, 198

Escalas del esfuerzo percibido relativo (EPR), 198

Temas sobre la cadena cinética cerrada frente  
a abierta, 199

Temas sobre el control del peso, 200

Implicaciones para los pacientes con sobrepeso, 200

**EJERCICIO ACUÁTICO PARA EL DOLOR  
VERTEBRAL**, 200

Tratamiento del dolor vertebral, 200

Consideraciones generales sobre  
la estabilización, 200

Técnicas acuáticas de estabilización  
de la columna, 201

Programas de natación estabilizada  
para la columna, 201

Natación en decúbito prono, 202

Equipamiento especializado, 203

Flotadores, 203

Aparatos de resistencia, 203

Herramientas para medir el rendimiento, 203

**EL PACIENTE ARTRÍTICO**, 203

Patología de la artritis, 203

Demografía de la artritis, 204

Efectos de la enfermedad, 204

Ejercicio y artritis, 204

Programa de ejercicios, 206

Tratamiento inmediato, 206

Tratamiento posterior, 207

Movilización de las articulaciones, 207

*Técnicas pasivas*, 207

*Ejercicio asistido activo*, 207

*Ejercicio activo*, 208

*Ejercicio resistido*, 208

Preparación física aeróbica, 209

Reeducación funcional, 209

Formación de los pacientes, 210

**CONCLUSIONES**, 210

**BIBLIOGRAFÍA**, 211

# CAPÍTULO 11

## CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO DE LA FUERZA DE LOS MÚSCULOS EXTENSORES DE LA ESPALDA

*James E. Graves*

*John M. Mayer*

**INTRODUCCIÓN, 216**

**MORFOLOGÍA DE LA MUSCULATURA  
LUMBAR, 216**

**CONSIDERACIONES FISIOLÓGICAS: CAPACIDAD  
FUNCIONAL, 217**

**CONSIDERACIONES FISIOLÓGICAS:  
ENTRENAMIENTO CON EJERCICIO, 218**

**Potencial de cambio, 218  
Estabilización pélvica, 219**

**CONSIDERACIONES FISIOLÓGICAS:  
ELECTROMIOGRAFÍA, 222**

**Electromiografía de la musculatura lumbar, 222  
Eficacia de la silla romana de ángulo variable, 223**

**RECOMENDACIONES PARA LA PRESCRIPCIÓN  
DE EJERCICIOS DE RESISTENCIA, 224**

**RESUMEN, 225**

**BIBLIOGRAFÍA, 225**

## CAPÍTULO 12

# EFICACIA DEL EJERCICIO TERAPÉUTICO EN LA REHABILITACIÓN DE LA REGIÓN LUMBAR

*Wendell Liemohn*

*Laura Horvath Gagnon*

**INTRODUCCIÓN**, 230

**ESTUDIOS SOBRE LA INTERVENCIÓN  
CON EJERCICIO**, 230

**1987 Quebec Task Force on Spinal Disorders**, 230

**van Tulder y otros**, 231

**RCT (ensayos controlados aleatorios) de buena  
calidad para la lumbalgia crónica**, 231

Estimulación nerviosa transcutánea eléctrica (TENS)  
y ejercicio para la lumbalgia crónica, 231

Protocolos de ejercicio intensivo, 232

*Manniche y otros*, 232

*Hansen y otros*, 233

**Ensayos controlados con distribución aleatoria  
(RCT) y estudios posquirúrgicos**, 234

*Kuukkanen y Malkia*, 234

*Población del estudio*, 234

*Kankaanpaa y otros*, 235

*Manniche y otros I*, 236

*Manniche y otros II*, 237

*Bendix y otros*, 237

**CONSIDERACIONES BIOMECÁNICAS EN LA  
PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO**, 238

**RESUMEN**, 239

**BIBLIOGRAFÍA**, 239