



JUTTA HOCHSCHILD

# ANATOMÍA FUNCIONAL

PARA **FISIOTERAPEUTAS**



**Manual Moderno**<sup>®</sup>



JUTTA HOCHSCHILD  
**ANATOMÍA  
FUNCIONAL**  
**PARA FISIOTERAPEUTAS**

 **Manual Moderno**<sup>®</sup>

# Anatomía funcional para fisioterapeutas

# Anatomía funcional para fisioterapeutas

**Jutta Hochschild**

Physical Therapist

Former Head, Physical Therapy School

Department of Orthopaedics

Academic Teaching Hospital

University of Frankfurt

Frankfurt, Alemania

Traducción de la 1a edición en inglés por:

**Dra. Martha Elena Araiza Martínez**

Médico General, Universidad Nacional

Autónoma de México

Revisión técnica:

**Dr. Igor Salinas Sánchez**

Licenciado en Terapia Física y Rehabilitación,  
egresado del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Maestro en Docencia Universitaria.

Jefe de la Unidad de Evaluación y Formación

académica de la Licenciatura

en Fisioterapia, Facultad de Medicina,

Universidad Nacional Autónoma de México.

1000 ilustraciones

**Editor responsable:**

**Dr. José Manuel Valera Bermejo**

Editorial El Manual Moderno



**Manual Moderno**<sup>®</sup>

*Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V.*

Av. Sonora 206 Col. Hipódromo, C.P. 06100 Ciudad de México

*Editorial El Manual Moderno Colombia S.A.S.*

Carrera 12-A No. 79-03/05 Bogotá, DC

## IMPORTANTE

Los autores y la Editorial de esta obra han tenido el cuidado de comprobar que las dosis y esquemas terapéuticos sean correctos y compatibles con los estándares de aceptación general en la fecha de la publicación. Sin embargo, es difícil estar por completo seguro que toda la información proporcionada es totalmente adecuada en todas las circunstancias. Se aconseja al lector consultar cuidadosamente el material de instrucciones e información incluido en el inserto del empaque de cada agente o farmacoterapéutico antes de administrarlo. Es importante, en especial, cuando se utilizan medicamentos nuevos o de uso poco frecuente. La Editorial no se responsabiliza por cualquier alteración, pérdida o daño que pudiera ocurrir como consecuencia, directa o indirecta, por el uso y aplicación de cualquier parte del contenido de la presente obra.

**Nos interesa su opinión, comuníquese con nosotros:**

**Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V.**

Av. Sonora 206, Col. Hipodromo, Deleg. Cuauhtémoc. 06100 Ciudad de México, México

(52-55) 52-65-11-00

[info@manualmoderno.com](mailto:info@manualmoderno.com)

[quejas@manualmoderno.com](mailto:quejas@manualmoderno.com)

Título original de la obra:

### **Functional Anatomy for Physical Therapists**

Copyright © 2016 by Georg Thieme Verlag KG Thieme Publishers Stuttgart

Rüdigerstrasse 14, 70469 Stuttgart, Germany.

ISBN: 978-3-13-176861-2

### **Anatomía funcional para fisioterapeutas**

D.R. © 2017 por Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.

ISBN: 978-607-448-636-0 (versión electrónica)

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. núm. 39

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida sin permiso previo por escrito de la Editorial.

### **Para mayor información sobre**

Catálogo de producto

Novedades

Distribuciones y más

[www.manualmoderno.com](http://www.manualmoderno.com)

Hochschild, Jutta, autor.

Anatomía funcional para fisioterapeutas / Jutta Hochschild ; traducción Martha Elena Araiza Martínez. — 1ª. edición. — México, D.F.

: Editorial El Manual Moderno, 2017.

x, 578 páginas : ilustraciones ; 28 cm.

Traducción de: Functional anatomy for physical therapists

ISBN: 978-607-448-636-0 (versión electrónica)

1. Fisioterapia -- Manuales, etc. 2. Anatomía humana -- Estudio y enseñanza (Superior). 3. Terapéutica fisiológica. I. Araiza Martínez, Martha Elena, traductor. II. Título.

615.82scdd21 Biblioteca Nacional de México

Director editorial y de producción:

**Dr. José Luis Morales Saavedra**

Editora de desarrollo:

**Lic. Vanessa Berenice Torres Rodríguez**

Diseño de portada:

[www.Full-ebook.com](http://www.Full-ebook.com)



# Contenido

## Prefacio

## 1 Fundamentos de la columna vertebral

### 1.1 Desarrollo y estructura de la columna vertebral

#### 1.1.1 Curvatura ideal

#### 1.1.2 Morfología del hueso esponjoso (trabecular)

### 1.2 Segmento de movimiento

#### 1.2.1 Estructura de una vértebra

#### 1.2.2. Articulaciones cigapofisarias (articulaciones entre las facetas intervertebrales)

#### 1.2.3 Inervación del segmento de movimiento

#### 1.2.4 Ligamentos de la columna vertebral

#### 1.2.5 Discos intervertebrales

## 2 Cráneo y columna cervical

### 2.1 Palpación de las referencias del cráneo y la columna cervical

### 2.2 Anatomía funcional del cráneo

#### 2.2.1 Componentes óseos

#### 2.2.2 Meninges cerebrales

#### 2.2.3 Líquido cefalorraquídeo

#### 2.2.4 Movilidad del cráneo

#### 2.2.5 Articulación temporomandibular

### 2.3 Anatomía funcional de la columna cervical

#### 2.3.1 Radiografía de la columna cervical

#### 2.3.2 Columna cervical superior

#### 2.3.3 Columna cervical inferior

#### 2.3.4 Músculos prevertebrales

#### 2.3.5 Músculos posteriores del cuello

#### 2.3.6 Plexo braquial

## 3 Columna torácica y tórax

### 3.1 Palpación de referencias de la columna torácica y el tórax

### 3.2 Anatomía funcional de la columna torácica

#### 3.2.1 Radiografía de la columna torácica

#### 3.2.2 Vértebras torácicas

#### 3.2.3 Ligamentos de la columna torácica

[3.2.4 Movimientos de la región torácica espinal](#)

### **[3.3 Anatomía funcional del tórax](#)**

[3.3.1 Movimientos de las costillas](#)

[3.3.2 Músculos de la columna torácica: tracto lateral](#)

[3.3.3 Tracto medial](#)

[3.3.4 Músculos de la inspiración](#)

[3.3.5 Músculos de la espiración](#)

[3.3.6 Músculos que intervienen en la respiración](#)

[3.3.7 Trayecto de los nervios en la región espinal torácica](#)

## **[4 Hombro](#)**

**[4.1 Palpación de las referencias en el área del hombro](#)**

**[4.2 Anatomía funcional del hombro](#)**

**[4.3 Movimientos del brazo](#)**

[4.3.1 Movimiento: abducción](#)

[4.3.2 Aducción](#)

[4.3.3 Extensión](#)

[4.3.4 Flexión](#)

[4.3.5 Rotación](#)

**[4.4 Trayecto de los nervios en la región del hombro](#)**

## **[5 Codo](#)**

**[5.1 Palpación de las referencias en la región del codo](#)**

**[5.2 Anatomía funcional del codo](#)**

[5.2.1 Imagen radiográfica del codo](#)

[5.2.2 Articulación del codo](#)

[5.2.3 Ligamentos](#)

[5.2.4 Ejes y movimientos](#)

[5.2.5 Músculos: flexores](#)

[5.2.6 Músculos: extensores](#)

[5.2.7 Músculos: pronadores](#)

[5.2.8 Músculos: supinadores](#)

**[5.3 Trayecto de los nervios en la región del codo](#)**

## **[6 Mano y muñeca](#)**

**[6.1 Palpación de las estructuras de la mano y la muñeca](#)**

[6.1.1 Lado radial de la mano y la muñeca](#)



[6.1.2 Dorso de la mano y la muñeca](#)

[6.1.3 Lado cubital de la mano y la muñeca](#)

[6.1.4 Región palmar](#)

[6.1.5 Falanges](#)

## **[6.2 Anatomía funcional de la mano y la muñeca](#)**

[6.2.1 Radiografía de la mano y la muñeca](#)

[6.2.2 Articulación de la muñeca](#)

[6.2.3 Cápsulas articulares de las articulaciones de la mano, la muñeca y los dedos](#)

[6.2.4 Perfusión](#)

[6.2.5 Inervación](#)

[6.2.6 Ligamentos](#)

[6.2.7 Túnel del carpo](#)

[6.2.8 Canal de Guyon](#)

[6.2.9 Ejes y movimientos](#)

[6.2.10 Músculos de la articulación de la muñeca: extensores](#)

[6.2.11 Músculos de la articulación de la muñeca: flexores](#)

[6.2.12 Músculos de la articulación de la muñeca: abductores radiales](#)

[6.2.13 Músculos de la articulación de la muñeca: desviación cubital](#)

[6.2.14 Articulaciones de la región media de la mano](#)

[6.2.15 Articulaciones de los dedos](#)

[6.2.16 Músculos del dedo: extensores](#)

[6.2.17 Músculos del dedo: flexores](#)

[6.2.18 Músculos largos del pulgar](#)

[6.2.19 Músculos cortos del pulgar \(músculos tenares\)](#)

[6.2.20 Músculos hipotenares](#)

[6.2.21 Músculo palmar corto](#)

## **[6.3 Trayecto de los nervios en la región de la mano y la muñeca](#)**

# **[7 Columna lumbar](#)**

[\*\*7.1 Palpación de las referencias en la columna lumbar y áreas abdominales\*\*](#)

[\*\*7.2 Imagen radiográfica de la columna lumbar, la pelvis y las caderas\*\*](#)

[\*\*7.3. Vértebras lumbares\*\*](#)

[\*\*7.4 Ligamentos de la columna lumbar\*\*](#)

[\*\*7.5 Circulación e inervación\*\*](#)

[\*\*7.6 Movimientos de la columna lumbar\*\*](#)

[7.7 Músculos de la región espinal lumbar](#)

[7.8 Estructuras fasciales del tronco](#)

[7.9 Cauda equina](#)

[7.10 Plexo lumbar](#)

## **[8 Pelvis y articulación de la cadera](#)**

[8.1 Palpación de referencias en la región pélvica y la cadera](#)

[8.1.1 Palpación en la región pélvica posterior](#)

[8.1.2 Palpación de la zona pélvica lateral](#)

[8.1.3 Palpación de la zona pélvica anterior](#)

[8.2 Radiografías y tomografía computarizada](#)

[8.2.2 Generalidades de la pelvis y la pierna \(vista lateral en posición de pie\)](#)

[8.2.3 Líneas y ángulos para determinar la displasia y luxación de la cadera](#)

[8.2.4 Vista de Rippstein II](#)

[8.2.5 Tomografía computarizada](#)

[8.3 Anillo pélvico](#)

[8.3.1 Estructura ósea de la pelvis](#)

[8.3.2 Dimensiones pélvicas](#)

[8.3.3 Distribución de fuerzas](#)

[8.4 Articulación sacroiliaca](#)

[8.4.1 Superficies articulares](#)

[8.4.2 Cápsula articular](#)

[8.4.3 Ligamentos](#)

[8.4.4 Suministro vascular](#)

[8.4.5 Inervación](#)

[8.4.6 Ejes de movimiento](#)

[8.4.7 Movimientos](#)

[8.4.8 Estructuras estabilizadoras](#)

[8.4.9 Conexión entre el sacro y el cráneo](#)

[8.5 Sínfisis del pubis](#)

[8.5.1 Superficies articulares](#)

[8.5.2 Ejes de movimiento y movimientos](#)

[8.5.3 Ligamentos](#)

[8.5.4 Músculos estabilizadores](#)

[8.6 Articulación sacrococcígea](#)

[8.6.1 Superficies articulares](#)

[8.6.2 Ligamentos](#)

[8.6.3 Ejes de movimiento y movimientos](#)

[8.6.4 Músculos estabilizadores](#)

## **[8.7 Articulación de la cadera](#)**

[8.7.1 Superficies articulares](#)

[8.7.2 Cápsula articular](#)

[8.7.3 Ligamentos](#)

[8.7.4 Suministro arterial](#)

[8.7.5 Inervación](#)

[8.7.6 Ángulos de la región femoral](#)

[8.7.7 Movimientos y ejes de movimiento](#)

[8.7.8 Biomecánica](#)

[8.7.9 Estabilización de la articulación de la cadera](#)

## **[8.8 Músculos de la región pélvica y la cadera](#)**

[8.8.1 Diafragma pélvico](#)

[8.8.2 Diafragma urogenital](#)

[8.8.3 Flexores de la articulación de la cadera](#)

[8.8.4 Extensores de la articulación de la cadera](#)

[8.8.5 Abductores de la articulación de la cadera](#)

[8.8.6 Aductores de la articulación de la cadera](#)

[8.8.7 Rotadores externos de la articulación de la cadera](#)

[8.8.8 Rotadores internos de la articulación de la cadera](#)

## **[8.9 Estructuras neurales de la región pélvica y la cadera](#)**

[8.9.1 Plexo sacro](#)

# **[9 Rodilla](#)**

## **[9.1 Palpación de las estructuras de la rodilla](#)**

[9.1.1 Palpación de las estructuras anteriores de la rodilla](#)

[9.1.2 Palpación de las estructuras mediales de la rodilla](#)

[9.1.3 Palpación de las estructuras laterales de la rodilla](#)

[9.1.4 Palpación de las estructuras posteriores de la rodilla](#)

## **[9.2 Radiografía de la rodilla](#)**

[9.2.1 Vista anteroposterior](#)

[9.2.2 Vista lateral](#)

[9.2.3 Vista tangencial](#)

## **9.3 Articulación de la rodilla**

[9.3.1 Estructura ósea y superficies articulares](#)

[9.3.2 Cápsula articular](#)

[9.3.3 Complejo funcional central](#)

[9.3.4 Complejo funcional anterior](#)

[9.3.5 Complejo funcional medial](#)

[9.3.6. Complejo funcional lateral](#)

[9.3.7 Complejo funcional posterior](#)

[9.3.8 Suministro vascular](#)

[9.3.9 Inervación](#)

[9.3.10 Ejes de movimiento y movimientos](#)

[9.3.11 Biomecánica](#)

## **9.4 Estructuras nerviosas**

[9.4.1 Ramas terminales del nervio ciático](#)

# **10 Pie y tobillo**

## **10.1 Palpación de las estructuras del pie y el tobillo**

[10.1.1 Región medial del pie y el tobillo](#)

[10.1.2 Dorso del pie](#)

[10.1.3 Región lateral del pie y el tobillo](#)

[10.1.4 Talón](#)

[10.1.5 Superficie plantar](#)

## **10.2. Imagen radiográfica**

[10.2.1 Vista anteroposterior](#)

[10.2.2 Vista lateral](#)

[10.2.3 Vista dorsal-plantar](#)

[10.2.4 Vistas con tensión](#)

[10.2.5 Imagen por resonancia magnética](#)

## **10.3 Articulación del tobillo (articulación astragalocrural)**

[10.3.1 Estructuras óseas y superficies articulares](#)

[10.3.2 Estructura del hueso esponjoso \(trabecular\)](#)

[10.3.3 Cápsula articular](#)

[10.3.4 Ligamentos](#)

[10.3.5 Ejes de movimiento y movimientos](#)

## **10.4 Articulación tibioperonea**

[10.4.1 Estructuras óseas y superficies articulares de la sindesmosis tibioperonea](#)

[10.4.2 Ligamentos de la sindesmosis tibioperonea](#)

[10.4.3 Membrana interósea de la pierna](#)

[10.4.4 Estructuras óseas y superficies articulares de la articulación tibioperonea superior](#)

[10.4.5 Cápsula articular de la articulación tibioperonea superior](#)

[10.4.6 Ligamentos de la articulación tibioperonea superior](#)

[10.4.7 Eje de la articulación tibioperonea superior](#)

[10.4.8 Mecánica de las conexiones tibioperoneas](#)

## **10.5 Articulación astragalotarsiana**

[10.5.1 Estructuras óseas y superficies articulares de la articulación subastragalina](#)

[10.5.2 Estructuras óseas y superficies articulares de la articulación astragalocalcaneonavicular](#)

[10.5.3 Cápsula articular](#)

[10.5.4 Ligamentos](#)

[10.5.5 Ejes y movimientos](#)

## **10.6 Estabilización de las articulaciones del tobillo**

[10.6.1 Estabilización pasiva](#)

[10.6.2 Estabilización dinámica](#)

## **10.7 Articulación del tobillo durante la deambulación**

[10.7.1 Actividad electromiográfica durante la ambulación](#)

[10.7.2 Amplitud de movimiento](#)

## **10.8 Articulación calcaneocuboidea**

[10.8.1 Estructura ósea y superficies articulares](#)

[10.8.2 Cápsula articular](#)

[10.8.3 Ligamentos](#)

[10.8.4 Ejes y movimientos](#)

## **10.9 Articulación del tarso**

[10.9.1 Estructuras óseas y superficies articulares de las articulaciones cuneonavicular y cuboideonavicular](#)

[10.9.2 Cápsula articular y ligamentos de las articulaciones cuneonavicular y cuboideonavicular](#)

[10.9.3 Ejes y movimientos de las articulaciones cuneonavicular y cuboideonavicular](#)

[10.9.4. Estructuras óseas y superficies articulares de las articulaciones cuneocuboidea e intercuneiformes](#)

[10.9.5 Cápsulas articulares y ligamentos de las articulaciones cuneocuboidea e intercuneiformes](#)

[10.9.6 Ejes y movimientos de las articulaciones cuneocuboidea e intercuneiformes](#)

## **10.10 Articulaciones tarsometatarsianas e intermetatarsianas**

[10.10.1 Estructuras óseas y superficies articulares](#)

[10.10.2 Cápsulas articulares y ligamentos](#)

[10.10.3 Ejes y movimientos de las articulaciones tarsianas y metatarsianas](#)

## **10.11 Articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas**

[10.11.1 Estructuras óseas y superficies articulares de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas](#)

[10.11.2 Cápsulas articulares y ligamentos de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas](#)

[10.11.3 Ejes y movimientos](#)

## **10.12 Musculatura**

[10.12.1 Dorsiflexores](#)

[10.12.2 Flexores plantares](#)

[10.12.3 Pronadores/abductores](#)

[10.12.4 Supinadores/aductores](#)

[10.12.5 Músculos del dorso del pie](#)

[10.12.6 Músculos plantares del pie](#)

[10.12.7 Músculos del primer dedo](#)

[10.12.8 Músculos del quinto dedo](#)

## **10.13 Biomecánica**

[10.13.1 Arcos del pie](#)

[10.13.2 Estática del pie](#)

## **10.14 Suministro vascular**

## **10.15 Estructuras neurales del pie y el tobillo**

[10.15.1 Inervación de las articulaciones del pie y el tobillo](#)

[10.15.2 Trayectos de los nervios en el pie y el tobillo](#)

## **Bibliografía**

# Prefacio

La anatomía, con todas sus facetas fascinantes para investigar y enseñar, ha sido y aún es mi llamado. Nunca deja de interesarme el explorar a mayor profundidad las interconexiones entre las estructuras y a través de eso, aclarar muchos problemas funcionales que tienen los pacientes.

Mis estudiantes siempre han tenido mucho que aprender, pero para mí es importante que comprendan la anatomía, no sólo que la memoricen. Les dedico mi libro a ellos. Con base en 25 años y cerca de 7 000 horas de enseñar anatomía funcional, este libro evolucionó a partir de un manual instructivo después de muchos años de trabajo.

Mi libro no debe y no puede sustituir a los textos consagrados de anatomía. Por el contrario, es un complemento para ellos. Por tanto, hurgo de manera minuciosa las superficies articulares y la formación de articulaciones, mientras que sólo describo brevemente los huesos. Aunque doy por hecho que existe un conocimiento básico de los orígenes e inserciones musculares, considero que es importante describir los aspectos funcionales de los músculos.

La palpación de las diversas estructuras constituye una gran parte del libro. Se conserva como un componente importante de la exploración y el tratamiento en la fisioterapia.

Espero que mis referencias sobre la patología y los consejos prácticos sean útiles para todos mis colegas en la práctica diaria.

En particular, deseo agradecer al ilustrador, Piotr Gusta y su esposa, que se enfocaron de lleno en su trabajo. Las magníficas y detalladas figuras de este libro son el resultado.

Quisiera agradecer al Dr. Alan Wiser por su excelente traducción. También deseo extender mi agradecimiento a Angelika-Marie Findgott y Gabriele Kuhn-Giovannini por su excelente apoyo, y a todos los asociados en Thieme Publishers que participaron en la producción de este libro.

También agradezco a mis colegas en la *School of Physical Therapy* del *University Hospital Frankfurt*. Siempre me han ayudado a recopilar datos importantes.

*Jutta Hochschild*

# Capítulo 1

## Fundamentos de la columna vertebral



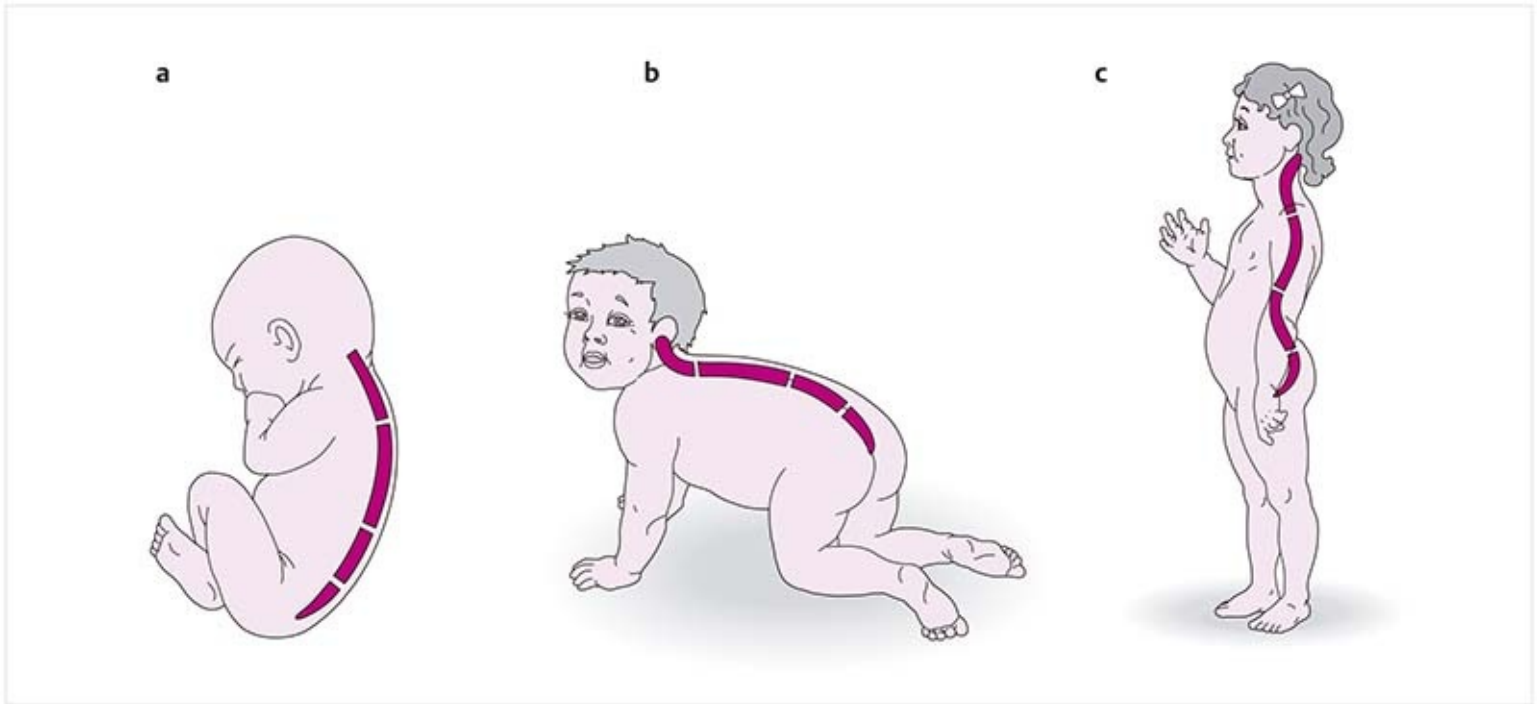
### [1.1 Desarrollo y estructura de la columna vertebral](#)

### [1.2 Segmento de movimiento](#)



# 1 Fundamentos de la columna vertebral

## 1.1 Desarrollo y estructura de la columna vertebral (figura 1-1)

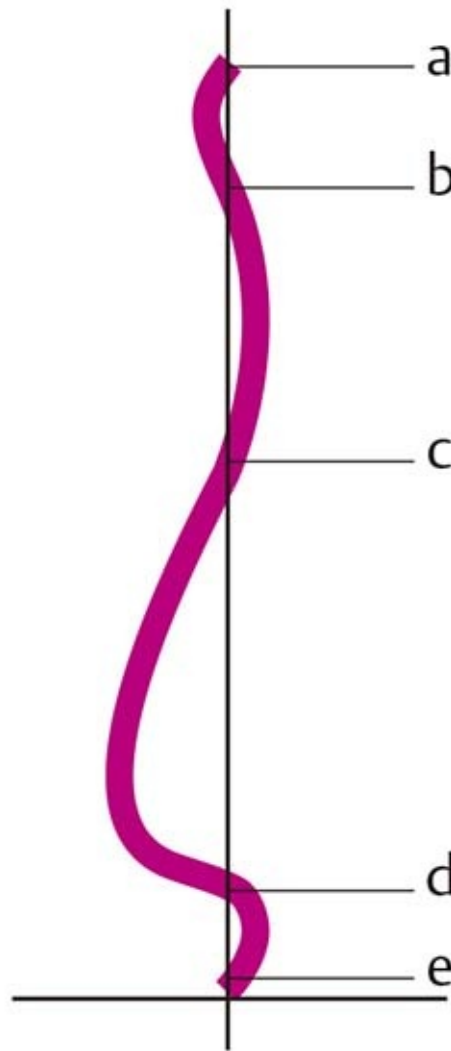


**Figura 1-1.** Desarrollo de las curvaturas espinales. (a) Periodo embrionario. (b) Lactancia. (c) Infancia temprana.

En la vista lateral, la columna vertebral cambia de ser por completo cifótica en la fase embrionaria temprana, a la columna con las curvaturas normales con dos zonas de cifosis y dos de lordosis en los primeros siete años de edad.

Los siguientes fenómenos ocurren **durante el crecimiento**: se desarrolla la lordosis cervical cuando el lactante intenta levantar la cabeza a partir de la posición prona mientras intenta moverse con las cuatro extremidades. La lordosis de la columna lumbar se desarrolla durante el proceso de adoptar la posición erguida. Debido a la falta de flexibilidad de los flexores de la cadera, cualquier extensión de las articulaciones de la cadera produce una inclinación de la pelvis, lo que acentúa aún más la lordosis de la columna lumbar. Este proceso no se completa sino hasta cerca del final del sexto año de vida.

### 1.1.1 Curvatura ideal (figura 1-2)



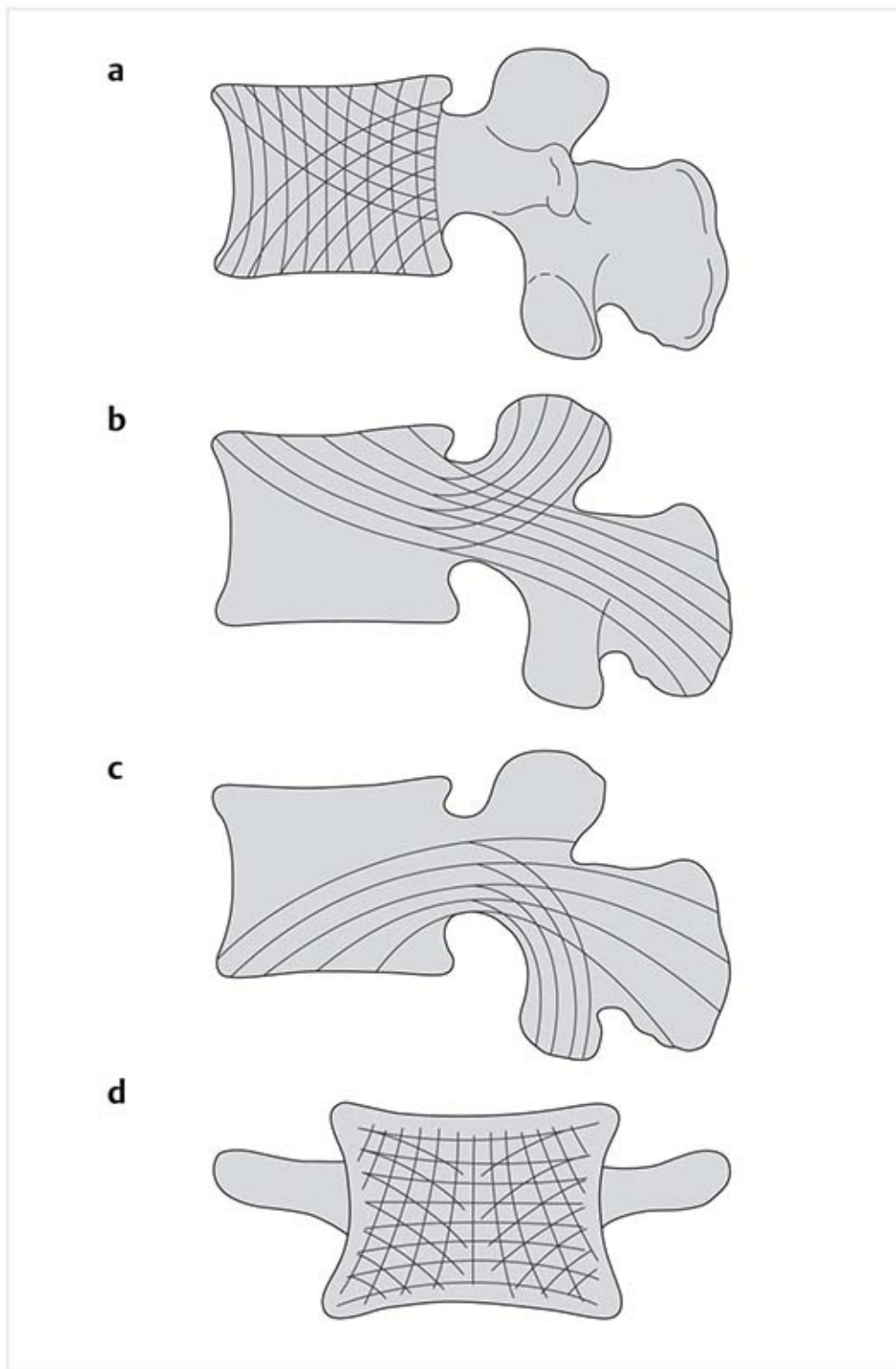
**Figura 1-2.** Curvatura ideal de la columna y sus secciones con una línea recta por el centro de gravedad.

Se ha determinado la curvatura espinal ideal con la ayuda de un análisis computacional. En la posición erguida, la línea vertical corta a través del tubérculo anterior del atlas (**a** en la **figura 1-2**), la sexta vértebra cervical (**b**), la novena vértebra torácica (**c**), la tercera vértebra sacra (**d**) y la punta del cóccix (**e**).

#### Consejo práctico

La valoración de la columna vertebral forma parte importante en el expediente de fisioterapia. Entre otras cosas, se registran la características de las curvaturas existentes en el plano sagital. Algunas de las alteraciones que se pueden encontrar son: el aumento de la curvatura lordótica o cifótica (hiperlordosis/hipercifosis) o una disminución de las mismas (rectificación raquídea).

### 1.1.2 Morfología del hueso esponjoso (trabecular) (figura 1-3)



**Figura 1-3.** Morfología del hueso esponjoso. **(a-c)** En el corte sagital. **(d)** En el corte frontal.

La tensión mecánica influye en la disposición estructural del hueso trabecular. Debido a esta distribución de la tensión se desarrollan zonas con densidad variable.

Un corte sagital a través del cuerpo vertebral demuestra un área menos densa en la parte anterior. Esto se genera por las líneas de tensión que discurren en forma de abanico desde el margen superior del cuerpo vertebral hasta las apófisis articulares superiores y la apófisis espinosa, así como desde el margen inferior del cuerpo vertebral hasta las apófisis articulares inferiores y la apófisis espinosa.

En el corte frontal también pueden identificarse líneas de tensión en forma de abanico que se proyectan en sentido vertical y horizontal.

La disposición de la estructura trabecular del hueso depende de la carga tensil y compresiva y puede adaptarse a las fuerzas cambiantes.

Cuando se rebasan los límites de carga durante un periodo prolongado, se llegan a producir cambios estructurales.

### Ejemplos:

- La estructura ósea cambia debido a la postura deficiente y después de fracturas que no se consolidan en el eje correcto.
- La estructura esquelética se vuelve frágil si los límites de carga se rebasan o son insuficientes durante un tiempo prolongado.
- Los trastornos estructurales producen formas características del cuerpo vertebral, como las vértebras de pez en la osteoporosis y las vértebras cuneiformes en la espondilitis.

## 1.2 Segmento de movimiento (figura 1-4)

El segmento de movimiento es una unidad funcional que corresponde al espacio de movimiento entre dos vértebras, incluidas las siguientes estructuras (figura 1-4):

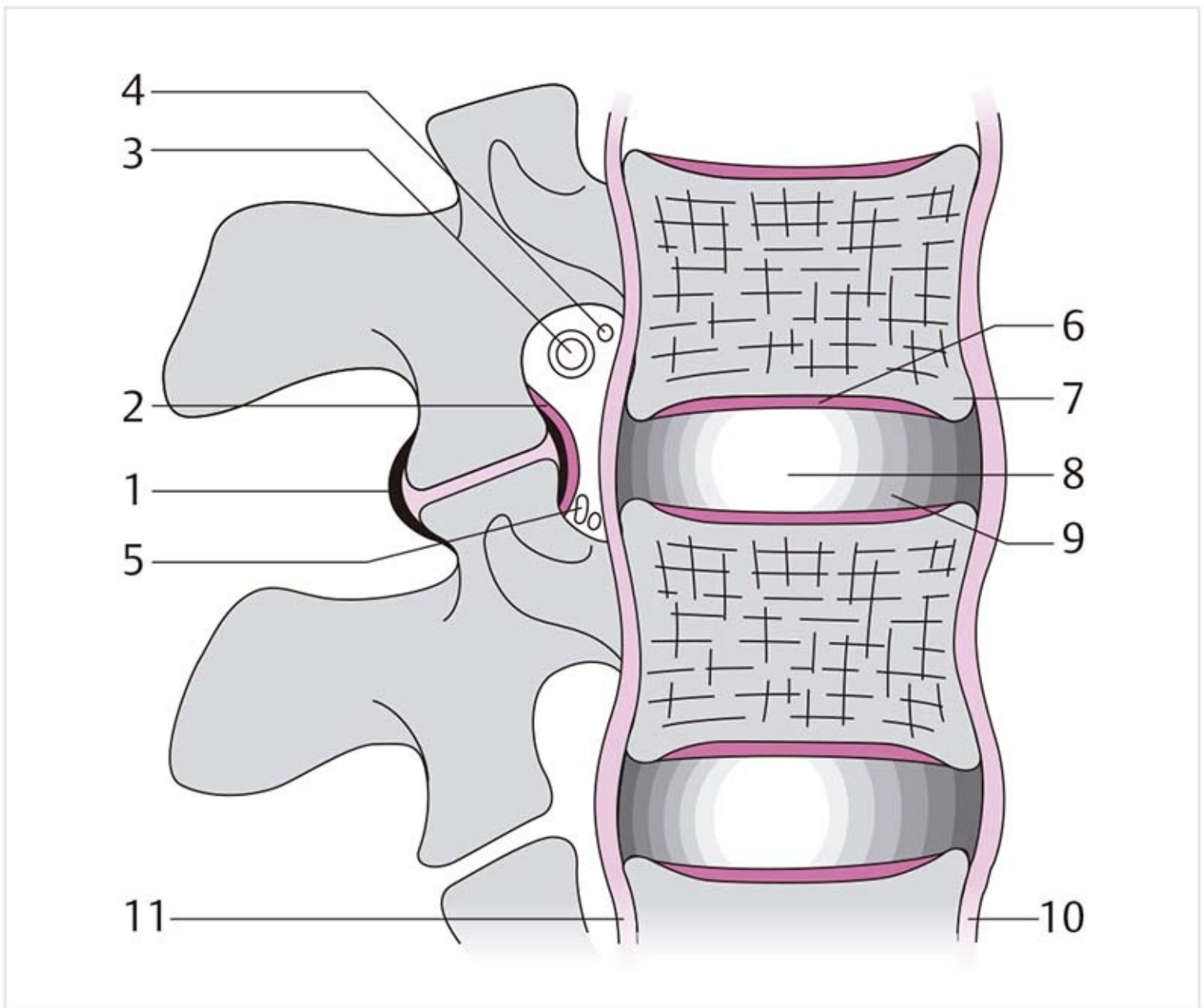


Figura 1-4. Segmento de movimiento.

### • Articulaciones cigapofisarias:

1 = Cápsula articular

2 = Ligamento amarillo

• **Conducto espinal y orificio intervertebral:**

3 = Nervio espinal

4 = Rama meníngea del nervio espinal

5 = Vasos sanguíneos

• **Espacio discal:**

6 = Placa articular

7 = Borde marginal del cuerpo vertebral

8 = Núcleo pulposo

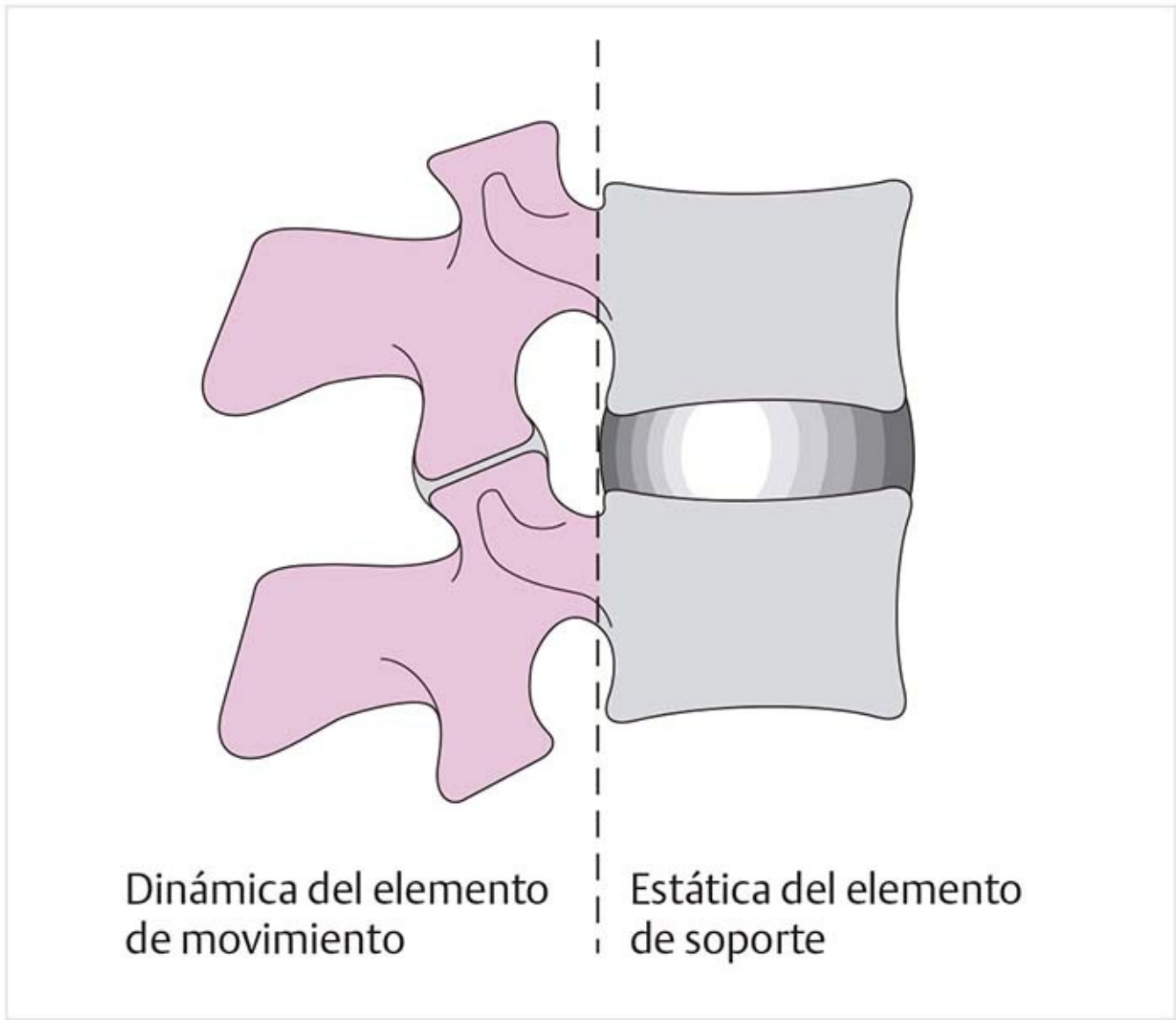
9 = Anillo fibroso

10 = Ligamento longitudinal anterior

11 = Ligamento longitudinal posterior

También se incluyen los espacios entre los arcos vertebrales suprayacentes, las apófisis espinosas y transversas, y todos los ligamentos y músculos.

Este complejo de movimiento está coordinado de manera anatómica y funcional. Puede dividirse en las secciones anterior y posterior (**figura 1-5**). La zona anterior, formada por los cuerpos vertebrales y los espacios discales, es el elemento de soporte, absorbe las fuerzas compresivas axiales directas y las transmite. La zona posterior (articulaciones facetarias y todo lo que se encuentra entre los arcos vertebrales) determina la dirección del movimiento, es decir, permite ciertos movimientos y bloquea otros. Las estructuras ligamentosas y la posición de las articulaciones cigapofisarias (articulaciones facetarias intervertebrales) y el anillo fibroso establecen de forma conjunta los límites de la amplitud de movimiento.

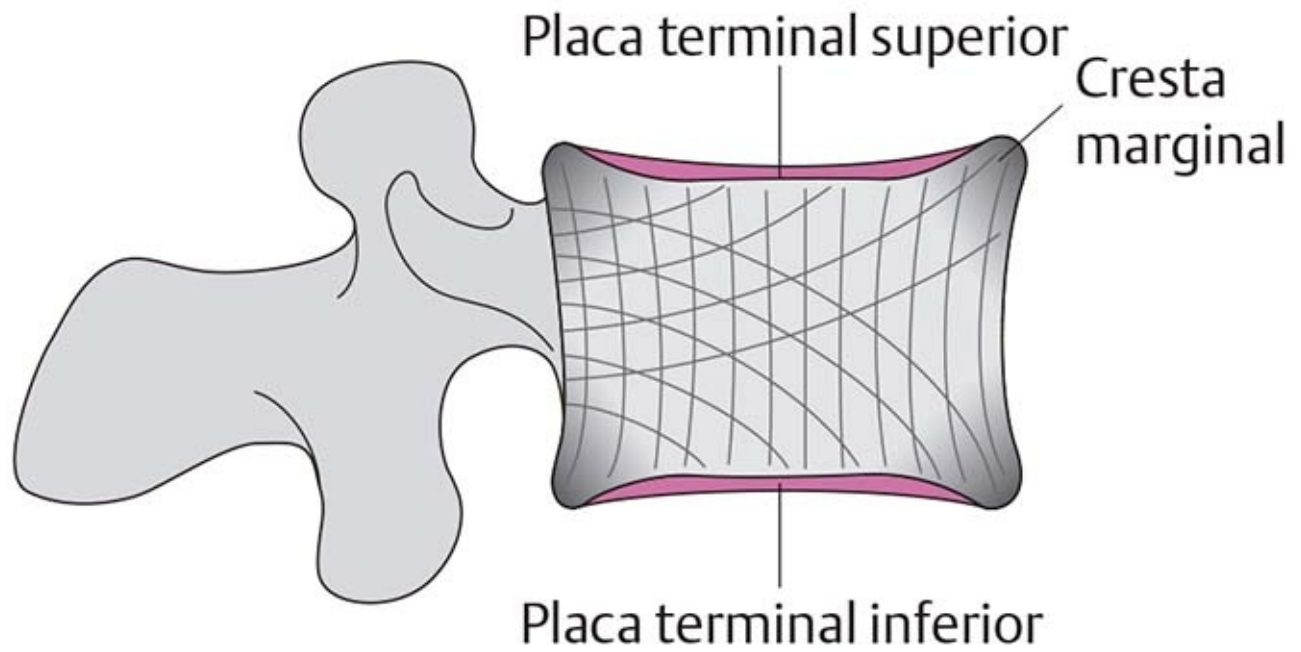


**Figura 1-5.** División del segmento de movimiento.

El segmento de movimiento funciona como unidad. La irritación de una parte del segmento siempre tiene un efecto en las otras estructuras.

## **1.2.1 Estructura de una vértebra**

### **Cuerpo vertebral (figura 1-6)**

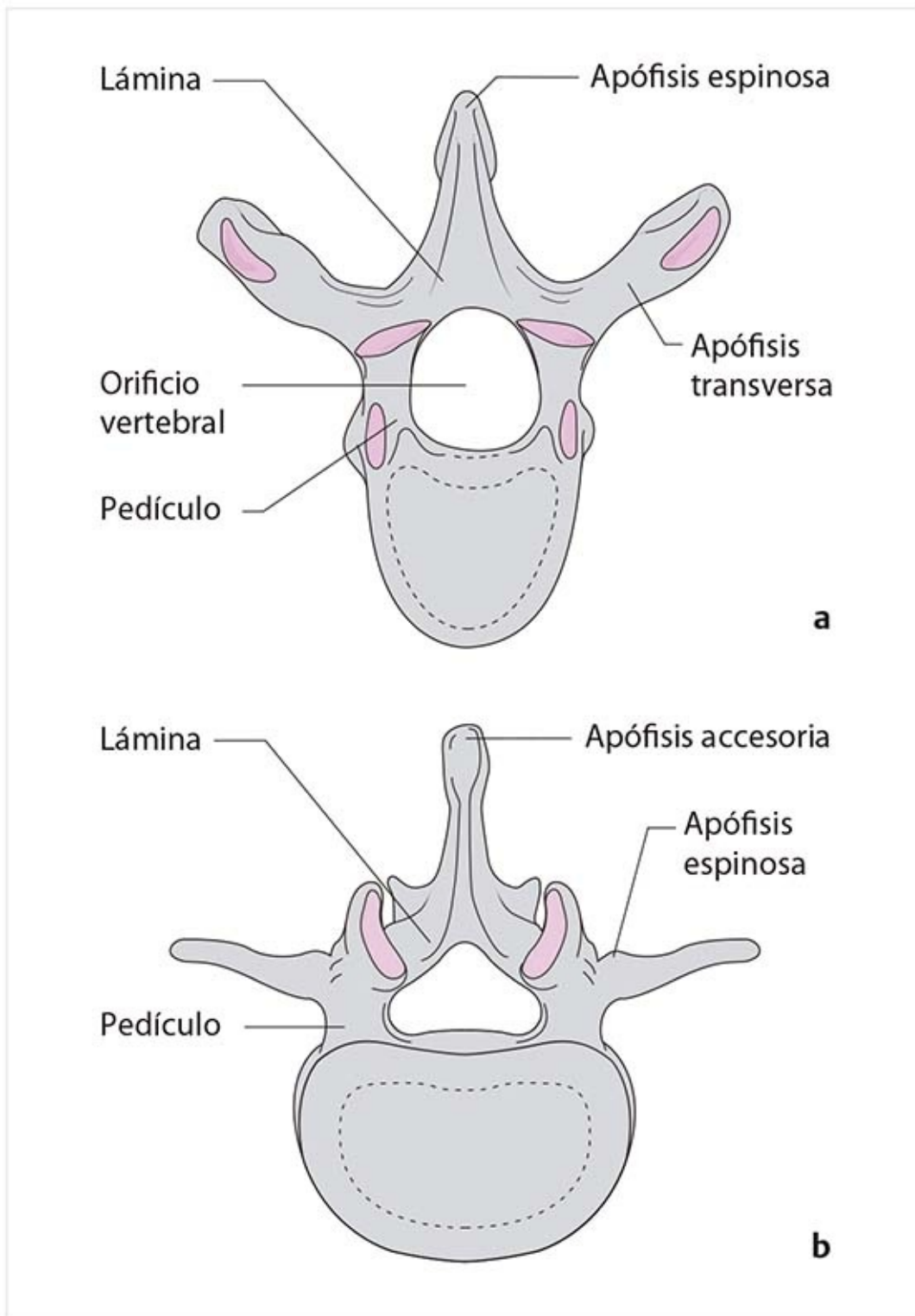


**Figura 1-6.** Cuerpo vertebral.

El cuerpo vertebral consiste en un centro de hueso esponjoso limitado a los lados por hueso compacto. El hueso cortical es muy fuerte en la parte posterolateral, donde los arcos vertebrales se ramifican.

Las placas terminales superior e inferior forman la transición entre el cuerpo vertebral y el disco intervertebral. Consisten en cartílago y están rodeadas por un borde marginal óseo.

## **Arco vertebral (figura 1-7)**



**Figura 1-7.** Arco vertebral, apófisis espinosa y apófisis transversa. **(a)** En la columna torácica. **(b)** En la columna lumbar.

Los arcos vertebrales consisten en dos mitades simétricas fusionadas entre sí. De esta manera forman el orificio vertebral.

Se distingue entre la sección anterior del arco vertebral (**pedículo**) y la sección posterior (**lámmina**).

Cada pedículo vertebral tiene apófisis articulares superior e inferior.

### **Apófisis transversa (figura 1-7)**

Las apófisis transversas tienen distinta forma en cada sección de la columna.

En la **columna cervical** se unen con el rudimento costal para formar el orificio transverso para la arteria vertebral.

En la **columna torácica** son muy pronunciadas y se articulan con las costillas.

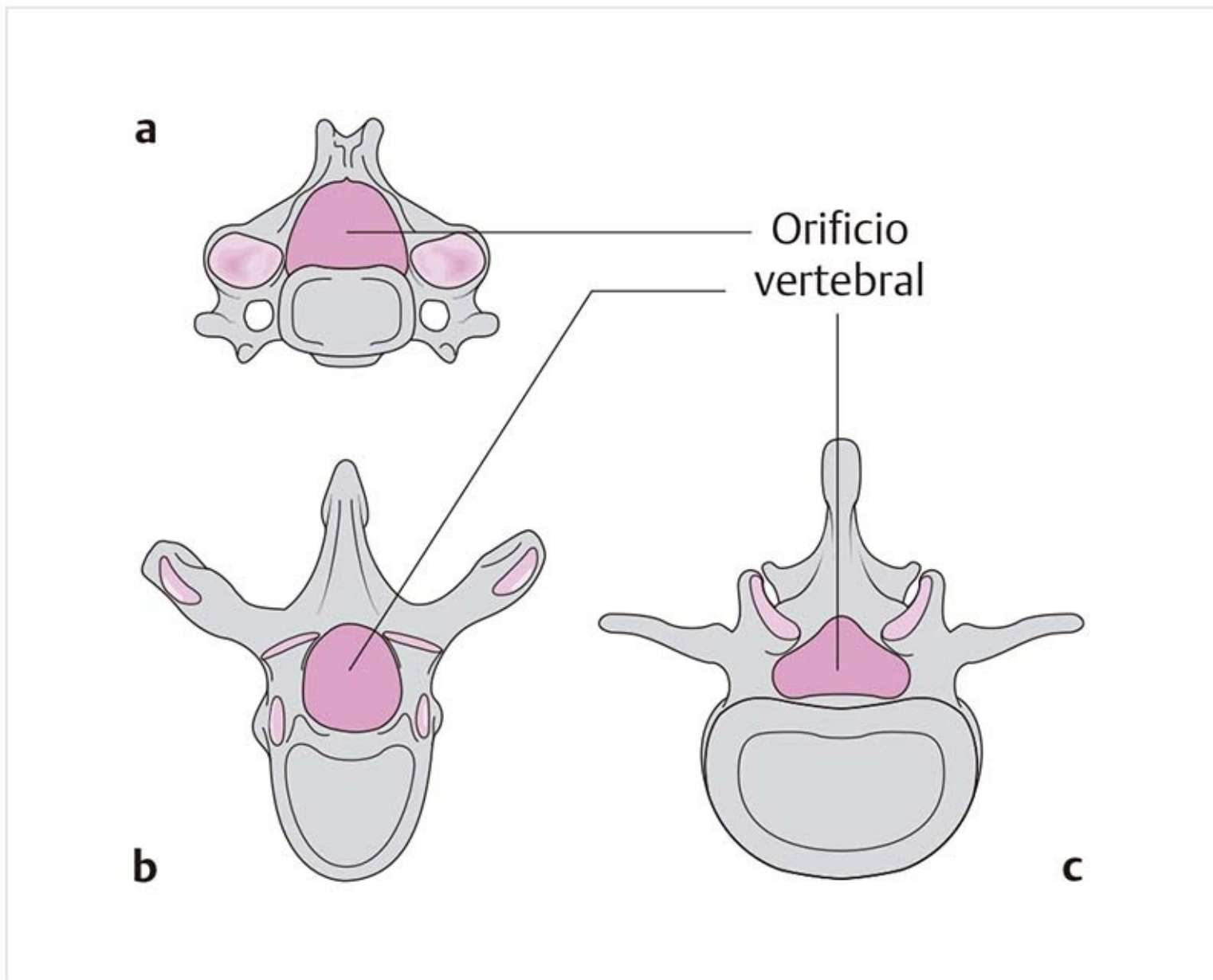


En la **columna lumbar** sólo se encuentran como estructuras rudimentarias, las apófisis accesorias.

## Apófisis espinosa (figura 1-7)

Los arcos vertebrales se fusionan en la parte posterior para formar la apófisis espinosa, que es una zona importante para el origen e inserción de los músculos. Su apariencia es muy variable. Por ejemplo, se divide en la columna cervical, mientras que en la columna torácica es muy larga y se proyecta en dirección oblicua inferior; en la columna lumbar tiene un sólido desarrollo.

## Agujero vertebral (figura 1-8)

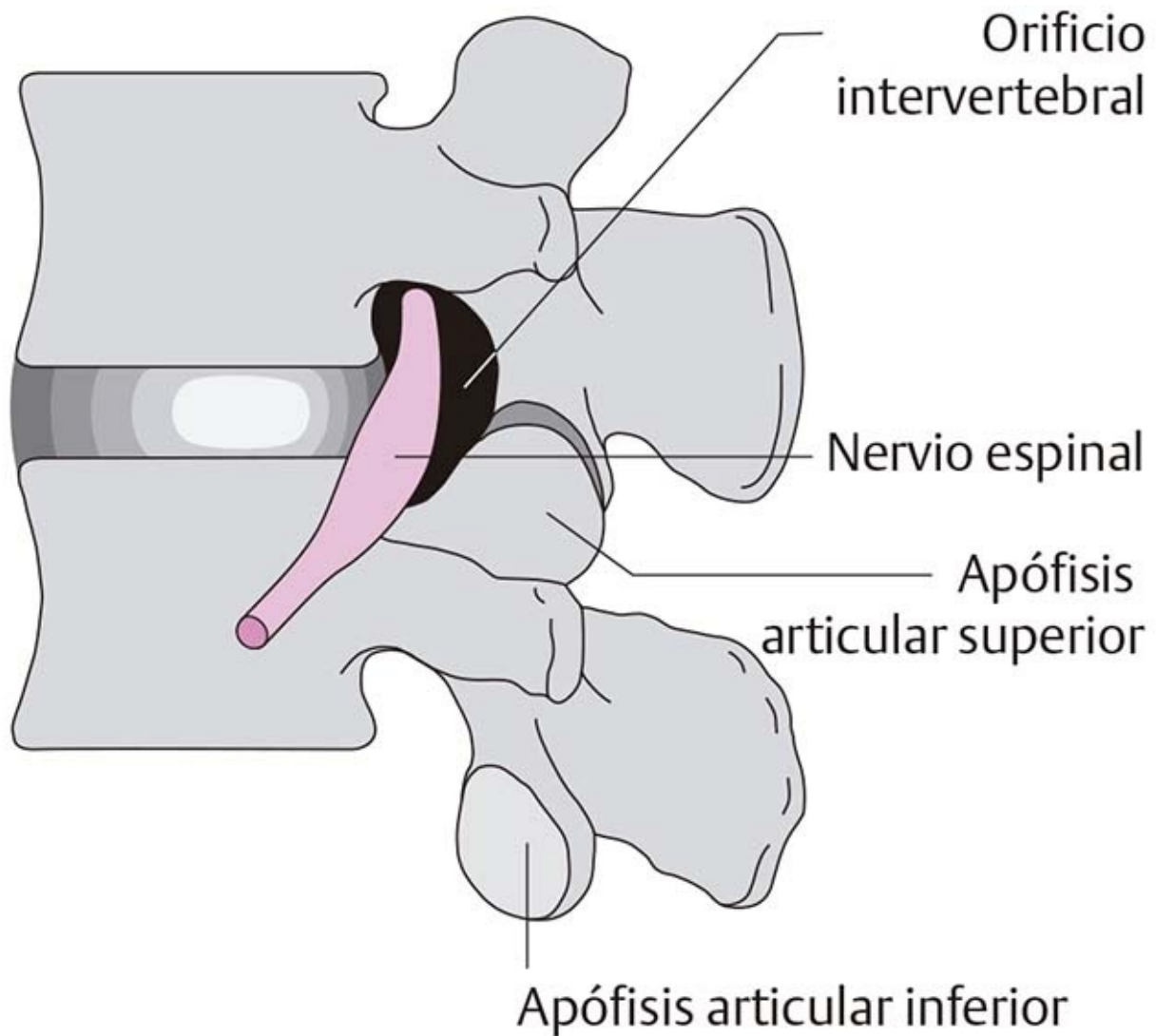


**Figura 1-8.** Orificio vertebral. (a) Columna cervical. (b) Columna torácica. (c) Columna lumbar.

El tamaño y forma de los orificios vertebrales varían de un segmento a otro. En la sección transversal, el orificio tiene una clara forma triangular en la columna lumbar y triangular redondeada en la cervical. En la columna torácica es redondo y más pequeño que en las zonas lumbar o cervical.

Cuando las vértebras se superponen sobre sí, se forma un conducto vertebral, dentro del cual discurre la médula espinal.

## Orificio intervertebral (figura 1-9)



**Figura 1-9.** Orificio intervertebral.

Los orificios intervertebrales se encuentran entre dos vértebras adyacentes. Los pedículos de ambas vértebras forman los bordes superior e inferior. En la parte anterior, los bordes son las caras laterales de los cuerpos vertebrales y las superficies posteriores de los discos intervertebrales. Las apófisis articulares forman el borde en la parte posterior.

La duramadre de la vaina de la raíz nerviosa se fusiona con el periostio dentro del orificio y de ese modo fija la raíz nerviosa. La rama meníngea del nervio espinal se extiende hacia atrás a través del orificio dentro del conducto espinal.

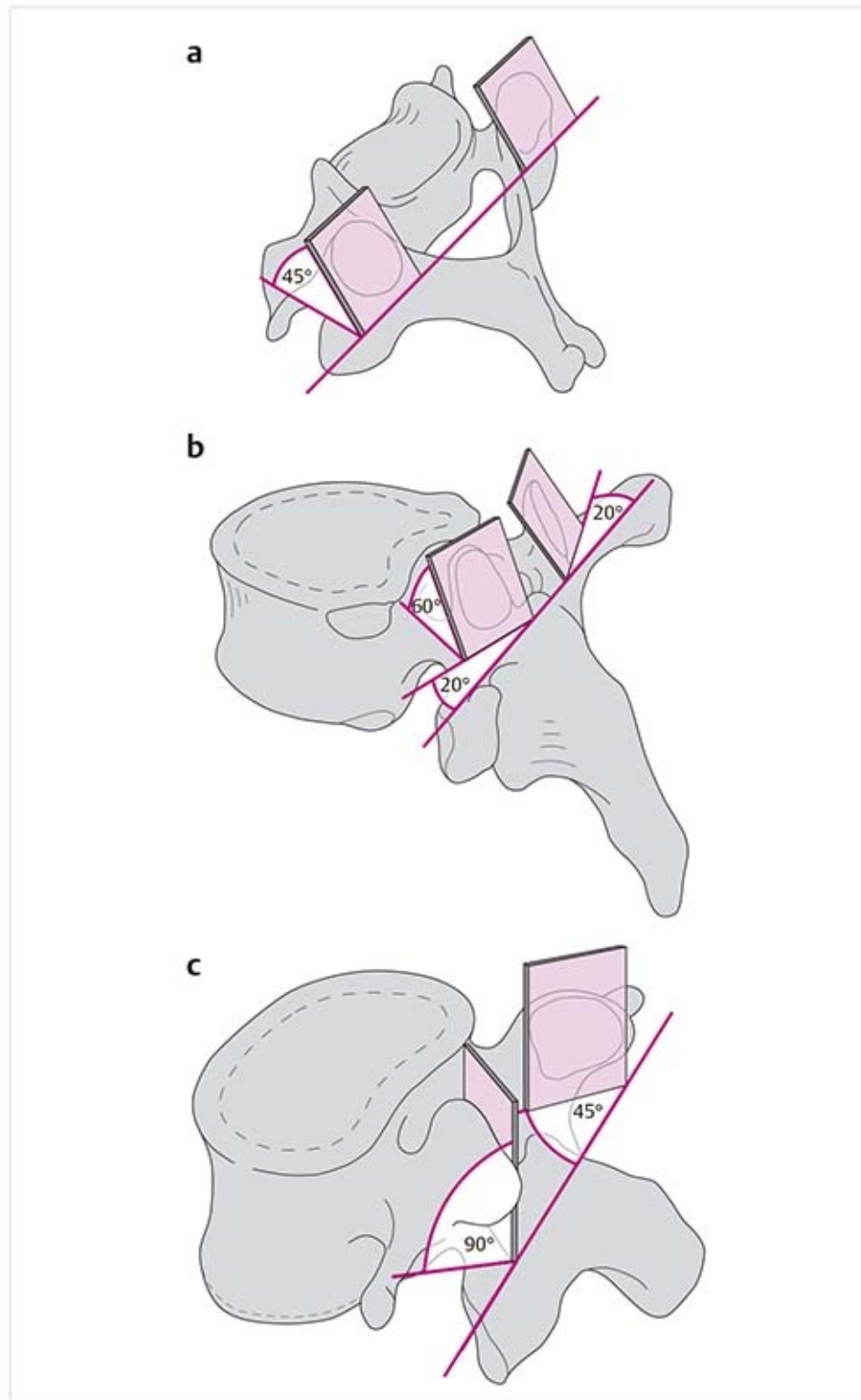
Durante la flexión lateral, el orificio ipsilateral se estrecha y el contralateral se amplía en un tercio. La flexión produce ensanchamiento, en tanto que la extensión causa estrechamiento.

### **Apófisis articular (figura 1-9)**

Cuatro apófisis articulares (dos superiores y dos inferiores) se extienden desde los arcos vertebrales: dos apófisis articulares superiores y dos inferiores. Por lo tanto, una apófisis articular inferior de la vértebra superior y la correspondiente apófisis articular de la vértebra inferior integran la articulación cigapofisaria.

## **1.2.2. Articulaciones cigapofisarias (articulaciones**

# entre las facetas intervertebrales) (figura 1-10)



**Figura 1-10.** Posición de las articulaciones cigapofisarias. **(a)** Columna cervical. **(b)** Columna torácica. **(c)** Columna lumbar.

## Superficies articulares

Las articulaciones cigapofisarias tienen la función de absorber las fuerzas compresivas y transmitir las. También ayudan a guiar el movimiento, lo que depende de la estructura de las superficies articulares y al aparato de cápsula-ligamento.

**Columna cervical (figura 1-10a)** : como la superficie articular está inclinada, forma un ángulo aproximado de 45° con la horizontal. La superficie articular anterior se dirige en sentido posterior y superior.

**Columna torácica (figura 1-10b):** las superficies articulares se encuentran en ángulo de  $80^\circ$  respecto de la horizontal y se rotan  $20^\circ$  hacia fuera desde el plano frontal, por lo que la superficie articular superior está dirigida hacia atrás y un poco hacia arriba.

**Columna lumbar (figura 1-10c):** las superficies articulares forman un ángulo de  $90^\circ$  con el plano horizontal. En el plano sagital y vistas desde arriba, están orientadas  $15^\circ$  hacia el plano anterior, por lo que la superficie articular superior se dirige hacia la línea media y un poco hacia atrás. Este ángulo aumenta conforme se avanza hacia abajo en la columna, por lo cual la superficie articular inferior de la quinta vértebra lumbar forma un ángulo de  $75^\circ$  con el plano sagital.

La posición espacial de las superficies articulares determina la amplitud de movimiento y las combinaciones de movimiento.

**Ejemplo:** en la columna lumbar, la posición de las superficies articulares posibilita la rotación únicamente si las superficies articulares se separan entre sí mediante la flexión. Sólo entonces existe espacio para una rotación mínima combinada con la flexión lateral en la misma dirección. Por lo tanto, puede verse que la extensión de la rotación es muy limitada en comparación con las otras direcciones de movimiento.

## Cápsula articular (figura 1-11)

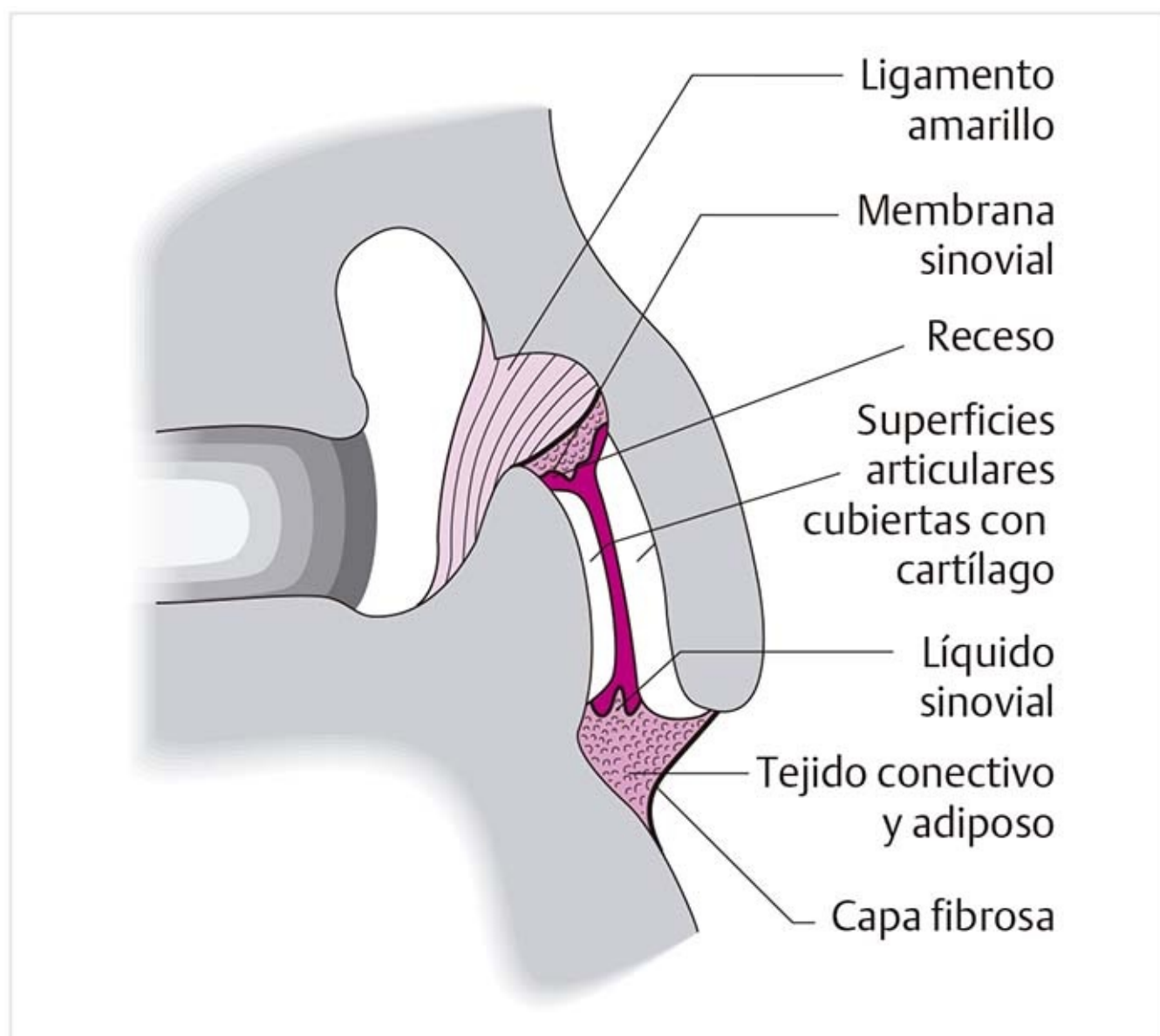


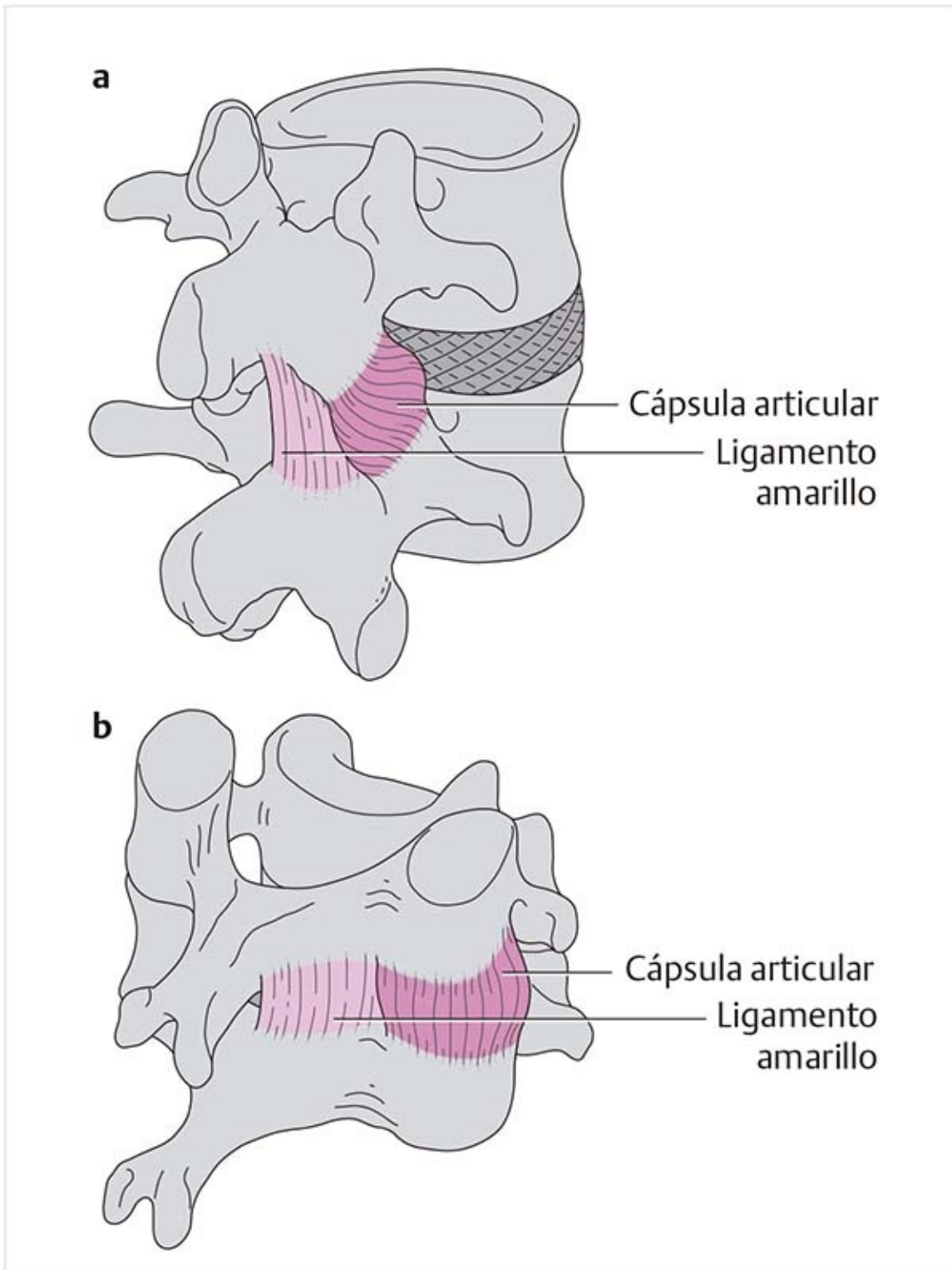
Figura 1-11. Cápsula articular.  
www.ful1-ebook.com

## **Membrana sinovial**

La membrana sinovial se extiende hacia el periostio de la apófisis articular en el borde hueso-cartílago. Forma recesos o abultamientos hacia la capa fibrosa, que representa espacios de reserva para los movimientos extremos.

Además, la membrana sinovial forma muchas eversiones que sobresalen hacia el interior de la articulación. Se asume que éstas participan en los llamados bloqueos de las articulaciones vertebrales. Estos abultamientos, los pliegues y vellosidades sinoviales son más frecuentes en las secciones lordóticas de la columna vertebral. En la región espinal lumbar pueden sobresalir hasta 6 mm en el espacio articular. Debido a su apariencia, algunas veces se llaman discos o pliegues meniscales. Están formados por tejido conectivo muy grueso con tan sólo una mínima incorporación de tejido adiposo. Pueden deshilacharse, lo que crea pequeños fragmentos desgarrados de estos pliegues que se encuentran dentro de la articulación.

### **Capa fibrosa (figuras 1-11 y 1-12)**



**Figura 1-12.** Curso de la capa fibrosa. **(a)** En la columna lumbar. **(b)** En la columna cervical.

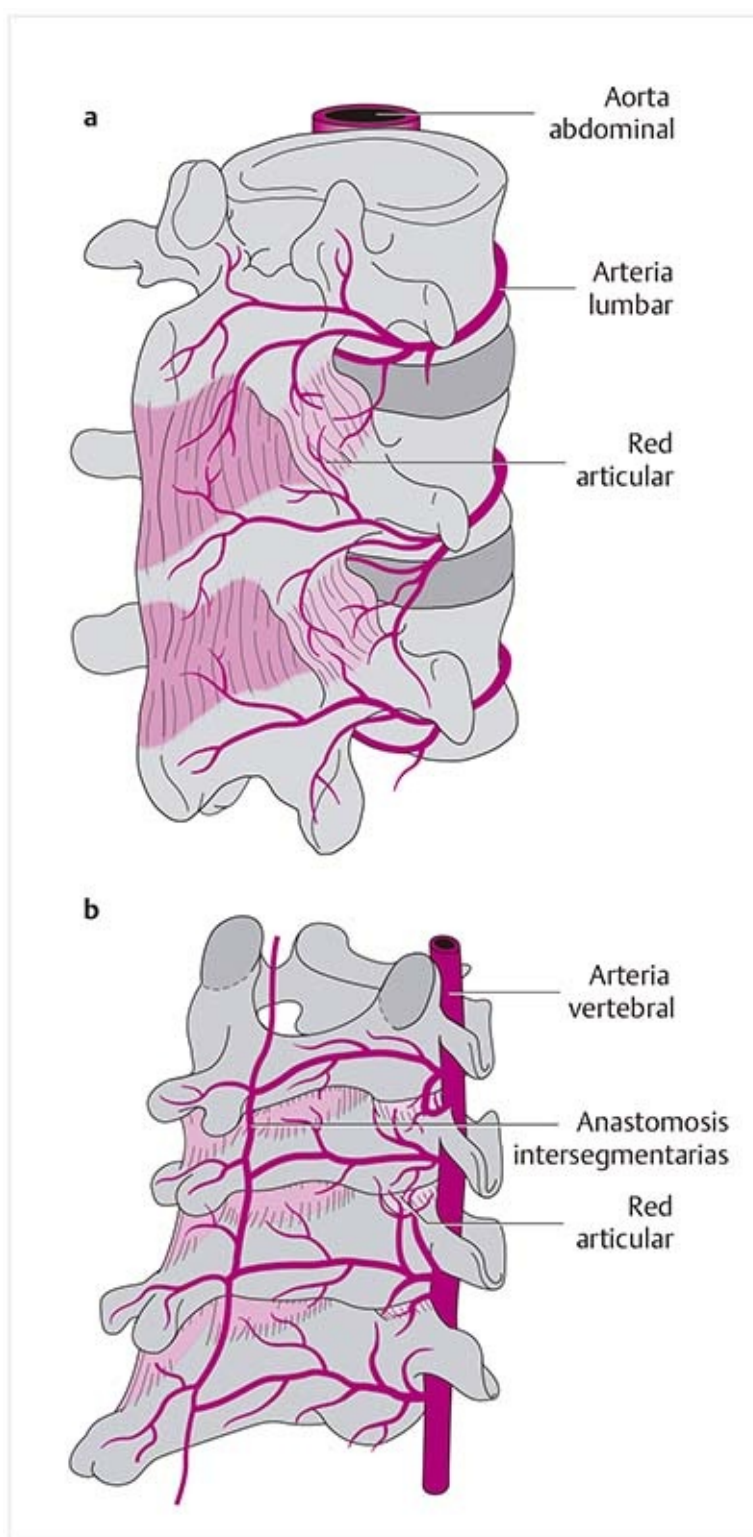
Parte de la cápsula articular se origina en el periostio correspondiente. Se inserta en la base de la apófisis articular, lejos del borde de la superficie articular por el tejido conectivo y adiposo que se halla entre la capa fibrosa y la membrana sinovial.

La capa fibrosa tiene bandas reforzadoras, que en la **columna lumbar** discurren en dirección transversal sobre el borde externo de la apófisis articular inferior hasta las apófisis mamilares y las apófisis articulares superiores, que se encuentran en la parte inferior. Los músculos multifidos siguen la trayectoria de las bandas reforzadoras y pueden tensar la cápsula.

La orientación de las bandas de reforzamiento es vertical en las regiones **torácica y cervical** de la columna. En todas las secciones vertebrales, los ligamentos amarillos se encuentran con su margen lateral contra la cápsula articular y se extienden dentro de la cápsula articular con unas cuantas fibras. Lo mismo

se aplica a los ligamentos intertransversos con sus haces de fibras medias.

## Suministro vascular (figura 1-13)



**Figura 1-13.** Suministro vascular de la cápsula articular. **(a)** En la columna torácica y lumbar. **(b)** En la columna cervical.

El suministro arterial de las articulaciones cigapofisarias varía según sea la región particular de la columna. En la **columna torácica y lumbar**, las arterias segmentarias son el suministro principal:

- Arteria intercostal posterior
- Arteria lumbar
- Arteria iliolumbar

Se forman redes articulares, que también irrigan el periostio adyacente.

En la **columna cervical**, el suministro primario procede de la arteria vertebral.

## La articulación como órgano sensorial

La cápsula articular y los ligamentos y tendones que la rodean tienen abundantes receptores. Los siguientes receptores pueden encontrarse en la región de la cápsula articular.

### Propioceptores (figura 1-14)

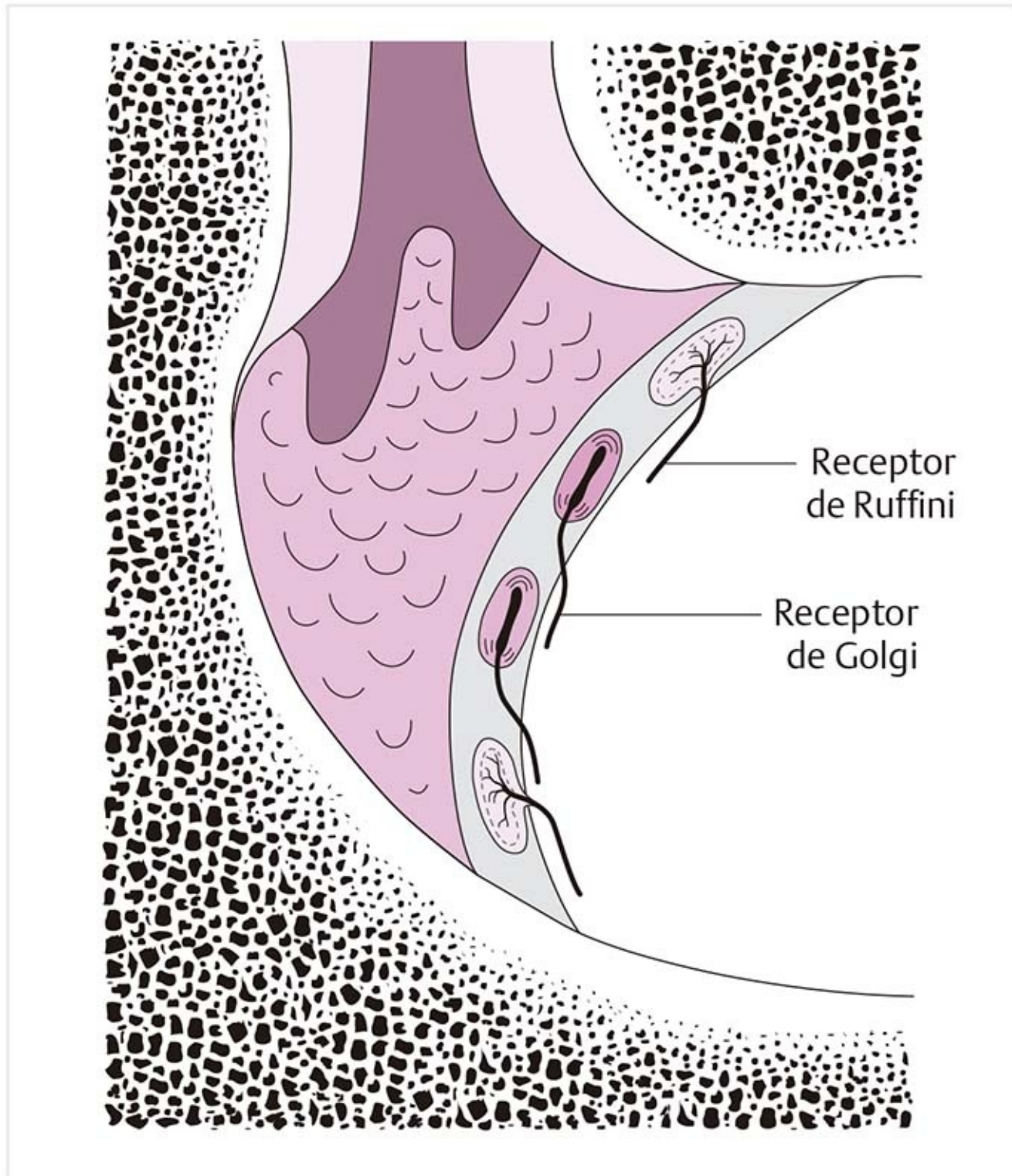


Figura 1-14. Propioceptores en la cápsula articular.

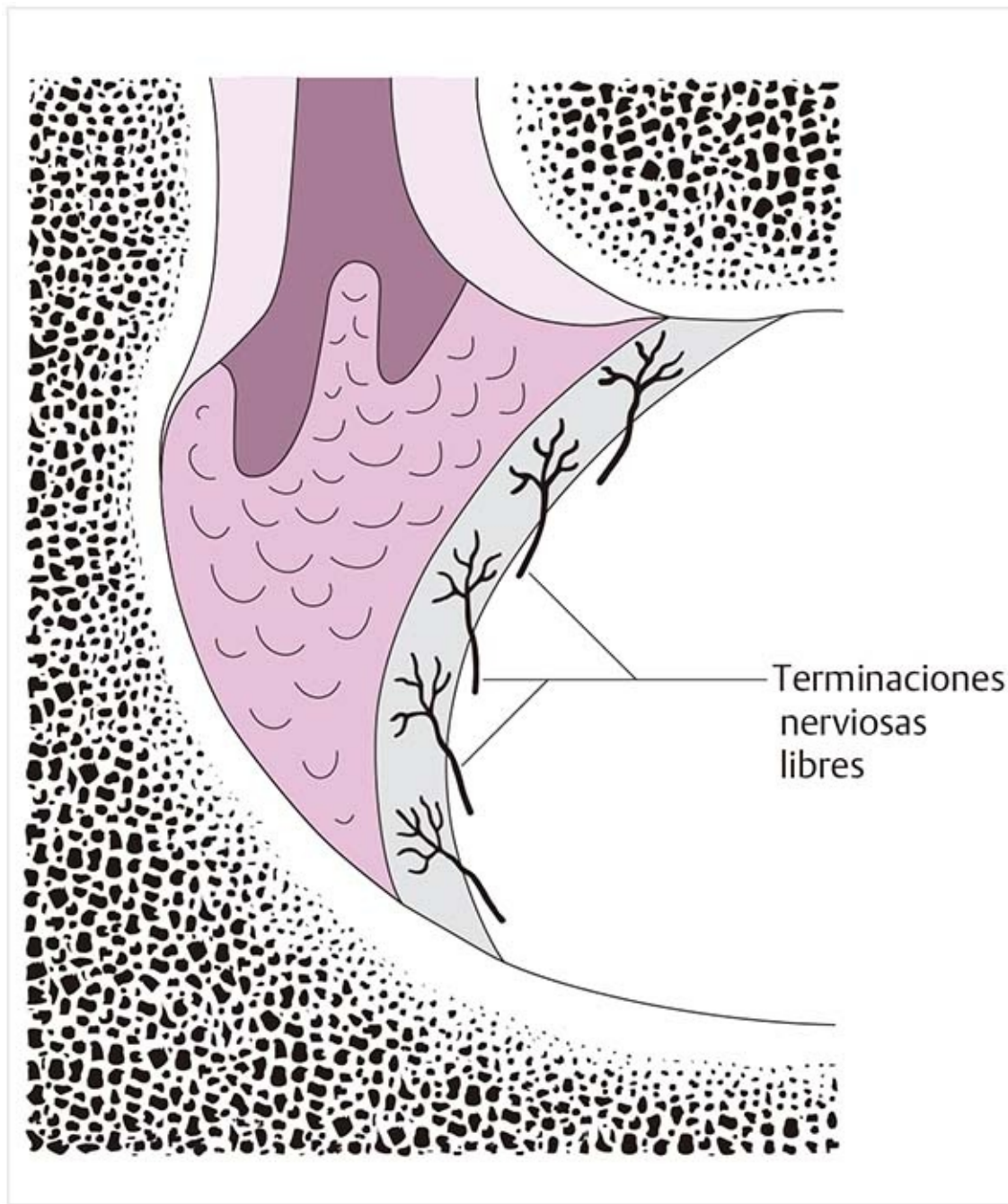
Los **receptores tipo Golgi** se identifican en la transición al aparato cápsula-ligamento. Están rodeados por una cápsula de tejido conectivo y mielinizados. Tienen una elevada velocidad de conducción.



Los **receptores de Ruffini** se encuentran sobre todo en la capa fibrosa de la cápsula. Estos receptores son estructuras plexiformes con baja velocidad de conducción.

Dichos receptores registran la tensión de la cápsula articular y tienen un efecto tónico y fásico reflexivo en los músculos que se transmite a través de neuronas motoras.

### **Nociceptores (figura 1-15)**



**Figura 1-15.** Nociceptores en la cápsula articular.

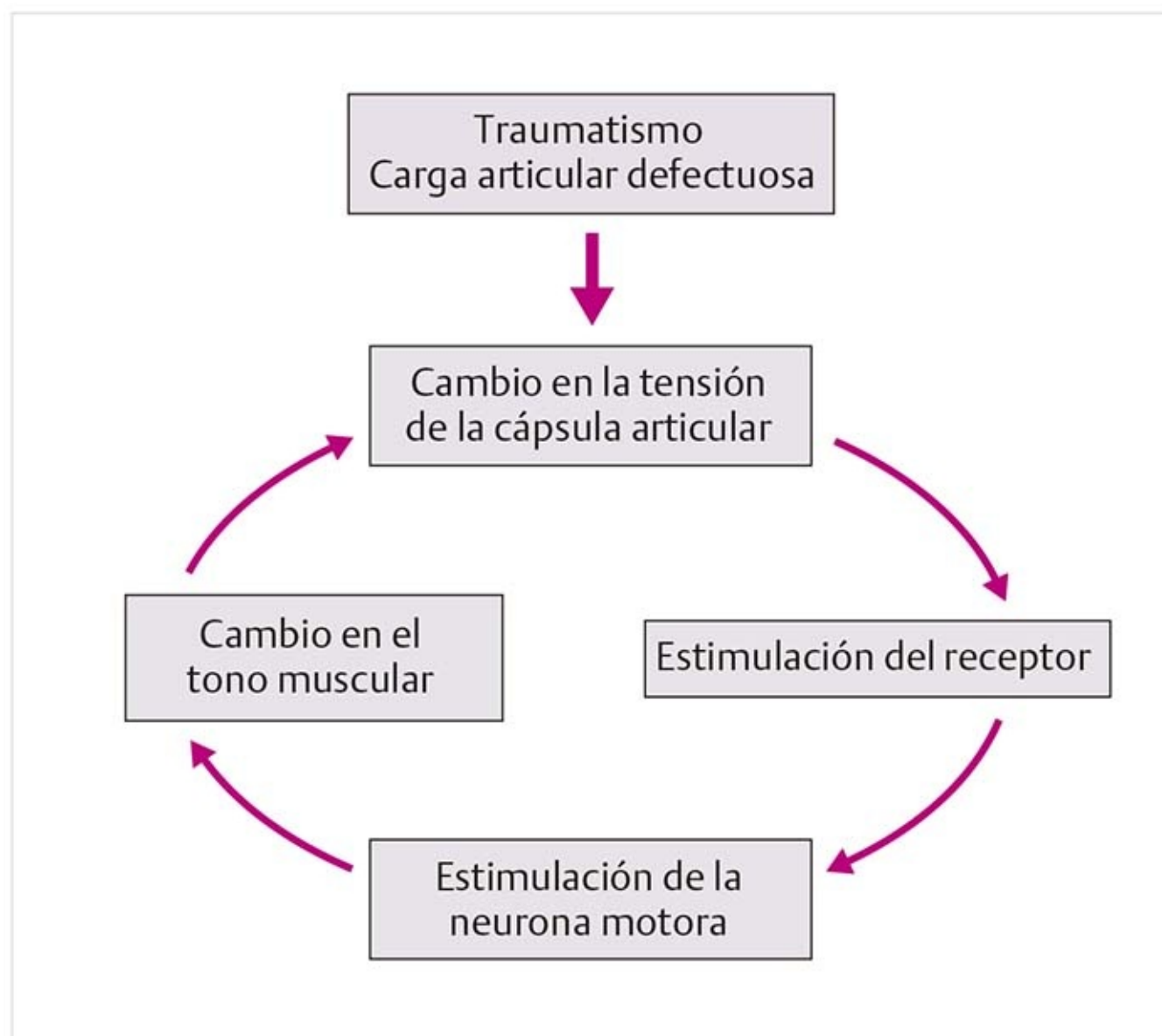
Los nociceptores se conocen también como receptores de dolor. Son terminaciones nerviosas libres, no mielinizadas en su mayor parte. Se extienden en la forma de un plexo y tienen una velocidad de conducción muy lenta. Se localizan en la capa fibrosa de la cápsula y reaccionan a los estímulos mecánicos y químicos, por ejemplo a las sustancias inflamatorias como polipéptidos, serotonina, histamina, etc., que se forman en el cuerpo y se liberan como consecuencia del edema y otros efectos de la presión crónica. Estas sustancias desencadenan las sensaciones dolorosas y, a través de la neurona motora, inducen la tensión de los músculos contiguos a la articulación.

La densa red de propioceptores y nociceptores en las articulaciones cigapofisarias explica por qué son

la causa dominante de los trastornos del movimiento.

**Ejemplo:** el efecto bloqueador nociceptivo es un mecanismo protector que previene los movimientos nocivos en articulaciones lesionadas inflamadas.

### El círculo vicioso artromuscular (figura 1-16)



**Figura 1-16.** El círculo vicioso artromuscular.

Los receptores, junto con las neuronas motoras y los centros motores del cerebro, producen un cambio en el tono muscular que se transmite por la conexión espinal. En circunstancias normales, existe un equilibrio muscular, la cápsula se despliega sin problema y la articulación se mueve con libertad.

La distensión de la cápsula, como podría ocurrir con la carga alterada de la articulación, estimula a los receptores. Esta información se propaga al tallo encefálico y la corteza por la vía aferente y, a través de sinapsis directas, hasta el centro motor del asta anterior de la médula espinal. Los nervios eferentes que salen de ahí actúan en las neuronas motoras  $\alpha$  y  $\gamma$ . Esto puede ocasionar acortamiento de las fibras intrafusales, por ejemplo, lo que a su vez eleva el tono muscular de reposo.

Mientras la articulación esté alterada, los músculos encargados de esta articulación experimentan un aumento crónico del tono, el cual cede sólo al corregirse el trastorno artrogénico.

#### Consejo práctico

Las técnicas en fisioterapia influyen en el movimiento, coordinación del movimiento y postura a través de los receptores.

[www.ful1-ebook.com](http://www.ful1-ebook.com)

Mediante técnicas especiales, como la **contracción-relajación** y la **estabilización rítmica**, la facilitación neuromuscular propioceptiva influye en el tono muscular a través de estimulación propioceptiva mediante relajación y estiramiento de un grupo muscular. Como el tono muscular está diseñado como un mecanismo protector, debe planearse con cuidado el momento en que se aplican estos procedimientos.

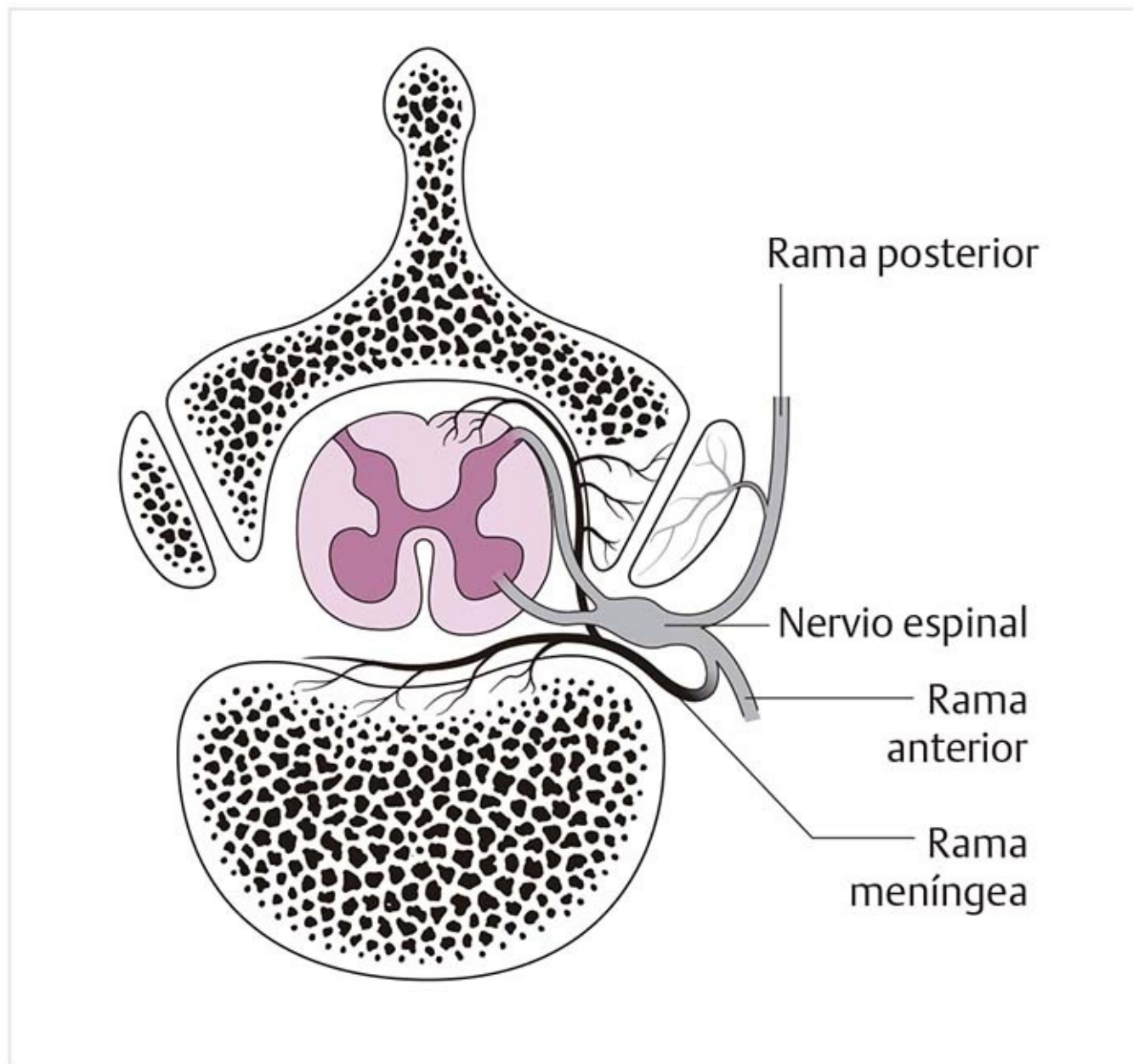
En cierta medida, la terapia manual tiene un efecto en los receptores del aparato cápsula-ligamento, dado que la alineación anómala se corrige con técnicas de tracción y movilización.

Por lo tanto, el ciclo puede romperse en varios sitios. Sin embargo, para eliminar el trastorno de manera permanente es preciso identificar y tratar la causa.

## 1.2.3 Inervación del segmento de movimiento

Las raíces nerviosas sensitivas anterior y posterior se combinan para formar el nervio espinal. En el orificio intervertebral, o poco después, la rama meníngea se bifurca para formar el nervio espinal y discurre paralela a éste y se proyecta de nueva cuenta hacia el conducto espinal, razón por la cual también se conoce como rama recurrente.

### Rama meníngea del nervio espinal (figura 1-17)



**Figura 1-17.** Zona de inervación de la rama meníngea del nervio espinal.

Ésta transporta fibras nerviosas sensitivas simpáticas puras e inerva a las siguientes estructuras con las ramas anterior y posterior:

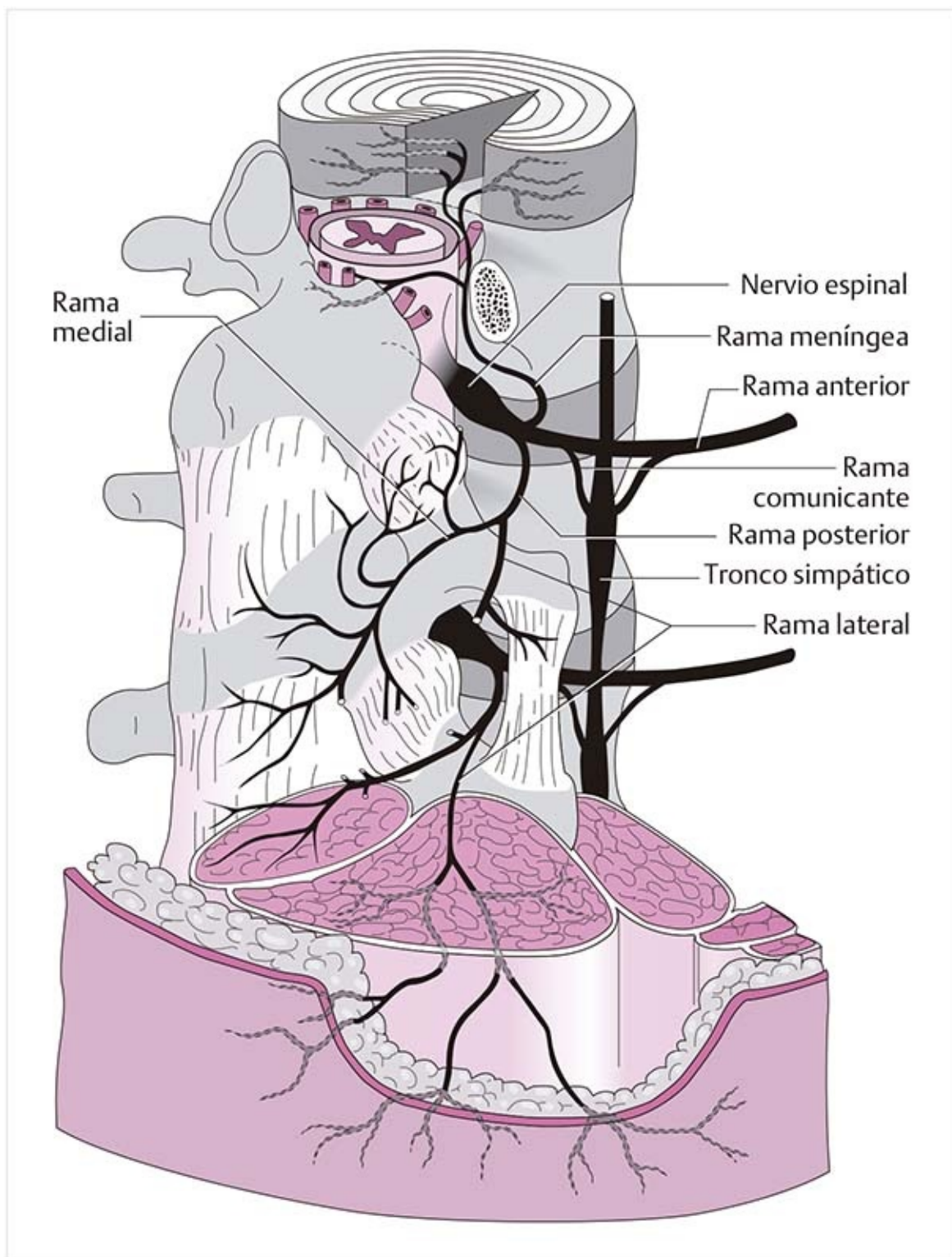
- Interior del conducto espinal: los vasos sanguíneos perióísticos, meníngeos y epidurales.
- Ligamento longitudinal posterior.

- Capas externas del anillo fibroso.

Las fibras terminales crean una red con las de la rama meníngea de los segmentos adyacentes. Por lo tanto, los segmentos se superponen.

Después de emitir la rama meníngea, el nervio espinal se divide en sus ramas anterior y posterior.

## Rama posterior (figura 1-18)



**Figura 1-18.** Inervación del segmento de movimiento.

También en este caso se observa una ramificación. La rama medial, a través de la rama articular, inerva la cápsula articular del mismo segmento y emite las ramas colaterales a una o dos articulaciones cigapofisarias próximas superior e inferior. Eso significa que cada rama posterior inerva al menos dos o tres segmentos de movimiento. La rama articular también inerva los ligamentos adyacentes y el periostio.

Unas cuantas ramificaciones de la rama medial siguen a los músculos próximos a la articulación.

La rama lateral inerva a los músculos autóctonos de la espalda y la piel.

### **Rama anterior (figura 1-18)**

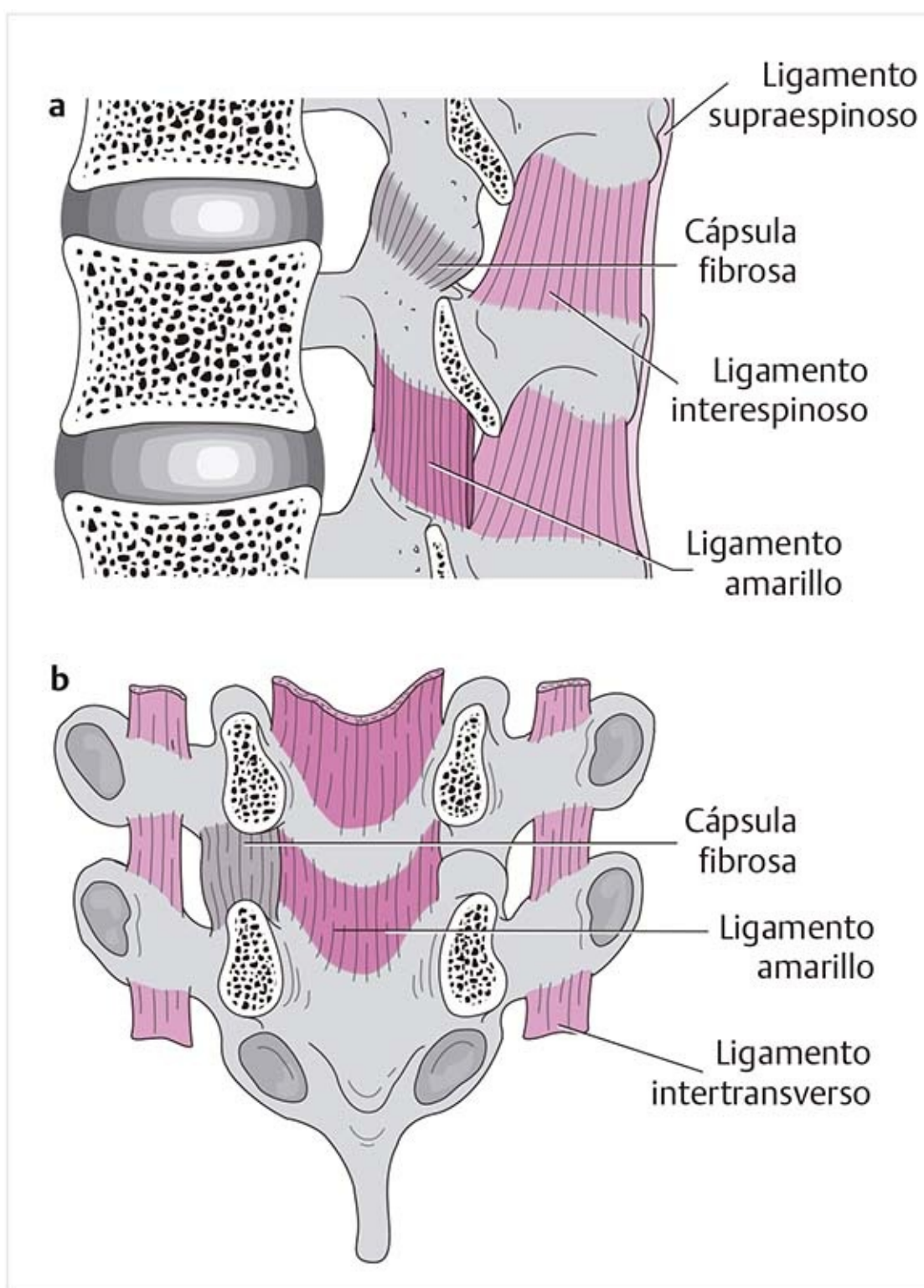
Las ramas anteriores forman los plexos lumbar, sacro, braquial y cervical, e inervan los músculos correspondientes y otras estructuras.

### **Rama comunicante (figura 1-18)**

Poco después del orificio intervertebral, la rama comunicante establece una conexión con el tronco simpático. En su interior se hallan fibras aferentes y eferentes.

## **1.2.4 Ligamentos de la columna vertebral**

### **Ligamento interespinoso (figura 1-19)**



**Figura 1-19.** Ligamentos de la columna vertebral. **(a)** Vista lateral (se retiró el arco vertebral izquierdo). **(b)** Vista posterior (se eliminaron los arcos vertebrales).

El ligamento ocupa el espacio entre dos apófisis espinosas adyacentes. Su dirección tensil se proyecta desde la región posterosuperior hasta la anteroinferior. Se fusiona con la capa fibrosa de la cápsula y la articulación cigapofisaria.

### **Ligamento supraespinoso (figura 1-19)**

El ligamento supraespinoso conecta las puntas de las apófisis espinosas y consiste en bandas ligamentosas muy fuertes dispuestas en forma vertical. El ligamento se extiende desde la séptima vértebra cervical hasta el sacro. En la sección cervical se sustituye por el ligamento de la nuca.

### **Ligamento amarillo (figura 1-19)**

Los ligamentos amarillos se extienden de manera segmentaria sobre el borde posterior del conducto medular entre las láminas vertebrales, por lo que se encuentran cerca del conducto medular por su parte posterolateral. En las regiones torácica y lumbar se fusionan en la parte lateral con las cápsulas articulares cigapofisarias.

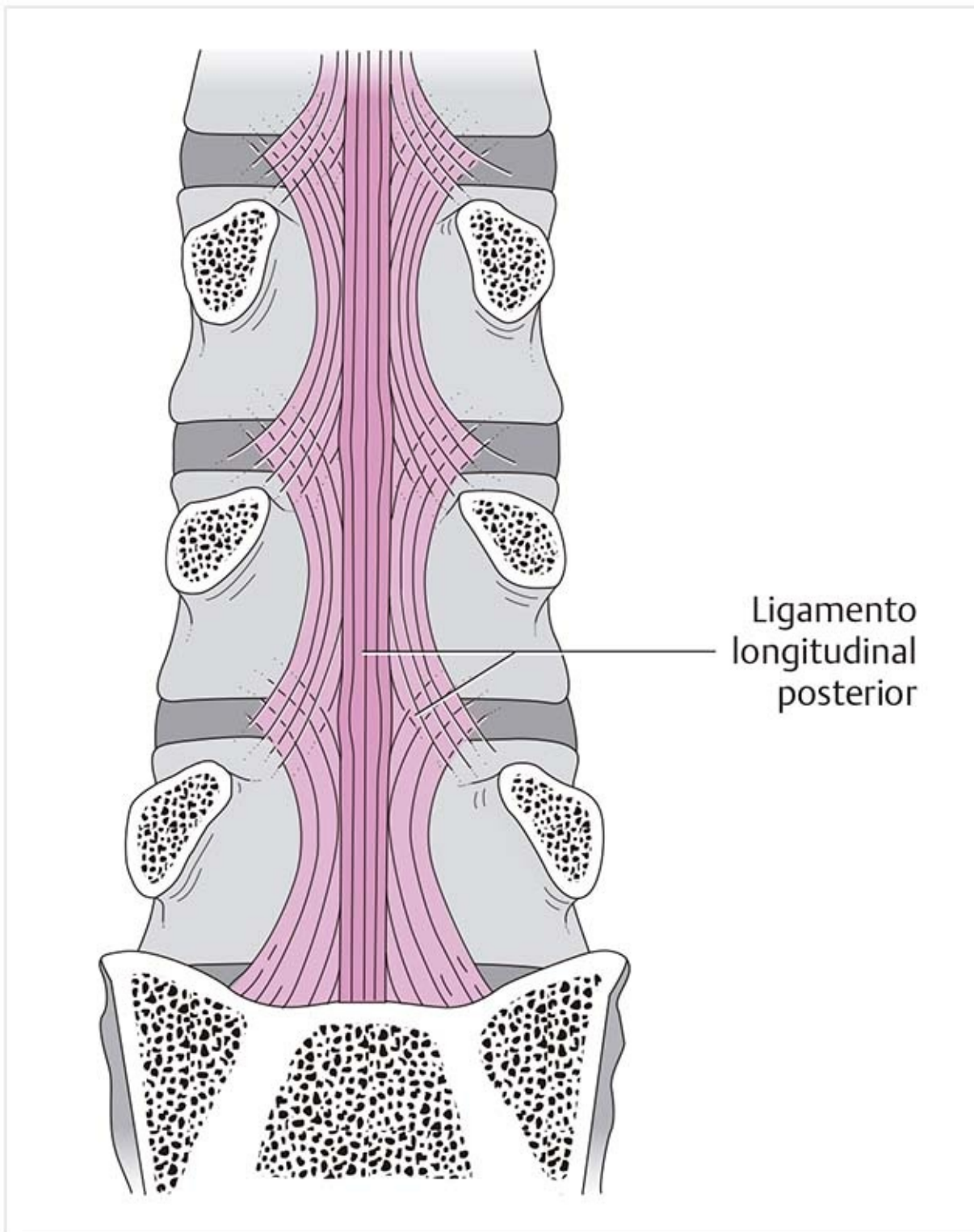
El ligamento es grueso y tiene una constitución poderosa y posee más de 75% de fibras elásticas, razón por la que adopta un color amarillento. Este elevado porcentaje de componentes elásticos asegura que el ligamento se mantenga tenso en cualquier posición posible y que en ninguna posición puedan formarse pliegues que opriman el conducto medular. Los ligamentos amarillos experimentan una gran variación en longitud. Por ejemplo, con la flexión máxima se alargan 50%.

Debido a su proximidad con la cápsula articular, los ligamentos amarillos ejercen presión posterior durante la flexión, lo que estabiliza esta parte de la articulación cigapofisaria.

### **Ligamento intertransverso (figura 1-19)**

Este ligamento discurre entre las apófisis transversas.

### **Ligamento longitudinal posterior (figura 1-20)**

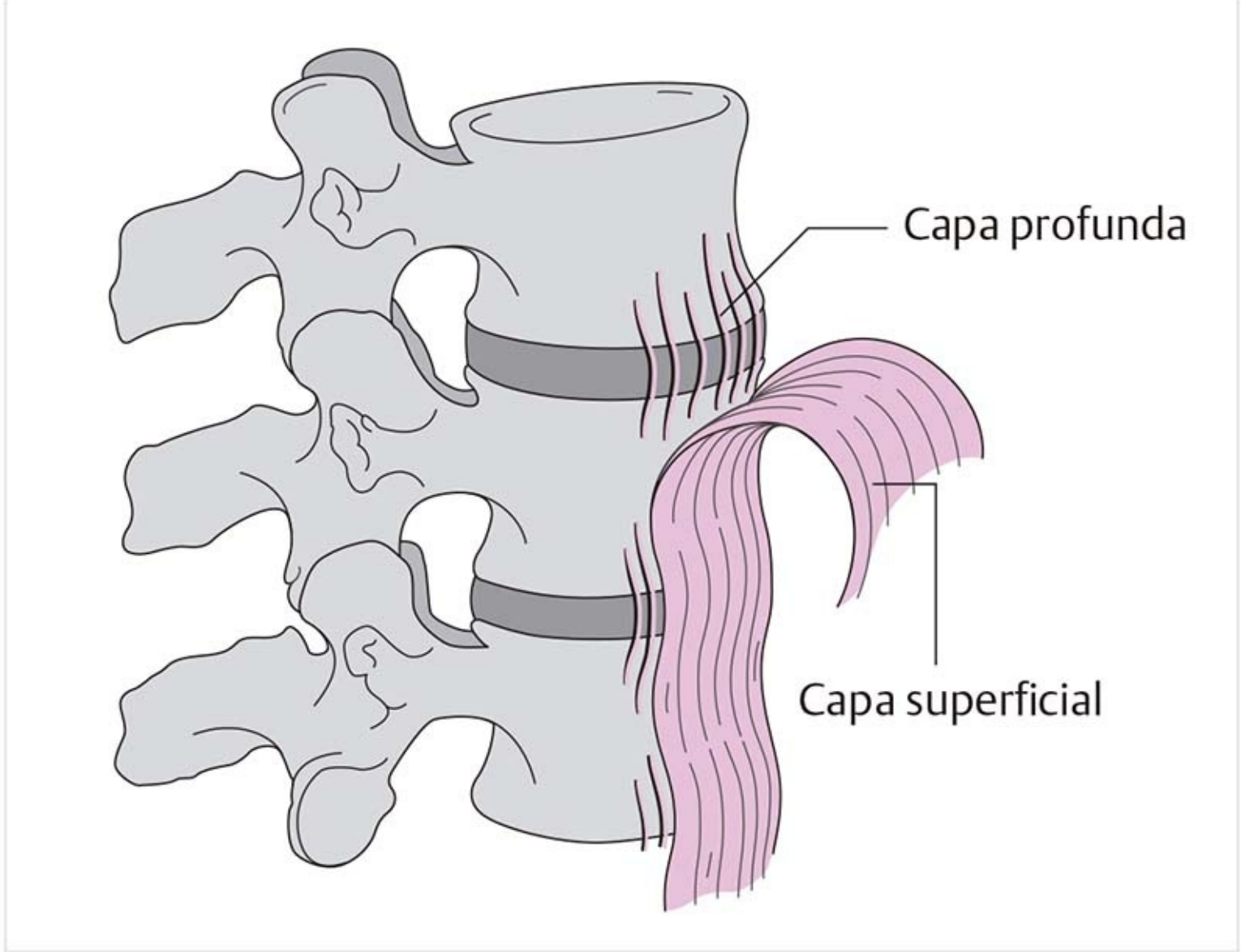


**Figura 1-20.** Ligamento longitudinal posterior (vista posterior, se eliminaron los arcos vertebrales).

El ligamento se encuentra en la cara posterior del cuerpo vertebral. Es muy angosto en la zona del cuerpo vertebral, pero se ensancha al nivel del espacio discal y asume una forma romboidea. Está insertado con los discos intervertebrales y algunas de sus fibras se extienden en sentido oblicuo hacia abajo, en dirección del pedículo vertebral, lo que deja las partes superiores del disco descubiertas. Un plexo venoso (el plexo venoso vertebral interno) se encuentra entre el hueso y el ligamento. El ligamento se extiende desde el hueso occipital hasta el conducto sacro y es más ancho en su parte superior que en la inferior.

## **Ligamento longitudinal anterior (figura 1-21)**





**Figura 1-21.** Ligamento longitudinal anterior.

Este ligamento se encuentra en la superficie anterior de los cuerpos vertebrales y se extiende desde el tubérculo anterior del atlas hasta la primera vértebra sacra. En la parte inferior es ancho y fuerte. El ligamento se fusiona con los cuerpos vertebrales, pero se extiende sobre los espacios discales.

Dicho ligamento consiste en haces largos y superficiales de fibras que se extienden sobre cuatro o cinco vértebras y haces más cortos y profundos que unen dos vértebras adyacentes.

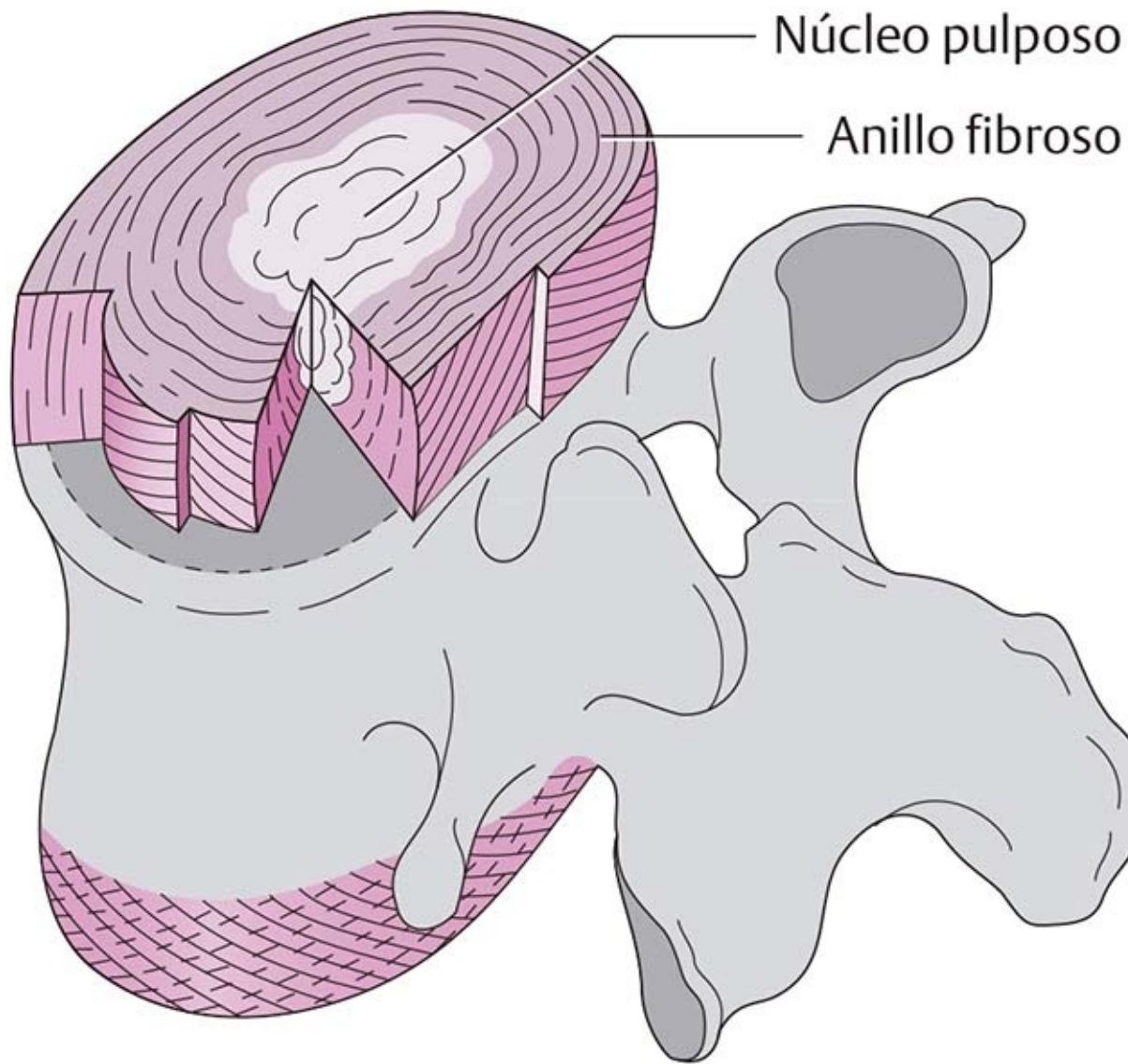
Los ligamentos aseguran el segmento de movimiento en todas direcciones.

**Ejemplo:** la flexión lateral a la izquierda genera tensión en los ligamentos intertransversos y el aparato cápsula-ligamento del lado derecho, así como en las secciones derechas del ligamento amarillo y el ligamento longitudinal posterior. Por lo tanto, estas estructuras se tornan vulnerables. Puesto que estos componentes se encuentran en planos profundos de los tejidos, no es factible usar la palpación para delinear una estructura irritada.

## 1.2.5 Discos intervertebrales

Existen 23 discos intervertebrales. Sólo las articulaciones entre occipucio y atlas y entre atlas y axis carecen de disco. Los discos aumentan en altura desde la columna cervical hasta la columna lumbar. Consisten en un núcleo pulposo, un anillo fibroso y placas de cartílago (placas terminales).

**Anillo fibroso (figura 1-22)** [www.ful1-ebook.com](http://www.ful1-ebook.com)



**Figura 1-22.** Capas de fibras del anillo fibroso.

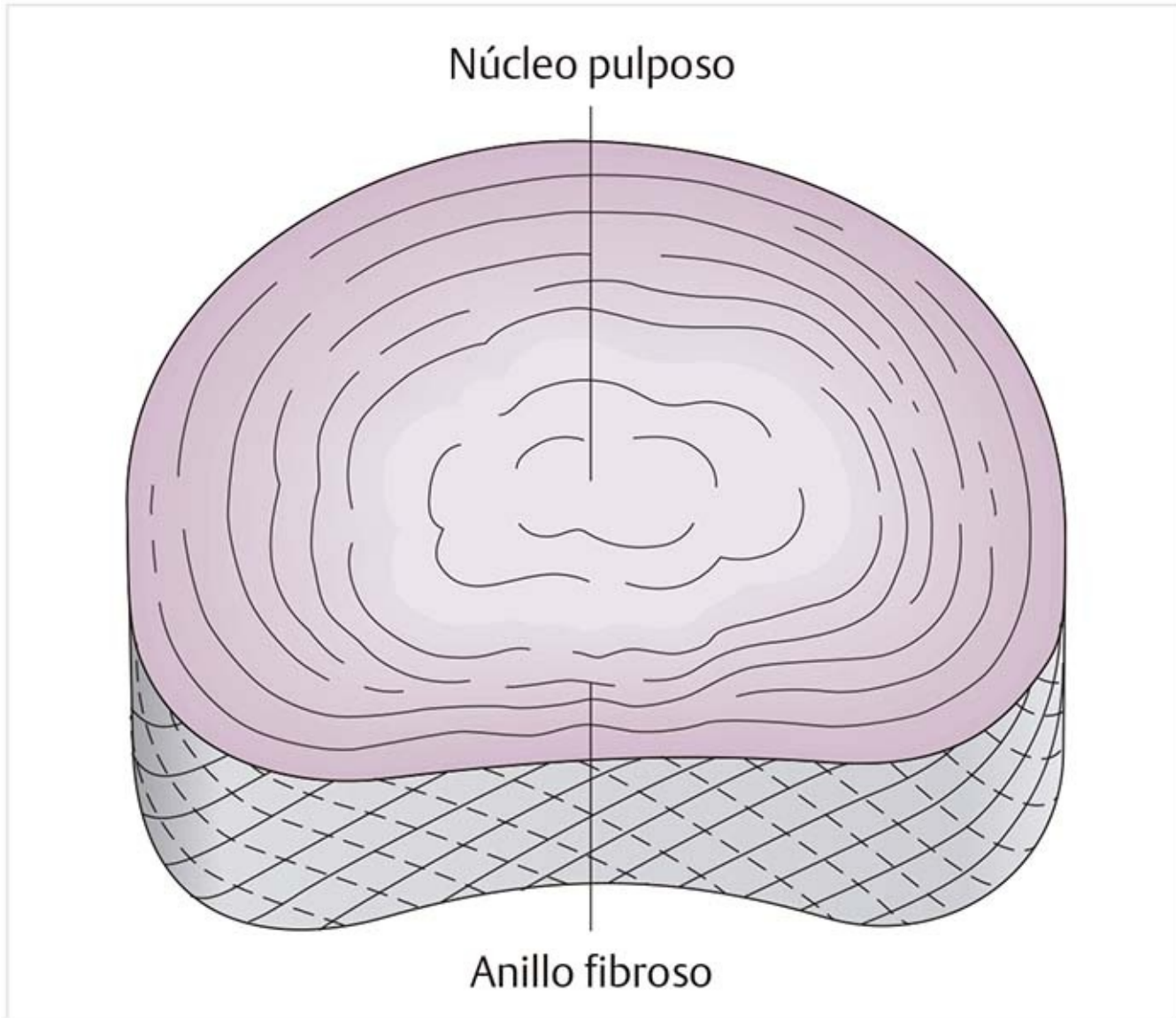
Sus capas externas poseen fibras de colágeno tipo 1, que están preparadas para soportar las cargas tensiles. Contiene fibrillas gruesas combinadas en fibras y dispuestas en paralelo entre sí. También existen cantidades menores de fibras elásticas. Las láminas se disponen en anillos, aunque no siempre están completos, ya que no rodean en todos los casos al disco en su totalidad, sino que se fusionan en las láminas adyacentes. Las capas se disponen en fuerzas variables. En la parte anterior y lateral, las láminas son gruesas; en la posterior son más sutiles. En consecuencia, el anillo es más angosto en la parte posterior que en la anterior y el núcleo pulposo no se halla justo en el centro.

Las láminas más externas del anillo se fijan al borde marginal óseo del cuerpo vertebral mediante fibras perforantes llamadas **fibras de Sharpey**.

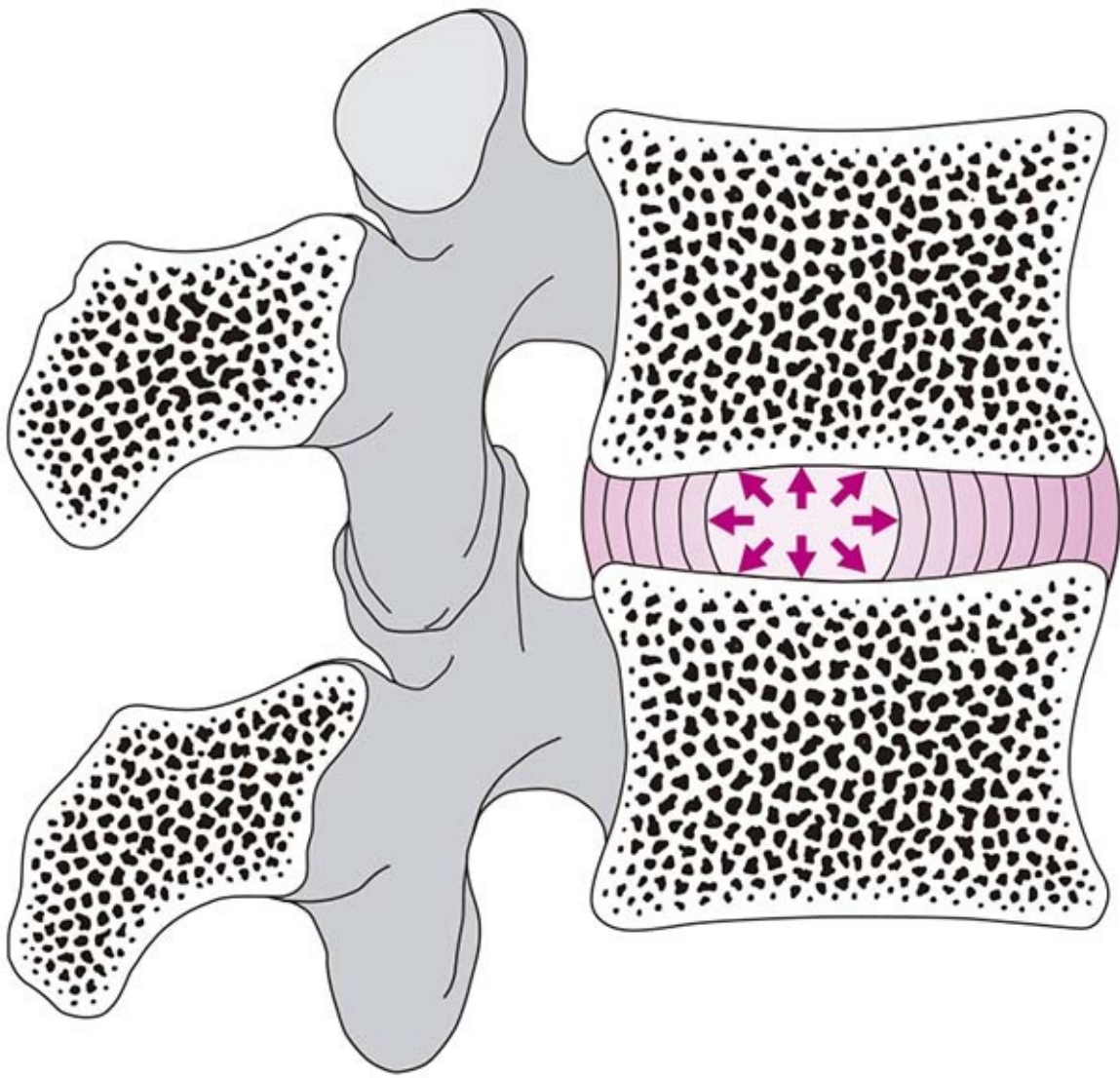
En la parte posterior, la capa más externa del anillo fibroso se fusiona con el ligamento longitudinal posterior. Pequeños vasos sanguíneos crecen en esta zona, pero se mantienen en las capas superficiales y sólo se encuentran en pequeños números.

La inervación de la capa laminar posterior proviene de la rama meníngea del nervio espinal del mismo segmento y los adyacentes. No hay nervios dentro del resto del disco intervertebral.

## **Núcleo pulposo (figuras 1-23 y 1-24)**



**Figura 1-23.** Corte transversal del disco intervertebral.



**Figura 1-24.** Núcleo pulposo.

Conocido como el centro del disco intervertebral, el núcleo pulposo es una sustancia gelatinosa que se encuentra dentro del disco. No posee un borde bien delimitado con el anillo fibroso porque las partes externas del núcleo pulposo se fusionan con la capa laminar elástica interna del anillo. En la columna lumbar, se localiza en la transición entre el punto intermedio y el tercio posterior del disco. No contiene vasos sanguíneos ni nervios y se integra con fibrillas delgadas de colágeno elástico que se ven como una red tridimensional al microscopio.

El núcleo sirve como un amortiguador hidroelástico porque su composición macromolecular, sobre todo de mucopolisacáridos, tiene la capacidad de unirse con agua. En personas jóvenes, el contenido de agua se aproxima al 88% del núcleo. Sin embargo, a lo largo de la vida de una persona, el contenido del líquido disminuye y con éste la elasticidad interna. El núcleo pulposo ejerce su presión interna hacia fuera como una fuerza en todas direcciones. Esto mantiene recto el espacio entre dos cuerpos vertebrales, pero también se mantienen fijados juntos por la presión sobre las láminas de disposición vertical en el anillo.

## **Placas de cartílago (figura 1-25)**



**Figura 1-25.** Placas del cartílago.

Desde el punto de vista anatómico, las placas terminales inferior y superior son parte de los cuerpos vertebrales, pero desde el punto de vista funcional son parte de los discos intervertebrales. Las láminas del anillo se continúan en la placa de cartílago, adoptan un trayecto horizontal, razón por la que esta parte de la placa de cartílago consiste en fibrocartílago.

La placa terminal se prolonga hacia fuera del cuerpo vertebral y se conforma con cartílago hialino. Tiene alrededor de 1 mm de grosor y termina en el borde interno de la cresta marginal del cuerpo vertebral. En el feto y el niño pequeño, las placas están muy vascularizadas, pero los vasos sanguíneos regresan alrededor del periodo en el que termina el crecimiento.

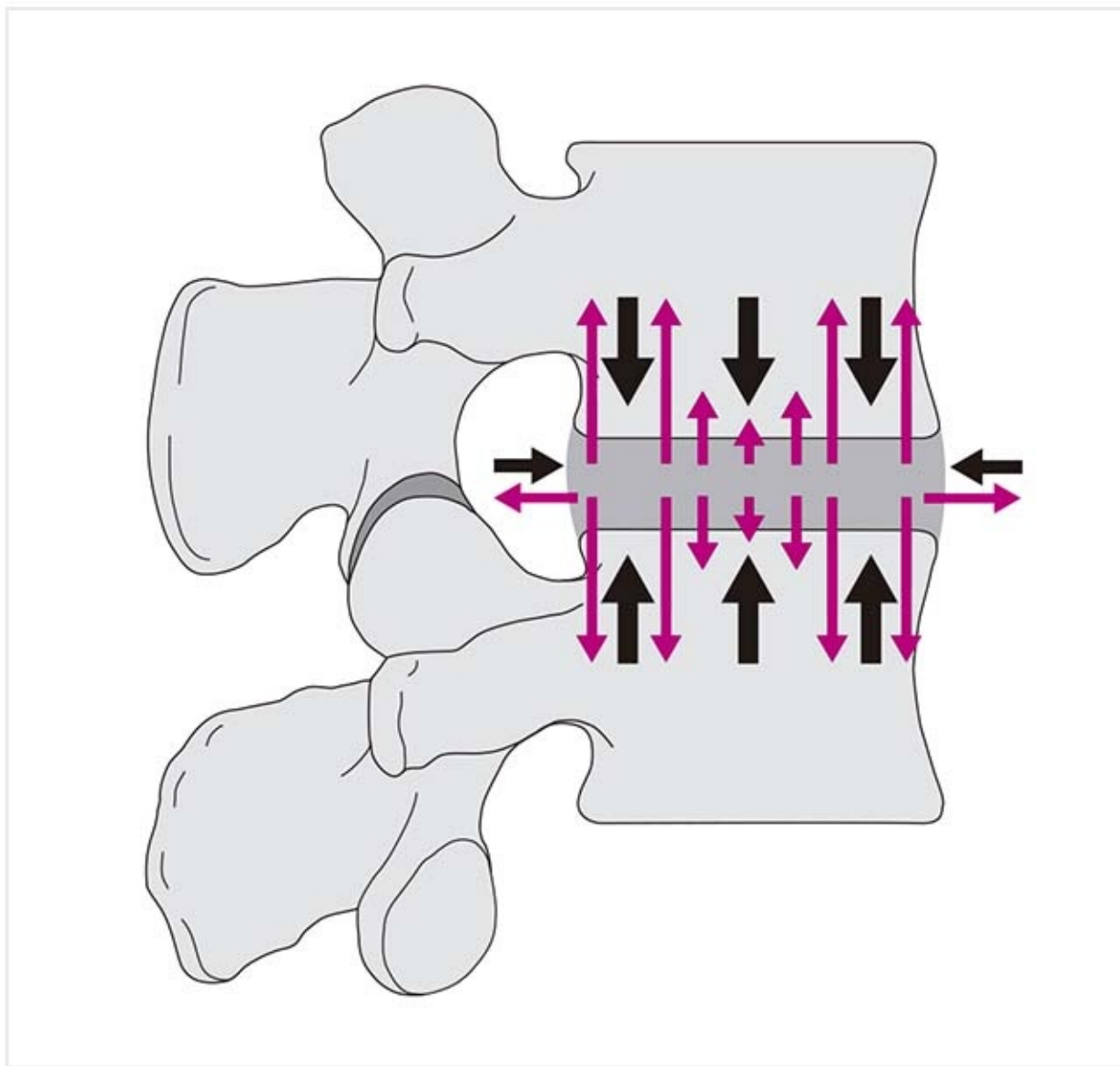
Las placas de cartílago son un sitio importante para la difusión de minerales de la esponjosa vascularizada hacia el centro del disco y para la evacuación de productos metabólicos de desecho. En el

centro, la placa es un poco más delgada; es ahí donde tiene lugar el intercambio.

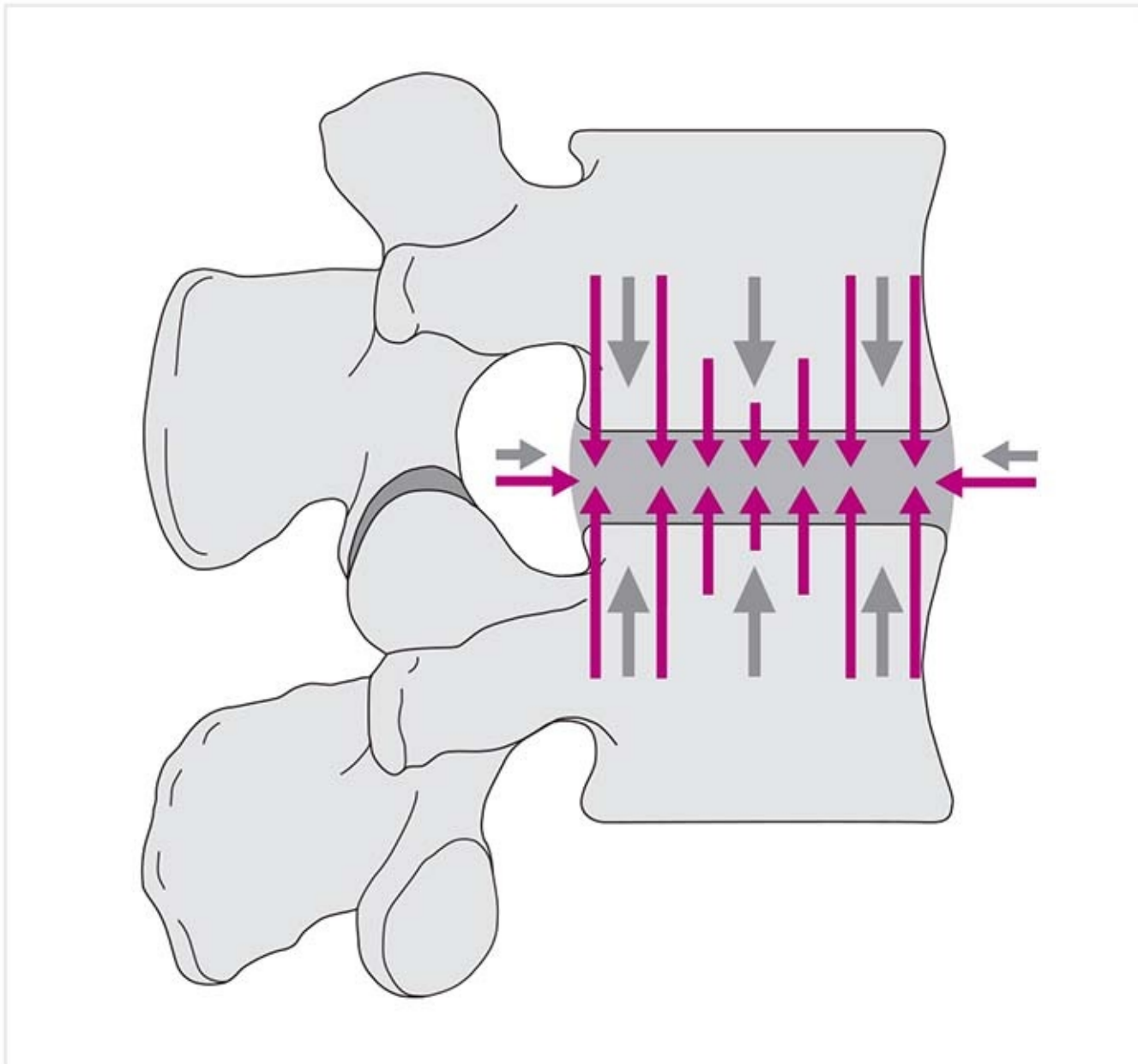
### Patología

Durante el crecimiento, las placas terminales superiores pueden experimentar cambios. En la enfermedad de Scheuermann existen pequeños huecos en la osificación en la zona de los canales vasculares, lo que forma un defecto en la placa terminal superior a través del cual el tejido discal puede invadir el tejido esponjoso del cuerpo vertebral. En la radiografía, estas intrusiones se identifican como nódulos llamados nodos de Schmorl.

## Nutrición de los discos intervertebrales (figuras 1-26 y 1-27)



**Figura 1-26.** Liberación de líquido desde el disco intervertebral (flechas rojas) cuando la presión de carga es elevada (flechas negras).



**Figura 1-27.** Absorción de líquido en el disco intervertebral (flechas rojas) cuando la presión de carga es baja (flechas grises).

La mayor parte del intercambio de líquido y nutrientes entre el tejido del disco intervertebral y los circundantes ocurre a través del hueso y la placa terminal cartilaginosa, y sólo en mínima proporción a través de los vasos sanguíneos de la capa laminar más externa. Estas estructuras poseen las características de una membrana semipermeable, lo que significa que son permeables sólo a ciertas sustancias.

El componente básico de la sustancia fundamental del núcleo pulposo es una mezcla macromolecular de proteína, carbohidrato, sodio y calcio. Ésta tiene una sólida afinidad por el agua y por tanto una marcada influencia en la elasticidad y el grado de hinchazón del núcleo pulposo. Esta mezcla es el origen de la presión osmótica en el disco, que contrarresta la presión de carga que ejerce en el espacio discal desde el exterior. Si predomina la presión que actúa desde el exterior, el disco libera líquido y productos metabólicos de desecho. Cuando la presión se descende, el disco absorbe líquido junto con nutrientes importantes.

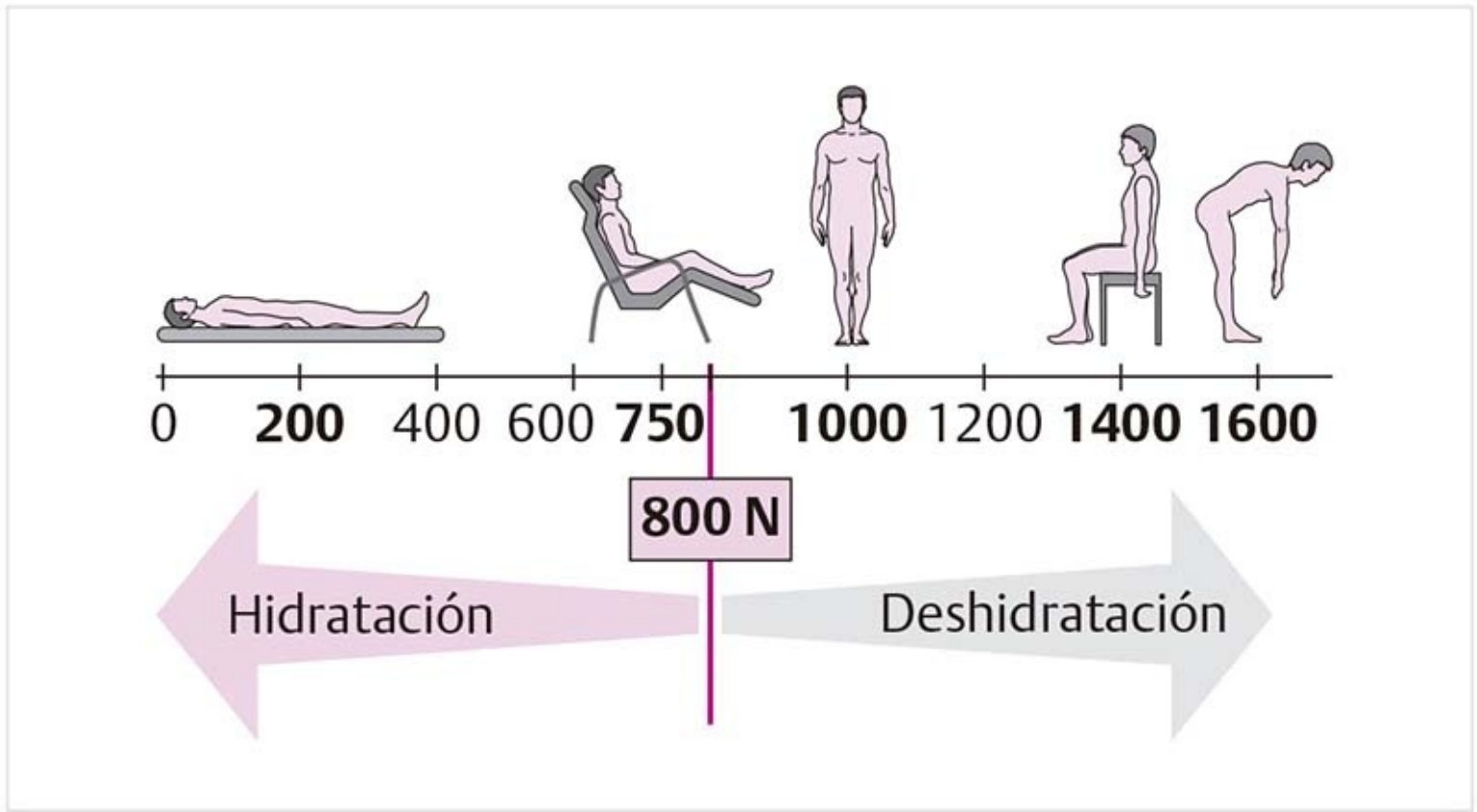
Como la mezcla macromolecular se diluye por la absorción de líquido, la absorbencia del disco disminuye y se alcanza un equilibrio. Esto constituye un mecanismo protector para prevenir la hinchazón excesiva del disco. Por otra parte, el aumento de la concentración de la mezcla impide que se llegue a la compresión absoluta; en este caso, la absorbencia aumenta y contrarresta la presión de carga.

## Consejo práctico

El cambio de la carga de un disco para aliviar la carga facilita el intercambio de productos metabólicos y el movimiento los distribuye hacia el lado con menor carga. Estos dos procesos son muy importantes para nutrir al disco. En el tratamiento de los problemas del disco intervertebral deben seleccionarse las medidas terapéuticas apropiadas para cubrir estos requerimientos.

## Presión intradiscal

### Límite entre la hidratación y la deshidratación (figura 1-28)

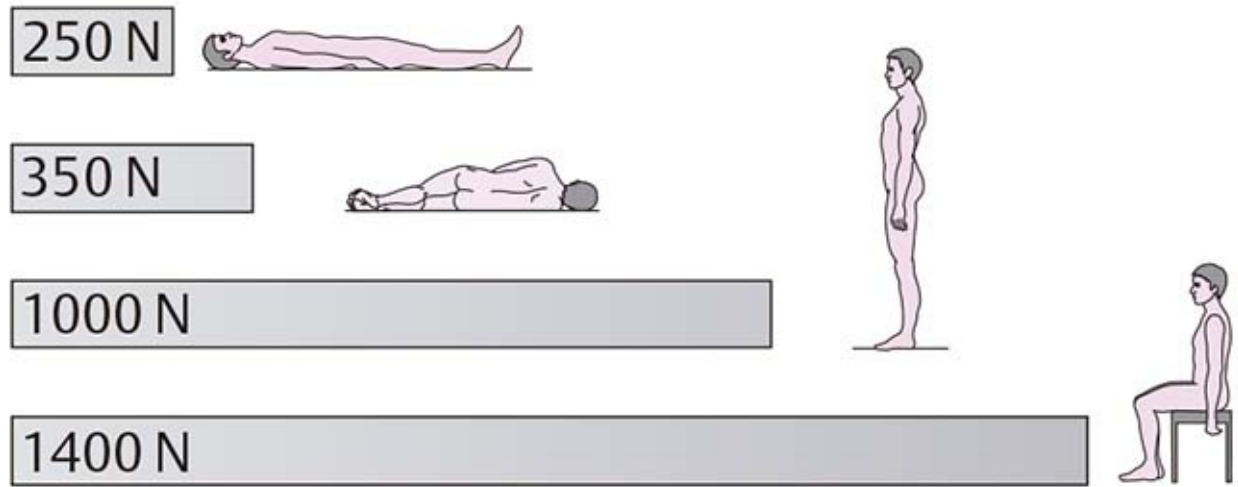


**Figura 1-28.** Límite entre la hidratación y la deshidratación.

El límite entre la absorción y liberación de líquido se encuentra en una presión de carga del disco de 800 N (400 kPa), la llamada presión intradiscal. La liberación de líquido se conoce como deshidratación, mientras que la absorción de líquido es la hidratación. La presión intradiscal depende en gran medida de ciertas posiciones corporales y ejercicios.

### Presión en varias posiciones (figura 1-29)





**Figura 1-29.** Presión intradiscal en varias posiciones.

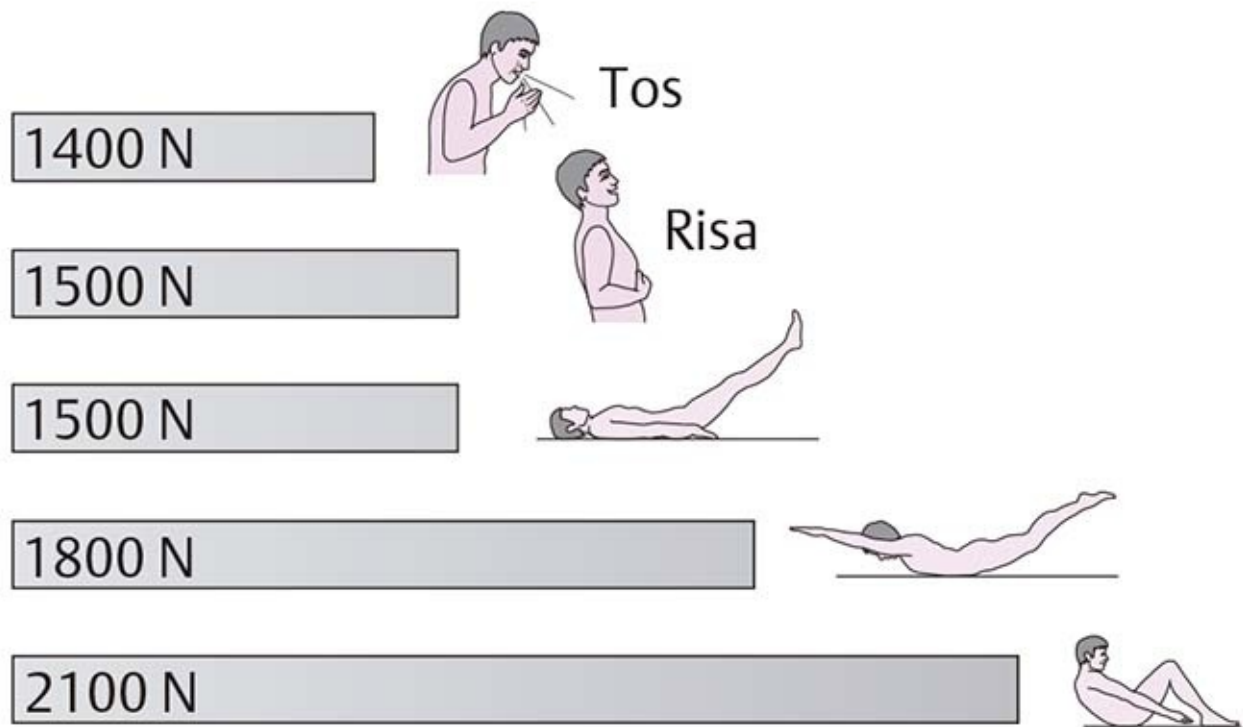
Nachemson (1966) publicó la primera descripción de la interdependencia entre la posición corporal y el índice de presión intradiscal. Su medición *in vivo* de la tercera vértebra lumbar conserva su validez en la actualidad. Por ejemplo:

**Supina** = 250 N (125 kPa)

**De pie** = 1 000 N (500 kPa)

**Sedente** = 1 400 N (700 kPa)

### Presión en varias situaciones de carga (figura 1-30)



**Figura 1-30.** Elevación de la presión intradiscal en varias situaciones de carga.

Con la contracción súbita de los músculos durante un estornudo, tos o risa, por ejemplo, existe una elevación significativa de la presión, lo que implica una liberación acelerada de líquido. Lo mismo se

aplica a algunos ejercicios para los músculos de espalda y abdomen.

El disco intervertebral tiene una gran adaptabilidad a la presión mecánica, por lo que un aumento corto de la presión no tiene consecuencias significativas para un disco saludable.

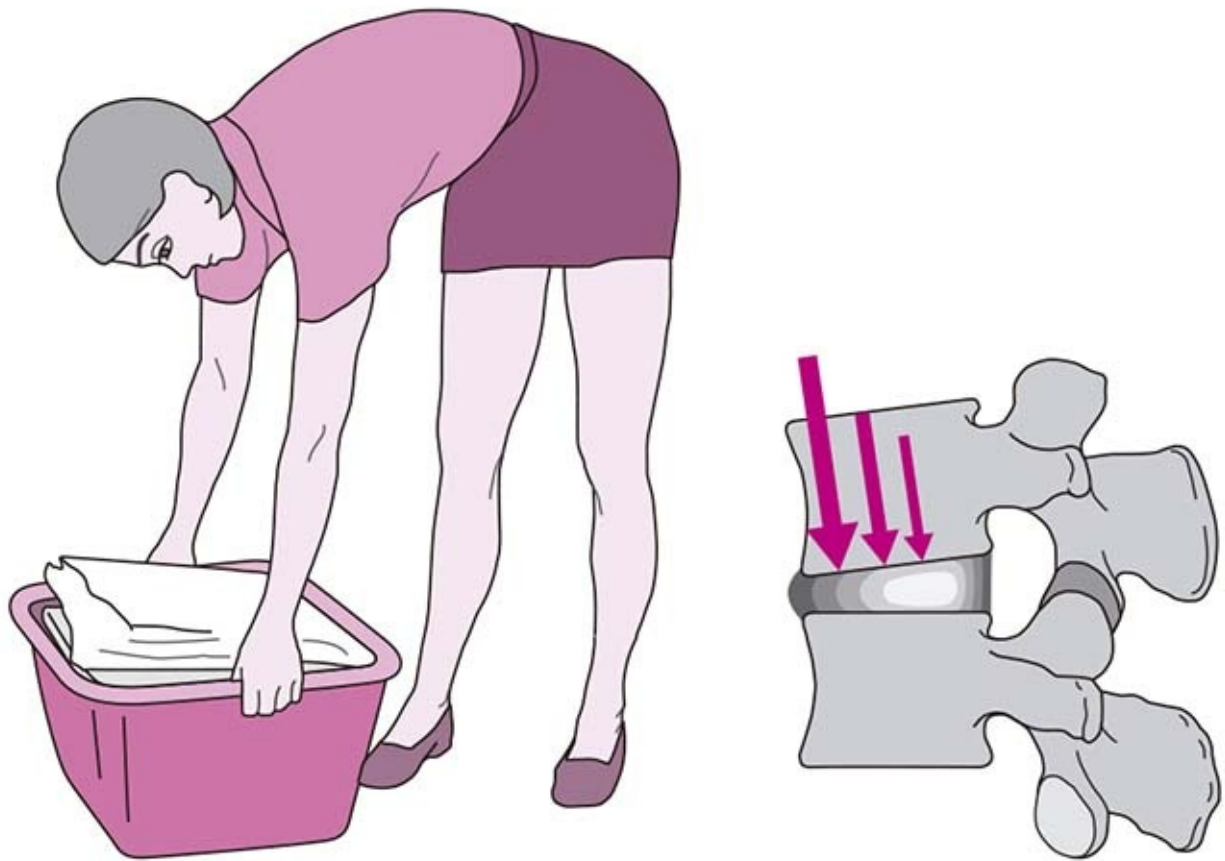
### **Cambios en la altura del disco**

La altura del disco cambia por los desplazamientos de líquido, lo cual puede demostrarse con la medición de la longitud corporal en la mañana y la noche. Permanecer de pie, caminar y sentarse durante el día inducen la liberación de líquido y puede observarse una pérdida hasta de 2 cm en la longitud del cuerpo. La magnitud de esto depende de la situación de carga y es más pronunciada en una persona joven que en una de edad avanzada. Durante la noche, debido a la liberación de la carga que se produce al acostarse, el disco reabsorbe líquido y la talla aumenta.

### **Carga durante el levantamiento y portación de objetos (figuras 1-31 y 1-32)**



**Figura 1-31.** Carga cuando se levanta un objeto en posición fisiológica.



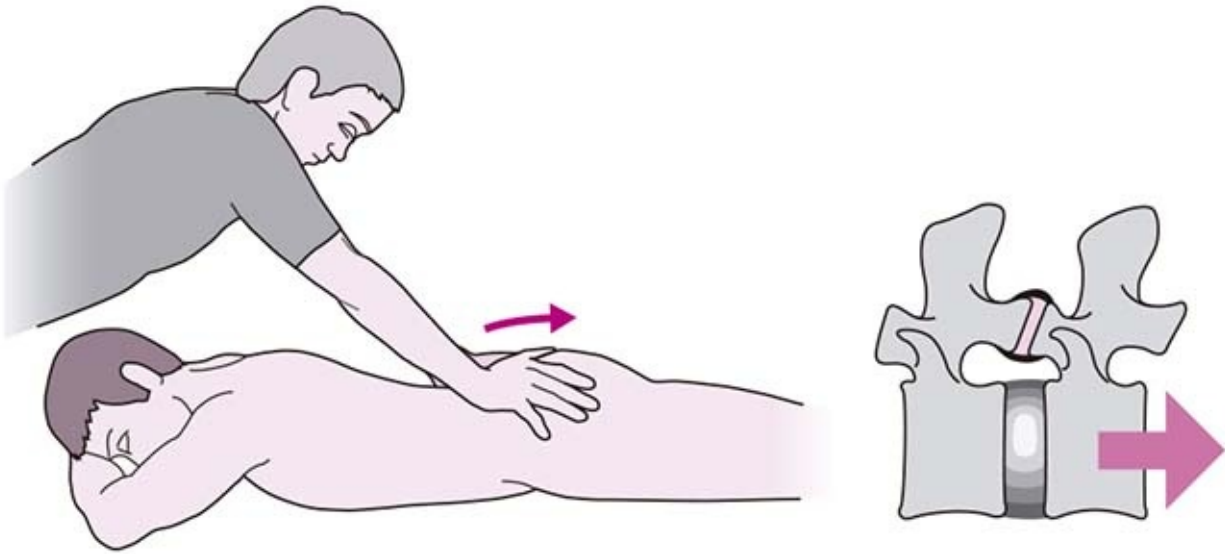
**Figura 1-32.** Carga cuando se levanta un objeto con la espalda curvada.

La carga sobre el disco puede ser muy alta durante el levantamiento y portación de objetos. Inclinarsse 20° al frente con la espalda recta eleva la presión intradiscal en 1 400 N. Si se carga un peso en esta posición, la presión se eleva tres o cuatro veces el peso corporal.

Si el levantamiento se realiza con la espalda arqueada, la presión se eleva siete u ocho veces. Esto significa que la postura tiene un papel significativo durante el levantamiento. Para no rebasar el límite de carga tolerable, la columna vertebral debe colocarse en posición óptima, es decir, con su curvatura fisiológica normal.

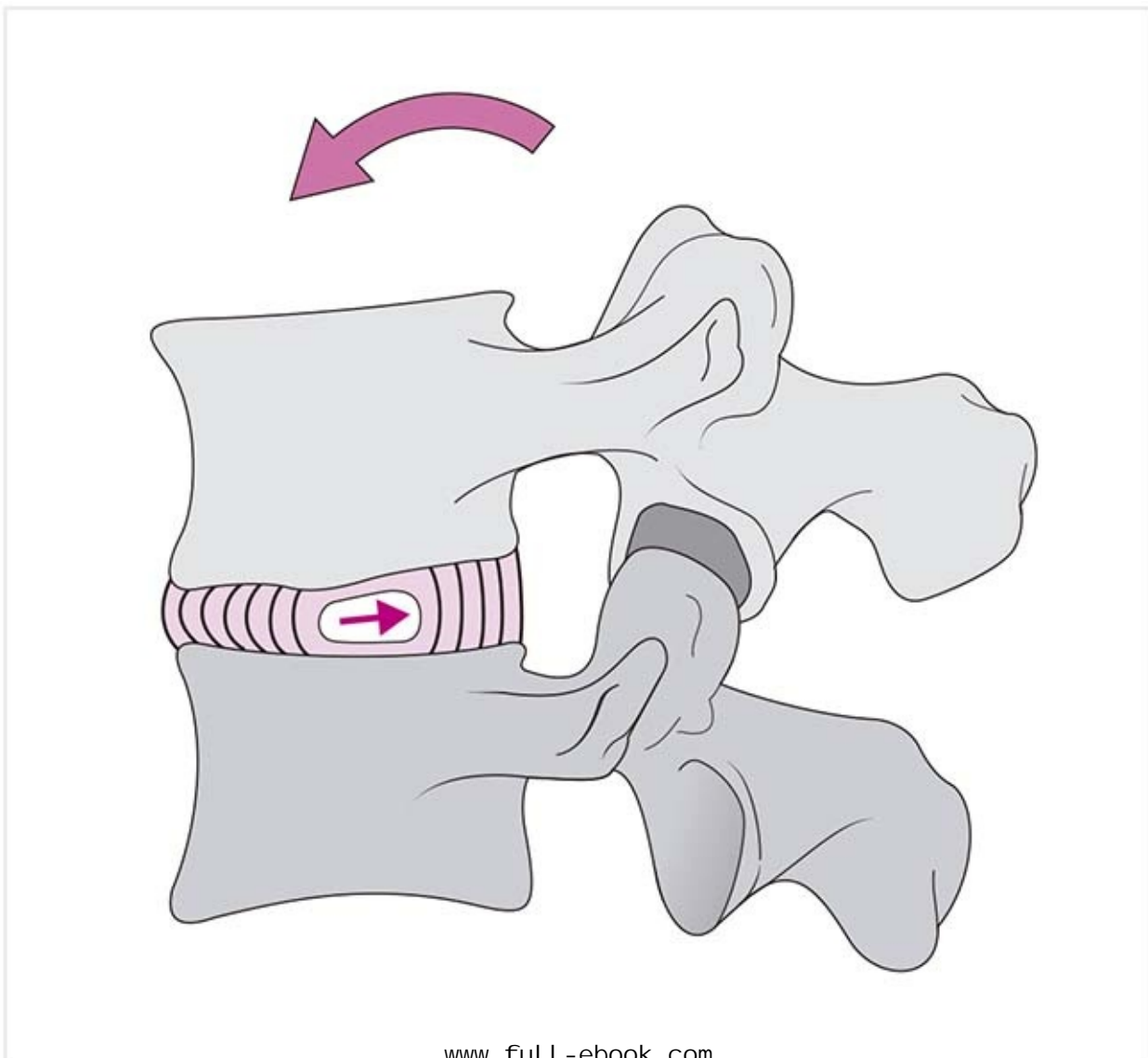
### Consejo práctico

**(Figura 1-33)**  
 Para evitar el aumento de la carga compresiva deben considerarse los factores mencionados antes cuando se elijan los métodos terapéuticos. Por ejemplo, cuando se trate a una persona para eliminar un desbalance muscular, si los músculos están debilitados deben considerarse las modalidades terapéuticas como la estabilización segmentaria con técnicas de terapia manual, técnicas de estabilización y reversión, como las usadas en la facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) o entrenamiento funcional de los músculos del abdomen y espalda, acorde con Klein-Vogelbach.  
 Un objetivo más importante es la adquisición de patrones de comportamiento adecuados en la vida cotidiana, como vigilancia y corrección, en caso necesario, de la postura sedente y la mecánica de flexión.  
 La **tracción** del espacio discal facilita la hidratación. Por ejemplo, para la columna lumbar, 10 a 15 min de tracción bastan para producir un ensanchamiento significativo y por tanto la descompresión del espacio discal. Sin embargo, no todos los pacientes reaccionan de manera positiva a la hidratación. En tales casos debe buscarse un tratamiento apropiado mediante una prueba terapéutica basada en la información de los antecedentes del paciente sobre el alivio previo del dolor en posición supina o de pie.



**Figura 1-33.** Tracción del espacio discal.

## **Comportamiento del disco intervertebral durante los movimientos (figura 1-34)**



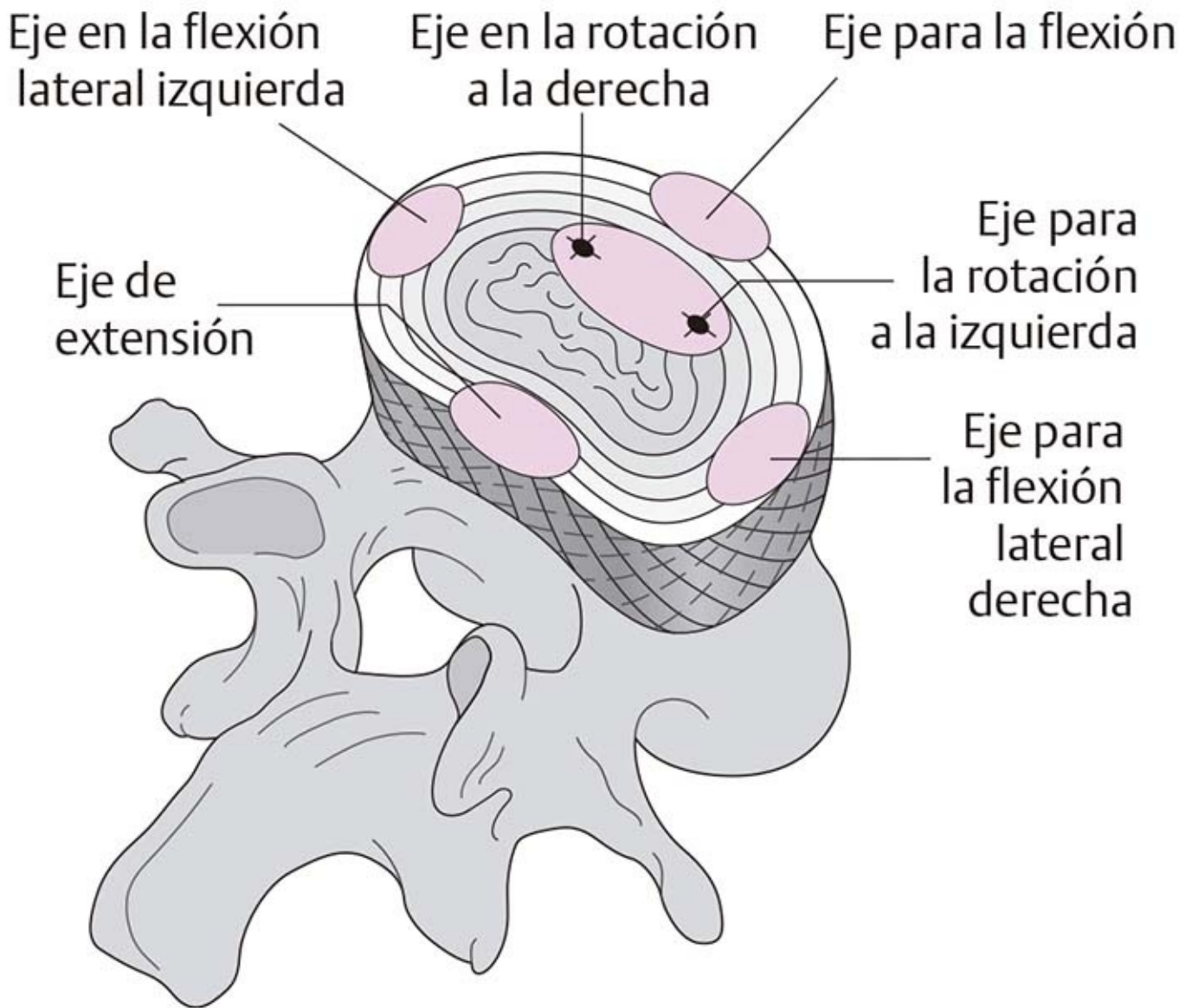
**Figura 1-34.** Comportamiento del disco intervertebral durante la flexión.

Dentro de ciertos límites, las partes elásticas internas del disco pueden desplazarse durante el movimiento.

Durante la flexión, los cuerpos vertebrales se inclinan en sentido anterior, lo que genera un ensanchamiento cuneiforme del espacio discal en la parte posterior. Las capas externas de fibras de colágeno se tensan en la parte posterior y se comprimen en la anterior, donde sobresalen un poco. El núcleo pulposo se adapta a esta forma de cuña y se desplaza hacia atrás, y lleva consigo las fibras elásticas internas y el anillo fibroso. Este desplazamiento toma cierto tiempo como efecto de la viscosidad y la consecuente lentitud del núcleo pulposo. Como los cuerpos vertebrales posteriores se separan, las capas externas del anillo llegan pronto a los límites de su extensibilidad y el proceso de desplazamiento se lentifica. Por lo tanto, esta tensión no sólo mantiene unidas las vértebras, sino que también impide cualquier inclinación pronunciada, lo que enlentece el movimiento.

Durante la rotación, las fibras se tensan y se orientan a sí mismas en forma oblicua contra la dirección de la rotación.

**Ejes de movimiento (figura 1-35)**

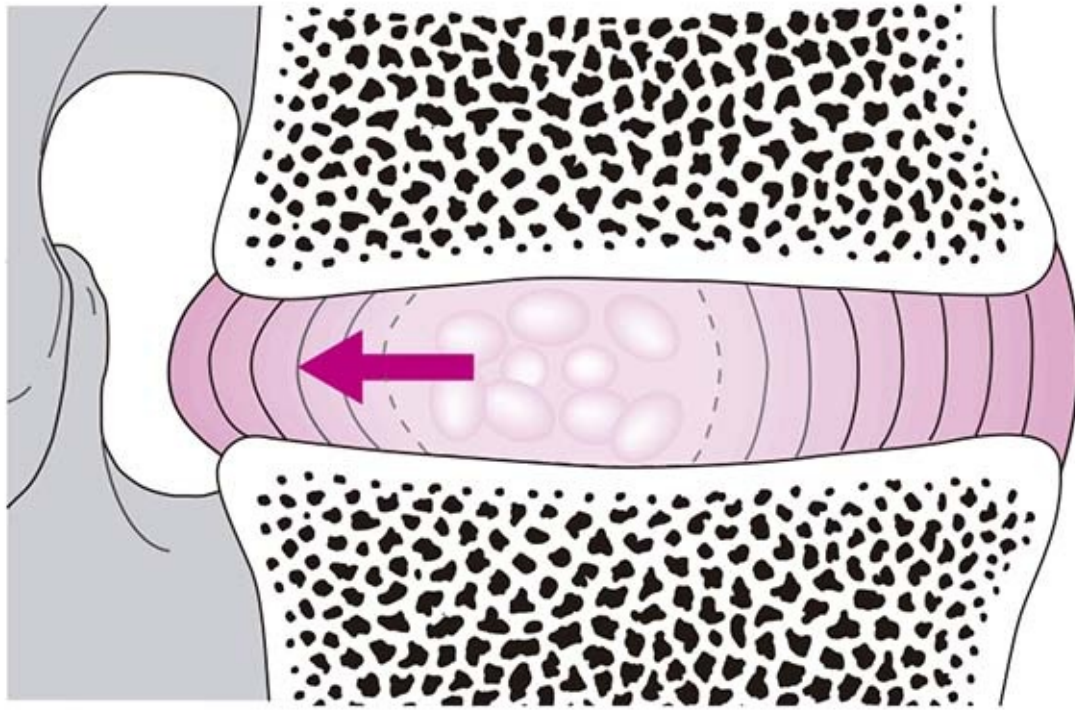


**Figura 1-35.** Ejes de movimiento.

Los ejes de movimiento dependen de cuánto puede desplazarse el núcleo pulposo, por lo que no es posible determinarlos con exactitud. El eje de flexión se halla dentro de un óvalo en la zona anterior del disco y el de la extensión en la zona posterior. El eje para la flexión lateral está situado en la sección izquierda del disco y el de la flexión lateral derecha en la sección derecha del disco. El eje de rotación se localiza casi en el centro del disco o quizá un poco anterior a éste.

## **Cambios patológicos**

### **Protrusión (figura 1-36)**

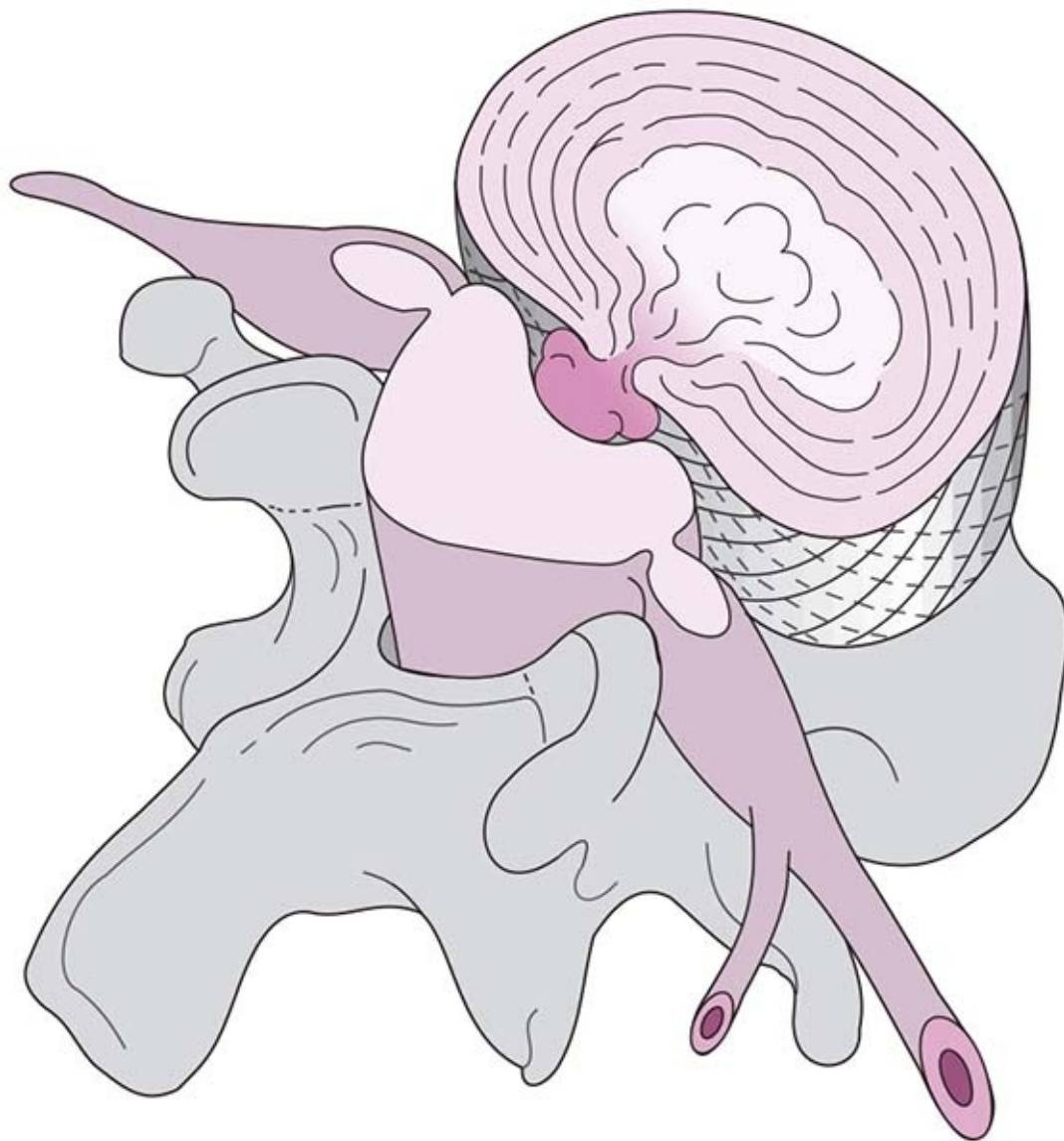


**Figura 1-36.** Protrusión.

La degeneración del disco intervertebral se origina en las fibras de colágeno del anillo fibroso. La sobrecarga constante produce desgarros que pueden invadir el núcleo pulposo cuando la carga es asimétrica, lo cual desplaza las cargas externas intactas del anillo fibroso. Lo que protruye es el disco, que sobresale del margen posterior del cuerpo vertebral. Los prospectos para la curación de una protrusión son favorables porque el tejido que sobresale puede desplazarse de nueva cuenta hacia atrás.

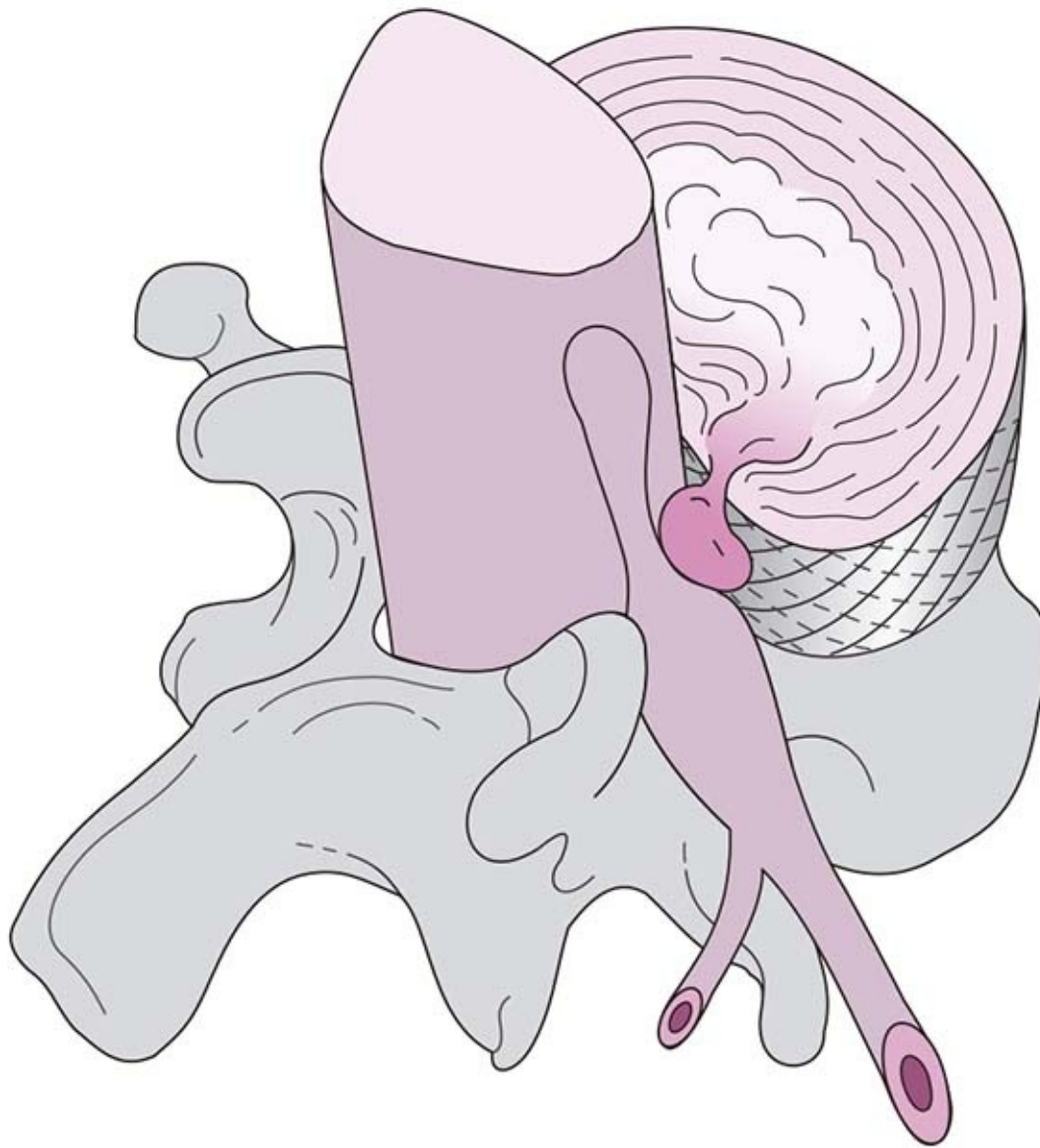
El dolor de una protrusión es comparable al de un prolapso porque las capas externas del anillo y el ligamento longitudinal posterior se estiran demasiado; sin embargo, no hay síntomas motores.

### **Prolapso (figuras 1-37 y 1-38)**



**Figura 1-37.** Prolapso medial.





**Figura 1-38.** Prolapso posterolateral.

Si todas las capas fibrosas del anillo se desgarran, el núcleo puede penetrar en el conducto medular o un nervio espinal. Esto implica parte del anillo y quizá del cartílago, lo que constituye un prolapso.

Un prolapso medial comprime las bandas nerviosas de la cauda equina que discurren hacia abajo, lo que altera funciones motoras muy importantes. Es posible que el paciente pierda el control de los esfínteres intestinal y urinario. Por lo tanto, el síndrome de la cauda equina requiere intervención quirúrgica inmediata.

El prolapso en dirección posterolateral presiona contra el nervio espinal y, según sea la posición del prolapso, puede empujar al nervio espinal en sentido medial o lateral. Para disminuir la presión de la raíz nerviosa y aliviar así el dolor, el paciente asume una posición en la cual la compresión es menor. Ésta es una “postura forzada” que el paciente puede abandonar sólo a costa del dolor intenso.

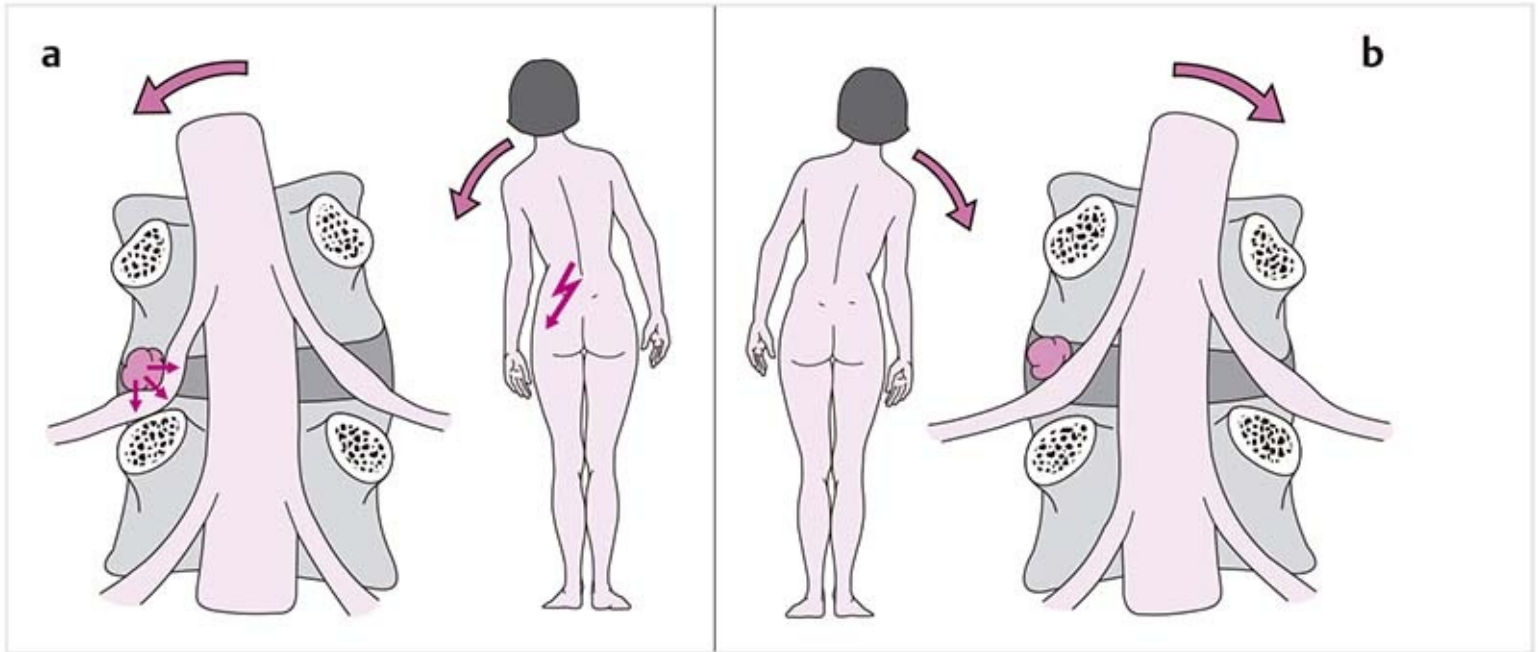
#### Consejo práctico

En caso de un prolapso, nunca debe corregirse la posición de comodidad en la fase aguda.

### Patrones de dolor para localizar un prolapso

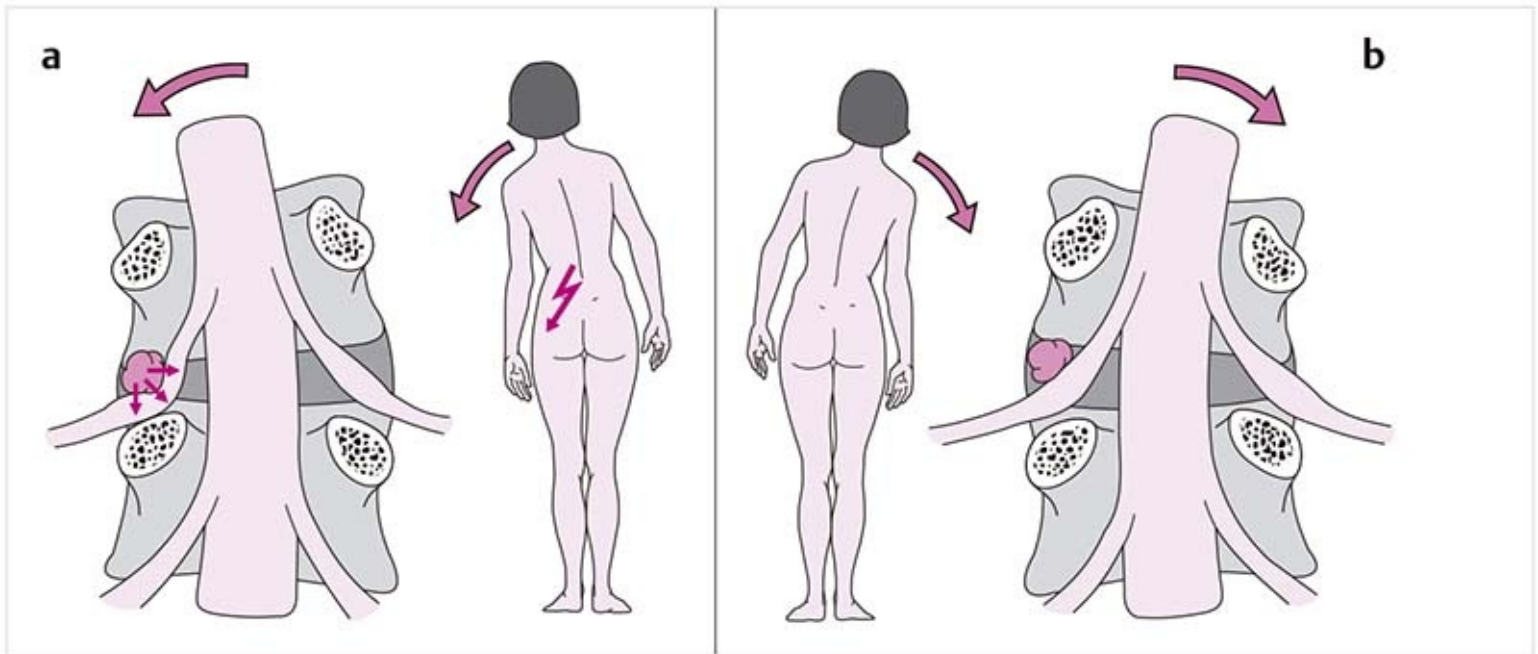
Si el prolapso se encuentra debajo del punto de salida del nervio, en la “axila” del nervio, el dolor se

intensifica con la flexión lateral al lado contrario. Por lo tanto, el paciente se inclina hacia el lado del prolapso para aliviar la presión sobre el nervio y atenuar el dolor (**figura 1-39**).



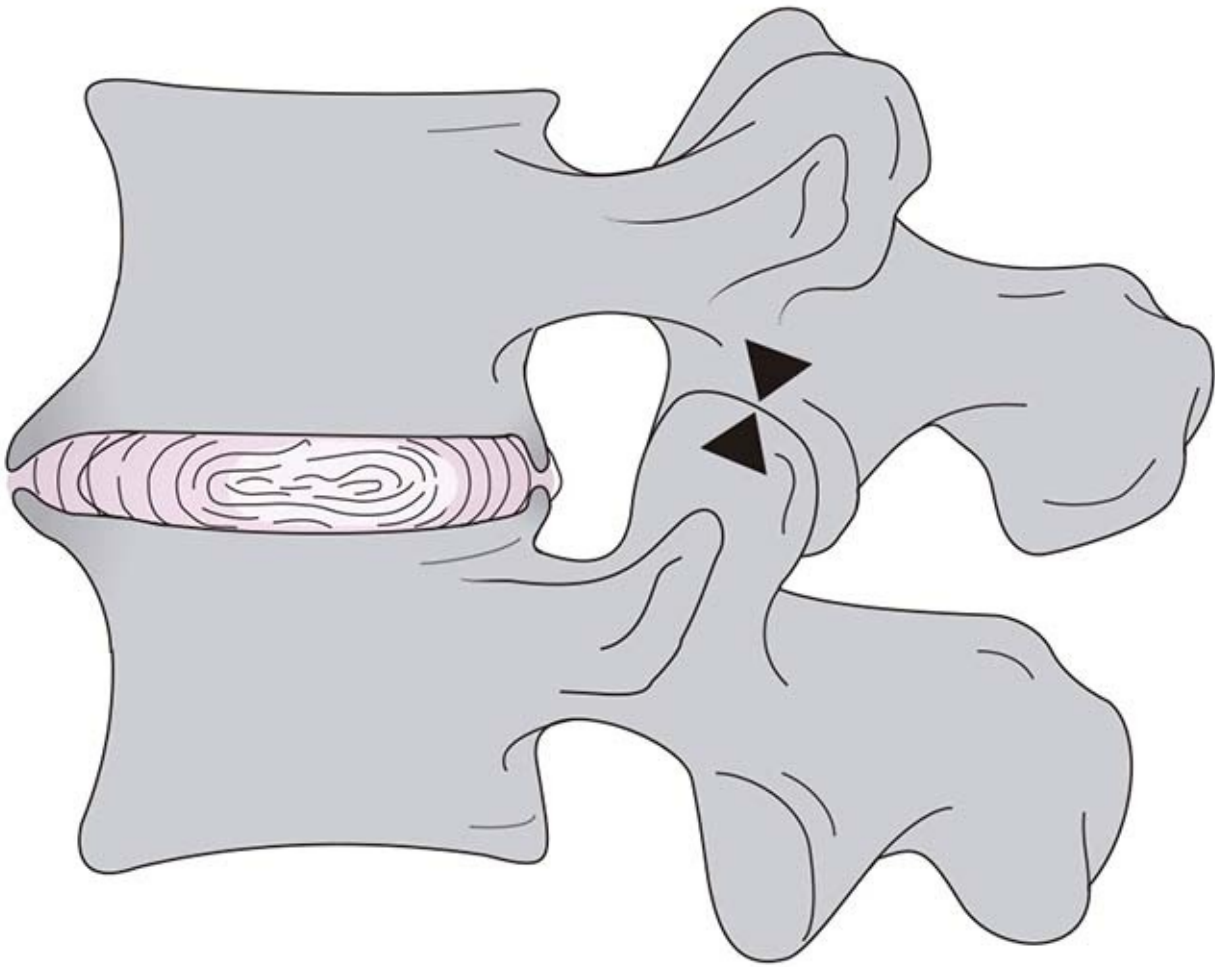
**Figura 1-39.** Prolapso inferior al punto de salida del nervio. (a) Inducción del dolor. (b) Alivio del dolor.

Si el prolapso se encuentra arriba del punto de salida del nervio (en su “hombro”), el dolor se intensifica con la inclinación al lado del prolapso, mientras que la flexión al lado contrario alivia el dolor (**figura 1-40**).



**Figura 1-40.** Prolapso superior al punto de salida del nervio. (a) Inducción del dolor. (b) Alivio del dolor.

## **Resultados de la degeneración del disco intervertebral (figura 1-41)**



**Figura 1-41.** Resultados de la degeneración del disco intervertebral.

En un disco con cambios degenerativos, el proceso de difusión se altera, la turgencia del núcleo pulposo disminuye y se pierde la distribución uniforme de la presión y con ésta la adaptabilidad a las diversas situaciones de carga. Los resultados son el estrechamiento del espacio discal, elevación de la presión en las articulaciones cigapofisarias y la formación de osteofitos marginales (espondilofitos, espolones óseos marginales) que son más o menos prominentes y se extienden desde los márgenes de los cuerpos vertebrales.

#### Consejo práctico

Después del desgarro del tejido del disco intervertebral comienza la regeneración, que sigue el proceso habitual de curación de heridas. Debe esperarse que la curación final se alcance en un año. Durante este tiempo debe señalarse que en la fase aguda, que dura alrededor de una semana, debe liberarse la carga del disco, lo que implica reposo en cama. Después de esto, en virtud del efecto positivo del movimiento en la nutrición, se inicia la movilización cuidadosa. Con el tiempo y la observación precisa de los síntomas del paciente, se incorpora el soporte de carga alternada para estimular la actividad de difusión.

## Capítulo 2

### Cráneo y columna cervical

# 2

[2.1 Palpación de las referencias del cráneo y la columna cervical](#)

[2.2 Anatomía funcional del cráneo](#)

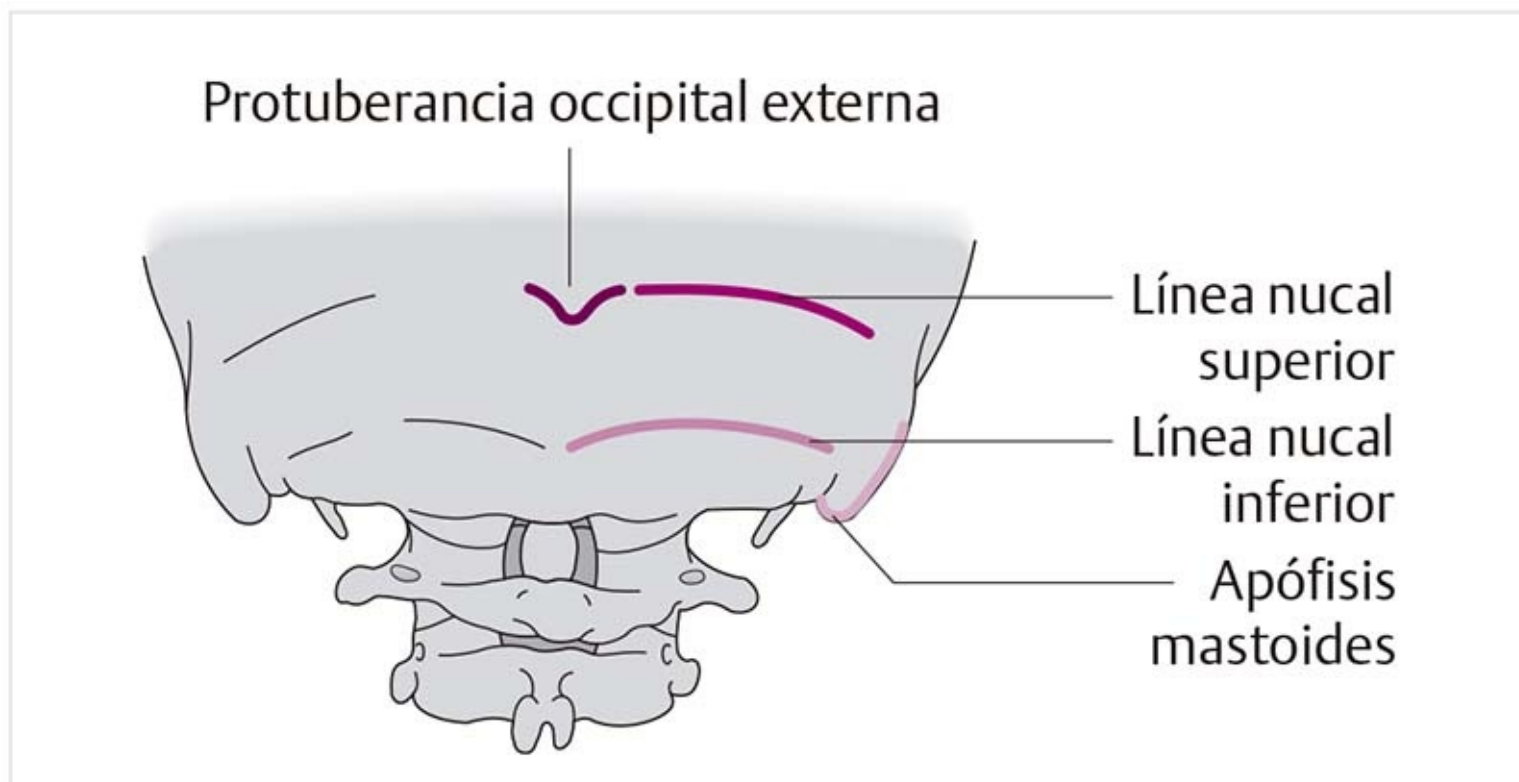
[2.3 Anatomía funcional de la columna cervical](#)

# 2 Cráneo y columna cervical

## 2.1 Palpación de las referencias del cráneo y la columna cervical

Huesos, ligamentos, articulaciones

### Protuberancia occipital externa (figura 2-1)



**Figura 2-1.** Palpación del cráneo: estructuras óseas.

Puede identificarse como una prominencia distintiva en la línea media de la región occipital.

### Línea nucal superior (figura 2-1)

Desde la protuberancia, la línea nucal superior se extiende a la derecha e izquierda. Es una cresta pequeña que discurre en dirección lateral a ambos lados y un poco curvada, con el lado convexo hacia arriba.

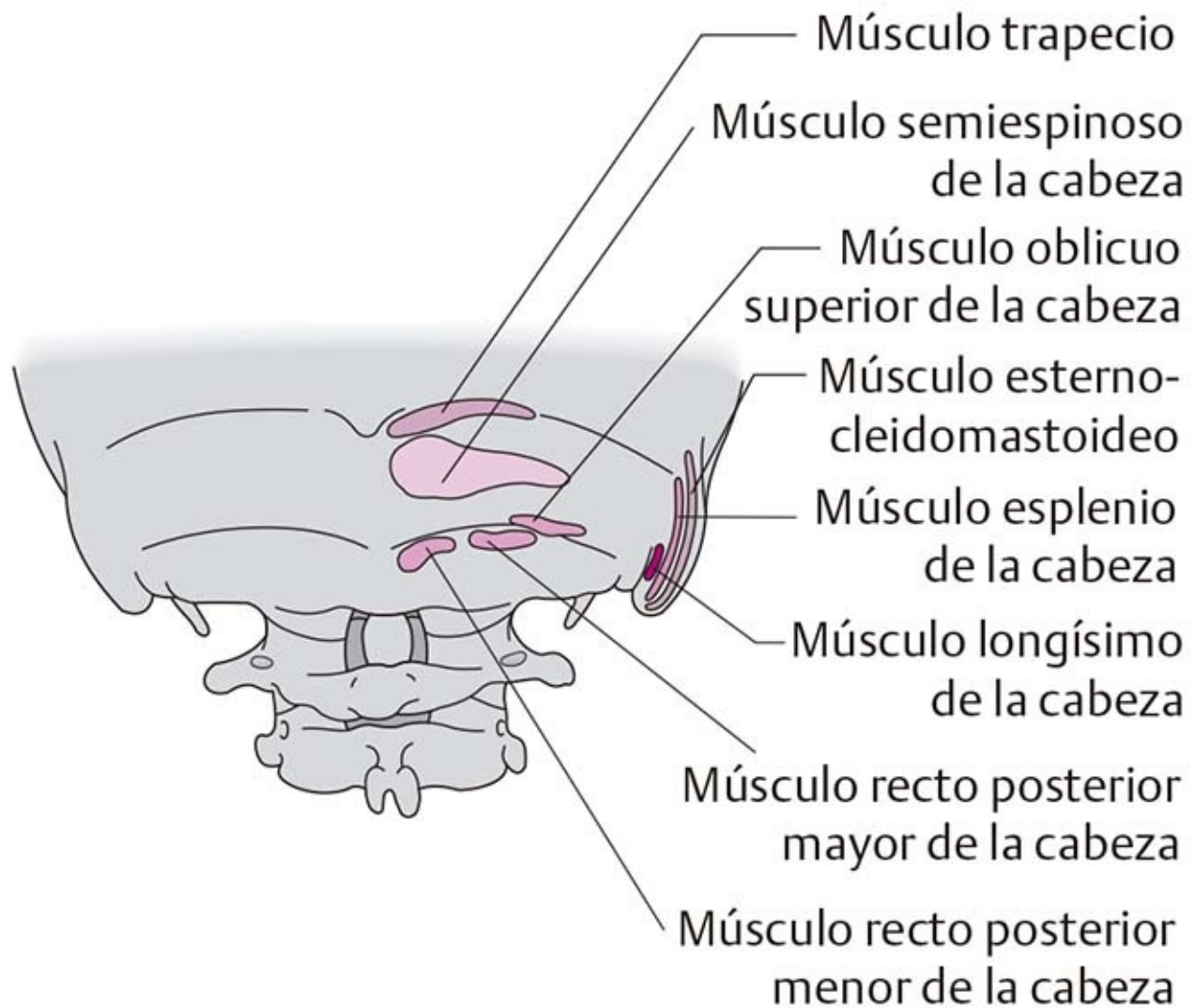
Sirve como punto de origen o inserción de los músculos superficiales del cuello:

- En la parte media: músculo trapecio.
- En la parte lateral: músculo esternocleidomastoideo.

### Apófisis mastoides (figura 2-1)

La apófisis mastoides se reconoce como una prominencia precisa que se proyecta en el extremo lateral de la línea nucal superior. Sirve como sitio de inserción del músculo esternocleidomastoideo. La oreja sirve como un punto de referencia adicional: la apófisis mastoides se localiza justo detrás del lóbulo de la oreja.

### Línea nucal inferior (figuras 2-1 y 2-2)



**Figura 2-2.** Palpación del cráneo: puntos de inserción muscular.

La línea nual inferior discurre paralela y a dos anchos de dedo por debajo de la línea nual superior. Es el punto de origen o inserción de los siguientes músculos:

- En la parte medial y un poco superior: el músculo semiespinoso de la cabeza.
- De la parte medial a la lateral: los músculos recto posterior menor de la cabeza, recto posterior mayor de la cabeza y oblicuo superior de la cabeza.
- En el extremo lateral, hacia la apófisis mastoides: los músculos longísimo de la cabeza y esplenio de la cabeza.

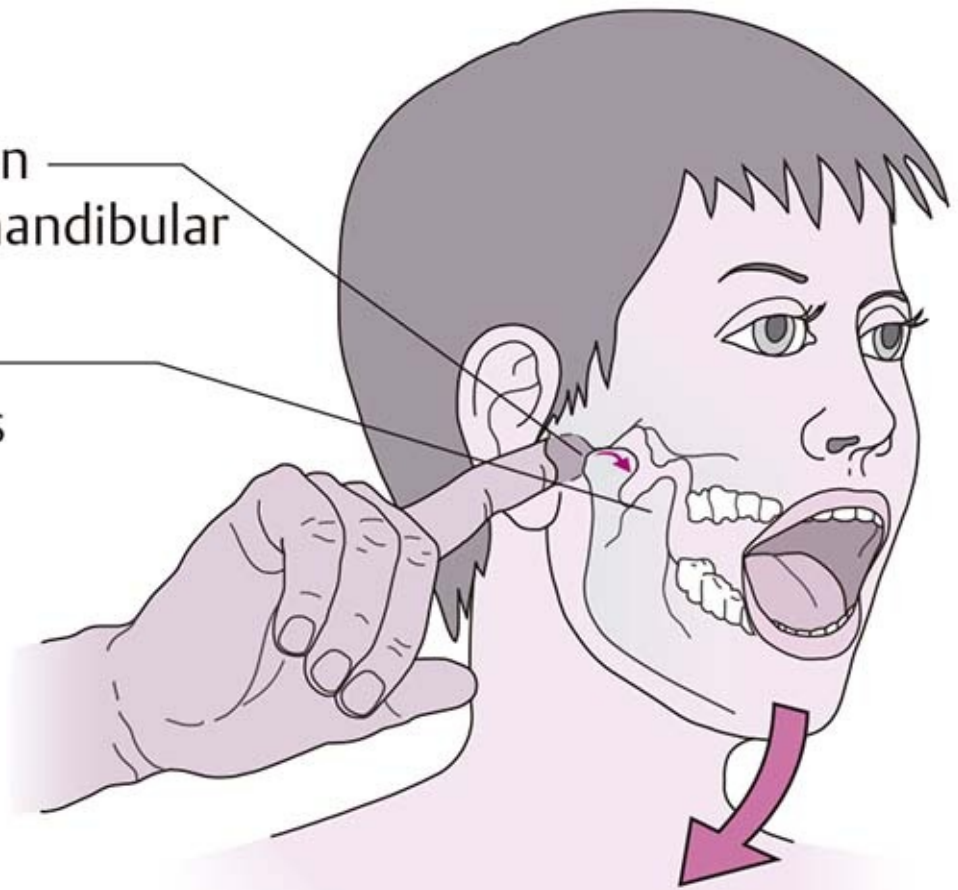
#### Consejo práctico

Cuando se palpe sobre la cara lateral de la línea nual, los puntos desencadenantes de la columna cervical superior deben diferenciarse de la tendinitis. Estos puntos son indicadores de una posición anómala de las articulaciones cigapofisarias C0-C1.

## Articulación temporomandibular (figura 2-3)

Articulación  
temporomandibular

Apófisis  
coronoides



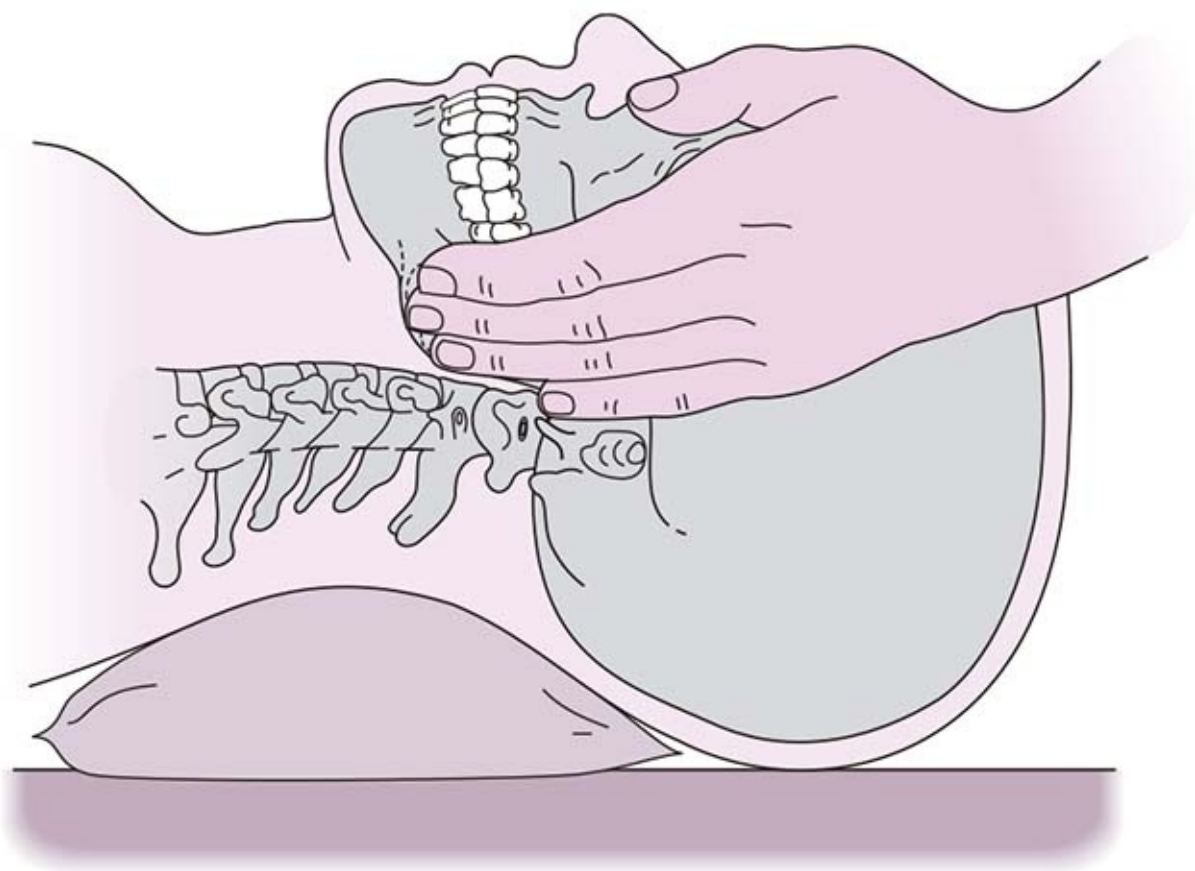
**Figura 2-3.** Palpación de la articulación temporomandibular.

Puede palparse la cabeza de la mandíbula en la parte anterior al conducto auditivo externo, sobre todo con la boca cerrada, ya que la cabeza mandibular desaparece en la parte anterior cuando se abre la boca. La comparación directa de las articulaciones derecha e izquierda con la boca abierta y cerrada, y durante el movimiento de la mandíbula de un lado a otro, aporta información sobre cualquier asimetría.

### **Apófisis coronoides (figura 2-3)**

Con la boca cerrada, la apófisis coronoides se localiza detrás del arco cigomático, por lo que no es palpable. Cuando se abre la boca, se mueve en sentido anterior desde el plano inferior de la parte externa del arco cigomático. Aquí se localiza el sitio de inserción para el músculo temporal.

### **Tuberosidad del masetero (figura 2-4)**

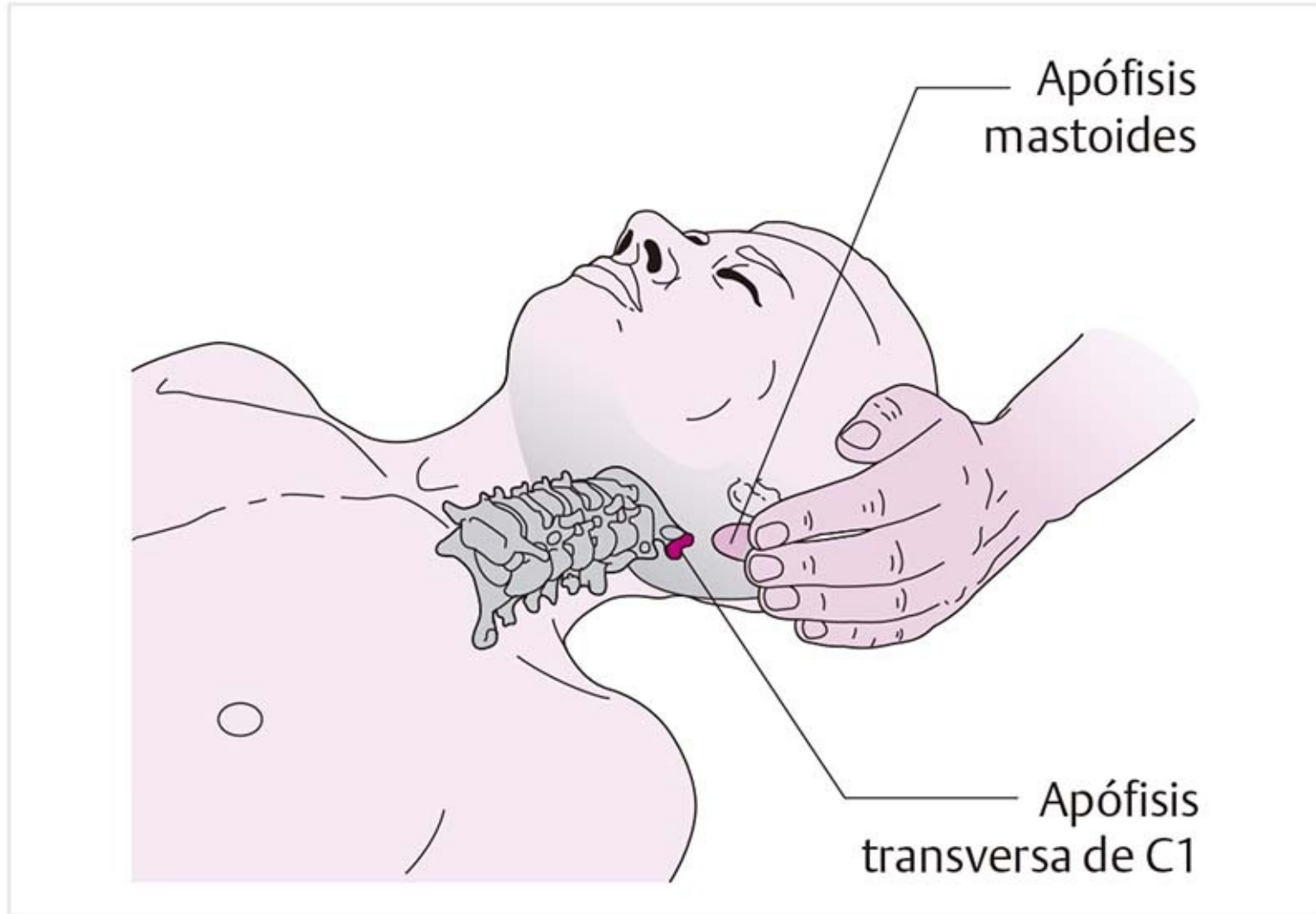


**Figura 2-4.** Palpación de la tuberosidad maseterica.

El sitio de inserción del músculo masetero se halla en la parte externa del ángulo de la mandíbula y su margen inferior puede palparse cuando se cierra la boca.

**Apófisis transversa de C1 (figura 2-5)**





**Figura 2-5 .** Palpación de la apófisis transversa.

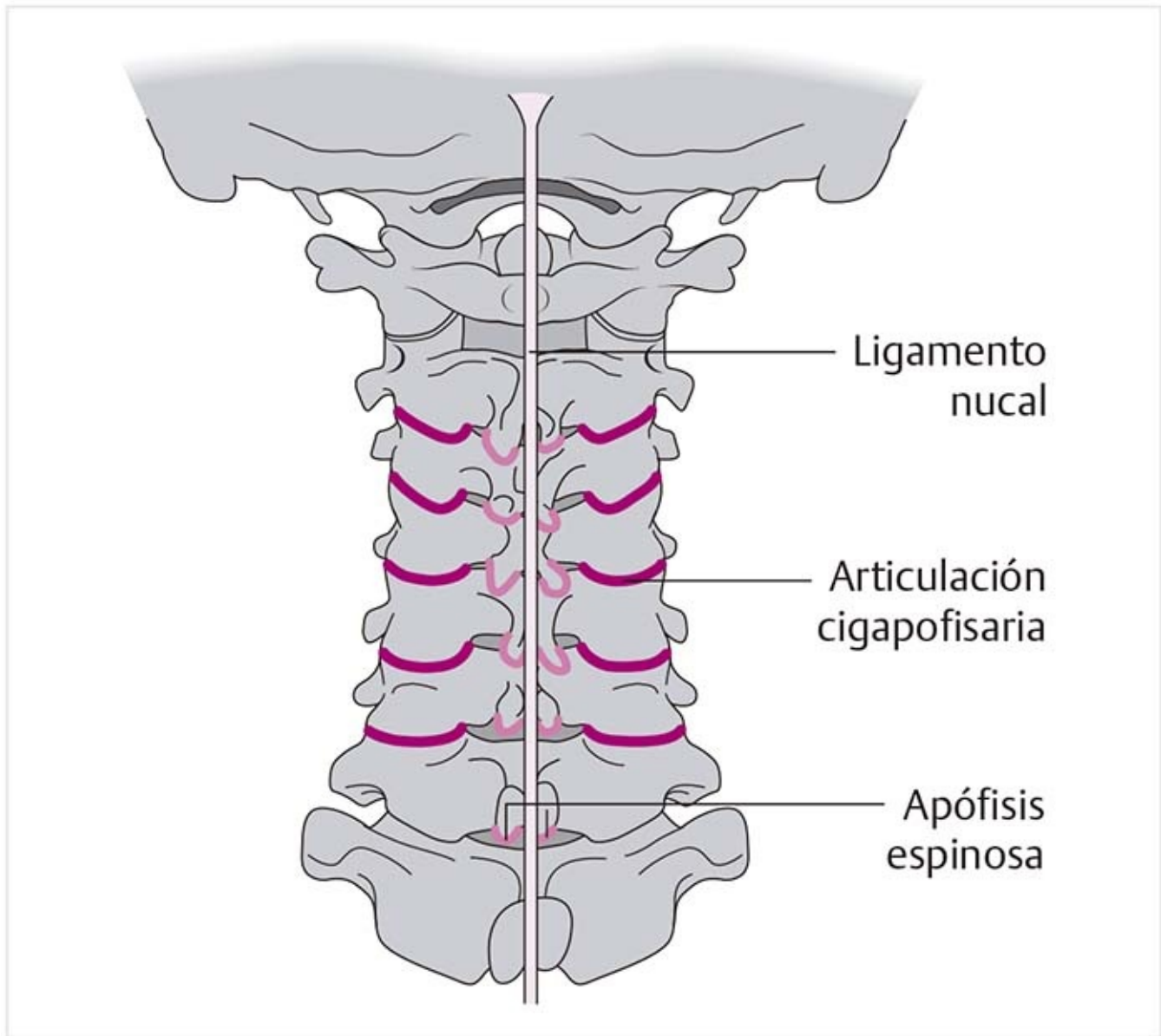
La apófisis transversa de la primera vértebra cervical se encuentra un poco por debajo de la apófisis mastoides y directamente posterior a la rama ascendente de la mandíbula. Como la apófisis transversa es el punto de origen e inserción de muchos músculos, puede percibirse como un abultamiento distintivo durante la palpación profunda.

Las apófisis transversas de las otras vértebras cervicales sólo son palpables si se ejerce presión considerable debido al tejido blando que las cubre.

#### Consejo práctico

La palpación de la apófisis transversa permite determinar la posición de C1 y valorar la presencia de dolor e inflamación. En casos de mala alineación rotacional, la apófisis transversa de un lado es muy gruesa y se palpa en un punto más posterior de lo habitual, mientras que en el otro lado está desplazada en dirección anteromedial detrás de la rama de la mandíbula.

## Apófisis espinosa (figura 2-6)



**Figura 2-6.** Palpación de la apófisis espinosa y el ligamento nual.

En un plano inferior a la protuberancia occipital externa y justo debajo del cráneo existe una concavidad en la que puede palparse una elevación distintiva, la apófisis espinosa de C2.

Las otras apófisis espinosas están divididas y son más difíciles de identificar. Sólo la de C7 sobresale de forma notoria, como su nombre lo indica: vértebra prominente.

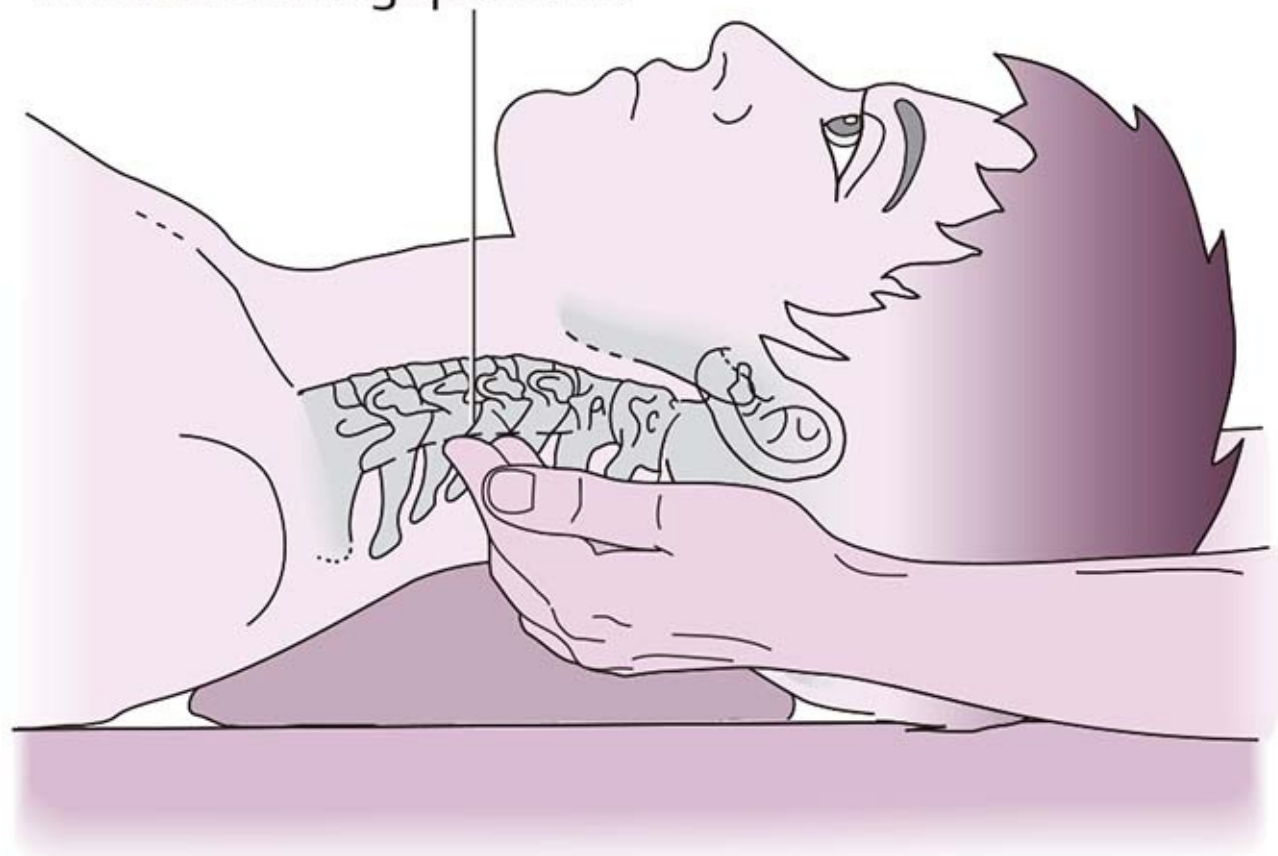
Cuando hay duda acerca de cuál de las apófisis sobresalientes es la de C7, se colocan los dedos índice, medio y anular sobre las tres apófisis espinosas adyacentes en la unión cervicotorácica y se le pide al paciente que alcance muy lentamente la extensión máxima. La apófisis espinosa de C6 desaparece bajo el índice que palpa, mientras que la que permanece palpable es C7.

## **Ligamento de la nuca (figura 2-6)**

Este ligamento se extiende desde la protuberancia occipital externa hasta C7 y puede sentirse de manera clara entre las apófisis espinosas. La flexión del cuello estira el ligamento, lo que facilita su palpación.

## **Articulaciones intervertebrales (figura 2-7)**

## Articulación cigapofisaria



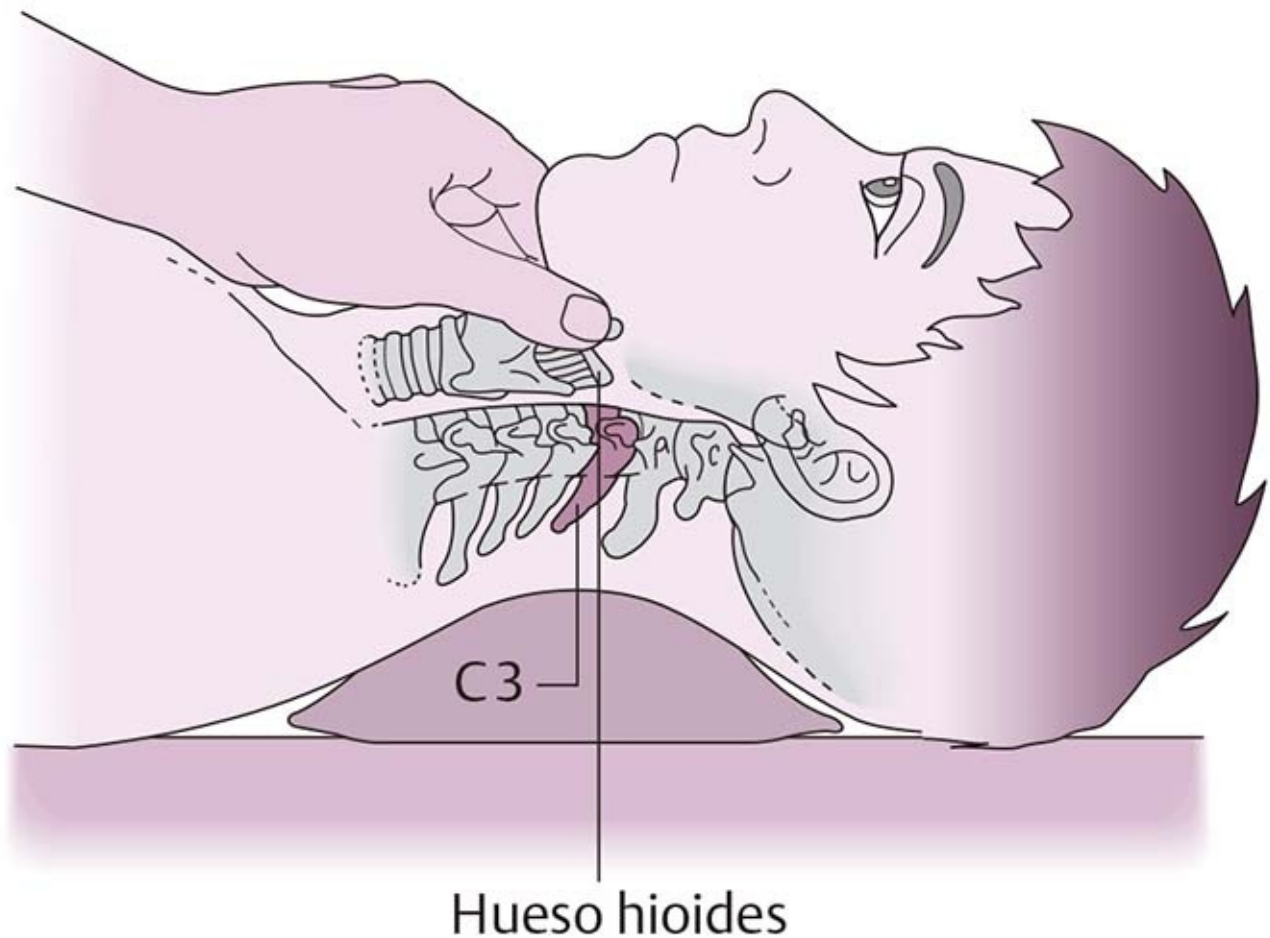
**Figura 2-7.** Palpación de la articulación cigapofisaria.

La articulación cigapofisaria C2-C3 puede palparse como una pequeña elevación a la misma altura que la apófisis espinosa de C2 y a unos dos anchos de dedo en sentido lateral. Las otras articulaciones cigapofisarias pueden encontrarse al nivel de las apófisis espinosas correspondientes.

### Consejo práctico

A menudo se encuentran sensibilidad e inflamación en el lado bloqueado.

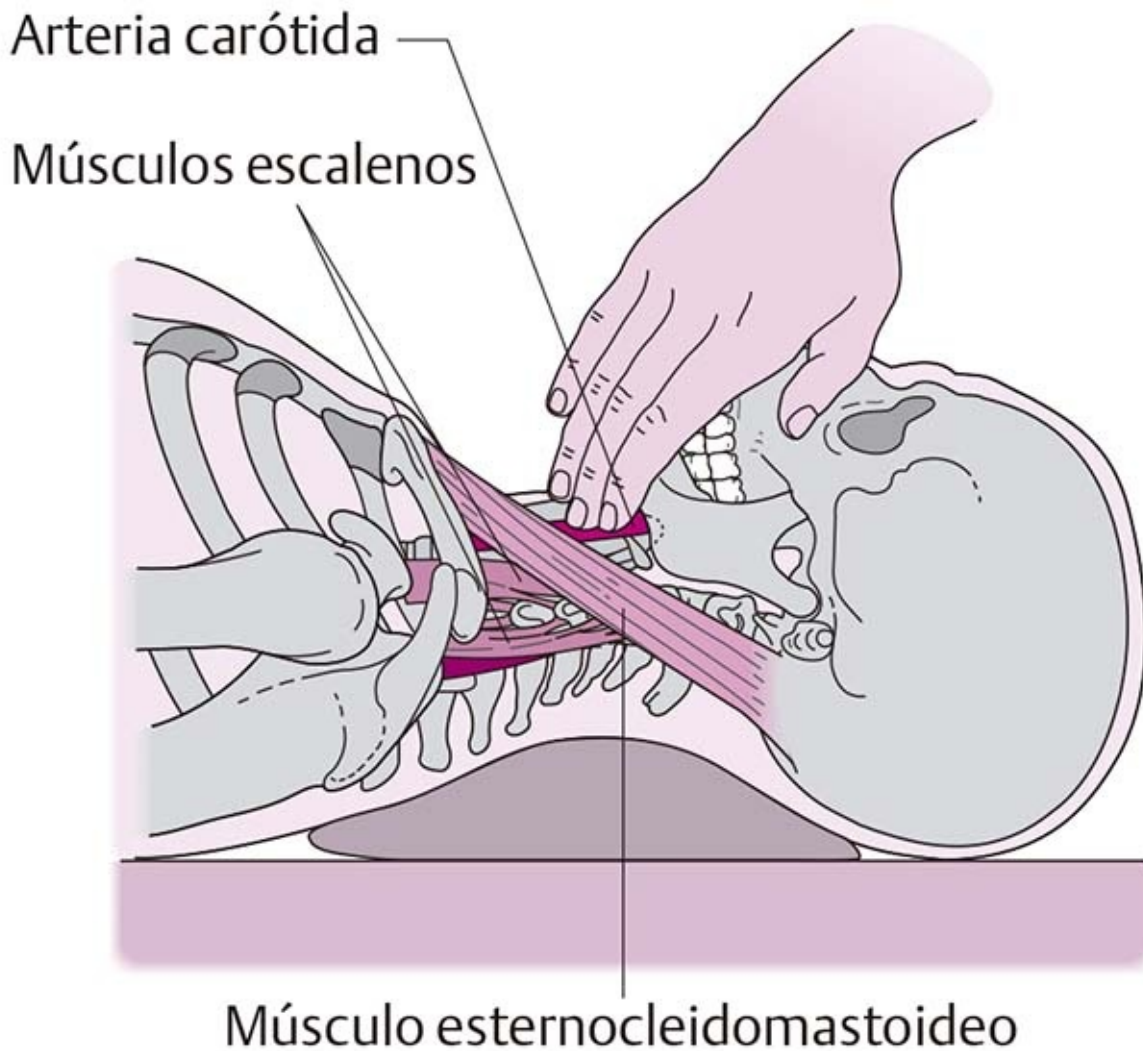
## Hueso hioides (figura 2-8)



**Figura 2-8.** Palpación del hueso hioides.

El hueso hioides con su par de **astas mayores** se palpa justo debajo de la mandíbula hacia el cuello y se percibe como una herradura. Debe moverse en la misma medida a derecha e izquierda.

**Arteria carótida (figura 2-9)**



**Figura 2-9.** Palpación de la arteria carótida.

El pulso carotídeo puede palparse en el borde anterior del músculo esternocleidomastoideo, cerca del punto intermedio del músculo

#### ► Músculos

Debe palparse la longitud completa de un músculo, desde su origen hasta su inserción. Se evalúan los aspectos siguientes:

- Puntos dolorosos circunscritos.
- Presencia de sitios de tensión.
- Áreas de inflamación.

La palpación se realiza con dos o tres dedos, a lo largo y a lo ancho de las fibras, con más o menos presión, según sea la localización del músculo.

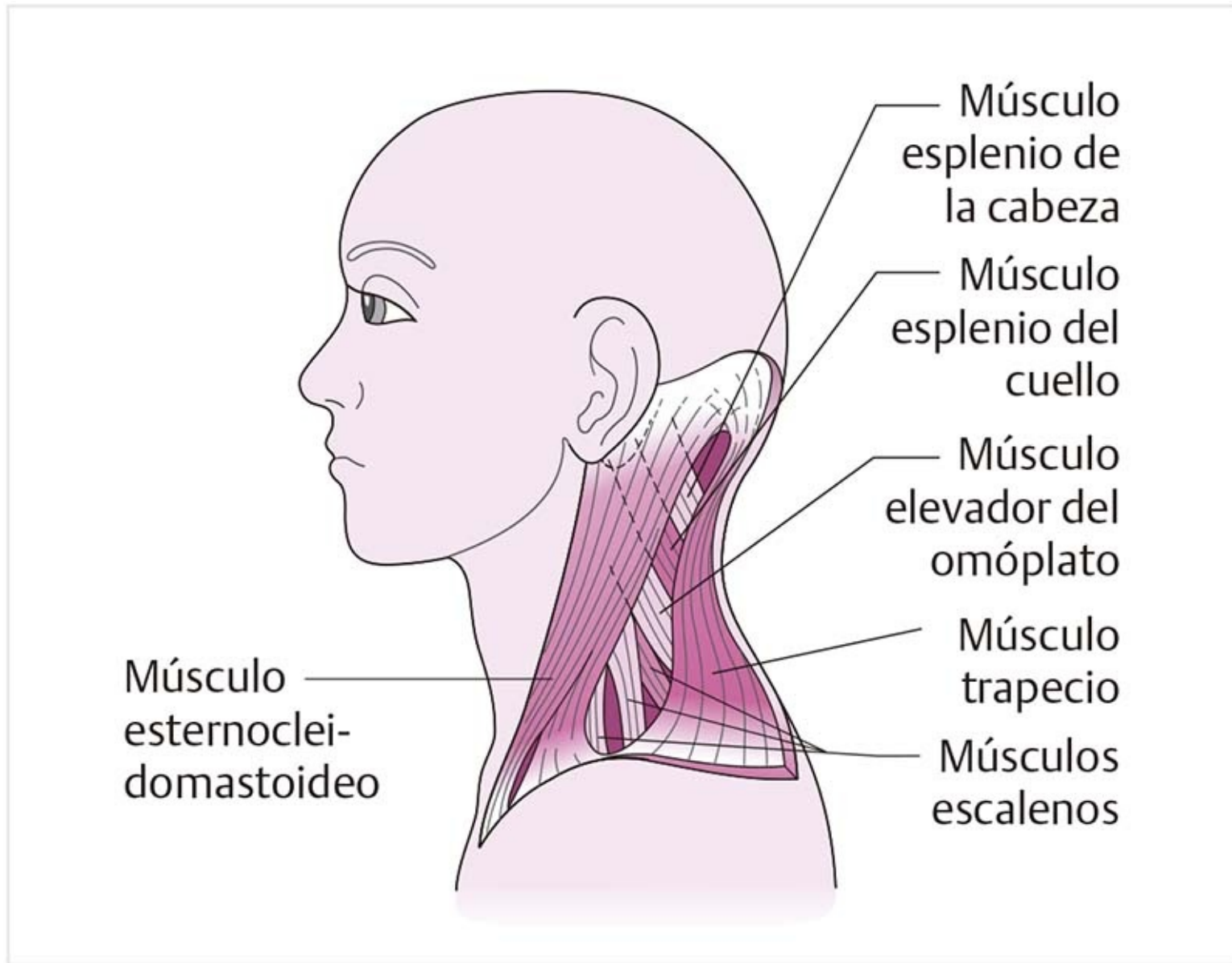
### **Músculo trapecio (figura 2-10)**



**Figura 2-10.** Palpación del músculo trapecio.

Este músculo se extiende desde la protuberancia occipital externa, la línea nuchal superior, el ligamento nuchal y las puntas de las apófisis espinosas de T1-T12 hasta el tercio lateral de la clavícula, el acromion y la espina escapular.

**Músculo elevador del omóplato (figura 2-11)**



**Figura 2-11 .** Palpación de los músculos profundos del cuello.

El punto de origen del elevador del omóplato en la apófisis transversa no es palpable. Sólo es definible con claridad en su sitio de inserción en el ángulo superior del omóplato, donde se encuentran a menudo puntos desencadenantes y áreas de tensión.

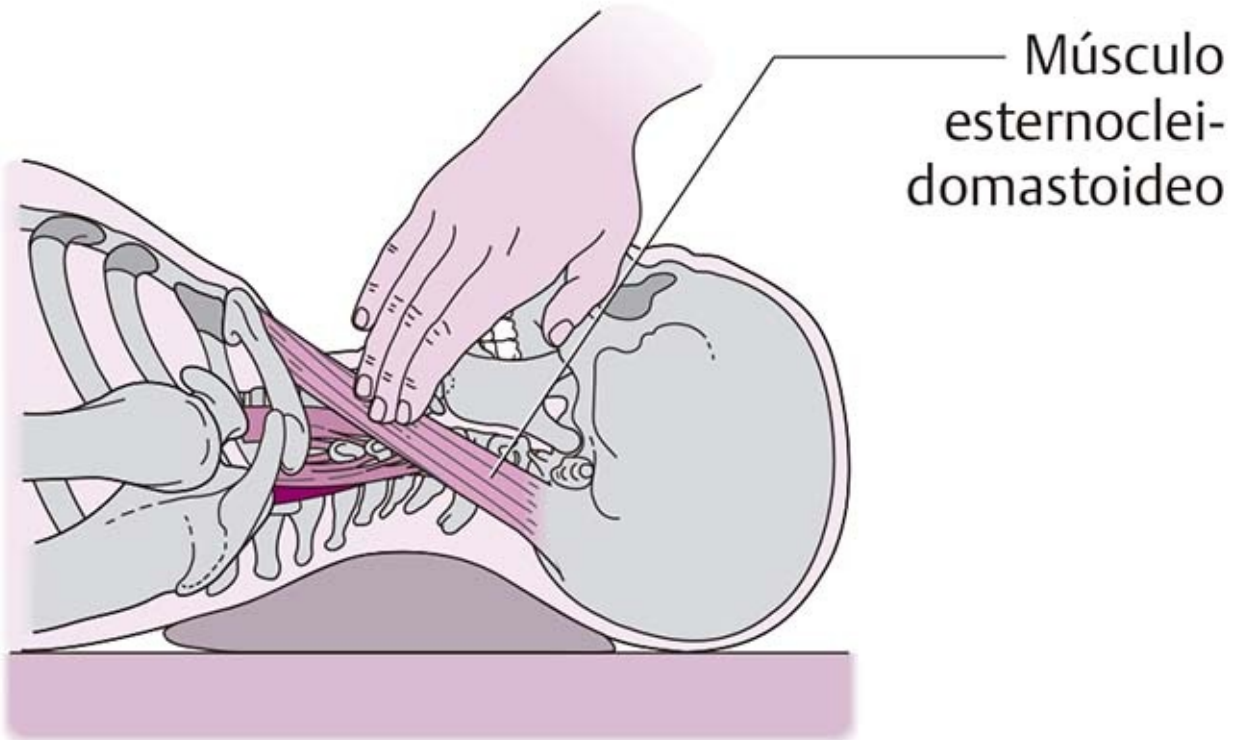
### **Músculo esplenio de la cabeza (figura 2-11)**

Aunque la mayor parte del vientre del músculo está cubierta por el músculo trapecio, puede definirse en planos profundos en su curso de la apófisis mastoides y la línea nugal superior en la parte inferomedial hacia las apófisis espinosas de C3-T3.

### **Músculo esplenio del cuello (figura 2-11), músculo semiespinoso de la cabeza, músculo longísimo del cuello, músculo longísimo de la cabeza, músculo iliocostal del cuello**

Estos músculos se encuentran en un plano profundo dentro de los tejidos y no son accesibles a la palpación detallada; se perciben como un cordón de músculo que en su mayor parte discurre en paralelo a la columna vertebral.

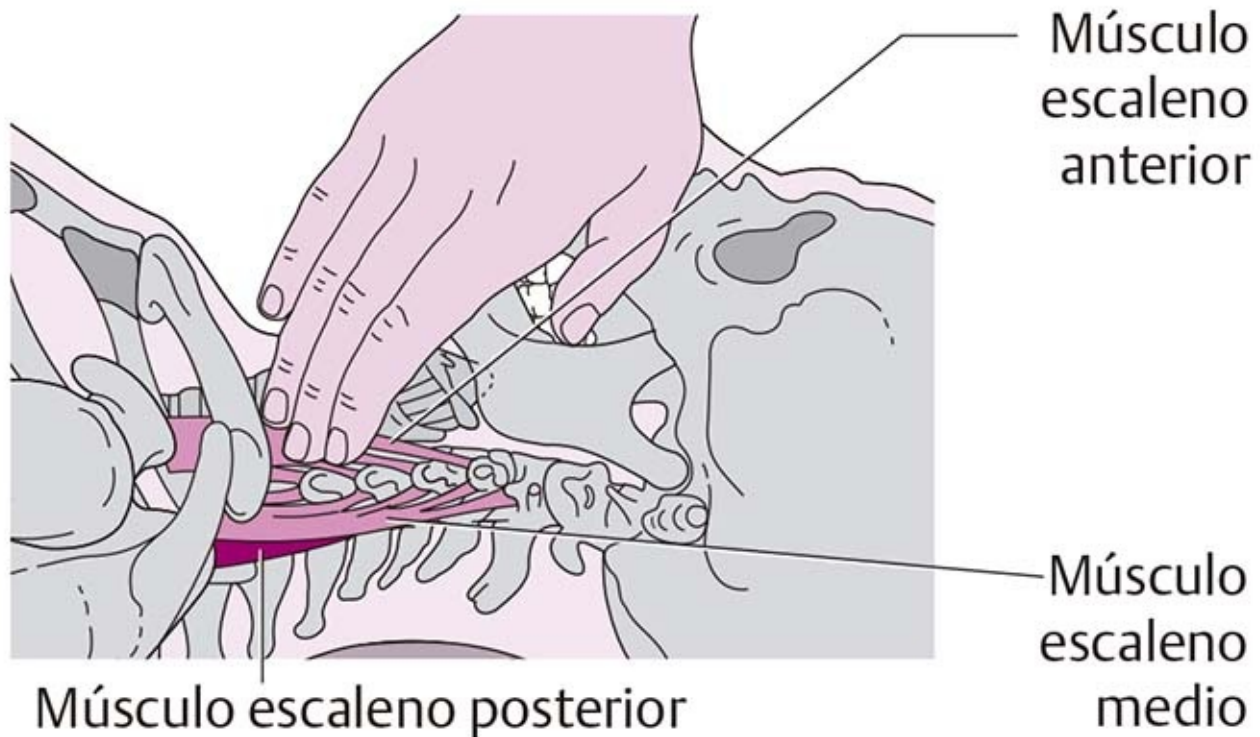
### **Músculo esternocleidomastoideo (figura 2-12)**



**Figura 2-12.** Palpación del músculo esternocleidomastoideo.

Desde su inserción ancha en la apófisis mastoides y la línea nuchal superior, este músculo se proyecta en sentido inferior y anterior hacia el esternón. Su origen esternal es medial a la articulación esternoclavicular. El origen clavicular ocupa el tercio medial de la clavícula y puede sentirse un espacio entre las dos inserciones.

## Músculos escalenos (figura 2-13)



**Figura 2-13.** Palpación de los músculos escalenos.

Los orígenes de los músculos escalenos anterior y medio en las apófisis transversas de C3-C7 son



accesibles desde la parte anterior mediante la palpación profunda a la derecha e izquierda de la tráquea mientras el paciente produce tensión hacia la flexión lateral. Las inserciones en la primera costilla son palpables en la parte posterior a la clavícula y el músculo esternocleidomastoideo.

El músculo escaleno posterior discurre frente al borde del trapecio y éste lo cubre en parte.

## Músculo largo del cuello

La parte superior puede palparse en el área superior, entre el músculo esternocleidomastoideo y la laringe. Las otras partes son posteriores a la laringe y la tráquea, y quedan cubiertas por los músculos escalenos.

## Músculo temporal (figura 2-14)

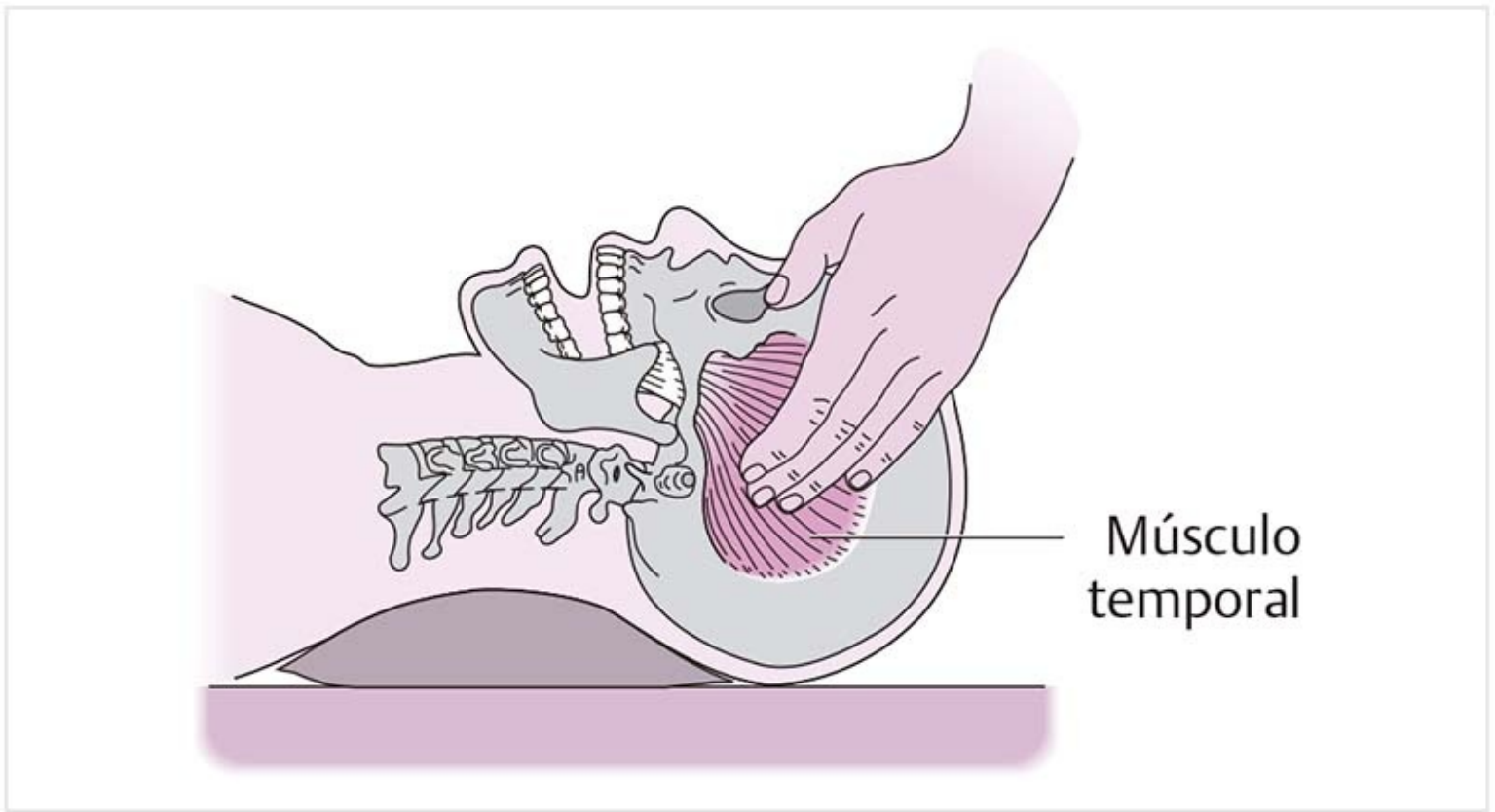
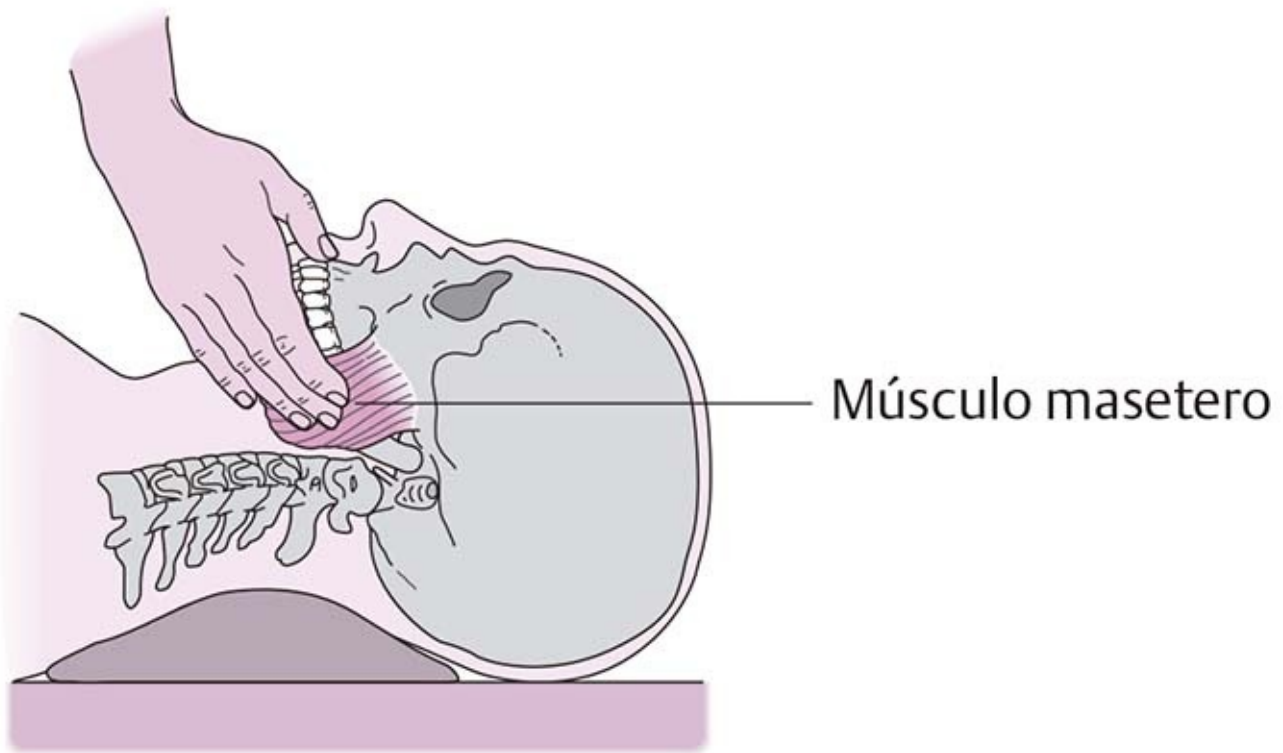


Figura 2-14. Palpación del músculo temporal.

Este músculo se proyecta desde la fosa temporal hasta la apófisis coronoides de la mandíbula. Puede palparse en su inserción cuando se abre la boca y en la fosa cuando la boca se cierra con firmeza.

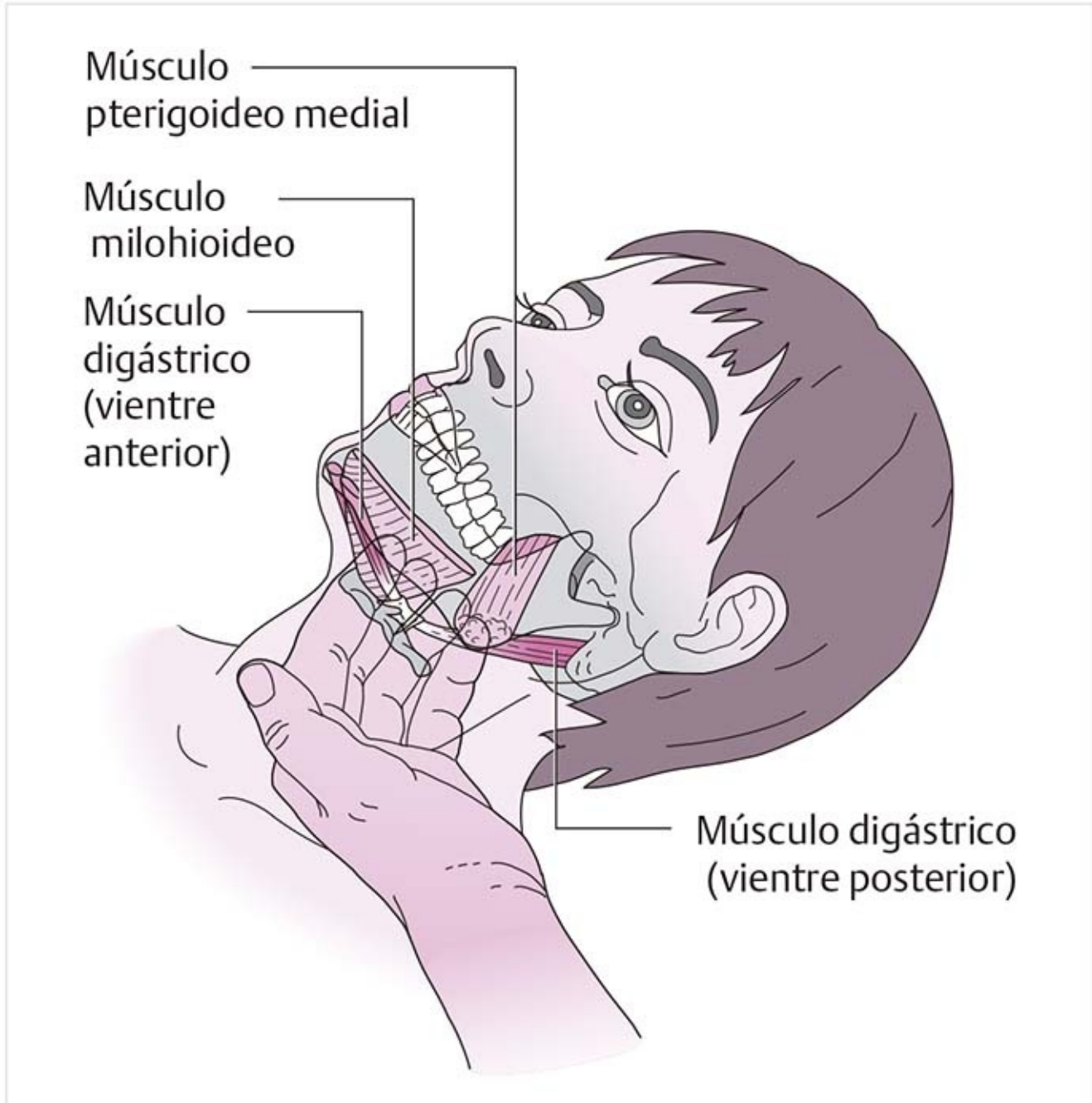
## Músculo masetero (figura 2-15)



**Figura 2-15.** Palpación del músculo masetero.

Éste es un haz muscular grueso y casi rectangular en el área del ángulo mandibular, fácil de palpar, incluso con la boca un poco abierta. Cuando la boca está cerrada, sobresale como un bulto muscular grueso.

## **Músculo digástrico (figura 2-16)**



**Figura 2-16.** Palpación de los músculos milohioideo, pterigoideo lateral y digástrico.

Este músculo puede palparse en la apófisis mastoides, frente al músculo esternocleidomastoideo mientras se abre la boca. También es palpable hacia el lado interno de la punta del mentón, paralelo a la mandíbula.

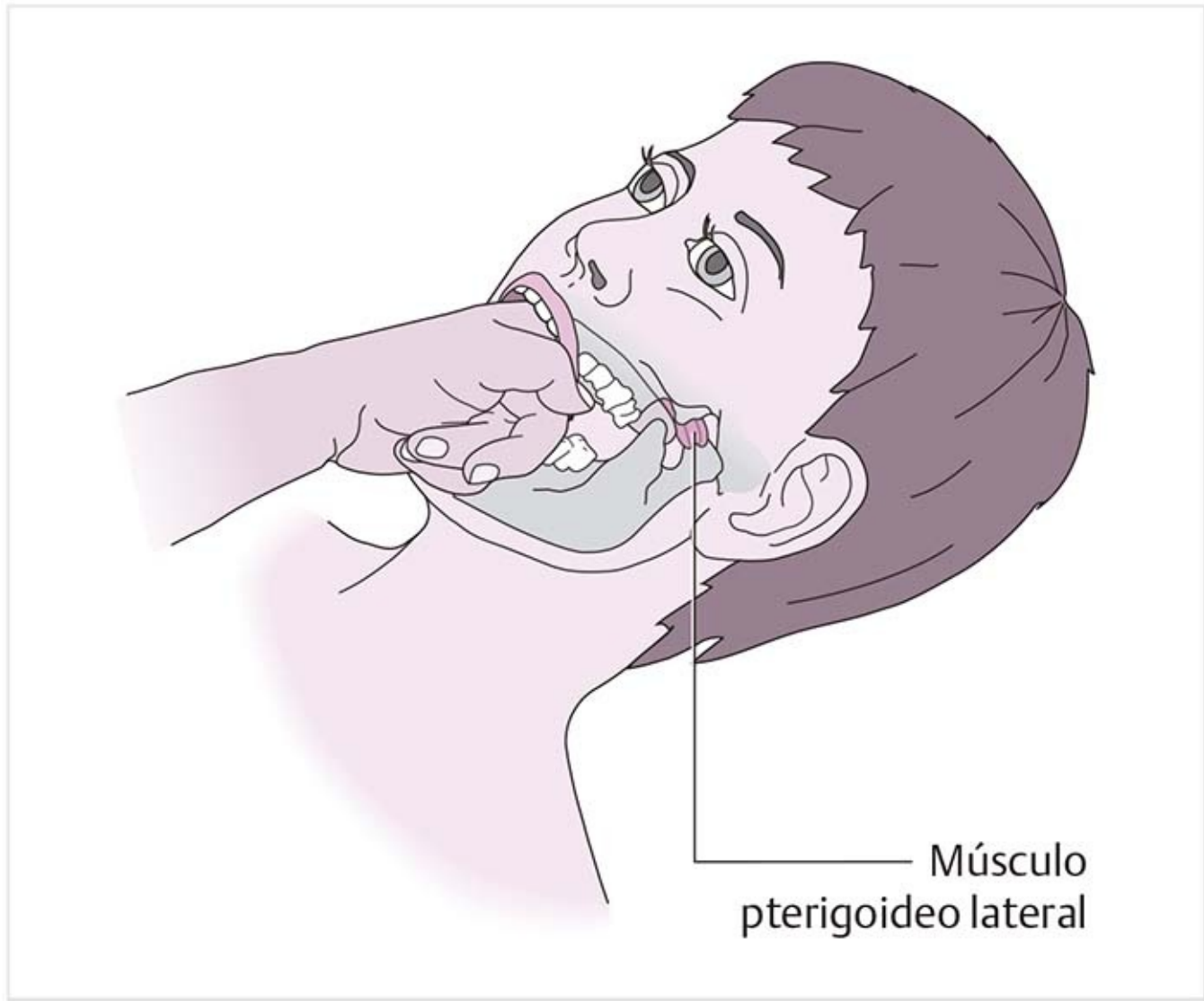
### **Músculo milohioideo (figura 2-16)**

Este músculo ocupa todo el piso mandibular y puede localizarse al abrirse la boca y se palpa hacia arriba, en dirección del piso de la boca desde abajo.

### **Músculo pterigoideo interno (figura 2-16)**

Este músculo es palpable con la boca cerrada en su sitio de inserción sobre la superficie interna del ángulo mandibular. No es posible palpalo en la parte superomedial.

### **Músculo pterigoideo lateral (figura 2-17)**



**Figura 2-17.** Palpación del músculo pterigoideo lateral.

Es posible palparlo sólo desde el interior de la boca. El procedimiento es el siguiente: se palpa desde un punto posterior del molar superior hacia el cuello de la mandíbula y se le pide al paciente que abra la boca un poco más y luego la abra y cierre con suavidad. La tensión del músculo puede percibirse cuando la boca se abre.

#### Consejo práctico

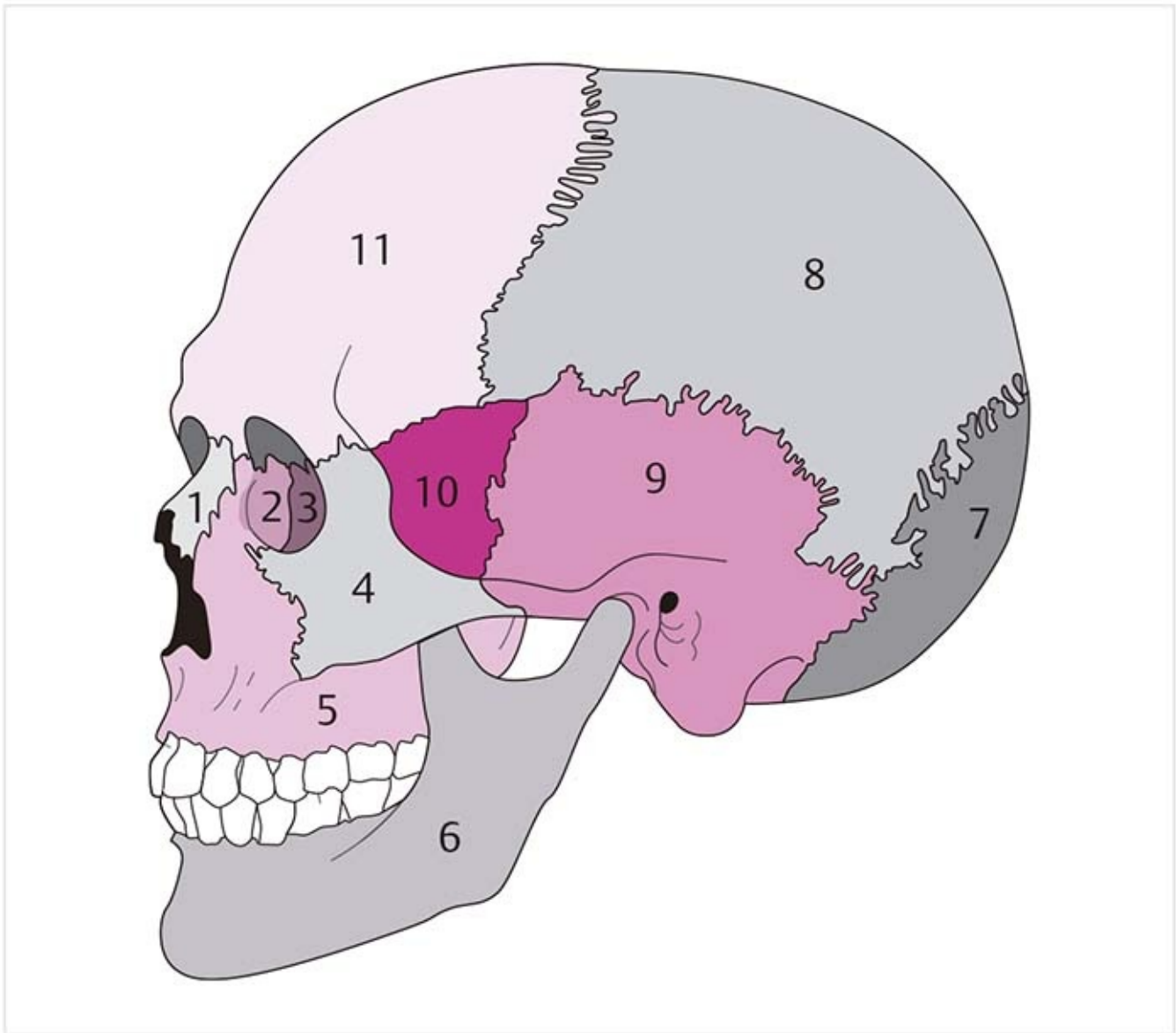
Un trastorno funcional en la región espinal cervical superior se sospecha por la presencia de puntos desencadenantes en el cuello y los músculos de la garganta, con dolor que se irradia hacia el occipucio y la zona temporal y se intensifica con la presión sobre los puntos desencadenantes.

## 2.2 Anatomía funcional del cráneo

### 2.2.1 Componentes óseos

El cráneo se divide en sus partes facial y cerebral, el **viscerocráneo** (esqueleto facial) y el **neurocráneo** (bóveda cerebral), respectivamente.

#### Viscerocráneo (figura 2-18)



**Figura 2-18.** Huesos del cráneo.

- 1 = Huesos nasales
- 2 = Huesos lagrimales
- 3 = Etmoides
- 4 = Huesos cigomáticos
- 5 = Maxila
- 6 = Mandíbula
- Vómer
- Huesos palatinos
- Hueso hioides

### **Neurocráneo (figura 2-18)**

- 7 = Hueso occipital
- 8 = Huesos parietales
- 9 = Huesos temporales
- 10 = Esfenoides
- 11 = Hueso frontal

La base craneal une el viscerocráneo con el neurocráneo, además de formar la conexión con la columna

cervical.

## Suturas craneales (figura 2-19)

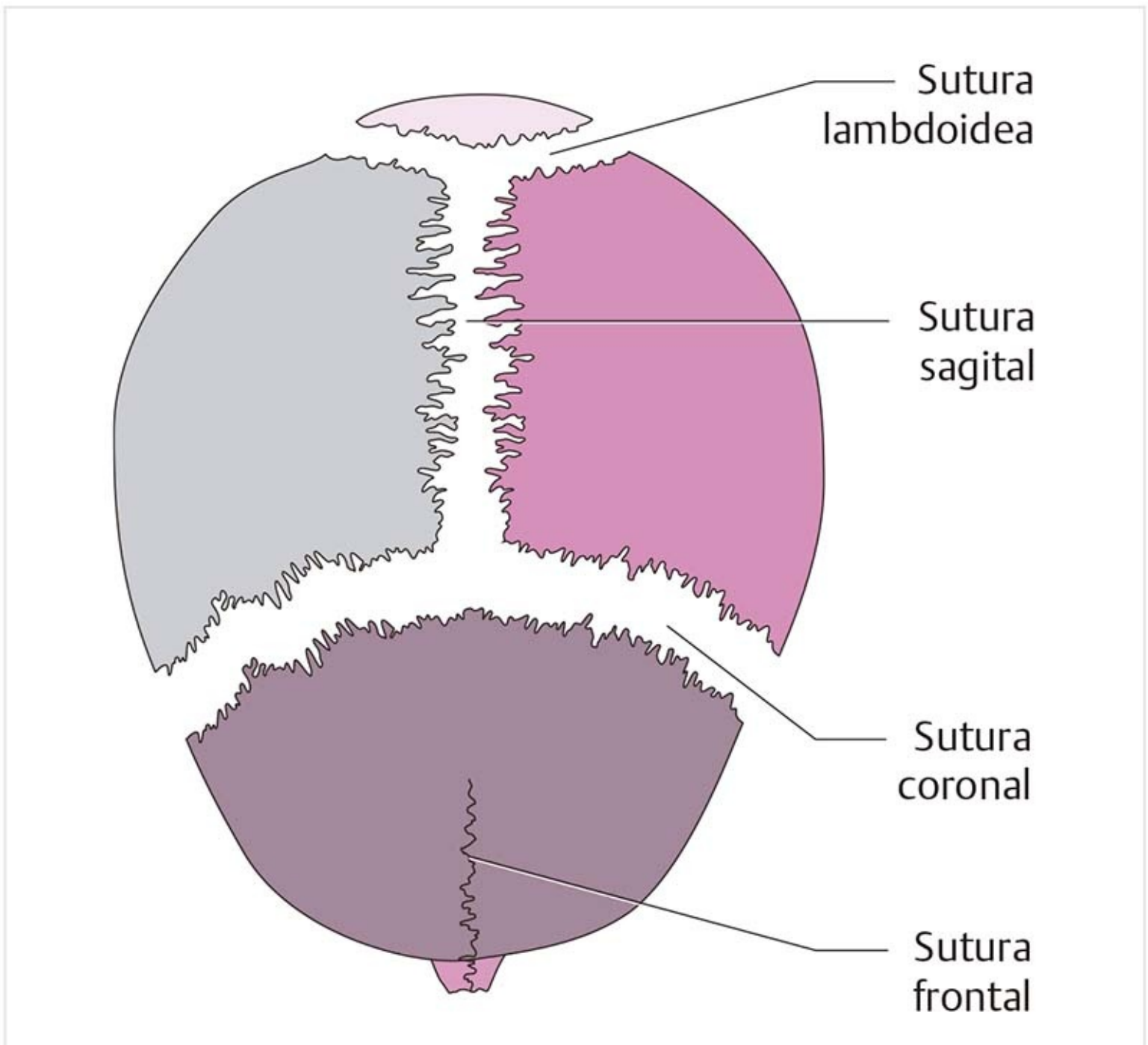


Figura 2-19. Suturas.

Las partes óseas del cráneo se unen mediante las suturas craneales. Fibrillas de colágeno, situadas en las hendiduras entre las suturas, forman la capa externa y se unen con el periostio del cráneo. Al avanzar hacia el interior, hay tejido conectivo fibroso, además de crestas óseas individuales, vasos sanguíneos, nervios y receptores.

Las suturas tienen forma variable:

- La **sutura sagital** entre los huesos parietales es ancha y posee bordes dentados muy pronunciados.
- La **sutura lambdoidea**, que une el hueso occipital con los parietales, tiene dientes más cortos.
- La **sutura temporoparietal** discurre en dirección oblicua hacia dentro. También se denomina **sutura escamosa**.

## 2.2.2 Meninges cerebrales

### Duramadre craneal (figura 2-20)

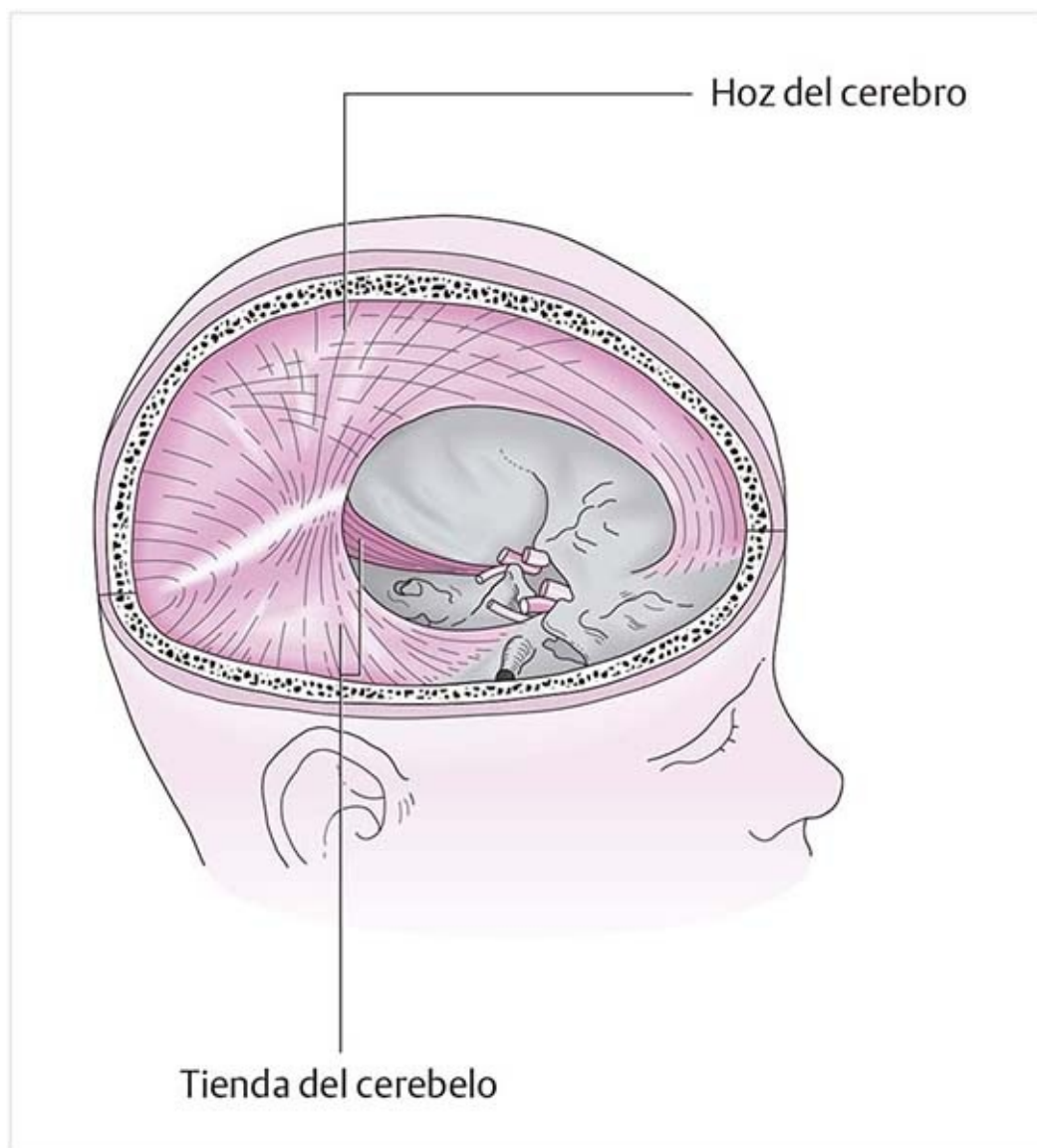


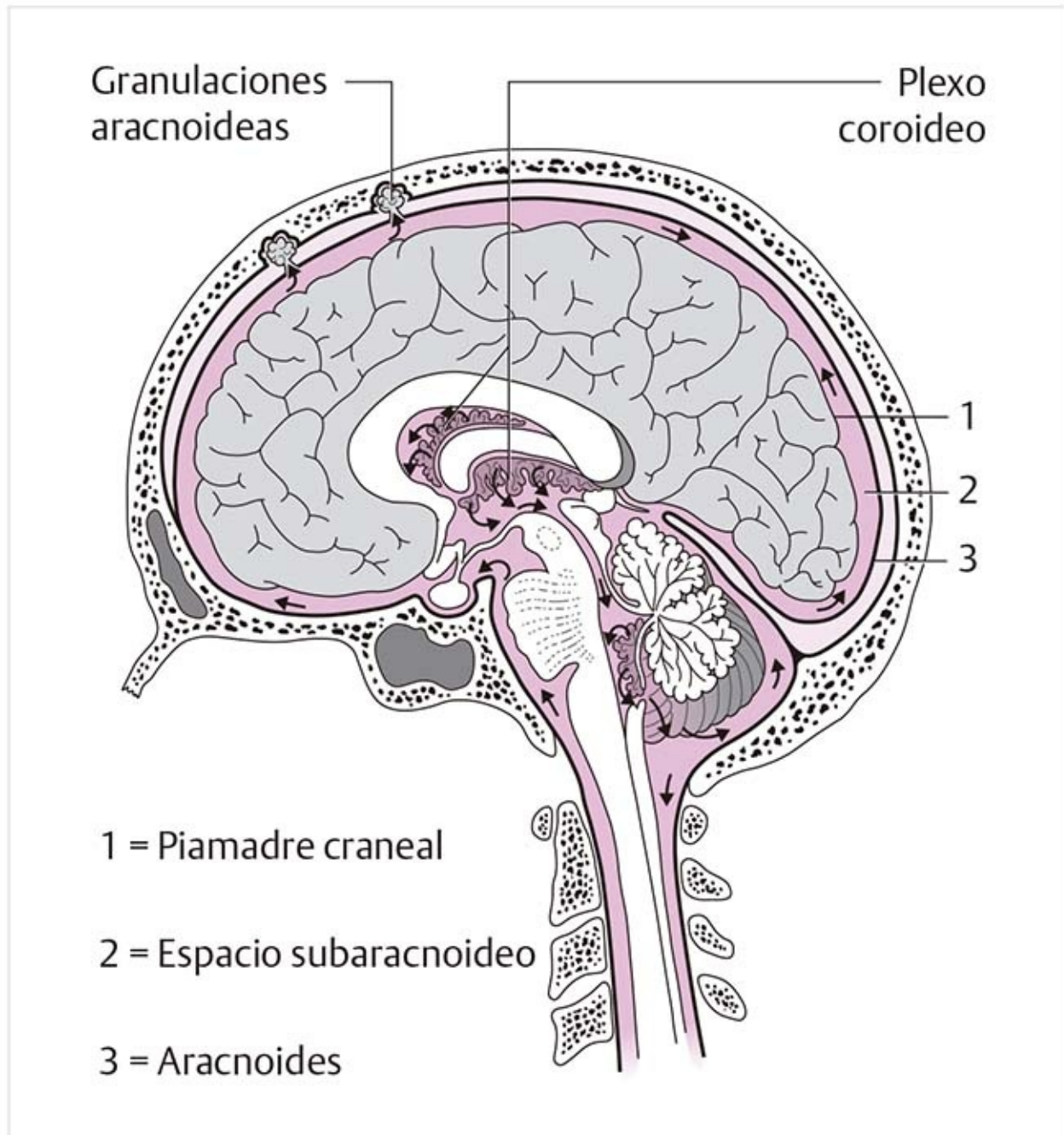
Figura 2-20. Duramadre craneal.

- La duramadre es una “capa de tejido conectivo resistente para el cerebro”.
- Recubre la superficie interna de la cavidad craneal y se integra con dos capas. La capa externa también sirve como periostio del cráneo. La capa interna sigue el contorno cerebral y se duplica en varias zonas.
- Las duplicaciones incluyen la **hoz del cerebro** entre los dos hemisferios cerebrales, la **hoz del cerebelo**, como continuación de la hoz del cerebro en la hendidura entre los hemisferios cerebelosos, y la **tienda del cerebelo**, que divide el lóbulo occipital del cerebelo. Consisten en haces firmes de fibras de colágeno cuya alineación sigue en parte la forma del cráneo y en parte tiene orientación longitudinal.
- La hoz y la tienda constituyen un sistema de soporte importante, no sólo en dirección longitudinal, también transversal.
- Los **senos venosos duros** se hallan dentro de la duramadre; conducen la sangre venosa fuera del cerebro y hacia la vena yugular interna.
- La duramadre contiene receptores para vigilar la sensibilidad al dolor y los cambios en la presión.

### Leptomeninges

- Éstas son la “capas suaves del cerebro”.
- Se constituyen con una capa externa, la **aracnoides**, y una interna, la **piamadre craneal**.
- Descansa sobre la superficie del cerebro y sigue todas sus circunvoluciones y recesos.
- El **espacio subaracnoideo** se encuentra entre las dos capas y está lleno de líquido cefalorraquídeo (LCR). En varios sitios existen grandes aberturas: las cisternas subaracnoideas.

## 2.2.3 Líquido cefalorraquídeo (figura 2-21)



**Figura 2-21.** Dinámica del líquido cefalorraquídeo.

- Existen cerca de 100 a 150 mL de LCR en total.
- Se produce en el plexo coroideo y se renueva hasta tres veces al día.
- La resorción ocurre a través de las membranas semipermeables de las granulaciones (vellosidades) aracnoideas. La presión del LCR tiene un papel en este proceso y a su vez está influida por la presión venosa.
- La presión del LCR se aproxima a 150 mm H<sub>2</sub> O. Varía con la posición (p. ej., decúbito o sedente) y con la localización (craneal o caudal).



- Contiene sólo alrededor de cinco células por mililitro, pero no tiene proteínas.

## 2.2.4 Movilidad del cráneo

El cráneo no es una estructura rígida, sino un tejido elástico. Cada hueso del cráneo tiene un movimiento específico mínimo con un impulso rítmico; la frecuencia normal es cercana a 10 a 14 impulsos por minuto. Las suturas funcionan como articulaciones de expansión. La dirección del movimiento depende de la orientación y forma de la sutura, en la cual los huesos convergen y divergen.

### Consejo práctico

#### (Figura 2-22)

Cuando hay restricción del movimiento de las suturas, la movilización osteopática del cráneo reactiva la movilidad innata de la estructura.

La duramadre craneal se fija en la circunferencia del agujero magno y ahí cambia a la duramadre espinal, que se inserta en las partes posteriores de las vértebras C1 y C2 hacia abajo. Primero se une con la cara anterior de las vértebras desde S2. Esta conexión sacrocraneal corrobora el tratamiento de ambas áreas cuando hay trastornos. Sin embargo, se sugiere al lector considerar otras fuentes acerca de esta información, ya que por la actualidad no hay suficiente información al respecto.

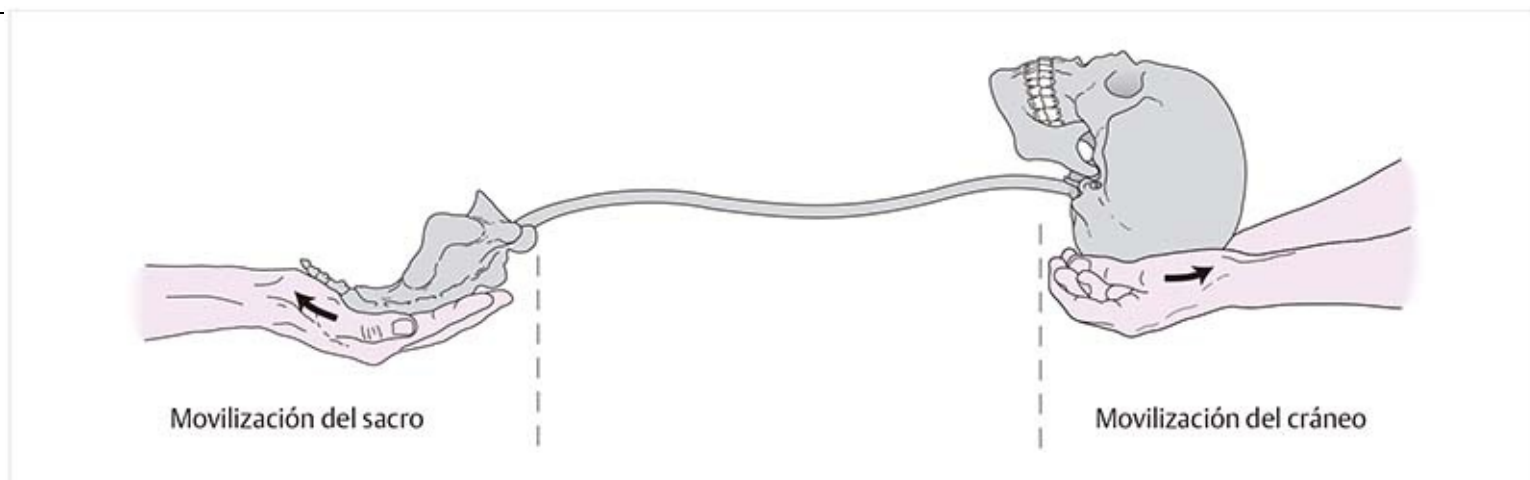


Figura 2-22. Movilización del cráneo y el sacro.

## 2.2.5 Articulación temporomandibular

### Mandíbula (figura 2-23)

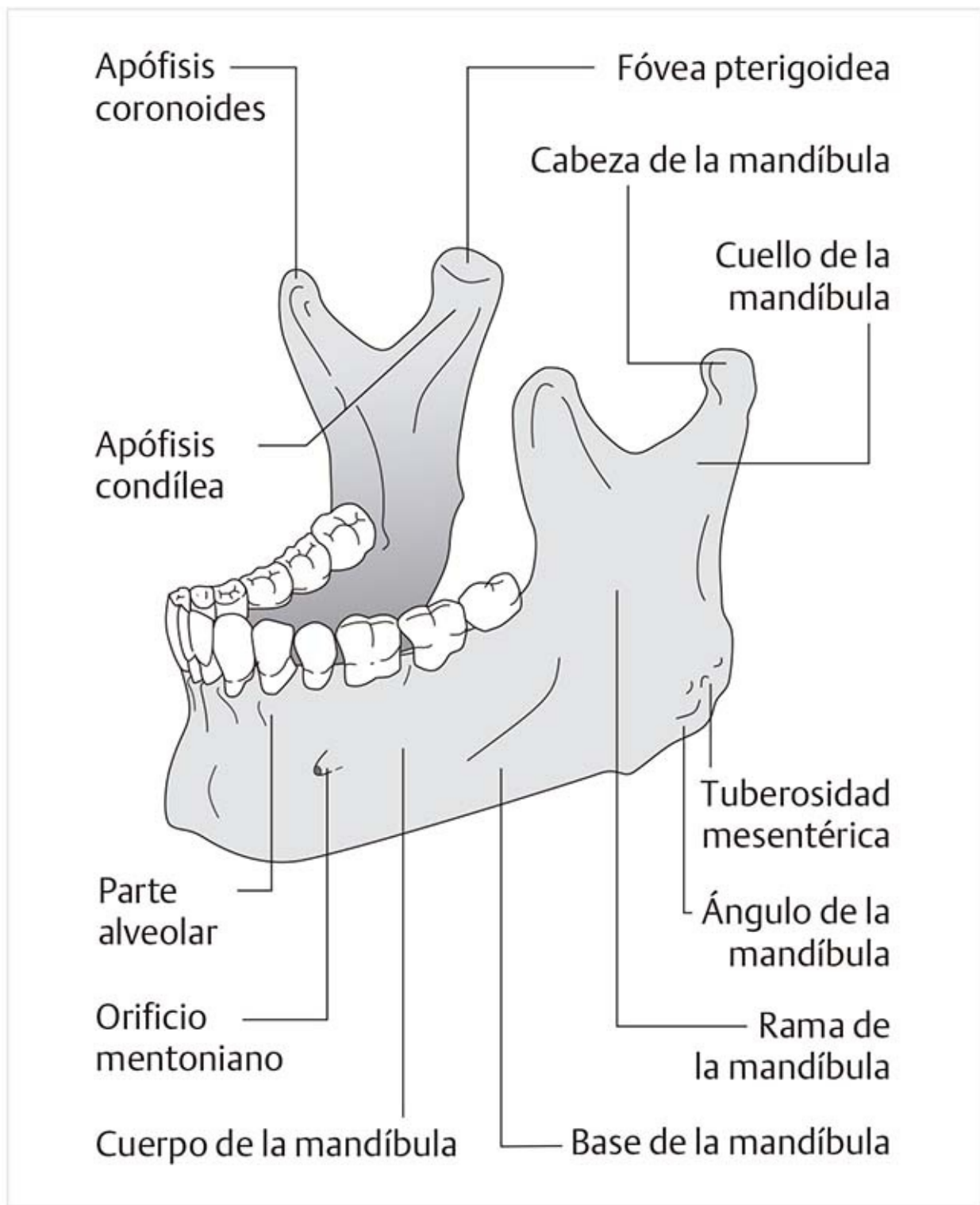


Figura 2-23. Mandíbula.

## Rama de la mandíbula

- La **apófisis coronoides** sirve como sitio de inserción para el músculo temporal.
- La **apófisis coronoides** y el cuello de la mandíbula, en la cara interna de la fóvea pterigoidea, funciona como inserción para el músculo pterigoideo lateral.
- La superficie articular en la **cabeza de la mandíbula** es cilíndrica convexa en ambos ejes. El eje discurre en sentido anterolateral a posteromedial.

## Cuerpo de la mandíbula

- La **parte alveolar**, con los alveolos dentales para fijar las raíces de los dientes, se forma en las zonas donde existe menor tensión funcional, como en los espacios interdentesales.

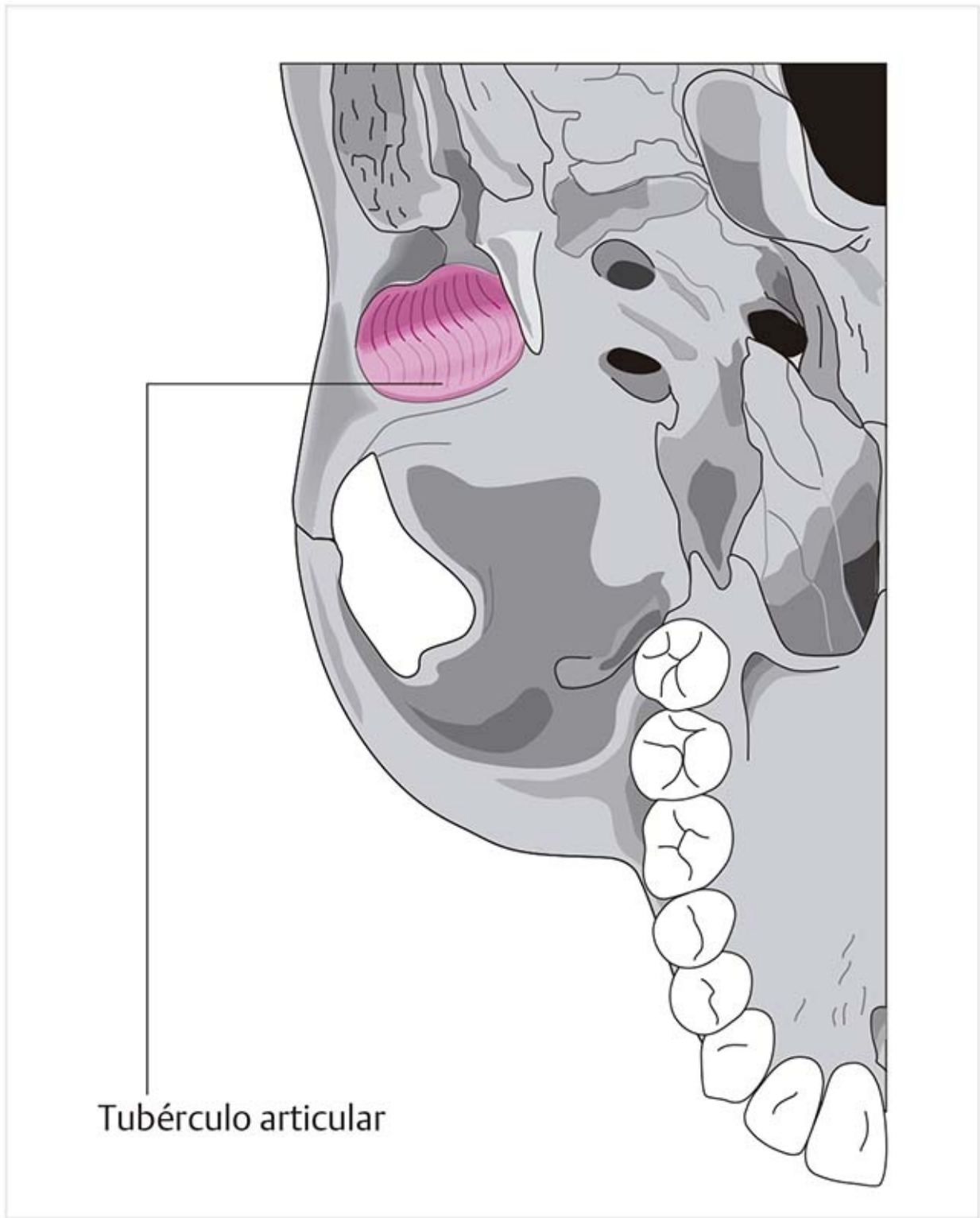
- La **base de la mandíbula** contiene el orificio mentoniano para el paso de los nervios y vasos del mentón.
- La **fosa digástrica** en el lado interno es el punto de inserción del músculo digástrico.

## **Ángulo de la mandíbula**

- La **tuberosidad masetérica** en la cara externa sirve como sitio de inserción para el músculo masetero.
- La **tuberosidad pterigoidea** en la cara interna es el punto de inserción para el músculo pterigoideo medial.
- En los lactantes, el ángulo de la mandíbula forma un ángulo de  $140^\circ$ . Éste disminuye debido a la carga por la masticación hasta cerca de  $120^\circ$  y en las maxilas edéntulas puede aumentar de nueva cuenta.

## **Superficie articular en el hueso temporal**

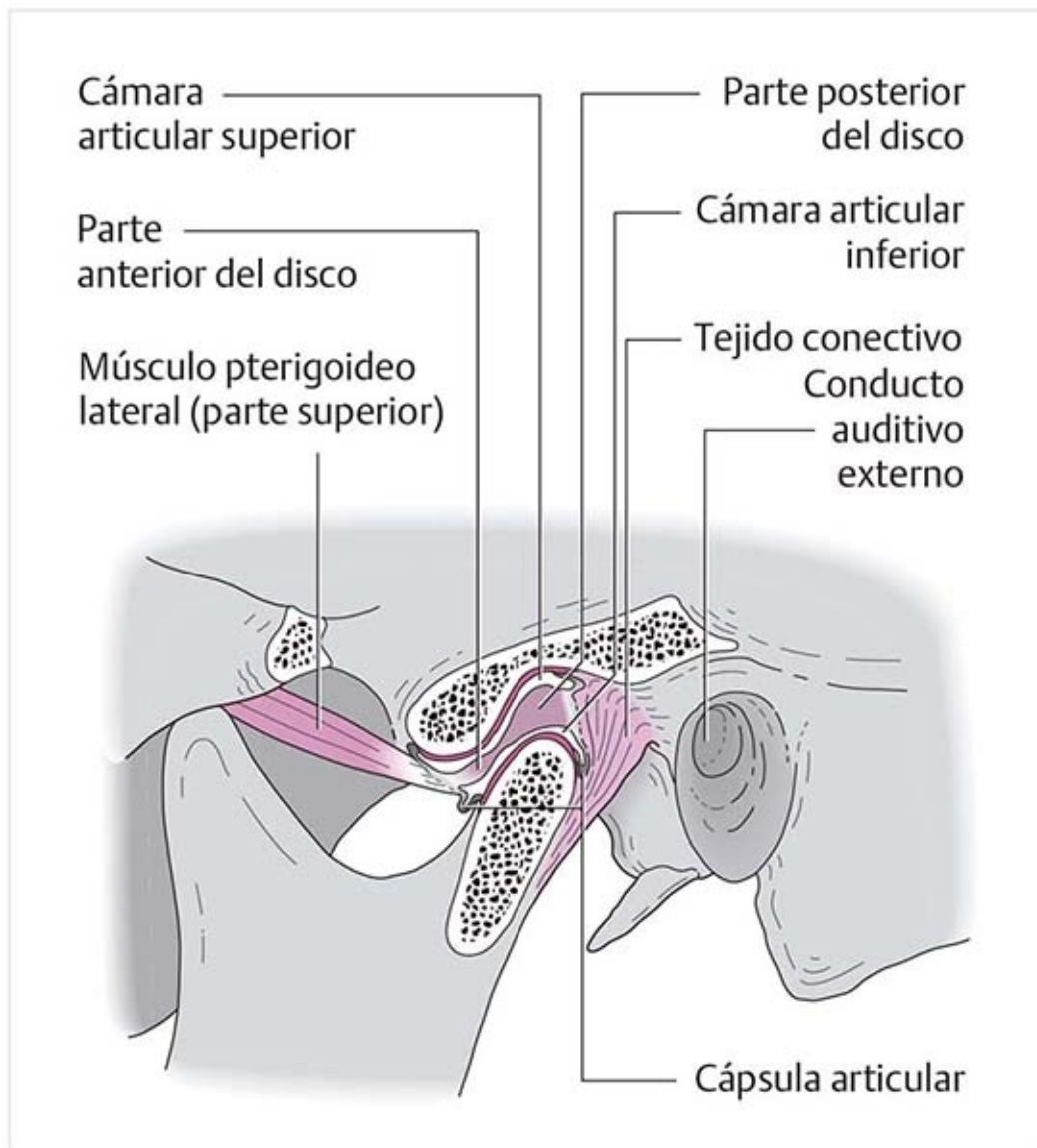
### **Fosa mandibular (figura 2-24)**



**Figura 2-24.** Fosa mandibular.

- La superficie articular del hueso temporal es cóncava. Está delimitada en la parte anterior por el **tubérculo articular** .
- La parte posterior se encuentra fuera de la cápsula y forma la pared lateral del conducto auditivo externo.
- La fosa es dos a tres veces más grande que la superficie articular en la cabeza de la mandíbula.
- El aspecto de la articulación que se forma depende de su carga. En los lactantes es plano. Se profundiza cuando brotan los dientes permanentes y se aplanan otra vez en los maxilares edéntulos.

## **Disco articular (figura 2-25)**



**Figura 2-25.** Articulación temporomandibular.

El disco consiste en tejido conectivo colagenoso firme y fibrocartílago. Las fibras están alineadas en forma tridimensional en direcciones anteroposterior, mediolateral y superoinferior. Debido a esto, el disco puede absorber una fuerza considerable.

El disco se encuentra entre la fosa mandibular, la parte posterior del tubérculo articular y la cabeza mandibular. Su parte anterior es delgada. Las fibras del músculo pterigoideo lateral lo siguen en este punto. En contraste, es muy grueso en su parte posterior. Las dos secciones están separadas entre sí por una constricción de tejido conectivo en forma de reloj de arena. La parte posterior del disco posterior se conoce como **zona bilaminar**. En la parte superior se integra con tejido conectivo elástico, mientras que la parte que se extiende hasta la cabeza de la mandíbula posee tejido fibroso. Un cojinete retroarticular se une a esta zona en la parte posterior y sólo después de ello la capa fibrosa cierra la articulación.

El disco está unido en su circunferencia con la cápsula articular y por tanto divide la cavidad articular en dos compartimientos, la **cámara articular discotemporal** superior y la **cámara discomandibular** inferior.

El disco casi no contiene vasos ni nervios. Sólo el cojinete retroarticular posee unas cuantas arterias y venas. Algunas ramas terminales crecen dentro del disco en las zonas donde se une con la cápsula articular. Por lo demás, el disco se nutre mediante el líquido sinovial. Dado que no hay receptores nerviosos en el disco, los problemas se manifiestan por primera vez cuando se producen cambios dinámicos significativos o cuando hay perforación o estrechamiento del disco.

El disco mejora la congruencia de las superficies articulares y transmite la presión. Cuando la boca se abre, el disco se desplaza hacia delante.

El dinamismo del disco depende no sólo de su fijación a la mandíbula, sino también de su conexión con el músculo pterigoideo lateral. La parte superior del músculo se inserta en el disco o tira de éste en sentido anterior cuando la boca se abre.

## **Cápsula articular (figura 2-25)**

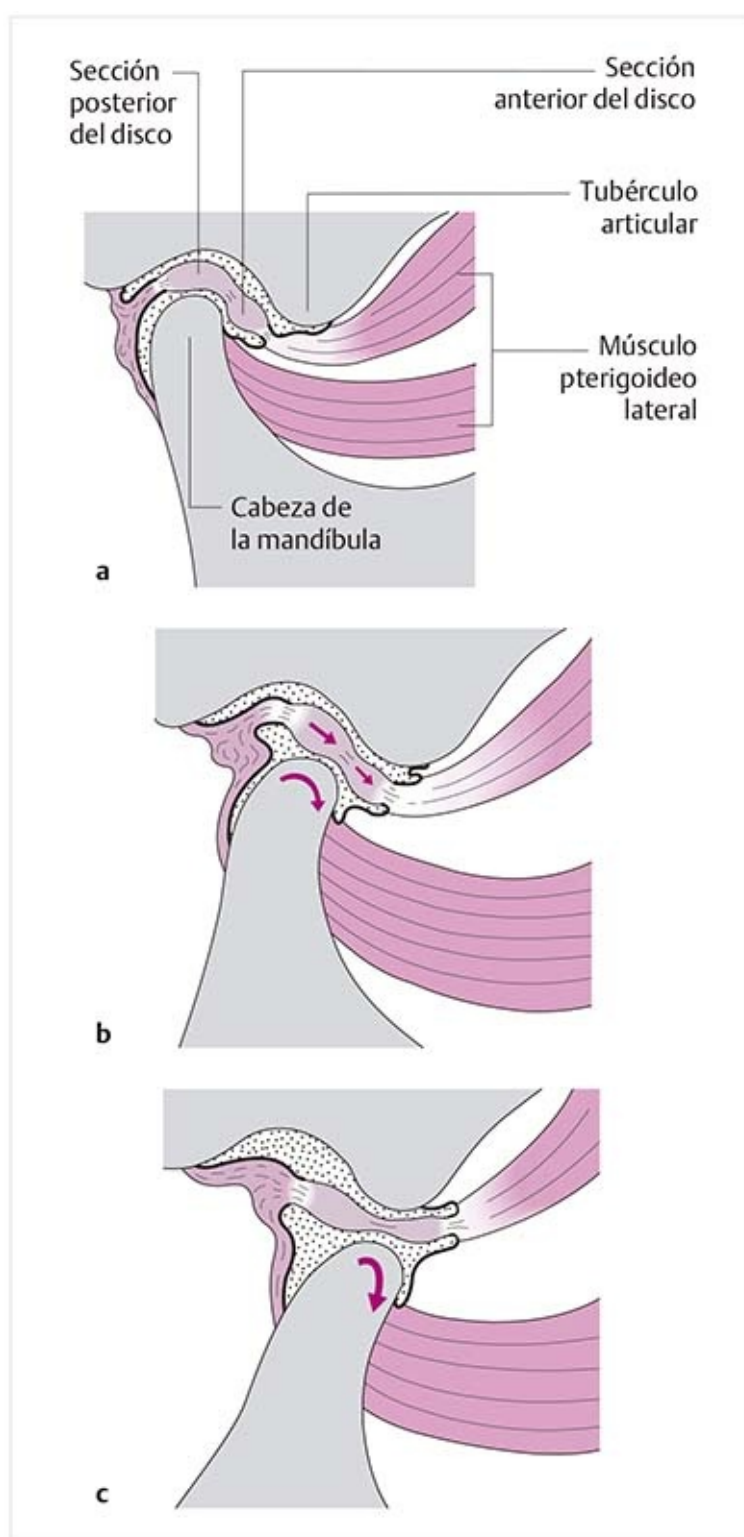
La cápsula articular rodea la articulación, incluye al tubérculo articular y deja la región posterior de la fosa descubierta. En la parte inferior se adhiere al cuello de la mandíbula. La parte superior del músculo pterigoideo lateral se extiende hasta la cápsula anterior.

La cápsula es laxa, por lo que permite movimientos amplios sin desgarrarse. Los ligamentos lateral, esfenomandibular y estilomandibular refuerzan la cápsula. Está inervada por los nervios auriculotemporal, masetero y temporal profundo.

## **Movimientos de la articulación temporomandibular**

Los movimientos deben ser simultáneos en ambas articulaciones temporomandibulares. Los movimientos son simétricos cuando se abre y cierra la boca, pero asimétricos durante la masticación.

## **Abertura y cierre de la boca (figura 2-26)**



**Figura 2-26.** Posición de la articulación temporomandibular. **(a)** Con la boca cerrada. **(b)** En la fase de apertura. **(c)** Con la apertura máxima de la boca.

Cuando se abre la boca se produce una combinación de movimientos consistentes en traslación y rotación en la cámara articular inferior. En la cámara superior, el disco se desplaza hacia delante contra el hueso temporal.

### ***Boca cerrada (figura 2-26a)***

La cabeza mandibular y el disco posterior se encuentran en la parte anterior de la fosa mandibular.

### ***Fase de apertura (figura 2-26a, b)***

Cuando se abre y cierra la boca, los movimientos son simétricos a ambos lados. Existe una combinación de movimientos de rodamiento-deslizamiento al inicio de la fase de apertura. La cabeza de la mandíbula

gira dentro de la depresión entre las partes posterior y anterior del disco. Por lo tanto, el movimiento ocurre primero en la cámara articular discomandibular.

Cuando la boca se abre más, la cabeza de la mandíbula desplaza al disco en sentido anterior e inferior, opuesto a la fosa y el tubérculo ascendente. Por lo tanto, además del movimiento en la cámara inferior, ocurre también traslación en la cámara articular discotemporal. Con este desplazamiento, la parte posterior del disco se estira. Las partes anteriores también experimentan estiramiento por la contracción del músculo pterigoideo lateral.

### ***Abertura máxima de la boca (figura 2-26c)***

Cuando la boca se abre al máximo, la cabeza de la mandíbula gira fuera de la fosa y el disco se desplaza tanto en sentido anterior que su constricción en reloj de arena se localiza en el plano del tubérculo articular. La zona bilaminar y las partes posteriores de la cápsula se constriñen con este desplazamiento anterior.

Cuando la boca se cierra, el complejo completo se localiza de nueva cuenta en la parte posterior.

### **Protrusión/retrusión**

La **protrusión** describe el desplazamiento de la mandíbula hacia delante; la **retrusión** es su movimiento posterior. Estos movimientos ocurren sobre todo en la cámara articular discotemporal y sólo en grado mínimo en la cámara discomandibular. Se espera un desplazamiento total de 1.5 a 2 cm, de los cuales sólo 0.2 a 0.5 cm tienen lugar en dirección posterior. Para permitir el movimiento de la mandíbula, la boca debe abrirse un poco. La protrusión y la retrusión son movimientos deslizantes que pocas veces se ven aislados. Cuando se abre la boca, por lo general ocurren combinados con rotación alrededor del eje frontal.

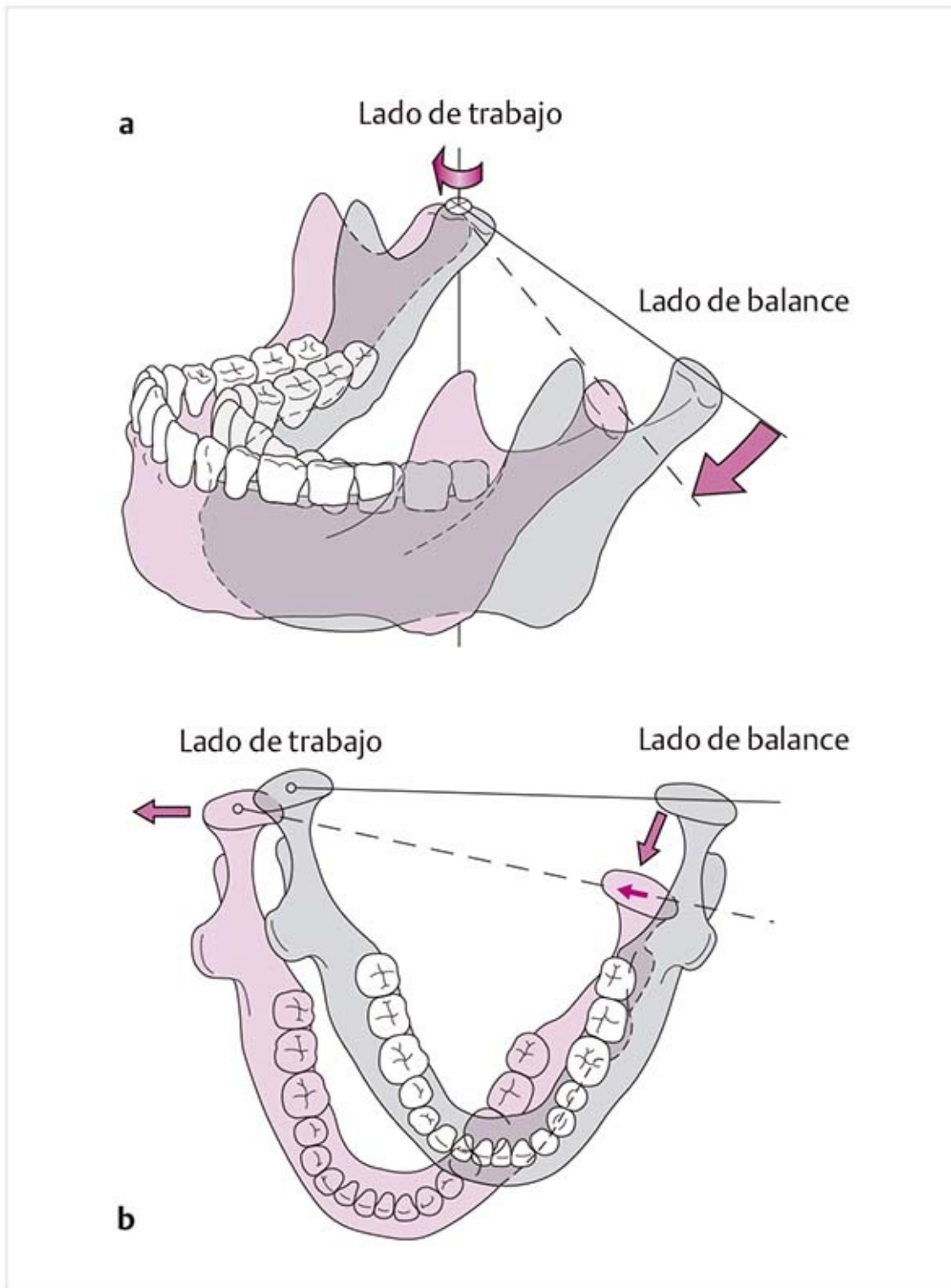
### **Laterotrusión/mediotrusión**

La laterotrusión es el movimiento de la mandíbula para alejarse de la línea media. La mediotrusión es el movimiento hacia la línea media. Los movimientos siempre son simultáneos en las articulaciones derecha e izquierda: laterotrusión en un lado y mediotrusión en el contrario. Éste no es un movimiento rectilíneo, sino que sigue el curso de un pequeño arco porque es una combinación de traslación lateral y rotación alrededor del eje sagital.

Estos desplazamientos laterales son relevantes para la masticación. La magnitud del desplazamiento es de 10 a 13 mm en cada dirección.

### **Movimientos de molienda durante la masticación (figura 2-27a, b)**





**Figura 2-27.** Movimientos de molienda en la articulación temporomandibular. **(a)** Vista lateral. **(b)** Vista transversal.

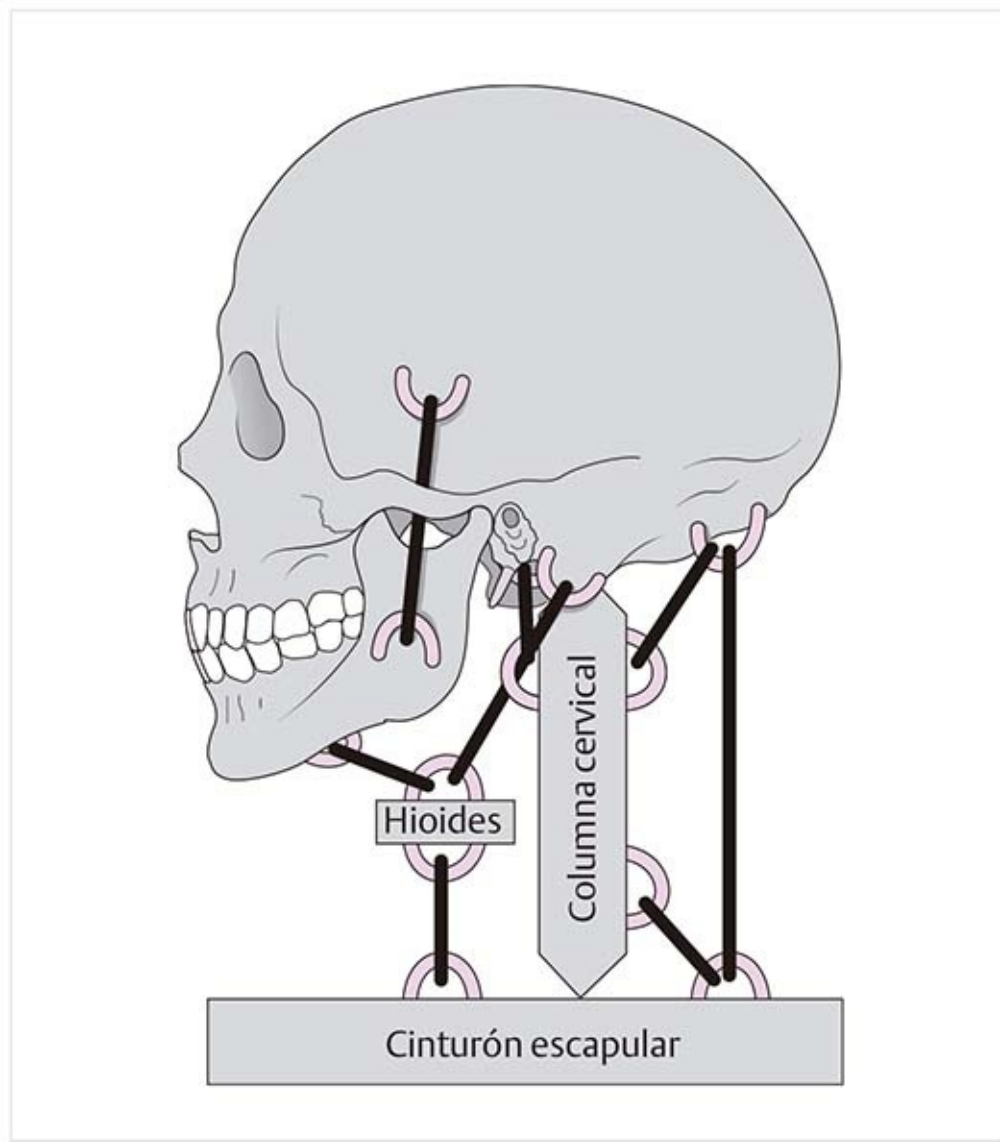
Durante los movimientos de molienda, las dos articulaciones realizan una secuencia de movimiento diferente. De un lado, el **lado de trabajo**, hay rotación alrededor de un eje vertical y una ligera laterotrusión. El movimiento es mínimo y se estabiliza con los músculos de la masticación y los ligamentos. Esto es lo que genera la presión masticatoria.

En el otro lado de la mandíbula, el **lado del balance**, existe una combinación de protrusión y mediotrusión. Además, la cabeza de la mandíbula se desplaza hacia abajo. En total, los movimientos de este lado son más pronunciados que los del lado de trabajo.

### Consejo práctico

La mayor parte de las luxaciones de disco ocurre hacia adelante. Como resultado, en la posición neutral todo el disco se localiza en la zona anterior de la articulación, por lo que no es posible un movimiento de traslación. La abertura de la boca se produce sólo por rotación y es muy limitada.

## 2.2.6 Unidad funcional mandíbula-columna cervical (figura 2-28)



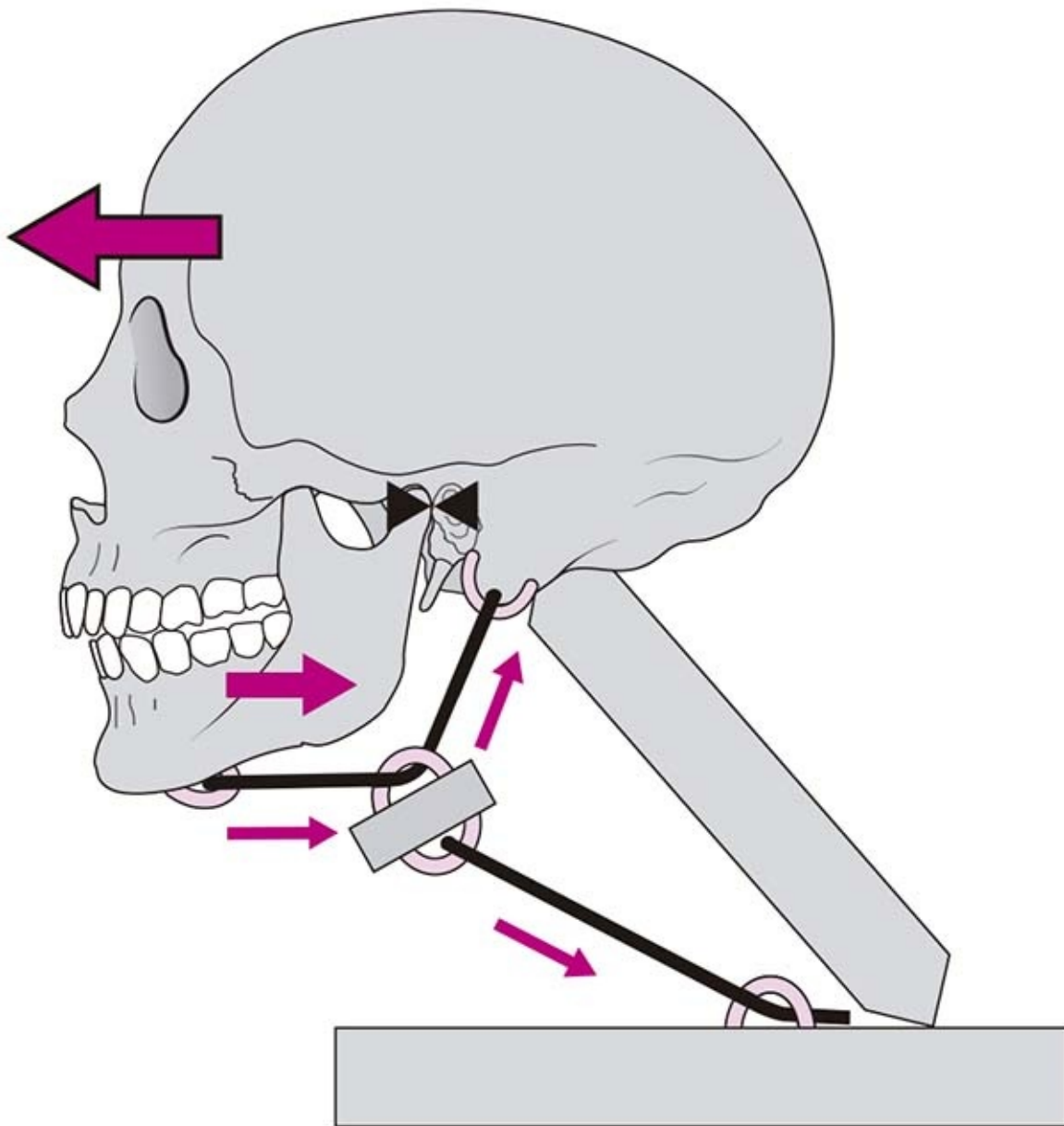
**Figura 2-28.** Unidad funcional: mandíbula-columna cervical.

Las secciones esqueléticas (cráneo, mandíbula, cinturón escapular y columna cervical) forman de manera conjunta una unidad funcional. En consecuencia, los problemas en la articulación temporomandibular actúan a través de las conexiones con los músculos y articulaciones, y también causan trastornos en el cinturón escapular y la columna cervical.

Por ejemplo, los cambios posturales en la columna cervical tienen efecto en la oclusión. Durante la traslación anterior, la oclusión dental ya no es correcta si los músculos infrahioides mantienen la mandíbula atrás. La flexión de la columna cervical desplaza la mandíbula hacia delante, en tanto que la extensión la desplaza hacia atrás, lo que tiene relevancia en el tratamiento dental, por ejemplo.

### Consejo práctico

**(Figura 2-29)**  
En caso de oclusión anómala secundaria a una corona alta o un trastorno similar, no tiene mucho sentido corregir la posición defectuosa de la cabeza porque el paciente continuará su intención de obtener el mejor cierre mandibular. Por el contrario, el odontólogo no debe corregir el molar de inmediato si hay un cambio en la oclusión; la causa podría ser una posición alterada de la columna cervical.



**Figura 2-29.** Cambios posicionales en la columna cervical y el efecto en la oclusión.

## **2.2.7 Músculos de la masticación**

### **Músculo temporal (figura 2-30)**

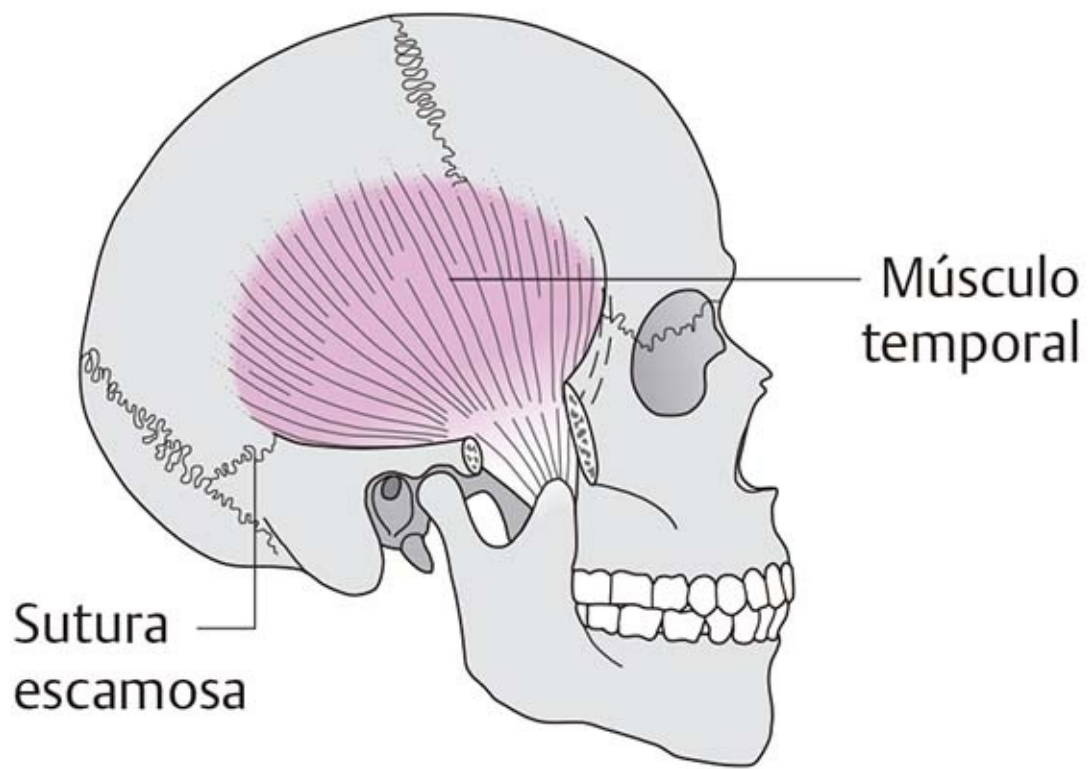


Figura 2-30. Músculo temporal.

**Funciones:**

- Todas las partes: cierre de la boca.
- Partes posteriores: retrusión.

**Músculo masetero (figura 2-31)**

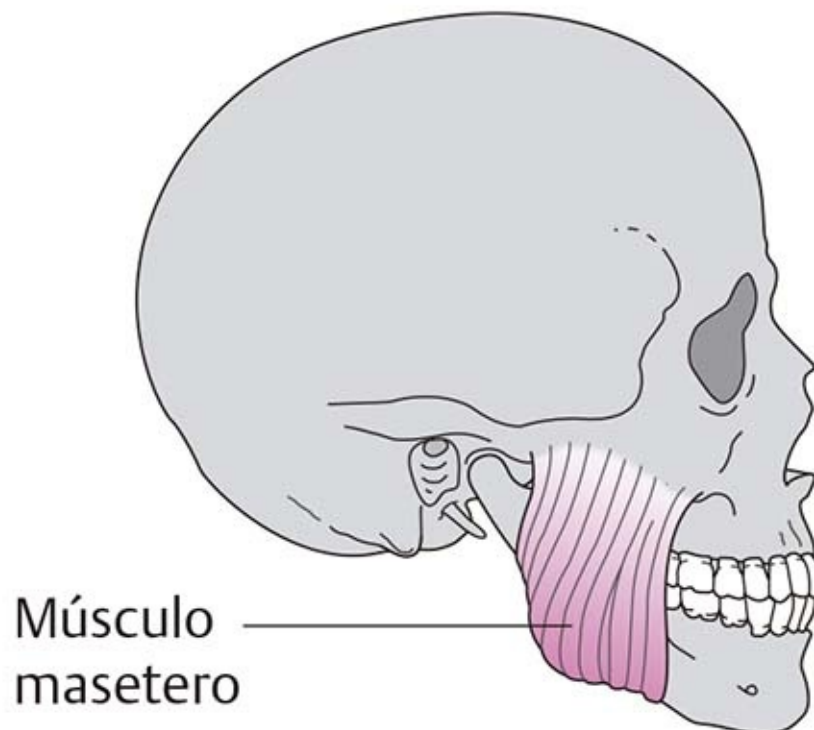
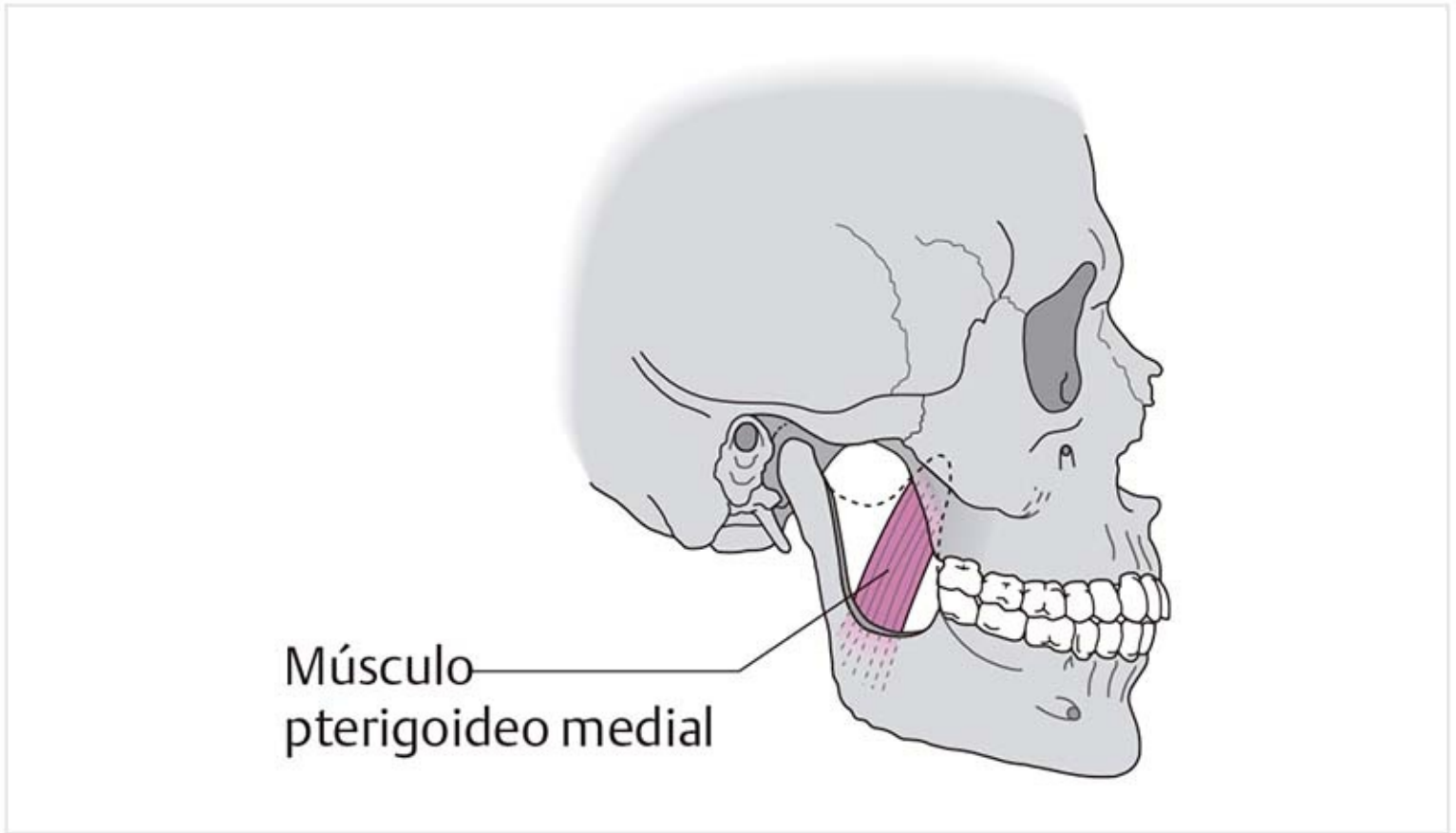


Figura 2-31. Músculo masetero.

**Funciones:**

- Cierre potente de la mandíbula.
- Mediante su trayecto oblicuo de la parte superoanterior a la inferoposterior puede avanzar la mandíbula.

### **Músculo pterigoideo medial (figura 2-32)**



**Figura 2-32.** Músculo pterigoideo medial.

#### **Funciones:**

- Cierre bucal.
- Protrusión.
- Soporte del lado de balance durante los movimientos de molienda.

### **Músculo pterigoideo lateral (figura 2-33)**



Músculo  
pterigoideo lateral

Figura 2-33. Músculo pterigoideo lateral.

#### **Funciones de la parte inferior:**

- Inicio de la abertura de la boca (después de lo cual actúan los músculos suprahioides).
- Protrusión.
- Movimientos de molienda (lado de balance).

#### **Funciones de la parte superior:**

- Abertura de la boca.
- Desplazamiento del disco hacia delante durante la abertura de la boca.
- Estabilización de la cabeza mandibular al presionarla contra el tubérculo articular.
- Estabilización del lado de trabajo durante los movimientos de molienda.

#### **Patología**

La oclusión defectuosa, la masticación continua de goma de mascar, el bruxismo nocturno y los problemas emocionales aumentan el tono de los músculos masticatorios y por tanto afectan la dinámica de la articulación temporomandibular. Además, a través de las conexiones musculares de la mandíbula y la maxila con los huesos esfenoides y temporales, puede modificarse la dinámica del cráneo, lo que puede comprimir las suturas.

## **2.2.8 Músculos suprahioides (figura 2-34)**

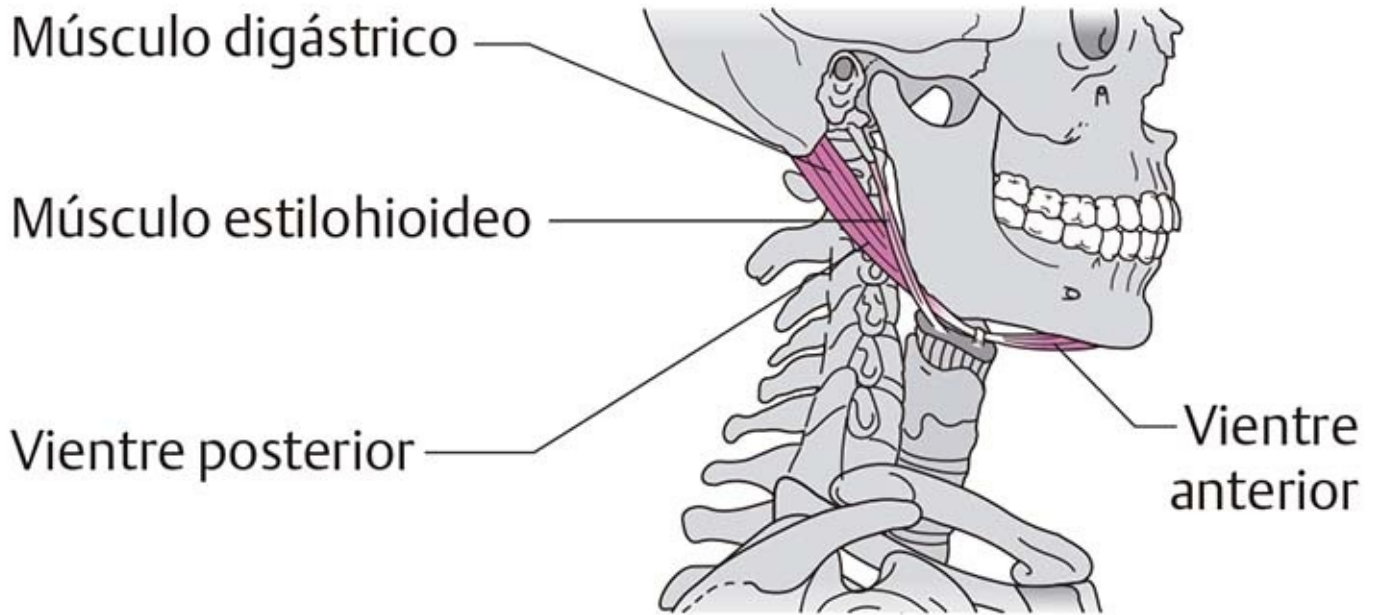


Figura 2-34. Músculos suprahioideos.

### Músculo digástrico (figura 2-34)

**Característica distintiva:** está dividido en los vientres anterior y posterior por un tendón intermedio. El tendón está insertado en el hueso hioides mediante un asa de tejido conectivo.

**Músculo estilohioideo (figura 2-34), músculo milohioideo (diafragma de la boca) (figura 2-35), músculo genihioides (figura 2-35)**

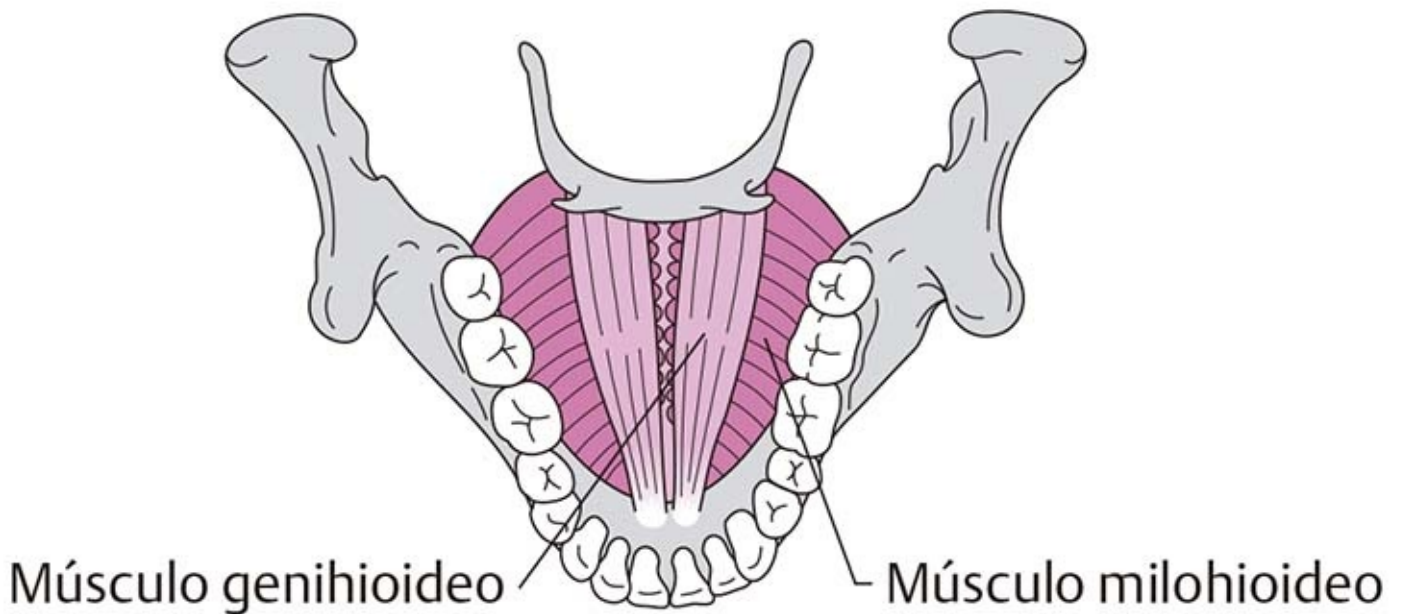


Figura 2-35. Músculos del piso de la boca.

### Funciones de los músculos suprahioideos:

Con los extremos fijados de los músculos en la mandíbula y el cráneo, desplazan el hueso hioides en sentido superior, lo cual tiene importancia en los movimientos deglutorios, la succión y el acto de soplar.

Con el extremo fijado en el hueso hioides, ayudan a abrir la boca. Los músculos del piso de la boca se

activan en los movimientos de molienda (lado de trabajo) y elevan el piso de la boca.

## 2.2.9 Músculos infrahioideos (figuras 2-36 y 2-37)

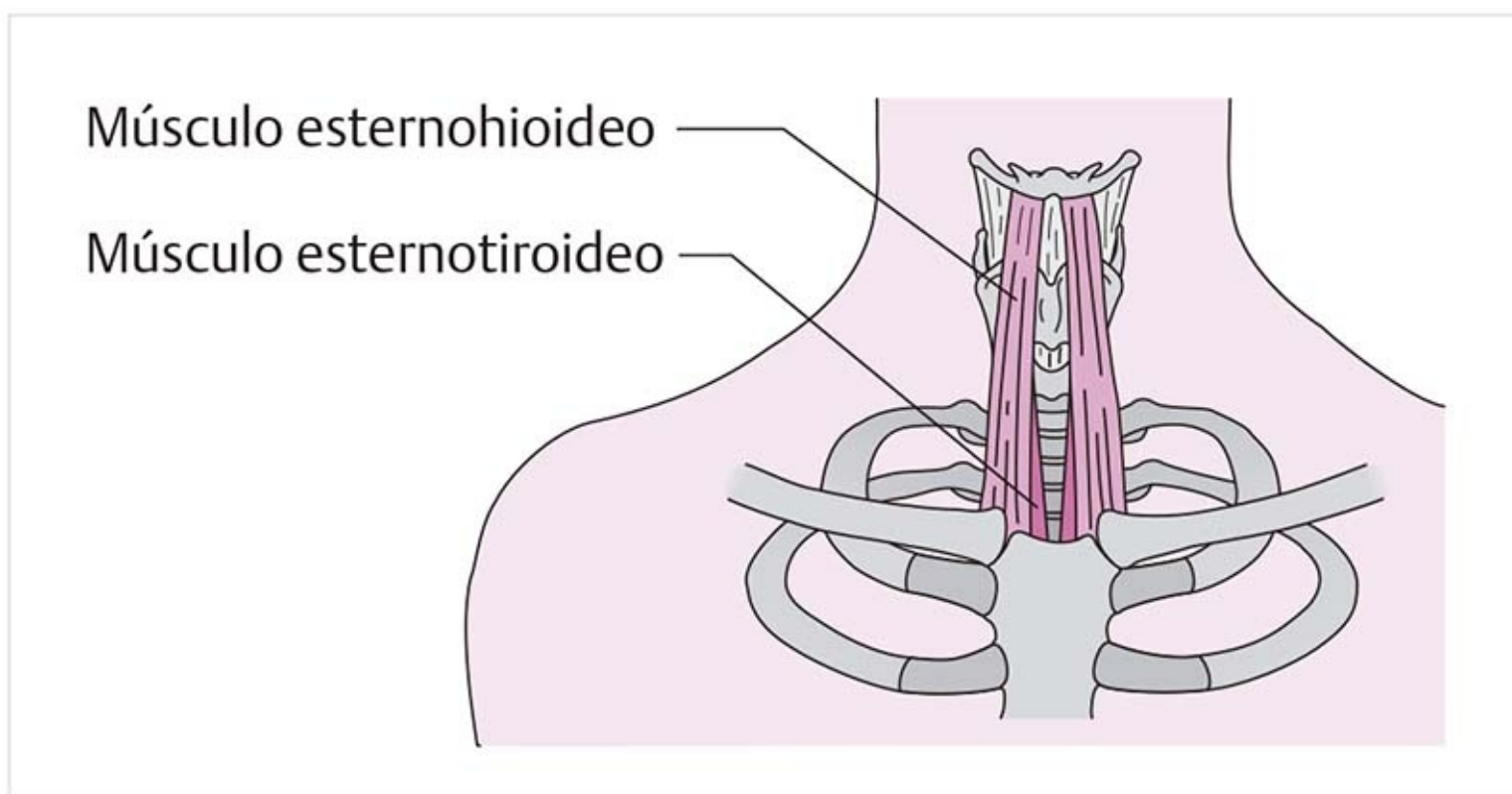


Figura 2-36. Músculos infrahioideos: músculo esternohioideo, músculo esternotiroideo.

**Músculo esternohioideo (figura 2-36), músculo esternotiroideo (figura 2-36), músculo tirohioideo (figura 2-37), músculo omohioideo (figura 2-37)**

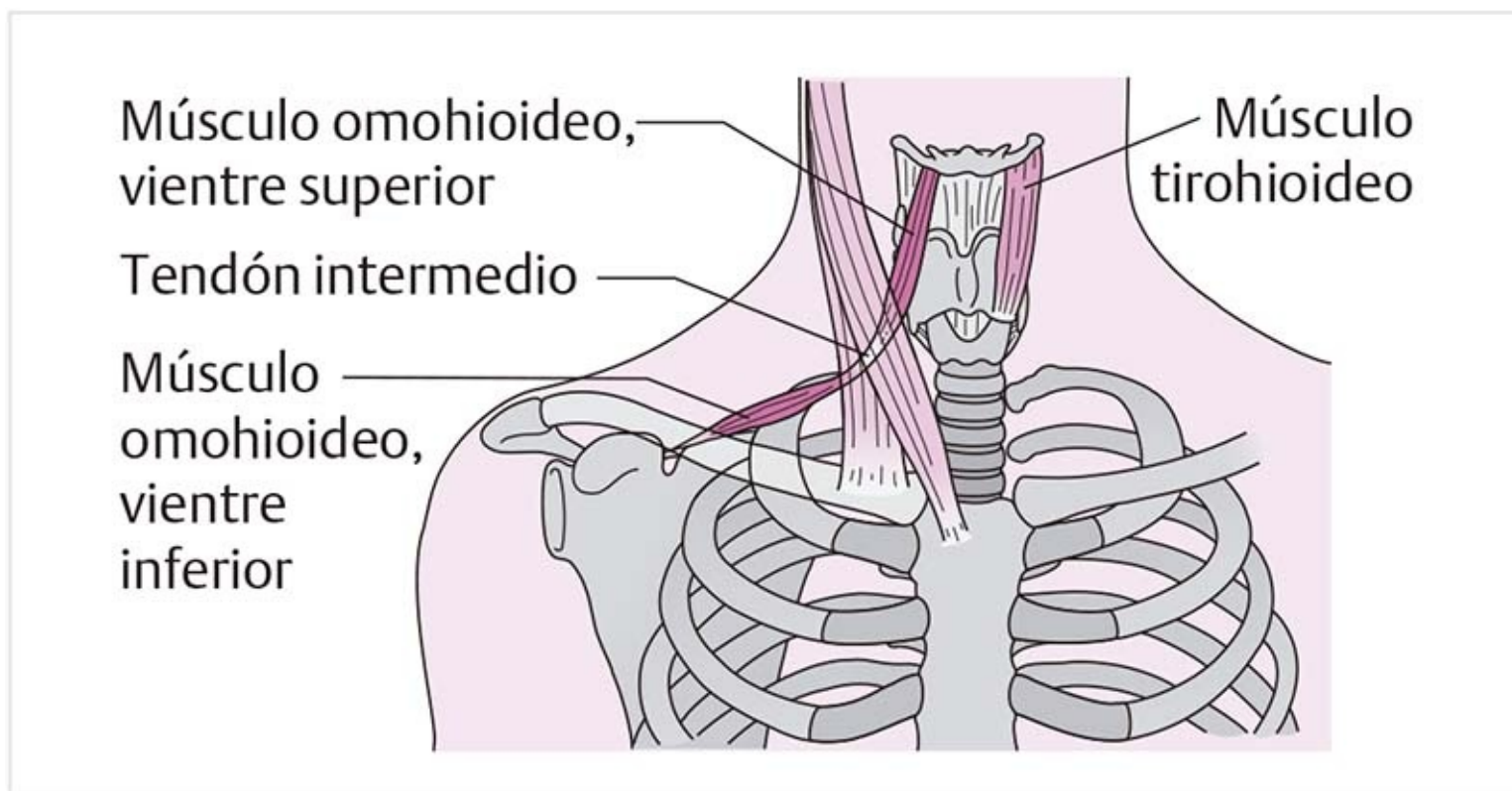


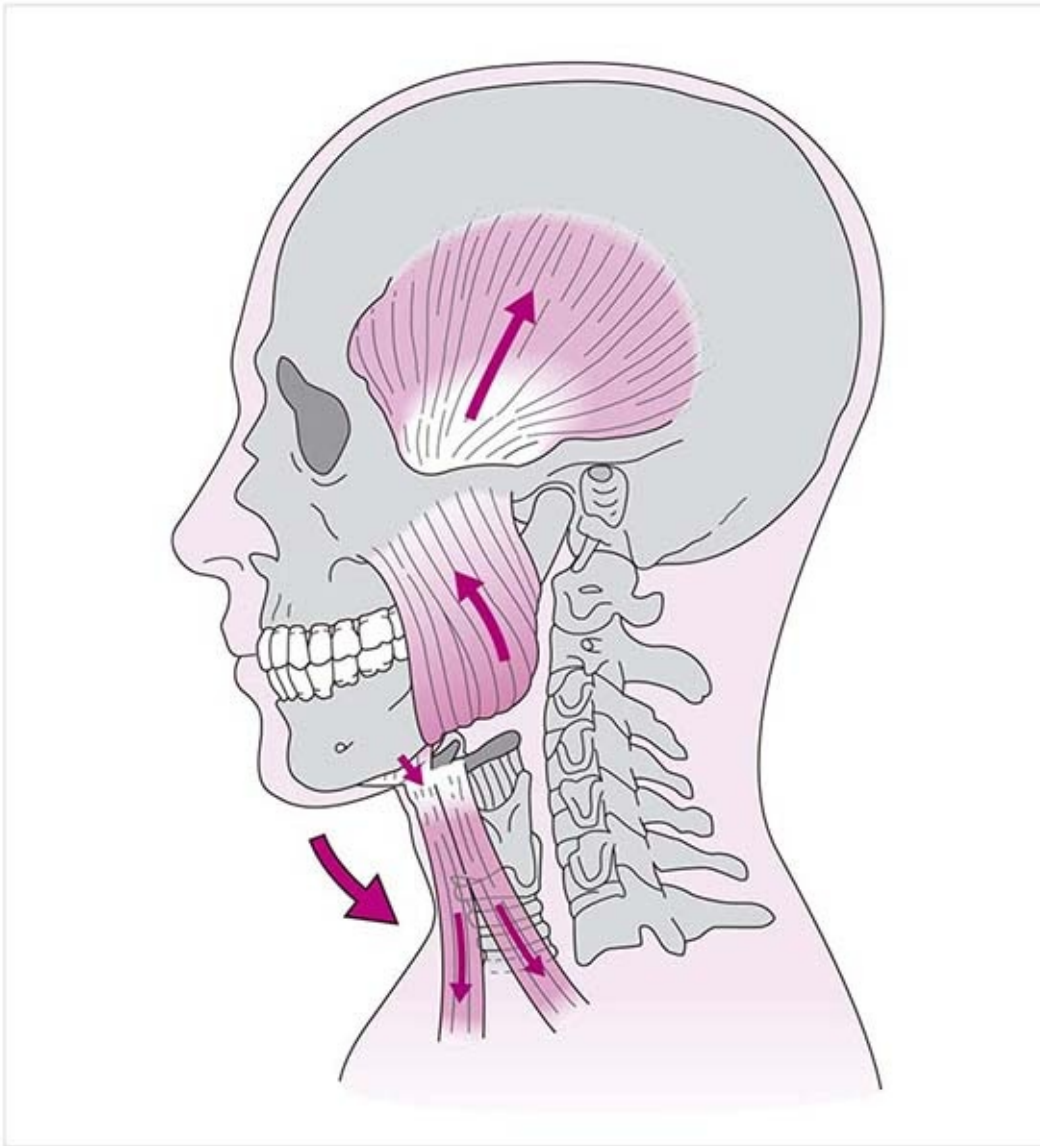
Figura 2-37. Músculos infrahioideos: músculo tirohioideo, músculo omohioideo.

**Característica distintiva:** Al nivel de C6, donde este músculo cruza el músculo esternocleidomastoideo, un tendón intermedio divide el segmento omohioideo en vientres superior e inferior. Mediante esta inserción en el omóplato genera la conexión cráneo-hueso hioideos-hombro.



**Función de los músculos infrahioideos.** Estos músculos tiran del hueso hioides y la laringe en sentido posterior. Debido a esto, y en virtud de la estabilización de la laringe mediante el cabestrillo del músculo esternotiroideo, intervienen en la fonación.

### 2.2.10 Interacción entre los músculos de la masticación y los músculos suprahioideos e infrahioideos (figura 2-38)

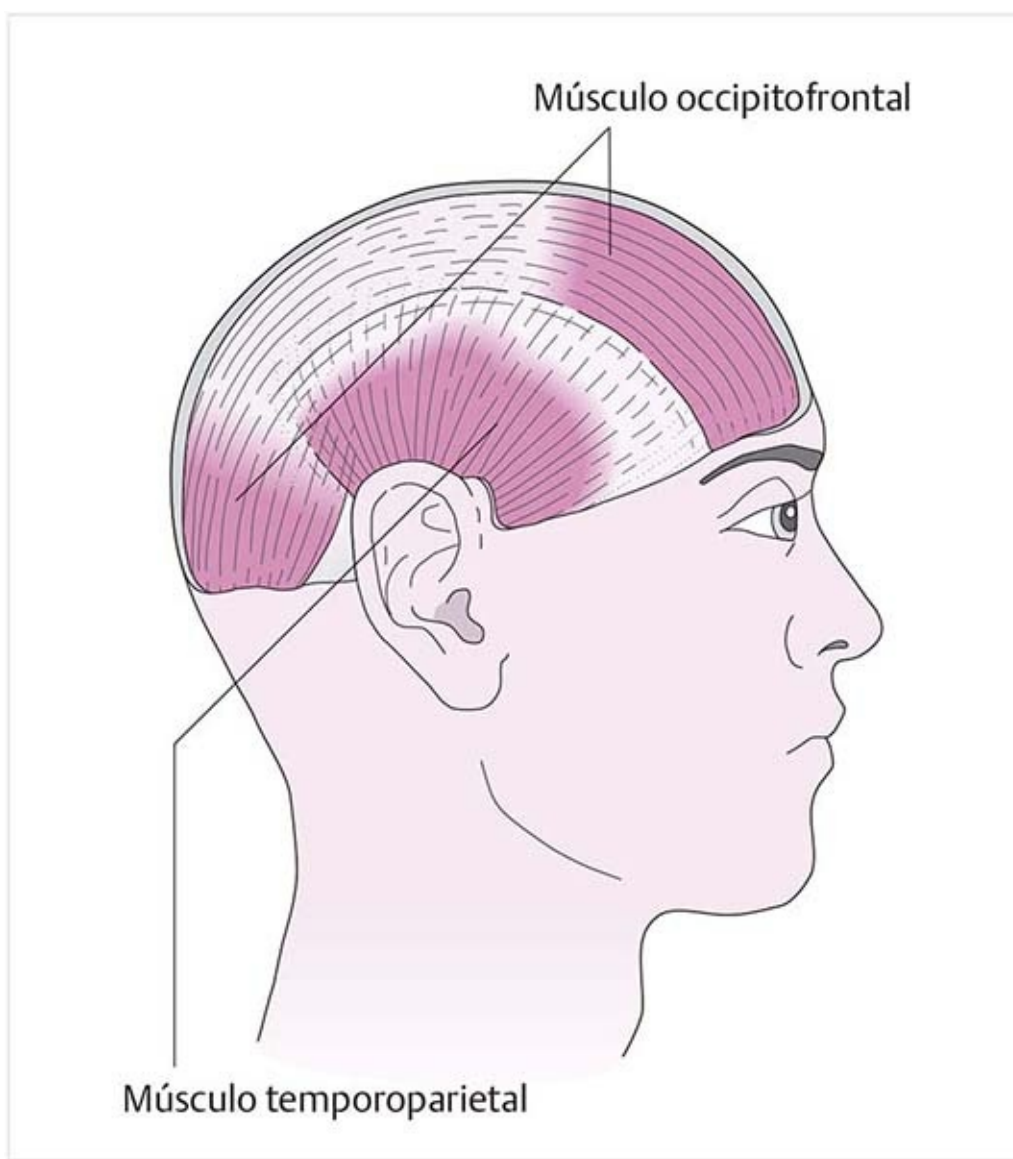


**Figura 2-38.** Flexión de la columna cervical por los músculos suprahioideo e infrahioideo cuando los maxilares se cierran con firmeza. Los músculos suprahioideos e infrahioideos pueden considerarse como un cabestrillo muscular en el que el hueso hioides es un punto fijo. Este cabestrillo tiene una función especial. Cuando los músculos de la masticación estabilizan la articulación temporomandibular, lo que asegura un cierre firme de la mandíbula, los músculos suprahioideos e infrahioideos tienen un efecto flexor en la columna cervical, lo que reduce su lordosis. Por consiguiente, el cabestrillo tiene relevancia para la estática de la columna cervical.

#### Consejo práctico

Todos los músculos que se insertan o se originan en el hueso hioides pueden influir en la posición de éste. En el caso de la ronquera y quizá incluso de la afonía y el globo histérico, es importante valorar la tensión en estos músculos como causa posible.

### 2.2.11 Músculos de la calvaria (músculo epicraneal) (figura 2-39)



**Figura 2-39.** Músculos del cráneo: músculos temporoparietal y occipitofrontal.

## Músculo temporoparietal

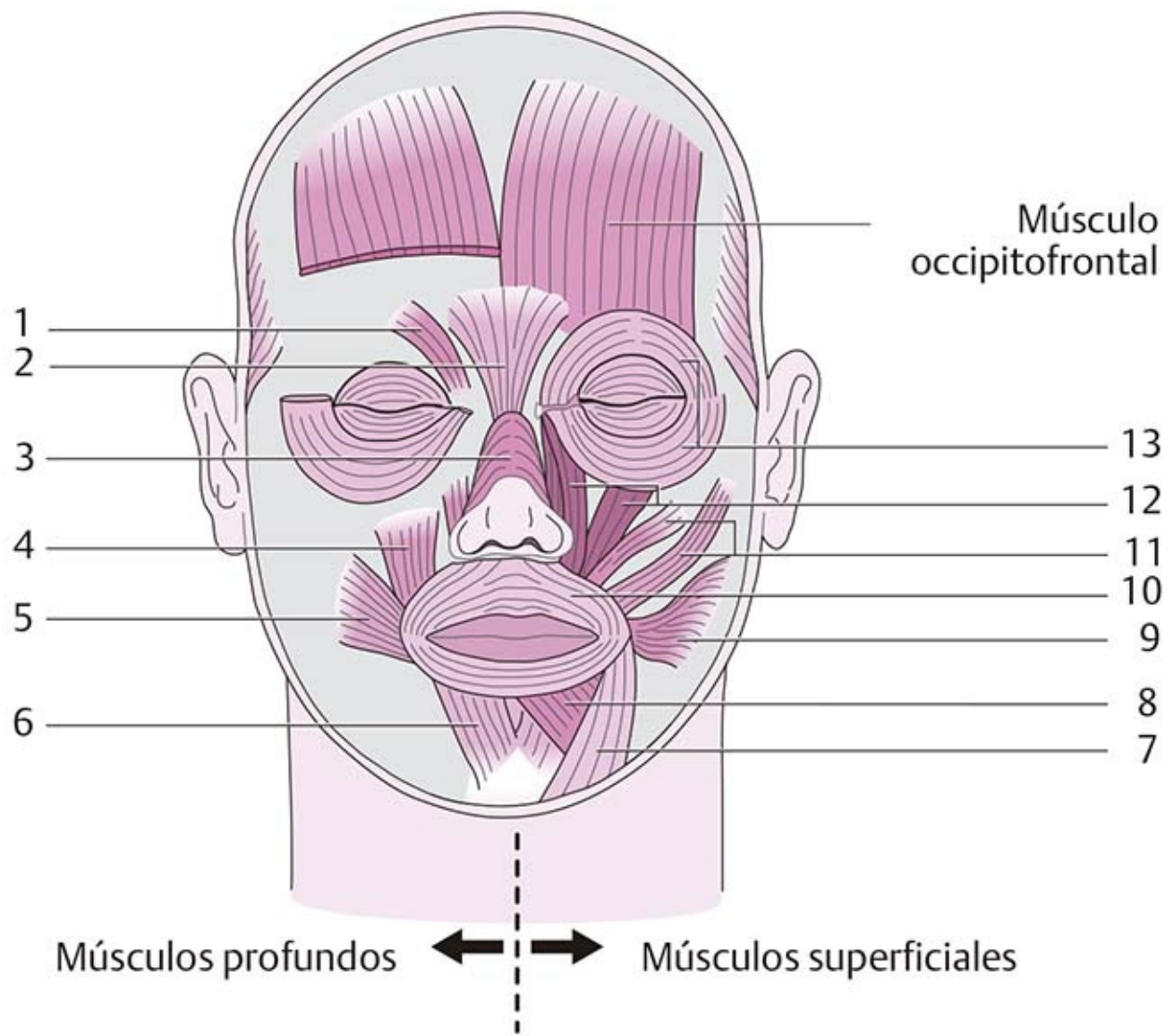
**Función.** Tira de las orejas hacia atrás y arriba.

## Músculo occipitofrontal

### Funciones:

- Produce desplazamiento mínimo de la piel cabelluda en sentido anterior y posterior sobre la aponeurosis epicraneal.
- Con el extremo fijado del músculo en la aponeurosis epicraneal, el vientre frontal eleva las cejas y párpados, y arruga la frente.

## 2.2.12 Músculos de la mímica (Figura 2-40, Cuadro 2-1)



**Figura 2-40.** Músculos de la mímica.

**Cuadro 2-1.** Descripción de las funciones de los músculos.

<b>Cuadro 2-1. Funciones de los músculos</b>	
<b>Músculo</b>	<b>Función</b>
1. Corrugador supraciliar	Arruga las cejas
2. Prócer	Tracciona la piel entre las cejas para aproximarlas
3. Nasal	Estrecha y amplía la abertura nasal
4. Elevador del ángulo de la boca	Eleva la comisura de la boca
5. Bucinador	“Músculo del trompetista”: expulsa el aire acumulado en las mejillas
6. Mentoniano	Eleva el bulto del mentón y produce una arruga de convexidad superior entre el mentón y el labio
7. Depresión del ángulo de la boca	Deprime la comisura de la boca
8. Depresión del labio inferior	Tracciona el labio inferior hacia abajo
9. Risorio	Tracciona la comisura de la boca en sentido lateral y crea un hoyuelo
10. Orbicular de los labios	Frunce los labios
11. Cigomáticos menor y mayor	Elevan la comisura de la boca hacia arriba y afuera y exponen los dientes superiores
12. Elevador del labio superior y elevador del labio superior y el ala nasal	Impelen el ala nasal y el labio superior hacia arriba
13. Orbicular de los ojos	Entrecierra los ojos y distribuye la lágrima por los ojos

## 2.3 Anatomía funcional de la columna cervical

### 2.3.1 Radiografía de la columna cervical

#### Vista anteroposterior de la columna cervical superior (figura 2-41)

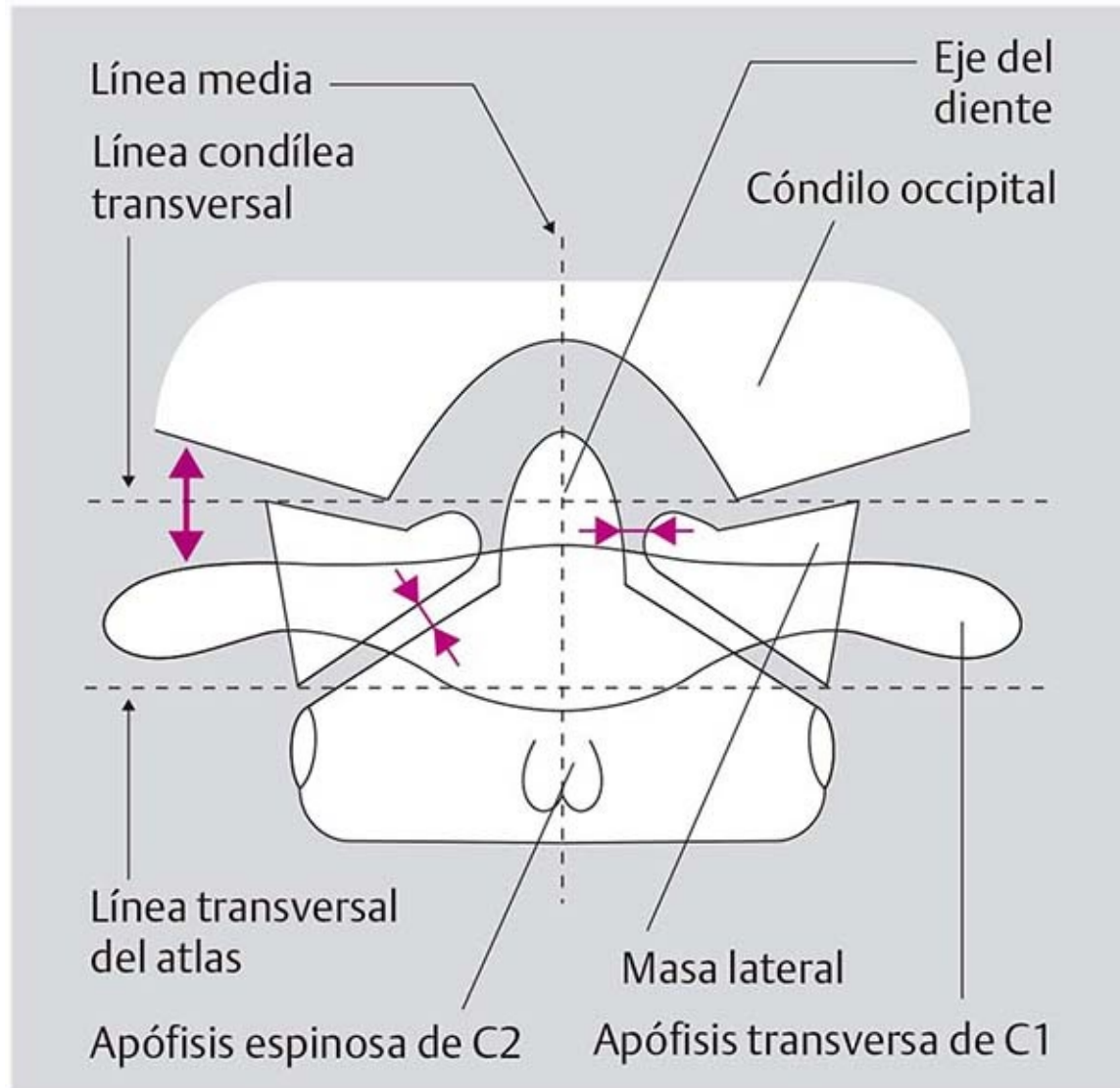
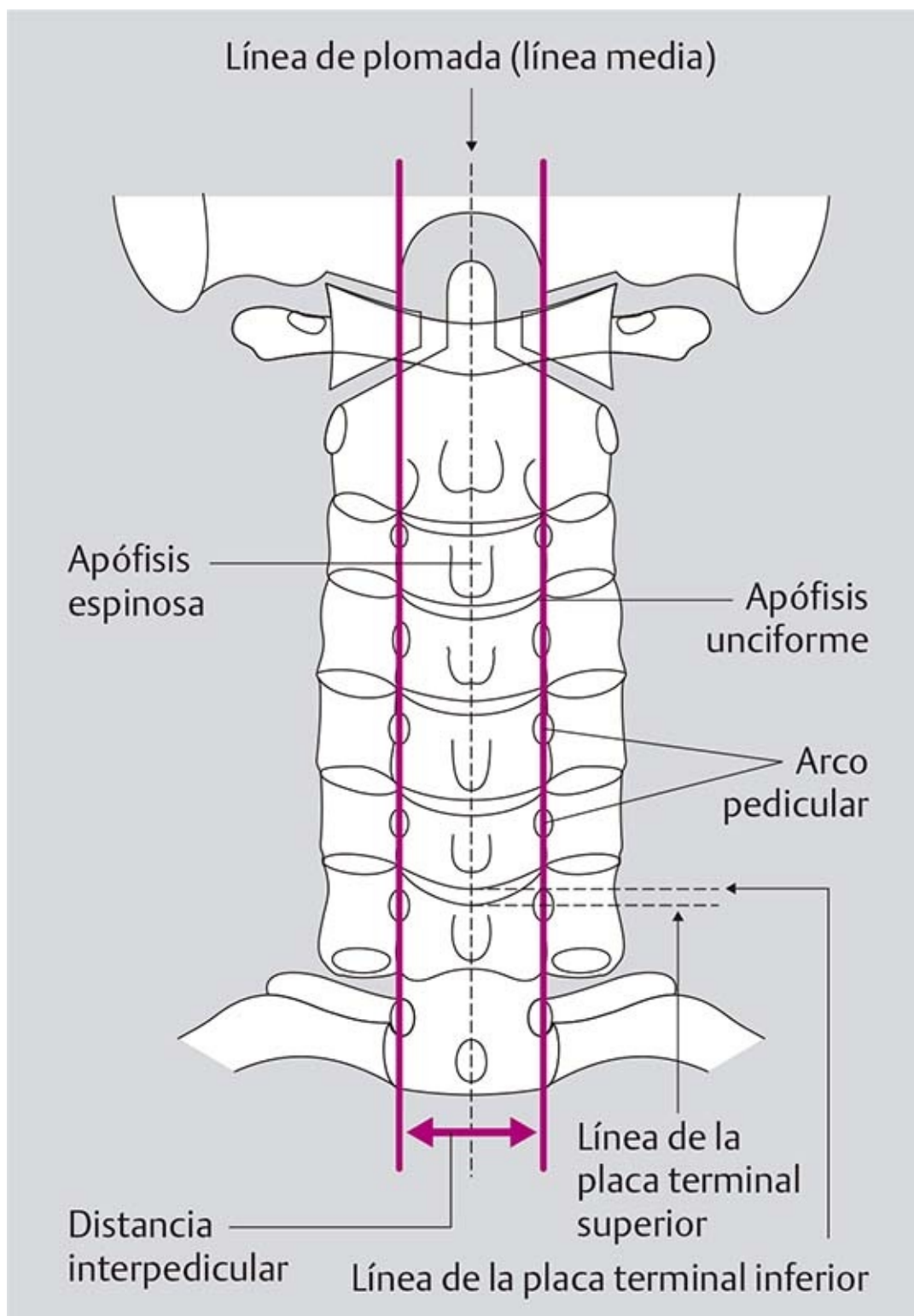


Figura 2-41. Imagen radiográfica: vista anteroposterior de la columna cervical superior.

- El eje del diente y la apófisis espinosa de C2 se encuentran en la línea media, con el atlas en la parte media del agujero magno.
- Los cóndilos occipitales y las masas laterales del atlas se ven verticales, paralelos y simétricos.
- Las apófisis transversas de C1 se hallan a la misma distancia del occipucio y tienen la misma longitud.
- Las líneas a través del borde inferior de los cóndilos occipitales (**línea condílea transversal**) y a través de los bordes inferiores de las masas laterales del atlas (**línea transversal del atlas**) discurren paralelas entre sí.
- El intervalo de la superficie articular entre las masas laterales de C1 y C2 es simétrico. El espacio articular tiene la misma anchura en ambos lados.
- La inclinación de las superficies articulares de C1 y C2 es la misma.
- El intervalo atlantodental mide cerca de 3 mm y es simétrico.

#### Vista anteroposterior de la columna cervical inferior (figura 2-42)

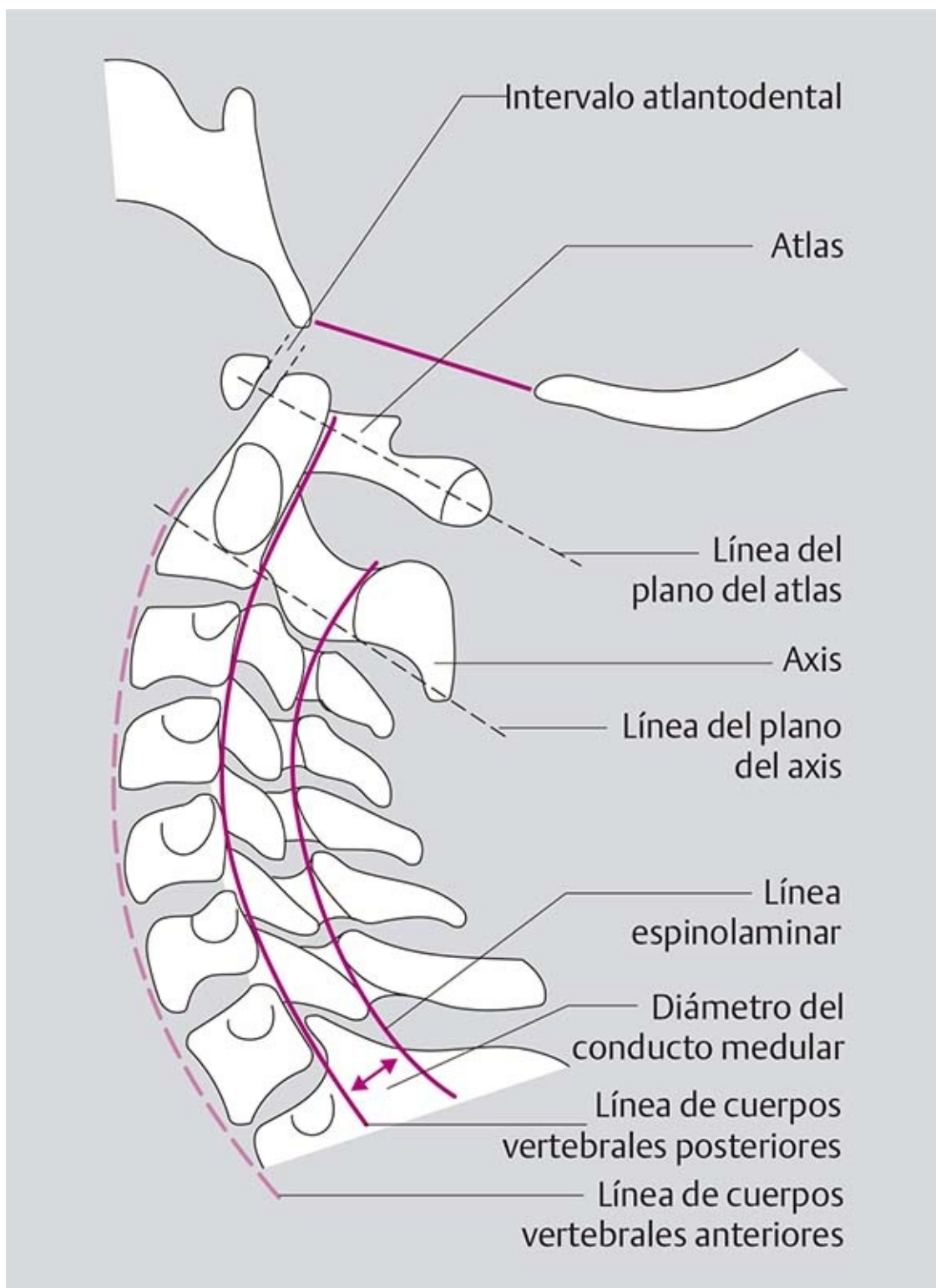


**Figura 2-42.** Imagen radiográfica: vista anteroposterior de la columna cervical inferior.

Lo siguiente es consistente con hallazgos normales:

- Las placas terminales inferior y superior de los cuerpos vertebrales son horizontales y paralelas.
- La altura de los discos disminuye de manera gradual de C2 a C7.
- Las apófisis espinosas son verticales a lo largo de la línea “de plomada” (línea media).
- Los arcos de los pedículos se encuentran directamente uno sobre el otro y a una distancia simétrica de la línea media a ambos lados.
- Las apófisis unciformes del cuerpo vertebral son puntiagudas y bien definidas, sin protrusiones.
- La anchura del conducto medular es de 24 a 33 mm (medición de la distancia interpedicular).

### **Columna cervical, vista lateral (figura 2-43)**



**Figura 2-43.** Imagen radiográfica: columna cervical, vista lateral.

- Las líneas paralelas en un arco armónico se forman con:
- La línea anterior del cuerpo vertebral.
- La línea posterior del cuerpo vertebral.
- La línea espinolaminar
- La línea vertebral posterior y la línea espinolaminar forman los bordes del conducto medular. El diámetro es de 16 a 18 mm.
- La línea horizontal a través del centro del atlas (la línea del plano del atlas) y la línea proyectada del borde inferior del pedículo del arco vertebral al borde inferior del final del arco del axis (la línea del plano del axis) son paralelas en la posición natural.
- Pueden verse todas las articulaciones intervertebrales

- El intervalo atlantodental mide de forma aproximada 3 mm. Las superficies articulares son paralelas.

### Consejo práctico

Para la aplicación precisa de movilización con terapia manual y técnicas de manipulación es conveniente conocer todo cambio de la posición articular e identificar cualquier posible contraindicación. Esta información sólo puede obtenerse de una imagen radiográfica. Si se sospecha inestabilidad, deben obtenerse y evaluarse imágenes funcionales.

## 2.3.2 Columna cervical superior

### Atlas (figura 2-44)

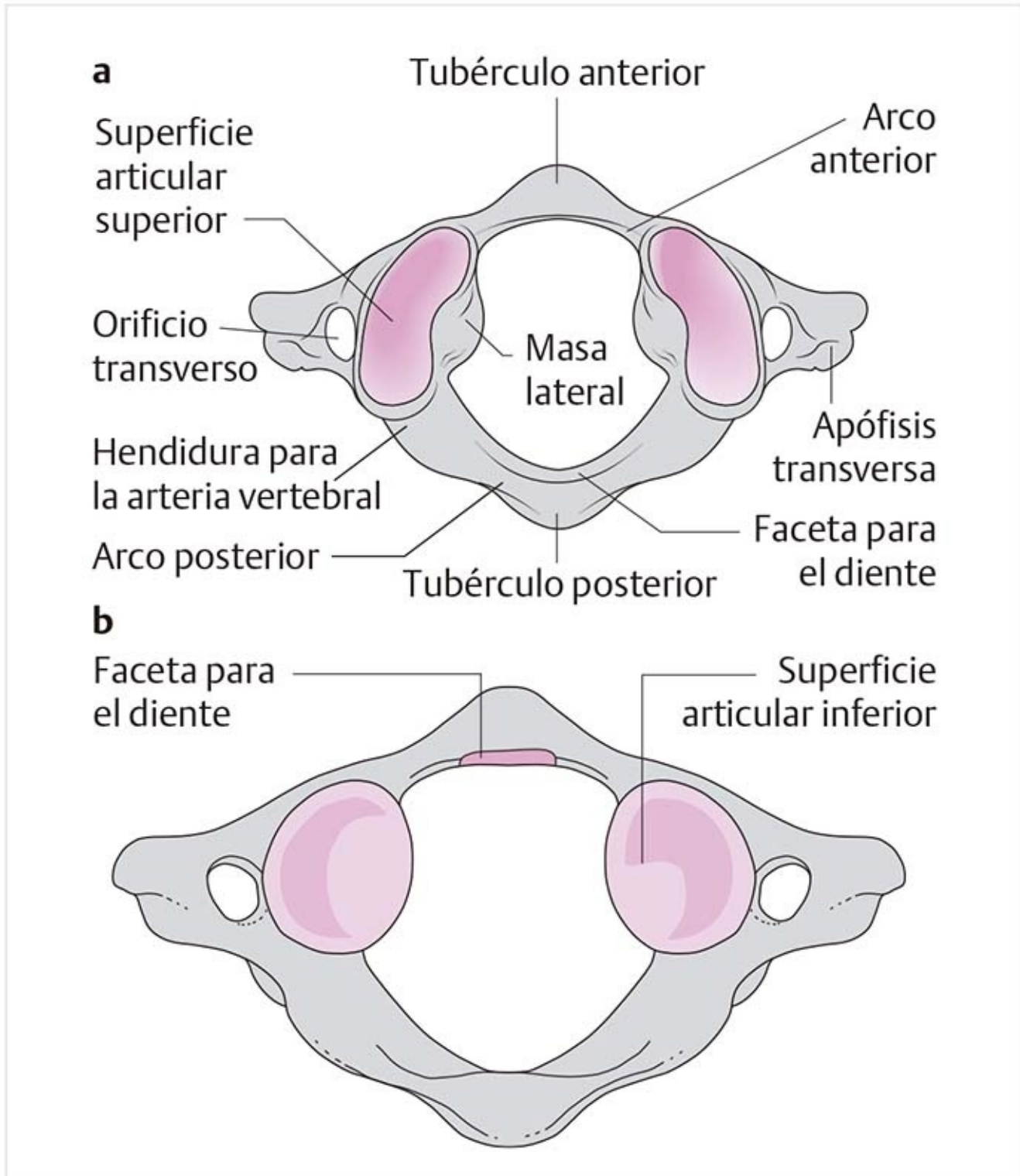


Figura 2-44. Atlas. (a) Vista superior. (b) Vista inferior.

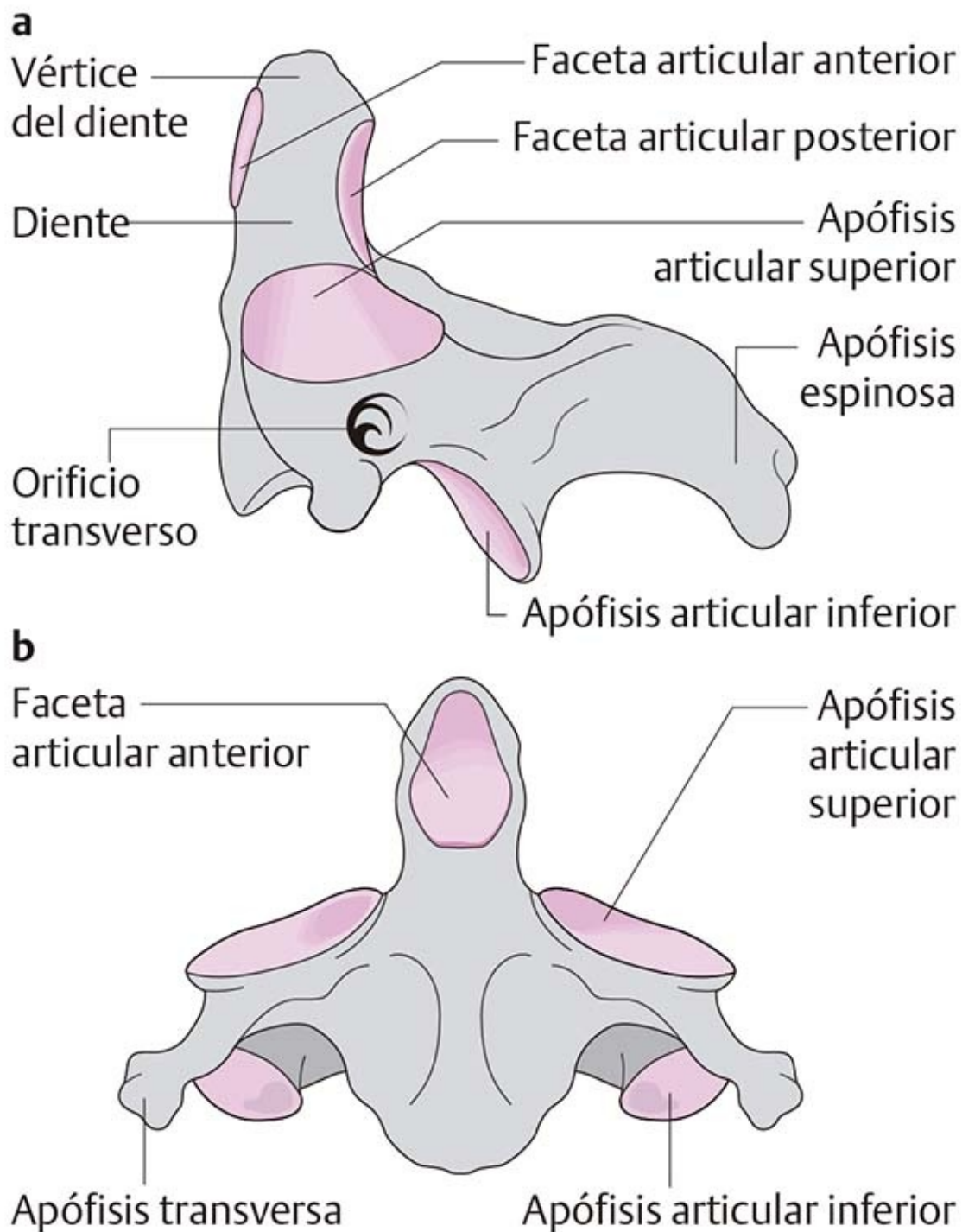
- No tiene cuerpo vertebral.
- Las partes laterales (**masas laterales**) se conectan en la parte anterior por el arco anterior y en la

posterior por el arco posterior.

- El **arco anterior** tiene un tubérculo anterior.
- El **arco posterior** posee un tubérculo posterior, un rudimento de apófisis espinosa. En la parte superior existe una **hendidura para la arteria vertebral** cerca del punto de ramificación del arco anterior. Aquí, la arteria vertebral se desvía en sentido posterior fuera del **agujero transverso** y continúa hacia arriba, en dirección del agujero magno.
- Superficies articulares:
  - En el lado superior: las **superficies articulares superiores del atlas** para la conexión con el occipucio.
  - En el lado inferior: las **superficies articulares inferiores del atlas** para la conexión con el axis.
  - Interna: una **faceta para el diente** para la conexión con el diente.

**Axis (figura 2-45)**





**Figura 2-45.** Axis. (a) Vista sagital. (b) Vista frontal.

- Una apófisis con forma dental, el **diente del axis**, surge del cuerpo vertebral. Su punta, el **vértice del diente**, es roma.
- La apófisis espinosa es sustancial y es posible que se divida en dos cúspides.
- El axis tiene una apófisis transversa corta, orientada en dirección inferolateral, con un **agujero transverso** para la arteria vertebral.
- Superficies articulares:
  - Superficie anterior del diente: una **faceta articular anterior** para el atlas.
  - Superficie posterior del diente: una **faceta articular posterior** para la conexión con el ligamento transverso del atlas.
  - La **faceta articular superior** del axis y la superficie articular inferior del atlas forman la conexión

articular con la masa lateral del atlas.

- La **apófisis articular inferior** se articula con la faceta articular superior de C3.

## Articulación atlantooccipital (figuras 2-46 y 2-47)

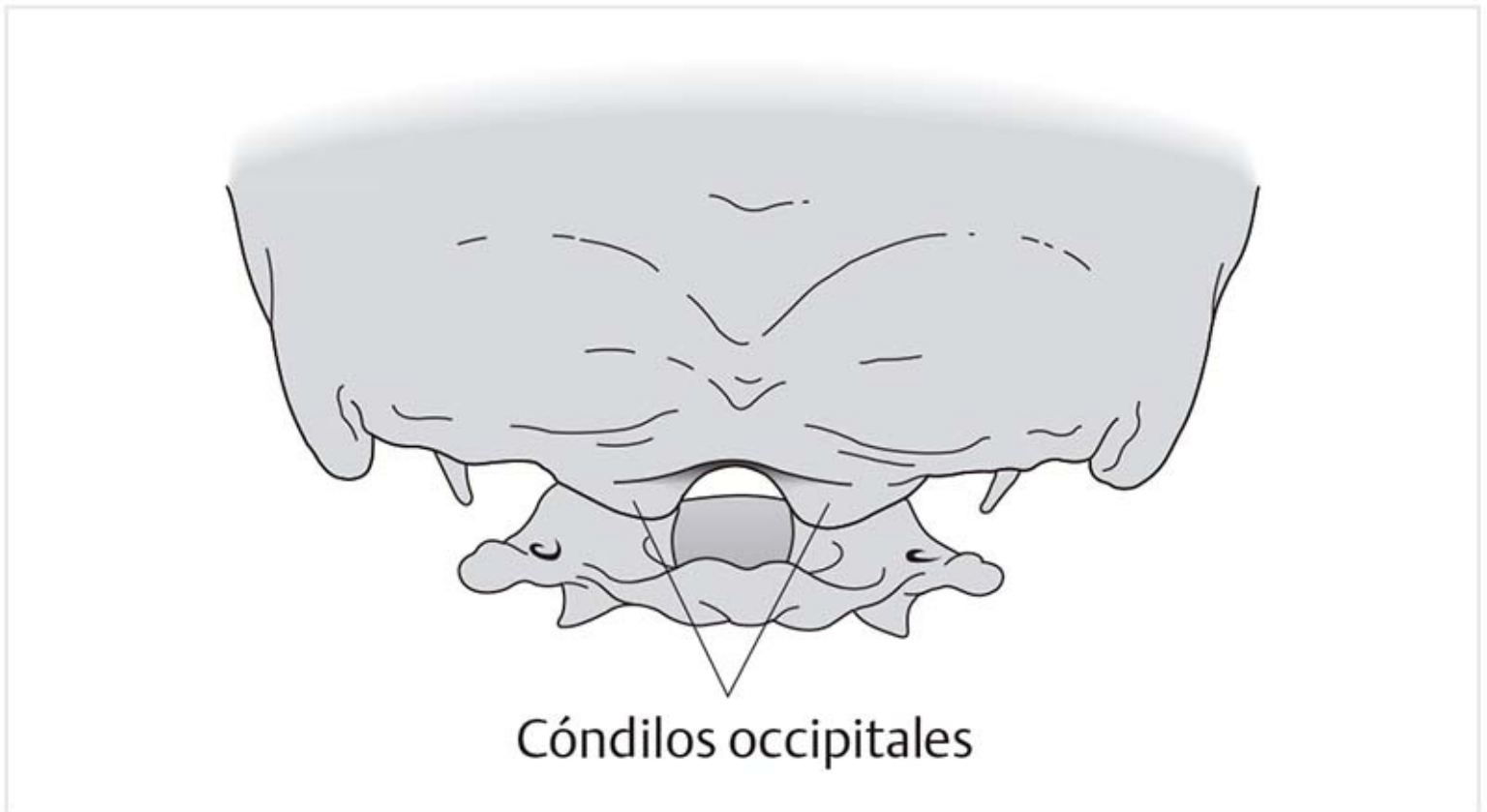


Figura 2-46. Articulación atlantooccipital.

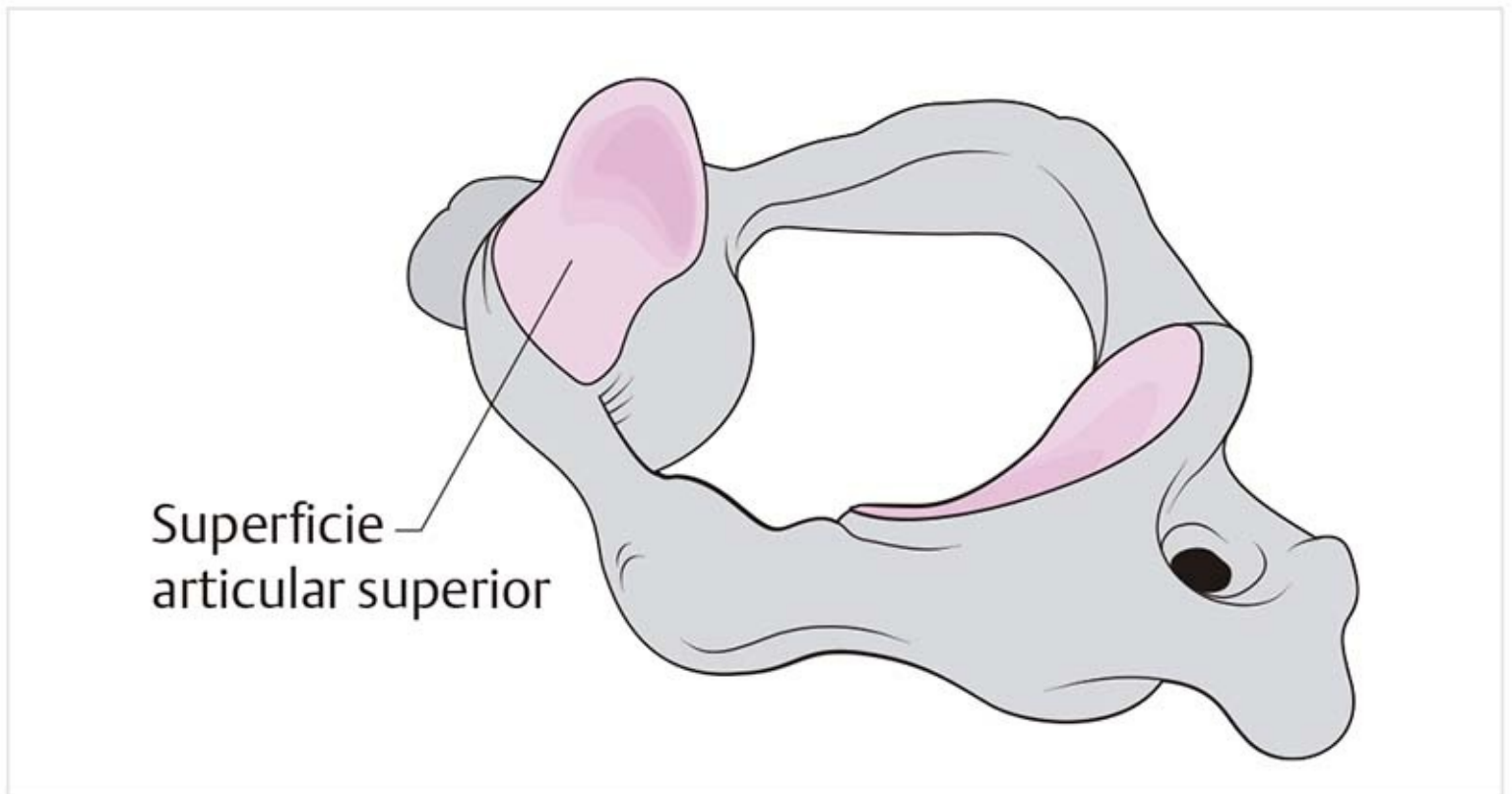


Figura 2-47. Superficies articulares superiores del atlas.

- Los **cóndilos occipitales** del occipucio en el borde del orificio son alargados, ovalados y convexos. Los ejes articulares forman un ángulo de unos  $120^\circ$  entre sí.
- Las **superficies articulares superiores del atlas** son ovaladas y cóncavas. El eje longitudinal se orienta

en dirección anteromedial.

- La cápsula articular es relativamente ancha y está reforzada a los lados por el ligamento atlantooccipital lateral.

### Articulación atlantoaxoidea mediana (figura 2-48)

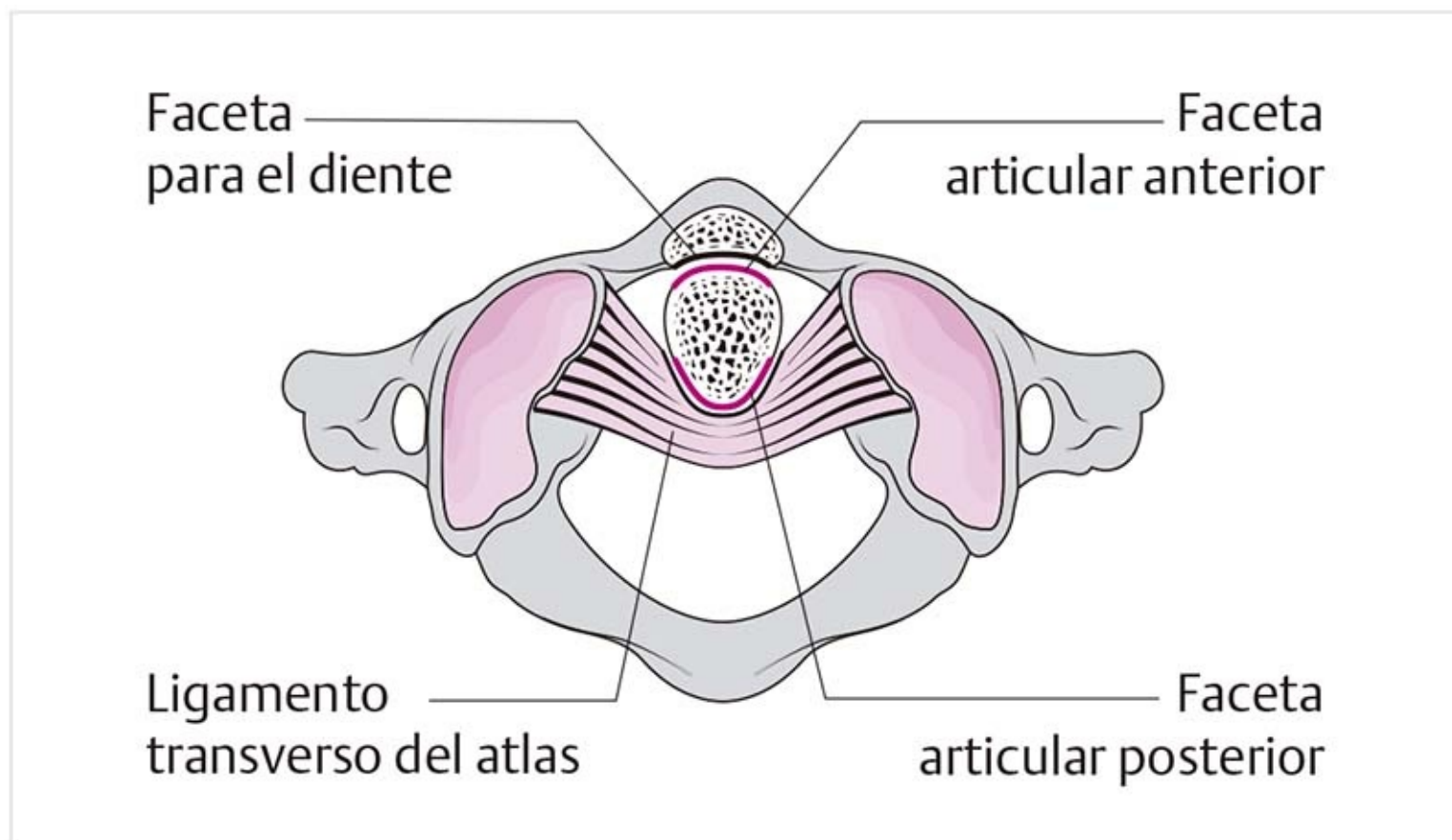


Figura 2-48. Articulación atlantoaxoidea mediana.

Parte anterior:

- La **faceta articular anterior** en el diente tiene forma ovalada y es convexa.
- La **faceta del diente** en el arco anterior del atlas es un poco cóncava.

Parte posterior:

- La **faceta articular posterior** del diente tiene forma semejante a una silla de montar.
- El **ligamento transverso del atlas** posee condrocitos depositados en el área de la conexión articular. El ligamento surge de las superficies mediales de las masas laterales del atlas. La cavidad articular se cierra por el depósito de tejido adiposo y conectivo.

### Articulación atlantoaxoidea lateral (figura 2-49)

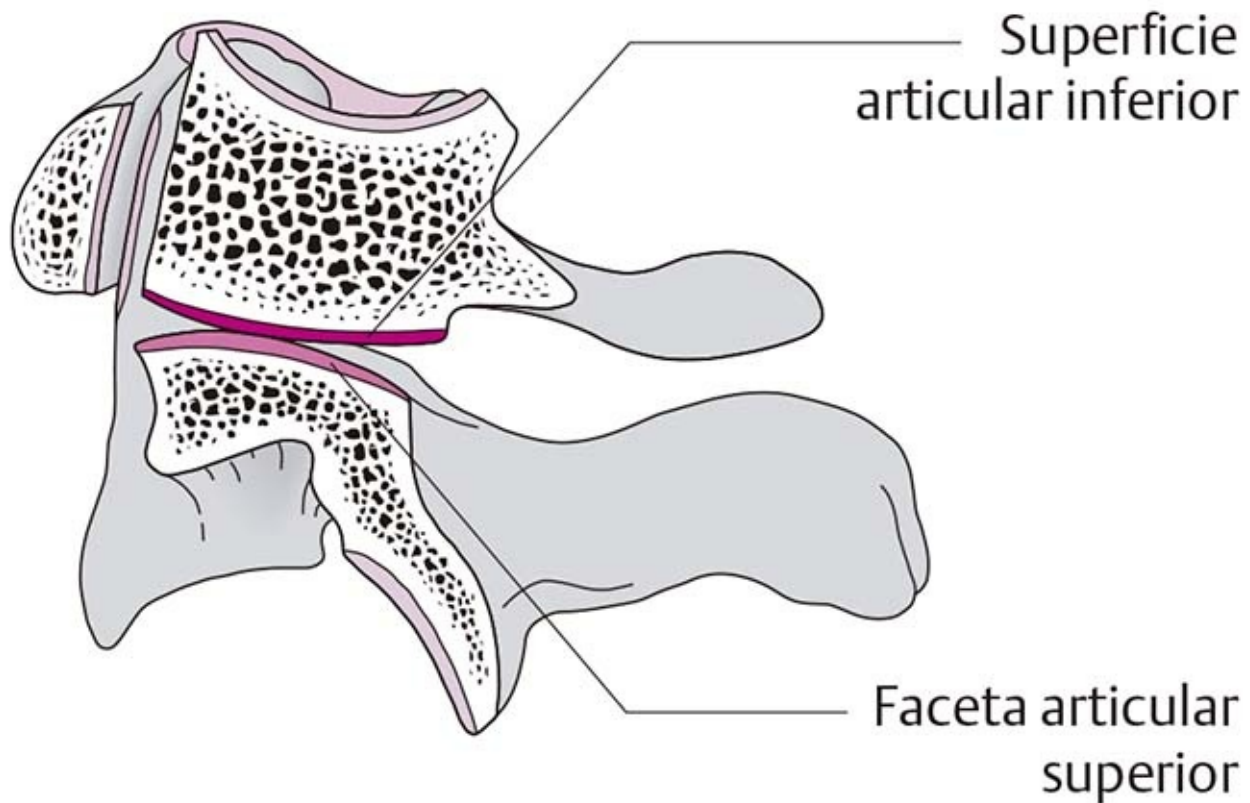


Figura 2-49. Articulación atlantoaxoidea lateral.

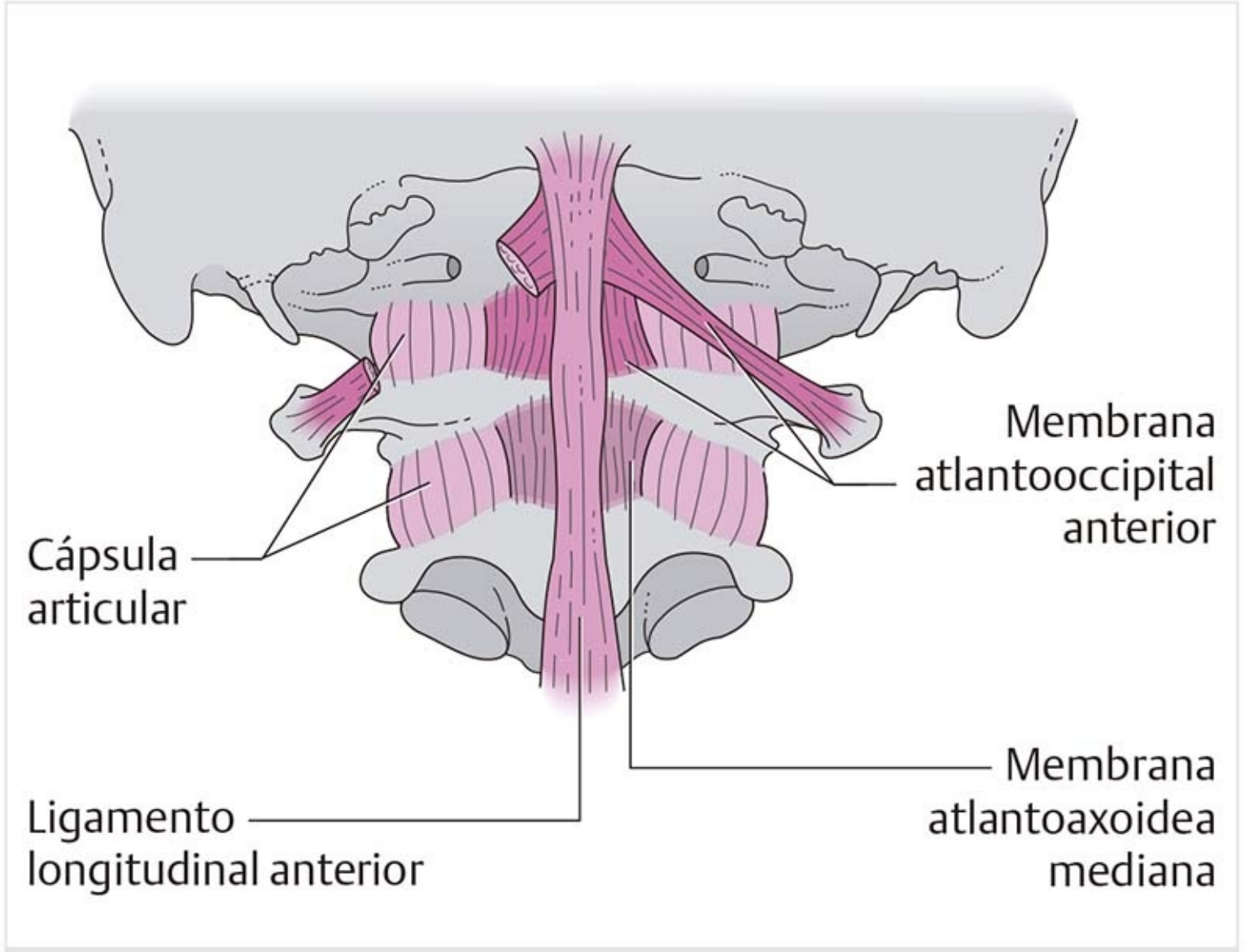
La **superficie articular inferior** del atlas puede ser un poco convexa o plana.

La **faceta articular superior** del axis está inclinada en dirección posterolateral y es convexa. Las superficies articulares son incongruentes en cierta medida. La cápsula es ancha y floja, con pliegues sinoviales que se proyectan al espacio articular, sobre todo en sentido anterior y posterior. La membrana tectorial refuerza la cápsula en su parte medial y posterior.

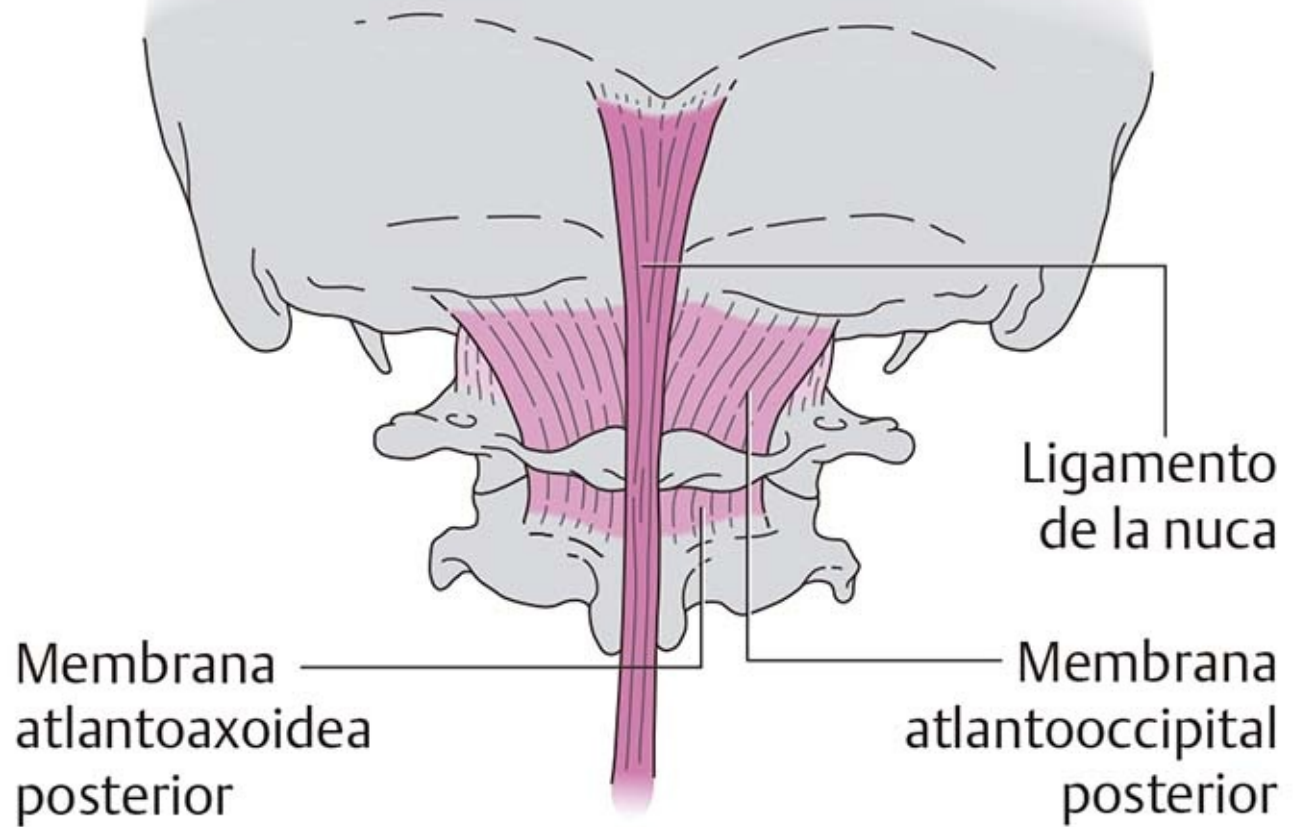
#### Patología

Las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxoidea tienen abundantes propioceptores. De esta manera, hay una conexión con los núcleos vestibulares y la formación reticular. Los propioceptores participan en la orientación en el espacio y en el equilibrio. También influyen en los reflejos tónicos del cuello. Un trastorno funcional en estas articulaciones puede alterar los impulsos aferentes y ocasionar mareo; asimismo, puede ser la causa de alteraciones de la coordinación y el desarrollo motor tardío en la infancia temprana.

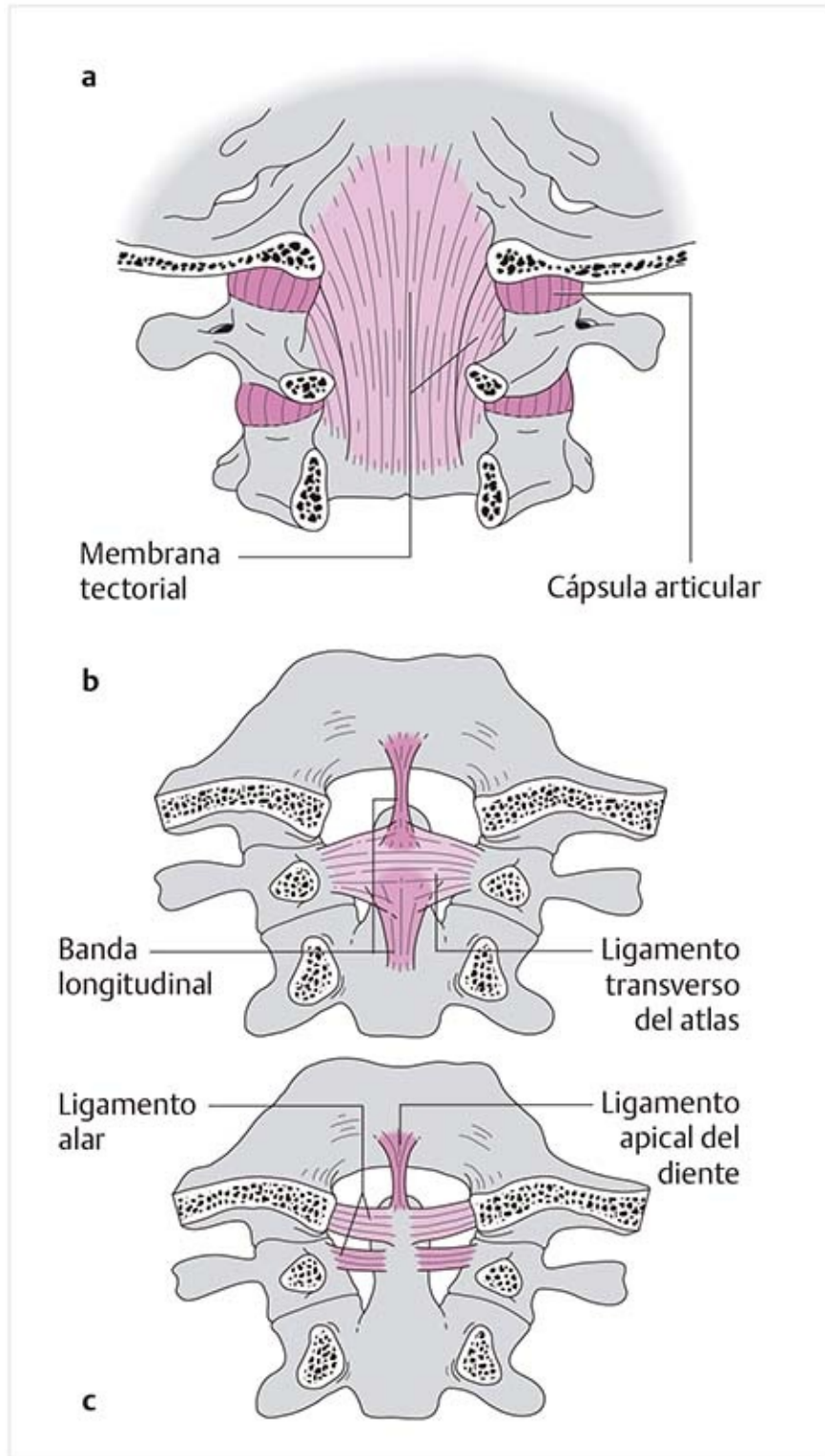
### Ligamentos de la columna cervical superior (figuras 2-50 a 2-53)



**Figura 2-50.** Ligamentos anteriores de la columna cervical superior.



**Figura 2-51.** Ligamentos posteriores de la columna cervical superior.



**Figura 2-52.** Ligamentos posteriores de la columna cervical superior después de retirar los arcos vertebrales. **(a)** Capa superficial. **(b)** Capa media. **(c)** Capa profunda.

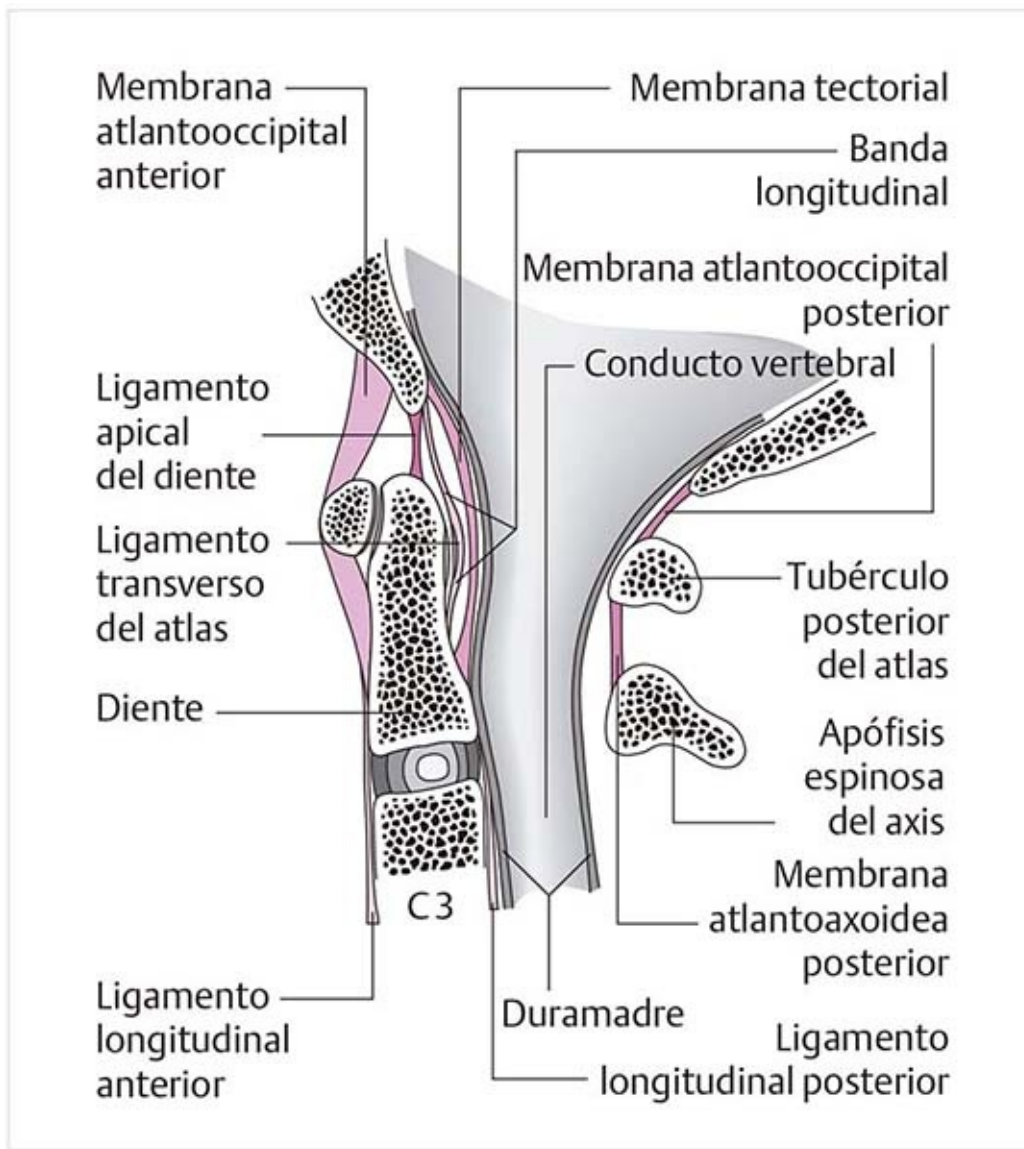


Figura 2-53. Ligamentos de la columna cervical: vista sagital.

## Ligamentos anteriores (figura 2-50)

### ***Membrana atlantooccipital anterior***

Se extiende del arco anterior del atlas al borde inferior del occipucio y, con un haz de fibras largas, hasta la apófisis transversa del atlas. La membrana consiste en una capa profunda situada directamente sobre la cápsula de la articulación atlantooccipital, y una capa superficial que corresponde al ligamento longitudinal anterior.

### ***Ligamento atlantoaxoideo anterior***

Conecta el atlas y el axis en la parte anterior. Tiene bandas laterales que refuerzan la cápsula articular.

## Ligamentos posteriores (figura 2-51)

### ***Ligamento nucal***

El ligamento nucal discurre de la protuberancia occipital externa a C7. Por debajo de C7 se convierte en el ligamento supraespinoso. Se fija a las puntas de las apófisis espinosas y se une con los ligamentos interespinosos.

### ***Membrana atlantooccipital posterior***

Se proyecta desde el arco posterior del atlas hasta el borde posterior del agujero magno. La arteria y



vena vertebrales y el nervio suboccipital atraviesan la membrana un poco por arriba de su origen. En la parte anterior se une con la duramadre.

## Patología

Los cambios de la tensión en esta membrana pueden afectar a la arteria y el nervio.

### ***Membrana atlantoaxoidea posterior***

Se extiende entre el arco posterior del atlas y el axis.

► Capa superficial después del retiro de los arcos vertebrales (figura 2-52a)

### ***Membrana tectorial***

Discurre desde el clivus hasta el cuerpo vertebral del axis y los márgenes del conducto vertebral en la parte posterior.

### ***Ligamento longitudinal posterior***

En las áreas de C0-C3 se combina con la membrana tectorial.

► Capa media (figura 2-52b)

### ***Ligamento cruzado del atlas***

Consiste en dos partes:

- Parte transversal (**ligamento transverso del atlas**) . Se origina en la cara interna de las masas laterales y forma la parte principal del ligamento cruzado. El ligamento se ensancha en su parte intermedia. En esta parte se incrustan condrocitos, por lo que se forma una capa delgada de cartílago que crea una superficie articular para el diente.
- Una parte longitudinal más débil (**bandas longitudinales**) . Se extiende desde el cuerpo del axis hasta el borde del agujero magno.

► Capa profunda (figura 2-52c)

### ***Ligamento apical del diente***

Se extiende desde la punta del diente hasta el borde anterior medio del agujero magno.

### ***Ligamentos alares***

- Se proyectan de la superficie posterolateral de la punta del diente hasta el borde anteromedial de los cóndilos occipitales.
- Los ligamentos derecho e izquierdo crean un ángulo de 150 a 170° entre sí.
- Las fibras inferiores se insertan en la masa lateral del atlas.

### **Funciones de los ligamentos**

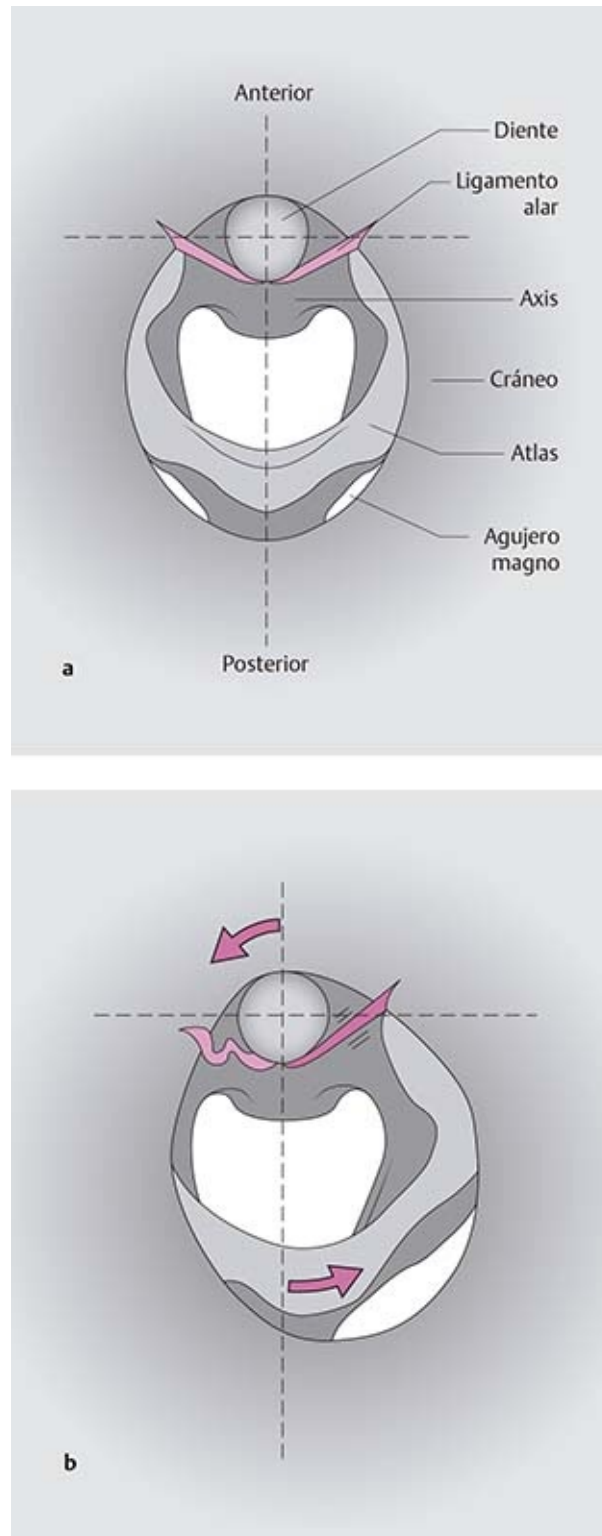
Sus funciones principales son frenar y sostener:

- La **inhibición de la flexión** depende de los ligamentos posteriores que tienen un curso longitudinal. El ligamento de la nuca, el ligamento longitudinal posterior, la membrana tectorial, la membrana atlantooccipital posterior, la membrana atlantoaxoidea posterior y las bandas longitudinales tienen un efecto de freno de la flexión.
- La **inhibición de la extensión** depende de las estructuras anteriores: la membrana atlantoaxoidea mediana, la membrana atlantooccipital anterior y el ligamento longitudinal anterior.
- La **inhibición de la rotación** se debe a las partes contralaterales de la membrana atlantooccipital

posterior, la membrana tectoria y los ligamentos alares.

El **ligamento transversal del atlas** estabiliza el diente dentro del anillo osteoligamentoso, pero es deformable, algo necesario para los movimientos como la inclinación de la cabeza. También protege la médula espinal del diente.

### **Ligamentos alares (figura 2-54)**



**Figura 2-54.** Curso de los ligamentos alares. **(a)** En posición neutral. **(b)** Durante la rotación a la izquierda. (Vista superior a través del agujero magno.)

- En la posición neutra, algunas partes de las fibras se tensan y otras se relajan.
- Estos ligamentos limitan la flexión y la rotación axial entre C0 y C2. Durante la rotación a la izquierda, el ligamento derecho se tensa porque su inserción en el cóndilo occipital anteromedial derecho y en la masa lateral del atlas se desplaza de la inserción del diente.

- Con la rotación máxima a la izquierda, el ligamento izquierdo rodea al diente y también queda tenso.

## Patología

La composición de las fibras de los ligamentos varía según sean sus demandas funcionales. El ligamento transversal del atlas y los ligamentos alares contienen un alto porcentaje de fibras firmes con escasa flexibilidad. Por ejemplo, en una lesión en latigazo, el estrés rotacional extremo momentáneo combinado con la flexión o extensión puede estirar demasiado y desgarrar los ligamentos. En esta situación, los ligamentos alares, con una fuerza tensil de 220 N, son menos durables que el ligamento transversal, que tiene una de 350 N.

Los ligamentos con mayor porcentaje de fibras elásticas, como las membranas tectorial y atlantooccipital, son muy flexibles y resistentes.

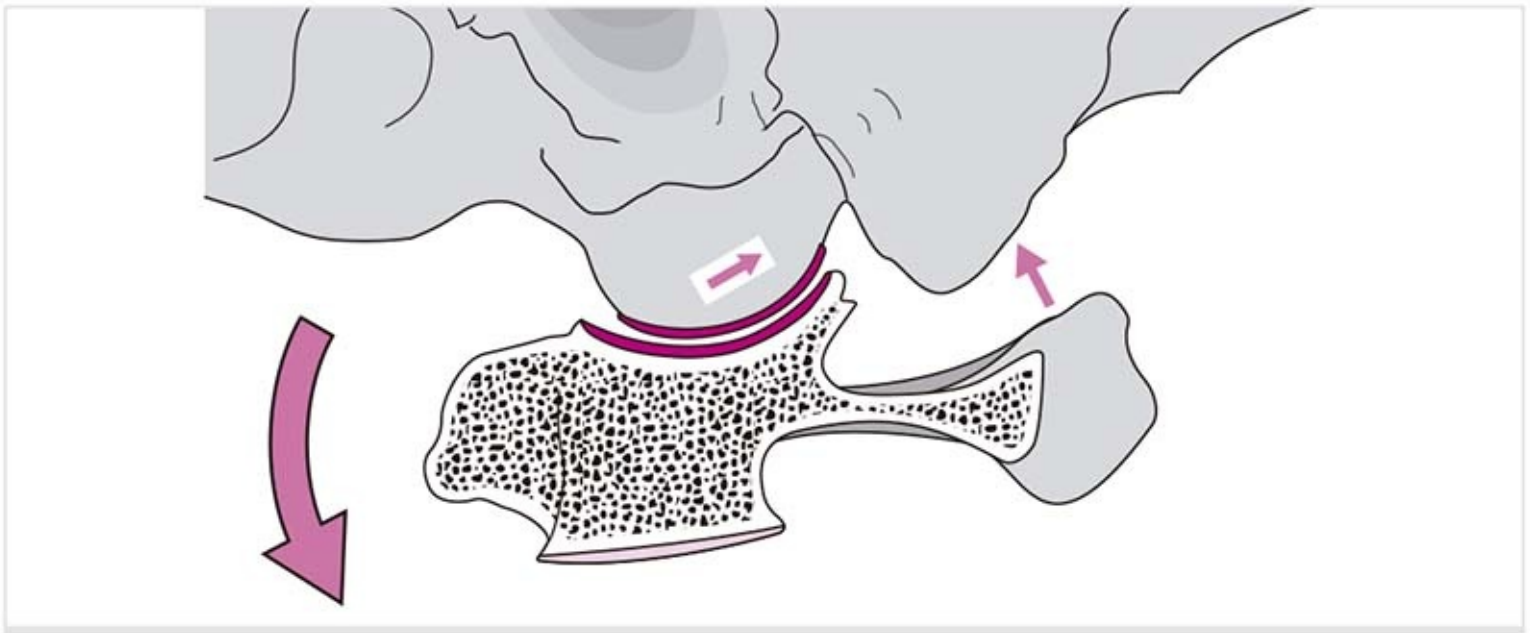
## Consejo práctico

Dado que los ligamentos de las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxoidea estabilizan sobre todo a las articulaciones entre C1 y C2, deben examinarse para determinar su estabilidad antes de aplicar un tratamiento de movilización.

## Movimientos en la columna cervical superior

Las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxoidea forman una unidad funcional.

### Flexión (inclinación) C0/C1 (figura 2-55)

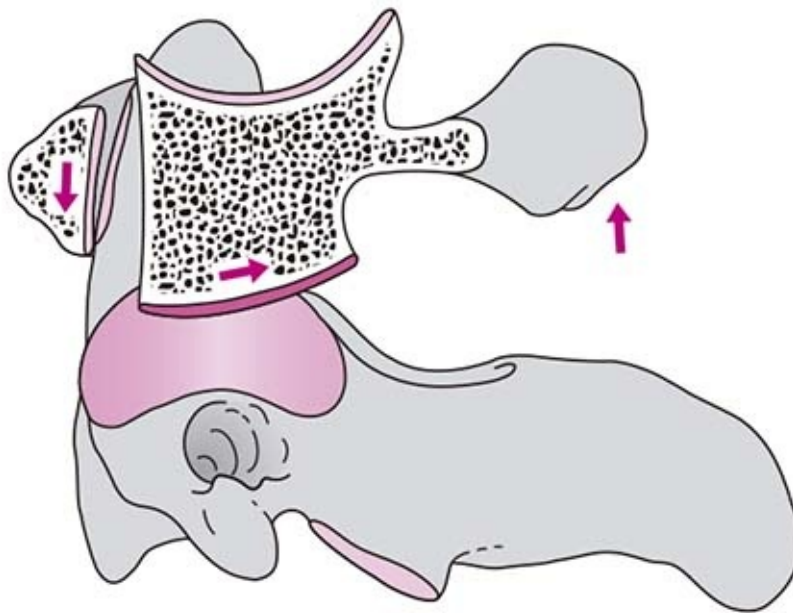


**Figura 2-55.** Flexión de la articulación atlantooccipital.

Los cóndilos occipitales se deslizan en dirección posterior sobre las superficies articulares superiores del atlas.

El espacio entre el occipucio y el arco posterior del atlas se amplía.

### C1/C2 (figura 2-56)

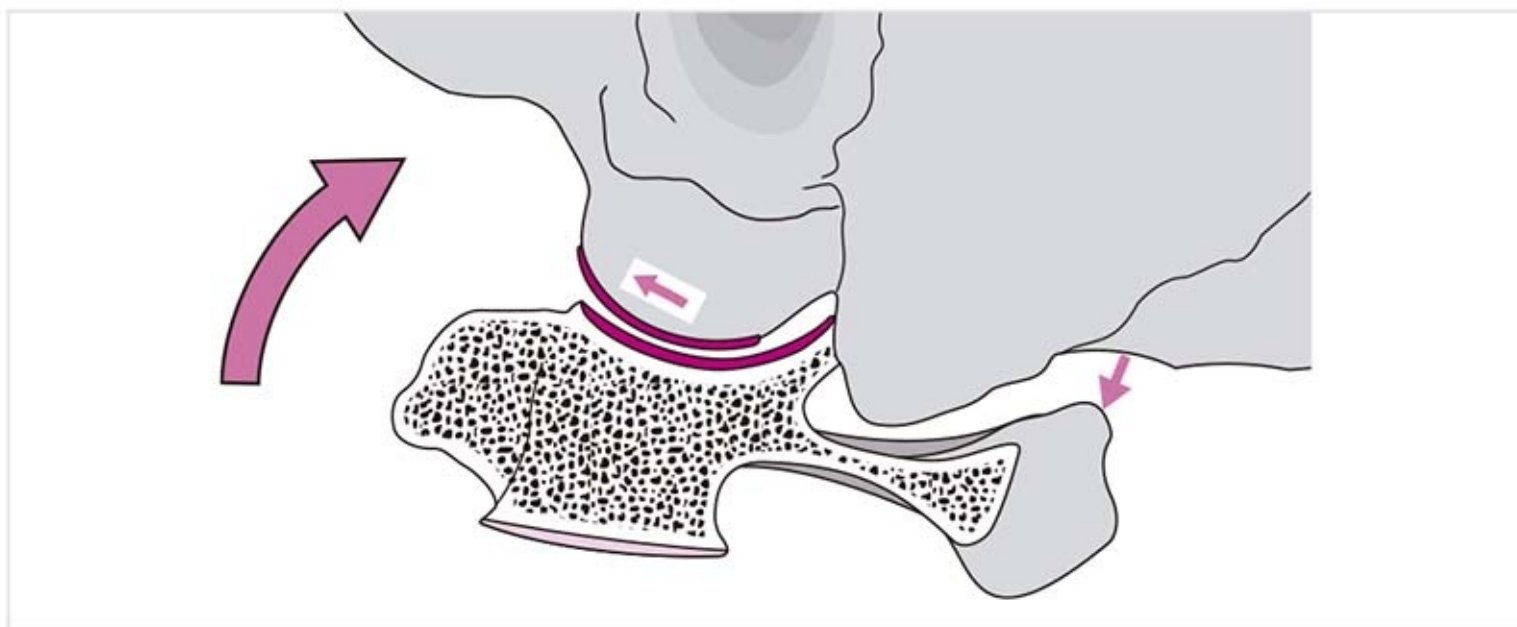


**Figura 2-56.** Flexión de la articulación atlantoaxoidea.

- La superficie articular inferior del atlas se desliza en sentido posterosuperior.
- La faceta del diente se desliza hacia abajo. El límite a este movimiento lo establece el espacio estrecho entre el diente y el arco anterior. Como resultado, el arco anterior se mueve más hacia delante respecto del diente y en el extremo del movimiento se crea un espacio en la parte superior de la articulación. Al mismo tiempo existe compresión en la parte inferior.
- El espacio entre el arco posterior del atlas y la apófisis espinosa de C2 se amplía.

El movimiento se limita por la tensión en las partes posteriores de la cápsula, la membrana tectorial, las bandas longitudinales y el ligamento nucal, así como los músculos cortos del cuello.

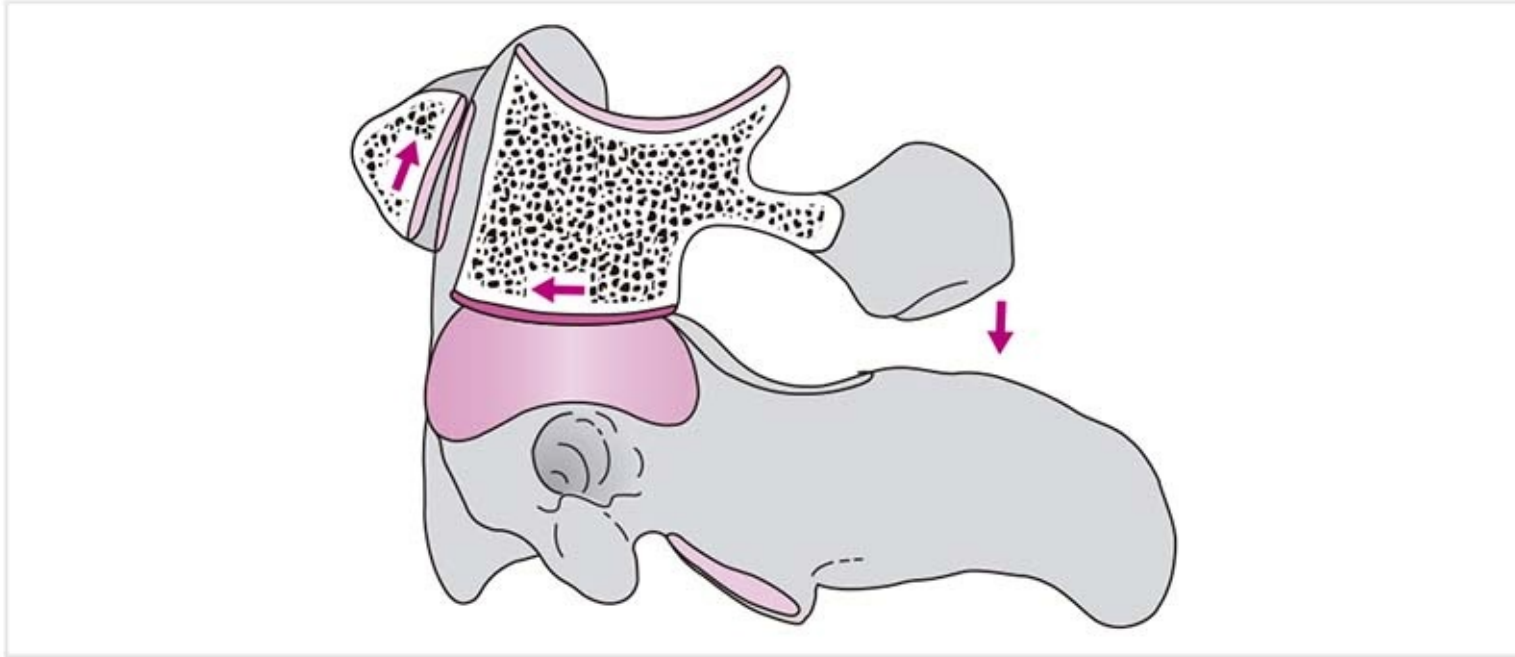
### **Extensión (reclinación) C0/C1 (figura 2-57)**



**Figura 2-57.** Extensión en la articulación atlantooccipital.

- Los cóndilos occipitales se deslizan hacia delante.
- El occipucio se aproxima al arco posterior del atlas.

### **C1/C2 (figura 2-58)**



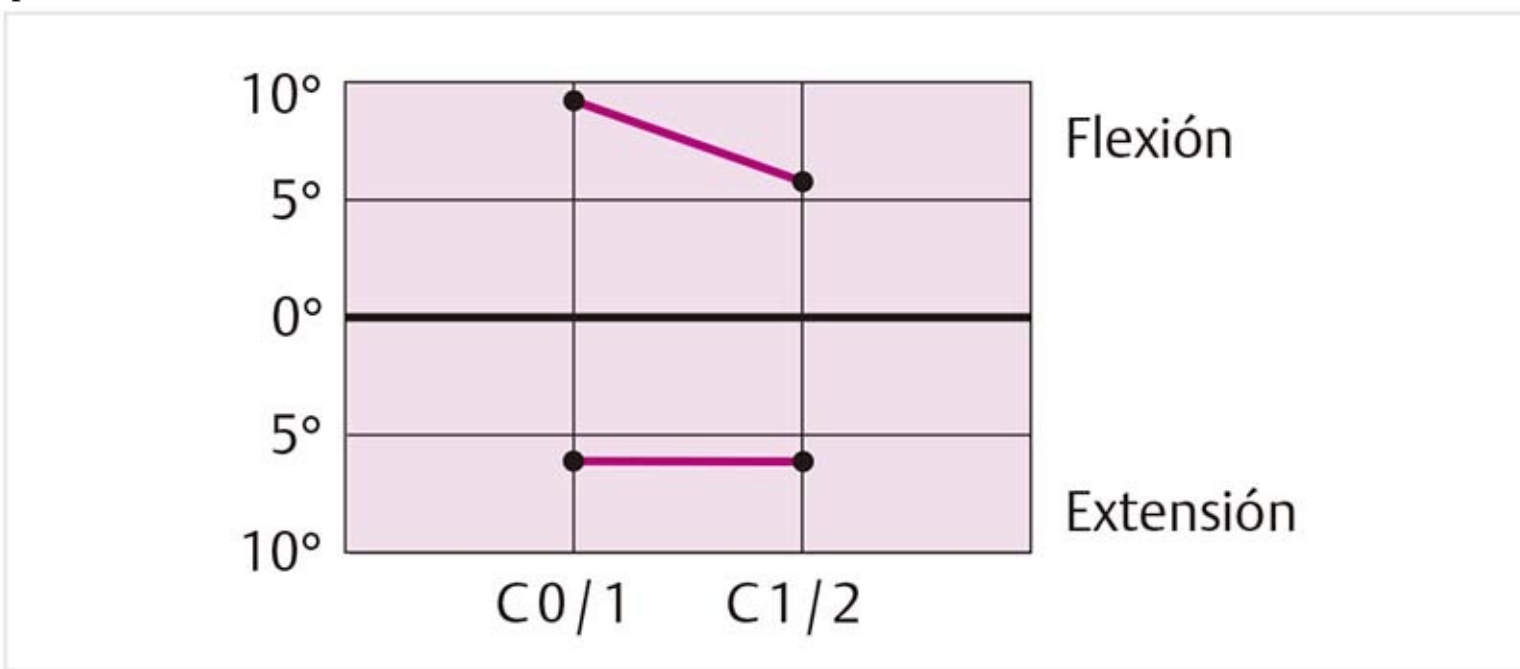
**Figura 2-58.** Extensión en la articulación atlantoaxoidea.

- Las superficies articulares superiores del atlas se deslizan en dirección anterosuperior.
- La faceta para el diente se desliza hacia arriba contra el diente, proceso durante lo cual se produce un pequeño movimiento de inclinación: hacia arriba, la faceta y el diente se aproximan entre sí, pero en la parte inferior se separan.

La inhibición del movimiento depende de la cápsula anterior y las estructuras ligamentosas, como la membrana atlantooccipital anterior y el ligamento longitudinal anterior.

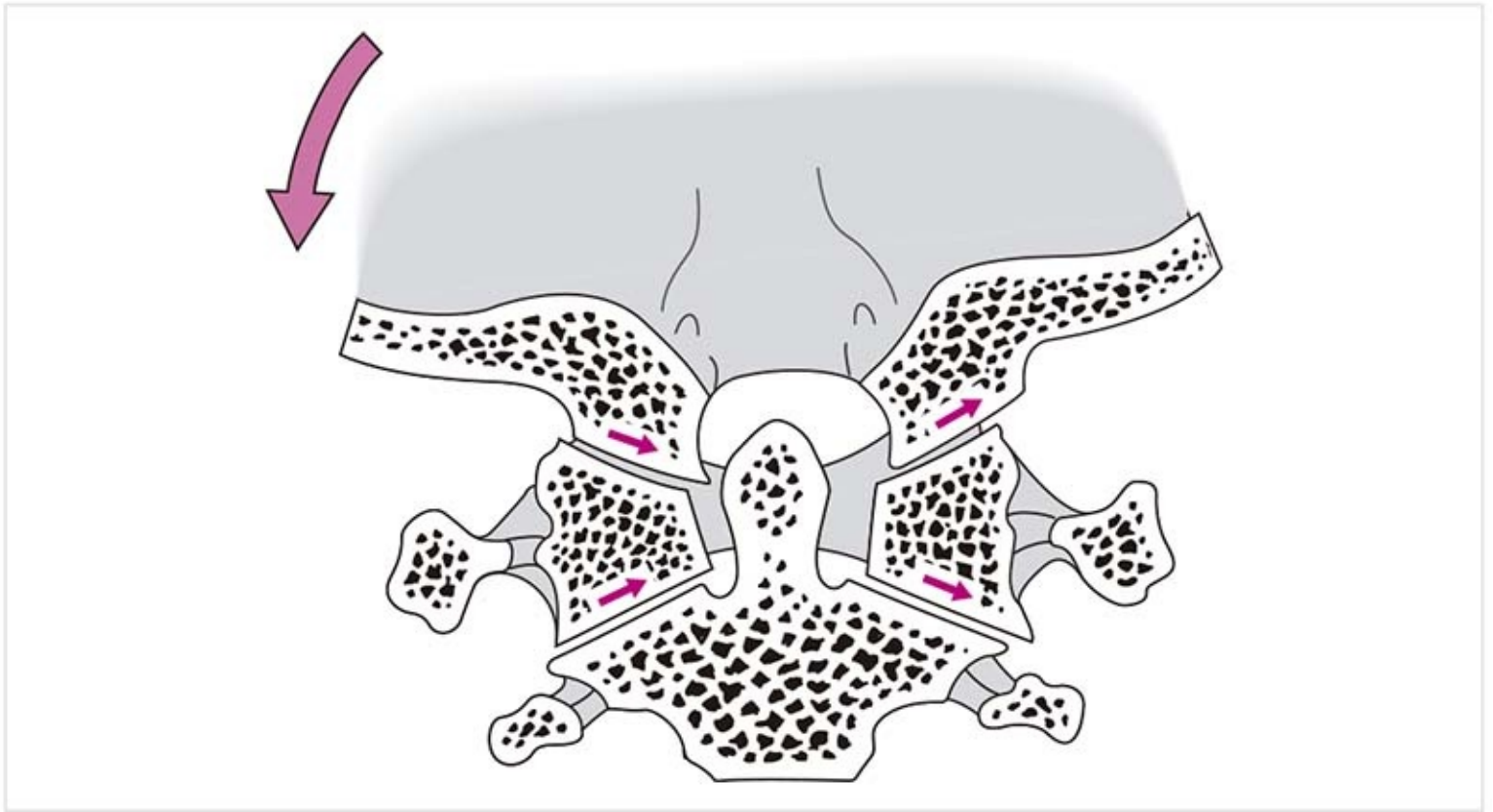
***Amplitud de movimiento (figura 2-59)***

La amplitud de la flexión/extensión es de 30° en total. De ésta, la capacidad para la flexión es mayor respecto de la extensión.



**Figura 2-59.** Diagrama de movimiento: flexión/extensión en la columna

**Flexión lateral C0/C1 (figura 2-60)**



**Figura 2-60.** Flexión lateral de las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxoidea.

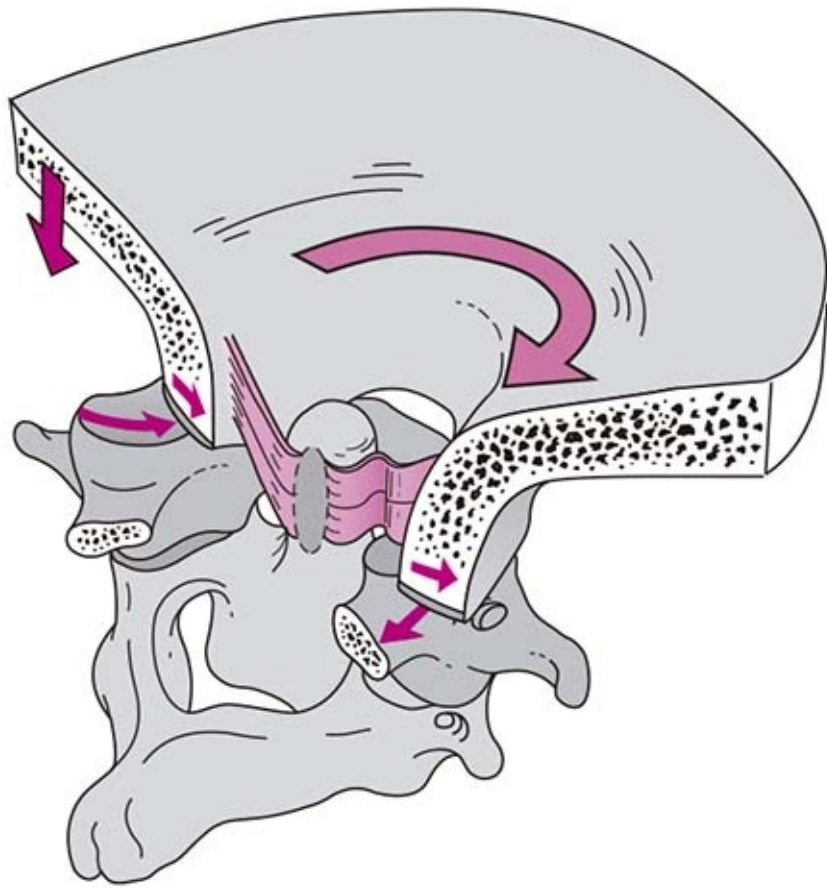
Los cóndilos occipitales pueden deslizarse un poco en sentido medial o lateral.

La **amplitud de movimiento** es de sólo 3 a 5° en cada sentido.

### **C1/C2 (figura 2-60)**

Debido a la interposición del diente en el anillo osteoligamentoso es posible una flexión lateral apenas mensurable. Esto ocurre como un movimiento que acompaña a la rotación.

### **Rotación (C0/C1 (figura 2-61)**



**Figura 2-61.** Rotación combinada con flexión lateral en la articulación atlantooccipital.

- Durante la rotación a la derecha tiene lugar lo siguiente:
- El occipucio gira a la derecha sobre el atlas mientras el cóndilo izquierdo se desliza hacia delante y el derecho hacia atrás.
- El ligamento alar izquierdo se tensa y tira del cóndilo izquierdo hacia el diente; la cabeza se inclina en grado mínimo a la izquierda.

La **amplitud de movimiento** es apenas notable, tan sólo de 5°.

**C1/C2 (figura 2-62)**

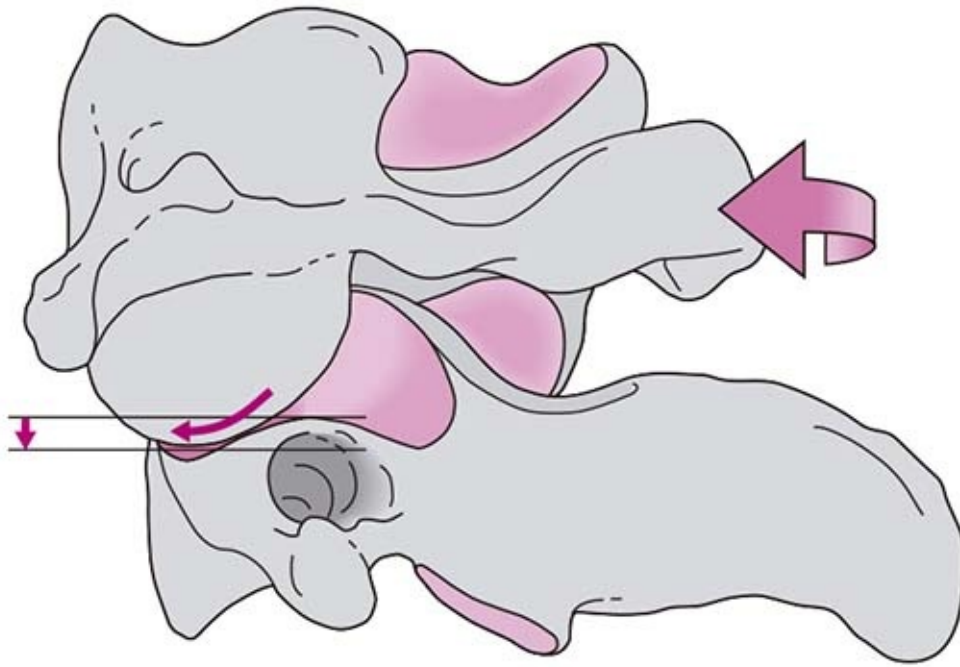


Figura 2-62. Rotación en la articulación atlantoaxoidea.

Durante la rotación a la derecha:

- El anillo osteoligamentoso gira alrededor del diente, que permanece fijo.
- La masa lateral derecha del atlas se desliza hacia atrás y la izquierda hacia delante.
- De los 20° de rotación en adelante, el atlas desciende sobre el axis debido a la superficie articular un poco convexa.

La **amplitud de movimiento** es muy amplia: es posible alcanzar casi 40° en cada sentido, que es casi la mitad de la rotación total de la cabeza (**figura 2-63**).

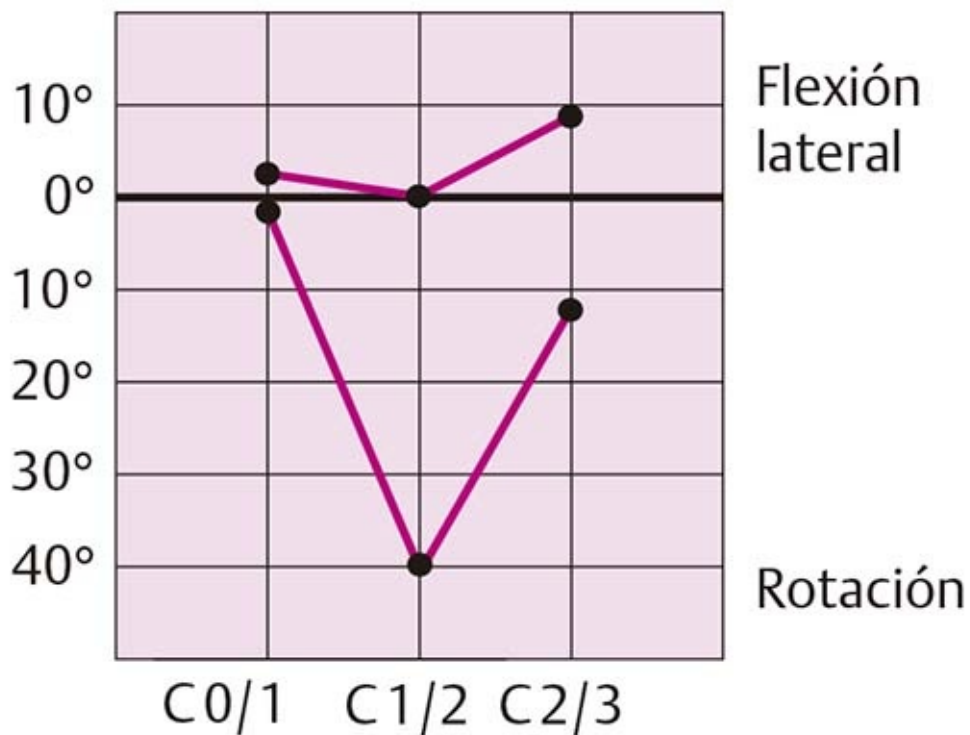


Figura 2-63. Diagrama de movimiento: flexión lateral/rotación en la columna cervical superior.



Para valorar la movilidad de la columna cervical superior, debe impedirse el movimiento de la sección inferior. Esto puede efectuarse mediante palpación o al colocar la columna cervical inferior en flexión máxima y luego establecer la capacidad de la columna cervical superior para girar en esta posición. Para evaluar la reclinación y la inclinación, la columna cervical inferior puede colocarse en rotación máxima.

## 2.3.3 Columna cervical inferior

### Cuerpo vertebral (figura 2-64)

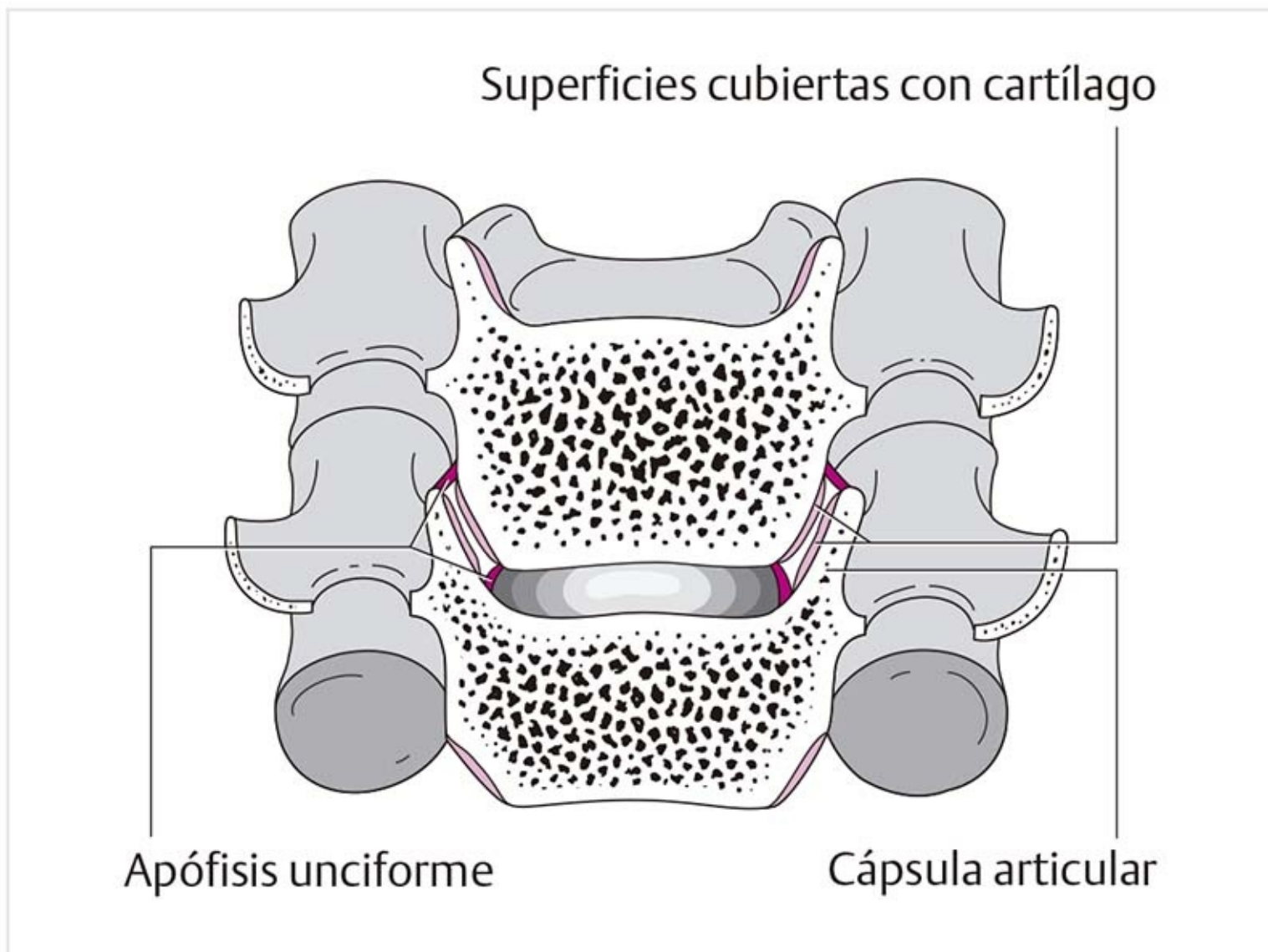


Figura 2-64. Vértebra cervical: vista frontal.

Las **apófisis unciformes del cuerpo vertebral** son proyecciones claras de los bordes laterales de las vértebras orientadas en sentido superior.

### Apófisis unciforme (figura 2-64)

Éstas se articulan con el pequeño margen oblicuo de la siguiente vértebra. Las superficies articulares están cubiertas con cartílago y el tejido conectivo acumulado ahí forma un tipo de cápsula articular.

La arteria vertebral discurre justo al lado de la articulación y el nervio espinal pasa por la región posterolateral. La forma de la apófisis unciforme protege a la arteria y al nervio de los discos herniados que sobresalen hacia ellos.

### Patología

(Figura 2-65)  
La degeneración en el área del disco con la pérdida de altura relacionada lleva a ejercer más presión sobre las apófisis unciformes, que reaccionan con el desarrollo de osteofitos. Éstos pueden estrechar el orificio transverso y con ello la arteria o el orificio intervertebral con el nervio espinal. Este estrechamiento es relativamente frecuente sin aparición de síntomas significativos porque el nervio y la arteria tienen abundante espacio y son flexibles. Los síntomas se presentan cuando los espolones son muy grandes o existen ciertos trastornos morfológicos de los vasos, como los cambios arterioescleróticos.

Osteofito lateral

Arteria vertebral

Osteofito posterolateral

Apófisis unciforme

Nervio espinal

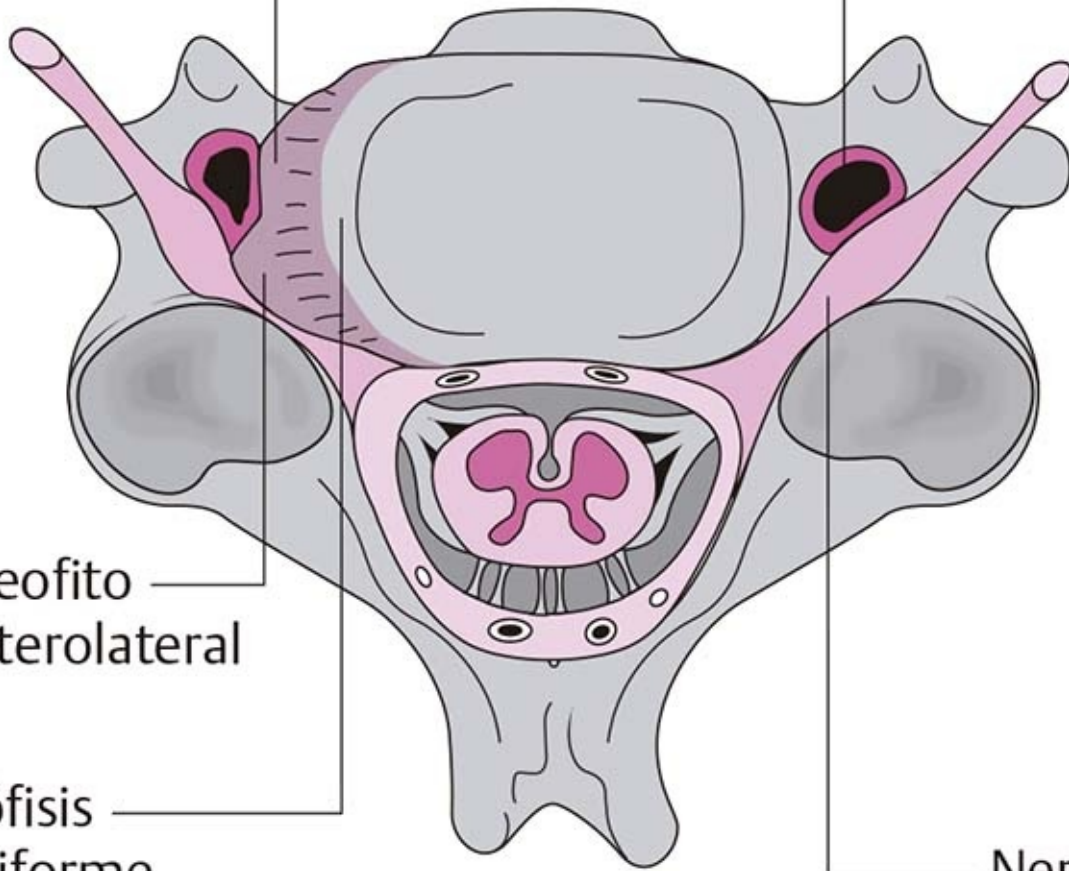
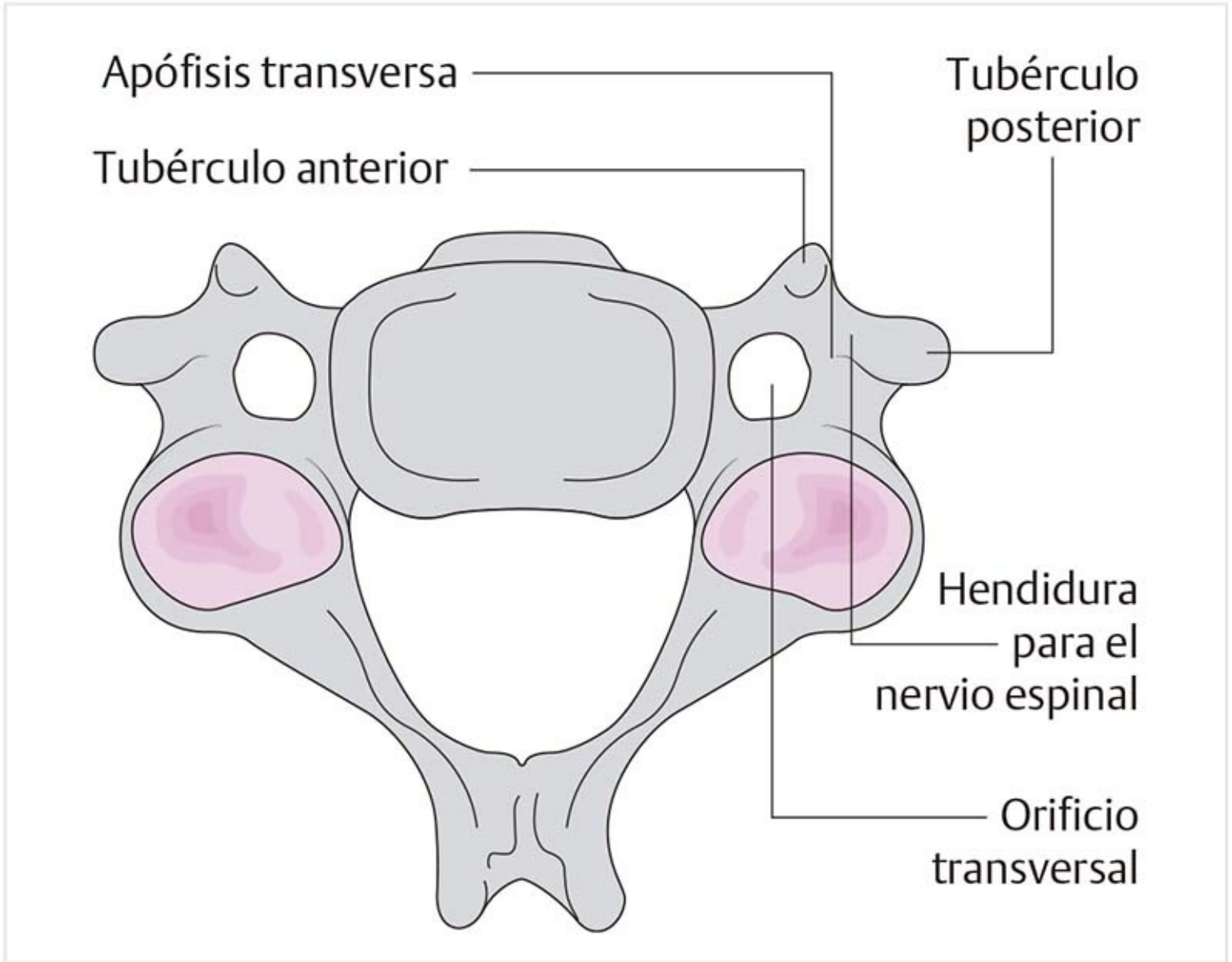


Figura 2-65. Formación de osteofitos en la apófisis unciforme.

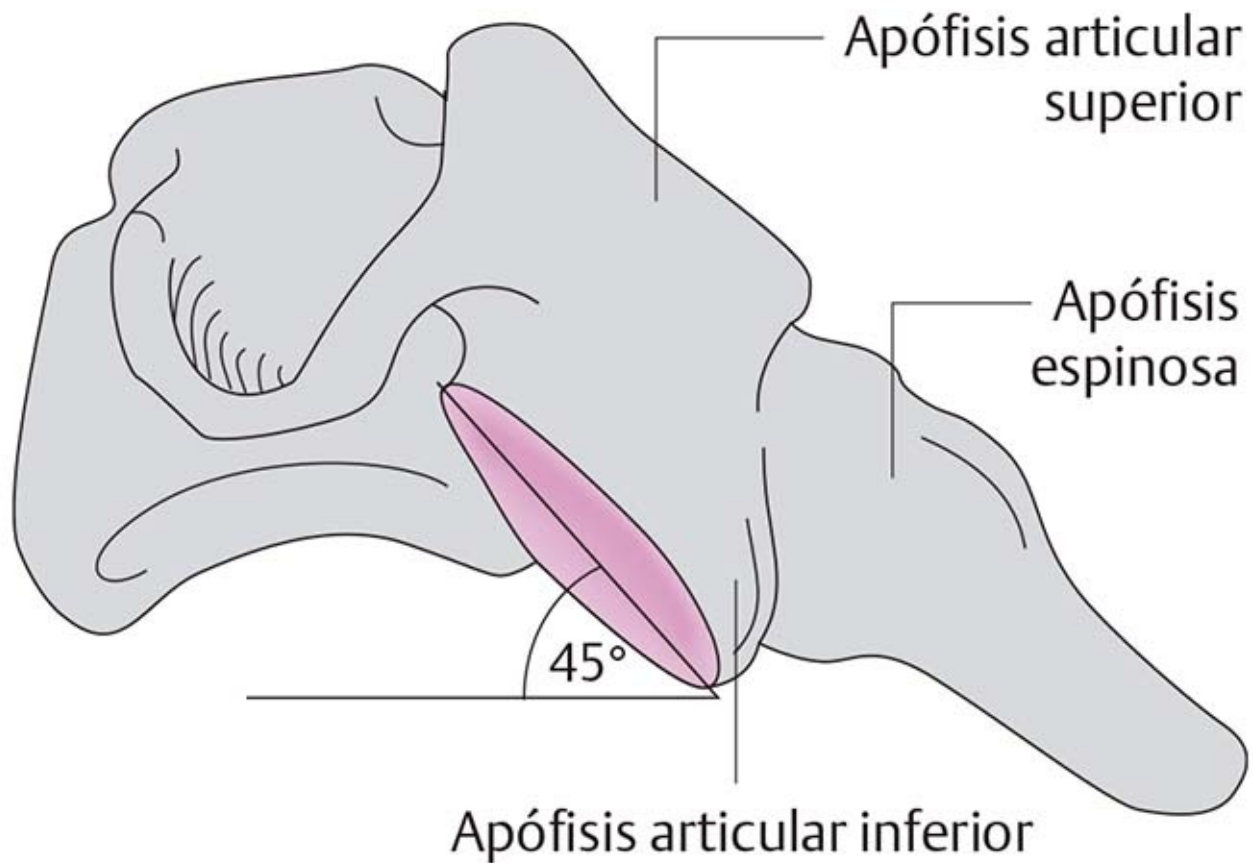
**Apófisis transversa (figura 2-66)**



**Figura 2-66.** Vértebra cervical: vista transversal.

- La apófisis transversa consiste en una parte anterior (el rudimento costal) llamado **tubérculo anterior** y una apófisis posterior (verdadera) denominada **tubérculo posterior** . Dentro de la apófisis transversa existe un orificio, el **agujero transversal** , para la arteria vertebral y su vena acompañante.
- Desde la tercera vértebra cervical hacia abajo, la superficie superior tiene una hendidura entre los dos tubérculos, la **hendidura para el nervio espinal** .
- En el tubérculo anterior de la sexta vértebra cervical, el **tubérculo carotídeo** sobresale hacia delante.

### **Apófisis espinosa (figura 2-67)**



**Figura 2-67.** Vértebra cervical: vista sagital.

- Muestra cierta inclinación hacia abajo y es relativamente corta y bifurcada.
- Excepción: la séptima apófisis espinosa, la **vértebra prominente**, es mucho más gruesa y larga, y su orientación es casi horizontal.

### **Agujero intervertebral**

- Éste es más estrecho en las secciones inferiores que en las superiores.
- La apófisis unciforme produce una constricción en forma de reloj de arena.

### **Apófisis articular (figura 2-67)**

- Las apófisis articulares superior e inferior son muy planas y anchas.
- Las superficies articulares están inclinadas 40 a 60° respecto de la horizontal, por lo que la faceta articular superior está alineada en el lado posterosuperior de la articulación.
- Además, las facetas articulares de la tercera y cuarta vértebras cervicales tienen un giro mínimo hacia dentro y las de la quinta a séptima vértebras cervicales acusan cierta inclinación hacia fuera.

Véase la sección 1.2.1, Estructura de una vértebra.

### **Discos intervertebrales**

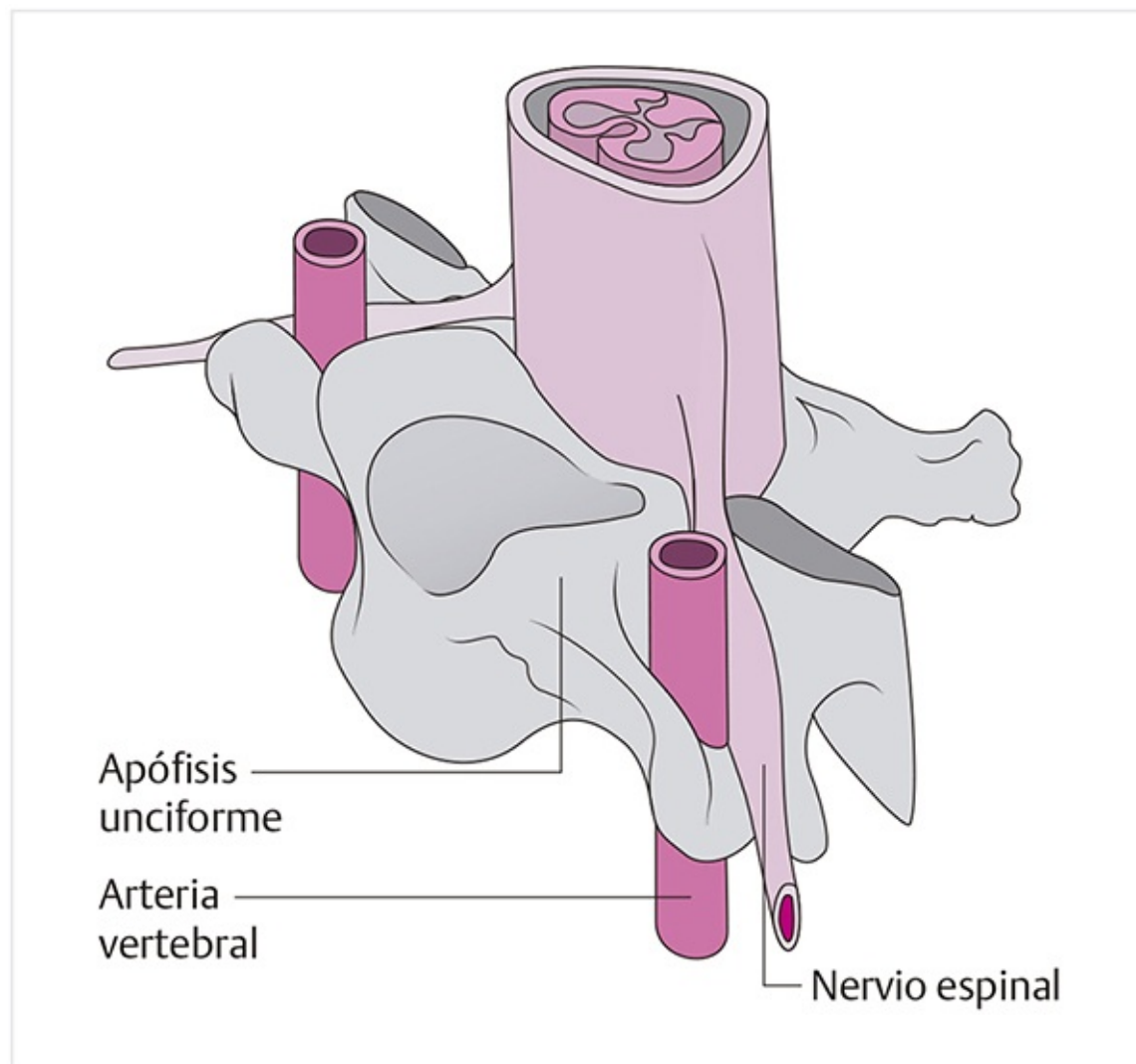
Los discos intervertebrales tienen a menudo espacios horizontales. Durante el envejecimiento, los discos pueden experimentar regresión e incorporar condrocitos, por lo que se desarrolla una articulación real.

### **Conexiones ligamentosas de la columna cervical inferior**

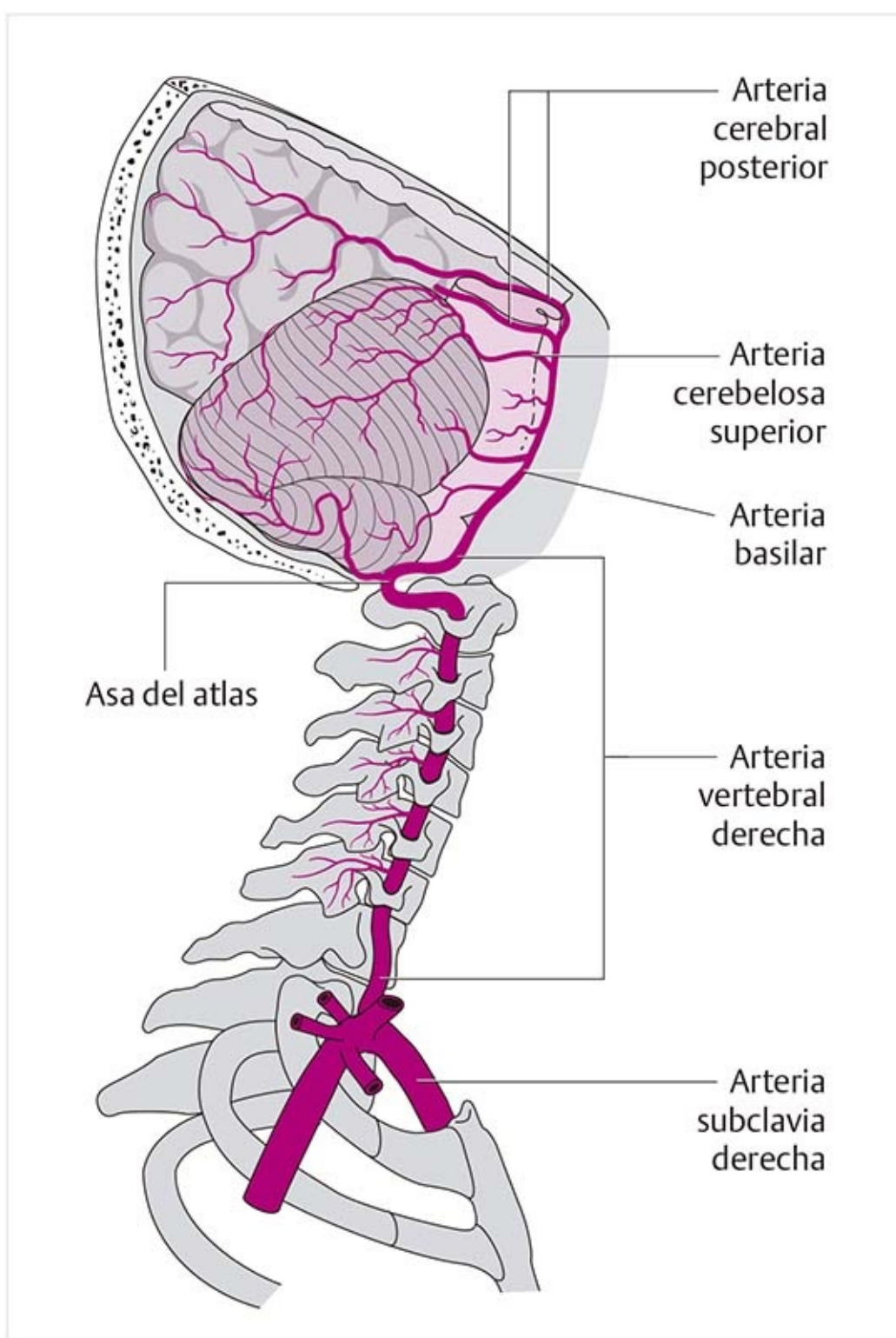
- Ligamento longitudinal posterior.

- Ligamento longitudinal anterior.
  - Ligamento amarillo.
  - Ligamento intertransverso.
  - Ligamento de la nuca (formado por los ligamentos interespinoso y supraespinoso).
- Véase la sección 1.2.4, Ligamentos de la columna vertebral.

### Arteria vertebral (figuras 2-68 y 2-69)



**Figura 2-68.** Curso de la arteria vertebral en la zona entre las vértebras.



**Figura 2-69.** Curso completo de la arteria vertebral.

- Se origina en la arteria subclavia.
- Discurre a través de los orificios transversales de la segunda a sexta vértebras cervicales y pasa a lo largo de la apófisis unciforme y anterior al nervio espinal.
- Después de pasar por el orificio transversal del atlas, se desvía hacia atrás y avanza sobre el arco posterior del atlas como el **asa del atlas** .
- Luego se proyecta por el agujero magno hacia la fosa craneal posterior, donde asciende por la cara anterior del bulbo raquídeo.
- Ambas arterias vertebrales se unen en el límite entre la protuberancia anular y el bulbo raquídeo para convertirse en la arteria basilar.
- La arteria basilar irriga el cerebelo, partes del mesencéfalo y el tallo encefálico, así como los órganos

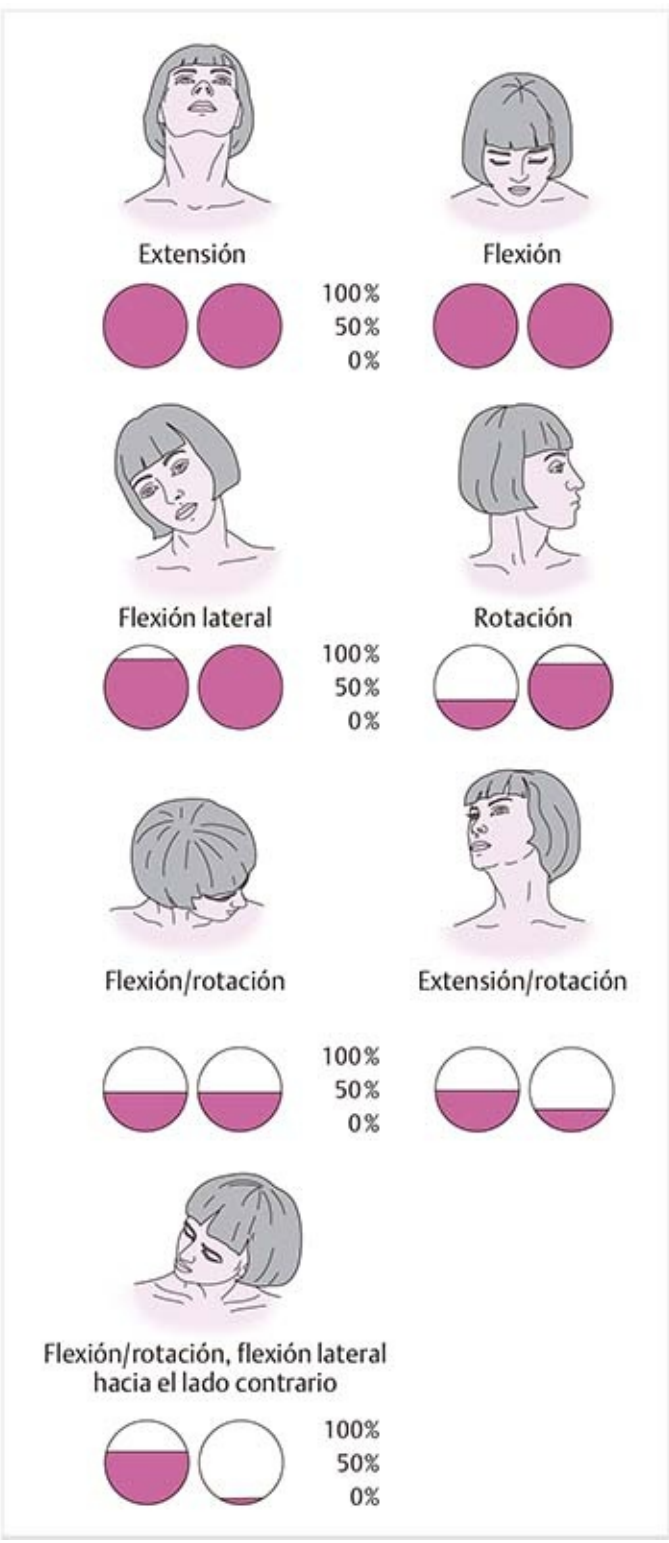
de la audición y el equilibrio, las partes posteriores del cerebro, los nervios espinales cervicales y los ganglios.

- En su corte craneal, la arteria vertebral tiene sólo unas cuantas fibras elásticas y no es muy resistente al estiramiento.

**Patología**

Puesto que dos arterias vertebrales se unen para formar la arteria basilar e irrigar zonas importantes del cerebro, si existe el tiempo suficiente para adaptarse, una de las arterias puede aportar la perfusión adecuada mediante el desarrollo de vasos colaterales y anastomosis, en caso que la otra arteria se constriña. Sin embargo, esto no es posible cuando hay una falla súbita en una arteria.

**Influencias de los movimientos en la arteria vertebral (figura 2-70)**



**Figura 2-70.** Influencia de los movimientos en la arteria vertebral.

Los datos sobre las influencias de los movimientos en la luz de la arteria son muy inconsistentes. Puede

asumirse que todos los movimientos extremos reducen el flujo sanguíneo en uno o ambos lados. Sin embargo, debe haber cambios patológicos en el vaso antes de la aparición de los síntomas porque la arteria es muy flexible.

**Extensión/flexión:** estos movimientos casi no tienen ningún efecto en la perfusión. Las arterias en realidad se estiran, pero sólo experimentan estrechamiento significativo si lo causa un osteofito.

**Flexión lateral derecha :** sólo ejerce una influencia mínima en la arteria vertebral derecha.

**Rotación:** durante la rotación hacia la izquierda, la arteria derecha se estrecha.

**Movimientos combinados:** la extensión o flexión junto con flexión lateral y rotación en sentido contrario estrechan en grado considerable la arteria del lado contrario al sentido de la rotación.

#### Consejo práctico

Por ejemplo, la alineación anómala del atlas en rotación puede ocasionar estiramiento excesivo de la arteria vertebral durante un tratamiento de tracción. En las pruebas de provocación conocidas para verificar la permeabilidad de una arteria, como la prueba de De Kleyn, el examinador utiliza la extensión extrema con flexión lateral y rotación hacia el lado contrario para estrechar la arteria del lado contrario a la dirección de la rotación. Es cuestionable si la arteria se estrecha en sí misma o si experimenta contracción como resultado de los mecanorreceptores en la adventicia de la arteria que se estimulan por una tensión excesiva. Si hay estrechamiento patológico en la arteria del lado contrario, se alteran la audición y vista y aparecen náusea y cefalea como resultado de la hipoperfusión cerebral, ya que la arteria del mismo lado se estrecha debido a la posición adoptada.

### Movimientos en la columna cervical inferior

#### Flexión (figuras 2-71 y 2-73)

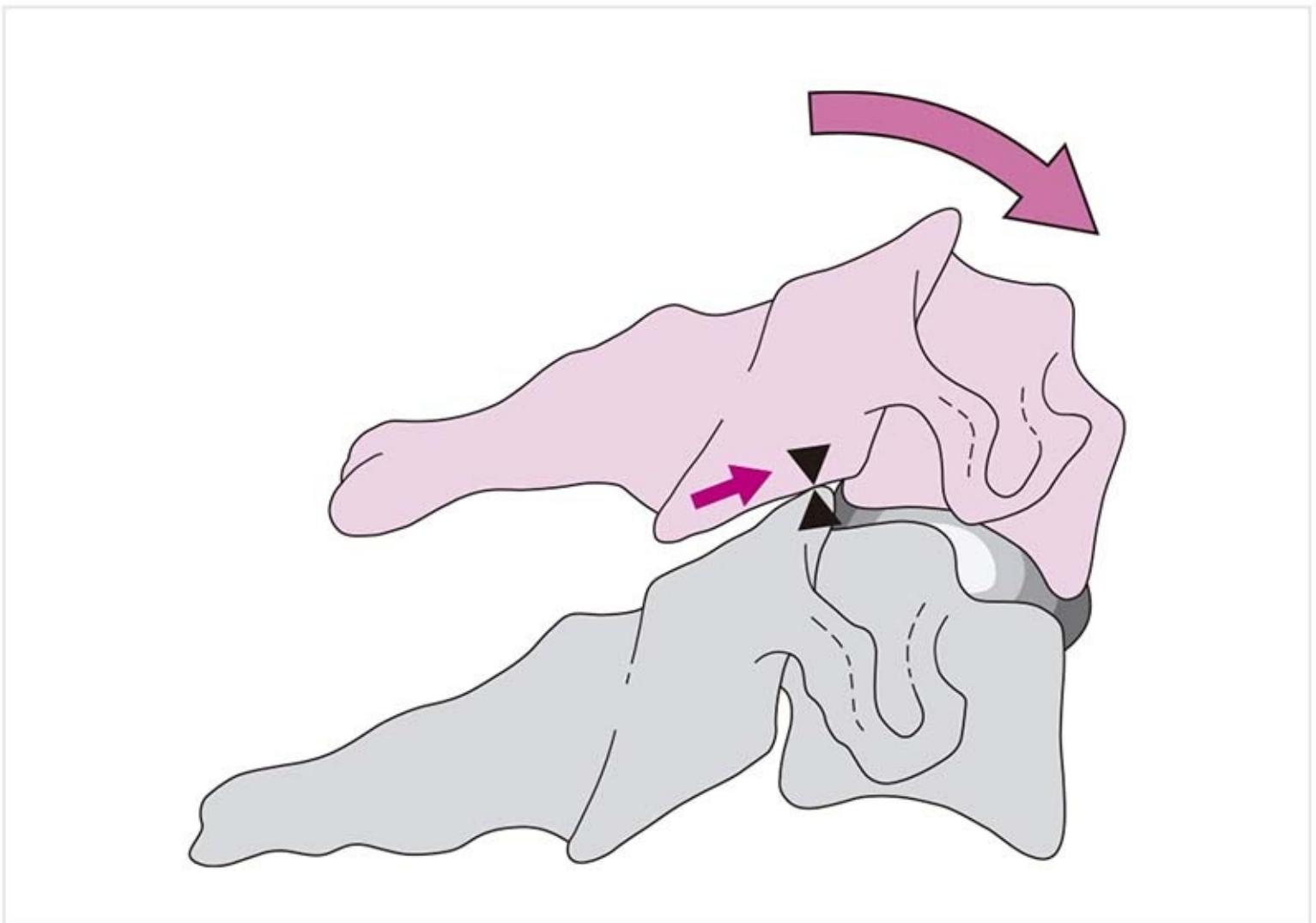
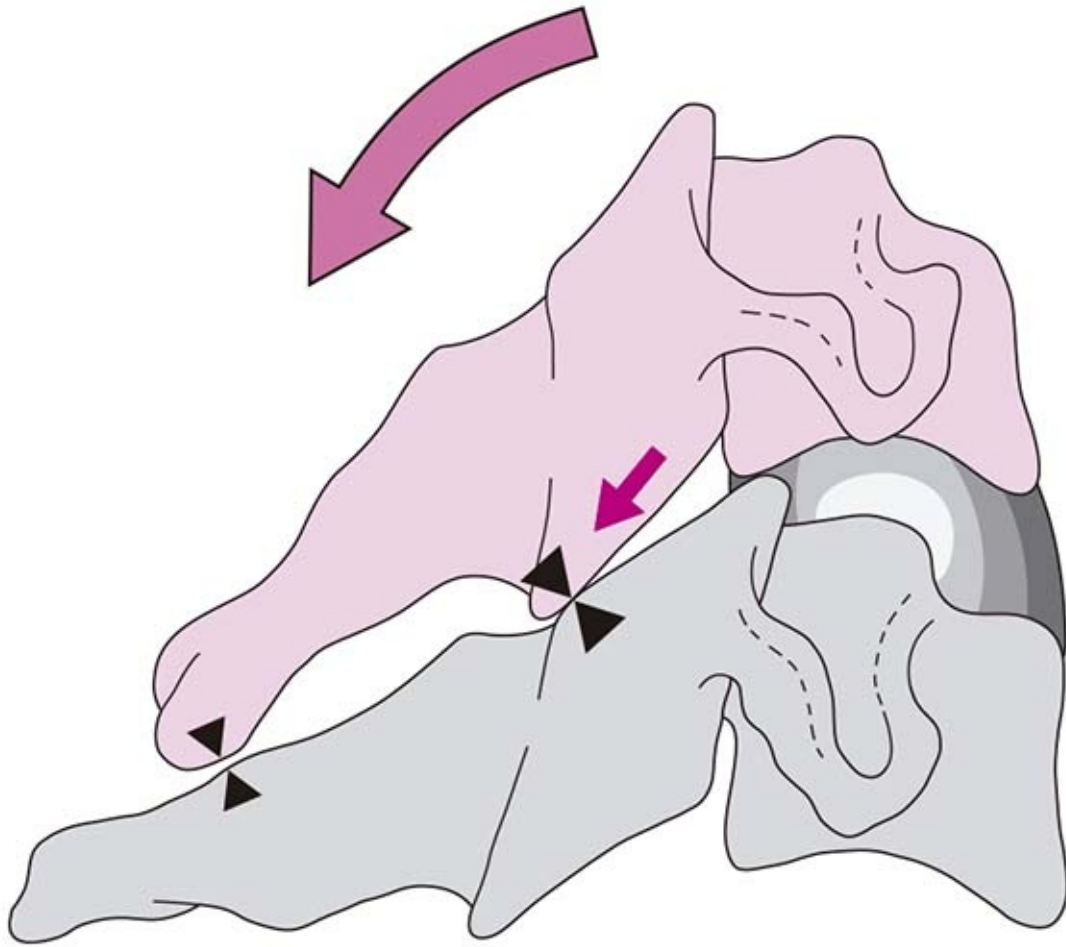


Figura 2-71. Flexión en la columna cervical inferior.





**Figura 2-72.** Extensión en la columna cervical inferior.

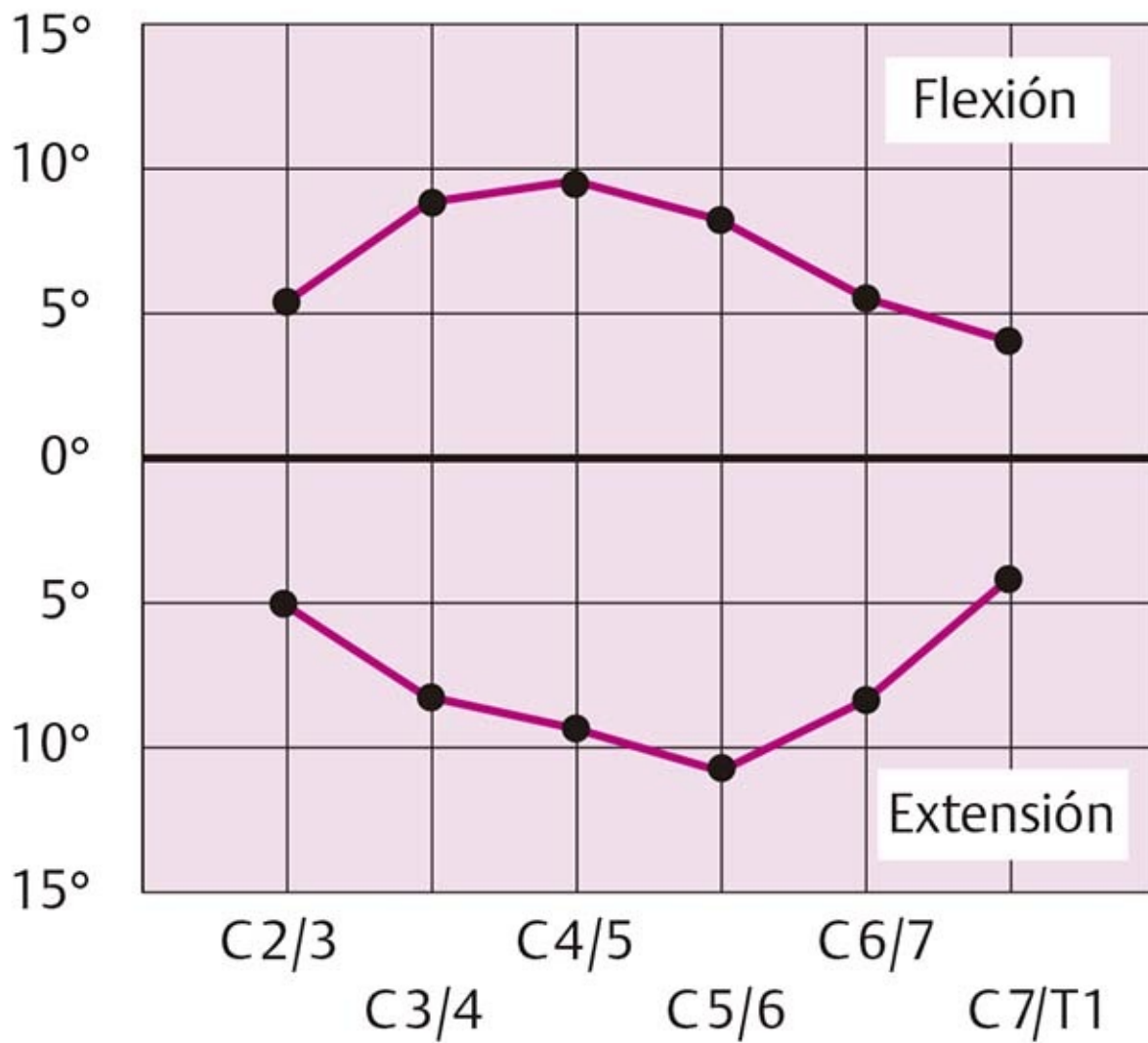


Figura 2-73. Diagrama de movimiento: flexión/extensión en la columna cervical inferior.

- Durante la flexión, las facetas articulares superiores se deslizan hacia arriba y adelante.
- Al final del movimiento, la faceta articular superior se desliza sobre el borde superior de la faceta inferior. Se produce una ligera inclinación porque las facetas articulares se separan en la sección inferior de la articulación, en tanto que hay compresión en la parte superior.
- Durante este **movimiento de divergencia**, a medida que las facetas se deslizan y separan, la superficie de contacto articular disminuye.
- Como resultado, se crea un pequeño escalón entre los cuerpos vertebrales que puede verse bien en una radiografía en los bordes de los cuerpos vertebrales.
- Las partes posteriores de los discos intervertebrales, las partes posteriores de las articulaciones y los ligamentos posteriores inhiben este movimiento. La sensación final es de firmeza a elasticidad.
- **Amplitud de movimiento** máximo: con la boca cerrada, deben caber dos anchos de dedo entre el mentón y el esternón. El movimiento pasivo aumenta la movilidad en 2° por segmento.

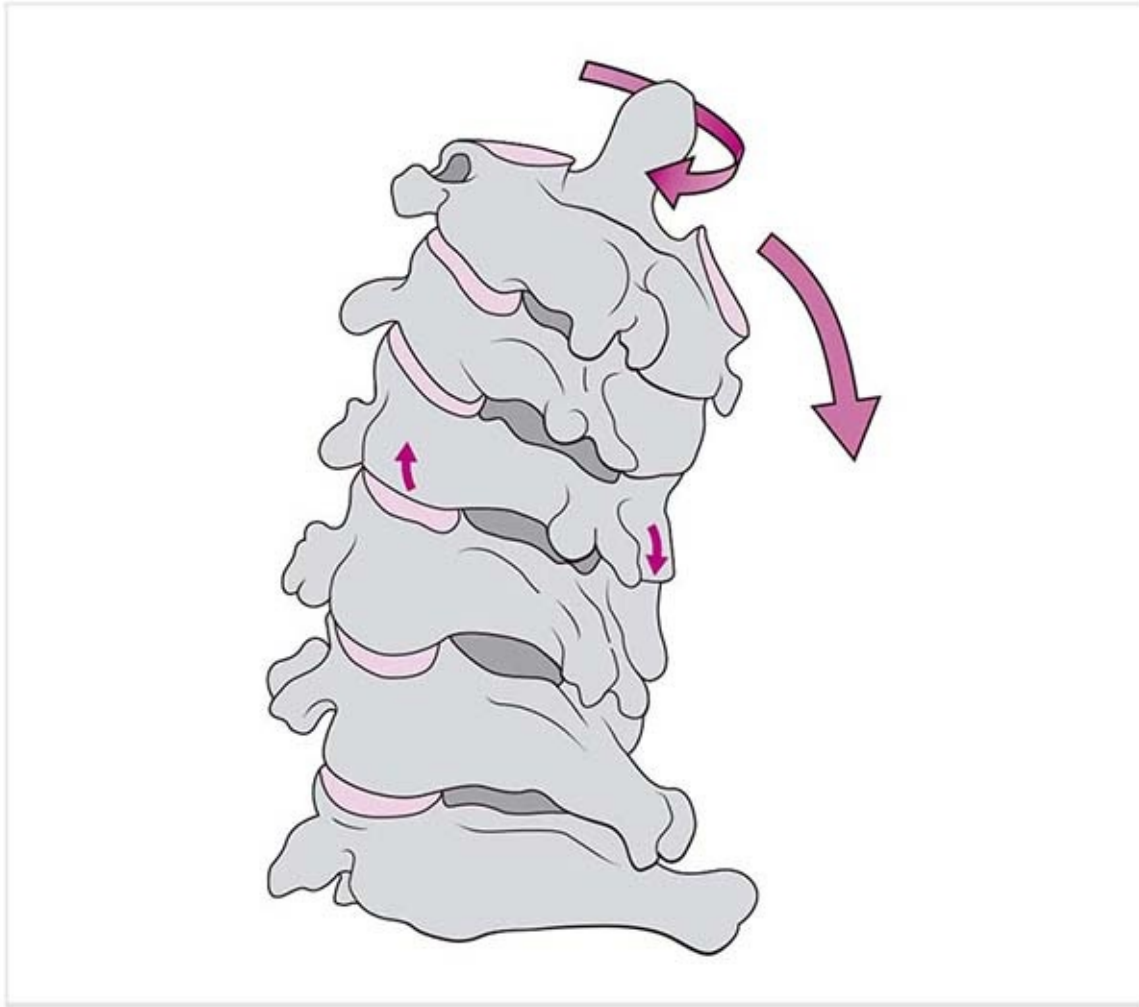
### Extensión (figuras 2-72 y 2-73)

- En la extensión, las facetas articulares superiores se deslizan en sentido inferior y posterior.
- Durante este **movimiento de convergencia** se superponen a manera de telescopio, por lo que se produce compresión de las facetas en la parte inferior de la articulación al final del movimiento. Las

partes superiores se separan entre sí, lo que crea un espacio.

- La sensación final es de firme a elástica por la compresión en la sección inferior de la articulación. Además, las partes anteriores de los discos intervertebrales, la cápsula y el ligamento longitudinal anterior impiden el movimiento.
- En la hiper movilidad, las apófisis espinosas pueden entrar en contacto entre ellas.
- **Amplitud de movimiento** máxima: la línea mentón-nariz forma un ángulo cercano a 30° con la horizontal.

### **Flexión lateral y rotación (figuras 2-74 a 2-76)**



**Figura 2-74.** Movimiento combinado: flexión lateral y rotación simultánea en la columna cervical inferior.

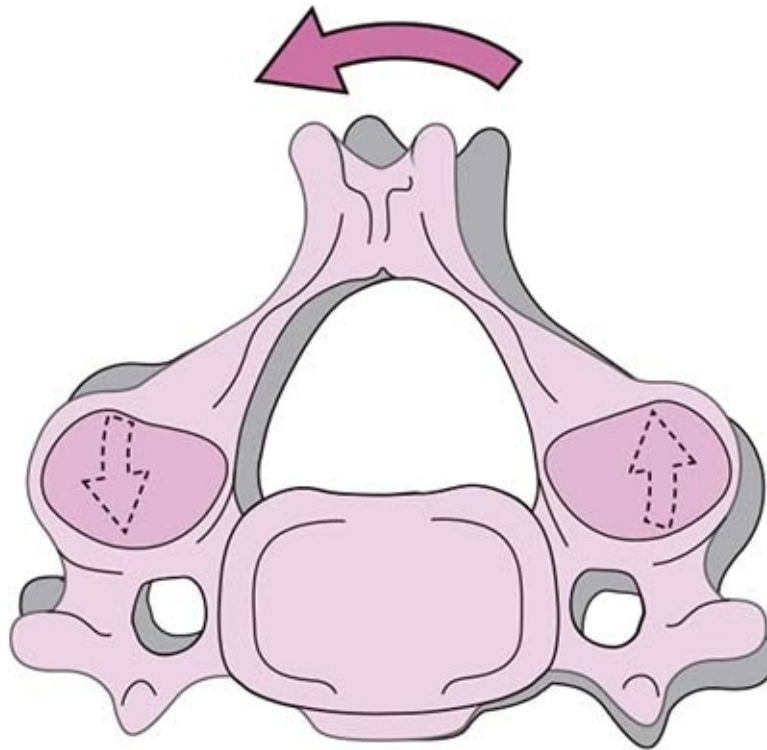


Figura 2-75. Rotación en la columna cervical inferior.

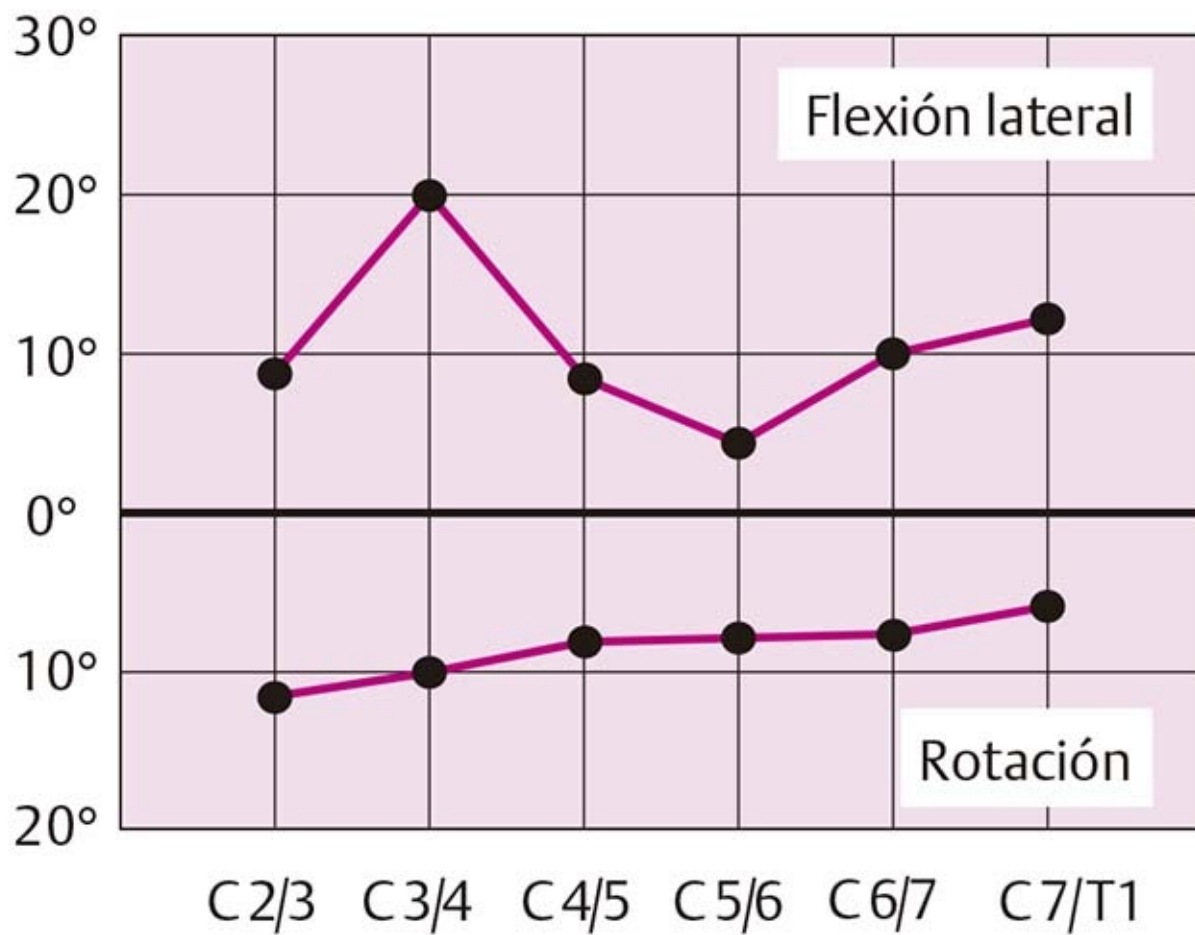


Figura 2-76. Diagrama de movimiento: flexión lateral/rotación en la columna cervical inferior.  
[www.ful1-ebook.com](http://www.ful1-ebook.com)

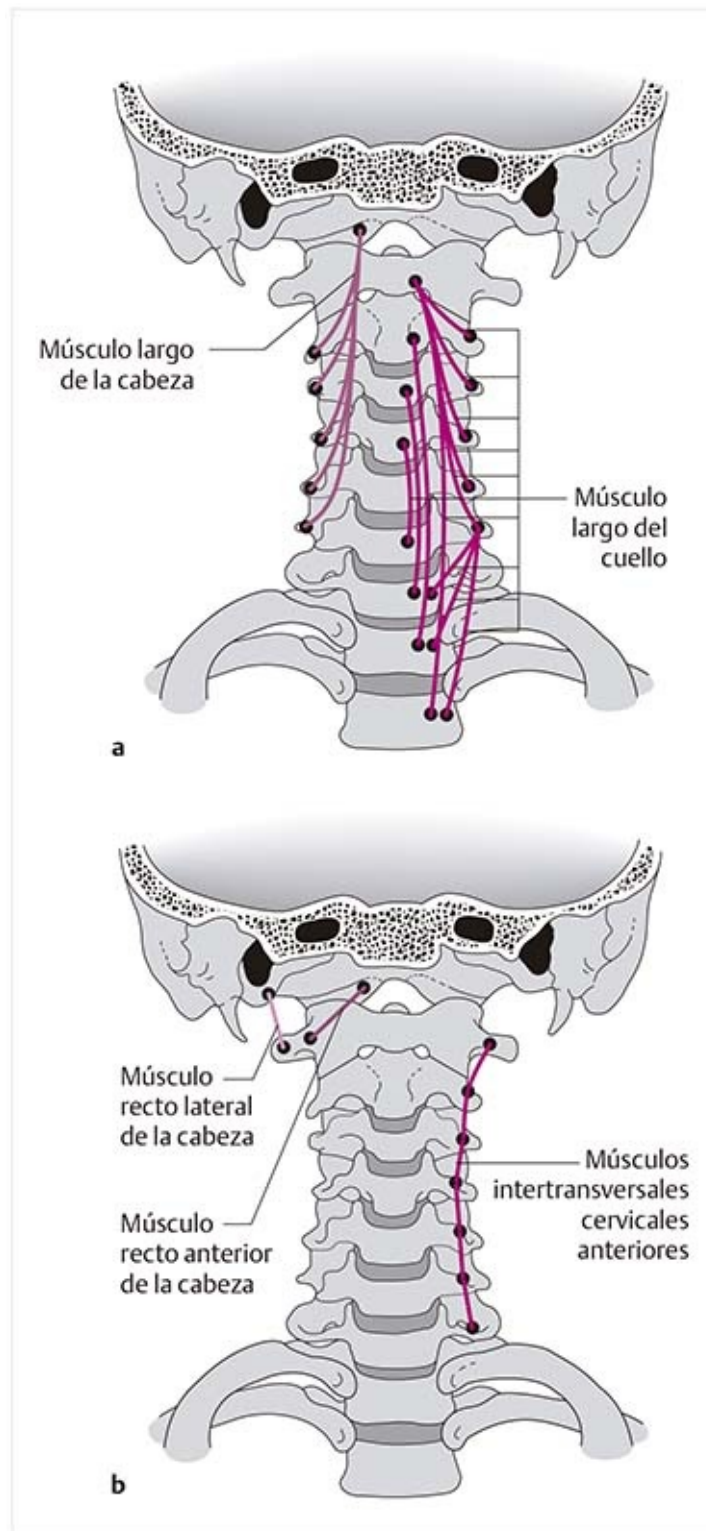
- La **flexión lateral** pura no ocurre por la posición oblicua de las superficies articulares y la orientación de las apófisis unciformes. Siempre va acoplada con rotación, lo que significa que la flexión lateral primaria siempre acompaña a una rotación ipsolateral secundaria. El grado de esta rotación concomitante decrece conforme se mueve del plano superior al inferior. Por ejemplo, la rotación concomitante entre la tercera y cuarta vértebras cervicales es cercana a 7°, con tan sólo 2° de rotación en el segmento C7-T1. **Amplitud de movimiento** máxima: alrededor de 50° de flexión lateral con casi 30° de rotación concomitante.
- La **rotación** primaria se conjuga con flexión lateral ipsolateral. Esta flexión concomitante disminuye a medida que se avanza hacia abajo. Por ejemplo, se aproxima a 6° entre C4 y C5 y es sólo de 2° entre C7 y T1. **Amplitud de movimiento** máxima: 40° de rotación con 28° de flexión lateral acoplada.
- Con los movimientos acoplados se producen los siguientes sucesos deslizantes en la articulación cigapofisaria. En el lado cóncavo, la faceta articular inferior se desliza en dirección inferior-posterior-medial, lo que da lugar a un movimiento de convergencia. En el lado convexo se desliza en dirección superior y anterior, también un poco medial, que por el contrario corresponde a un movimiento de divergencia.

### **Transición cervicotorácica**

Desde el punto de vista funcional, los movimientos de la columna cervical no terminan hasta el nivel de la quinta vértebra torácica. La vértebra de transición cervicotorácica es la séptima vértebra cervical.

### **2.3.4 Músculos prevertebrales**

Capa profunda (figura 2-77)



**Figura 2-77.** Capa profunda de los músculos prevertebrales. **(a)** Músculos largo del cuello y largo de la cabeza. **(b)** Músculos intertransversal anterior y rectos anterior y lateral de la cabeza.

## Músculo largo del cuello, músculo largo de la cabeza, músculo recto anterior de la cabeza, músculos intertransversales cervicales anteriores

**Recto lateral de la cabeza:** este músculo se fusiona con la cápsula articular de la articulación atlantooccipital.

### Patología

El músculo recto lateral de la cabeza se encuentra en la proximidad inmediata del orificio yugular y al tensarse en grado excesivo puede causar un trastorno de las siguientes estructuras que pasan por el orificio: nervios craneales IX, X y XI y el bulbo superior de la vena yugular. Esto puede comprometer el drenaje venoso, que a su vez reduce la resorción de líquido.

### Funciones de la capa profunda:

- Con la contracción unilateral: **flexión lateral** del mismo lado.
- Con la contracción bilateral: **flexión**.
- Éstos son los estabilizadores anteriores más importantes.
- ▶ Véanse también las funciones del músculo esternocleidomastoideo más adelante.
- ▶ Capa media (figura 2-78)

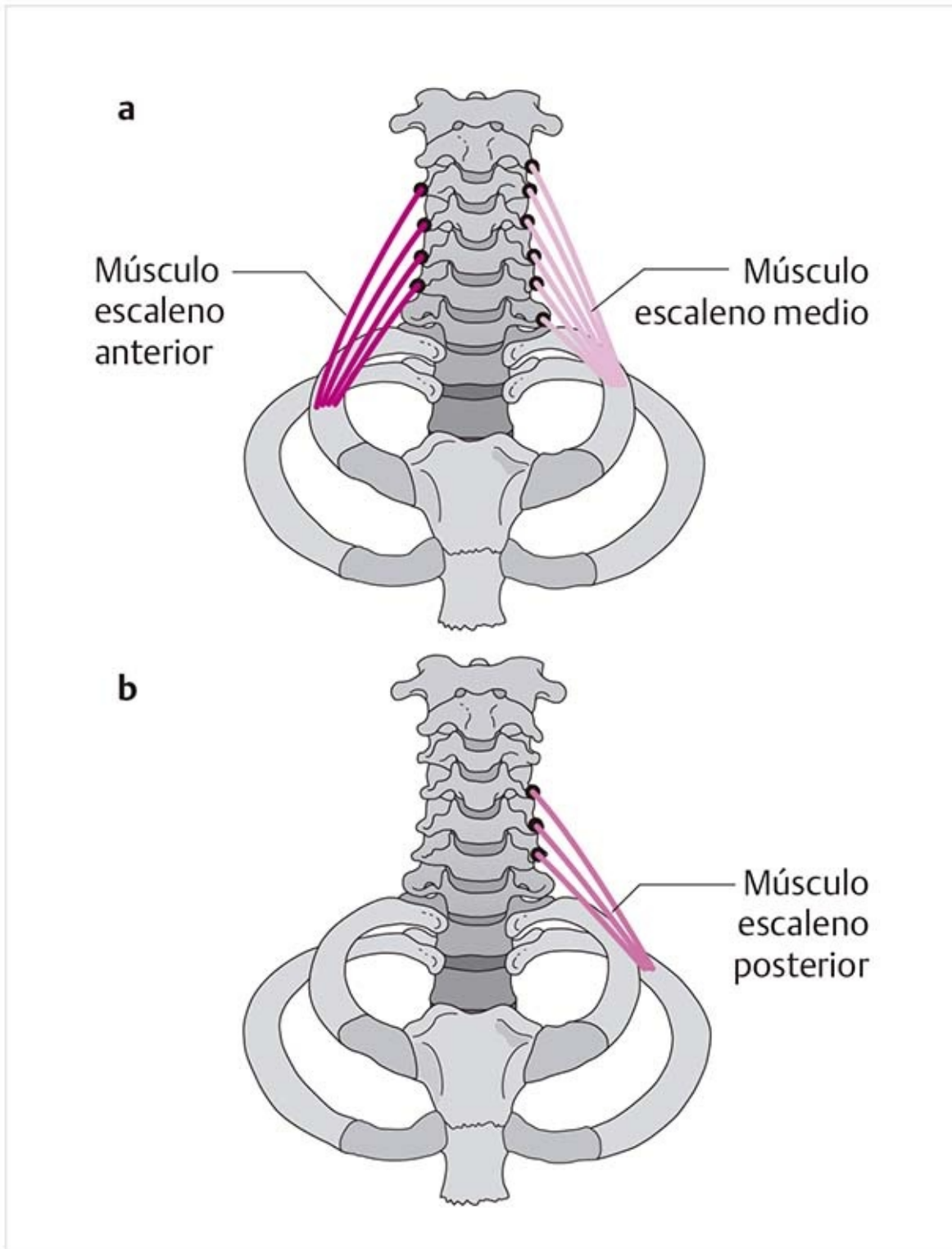


Figura 2-78. Músculos escalenos. (a) Músculos escalenos anterior y medio. (b) Músculo escaleno posterior.

## Músculo escaleno anterior, músculo escaleno medio, músculo escaleno posterior

### Funciones:

- Cuando el extremo fijado se encuentra en la columna cervical, los músculos escalenos elevan las primeras costillas de ambos lados. También se activan con la **inspiración** normal.

- Cuando su extremo fijado se halla en las costillas, la contracción bilateral de las partes anterior y media de los músculos causa **flexión de toda la columna cervical**, mientras que las partes posteriores producen **extensión de la columna cervical inferior**.

- Con la contracción unilateral existe **flexión lateral** del mismo lado y **rotación** al lado contrario.

### Hiato escaleno (figura 2-79)

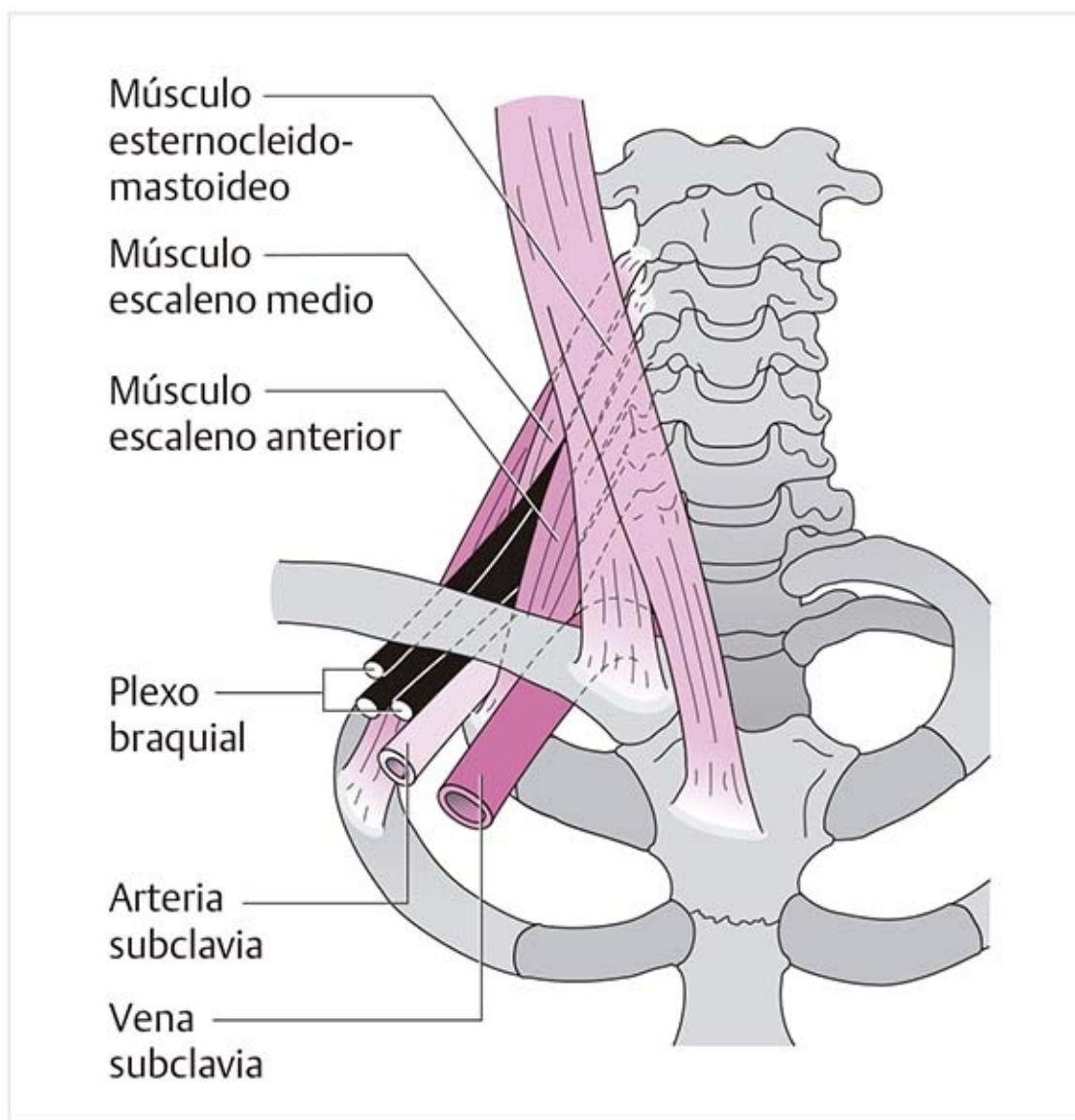


Figura 2-79. Hiato del escaleno.

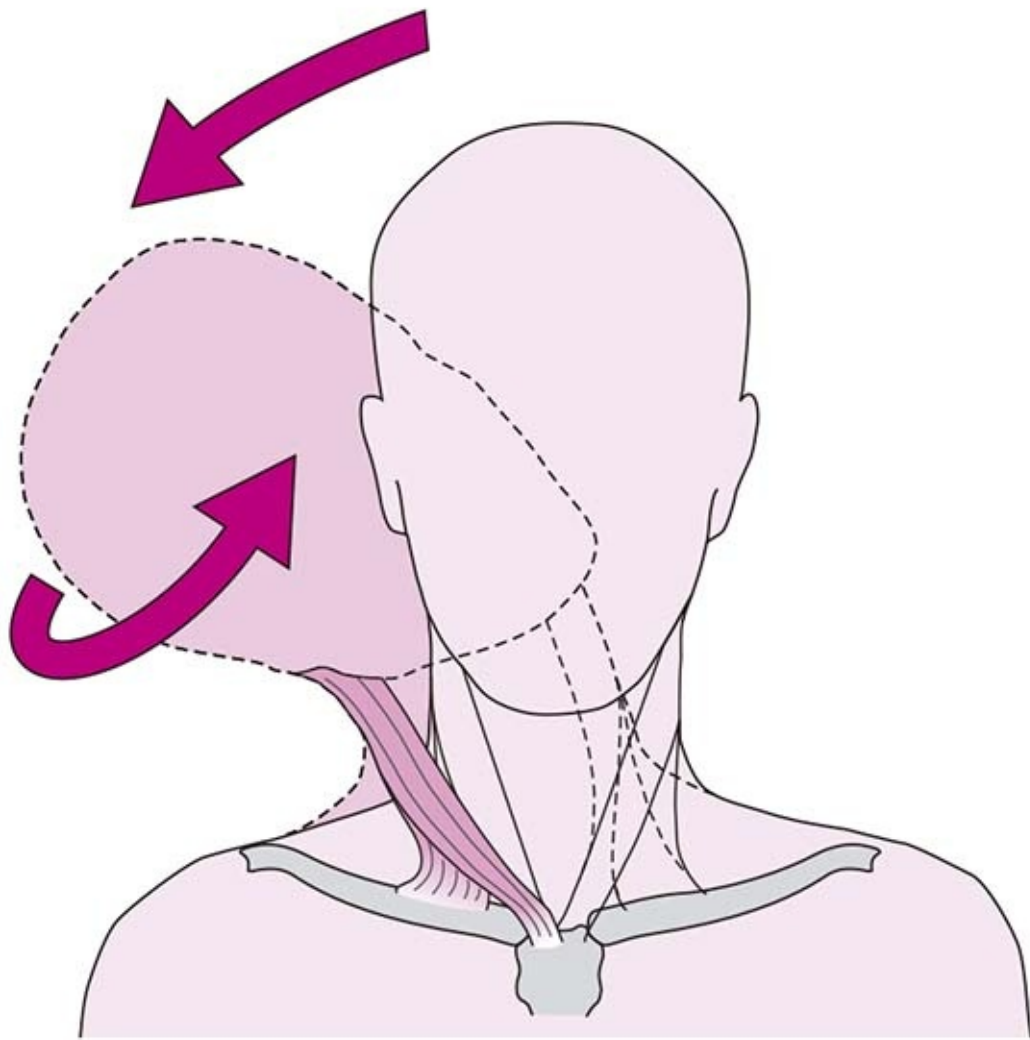
**Hiato escaleno posterior:** es un espacio entre los músculos escalenos anterior y medio con la primera costilla como borde inferior. El plexo braquial y la arteria subclavia pasan por este punto.

**Hiato escaleno anterior:** esta abertura se forma por el músculo esternocleidomastoideo y el músculo escaleno anterior. La vena subclavia pasa por ahí.

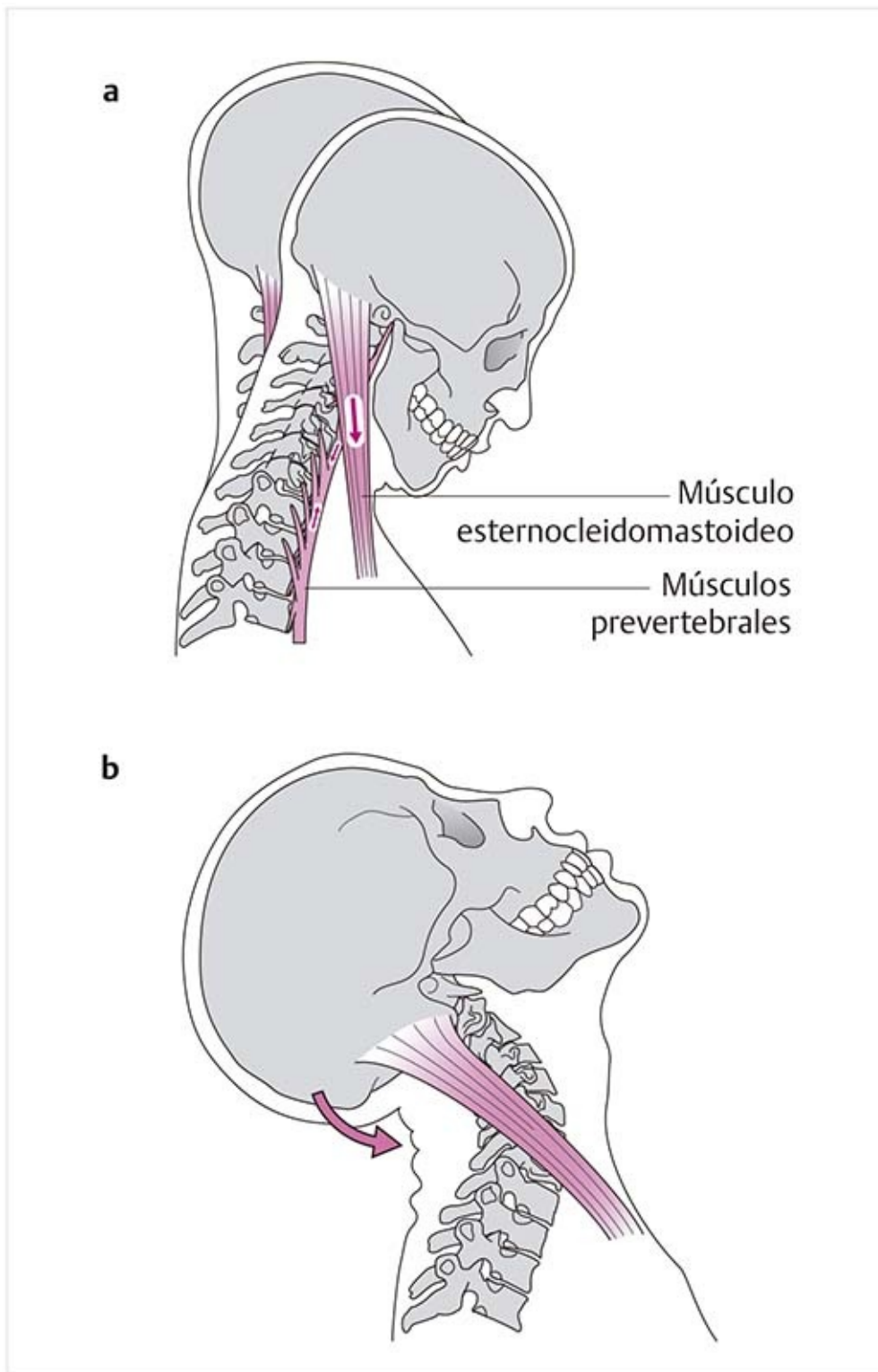
Patología
Una costilla cervical o un desbalance muscular, por ejemplo por aumento de la turgencia de los músculos escalenos, puede estrechar el hiato del escaleno posterior. Con el brazo colgante, sobre todo si carga un objeto pesado, este espacio se estrecha aún más. El dolor se intensifica y hay parestesias en todo el brazo. También es posible el estrechamiento de la arteria subclavia, lo cual reduce la circulación, con los fenómenos isquémicos resultantes en la mano. La compresión del hiato anterior puede ser secundaria a la tensión excesiva del escaleno y el esternocleidomastoideo, por ejemplo en personas con asma. Aparecen síntomas como la coloración azulada y aumento de volumen de los dedos, dado que en este caso hay compresión venosa que impide el flujo de retorno.

► Capa superficial (figura 2-80 y 2-81)





**Figura 2-80.** Función del músculo esternocleidomastoideo: flexión lateral ipsolateral y rotación contralateral.



**Figura 2-81.** Función del músculo esternocleidomastoideo. **(a)** Con estabilización anterior. **(b)** Sin estabilización anterior.

## Músculo esternocleidomastoideo

Este músculo está cubierto en parte por el **músculo platisma**, un músculo superficial que se fusiona con éste y tensa la piel.

### Funciones:

- En la contracción unilateral, produce flexión lateral ipsilateral y rotación hacia el lado contrario.
- Con el extremo fijado en la columna cervical, la contracción bilateral eleva el tórax, lo que ayuda con la **inspiración**.

La función en el plano sagital depende de la posición de la columna cervical y la estabilización anterior. Si la columna cervical está estabilizada en la parte anterior mediante los músculos prevertebrales

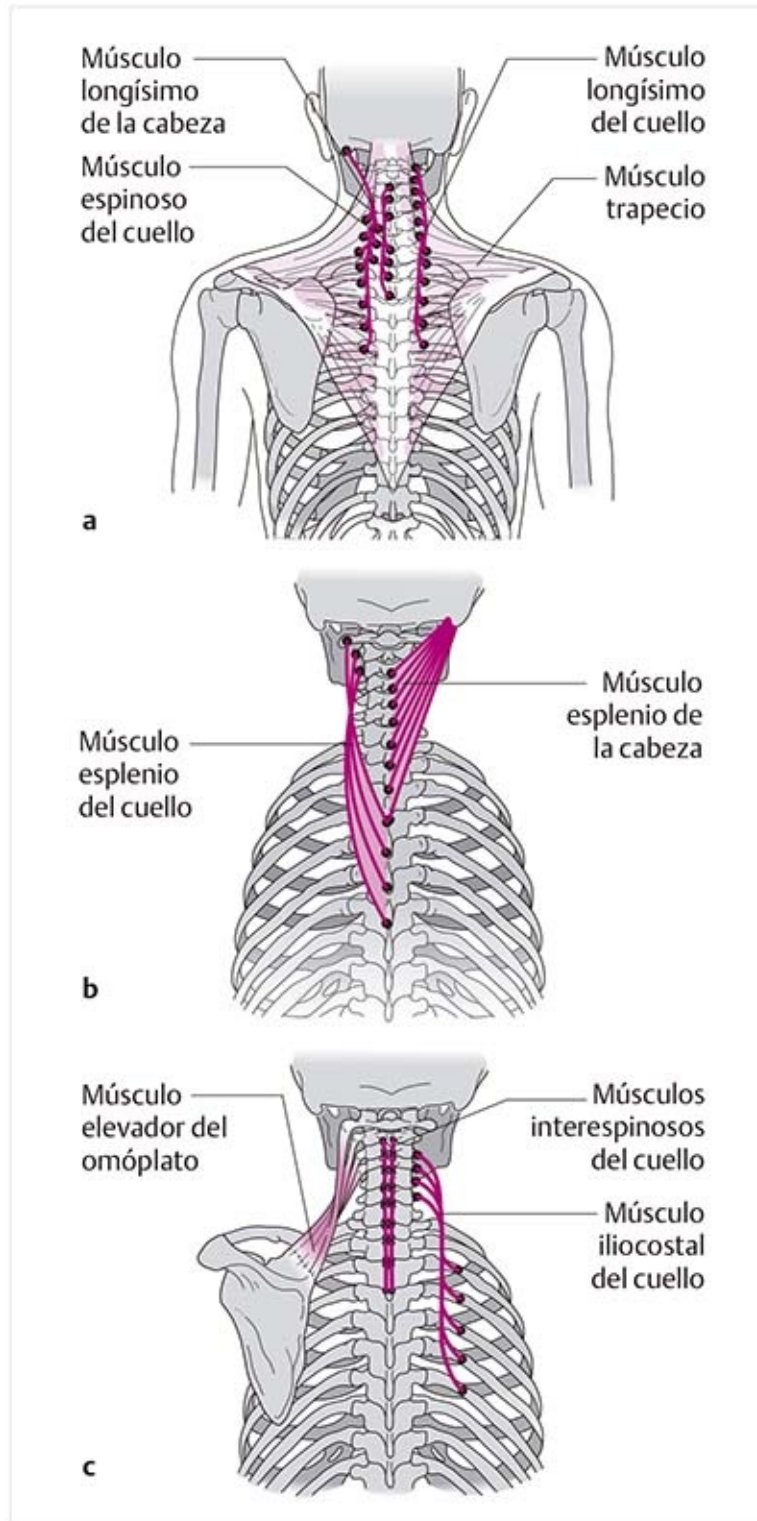
profundos, los músculos esternocleidomastoideos producen inclinación de la columna cervical superior. Si no existe esta estabilización, tanto el músculo escaleno como el esternocleidomastoideo reclinan la columna cervical superior.

### Patología

El músculo esternocleidomastoideo discurre sobre la sutura occipitomastoidea, por lo que el aumento de la tensión del músculo puede modificar la dinámica de esta sutura.

## 2.3.5 Músculos posteriores del cuello

► Capa superficial (figura 2-82)



**Figura 2-82.** Capa superficial y media de los músculos posteriores del cuello. **(a)** Músculos trapecio, longísimo del cuello, longísimo de la cabeza y espinal del cuello. **(b)** Músculos esplenio del cuello y esplenio de la cabeza. **(a)** Músculos iliocostal del cuello, interespinal del cuello y elevador del omóplato.

## Músculo trapecio

**Función.** Si el extremo fijado del músculo se encuentra en el cinturón escapular, produce extensión con contracción bilateral. La contracción unilateral produce flexión lateral hacia el mismo lado y rotación al lado contrario.

### Consejo práctico

La presencia de puntos desencadenantes sobre las inserciones musculares permite inferir conclusiones sobre la disfunción segmentaria en la columna torácica. Por ejemplo, el punto doloroso para T6 se encuentra en los sitios de inserción del músculo trapecio en la clavícula y el acromion.

► Capa media (figura 2-82)

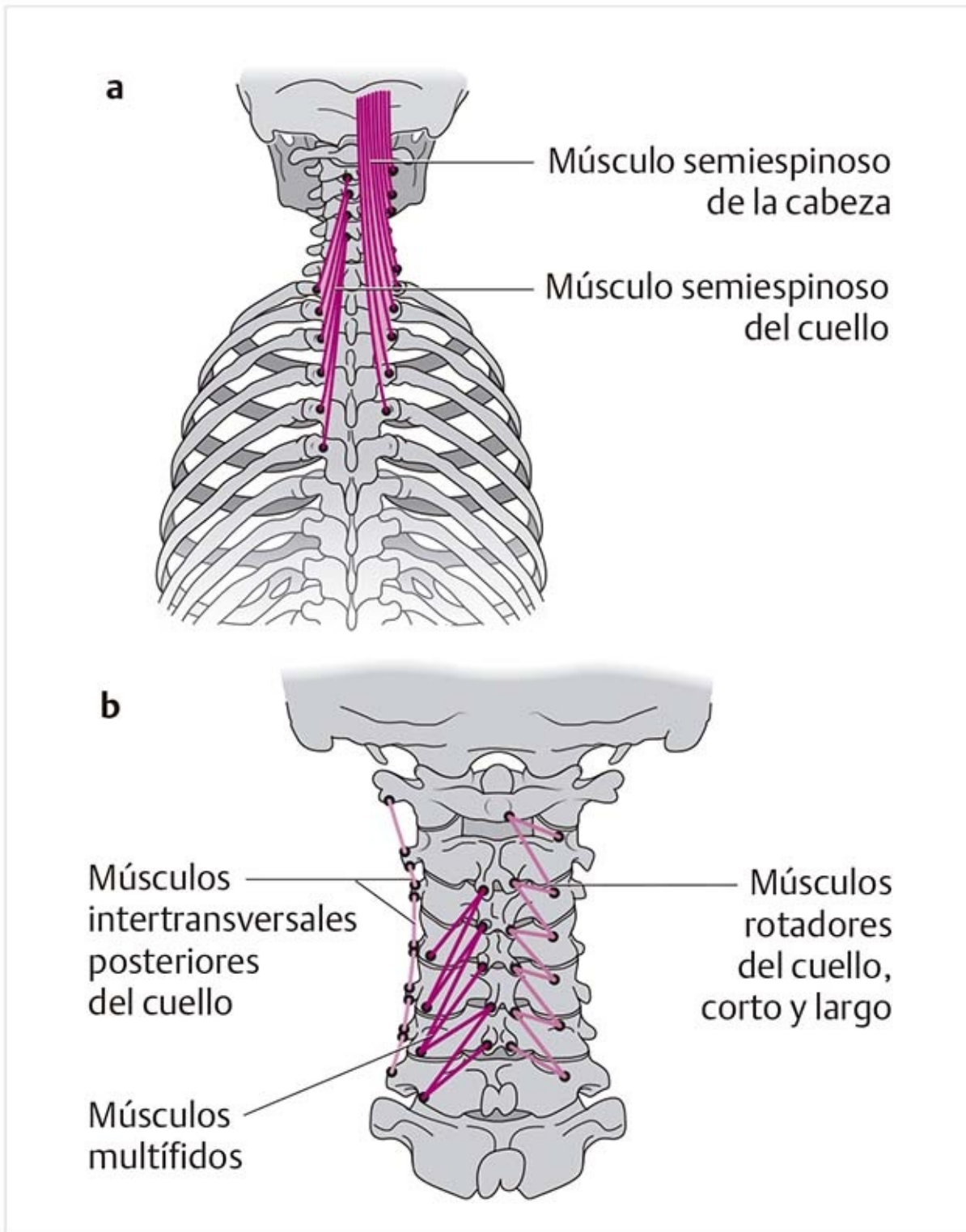
## Músculo longísimo del cuello, músculo longísimo de la cabeza, músculo espinal del cuello, músculo esplenio del cuello, músculo esplenio de la cabeza

Debido a su inserción en la apófisis mastoides y el hueso occipital, el músculo esplenio de la cabeza discurre en dirección oblicua sobre la sutura occipitomastoidea. Por lo tanto, influye en la movilidad de los huesos temporal y occipital cuando experimenta cambios en su tensión.

## Músculo iliocostal del cuello, músculos interespinales del cuello, músculo elevador del omóplato

**Función del músculo elevador del omóplato.** Cuando el extremo fijado se halla en el omóplato, la contracción unilateral produce flexión lateral y rotación hacia el mismo lado. La contracción bilateral produce extensión.

► Capa profunda (figura 2-83)



**Figura 2-83.** Capa profunda de los músculos posteriores del cuello. **(a)** Músculos semiespinoso de la cabeza y semiespinoso del cuello. **(b)** Músculos intertransversales posteriores del cuello y músculos rotadores del cuello, corto y largo.

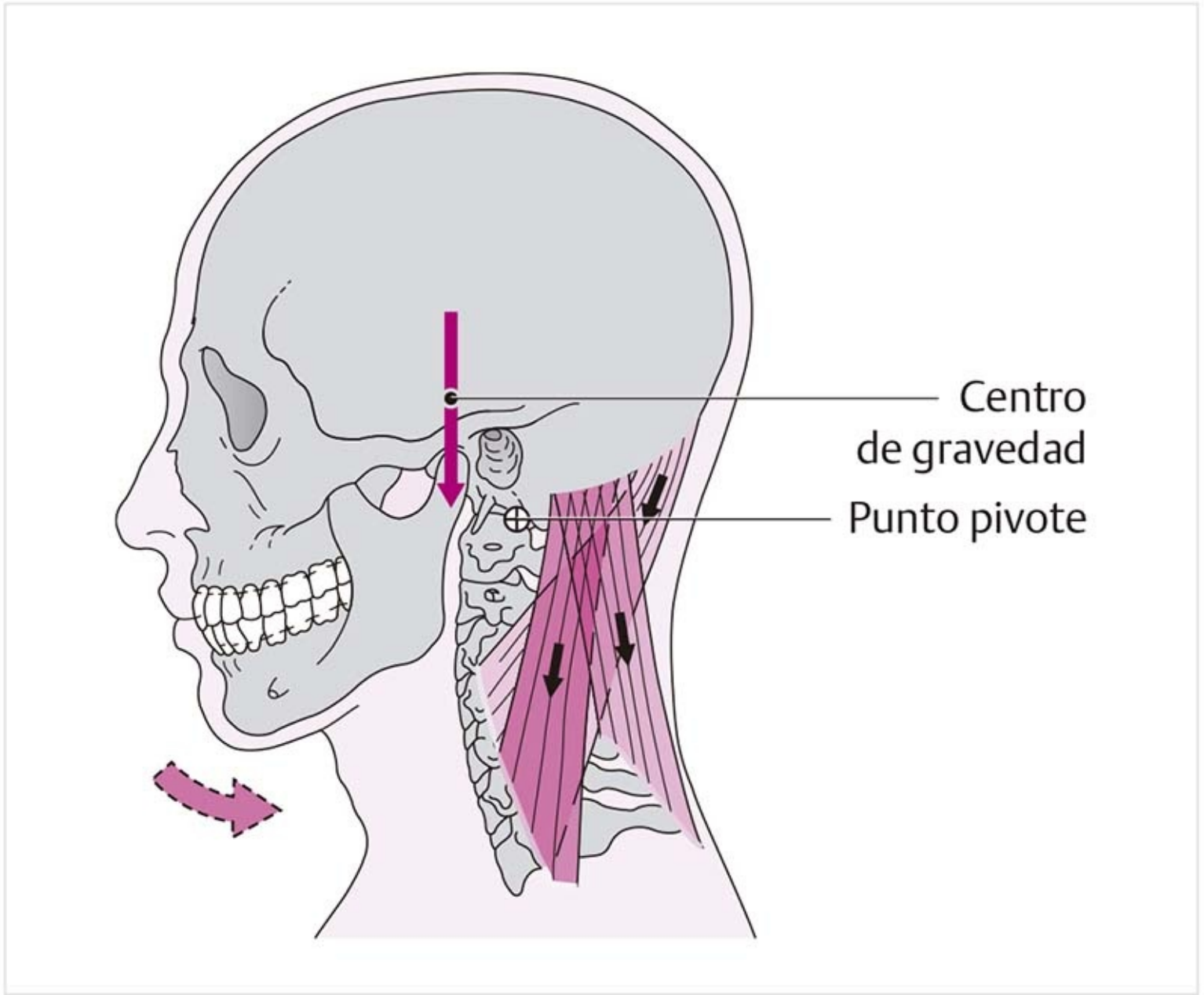
## Músculo semiespinoso del cuello, músculo semiespinoso de la cabeza, músculos intertransversales posteriores cervicales, músculos multifidos, músculos rotadores del cuello (corto y largo)

### Funciones de los músculos posteriores del cuello:

- Cuando todos los músculos posteriores del cuello se contraen juntos en ambos lados producen **extensión** de la columna cervical.
- Con la contracción unilateral, se produce **flexión lateral** del mismo lado.
- Los músculos de la capa media, sobre todo los músculos esplenios, **rotan** la columna cervical **al mismo lado**.

• Los músculos de la capa profunda producen **rotación hacia el lado contrario** .

Como el centro de gravedad yace en la parte anterior, en la región de la silla turca, los músculos posteriores del cuello actúan como un factor estabilizador para mantener la cabeza en equilibrio. Si esta estabilización se retrasa, la cabeza se desplaza hacia el frente, lo cual puede observarse a menudo durante un viaje en tren o en otros sitios públicos (**figura 2-84** ).

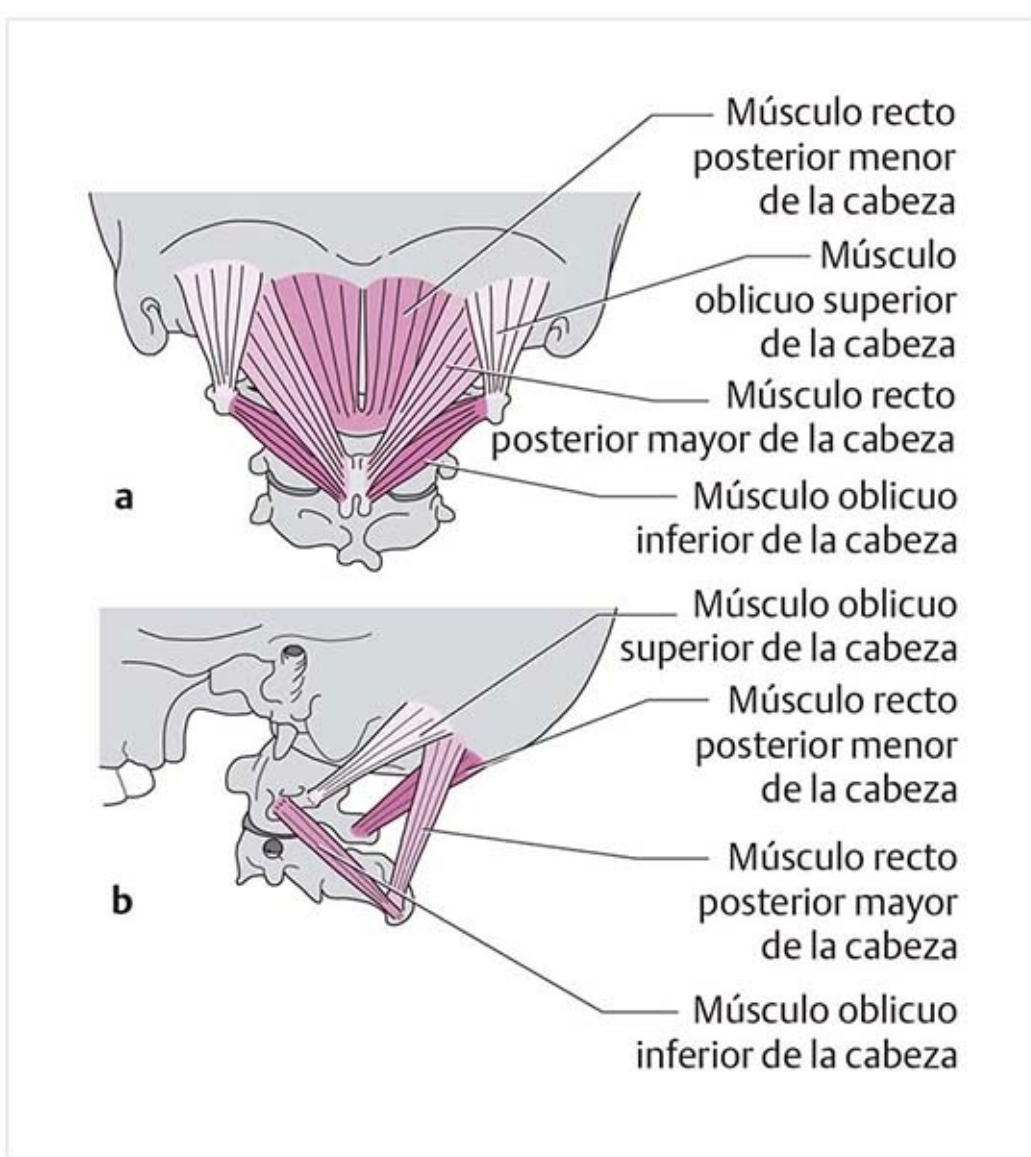


**Figura 2-84.** Función estabilizadora de los músculos del cuello.

#### Consejo práctico

El tono estabilizador de los músculos también disminuye por la noche durante el sueño, por lo que puede haber posiciones desfavorables de la cabeza, lo cual estira demasiado el aparato cápsula-ligamento y causa cefaleas y trastornos funcionales en los segmentos espinales. Por lo tanto, durante el sueño deben evitarse las posiciones extremas de la cabeza, por ejemplo la posición prona.

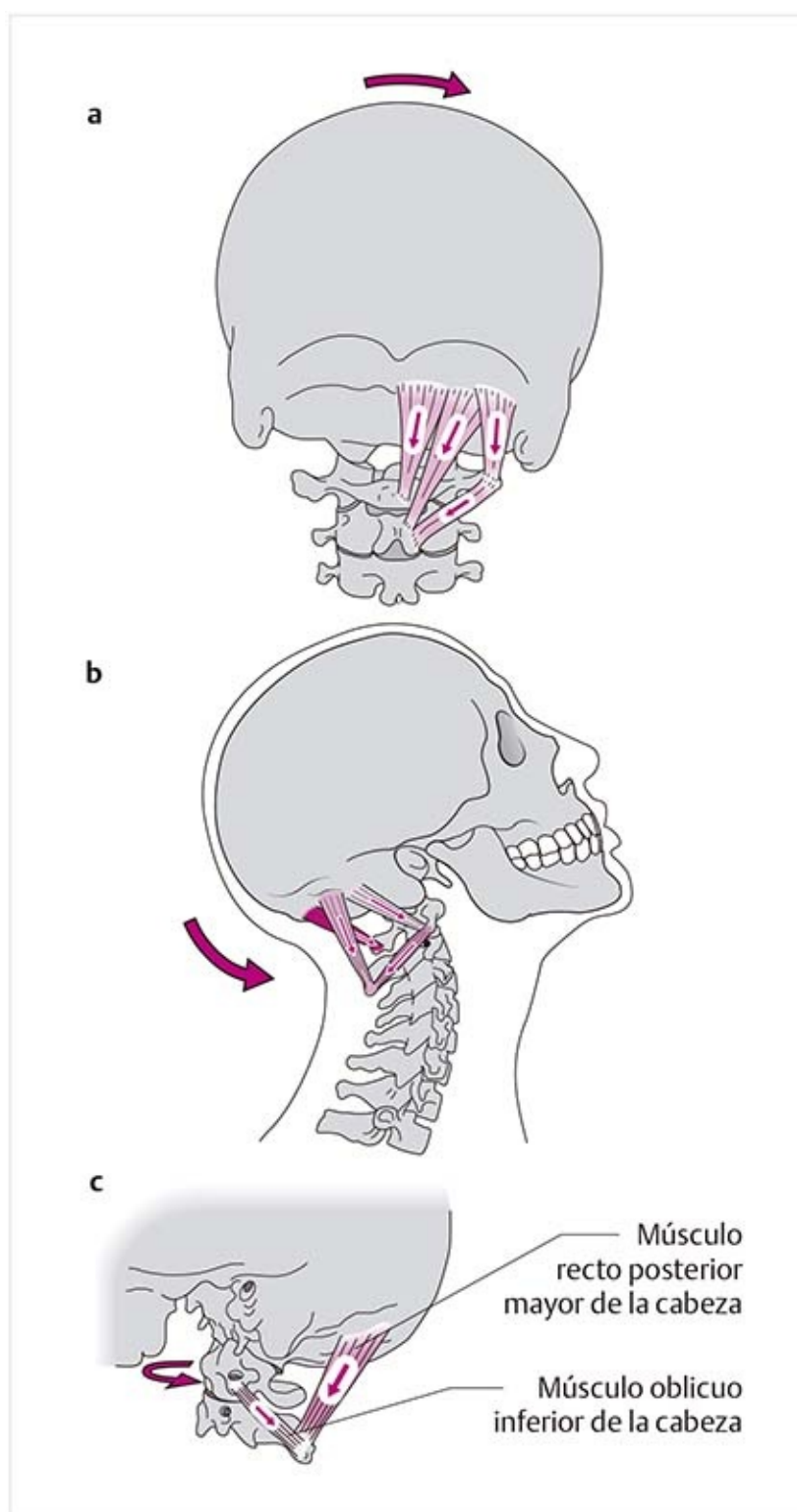
#### Músculos cortos del cuello (figura 2-85)



**Figura 2-85.** Músculos cortos del cuello. **(a)** Vista posterior. **(b)** Vista lateral.

- Músculo recto mayor posterior de la cabeza.
- Músculo recto menor posterior de la cabeza.
- Músculo oblicuo superior de la cabeza.
- Músculo oblicuo inferior de la cabeza.

**Funciones (figura 2-86):**



**Figura 2-86.** Función de los músculos cortos del cuello. **(a)** Flexión lateral. **(b)** Reclinación. **(c)** Rotación al mismo lado.

- Contracción bilateral:
  - Extensión de las articulaciones atlantooccipital y atlantoaxoidea (reclinación)
- Contracción unilateral:
  - **Flexión lateral** hacia el mismo lado.
  - **Rotación al mismo lado** por los músculos oblicuo inferior de la cabeza y recto mayor posterior de la cabeza.
  - **Rotación al lado contrario** por las fibras mediales del músculo oblicuo superior de la cabeza.

Junto con los músculos largos del cuello, los músculos cortos del cuello son parte integral importante del sistema de soporte para la columna vertebral.



La tensión intensa en los músculos cortos del cuello puede influir en el movimiento de deslizamiento entre C0 y C2 en dirección posterior y por tanto inhibir la inclinación. En consecuencia, las pruebas de estiramiento de estos músculos, junto con las pruebas articulares habituales, son importantes para valorar las secuencias de movimiento fisiológico.

## 2.3.6 Plexo braquial (figura 2-87)

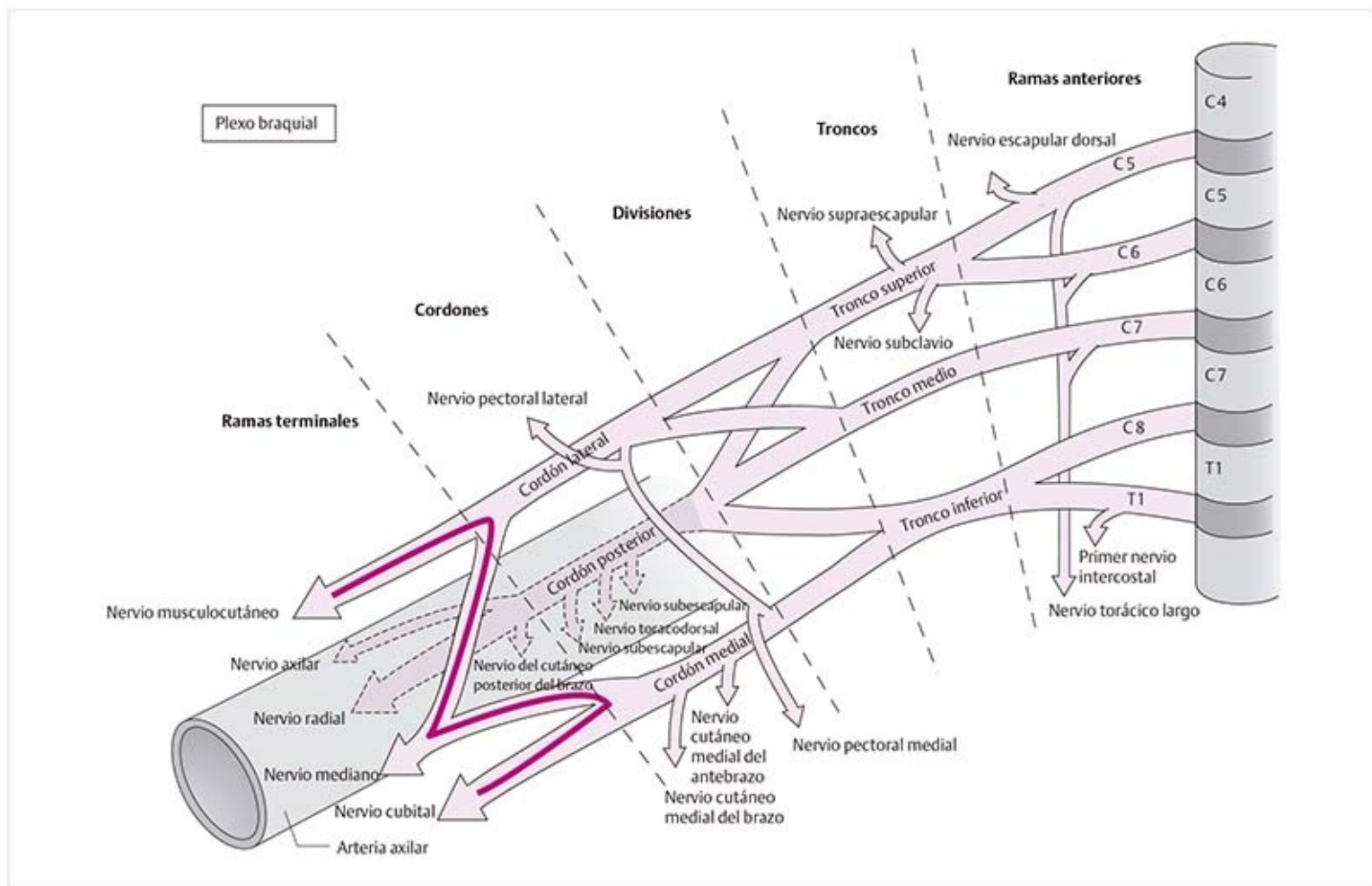


Figura 2-87. Plexo braquial.

Las **ramas anteriores** de los nervios espinales C5-T1 se combinan para formar **troncos**, que se convierten en divisiones. Ahí se produce una ramificación a partir de la cual se originan los **cordones**. Se disponen alrededor de la arteria axilar de la siguiente manera:

- El cordón posterior se proyecta posterior a la arteria.
- El cordón lateral discurre superior y anterior.
- El cordón medial sigue una dirección en la parte medial e inferior.

Los nervios del brazo surgen de los cordones:

- Los nervios axilar y radial a partir del cordón posterior.
- Los nervios musculocutáneo y mediano a partir del cordón lateral.
- Los nervios mediano y cubital a partir del cordón medial. Nótese que el nervio mediano surge de dos cordones, con lo cual se forma la “**estructura en M**”.

### Patología

#### Síndrome por compresión del plexo braquial (figura 2-88):

Hay pocos sitios en los que el plexo puede sufrir compresión después de salir del orificio intervertebral. La disposición de los músculos crea puntos estrechos, como la zona de los músculos escalenos. Otras áreas en las que el plexo puede comprimirse son las siguientes:

En la **región clavicular** (espacio costoclavicular):

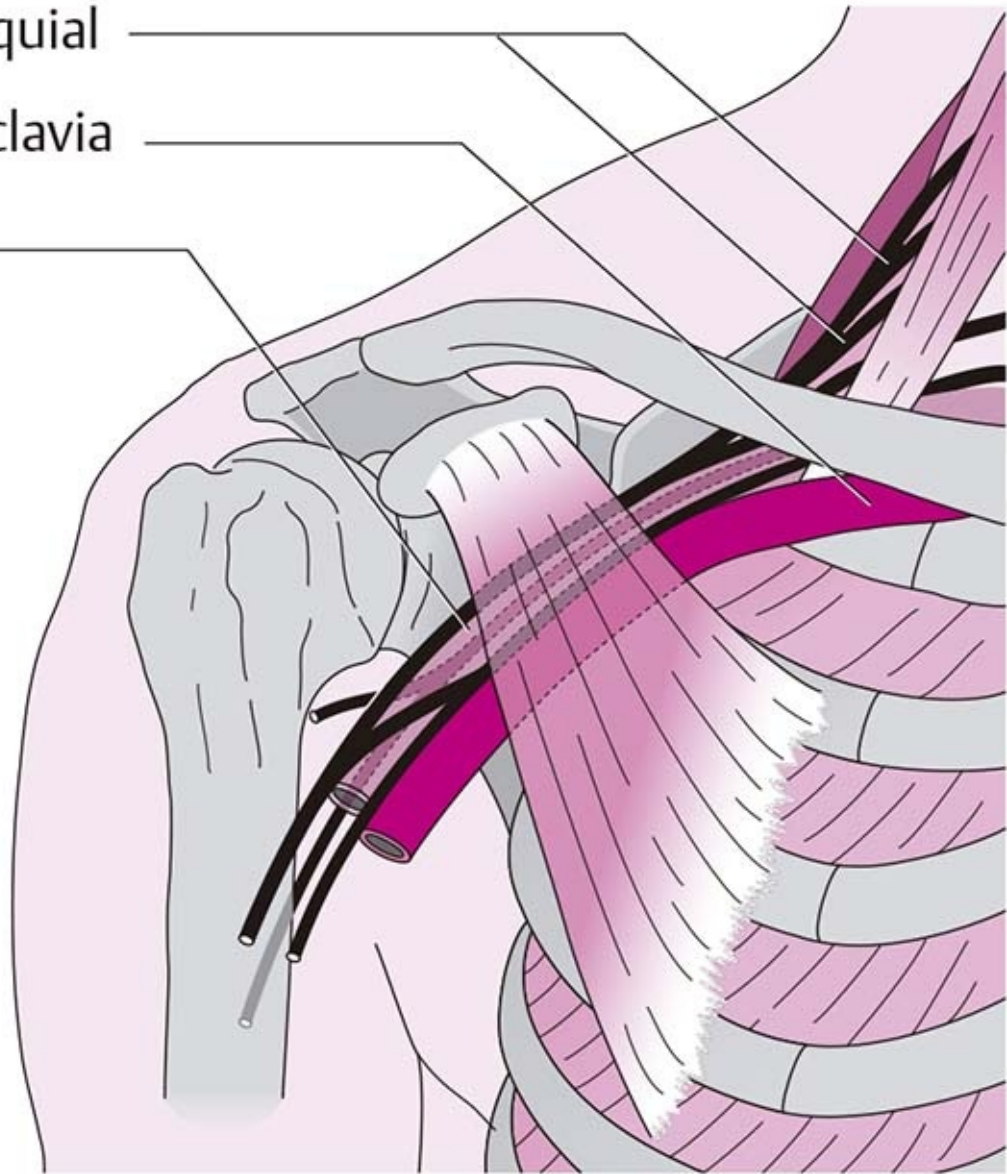
Esta abertura se forma con la clavícula y la primera costilla. Junto con la arteria y vena subclavias, el plexo discurre por ese punto hacia la axila. El espacio costoclavicular se estrecha al descender y retraer el cinturón escapular.

Las causas del estrechamiento incluyen espalda muy plana con hombros retraídos, la carga constante de peso excesivo en los hombros o una fractura clavicular con formación subsiguiente de callo óseo.

Plexo braquial

Vena subclavia

Arteria subclavia



**Figura 2-88.** Síndrome por compresión del plexo braquial.

### Consejo práctico

Para establecer si un espacio costoclavicular estrecho es la causa del dolor irradiado, se aplica presión sostenida hacia abajo sobre el cinturón escapular para estrechar aún más este espacio. Si se desencadena o se intensifica el dolor irradiado, la causa radica en esa zona.

### Patología

En la zona del músculo **pectoral menor** (síndrome de hiperabducción):

Junto con la arteria y vena subclavias, el plexo braquial pasa bajo el músculo pectoral menor y la apófisis coracoides hacia la axila. La abducción máxima estira el plexo, ya que la parte tendinosa del músculo pectoral menor lo rodea. Si el músculo pectoral menor está muy tenso, la elevación del brazo estira el plexo. El mantenimiento de esta posición por mucho tiempo, mientras se duerme o por otras razones, puede provocar síntomas.

### Consejo práctico

Como prueba de provocación, se eleva el brazo hacia arriba y atrás y se lo mantiene en esa posición. Si todo es normal, después de uno o dos minutos, el pulso radial aún puede palparse y no hay quejas de dolor irradiado.

# Capítulo 3

## Columna torácica y tórax

# 3

[3.1 Palpación de referencias de la columna torácica y el tórax](#)

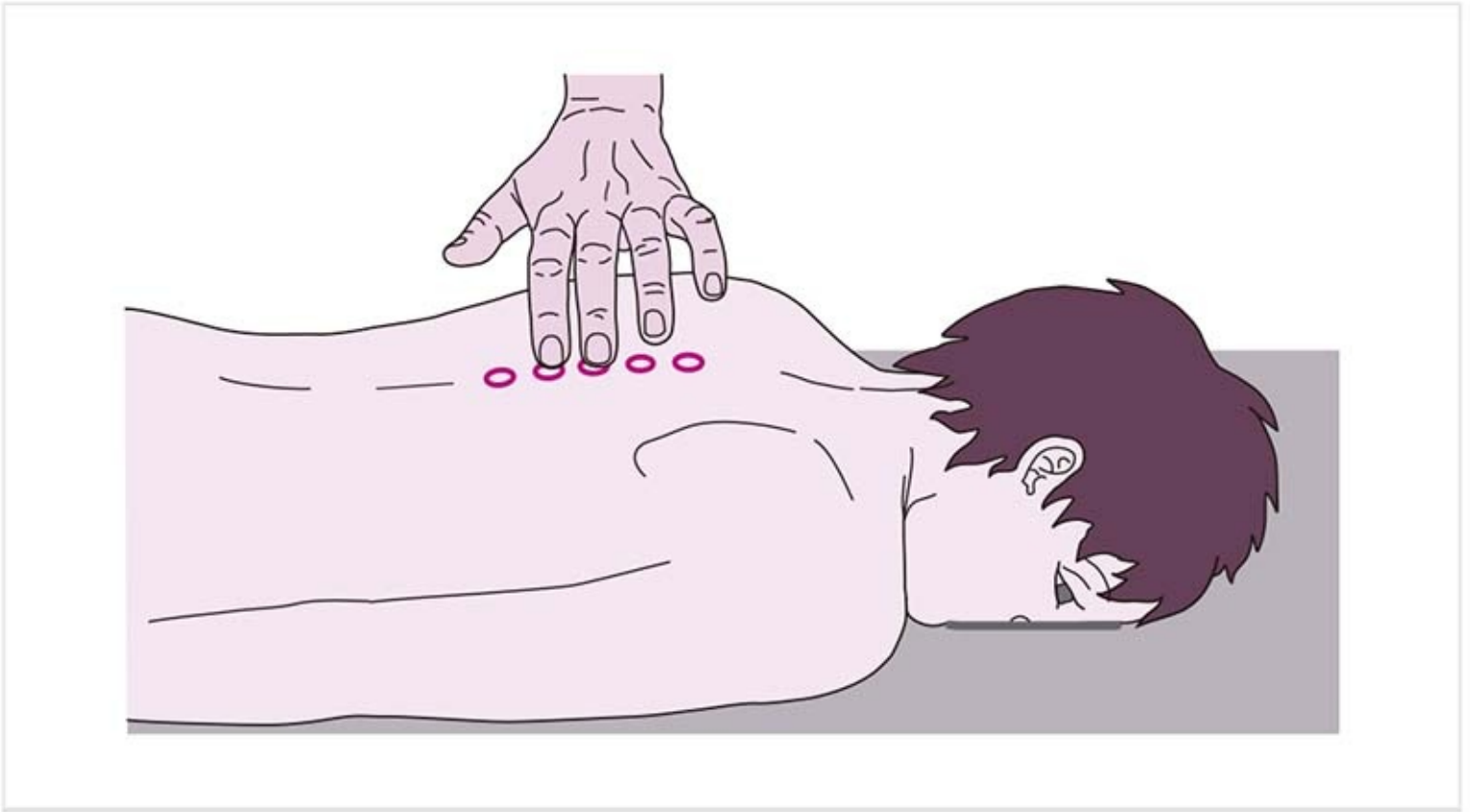
[3.2 Anatomía funcional de la columna torácica](#)

[3.3 Anatomía funcional del tórax](#)

# 3 Columna torácica y tórax

## 3.1 Palpación de referencias de la columna torácica y el tórax

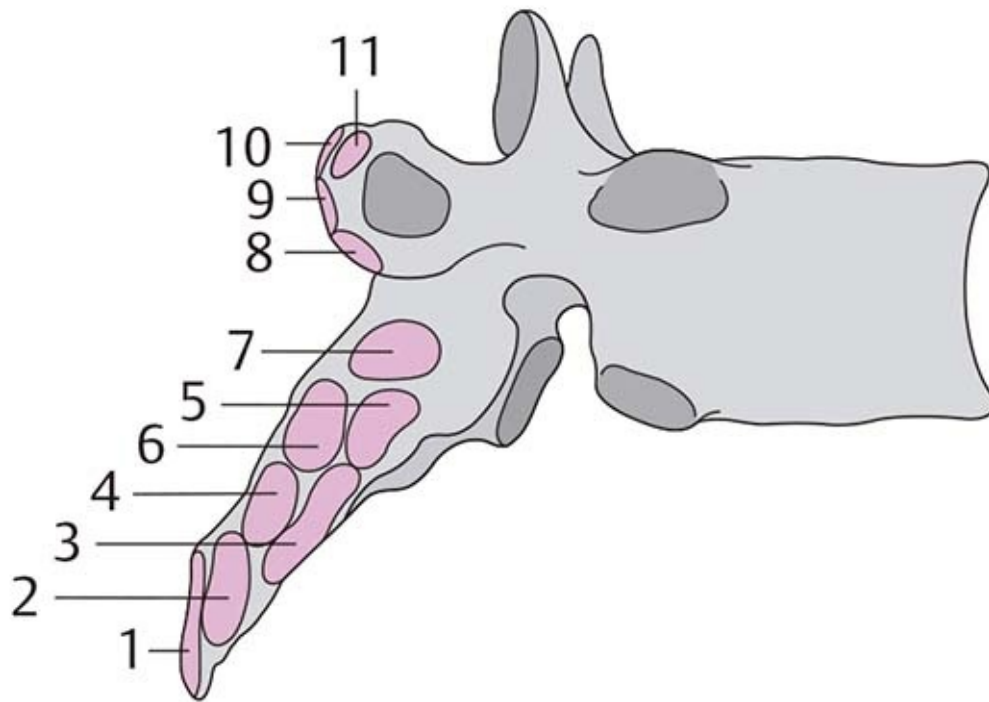
- ▶ Huesos, ligamentos, articulaciones
- Apófisis espinosas (figura 3-1)**



**Figura 3-1.** Palpación: apófisis espinosa.

Las apófisis espinosas tienen muchos sitios de inserción muscular muy cercanos entre sí. La identificación exacta es apenas posible.

### **Sitios de inserción muscular (figura 3-2)**



**Figura 3-2.** Sitios de inserción muscular en las apófisis espinosa y transversa.

- 1 = Músculo trapecio
- 2 = Músculo romboides mayor
- 3 = Músculo multífido
- 4 = Músculo esplenio del cuello
- 5 = Músculos rotadores
- 6 = Músculo espinal
- 7 = Músculo semiespinoso del tórax

### **Ligamento conector**

Los **ligamentos supraespinosos** se extienden de la punta de una apófisis espinosa a la siguiente. Durante la flexión se estiran por el movimiento divergente de las apófisis espinosas y pueden palparse si se los aborda desde abajo.

### **Apófisis transversa (figuras 3-3 y 3-4)**



**Figura 3-3.** Palpación: guía de orientación para identificar las apófisis transversas en la región espinal torácica media.



**Figura 3-4.** Palpación. Apófisis transversas.

La orientación comienza con las apófisis espinosas. Las puntas de las apófisis transversas de T1-T4 y de T10-T12 se encuentran a dos anchos de dedos arriba de las apófisis espinosas correspondientes. Se localizan en el borde lateral del músculo erector de la columna, que puede palparse a unos dos o tres anchos de dedo en un plano lateral a las apófisis espinosas. Respecto de T5-T9, se encuentran a unos tres anchos de dedo por arriba, ya que las apófisis espinosas tienen una dirección más inclinada hacia arriba en esta región.

**Sitios de inserción muscular (figura 3-2)** [www.11-ebook.com](http://www.11-ebook.com)

8 = Músculo elevador de la costilla

9 = Músculo iliocostal, parte torácica

10 = Músculo longísimo del tórax

11 = Músculo longísimo del cuello

La palpación de las inserciones musculares más profundas es apenas posible por el músculo erector de la columna que las cubre.

### Articulación costotransversa (figura 3-5)



**Figura 3-5.** Palpación: articulación costotransversa.

El ligamento costotransverso lateral se extiende desde la punta de la apófisis transversa hasta la costilla y puede palparse en la contigüidad inmediata de la punta. El músculo longísimo del tórax se encuentra sobre éste y debe desplazarse un poco en sentido lateral. El espacio articular de la articulación costotransversa se halla en un plano profundo bajo el ligamento y no puede percibirse.

#### Consejo práctico

La disminución de la movilidad de una costilla puede valorarse mediante la palpación de la zona mientras el paciente realiza respiraciones profundas. En caso de bloqueo funcional de una costilla, el ligamento costotransverso lateral es muy doloroso.

### Ángulos de las costillas (figura 3-6)



**Figura 3-6.** Palpación: ángulo de la costilla.

El ángulo de la costilla se localiza a un ancho de mano lateral a las articulaciones costovertebrales. Puede palparse como una desviación distintiva en la costilla.

#### Consejo práctico

Dado que los ángulos de las costillas forman proyecciones prominentes, puede usarse el talón de la mano para movilizar una costilla en dirección anterolateral.

#### Patología

En los trastornos funcionales de la articulación costovertebral, el ángulo correspondiente de la costilla puede encontrarse sensible a la palpación.

### Articulaciones esternocostales (figura 3-7)





**Figura 3-7.** Palpación: articulaciones esternocostales.

Para evaluar la interfaz entre la costilla y el esternón, se palpa para realizar una comparación laterolateral directa en posiciones supina y sedente. La carga en las articulaciones esternocostales es mayor en la posición sedente que en la supina.

#### Consejo práctico

Se percibe mucho más dolor en las articulaciones esternocostales cuando se adopta una posición incorrecta, como sentarse con la espalda encorvada y el tórax hundido, respecto de cuando el paciente se halla en posición sedente erguida o en posición supina. Cuando los síntomas son intensos, la tracción sobre las costillas puede producir una mejoría considerable. Sin embargo, con el tiempo este tratamiento no es suficiente porque persiste la causa subyacente, mientras no se corrija la postura inadecuada.

#### ► Músculos

### **Diafragma (figura 3-8)**



**Figura 3-8.** Palpación: elasticidad del diafragma.

Se colocan los pulgares de ambas manos en la parte inferior bajo el borde costal inferior y se presionan las costillas en sentido superolateral.

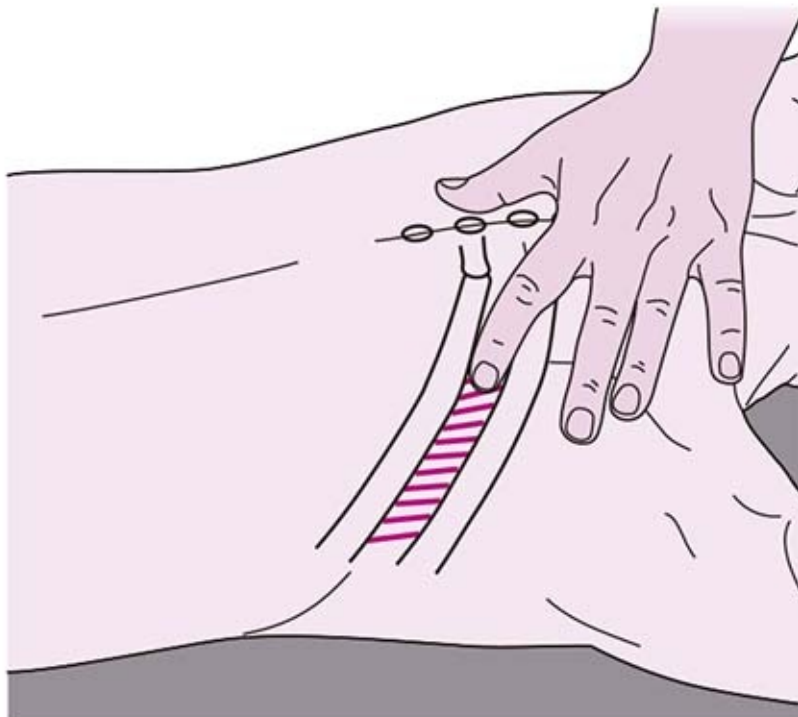
#### Consejo práctico

La palpación del diafragma aporta información sobre su elasticidad, cualquier movimiento evasivo y defensa muscular dolorosa. Por lo general, las costillas pueden desplazarse una distancia considerable sin resistencia y el movimiento debe ser simétrico en ambos lados.

#### Patología

La tensión muscular en el diafragma puede ser resultado de la disfunción de la región torácica o la cavidad abdominal.

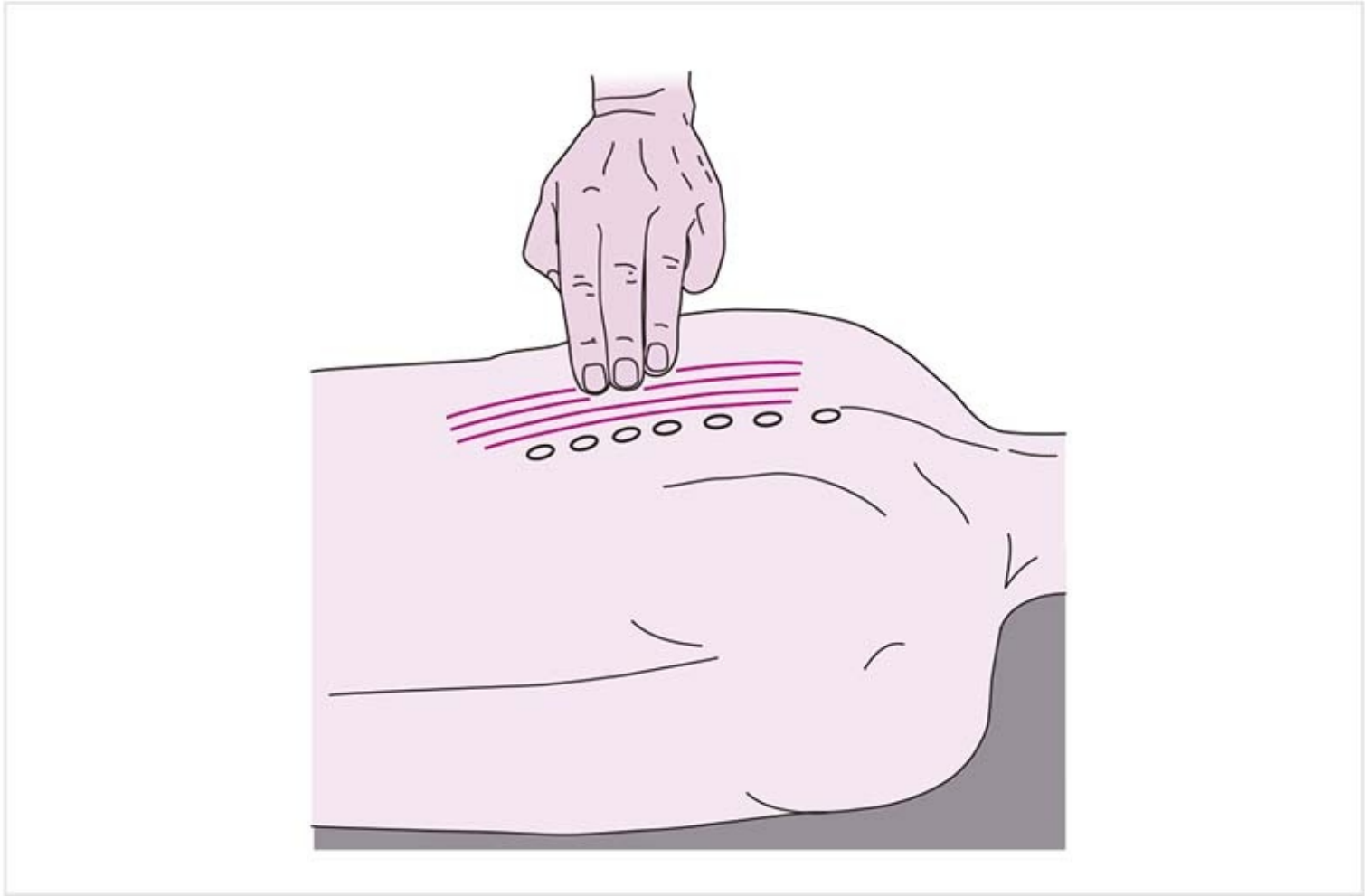
### Músculos intercostales (figura 3-9)



**Figura 3-9.** Palpación: músculos intercostales.

Se usa un dedo entre las costillas para palpar los músculos intercostales, se lo coloca en dirección anterior y se mueve con lentitud hacia atrás dentro del espacio intercostal.

### **Músculo erector de la columna (figura 3-10)**

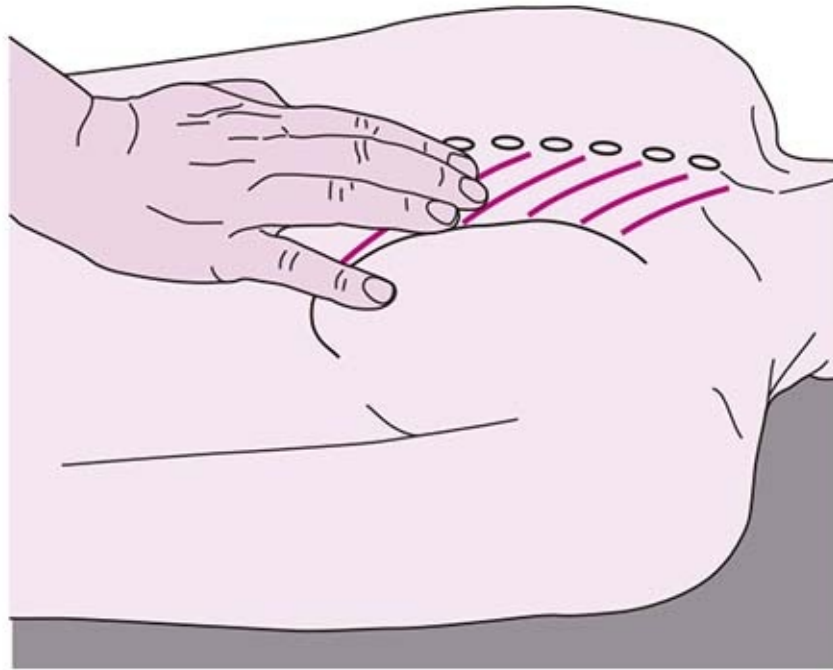


**Figura 3-10.** Palpación: músculo erector de la columna.

El músculo erector de la columna se encuentra a los lados de las vértebras. Se percibe como una banda longitudinal de músculo de unos dos o tres anchos de dedo de ancho.

Deben valorarse todos los músculos que se extienden desde el tórax y la columna torácica hasta el brazo, cabeza o pelvis para determinar su estado de tensión y posibles puntos de irritación.

### **Músculos romboides (figura 3-11)**



**Figura 3-11.** Palpación: músculos romboides.

Los músculos romboides discurren en sentido oblicuo desde la columna cervical inferior y la columna torácica superior al borde medial del omóplato. Pueden palparse entre los omóplatos.

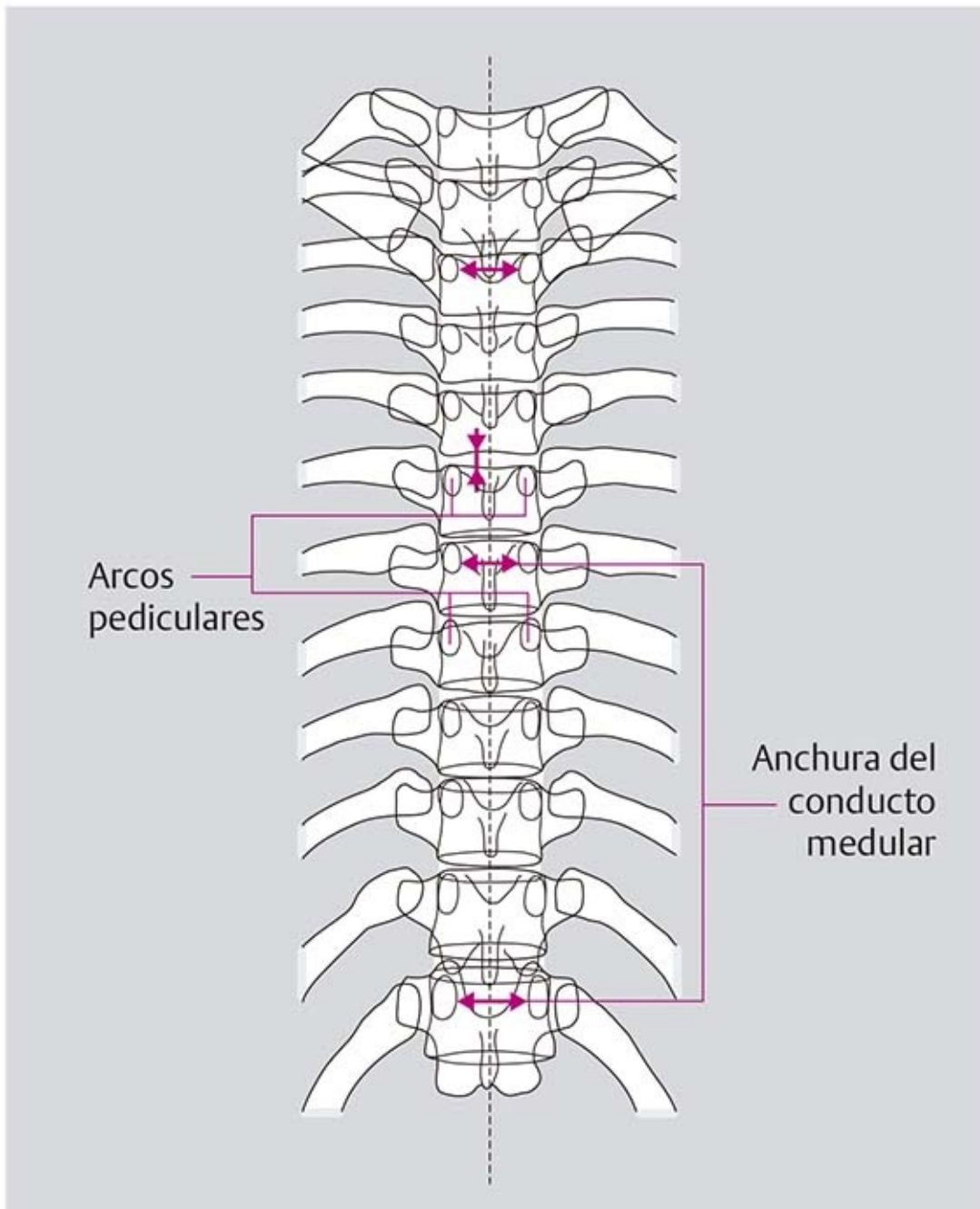
**Músculo trapecio/músculo dorsal ancho, músculo pectoral mayor/músculo pectoral menor, músculo esternocleidomastoideo/músculos escalenos**

Véanse las secciones 2.1, Palpación de las referencias del cráneo y la columna cervical, y 4.1, Palpación del hombro.

## **3.2 Anatomía funcional de la columna torácica**

### **3.2.1 Radiografía de la columna torácica**

#### **Vista anteroposterior (figura 3-12)**



**Figura 3-12.** Imagen radiográfica: columna torácica (vista anteroposterior).

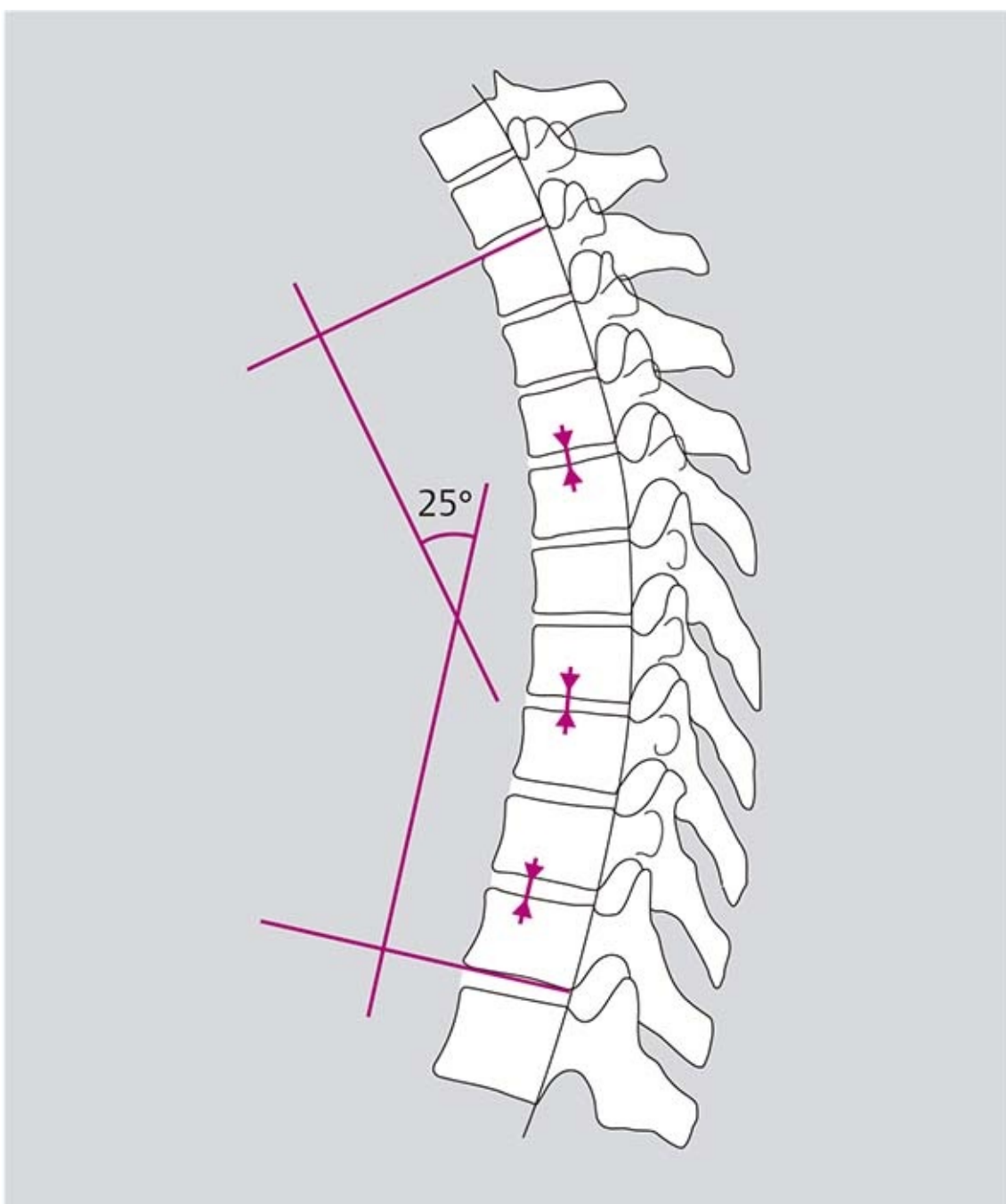
### **Arcos pediculares**

Se identifican como anillos ovalados simétricos a ambos lados.

### **Anchura del conducto medular**

La anchura del conducto medular aumenta conforme se desciende.

### **Columna torácica, vista lateral (figura 3-13)**



**Figura 3-13.** Imagen radiográfica: columna torácica (vista lateral).

## Ángulo de cifosis

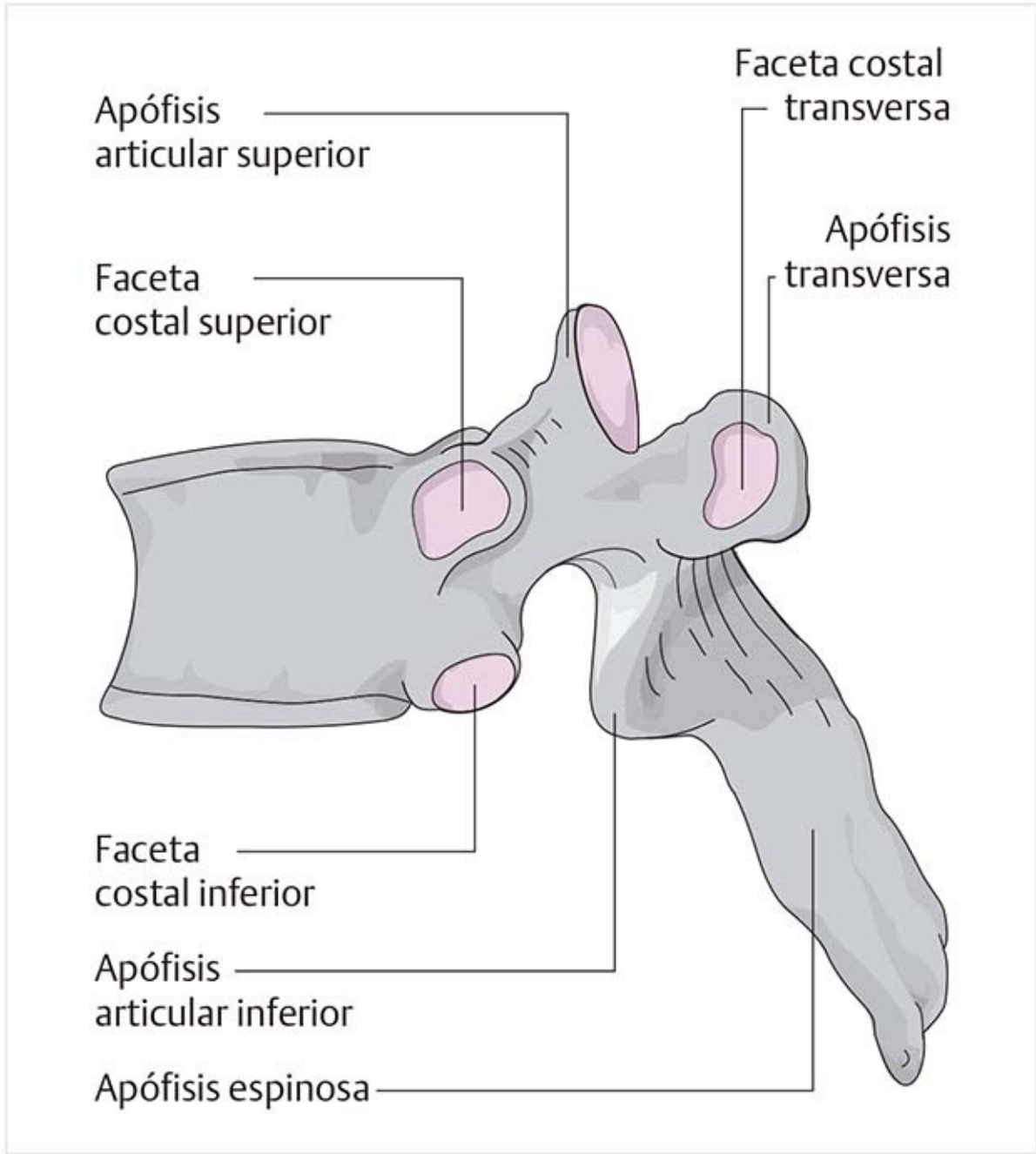
Si las perpendiculares a las líneas que pasan por la placa terminal superior del cuerpo vertebral T3 y la placa terminal inferior del cuerpo vertebral T11 se conectan, el ángulo superior (o inferior) debe medir alrededor de 25°.

## Espacios de los discos intervertebrales

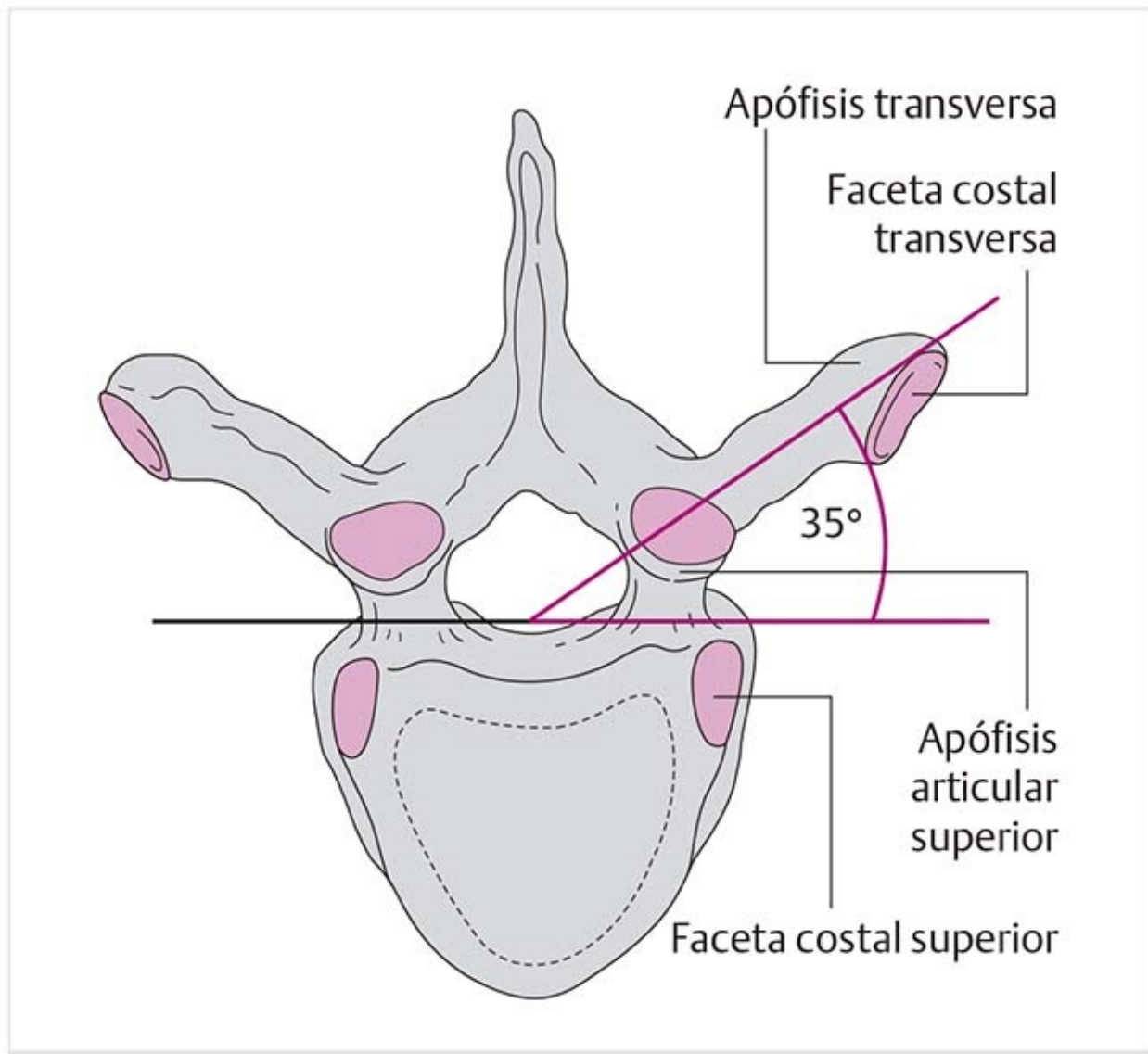
- Placas terminales paralelas.
- Anchura:
  - Columna torácica superior, 3 a 4 mm.
  - Columna torácica intermedia, alrededor de 4 a 5 mm.
  - Columna torácica inferior, cerca de 6 mm.

## 3.2.2 Vértebras torácicas

### Cuerpo vertebral (figuras 3-14 y 3-15)



**Figura 3-14.** Vértebra torácica (vista lateral).



**Figura 3-15.** Vértebra torácica (vista horizontal).

- La altura de los cuerpos vertebrales aumenta de manera gradual de T1 a T12.
- Superficies articulares de la cabeza costal:
  - Una **faceta costal superior** en el margen superior del cuerpo vertebral.
  - Una **faceta costal inferior** en el margen inferior del cuerpo vertebral.

Desde la vértebra T9 hacia abajo, las superficies articulares se desplazan hacia la parte central del cuerpo vertebral.

### Apófisis espinosa

- Es muy larga y se proyecta en sentido oblicuo hacia abajo. En la mayor parte de las secciones, la punta de la apófisis espinosa se encuentra a unos dos anchos de dedo por debajo de la apófisis transversa.
- En la sección de T5-T9, la punta de la apófisis espinosa se encuentra a tres anchos de dedo por debajo de la apófisis transversa correspondiente.
- La apófisis espinosa de T1 es similar a la de las vértebras cervicales.

### Apófisis transversa

- Está bien conformada y orientada en dirección posterolateral. En la columna torácica superior, el eje longitudinal a través de las apófisis transversales forma un ángulo aproximado de 35° con el plano frontal. En la sección inferior, este ángulo puede llegar a 55°.
- La **faceta costal transversa** en el extremo anterior de la apófisis transversa forma una conexión con la



costilla.

- Las superficies articulares se hallan en la parte intermedia en las secciones superiores de la columna torácica y tienen una posición más posterior en las apófisis transversas de la columna torácica inferior. Están ausentes en las vértebras torácicas 11<sup>a</sup> y 12<sup>a</sup>.

### Apófisis articular

- La **apófisis articular superior** representa la conexión con la siguiente vértebra superior y la **apófisis articular inferior** es la conexión con la vértebra inferior.

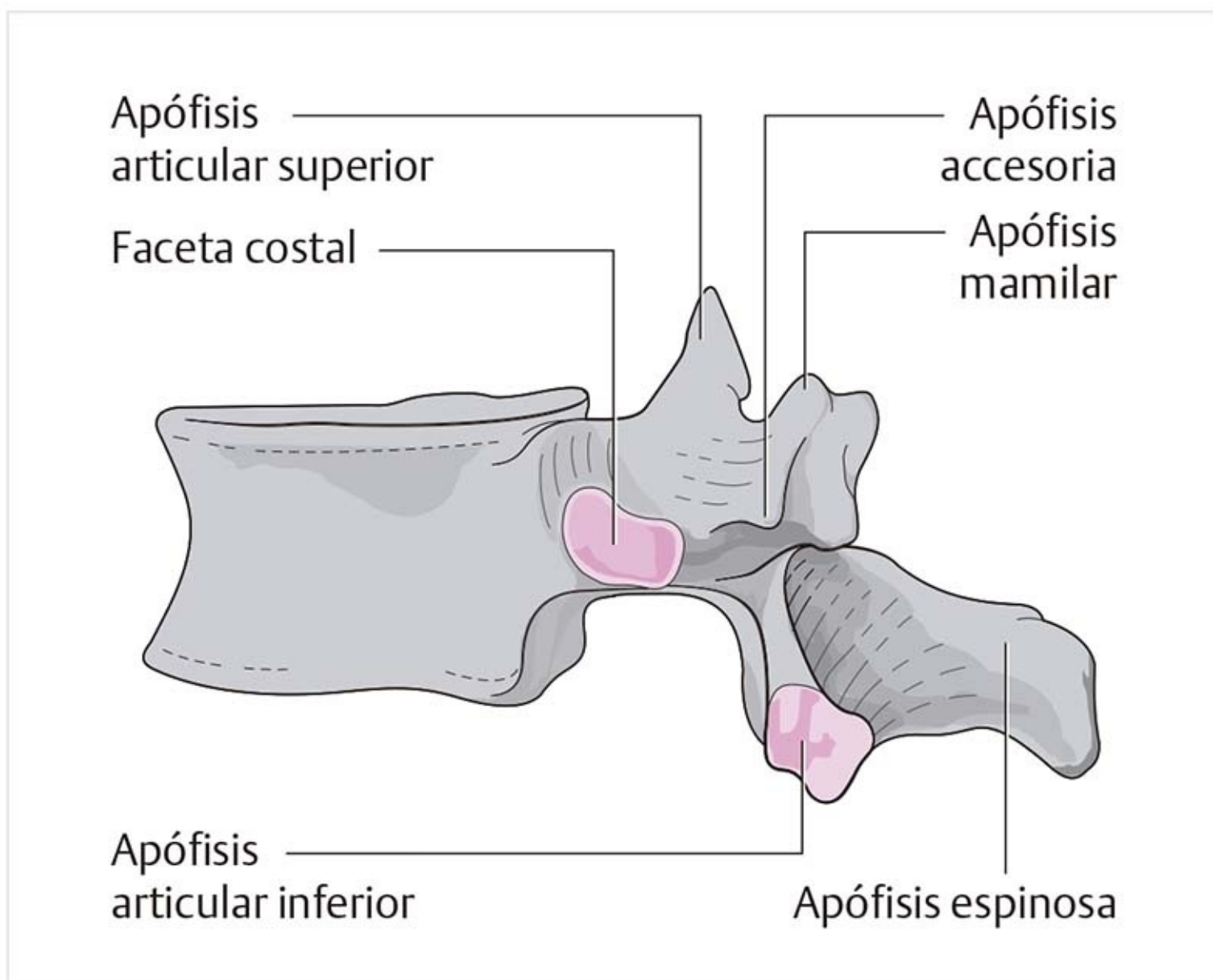
• Posición:

- A 20° respecto del plano frontal.

- 60° en relación con el plano horizontal en la parte superior. Al ir descendiendo, el ángulo aumenta un poco, por lo que en T12 es de casi 80°

► Véase el capítulo 1, Fundamentos de la columna vertebral.

### Características distintivas de la 12<sup>a</sup> vértebra torácica (figura 3-16)



**Figura 3-16.** Duodécima vértebra torácica (vista lateral).

- La forma de la apófisis espinosa se asemeja a la de una vértebra lumbar.
- La apófisis articular inferior está orientada en dirección anterolateral.

- La apófisis transversa es más corta y tiene una apófisis accesoria, como las vértebras lumbares.

## Disco intervertebral

El espacio discal es muy estrecho en relación con los cuerpos vertebrales e indica la movilidad limitada de la columna torácica.

### 3.2.3 Ligamentos de la columna torácica (figura 3-17)

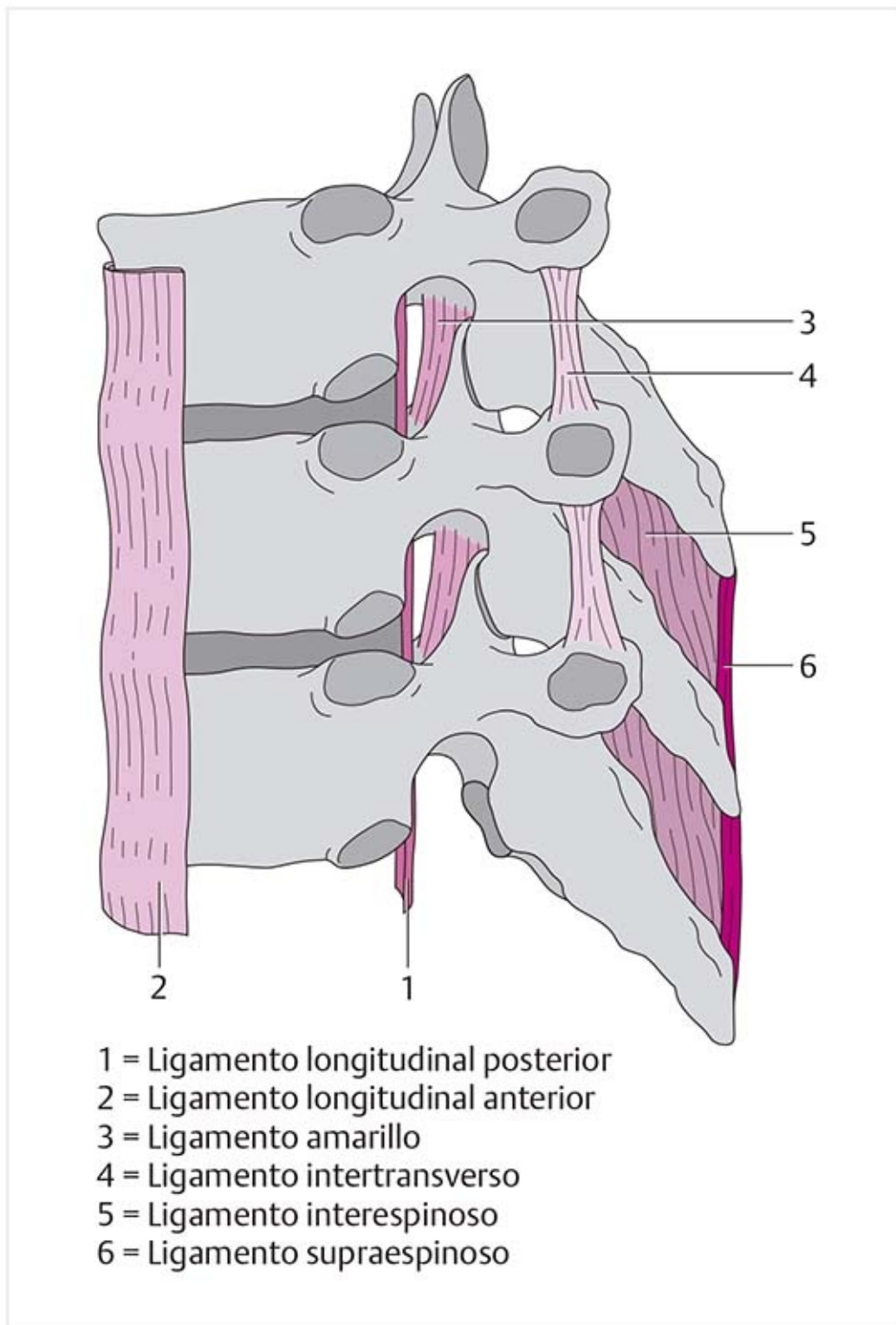


Figura 3-17. Ligamentos de la columna torácica (vista lateral).

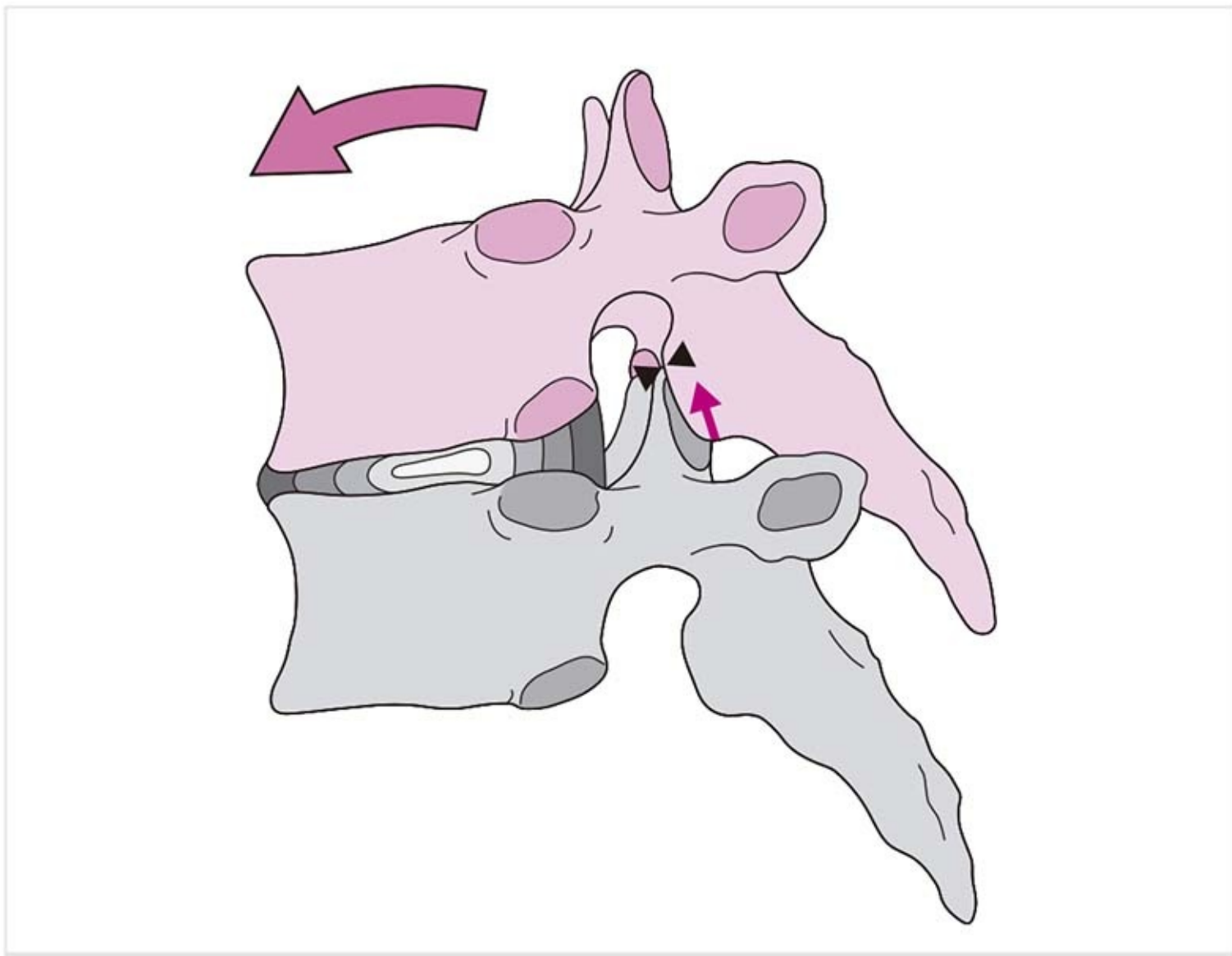
**Ligamento longitudinal posterior, ligamento longitudinal anterior, ligamento amarillo, ligamento intertransverso, ligamento interespinoso, ligamento supraespinoso**

► Véase el capítulo 1, Fundamentos de la columna vertebral.

### 3.2.4 Movimientos de la región torácica espinal

La conexión con el tórax establece límites a la movilidad de la columna, aunque el cartílago costal tiene cierto margen elástico. Dado que existe una proporción muy alta de cartílago en la sección inferior (T9-T12), ésta tiene una plasticidad marcada y por tanto la mejor movilidad posible.

#### Flexión (figuras 3-18 y 3-20)



**Figura 3-18.** Flexión de la columna torácica.



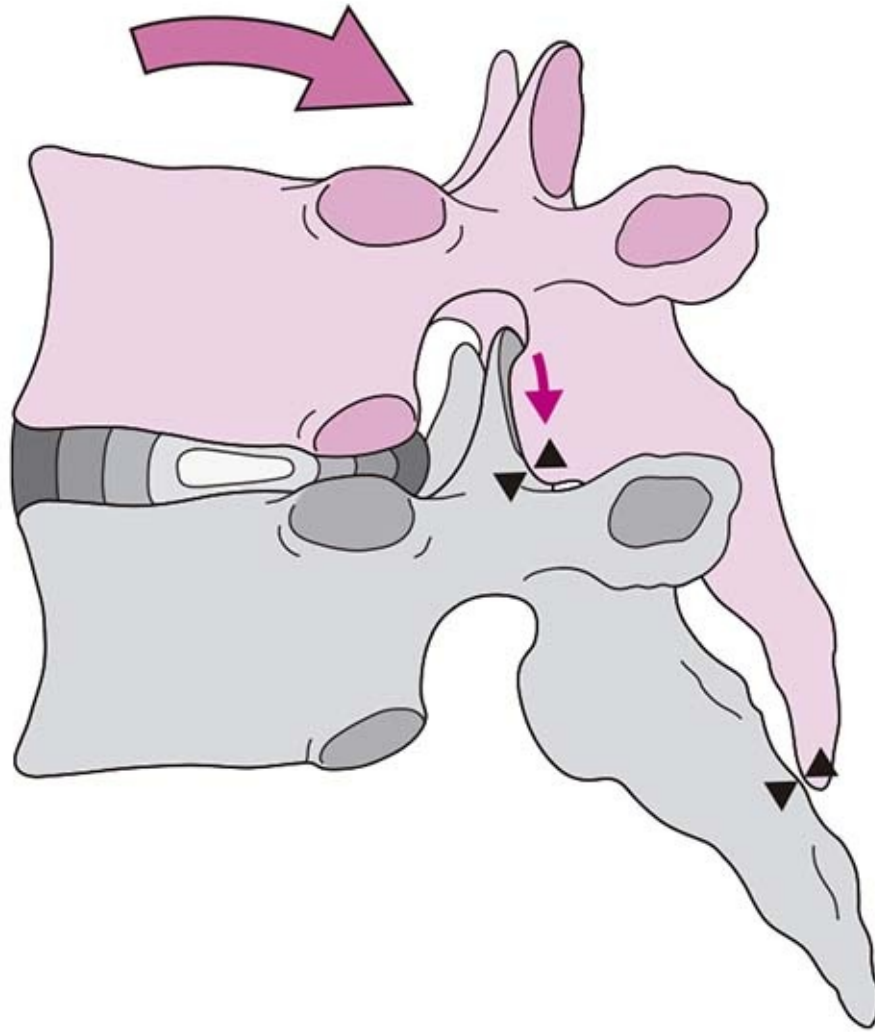
**Figura 3-20.** Diagrama de movimiento: flexión/extensión.

Se crea un pequeño espacio en las partes inferiores de la articulación y hay compresión en las partes superiores. El movimiento está limitado por los ligamentos posteriores y el anillo fibroso.

### ***Movilidad***

- Columna torácica inferior: adecuada.
- T1-T8: mínima.

### **Extensión (figuras 3-19 y 3-20)**



**Figura 3-19.** Extensión de la columna torácica.

Existe una separación insignificante en la parte superior de la articulación y una ligera compresión en la parte inferior. La extensión la limitan las bandas de reforzamiento superior de la cápsula, el ligamento longitudinal anterior, el anillo fibroso y quizá el “tope” óseo que se produce cuando las apófisis espinosas entran en contacto unas con otras.

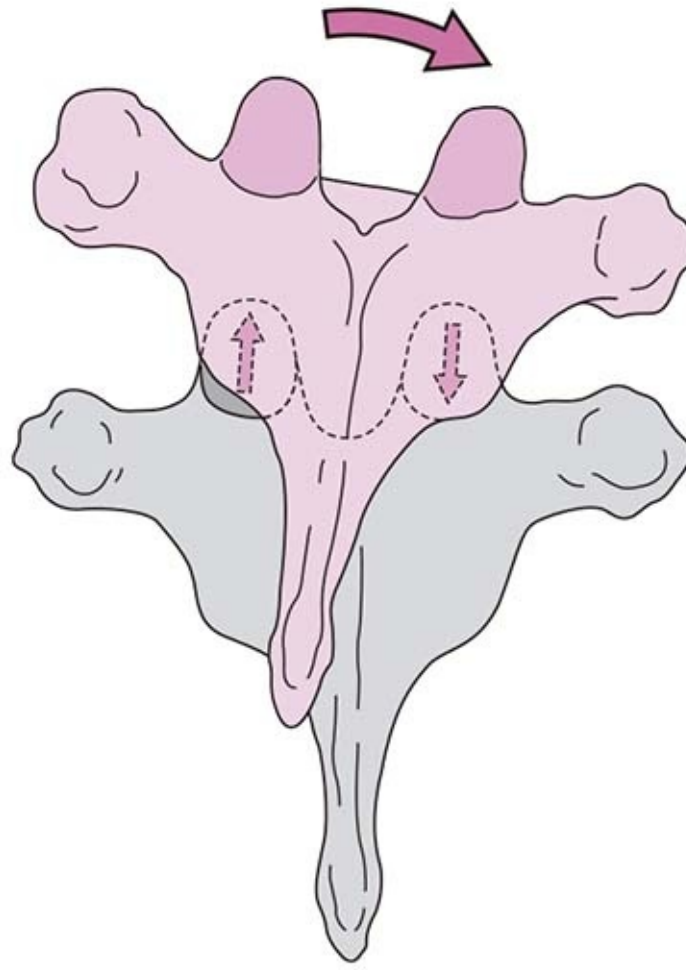
### ***Movilidad***

- Columna torácica inferior: adecuada.
- Columna torácica media: ínfima.
- Columna torácica superior: mínima.
- Total: ínfima.

Prueba de movimiento, resultado normal: inversión de la cifosis.

Como la medición exacta de la movilidad sólo es posible con vistas radiográficas funcionales, se calcula la amplitud de movimiento.

### **Flexión lateral (figuras 3-21 y 3-23)**



**Figura 3-21.** Flexión lateral en la columna torácica.

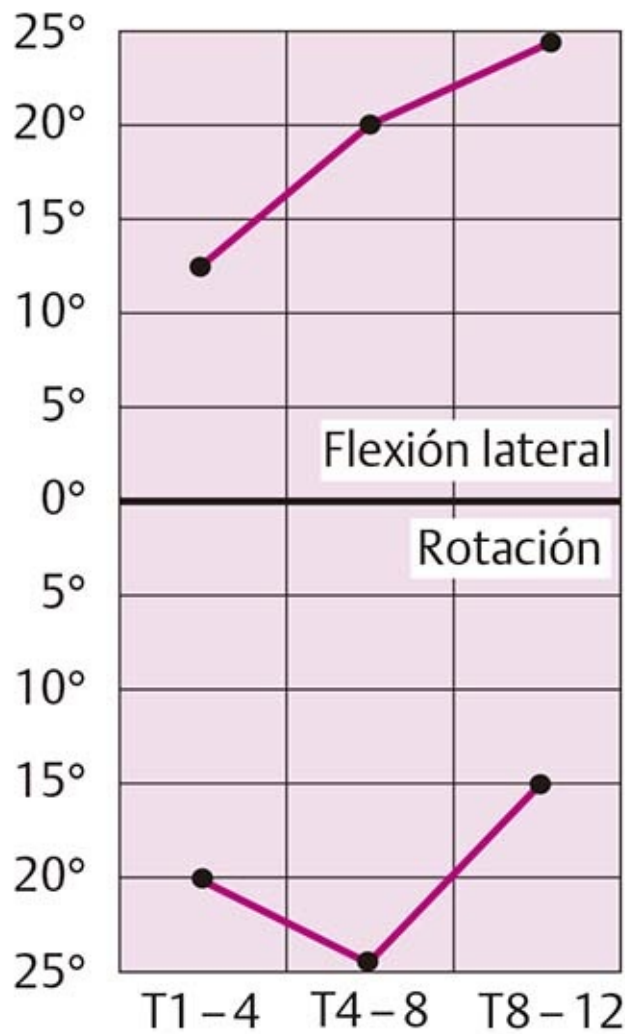


Figura 3-23. Diagrama de movimiento: flexión lateral/rotación.

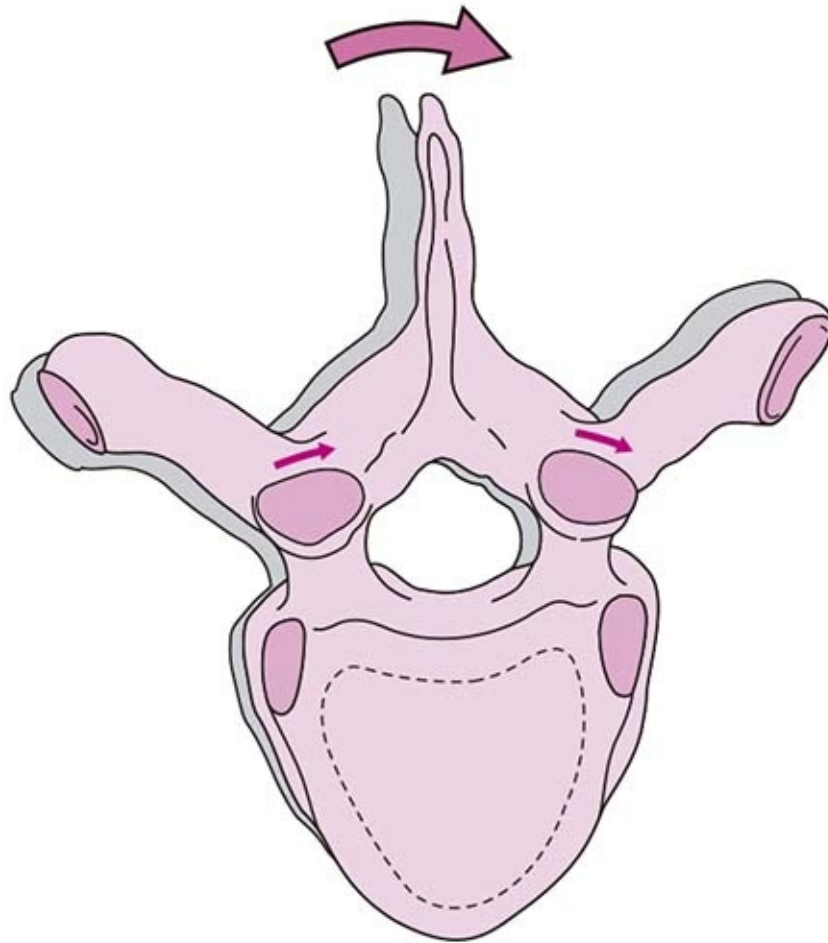
Ocurre un movimiento de deslizamiento en dirección superior en las facetas articulares del lado contrario. En el lado ipsolateral, de deslizamiento tiene lugar en dirección inferior (véase también figura 3-23 ).

### **Movilidad**

- Columna torácica inferior: muy buena.
- Columna torácica media: buena.
- Columna torácica superior: mínima.

Durante este movimiento, los espacios intercostales se amplían en el lado convexo y se estrechan en el cóncavo.

### **Rotación (figuras 3-22 y 3-23)**



**Figura 3-22.** Rotación en la columna torácica.

La rotación puede o no acoplarse con la flexión lateral debido a la ligera curvatura circular de las superficies articulares.

En el tórax, las costillas del lado hacia el cual ocurre la rotación se flexionan más hacia arriba, mientras que se rectifican un poco en la parte inferior. Sucede lo contrario en el lado del que se aleja la rotación. Esta deformación del tórax coloca al esternón en un ángulo.

### **Movilidad**

- Columna torácica inferior: movilidad limitada.
- Columna torácica media: movilidad adecuada.
- Columna torácica superior: movilidad limitada.

#### **Consejo práctico**

Desde el punto de vista funcional, la columna torácica superior pertenece a la columna cervical y puede palparse como un movimiento continuado en la valoración de la movilidad de la columna cervical. Por esta razón, los trastornos funcionales de la columna torácica superior influyen en los movimientos de la cabeza y pueden causar dolor irradiado al cuello, hombro y brazo.

### **Tendencias de movimiento de la columna torácica durante la respiración**

En posición sedente vertical o de pie existe una propensión a la extensión de la columna torácica durante la inspiración y a la flexión durante la espiración.

Si se sostienen los brazos frente al cuerpo, se fija el cinturón escapular. Esto impide que la columna



torácica se rectifique y acentúa la cifosis (movimiento en flexión) durante la inspiración.

## 3.3 Anatomía funcional del tórax

### Costillas (figura 3-24)

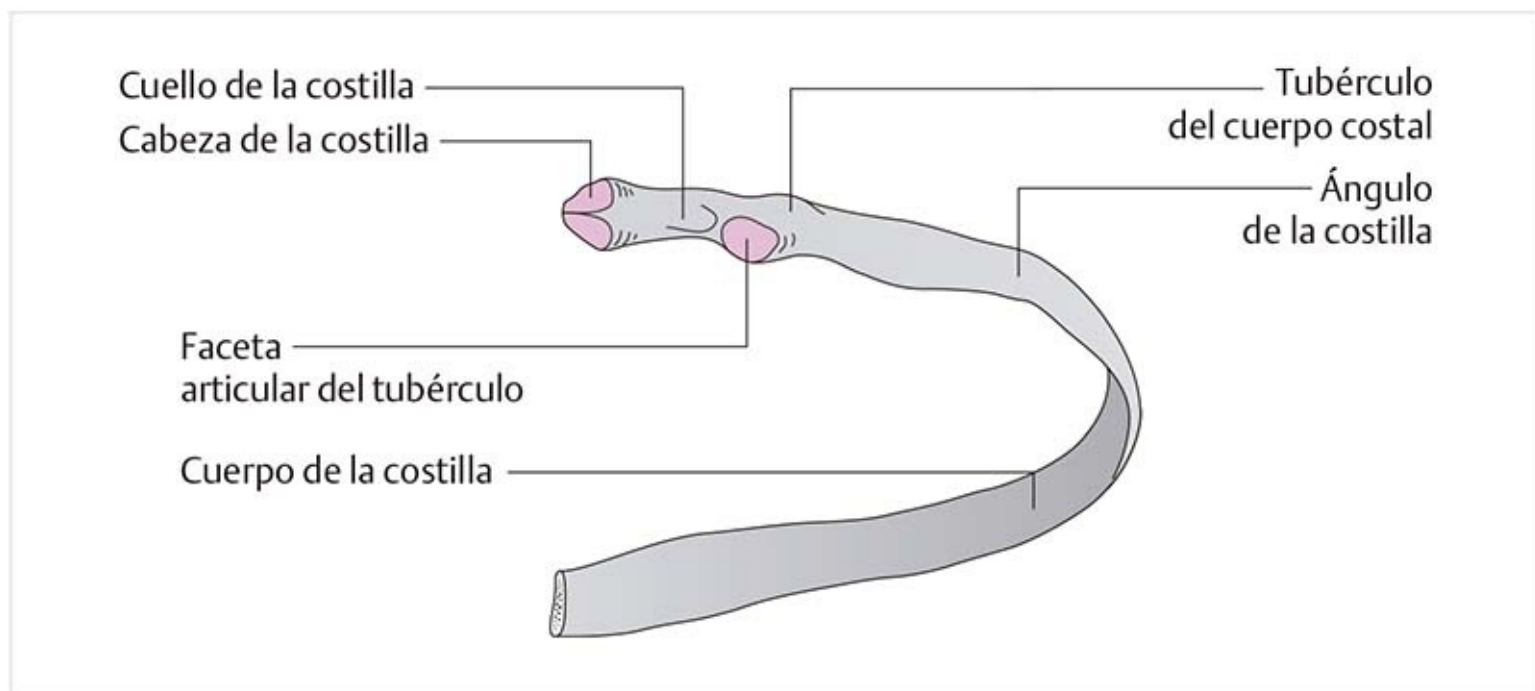


Figura 3-24. Costilla (vista posterior).

- Las costillas tienen secciones óseas (**cuerpo, ángulo, cuello y cabeza**) y secciones colagenosas (cartílago costal).
- **Costillas verdaderas:** los primeros siete pares de costillas forman un anillo que incluye el esternón y las vértebras torácicas.
- **Costillas falsas:** los pares 8° a 10° de costillas están conectados por cartílago.
- **Costillas flotantes:** los últimos dos pares de costillas tienen un extremo libre que no está unido.
- Posición de las costillas: inclinación de 45°.

### Articulación costotransversa (figura 3-25)

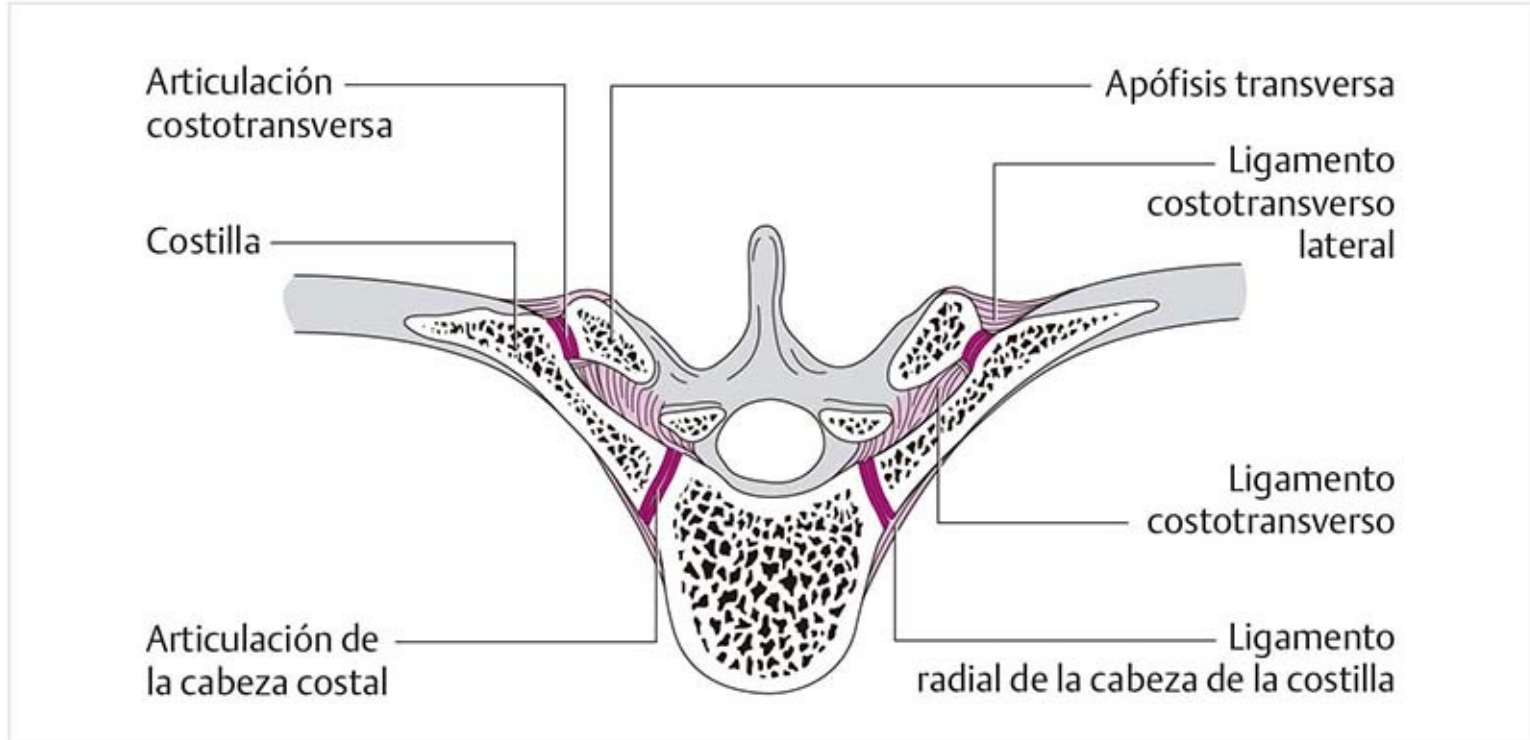
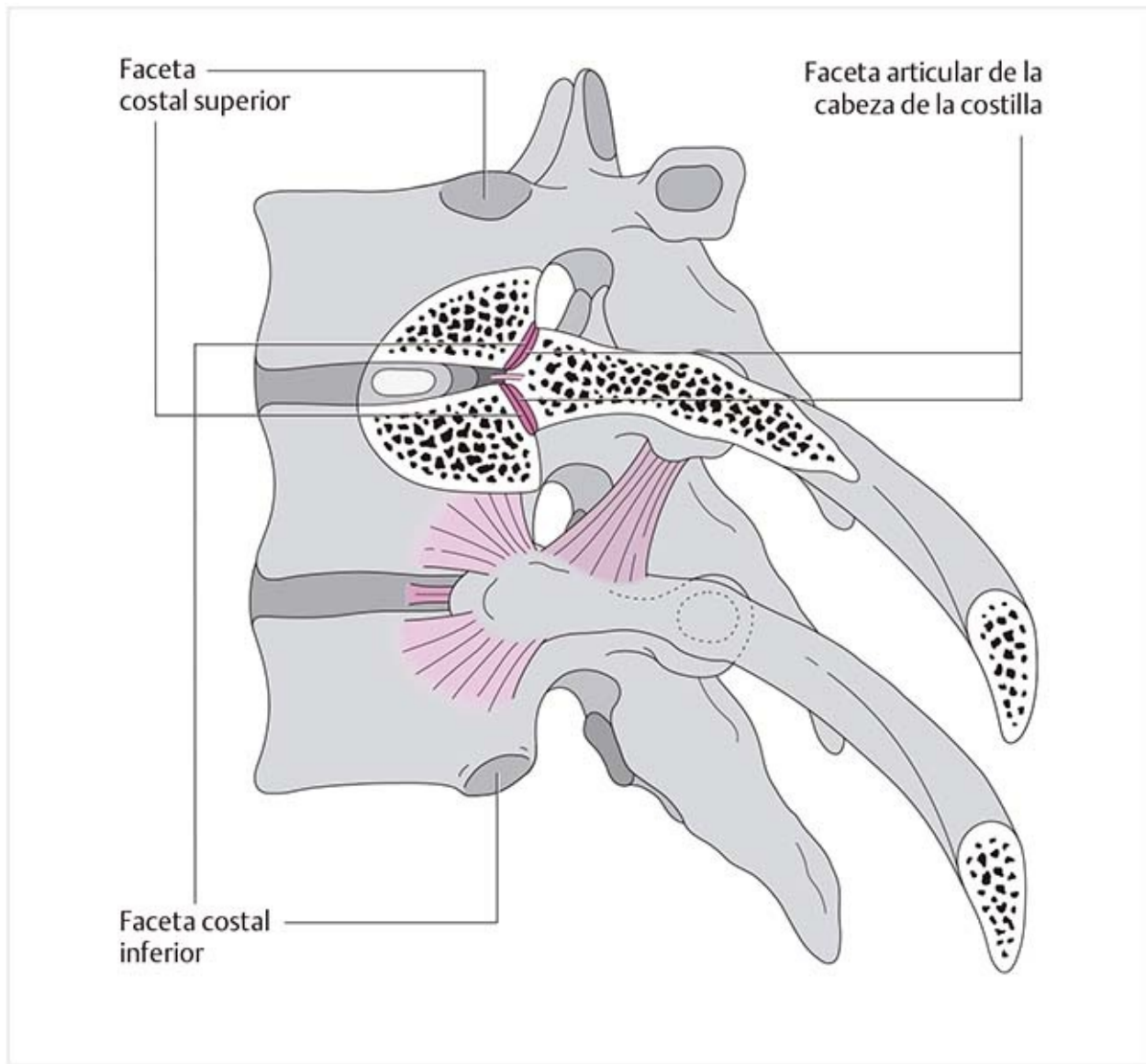


Figura 3-25. Articulación costotransversaria.

- Las **facetas articulares del tubérculo** se localizan en los tubérculos del cuerpo costal y las de la parte superior del tórax tienen una forma ligeramente convexa.
- La **faceta costal transversa de la apófisis transversa** del mismo nivel tiene una superficie articular cóncava correspondiente.
- Las superficies articulares se vuelven cada vez más planas en la parte inferior del tórax.
- Las costillas de T1 a T7 se hallan en posición anterior a las apófisis transversas. Desde T8 hacia abajo se desplazan un poco hacia arriba sobre las apófisis transversas. En la región inferior pierden contacto con éstas.
- La **cápsula articular** es delgada y tiene recesos de tamaños variables. También existen eversiones sinoviales meniscoides.

## Articulación de la cabeza de la costilla (figura 3-26)

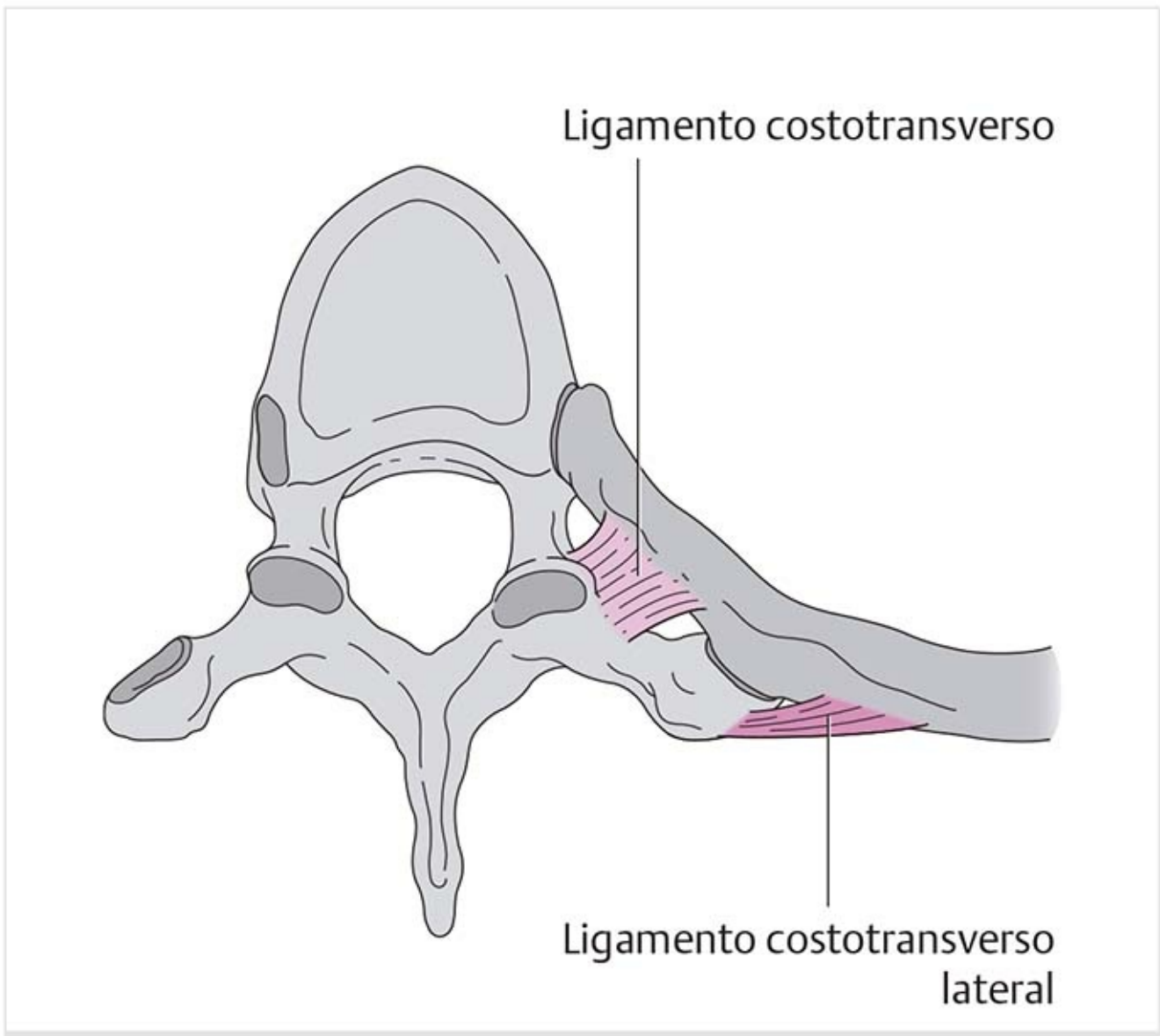


**Figura 3-26.** Articulación de la cabeza de la costilla.

- Las **facetas articulares inferior y superior** de dos vértebras adyacentes junto con el disco intervertebral que se encuentran entre ellas forma el hueco articular para la cabeza de la costilla. Se encuentran en los márgenes superior e inferior del cuerpo vertebral. Las excepciones son las superficies articulares de la 1ª, 11ª y 12ª costillas. En ellas, las superficies articulares se sitúan más en dirección de la parte media del cuerpo vertebral.
- La **faceta articular de la cabeza costal** se divide en dos facetas por la cresta de la cabeza. La inferior es un poco más grande y se articula con el cuerpo vertebral del mismo nivel. La faceta superior más pequeña tiene contacto con el siguiente cuerpo vertebral superior. Las excepciones son la 1ª, 11ª y 12ª costillas, que sólo poseen una faceta y se articulan con el cuerpo vertebral del mismo nivel.

## Ligamentos de la articulación costovertebral

### Ligamento costotransverso lateral (figura 3-27)



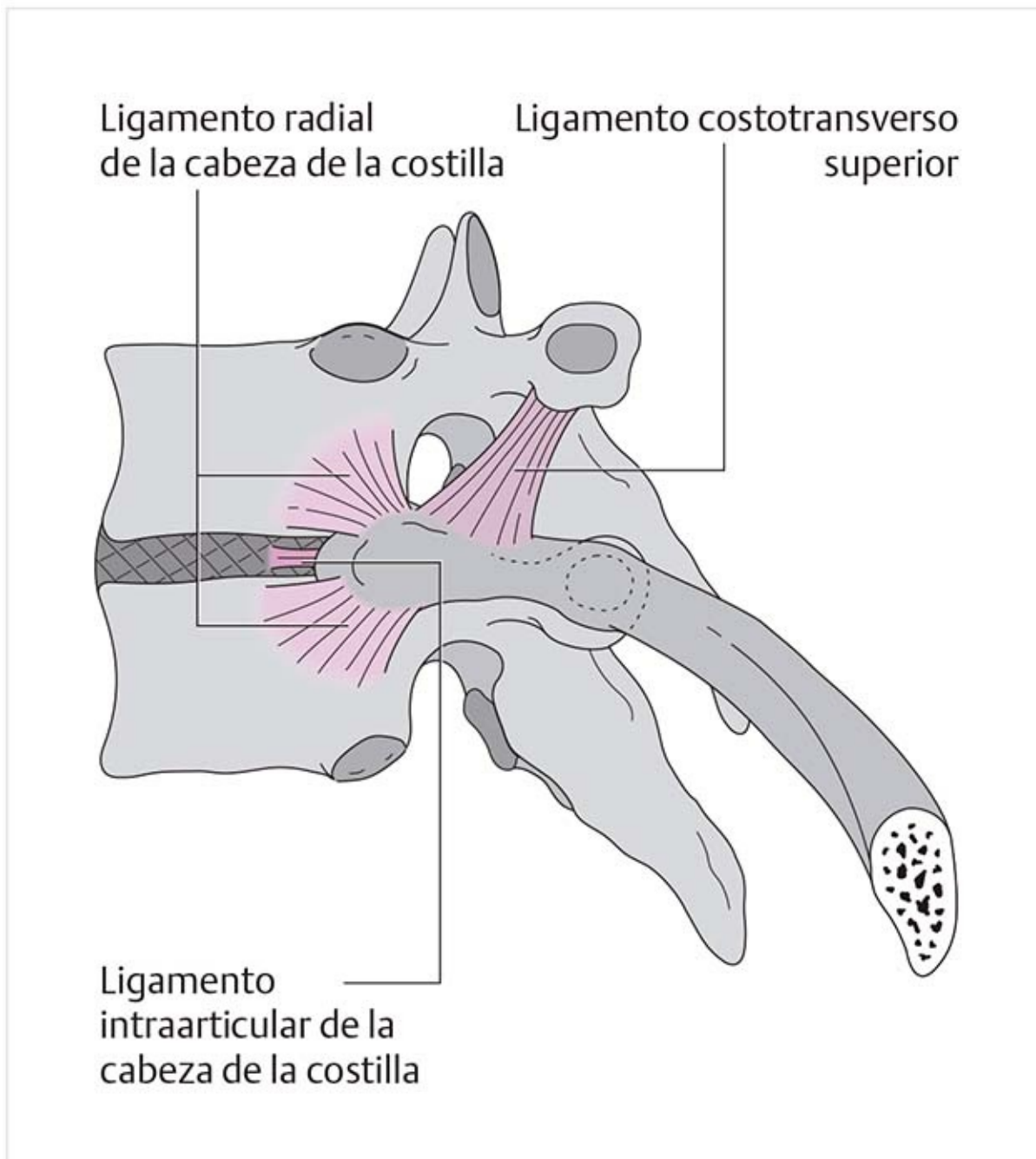
**Figura 3-27.** Ligamentos de la articulación costovertebral (vista superior).

Este ligamento une la punta de las apófisis transversas con la costilla y se encuentra directamente sobre la cápsula. Es más fuerte en la zona de la segunda a la séptima costillas y es más débil en la región inferior.

### **Ligamento costotransverso (figura 3-27)**

Se extiende desde el cuello de la costilla hasta la apófisis transversa del mismo nivel.

### **Ligamento radial de la cabeza de la costilla (figura 3-28)**



**Figura 3-28.** Ligamentos de la articulación costovertebral (vista lateral).

Se fusiona con la cápsula articular y se divide en tres bandas fibrosas. La banda superior y la inferior se extienden al cuerpo vertebral y la banda media hacia el disco intervertebral.

### **Ligamento intraarticular de la cabeza de la costilla (figura 3-28)**

Este ligamento se localiza entre las dos facetas de la articulación y divide la articulación en dos cámaras. Se extiende desde la cresta de la cabeza de la costilla hasta la zona externa del anillo fibroso.

### **Ligamento costotransverso superior (figura 3-28)**

El ligamento discurre desde el margen inferior de la apófisis transversa de la siguiente vértebra superior hasta el cuello de la costilla.

**Función de los ligamentos.** Estabilizan las articulaciones costovertebrales.

#### **Consejo práctico**

La articulación entre la cabeza de la costilla y sus ligamentos circundantes representa una conexión muy estrecha con el segmento de movimiento de la columna torácica. Esto significa que ante un bloqueo funcional de una costilla es imperativo tratar el segmento de movimiento que se encuentra al mismo nivel para que no haya recurrencias. Por el contrario, cuando existen trastornos funcionales en la columna torácica, también deben tratarse las costillas.

## Articulaciones esternocostales (figura 3-29)

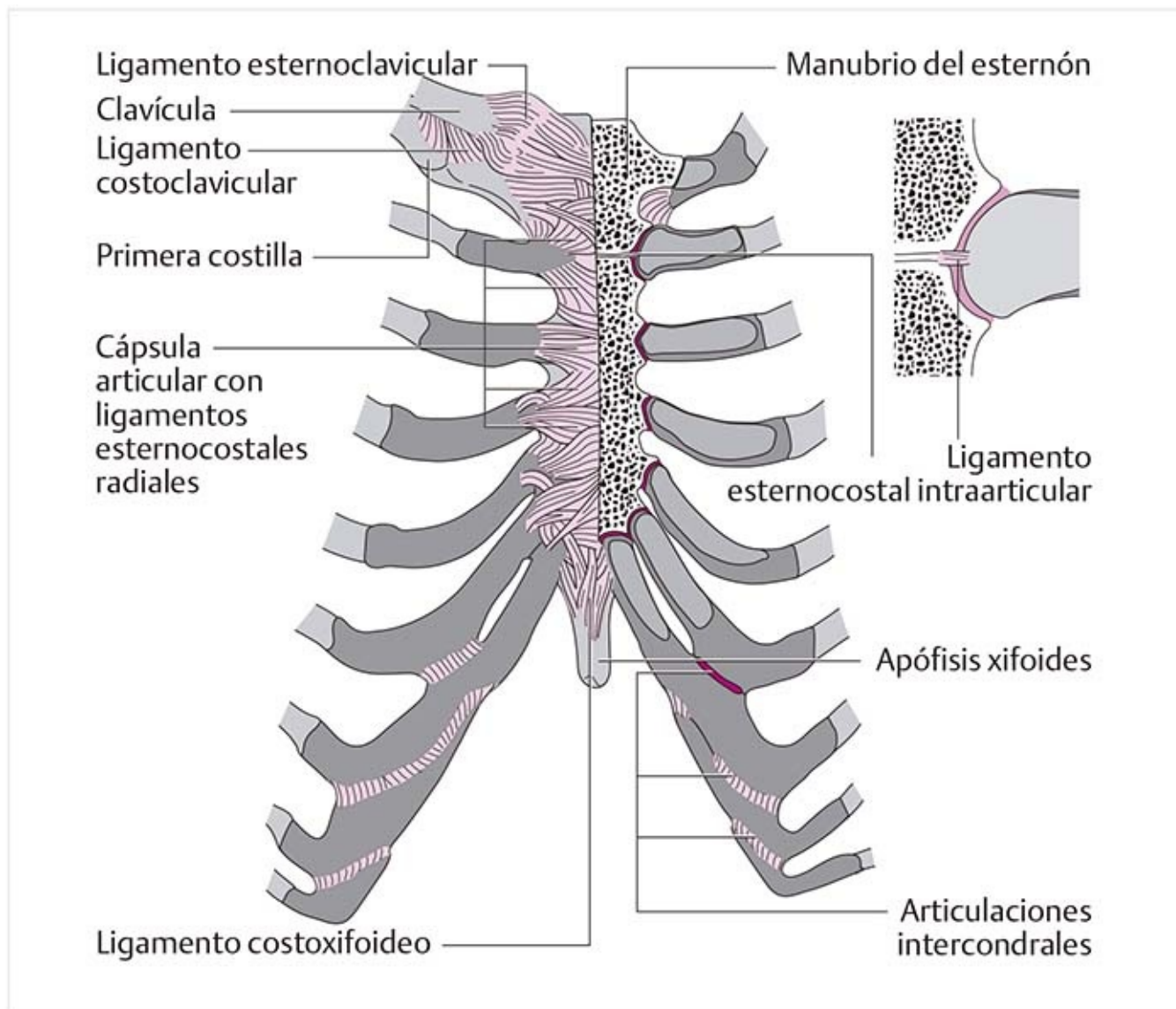


Figura 3-29. Articulaciones esternocostales.

- Las **muescas costales** en el esternón y los extremos laterales del cartílago costal se articulan entre sí.
- Por lo general, sólo se desarrolla un espacio articular distintivo en la región de la segunda a la quinta costillas. Una placa fibrocolagenosa, el ligamento esternocostal intraarticular, puede dividir el espacio articular en dos cámaras.
- El **ligamento esternocostal radial** fortalece la cápsula articular. Se extiende desde el cartílago costal hasta la superficie anterior del esternón, donde se extiende a manera de un abanico.
- La primera, sexta y séptima costillas forman una sincondrosis y se unen en forma directa con el esternón. El **ligamento costoxifoideo** se extiende desde el cartílago costal de la sexta y séptima costillas hasta la apófisis xifoides.
- Las **articulaciones intercondrales** unen las costillas 8<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup>.

### Patología

Una postura cifótica constante ("postura con carga esternal") puede inducir procesos inflamatorios en las articulaciones esternocostales por su compresión continua.

### Consejo práctico

Como resultado de la estabilidad del tórax, los problemas discales son raros en la columna torácica. No obstante, sus conexiones con las costillas y el esternón (y por tanto también con la clavícula) representan variables del trastorno, por lo que estas estructuras deben examinarse cuando hay alteraciones funcionales y dolor irradiado. El tórax también es el sitio de inserción de muchos cabestrillos musculares periféricos, en particular para la extremidad superior. Los dolores transmitidos pueden tener su origen en este punto.

## 3.3.1 Movimientos de las costillas

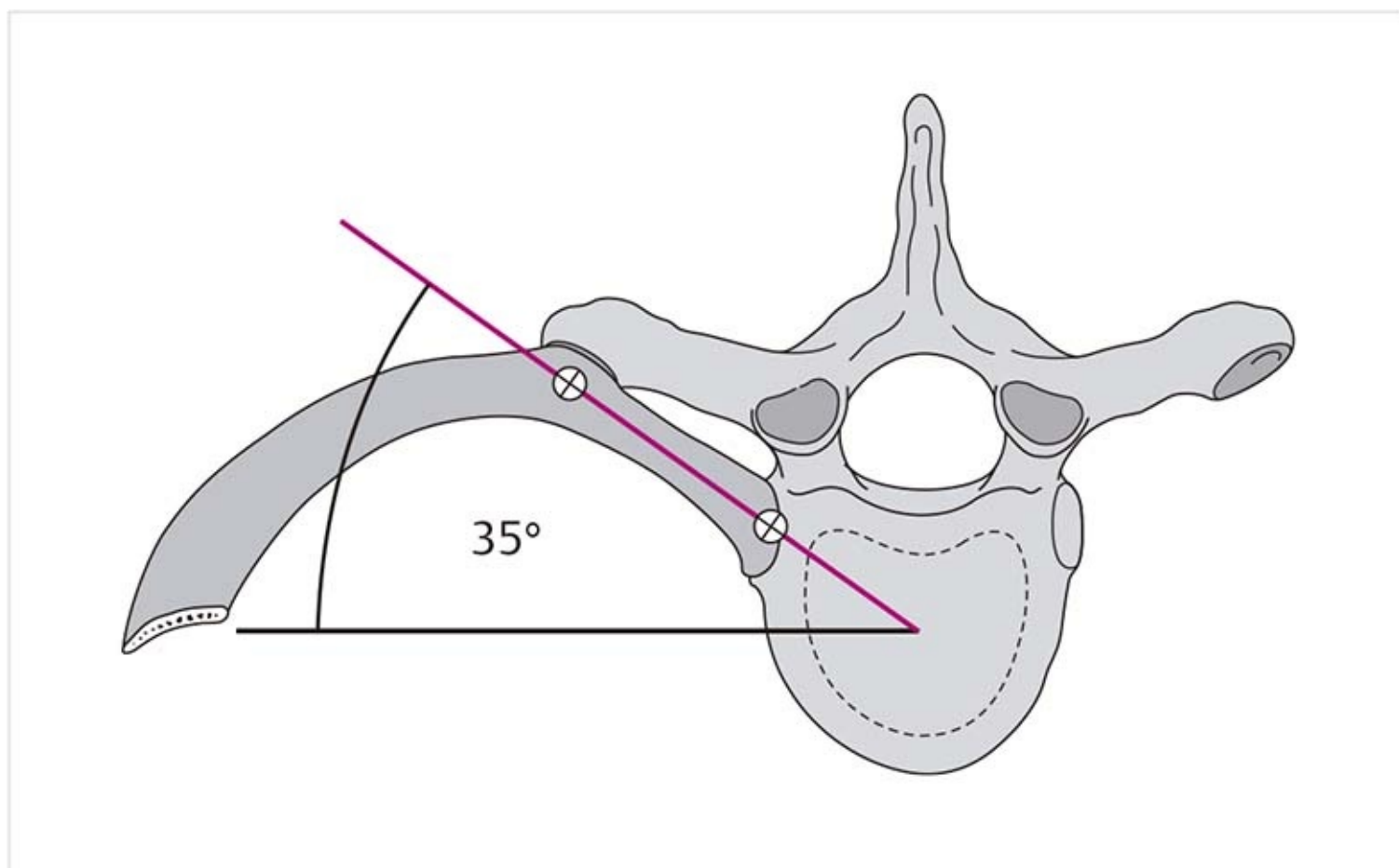
### Articulaciones costovertebrales

La elevación y descenso de las costillas tiene lugar porque las costillas rotan alrededor de un eje que pasa por ambas articulaciones costovertebrales. Éste es el eje longitudinal del cuello de la costilla y su posición determina las direcciones del movimiento costal.

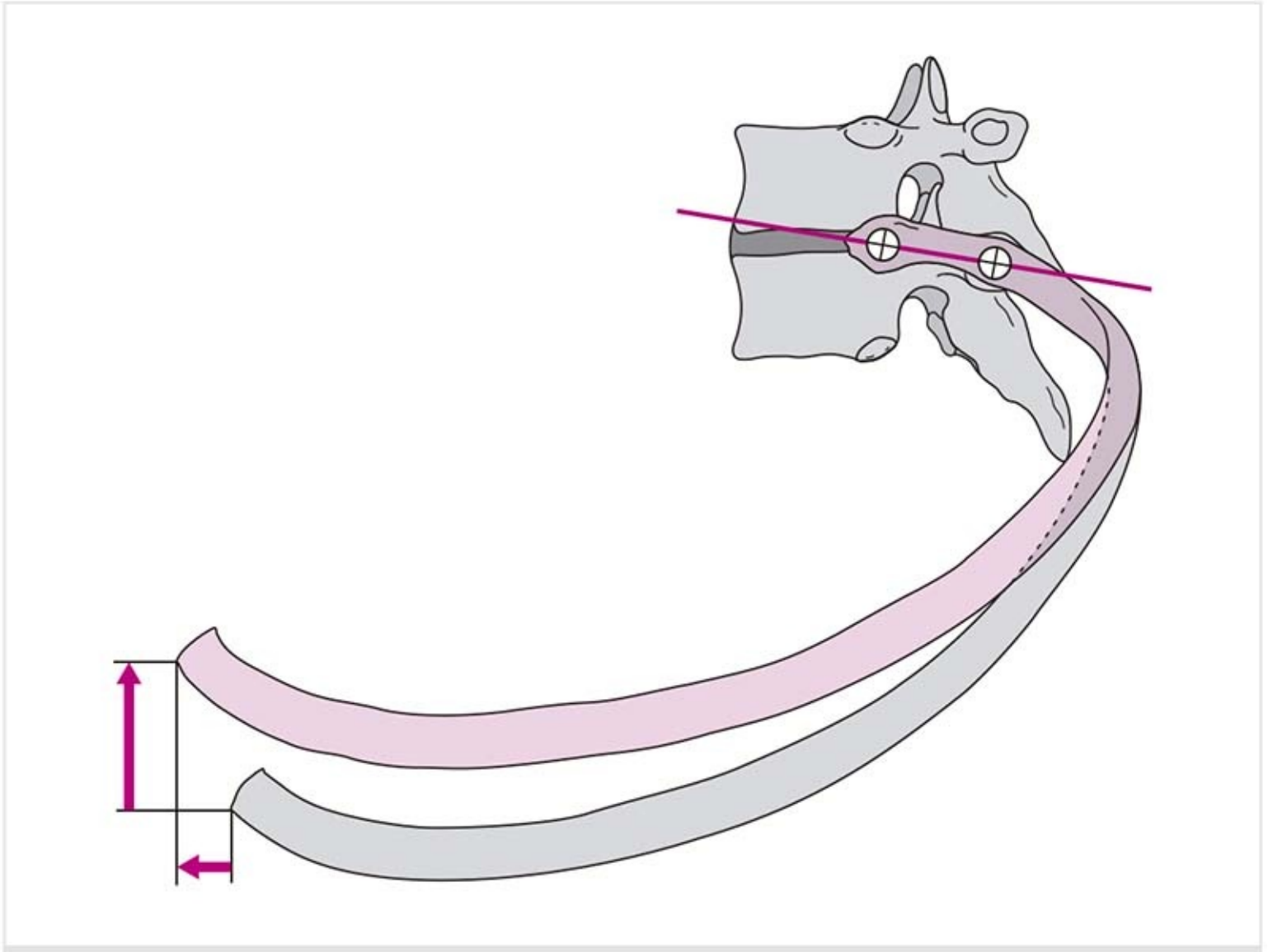
El ligamento costotransverso lateral tiene un papel muy importante. El eje pasa por este ligamento casi en ángulo recto con su trayecto. En las costillas superiores, el ligamento se expone a intensas fuerzas de tensión por el movimiento rotatorio que ocurre debido a la forma de las superficies articulares (cóncava-convexa).

En las costillas inferiores, debido a las superficies articulares planas y la posición de las articulaciones en la apófisis transversa, se produce en cambio un torque de inclinación y deslizamiento, lo que significa que existe menor carga sobre el ligamento, pero una mayor carga compresiva en la articulación.

### Movimientos de las costillas superiores (1-5) (figuras 3-30 y 3-31)



**Figura 3-30.** Angulación del eje de movimiento en la parte superior del tórax.



**Figura 3-31.** Movimientos de las costillas superiores durante la inspiración (gris, posición inicial; rojo, posición durante la inspiración).

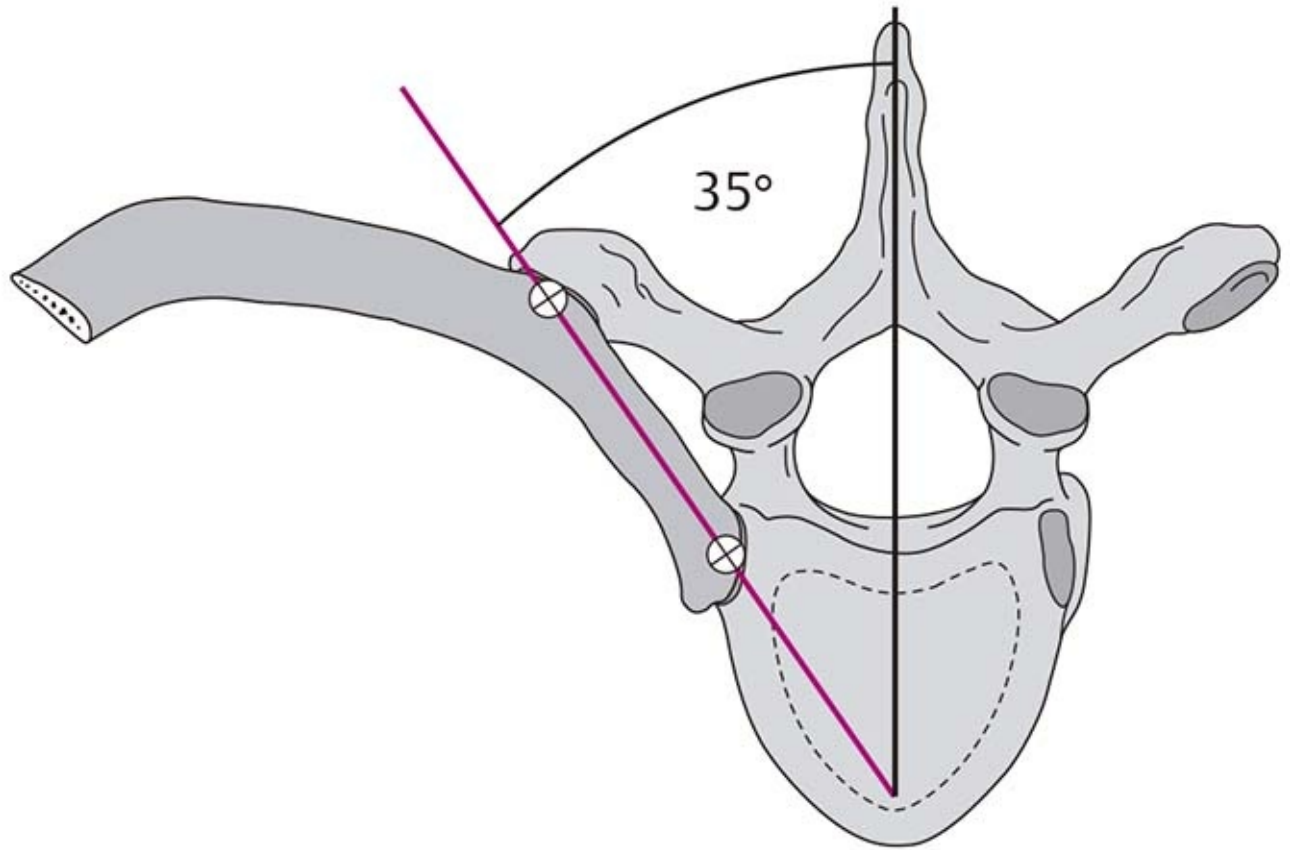
El eje se desvía del plano frontal en un ángulo de 35°. Cuando las costillas se elevan, un movimiento hacia arriba y al frente, aumentan los diámetros sagital y transversal del tórax.

En la articulación costotransversa y en la articulación de la cabeza de la costilla existe un movimiento deslizante en dirección inferior combinado con rotación alrededor del ligamento intraarticular de la cabeza costal.

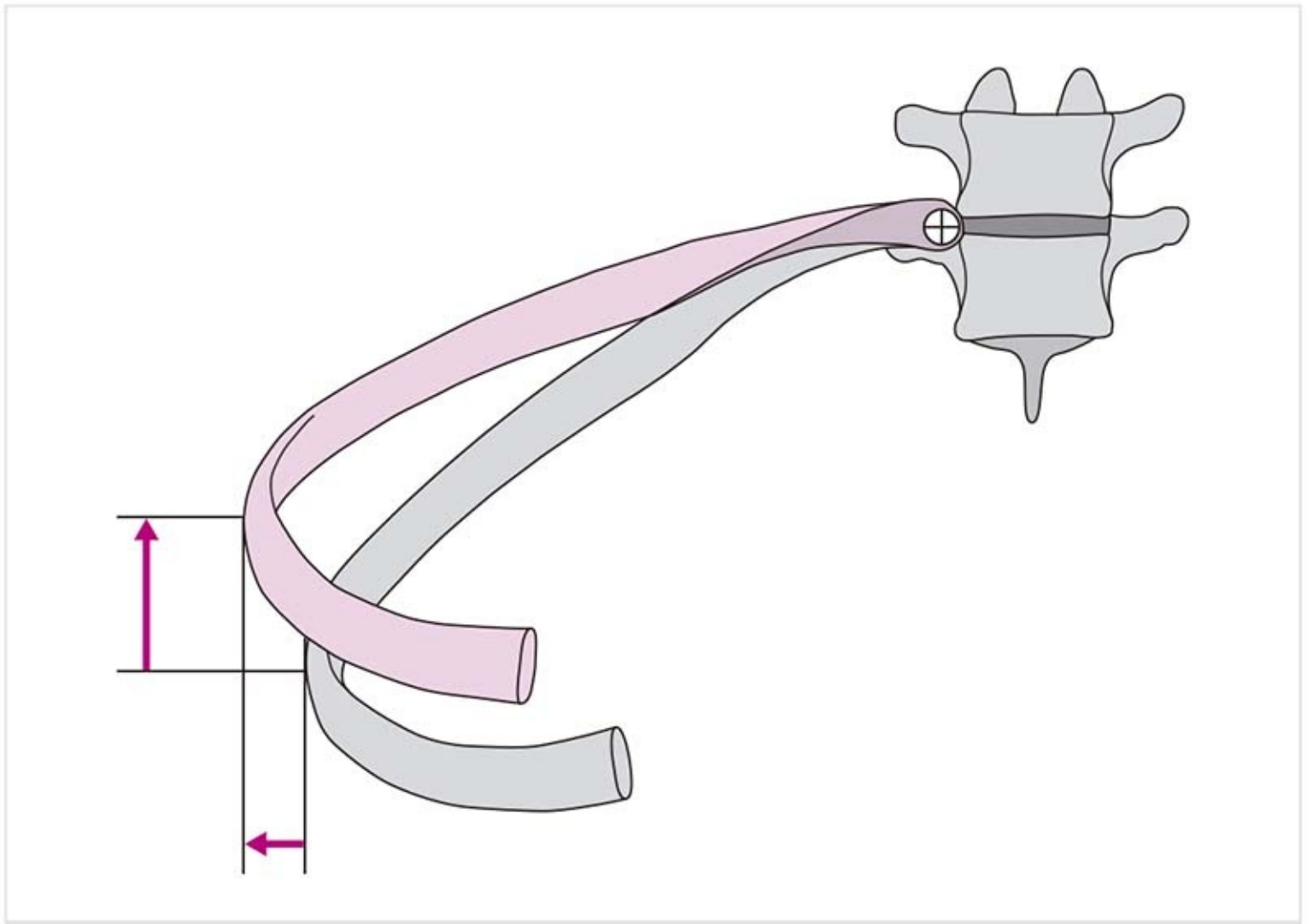
Las flechas de la **figura 3-31** corresponden al movimiento de las costillas hacia arriba y adelante durante la inspiración.

### **Movimientos de las costillas inferiores (6-10) (figura 3-32 y 3-33)**





**Figura 3-32.** Angulación del eje de movimiento en la parte inferior del tórax.



**Figura 3-33.** Movimientos de las costillas inferiores durante la inspiración (gris, posición inicial; rojo, posición durante la inspiración).

El eje se desvía del plano sagital en un ángulo de  $35^\circ$ . Cuando las costillas se elevan, un movimiento en dirección superior y lateral, el diámetro transversal (frontal) del tórax aumenta.

En la articulación costotransversa se produce un movimiento deslizante en sentido superior y posterior. En la articulación de la cabeza de la costilla ocurre un movimiento deslizante en dirección inferior.

Las flechas de la **figura 3-33** muestran la extensión y dirección de los movimientos superior y lateral de las costillas durante la inspiración.

#### Patología

Debido a la carga tensil sobre el ligamento costotransverso lateral, las ligamentopatías de inserción tienden a desarrollarse en la región superior del tórax, mientras que los cambios artríticos ocurren en la región inferior debido a la elevada carga articular.

La postura inadecuada cambia el curso y los ejes de las costillas:

- Espalda plana: una pendiente costal aproximada de  $30^\circ$ .
- Espalda redonda (cifosis): una pendiente costal cercana a  $60^\circ$ .

### Articulaciones esternocostales

El eje de movimiento discurre en el plano sagital. Durante la inspiración tiene lugar un mínimo movimiento deslizante inferior en las articulaciones esternocostales. El cartílago costal se desplaza hacia arriba y gira; lo contrario ocurre en la espiración.

Debido al estado relativamente fijo de las costillas en el área de las articulaciones costovertebrales y esternocostales, la torsión y elasticidad del cartílago costal son significativas para los movimientos del

tórax.

### 3.3.2 Músculos de la columna torácica: tracto lateral

► Grupo muscular sacroespinal (erector de la columna) (figura 3-34)

**Músculo iliocostal, parte torácica:** conecta las costillas inferiores con las superiores.

**Músculo longísimo torácico:** conecta la pelvis y la columna lumbar con las costillas y la columna torácica.

► Grupo muscular intertransversal (figura 3-34)

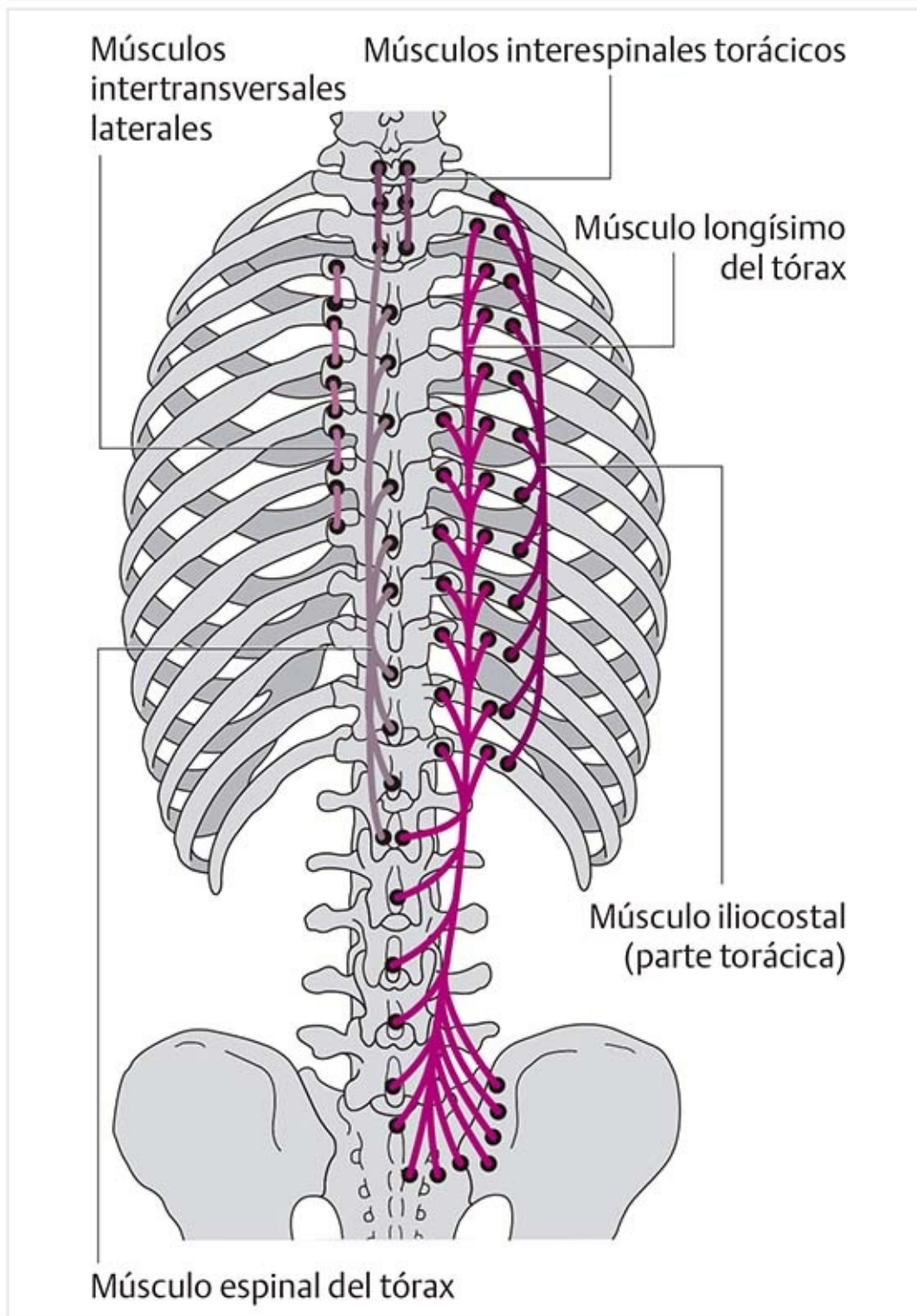


Figura 3-34. Músculos de la columna torácica: grupos sacroespinal, intertransversal y espinal.

Cada **músculo lateral intertransversal** une dos apófisis transversas adyacentes.

### 3.3.3 Tracto medial

► Grupo muscular espinal (figura 3-34)

Los **músculos torácicos interespinales** unen pares de apófisis espinosas.

El **músculo torácico espinal** conecta la columna torácica inferior y la columna lumbar superior con la columna torácica superior.

► Grupo muscular transversoespinal (figura 3-35)

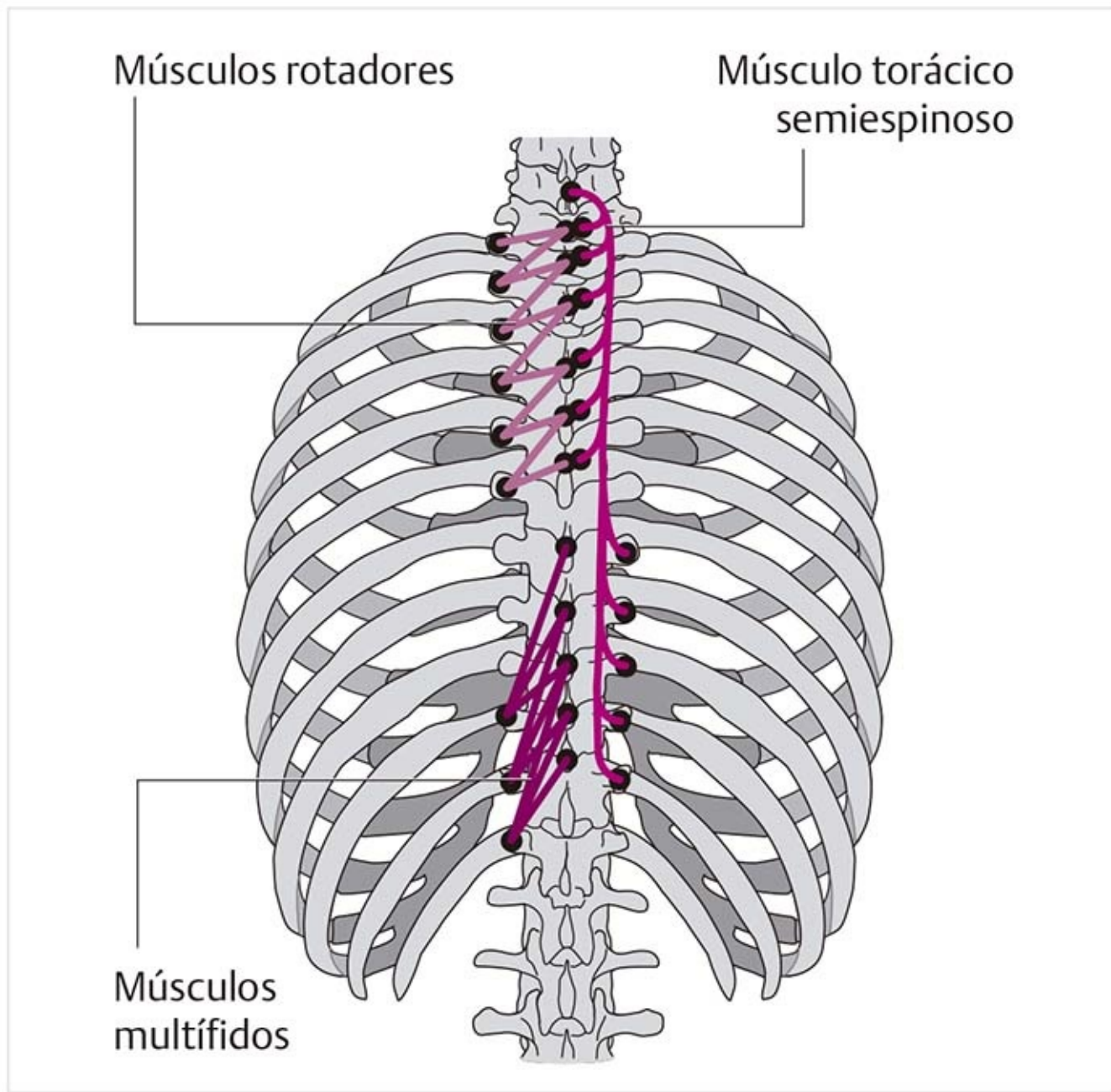


Figura 3-35. Músculos de la columna torácica: grupo transversoespinal.

El **músculo semiespinoso del tórax** se extiende desde la columna torácica inferior hasta la columna torácica superior y las vértebras cervicales inferiores.

Los **músculos multifidos** se extienden sobre dos a cuatro vértebras.

Los **músculos rotadores cortos** unen dos vértebras adyacentes.

Los **músculos rotadores largos** unen tres vértebras.

### **Función de los músculos de la espalda**

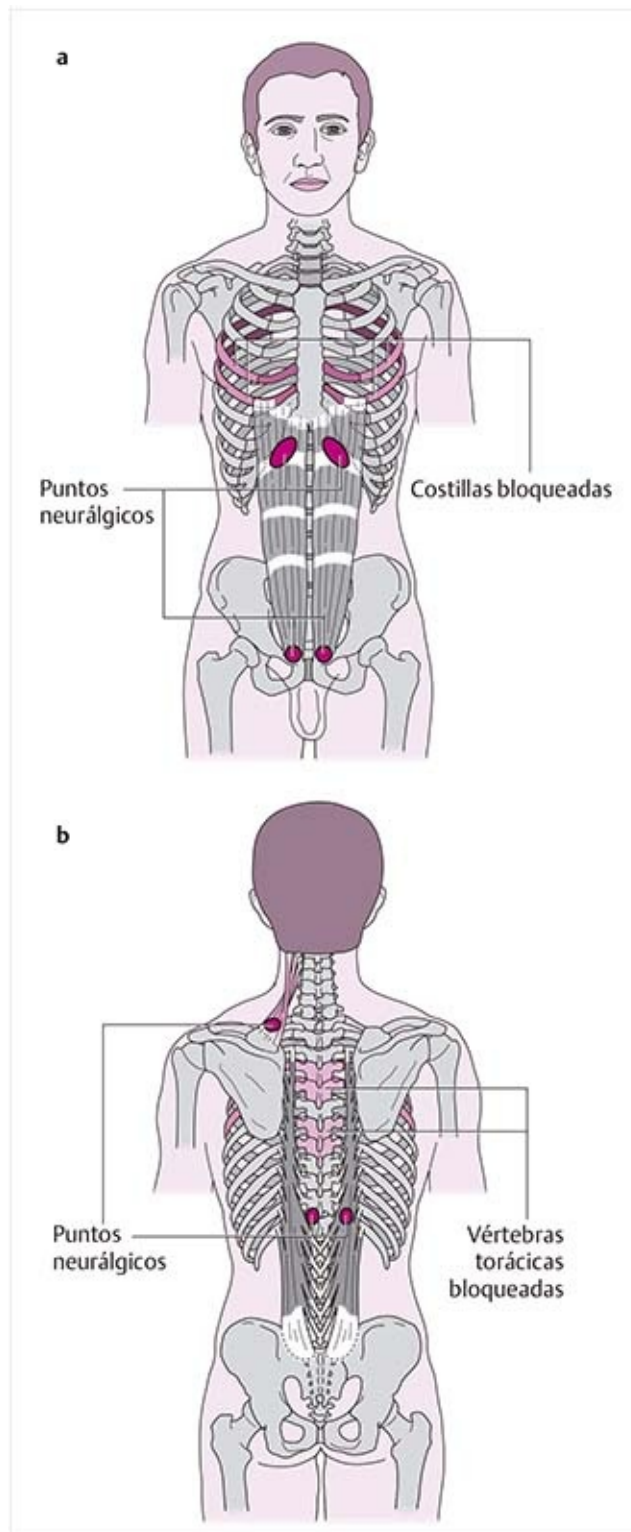
En la sección torácica de la columna vertebral, los músculos tienen funciones diversas:

- Estabilización de la postura vertical.
- Movimientos del tronco y la cabeza.

- Control del omóplato durante los movimientos del brazo.
- Soporte para la respiración.

Debido a la variada longitud de los tractos fibrosos y su trayecto, que es en parte horizontal y en parte oblicuo, estabilizan estos segmentos de manera óptima. Los músculos que fijan el omóplato en el tórax apoyan la función de los músculos de la espalda. Inician los movimientos para lograr la posición vertical (p. ej., la parte transversal del músculo trapecio, el músculo serrato anterior y los músculos romboides).

### Interdependencia viscerovertebral (figura 3-36)



**Figura 3-36.** Interdependencia viscerovertebral: trastornos funcionales en la región estómago-columna torácica. **(a)** Vista anterior. **(b)** Vista posterior.

Muchos órganos internos tienen una relación neurofisiológica con la región torácica. Esto proviene del desarrollo embrionario y las regiones resultantes inervadas por los nervios espinales. Además, los

órganos están inervados sobre todo por los segmentos torácicos.

### Consejo práctico

En los trastornos gástricos pueden presentarse los siguientes síntomas:

- Irradiación superficial del dolor hacia la mitad izquierda del tórax, anterior y posterior, desde el cuarto inferior del omóplato hasta el nivel de T10, con zonas más pequeñas de dolor en la línea izquierda del hombro-cuello, sobre el acromion izquierdo y sobre el ángulo del omóplato.
- Una zona hiperalgésica que se corresponde de manera aproximada con la irradiación superficial del dolor.
- Tensión muscular en el músculo longísimo del tórax, los músculos abdominales y el músculo iliopsoas.
- Puntos neurálgicos en los músculos mencionados.
- Bloqueo funcional de la cuarta a quinta costillas en ambos lados.
- Bloqueo funcional en los segmentos de movimiento T4-T5 y T7-T8.

La cadena viscerovertebral significa que un trastorno en un órgano interno podría ser la causa de tensión muscular, el desarrollo de puntos neurálgicos y trastornos funcionales de uno o más segmentos de tensión con las conexiones costales correspondientes. Por lo general, esto puede establecerse en el interrogatorio. Sin embargo, si el trastorno orgánico es asintomático, el fracaso del tratamiento intensivo de estos trastornos funcionales indica una causa oculta. En caso de una enfermedad aguda de un órgano interno, debe evitarse el tratamiento de movilización intensiva de las conexiones vertebrales y costales debido a la transmisión refleja del estímulo. Si los trastornos funcionales persisten incluso después de la solución de la enfermedad, deben corregirse con el tratamiento apropiado.

## 3.3.4 Músculos de la inspiración

### Diafragma (figura 3-37)

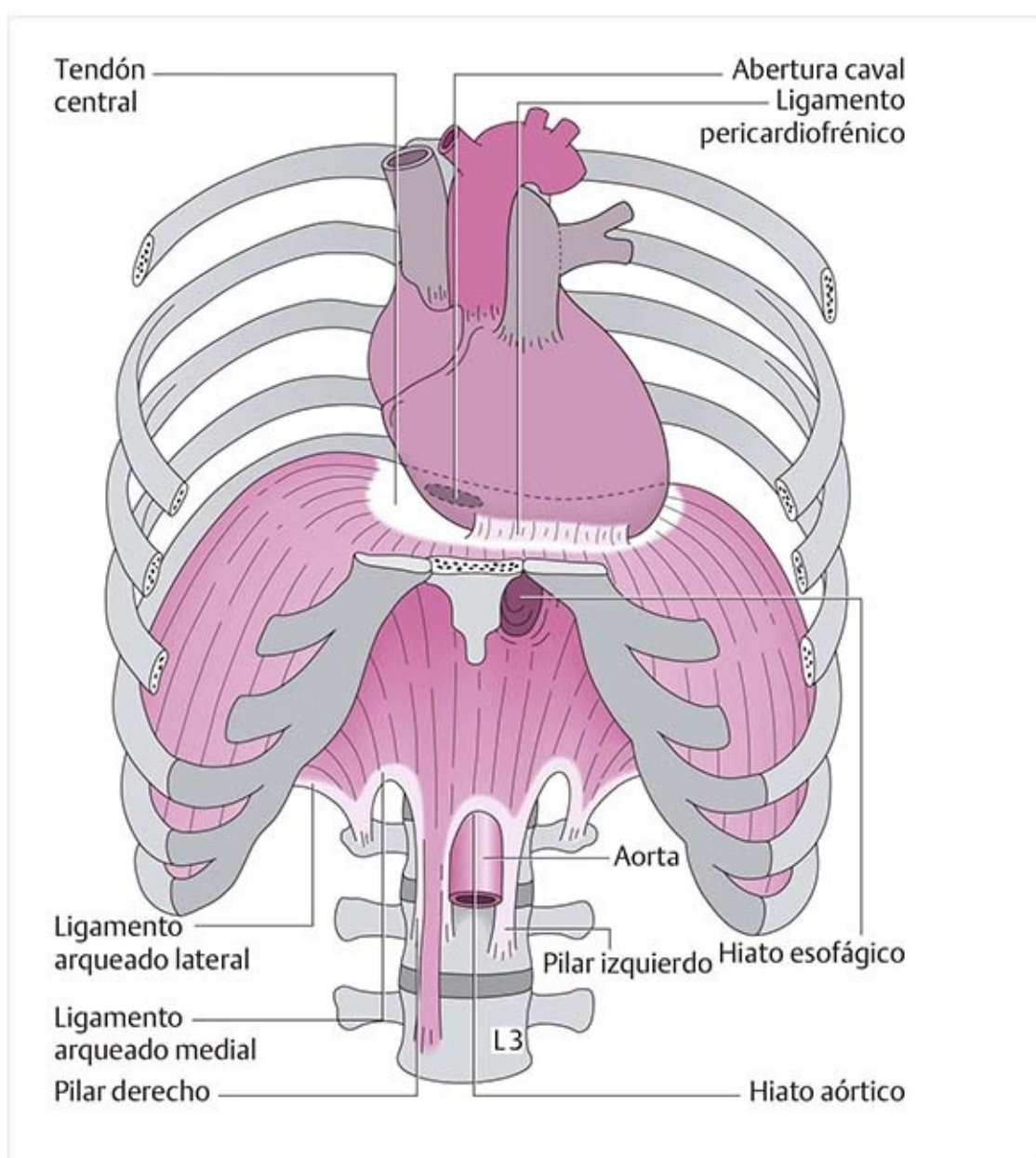


Figura 3-37. Diafragma.

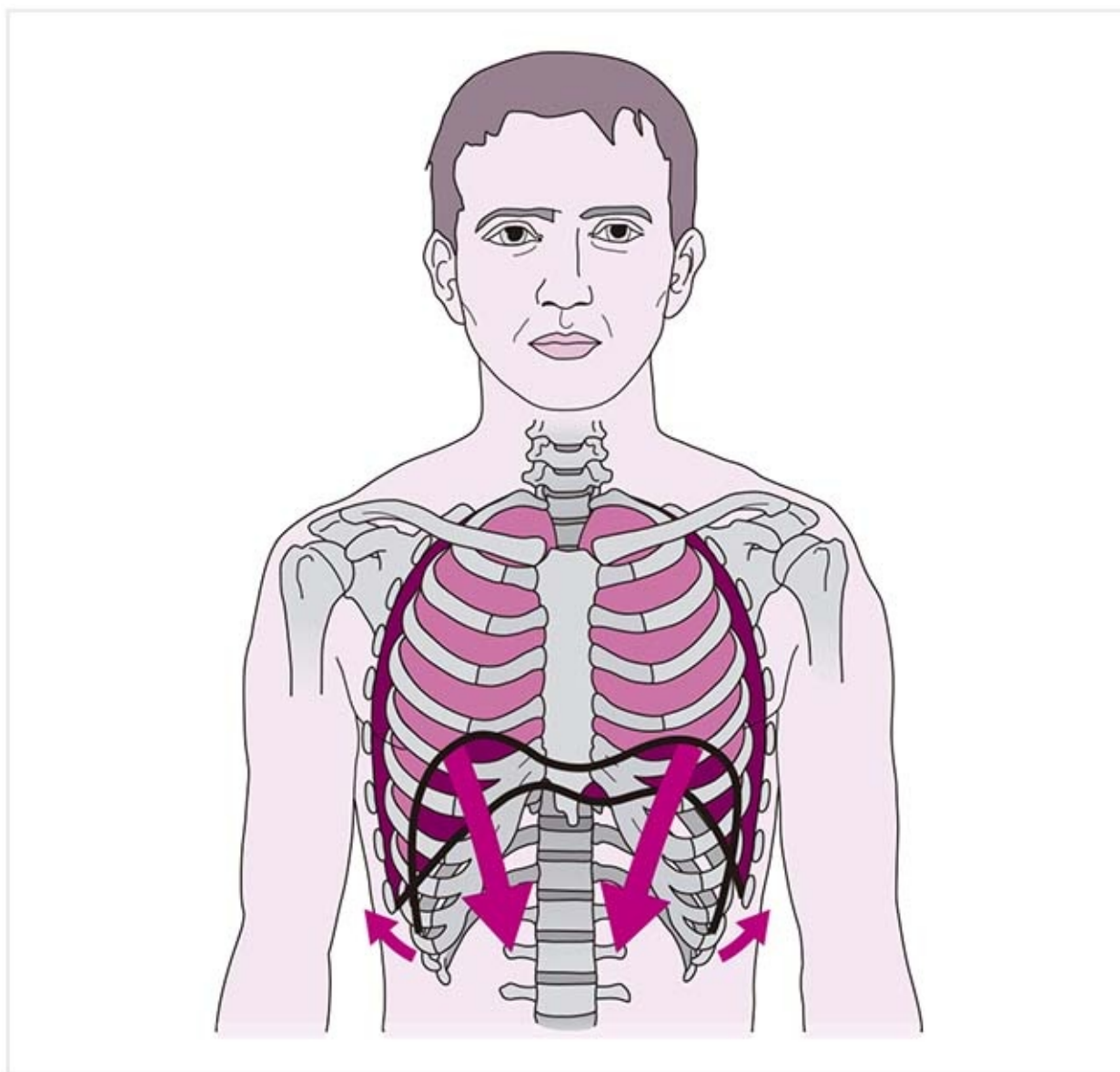
- El diafragma se divide en sus partes esternal, costal y lumbar.
- En el centro existe una aponeurosis grande, el **tendón central** del diafragma.

- La **parte lumbar** consiste en dos secciones: los pilares derecho e izquierdo del diafragma.
- Los **ligamentos arqueados medial** y **lateral** se extienden sobre los músculos psoas mayor y cuadrado lumbar como arcos tendinosos y se fusionan con la fascia de estos músculos.
- En la parte superior, el diafragma se conecta con la pleura diafragmática y, a través del ligamento pericardiofrénico, con la capa parietal del pericardio.
- En la parte inferior, el diafragma se conecta con el peritoneo. Por ejemplo, el hígado está fijado al extremo lateral del diafragma mediante los ligamentos triangulares derecho e izquierdo.
- Las aberturas en el diafragma incluyen el **hiato esofágico** en la zona superior para que el esófago cruce. El **hiato aórtico** para la aorta se encuentra en una zona más inferior, entre las dos partes lombares, aproximadamente al nivel de L1. La **abertura de la cava** se halla en una zona más superior y anterior en el tendón central para el paso de la vena cava. El **triángulo esternocostal** se localiza entre las partes esternal y costal del diafragma. El **triángulo lumbocostal**, entre las partes costal y lumbar, está lleno de tejido conectivo a través del cual pasan pequeños vasos sanguíneos.

### Patología

Los trastornos en la elasticidad o posición del diafragma pueden tener consecuencias para la función de los riñones, hígado y estómago debido a su estrecha conexión con estos órganos. Por el contrario, los trastornos de estos órganos pueden afectar la función del diafragma.

### Función del diafragma (figura 3-38)



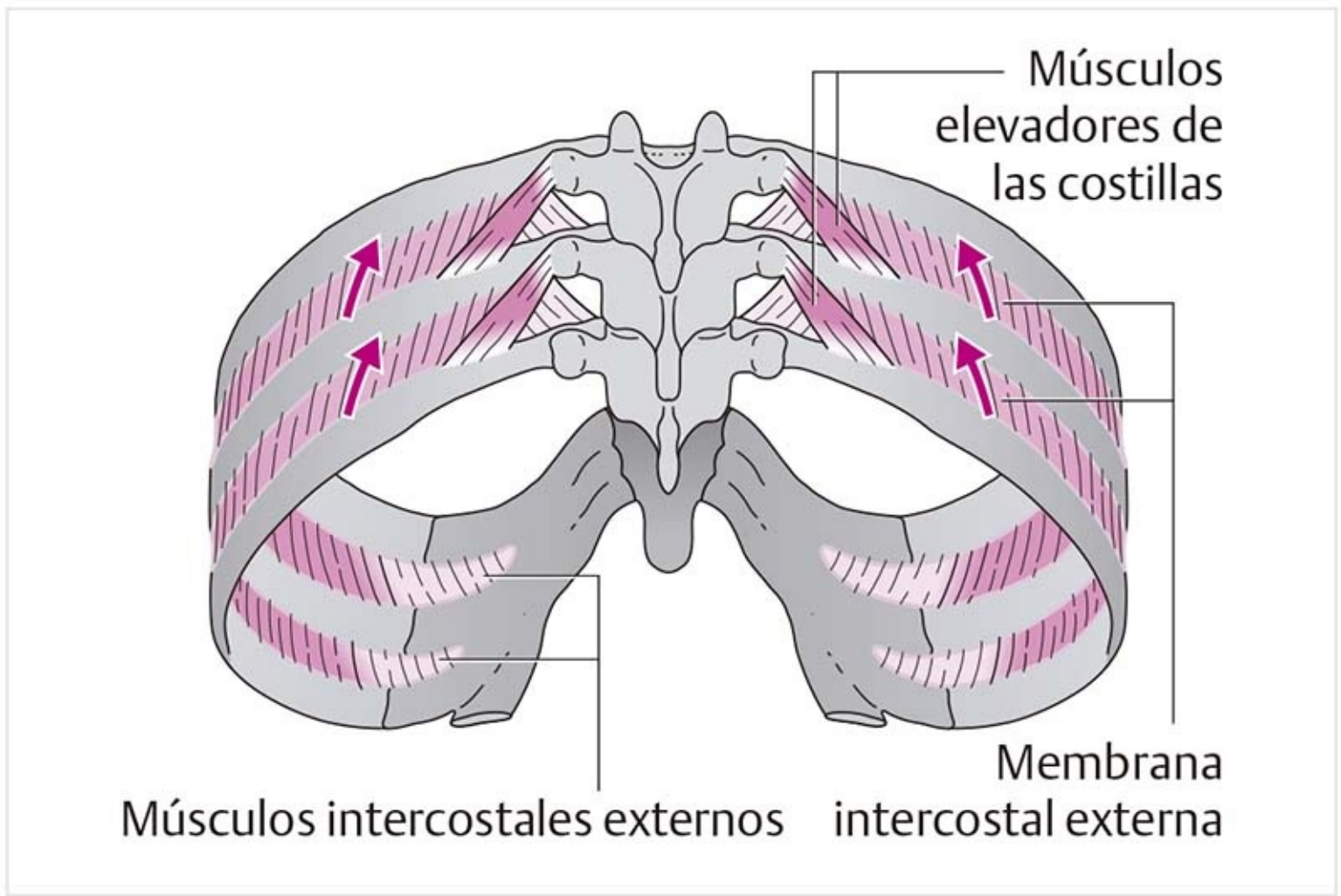
**Figura 3-38.** Desplazamiento del diafragma con la inspiración.

Durante la inspiración, el tendón central se desplaza 5 cm hacia un plano más profundo y lleva consigo los domos del diafragma, que se aplanan en el proceso. Con este cambio, el espacio torácico aumenta, lo que facilita la entrada de aire.

Debido al movimiento descendente del diafragma, los órganos abdominales se comprimen y se desplazan, sobre todo en sentido anterior, aunque también un poco hacia los lados y atrás.

Patología
Los cambios patológicos relacionados con la inflamación de los órganos, como un absceso abdominal o ascitis, o con inflamación intestinal, pueden impedir que el diafragma se desplace hacia abajo y hacen que éste se eleve. Esto causa disnea y posibles síntomas cardíacos.

### Músculos elevadores de las costillas (figura 3-39)



**Figura 3-39.** Músculos de la inspiración: músculos intercostales externos y músculos elevadores de las costillas.

Estos músculos conectan la apófisis transversa con la siguiente costilla inferior y de ese modo elevan las costillas.

### Músculos intercostales externos (figura 3-39)

- Tienen un trayecto oblicuo, en sentido posterosuperior a anteroinferior y elevan las costillas.
- La membrana intercostal externa es la continuación del músculo intercostal externo de la interfaz hueso-cartílago al esternón. Su trayecto lleva la misma dirección que el músculo.
- Los estudios electromiográficos muestran que los músculos intercostales externos sólo se activan si se estiran antes.

### Músculos escalenos

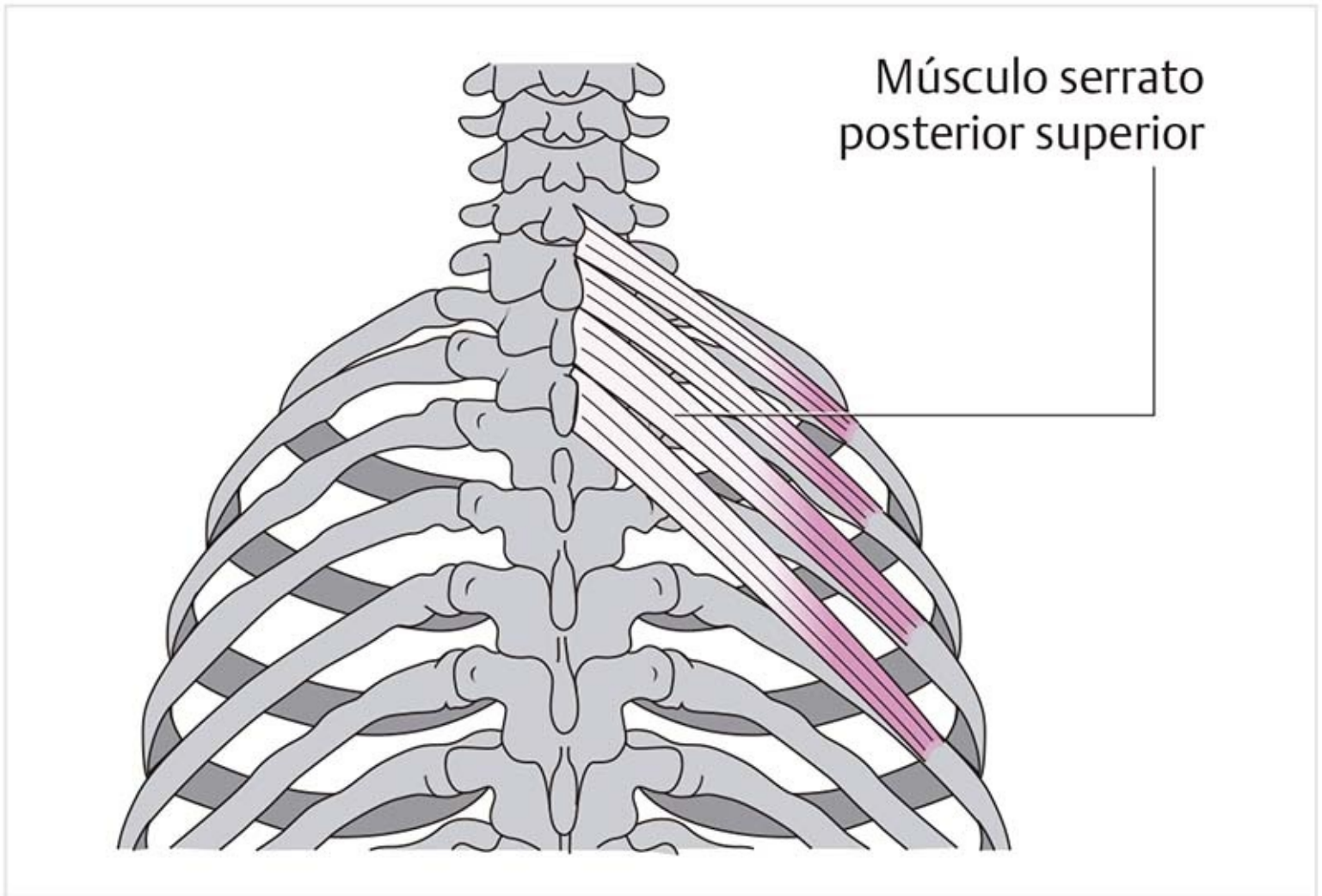
- Estos músculos unen la columna cervical con las primeras costillas.



- Si su extremo fijado se encuentra en la columna cervical, los músculos escalenos elevan las costillas superiores y apoyan la inspiración. No sólo se contraen en la respiración tranquila, sino también en la inspiración forzada.

► Véase la sección 2.3, Anatomía funcional de la columna cervical.

### **Músculo serrato posterior superior (figura 3-40)**



**Figura 3-40.** Músculo serrato posterior superior.

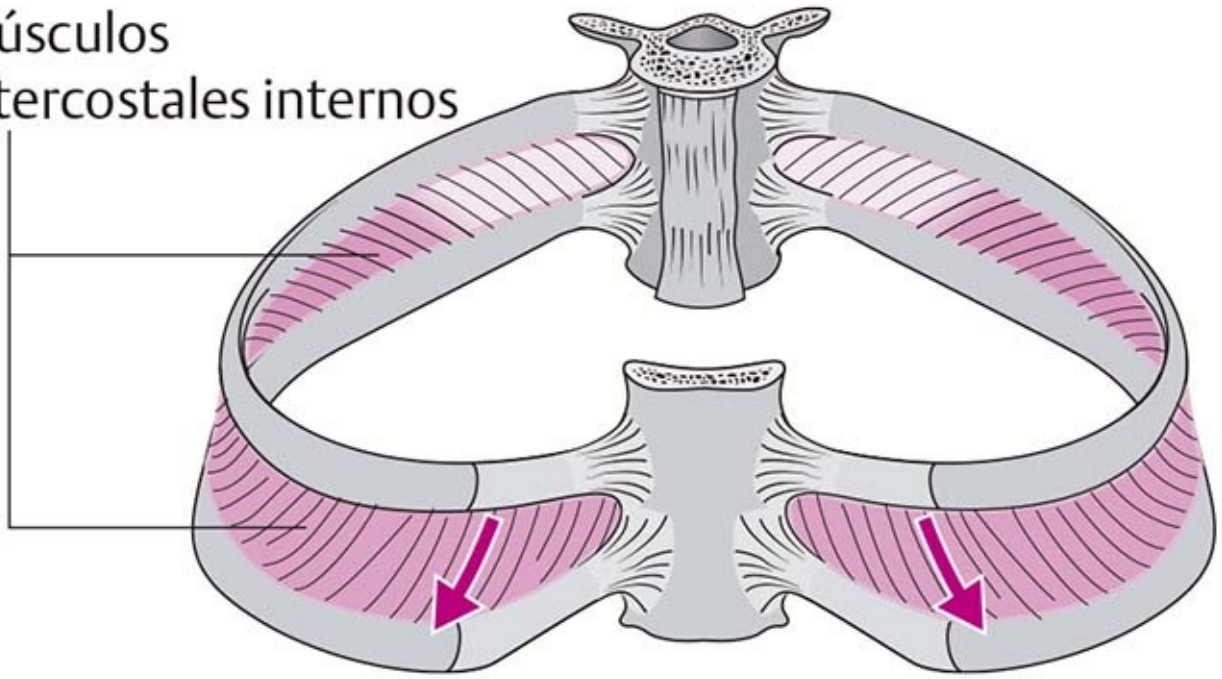
Este músculo conecta la columna cervical y la columna torácica superior con las costillas.

### **3.3.5 Músculos de la espiración**

La espiración es pasiva de manera primaria.

### **Músculos intercostales internos (figura 3-41)**

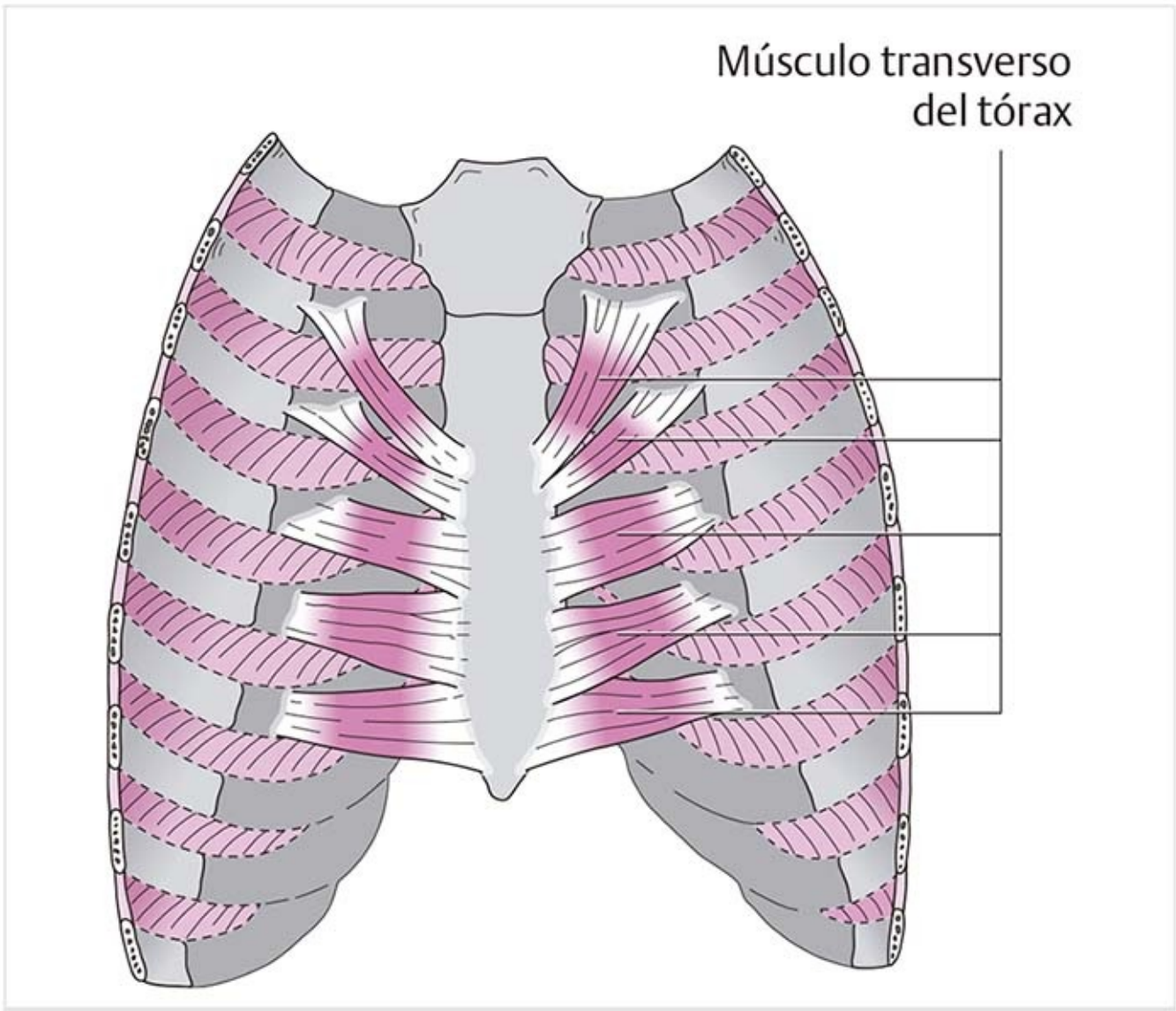
## Músculos intercostales internos



**Figura 3-41.** Músculos de la espiración: músculos intercostales internos.

- Su trayecto sigue una dirección posteroinferior a anterosuperior. Su función consiste en hacer descender las costillas.
- En la parte posterior se fusionan en una membrana (la membrana intercostal interna), que se extiende a los tubérculos costales. Discurre en la misma dirección que los músculos intercostales internos.

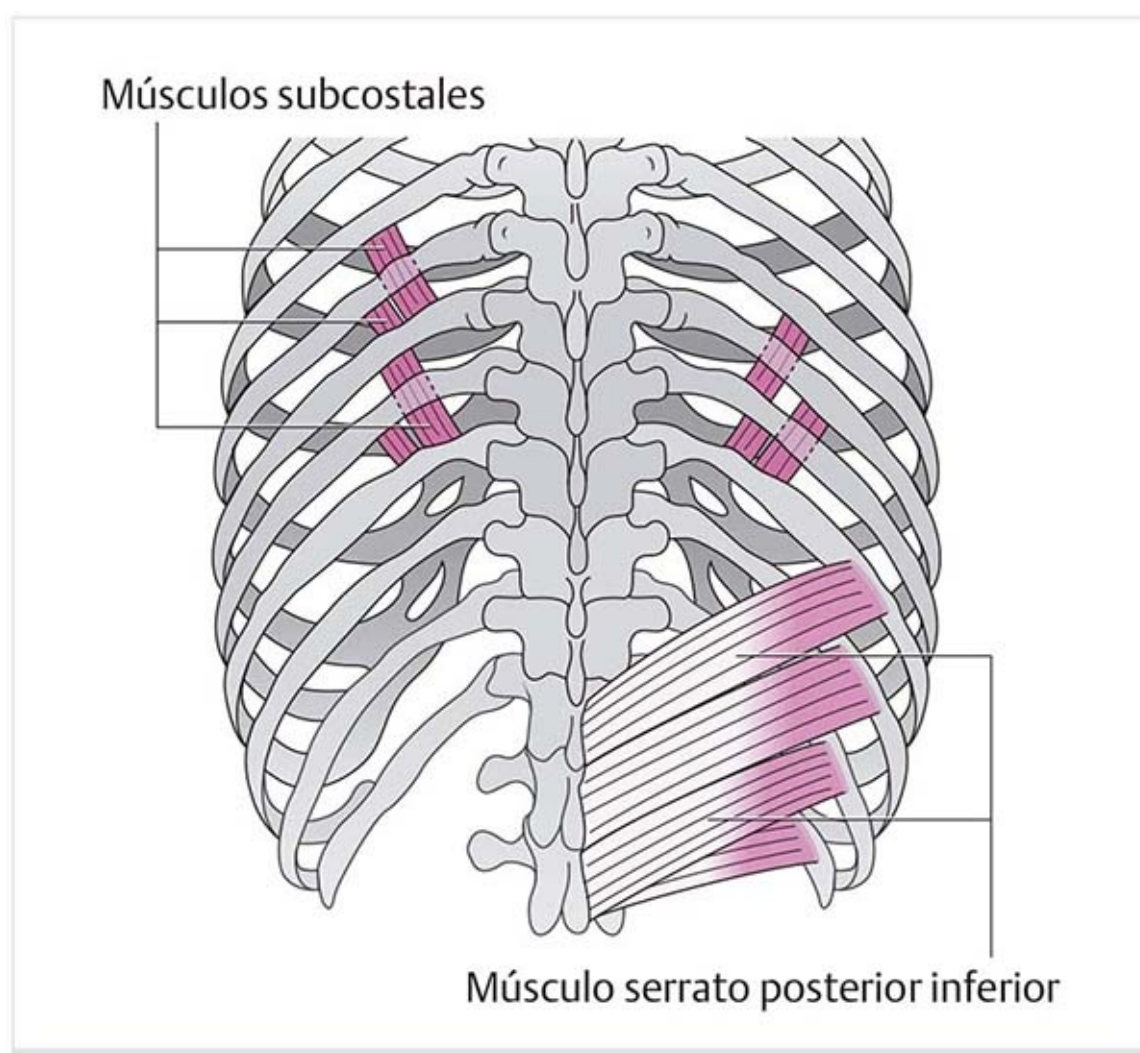
## **Músculo transverso del tórax (figura 3-42)**



**Figura 3-42.** Músculo transverso del tórax.

- Este músculo es retroesternal y se proyecta del cartílago costal en dirección oblicua inferior al esternón.
- Cuando se contrae, desplaza el cartílago costal hacia abajo (tiende hacia la espiración).

### **Músculos subcostales (figura 3-43)**



**Figura 3-43.** Músculos subcostales y músculo serrato posterior inferior.

Estos músculos conectan las costillas en dos o tres niveles consecutivos y yacen en la cara interna posterior del tórax.

### **Músculo serrato posterior inferior (figura 3-43)**

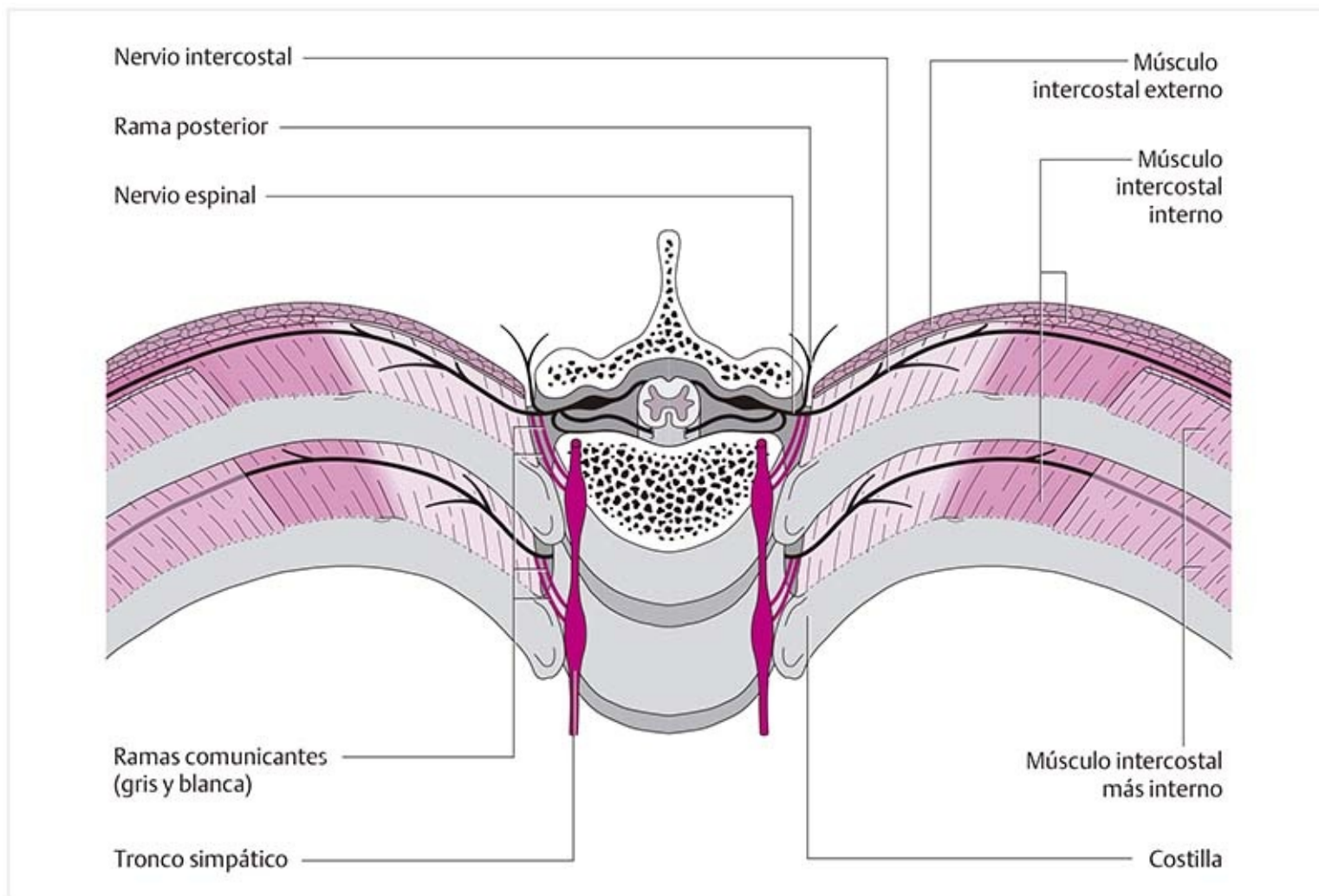
- Este músculo une la fascia toracolumbar de la columna torácica inferior y la columna torácica superior con las costillas.
- Apoya la espiración dado que las costillas se extienden en sentido inferior.
- Puesto que estabiliza las costillas inferiores, y por tanto proporciona un extremo fijo para la sección costal del diafragma, puede incluirse en los músculos inspiratorios.

### **3.3.6 Músculos que intervienen en la respiración**

Este grupo de músculos sólo entra en actividad cuando se requieren respiraciones profundas, por ejemplo después de un esfuerzo físico o cuando hay problemas respiratorios. **Inspiración:** los músculos que se proyectan de la columna vertebral a la extremidad superior sostienen un extremo distal fijo para la inspiración, ayudados por ejemplo por el apoyo de los brazos en el plano frontal. De esa manera pueden elevar las costillas y el esternón (músculos pectoral mayor y esternocleidomastoideo). **Espiración:** cuando los músculos abdominales se contraen, impelen el contenido abdominal contra el diafragma y el espacio torácico se reduce. Unos cuantos músculos de la espalda, los músculos iliocostal y el longísimo, también apoyan la espiración.

### **3.3.7 Trayecto de los nervios en la región espinal torácica**

## Nervios intercostales (figura 3-44)



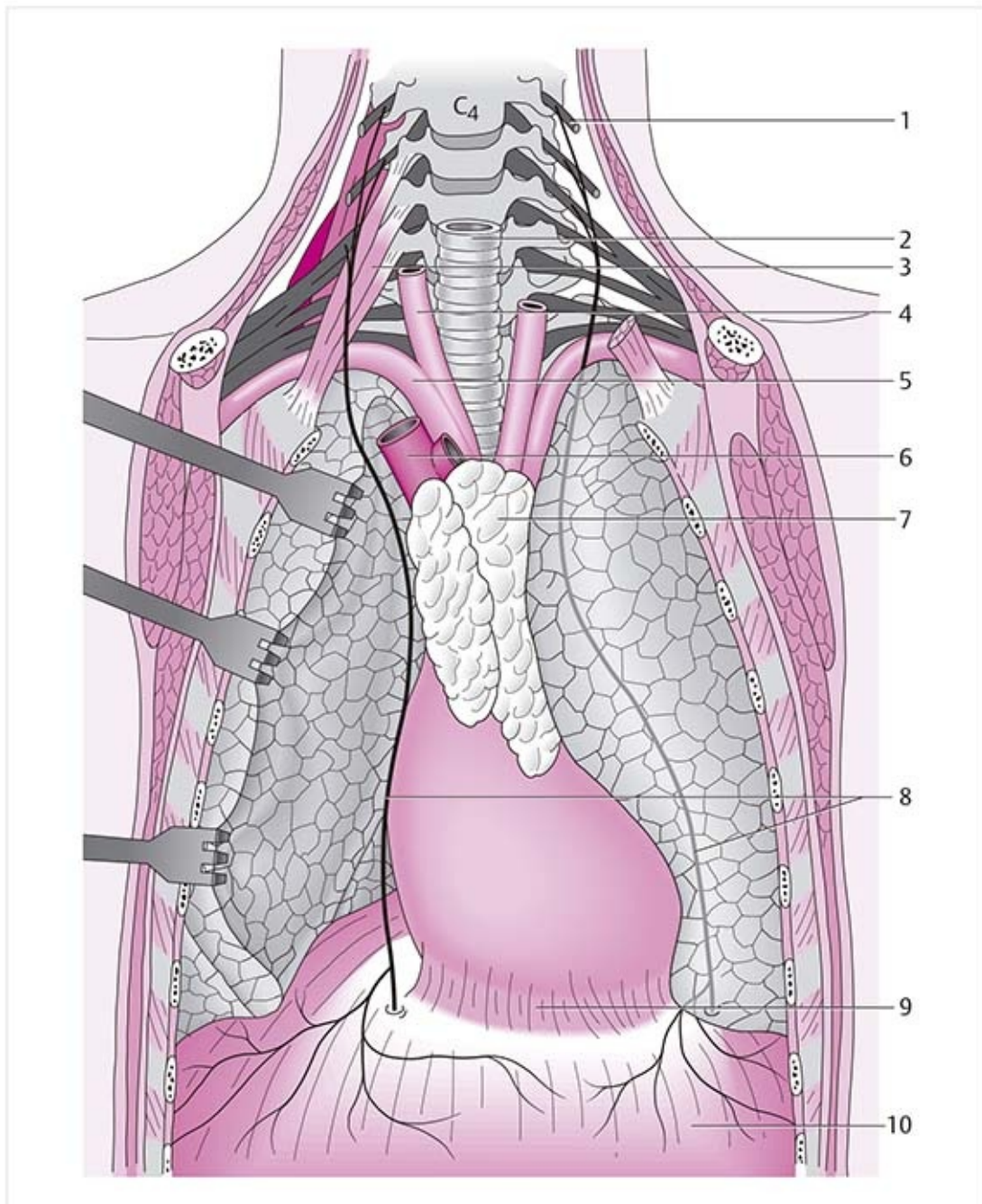
**Figura 3-44.** Trayecto de los nervios intercostales y el ganglio del tronco simpático en la columna torácica.

- Estos nervios surgen de las ramas anteriores y discurren en el espacio intercostal correspondiente.
- Se componen de fibras motoras que inervan los músculos intercostales, así como los músculos serrato posterior superior, subcostales y transversos del tórax. Los nervios intercostales inferiores también inervan a los músculos abdominales.
- Las fibras sensitivas se extienden al diafragma e inervan la parte anterior del tórax y el abdomen como ramas cutáneas.

## Ganglios del tronco simpático (figura 3-44)

- También se conocen como ganglios paravertebrales.
- Los troncos avanzan desde C8 hasta L2 en la proximidad inmediata de las cabezas costales y se extienden a través de un espacio en la parte lumbar del diafragma.
- Consisten en 10 u 11 pares de ganglios interconectados, uno arriba del otro, por las ramas interganglionares.
- Están conectados con el nervio espinal del mismo nivel mediante las ramas comunicantes grises y blancas.
- Inervan órganos de la cavidad torácica: nervios cardíacos para el corazón y el cayado aórtico, y nervios espláncnicos para los órganos abdominales.

## Nervio frénico (figura 3-45)



**Figura 3-45.** Trayecto del nervio frénico.

- 1 Rama anterior C4
- 2 Tráquea
- 3 Músculo escaleno anterior
- 4 Arteria carótida
- 5 Arteria subclavia
- 6 Vena cava superior
- 7 Timo
- 8 Nervio frénico
- 9 Ligamento pericardiofrénico
- 10 Diafragma

- El nervio frénico emerge de forma primaria del nivel de C4, parte de C3 y algunas veces de C5.
- Sale del plexo casi de inmediato y se aproxima desde el plano posterior para extenderse sobre el músculo escaleno anterior. Desde ahí continúa entre la arteria y la vena subclavias y desciende en la región anterior entre la pleura mediastínica y el pericardio. En ese punto emite ramas hacia el pericardio fibroso y la pleura. Se ramifica para inervar las partes superiores del diafragma y luego perfora el tendón central con una rama para inervar el lado inferior. En la forma de ramas

frenicoabdominales continúa hacia el hígado, estómago y riñones y proporciona una parte de su inervación sensitiva.

- Tiene fibras motoras, sensitivas y simpáticas.

### Patología

La irritación nerviosa bilateral es muy inusual. Un trastorno funcional en el segmento C4 o la constricción del mediastino (posiblemente causada por el timo, corazón o pulmones) puede provocar compresión unilateral de uno de los nervios frénicos. A su vez, esto puede ocasionar elevación unilateral del diafragma y afectar la inspiración.

## Capítulo 4

### Hombro

# 4

[4.1 Palpación de las referencias en el área del hombro](#)

[4.2 Anatomía funcional del hombro](#)

[4.3 Movimientos del brazo](#)

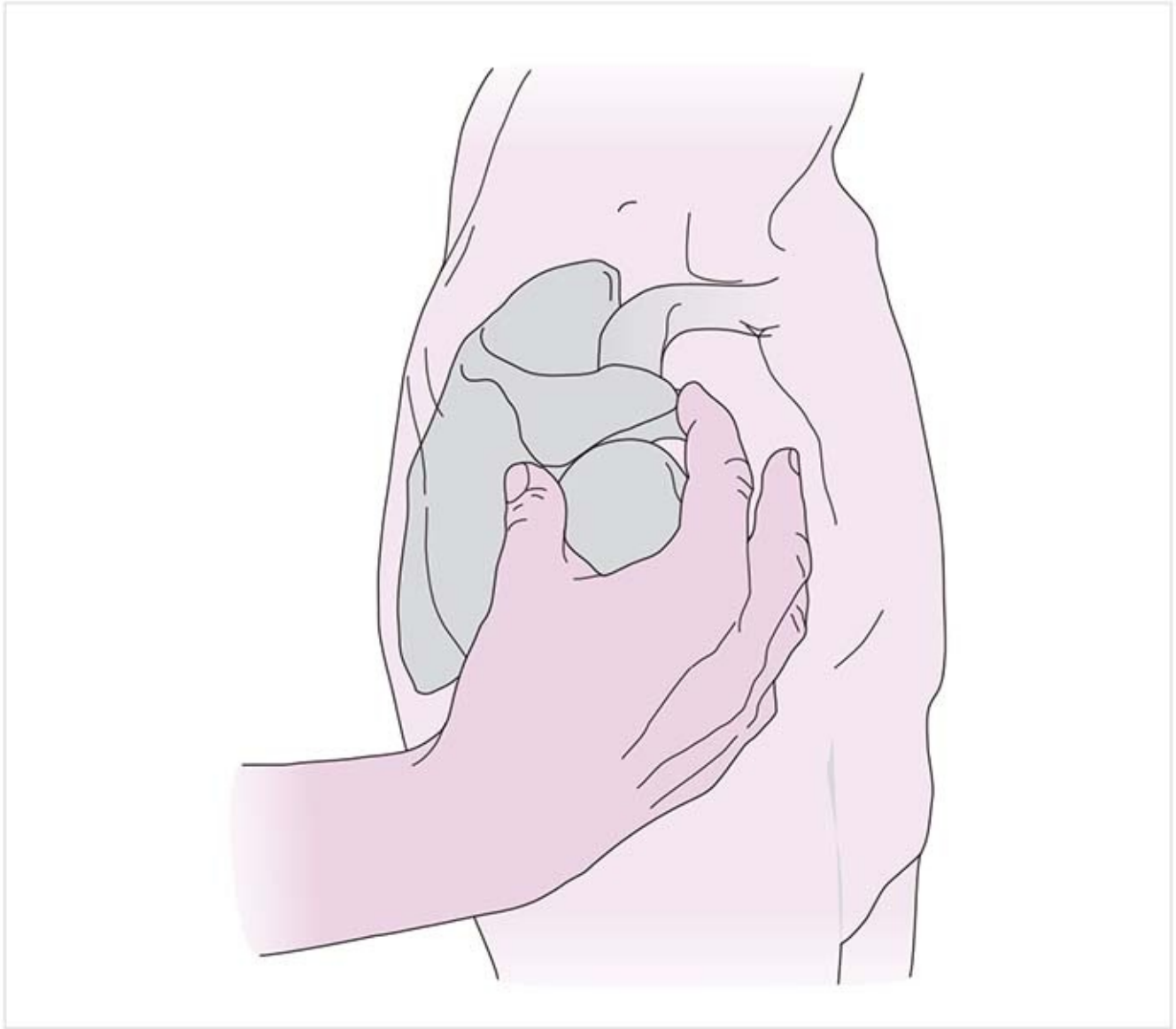
[4.4 Trayecto de los nervios en la región del hombro](#)



# 4 Hombro

## 4.1 Palpación de las referencias en el área del hombro

### Acromion (figura 4-1)

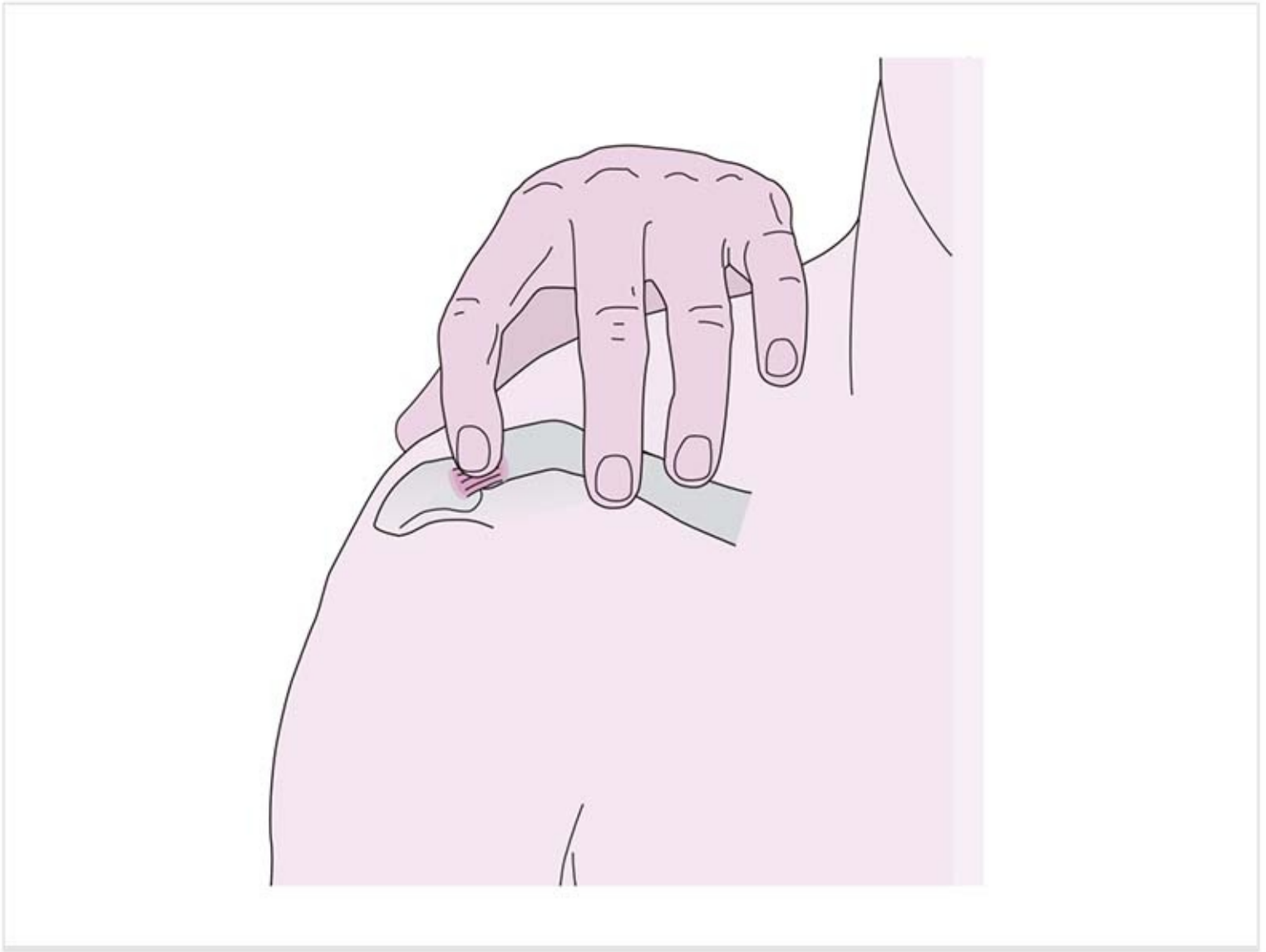


**Figura 4-1.** Palpación del acromion.

Debe seguirse la espina de la escápula en dirección lateral hasta palpar el borde posterior angular del acromion como una extensión. A partir de ahí, se sigue el borde lateral del acromion hacia delante para palpar el borde anterior ligeramente redondeado. La tracción del brazo lo presenta con más claridad.

El acromion sirve como guía para localizar las muy diversas estructuras de esta región.

### Articulación acromioclavicular (figura 4-2)



**Figura 4-2.** Palpación de la articulación acromioclavicular.

El espacio articular de la articulación acromioclavicular puede palparse como una pequeña indentación en forma de **V** a un ancho de dedo medial del cuello anterior del acromion. Ésta es la parte anterior de la articulación. Para valorar con exactitud el trayecto de la articulación, se localiza también la parte posterior del espacio articular. Hay que seguir el margen superior de la espinal de la escápula en dirección lateral hacia la clavícula. Estas dos estructuras forman un triángulo, en cuyo vértice se percibe otra pequeña indentación en **V** con orientación anterior. La línea que une estas dos localizaciones indica el trayecto de la articulación. Cuando las condiciones del cinturón escapular y la columna torácica son normales, tiene dirección posteromedial a anterolateral.

Los pequeños movimientos circulares del cinturón escapular confirman la localización correcta.

### **Articulación esternoclavicular (figura 4-3)**

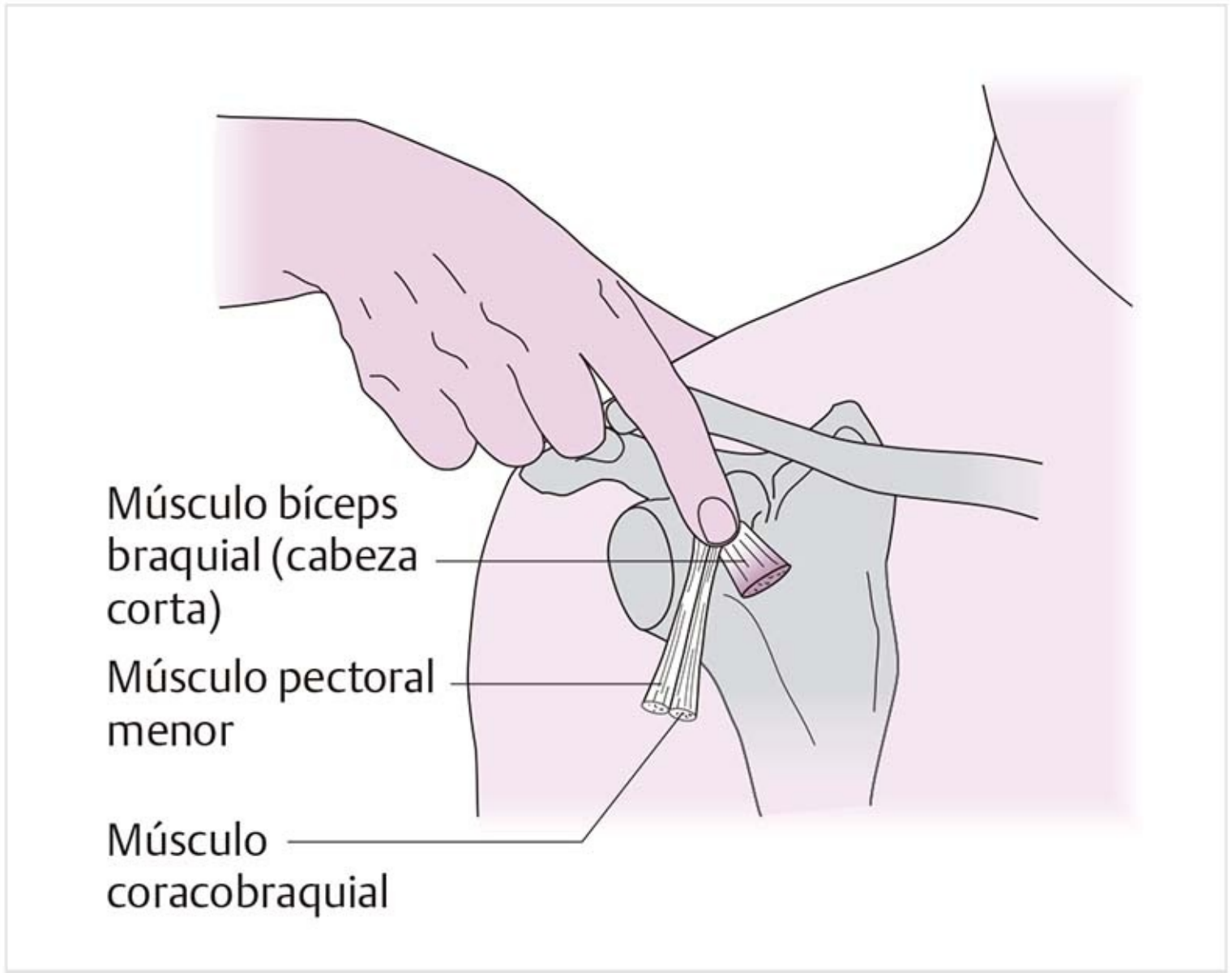


**Figura 4-3.** Palpación de la articulación esternoclavicular.

En dirección lateral a partir de la muesca yugular se palpa el extremo externo sobresaliente de la clavícula. El espacio articular se encuentra en el margen inferomedial. Casi siempre es fácil de palpar. Los movimientos circulares pequeños del hombro ayudan a hacerlo.

La dirección del espacio articular es superomedial a inferolateral.

**Apófisis coracoides (figura 4-4)**



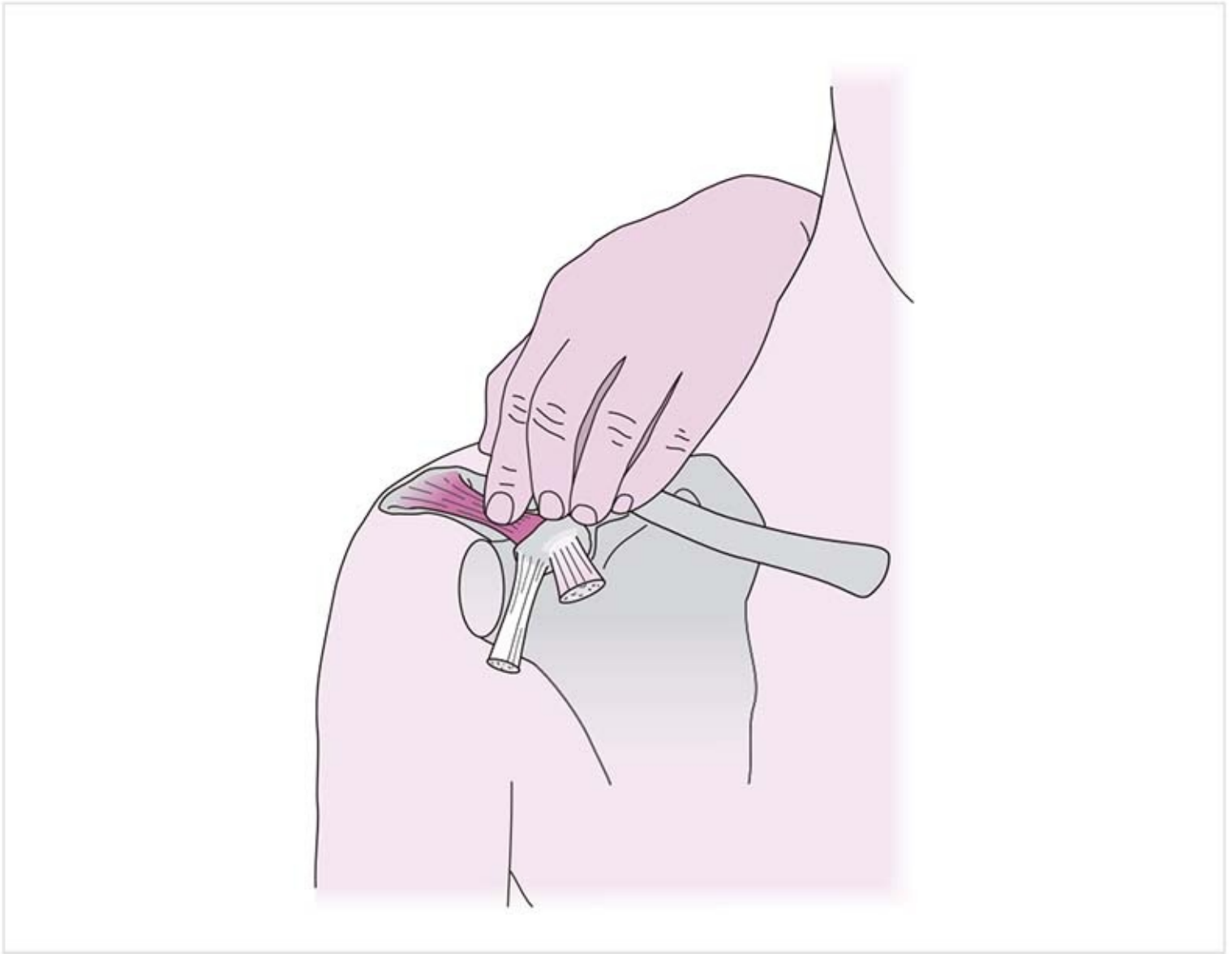
**Figura 4-4.** Apófisis coracoides.

Se palpa la punta de la apófisis coracoides como un abultamiento ancho en la parte lateral de la fosa infraclavicular.

La cabeza corta del **músculo bíceps braquial** y el **músculo coracobraquial** se extienden en dirección inferolateral desde su punta. Hay que localizar sus tendones mediante la palpación transversal justo bajo la punta de la apófisis coracoides. El músculo coracobraquial se encuentra en parte bajo el músculo bíceps. Estos dos músculos sólo pueden diferenciarse al tensar el músculo bíceps como si se flexionara el codo, ya que el músculo coracobraquial abarca tan sólo una articulación.

El **músculo pectoral menor** se proyecta en sentido inferomedial hacia el borde medial de la apófisis coracoides. La tensión isométrica del músculo hacia la prolongación hace posible confirmar su localización.

El **ligamento coracoacromial (figura 4-5)** se extiende del margen superolateral de la apófisis coracoides a la parte anterior del cuello del acromion. Debe palparse de manera transversal el trayecto de sus fibras. La tracción del brazo hacia abajo facilita la palpación.

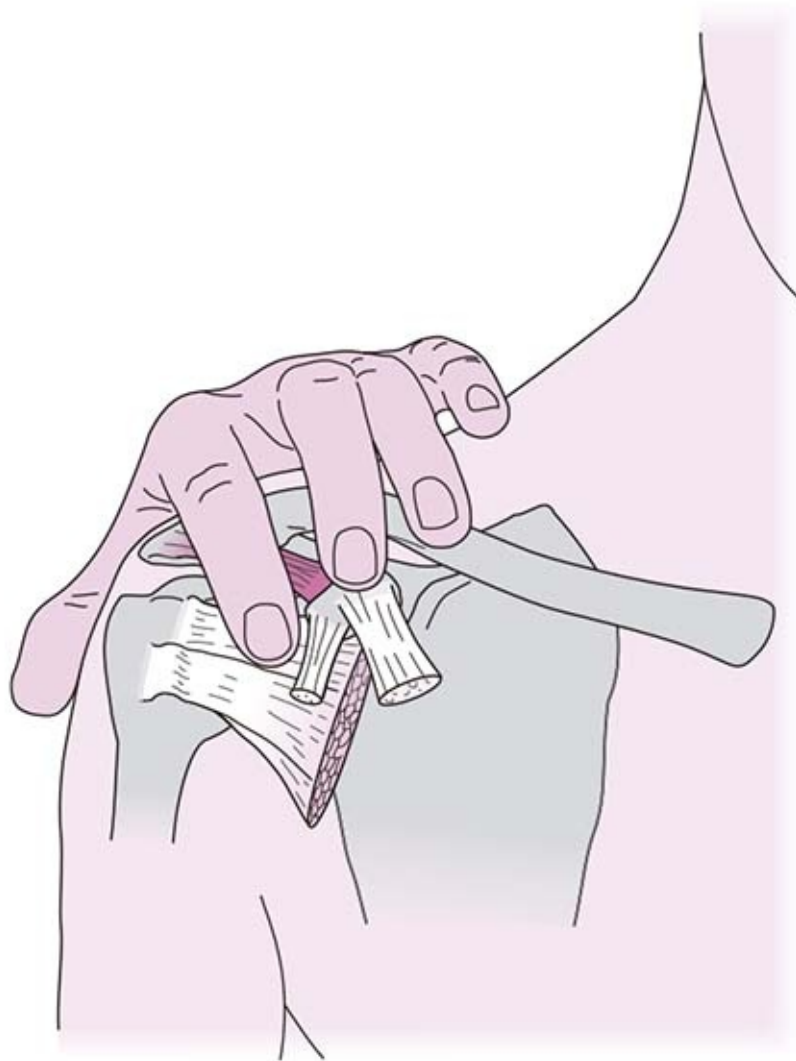


**Figura 4-5.** Palpación del ligamento coracoacromial.

## **Tubérculo menor del húmero**

El margen medial del tubérculo menor del húmero se localiza justo debajo de la parte anterior del cuello del acromion, un ancho de dedo lateral a la apófisis coracoides. En la zona proximal mide un o uno y medio anchos de dedo de ancho y se estrecha en sentido distal. Tiene la forma de una pera invertida y mide casi dos anchos de dedo de largo.

La zona de inserción del **músculo subescapular (figura 4-6)** mide lo mismo de ancho y largo. Se palpa el tendón en dirección transversal a la orientación de las fibras cuando el músculo se relaja y cuando se tensa durante la rotación interna. Las fibras superiores discurren en dirección horizontal, mientras que el trayecto de las inferiores es oblicuo ascendente.



**Figura 4-6.** Palpación del músculo subescapular.

**Surco intertubercular (figura 4-7)**



**Figura 4-7.** Palpación del surco intertubercular.

El surco intertubercular se halla directamente lateral al tubérculo menor. No puede sentirse como una hendidura distintiva porque aloja al tendón del músculo bíceps braquial.

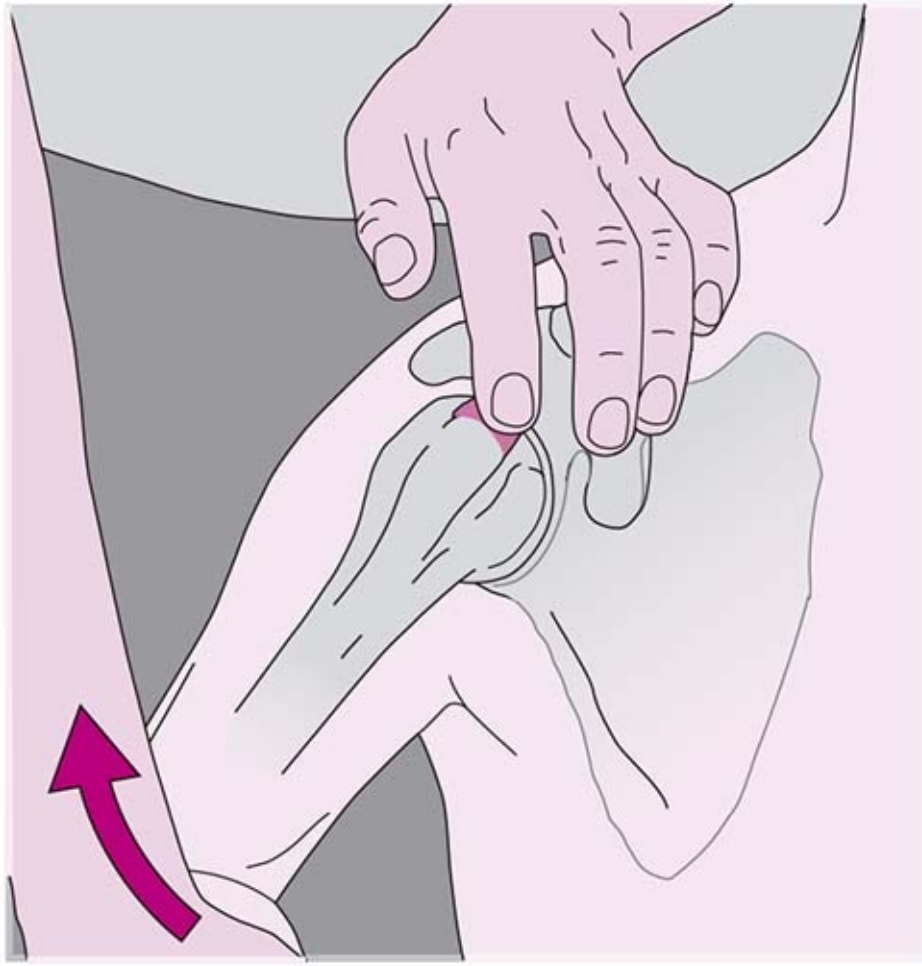
Los bordes de los tubérculos menor y mayor, y el tendón del bíceps entre ellos, puede percibirse durante la rotación externa e interna pasiva.

En la región superior, el ligamento humeral transversal y partes del tendón del músculo subescapular pasan sobre el surco.

### **Tubérculo mayor del húmero (figura 4-8)**

El tubérculo mayor se encuentra lateral al surco. Las inserciones del tendón de los músculos del manguito de los rotadores en el húmero tienen una posición anterolateral inmediata y lateral al acromion. La posición del brazo debe modificarse para palpar de manera óptima los sitios de inserción.

### **Músculo supraespinoso (figura 4-8)**



**Figura 4-8.** Palpación de la inserción del músculo supraespinoso en el tubérculo mayor.

Cuando el brazo se extiende, la faceta superior del tubérculo se mueve hacia delante. El sitio típico de una lesión en el tendón del supraespinoso es directamente anterior al cuello del acromion y se confirma al tensar el músculo, por ejemplo para abducir el brazo. La adición de la rotación interna máxima desplaza el tubérculo mayor en dirección medial. El sitio de inserción mide alrededor de 1 cm de ancho y 1 cm de largo.

### **Músculo infraespinoso (figura 4-9)**





**Figura 4-9.** Palpación de la inserción del músculo infraespinoso en el tubérculo mayor.

Se coloca la mano del paciente sobre el hombro contrario y se mantiene ahí. Esta combinación de flexión, aducción y rotación interna desplaza la faceta intermedia del tubérculo mayor de debajo de la posición del cuello del acromion en dirección inferolateral. Con el cuello posterior del acromion como punto de referencia, se palpa a dos anchos de dedo hacia abajo para localizar su tendón como una banda dura que pasa sobre el espacio articular. Puede seguirse a unos dos anchos de dedo en sentido lateral hasta percibir una estructura ósea, que es su inserción. A continuación se tensa el músculo en esta posición (rotación externa contra resistencia). Mide 2 a 3 cm de ancho.

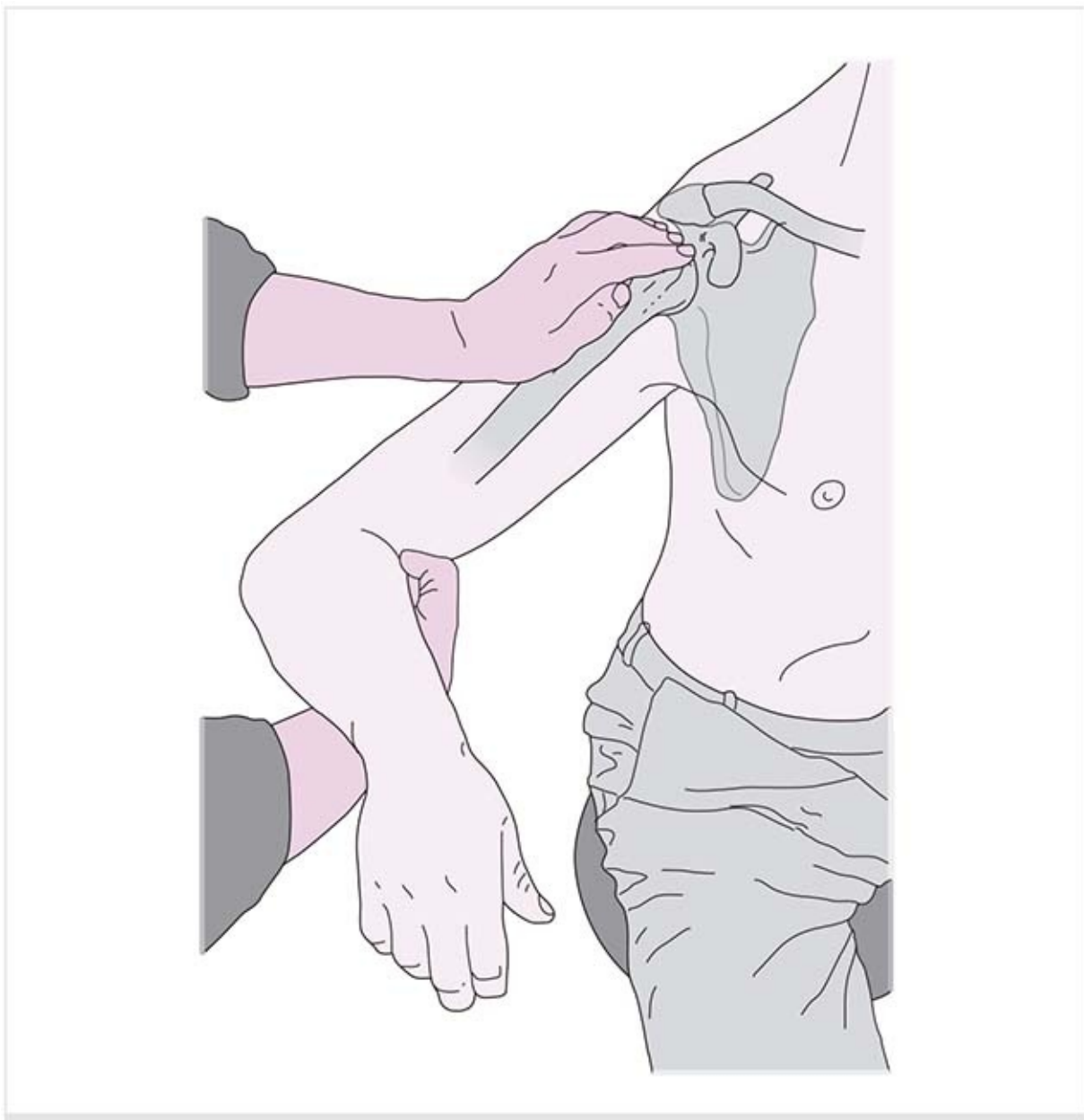
### **Músculo redondo menor**

Un poco más debajo de la inserción del músculo infraespinoso se localiza la inserción del músculo redondo menor en la faceta inferior del tubérculo mayor. No es posible realizar una diferenciación exacta entre los dos músculos, dado que a menudo están entrelazados.

#### **Patología**

La inflamación (hasta 1 cm de grosor) y el dolor intenso indican una lesión tendinosa. Una prueba de provocación mediante la tensión y estiramiento del músculo confirma el diagnóstico.

### **Espacio subacromial (figura 4-10)**



**Figura 4-10.** Palpación del espacio subacromial.

Una parte del espacio puede palparse lateral al acromion. Para valorarlo mejor se abduce el brazo 60° y se utilizan las puntas de los dedos que se aproximan desde la parte lateral para palpar bajo el acromion.

Debe valorarse el área en busca de dolor, inflamación (que puede estrechar el espacio) y la capacidad de las estructuras para deslizarse dentro del espacio con los movimientos del brazo.

#### Patología

Las adherencias en la zona de la bolsa limitan la capacidad de la cabeza humeral para deslizarse dentro del espacio subacromial.

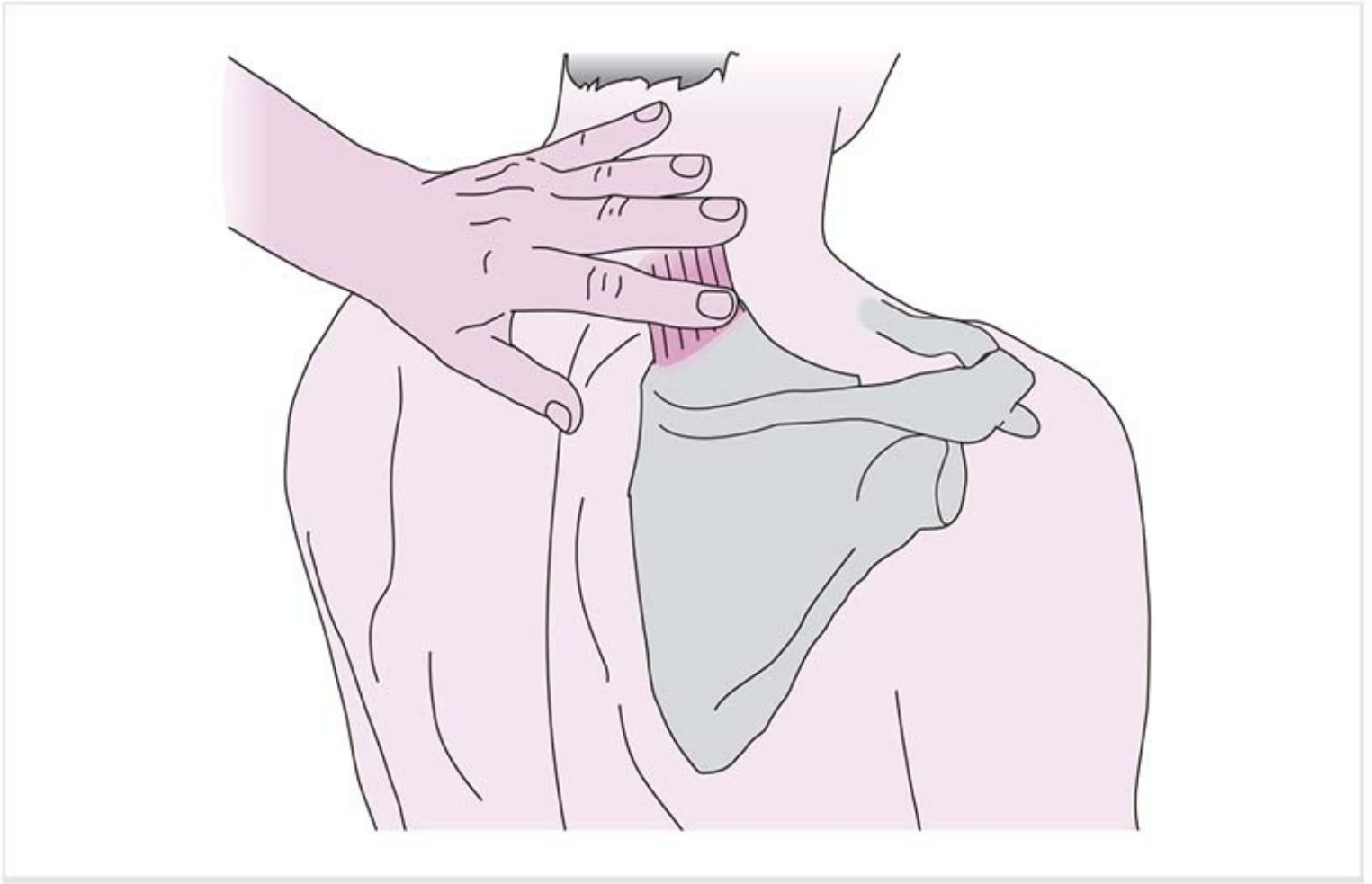
### Tuberosidad deltoidea

La inserción del músculo deltoides se localiza a una distancia aproximada de un pulgar o un dedo índice desde el acromion sobre la cara lateral del húmero. Es fácil de encontrar si se abduce el brazo del paciente contra resistencia porque todas las fibras musculares convergen en la tuberosidad. Existe una pequeña bolsa ahí que puede inflamarse.

A partir de esta inserción se palpa el músculo deltoides hasta su origen en la clavícula, acromion y espina de la escápula.

### Escápula

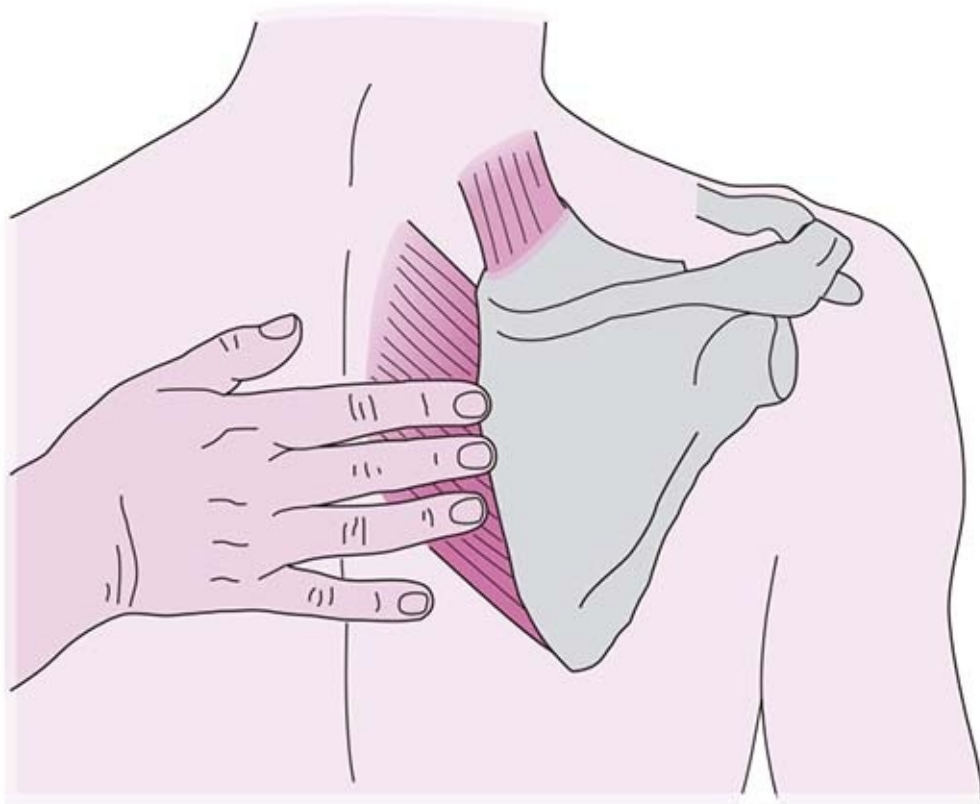
## Ángulo superior de la escápula (figura 4-11)



**Figura 4-11.** Palpación del ángulo superior de la escápula.

El ángulo superior apunta en dirección superomedial y es difícil de palpar. El músculo elevador de la escápula se inserta ahí y se palpa en sentido transversal a la orientación de sus fibras justo arriba del ángulo. Su inserción mide casi dos anchos de dedo. La elevación de la escápula hacia el occipucio confirma la localización.

## **Borde medial (figura 4-12)**



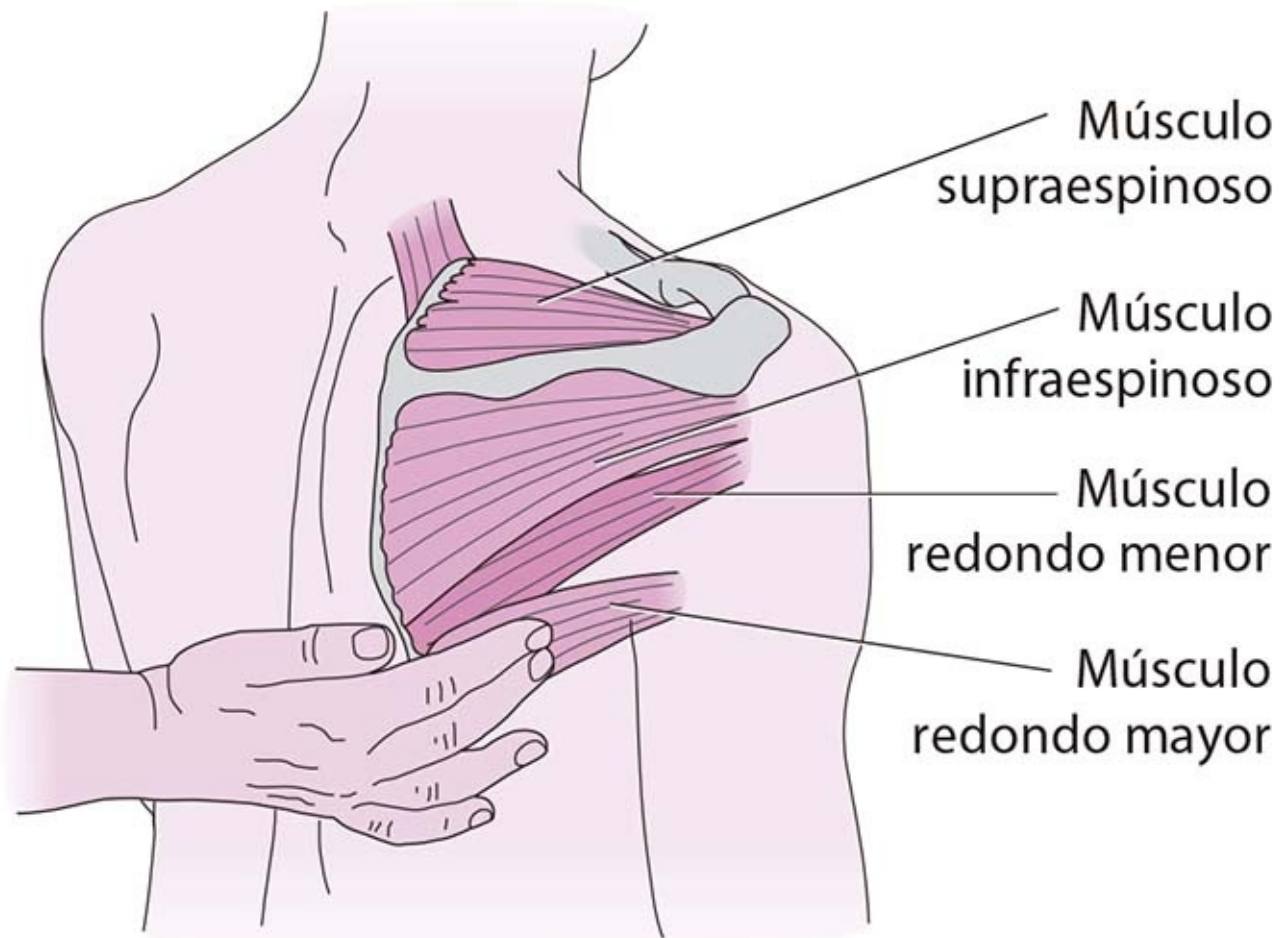
**Figura 4-12.** Palpación del borde medial de la escápula.

Este borde medial desciende desde la zona medial de la espina de la escápula. Los músculos romboides se insertan sobre el borde bajo el músculo trapecio. Es necesario palparlos desde este punto hacia la columna vertebral, en sentido transversal a la orientación de las fibras y a lo largo de ellas. Se tensan los músculos como si se moviera la escápula hacia la oreja contraria para mostrar un aumento de la tensión en el trayecto del músculo.

### **Ángulo inferior**

El músculo redondo mayor se origina en el ángulo inferior de la escápula y puede seguirse en sentido lateral hacia la axila. La tensión en dirección de la extensión/aducción facilita su palpación.

### **Borde lateral (figura 4-13)**



**Figura 4-13.** Palpación del borde lateral de la escápula.

El borde lateral se extiende en dirección superolateral al tiempo que se aleja del ángulo inferior. Este borde es difícil de palpar porque hay varios músculos sobre él. Los movimientos escapulares mínimos en sentido medial y lateral ayudan a identificar el borde. De abajo arriba pueden palparse los siguientes músculos:

- **Músculo dorsal ancho:** este músculo forma parte de la región posterior de la axila, donde puede palparse su borde superior.
- **Músculo redondo mayor (figura 4-13):** este músculo puede seguirse desde el ángulo inferior a lo largo del borde lateral hacia la parte posterior de la axila. Si se tensa el músculo en rotación interna, se manifiesta por completo y puede identificarse como un cojinete cuadrilátero y firme en la parte posterior de la axila.
- **Músculo redondo menor (figura 4-13):** se palpa este músculo en la fosa infraespinosa, justo arriba del músculo redondo mayor.

### **Fosa supraespinosa (figura 4-14)**



**Figura 4-14.** Palpación de la fosa supraespinosa.

Hay que palpar el músculo supraespinoso en la fosa sobre la espina de la escápula a través del músculo trapecio. La transición entre el músculo y el tendón ocurre en la parte lateral del ángulo formado por la espina de la escápula y la clavícula. La tensión del músculo en abducción en posición neutral confirma la localización.

### **Fosa infraespinosa**

Debe palparse el músculo infraespinoso en la fosa grande debajo de la espina de la escápula. Puede percibirse aquí muy bien cuando el músculo se tensa en rotación externa.

### **Superficie costal de la escápula (figura 4-15)**

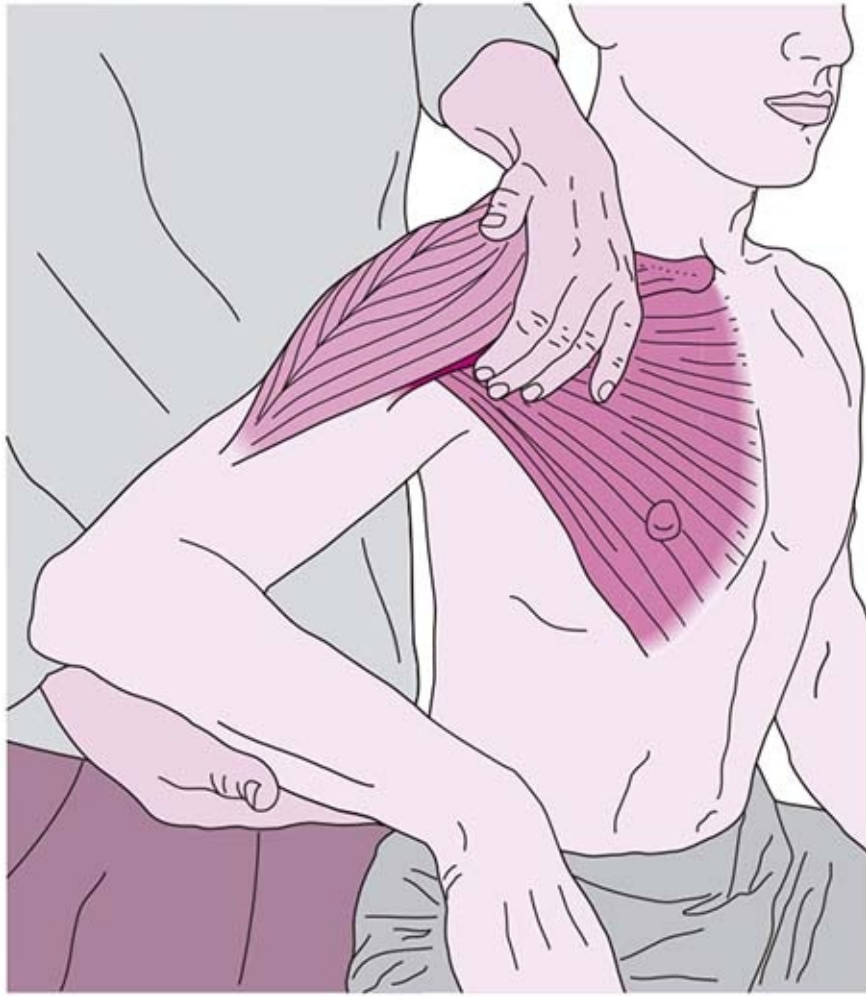


**Figura 4-15.** Palpación de la superficie costal de la escápula.

Es necesario flexionar al máximo o abducir el brazo del paciente para identificar la parte lateral de la superficie costal. En esta posición se balancea hacia fuera y se aleja del tórax. Como resultado, una parte del músculo subescapular queda accesible para la palpación.

Para alcanzar la superficie costal desde el lado medial se empuja con la punta de los dedos bajo el borde de la escápula. Se coloca el brazo del paciente en rotación interna para facilitar la maniobra.

**Axila anterior (figura 4-16)**



**Figura 4-16.** Palpación de la axila anterior.

Esta región se forma con el **músculo pectoral mayor** . Con el brazo en abducción ligera, se sigue el músculo desde la clavícula y el esternón hacia la cresta del tubérculo mayor.

Hay que palpar el origen, inserción y trayecto de los siguientes músculos del brazo, hombro y cuello:

- Músculo bíceps braquial
- Músculo tríceps braquial
- Músculo trapecio
- Músculo serrato anterior
- Músculo esternocleidomastoideo
- Músculos escalenos
- Músculo subclavio

## 4.2 Anatomía funcional del hombro

### 4.2.1 Radiografía del hombro

#### Vista anteroposterior (figura 4-17a)

Deben valorarse las estructuras esqueléticas que intervienen en la articulación en cuanto a su forma anatómica normal: la cabeza redondeada y proporcionada del húmero, la disposición regular de la estructura trabecular y un grosor cortical óseo de 2 a 4 mm.



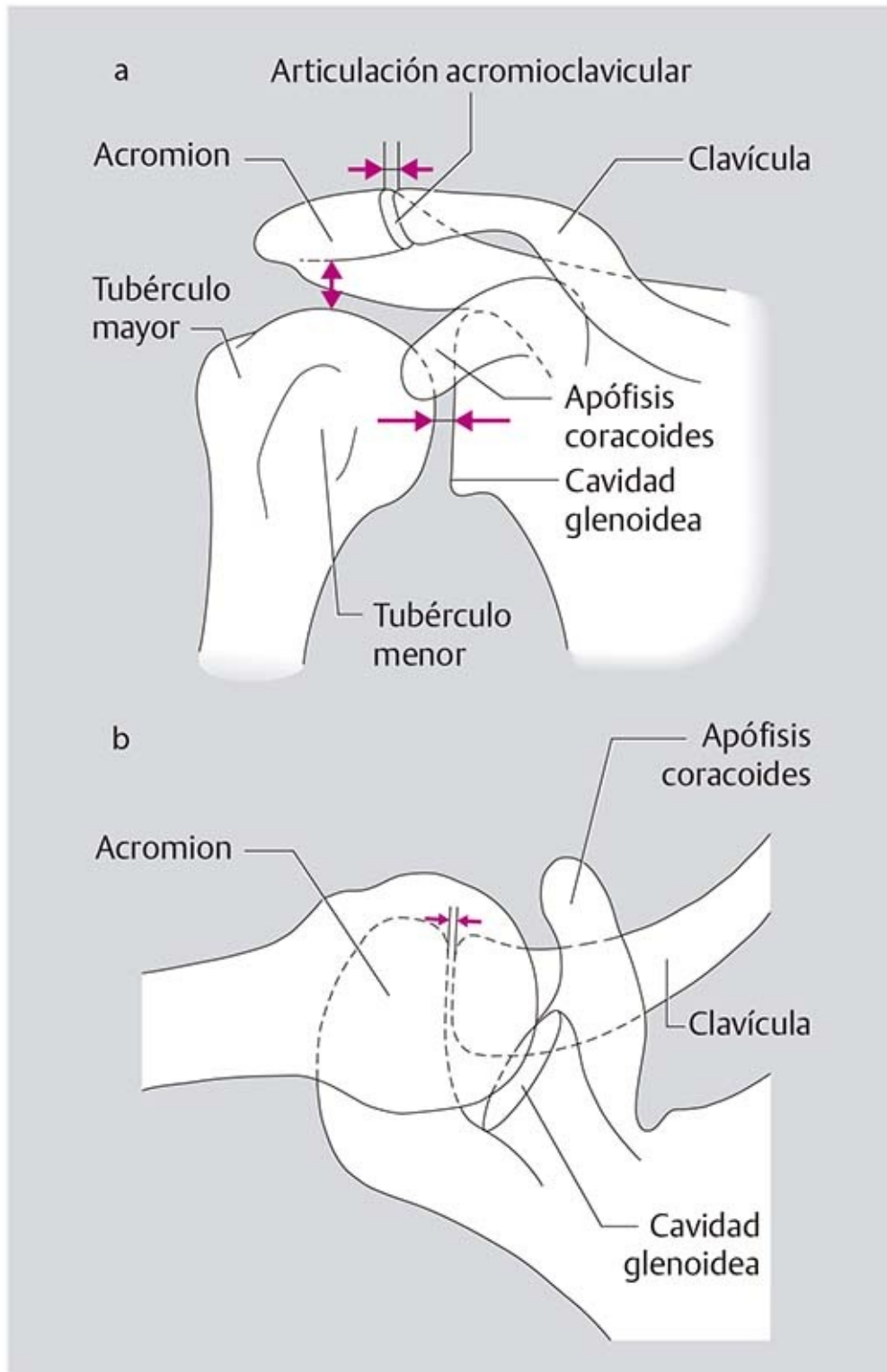
Se verifican las siguientes relaciones de la articulación:

- Espacio entre acromion y húmero: alrededor de 9 mm.
- Anchura del espacio articular glenohumeral, 4 a 6 mm; articulación acromioclavicular, 2 a 4 mm.

### Patología

A menudo hay acumulación de calcio en el tendón del supraespinoso y se observa en la forma de engrosamientos distintivos entre el acromion y el tubérculo mayor en la vista anteroposterior.

### Vista transaxilar (figura 4-17b)



**Figura 4-17.** Radiografía de la región del hombro derecho. (a) Vista anteroposterior. (b) Proyección transaxilar.

La vista inferior en abducción de 90° delinea la relación del espacio articular de la cabeza humeral.

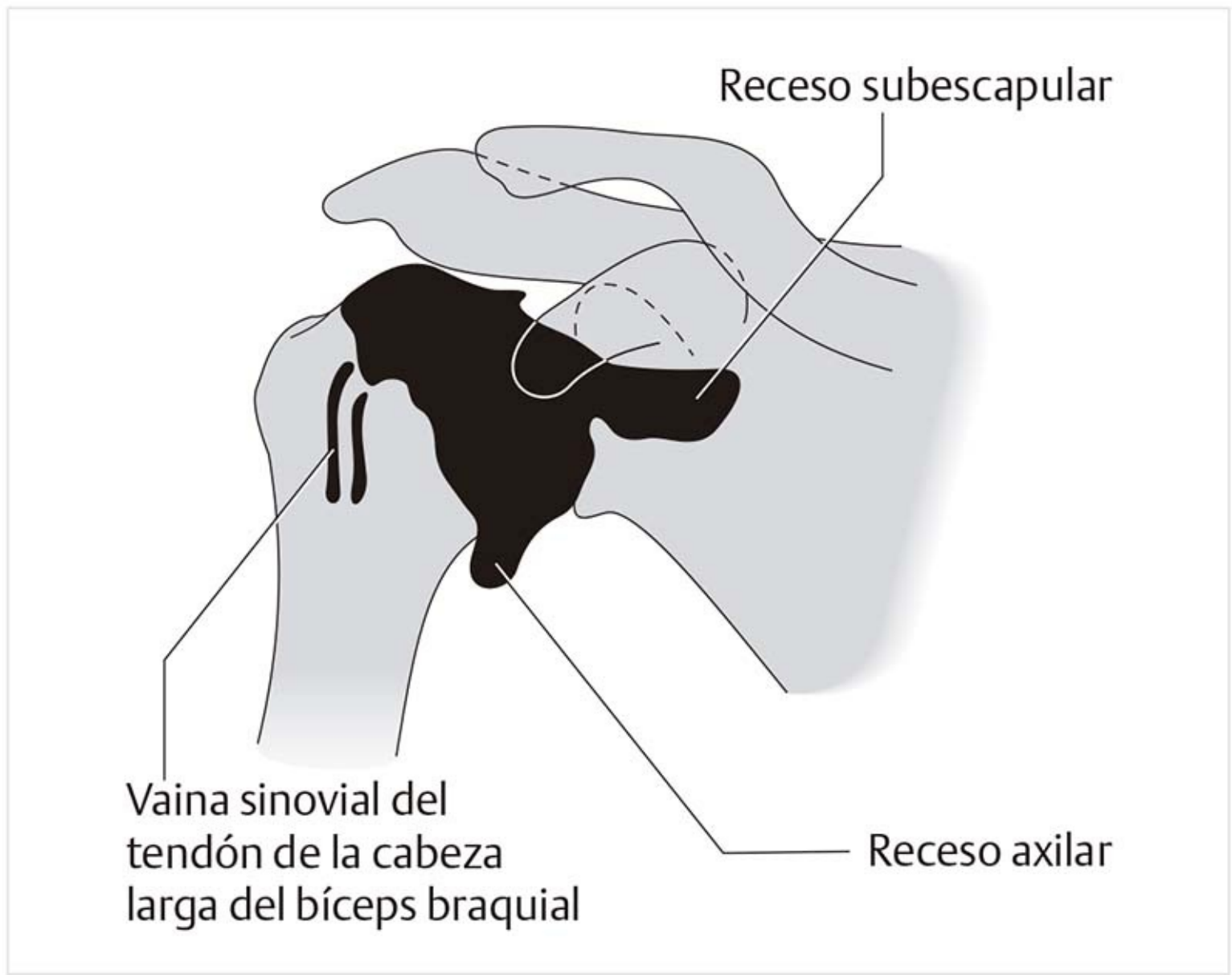
El uso de esta vista en las articulaciones glenohumeral y acromioclavicular permite emitir juicios sobre

el estrechamiento articular y la formación de osteofitos.

#### Patología

En caso de osteoartritis del hombro, se forman osteofitos en el borde anterior del acromion hacia el ligamento coracoacromial, lo cual estrecha el espacio subacromial.

### Artrografía (figura 4-18)



**Figura 4-18.** Artrograma del hombro.

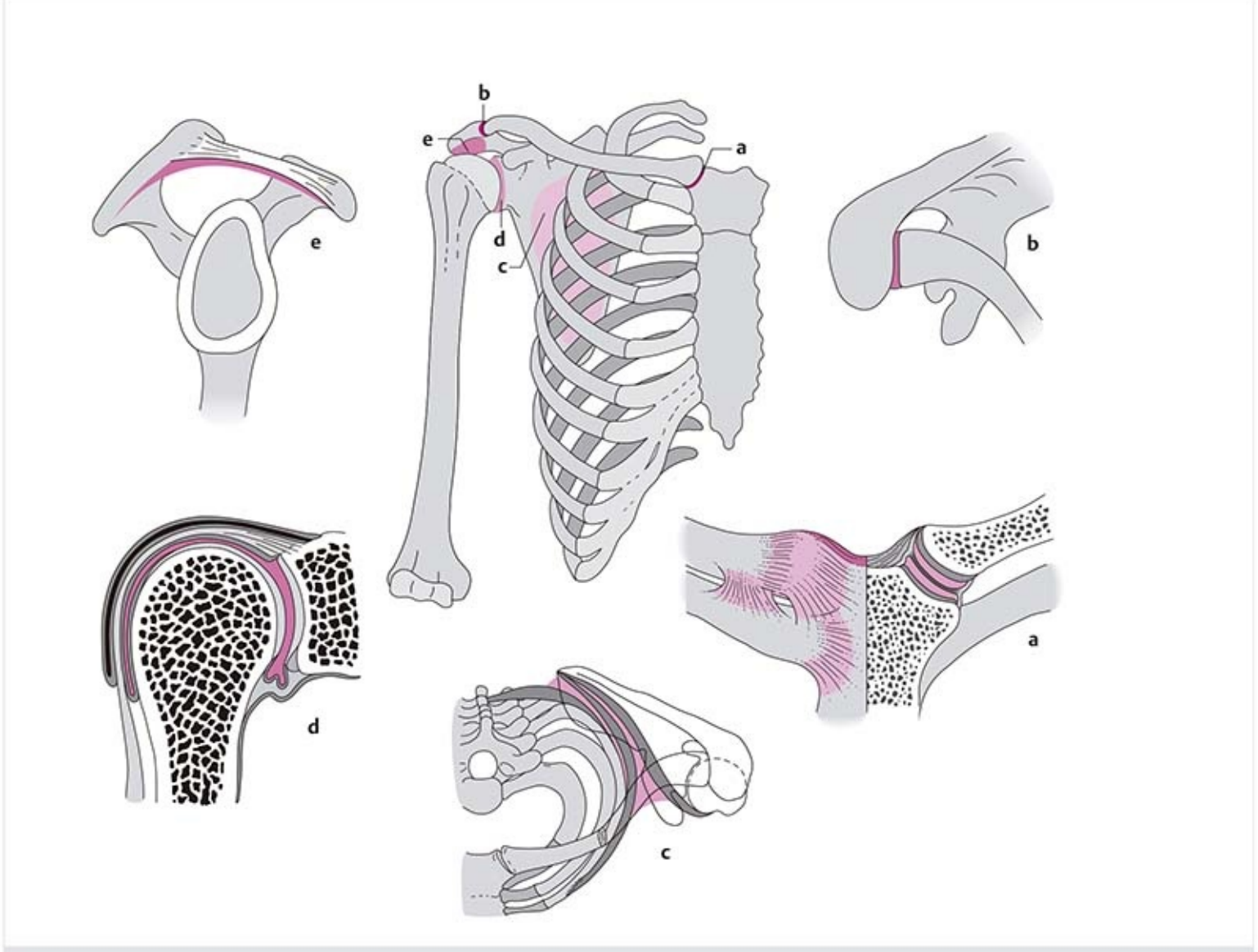
El llenado de la articulación con medio de contraste delinea la cavidad articular y sus recesos comunicantes.

La imagen anteroposterior muestra el receso axilar, el receso subescapular y la vaina sinovial que envuelve el tendón de la cabeza larga del bíceps. El surco intertubercular divide la imagen en dos franjas de medio de contraste.

#### Patología

Si el tendón del supraespinoso se rompe, se forma una conexión entre la bolsa y la cavidad articular, por lo que el medio de contraste se distribuye de manera más difusa.

### 4.2.2 Amplitud de movimiento del brazo: articulaciones participantes (figura 4-19)



**Figura 4-19.** Articulaciones del hombro. **(a)** Articulación esternoclavicular. **(b)** Articulación acromioclavicular. **(c)** Articulación escapulotorácica. **(d)** Articulación glenohumeral. **(e)** Espacio subacromial.

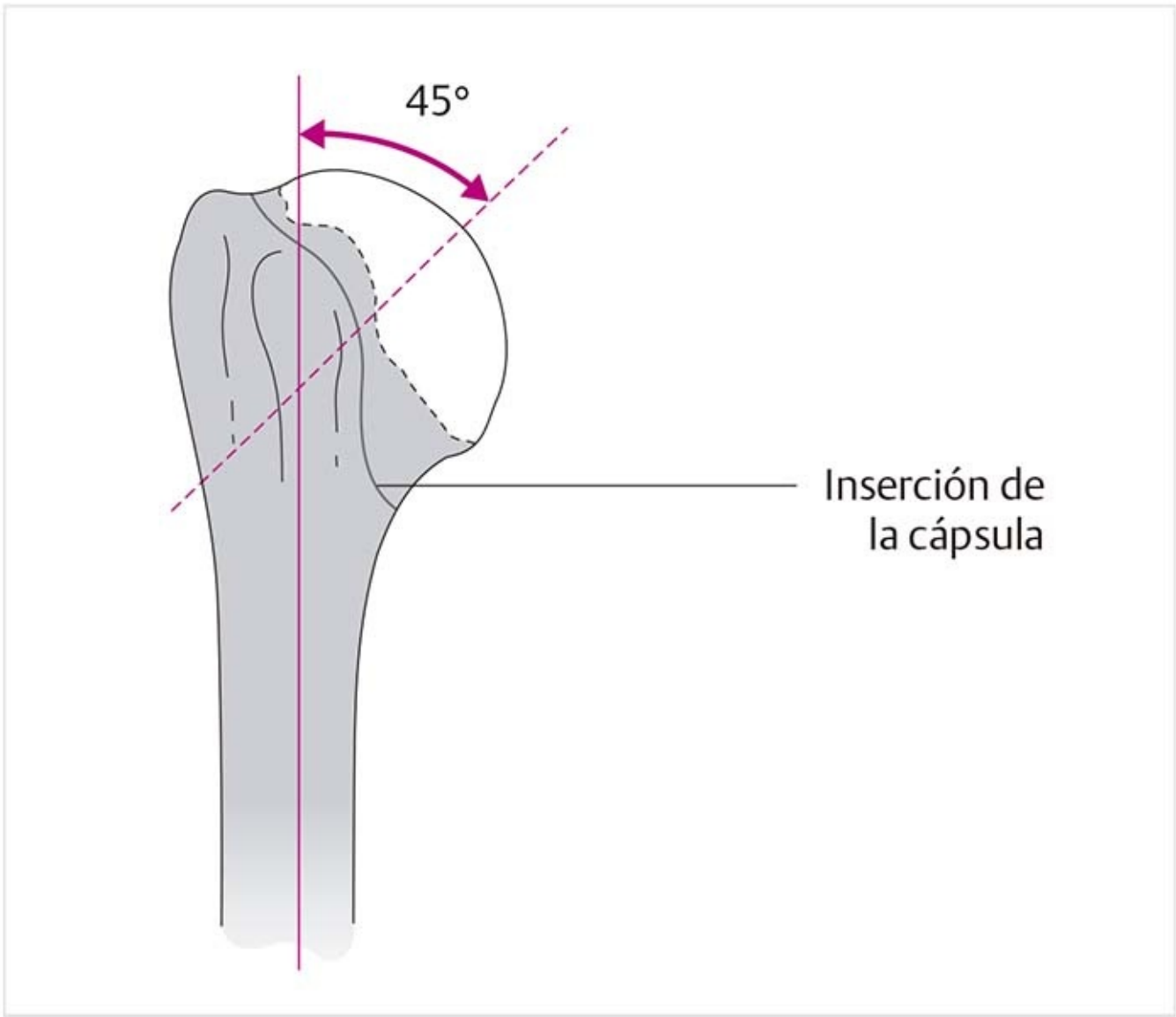
La amplitud de movimiento del brazo sólo es posible por la interacción de varias articulaciones. El tronco y el brazo se conectan mediante tres articulaciones anatómicas verdaderas y dos articulaciones “falsas” (fisiológicas):

- La **articulación glenohumeral** (articulación verdadera) y el espacio subacromial.
- La **articulación acromioclavicular** y la **articulación esternoclavicular** (articulaciones verdaderas), y la **articulación escapulotorácica (superficie deslizante)**.
- Además del complejo de la articulación del hombro, la **flexibilidad de las costillas** y la **columna vertebral flexible** y erguida también son importantes para que el brazo alcance la amplitud total de sus movimientos.

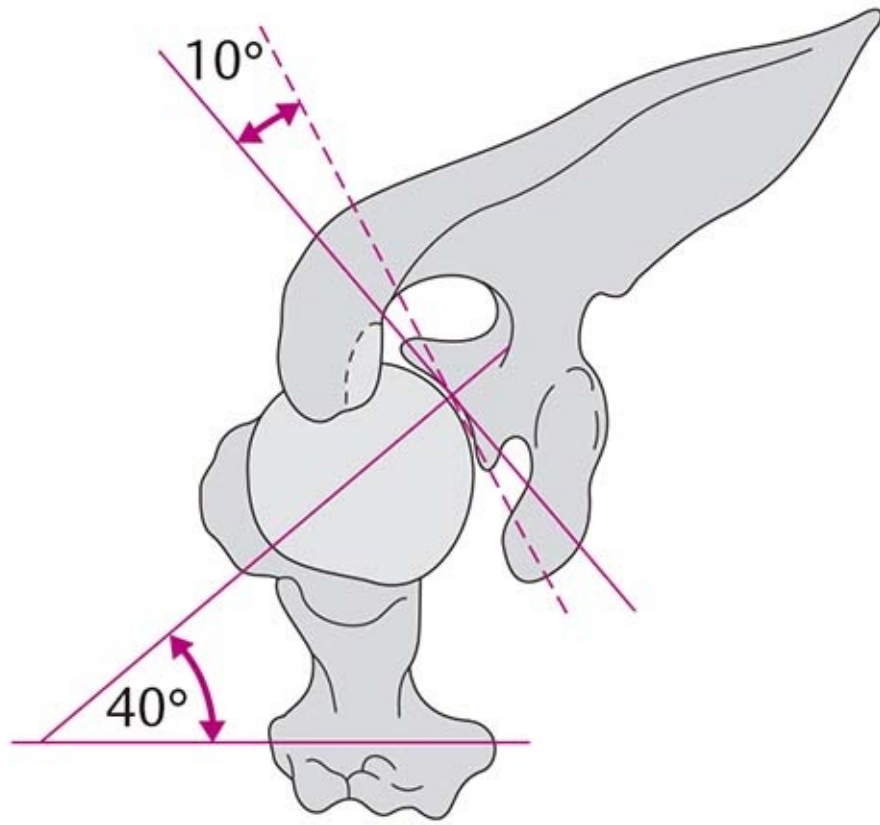
### 4.2.3 Articulación glenohumeral

La articulación glenohumeral es una articulación de fijación por fuerza, lo que significa que los músculos y ligamentos que discurren sobre la articulación la estabilizan.

#### Cabeza del húmero (figuras 4-20 a 4-22)



**Figura 4-20.** Angulo de inclinación de la cabeza del húmero.



**Figura 4-21.** Retroversión del húmero y la cavidad glenoidea.

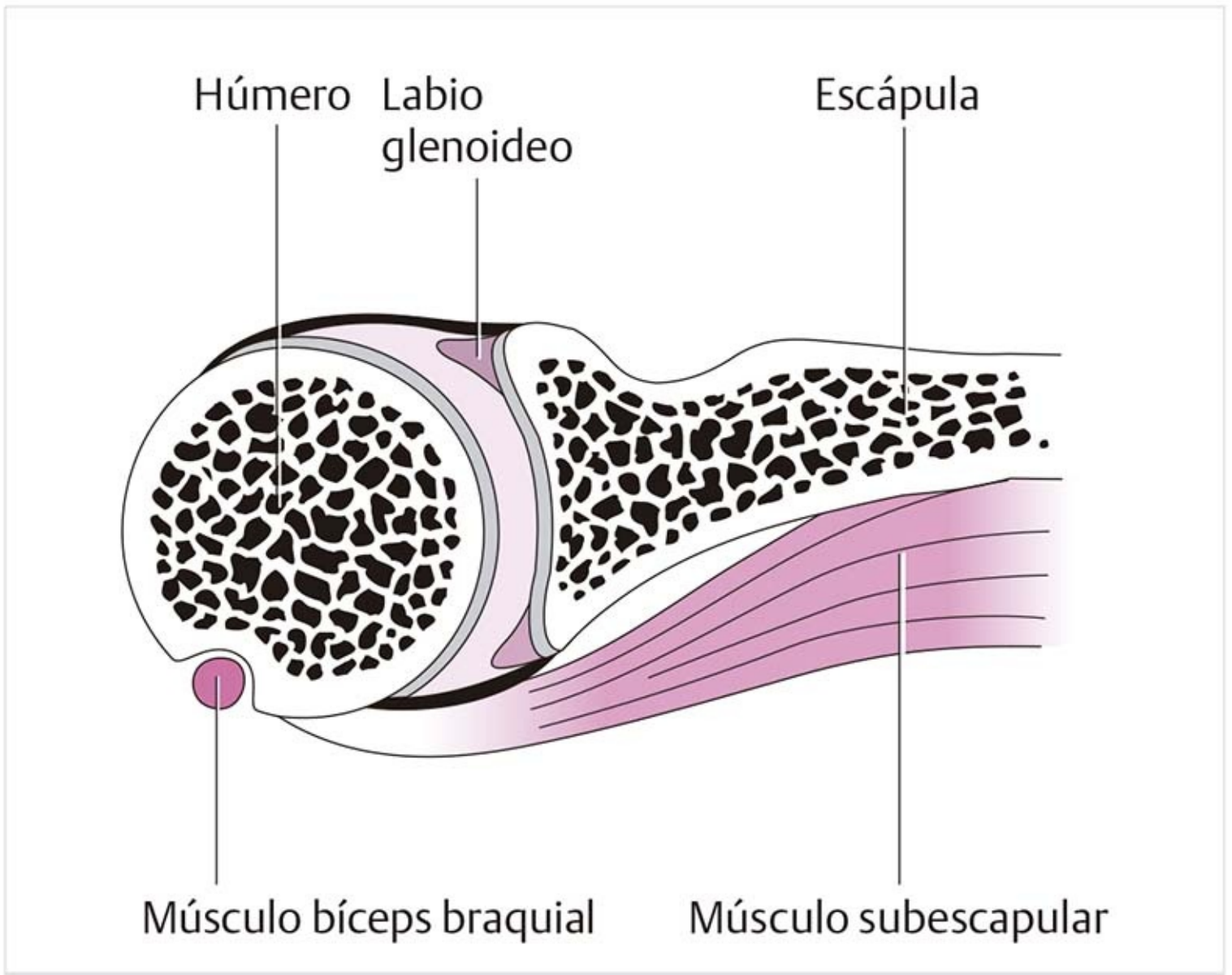


Figura 4-22. Labio glenoideo.

- La capa de cartílago es más gruesa en el centro.
- El **ángulo de inclinación** es de  $45^\circ$  desde el eje del cuerpo.
- La cabeza humeral se halla en **retroversión**  $40^\circ$  con respecto al eje condíleo de la parte distal del húmero.

### Cavidad glenoidea (figura 4-23)

Inserción de  
la cápsula

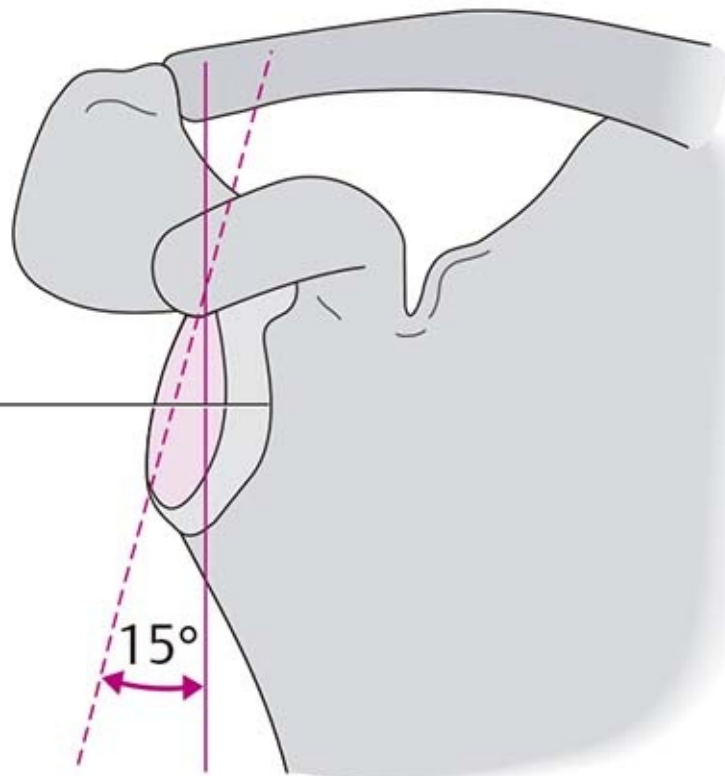


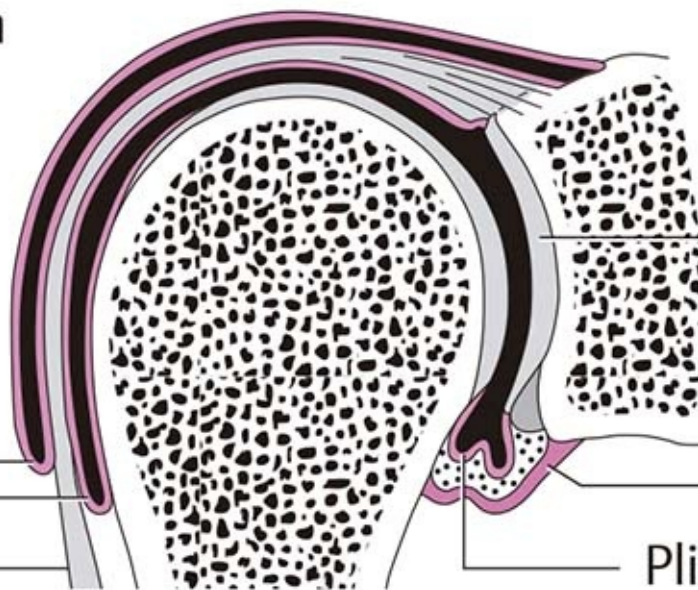
Figura 4-23. Inclinación de la cavidad glenoidea.

- La capa de cartílago es delgada en el centro y se vuelve más gruesa hacia el exterior.
- El **labio glenoideo** está unido al borde óseo de la cavidad, lo cual aumenta la superficie articular.
- Su **inclinación** es de  $15^\circ$  respecto de la vertical.
- Existe una **retroversión** de  $10^\circ$ .
- Tiene una superficie cuatro veces más pequeña que la superficie articular del húmero.

### Cápsula articular (figura 4-24)

Membrana  
sinovial

Tendón  
del bíceps braquial



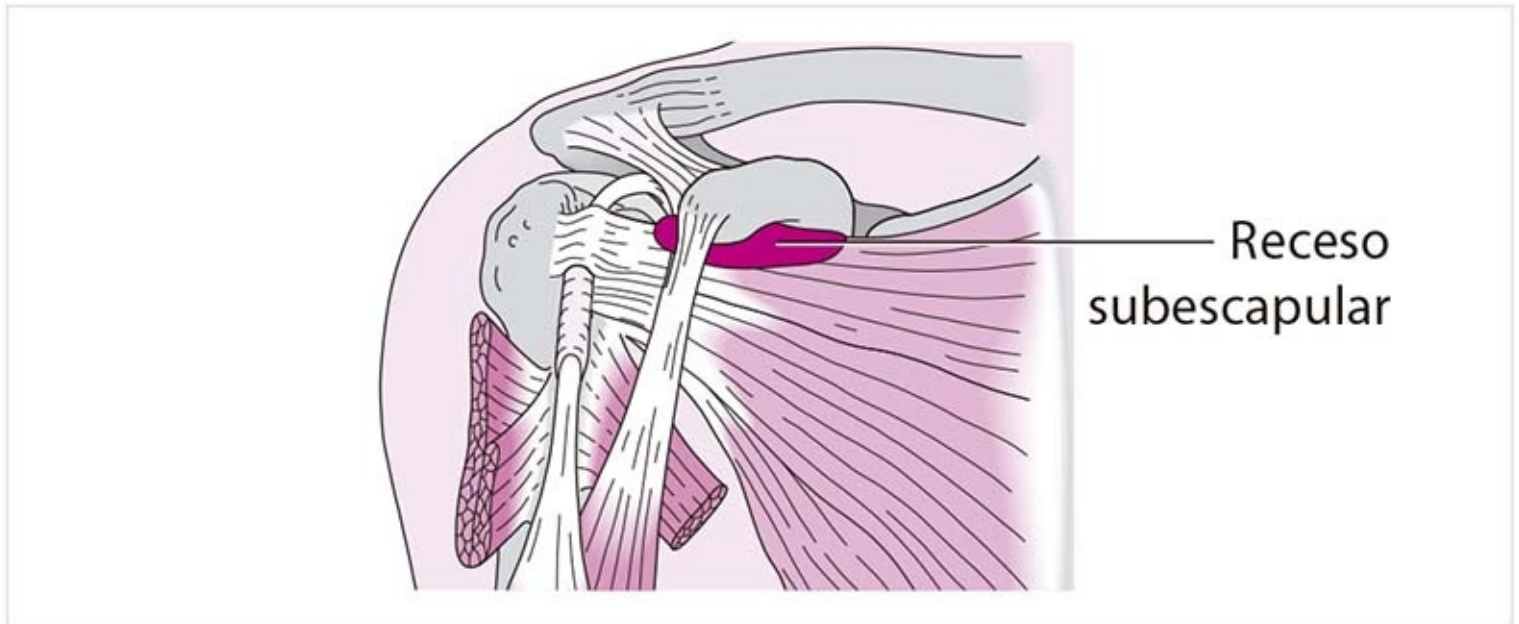
Cavidad  
glenoidea

Capa  
fibrosa

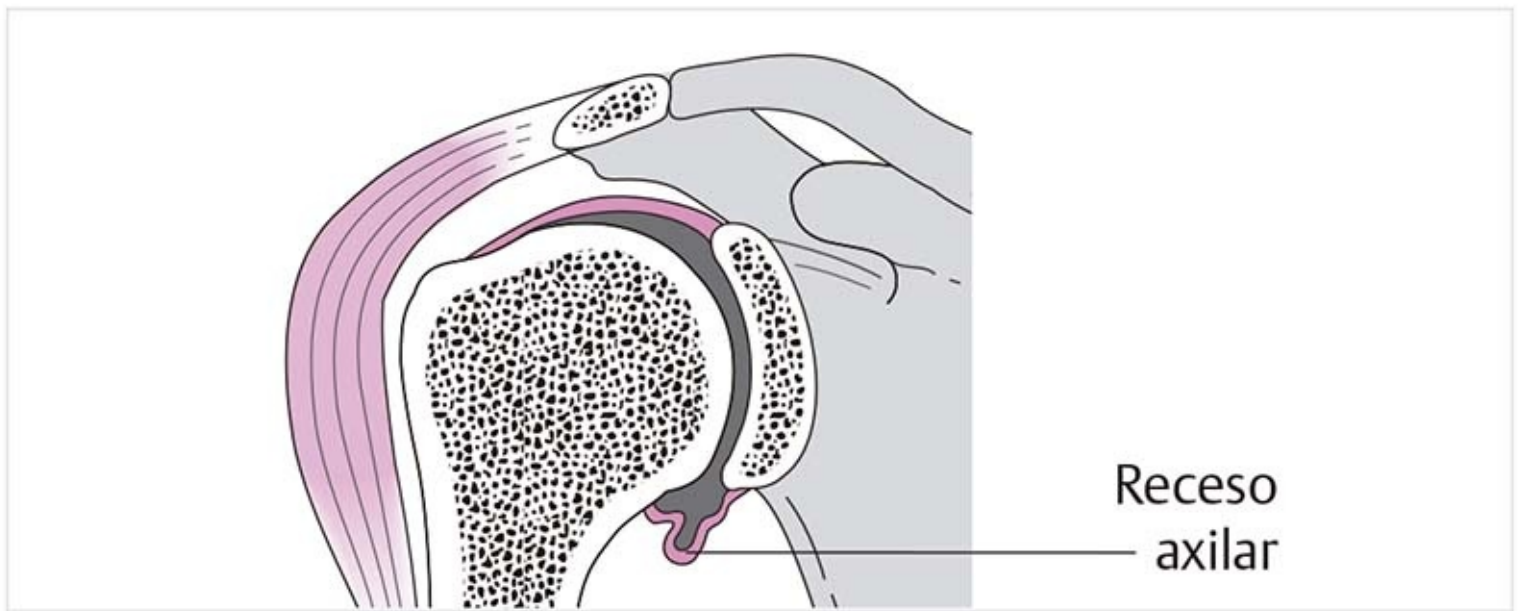
Pliegue sinovial

Figura 4-24. Cápsula articular.

La gran amplitud de movimiento necesaria requiere una cápsula laxa que se expande aún más por sus recesos. El **receso subescapular** (figura 4-25 ) es un reflejo anterior sobre el músculo subcapsular y casi siempre se conecta con la cápsula. El **receso axilar** (figura 4-26 a 4-28 ) se encuentra en la parte inferior.

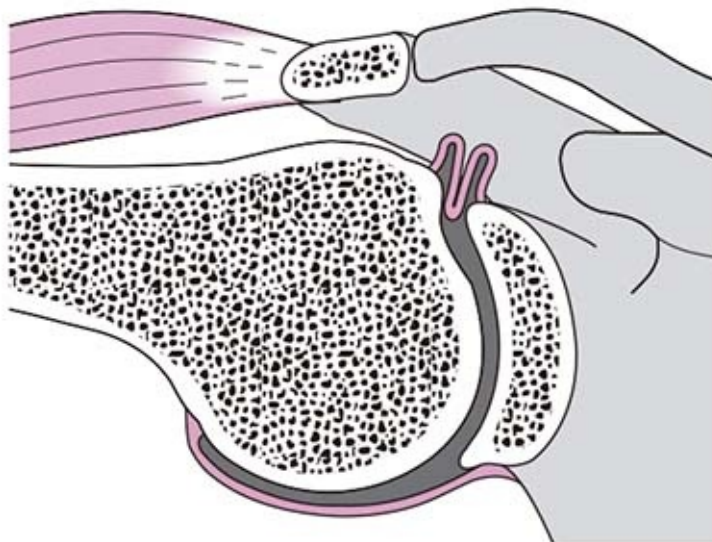


**Figura 4-25.** Receso subescapular.

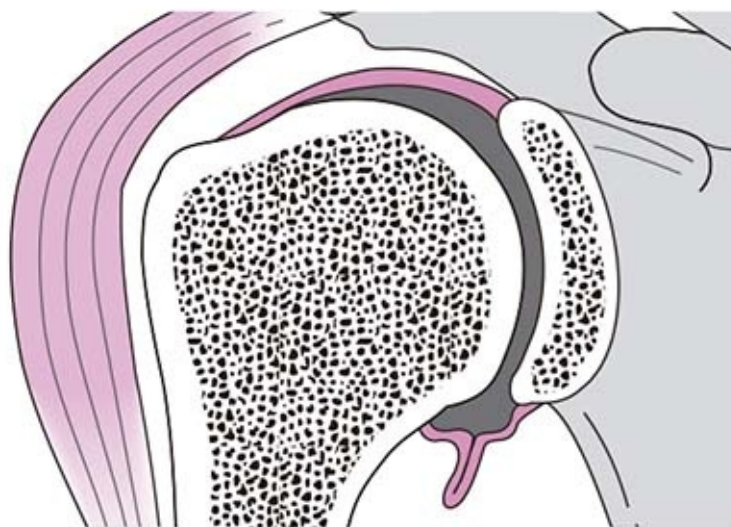


**Figura 4-26.** Receso axilar.





**Figura 4-27.** Despliegue del receso axilar.



**Figura 4-28.** Adhesión del receso axilar.

En la escápula, la cápsula se fusiona con el labio glenoideo: la membrana sinovial se une con la punta libre del labio y la capa fibrosa con su base.

En el húmero, la cápsula articular se une con el cuello anatómico. En la parte anterior se fusiona con el tendón del subescapular, en la superior con el tendón del supraespinoso y en la posterior con los tendones de los músculos infraespinoso y redondo menor:

- En la posición neutral ( $0^\circ$ ), las partes superiores de la cápsula se tensan, mientras que el receso axilar forma pliegues.
- Con una abducción aproximada de  $45^\circ$ , las partes superior e inferior de la cápsula se relajan.
- Con la abducción a  $90^\circ$ , las partes superiores se relajan en tanto que las inferiores se tensan.

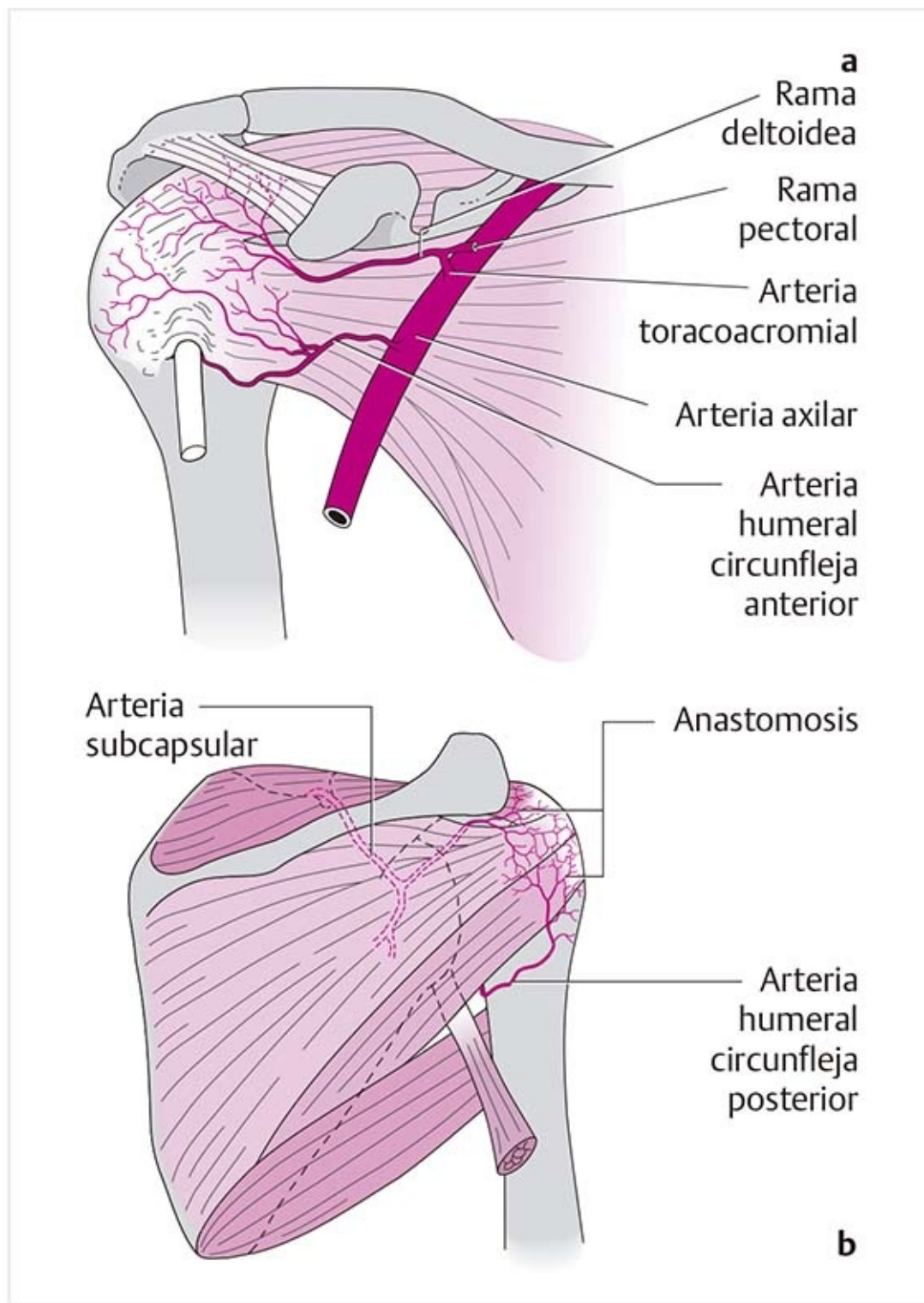
#### Patología

La inflamación puede causar adherencia del receso axilar. Esto también puede ocurrir si el brazo se mantiene en una posición durante un tiempo prolongado en un intento para aliviar el dolor. El resultado es una restricción sustancial del movimiento, sobre todo en la flexión y la abducción, ya que el receso debe relajarse por completo para que estos movimientos se produzcan.

#### Consejo práctico

Las partes adheridas de la cápsula pueden relajarse con movilización deslizante intensiva, por ejemplo con la técnica de movilización deslizante inferior para tratar la abducción y flexión restringidas.

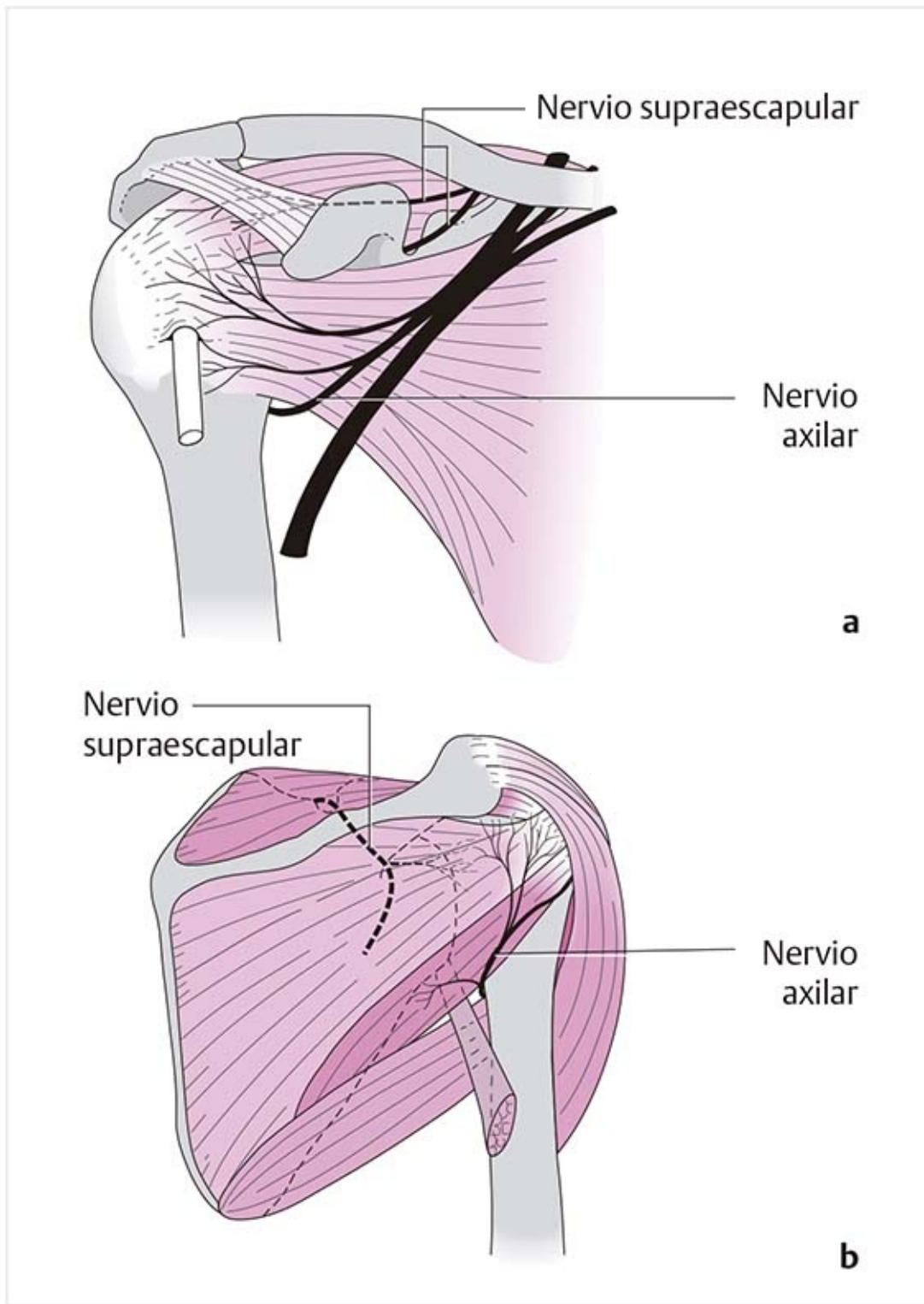
## Suministro arterial (figura 4-29)



**Figura 4-29.** Suministro arterial de la cápsula articular y la región circundante. (a) Vista anterior. (b) Vista posterior.

El suministro arterial de la cápsula proviene sobre todo de las **arterias humerales circunflejas anterior y posterior**, que también irrigan el manguito de los rotadores. Forman numerosas anastomosis.

## Inervación (figura 4-30)



**Figura 4-30.** Inervación de la cápsula articular. **(a)** Región anterior. **(b)** Región posterior.

La cápsula articular, los ligamentos y músculos circundantes están inervados por una red de fibras nerviosas que se derivan de las raíces nerviosas C5-C7, en particular de los **nervios axilar y supraescapular**.

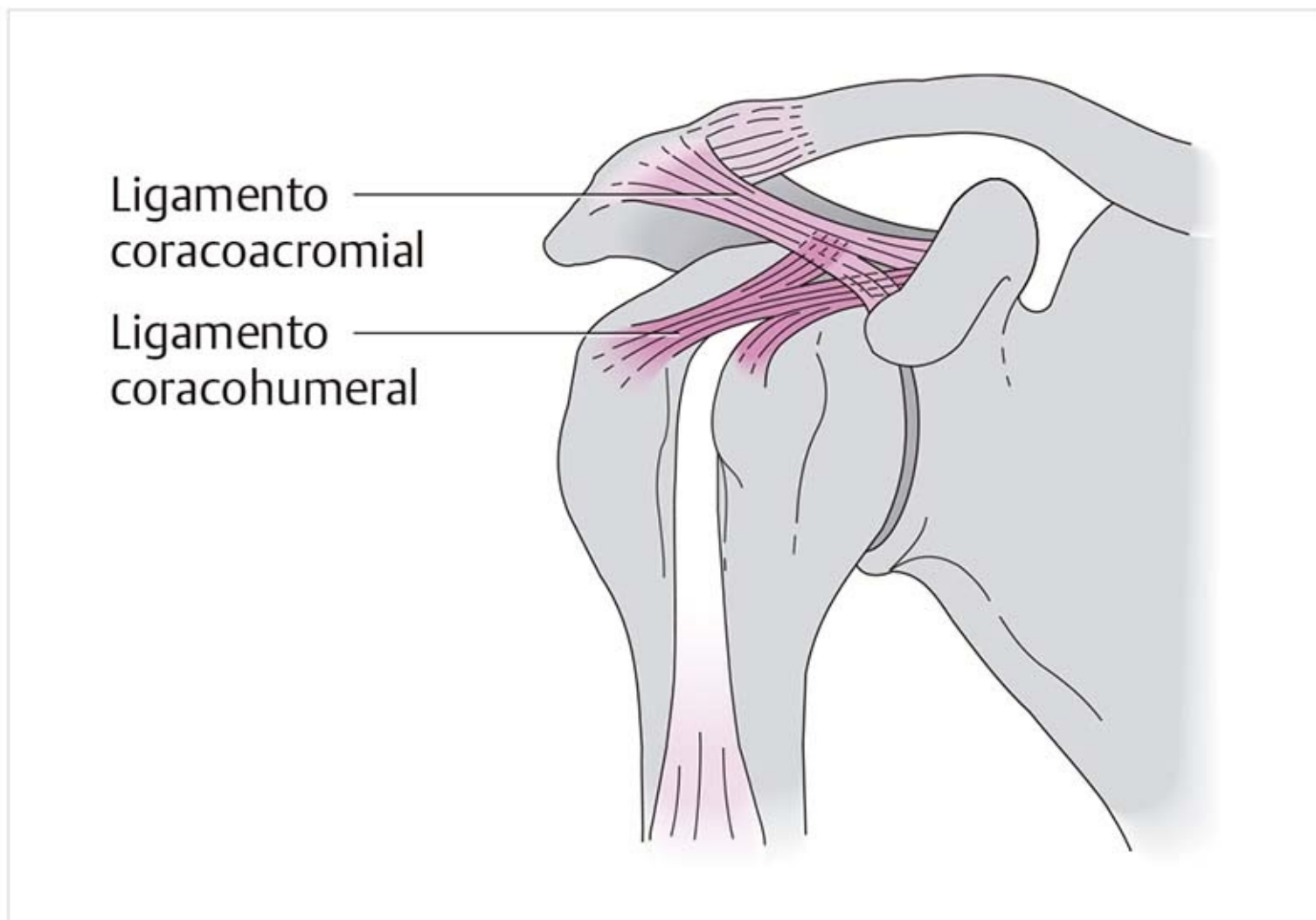
El **nervio musculocutáneo** emite pequeñas ramas hacia la región anterosuperior y el **nervio subescapular** proyecta ramas para la cápsula anterior.

La capa fibrosa contiene muchos receptores, sobre todo mecanorreceptores, y terminaciones nerviosas libres.

## Ligamentos

En la parte superior y anterior, la cápsula se refuerza con ligamentos que se fusionan con la capa fibrosa.

## Ligamento coracohumeral (figura 4-31)



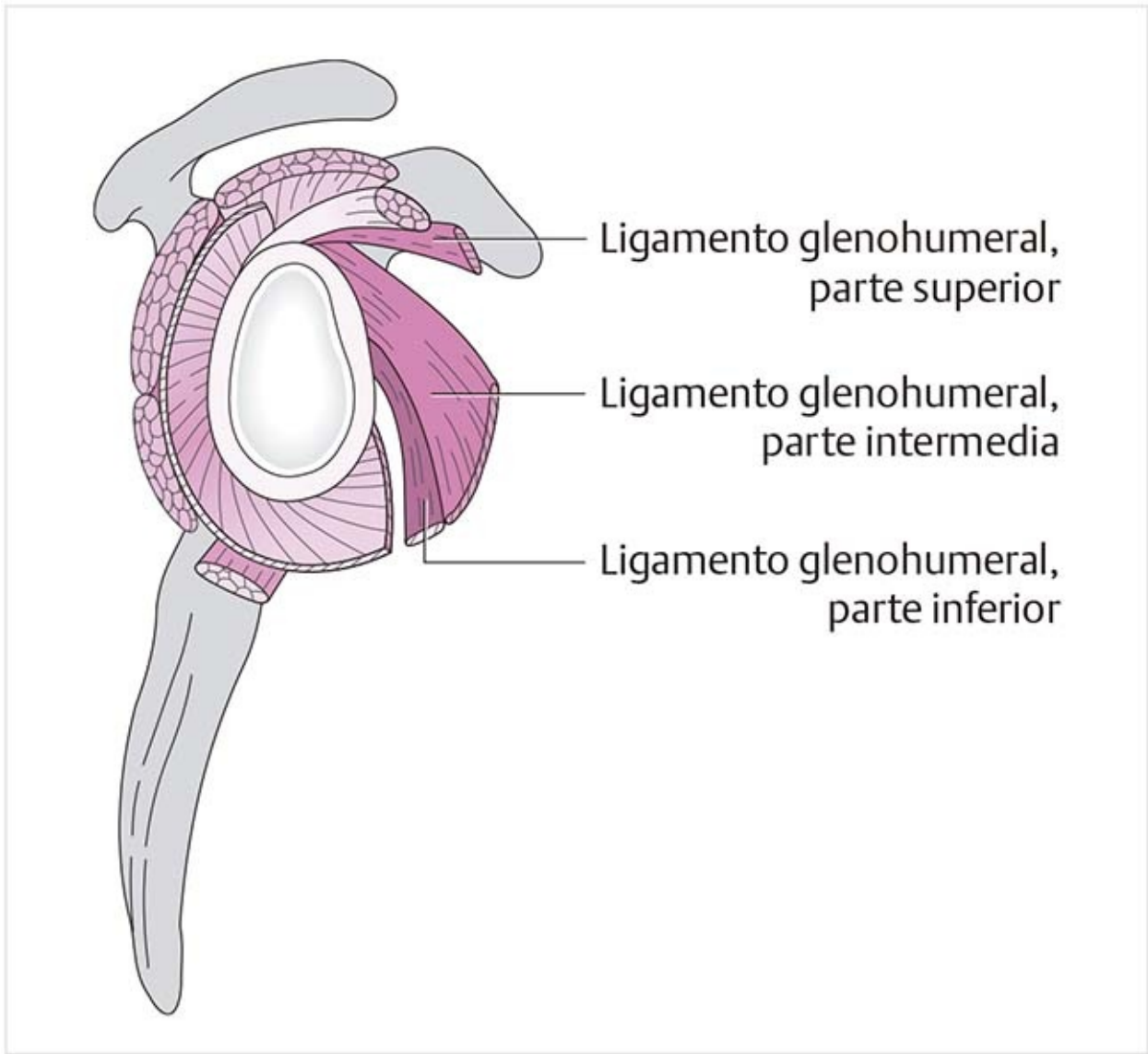
**Figura 4-31.** Ligamento coracohumeral.

Pueden distinguirse dos partes de este ligamento. Una parte se extiende desde el borde lateral de la base de la apófisis coracoides hasta el tubérculo menor del húmero. La segunda lo hace desde el tubérculo mayor del húmero al ligamento coracoacromial. Las ramas de esta sección abarcan la parte proximal del surco intertubercular.

El ligamento coracohumeral cierra el espacio en la cápsula entre el músculo supraespinoso y el músculo subescapular.

**Función.** El ligamento tiene una función estabilizadora, ya que impide que la cabeza del húmero descienda cuando el brazo pende. Además, limita la flexión, la aducción y la rotación externa cuando se encuentra en abducción a 90°.

## Ligamento glenohumeral (figuras 4-32 y 4-33)

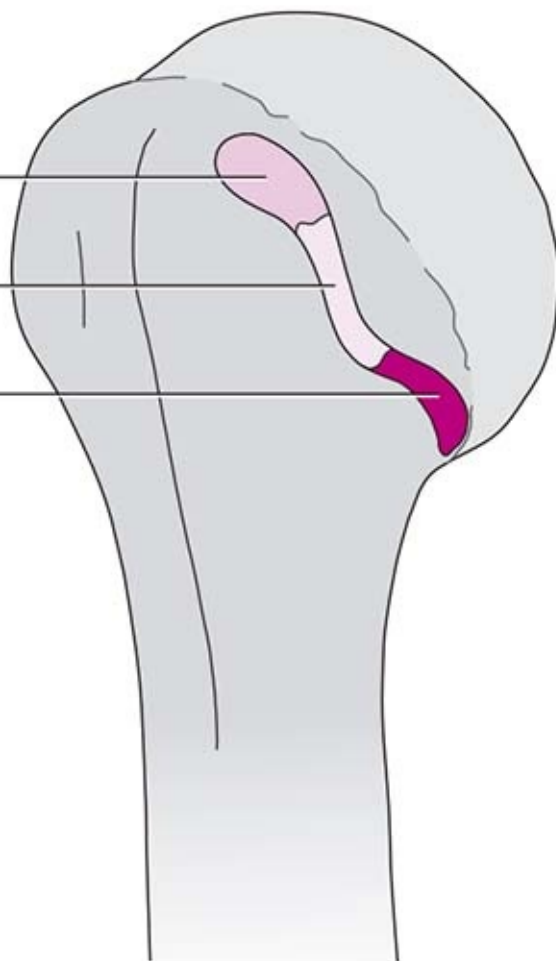


**Figura 4-32.** Ligamento glenohumeral.

Parte superior

Parte intermedia

Parte inferior



**Figura 4-33.** Inserción del ligamento glenohumeral en el húmero.

El ligamento glenohumeral es muy delgado y se fusiona con la cápsula. Consiste en tres partes:

- La **parte superior** se origina en el borde óseo cartilaginoso de la cavidad, se dirige hacia delante en dirección del tendón de la cabeza larga del bíceps y se inserta en el margen superior del tubérculo menor. El tendón subescapular se encuentra sobre ésta.
- Por lo general, la **parte intermedia** está menos formada y se extiende desde el labio, junto a la parte superior, y se inserta en el húmero, medial al tubérculo menor bajo el tendón del subescapular.
- La **parte inferior** discurre debajo de la parte intermedia y fortalece la cápsula entre el músculo subescapular y el músculo tríceps braquial.

**Función.** El ligamento glenohumeral limita la rotación externa mediante la tensión que se desarrolla en las tres partes del ligamento. Impide la subluxación inferior de la cabeza del húmero y la parte inferior participa en la estabilización anterior, en especial durante la abducción y la rotación externa.

#### Patología

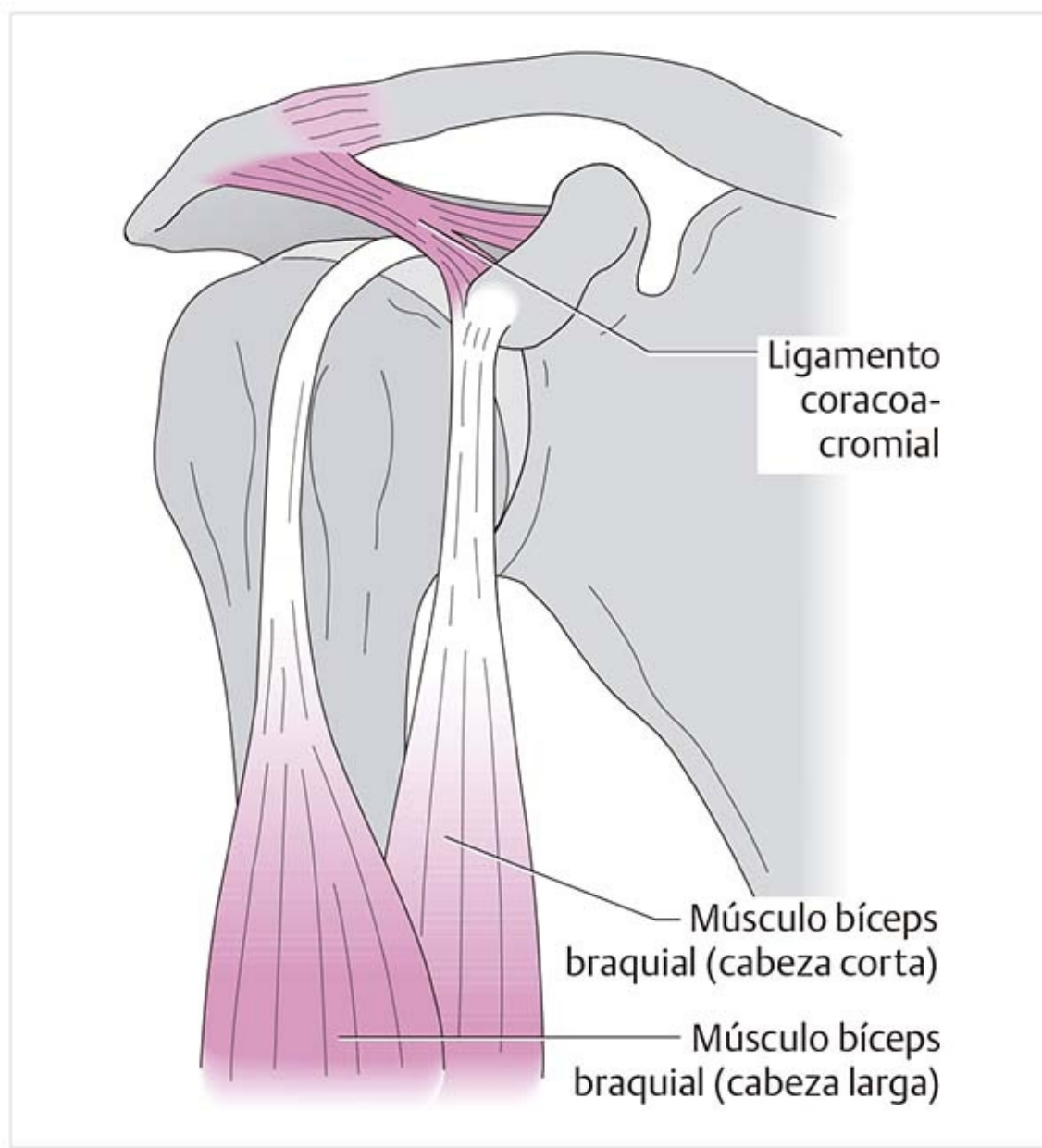
Los ligamentos que rodean la cápsula no están muy bien desarrollados. En la disección de un paciente de edad avanzada, algunas veces apenas pueden diferenciarse de la capa fibrosa. También hay que considerar que el hombro se vuelve inestable si hay tendencia a la laxitud de los ligamentos y en ciertos tipos de deportes, por ejemplo aquellos en los que hay lanzamientos.

En caso de subluxación crónica del hombro, los ligamentos y tendones anteriores casi siempre deben tensarse por medios quirúrgicos para estabilizar la articulación.

#### Consejo práctico

En un hombro inestable, el manguito de los rotadores, que tiene una conexión directa con el aparato de cápsula-ligamento, debe someterse a un entrenamiento intensivo para estabilizar la articulación.

## Ligamento coracoacromial (figura 4-34)



**Figura 4-34.** Ligamento coracoacromial.

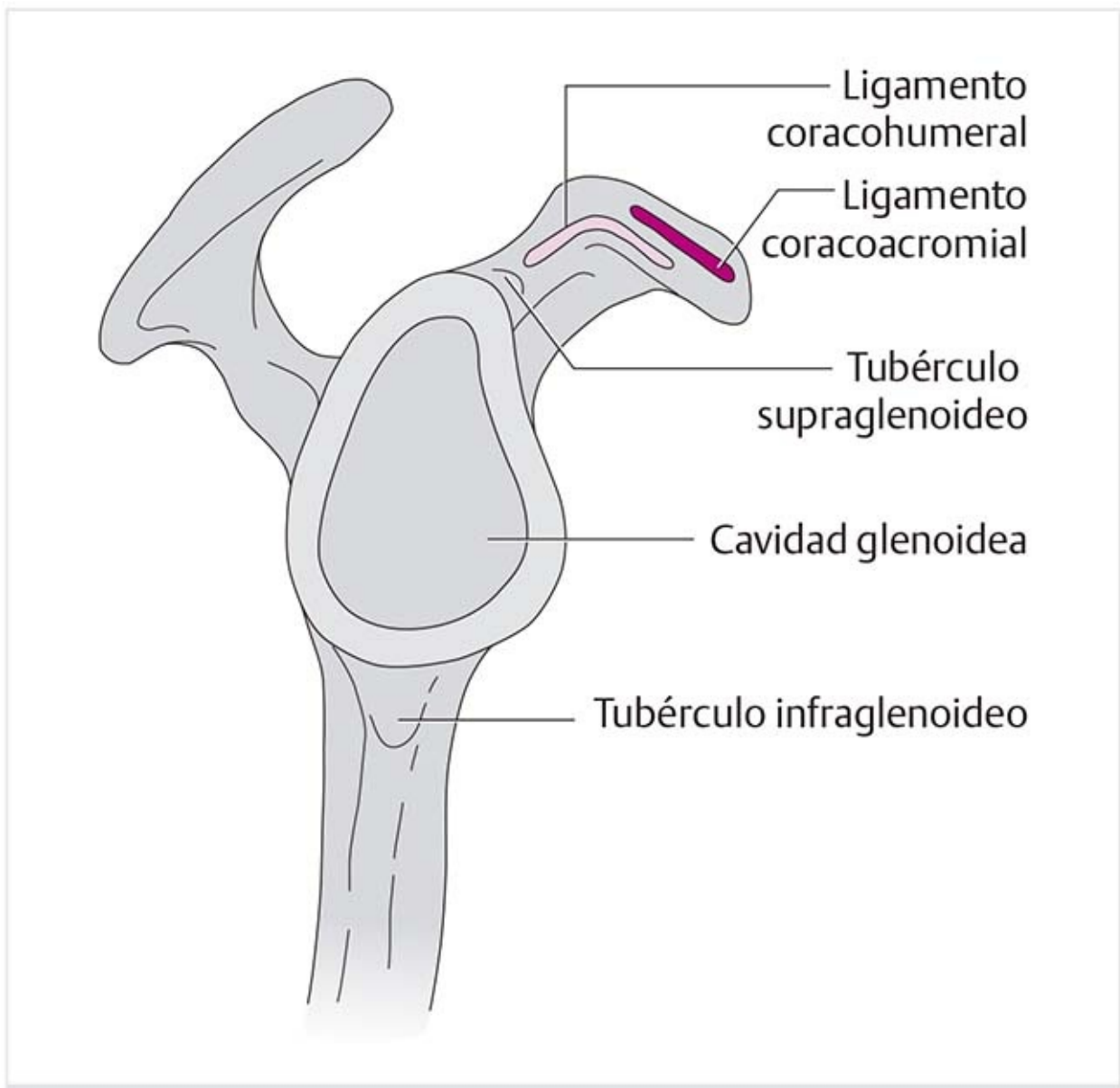
El ligamento coracoacromial se extiende desde la superficie lateral de la apófisis coracoides hasta la parte anterior del cuello del acromion y, en menor medida, a la cara inferior del acromion hasta la articulación acromioclavicular. Es muy ancho en la zona de la apófisis coracoides, donde existe un pequeño espacio longitudinal en la parte media.

Unas cuantas fibras de la cabeza corta del músculo bíceps se extienden en el ligamento.

**Función.** Forma parte del “techo del hombro” (arco coracoacromial) y a través de su conexión con el ligamento coracohumeral impide la luxación inferior.

### Patología

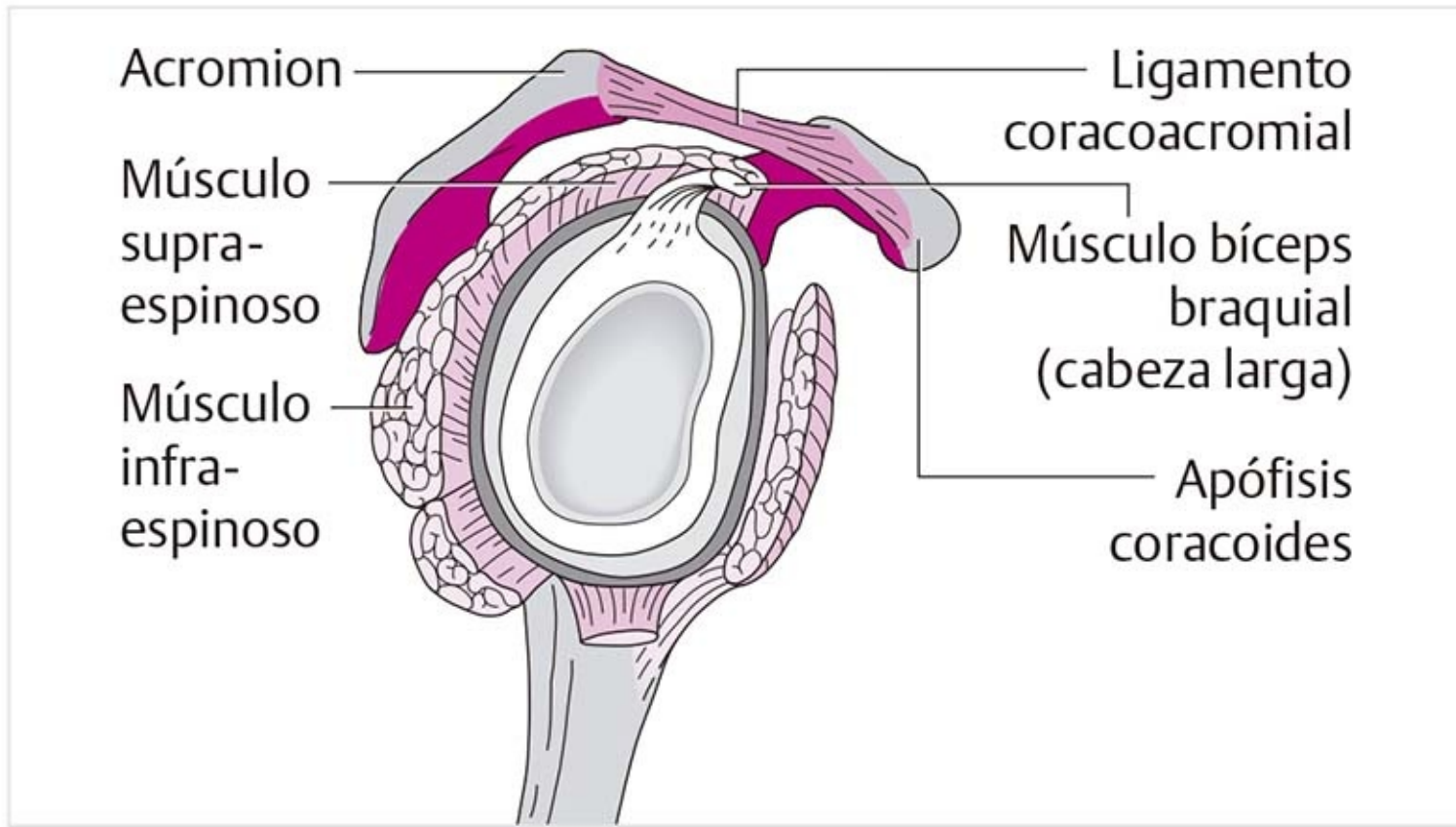
Para tratar el síndrome de compresión crónica con estrechamiento del espacio subacromial, el cirujano divide o separa el ligamento coracoacromial para crear un espacio para las estructuras engrosadas.



**Figura 4-35.** Inserciones de los ligamentos en la apófisis coracoides.

#### **4.2.4 Espacio subacromial (figura 4-36)**





**Figura 4-36.** Espacio subacromial.

El espacio entre la cabeza del húmero y el arco coracoacromial no es una articulación verdadera. Resulta significativo que muchos procesos degenerativos ocurran en esta zona.

El “techo del hombro” (arco coracoacromial) consiste en:

- El **acromion**
- La **apófisis coracoides**
- El **ligamento coracoacromial**

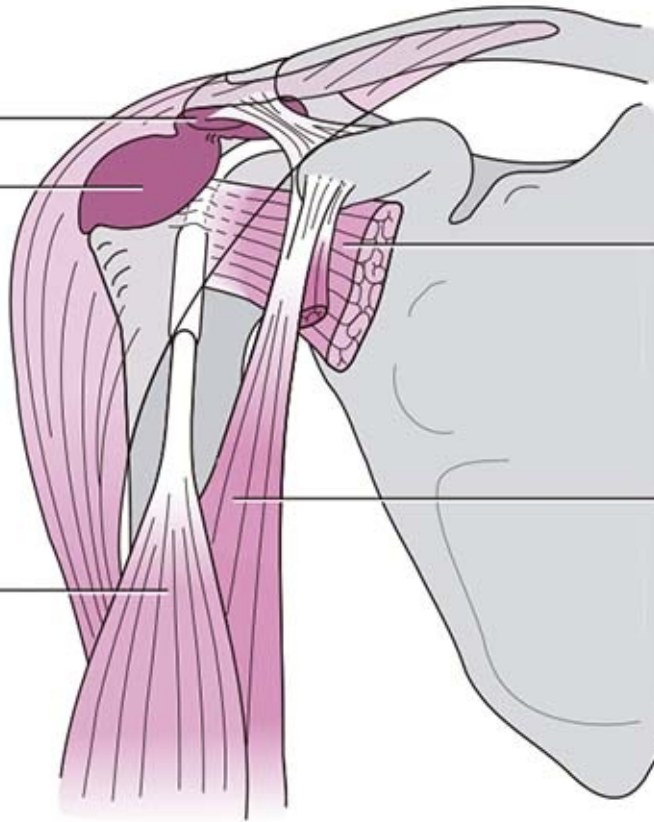
El espacio subacromial contiene lo siguiente: la bolsa subacromial, los tendones del músculo supraespinoso, parte del músculo infraespinoso, el tendón de la cabeza larga del bíceps y las partes superiores de la cápsula y ligamentos.

**Bolsas subacromial y subdeltoidea (figuras 4-37 a 4-39)**

Bolsa subacromial

Bolsa subdeltoidea

Músculo bíceps braquial (cabeza larga)



Músculo subescapular

Músculo bíceps braquial (cabeza corta)

Figura 4-37. Bolsas en la región subacromial.

Músculo deltoides

Bolsa subacromial

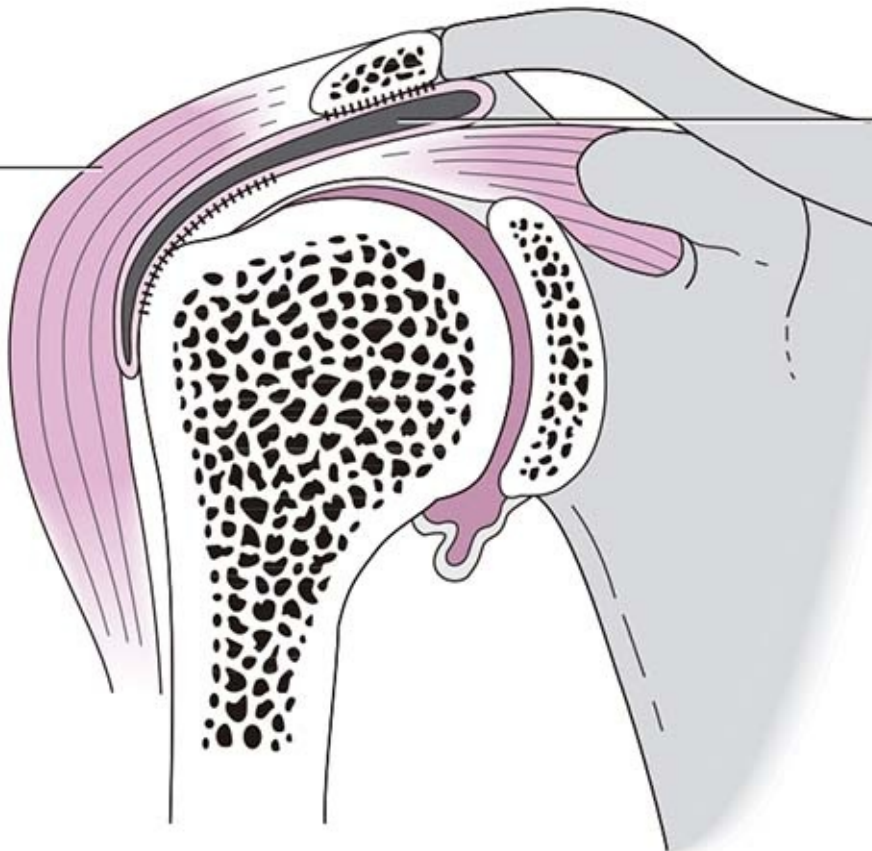
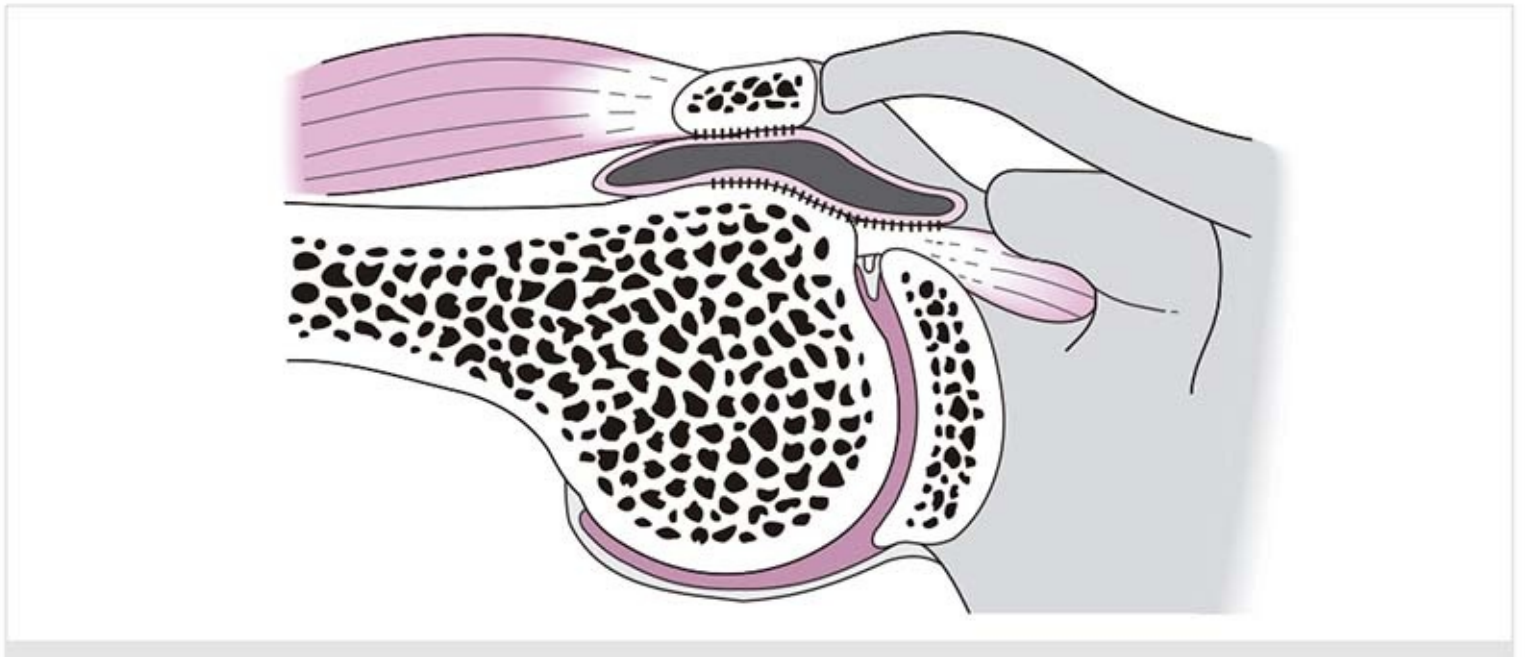


Figura 4-38. Las zonas de inserción de la bolsa subacromial.



**Figura 4-39.** Desplazamiento de las hojas de la bolsa durante la abducción.

La **bolsa subacromial** se encuentra bajo el arco coracoacromial y se extiende hasta la articulación acromioclavicular.

La **bolsa subdeltoidea** se localiza entre el músculo deltoides y el tubérculo mayor y los tendones de inserción de los músculos infraespinoso y supraespinoso. Las dos bolsas se comunican entre sí.

Las capas más externas de la bolsa se conocen como **hojas**. La hoja superficial se fusiona en la parte superior con el acromion y la hoja profunda con el manguito de los rotadores y el húmero. Hay una delgada película de líquido entre ellas. Las bolsas previenen la fricción entre el arco coracoacromial y las hojas tendinosas. Durante los movimientos del brazo, la hoja superficial está fija y la capa inferior se desliza sobre ella.

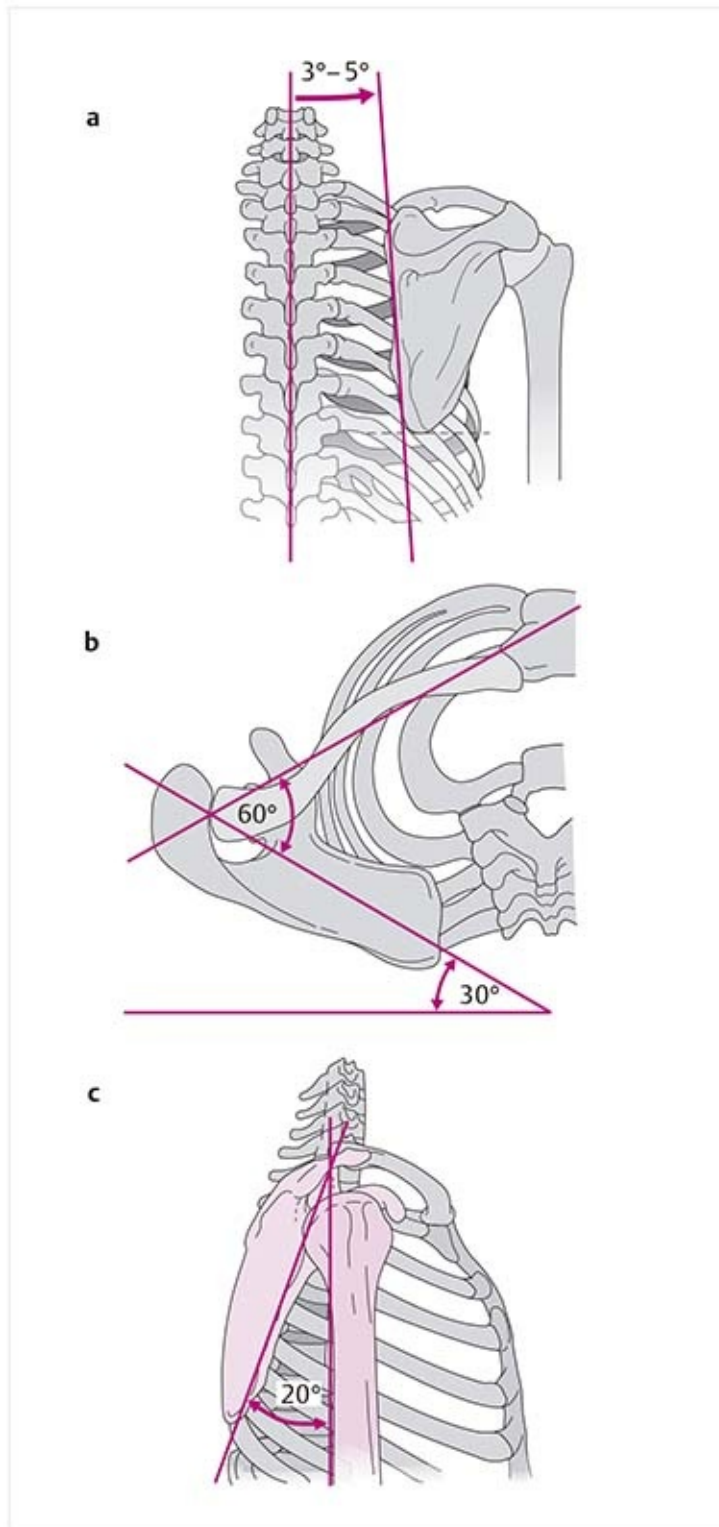
#### Patología

El movimiento presupone que las hojas de la bolsa pueden deslizarse con libertad una sobre la otra sin dificultad. El estrechamiento del espacio subacromial produce compresión del tejido de la bolsa y microtraumatismos por el movimiento. Hay un círculo vicioso por reacción e irritación de la bolsa ® formación de edema ® estrechamiento adicional del espacio subacromial. Una bolsa muy engrosada puede causar episodios de compresión.

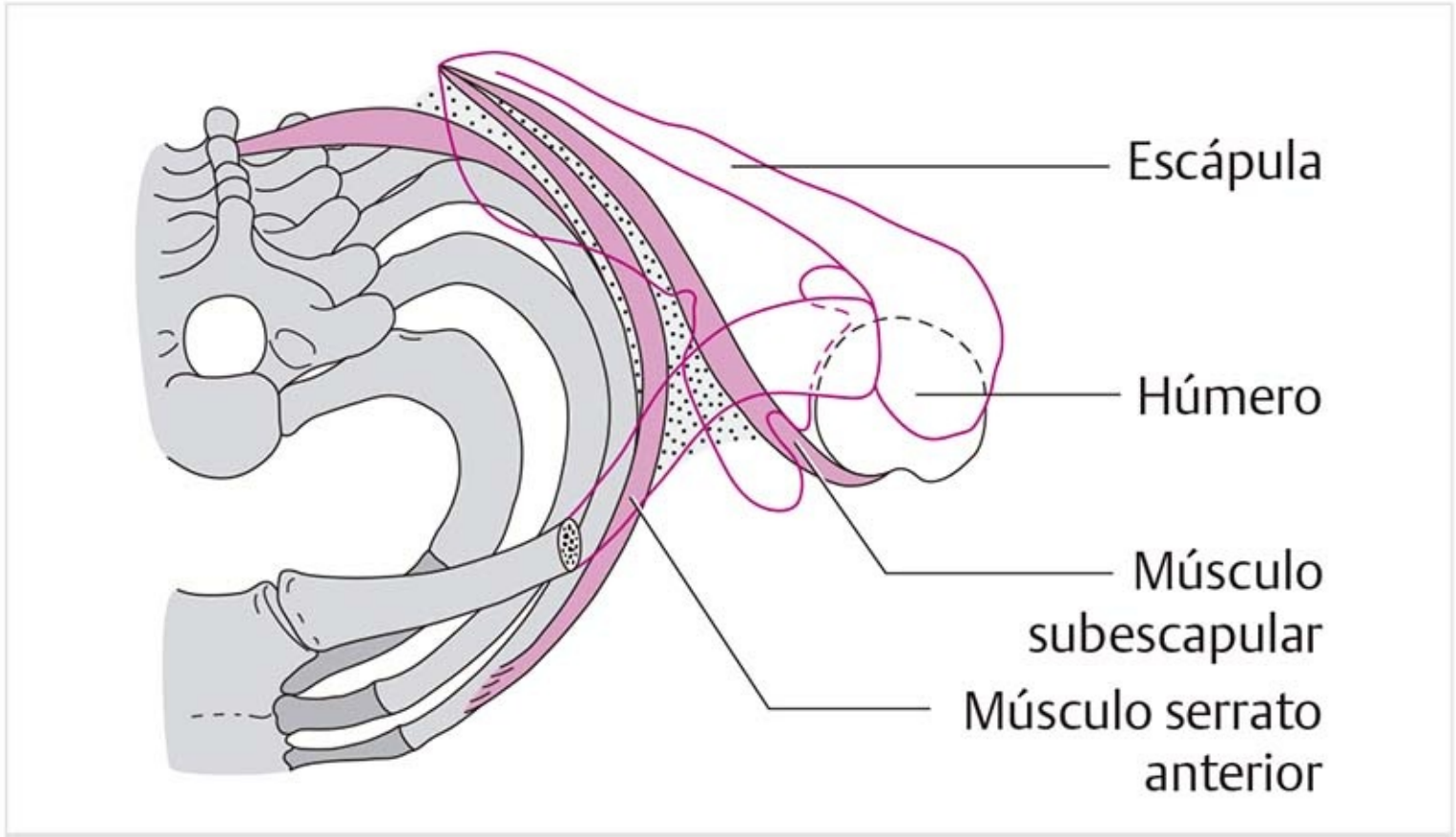
#### Consejo práctico

El tratamiento con tracción inferior descarga las estructuras subacromiales y reduce el dolor.

### 4.2.5 Plano de deslizamiento escapulotorácico (figura 4-40 y 4-41)



**Figura 4-40.** Posición de la escápula. **(a)** En relación con las costillas y la columna torácica (vista desde atrás). **(b)** En relación con el tórax y la clavícula (vista transversal). **(c)** En relación con el tórax (vista lateral).



**Figura 4-41.** Superficie deslizante escapulotorácica.

En la posición neutral, la escápula abarca de la segunda a la séptima costillas y la espina escapular se encuentra al nivel de T3.

Vista desde atrás, la escápula tiene una ligera inclinación lateral. Su borde medial tiene un ángulo de 3 a 5° con la línea formada por la hilera de apófisis espinosas (**figura 4-40a** ).

#### Patología

El ángulo cambia cuando hay modificaciones en la posición del cinturón escapular. Por ejemplo, cuando los hombros se prolongan, en la vista lateral este ángulo escapular puede ser mayor de 20°, por lo que el ángulo inferior de la escápula sobresale del tórax de manera visible. De la misma manera, el ángulo entre la clavícula y la escápula puede ser menor de 60°.

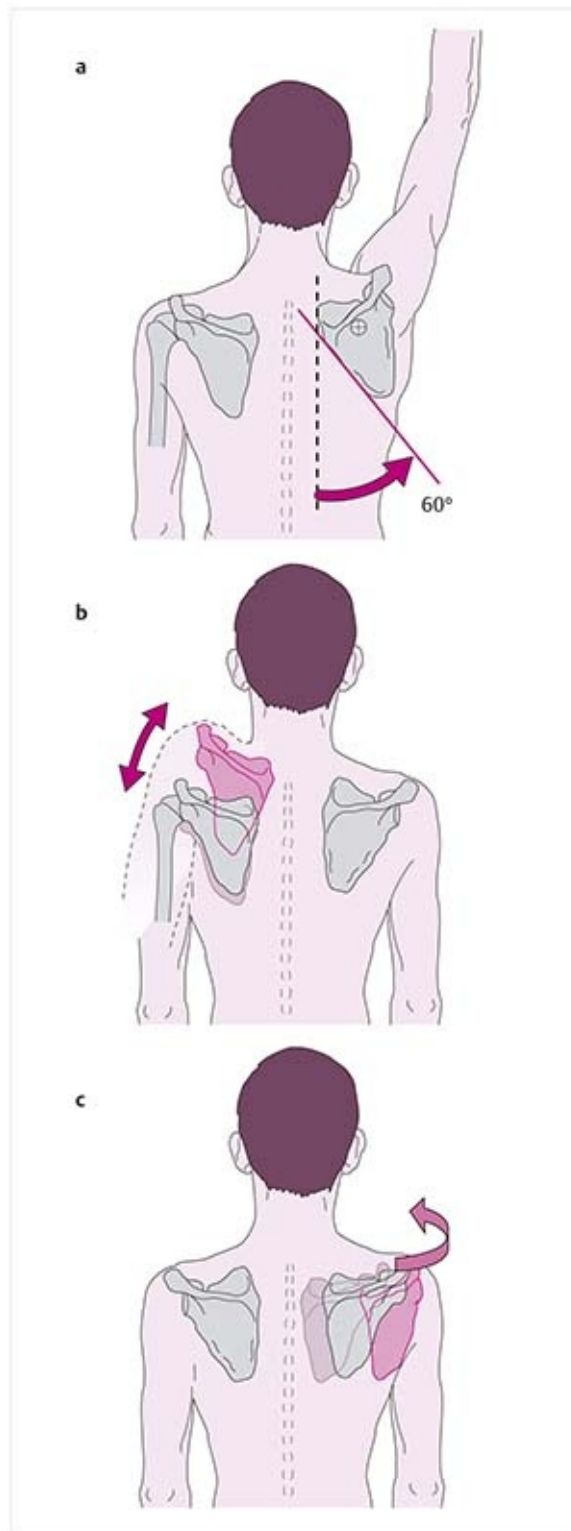
Dependiente del tórax, la escápula está alineada un poco hacia delante en su posición de reposo. Eso significa que vista desde arriba, forma un ángulo de 30° con el plano frontal. La clavícula forma un ángulo de 60° con la escápula (**figura 4-40b** ).

En la vista lateral, dependiente del tórax, la escápula se inclina 20° hacia delante (**figura 4-40c** ).

El plano de deslizamiento escapulotorácico se divide en dos **zonas de deslizamiento** :

- La zona de deslizamiento entre el músculo subescapular y el músculo serrato anterior se abre de manera lateral.
- La zona de deslizamiento entre el músculo serrato anterior y la fascia torácica tiene su entrada por el borde medial.

#### **Movimientos de la escápula (figura 4-42)**



**Figura 4-42.** Movimientos de la escápula. (a) Rotación externa. (b) Elevación/depresión. (c) Aducción/abducción.

### **Rotación externa (figura 4-42a)**

El movimiento giratorio lateral de la escápula se denomina rotación externa. El eje correspondiente se alinea en ángulos rectos con el plano escapular. Se encuentra casi en la parte intermedia, debajo de la espina escapular y se desplaza hacia abajo durante el movimiento.

La capacidad completa de movimiento giratorio es de 60°. Durante este movimiento, el ángulo inferior se desplaza 10 cm en sentido lateral. El ángulo superior se desplaza sólo una cuarta parte de esa distancia en dirección inferomedial.

La rotación externa es el movimiento más importante de la escápula y ocurre durante la abducción y la flexión del brazo.

## Elevación/depresión (figura 4-42b)

El movimiento de elevación es el desplazamiento de la escápula hacia arriba y alcanza cerca de 10 cm. La depresión corresponde a un movimiento hacia abajo que se limita sólo a cerca de 3 cm.

## Aducción/abducción (figura 4-42c)

En la aducción, el borde medial de la escápula se aproxima a la columna vertebral. Este movimiento corresponde a la retracción del cinturón escapular. El ángulo entre la clavícula y la escápula aumenta un poco.

La abducción escapular corresponde a la prolongación del cinturón escapular.

## 4.2.6 Músculos de la escápula

### Músculo trapecio (figura 4-43)

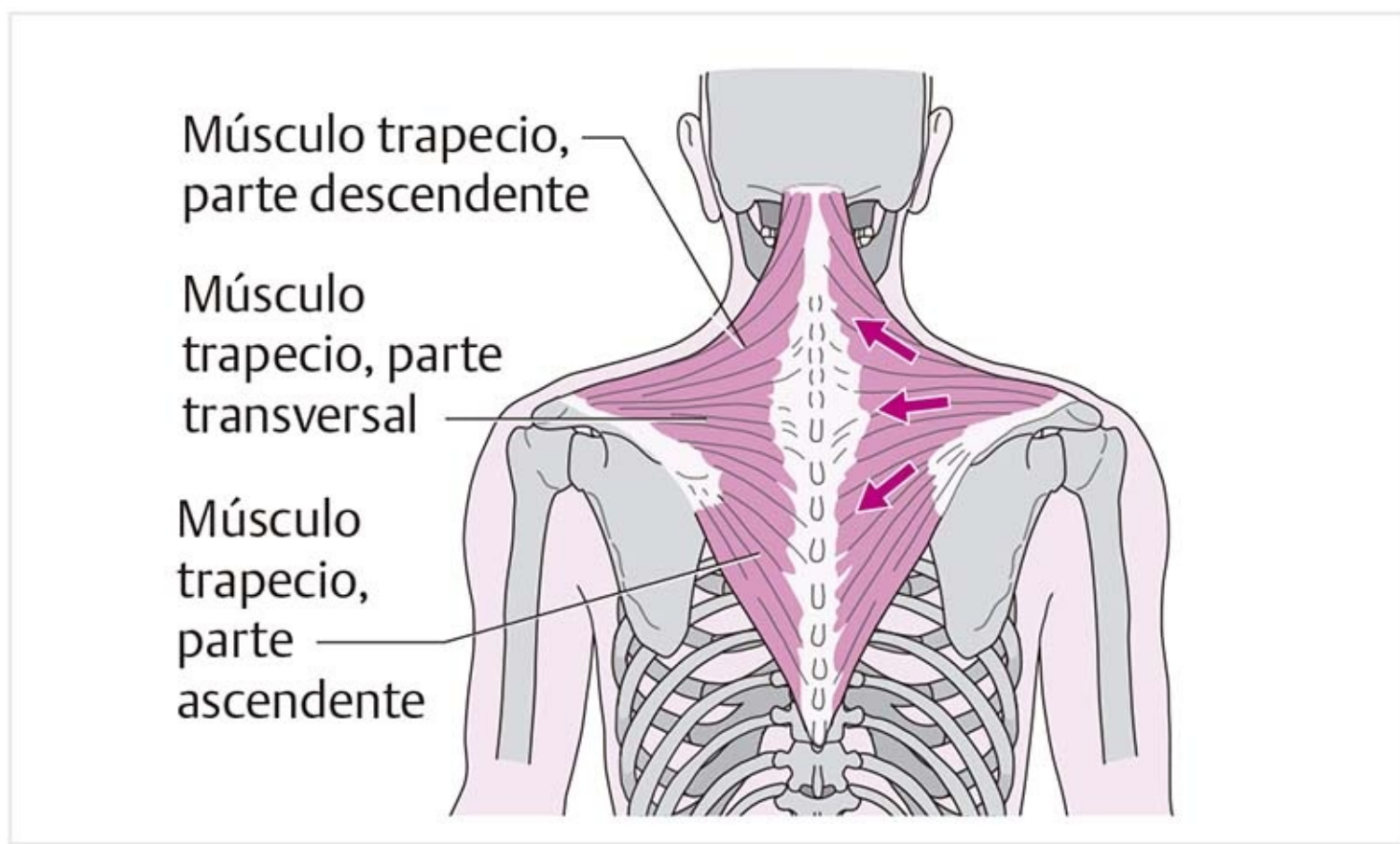
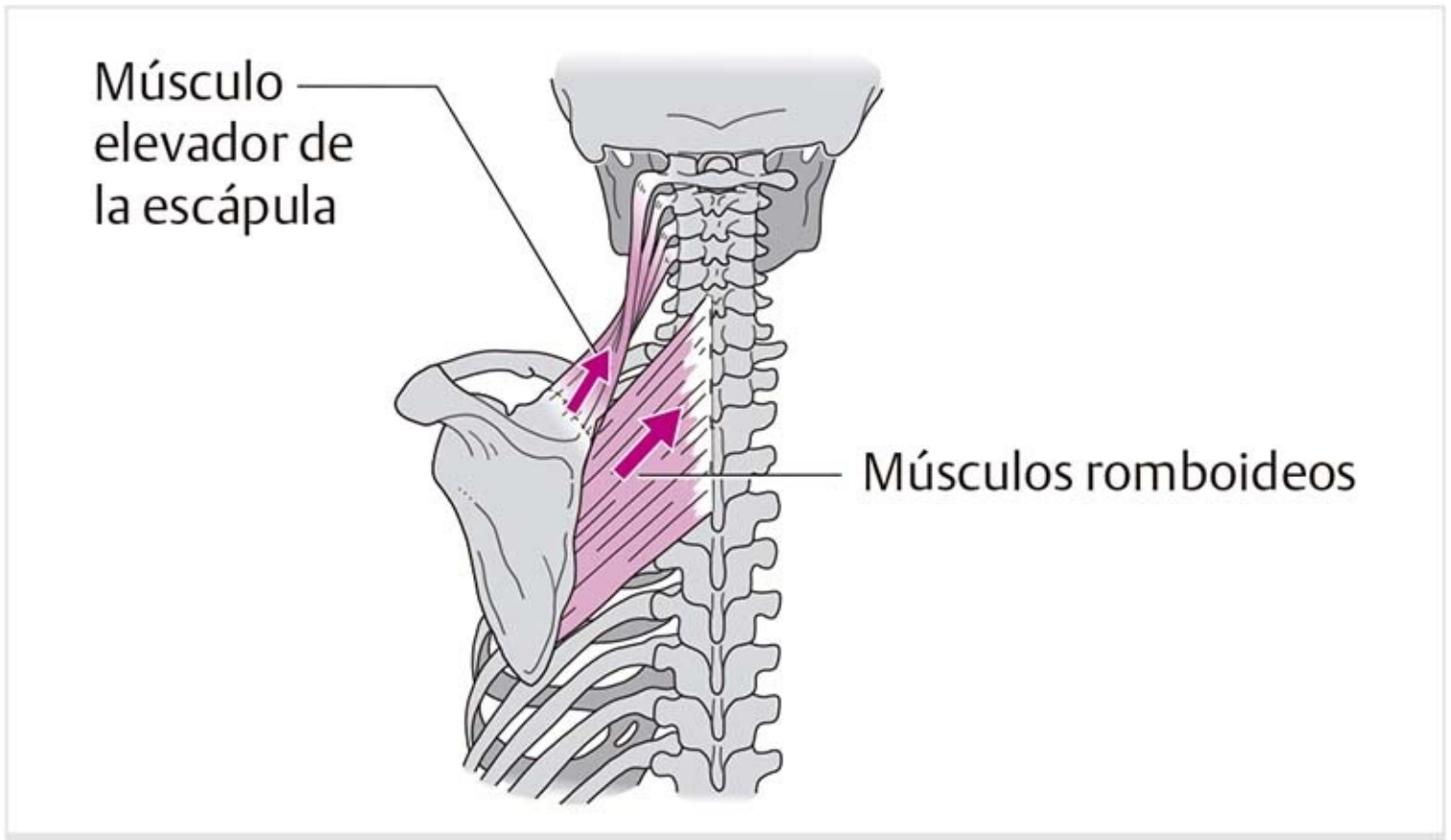


Figura 4-43. Músculo trapecio.

- **Parte descendente:** ésta tracciona el acromion en dirección superomedial, lo que produce rotación externa de la escápula y desplazamiento de la cavidad glenoidea hacia arriba y afuera.  
Columna cervical: con el cinturón escapular fijo, el músculo produce extensión de la columna cervical y flexión lateral al mismo lado, y gira la cabeza en dirección del lado contrario.
- **Parte transversal:** presiona la escápula hacia el tórax y tira del borde medial hacia la columna vertebral.
- **Parte ascendente:** tracciona la parte medial de la espina escapular en dirección inferomedial, lo que actúa como un tipo de extremo fijo para el movimiento giratorio lateral de la escápula.

### Músculos romboideos (figura 4-44)



**Figura 4-44.** Músculos romboideos y músculo elevador de la escápula.

Traccionan la escápula en sentido superomedial y ayudan a fijar la escápula al tórax.

### **Músculo elevador de la escápula (figura 4-44)**

Éste tira de la zona escapular media hacia arriba. Cuando la escápula rota hacia fuera, el músculo debe ceder de manera excéntrica. Esto representa un problema fundamental porque es uno de los músculos que se inclina hacia el acortamiento. También regresa la escápula a la rotación interna cuando se gira hacia fuera.

### **Músculo serrato anterior (figura 4-45)**



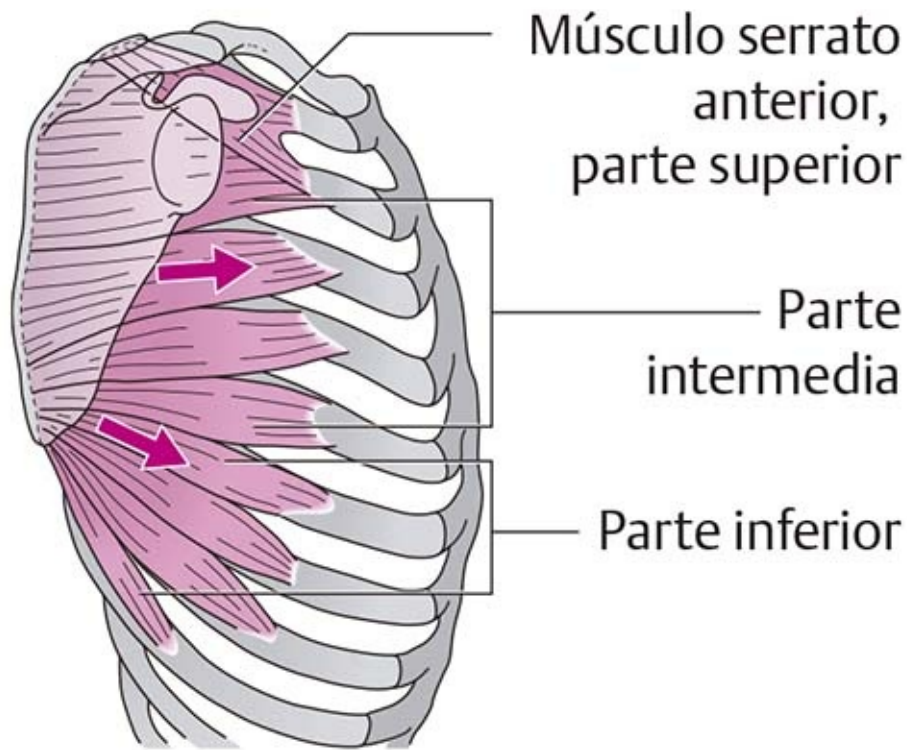
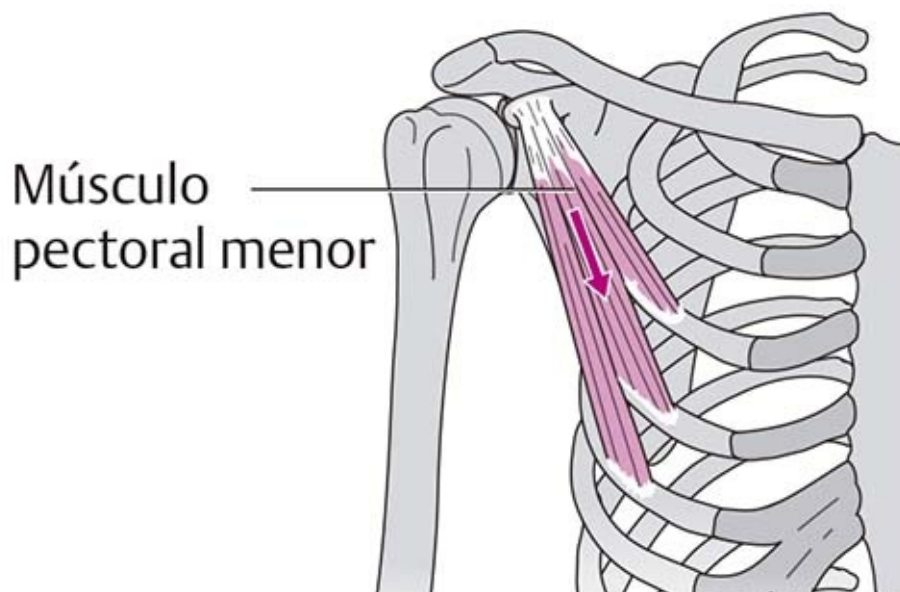


Figura 4-45. Músculo serrato anterior.

- La **parte superior** es la sección superior del serrato anterior y se extiende al ángulo superior de la escápula. Esta parte, con su vientre muscular más grueso, debe diferenciarse de las secciones inferiores planas. Produce rotación interna de la escápula.
  - La **parte media** es muy ancha, con un trayecto casi horizontal al borde medial de la escápula. Esta parte del músculo tiene como función principal fijar la escápula al tórax.
  - La **parte inferior** se integra con fibras oblicuas que se extienden hacia arriba al ángulo inferior. Tiene acción antagónica con la parte superior y tracciona la escápula hacia la rotación externa.
- Cuando todas las partes se contraen de forma conjunta, tiran de la escápula en sentido lateral.

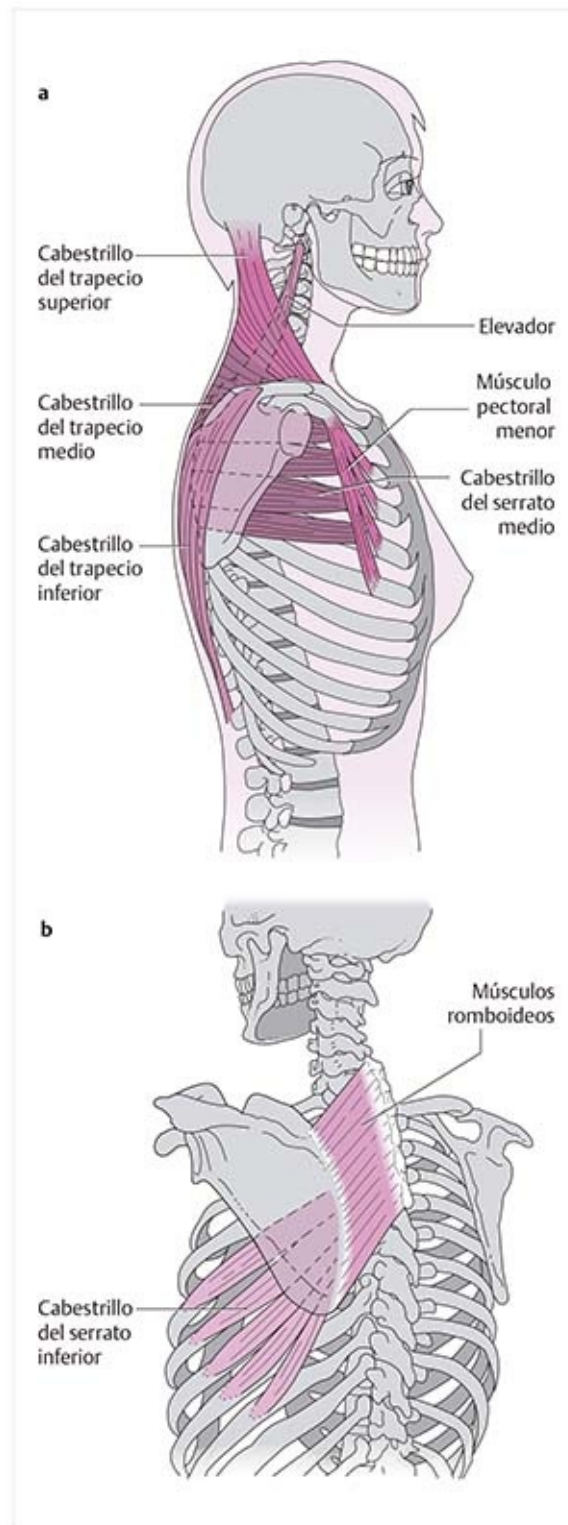
### Músculo pectoral menor (figura 4-46)



**Figura 4-46.** Músculo pectoral menor.

Este músculo tira de la escápula en dirección anterior e inferior, por lo que el ángulo inferior sobresale del tórax.

## Cabestrillos musculares (figura 4-47)



**Figura 4-47.** Cabestrillos musculares de la escápula. **(a)** Cabestrillo elevador-trapecio, cabestrillo pectoral menor-trapecio y cabestrillo serrato-trapecio. **(b)** Cabestrillo romboideo-serrato.

Entre la escápula y el tronco existen ocho conexiones musculares que tienen un papel central en la posición de la escápula y la coordinación de sus movimientos. Estas ocho conexiones pueden dividirse en pares antagonistas, que se conocen como **cabestrillos musculares**. Si un músculo se contrae, su pareja debe poder relajarse:

- El **cabestrillo elevador de la escápula-trapecio** (parte ascendente) coordina los movimientos de

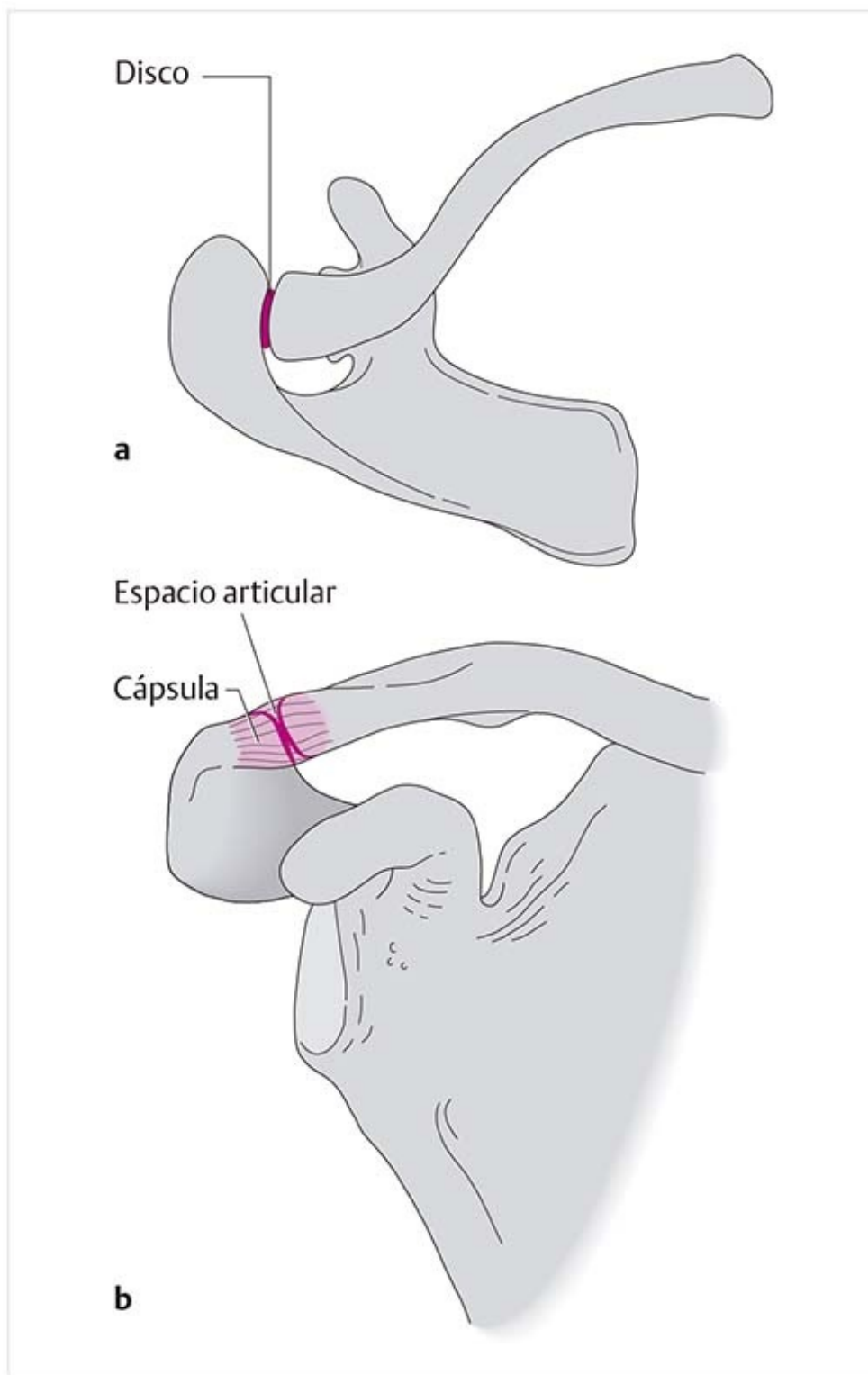
elevación y depresión.

- El **cabestrillo serrato** (partes superior y media)- **trapecio** (parte transversal) coordina los movimientos de abducción y aducción.
  - El **cabestrillo pectoral menor-trapecio** (parte descendente) controla los desplazamientos anteroinferior y posterosuperior de la escápula.
  - El **cabestrillo romboideo-serrato** (parte inferior) regula los movimientos de rotación de la escápula.
- Sólo cuando estos cabestrillos musculares se hallan en equilibrio, es decir, cuando no hay propensión a la laxitud o la contracción, la escápula tiene una localización óptima sobre el tórax y los movimientos del cinturón escapular pueden efectuarse de manera coordinada.

#### Consejo práctico

Un músculo debilitado no es capaz de trabajar contra un antagonista hipertónico. Por ejemplo, con un músculo elevador de la escápula hipertónico, el tono de este músculo debe reducirse antes de poder rehabilitar su antagonista en el cabestrillo muscular.

### 4.2.7 Articulación acromioclavicular (figura 4-48)



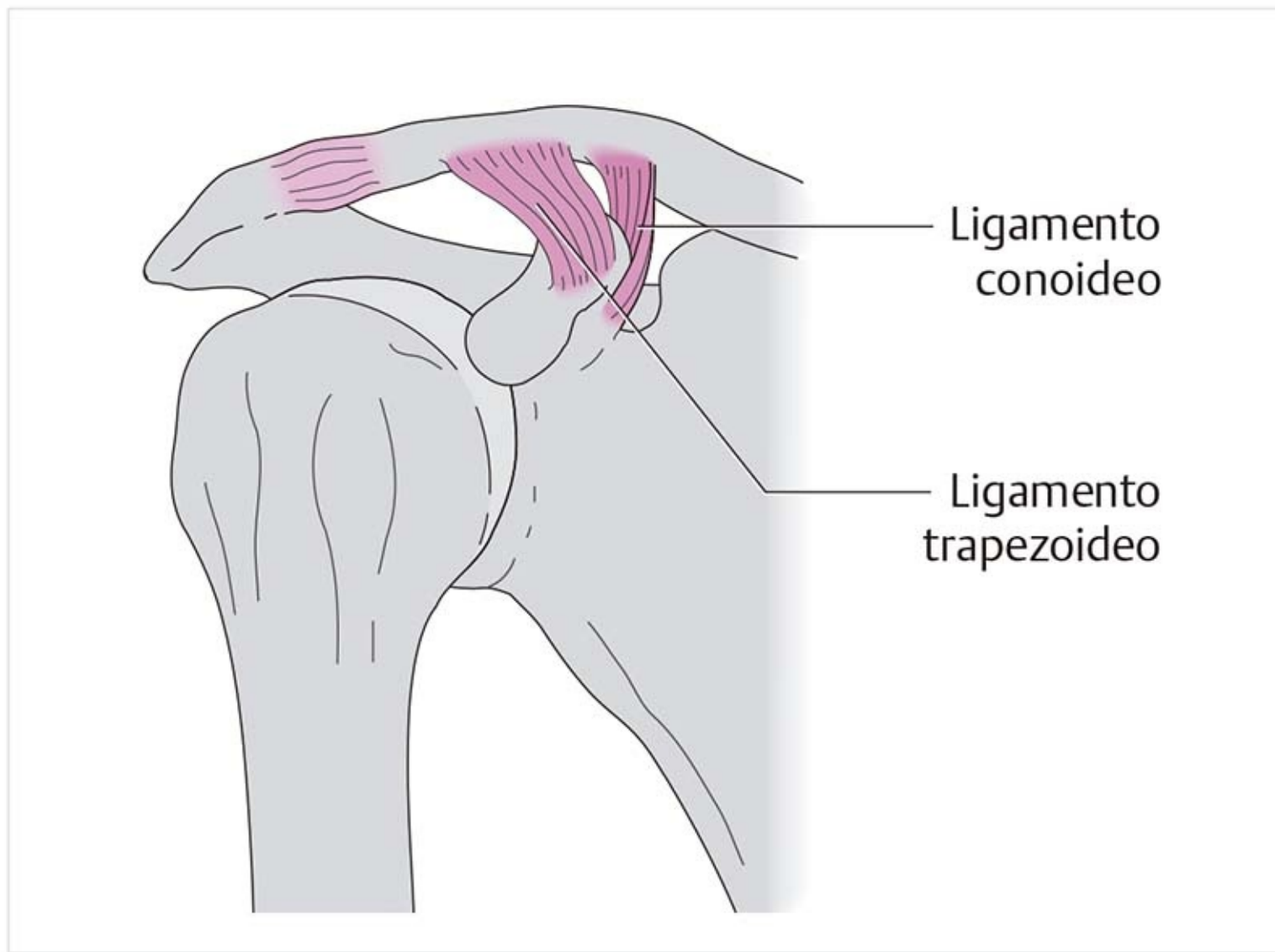
**Figura 4-48.** Articulación acromioclavicular. **(a)** Vista superior. **(b)** Vista anterior.

- La **superficie articular** del acromion es plana a un poco convexa, como la de la clavícula.
- Un **disco** , casi siempre incompleto, proporciona el cierre óptimo y la transferencia de fuerza a la articulación.
- Cuando se observa desde arriba, el **espacio articular** discurre en sentido posteromedial a anterolateral; vista desde un plano frontal, muestra un sentido inferomedial.
- Con excepción de su parte inferior, la **cápsula** es gruesa y firme. Se une con el ligamento acromioclavicular. Unas cuantas fibras de los músculos deltoides y trapecio se extienden en la cápsula.

#### Consejo práctico

La cifosis (espalda redondeada) cambia el trayecto de la articulación hacia el plano sagital porque la escápula se ajusta hacia la abducción. Por lo tanto, es importante establecer su trayecto real antes de aplicar movilización deslizante.

## Ligamentos (figura 4-49)



**Figura 4-49.** Conexiones ligamentosas en la región claviclar lateral.

El **ligamento acromioclavicular** une la clavícula con el acromion.

El **ligamento coracoclavicular** se extiende desde el borde inferior de la clavícula hasta la base de la apófisis coracoides. Se integra con dos partes:

- El **ligamento conoideo** está fijado en la parte posteromedial de la apófisis coracoides y se extiende hasta una superficie áspera, el tubérculo conoideo, en la cara inferior de la clavícula.
- El **ligamento trapezoide** se inserta anterior al ligamento conoideo en la cara interna de la apófisis y se extiende en dirección anterolateral a la línea trapezoidea, una zona lineal de aspereza en la cara inferior de la clavícula. Este ligamento es más largo y fuerte que el ligamento conoideo.

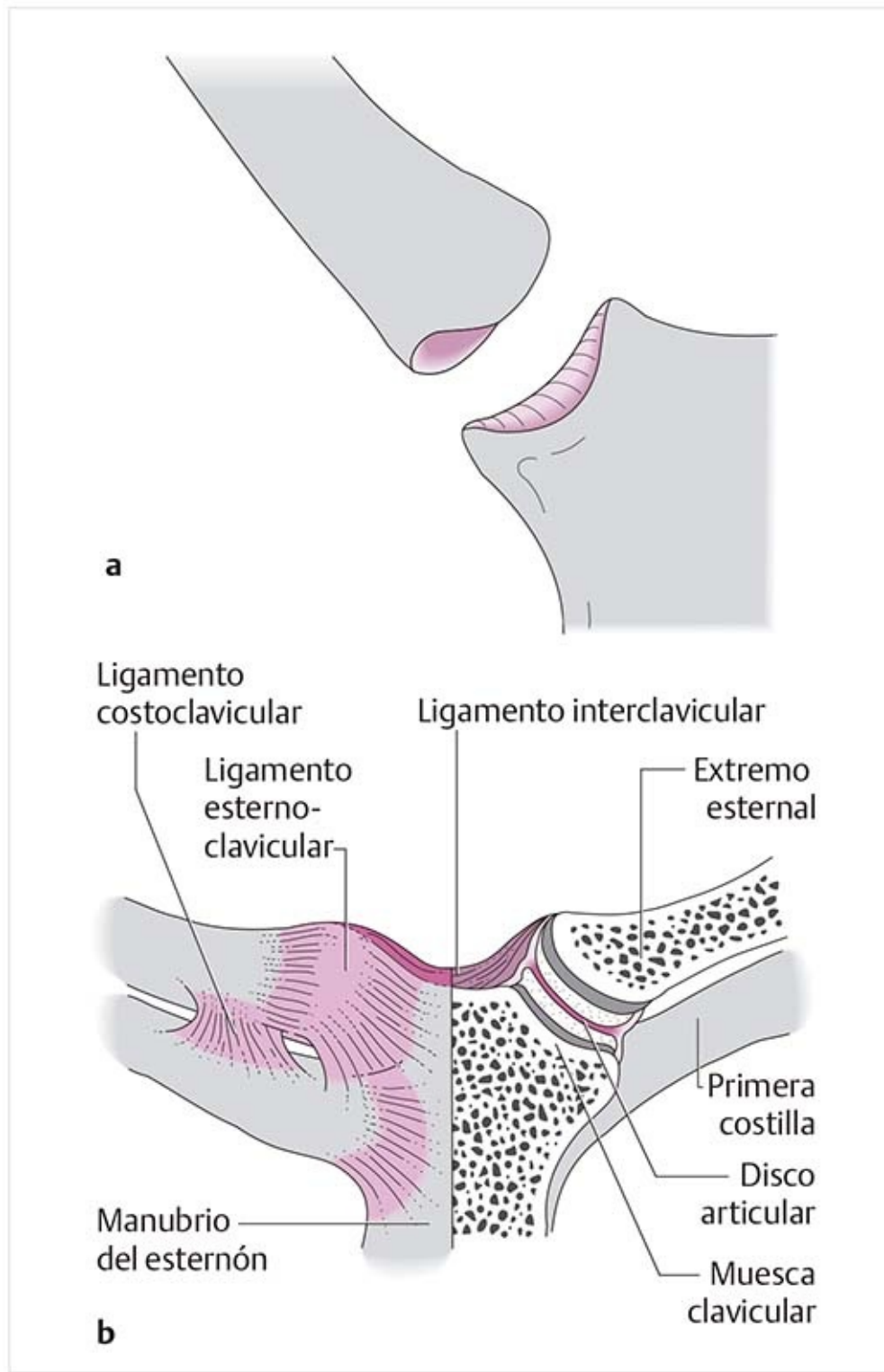
Estos ligamentos estabilizan la clavícula, lo que significa que la sujetan sobre la escápula. Impiden los desplazamientos en los planos frontal y transversal.

## Movimientos

El movimiento está limitado por los ligamentos coracoclavicular y acromioclavicular. El movimiento puede ocurrir en tres ejes:

- Movimiento anterior-posterior: prolongación y retracción del cinturón escapular.
- Movimiento superior-inferior: elevación y depresión (no muy pronunciadas).
- Rotación alrededor de su eje longitudinal.

## 4.2.8 Articulación esternoclavicular (figura 4-50)



**Figura 4-50.** Articulación esternoclavicular. (a) Forma de las superficies articulares. (b) Corte a través de la articulación (vista anterior).

- **Superficies articulares:** el extremo esternal de la clavícula tiene forma de silla de montar, con el eje más largo en dirección superior-inferior y el más corto en sentido anterior a posterior. Existen superficies articulares congruentes en el esternón. Además, hay una pequeña superficie articular para la primera costilla en el borde inferior de la clavícula.
- **Disco articular :** se une alrededor de la cápsula articular. Su congruencia cambia para que sean posibles los movimientos de rotación alrededor del propio eje de la clavícula.
- **Orientación** de la articulación: la línea horizontal se eleva en un ángulo aproximado de  $40^\circ$  respecto del plano horizontal y se inclina alrededor de  $20^\circ$  sobre el plano sagital. Por lo tanto, el trayecto de la

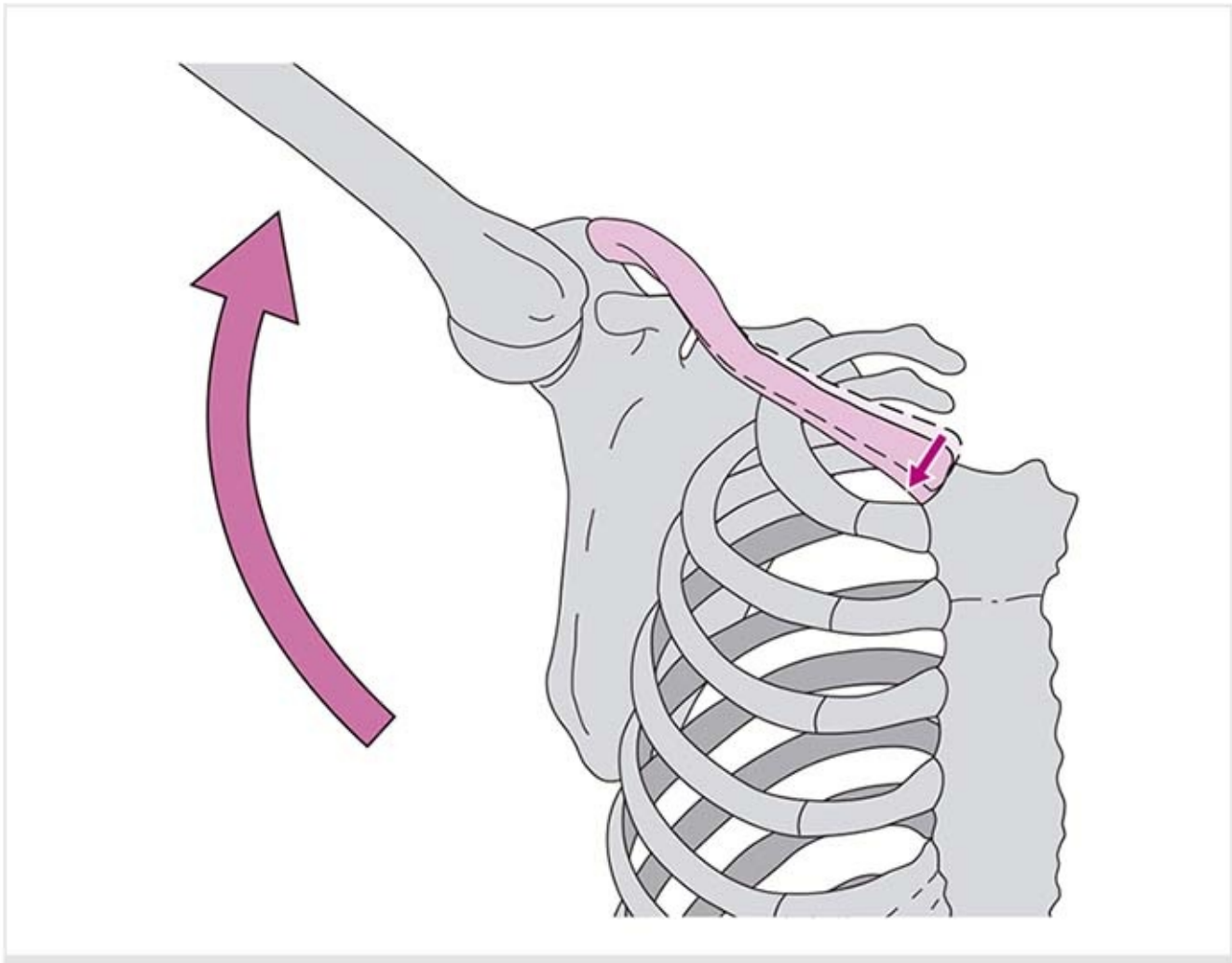
línea articular es superior-medial-superior-posterior a inferior-lateral-anterior.

## Ligamentos

- Los **ligamentos esternoclaviculares anterior y posterior** fortalecen la cápsula en la parte anterior y posterior. El ligamento anterior es más fuerte.
- El **ligamento costoclavicular** se extiende desde la primera costilla, lateral al espacio articular, hasta la cara inferior de la clavícula. Las fibras posteriores se unen con el ligamento esternoclavicular posterior. El ligamento limita la elevación.
- El **ligamento interclavicular** une las dos clavículas entre sí sobre el esternón.

## Movimientos

### En el plano frontal (figura 4-51)



**Figura 4-51.** Movimientos deslizantes de la clavícula durante la elevación.

Cuando el cinturón escapular se eleva, el extremo acromial se desplaza hacia arriba, por lo que la clavícula asume una orientación más inclinada. Durante este proceso, la clavícula se desliza hacia abajo dentro de la articulación esternoclavicular.

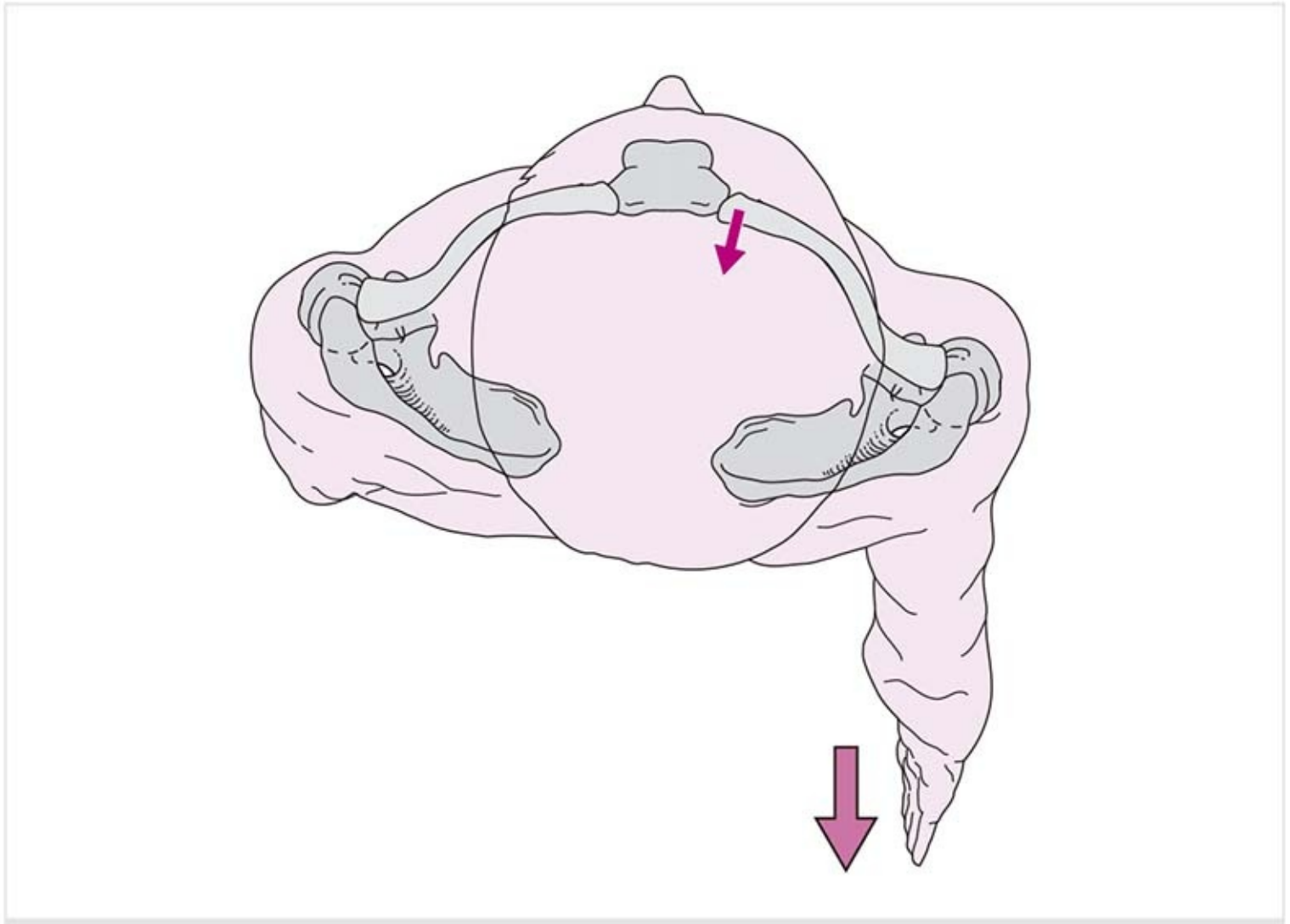
La primera costilla, que se encuentra justo bajo la clavícula, establece un límite a este movimiento, lo cual desvía el extremo esternal hacia delante. La **amplitud de movimiento** se aproxima a 30°.

Con la elevación adicional, la clavícula rota una pequeña distancia alrededor de su eje longitudinal. Debido a esta rotación, y acorde con la forma de **S** de la clavícula, el extremo acromial adopta una posición más inclinada. Como la clavícula es más alta que ancha, también se produce un movimiento

deslizante en dirección anterior. Con esta rotación, la clavícula asume una posición aún más inclinada y gana 30° adicionales a la posición en elevación.

Durante la depresión se desliza hacia arriba y un poco hacia atrás por la rotación mínima relacionada con el movimiento.

**En el plano transversal (figura 4-52)**



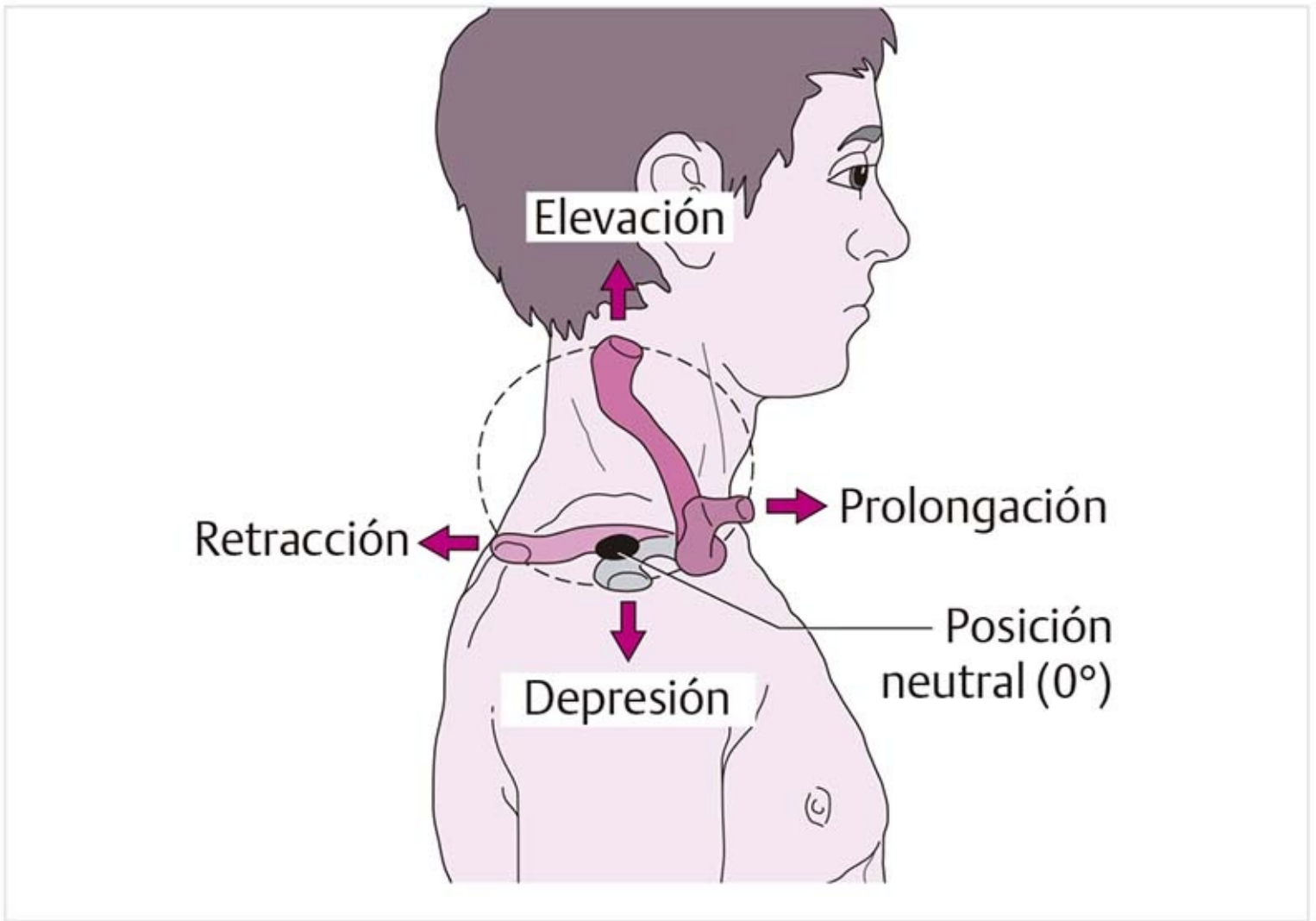
**Figura 4-52.** Movimientos deslizantes de la clavícula durante la retracción.

Durante la retracción del hombro, el extremo esternal cóncavo de la clavícula se desliza en dirección posterior.

Durante la prolongación, la clavícula se desliza hacia delante.

**Interacción entre las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular (figura 4-53)**



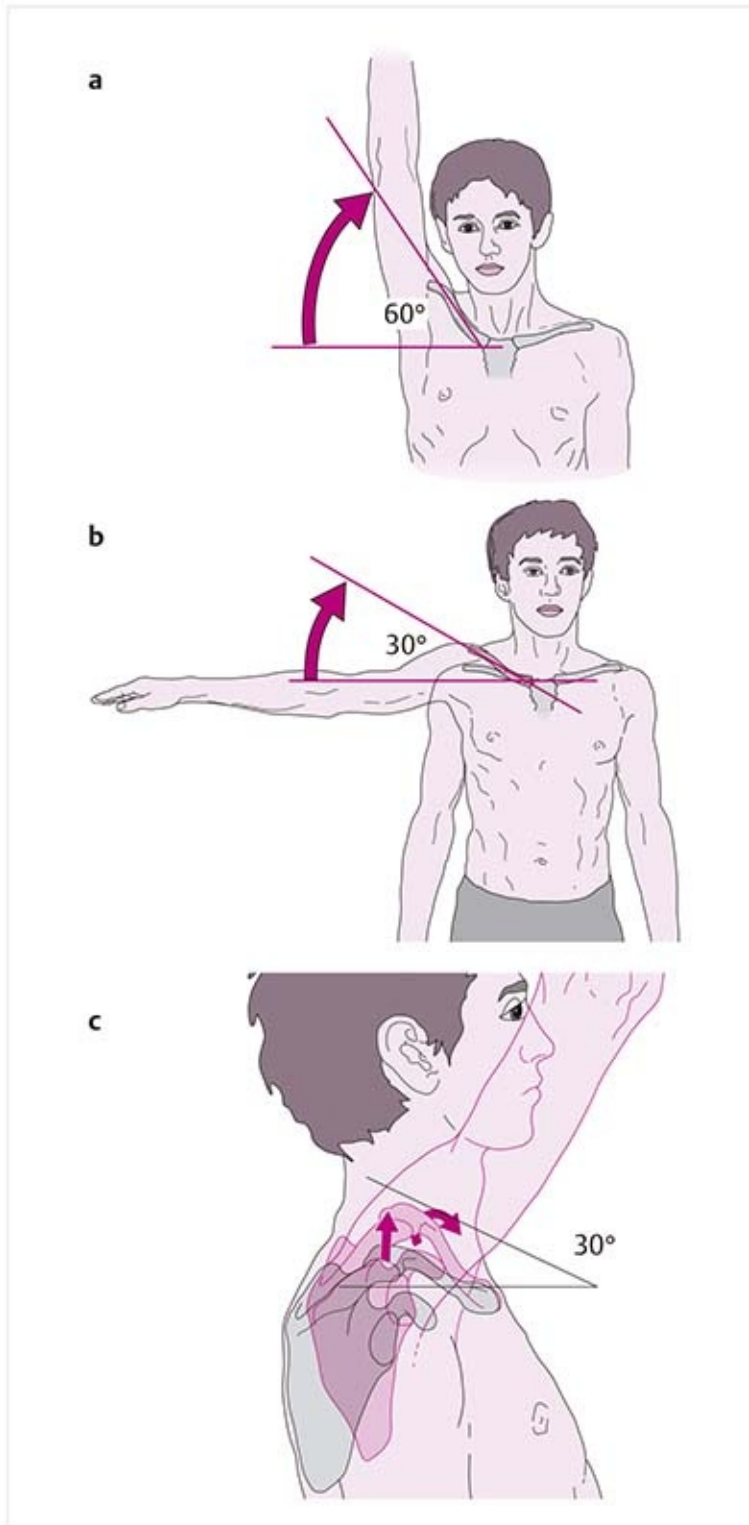


**Figura 4-53.** Dirección y extensión de movimientos de la clavícula (vista lateral).

Las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular participan juntas en todos los movimientos del cinturón escapular. Si se registra la posición del extremo acromial de la clavícula durante los movimientos hasta el extremo de la amplitud del cinturón escapular en todas direcciones y se unen los puntos se obtiene una forma oval más alta que ancha, que representa un movimiento de elevación cercano a 60°, depresión de 5° y prolongación y retracción de 30° cada una.

La escápula participa en todos los movimientos de la clavícula.

### **Movimientos combinados de la clavícula durante la abducción y la flexión (figura 4-54)**



**Figura 4-54.** (a) Posición final de la clavícula en la abducción o flexión máximas. (b) Elevación de la clavícula. (c) Rotación de la clavícula.

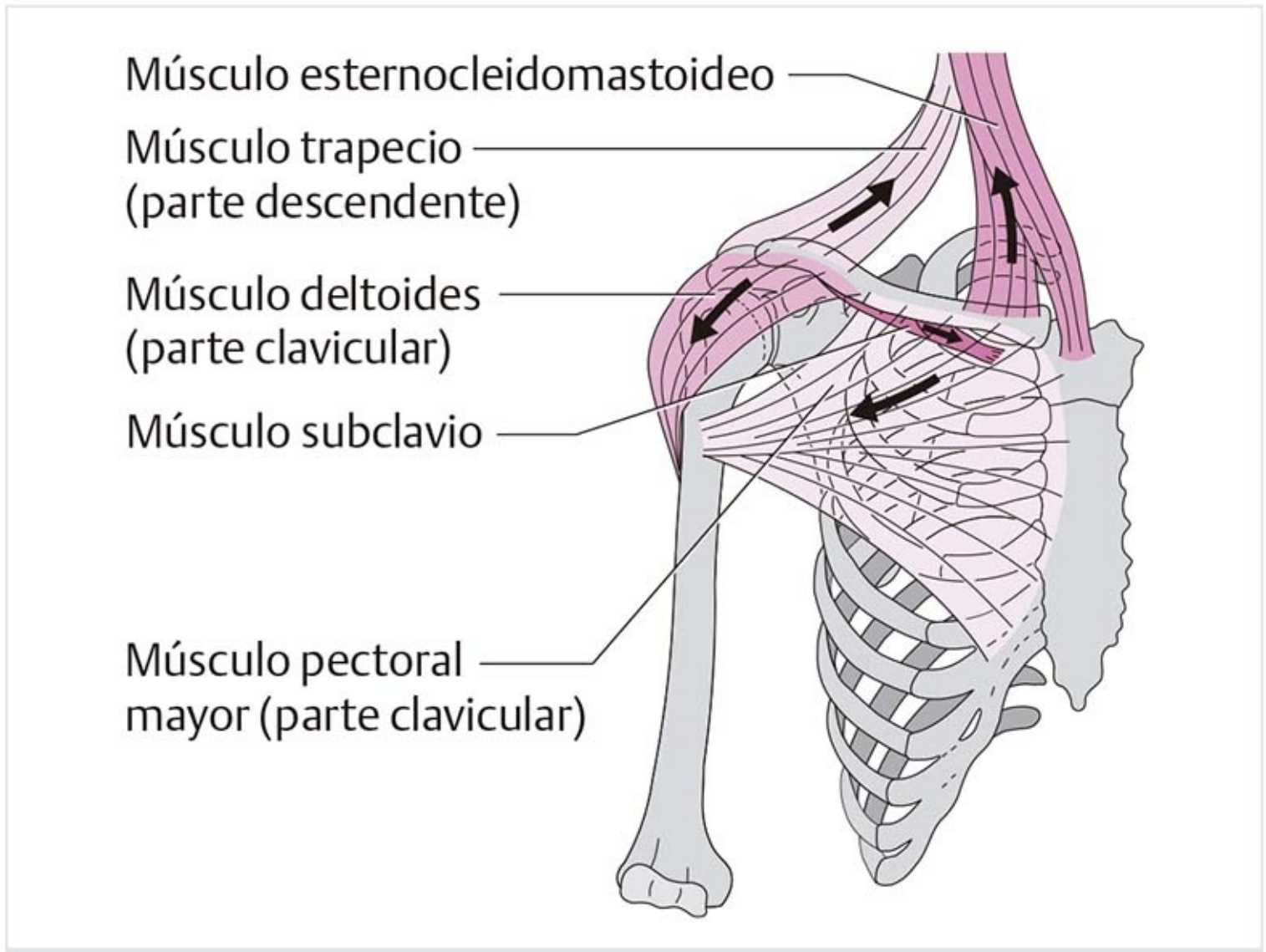
Los siguientes fenómenos ocurren en el cinturón escapular durante la flexión y abducción del brazo:

- La escápula gira hacia fuera y la cavidad glenoidea hacia arriba y afuera.
- Puesto que la movilidad de la articulación acromioclavicular es limitada, la escápula impele el extremo acromial de la clavícula alrededor de 30° hacia arriba, lo que corresponde a la elevación. El movimiento de la clavícula se detiene por los ligamentos esternoclavicular y costoclavicular. Además, el movimiento deslizante hacia abajo está limitado por la primera costilla.
- Para alcanzar la rotación externa máxima de la escápula de 60°, el extremo acromial de la clavícula debe moverse 30° más hacia arriba. Esto se observa con la rotación de la clavícula alrededor de su eje longitudinal y se debe a su forma en S.

Esta rotación no espera que ocurra la elevación de 30°, sino que tiene lugar mucho antes. También existen

diferencias individuales en la frecuencia con la que aparecen estos movimientos combinados. La extensión del movimiento rotatorio de la clavícula no puede determinarse con exactitud, pero es probable que sea menor de 45°.

Los músculos siguientes que se insertan en la clavícula (**figura 4-55**) pueden influir en la posición del cinturón escapular:

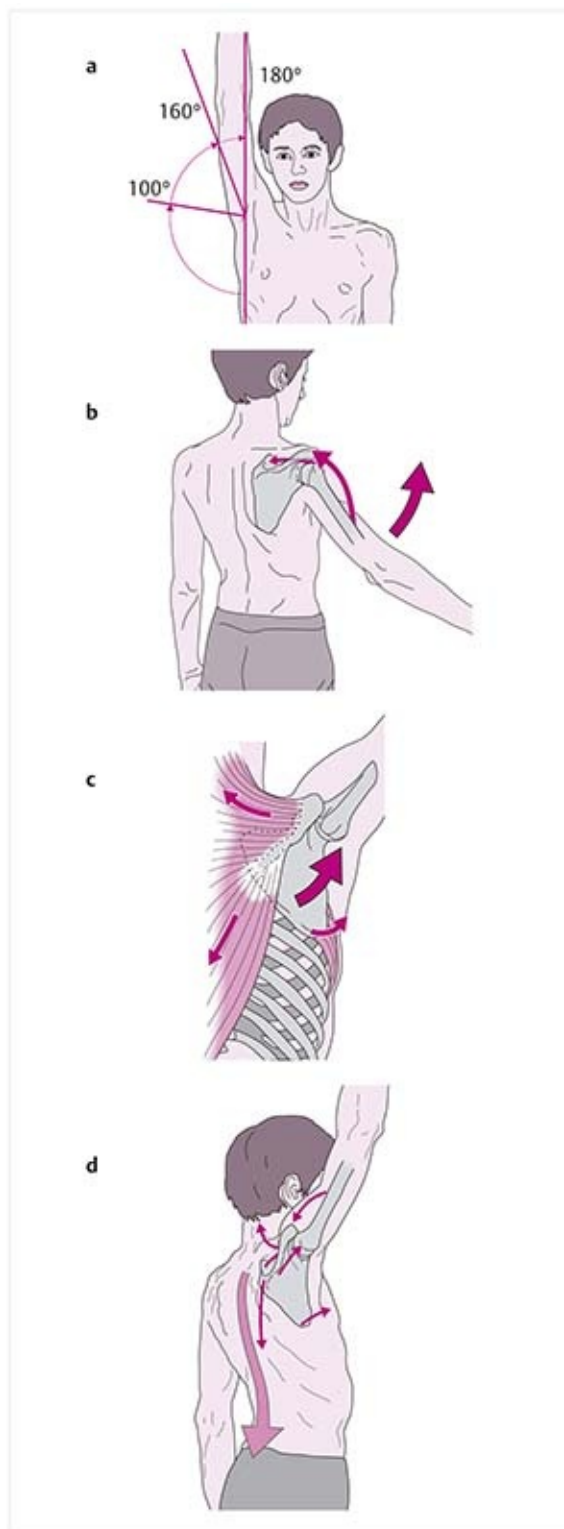


**Figura 4-55.** Músculos que se insertan en la clavícula.

- Músculo trapecio, parte descendente.
- Músculo deltoides, parte clavicular.
- Músculo pectoral, parte clavicular.
- Músculo subclavio.

## 4.3 Movimientos del brazo

### 4.3.1 Movimiento: abducción (figura 4-56)



**Figura 4-56.** Abducción. **(a)** Amplitud del movimiento. **(b)** Primera fase del movimiento. **(c)** Segunda fase del movimiento. **(d)** Tercera fase del movimiento.

La **amplitud de movimiento** para la abducción es de 180°. Está compuesta por tres fases:

**Fase 1.** El brazo se abduce en la articulación glenohumeral, lo que significa que se activan los músculos que se extienden del brazo a la escápula:

- Músculo supraespinoso.
- Músculo infraespinoso, fibras superiores.
- Músculo bíceps braquial, cabeza larga.
- Músculo deltoides, parte acromial.

**Fase 2.** Desde unos 30 a 50°, la escápula acompaña el movimiento. La magnitud de esta acción varía de un individuo a otro, por lo que el lado sano del paciente sirve como el caso normal para la comparación.

El movimiento siempre se acompaña con el movimiento en las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular. Además de los músculos mencionados, se activan los siguientes músculos del cinturón escapular:

- Músculo trapecio, parte descendente.
- Músculo trapecio, parte ascendente.
- Músculo serrato anterior, parte inferior.

**Fase 3.** La columna vertebral realiza los últimos 20° del movimiento; la extensión de la columna ocurre sobre todo con abducción bilateral. La rotación al mismo lado y la flexión lateral al lado contrario se acompañan de abducción unilateral. Las costillas se elevan del mismo lado. Estos movimientos no precisan alcanzar el nivel de 160°, sino que inician mucho antes.

Además de los músculos señalados, se agrega a continuación el siguiente:

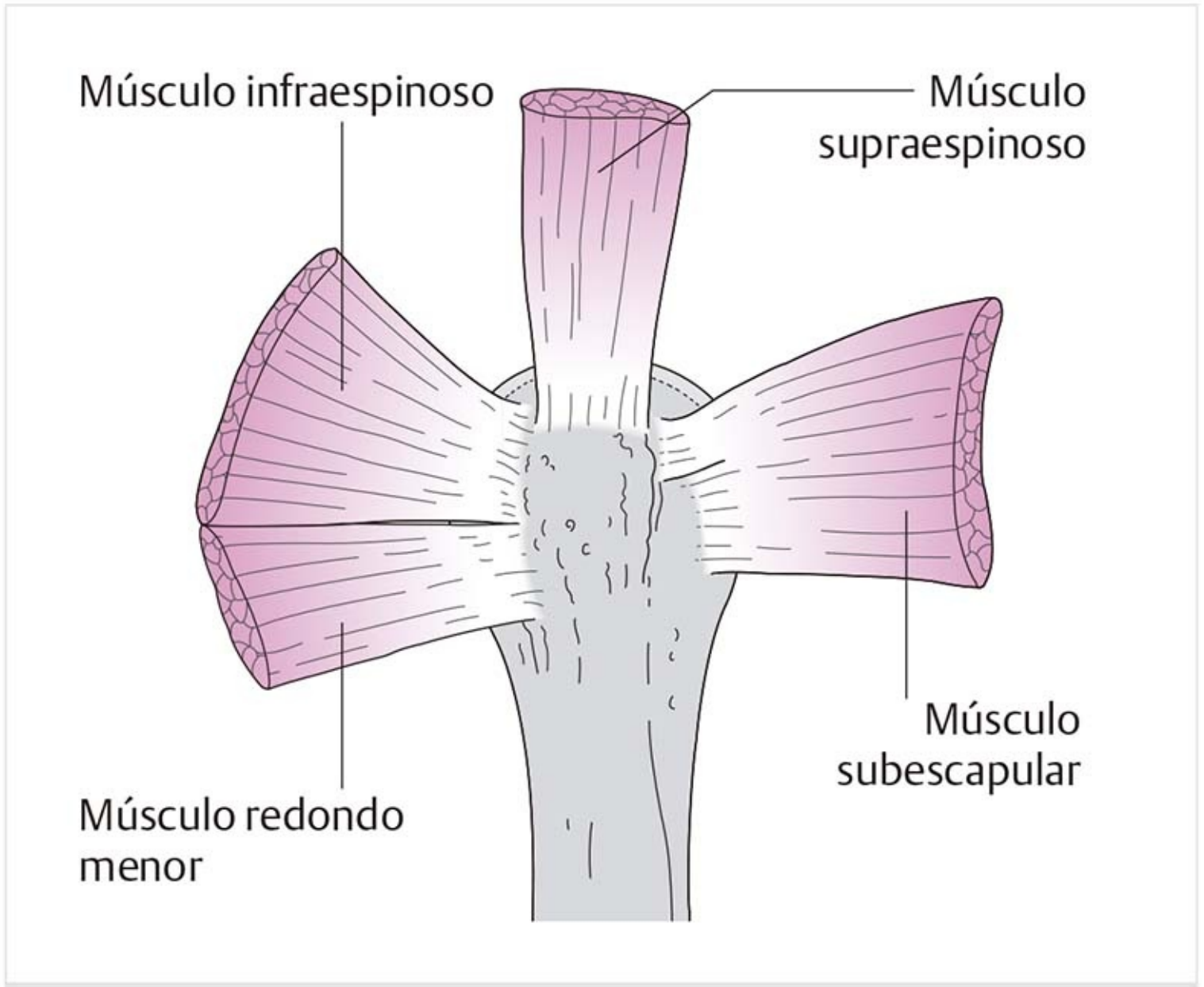
- Músculo erector de la columna.

### **Condiciones para el movimiento hasta el extremo de la amplitud**

La movilidad en abducción completa depende de varios factores, de los cuales se describen los siguientes con más detalle:

- La capacidad de la cápsula articular para “desplegarse” y la capacidad de los tendones para deslizarse dentro de la región subacromial.
- La interacción funcional del manguito de los rotadores y el músculo deltoides.
- El ritmo humeroescapular, así como la movilidad en las articulaciones acromioclavicular y esternoclavicular.
- El movimiento automático de rotación externa del húmero.
- La movilidad de la columna vertebral.

### **Manguito de los rotadores (figura 4-57)**



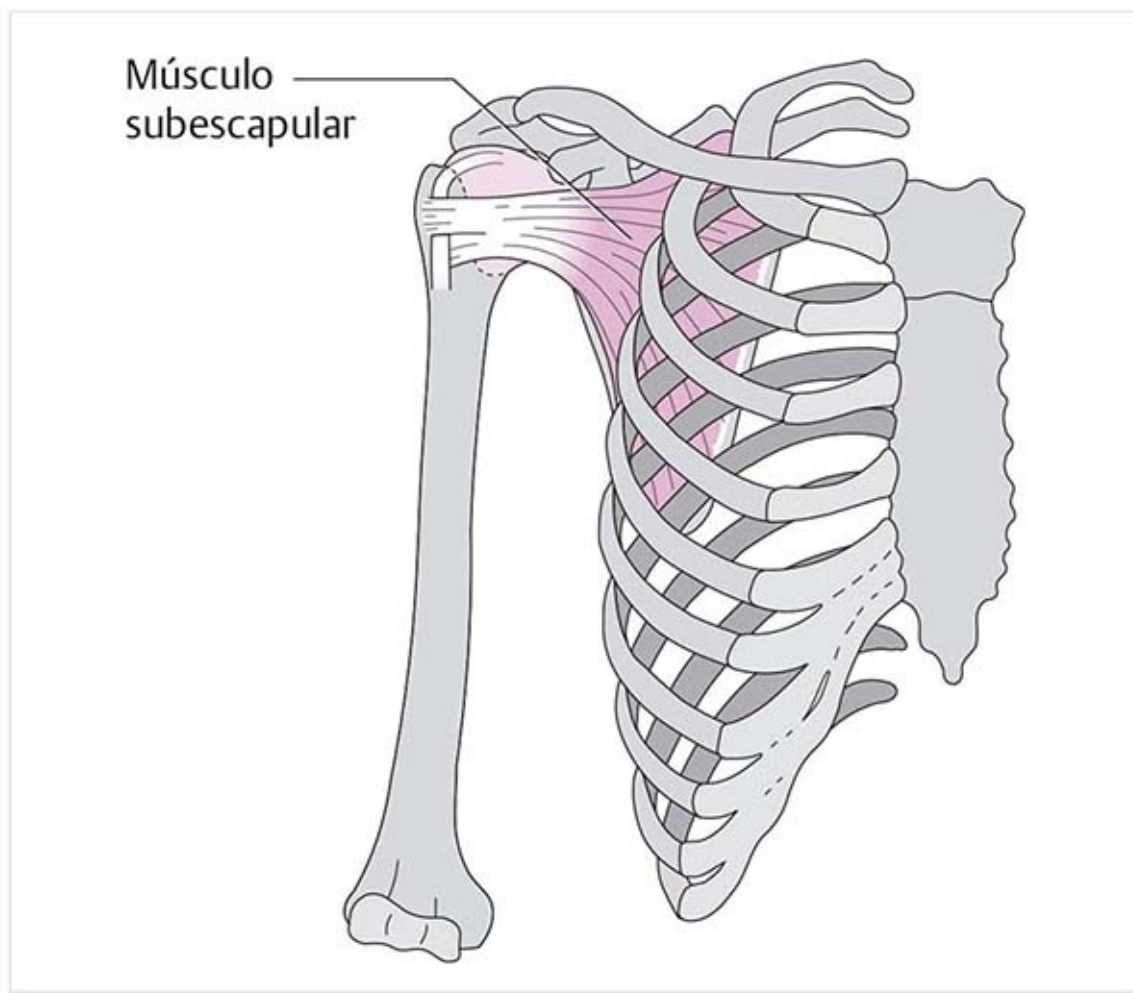
**Figura 4-57.** Manguito de los rotadores.

La articulación del hombro se estabiliza sobre todo con los músculos. El manguito de los rotadores tiene una importancia particular e incluye los siguientes:

- Anterior: músculo subescapular.
- Posterior: músculos infraespinoso y redondo menor.
- Superior: músculo supraespinoso.

Los tendones de estos músculos son anchos, se encuentran justo sobre el aparato cápsula-ligamento y se unen con la cápsula. Las fibras de los rotadores forman una placa firme de tejido conectivo, la fascia subdeltoidea, que se inserta en la espina escapular, el acromion y el borde inferior de la apófisis coracoides, y se extiende hasta la tuberosidad deltoidea del húmero.

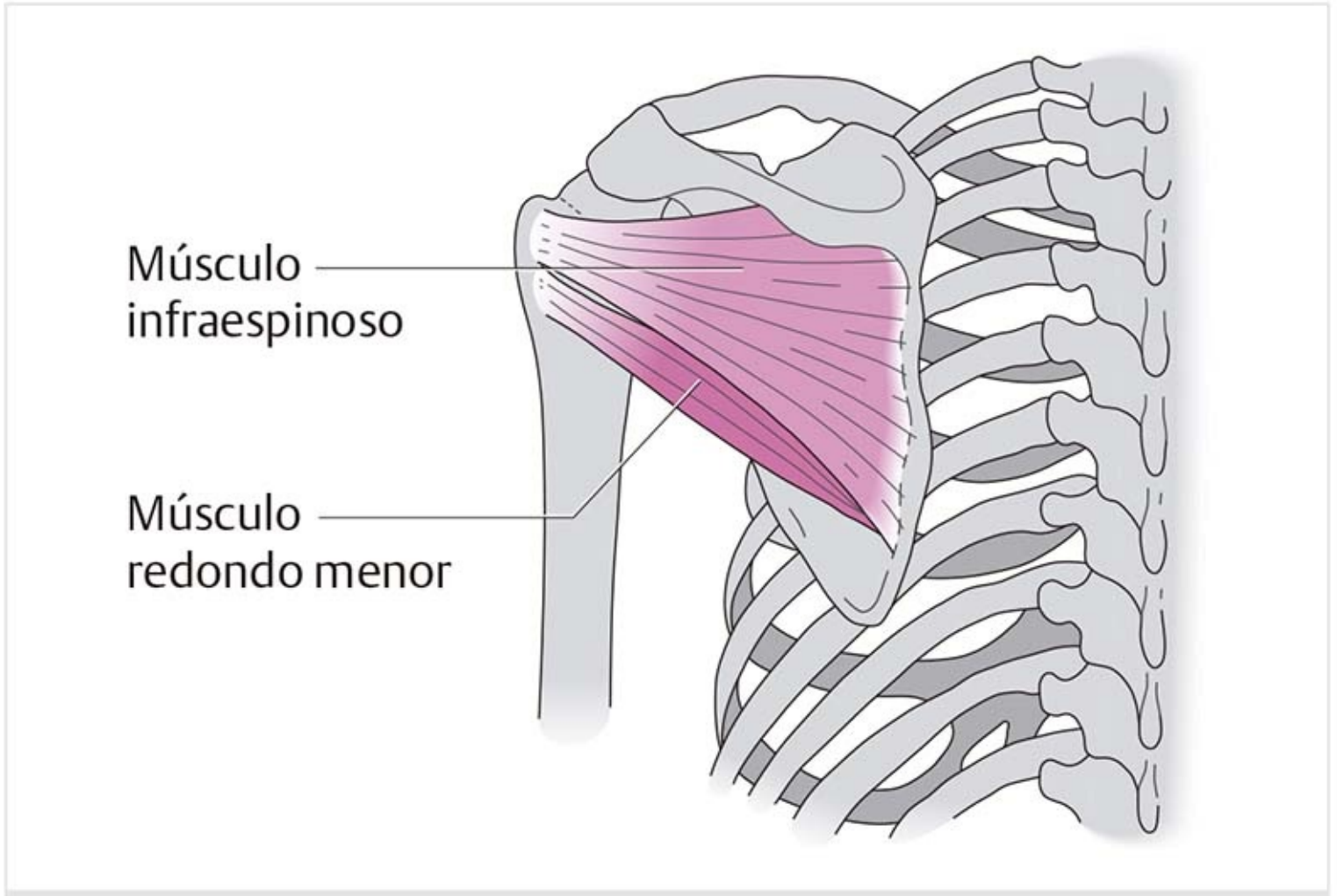
### **Músculo subescapular (figura 4-58)**



**Figura 4-58.** Músculo subescapular.

- Este músculo produce la rotación interna.
- Las fibras superiores horizontales contribuyen a la abducción, mientras que las fibras inferiores oblicuas participan en la aducción.
- En la posición neutral ( $0^\circ$ ), el tendón cubre una parte grande de la cabeza humeral y por tanto sirve como estabilizador sustancial para impedir la luxación anterior.
- El subescapular ayuda a centrar la cabeza del húmero. En abducción a  $90^\circ$ , la parte inferior de la cabeza queda descubierta; el músculo pierde su función protectora de la articulación en esta posición y tiene sólo actividad mínima.
- Si el extremo fijo se halla en el brazo, el músculo tira de la escápula en dirección lateral.

### **Músculo infraespinoso (figura 4-59)**



**Figura 4-59.** Músculos infraespinoso y redondo menor.

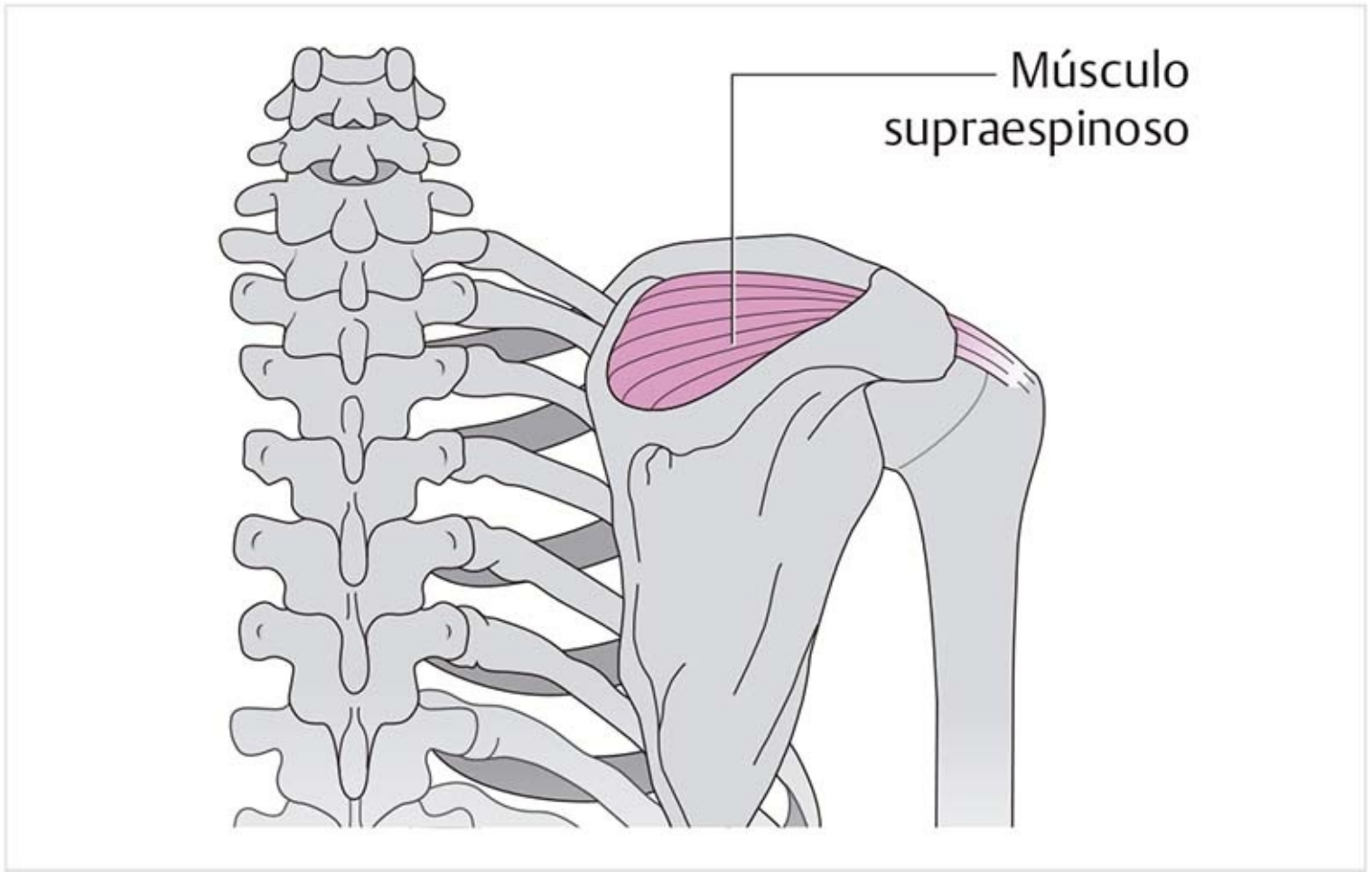
- Éste es el rotador externo más importante. Representa cerca del 90% de la fuerza total de la rotación externa.
- Produce extensión.
- Ayuda a centrar la cabeza del húmero.
- Debido a su amplia área de origen, en la fosa infraespinosa, las fibras superiores horizontales pueden diferenciarse de las fibras oblicuas, que surgen de la zona inferior. Las fibras superiores ayudan con la abducción, en tanto que las inferiores aducen el brazo.

### **Músculo redondo menor (figura 4-59)**

- Este músculo produce rotación externa y extensión.

### **Músculo supraespinoso (figura 4-60)**



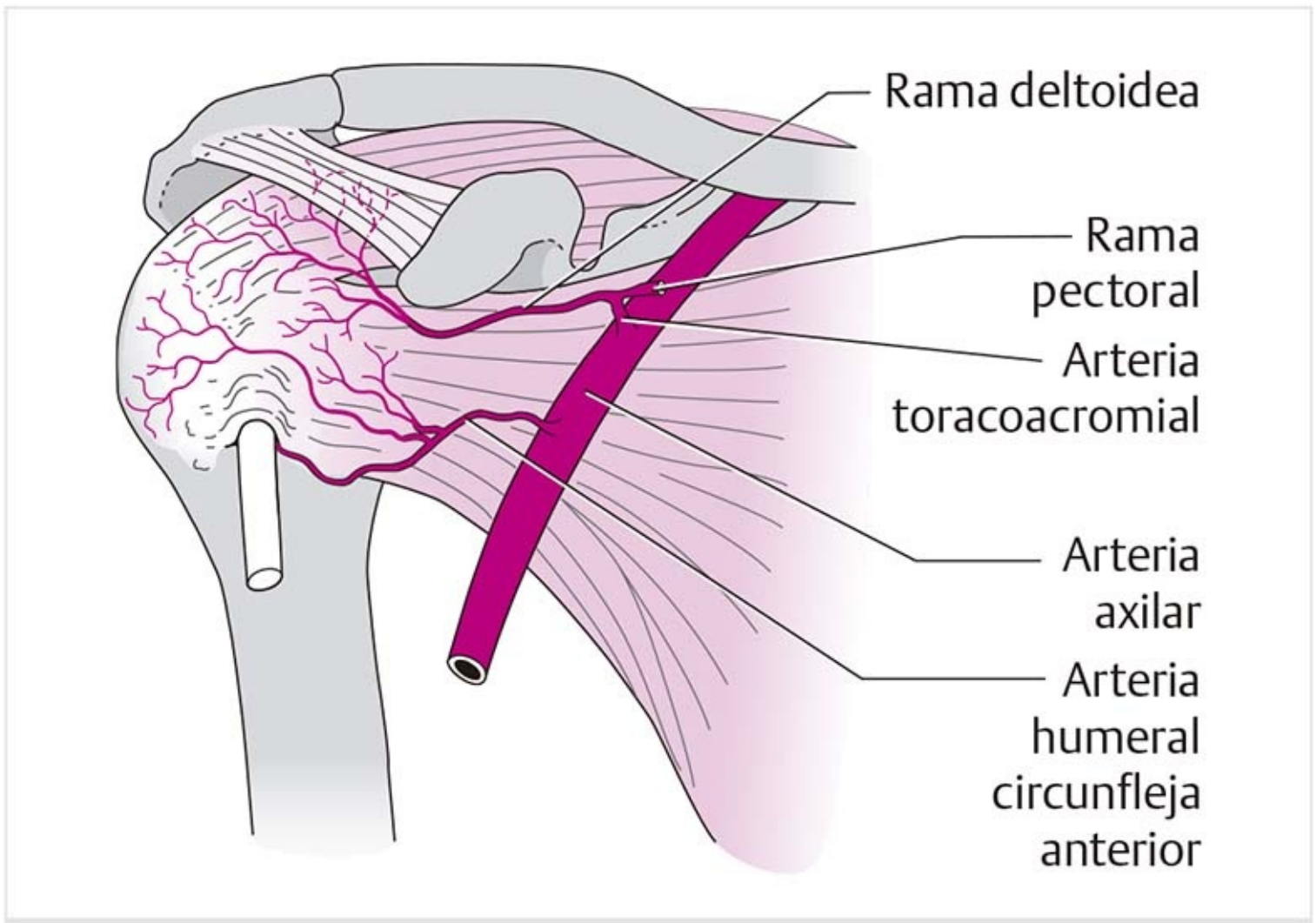


**Figura 4-60.** Músculo supraespinoso.

El tendón del músculo supraespinoso mide alrededor de 2 cm de largo, lo mismo de ancho y unos 3 mm de grosor. Durante los movimientos del brazo, se desliza dentro de un compartimiento limitado por la fosa supraespinosa y el acromion.

Además de su inserción en el tubérculo mayor, también puede proyectar una pequeña rama al tubérculo menor.

### **Perfusión (figura 4-61)**

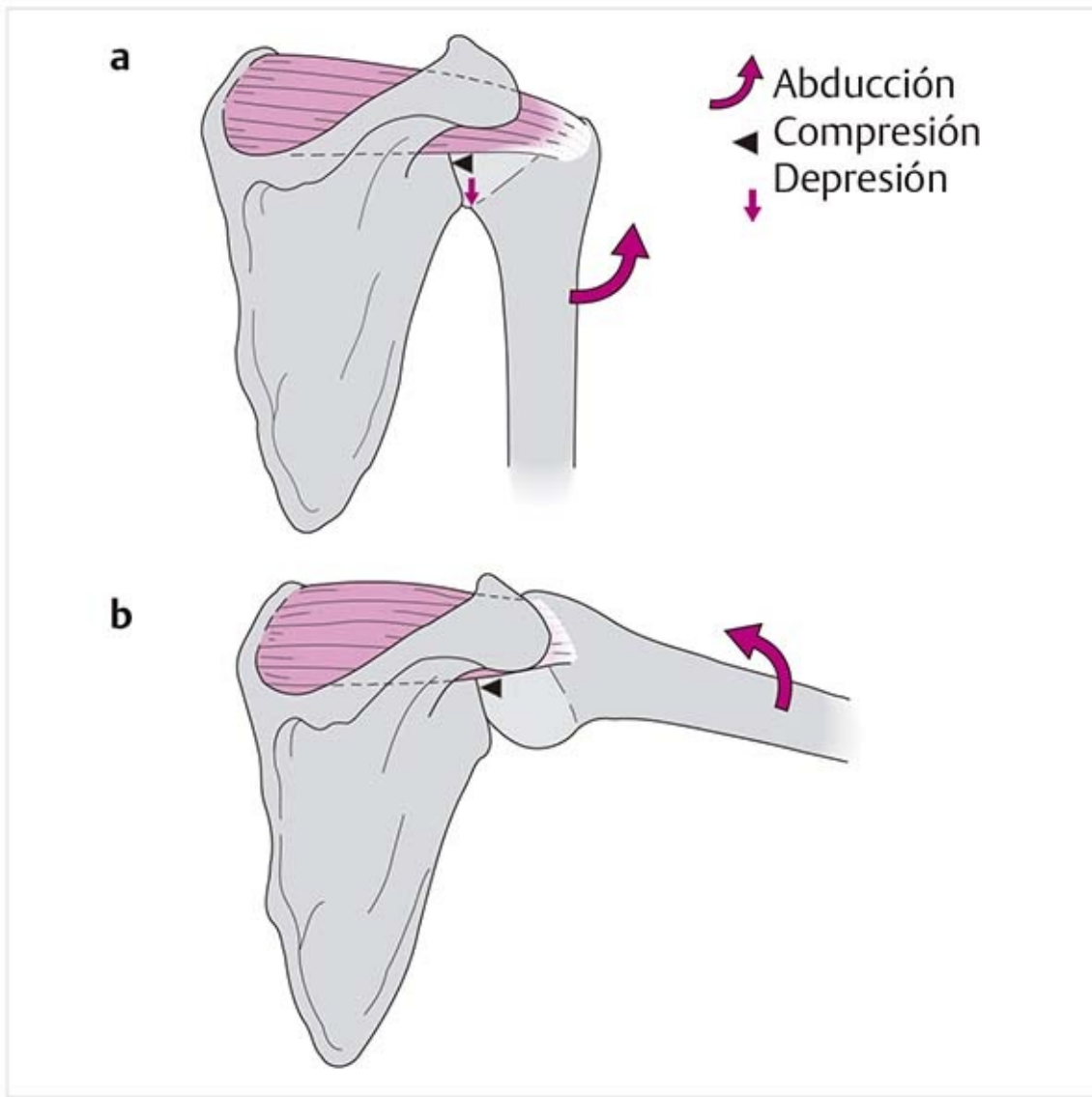


**Figura 4-61.** Perfusión del tendón del supraespinoso.

El tendón está irrigado en su parte distal por una rama deltoidea de la arteria toracoacromial y por la arteria humeral circunfleja y, en la parte proximal, por las arterias supraescapular y subescapular. Todas éstas son ramas terminales de sus arterias, que forman anastomosis poco antes de la inserción del tendón. Por lo tanto, en esta región existe una zona poco vascularizada.

Los vasos pueden palparse bien cuando el brazo del paciente se encuentra en abducción ligera.

**Función (figura 4-62)**



**Figura 4-62.** Funciones del músculo supraespinoso. **(a)** En posición neutral. **(b)** En posición de abducción.

Debido a su trayecto lateral directo sobre la cabeza del húmero en la posición neutral, el supraespinoso produce depresión de la cabeza humeral y la centra en la cavidad glenoidea. El músculo también tiene un componente de abducción. Conforme aumenta la abducción, deja de producir depresión y causa abducción y centra la cabeza.

### Patología

#### Tendinitis

Si el tendón está engrosado por inflamación o cicatrización (puede inflamarse en ocasiones hasta 1 cm), queda atrapado y, con el movimiento adicional, su paso se fuerza a través del compartimiento con un movimiento sacádico.

#### Perfusión disminuida

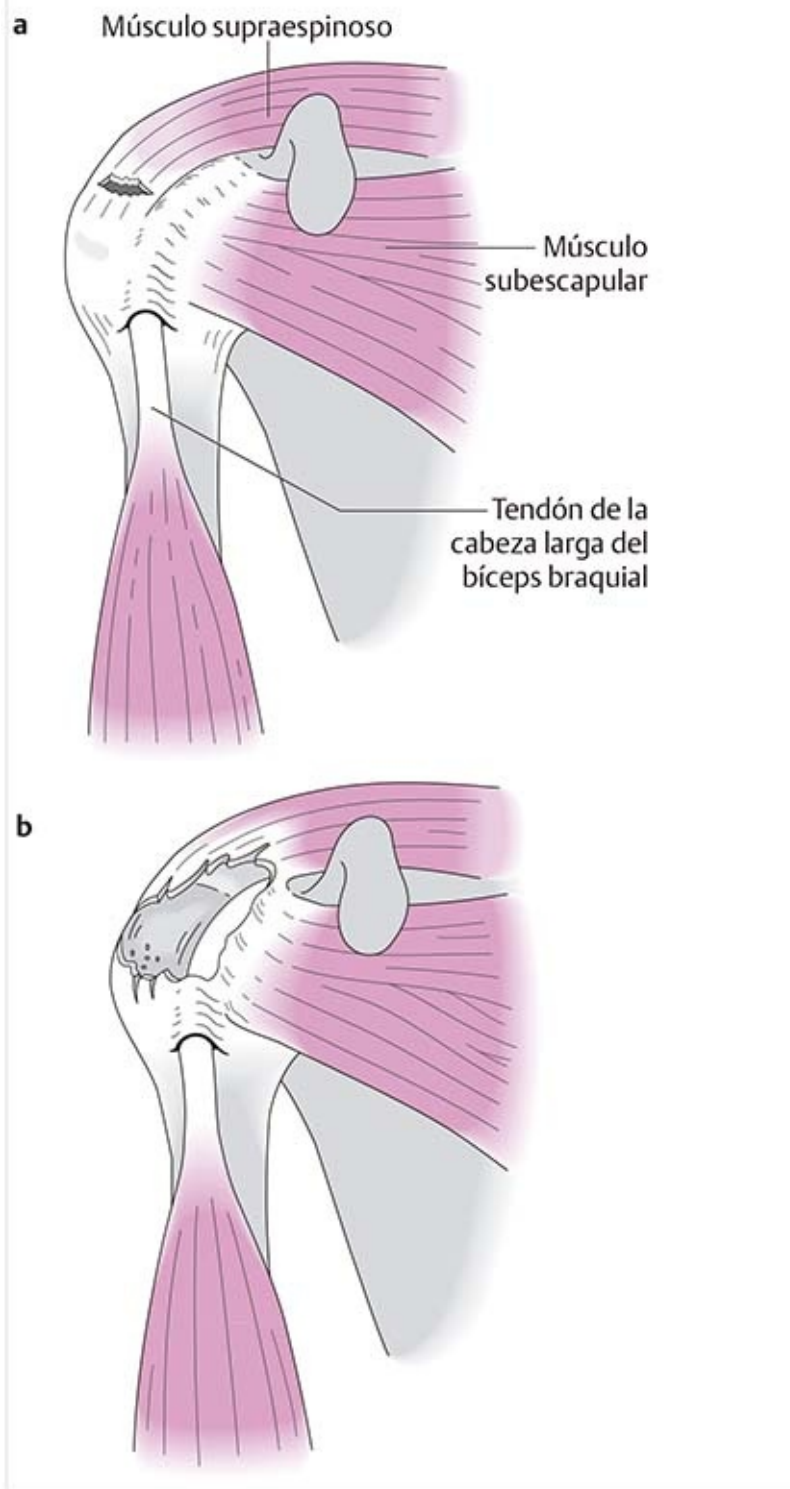
La tracción intensa, por ejemplo al cargar objetos pesados, tiene efectos desfavorables en la perfusión (deja de llegar sangre a la zona). Lo mismo ocurre cuando la aducción se realiza de manera muy activa, como en la natación.

La mayor parte de los cambios degenerativos, como la calcificación y la rotura, tiene lugar en esta región con perfusión insuficiente.

#### Rotura del tendón supraespinoso (figura 4-63)

Los desgarros pequeños con secciones intactas del tendón a ambos lados del desgarró pueden cicatrizar y permitir de nueva cuenta la abducción del brazo, pero se afecta la resistencia del músculo.

Si no quedan partes intactas alrededor del desgarró, como en una rotura completa, la abducción sólo es posible con movimientos evasivos, como la flexión. Este defecto puede cicatrizar si la bolsa no se laceró. Si también se desgarró ésta, existe una movilización continua de líquido entre la bolsa y la articulación, y el tendón no puede cicatrizar. En casos desfavorables, el desgarró puede extenderse e incluir las partes superiores del músculo subescapular o del infraespinoso, por lo que se pierde la función de centrado de estos músculos.

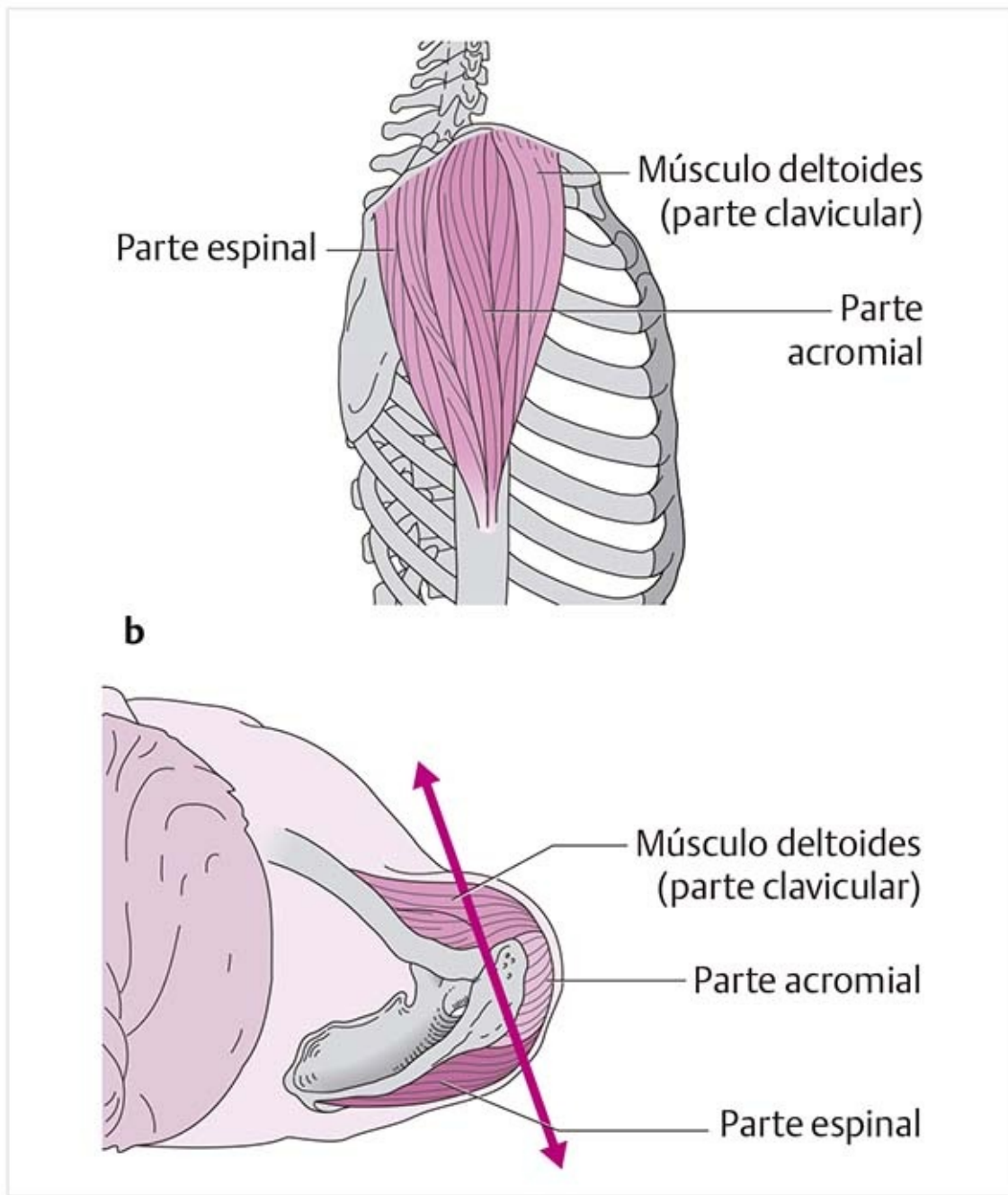


**Figura 4-63.** Roturas. **(a)** Rotura parcial del tendón del supraespinoso. **(b)** Rotura total del tendón del supraespinoso y partes del tendón del subescapular.

### Consejo práctico

Puesto que los desgarros ocurren en tejidos que sufrieron cambios degenerativos, es comprensible que la probabilidad de recuperación sea desfavorable. Cuando se valora al paciente para decidir el tratamiento es importante reconocer el uso de mecanismos evasivos para elevar el brazo, como la utilización de la flexión en lugar de la abducción. Hay que considerar también si el músculo deltoides realiza por completo esta función de abducción. En tal caso, los pacientes se entrenan a sí mismos para girar la cápsula antes de elevar el brazo. Con este movimiento, el brazo efectúa una ligera abducción y el músculo deltoides puede desarrollar una fuerza más favorable para la abducción.

### Músculo deltoides (figura 4-64)



**Figura 4-64.** Músculo deltoides. (a) Vista lateral. (b) Vista superior.

El músculo deltoides forma el contorno del hombro, por lo que en caso de atrofia de este músculo el hombro se ve angulado. Se integra con tres partes nombradas por su origen.

### **Parte espinal**

La parte espinal nace en el borde superior de la espina escapular y se extiende en la forma de fibras oblicuas descendentes hasta al borde posterior de la tuberosidad deltoidea. Las fibras son muy largas y paralelas entre sí.

**Función.** Extensión, rotación externa, aducción.

### **Parte clavicular**

Desde el punto de vista funcional, ésta es la parte más significativa porque la mayor parte de las actividades del brazo ocurre en la parte anterior del cuerpo. Con sus fibras de inserción se extiende bajo la parte acromial.

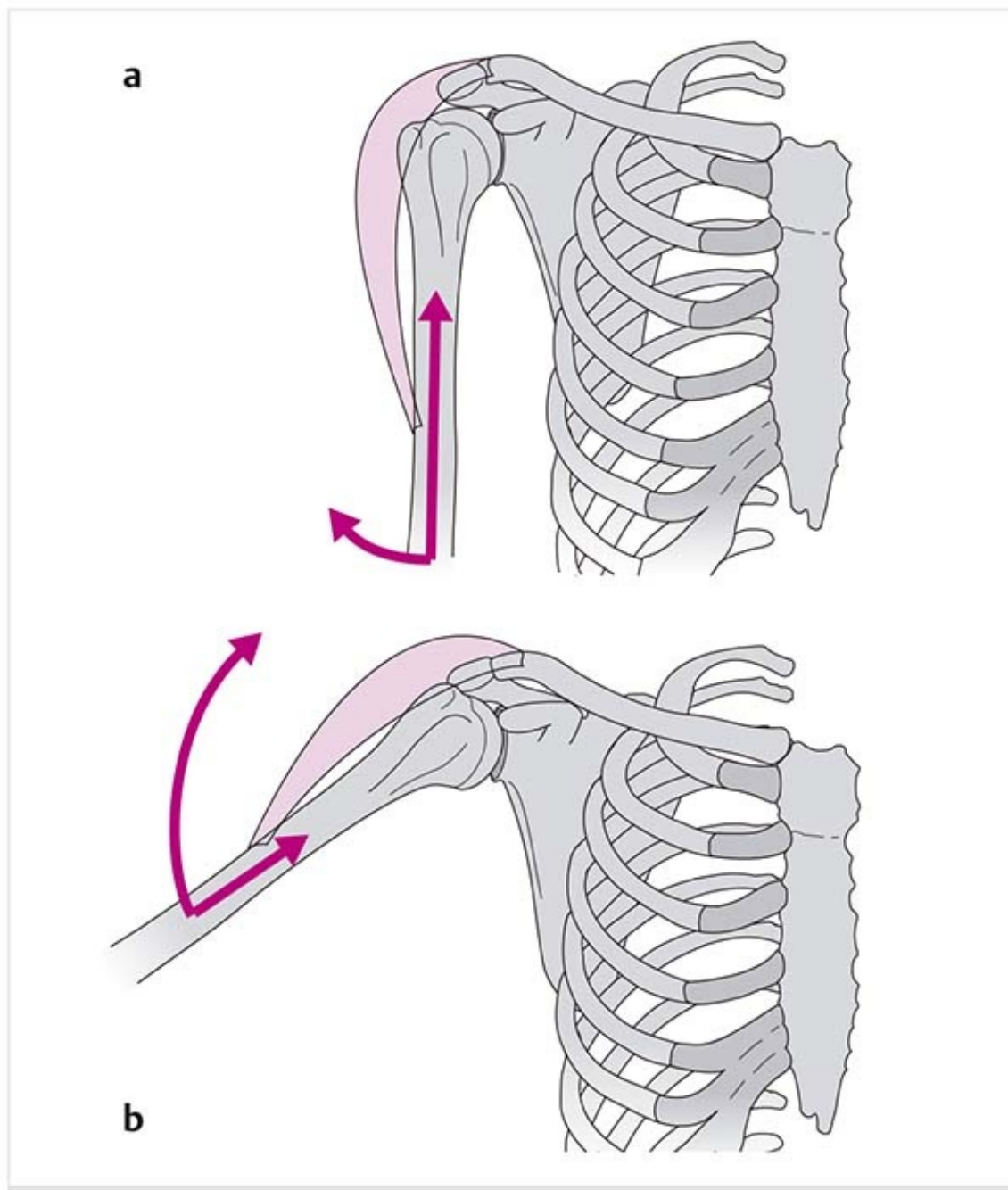
**Función.** Flexión, rotación interna, aducción.

### **Parte acromial**

Es la parte más potente del músculo. Surge del borde externo del acromion. Muchos tabiques lo subdividen en múltiples haces de fibras musculares que tienen mayor o menor número de fibras cortas.

**Función.** Abducción.

**Análisis de fuerzas (figura 4-65):** en términos de sus componentes de fuerza, la parte acromial del músculo deltoides puede diferenciarse en dos vectores de fuerza en la posición neutral. El primero es un vector longitudinal que se extiende del punto de contacto a través del punto pivote. Esto produce un desplazamiento traslacional de la cabeza humeral en dirección superior contra el arco coracoacromial, que aquí ocurre como compresión. Esta fuerza es casi dos veces mayor que el segundo componente de fuerza. El segundo vector es la fuerza, perpendicular a la fuerza longitudinal, que produce el torque. En este caso, es el componente de fuerza de abducción orientado hacia fuera.



**Figura 4-65.** Componentes de la fuerza del músculo deltoides. **(a)** En la posición neutral. **(b)** En abducción.

Cuanto más se abduzca el brazo, más se revierten las fuerzas relativas, ya que las fuerzas de abducción se vuelven mayores. Desde los 60° en adelante, la fuerza con orientación superior disminuye en grado considerable y cambia a una fuerza más centradora de la articulación.

En la abducción máxima, la línea de acción del vector longitudinal apunta en dirección inferior, lo que

deprime la cabeza del húmero contra el arco coracoacromial.

## Músculo bíceps braquial (figura 4-66)

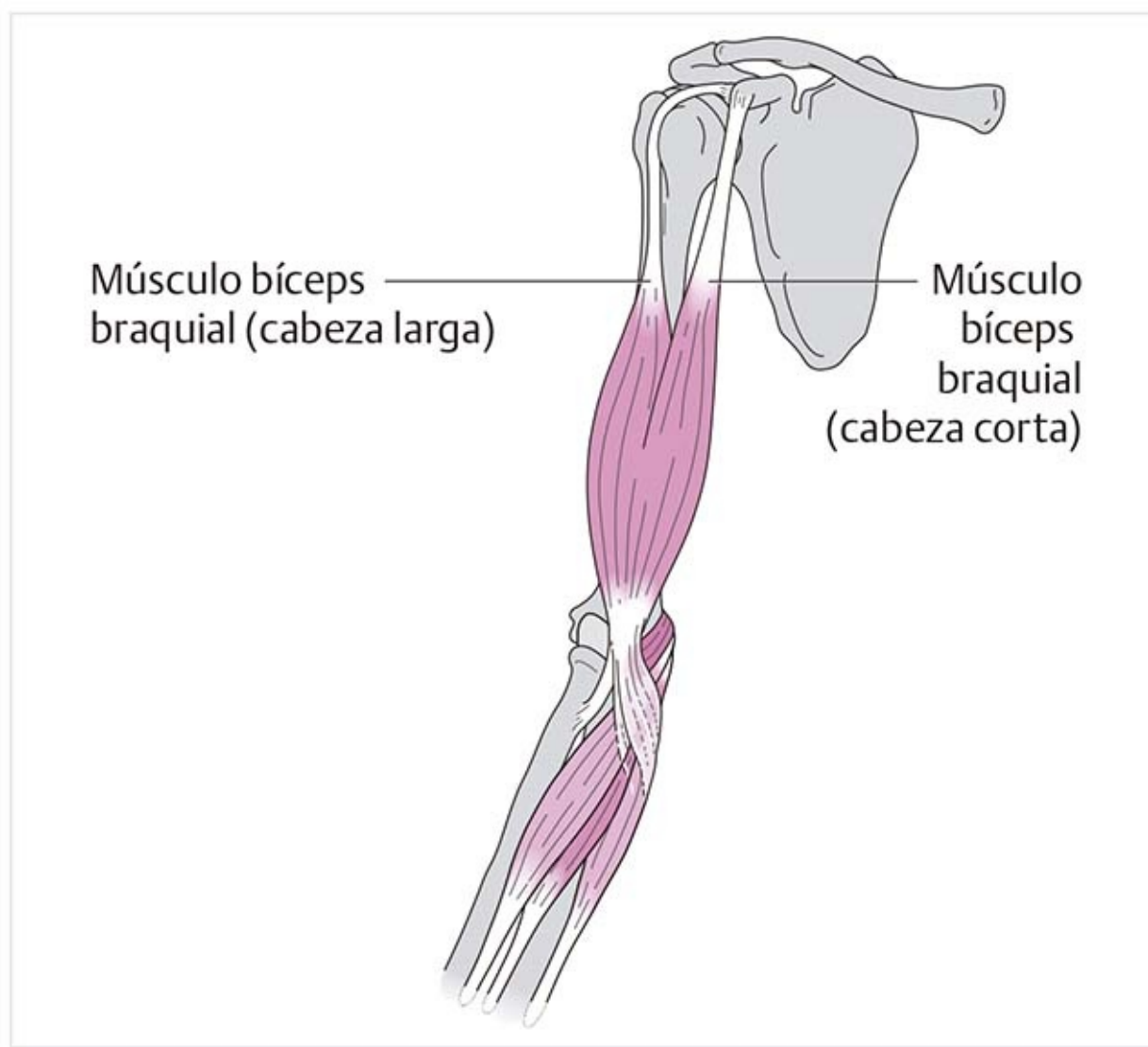


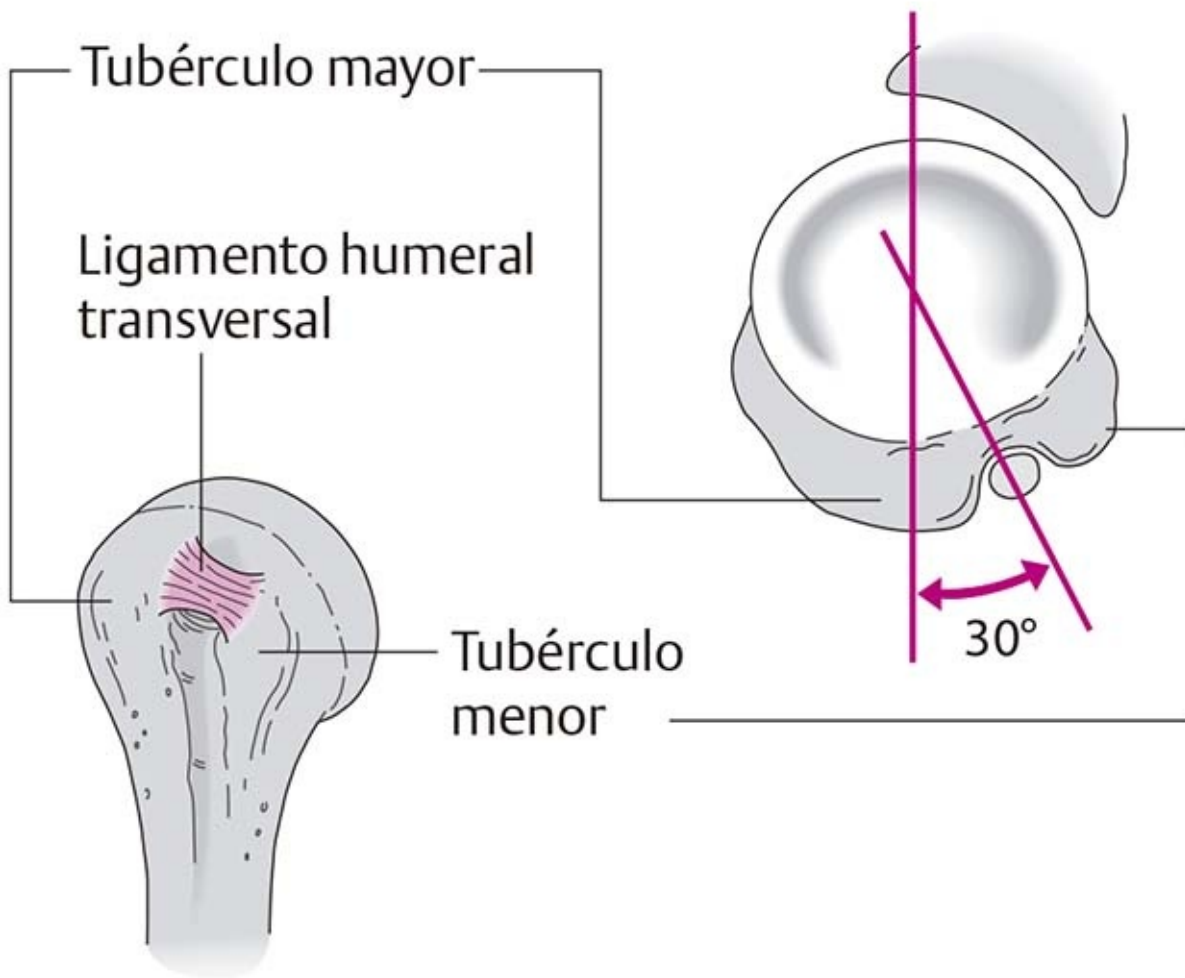
Figura 4-66. Músculo bíceps braquial.

### Cabeza corta

Además de las fibras que se extienden a la apófisis coracoides, también hay una conexión con el ligamento coracoacromial a través de las fibras que lo penetran.

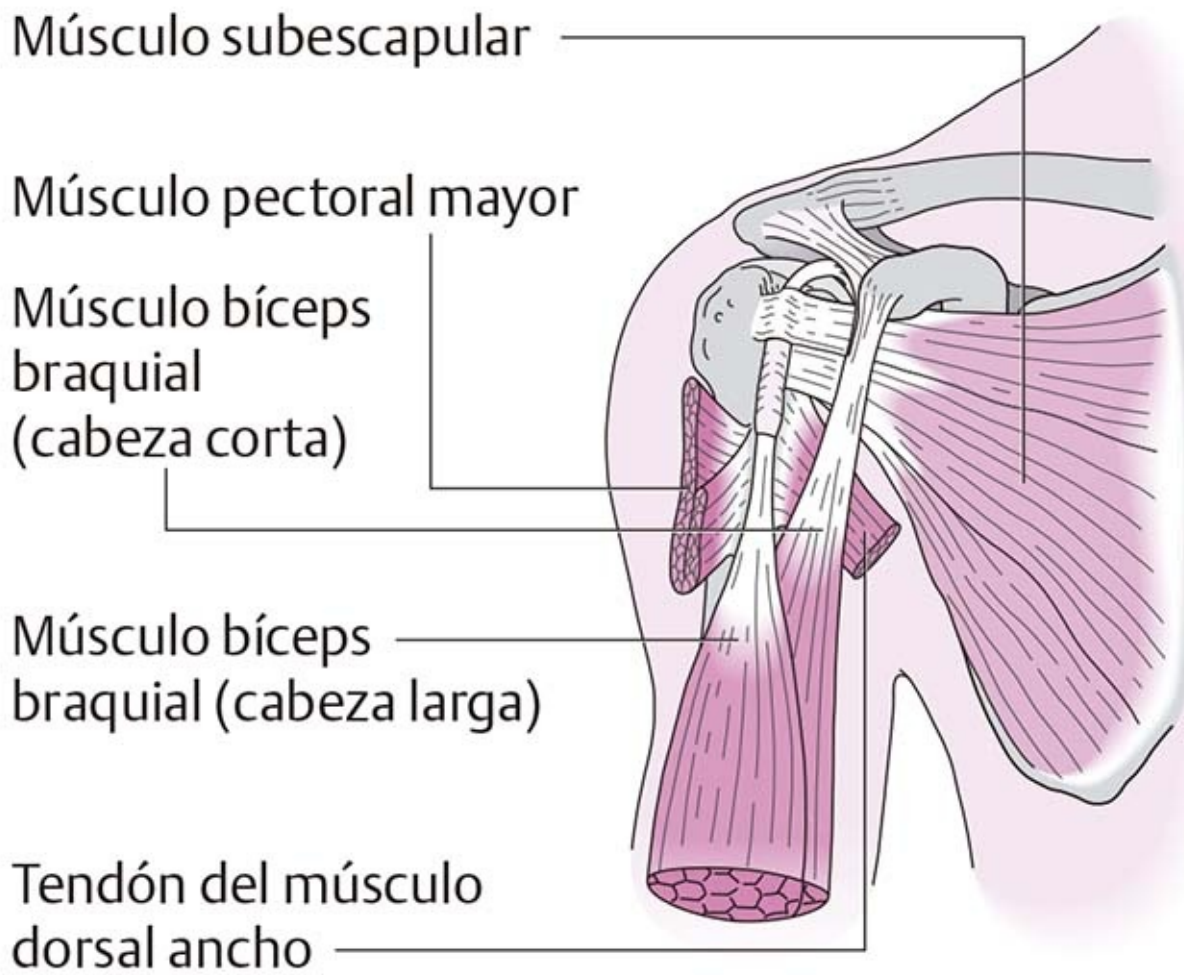
**Función en el hombro.** Flexión, aducción, rotación interna.

### Cabeza larga (figuras 4-66 y 4-69)



**Figura 4-67.** Ligamento humeral transversal. **Figura 4-68.** Posición del surco en relación con el plano sagital.





**Figura 4-69.** Trayecto del tendón de la cabeza larga del bíceps.

- La cabeza larga surge dentro de la articulación, en el tubérculo supraglenoideo. Unas cuantas fibras se extienden al labio.
- Pasa en dirección horizontal a través de la articulación y luego se desvía, casi en ángulo recto, en el surco intertubercular.
- El **ligamento humeral transversal (figura 4-67)** consiste en las regiones fibrosas oblicuas de la cápsula y en fibras superiores del músculo subescapular; mantiene el tendón dentro del surco.
- El surco (**figura 4-68**) forma un ángulo de  $30^\circ$  con una línea sobre el plano sagital que pasa por el centro de la cabeza humeral.
- La distancia desde el punto de fijación en el tubérculo supraglenoideo a la entrada del surco es de 5 cm cuando el brazo pende y de 1.5 cm en abducción. Debido a esta fijación firme, el tendón del bíceps no se desplaza, sino que el húmero se desplaza opuesto a éste.
- Más adelante en su trayecto, el tendón largo del bíceps se encuentra entre el músculo dorsal ancho y el músculo pectoral mayor, que puede ejercer presión sobre el tendón o en la transición músculo-tendón, que se localiza en esta región.

#### **Funciones de la región del hombro:**

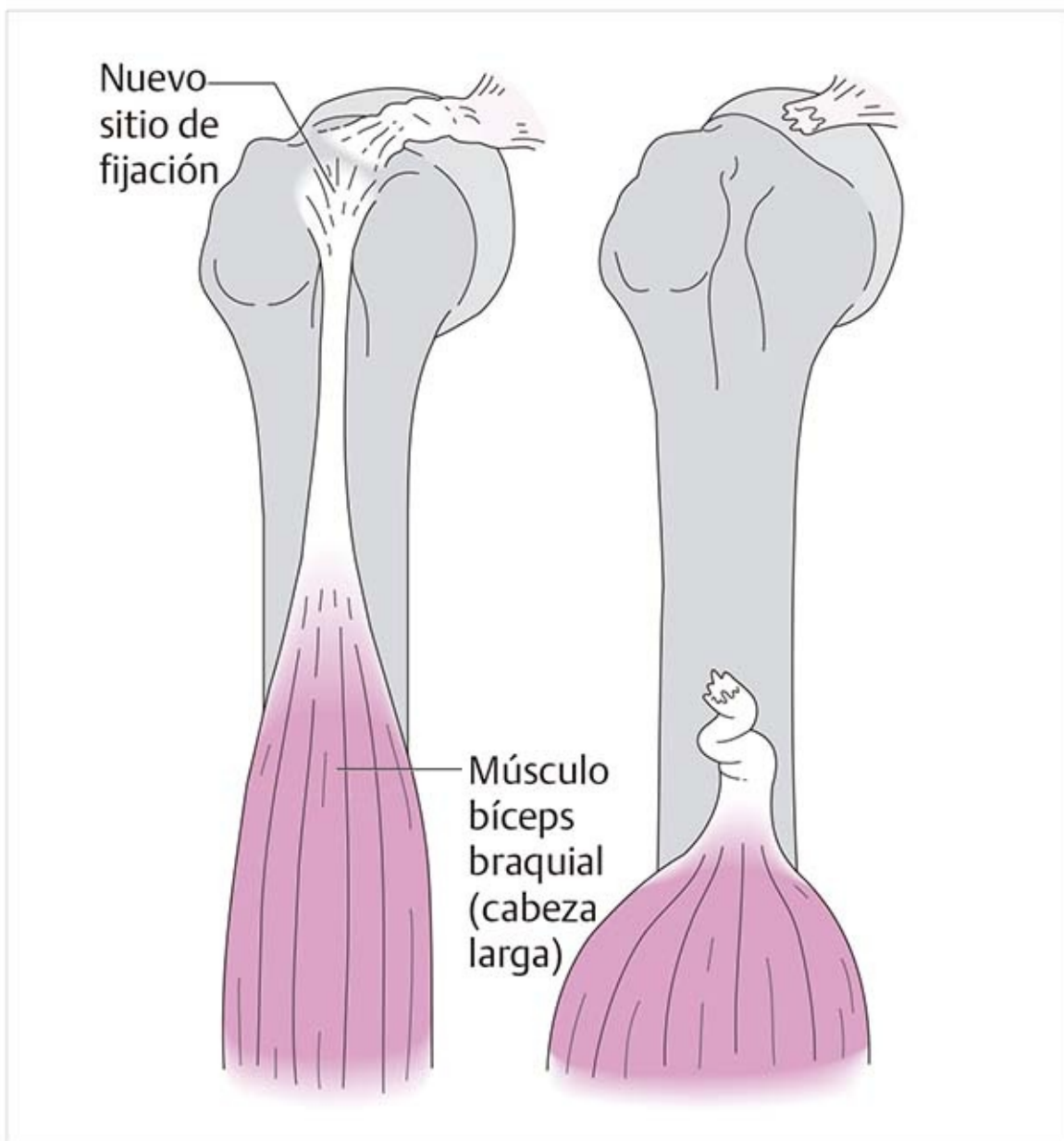
- Abducción, flexión, rotación interna.
- En su trayecto a la cabeza del húmero, ayuda al manguito de los rotadores a deprimir la cabeza humeral.

## Tendinopatía del tendón de la cabeza larga del bíceps

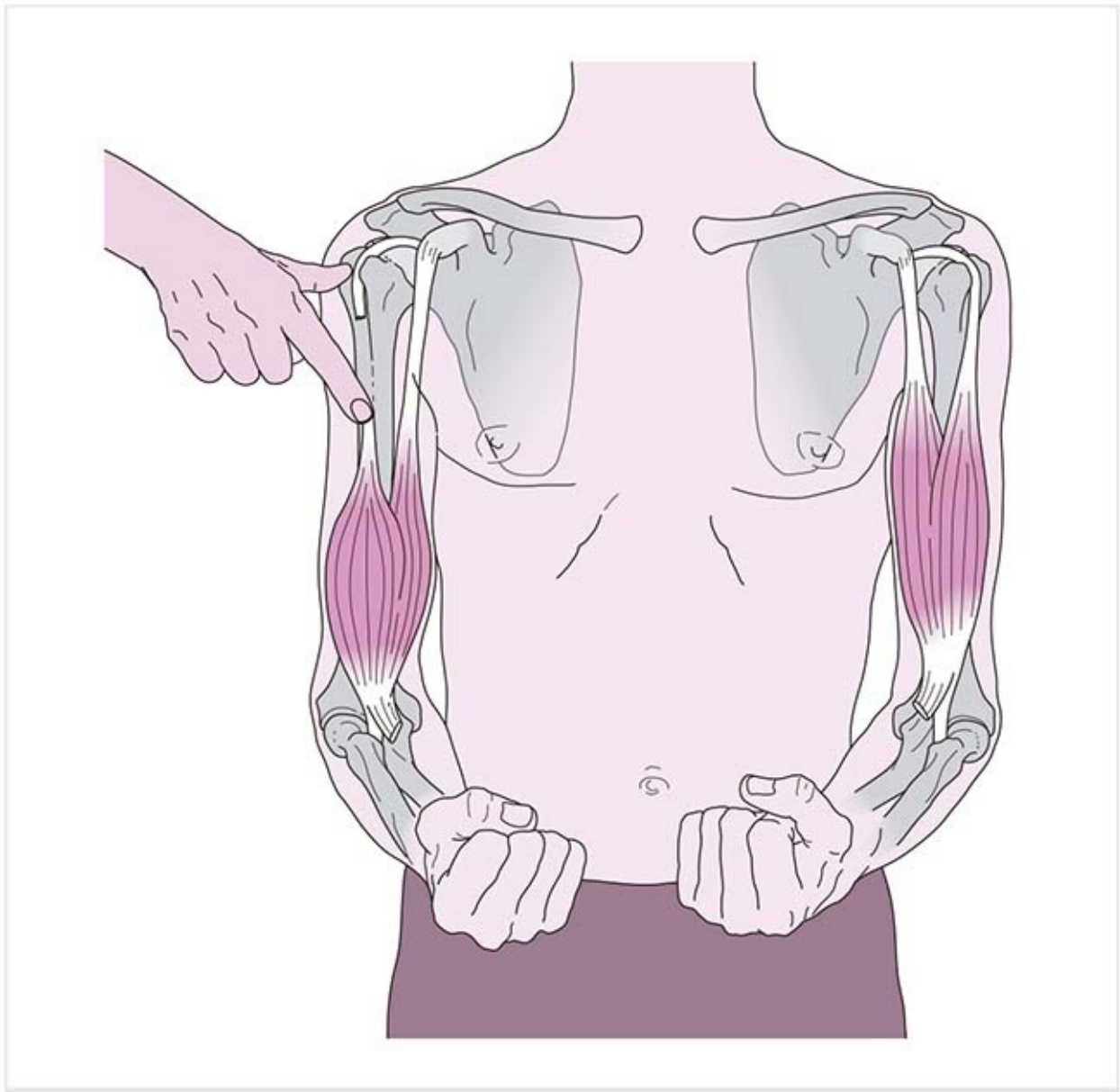
En el **hombro de lanzador**, que se produce en deportes como el *handball*, las partes anteriores de la cápsula y el tendón de la cabeza larga del bíceps se estiran demasiado por el balanceo hacia atrás del brazo (extensión horizontal del hombro). Con el tiempo, esto puede causar tendinopatías o subluxación del tendón fuera del surco.

### Rotura (figura 4-70 y 4-71)

Una torcedura en el tendón indica estrés con desviación y, con esto, un aumento de la carga del tendón. Este punto es propicio a cambios degenerativos como la calcificación o la rotura. Antes que el tendón cicatrice, a menudo intenta curarse a sí mismo con formación de una fijación nueva en el hueso mediante invasión del periostio. Esto puede suceder en varios sitios, como en la entrada del surco o en un sitio más profundo de éste. Este nuevo crecimiento puede identificarse por el nivel del vientre muscular, que se desliza en sentido distal. Cuando hay rotura completa, se observa un descenso consecuente de la fuerza de abducción cercano a 20%. Sin embargo, el fortalecimiento de otros abductores puede compensar esto en un marco temporal razonable.



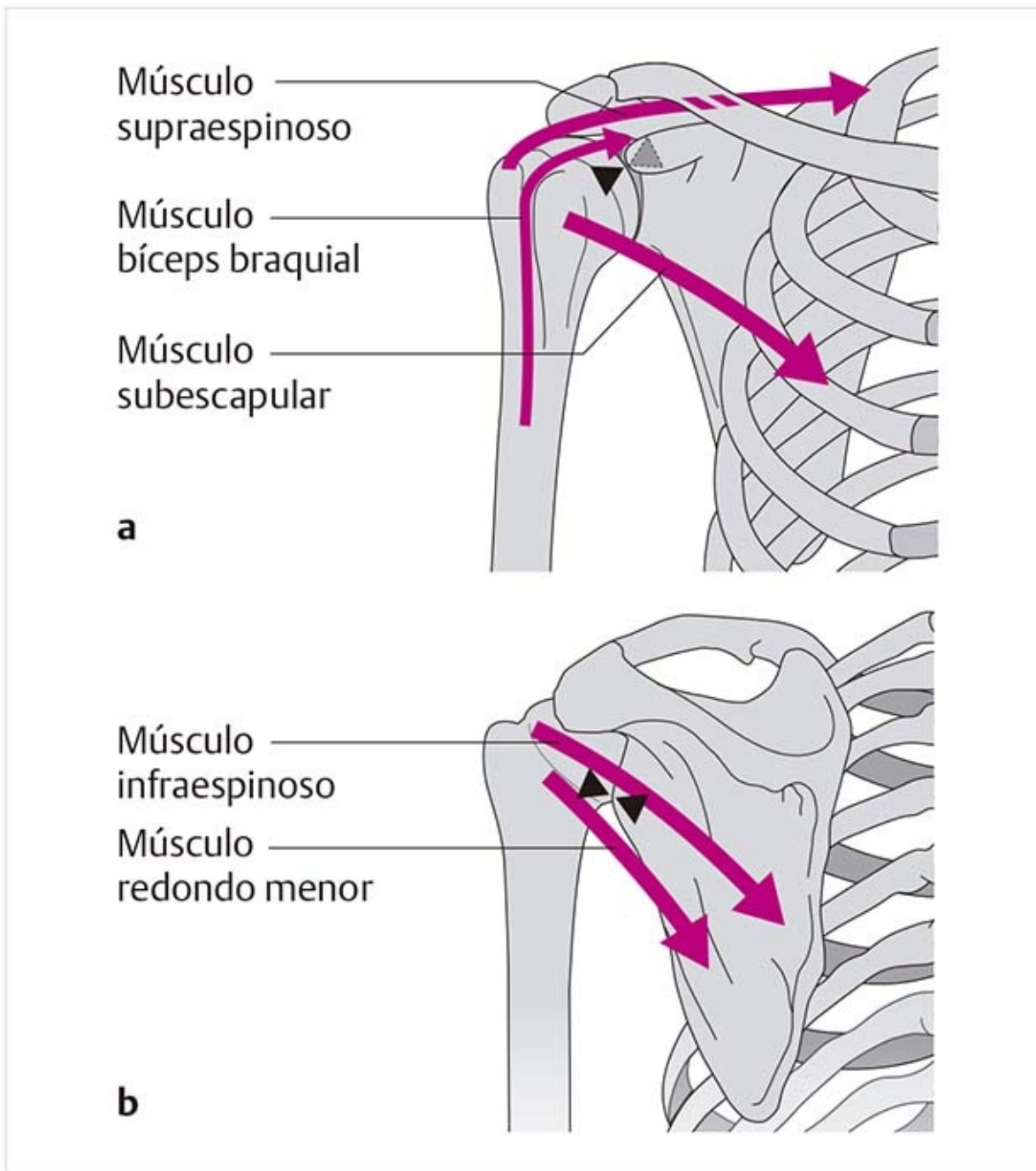
**Figura 4-70.** Rotura de la cabeza larga del tendón del bíceps.



**Figura 4-71.** Palpación comparativa del músculo bíceps braquial para determinar la rotura.

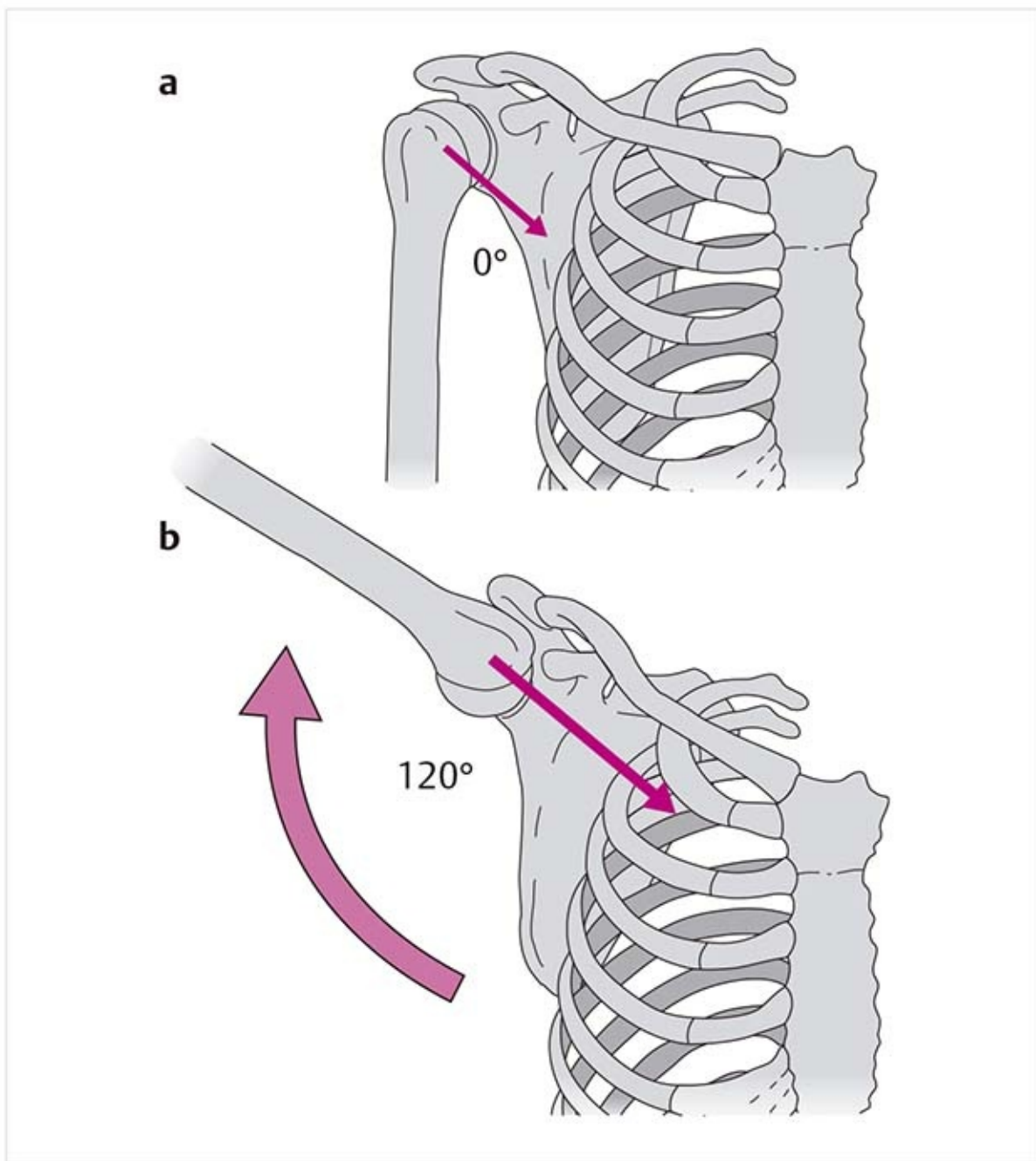
### **Interacción funcional entre el manguito de los rotadores y el músculo deltoides**

En la abducción, el músculo deltoides hace la mayor parte del trabajo. Dado que su componente de fuerza se orienta sobre todo en dirección superior al inicio de la abducción, depende de su interacción con el manguito de los rotadores. El manguito de los rotadores contrarresta esta fuerza, lo que previene la compresión contra el arco coracoacromial. La contracción de estos músculos centra la cabeza humeral en el hueco articular y produce depresión mínima, lo que contrarresta el componente de fuerza dirigido en sentido superior del músculo deltoides (**figura 4-72**).



**Figura 4-72.** Manguito de los rotadores: modo de operación. **(a)** Vista anterior. **(b)** Vista posterior.

Este factor estabilizador se demuestra al determinar las fuerzas que actúan en la articulación (**figura 4-73**). En la posición neutral ( $0^\circ$ ), sólo está activo el músculo deltoides y la fuerza articular resultante, calculada mediante el paralelogramo de fuerzas, se dirige hacia fuera del hueco articular y en dirección superior.

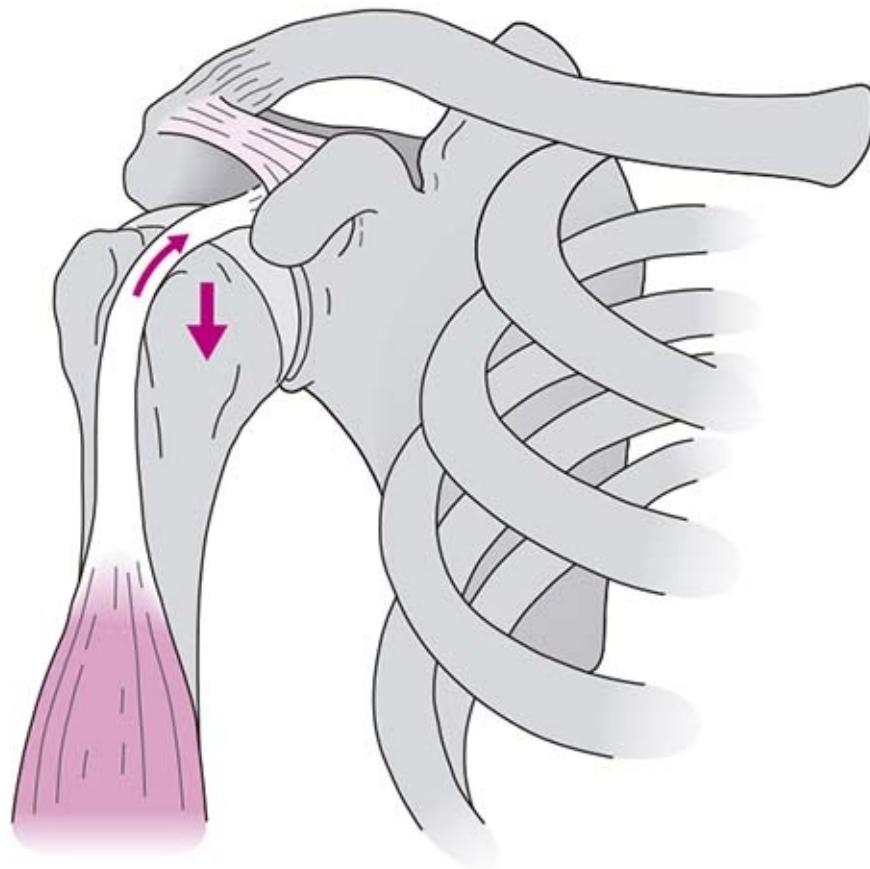


**Figura 4-73.** Dirección y magnitud de la fuerza en la articulación glenohumeral. **(a)** En posición neutral ( $0^\circ$ ). **(b)** A  $120^\circ$  de abducción.

Sin embargo, debido a la contribución del manguito de los rotadores, la dirección de la fuerza resultante cambia. Ahora se orienta hacia abajo y en dirección de la cavidad.

En posición abducida, alrededor de  $120^\circ$ , se extiende casi en ángulo recto a la cavidad.

Debido a su trayecto directo sobre la cabeza del húmero, la cabeza larga del músculo bíceps contribuye a deprimir el húmero (**figura 4-74**).



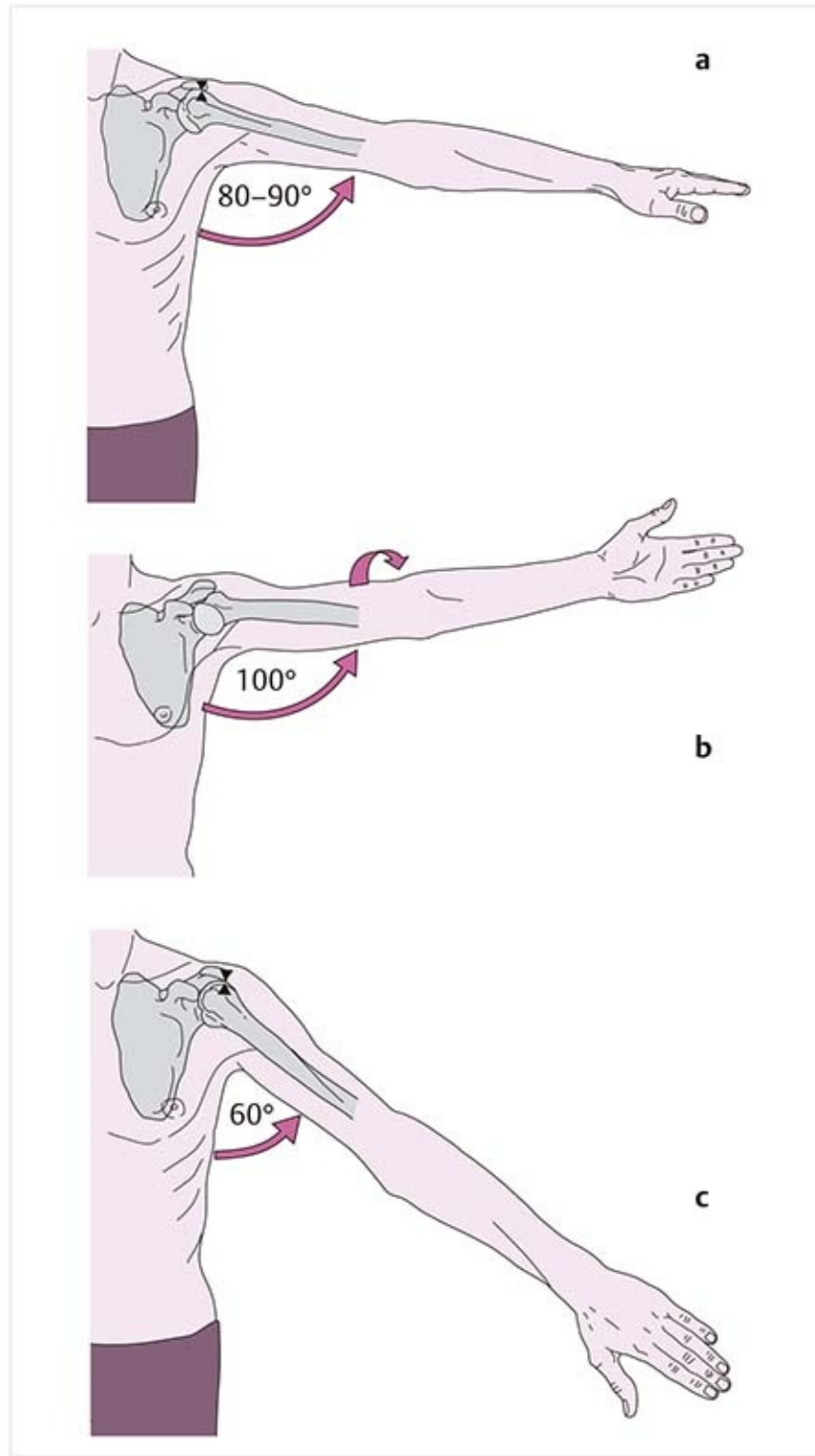
**Figura 4-74.** Efecto depresor de la cabeza larga del tendón del bíceps.

## **Rotación externa automática relacionada con la aducción**

Un brazo que se eleva en abducción y luego se regresa al cuerpo siempre está en rotación externa. Este movimiento ocurre de manera automática para prevenir la compresión del tubérculo mayor del húmero contra el techo del hombro. Como regla, una rotación externa aproximada de 30 a 50° ocurre con un ángulo de abducción de 45 a 80°. Sin embargo, existen ligeras diferencias individuales.

A partir de la **posición neutral para rotación** (0°) es posible una abducción de 80 a 90° (**figura 4-75a**). Esto puede aumentarse en 20 a 30° si el brazo se lleva a la rotación externa máxima porque el tubérculo mayor se desliza bajo el arco coracoacromial en dirección posterior, lo que libera más espacio dentro del espacio subacromial (**figura 4-75b**).

Cuando el brazo se halla en **rotación interna** y abducción, sólo es posible una abducción de 60° porque en esta posición el tubérculo mayor presiona las estructuras dentro del espacio subacromial contra el arco coracoacromial, lo que bloquea cualquier abducción adicional (**figura 4-75c**).

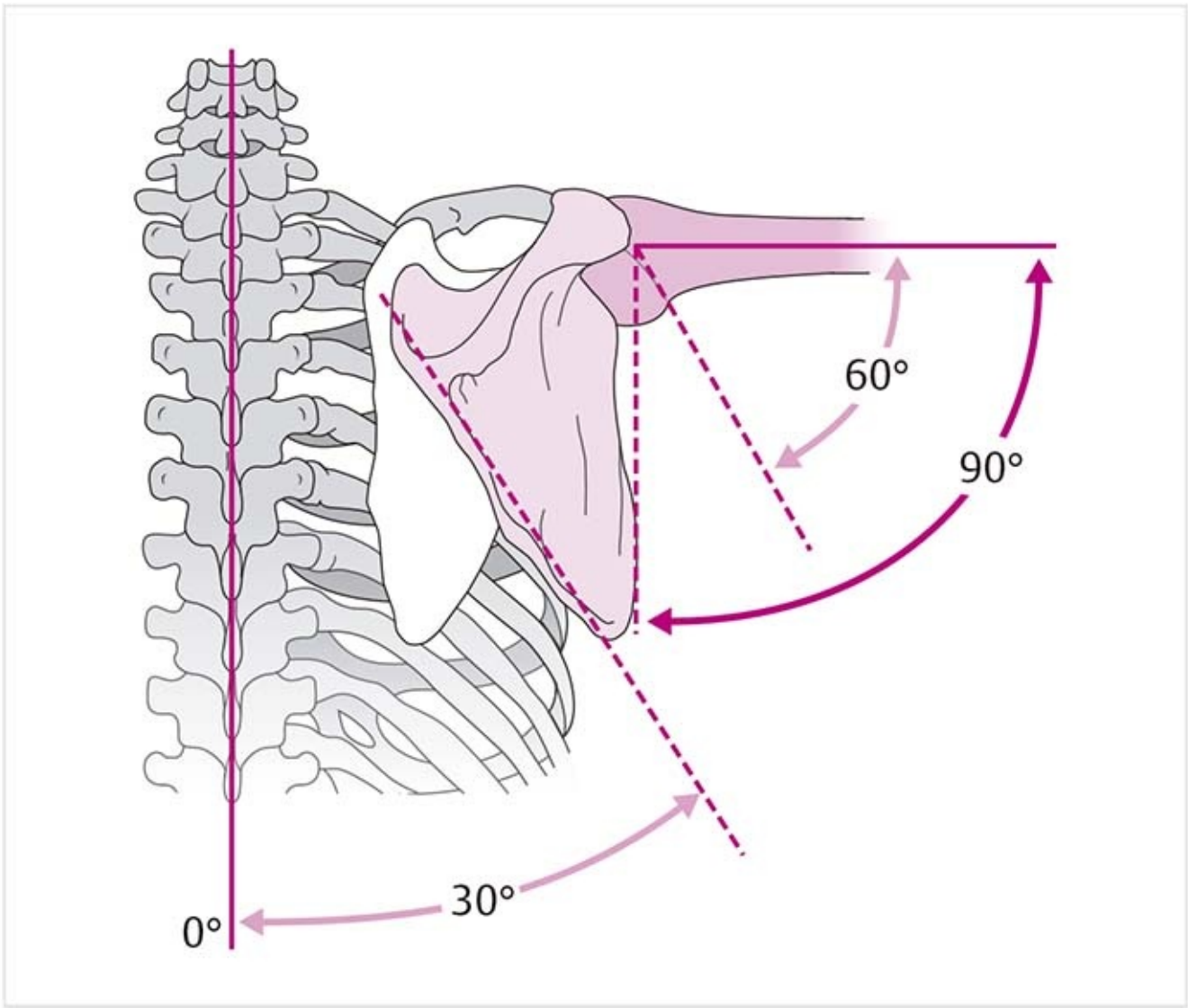


**Figura 4-75.** Abducción. **(a)** En 0° de rotación. **(b)** Con rotación externa. **(c)** Con rotación interna.

### Consejo práctico

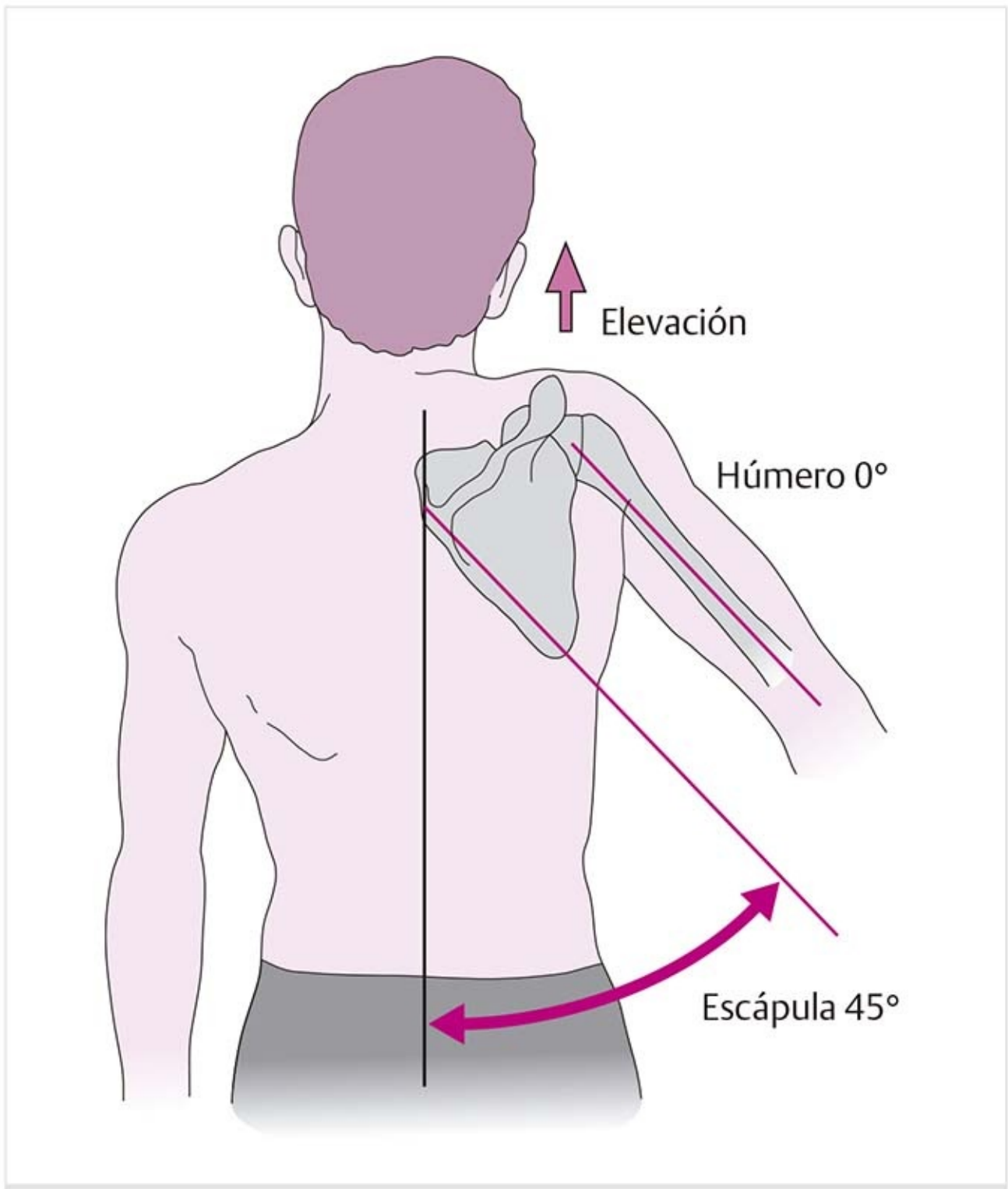
Si existe restricción del movimiento para la rotación externa, no puede esperarse la abducción máxima. En este caso, la rotación externa debe mejorarse para extender la abducción posible.

## Ritmo humeroescapular (figuras 4-76 y 4-77)



**Figura 4-76.** Porciones de movimiento del húmero y la escápula durante la abducción a 90°.





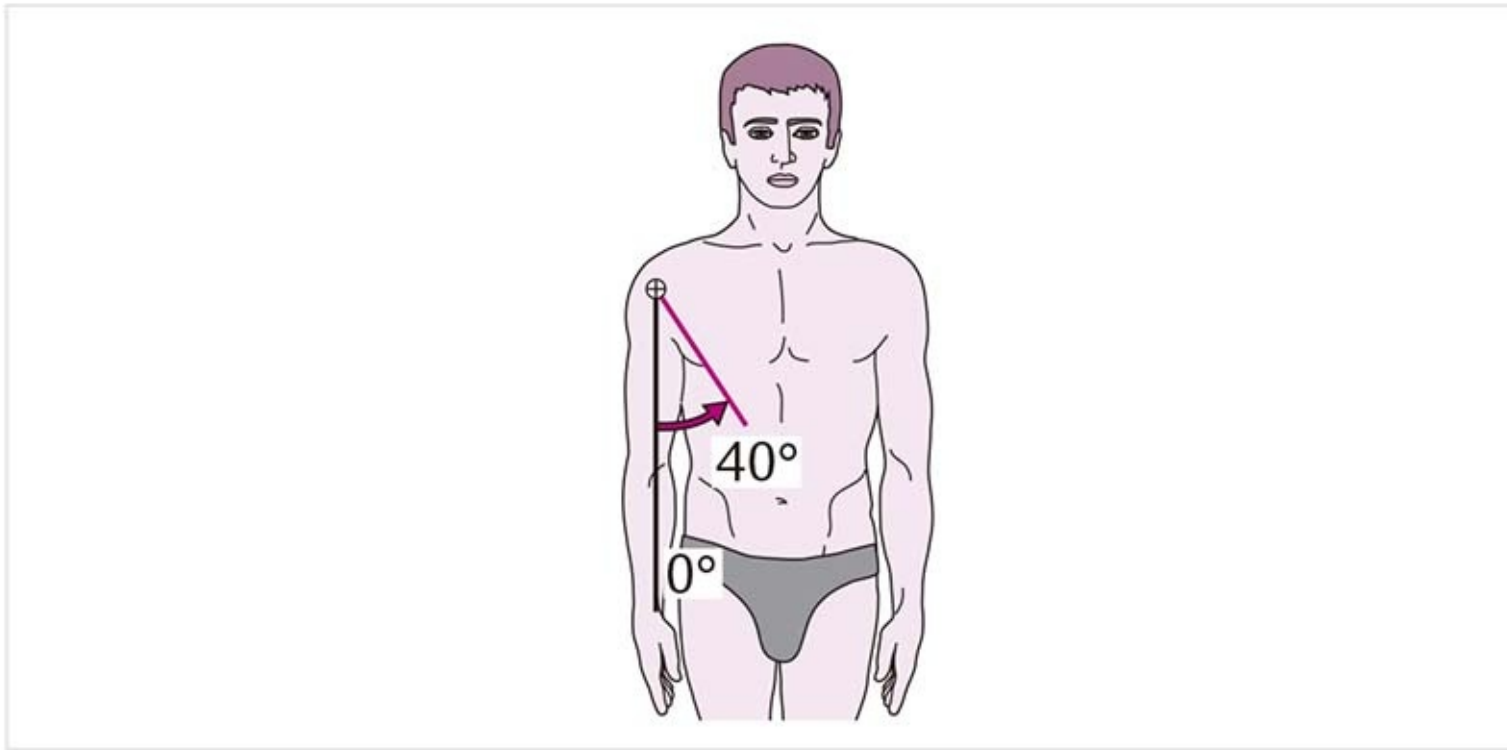
**Figura 4-77.** Movimiento defectuoso en un trastorno del ritmo humeroescapular.

El brazo y la escápula se mueven uno con el otro en una relación 2:1 durante la abducción. Por ejemplo, para una abducción de  $60^\circ$  del brazo, se produce un movimiento de  $40^\circ$  en la articulación glenohumeral y de  $20^\circ$  en el cinturón del hombro. Este proceso se observa sólo si se incluye la escápula en el movimiento de abducción. Con una amplitud mínima de movimiento, este ritmo no es notable.

#### Consejo práctico

El ritmo humeroescapular se altera por trastornos del hombro, a menudo con reversión de la relación. Además, existen movimientos evasivos, como la elevación. Asimismo, la escápula se mueve demasiado pronto, casi siempre de inmediato. La causa puede radicar en el aumento del tono muscular en los aductores en la parte posterior de la axila o en el despliegue defectuoso del receso axilar. La debilidad sustancial de los abductores también puede influir en el ritmo.

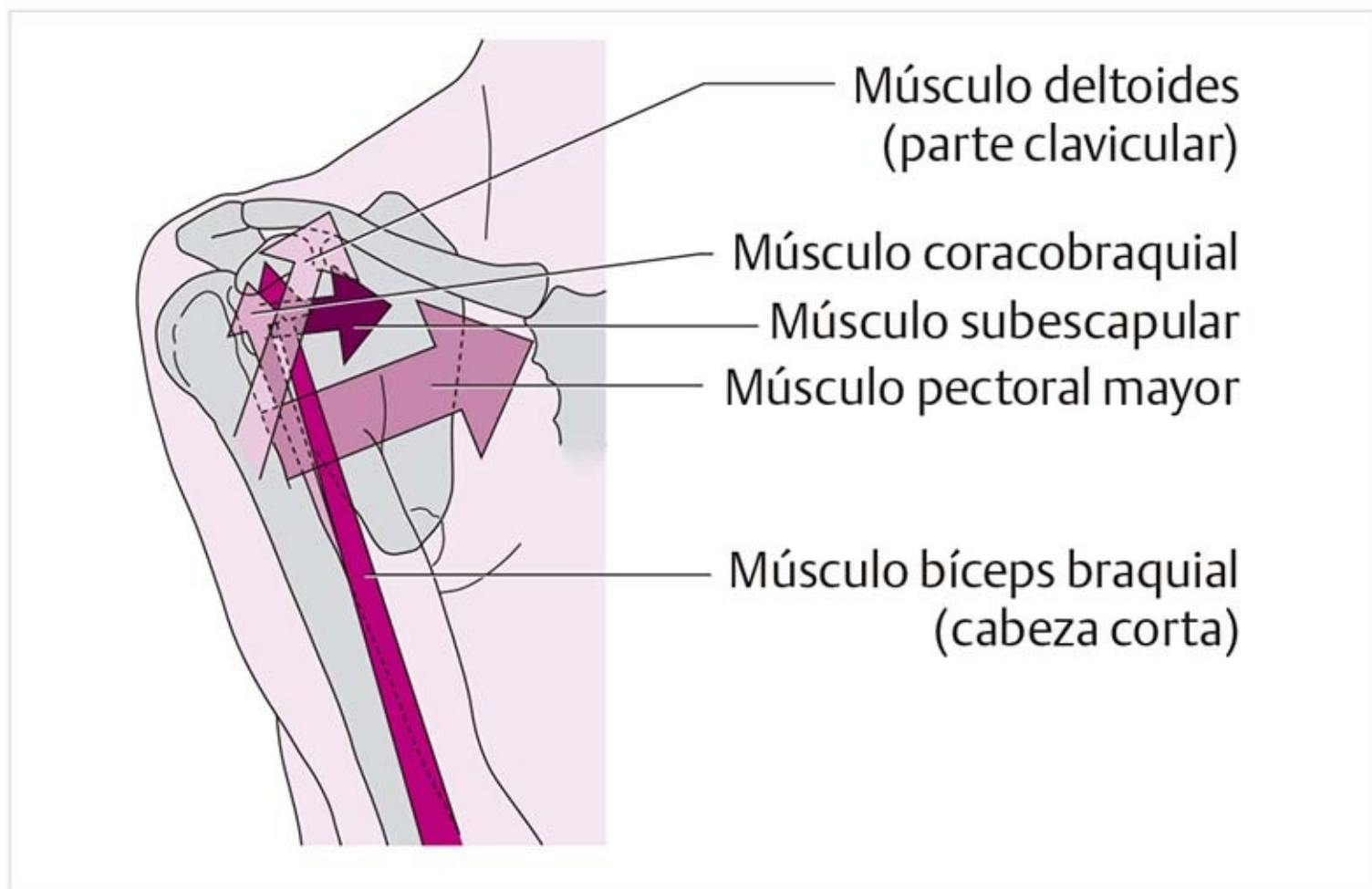
### 4.3.2 Aducción (figura 4-78)



**Figura 4-78.** Amplitud de movimiento, aducción.

La **amplitud de movimiento** es de 40 a 50°. En la posición neutral, la aducción no es posible porque el tronco se encuentra en el trayecto. Por lo tanto, según sea el perímetro abdominal del paciente, la medición regular se efectúa frente al cuerpo, a 45 o 90° de flexión (flexión horizontal).

Los músculos que realizan la aducción anterior son (**figura 4-79**):

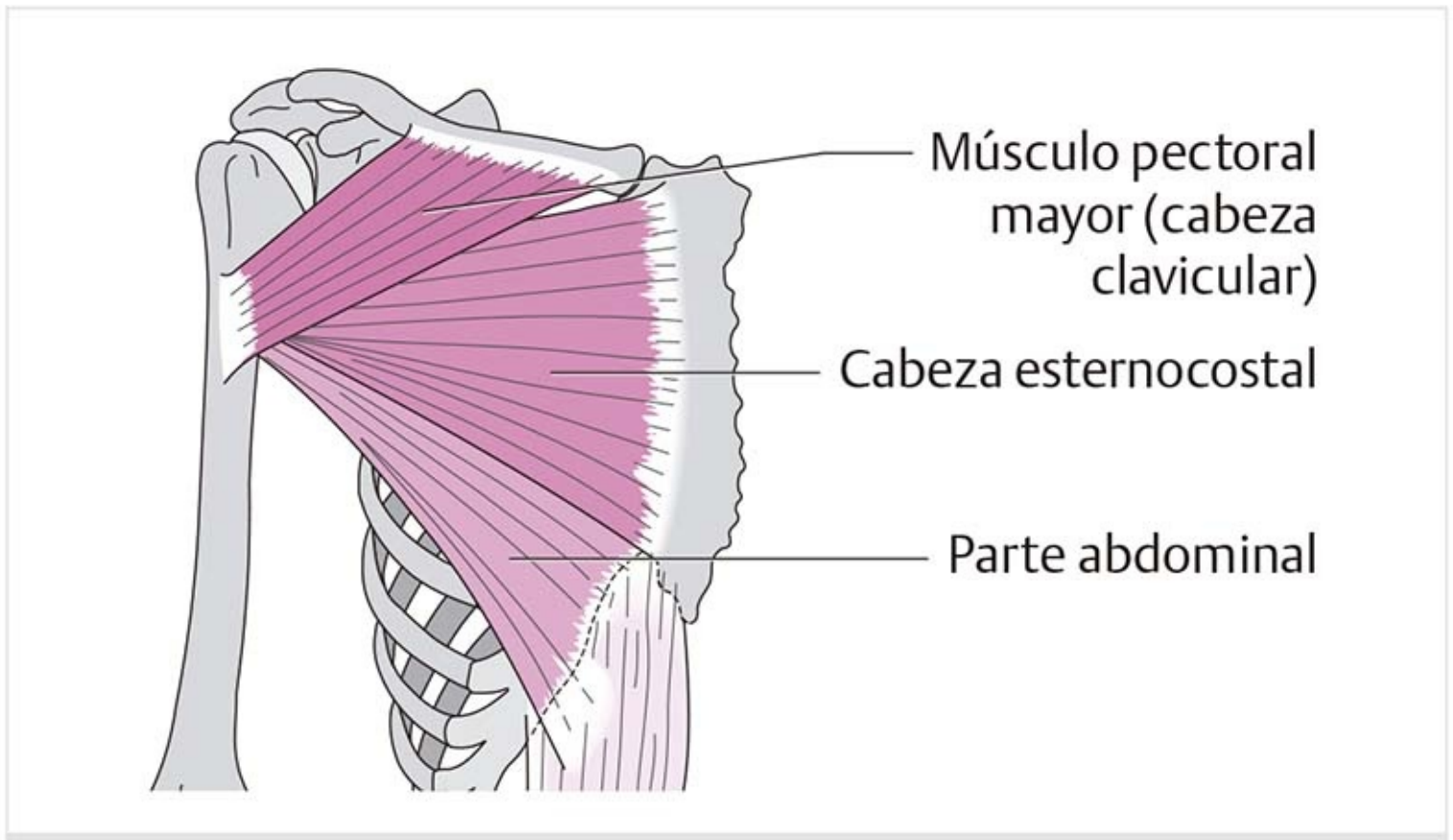


**Figura 4-79.** Aductores.

- Músculo pectoral mayor.

- Músculo subescapular.
- Músculo coracobraquial.
- Músculo bíceps braquial, cabeza corta.
- Músculo deltoides, parte clavicular.

### Músculo pectoral mayor (figura 4-80)



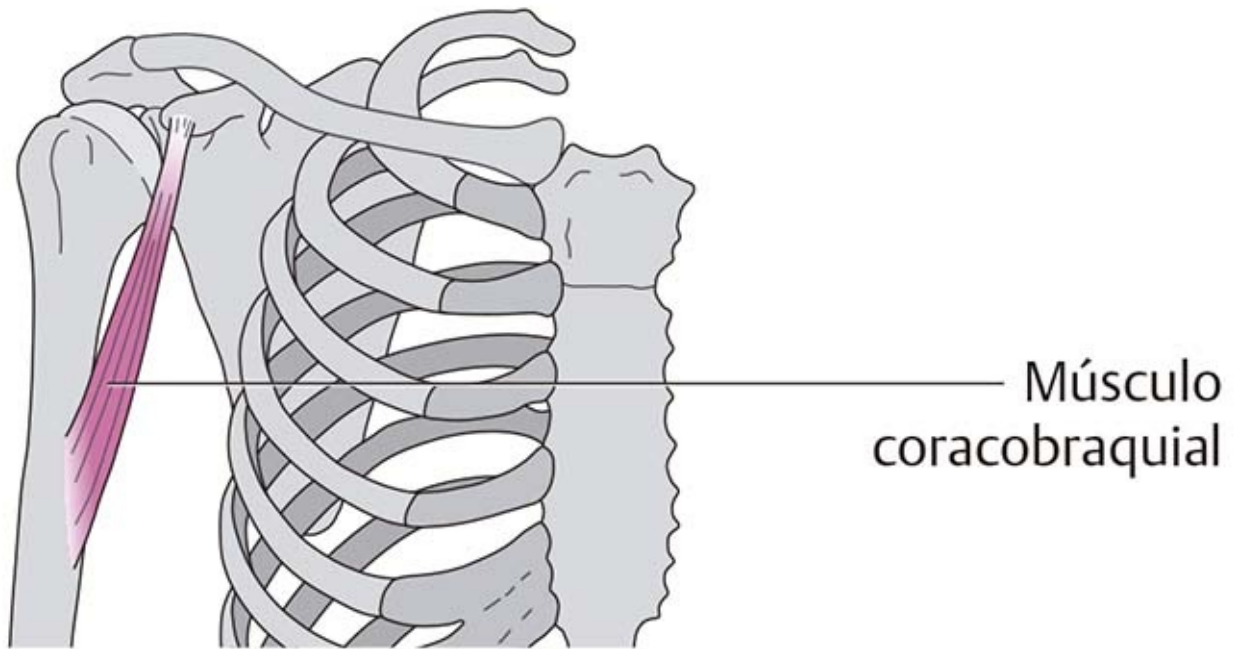
**Figura 4-80.** Músculo pectoral mayor.

- Tiene tres partes: cabeza clavicular, cabeza esternocostal y parte abdominal.
- Forma el pliegue axilar anterior.
- Sus fibras se desvían 180° en la región axilar anterior, por lo que la parte abdominal es más lejana, posterior y superior, sobre la cresta del tubérculo mayor, y la cabeza clavicular se halla en posición inferoanterior.

#### **Funciones:**

- Aducción y rotación interna.
- La cabeza clavicular produce flexión. La parte abdominal tiene acción antagónica y lleva el brazo elevado hacia atrás contra resistencia.
- Con el extremo fijo en el brazo, tira del cinturón del hombro en dirección anteroinferior.
- Con el extremo fijo en el brazo y el cinturón del hombro, las dos partes inferiores del músculo ayudan a la inspiración.

### Músculo coracobraquial (figura 4-81)



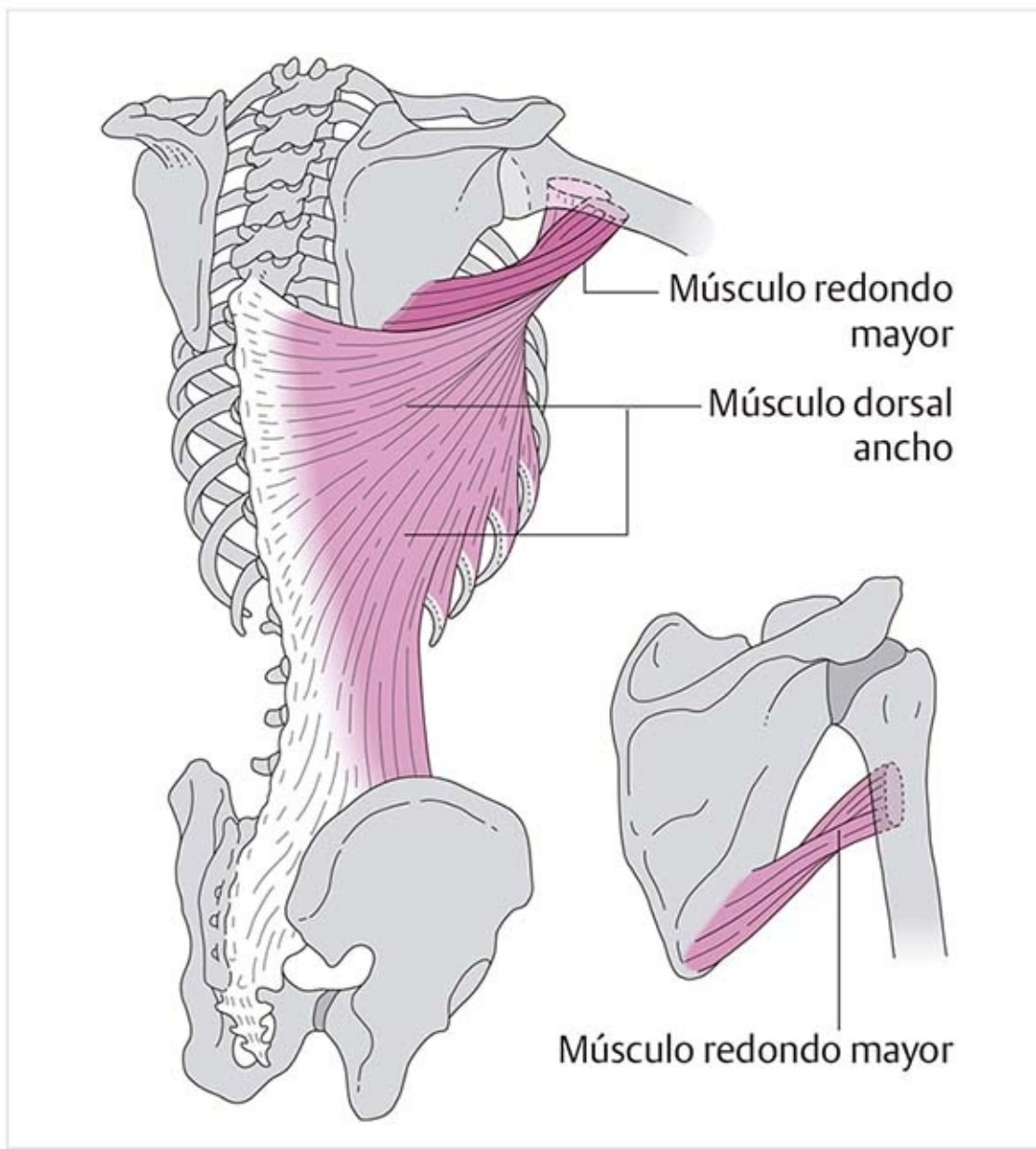
**Figura 4-81.** Músculo coracobraquial.

En su origen y trayecto, el coracobraquial se encuentra bajo la cabeza corta del músculo bíceps, por lo que tiene la misma función en la región del hombro: abducción, flexión y rotación interna.

Los siguientes músculos se activan para producir la aducción posterior:

- Músculo redondo mayor.
- Músculo dorsal ancho.
- Músculo redondo menor.
- Músculo infraespinoso.
- Músculo tríceps braquial, cabeza larga.
- Músculo deltoides, parte espinal.
- Músculos romboideos.

### **Músculo redondo mayor (figura 4-82)**



**Figura 4-82.** Músculos redondo mayor y dorsal ancho.

- Éste se tuerce en su inserción, como ocurre con el músculo dorsal ancho.
- Se inserta en la cresta del tubérculo menor, justo detrás del dorsal ancho.

**Funciones:**

- Aducción, extensión, rotación interna.
- Con el extremo fijo en el brazo, se produce rotación externa de la escápula.

**Músculo dorsal ancho (figura 4-82)**

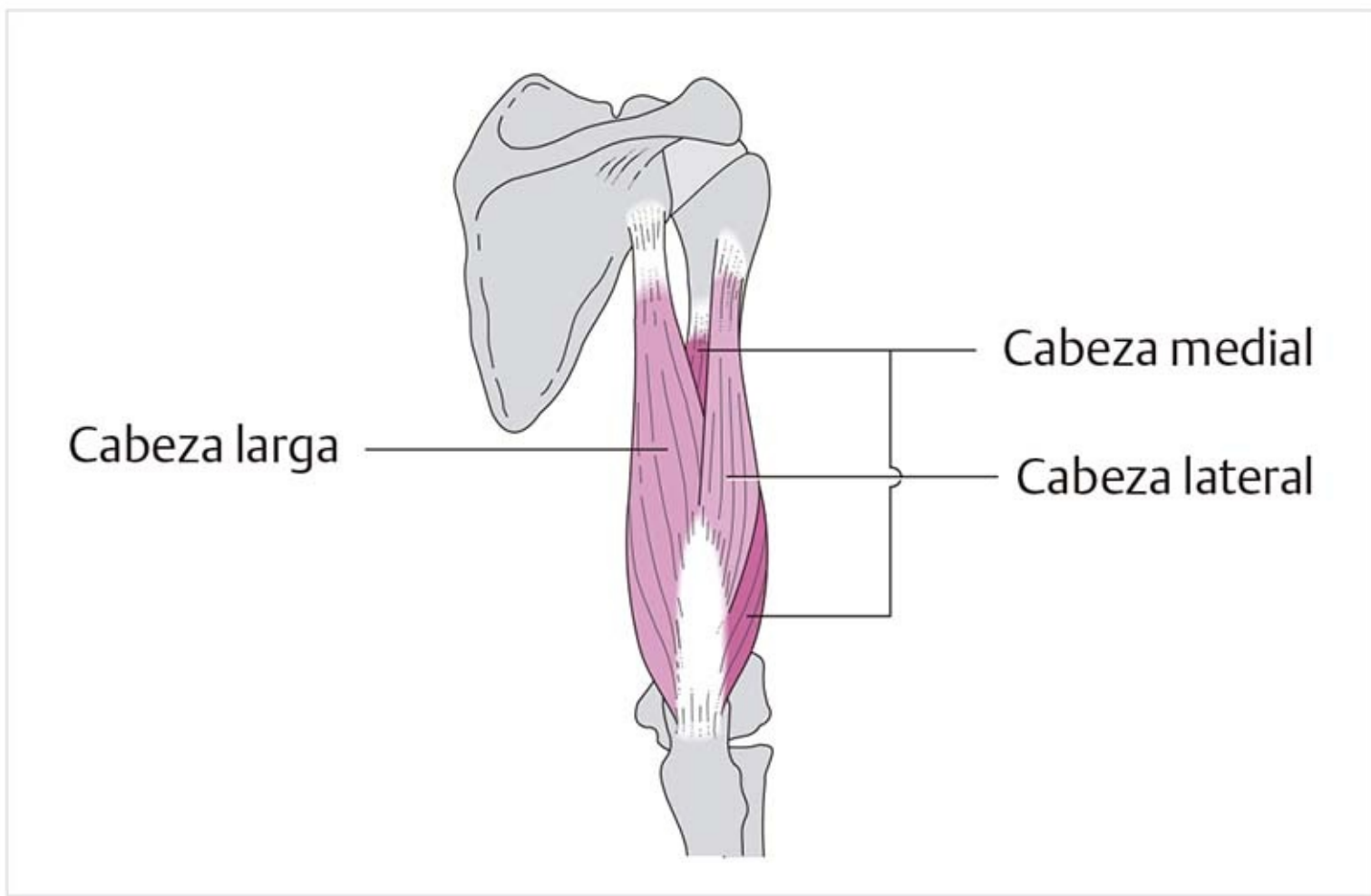
- Este músculo tiene cuatro partes: escapular, vertebral, costal e iliaca.
- En el sitio de inserción en el húmero, unas cuantas fibras se extienden al surco intertubercular.
- Forma el pliegue axilar posterior.
- Poco antes de su inserción, gira 180° para que la parte iliaca se inserte más lejos en dirección anterior y superior.

**Funciones:**

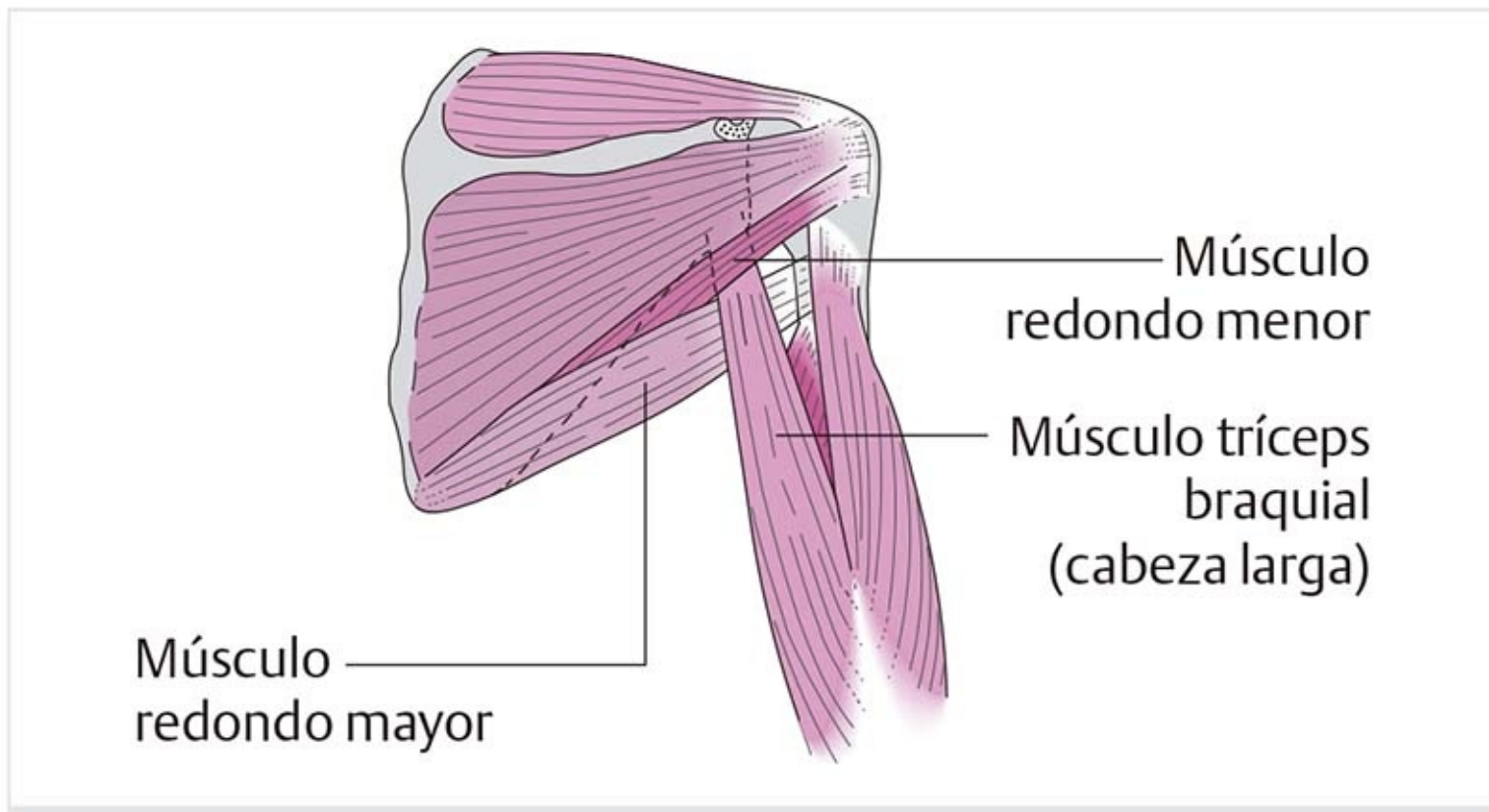
- Aducción, extensión, rotación interna.
- Con el extremo fijo en el húmero, produce rotación externa de la escápula, y la parte costal contribuye a la inspiración. Durante el proceso de la tos, las costillas se fijan y sirven como extremo fijo para el

diafragma.

## Músculo tríceps braquial, cabeza larga (figuras 4-83 y 4-84)



**Figura 4-83.** Músculo tríceps braquial.

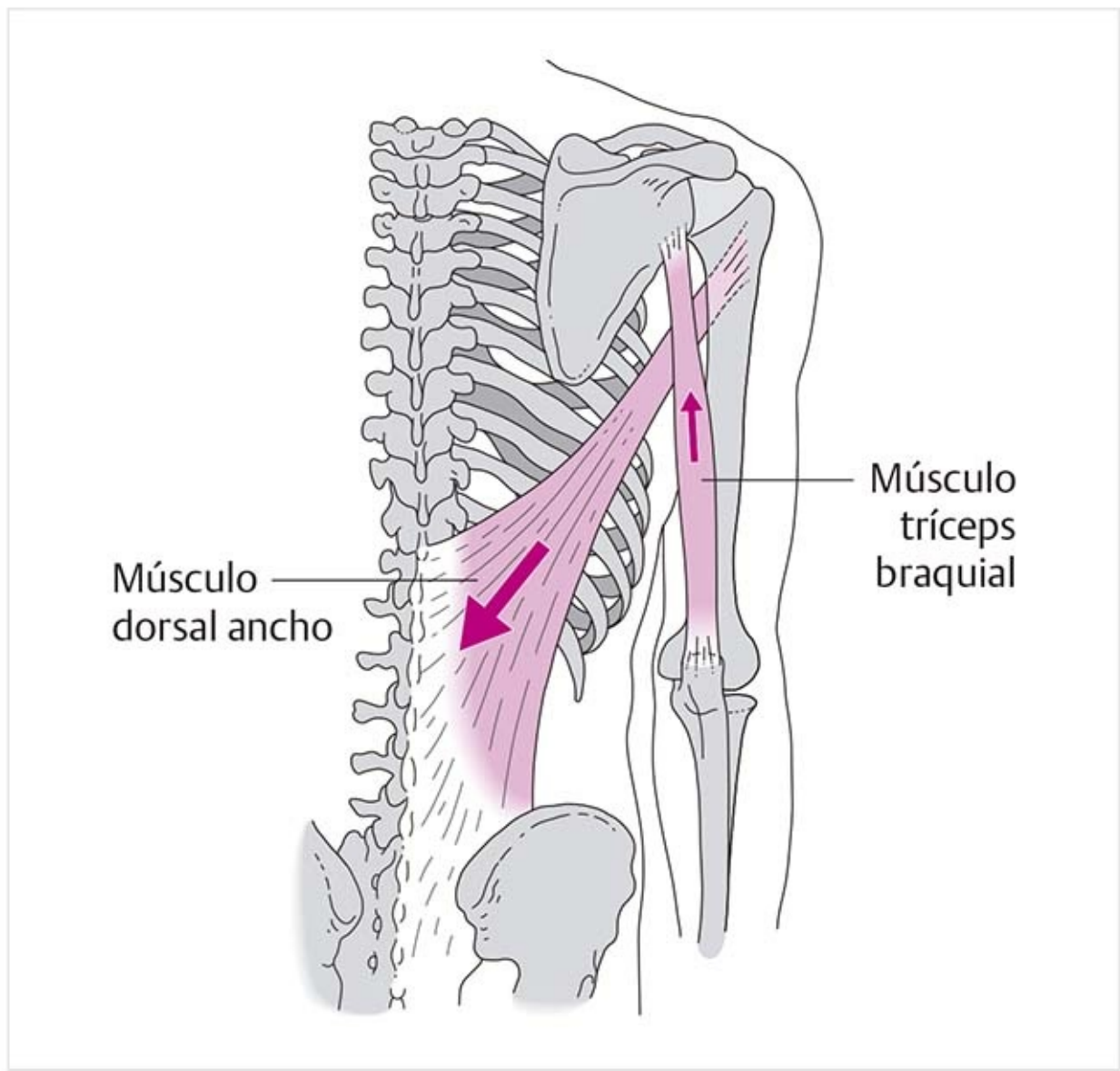


**Figura 4-84.** Trayecto del tendón largo del tríceps en la axila.

- El origen es el tubérculo infraglenoideo, pero el músculo no es intraarticular.
- Unas cuantas fibras se extienden en la cápsula.
- En la parte posterior de la axila, los músculos dorsal ancho y redondo mayor cruzan por delante de él y el músculo redondo menor por detrás.

**Función en la región del hombro.** Aducción, extensión.

**Sinergia entre los músculos tríceps braquial y dorsal ancho (figura 4-85)**



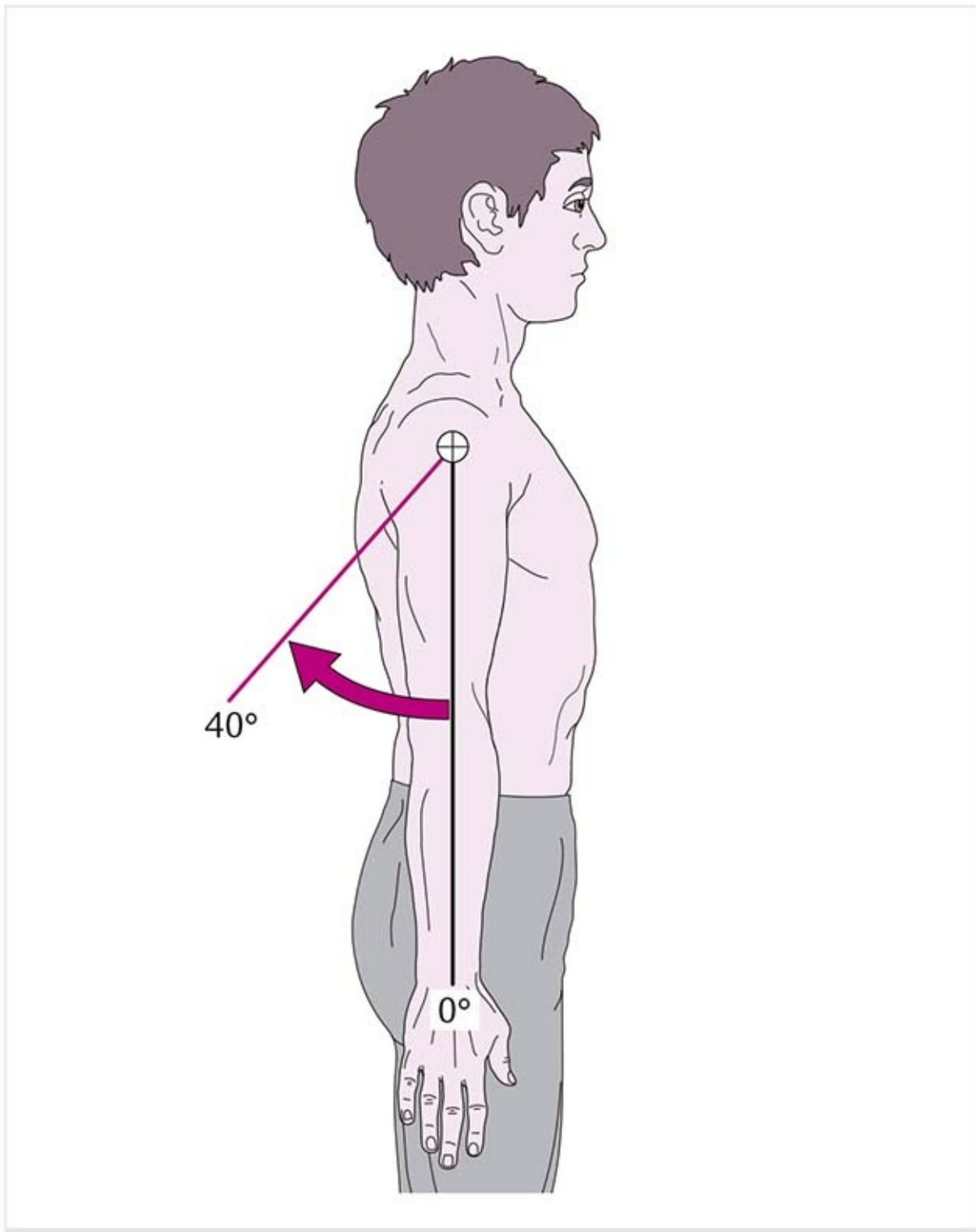
**Figura 4-85.** Sinergismo entre los músculos tríceps braquial y dorsal ancho.

La tensión causada por la cabeza larga del músculo tríceps braquial ejerce tracción en la cabeza humeral hacia arriba contra el arco coracoacromial. Este efecto de compresión se opone al músculo dorsal ancho, que tira de la cabeza humeral hacia abajo. Estos músculos funcionan de manera sinérgica en su efecto sobre el hombro.

#### Consejo práctico

En un síndrome por compresión, la tensión isométrica de los músculos, por ejemplo para extender el codo, puede ser dolorosa porque hay compresión en el espacio subacromial. La tensión dirigida hacia la extensión y aducción del hombro no es dolorosa porque, en ese caso, el músculo dorsal ancho se activa y la cabeza humeral se mueve hacia abajo al mismo tiempo.

### 4.3.3 Extensión (figura 4-86)

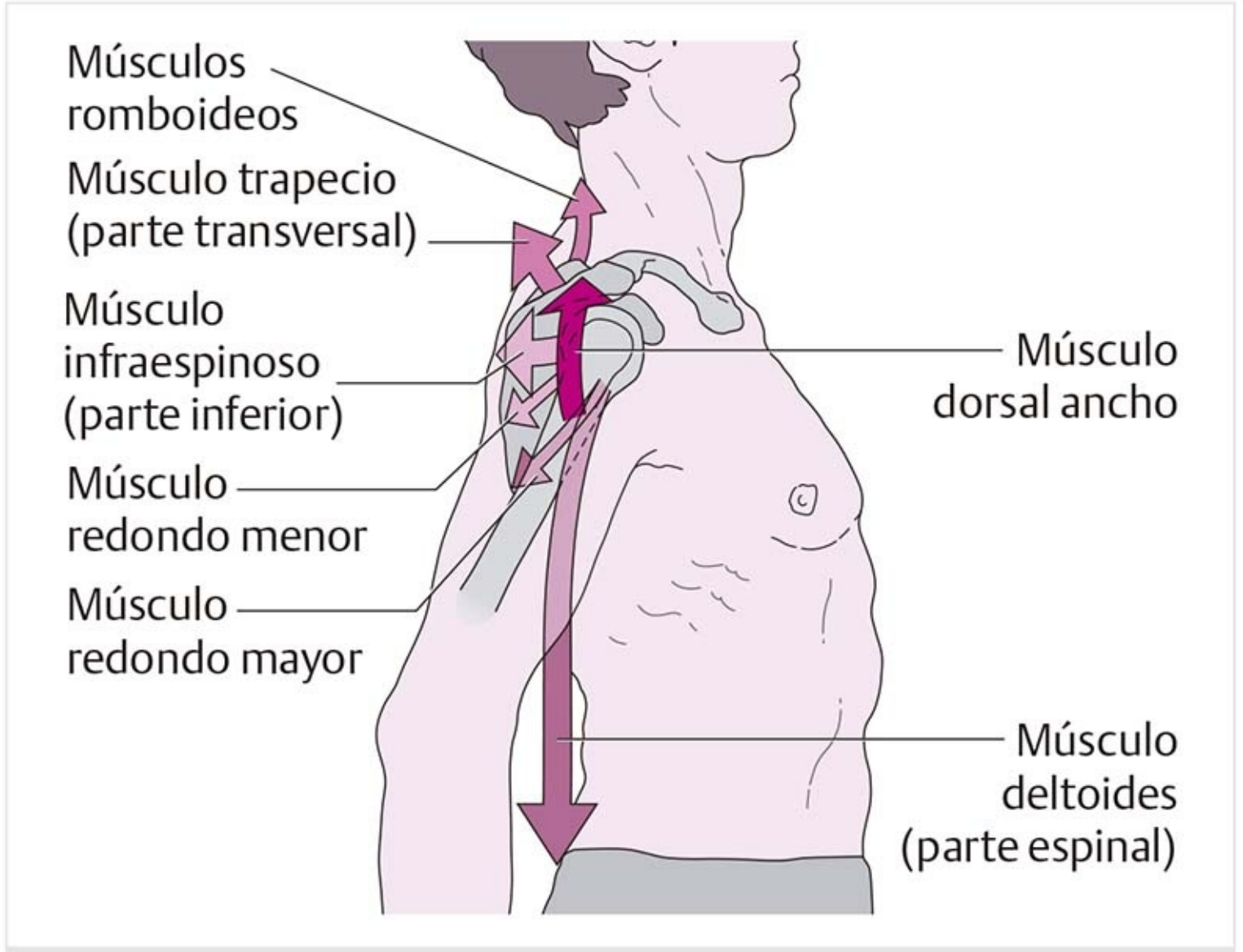


**Figura 4-86.** Amplitud de movimiento: extensión.

La **amplitud de** movimiento es de 40 a 50°.

Los músculos que extienden el hombro son (**figura 4-87**):

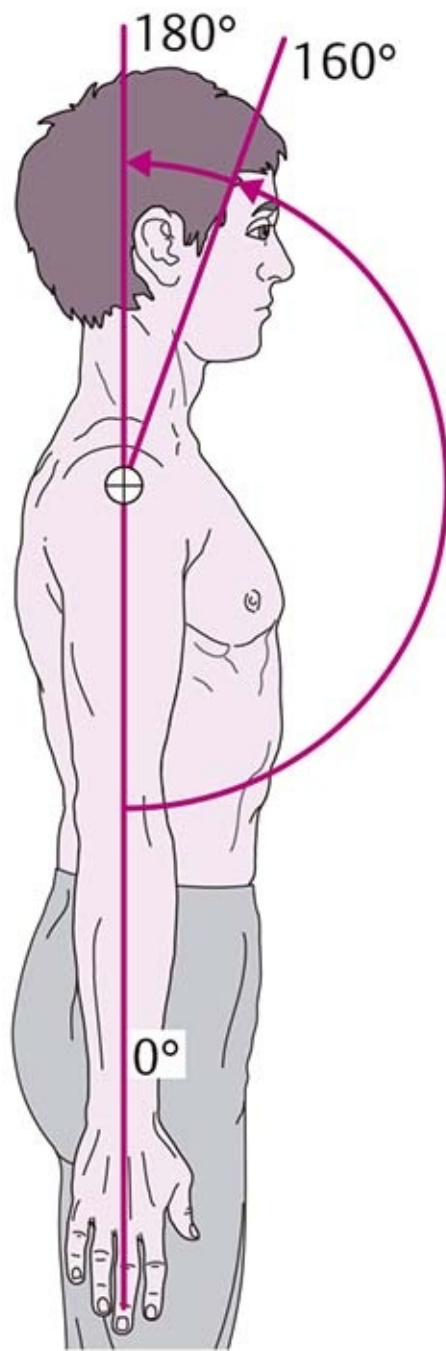




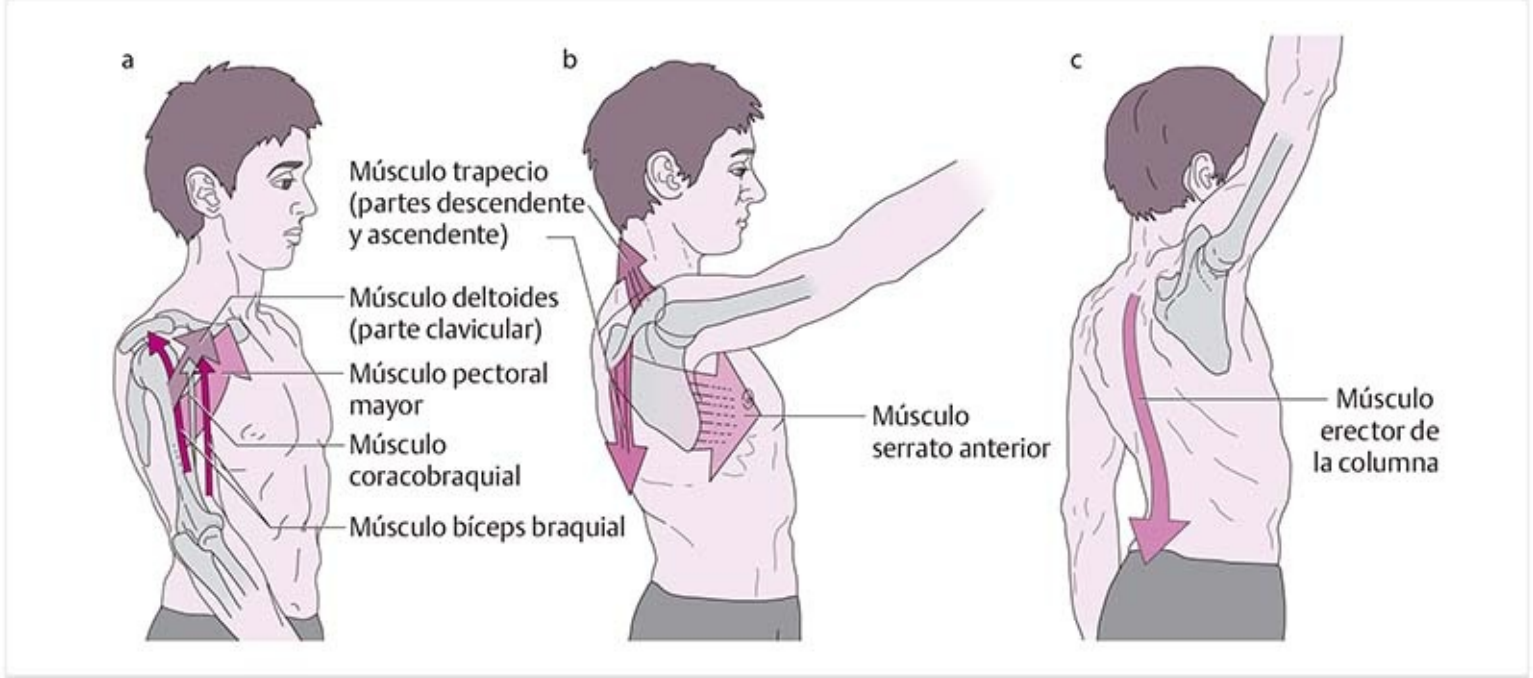
**Figura 4-87.** Músculos extensores.

- Músculo dorsal ancho.
- Músculo redondo mayor.
- Músculo redondo menor.
- Músculo deltoides, parte espinal.
- Músculo tríceps braquial, cabeza larga.
- Músculo trapecio, partes ascendente y transversal.
- Músculos romboideos.

#### **4.3.4 Flexión (figuras 4-88 y 4-89)**



**Figura 4-88.** Amplitud de movimiento: flexión.



**Figura 4-89.** Flexión. **(a)** Por movimiento en la articulación glenohumeral. **(b)** Por rotación externa de la escápula. **(c)** Por movimiento de la columna vertebral.

La **amplitud de movimiento** es de 180°.

Tal y como ocurre con la abducción, el movimiento completo se divide en tres fases, pero éstas no están tan bien definidas. Las transiciones tienen lugar mucho antes; la escápula participa en el movimiento de inmediato y el movimiento puede notarse en las costillas y la columna torácica cuando se alcanza una flexión de 100°.

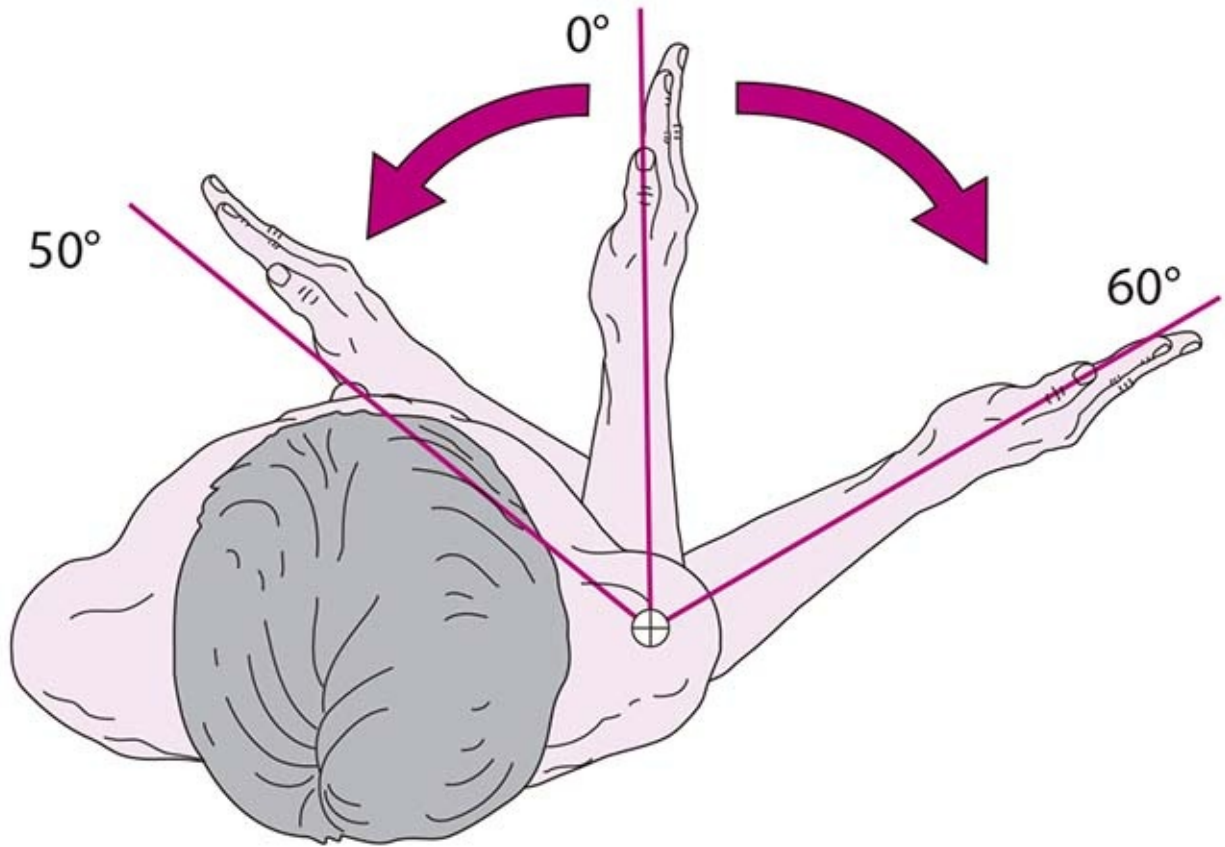
Si la escápula está fija, la flexión se limita a 100 a 110°. Si se impide la continuación del movimiento hacia la espina, la flexión se limita a 160°.

Músculos que mueven el brazo (a)	Músculos que mueven el hombro (b)	Músculos que mueven la columna vertebral (c)
Músculo deltoides, parte clavicular Músculo pectoral mayor, parte clavicular Músculo bíceps braquial Músculo coracobraquial	Músculo trapecio, partes descendente y ascendente Músculo serrato anterior	Músculo erector de la columna

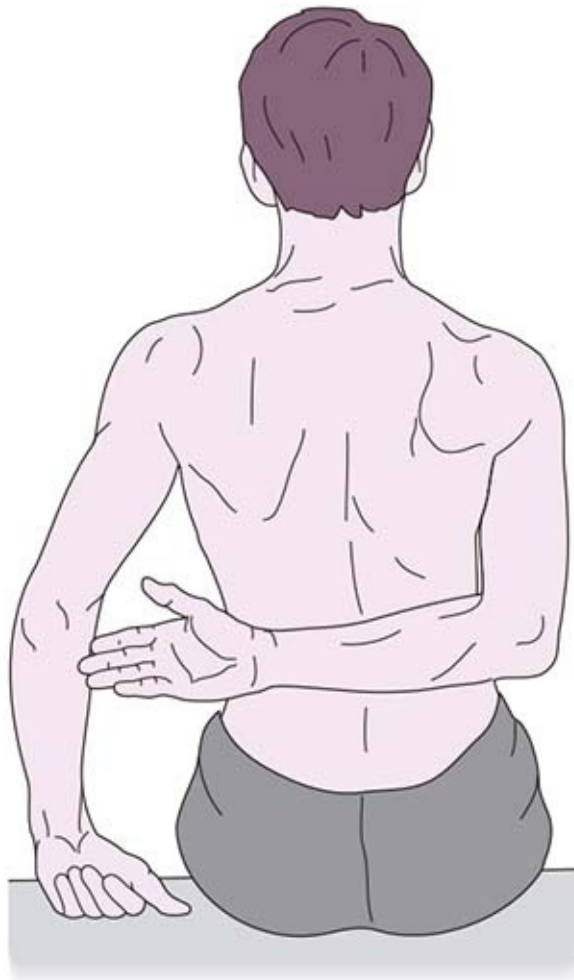
### 4.3.5 Rotación (figuras 4-90 y 4-91)

Rotación interna

Rotación externa



**Figura 4-90.** Amplitud de movimiento: rotación externa e interna.



**Figura 4-91.** Rotación interna máxima.

La **amplitud de movimiento** se mide desde la posición neutral ( $0^\circ$ ): rotación externa/rotación interna =  $60^\circ/95^\circ$ .

El antebrazo colocado detrás de la espalda corresponde a  $95^\circ$  de rotación interna.

Al relajar y tensar las estructuras ligamentosas de la cápsula, la amplitud de movimiento cambia: rotación externa/rotación interna =  $90^\circ/60^\circ$ , cuando el brazo se coloca en abducción a  $90^\circ$ .

El eje de rotación corresponde a un eje que pasa por el espacio medular del cuerpo humeral.

### **Rotadores externos (figura 4-92)**

- Músculo infraespinoso.
- Músculo redondo menor.
- Músculo deltoides, parte espinal.
- Músculo tríceps braquial, cabeza larga.

### **Rotadores internos (figura 4-93)**

- Músculo subescapular.
- Músculo dorsal ancho.
- Músculo redondo mayor.
- Músculo pectoral mayor.
- Músculo bíceps braquial.
- Músculo coracobraquial.

• Músculo deltoideo, parte clavicular.

Patología

En caso de hombro congelado, la rotación externa está muy limitada desde una fase temprana de la evolución. Cuando el brazo se mantiene en posición de comodidad (rotación interna contra el cuerpo), el receso subescapular ya no está abierto y a menudo puede desarrollar adherencias. Otra razón para la limitación del movimiento es el dominio de los rotadores internos sobre los rotadores externos.

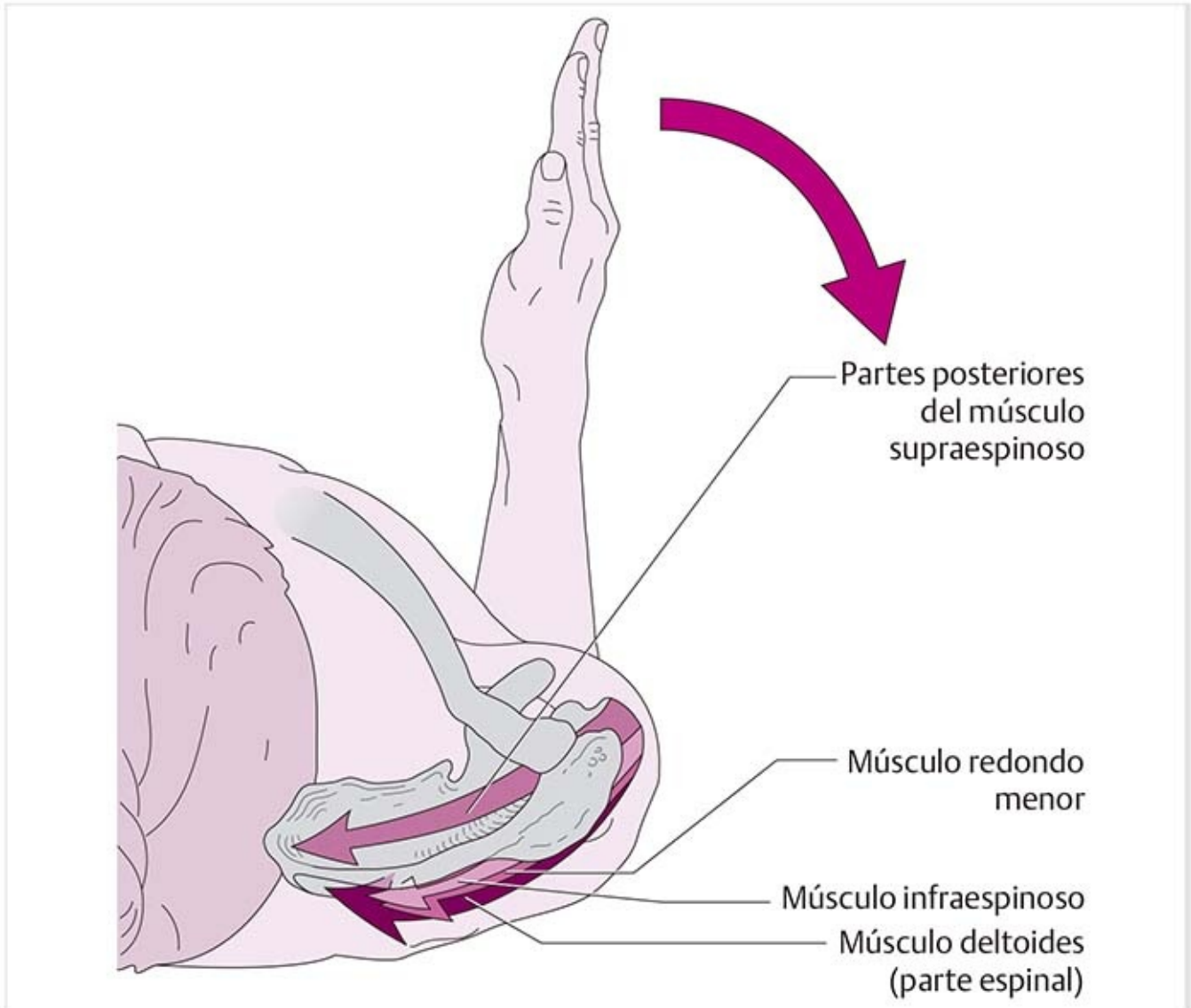
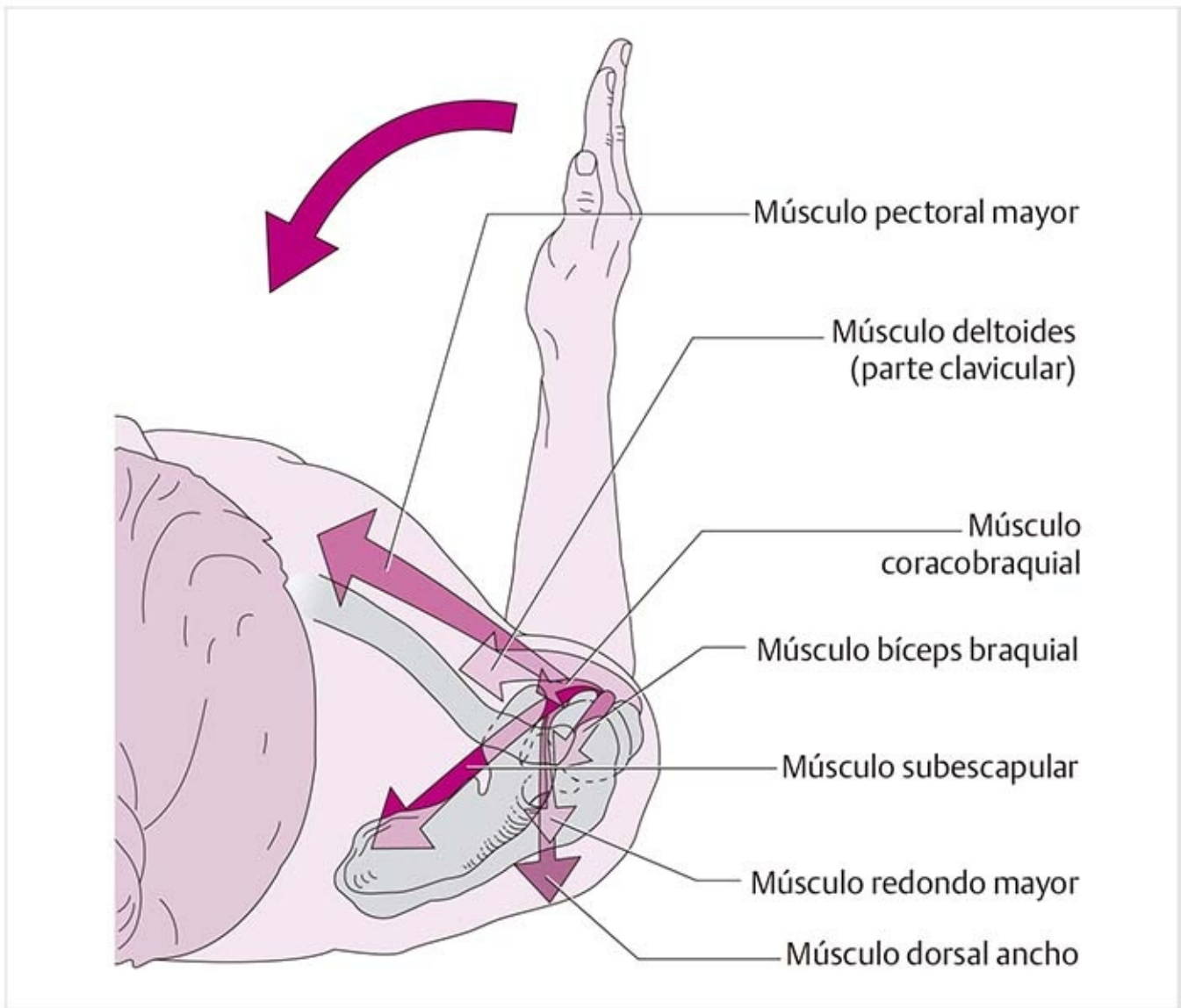


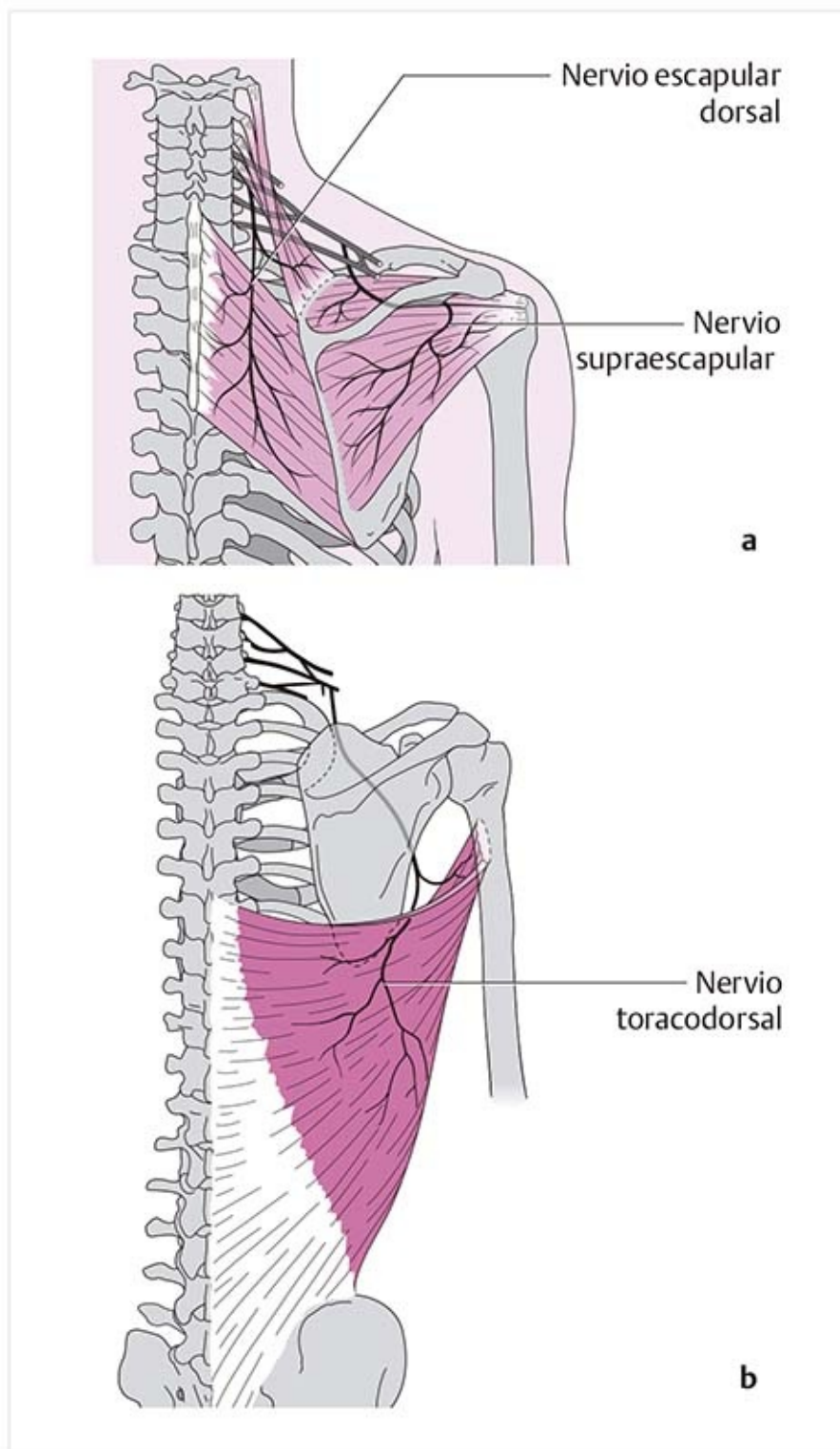
Figura 4-92. Rotadores externos.



**Figura 4-93.** Rotadores internos.

## 4.4 Trayecto de los nervios en la región del hombro

**Nervio escapular dorsal (C3-C5) (figura 4-94a)**



**Figura 4-94. ( a )** Nervio escapular dorsal, nervio supraescapular. **( b )** Nervio toracodorsal.

- Este nervio perfora el escaleno medio y discurre por el músculo elevador de la escápula y el borde medial de ésta bajo los músculos romboides.
- Inerva los músculos elevador de la escápula y romboides.

### **Nervio supraescapular (C4-C6) (figura 4-94a)**

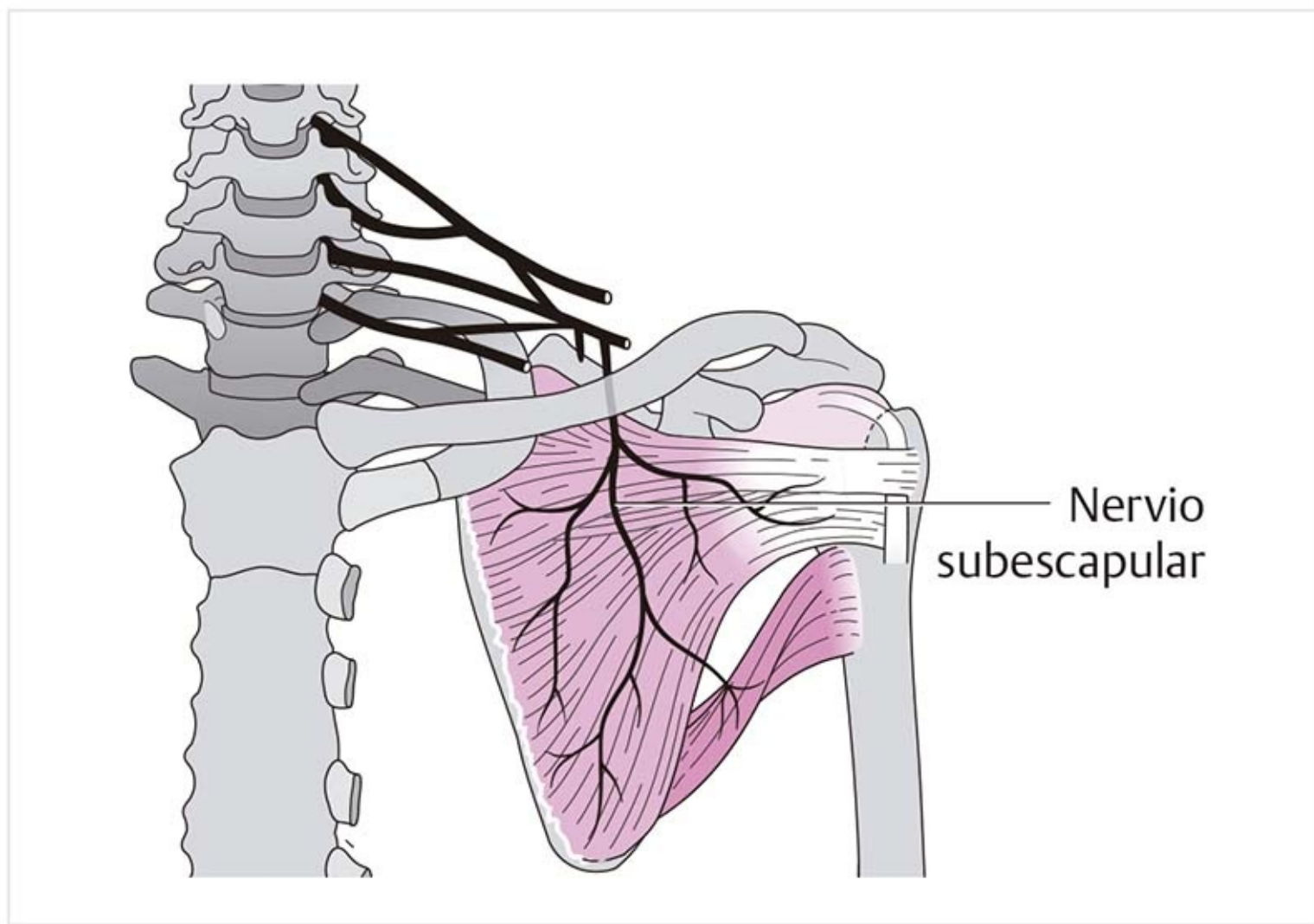
- Este nervio surge del hiato del escaleno y se proyecta por la muesca subescapular bajo el ligamento escapular transversal superior hasta la fosa supraespinosa. Se desvía en sentido lateral alrededor de la base de la espina escapular y hacia la fosa infraespinosa.
- Inerva los músculos supraescapular e infraescapular.



### **Nervio toracodorsal (C6-C8) (figura 4-94b)**

- Se extiende desde la escápula a la axila y luego hacia abajo sobre el borde anterior del dorsal ancho.
- Inerva el músculo dorsal ancho y quizá el músculo redondo mayor.

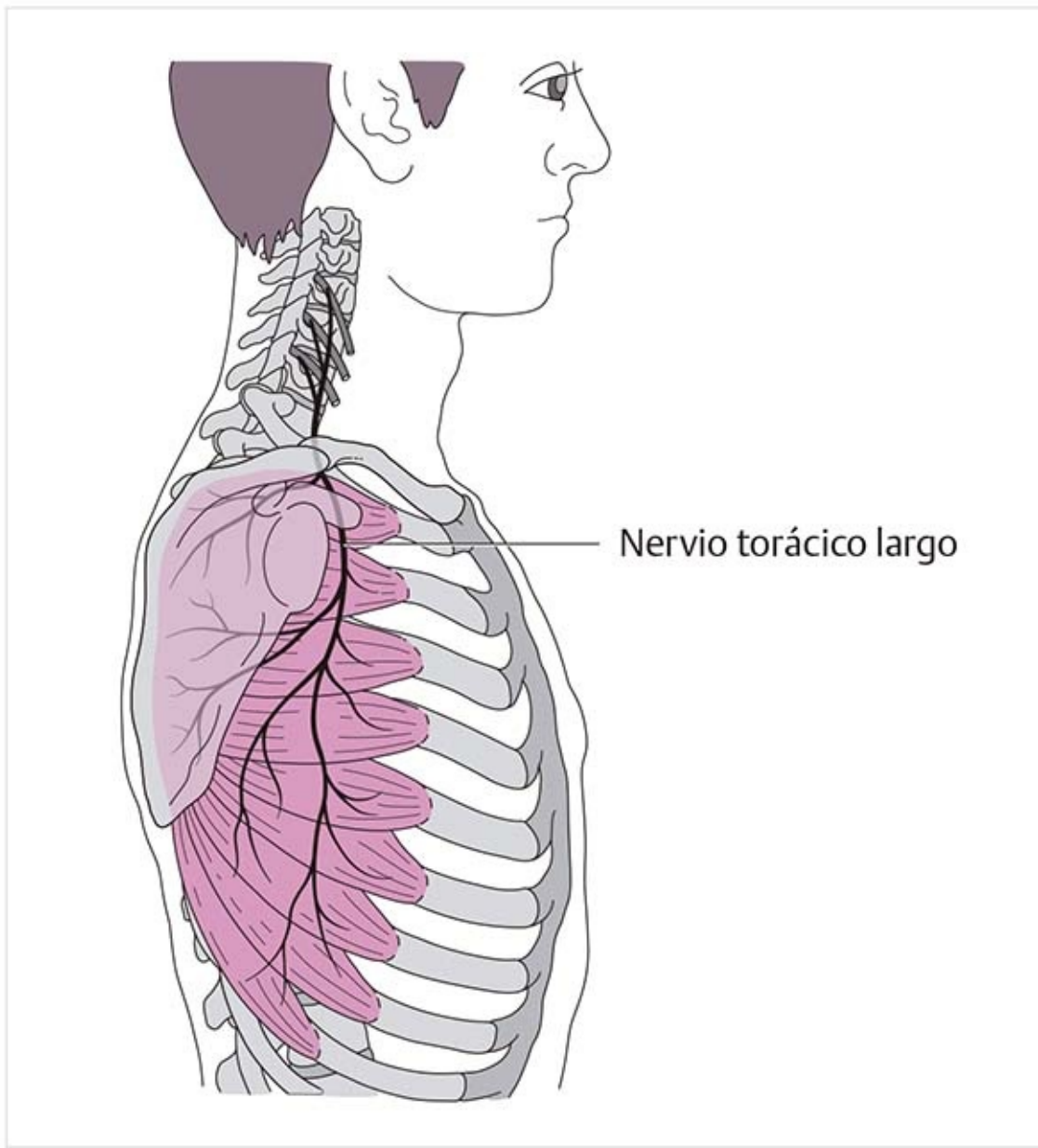
### **Nervio subescapular (C5-C6) (figura 4-95)**



**Figura 4-95.** Nervio subescapular.

- Dos ramas separadas del nervio subescapular salen del cordón posterior del plexo braquial hacia la superficie torácica de la escápula.
- Estas ramas inervan los músculos subescapular y redondo mayor.

### **Nervio torácico largo (C5-C7) (figura 4-96)**



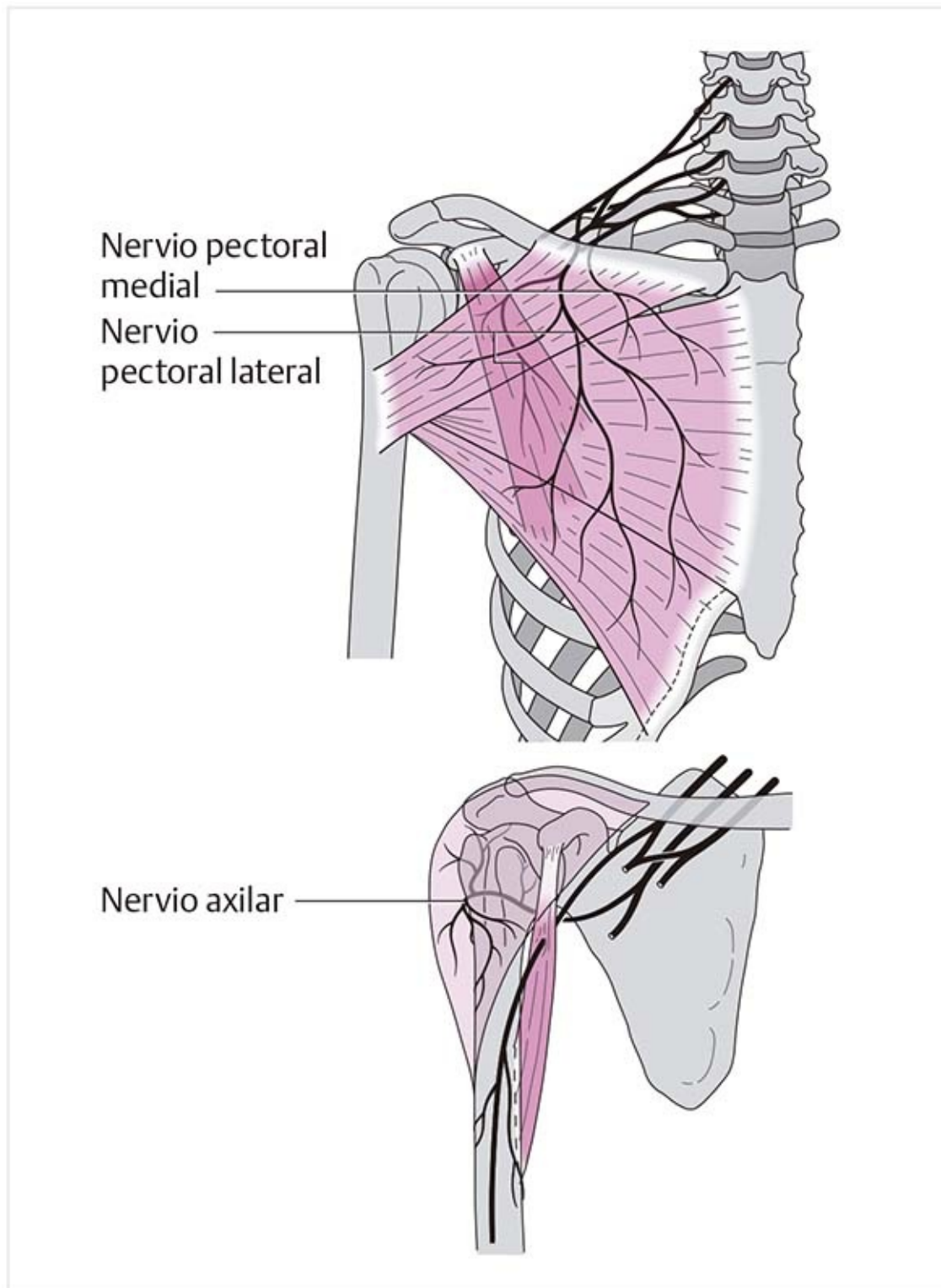
**Figura 4-96.** Nervio torácico largo.

- Discurre posterior al plexo, perfora el músculo escaleno medio y se desvía en dirección inferior hacia las costillas laterales.
- Inerva el músculo serrato anterior.

**Patología**

El nervio puede dañarse con la flexión de hombro máxima combinada con rotación externa, con la adición de fuerza y velocidad considerables, como en el levantamiento de pesas o la natación en estilo de dorso.

**Nervios pectorales medial y lateral (C5-T1) (figura 4-97)**



**Figura 4-97.** Nervios pectorales medial y lateral, y nervio axilar.

- Estos nervios nacen de los cordones lateral y medial del plexo braquial y se extienden sobre la arteria y vena subclavias hacia la parte anterior de la axila.
- Inervan los músculos pectorales.

### **Nervio axilar (C5-C7) (figura 4-97)**

- Este nervio se extiende con la arteria humeral circunfleja posterior a través del espacio axilar lateral y alrededor del cuello quirúrgico del húmero hacia el músculo deltoides.
- Ramas:
  - Ramas articulares en sentido de la articulación del hombro.
  - Nervio cutáneo lateral superior del brazo que avanza en dirección lateral entre el músculo deltoides y

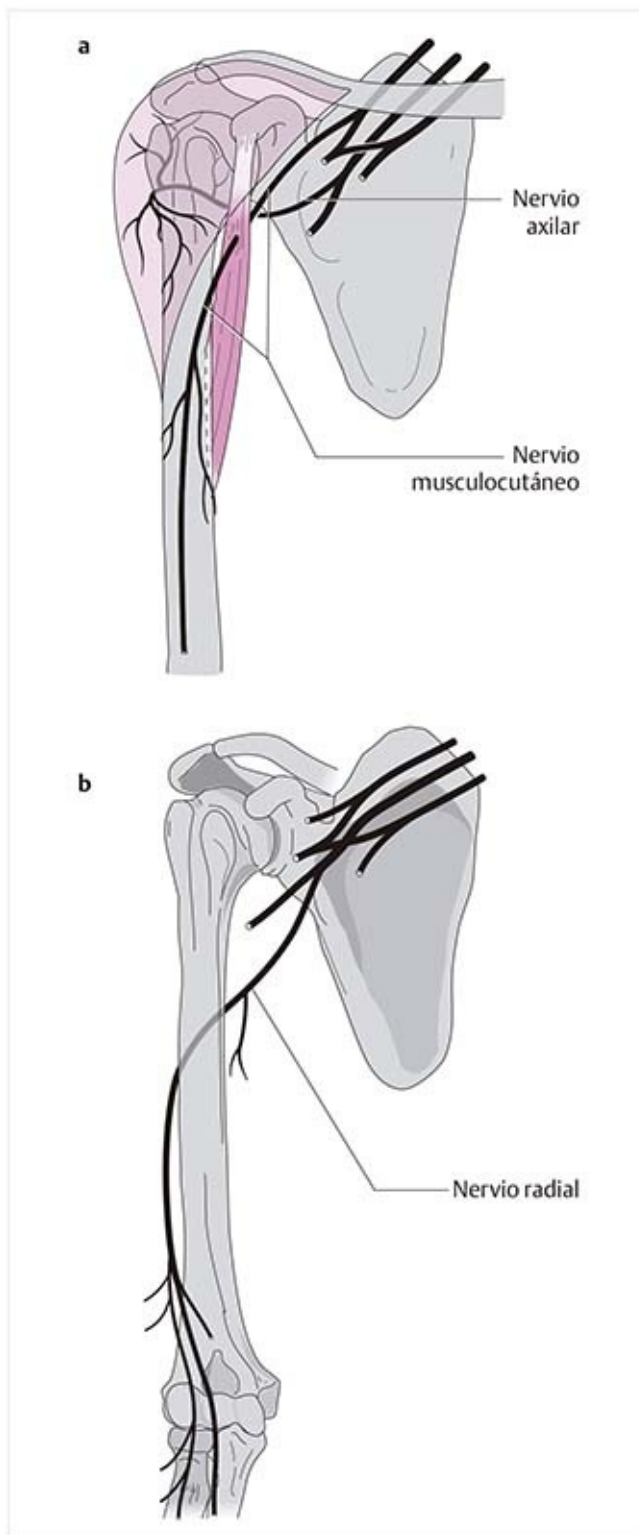
la cabeza larga del músculo tríceps; inerva una zona sobre el músculo deltoides y la cara externa del brazo.

- Inerva los músculos redondo menor y deltoides.

#### Patología

En una fractura subcapital del húmero, los extremos de fractura desplazados del hueso pueden dañar e incluso cortar el nervio axilar.

### Nervio musculocutáneo (C5-C7) (figura 4-98a)



**Figura 4-98. (a) Nervio musculocutáneo. (b) Nervio radial.**

- Este nervio sale del cordón lateral al nivel del borde lateral del músculo pectoral menor, se extiende por la parte anterior de la axila y perfora el músculo coracobraquial. Continúa su trayecto distal entre los músculos bíceps y braquial.

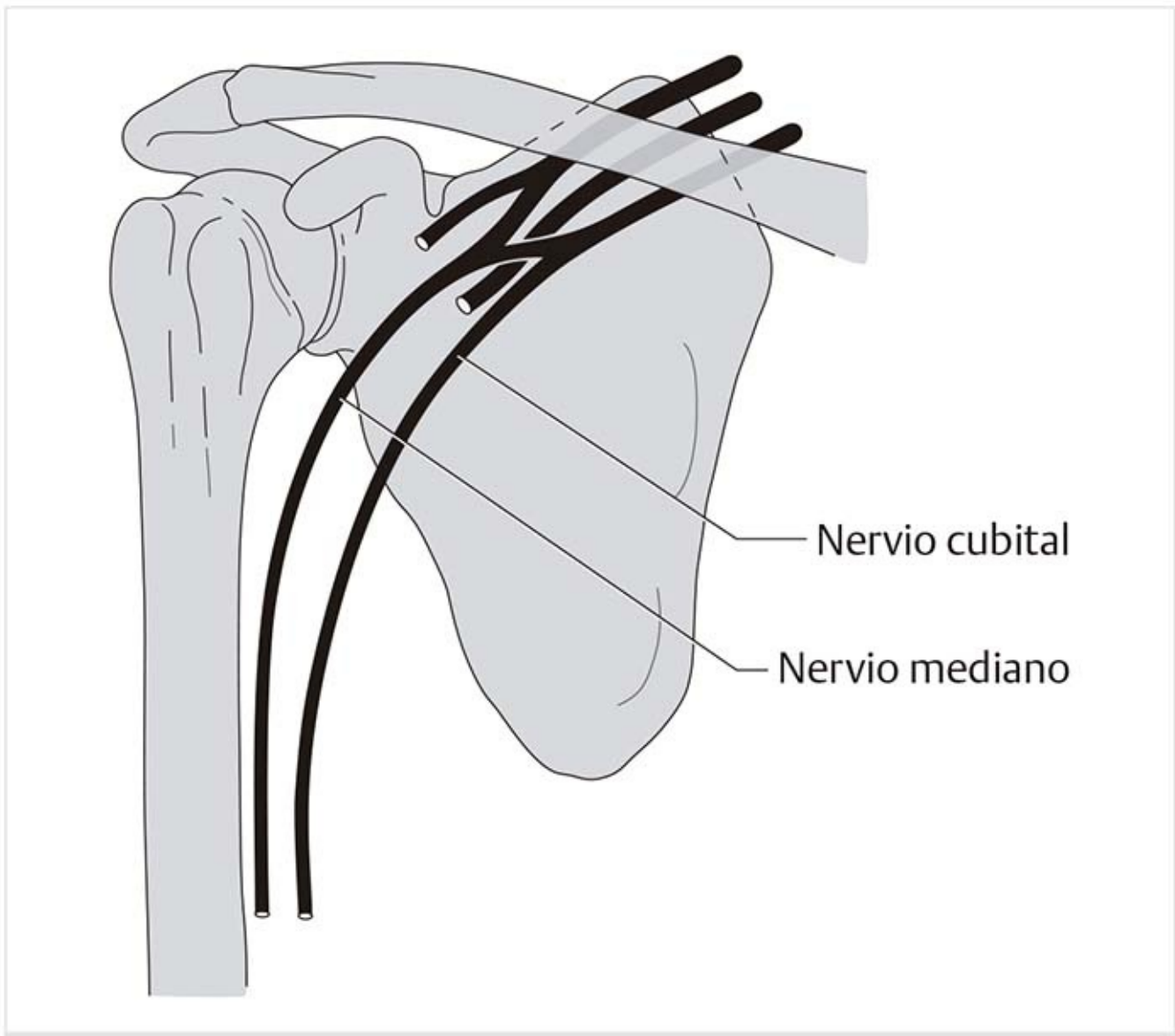
- Ramas:
  - Al nivel de la transición musculotendinosa del músculo bíceps, el **nervio cutáneo lateral del antebrazo** se extiende a través de la fascia e inerva la piel de la cara radial del antebrazo.
- Inerva los músculos coracobraquial, bíceps y braquial.

### **Nervio radial (C5-T1) (figura 4-98b)**

- Se extiende desde el cordón posterior por detrás de la arteria axilar, con la que discurre hacia la cara posterior del brazo antes de dirigirse en sentido distal entre las cabezas larga y medial del músculo tríceps.
- Trayecto adicional: continúa en dirección posterolateral alrededor del húmero dentro de la hendidura radial entre las cabezas medial y lateral del tríceps hacia la cara flexora del brazo.
- Ramas:
  - El nervio cutáneo posterior del brazo se extiende hacia el pliegue axilar e inerva la piel de la parte posterior del brazo hasta el olécranon.
  - El nervio cutáneo posterior del antebrazo sale del nervio radial dentro de la hendidura radial e inerva la piel de la cara posterior del antebrazo.
- Inerva los músculos tríceps, ancóneo y braquiorradial, así como los músculos extensores de la mano y los dedos.

Patología
<p>El daño al nervio cutáneo posterior del brazo puede ocurrir en la axila, con pérdida correspondiente de la sensibilidad. El daño al nervio radial puede ocasionar paresia del músculo tríceps, que es el primer músculo al que inerva. Las causas más frecuentes son traumatismo y uso de muletas.</p> <p>La paresia por la presión sobre el nervio en el brazo puede ser efecto de una complicación de una fractura del cuerpo del húmero, o bien producirse por descansar el brazo sobre el respaldo de una banca de parque por mucho tiempo, por ejemplo. La paresia más proximal tiene lugar en el músculo braquiorradial. La <b>muñeca caída</b> demuestra la paresia de los extensores de la mano.</p>

### **Nervio mediano (C5-T1) (figura 4-99)**



**Figura 4-99.** Nervio mediano, nervio cubital.

- Procede de los cordones lateral y media, se proyecta en dirección anterior hacia la arteria axilar y distal sobre la cara volar del brazo.
- Inerva la mayor parte de los músculos de la región tenar y los músculos que se originan en el epicóndilo medial, con excepción del músculo cubital flexor del carpo.

#### Patología

Una lesión por presión provocada por la cabeza de la pareja de cama en la parte superior del brazo (“parálisis de luna de miel”) puede producir deficiencias motoras y sensitivas distales. Cuando se intenta cerrar el puño, se produce la deformidad característica en **mano de bendición** .

### Nervio cubital (C8-T1) (figura 4-99)

- Este nervio surge del cordón intermedio y discurre en dirección medial a la arteria axilar. En la parte intermedia del brazo se extiende hacia el codo en la cara extensora.
- Inerva los músculos de la región hipotenar, los músculos interóseos y lumbricoides, y el músculo flexor cubital del carpo, así como partes de los músculos flexor profundo de los dedos, flexor corto del pulgar y aductor del pulgar.

#### Patología

La deformidad **mano en garra** (extensión de las articulaciones metacarpofalángicas y flexión de las articulaciones interfalángicas) se produce cuando hay daño del nervio cubital.

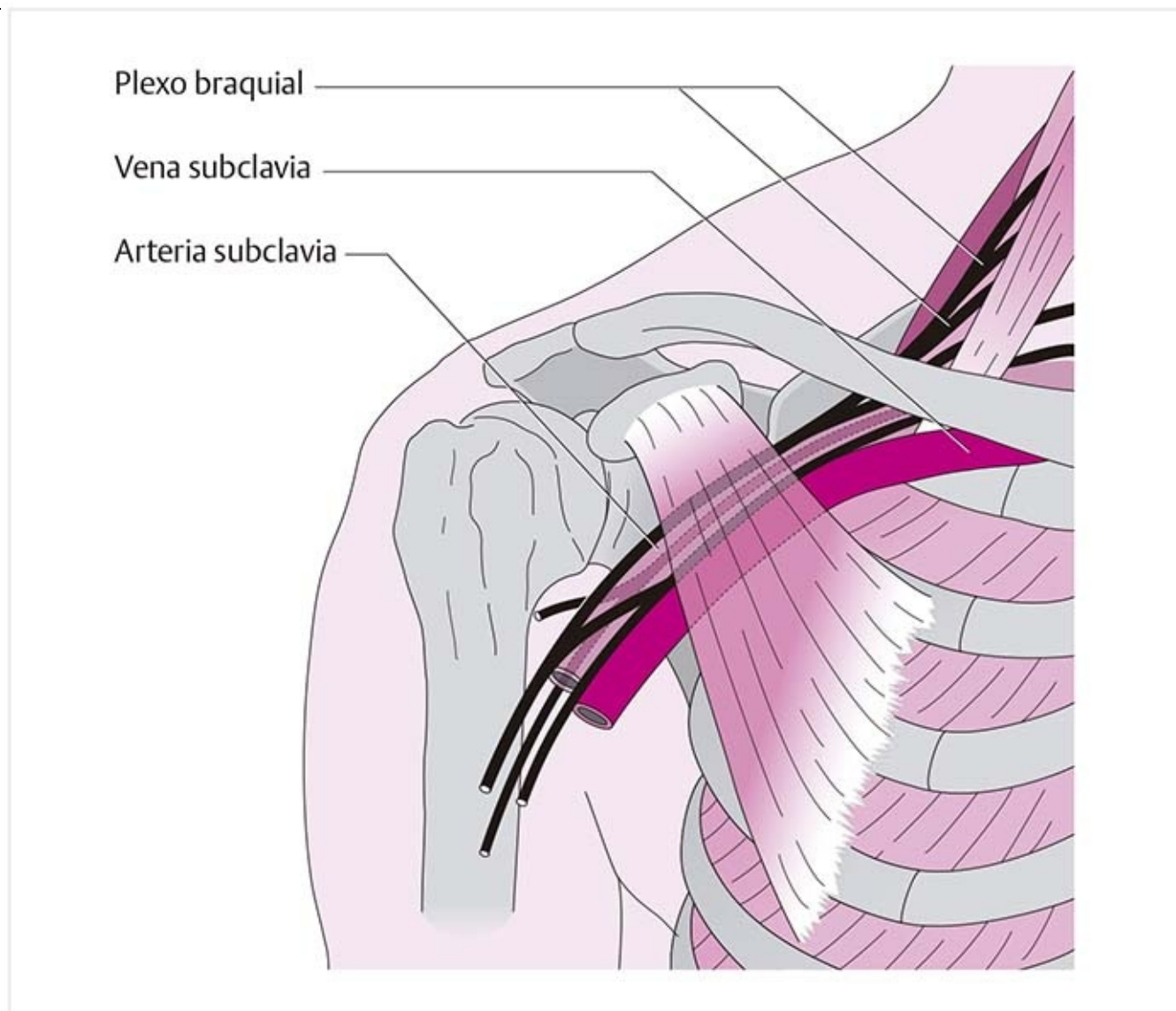
#### Patología

## Síndrome por compresión en la región del hombro (figura 4-100)

En su trayecto de los orificios intervertebrales a los nervios del brazo, el plexo braquial pasa por unos cuantos cuellos de botella en los que puede comprimirse. Véanse las secciones 2.1 y 2.3 acerca de la columna cervical.

En dos de estos sitios estrechos del hombro la compresión se conoce como **síndrome del opérculo torácico** :

- En la **región clavicular** , el espacio costoclavicular está limitado por la primera costilla y la clavícula. En este punto, el plexo braquial, junto con la arteria y vena subclavias, discurre hacia la axila. El descenso y retracción del cinturón del hombro estrechan el espacio. Las causas del estrechamiento son hombros caídos, ensanchamiento de la abertura torácica superior por enfisema crónico y deformidad de la clavícula después de una fractura.



**Figura 4-100.** Síndrome por compresión en el área del hombro.

### Consejo práctico

Una prueba de provocación permite distinguir esta molestia de otros trastornos. Se empuja el cinturón escapular hacia abajo y se mantiene esta posición mientras se revisa el pulso radial de forma simultánea. Si el espacio se estrecha en grado significativo, el pulso se debilita o desaparece y el paciente describe la intensificación de los síntomas:

- **En la región del músculo pectoral menor** , el plexo braquial distal, junto con la arteria y vena subclavas, pasa hacia la axila bajo el músculo pectoral menor y su inserción en la apófisis coracoides. Con la abducción máxima, el plexo no puede evitar las estructuras de esa región, por lo que se envuelve el tendón terminal del músculo pectoral menor y por tanto se estira. En consecuencia, los síntomas causados por un cuello de botella en esta región se conocen como **síndrome por hiperabducción** . Las estructuras casi siempre son muy distensibles, por lo que los síntomas se producen sólo después de mantener la posición en abducción por mucho tiempo, por ejemplo durante el sueño.

## Capítulo 5

### Codo

# 5

[5.1 Palpación de las referencias en la región del codo](#)

[5.2 Anatomía funcional del codo](#)

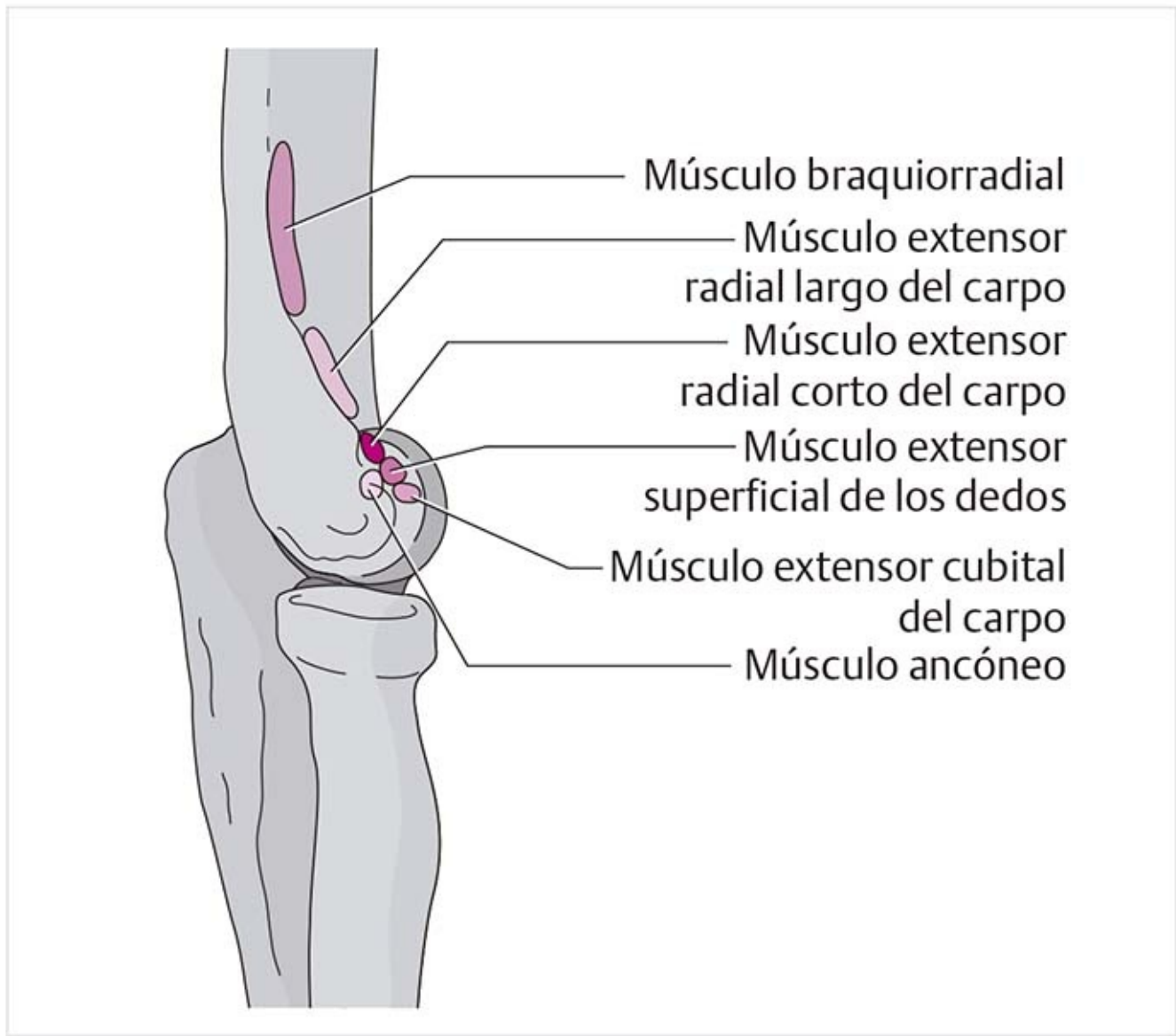
[5.3 Trayecto de los nervios en la región del codo](#)



# 5 Codo

## 5.1 Palpación de las referencias en la región del codo

### Epicóndilo lateral del húmero (figura 5-1)



**Figura 5-1.** Palpación de los orígenes musculares en el epicóndilo lateral.

Éste puede identificarse como una estructura sobresaliente fácil de palpar en la parte distal y lateral del húmero. La punta carece de sitios de inserción muscular.

Tiene una pequeña área plana localizada justo distal a la punta del epicóndilo y a un ancho de dedo hacia la fosa cubital. Varios extensores de la muñeca y los dedos surgen de este punto. Es difícil diferenciarlos mediante la palpación porque están muy cercanos entre sí. En sentido proximal a distal son los siguientes:

### **Músculo radial corto extensor del carpo (figura 5-2)**



**Figura 5-2.** Palpación del músculo extensor radial corto del carpo.

Este músculo se extiende hasta la base del tercer metacarpiano. Es más fácil de palpar si se tensa el músculo como si se extendiera la muñeca con los dedos flexionados.

### **Músculo extensor de los dedos (figura 5-3)**



**Figura 5-3.** Palpación del músculo extensor de los dedos.

Este músculo se extiende hasta la apófisis dorsal del segundo a cuarto dedos y a la base de las falanges

media y distal. La zona de origen puede localizarse con más exactitud si el paciente flexiona y extiende los dedos mientras la mano se estabiliza en dorsiflexión.

### **Músculo mínimo extensor de los dedos**

Este músculo pasa justo al lado cubital del músculo extensor de los dedos y se extiende hasta la aponeurosis dorsal del quinto dedo. La extensión del muñique hace más evidente su localización.

### **Músculo cubital extensor del carpo**

Este músculo se extiende a la base del quinto metacarpiano. El músculo se tensa con la extensión y abducción cubital.

<b>Consejo práctico</b>
La epicondilitis lateral, también conocida como <b>codo de tenista</b> , afecta la mayor parte del área de origen del músculo extensor radial corto del carpo. La localización exacta se reconoce por palpación y prueba de provocación mediante la extensión y contracción del músculo.

### **Músculo ancóneo (figura 5-4)**



**Figura 5-4.** Palpación del músculo ancóneo.

Este músculo puede palparse entre el epicóndilo lateral y el olécranon como un pequeño cojinete triangular de músculo.

### **Borde lateral del húmero**

Esta cresta ósea tiene un trayecto proximal desde el epicóndilo lateral y es el sitio de origen de dos músculos:

### **Músculo braquiorradial (figura 5-5)**



**Figura 5-5.** Palpación de los músculos braquiorradial y extensor radial largo del carpo.

Se extiende desde la cresta supracondílea lateral, a un ancho de dedo sobre la punta del epicóndilo, hacia la apófisis estiloides del radio. Su origen mide tres anchos de dedo de ancho.

La palpación es más fácil cuando se flexiona el codo contra resistencia con el brazo en posición intermedia entre supinación y pronación.

### **Músculo radial largo extensor del carpo (figura 5-5)**

Este músculo se origina justo abajo del músculo braquiorradial, con uno a dos anchos de dedo de ancho y se proyecta hasta la base del segundo metacarpiano.

Es más fácil de palpar si se tensa el músculo, por ejemplo para la extensión y abducción radial de la muñeca.

### **Ligamento colateral radial (figura 5-6)**



## Ligamento colateral radial

**Figura 5-6.** Palpación del ligamento colateral radial.

Este ligamento se despliega como un abanico, del epicóndilo lateral a la cabeza del radio, en el ligamento anular del radio, y hacia la parte posterior del cúbito. Es muy fácil de palpar entre el epicóndilo lateral y el olécranon. En una región más distal se dificulta su palpación por los extensores que se sitúan sobre él.

### **Cabeza del radio**

La cabeza del radio se encuentra 2.5 cm distal al epicóndilo lateral. Se desplaza adelante y atrás bajo el dedo que palpa durante la pronación y la supinación del antebrazo.

El **ligamento anular del radio** (figura 5-7 ) se extiende alrededor de la cabeza del radio y puede palparse entre el cúbito y la cabeza radial como una fibra firme.



Figura 5-7. Palpación del ligamento anular de la cabeza radial.

Mientras se palpa el **espacio articular** (figura 5-8 ) de ambos lados de la articulación humerorradial, se efectúa una exploración laterolateral directa de la posición de la cabeza radial en relación con el húmero.

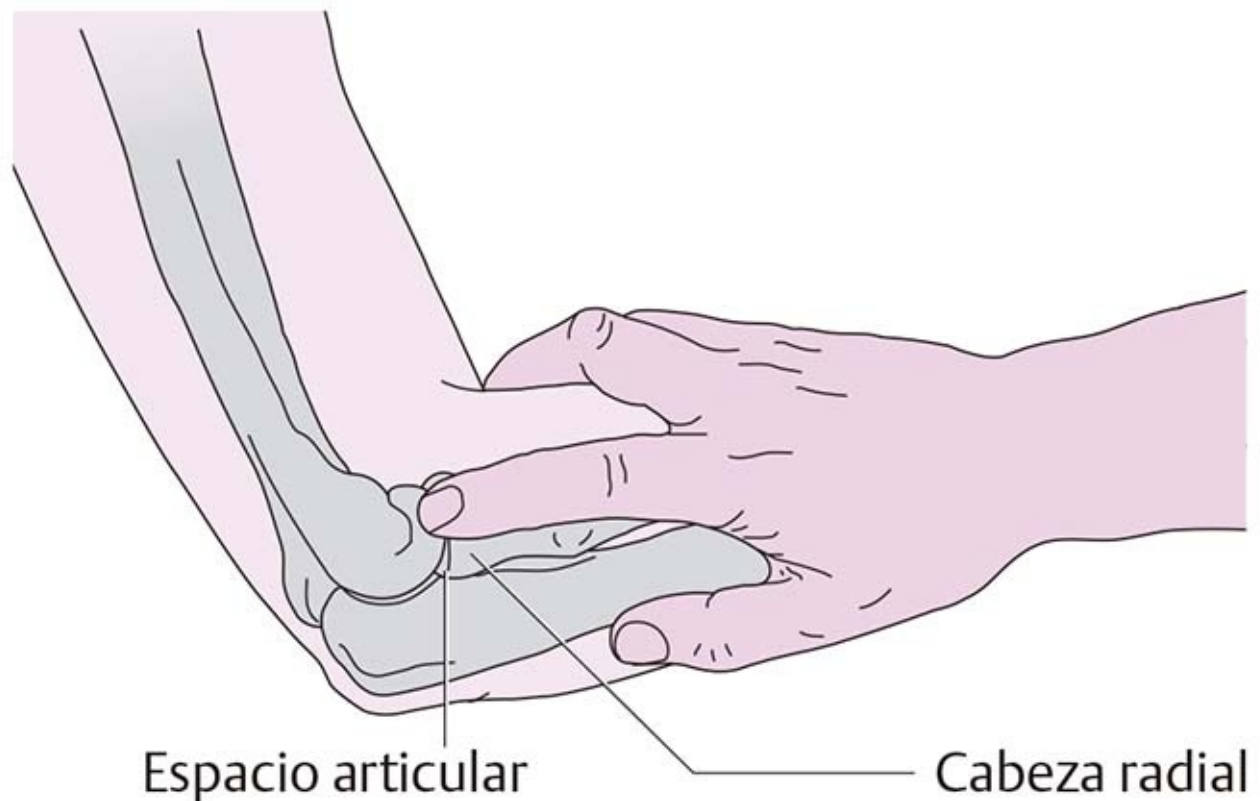
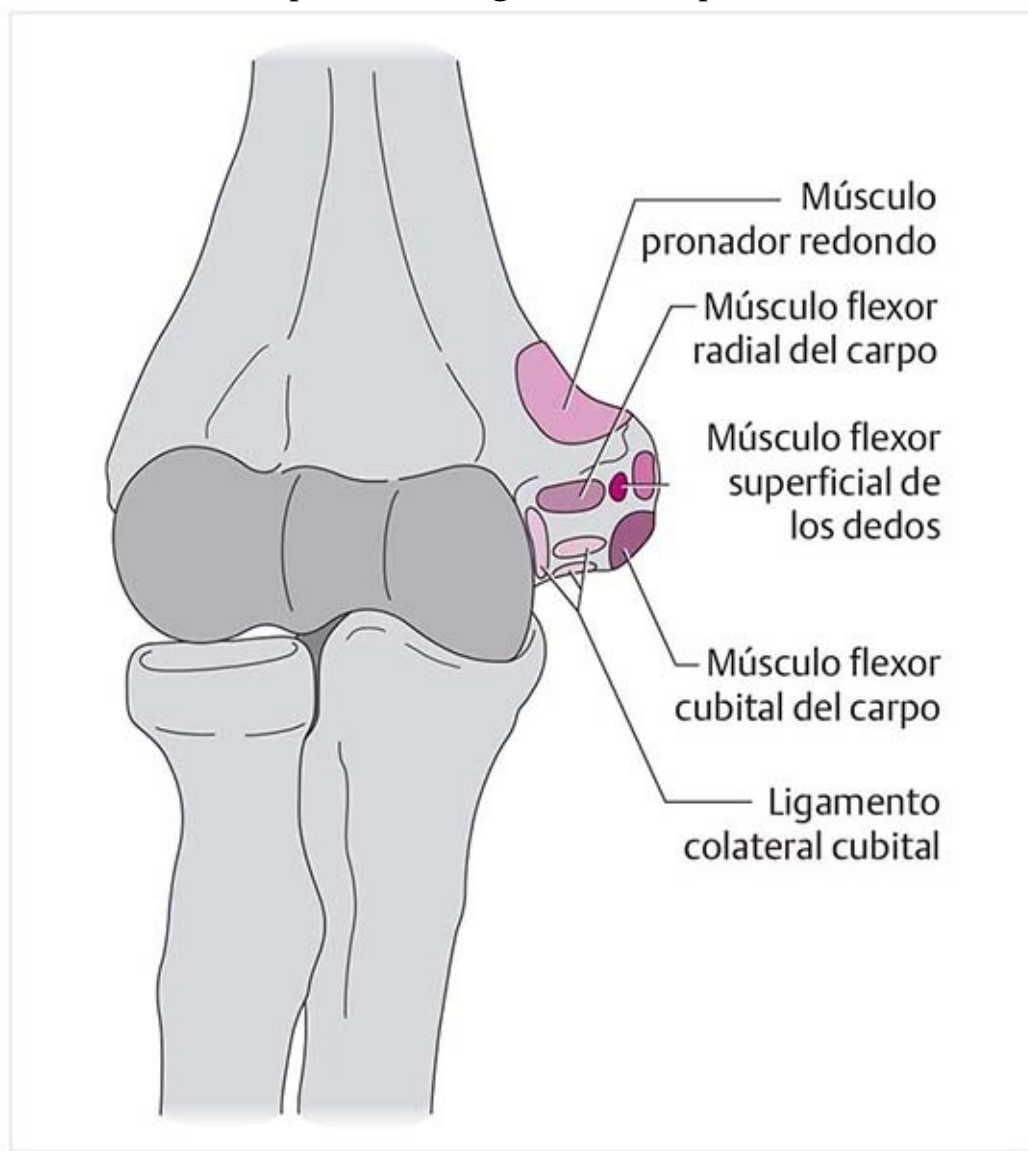


Figura 5-8. Palpación del espacio articular de la articulación humerorradial.

Se realiza la valoración de la posición de la cabeza radial en relación con el húmero en reposo y durante el movimiento. Para permitir la comparación directa, se palpan ambos espacios articulares al mismo tiempo con los dedos índices mientras se pide al paciente que flexione y extienda el codo.

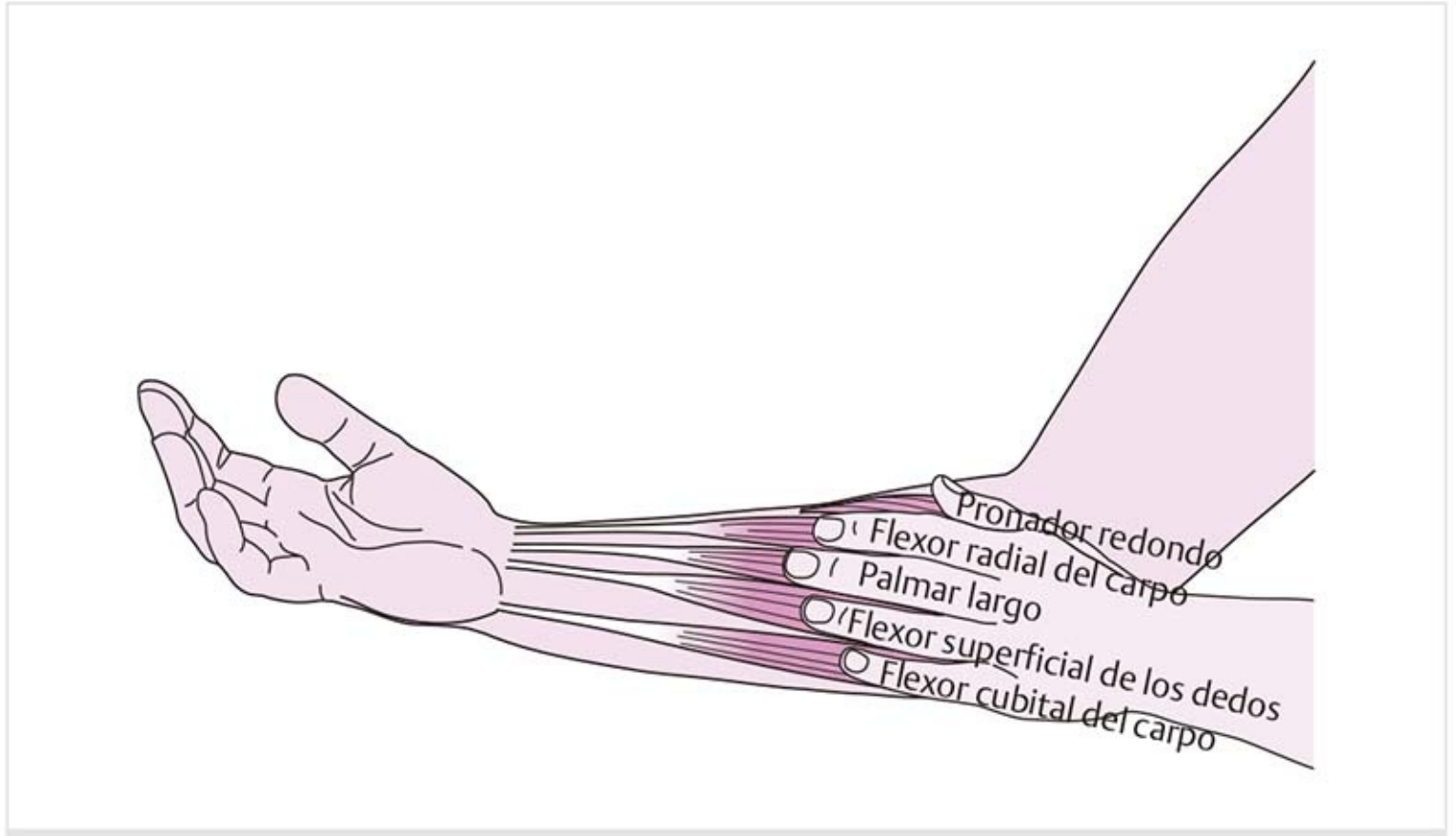
## Epicóndilo medial al húmero (figura 5-9)

Como la punta del epicóndilo medial no tiene inserciones musculares, puede palparse como una estructura ósea sobresaliente distintiva en la parte medial distal del húmero. La zona de origen de los flexores de la muñeca es un poco distal y anterior a la punta del epicóndilo. El origen es una aponeurosis común, por lo cual los músculos sólo pueden distinguirse en una parte más distal de su trayecto.



**Figura 5-9.** Palpación de los orígenes musculares del epicóndilo medial.

Los siguientes músculos tienen un origen común y por tanto es difícil identificarlos en la región epicondílea. Para identificar con facilidad el trayecto de los músculos del antebrazo se coloca la mano contraria con los dedos extendidos y el pulgar en abducción ligera sobre la cara palmar del antebrazo, con el tubérculo del trapecio de la mano del examinador sobre el epicóndilo medial del paciente (**figura 5-10**):



**Figura 5-10.** Palpación del trayecto de los músculos del epicóndilo medial.

- La posición del pulgar representa el trayecto del músculo pronador redondo.
- El dedo índice representa el músculo flexor radial del carpo.
- El dedo medio corresponde al músculo palmar largo.
- El dedo anular corresponde al músculo flexor superficial de los dedos.
- El dedo meñique corresponde al músculo flexor cubital del carpo.

### **Músculo flexor radial del carpo**

Este músculo se proyecta a la base del segundo metacarpiano. Es más fácil de palpar cuando se tensa el músculo en flexión palmar y abducción radial. En una parte más distal de su trayecto en el antebrazo, este músculo es el más lateral.

### **Músculo flexor superficial de los dedos (figura 5-11)**





**Figura 5-11.** Palpación del músculo flexor superficial de los dedos.

Se extiende hasta las falanges medias. Para palparlo mejor, se tensa mediante la flexión de la muñeca y los dedos.

### **Músculo palmar largo**

Se extiende hasta la aponeurosis palmar, pero no siempre está presente. Se unen los dedos pulgar y meñique y se tensa el músculo en flexión de la muñeca para identificar con facilidad su origen.

### **Músculo flexor cubital del carpo**

Se extiende hasta el hueso pisiforme. Debe tensarse el músculo en flexión palmar y abducción cubital.

#### **Consejo práctico**

La tendinopatía en el área del epicóndilo medial se conoce como **codo de golfista** y comprende la zona de origen del flexor común. La palpación simultánea en la extensión de la muñeca muestra la localización exacta de la inflamación, al igual que la prueba de resistencia del flexor de la muñeca.

### **Borde medial del húmero**

Se palpa el borde medial como una cresta ósea de trayecto superior desde el epicóndilo en línea recta.

### **Músculo pronador redondo (figura 5-12)**



**Figura 5-12.** Palpación del músculo pronador redondo.

Su origen es el más proximal y forma el borde medial de la fosa cubital. Puede palparse bien si se tensa el músculo en flexión y pronación.

**Hendidura del nervio cubital (figura 5-13)**



**Figura 5-13.** Palpación del nervio cubital; hendidura para el nervio cubital.

La hendidura se encuentra entre el epicóndilo medial y el olécranon. Dentro de este canal discurre el **nervio cubital**, que puede palparse como una cuerda redonda muy firme, un poco proximal a la hendidura. Dentro de la hendidura está protegido por estructuras ligamentosas que se proyectan sobre él y por tanto sólo puede palparse si se ejerce presión considerable. Esta presión desencadena un dolor semejante a un choque eléctrico que se irradia a la parte lateral del dedo meñique.

#### Patología

La subluxación del nervio cubital puede ocurrir como resultado de una alteración congénita en la anatomía de la hendidura. Cuando se intenta mover, el paciente se queja de dolor punzante con irradiación distal. Esto sucede durante la flexión porque el borde medial del músculo tríceps braquial puede empujar el nervio fuera de la hendidura y sobre el epicóndilo medial. Esta subluxación también ocurre en deportes de contacto, como el judo y la lucha.

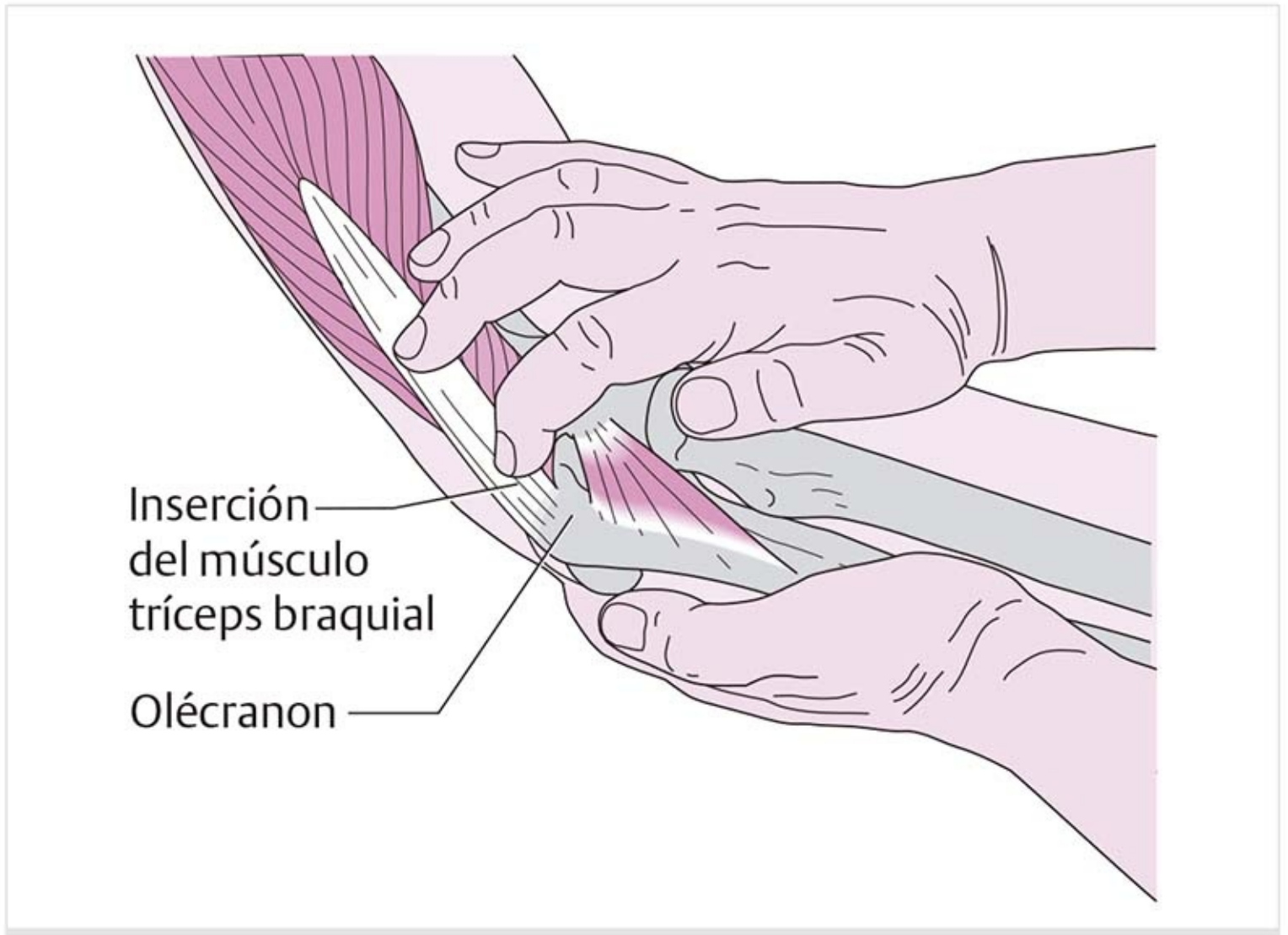
### Ligamento cubital colateral (figura 5-14)



**Figura 5-14.** Palpación del ligamento colateral cubital.

El ligamento colateral cubital se despliega como un abanico del epicóndilo al cúbito y al ligamento anular del radio. Como en la parte lateral, los músculos cubren una gran parte del ligamento. La parte que se extiende hacia el olécranon es más fácil de localizar.

**Olécranon (figura 5-15)**



**Figura 5-15.** Palpación del olécranon, inserción del músculo tríceps braquial.

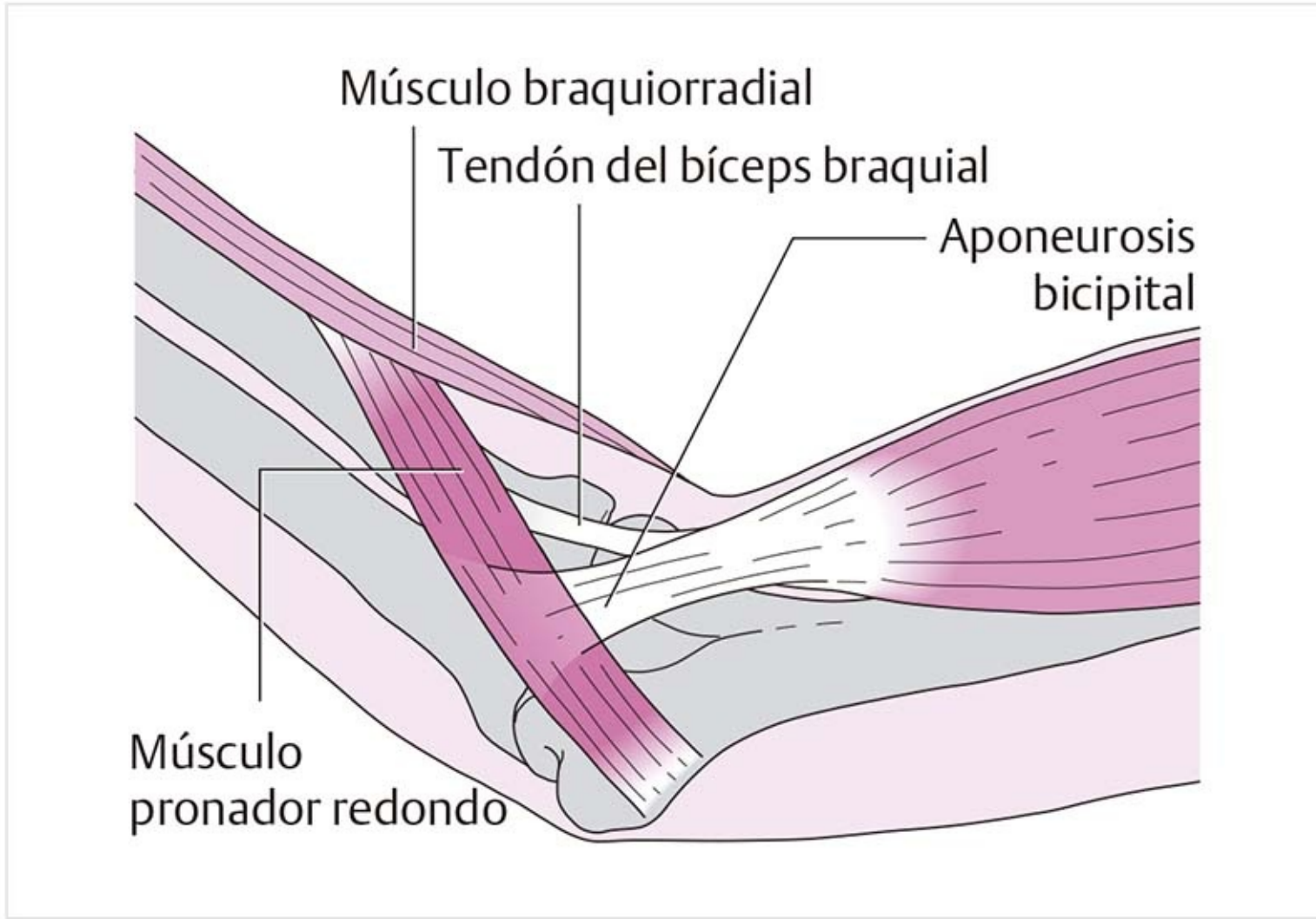
Con la flexión, el olécranon sale de la fosa homónima y queda accesible a la palpación. El músculo tríceps se inserta en la punta del olécranon.

La bolsa del olécranon se encuentra justo sobre el olécranon y sólo puede palparse con claridad si está inflamada.

### **Fosa del olécranon**

La fosa del olécranon puede palparse sólo con la flexión ligera del codo y cierta presión, ya que debe palparse a través del tendón extendido del tríceps. El olécranon ocupa el espacio cuando el codo está extendido.

### **Bordes de la fosa cubital (figura 5-16)**



**Figura 5-16.** Palpación de los bordes de la fosa cubital.

La fosa cubital está limitada en su parte lateral por el músculo braquiorradial y en la lateral por el músculo pronador redondo. En sentido lateral a medial, las siguientes estructuras se extienden por la fosa cubital:

**Tendón del bíceps braquial (figura 5-16)**

Éste es el tendón en la fosa cubital que más sobresale. Se prolonga hacia el borde interno del radio.

Medial a éste puede palparse la continuación del tendón, la **aponeurosis bicipital (figura 5-17)**, como una estructura plana con un margen proximal firme en su trayecto al cúbito y la fascia antebraquial.

**Consejo práctico**

Un cambio en el contorno del músculo bíceps braquial, como una pequeña zona redondeada un poco por arriba de la fosa cubital, sugiere rotura del tendón, casi siempre de la cabeza larga del bíceps en la región de la hendidura bicipital.

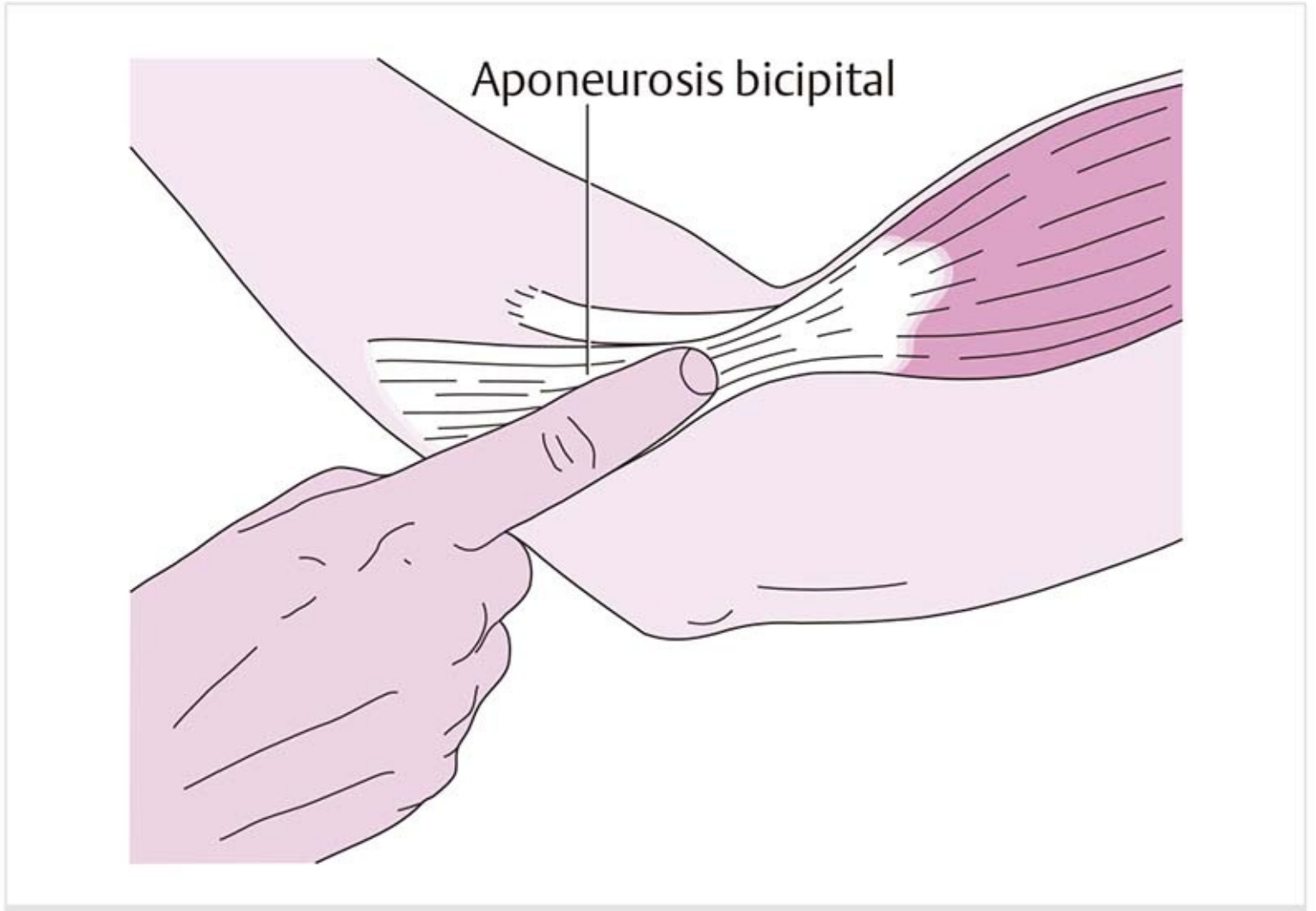
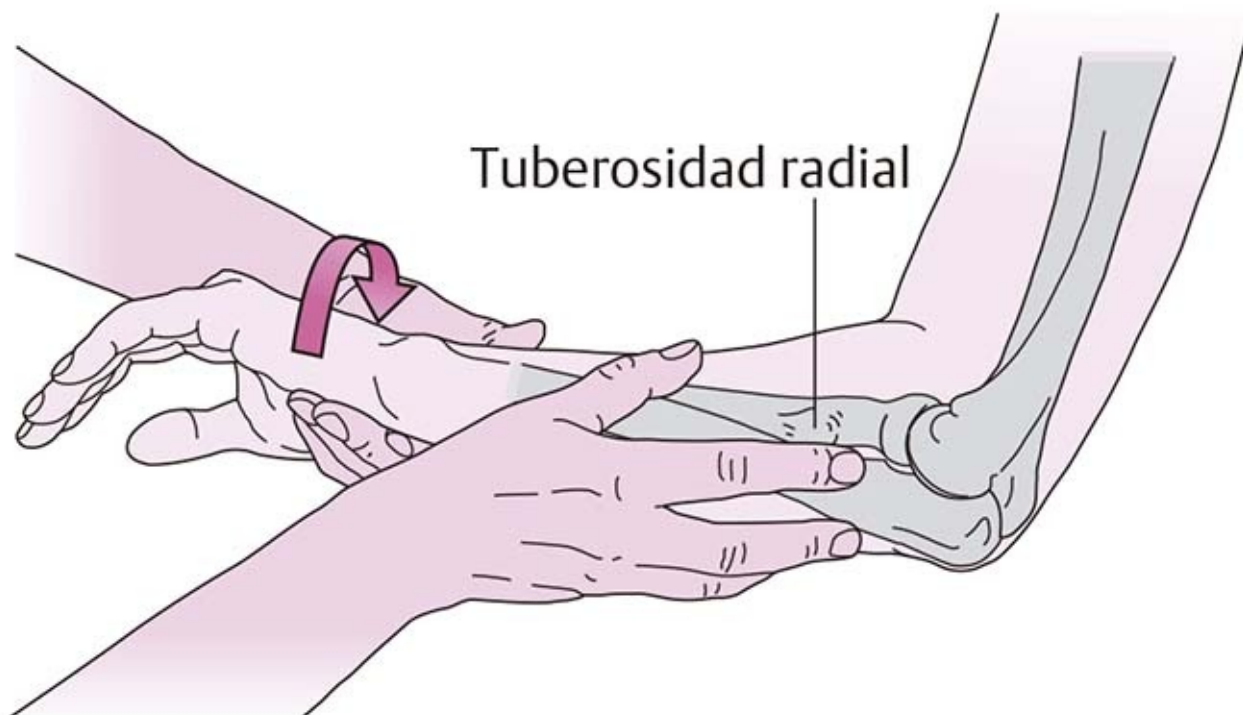


Figura 5-17. Palpación de la aponeurosis bicipital.

► Véase el capítulo 4, Hombro.

**Tuberosidad radial (figura 5-18)**



**Figura 5-18.** Palpación de la tuberosidad radial.

La inserción del bíceps en la tuberosidad radial se halla en un plano muy profundo y sólo es accesible a la palpación de la siguiente manera. Con la pronación máxima combinada con flexión del codo, la tuberosidad se desvía hacia atrás y puede palparse como una zona elevada unos 2 o 3 cm distales a la cabeza del radio.

#### Consejo práctico

En casos de tendinopatía de inserción, puede palparse una inflamación distintiva en la inserción del tendón del bíceps braquial. Ésta puede volverse tan grande que la tuberosidad debe forzarse a través del espacio entre el radio y el cúbito durante la pronación, lo cual puede ser muy doloroso.

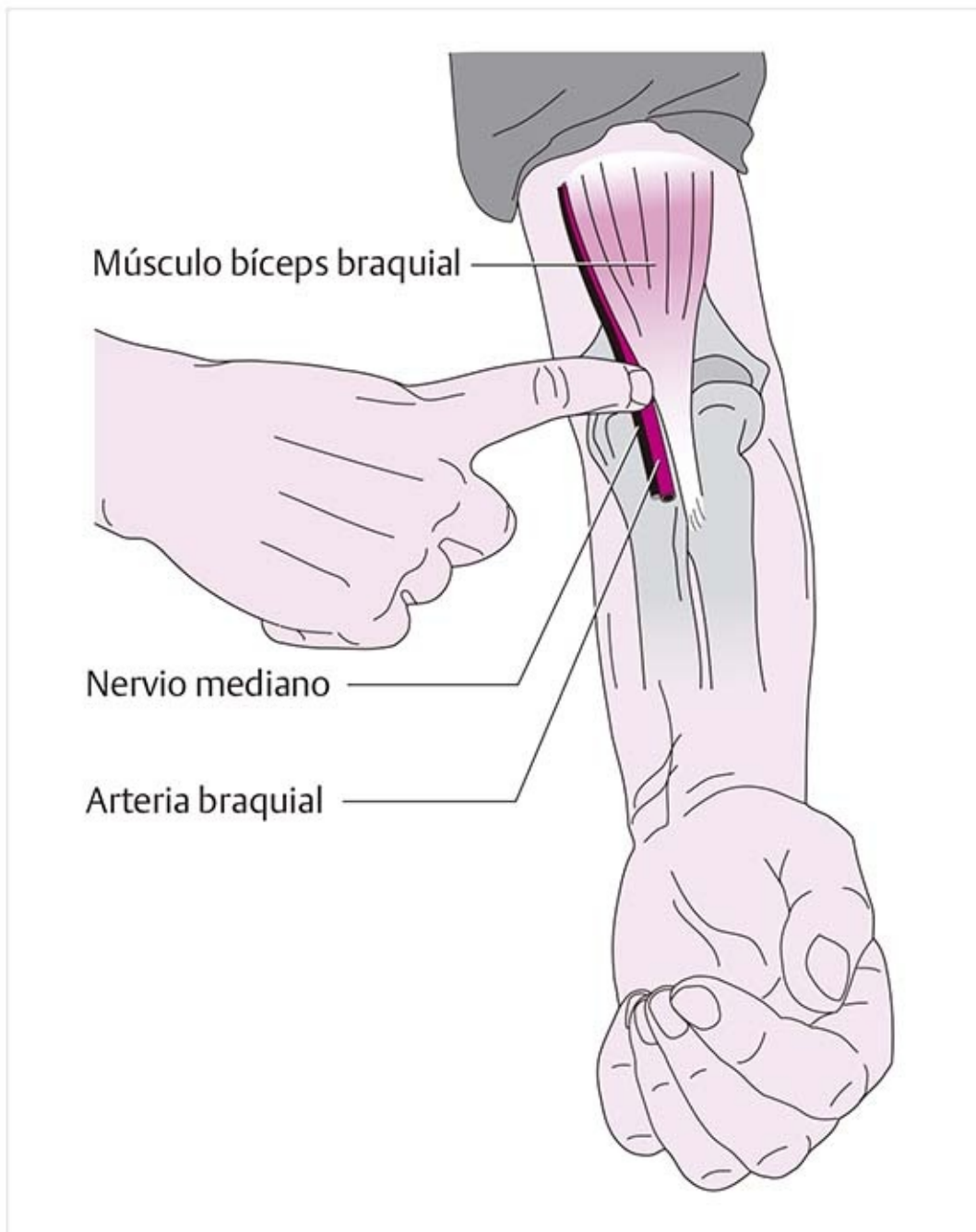
### Vasos sanguíneos y nervios

Puede percibirse una depresión entre el borde cubital del bíceps y el músculo pronador redondo; el músculo braquial forma el piso. En esta hendidura se encuentra un paquete neurovascular que contiene al nervio mediano y los vasos braquiales.

El borde lateral del músculo bíceps y el músculo braquiorradial forman otra depresión cuyo piso también está integrado por el músculo braquial. El nervio radial y los vasos radiales colaterales discurren en la profundidad de esta depresión. El nervio cutáneo lateral del antebrazo avanza en un plano más superficial.

### Arteria braquial (figura 5-19)





**Figura 5-19.** Palpación de la arteria braquial; nervio mediano.

El pulso puede percibirse justo medial al tendón del bíceps.

### **Nervio mediano (figura 5-19)**

Es una estructura tubular medial inmediata a la arteria. En la parte distal de su trayecto en la fosa cubital pasa por el músculo pronador redondo.

## **5.2 Anatomía funcional del codo**

### **5.2.1 Imagen radiográfica del codo**

#### **Vista anteroposterior (figura 5-20)**

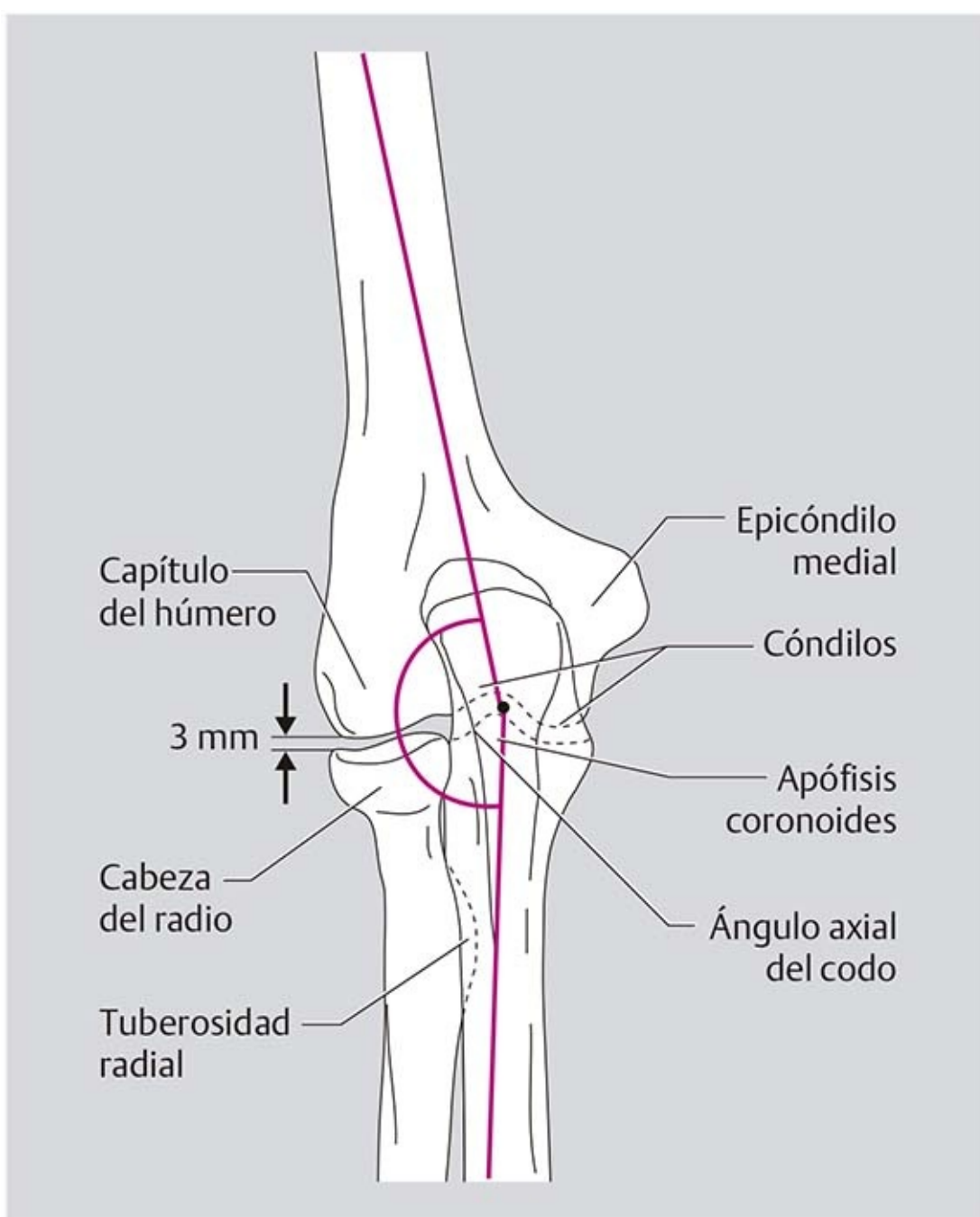


Figura 5-20. Imagen radiográfica: vista anteroposterior.

### Posición: extensión/supinación

- Hendidura entre el capítulo del húmero y el radio: alrededor de 3 mm.
- El ángulo formado por el eje de la diáfisis humeral y el eje de la diáfisis cubital es el ángulo axial del codo. Normal: 170°.

### Vista lateral (figura 5-21)

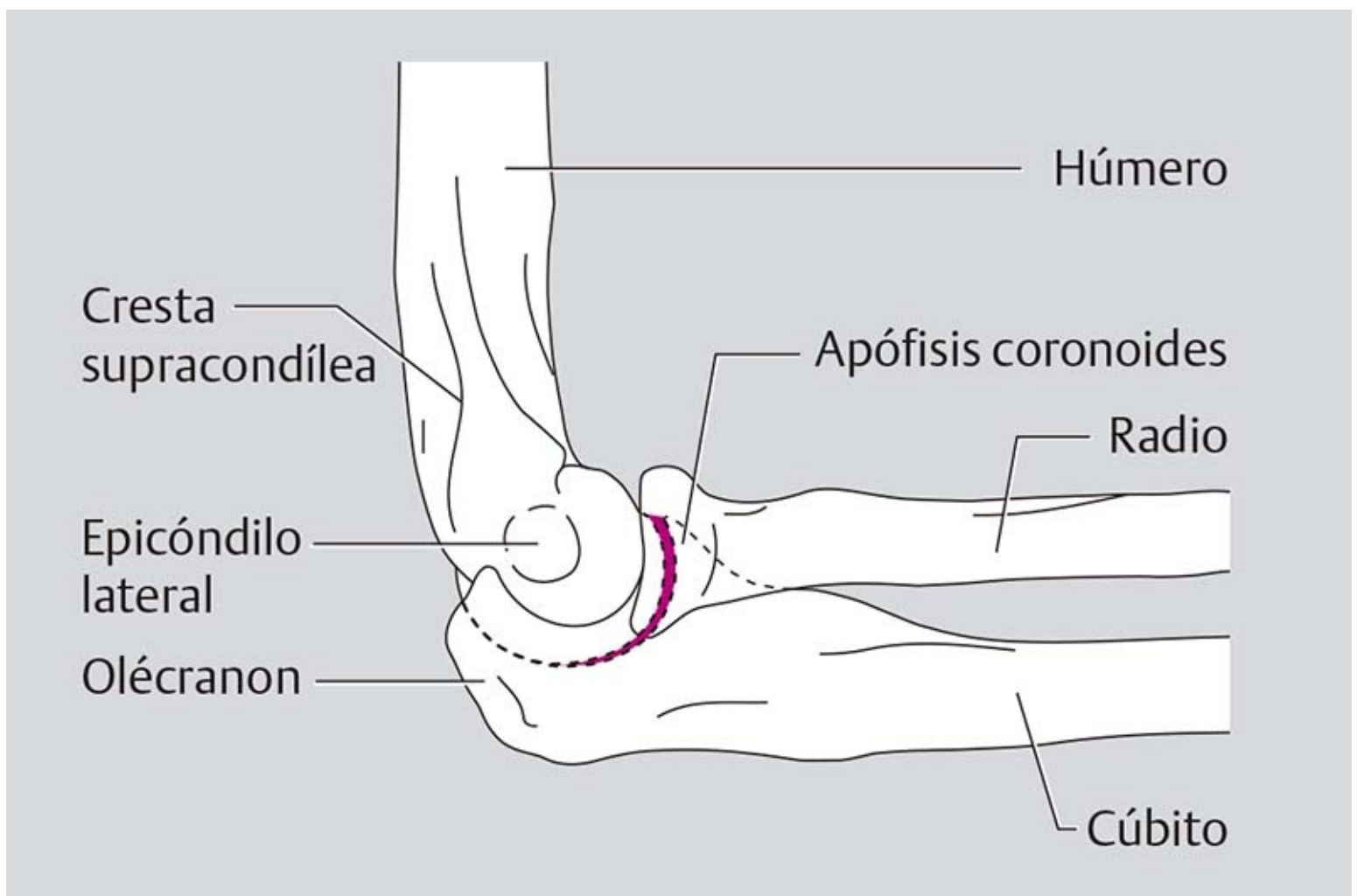


Figura 5-21. Imagen radiográfica: vista lateral.

### Posición: flexión del codo a 90°

- Proyección de ambos epicóndilos superpuestos.
- Espacio articular de la articulación humerocubital:
  - Espacio uniforme entre los condilos y el cúbito.
  - Superficies articulares lisas y congruentes

#### Patología

En condiciones patológicas, el espacio articular puede estrecharse por inflamación o cambios artríticos. Una deformidad artrítica de la cabeza radial en la poliartritis crónica es apenas identificable por los hallazgos bien definidos de la radiología diagnóstica en medicina traumatológica, como la luxación de la cabeza radial o una fractura por arrancamiento de un epicóndilo del olécranon.

## 5.2.2 Articulación del codo

A diferencia de las superficies articulares proximales en la cabeza humeral que están orientadas en sentido medial, las superficies articulares de la parte distal del húmero lo están en dirección anterior. Por lo tanto, la articulación del codo tiene la orientación óptima para su uso funcional, que por lo general es anterior al cuerpo.

La articulación del codo se compone de tres articulaciones que conforman una unidad funcional:

- La **articulación humerocubital** representa la conexión articulada entre el húmero y el cúbito. Desde el punto de vista funcional es una articulación en silla de montar.
- La **articulación humerorradial** integra al húmero con el radio.
- La **articulación radiocubital proximal** es la articulación entre el radio y el cúbito en la parte proximal. Tiene una relación obligada con la **articulación radiocubital distal**.

# Articulación humerocubital

## Húmero

- Los **cóndilos** (figura 5-22) tienen la forma de un corcho de champaña. La parte cubital es un poco más ancha que la parte radial y un estrechamiento en forma de reloj de arena divide las dos partes. Se orienta un poco hacia la línea media.

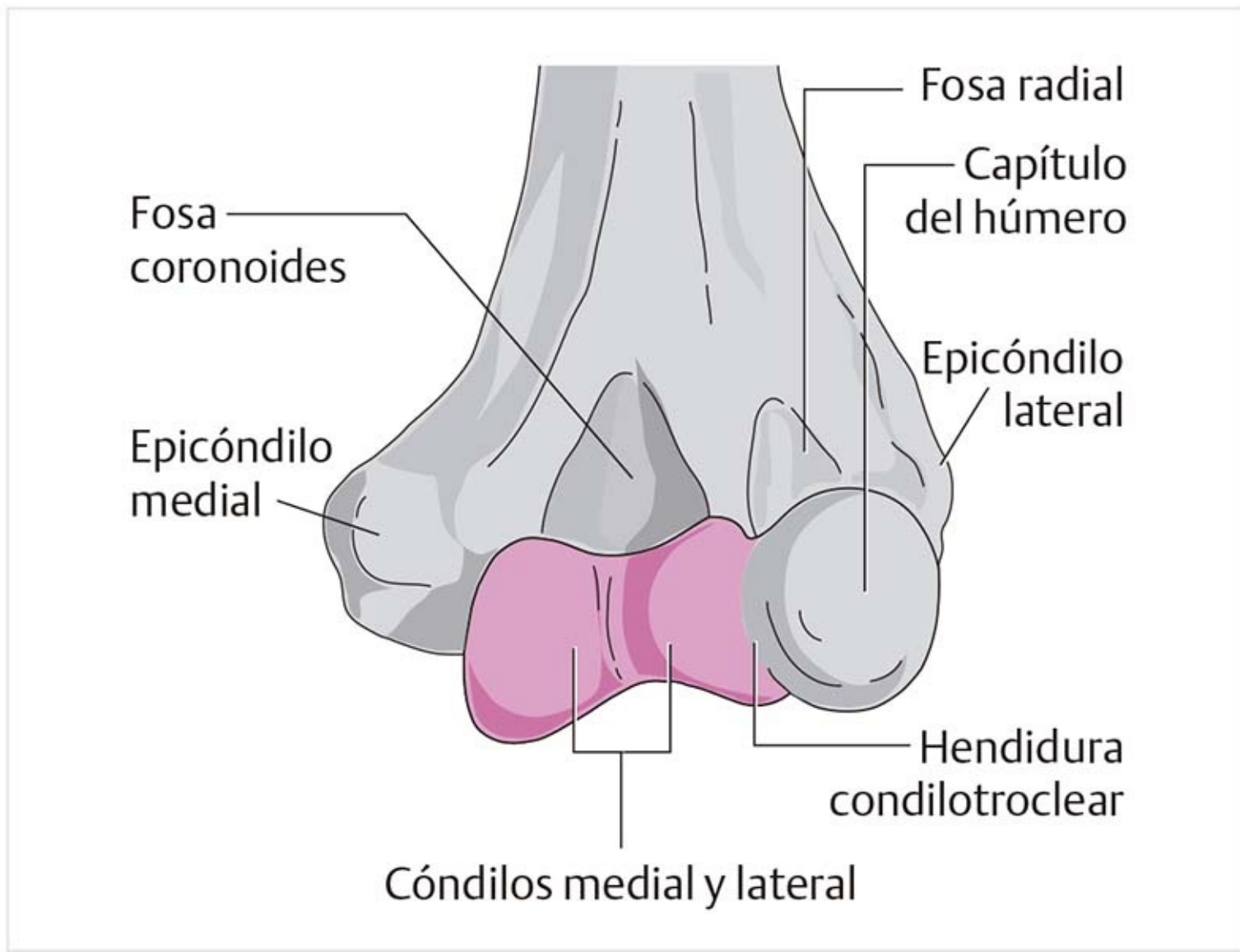


Figura 5-22. Cóndilos medial y lateral.

- En el extremo distal del húmero, los cóndilos y el capítulo del húmero tienen un ángulo anterior aproximado de 45° con el eje de la diáfisis.
- La **fosa coronoides** (figura 5-22) se localiza de manera anterior, arriba de los cóndilos medial y lateral. En la flexión recibe a la **apófisis coronoides**.
- En la parte posterior, la **fosa del olécranon** (figura 5-23) es muy profunda y se llena con cierta cantidad de tejido adiposo. En la extensión recibe al olécranon.

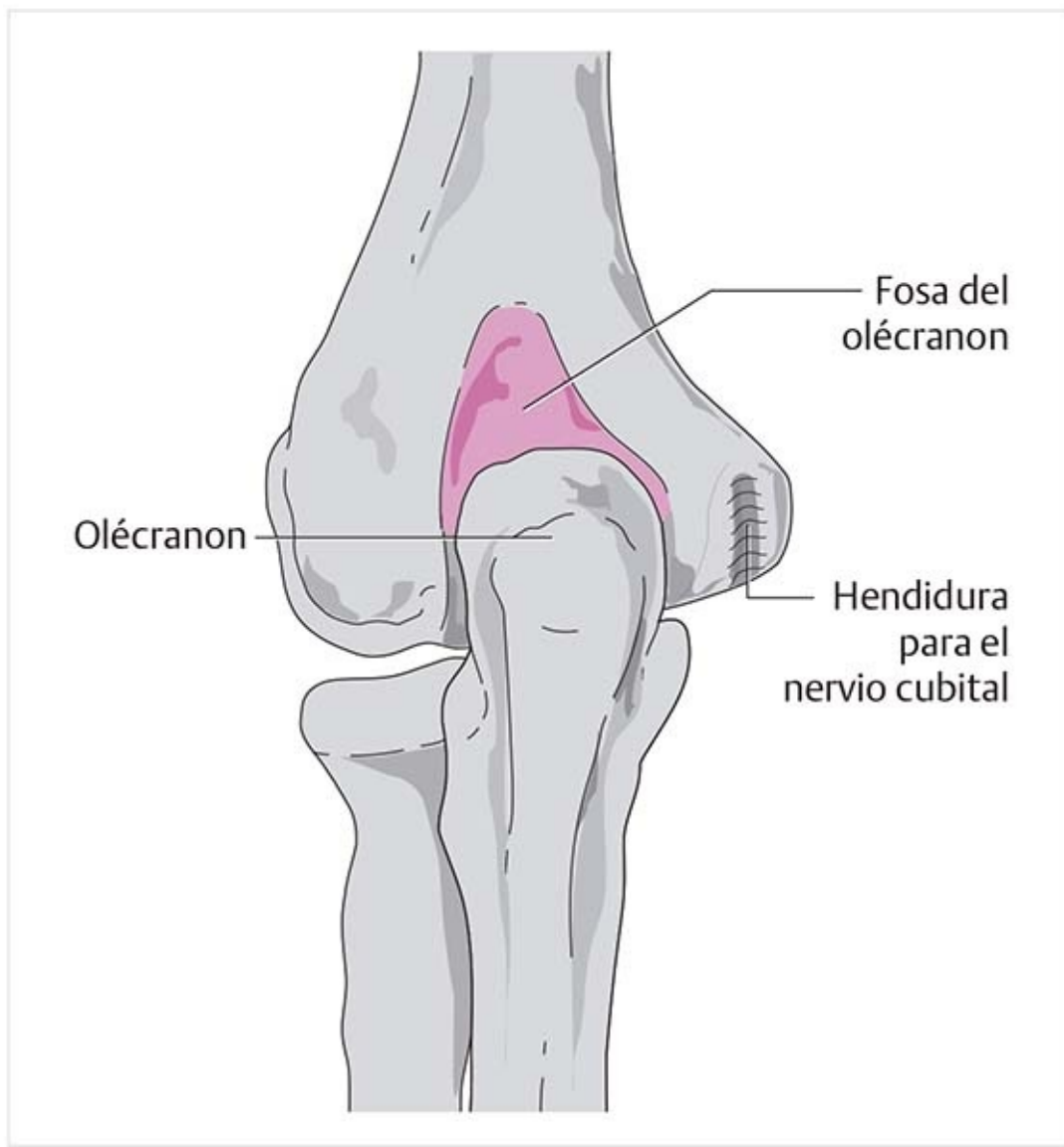
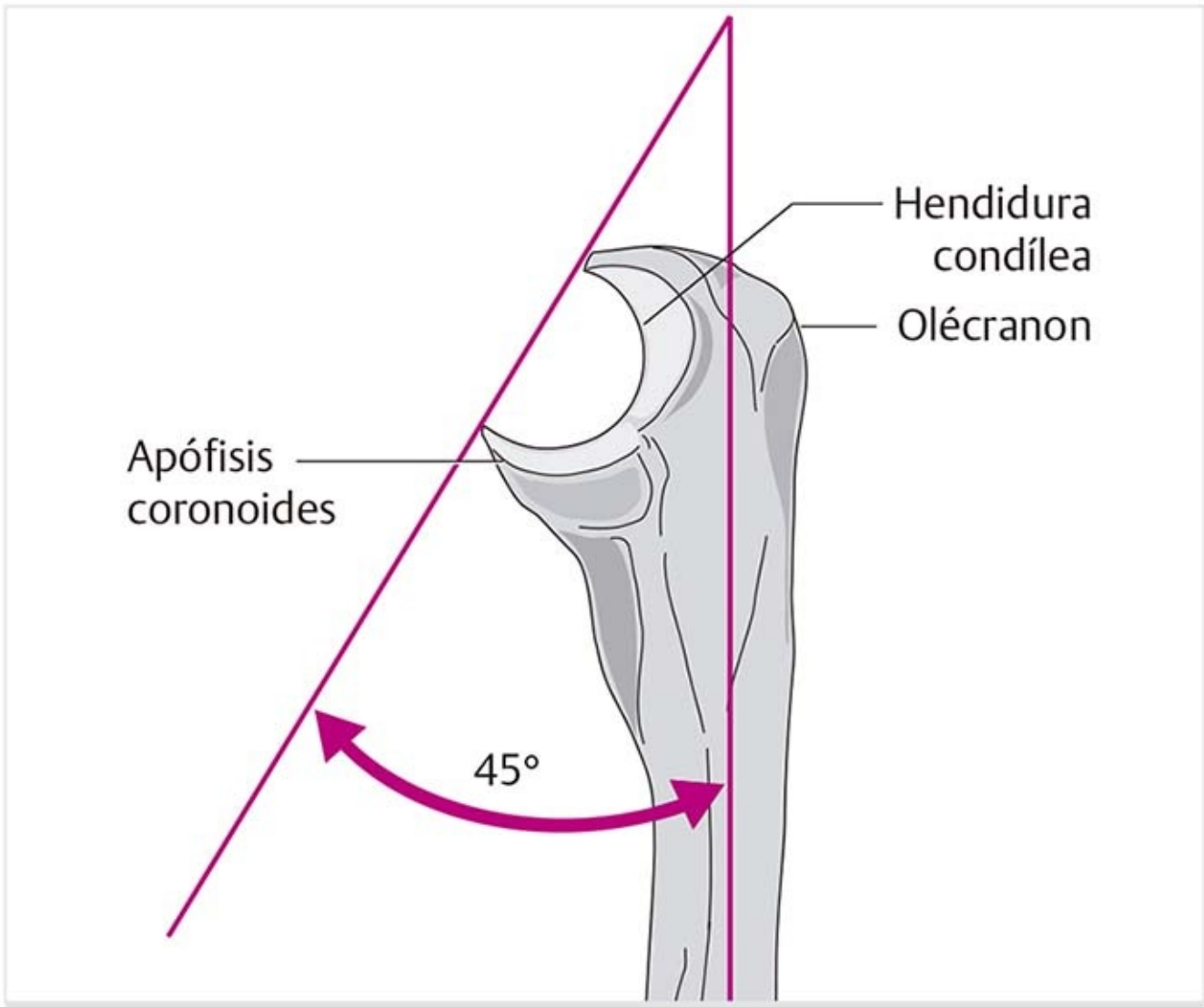


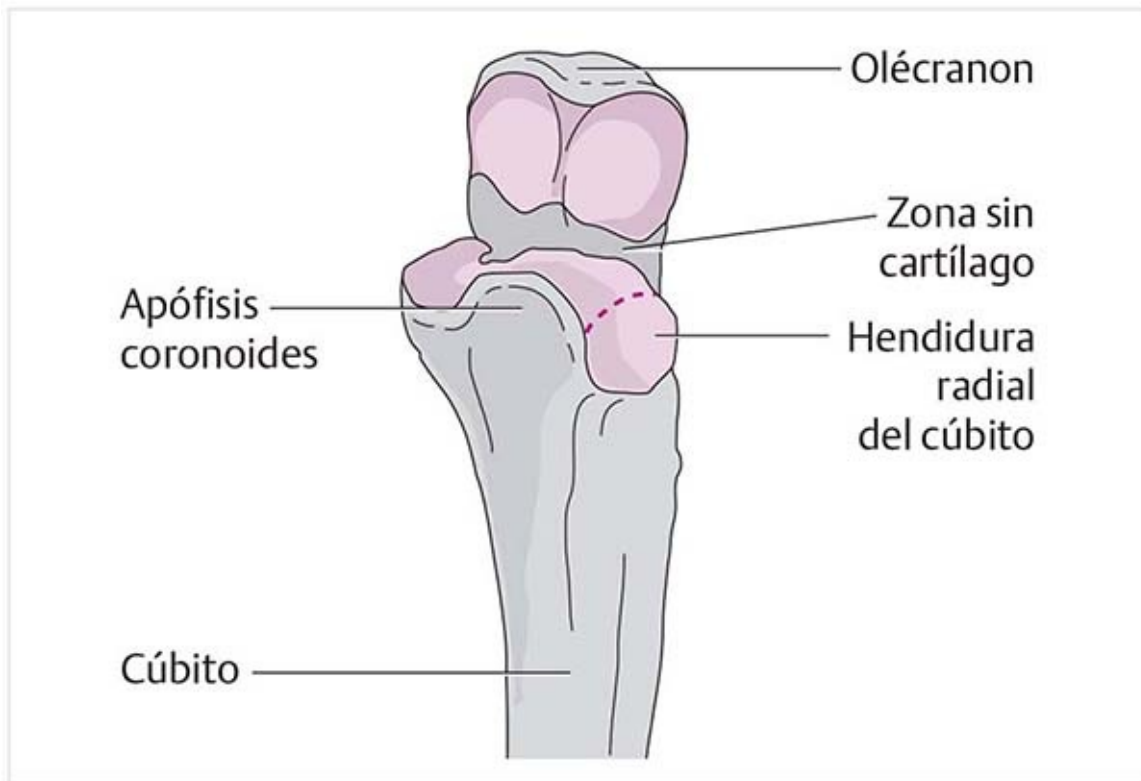
Figura 5-23. Fosa del olécranon.

## Cúbito

- La **muesca condílea** (figuras 5-25 y 5-26 ) rodea los cóndilos como una llave inglesa. Tiene una cresta que se ajusta en el surco de los cóndilos. La parte media de la hendidura no está cubierta con cartílago.

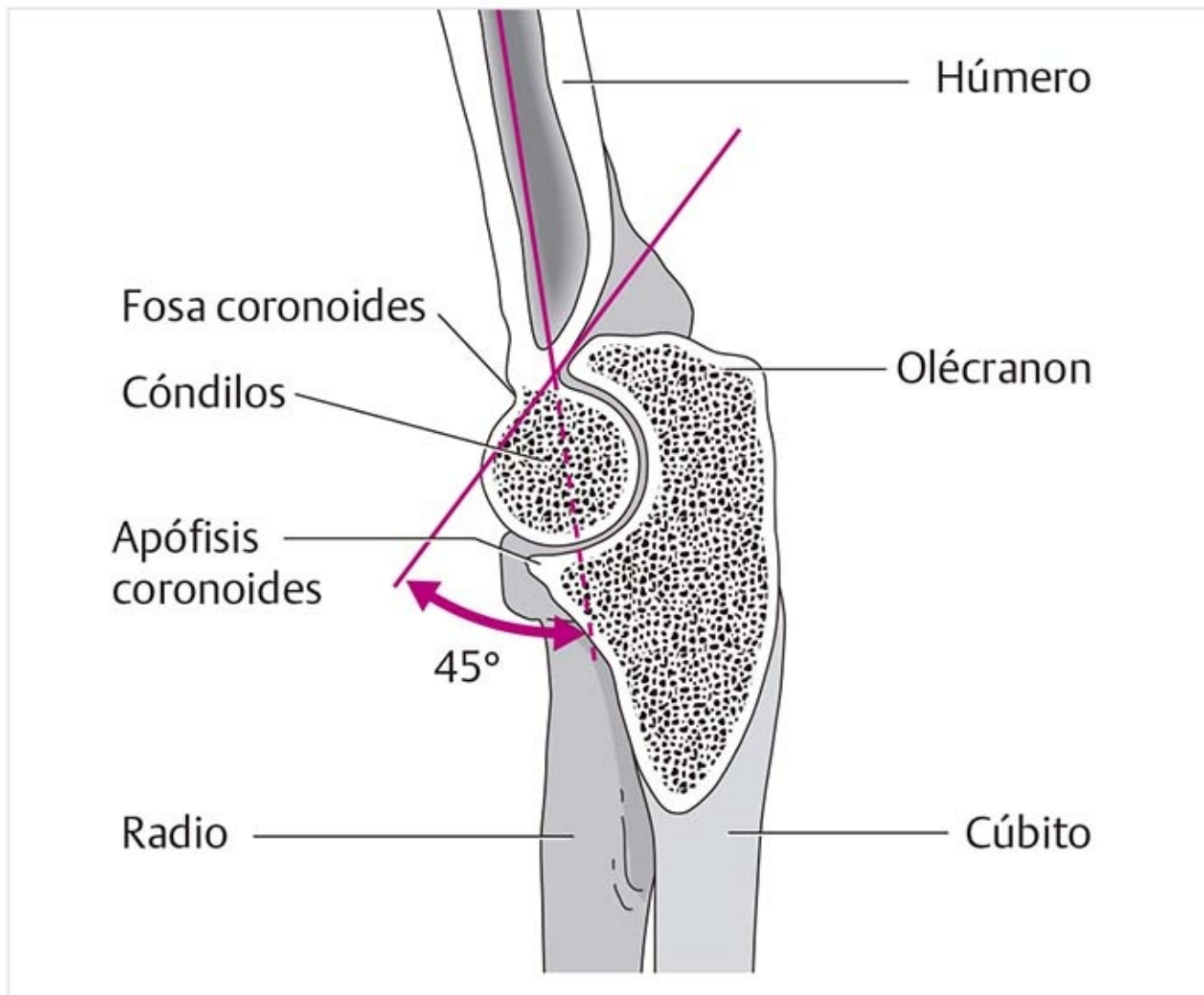


**Figura 5-25.** Hendidura condílea del cúbito.



**Figura 5-26.** Posición de la hendidura condílea.

- En la parte posterior, en el extremo de la hendidura, se halla el **olécranon** (figuras 5-24 a 5-26 ). Sirve como inserción para el músculo tríceps braquial y es el origen del músculo cubital flexor del carpo.



**Figura 5-24.** Posición de los cóndilos.

- En el extremo anterior se encuentra la **apófisis coronoides** (figuras 5-24 a 5-26 ). Justo distal a la apófisis coronoides está la tuberosidad cubital. Éste es el sitio de inserción para el músculo braquial y es el área de origen del músculo flexor superficial de los dedos.
- Una línea trazada del olécranon a la apófisis coronoides forma un ángulo de  $45^\circ$  con el eje de la diáfisis humeral. La amplitud de la flexión se debe a esta orientación y al ángulo de la parte distal del húmero.

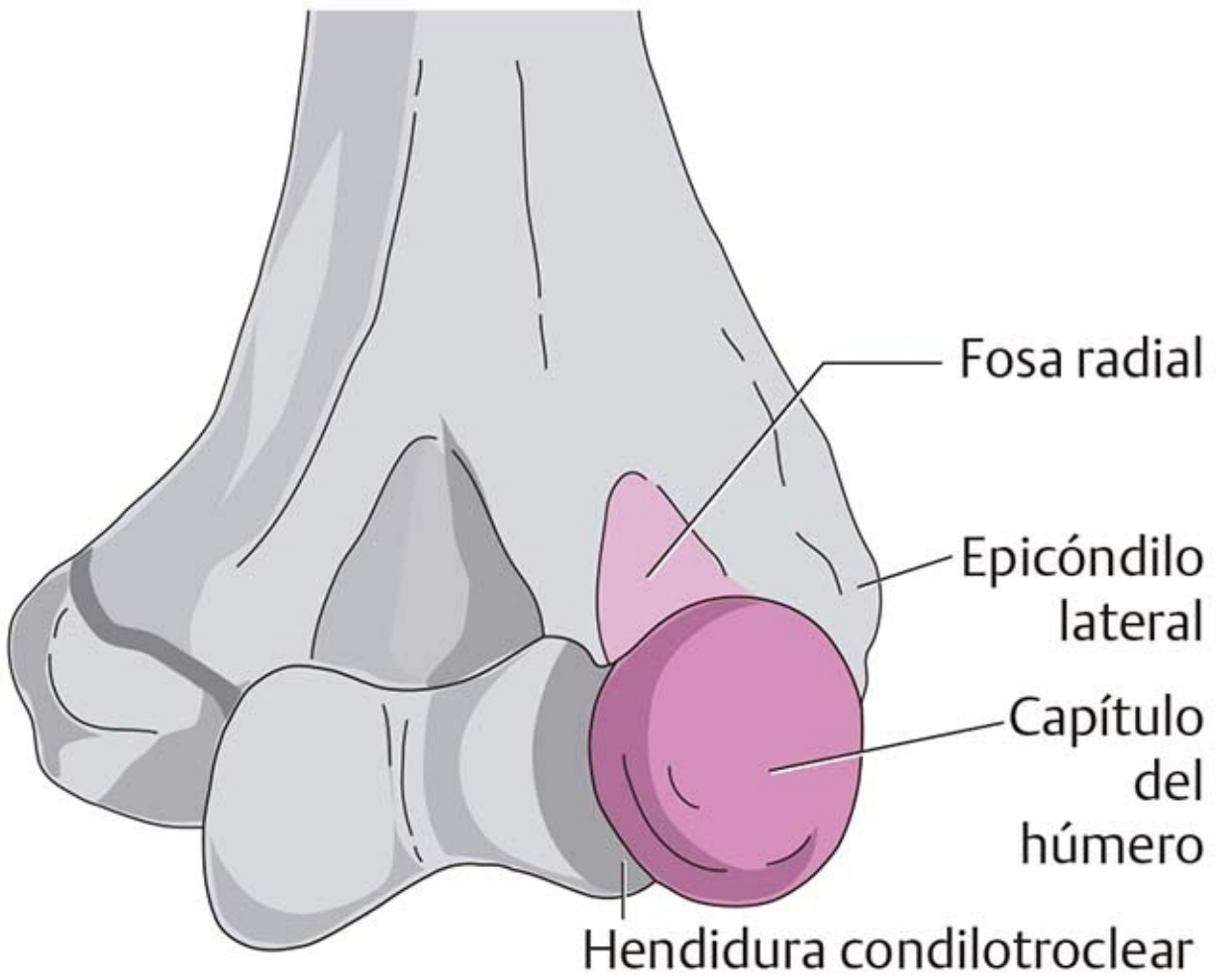
#### Consejo práctico

Una fractura aislada del olécranon se trata de manera quirúrgica con osteosíntesis y técnica de bandas de tensión de alambre, ya que de lo contrario el músculo tríceps tracciona el extremo proximal de la fractura hacia arriba. Por lo tanto, en el tratamiento subsiguiente debe evitarse el estiramiento muscular pasivo y el entrenamiento con resistencia concéntrica desde la posición de flexión máxima.

Cuando se trata la articulación humerocubital con tracción, debe considerarse el ángulo de  $45^\circ$  formado por la punta del olécranon y la apófisis coronoides. La hendidura condílea la parte cóncava de la articulación, por lo que corresponde al plano terapéutico de este ángulo, que debe considerarse cuando se cambia la posición del cúbito. La falta de consideración de este ángulo cuando se ejerce tracción en una posición de  $90^\circ$  provoca compresión en ciertas partes de la articulación.

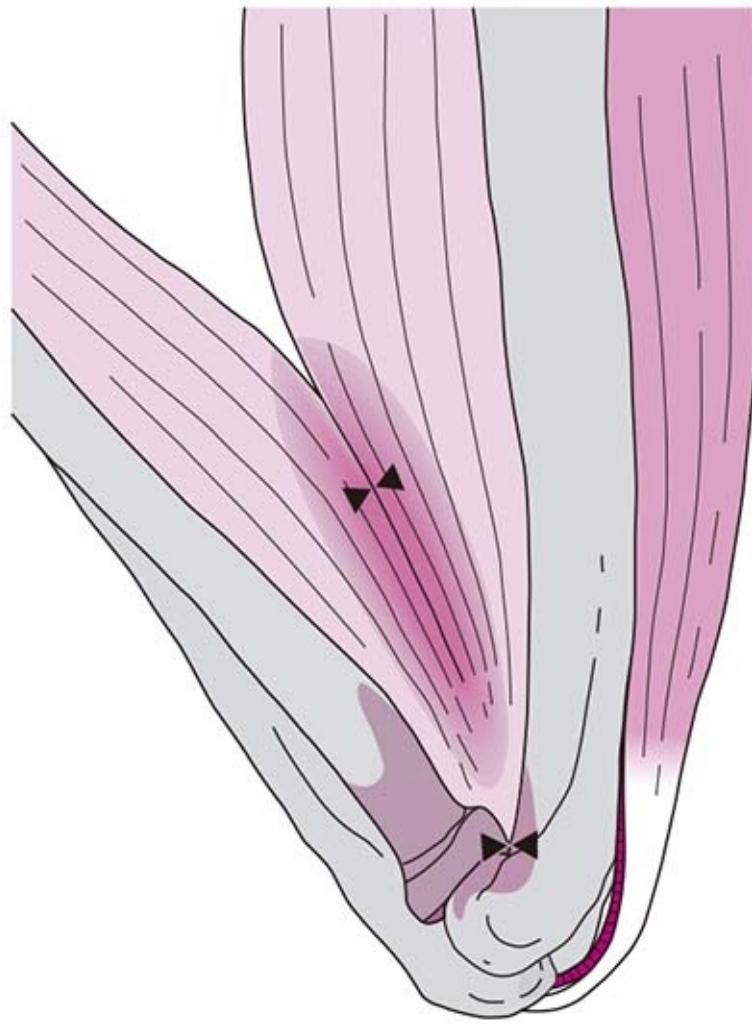
## Articulación humerorradial

### Húmero (figuras 5-27 y 5-28)



**Figura 5-27.** Capítulo del húmero.

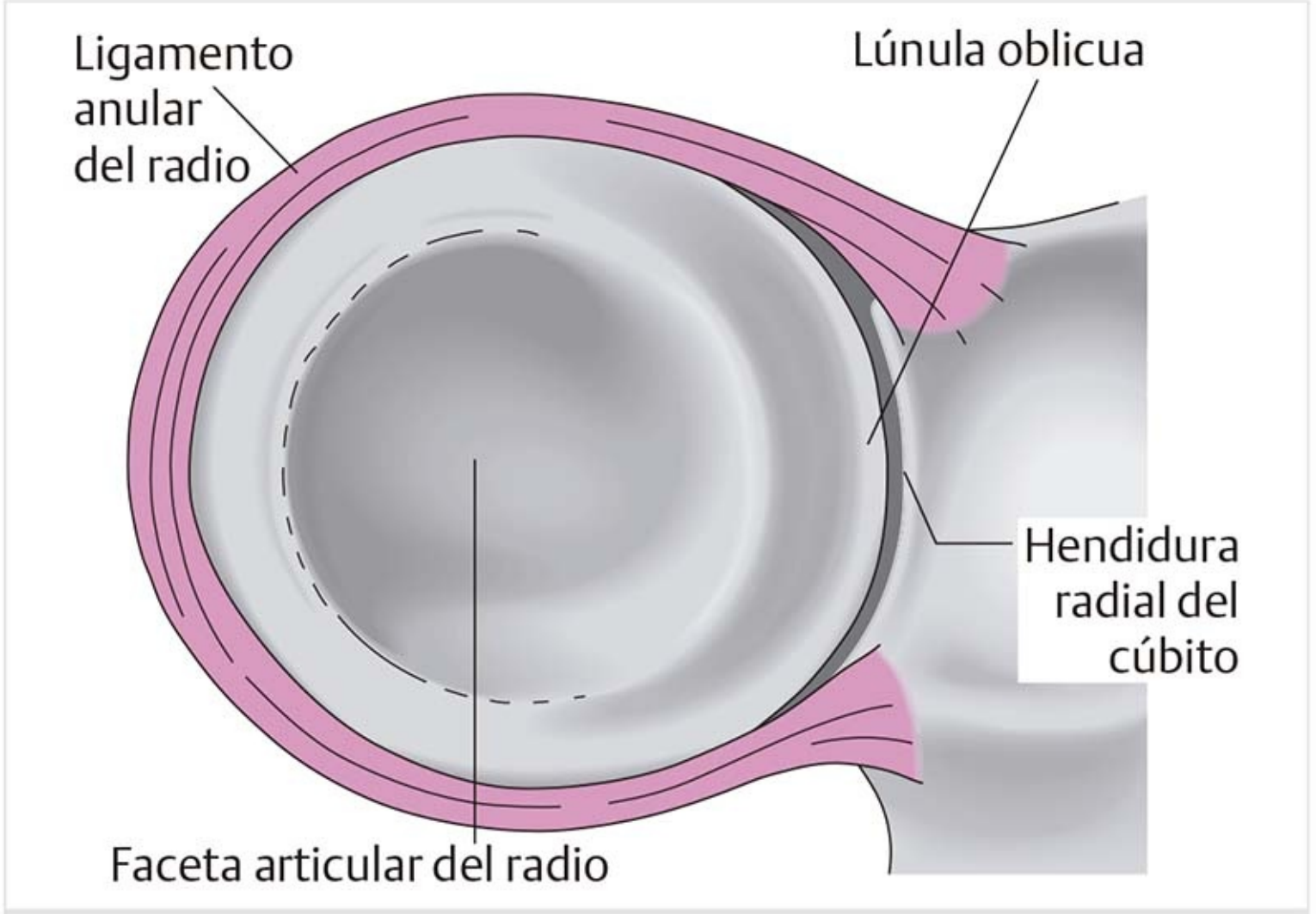




**Figura 5-28.** Posición de la cabeza radial en flexión máxima.

- La **hendidura capítulo-condílea** delimita el **capítulo del húmero** de los cóndilos.
- Arriba del cóndilo anterior se localiza la **fosa radial** , que recibe la cabeza del radio durante la flexión máxima.

### **Radio (figura 5-29)**



**Figura 5-29.** Faceta articular del radio.

- La **faceta articular del radio** es la superficie articular cóncava de la cabeza radial.
- Alrededor del borde de la fóvea existe un pequeño abultamiento circular, la **lúnula oblicua**. Ésta se articula con la hendidura capítulo-condílea del húmero.

El radio está muy relacionado con los movimientos del cúbito mediante el ligamento anular del radio, por lo que ni la articulación humerocubital ni la articulación humerorradial pueden moverse por separado, sólo como unidad.

#### Consejo práctico

El tratamiento habitual de una fractura de la cabeza del radio es la fijación quirúrgica con tornillos. El tratamiento funcional de seguimiento debe instituirse con mucho cuidado y es necesario evitar las posiciones prohibidas de pronación y supinación. El esfuerzo excesivo y la duración de la terapia física pueden conducir a la calcificación y otras complicaciones.

### Articulación radiocubital proximal (figura 5-30)

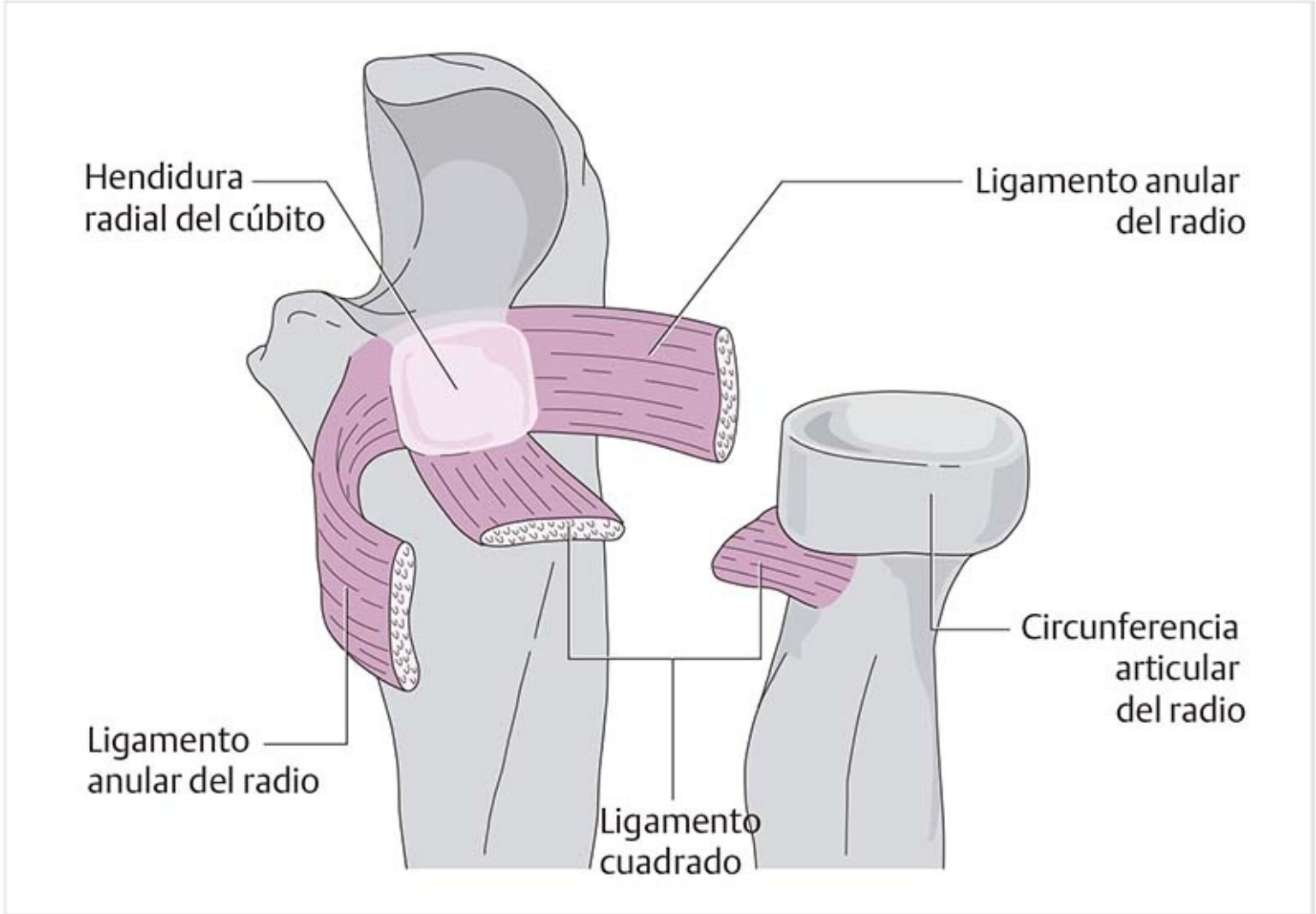


Figura 5-30. Articulación radiocubital proximal.

## Cúbito

- La **hendidura radial del cúbito** es cóncava y tiene orientación sagital.
- El **ligamento anular del radio** mide cerca de 1 cm de ancho y está fijado al borde anterior y posterior de la hendidura. Rodea la mayor parte de la cabeza radial; sólo la lúnula oblicua queda descubierta.
- En el área de la hendidura radial del cúbito, el ligamento consiste en fibrocartílago, que se fusiona en tejido conectivo formado por fibras de colágeno. Esta inclusión de células cartilaginosas indica una transferencia de presión localmente limitada y tiene la importante función de centrar la cabeza del radio en la hendidura, mientras que los otros ligamentos se someten a mayor fuerza tensil.
- Los ligamentos colaterales radial y cubital se extienden hasta el ligamento anular, lo que establece una interrelación entre las articulaciones humerocubital, humerorradial y radiocubital.
- Unas cuantas fibras del músculo supinador se irradian dentro del ligamento.
- El **ligamento cuadrado** se une con la cara inferior de la hendidura radial del cúbito y se extiende hasta la base de la circunferencia articular del radio. En el cúbito, unas cuantas fibras de este ligamento se extienden al ligamento anular del radio.

## Radio

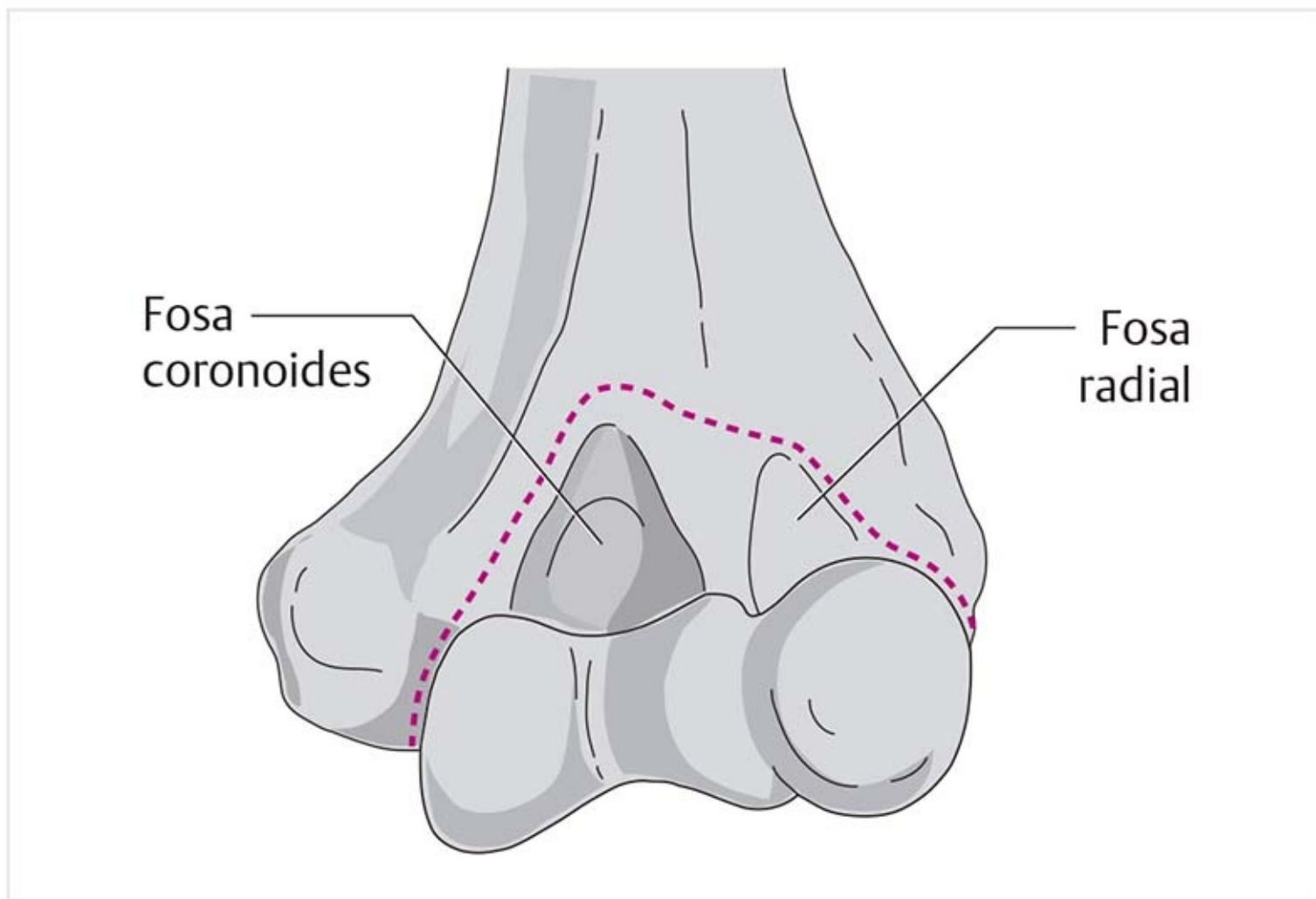
La **circunferencia articular del radio** es convexa y se articula con el ligamento anular del radio y la hendidura radial del cúbito.

La estrecha interconexión de las articulaciones del codo demuestra que el trastorno en una afecta siempre a las otras, razón por la cual deben examinarse y tratarse todas las articulaciones.

## Patología

En la poliartritis crónica del codo, la deformidad artrítica afecta sobre todo la cabeza del radio. Después de la resección terapéutica de ésta, se produce inestabilidad del codo porque falta la abrazadera del soporte humeral. Además, debido a la sección del ligamento anular del radio, la conexión estabilizadora de los ligamentos colaterales ya no existe. Otra consecuencia es que no hay cambio en el estrés aplicado a la articulación radiocubital distal.

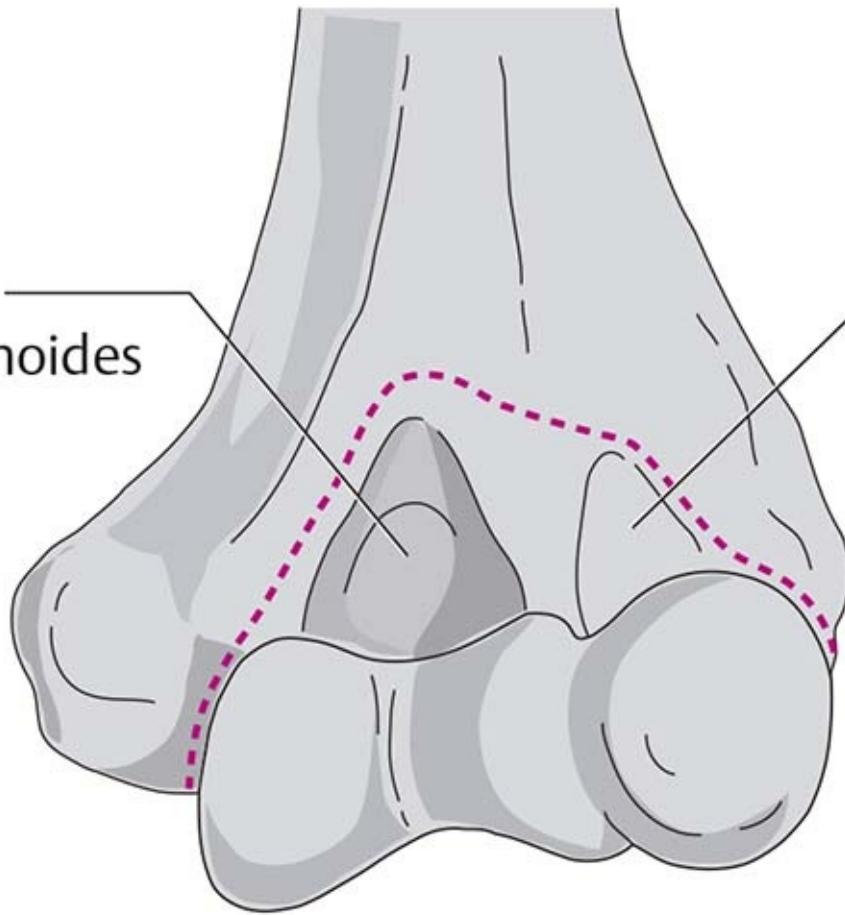
## Cápsula articular (figuras 5-31 a 5-34)



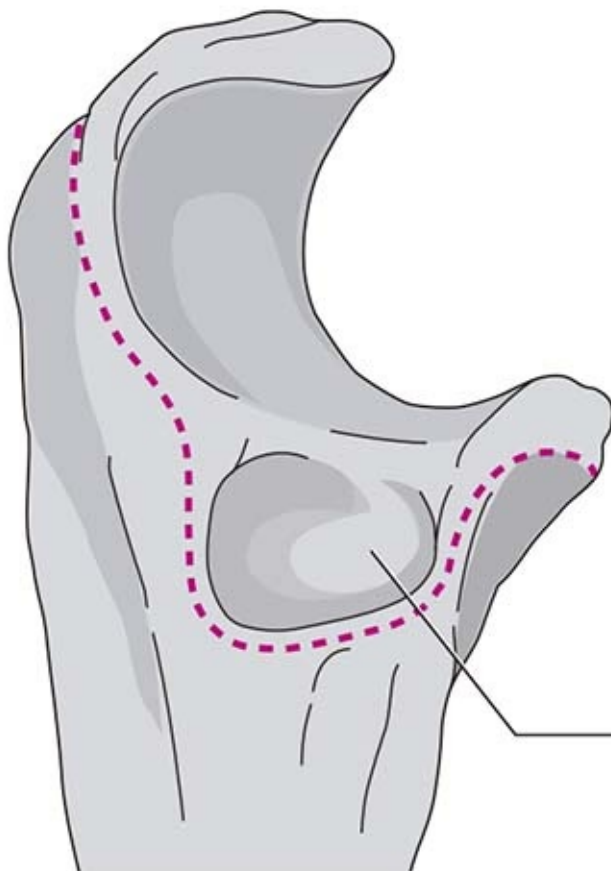
**Figura 5-31.** Inserción de la cápsula en la cara anterior del húmero.

Fosa coronoides

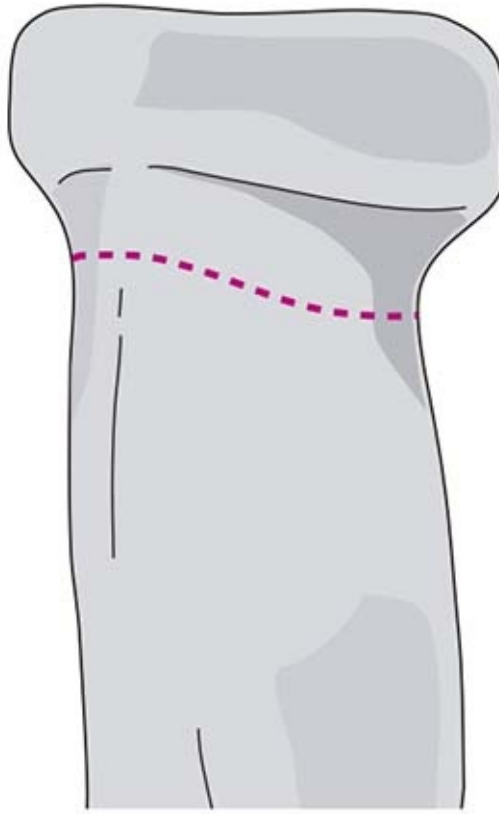
Fosa radial



**Figura 5-32.** Inserción de la cápsula en la cara posterior del húmero.



Hendidura radial del cúbito



**Figura 5-34.** Inserción de la cápsula en el radio.

Una cápsula delgada rodea las tres articulaciones. Las **inserciones en el húmero** circundan a las fosas radial, coronoides y el olécranon, pero omiten los epicóndilos y la hendidura para el nervio cubital.

La cápsula forma recesos en las partes anterior y posterior que se despliegan durante los movimientos máximos. Unas cuantas fibras musculares del músculo braquial y el músculo ancóneo se extienden en las partes anterior y posterior hacia la cápsula e impiden que los pliegues de los recesos queden atrapados. Los ligamentos colaterales refuerzan los lados de la cápsula, al igual que bandas de fibras musculares de los músculos supinador y extensor radial corto del carpo.

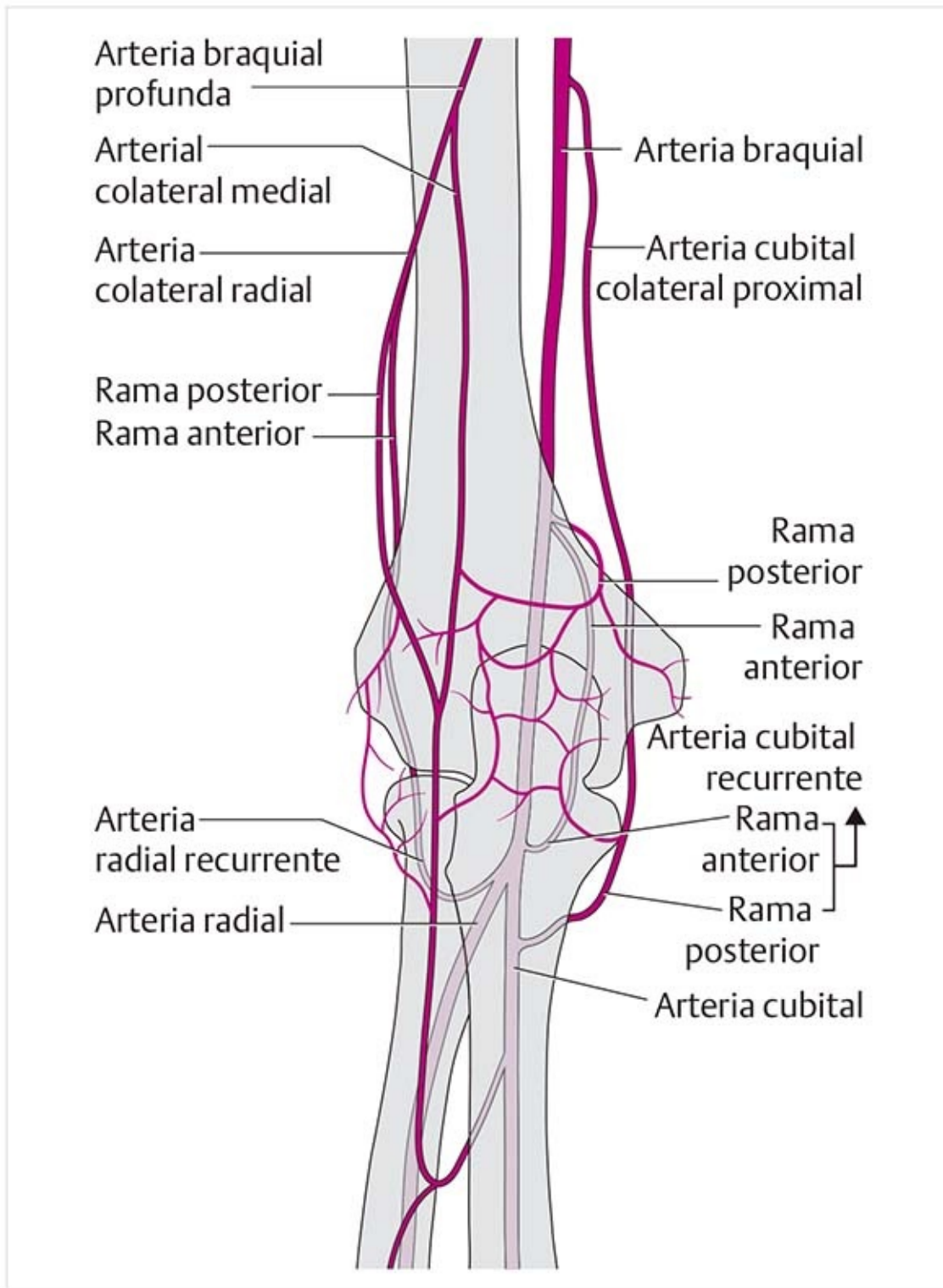
En el **cúbito**, la inserción se localiza en el borde hueso-cartilago de la hendidura condílea y en la zona radial abarca la hendidura radial del cúbito.

En el radio, la inserción se encuentra un poco por debajo del borde hueso-cartilago de la circunferencia articular.

#### Patología

Las evaginaciones de la cápsula, que pueden experimentar fibrosis y volverse muy firmes, experimentan episodios recurrentes de atrapamiento con el movimiento. Deben eliminarse por medios quirúrgicos.

#### **Perfusión (figura 5-35)**



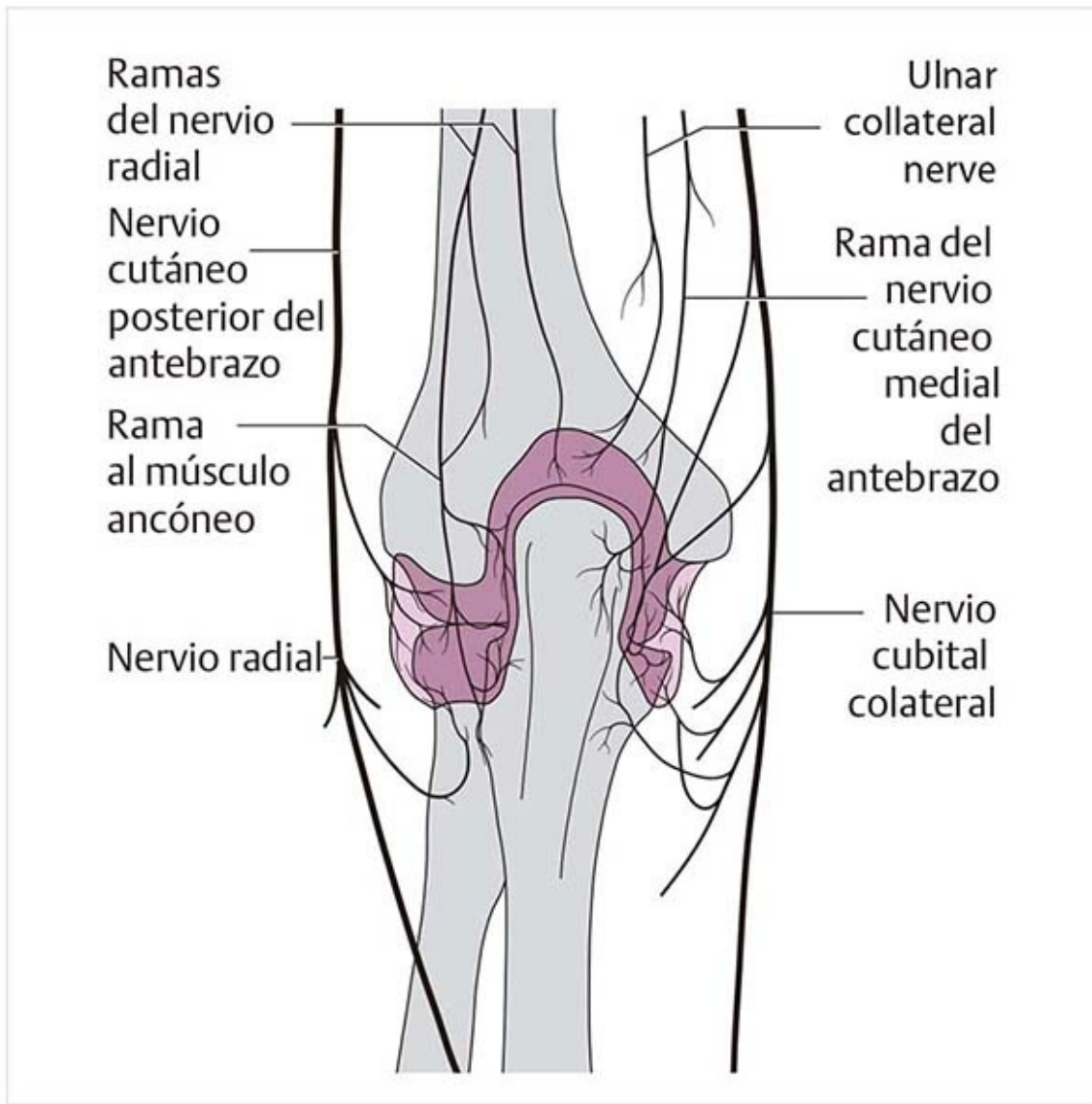
**Figura 5-35.** Irrigación arterial de la articulación del codo.

Las arterias terminales forman la red anastomótica alrededor del olécranon. La arteria colateral medial de la arteria braquial profunda, la rama posterior de la arteria cubital colateral de la arteria braquial y la rama posterior de la arteria cubital recurrente proveniente de la arteria cubital irrigan el aparato compuesto por cápsula y ligamentos en las secciones lateral, medial y posterior.

La región anterior del codo está irrigada por las ramas anteriores de la arteria braquial.

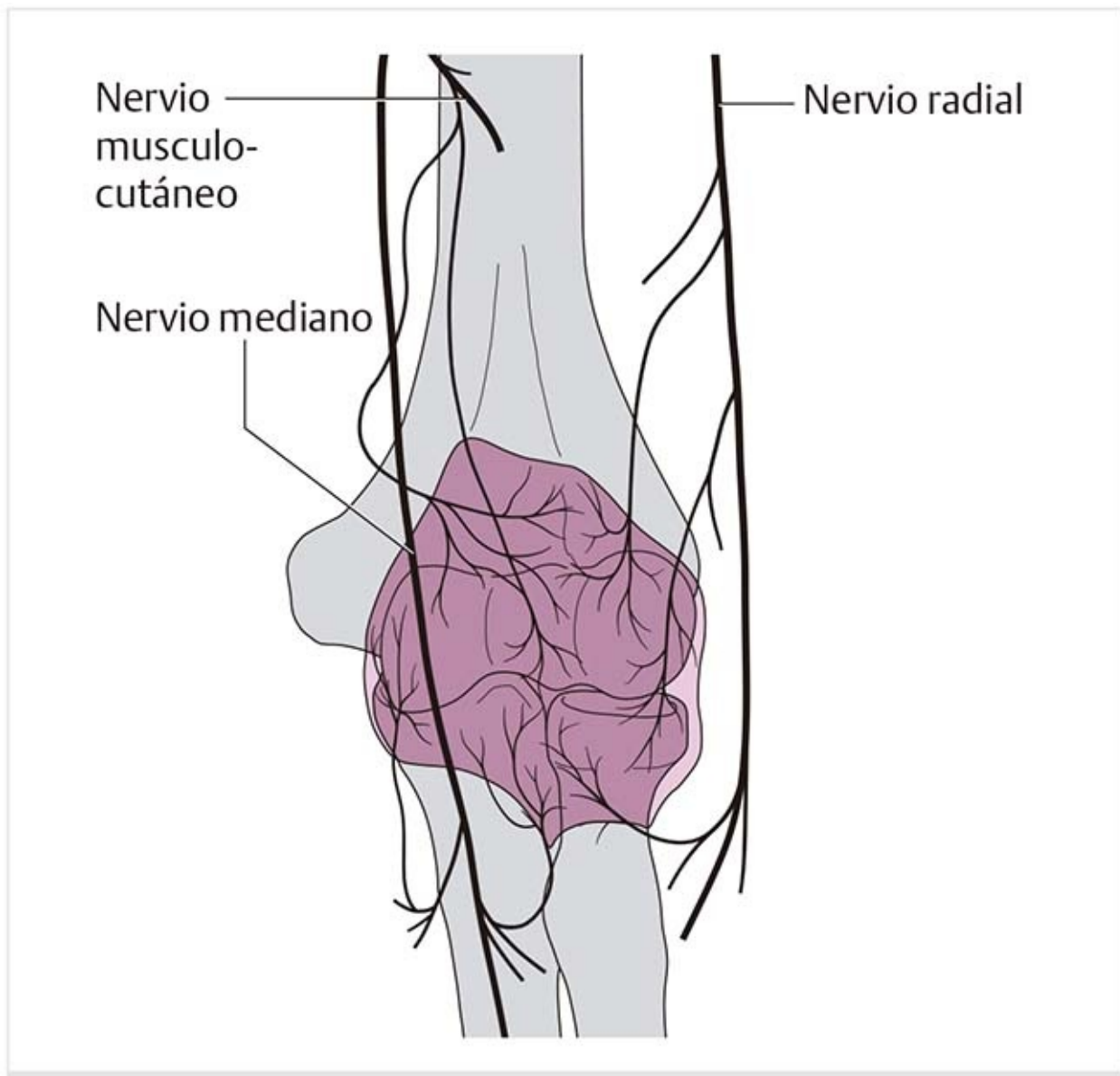
Estos vasos también irrigan los músculos circundantes.

### **Inervación (figuras 5-36 y 5-37)**



**Figura 5-36.** Inervación del codo posterior.





**Figura 5-37.** Inervación del codo anterior.

La región del epicóndilo lateral está inervada sólo por ramas del nervio radial.

Las ramas del nervio cubital inervan la zona posterior alrededor del epicóndilo medial y ramas del nervio mediano inervan la región anterior.

La parte posterior del aparato cápsula-ligamentos recibe su inervación de los nervios radial y cubital, y la región anterior de los nervios radial, musculocutáneo y mediano.

### **Articulación radiocubital distal (figura 5-38)**

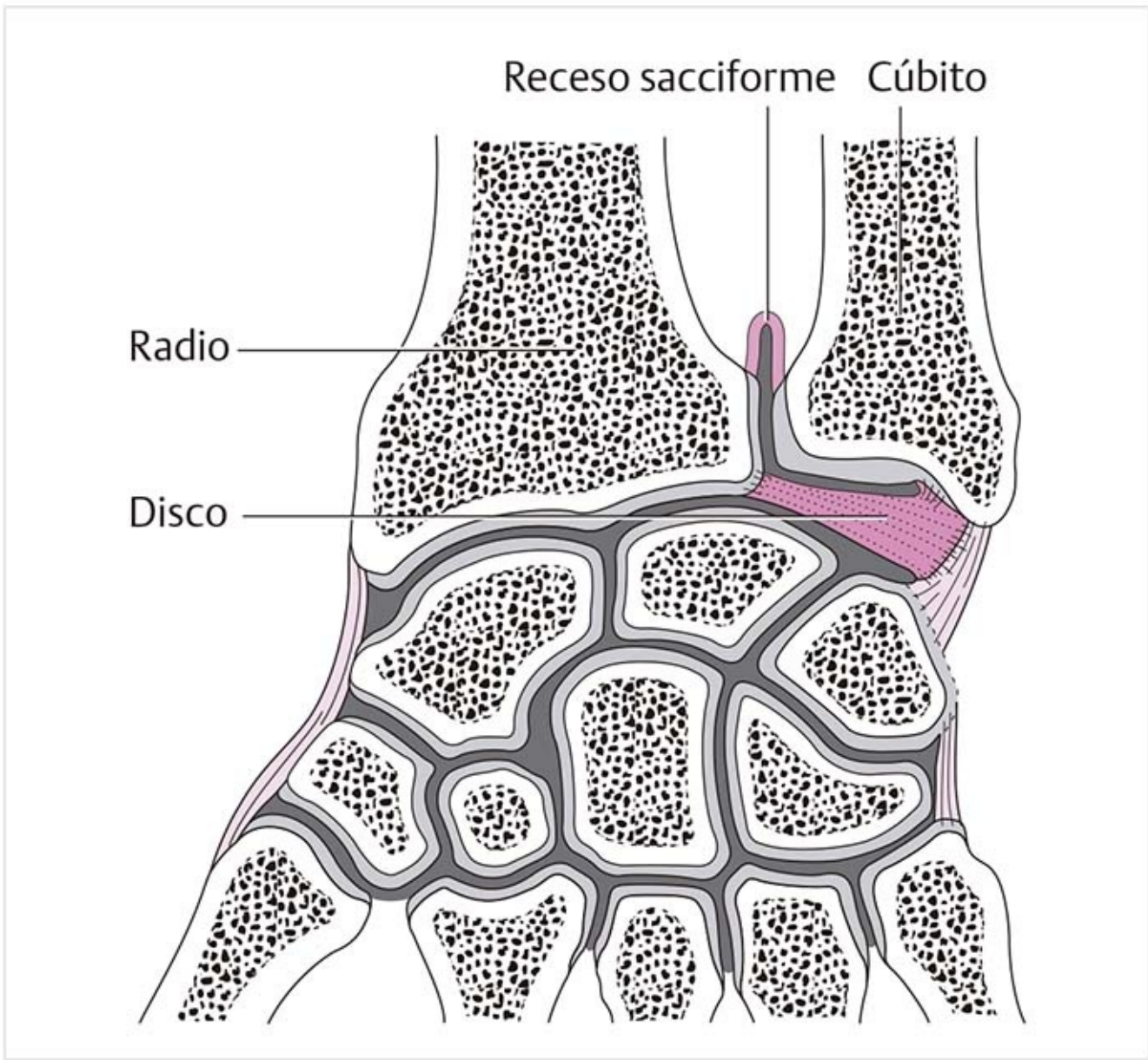


Figura 5-38. Articulación radiocubital distal.

## Cúbito

- La **circunferencia articular del cúbito** en la cabeza cubital es convexa.
- El disco articular (**figura 5-39**) es distal al cúbito. Debido a su fijación en el radio, participa en los movimientos de pronación y supinación.  
Véase el capítulo 6, Mano.

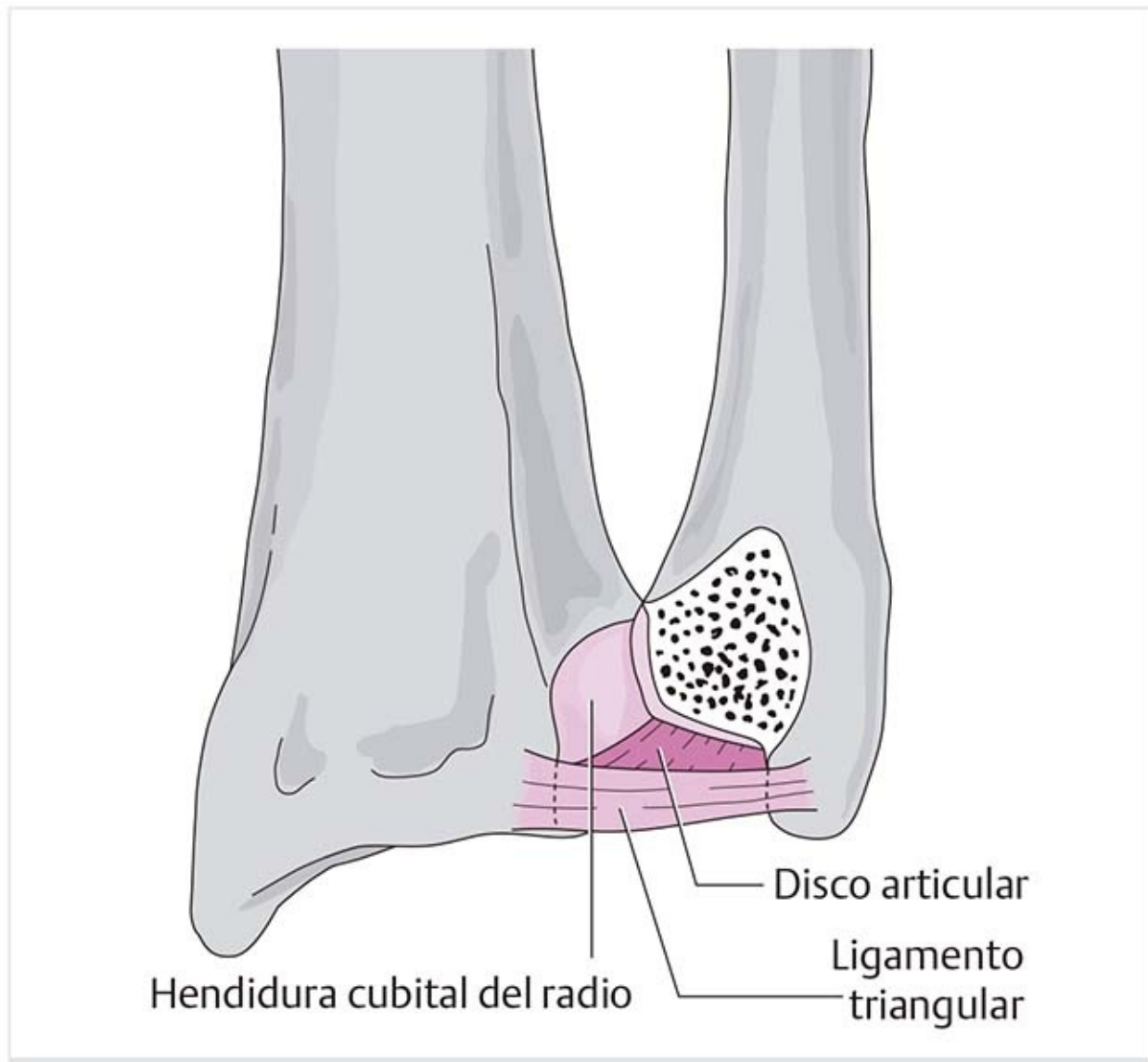


Figura 5-39. Disco articular de la articulación radiocubital.

## Radio

La **hendidura cubital del radio** es cóncava.

### Patología

Una fractura de la parte distal del radio se produce por una caída sobre la mano en extensión dorsal. Es la más frecuente de todas las fracturas. Cuando esto ocurre, el fragmento distal se desplaza en dirección dorsal y radial, lo que causa la **deformidad en bayoneta** (o **en tenedor**). La reducción apropiada de la fractura y la inmovilización posterior con un aparato de yeso son esenciales para prevenir el síndrome del túnel del carpo y la incongruencia de las superficies articulares de la articulación radiocubital distal y la articulación proximal de la muñeca (articulación radiocarpiana).

## Cápsula articular

- La cápsula se inserta en el borde osteocartilaginoso.
- Tiene una evaginación, un receso sacular que mide alrededor de 1 cm de largo y se extiende en dirección proximal entre el radio y el cúbito.
- La cápsula se refuerza con el ligamento radiocubital distal y unas cuantas bandas posteriores de la membrana interósea.
- En los márgenes del disco, la cápsula se fusiona con la cápsula de la articulación de la muñeca.

### Patología

Durante los movimientos de pronación y supinación, las articulaciones radiocubitales proximal y distal forman una unidad funcional y debe considerarse así en la exploración y tratamiento.

## 5.2.3 Ligamentos

### Ligamento cubital colateral (figura 5-40)

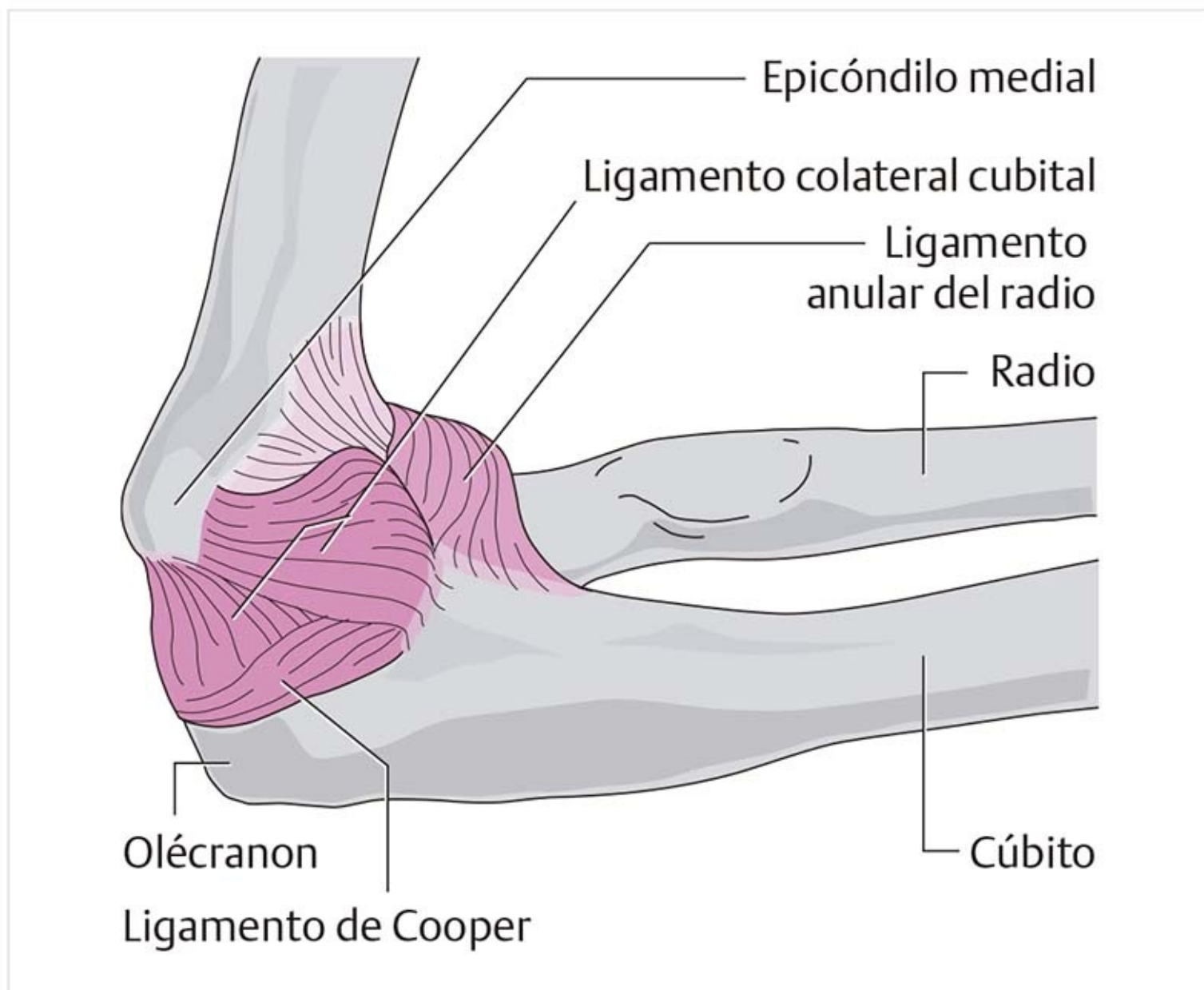


Figura 5-40. Ligamento colateral cubital.

El ligamento cubital colateral se integra con tres bandas fibrosas:

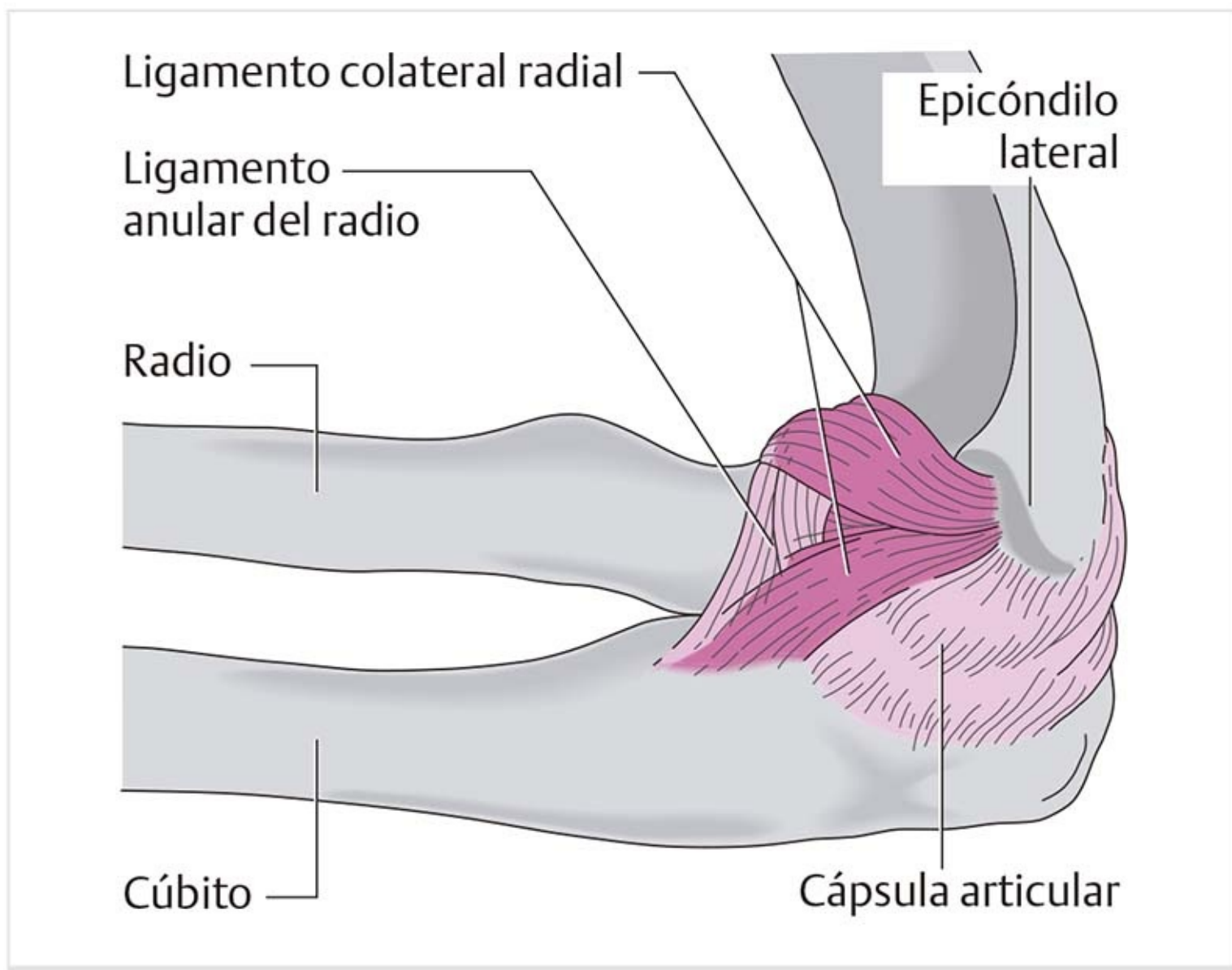
- La **parte anterior** se extiende desde la cara anterior del epicóndilo medial hasta el borde medial de la apófisis coronoides. Se irradia hacia el ligamento anular del radio.
- La **parte posterior** se proyecta de la cara posterior del epicóndilo al borde medial del olécranon.
- La **parte intermedia** es relativamente delgada y llena el espacio entre las dos partes anteriores. Un pequeño haz de trayecto transversal, el ligamento de Cooper, se separa y conecta las bases de las partes anterior y posterior.

Una rama del ligamento cubital colateral, el **ligamento epicondiloolecraneano**, se extiende desde el epicóndilo medial hasta el borde medial del olécranon. Su función es estabilizar el nervio cubital en su trayecto en sentido distal dentro de la hendidura para dicho nervio.

#### Patología

Las lesiones del ligamento colateral cubital se presentan en conjunto con el traumatismo en valgo agudo o crónico, como el observado en los deportes con lanzamientos. Los síntomas sólo aparecen con la provocación clara, por ejemplo con el estiramiento del codo.

## Ligamento colateral radial (figura 5-41)



**Figura 5-41.** Ligamento colateral radial.

El ligamento colateral radial se divide en dos secciones divergentes que se extienden desde las partes anterior y posterior del epicóndilo lateral hasta el margen anterior y posterior de la hendidura radial del cúbito. Estas secciones emiten fibras al ligamento anular del radio y a los tendones de los músculos supinador y extensor radial corto del carpo.

**Función.** Debido a su estructura con forma de delta, los ligamentos colaterales se mantienen tensos en todas las posiciones de la articulación.

### Consejo práctico

Para valorar la estabilidad de los ligamentos, se busca una separación articular en las partes medial y lateral con el codo extendido, dado que en esta posición casi todas las partes de los ligamentos están tensadas.

Las **bandas posteriores (figura 5-42)** se extienden en dirección medial y lateral hacia los ligamentos colaterales y refuerzan la cápsula en forma de haces fibrosos en disposición longitudinal y oblicua.



**Figura 5-42.** Aparato cápsula-ligamento posterior.

Las **bandas anteriores (figura 5-43)** refuerzan la cápsula en forma de bandas fibrosas diagonales en sentidos longitudinal y oblicuo. También se irradian a los ligamentos colaterales y al ligamento anular del radio.

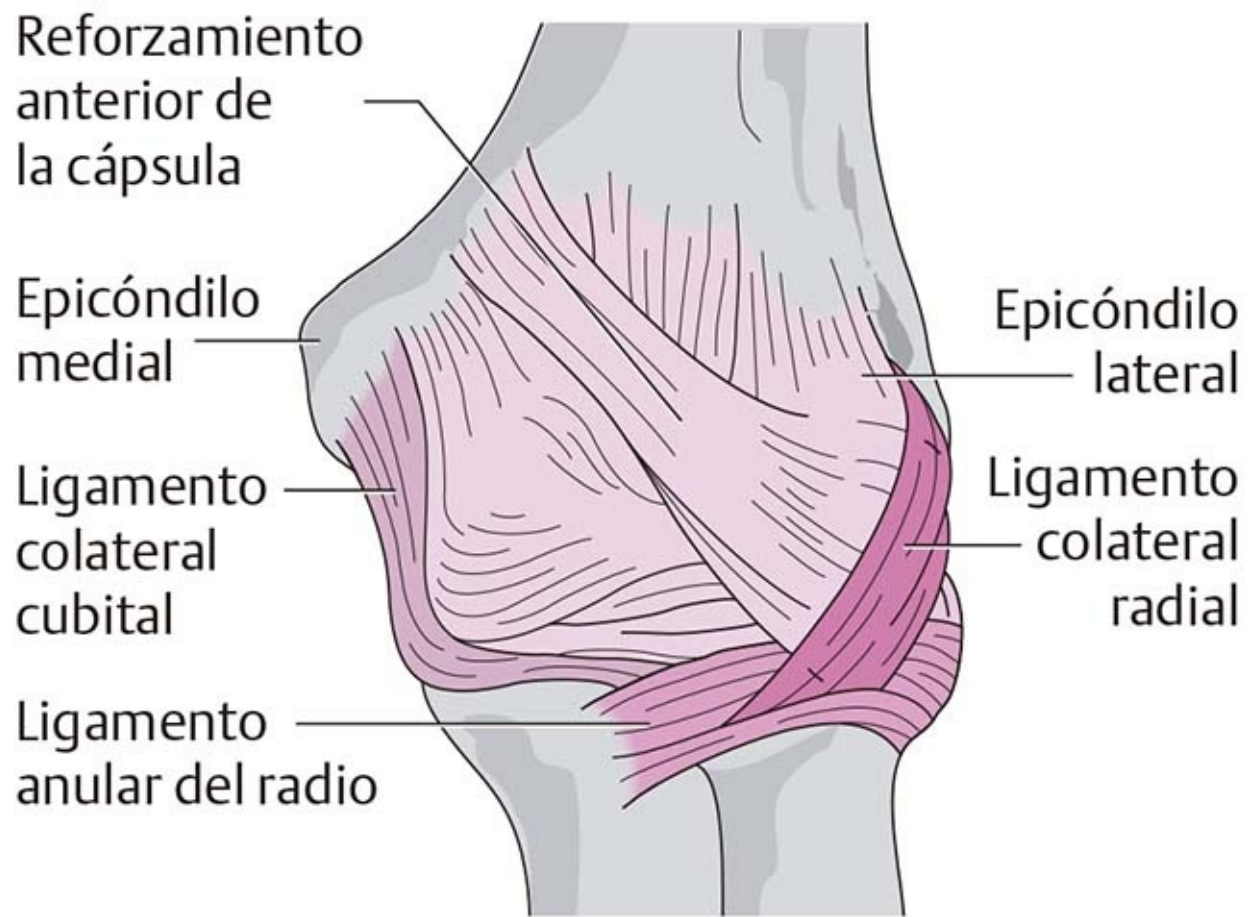
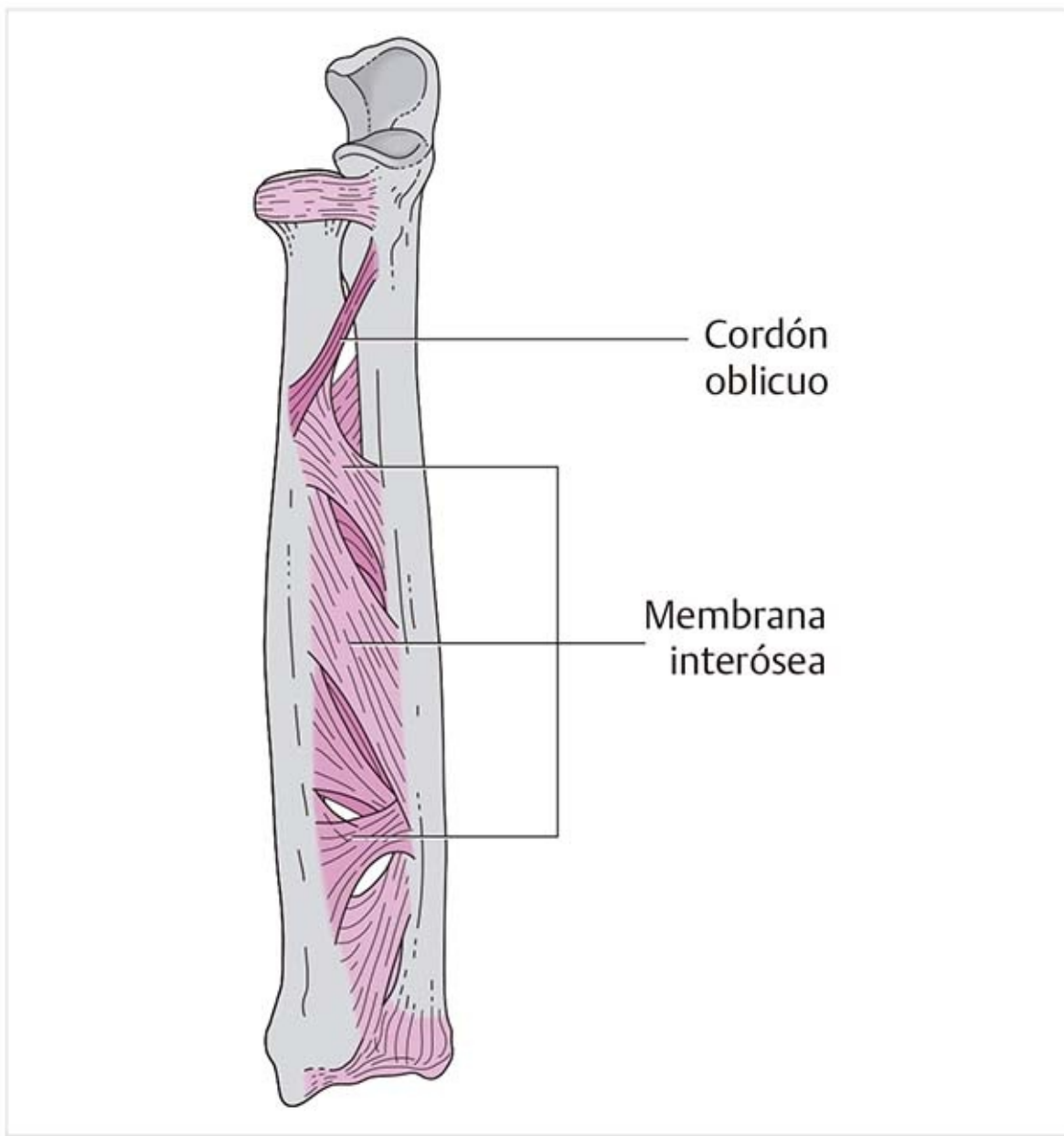


Figura 5-43. Aparato cápsula-ligamento anterior.

## Membrana interósea (figura 5-44)



**Figura 5-44.** Membrana interósea.

- Comienza a unos dos anchos de dedo debajo de la tuberosidad radial y termina poco antes de la articulación radiocubital distal, salvo por unas cuantas fibras que se extienden hasta esa cápsula articular.
- Algunos haces de fibras discurren en dirección oblicua, cruzan unos sobre otros y son muy notorios en la parte media de la membrana.
- Entre las diversas partes existen aberturas que permiten el paso de vasos sanguíneos.
- La membrana actúa como origen de los flexores y extensores profundos de los dedos.
- En la parte distal impide que el radio se desplace sobre el cúbito.
- La mayoría de las partes se mantiene tensa en la supinación.
- Debido a la alineación de la estructura fibrosa, la membrana puede compensar las fuerzas tensiles en varias direcciones.

### **Cordón oblicuo**

- Es una pequeña estructura ligamentosa.
- Se inserta un poco más debajo de la hendidura radial del cúbito y justo debajo de la tuberosidad radial.



## 5.2.4 Ejes y movimientos

### Flexión/extensión (figura 5-45)

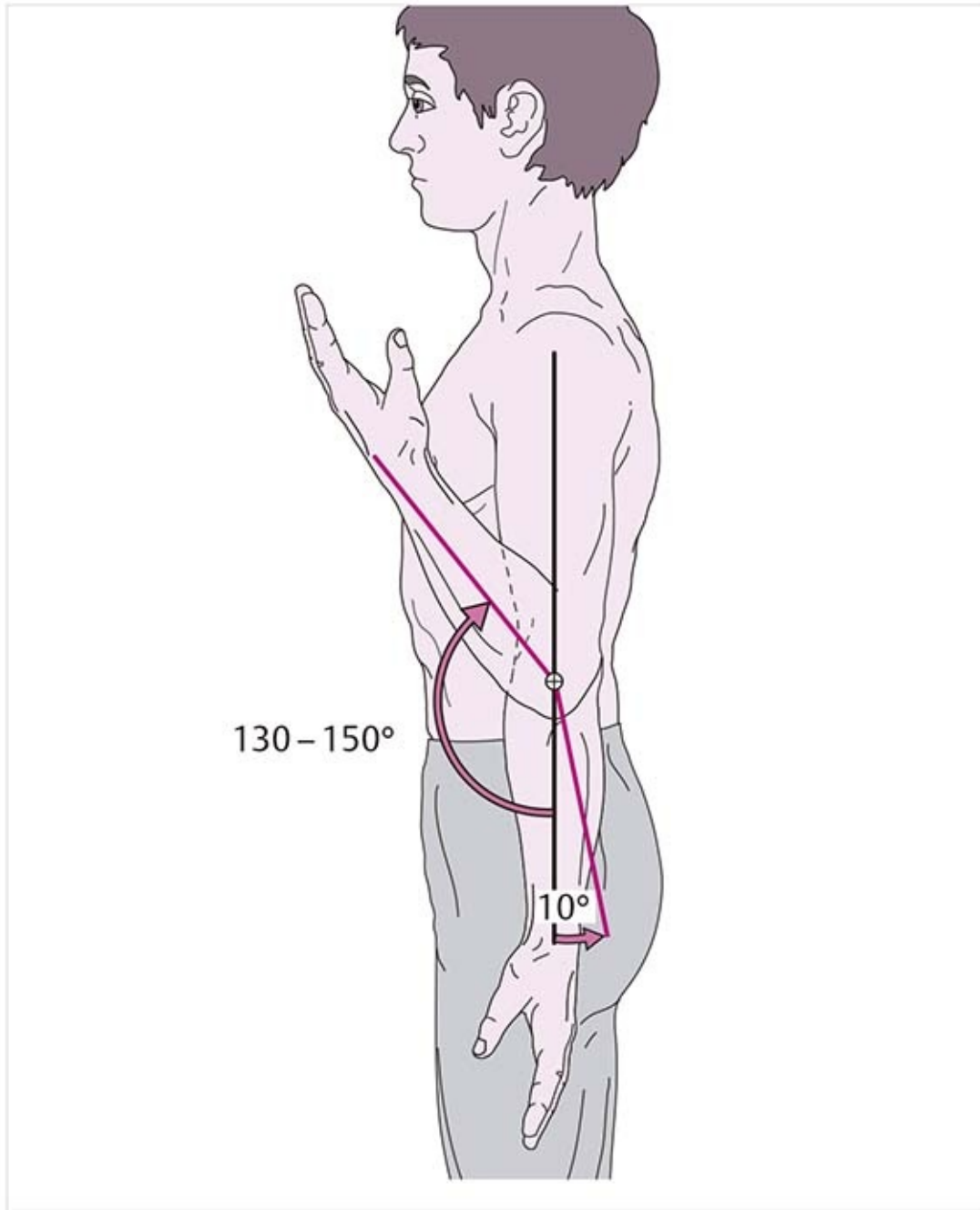


Figura 5-45. Amplitud de movimiento: flexión y extensión.

El eje pasa debajo de los epicóndilos a través del capítulo del húmero y los cóndilos.

### Amplitud de movimiento

La **flexión** es posible hasta un máximo de 130 a 150°. El movimiento se inhibe por el tejido blando que se halla entre el brazo y el antebrazo o por el aparato de cápsula-ligamento posterior.

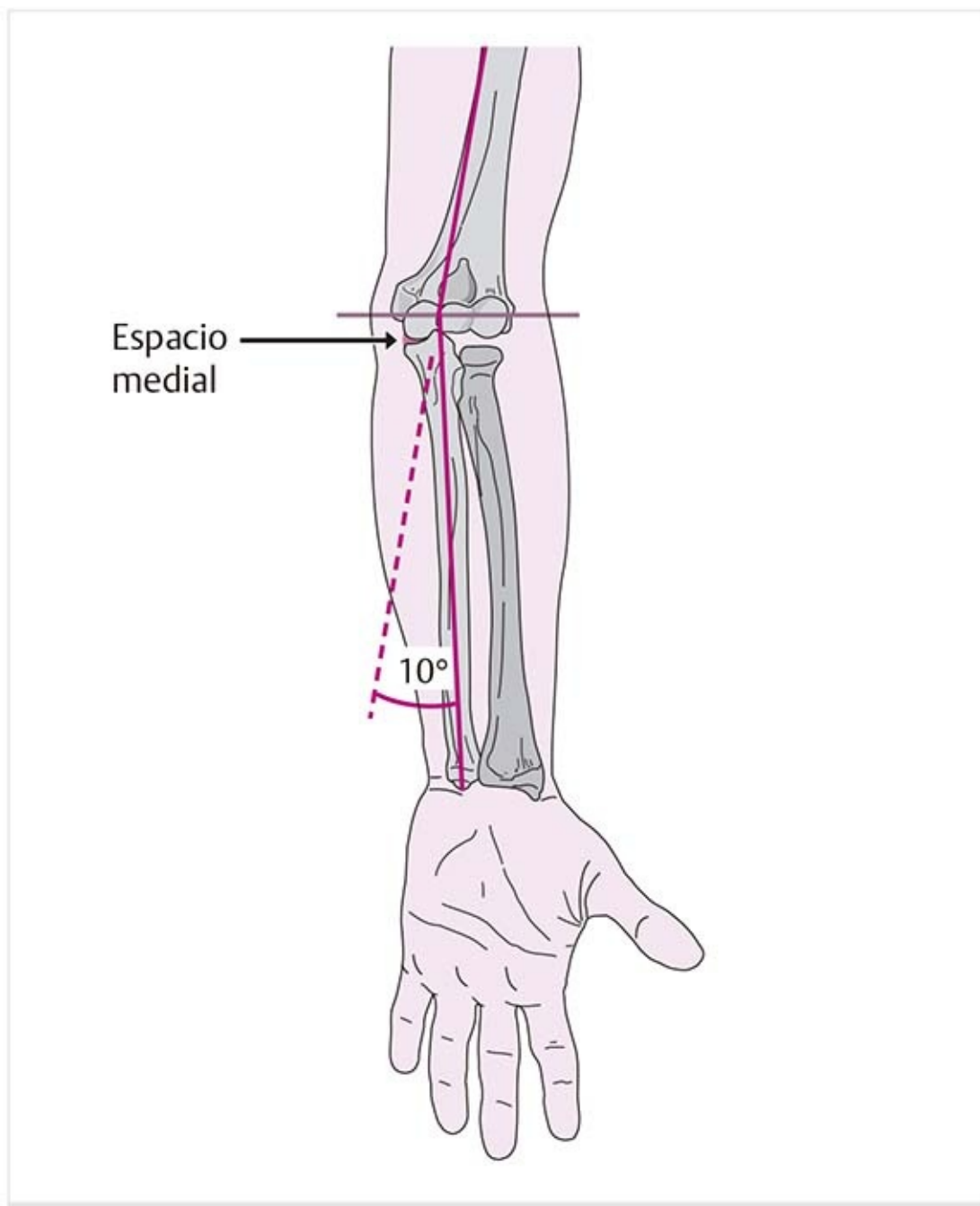
#### Consejo práctico

En personas con tejidos blandos poco desarrollados e inestabilidad del aparato cápsula-ligamento, la sensación para la flexión pasiva puede ser difícil, ya que en este caso la apófisis coronoides se presiona contra la fosa coronoides del húmero.

**Extensión:** se acerca a 10°. La consistencia de esta región es dura. Debido a la tensión del aparato de cápsula-ligamento anterior y los ligamentos colaterales, la hendidura y los cóndilos se mantienen

presionadas entre sí, lo que produce la consistencia firme y elástica.

## Ángulo cubital (figura 5-46)



**Figura 5-46.** Eje de movimiento para flexión/extensión y ángulo cubital.

En virtud de la forma de los cóndilos y de una pequeña inclinación del cúbito en la región medial, existe una posición en valgo de unos 10° (ángulo cubital) en la extensión completa.

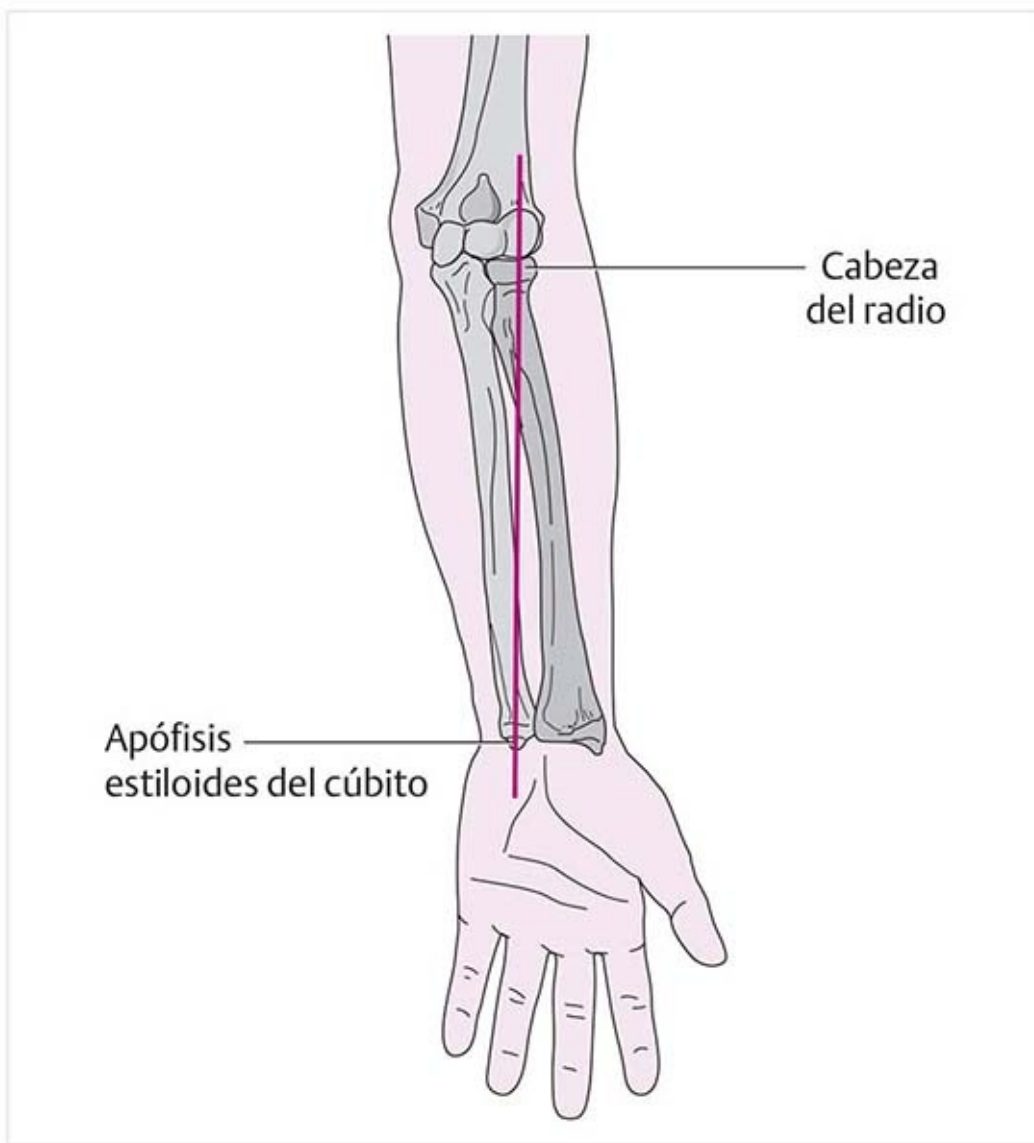
El ángulo cubital es más evidente si el codo se encuentra en extensión con supinación y desaparece en la flexión.

### Consejo práctico

Para determinar la inclinación del cúbito y la formación de un espacio medial se usa una posición de flexión ligera del codo, dado que en esta posición la cápsula y los ligamentos permiten la formación de espacios en los lados de la articulación.

La adhesión de la parte medial del aparato cápsula-ligamento puede limitar la extensión porque no cede lo suficiente para posibilitar este movimiento de inclinación.

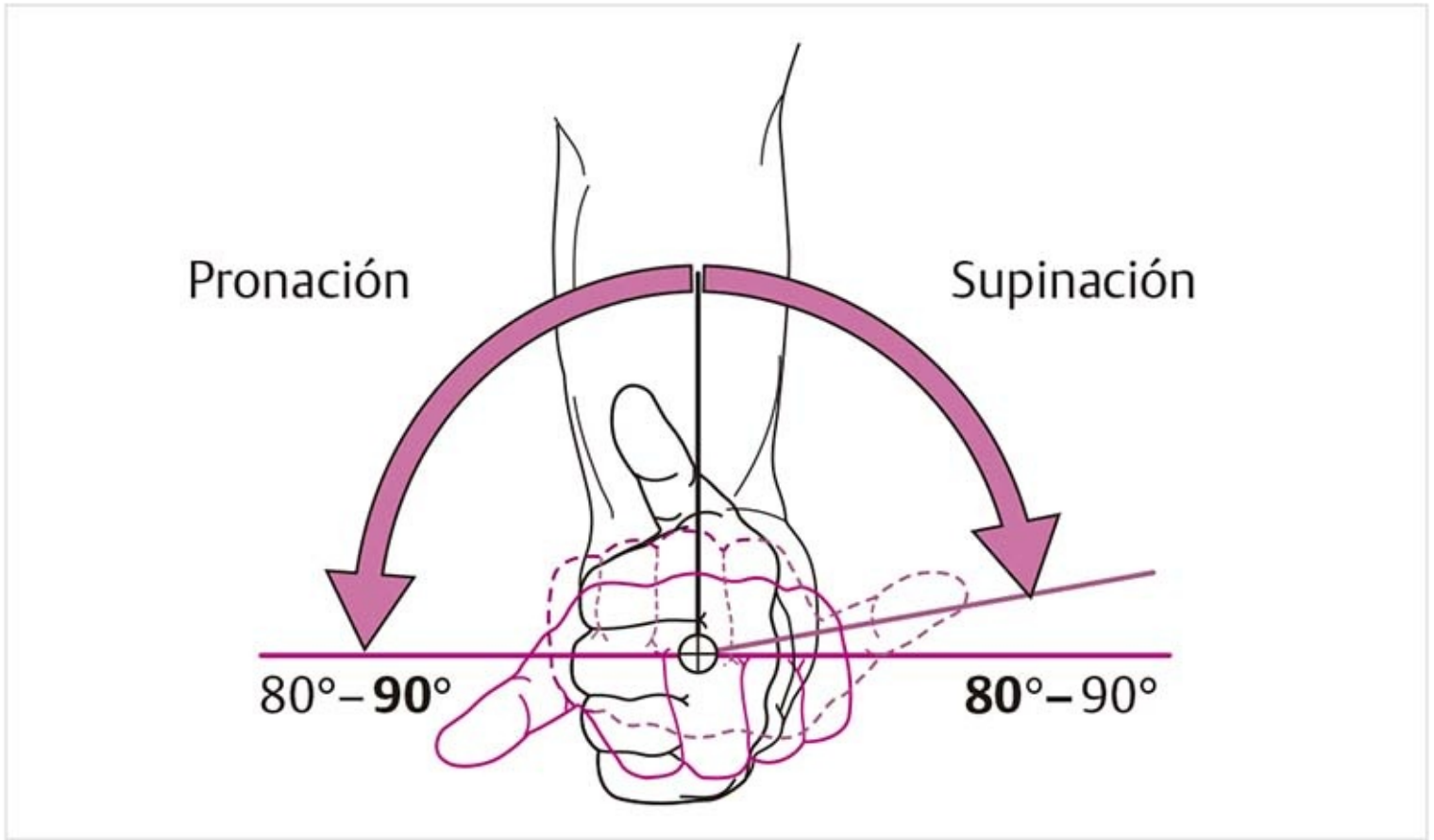
## Supinación/pronación (figura 5-47)



**Figura 5-47.** Ejes de pronación y supinación.

El **eje de supinación/pronación** pasa por el capítulo del húmero, la parte media de la cabeza radial y la apófisis estiloides del cúbito.

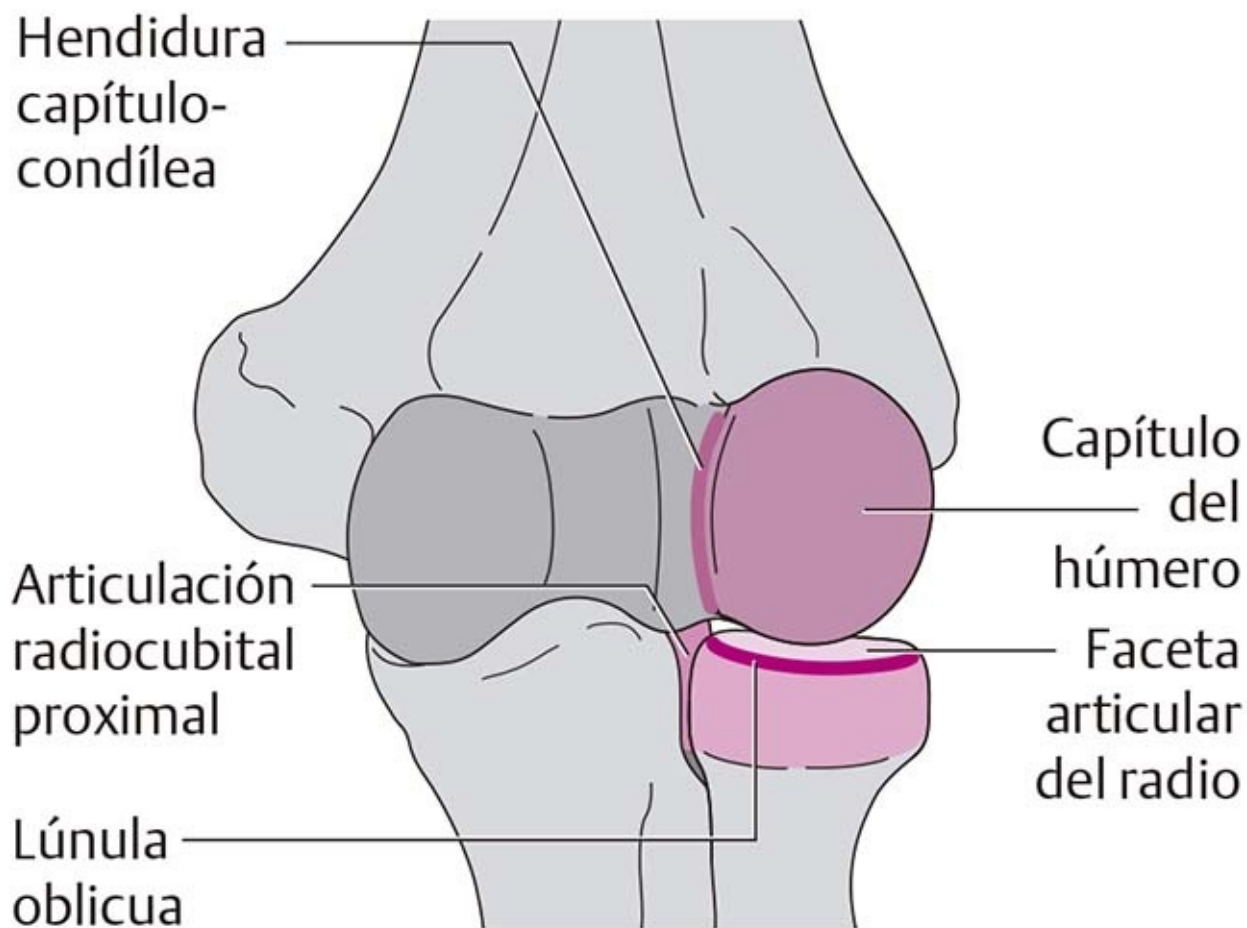
**Amplitud de movimiento (figura 5-48)**



**Figura 5-48.** Amplitud de movimiento: pronación y supinación.

**Supinación/pronación:** 80°/90°, respectivamente, desde la posición neutral. El punto en el que se produce la mayor superficie de contacto en las articulaciones radiocubitales es la posición intermedia entre la pronación y supinación, un área que se utiliza mucho en los movimientos de la vida cotidiana.

Las siguientes superficies articulares se mueven una contra la otra (**figura 5-49**):



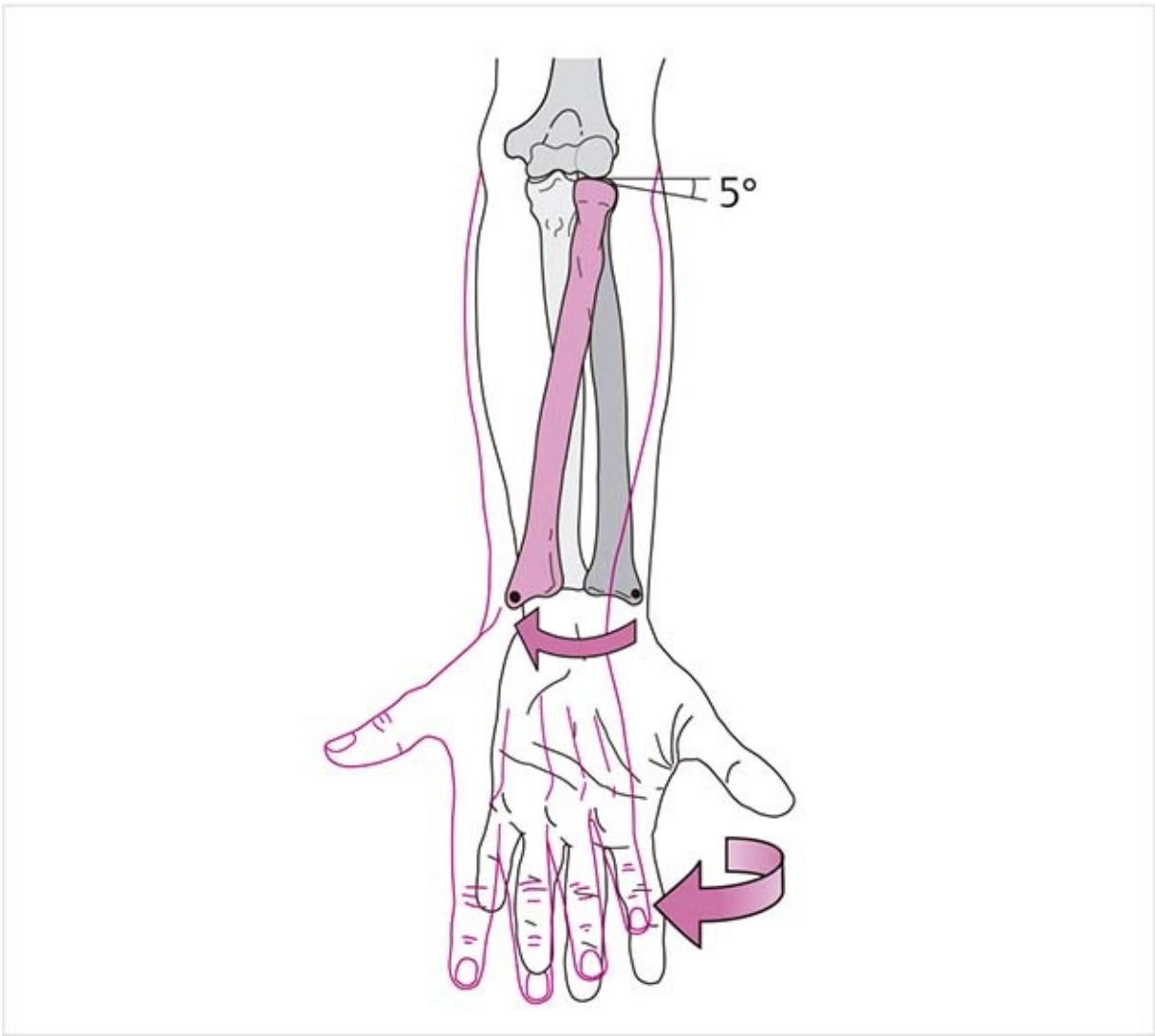
**Figura 5-49.** Contacto de la superficie articular en la pronación y supinación.

- **Articulación radiocubital proximal:** la circunferencia articular del radio se mueve contra la hendidura radial del cúbito y el ligamento anular del radio.
- **Articulación humerorradial:** la faceta articular del radio gira contra el capítulo del húmero y la lúnula oblicua se desliza dentro de la hendidura capítulo-condílea.
- **Articulación radiocubital distal:** la hendidura cubital del radio se desliza contra la circunferencia articular del cúbito.
- El disco articular de la articulación radiocubital, que es distal al cúbito, se desplaza durante los movimientos de pronación y supinación debido a su fijación al radio.

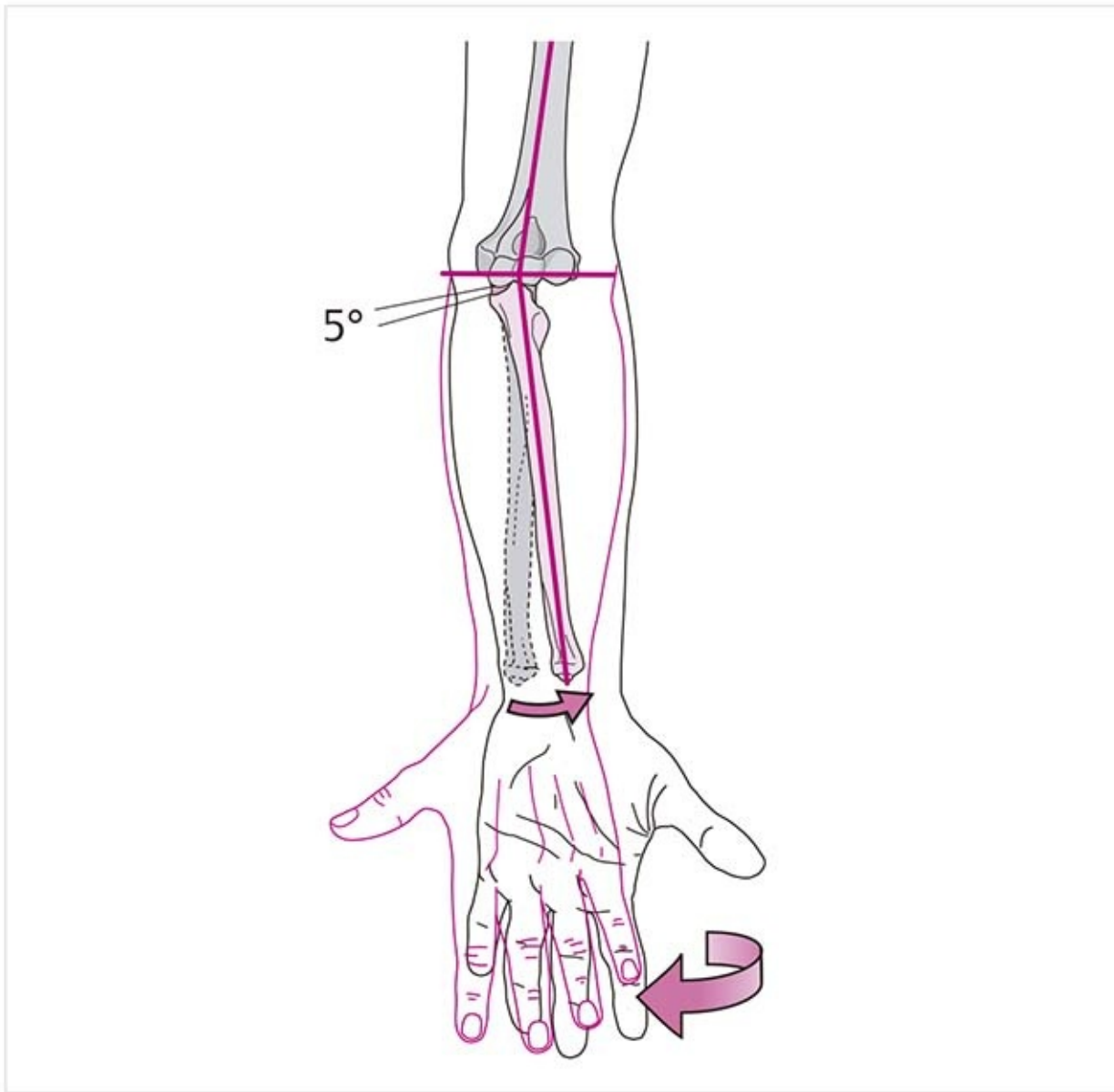
#### Consejo práctico

Cuando el movimiento es limitado, estas articulaciones deben examinarse para decidir el tratamiento preciso. Por ejemplo, si la pronación es limitada, debe evaluarse el deslizamiento dorsal de la cabeza radial contra el cúbito, ya que la circunferencia articular de la parte proximal del radio es convexa cuando está opuesta al cúbito. La aplicación de tracción a la articulación humerorradial aporta información sobre posibles trastornos en esta articulación. Puesto que la superficie articular de la parte distal del radio es cóncava, el radio debe valorarse cuando se desliza en dirección palmar. Además, debe examinarse la flexibilidad del disco contra el cúbito.

#### **Posición en pronación (figuras 5-50 y 5-51)**



**Figura 5-50.** Inclínación y giro del radio durante la pronación.



**Figura 5-51.** Inclinación y desplazamiento del cúbito durante la pronación.

En la pronación, el **radio** tiene una posición oblicua sobre el cúbito. Debido a este movimiento, la faceta articular del radio se inclina  $5^\circ$  en sentido distal.

El **cúbito** también realiza un movimiento de inclinación. La parte distal se desplaza en sentido lateral, lo cual crea una abertura del espacio articular medial de la articulación humerocubital. Es comparable a la inclinación observada con la extensión del codo.

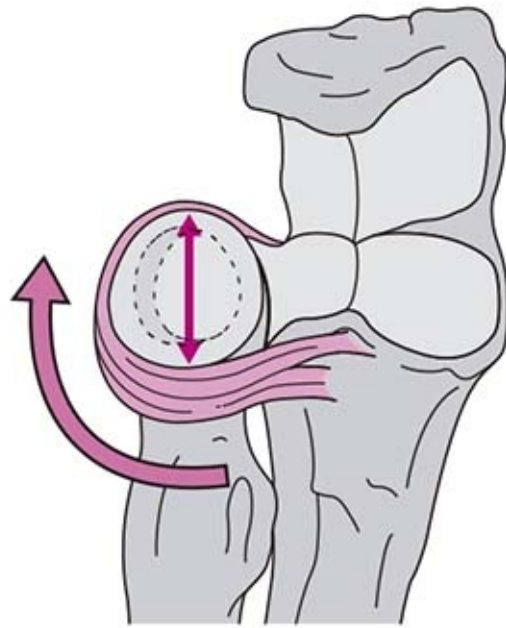
La pronación está limitada por el aparato cápsula-ligamento. Además, el tejido blando, en particular los músculos flexor profundo de los dedos y flexor largo del pulgar, quedan entre los huesos a su paso por el sitio.

En la pronación, el diámetro mayor de la cabeza radial ovalada muestra una posición oblicua, lo que deja más espacio a la tuberosidad radial, que gira hacia el cúbito a medida que se incrementa la pronación. En la pronación máxima, ya giró tanto que puede palparse en la parte posterior, dos o tres anchos de dedo distales a la cabeza radial.

#### Consejo práctico

En la valoración de la pronación limitada debe buscarse la separación medial, además de efectuar las pruebas de traslación articular ya descritas, dado que el aparato cápsula-ligamento debe ceder en la parte medial para permitir el desplazamiento lateral del cúbito.

#### Posición en supinación (figura 5-52)



**Figura 5-52.** Supinación.

En la supinación, el radio y el cúbito están paralelos. El movimiento se impide por la tensión del aparato cápsula-ligamento, el ligamento cuadrado y en parte la membrana interósea.

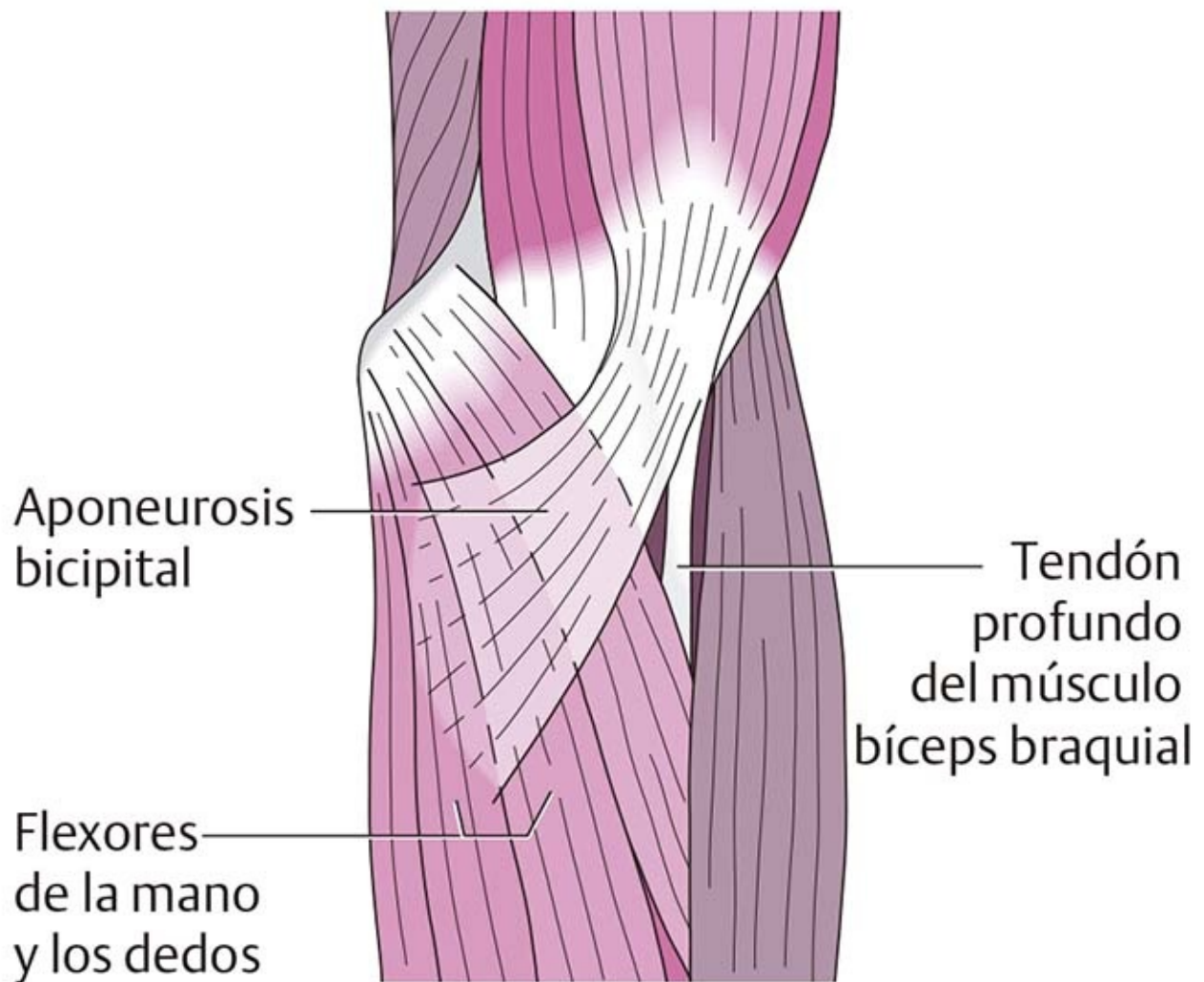
Durante la supinación, la parte distal del cubito experimenta un desplazamiento mínimo simultáneo en dirección medial.

El diámetro mayor de la cabeza radial ovalada se encuentra en posición paralela a la hendidura radial del cúbito y la tuberosidad radial apunta en dirección anteromedial.

## **5.2.5 Músculos: flexores**

### **Músculo bíceps braquial (figura 5-53)**





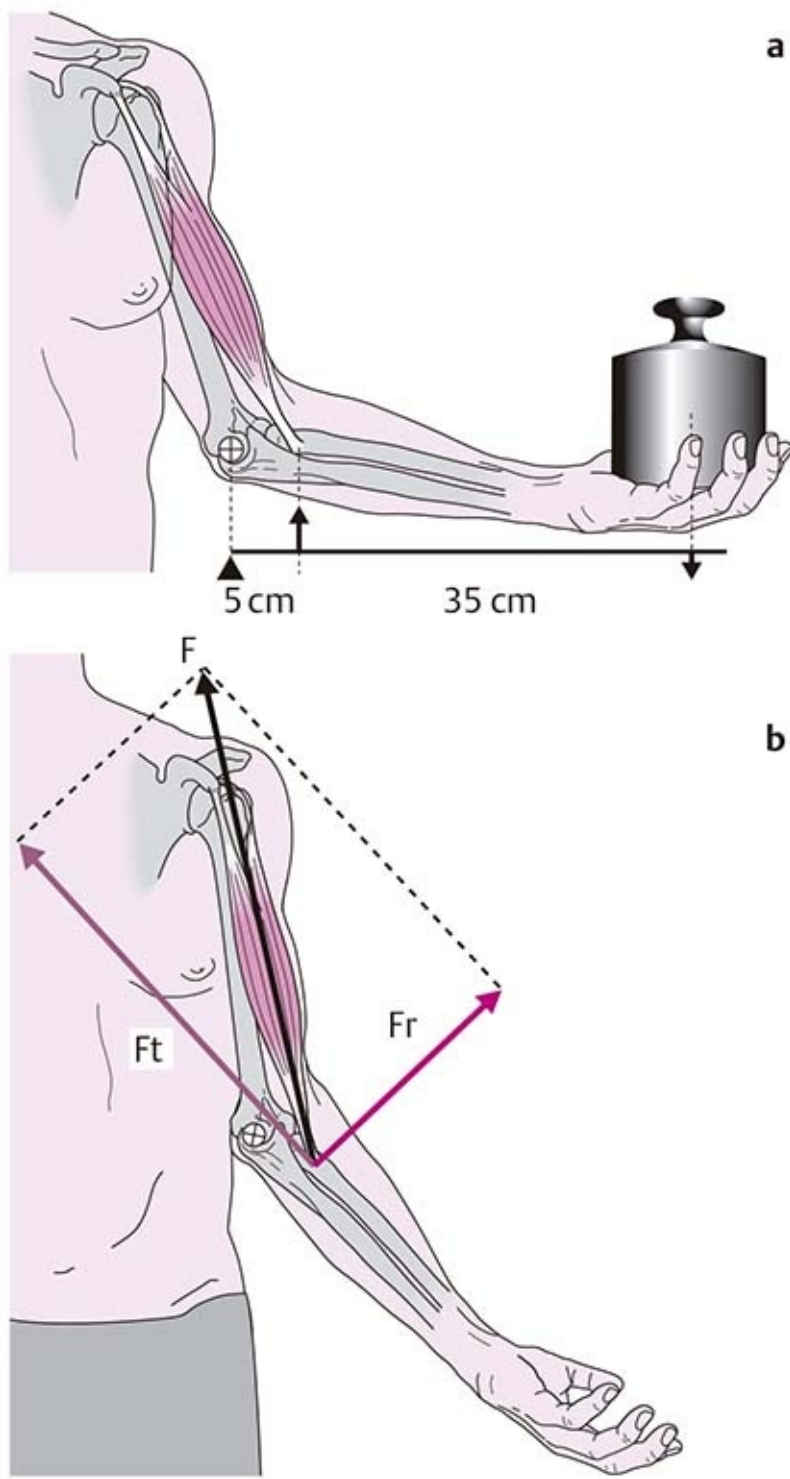
**Figura 5-53.** Tendón del bíceps y aponeurosis bicipital.

- El tendón redondo de este músculo se prolonga hasta la tuberosidad radial.
- Una parte plana del tendón, la **aponeurosis bicipital**, se extiende en sentido medial hacia el cúbito y la fascia antebraquial anterior.

**Función.** Flexión y supinación del codo.

En términos de flexión, el grado máximo de eficiencia se alcanza a los 90° de flexión y en supinación.

**Palanca de tercera clase (figura 5-54a)**



**Figura 5-54. (a)** Músculo del bíceps braquial como palanca de tercera clase. **(b)** Mecánica del trabajo del músculo bíceps braquial en flexión a 45°. Ft, fuerza del tendón; Fr, vector rotatorio; F, fuerza resultante.

Punto de apoyo: Articulación del codo.

Potencia: Músculo bíceps braquial.

Brazo de potencia: Distancia del punto de apoyo a la inserción, alrededor de 5 cm.

Resistencia: Antebrazo + peso = 20 N.

Brazo de resistencia: Distancia del punto de apoyo al punto de impacto del peso, cercana a 35 cm.

El punto de impacto de la potencia se halla entre el punto de apoyo y la resistencia; por lo tanto, es una palanca de tercera clase.

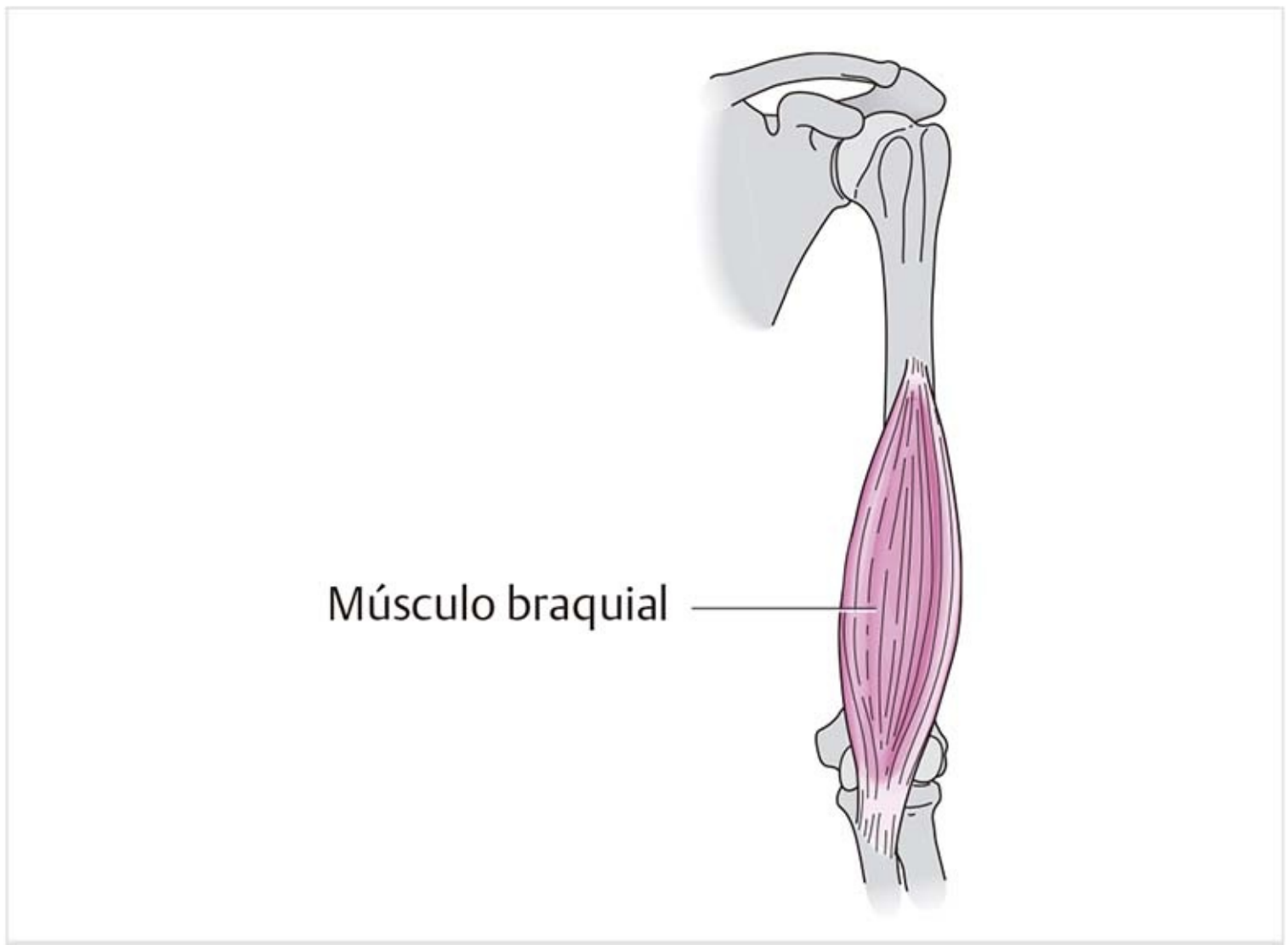
### **Mecánica del trabajo del músculo bíceps braquial (figura 5-54b)**

El cúbito está bien estabilizado en el húmero debido a su forma especial. Por su parte, el radio no lo está,

por lo que depende de otras estructuras para estabilizarlo; el músculo bíceps tiene una participación sustancial. Con la fuerza disminuida del bíceps en posición extendida, el componente de fuerza longitudinal ( $F_t$ ) se aproxima al curso longitudinal del radio y el húmero y pasa a través del punto de apoyo. Cuando el músculo bíceps se contrae, produce compresión de la faceta articular del radio contra el capítulo del húmero, lo que estabiliza la articulación humerorradial.

En una flexión a  $45^\circ$  (**figura 5-54b**), la alineación del vector ( $F_t$ ) ya no es longitudinal al húmero, por lo que la compresión en la articulación humerorradial disminuye y el componente rotatorio ( $F_r$ ) asegura que el radio se deslice en dirección anterior con respecto al húmero. Conforme aumenta la flexión, el vector ( $F_t$ ) se torna más pequeño, mientras que el vector ( $F_r$ ) se incrementa. Esto significa que el deslizamiento anterior es aún más pronunciado. En este momento se requiere la función estabilizadora del ligamento anular del radio para mantener el radio contra el cúbito, el cual se encuentra estable debido a la forma de su hendidura que se articula con los cóndilos, lo que impide la subluxación.

### **Músculo braquial (figura 5-55)**

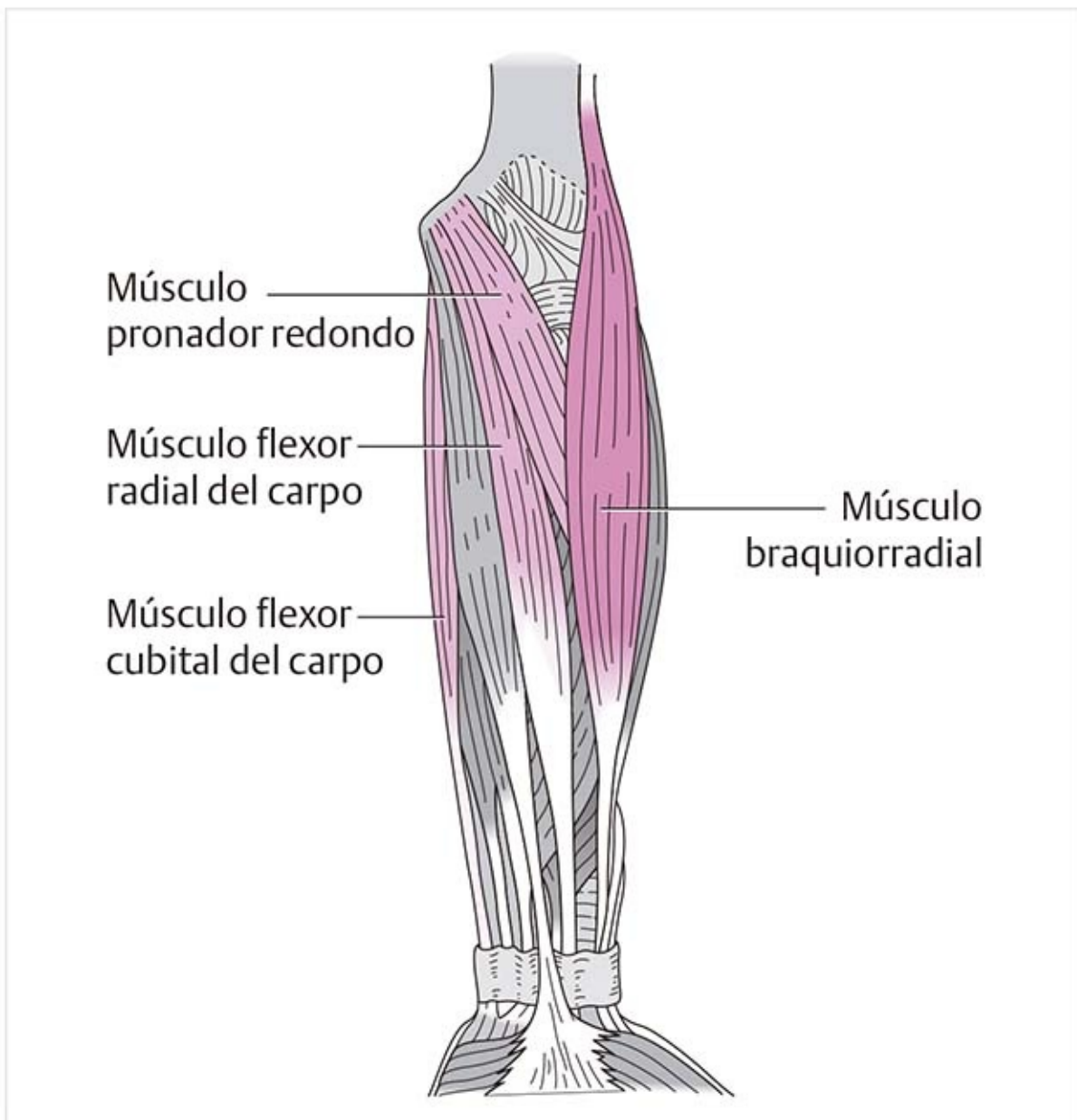


**Figura 5-55.** Músculo braquial.

- Junto con el músculo braquiorradial forma un túnel a través del cual pasa el nervio radial.
- El músculo bíceps se halla justo sobre el músculo braquial.

**Función.** Es un flexor importante, dado que puede cumplir su función en supinación y pronación.

### **Músculo braquiorradial (figura 5-56)**



**Figura 5-56.** Flexores del codo: músculos braquiorradial, pronador redondo, flexor cubital del carpo y radial.

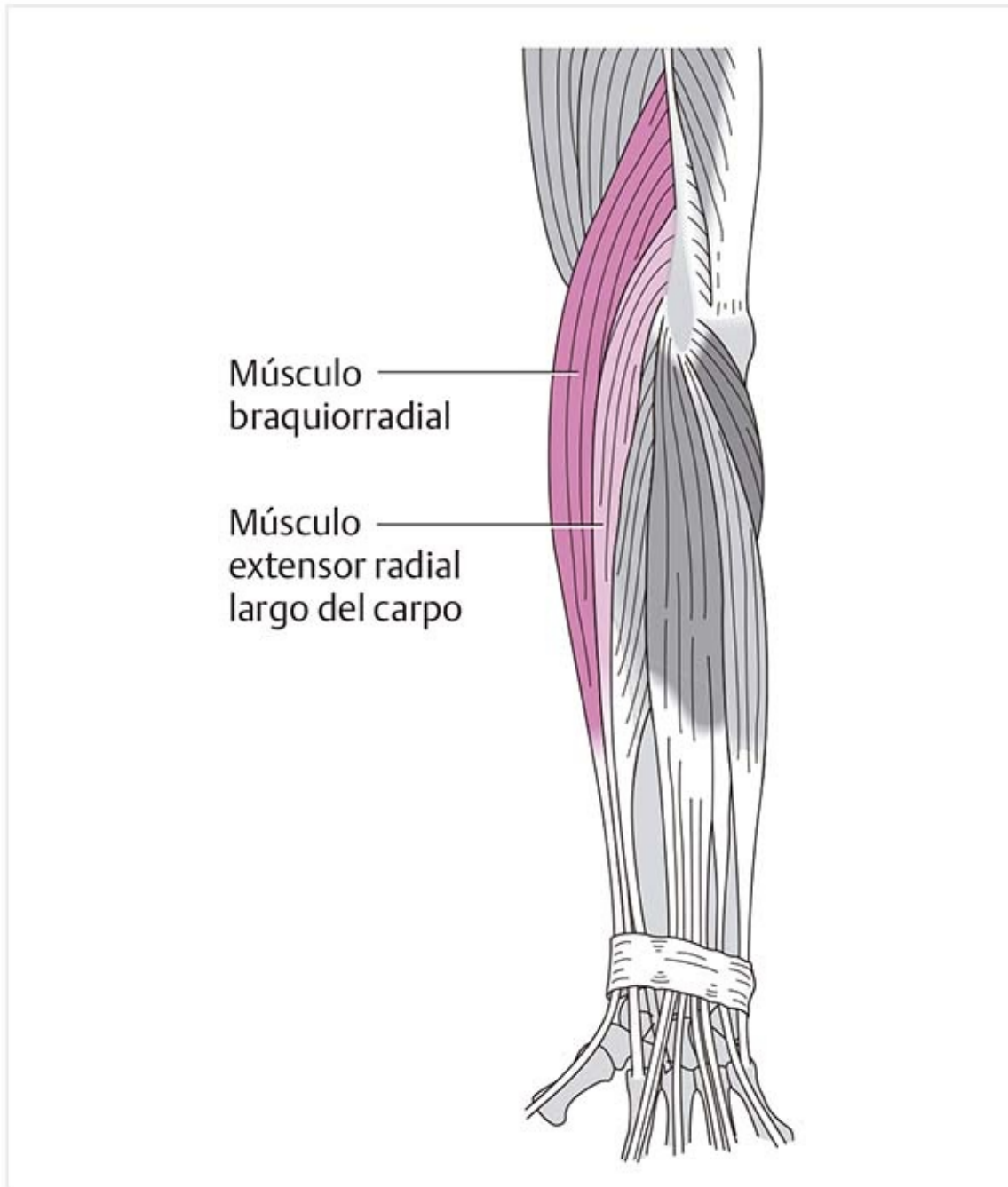
**Funciones:**

- Flexión: el músculo braquiorradial tiene su mejor efecto flexor en la posición intermedia entre la pronación y la supinación.
- En la supinación máxima produce pronación hasta la posición intermedia y en la pronación máxima da lugar a supinación.

A medida que aumenta la flexión, pierde su efecto supinador. En la flexión máxima sólo produce pronación.

Los siguientes músculos contribuyen a la flexión del codo:

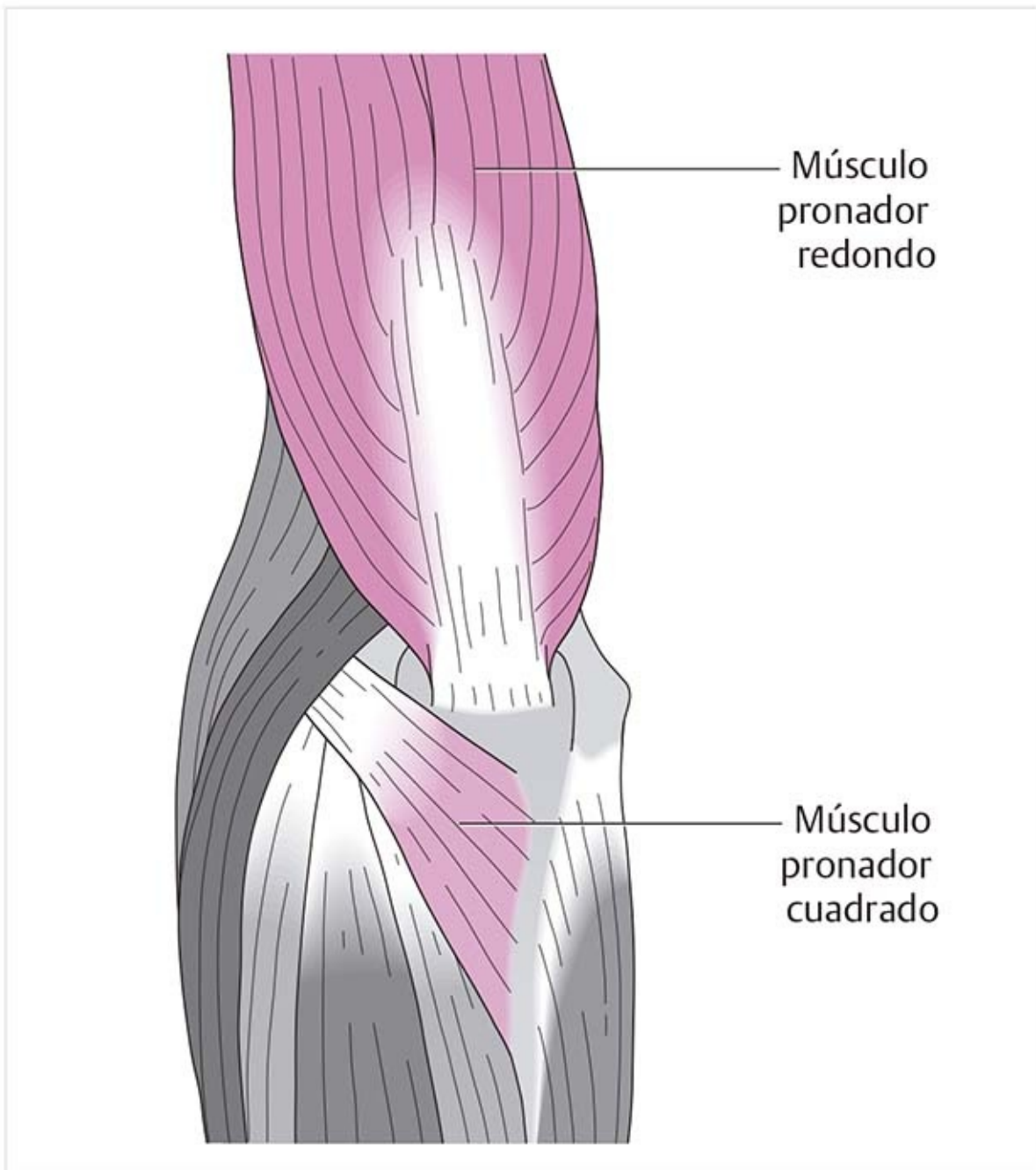
- Músculo pronador redondo (**figura 5-56**).
- Músculo extensor radial largo del carpo (**figura 5-57**).



**Figura 5-57.** Flexores del codo: músculo extensor radial largo del carpo.

- Músculos flexor cubital del carpo y flexor radial del carpo (sólo en grado mínimo).

## **5.2.6 Músculos: extensores (figura 5-58)**



**Figura 5-58.** Músculos extensores del codo: tríceps braquial y ancóneo

## Músculo tríceps braquial

- Las cabezas medial y lateral, junto con la hendidura radial, conforman el canal radial, por el que pasan el nervio radial y los vasos sanguíneos que lo acompañan.
- Muchas de las fibras del músculo tríceps se extienden a la fascia antebraquial, donde se integran al músculo extensor radial corto del carpo. Por lo tanto, el entrenamiento del músculo tríceps puede fortalecer también a éste.

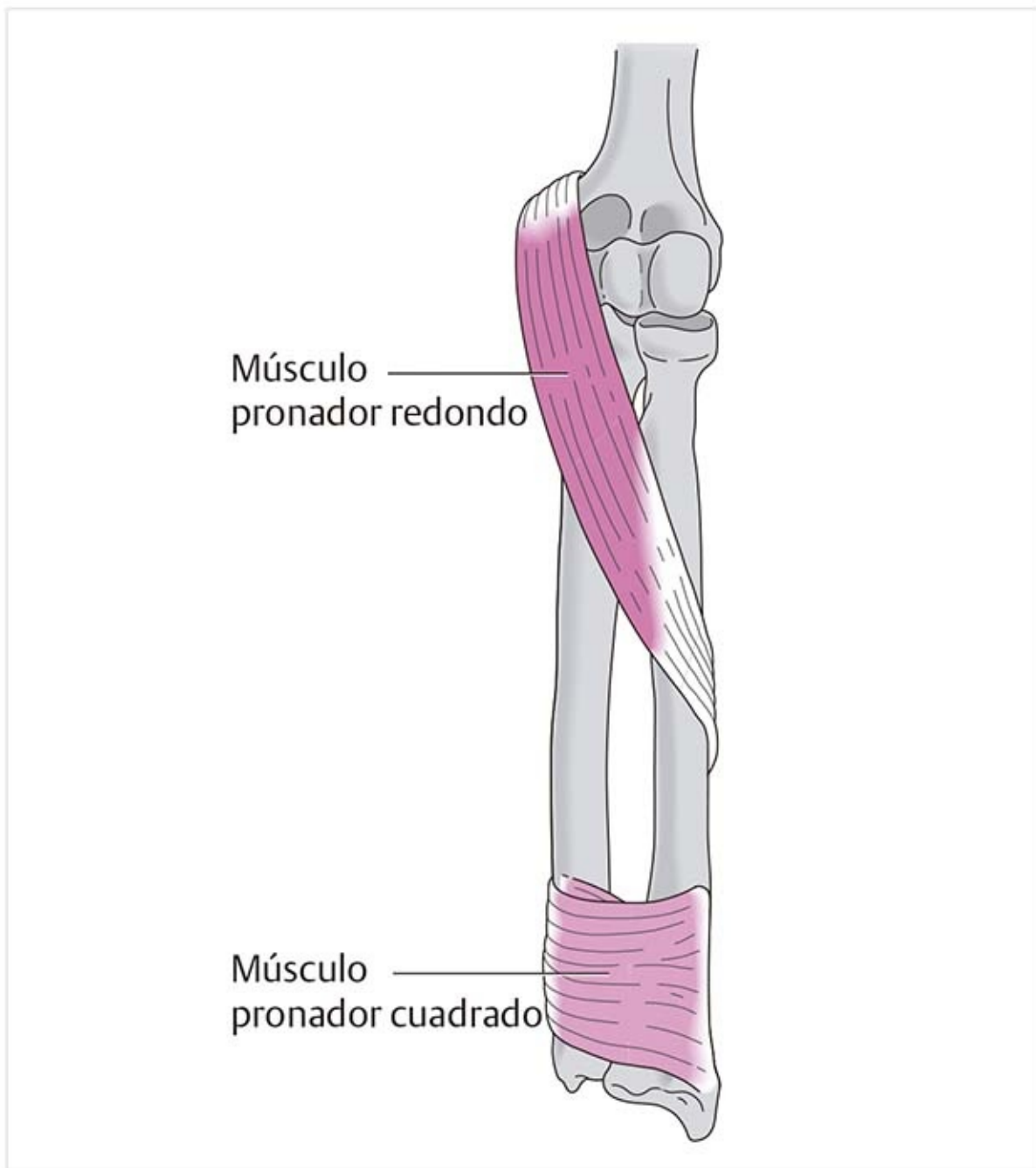
**Función.** Extensión del codo; la cabeza medial es la parte más fuerte.

## Músculo ancóneo

Su trayecto es medial a la cabeza lateral del músculo tríceps y se considera una continuación de ésta.

**Función.** Debido a su origen en la cápsula, influye en el estado de tensión de la cápsula articular e impide que las partes posteriores de la cápsula se desplacen hacia la articulación durante la extensión.

## 5.2.7 Músculos: pronadores (figura 5-59)



**Figura 5-59.** Pronadores del codo: músculos pronador redondo y pronador cuadrado.

### **Músculo pronador redondo**

Las cabezas humeral y cubital forman el canal del pronador, por el que pasa el nervio mediano.

**Función.** Pronación, sobre todo con el codo flexionado (disminuye en la extensión); flexión del codo.

### **Músculo pronador cuadrado**

- Este músculo plano se proyecta en sentido transversal entre las caras palmares de las partes distales del radio y el cúbito.
- Se encuentra en un plano profundo, justo sobre la membrana interósea. Las partes más profundas se extienden a la membrana y la cápsula articular de la articulación radiocubital distal.

**Función.** Pronación, independiente de la flexión o extensión del codo. Tensa la cápsula de la articulación radiocubital distal.

**Sinergistas:** músculo braquiorradial (sobre todo en flexión del codo y desde la supinación máxima), músculo extensor radial largo del carpo y músculo flexor radial del carpo.

### **5.2.8 Músculos: supinadores** www.ful1-ebook.com

## Músculo supinador (figura 5-60)

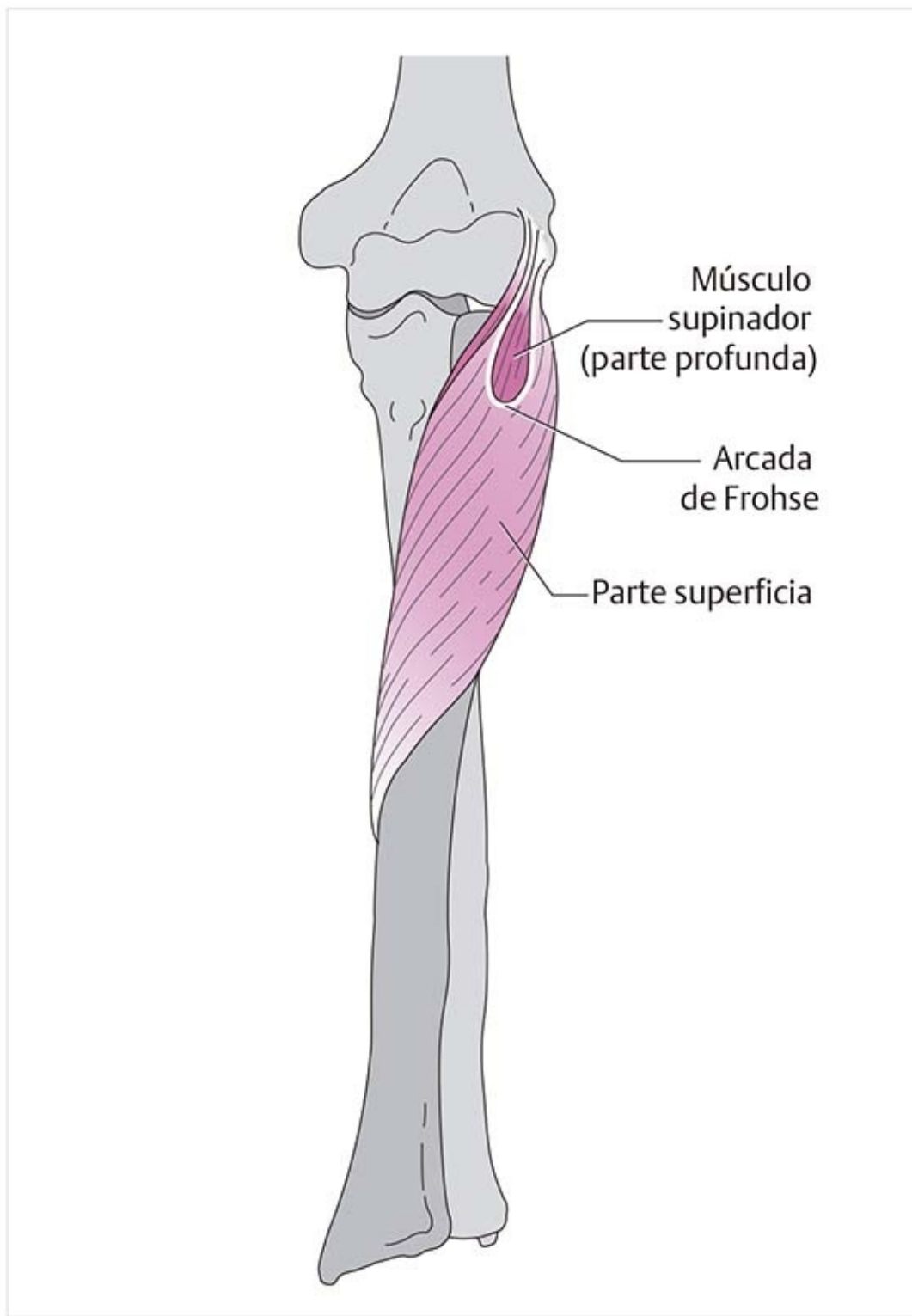


Figura 5-60. Músculo supinador.

- Este músculo conecta el ligamento anular del radio con la cápsula articular, desde donde se conecta también con el ligamento contralateral radial.
- Tiene una parte superficial y una profunda.
- El borde superior de la parte superficial se fortalece con tendones y forma un arco, la **arcada de Frohse** (arco supinador). Ahí el nervio radial pasa por el canal supinador entre las dos partes del músculo.

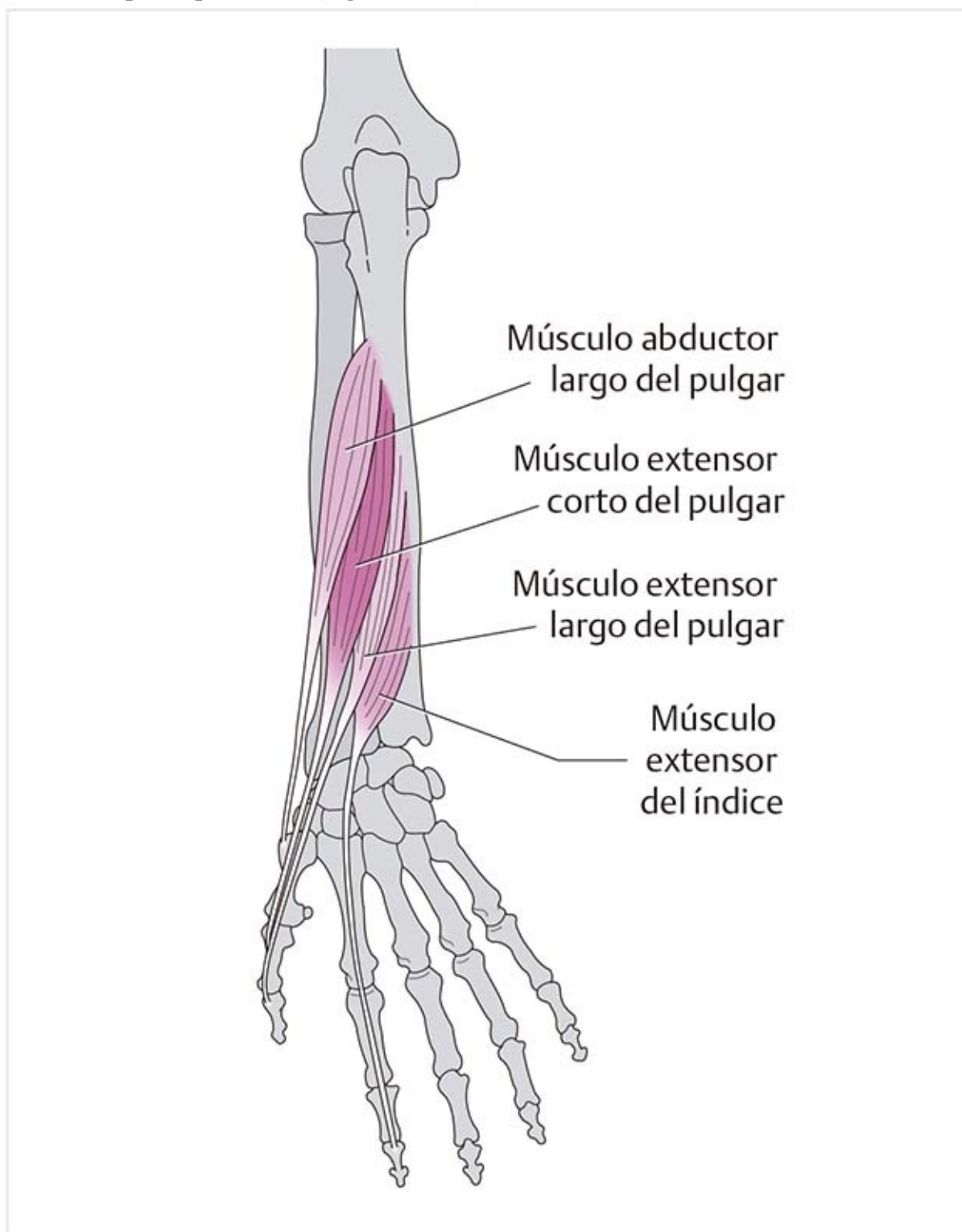
**Función.** Supinación en flexión y extensión del codo. Inicia la supinación y sólo así es apoyado por el músculo bíceps. Además, estabiliza la región lateral del codo por su conexión con la cápsula y el



ligamento colateral.

## Supinadores adicionales

- El músculo bíceps braquial es el supinador más fuerte, con potencia dos a cuatro veces mayor.
- El músculo braquiorradial también participa, pero sólo desde la posición de pronación máxima hasta la posición intermedia.
- También intervienen los siguientes músculos de los dedos, que tienen un trayecto oblicuo en sentido cubital a radial en la parte posterior (**figura 5-61**):



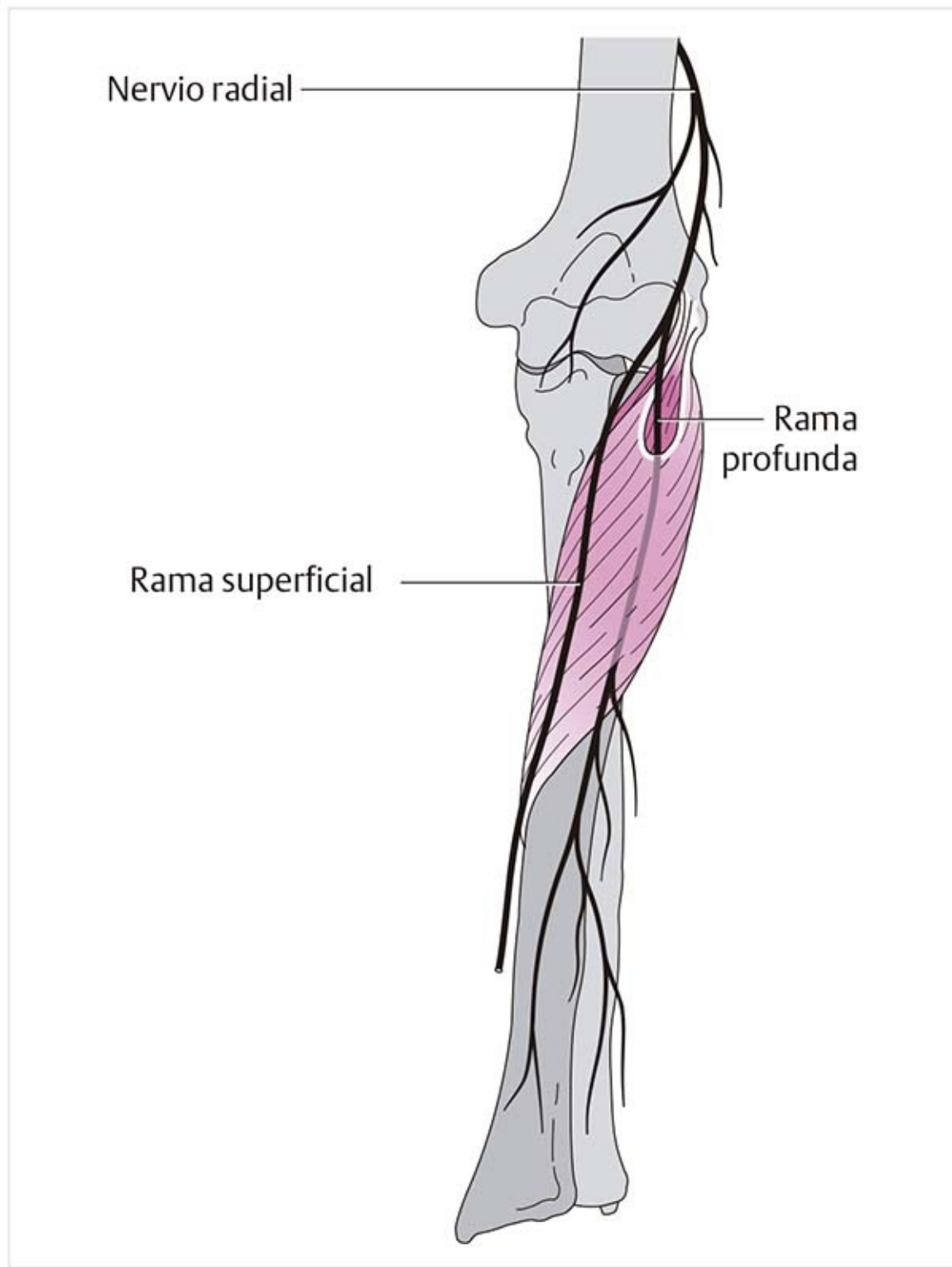
**Figura 5-61.** Músculos de los dedos que actúan como supinadores.

- Músculos extensores del pulgar.
- Músculo abductor largo del pulgar.

- Músculo extensor del índice.

## 5.3 Trayecto de los nervios en la región del codo

### Nervio radial (figura 5-62)



**Figura 5-62 .** Trayecto del nervio radial en la región del músculo supinador.

El nervio radial discurre dentro de la **hendidura radial**, entre las cabezas medial y lateral del músculo tríceps. Después de salir del canal perfora el tabique intermuscular del brazo. Así entra al compartimiento anterior, por lo que se halla en el espacio entre los músculos braquial y braquiorradial y delante del epicóndilo lateral. Los dos músculos, junto con el tabique intermuscular lateral del brazo, forman el túnel radial para el nervio. Justo proximal a éste (aunque algunas veces no hasta el nivel de la

articulación del codo), el nervio radial se divide en sus ramas superficial y profunda.

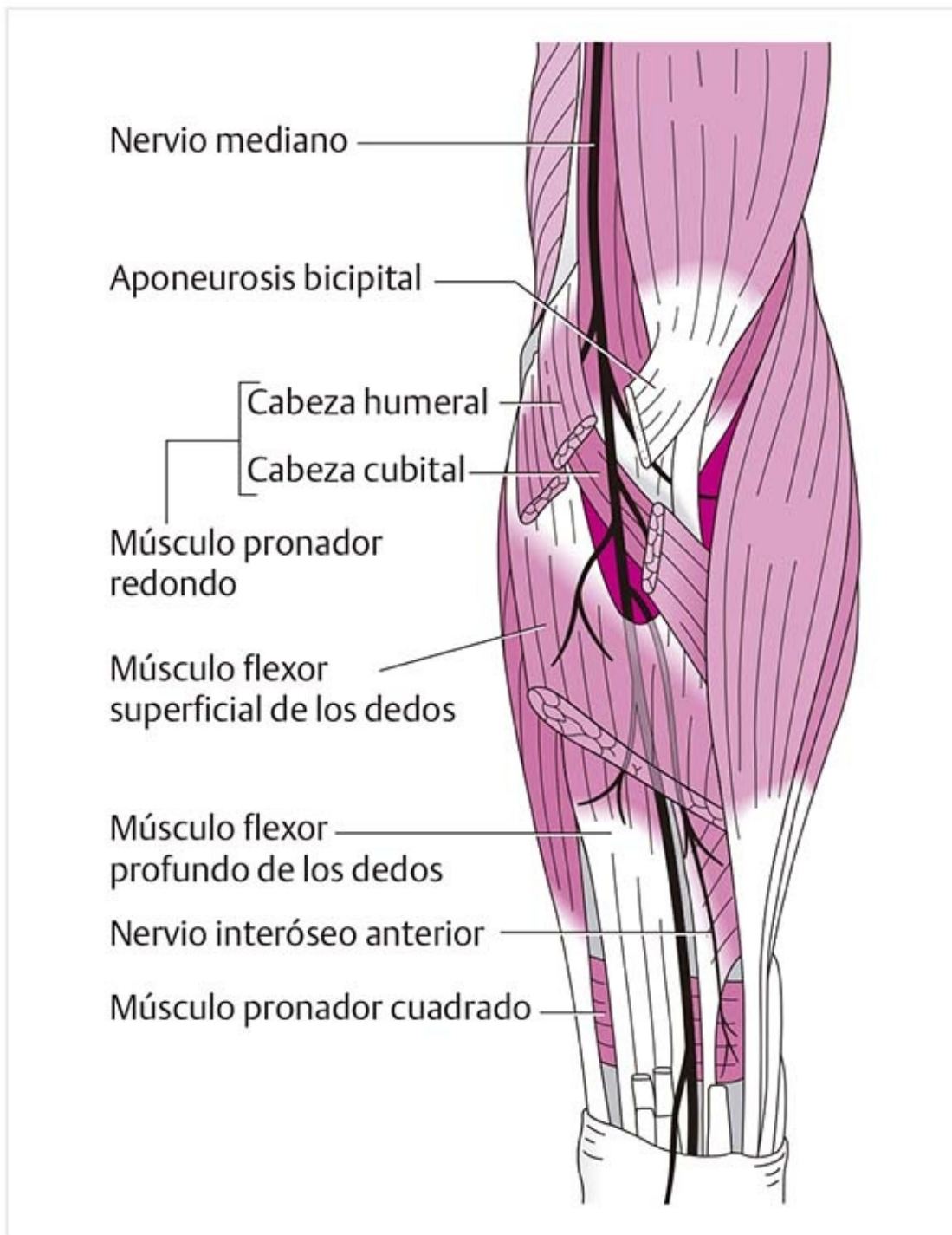
La **rama profunda del nervio radial** es una rama motora que se extiende bajo el músculo extensor radial del carpo y luego a través del arco fibroso del músculo supinador, la **arcada de Frohse** . En una parte más distal de su trayecto se encuentra entre las dos partes de este músculo que forman un canal, el canal del supinador. Perfora el músculo en su región distal, avanza por la cara dorsal del antebrazo y ahí se convierte en el **nervio interóseo posterior** , que continúa hasta la parte proximal de la articulación de la muñeca.

Antes de llegar al compartimiento del supinador, la rama profunda emite ramas que inervan el músculo braquiorradial y los extensores radiales de la muñeca y, dentro del canal del supinador, al músculo supinador. Distal al canal proyecta ramas para los extensores de los dedos y el pulgar, así como para el músculo abductor largo del pulgar.

La **rama superficial del nervio radial** es una rama secundaria con trayecto lateral a la arteria radial, apenas bajo el borde anterior del músculo braquiorradial. Al llegar a la parte distal del antebrazo se extiende al lado extensor y se divide en los nervios digitales dorsales para inervar la piel del pulgar, dedo índice y mitad del dedo medio.

Patología
Lesión del nervio radial: el sitio típico para una lesión por compresión del nervio radial es la zona de la arcada o el canal del supinador. Como la rama sensitiva sale del nervio radial en un punto más proximal, no se afecta en este caso; esta lesión produce síntomas motores puros: caída de la muñeca.

## Nervio mediano (figura 5-63)



**Figura 5-63.** Trayecto del nervio mediano en la región del codo.

Este nervio discurre en posición medial a la arteria braquial hacia la fosa cubital bajo la aponeurosis bicipital. En un punto más distal se encuentra entre las dos cabezas del músculo pronador redondo, lo perfora y desciende entre los músculos flexores profundo y superficial de los dedos hacia la mano.

### **Ramas**

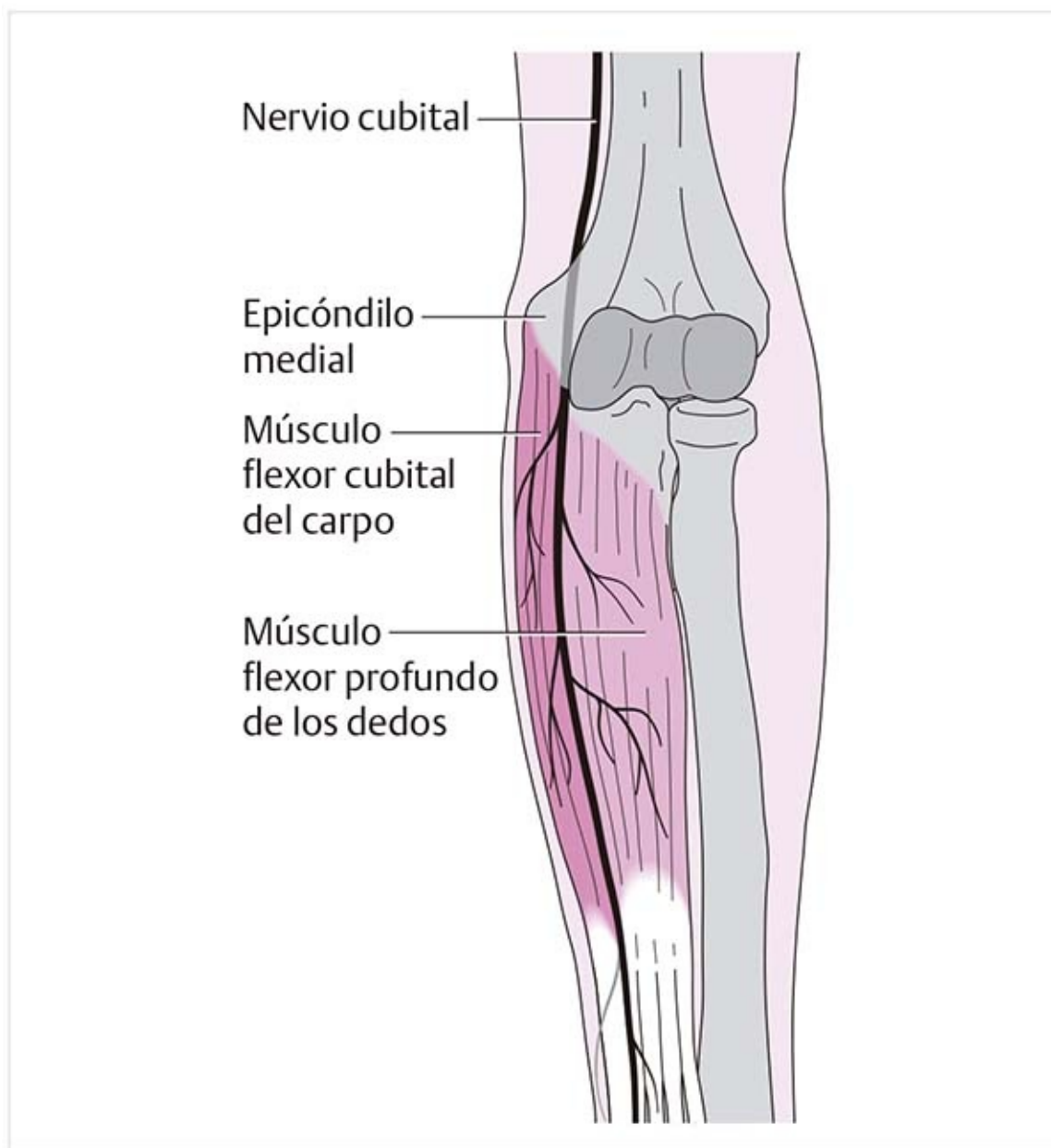
- Bajo la aponeurosis bicipital, emite ramas para el músculo pronador redondo, el flexor radial del carpo, el palmar largo y el flexor superficial de los dedos.
- Distal al músculo pronador redondo, el nervio interóseo anterior se ramifica, se extiende hasta el músculo cuadrado pronador y lo inerva, junto con los flexores del pulgar, del segundo y tercer dedos.

### **Patología**

Si el músculo pronador redondo se encuentra hipertónico por movimientos frecuentes repetidos de pronación, puede comprimir el nervio mediano. Esto mismo se aplica a la aponeurosis bicipital.

### **Consejo práctico**

## Nervio cubital (figura 5-64)



**Figura 5-64.** Trayecto del nervio cubital en la región del codo.

El nervio cubital desciende por la cara extensora de la parte distal del húmero y en un punto más distal por la hendidura para el nervio cubital. Llega al lado flexor del antebrazo entre las dos cabezas del músculo flexor cubital del carpo y se extiende entre los músculos flexor cubital del carpo y flexor digital profundo hasta la articulación de la muñeca.

### **Ramas**

- Apenas distal a la articulación del codo, proyecta ramas para los músculos flexor cubital del carpo y la parte cubital del flexor profundo de los dedos.
- En el tercio distal del antebrazo se divide en sus dos ramas terminales, las ramas dorsal y palmar. La rama dorsal llega al lado extensor y la rama palmar al lado flexor, en dirección de la región hipotenar.

### **Patología**

La lesión del nervio cubital puede producirse por compresión dentro de la hendidura, secundaria a traumatismo o por la permanencia prolongada sobre los codos.

# Capítulo 6

## Mano y muñeca

# 6

[6.1 Palpación de las estructuras de la mano y la muñeca](#)

[6.2 Anatomía funcional de la mano y la muñeca](#)

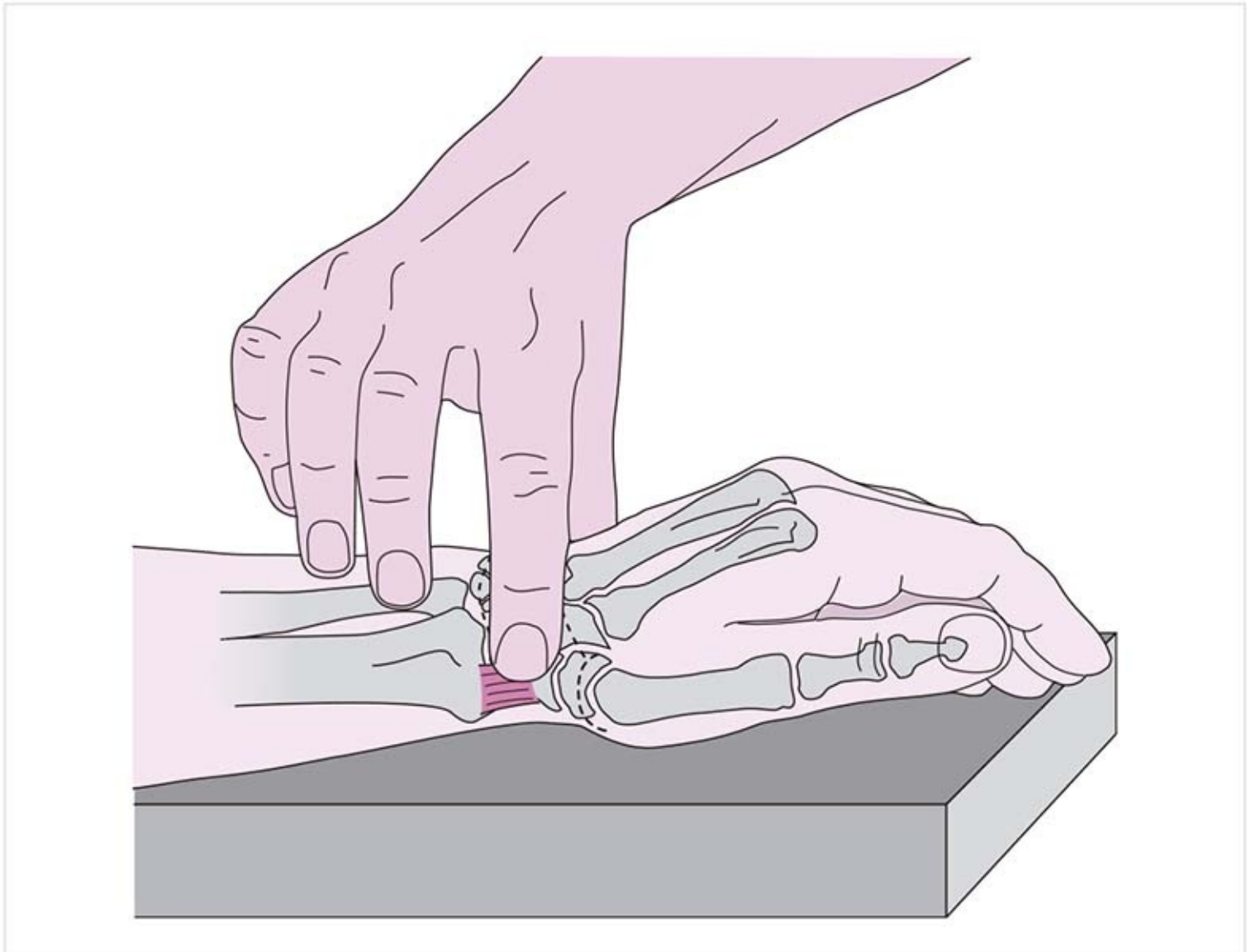
[6.3 Trayecto de los nervios en la región de la mano y la muñeca](#)

# 6 Mano y muñeca

## 6.1 Palpación de las estructuras de la mano y la muñeca

### 6.1.1 Lado radial de la mano y la muñeca

#### Apófisis estiloides del radio (figura 6-1)



**Figura 6-1.** Palpación de la apófisis estiloides del radio con el ligamento colateral radial.

Debe palparse como una saliente redondeada en el extremo lateral del radio.

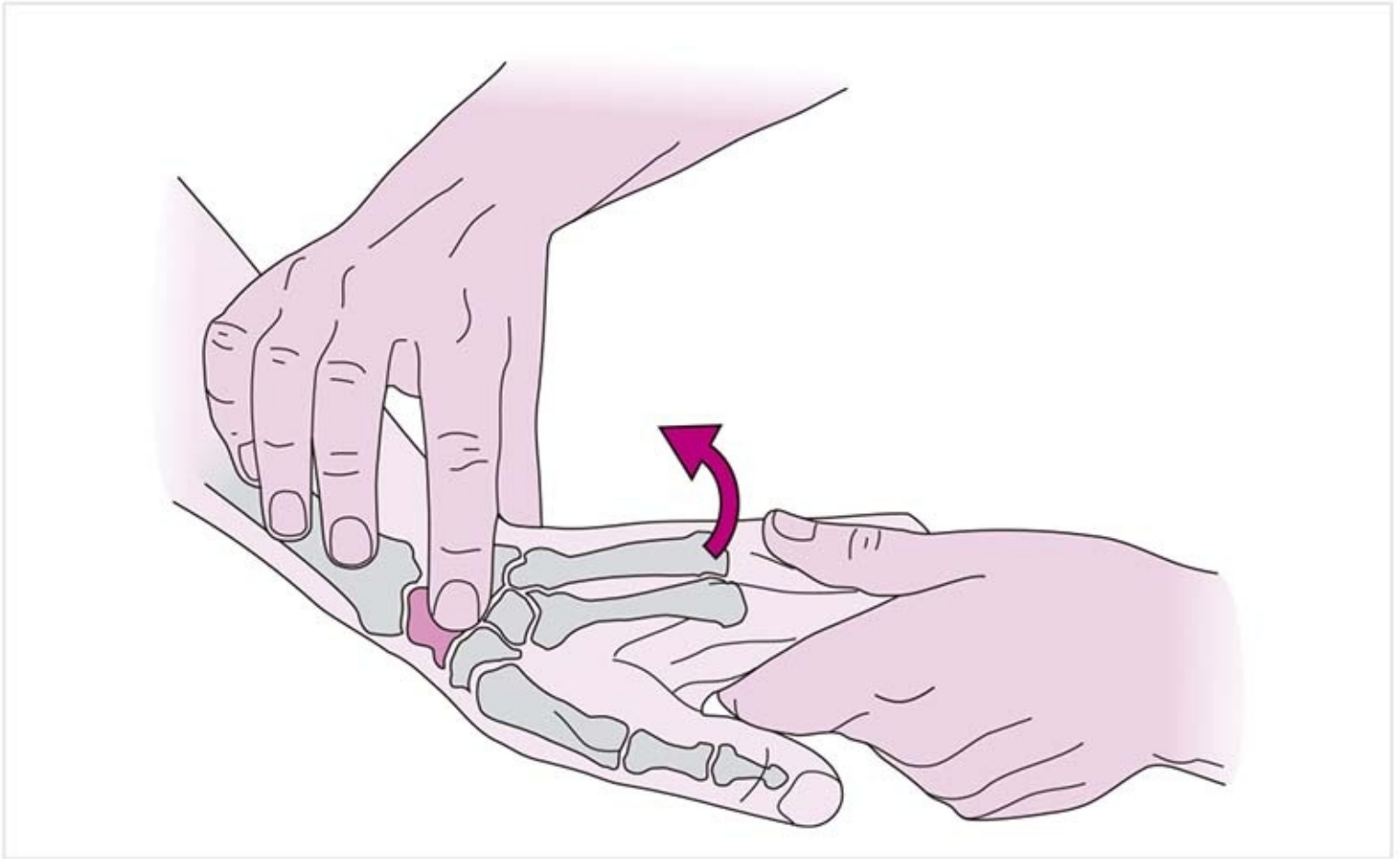
#### **Arteria radial**

Se palpa el pulso de la arteria radial en el lado palmar de la apófisis estiloides, un poco proximal a ésta.

#### **Ligamento colateral radial (figura 6-1)**

Se extiende desde la apófisis estiloides del radio hasta el hueso escafoides y es más fácil de palpar cuando se tensa mediante la abducción cubital.

#### **Hueso escafoides (figura 6-2)**



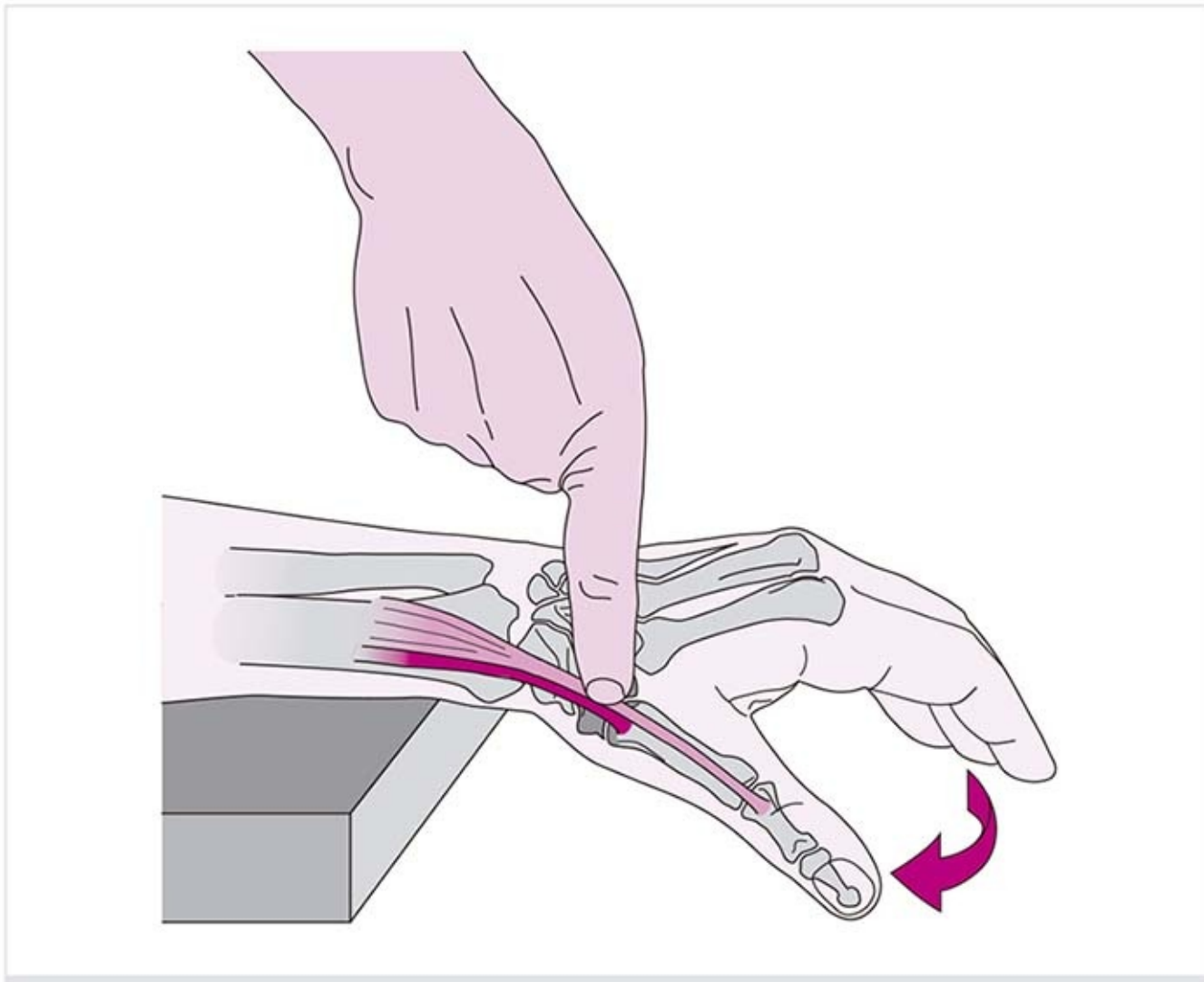
**Figura 6-2.** Palpación del hueso escafoides.

Este hueso se encuentra justo distal a la apófisis estiloides del radio. Durante la abducción cubital ejerce presión contra el dedo que se palpa.

El **tubérculo del hueso escafoides** puede palparse como una elevación en el lado palmar, al nivel del pliegue distal de la muñeca bajo el tendón del músculo flexor radial del carpo.

**Trapezio (figura 6-3)**





**Figura 6-3.** Palpación del trapecio en la tabaquera anatómica.

El trapecio se encuentra distal al hueso escafoides. Se palpa al encontrar su prominencia, el **tubérculo del trapecio**, apenas proximal a la base del primer metacarpiano en el lado palmar.

### **Base del primer metacarpiano**

Esta parte proximal redondeada distintiva del primer metacarpiano puede palparse en el lado radial y palmar. La circunducción pasiva del pulgar facilita su palpación.

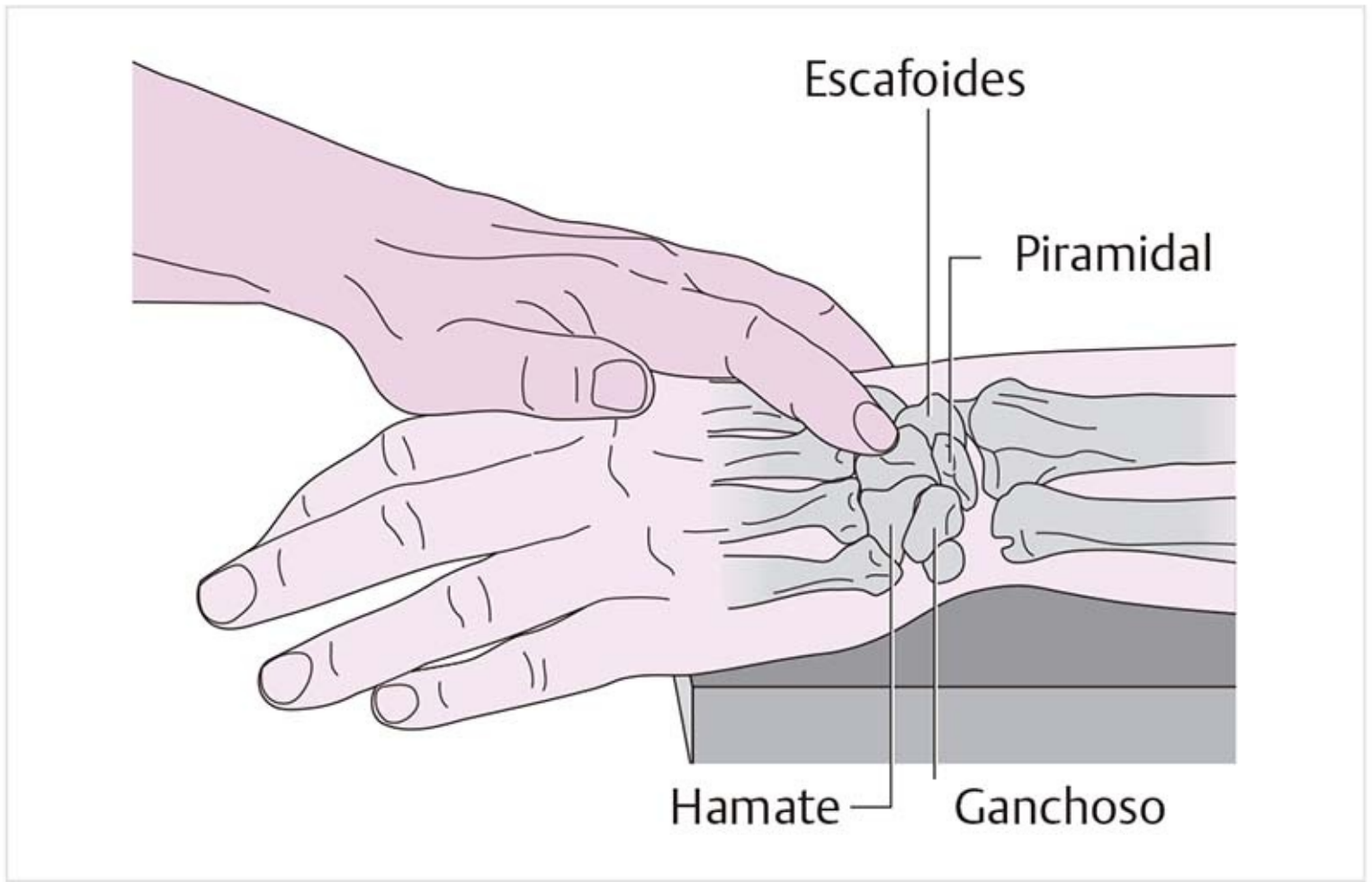
### **Tabaquera anatómica (figura 6-3)**

Este hueco distintivo es reconocible con la extensión máxima del pulgar.

Los huesos escafoides y trapecio se encuentran en la profundidad de la depresión. Sus límites son los siguientes: proximal, apófisis estiloides del radio; distal, base del primer metacarpiano; radial, tendones de los músculos abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar; dorsal, tendón del extensor largo del pulgar.

## **6.1.2 Dorso de la mano y la muñeca**

### **Hueso grande (figura 6-4)**



**Figura 6-4.** Palpación de los huesos del carpo; en este caso, el hueso grande.

Se localiza proximal a la base del tercer metacarpiano, en una depresión fácil de palpar con la dorsiflexión pasiva.

### **Trapezoide**

Este hueso se encuentra al nivel del hueso grande en el lado radial y proximal a la base del segundo metacarpiano.

### **Semilunar**

Este hueso se halla en el lado cubital y proximal al hueso grande. Su articulación con el hueso escafoides se sitúa bajo el tendón del músculo extensor radial corto del carpo.

### **Piramidal**

Ésta es la primera estructura ósea palpable distal a la apófisis estiloides del cúbito. Se desplaza al lado cubital con la abducción radial.

El hueso pisciforme, situado sobre el hueso piramidal en el lado palmar, ayuda a la localización.

### **Ganchoso**

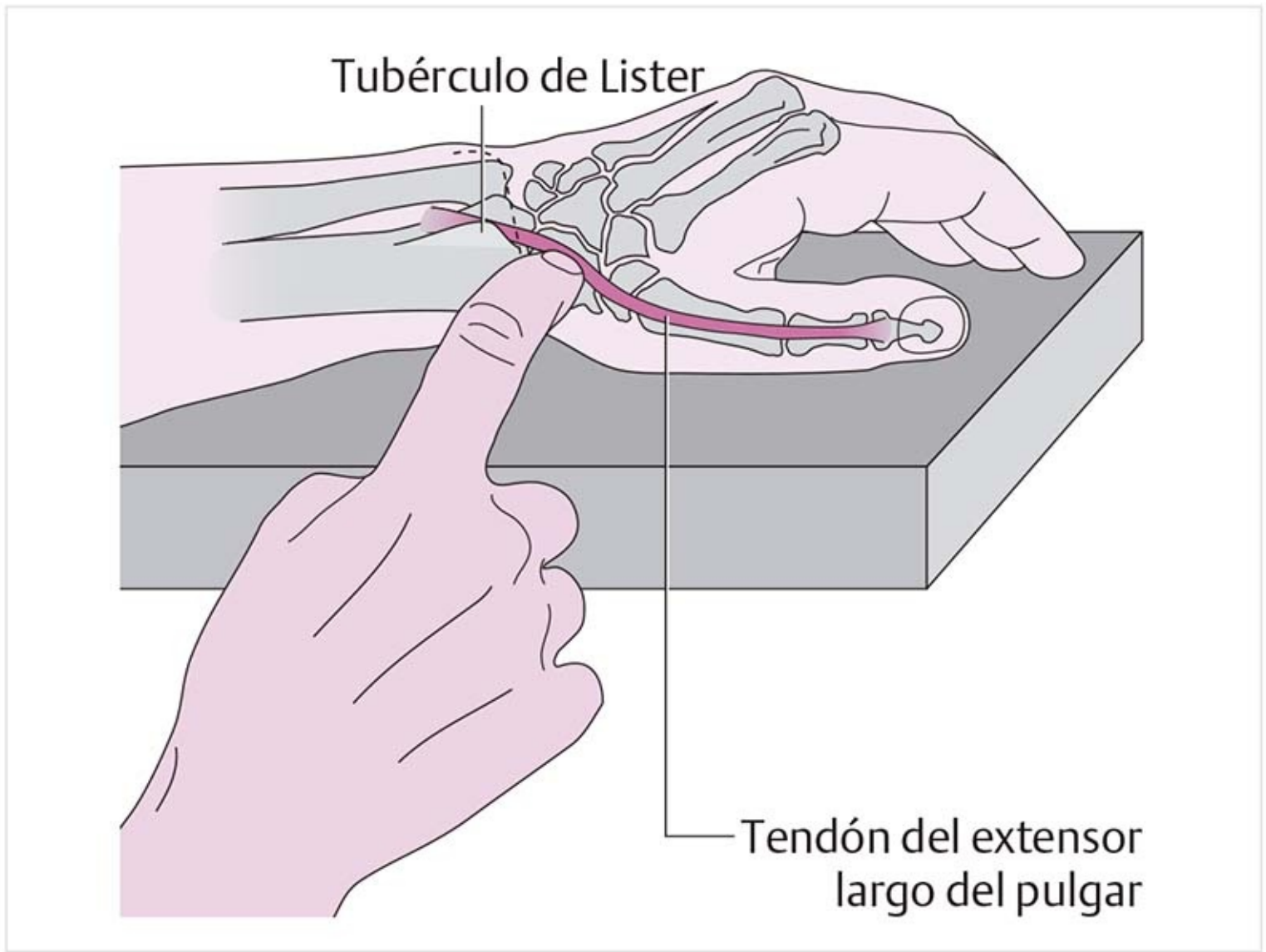
Este hueso es proximal a las bases del cuarto y quinto metacarpianos.

#### **Patología**

A menudo hay estructuras duras sobresalientes llamadas ganglios, palpables en la zona de los huesos del carpo. Pueden originarse en el periostio, la cápsula o las vainas tendinosas. La presencia de un ganglio indica disfunción en una de estas estructuras y sólo se resuelve si se elimina el trastorno. Ésta es la razón por la que siempre desaparecen y reaparecen.

### **Compartimientos del tendón dorsal**

#### **Primer compartimento tendinoso (figura 6-5)**



**Figura 6-5.** Palpación del primer compartimiento tendinoso.

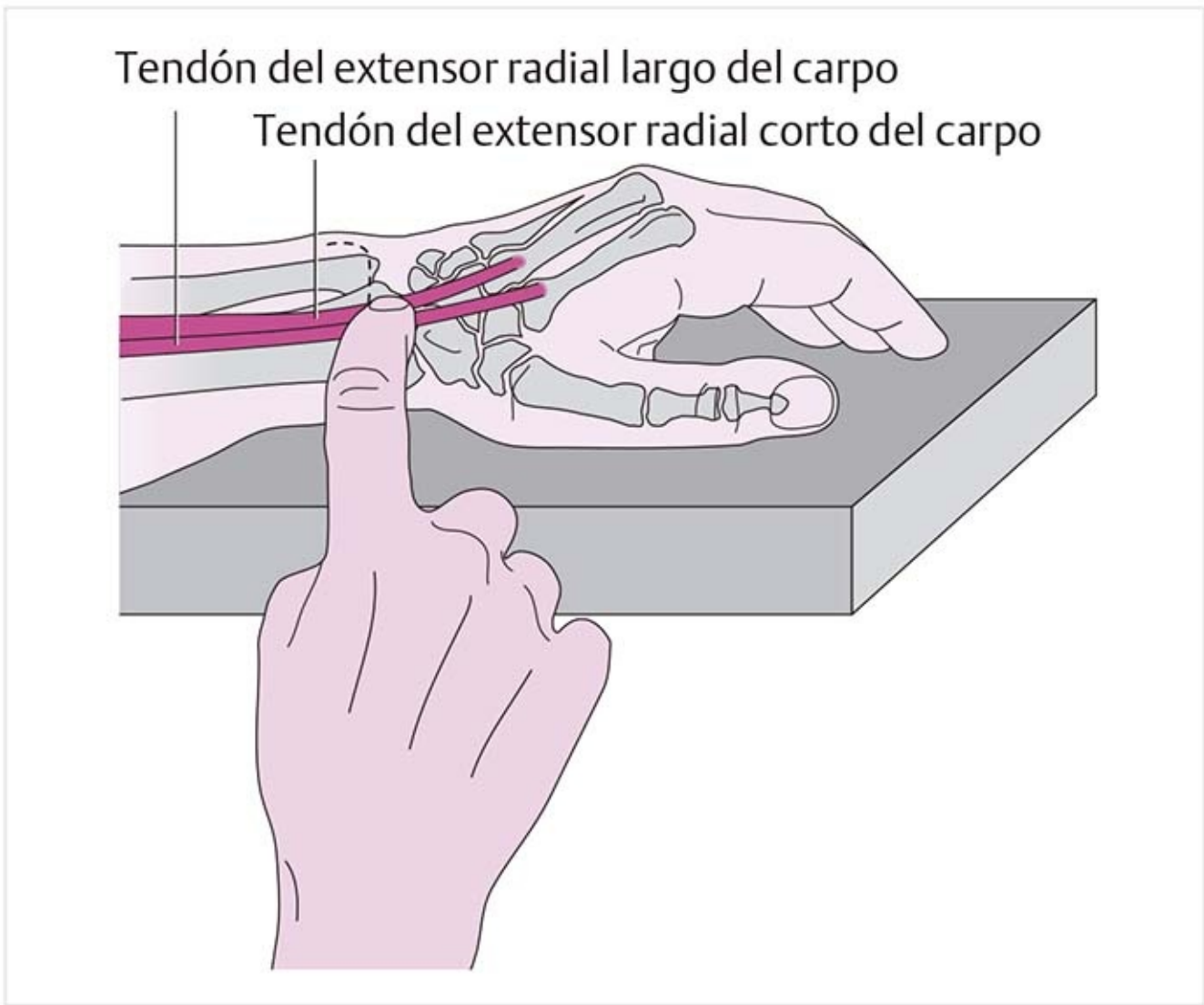
- Músculo abductor largo del pulgar.
- Músculo extensor corto del pulgar.

Estos dos músculos limitan la tabaquera anatómica en el lado radial. Se encuentran muy próximos. La tensión del pulgar en extensión alternada con abducción muestra el trayecto de cada tendón. El tendón extensor pasa por la parte dorsal y se extiende hasta la base de la falange proximal. El del abductor se encuentra en el lado palmar y se extiende hasta la base del primer metacarpiano.

#### Patología

Cuando se sospecha tenosinovitis de de Quervain, pueden evaluarse ambos tendones con la provocación mediante presión directa, así como con pruebas de resistencia y estiramiento.

### Segundo compartimiento tendinoso (figura 6-6)



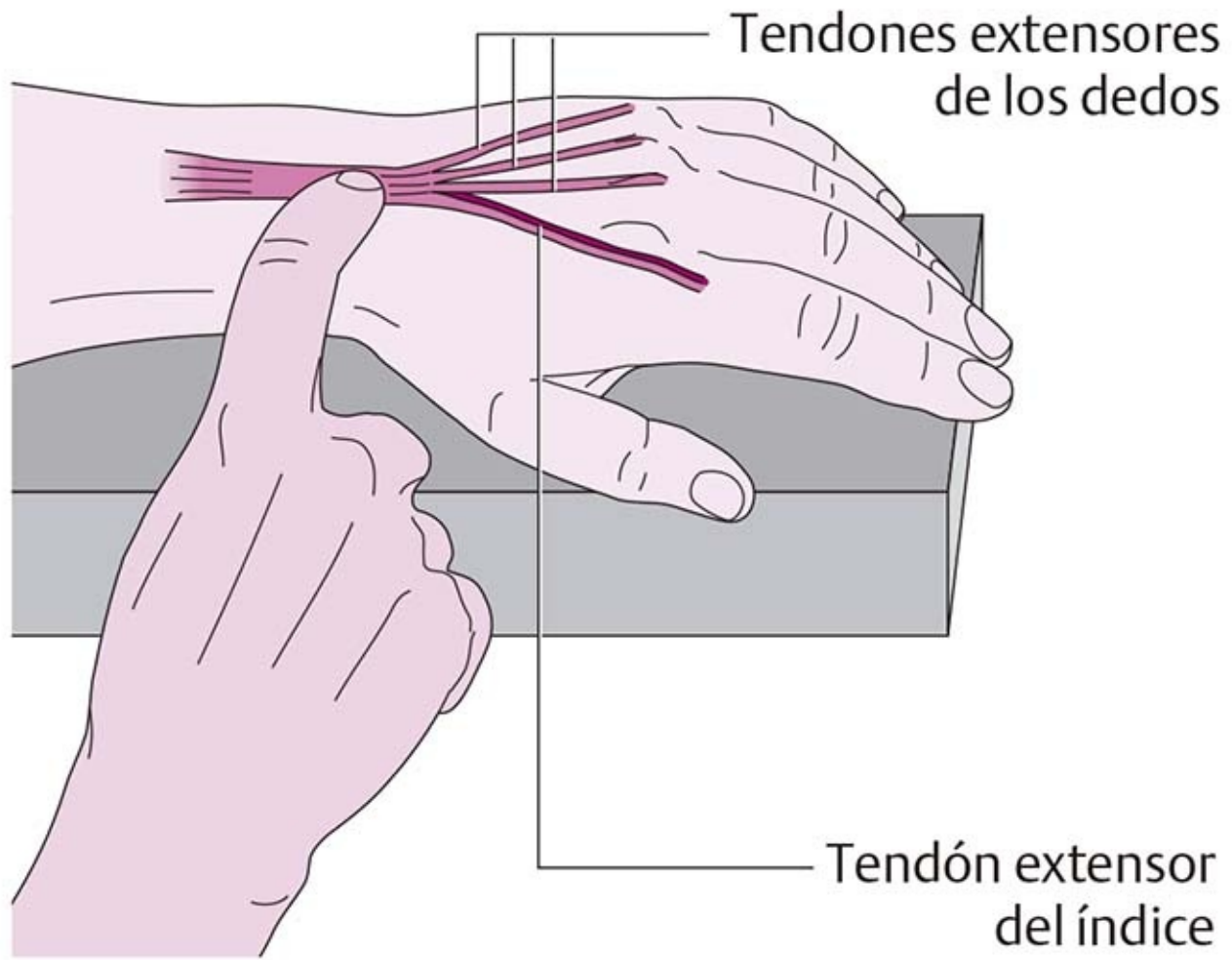
**Figura 6-6.** Palpación del segundo compartimiento tendinoso.

- Músculo extensor radial largo del carpo.
- Músculo extensor radial corto del carpo.

Los tendones pueden palparse como cordones redondos gruesos proximales a las bases del segundo y el tercer metacarpianos. El tendón del músculo extensor radial corto del carpo se extiende hasta la base del tercer metacarpiano. Es fácil de encontrar y seguir en sentido proximal si se empuña de forma laxa y se tensa en dorsiflexión.

La tensión de la muñeca en dorsiflexión y abducción radial ayuda a localizar el tendón del músculo extensor radial largo del carpo proximal a la base del segundo metacarpiano. Los tendones pueden palparse sobre el hueso escafoides y se separan en forma de V.

### **Tercer compartimiento tendinoso (figura 6-7)**

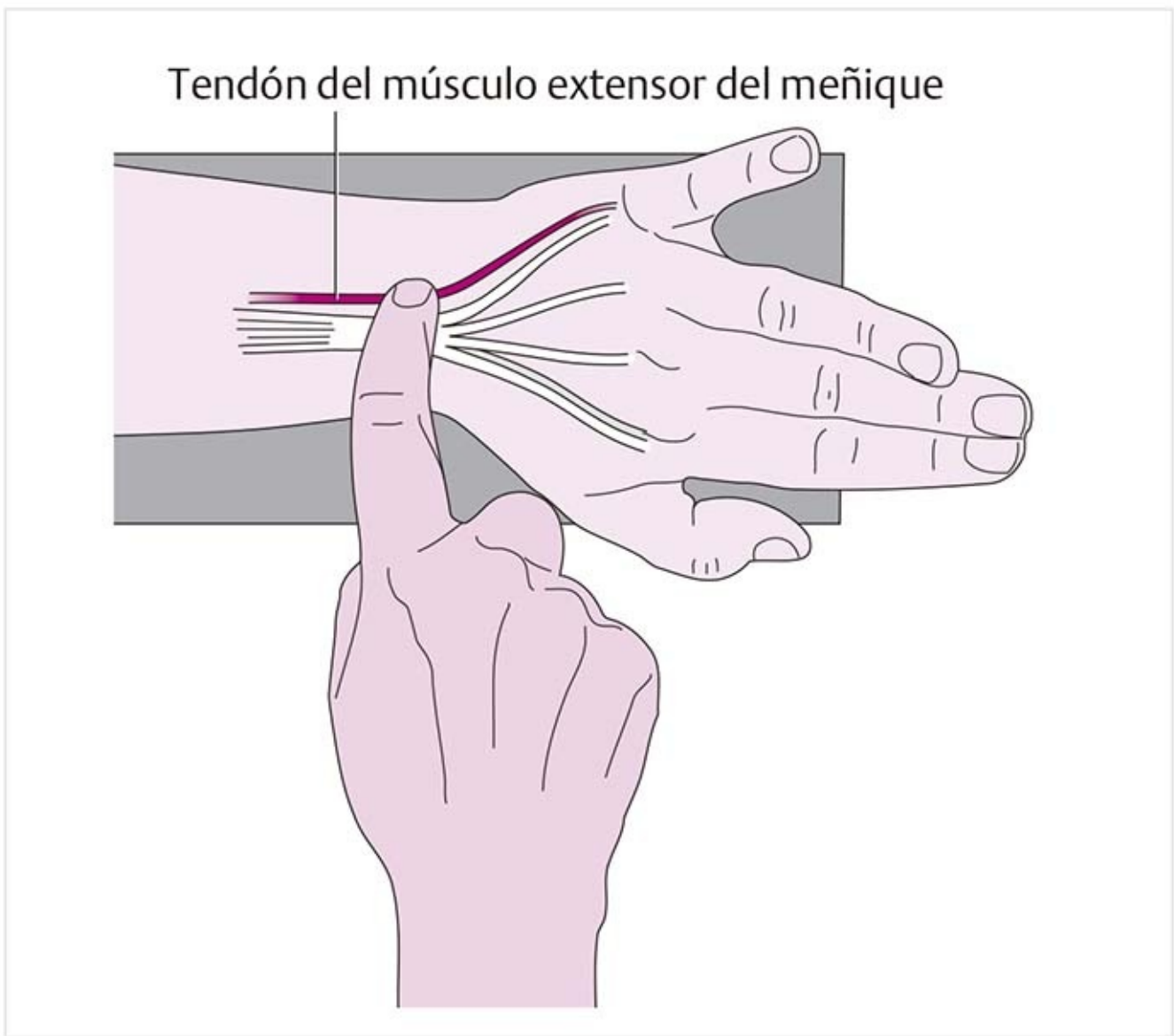


**Figura 6-7.** Palpación del tercer compartimento tendinoso.

- Músculo extensor largo del pulgar.

Como el tendón usa el tubérculo de Lister (tubérculo dorsal del radio) como punto de apoyo, éste puede emplearse para seguir su trayecto. El tubérculo se localiza como un punto sobresaliente en el tercio cubital del radio, en línea con la proyección proximal del tercer metacarpiano. Desde ahí, el tendón discurre en sentido oblicuo en dirección oblicua al lado radial hacia la base de la falange distal del pulgar. Bordea la tabaquera anatómica en la parte dorsal y sobresale con claridad cuando se extiende el pulgar.

### **Cuarto compartimento tendinoso (figura 6-8)**



**Figura 6-8.** Palpación del cuarto compartimiento tendinoso.

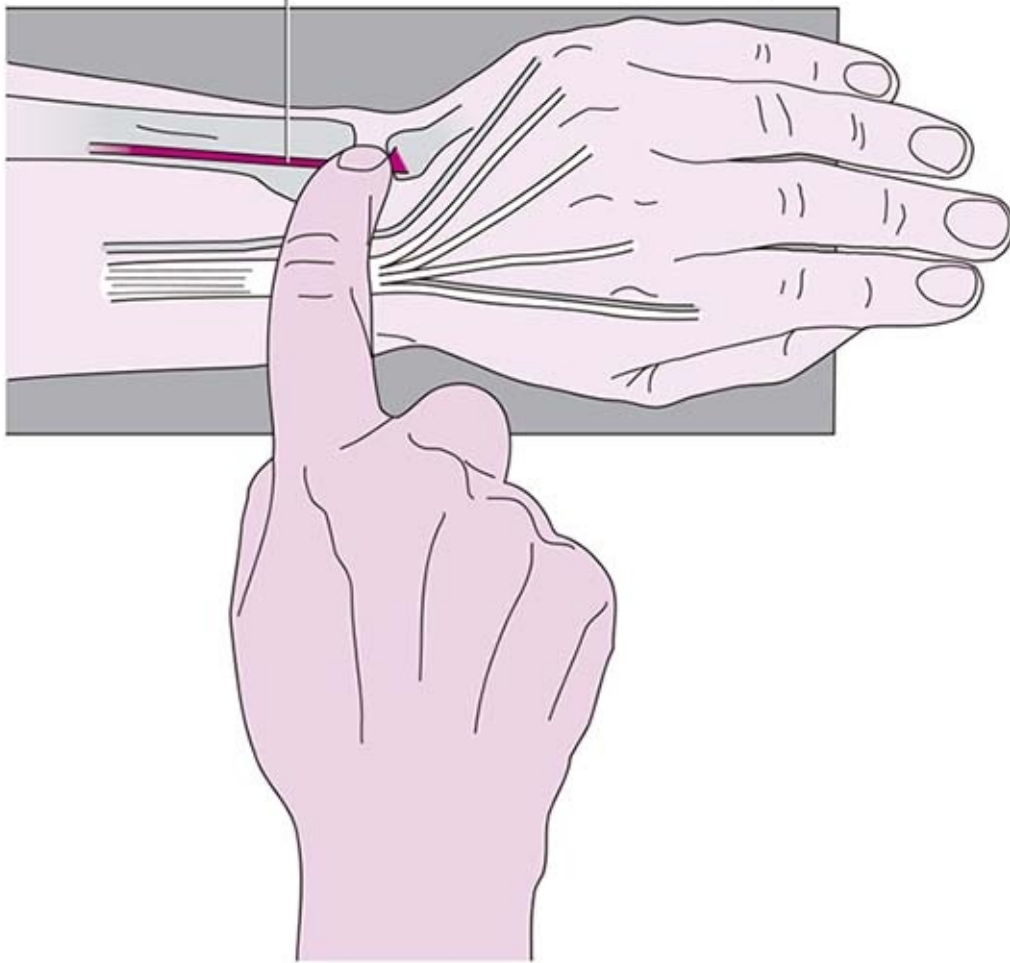
- Músculo extensor de los dedos.
- Músculo extensor del índice.

El tendón del músculo extensor de los dedos se proyecta en la parte intermedia de la muñeca y se divide al nivel de la fila proximal de los huesos del carpo en cuatro tendones que continúan hacia las bases de las falanges terminales. Los tendones sobresalen con claridad cuando se alternan los movimientos de flexión y extensión de los dedos.

El tendón del músculo extensor del índice avanza de manera cubital al tendón del extensor de los dedos.

### **Quinto compartimiento tendinoso (figura 6-9)**

## Tendón del extensor cubital del carpo



**Figura 6-9.** Palpación del quinto compartimento tendinoso.

- **Músculo extensor del meñique.**

Discurre en el lado cubital del tendón del músculo extensor de los dedos. Se ubica sobre la articulación radiocubital distal, que se encuentra sobre una línea que se extiende desde el cuarto metacarpiano. Para facilitar su palpación se coloca la mano plana y se extiende el dedo meñique.

### **Sexto compartimento tendinoso (figura 6-10)**



**Figura 6-10.** Palpación del sexto compartimiento tendinoso.

- Músculo extensor cubital del carpo.

El tendón se extiende desde la cabeza cubital y la apófisis estiloides del cúbito hasta la base del quinto metacarpiano. La tensión hacia la dorsiflexión y la abducción cubital posibilita la palpación adecuada del trayecto del tendón.

## 6.1.3 Lado cubital de la mano y la muñeca

**Apófisis estiloides del cúbito (figura 6-11)**





**Figura 6-11.** Palpación del ligamento colateral del cúbito.

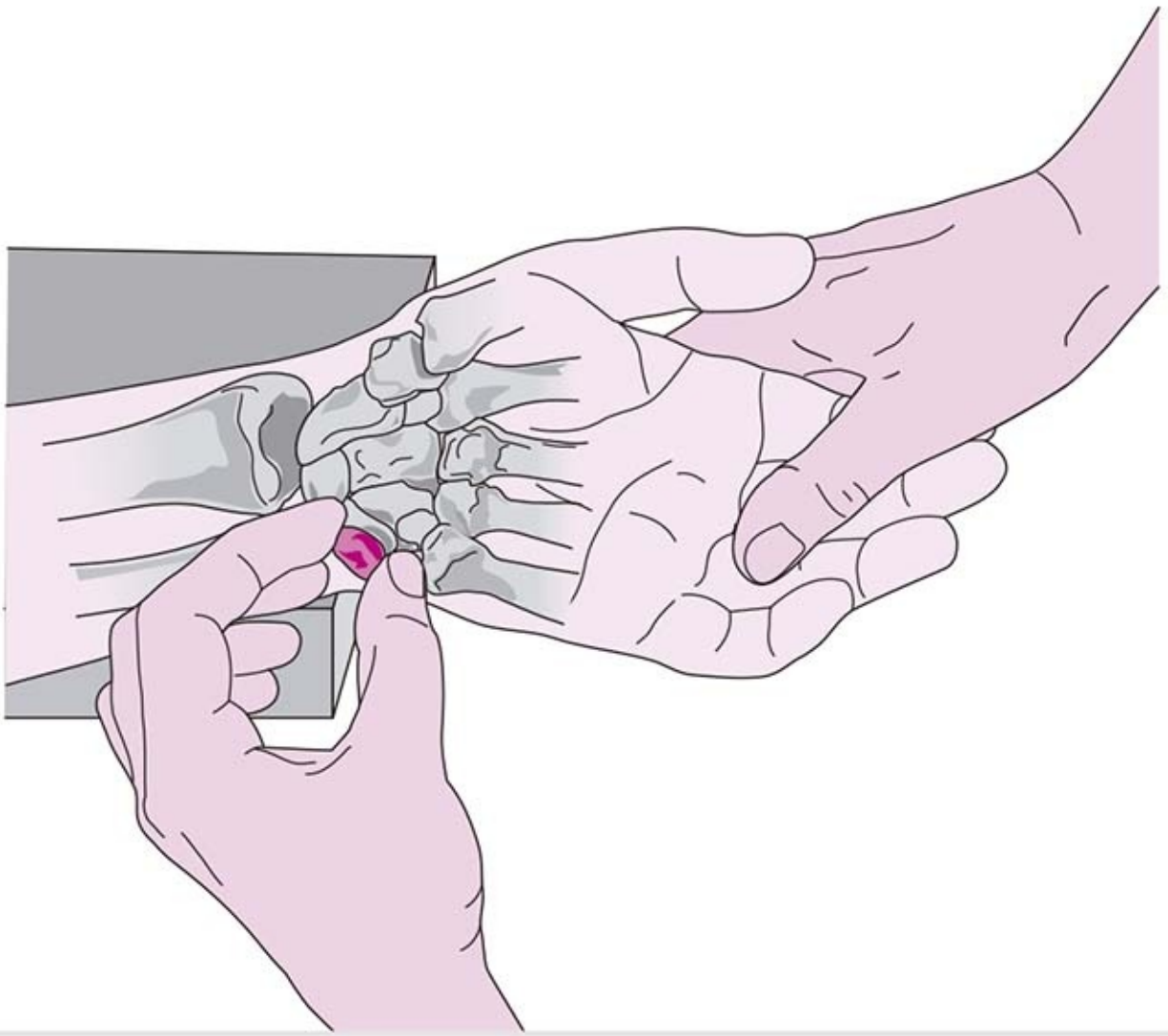
Esta apófisis puede palparse como una extensión claramente sobresaliente en los planos cubital y distal respecto de la cabeza del cúbito. Es más proximal que la apófisis estiloides del radio.

### **Ligamento colateral cubital (figura 6-11)**

Se extiende desde la apófisis estiloides del cúbito al hueso piramidal. La abducción radial hace que se tense, lo cual facilita su palpación.

## **6.1.4 Región palmar**

### **Hueso pisciforme (figura 6-12)**



**Figura 6-12.** Palpación del hueso pisciforme.

El hueso pisciforme se localiza en la forma de un punto distintivo sobresaliente en el pliegue distal de la muñeca, en su extremo cubital. En la flexión palmar relajada puede moverse sobre el hueso piramidal del lado radial al cubital.

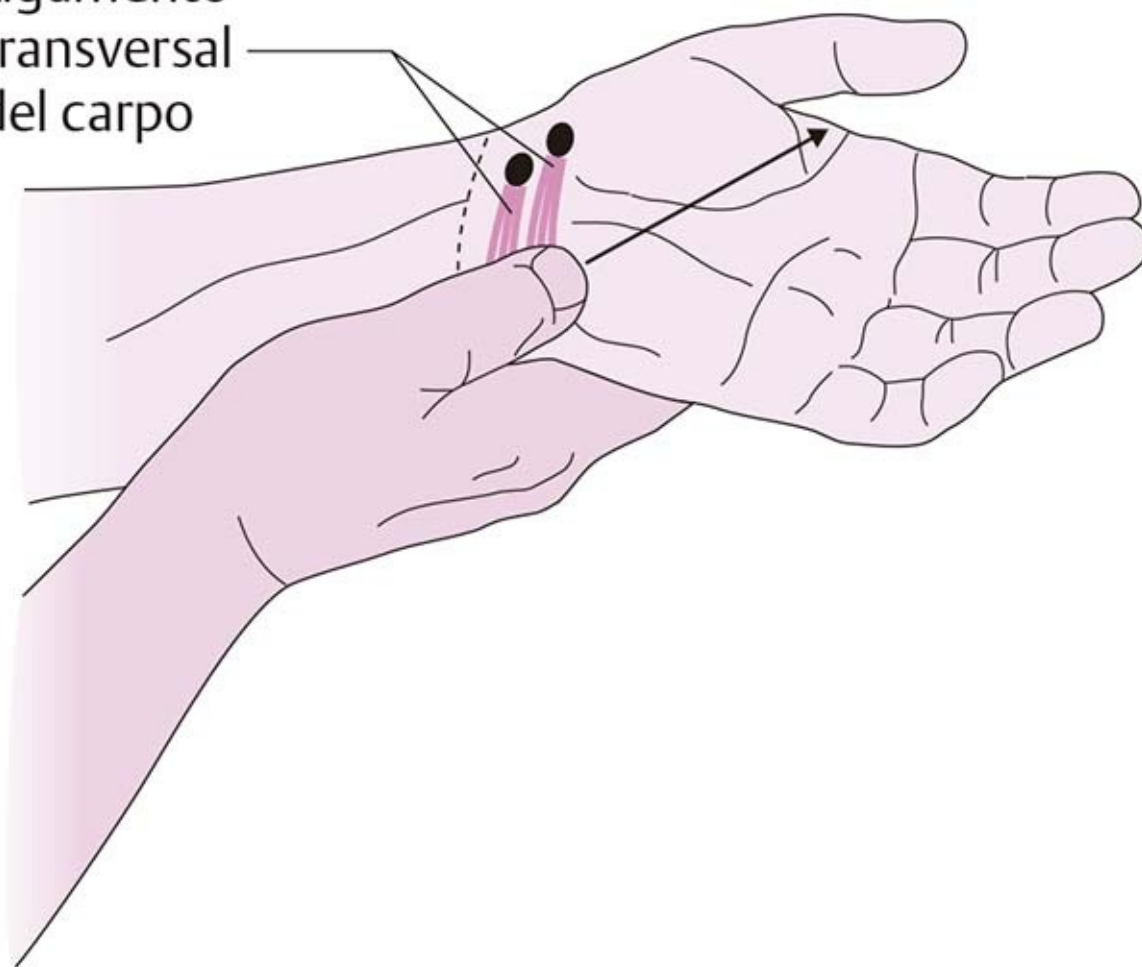
Si se tensa la mano en flexión palmar y abducción del dedo meñique, los músculos flexor cubital del carpo y abductor del meñique lo fijan en su sitio.

### **Arteria cubital**

La arteria puede palparse justo proximal al hueso pisciforme.

### **Gancho del hueso ganchoso (figura 6-13)**

Ligamento  
transversal  
del carpo



**Figura 6-13.** Palpación del gancho del hueso ganchoso.

Esta punta ósea sobresaliente bien acojinada se halla en el lado palmar del hueso ganchoso. Puede localizarse al colocar la articulación interfalángica del pulgar que palpa sobre el hueso pisiforme del paciente y dirigir la punta del pulgar en dirección oblicua hacia la palma. De esta manera, el gancho queda bajo la punta del pulgar y puede palparse como una prominencia redondeada si se realiza una palpación profunda a través de los músculos de la eminencia hipotenar.

### **Canal de Guyon (canal cubital) (figura 6-14)**



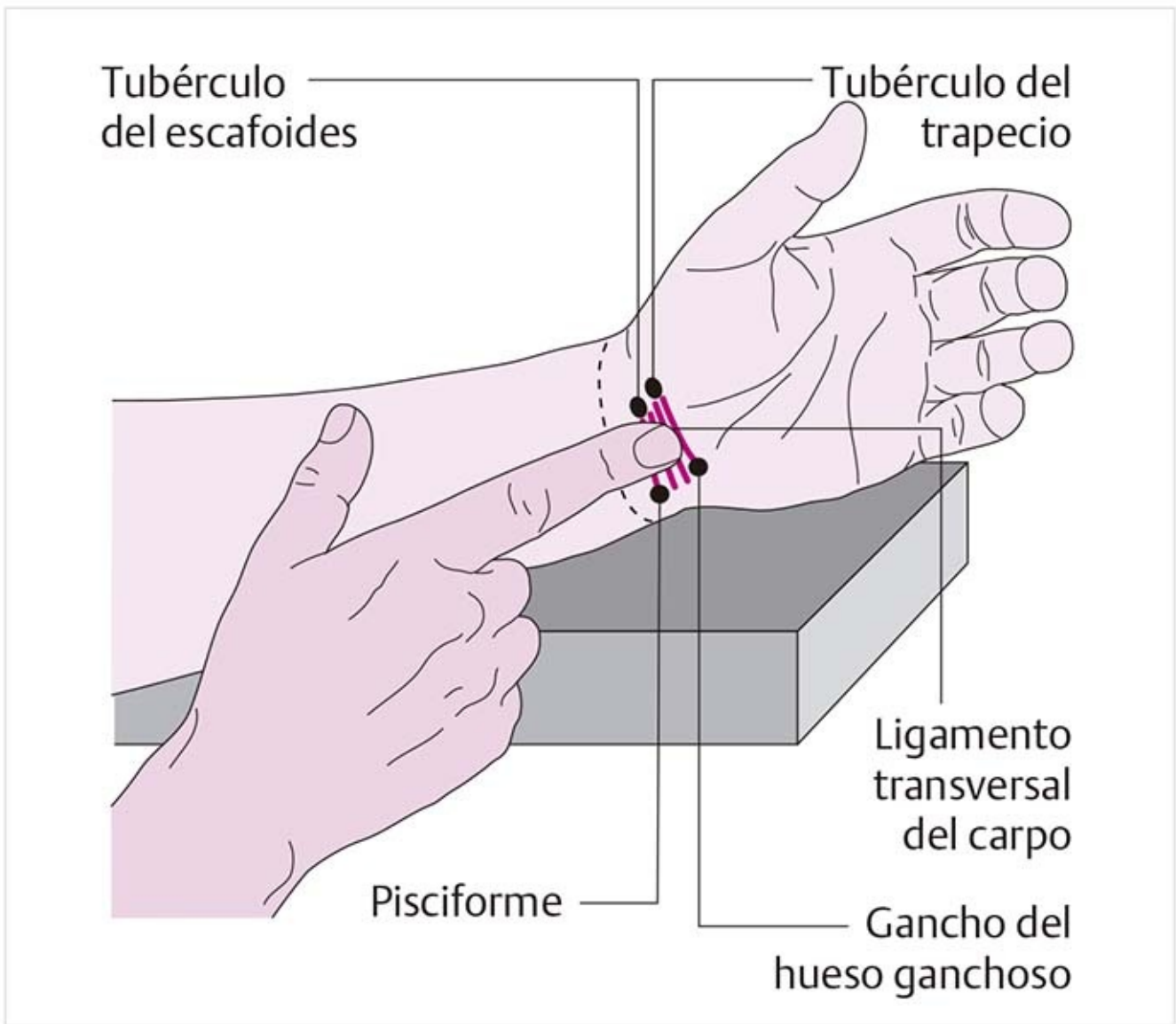
**Figura 6-14.** Palpación del canal de Guyon.

Se sitúa entre el hueso pisiforme y el gancho del hueso ganchoso. El ligamento pisiganchoso se extiende sobre el canal y protege contra la compresión al nervio cubital, que discurre en la profundidad del canal.

#### Patología

La presión sobre este canal puede desencadenar dolor neural típico, como una sensación de pinchazos incómoda en la zona del dedo meñique. Un nervio sano las percibe como sensaciones molestas, pero la reacción dolorosa es mucho más intensa en presencia de irritación del nervio.

### **Ligamento transversal del carpo (retináculo flexor) (figura 6-15)**



**Figura 6-15.** Palpación del retináculo flexor.

Ésta es una estructura ligamentosa que se extiende en forma transversal sobre los huesos del carpo. Consiste en dos bandas principales:

La parte proximal discurre desde el pisciforme hasta el tubérculo del hueso escafoides.

La banda distal se proyecta del gancho del hueso ganchoso al tubérculo del trapecio.

La fijación del ligamento transversal del carpo a la piel produce un pliegue distintivo en la muñeca. Es ahí donde el ligamento comienza en la parte proximal. A un ancho de pulgar en dirección distal se halla el borde distal de esta conexión transversal.

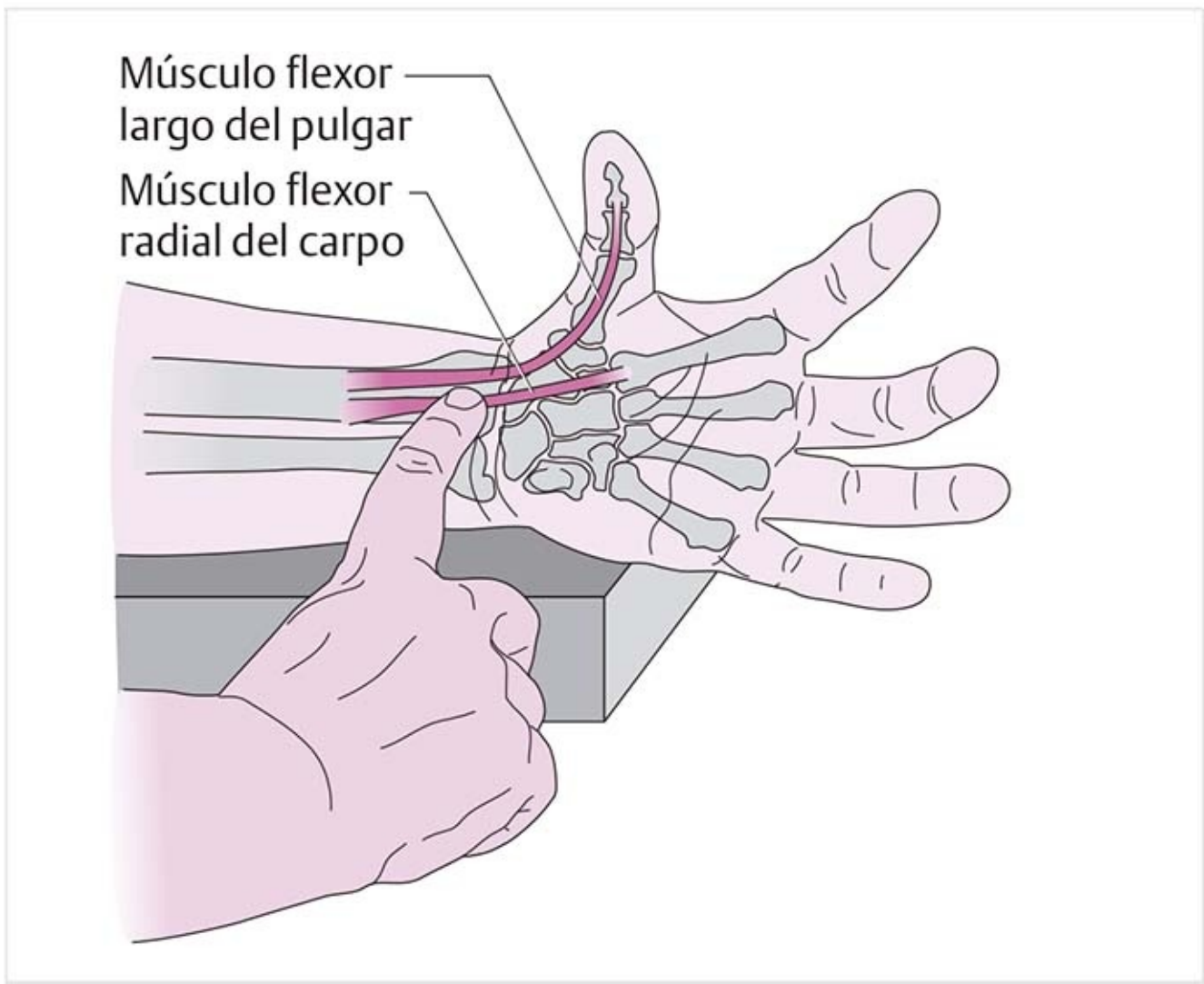
Debe colocarse el dedo que palpa entre las estructuras óseas descritas antes y desplazarlo en forma transversal y longitudinal a la orientación de las fibras.

#### Consejo práctico

El retináculo limita el túnel del carpo en el lado palmar. La presión firme sobre el retináculo puede comprimir los tendones y el nervio mediano que discurre bajo éste, una prueba que resulta muy dolorosa en el síndrome del túnel del carpo.

## Tendones palmares

### Músculo flexor largo del pulgar (figura 6-16)



**Figura 6-16.** Palpación de los tendones de los músculos flexor largo del pulgar y flexor radial del carpo.

Este tendón puede palparse cerca del pulso radial, entre los tendones de los músculos braquiorradial y flexor radial del carpo mientras se tensa el pulgar en flexión.

### **Músculo flexor radial del carpo (figura 6-16)**

Se extiende a la base del segundo metacarpiano y cruza el hueso escafoides en su trayecto. El tendón puede palparse como una cuerda redonda bien delimitada que discurre hacia la eminencia tenar.

Es necesario tensar la mano en una posición con los dedos extendidos y la muñeca en flexión palmar y abducción radial.

### **Músculo flexor superficial de los dedos (figura 6-17)**



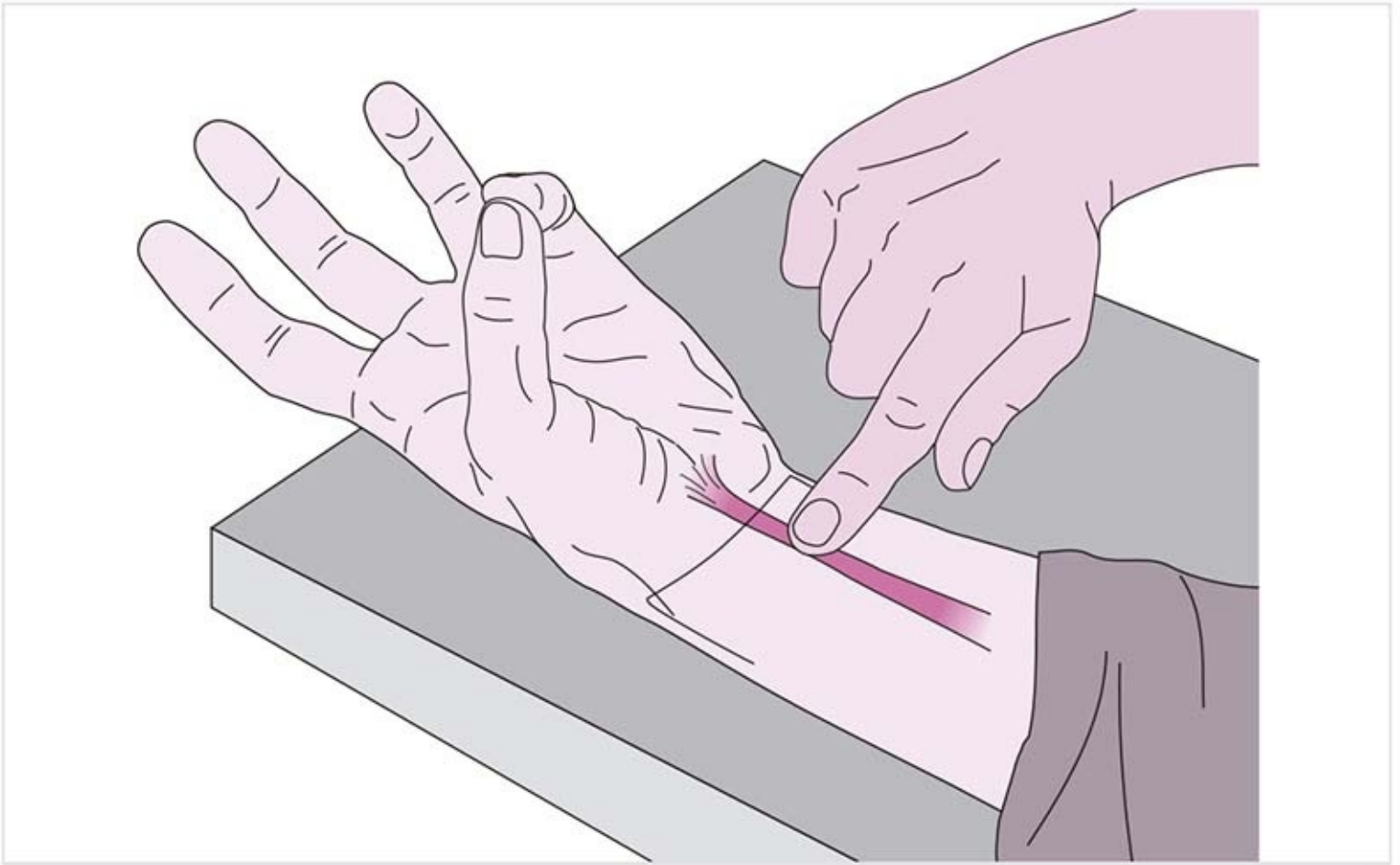
**Figura 6-17.** Palpación del tendón del flexor superficial de los dedos.

Sus tendones discurren en posición cubital inmediata al músculo flexor radial del carpo. Para encontrar los tendones con más facilidad, se coloca la mano con el lado dorsal hacia abajo sobre la mesa y se mueven los dedos en flexión.

### **Músculo flexor profundo de los dedos**

Los tendones del músculo flexor profundo de los dedos se localizan en un plano más profundo respecto de los del flexor superficial de los dedos y es muy difícil diferenciarlos de ellos. Puesto que el músculo profundo flexiona las articulaciones interfalángicas distales (IFD) mientras que el superficial flexiona las articulaciones interfalángicas proximales (IFP), es posible diferenciarlos si se tensan las articulaciones distales en flexión.

### **Músculo palmar largo (figura 6-18)**



**Figura 6-18.** Palpación del tendón del músculo palmar largo.

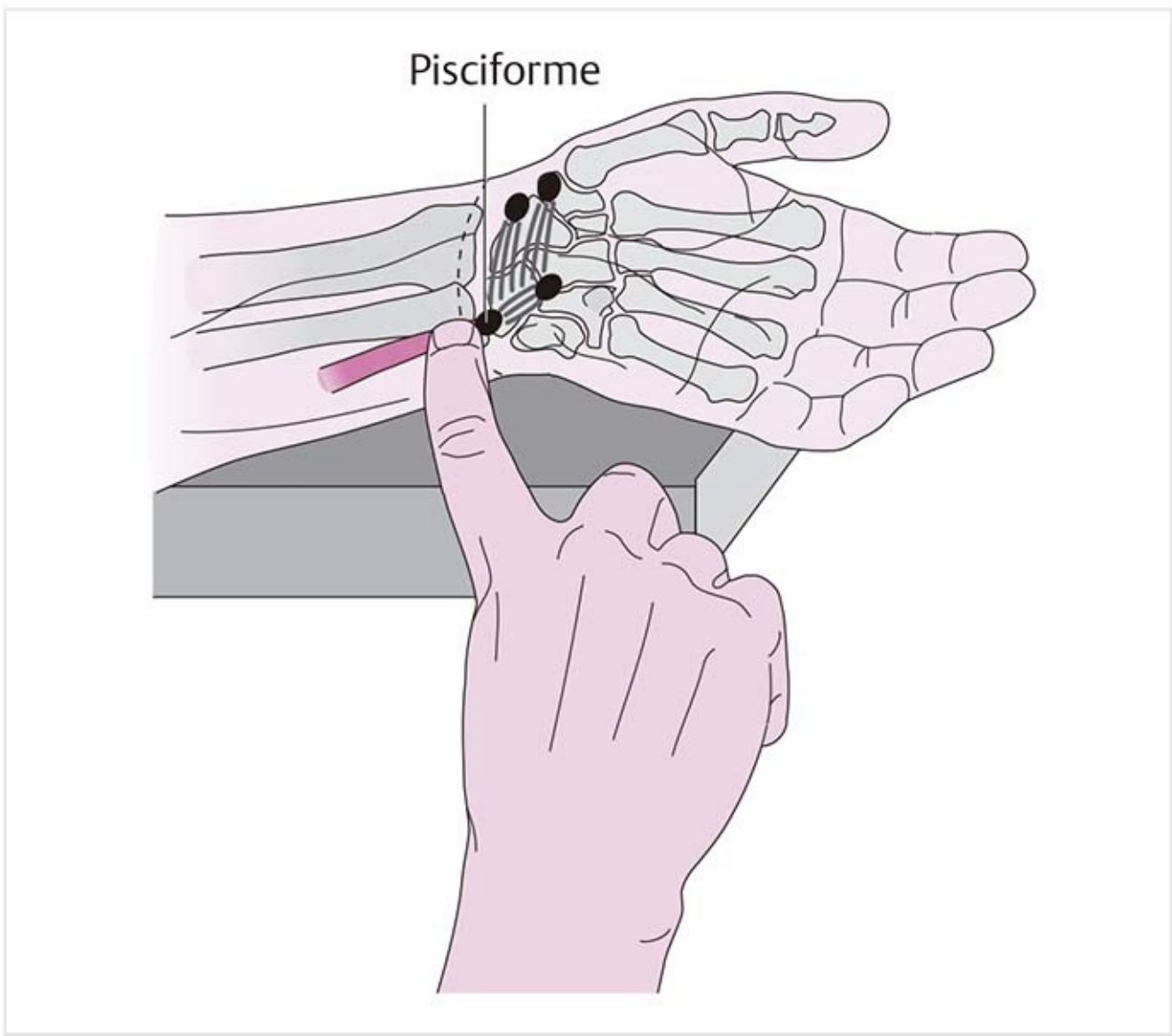
El músculo palmar largo tiene el tendón más superficial, que se proyecta en la parte media de la articulación de la muñeca. Puede palparse si se tensa la muñeca en flexión palmar con el pulgar y el meñique en oposición.

### **Nervio mediano**

El nervio puede identificarse como una cuerda redonda muy firme justo debajo y un poco radial en relación con el tendón del músculo palmar largo.

### **Músculo flexor cubital del carpo (figura 6-19)**

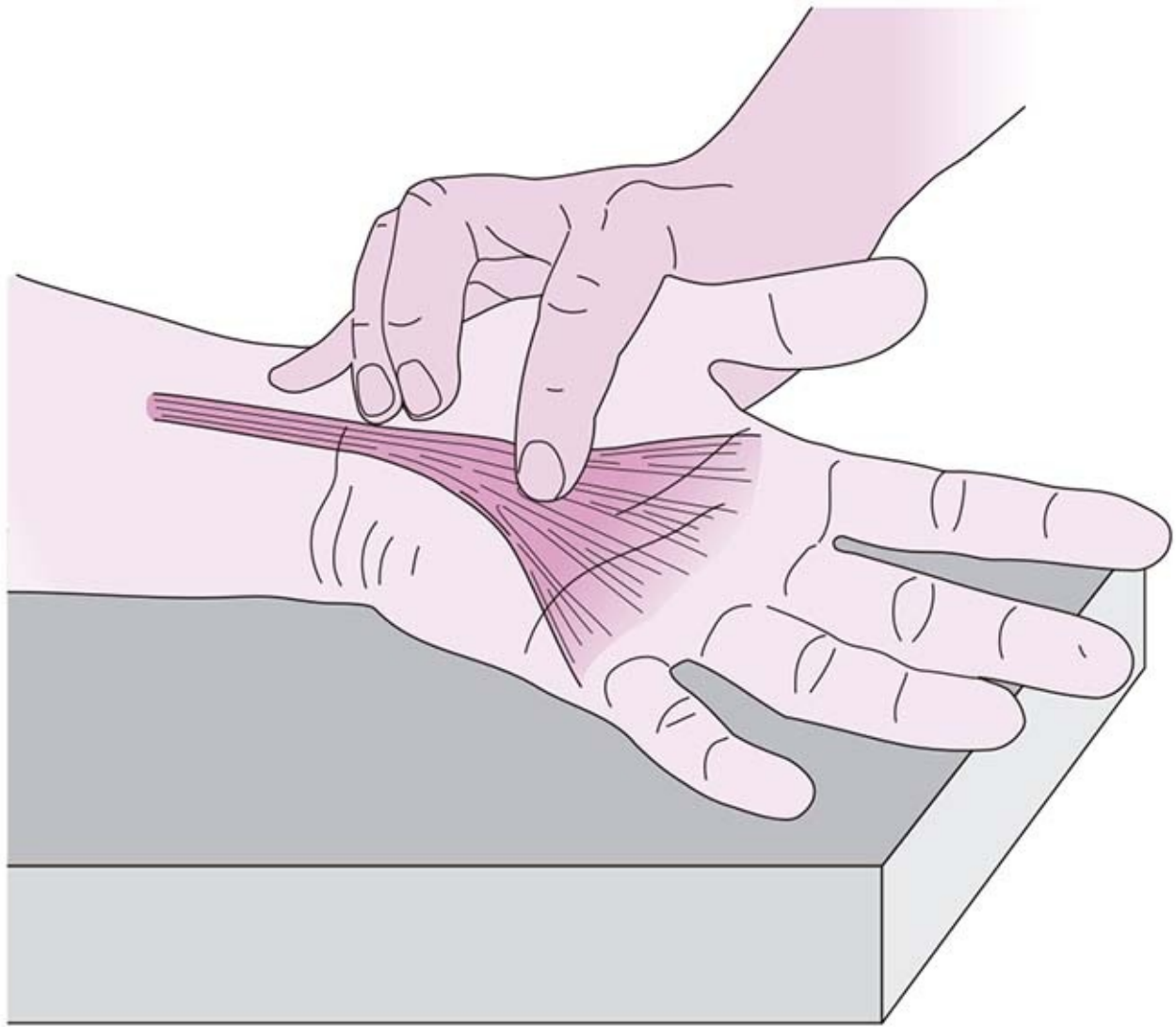




**Figura 6-19.** Palpación del tendón del músculo flexor cubital del carpo.

El tendón discurre y se inserta en la cara cubital del hueso pisciforme como una cuerda redonda y gruesa. Además, algunas prolongaciones se extienden hacia el hueso ganchoso y el quinto metacarpiano. La palpación se facilita con la flexión palmar y abducción cubital, con los dedos extendidos.

**Aponeurosis palmar (figura 6-20)**



**Figura 6-20.** Palpación de la aponeurosis palmar.

La aponeurosis es una extensión del músculo palmar largo. Sus límites precisos son difíciles de localizar por la densidad del tejido subcutáneo.

#### Patología

En la contractura de Dupuytren, la aponeurosis se contrae, sobre todo en la zona del dedo anular, y produce flexión del dedo.

### Músculos de la región tenar (figura 6-21)

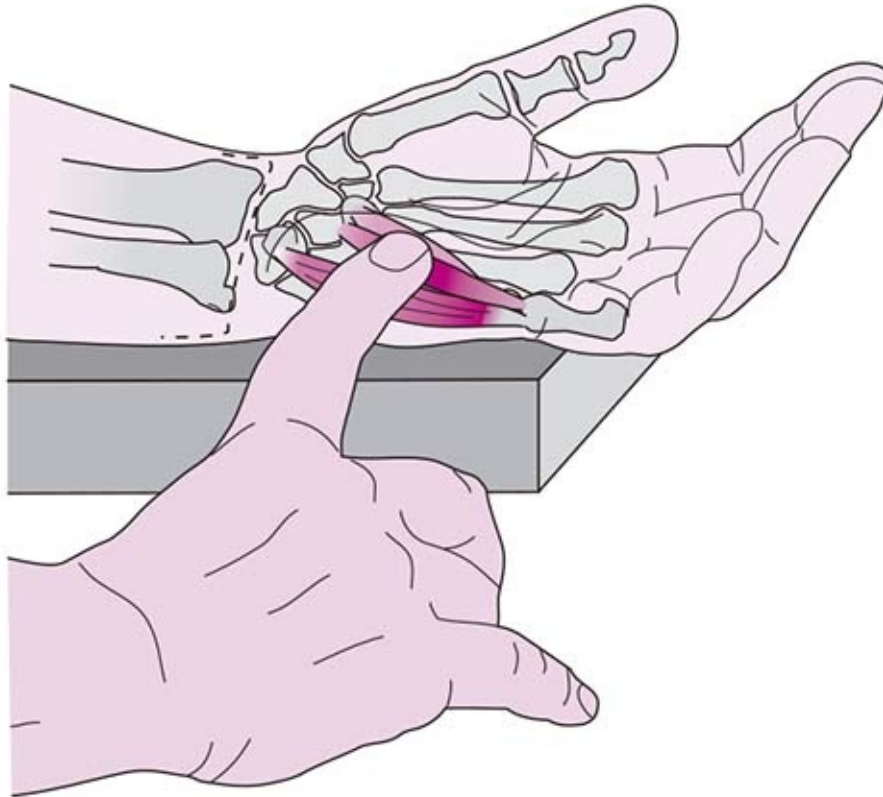


**Figura 6-21.** Palpación de los músculos de la eminencia tenar.

En sentido distal a proximal, a partir del área del pliegue palmar transversal, y del dedo índice al borde radial del pulgar, pueden palparse los siguientes músculos mientras se tensa cada uno:

- Músculo aductor del pulgar.
- Músculo flexor corto del pulgar.
- Músculo abductor corto del pulgar.
- Músculo oponente del pulgar.

### **Músculos de la región hipotenar (figura 6-22)**



**Figura 6-22.** Palpación de los músculos de la eminencia hipotenar.

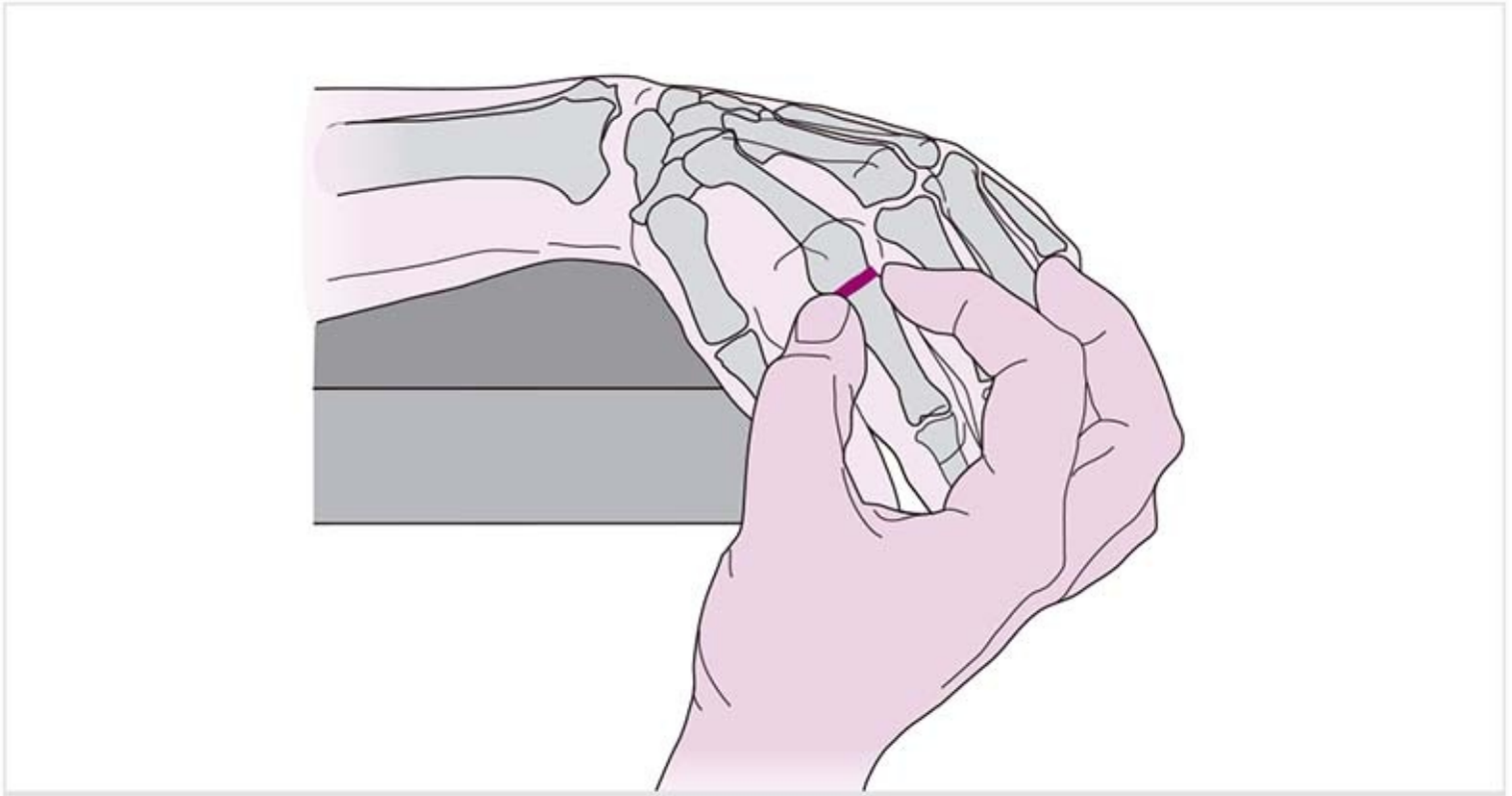
Al tiempo que se mantiene el dedo meñique en abducción, el abductor del meñique puede palparse como el músculo más alejado del lado cubital de la eminencia hipotenar, ya que discurre paralelo al primer

hueso metacarpiano. A continuación se encuentran los siguientes en dirección de la palma:

- Músculo flexor corto del meñique.
- Músculo oponente del meñique.
- La prueba del músculo apropiado ayuda a la palpación.

## 6.1.5 Falanges

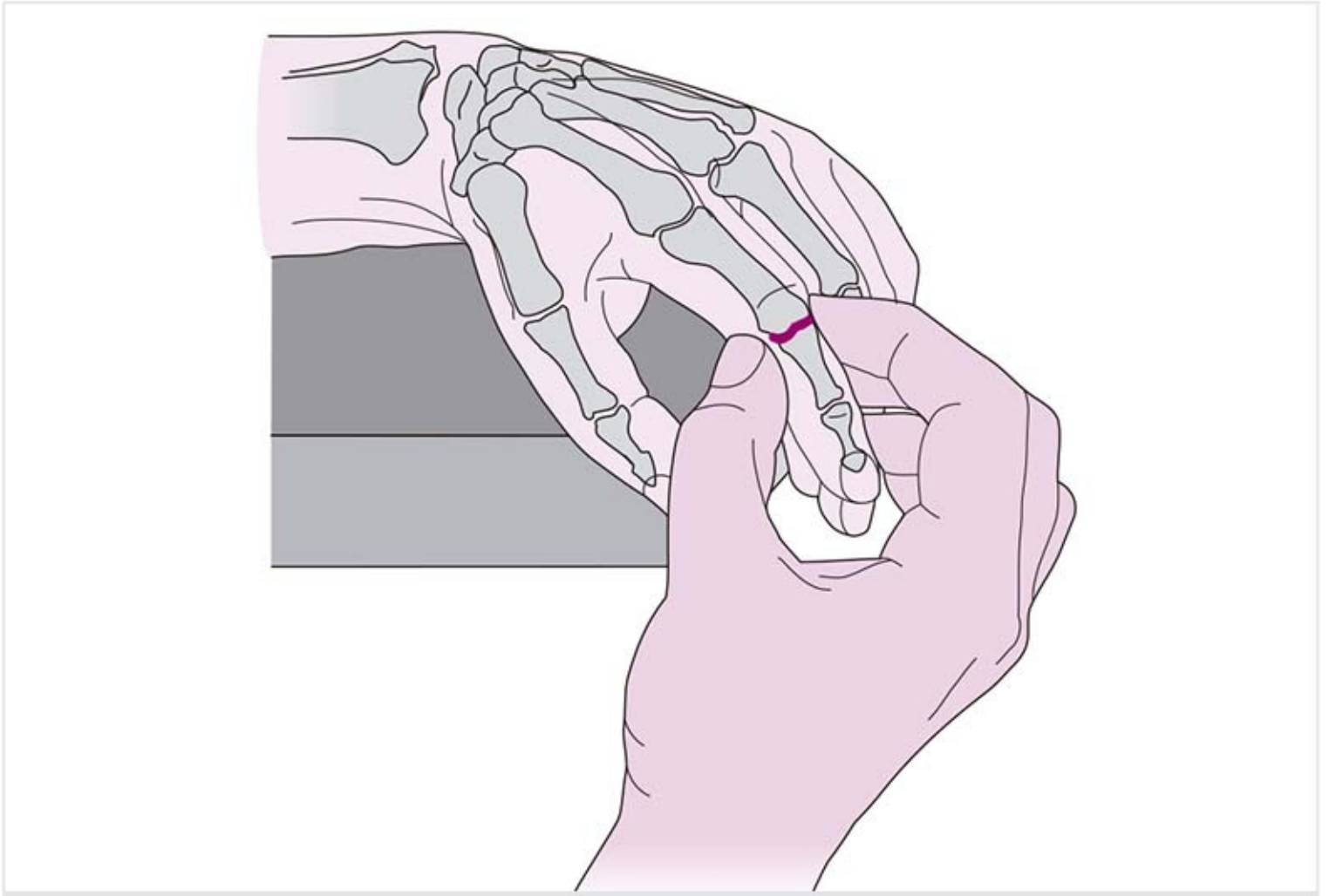
### Articulaciones metacarpofalángicas (figura 6-23)



**Figura 6-23.** Palpación de la segunda articulación

Mientras se mueve de manera pasiva el dedo en flexión, es posible palpar el espacio articular de cada dedo a ambos lados del tendón extensor, a 1 cm distal de la punta proximal de la falange.

### Articulaciones interfalángicas (figura 6-24)



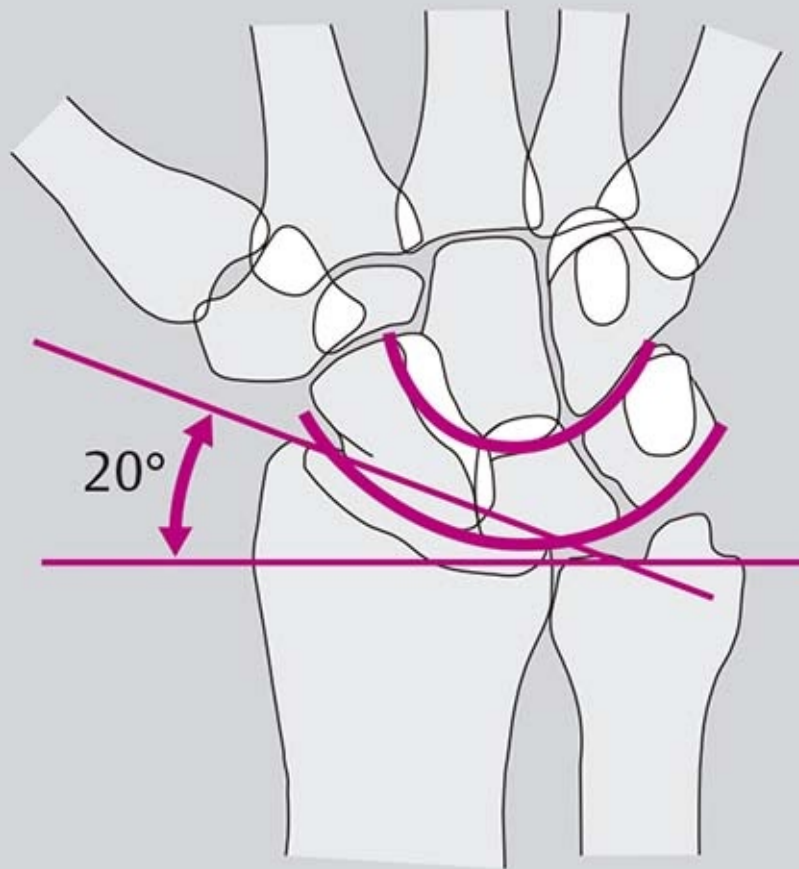
**Figura 6-24.** Palpación de la segunda articulación interfalángica proximal.

En el lado dorsal es posible palpar las articulaciones proximales (IFP) y las distales (IFD) junto a los tendones extensores durante la flexión y extensión pasivas del dedo.

## **6.2 Anatomía funcional de la mano y la muñeca**

### **6.2.1 Radiografía de la mano y la muñeca**

**Vista anteroposterior de la muñeca (vista dorsopalmar) (figura 6-25)**

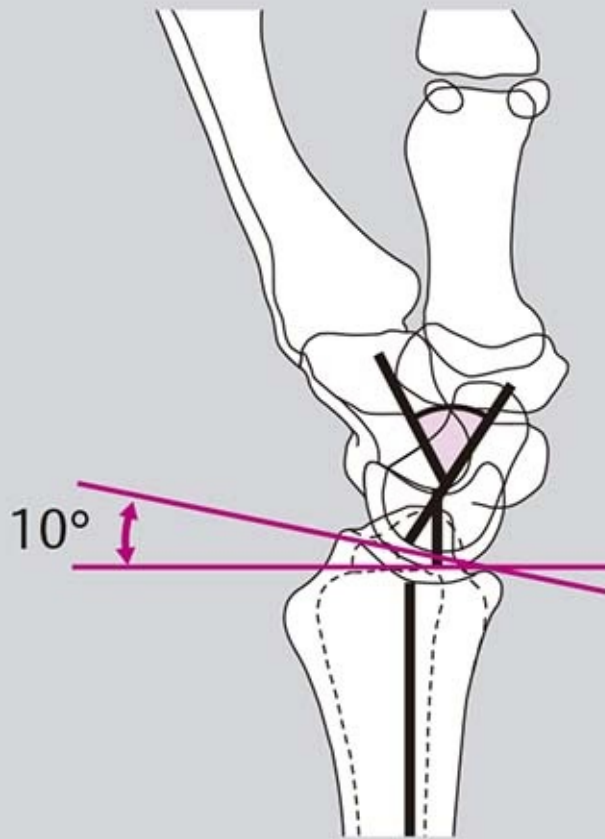


**Figura 6-25.** Radiografía de la muñeca: vista posteroanterior.

En la posición neutral ( $0^\circ$ ):

- El ángulo de inclinación del radio en relación con el cúbito en la parte distal es la base del ángulo; normal,  $20^\circ$ .
- La articulación proximal de la muñeca (articulación radiocarpiana) y una parte de la articulación distal de la muñeca (articulación mediocarpiana) forman arcos armoniosos y lisos paralelos entre sí.
- Hay que revisar la posición de los huesos del carpo entre sí y en relación con el radio y el cúbito, así como con las bases de los metacarpianos.

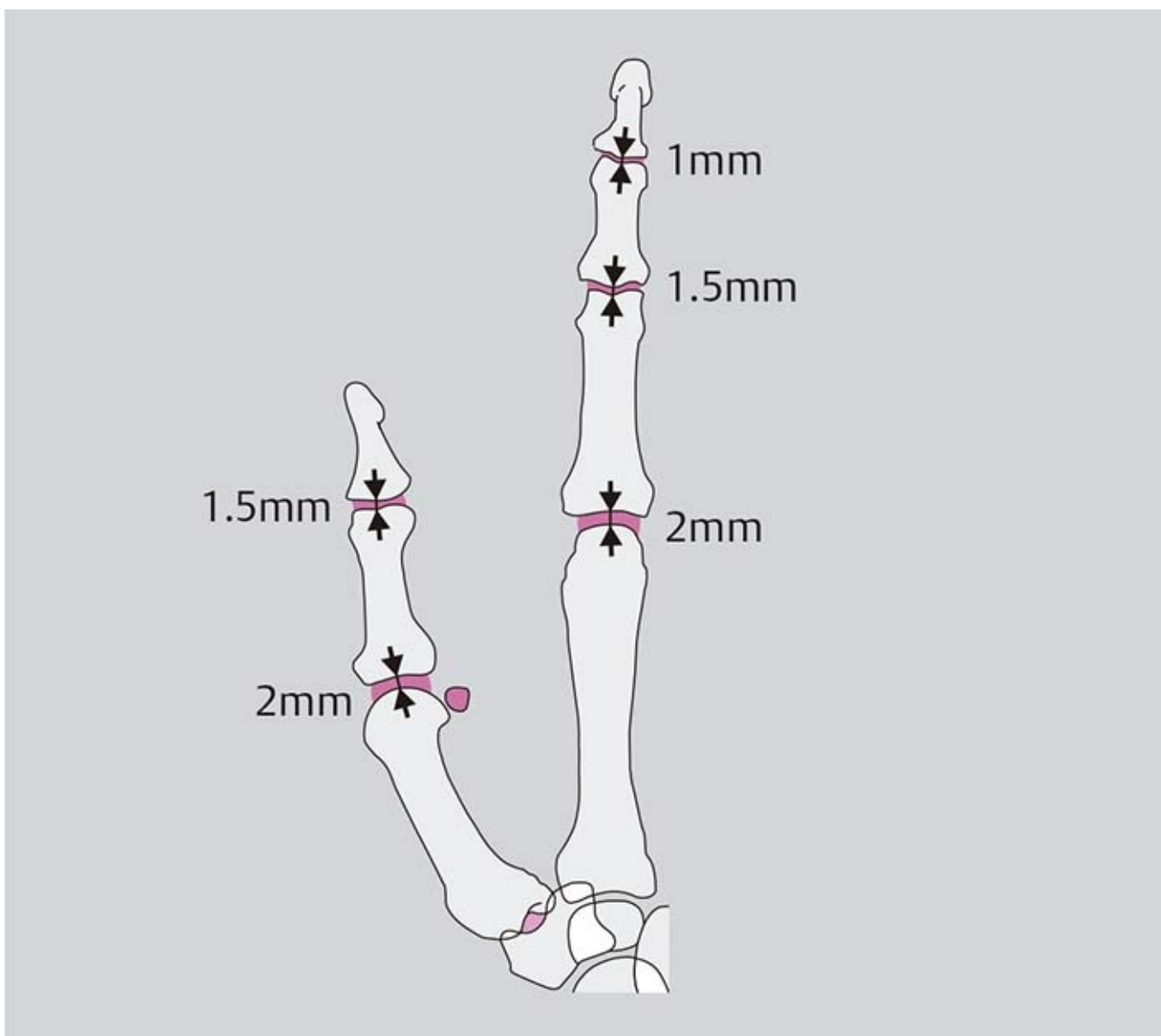
### **Vista lateral de la muñeca (proyección radiocubital) (figura 6-26)**



**Figura 6-26.** Radiografía de la muñeca: vista lateral.

- Forma típica del hueso semilunar.
- Inclinación palmar del radio:  $10^\circ$
- Ángulo entre el hueso grande y el semilunar:  $10^\circ$  a  $20^\circ$ .
- Ángulo entre el escafoides y el hueso grande: 40 a 50%

**Vista posteroanterior del pulgar (figura 6-27)**



**Figura 6-27.** Radiografía de los dedos índice y pulgar en la posición neutral: vista posteroanterior.

- La primera articulación carpometacarpiana tiene forma de silla de montar.
- Puede verse un hueso sesamoideo en la cabeza del primer metacarpiano.
- Anchura normal de los espacios articulares metacarpofalángico (MCF) e interfalángico: 2 mm.

### Vista posteroanterior del dedo (figura 6-27)

- Forma de las superficies articulares: ligeramente ondulada.
- Anchura normal de los espacios articulares:
  - Articulación MCF: alrededor de 2 mm.
  - Articulación IFP: 1.5 mm
  - Articulación IFD: 1 mm.

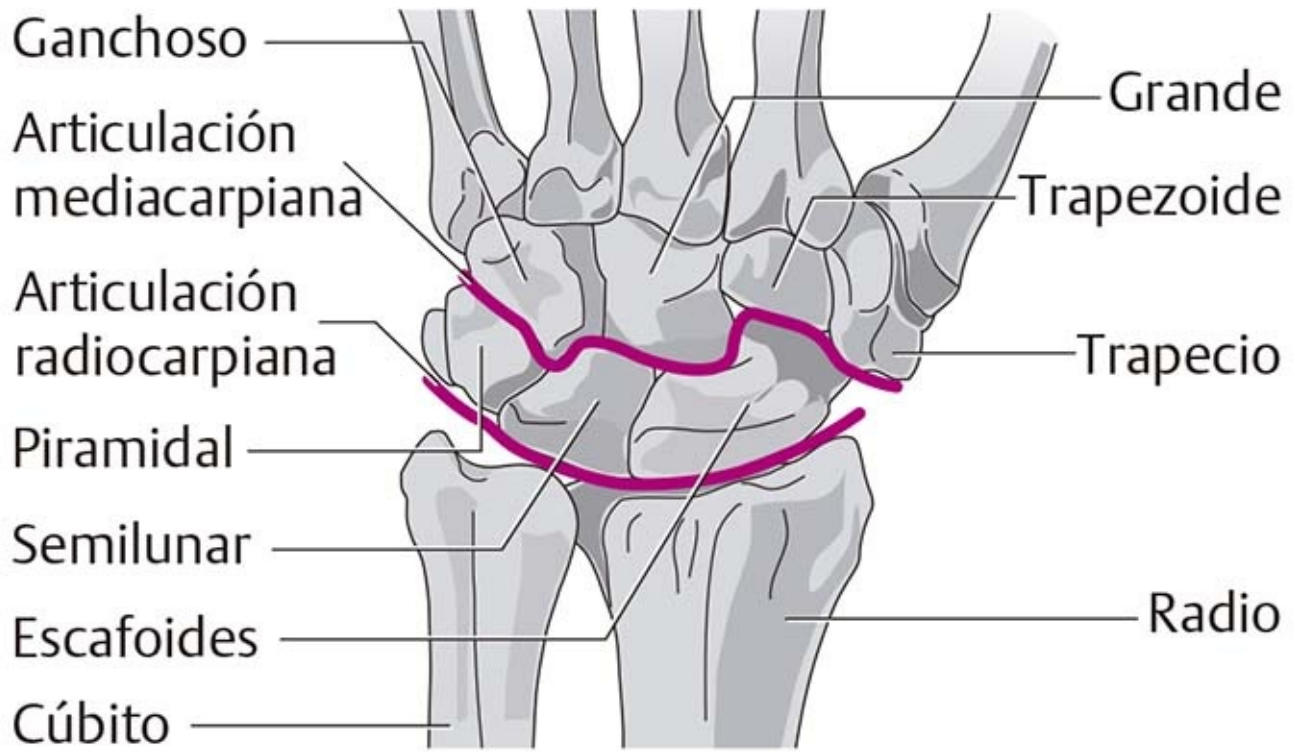
Las vistas con tensión muestran el grado de inestabilidad en casos de lesión de ligamento.

#### Patología

Las fracturas del carpo son a menudo detectables sólo en la tomografía o por una fina línea de osificación que se desarrolla después de dos o tres semanas.  
 Indicaciones de poliartritis: erosiones en los contornos articulares, estrechamiento del espacio articular, engrosamiento del tejido esponjoso subcondral, pequeños quistes subcondrales y zonas de calcificación en la cápsula articular.  
 Las tendinosis y ligamentosis se manifiestan por la osificación del tendón o sitios de inserción de los ligamentos; se observan como montículos o espículas, o bien como depósito de calcio a unos cuantos milímetros del sitio de inserción.

## 6.2.2 Articulación de la muñeca (figura 6-28)





**Figura 6-28.** Articulación de la muñeca.

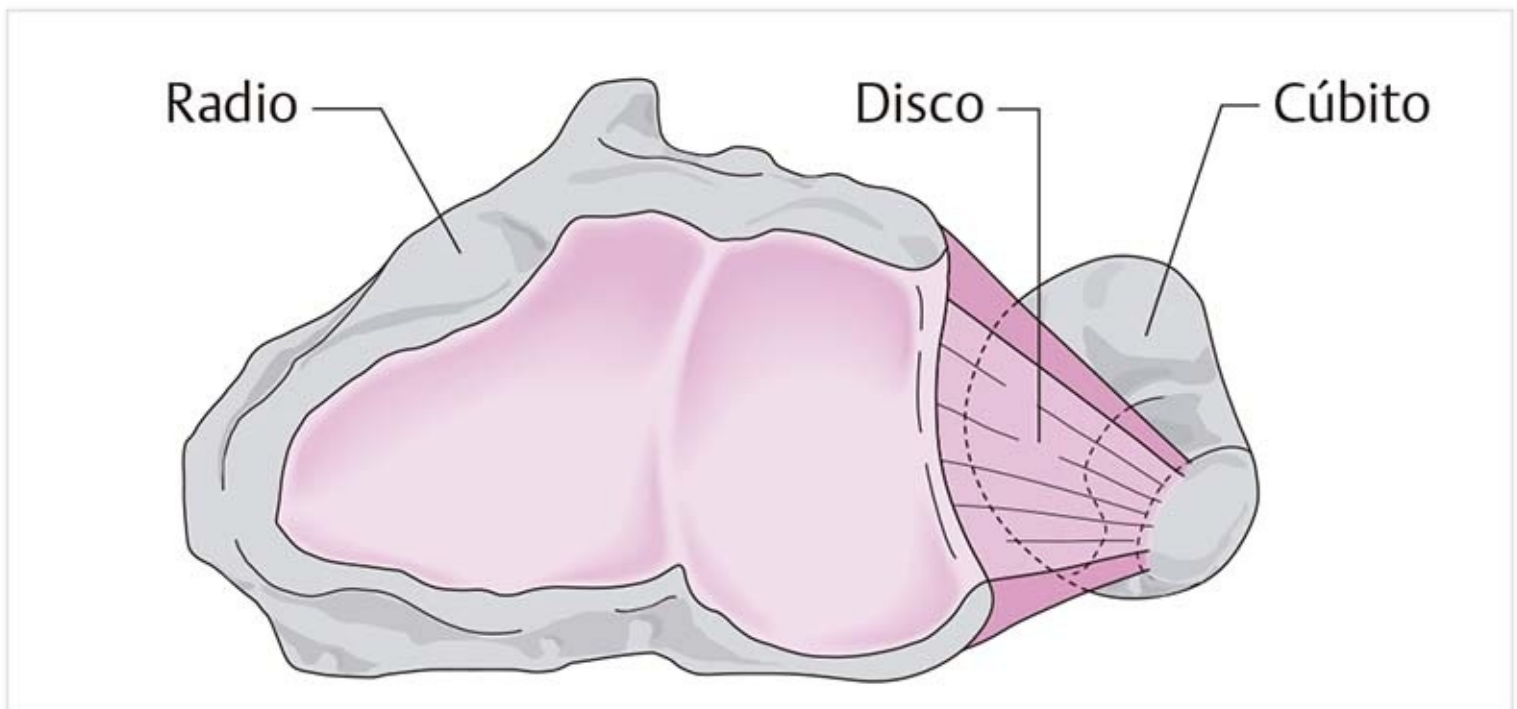
La articulación de la muñeca está compuesta por la **articulación radiocarpiana** en la parte proximal y la **articulación mediocarpiana** en la parte distal.

Las líneas articulares son muy variadas: la de la articulación radiocarpiana es un arco armónico, en tanto que la articulación mediocarpiana tiene muescas.

### **Articulación radiocarpiana**

#### **Superficies articulares**

#### ***Fila proximal de huesos del carpo (figura 6-29)***



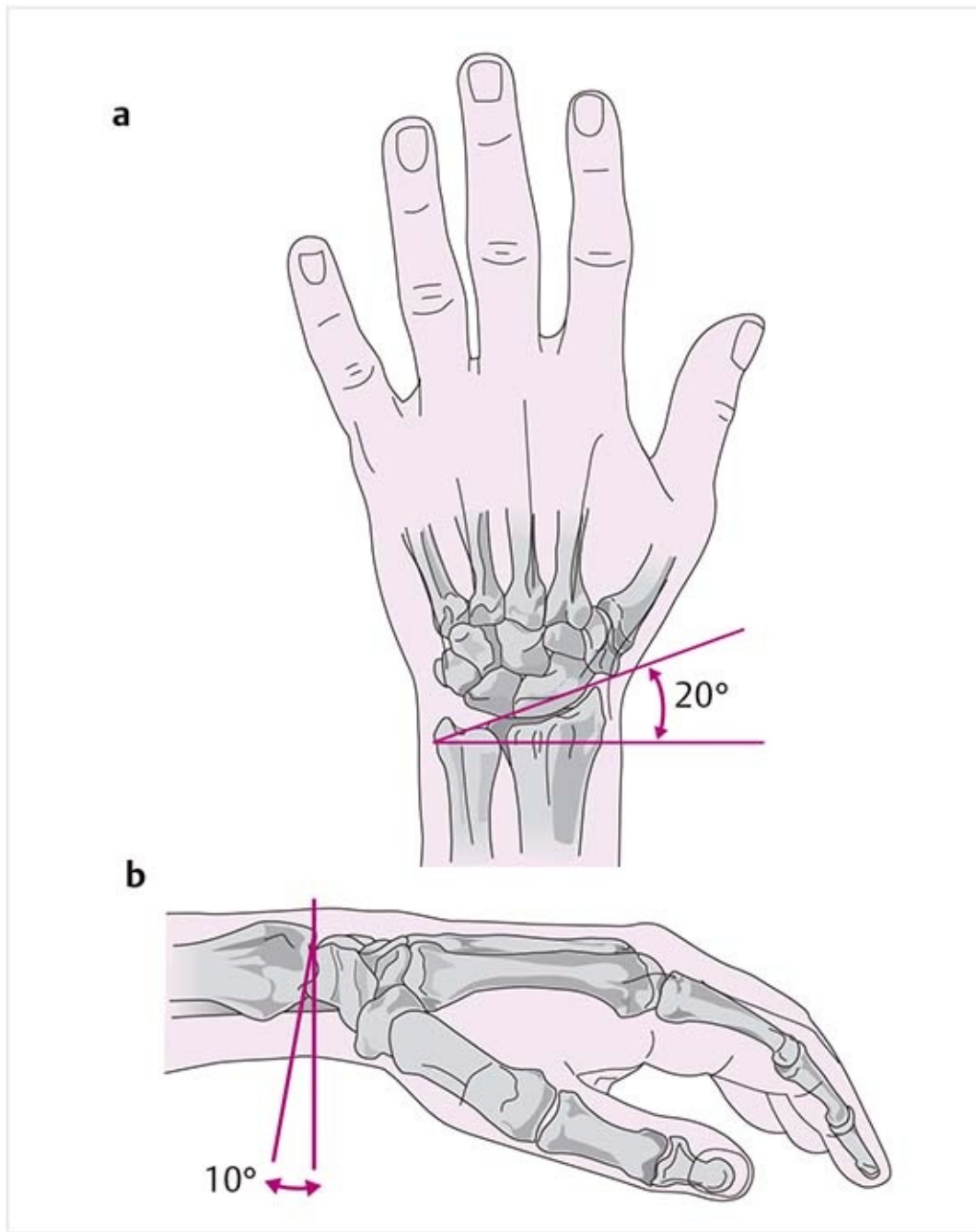
**Figura 6-29.** Superficies articulares proximales de la articulación de la muñeca.

Los elementos de la articulación distal son los huesos escafoides, semilunar y piramidal.

## **Radio**

El extremo distal del radio tiene facetas cóncavas: una triangular para el hueso escafoides y una ovalada para el hueso semilunar. Las dos superficies articulares están separadas por una pequeña elevación.

### **Ángulo de la superficie articular del radio (figura 6-30a)**



**Figura 6-30.** Inclinación del radio. (a) Ángulo de la superficie articular del radio. (b) Ángulo de la articulación sagital del radio.

Este ángulo depende de una línea de base que se encuentra a 90° del eje longitudinal del radio y se extiende por el borde cubital del radio. La segunda línea conecta la punta de la apófisis estiloides del radio con el borde cubital del radio. Esta tangente se proyecta en dirección oblicua, por lo que crea un ángulo aproximado de 20°.

### **Ángulo articular sagital del radio (figura 6-30b)**

Este ángulo, también llamado **inclinación del radio**, se observa desde un lado. De las dos líneas que forman el ángulo, una es perpendicular al eje longitudinal del radio y la otra es una tangente que pasa por

puntos del borde dorsal y palmar del radio. Visto desde el lado radial, el margen radial dorsal es más distal que el palmar, por lo que el hueco articular tiene una inclinación aproximada de 10°.

### Consejo práctico

Debido a la orientación oblicua, los huesos del carpo en el lado dorsal se palpan en un sitio más distal que en el lado palmar.

## Disco articular (figura 6-31)

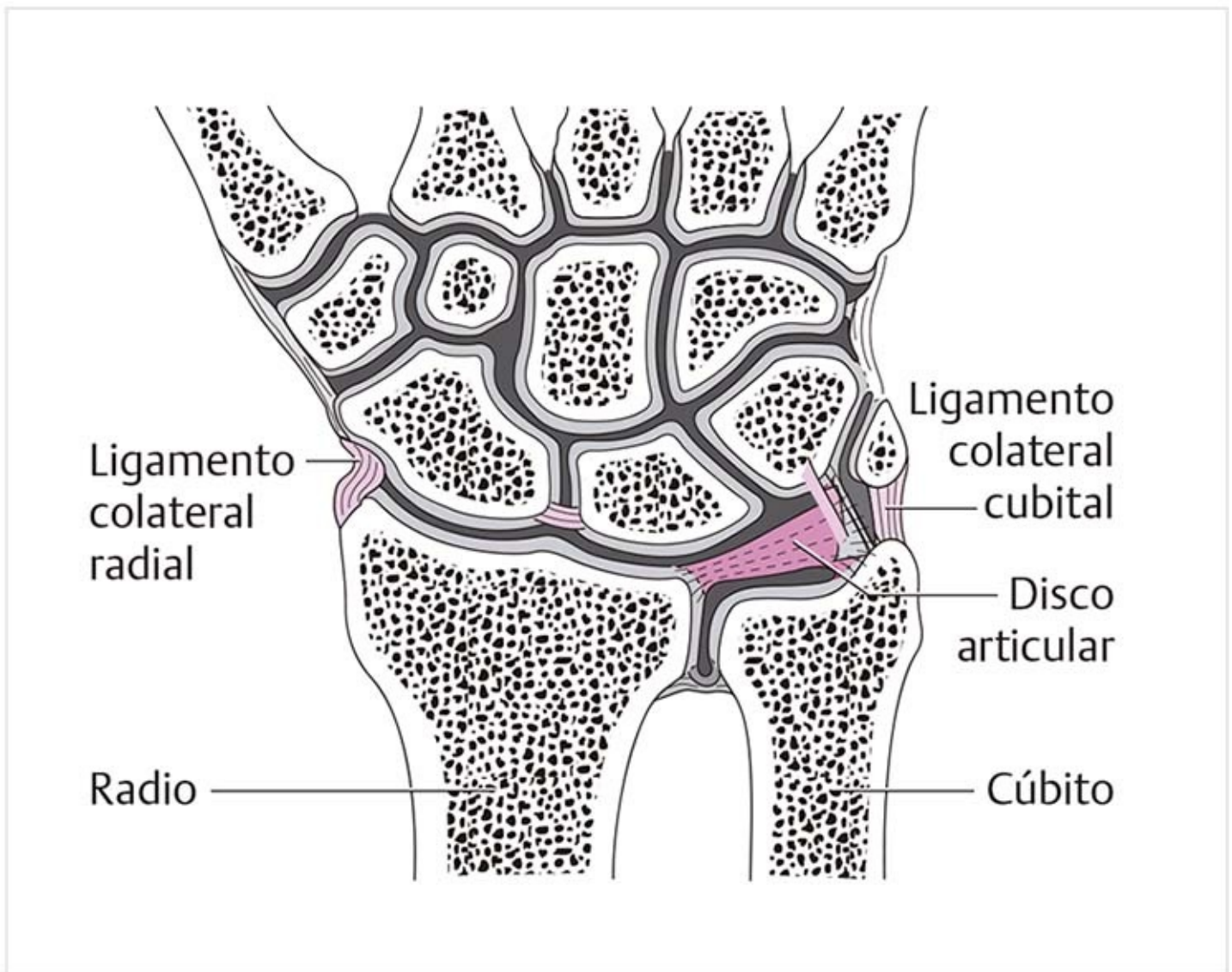


Figura 6-31. Disco articular de la articulación radiocubital distal.

El disco articular se encuentra distal al cúbito y forma la superficie articular cóncava para partes de los huesos semilunar y piramidal.

Observado desde la parte distal, tiene forma triangular. Es delgado en el centro y se vuelve más grueso en sus bordes. La base del disco está unida con el radio, distal a la hendidura cubital del radio. Su punta está fijada al lado interno de la apófisis estiloides del cúbito y al ligamento colateral cubital de la articulación de la muñeca.

Los bordes palmar y dorsal del disco se unen con la cápsula articular y con los ligamentos que conectan el hueso piramidal con el semilunar. En el lado radial, bandas palmares y dorsales de fibras de los ligamentos radiocubitales se extienden al disco. En el lado palmar también está reforzado con unas cuantas bandas fibrosas de tejido conectivo llamadas **ligamento triangular**. Unas cuantas fibras se unen con la vaina del tendón del músculo extensor cubital del carpo.

Apropiado para las fuerzas tensiles y la carga compresiva que soporta, el disco consiste en

fibrocartílago con algo de cartílago hialino.

La nutrición del disco proviene de los arcos vasculares dorsal y palmar. Sin embargo, las ramas sólo penetran las capas superficiales; la parte restante del disco es avascular.

Durante los movimientos de pronación y supinación, el radio mueve al disco consigo, por lo que se desliza contra el cúbito.

► Véase el capítulo 5, Codo.

Patología
La perforación del disco, muy frecuente en la vejez, produce una incongruencia entre el semilunar y la cabeza del cúbito, por lo que la carga del cartílago articular ya no es fisiológica y se crea un defecto. En la artritis reumatoide, muchas veces se destruye el disco en etapas muy tempranas. Esto, junto con el engrosamiento sinovial en la articulación radiocubital distal y en los tendones comunicantes del cuarto compartimiento tendinoso, conduce al desarrollo del <b>síndrome de la cabeza del cúbito</b> . Éste se caracteriza por la destrucción gradual de la cabeza cubital. El tratamiento consiste en la resección de la cabeza del cúbito. Como resultado, se pierde la estabilización de la zona cubitocarpiana y un cambio en la manera de transmitir la fuerza.

## Articulación mediocarpiana (figura 6-32)

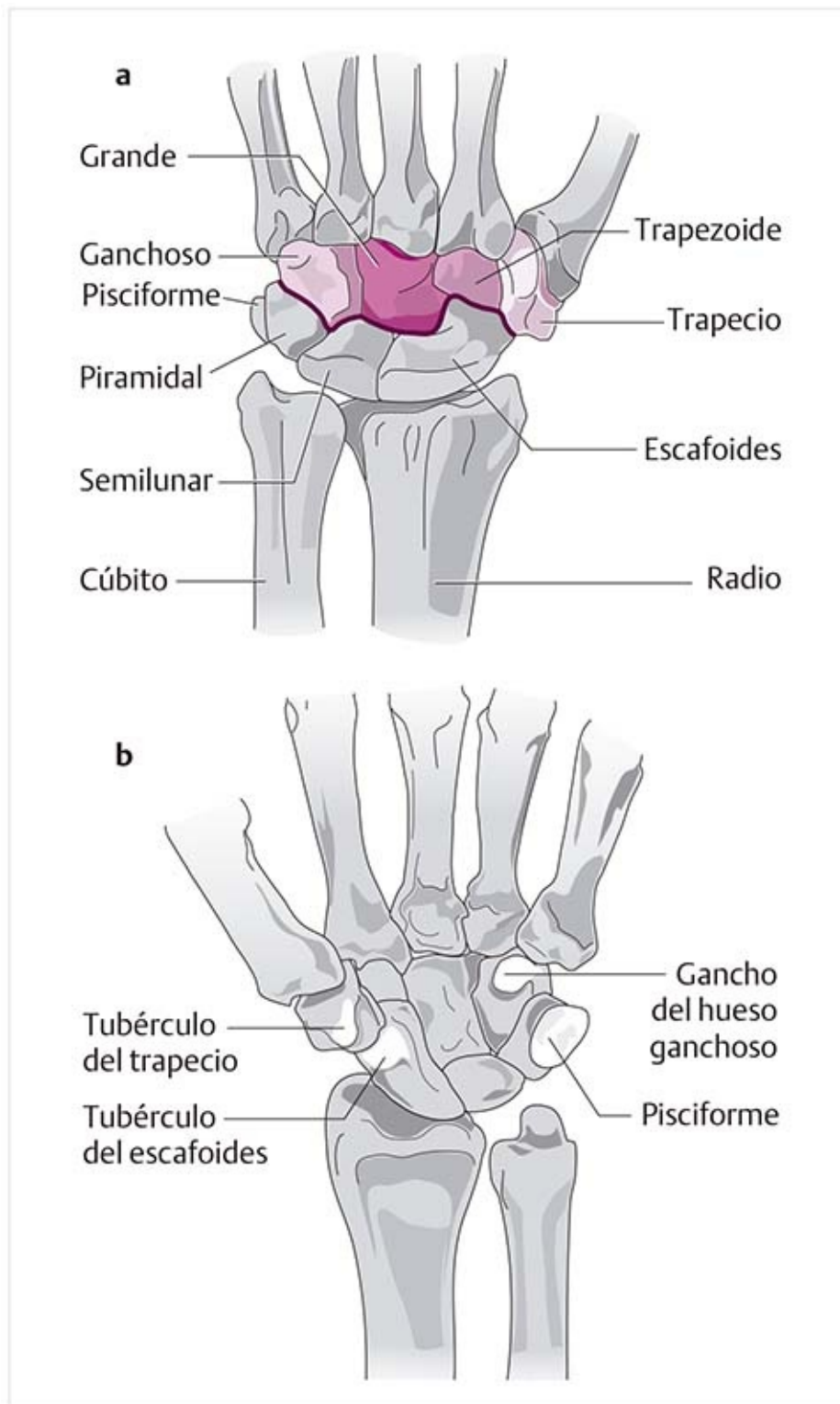


Figura 6-32. Articulación mediocarpiana. (a) Vista dorsal. (b) Vista palmar.

### Fila proximal de huesos del carpo

- El **hueso escafoides** tiene una convexidad algo pronunciada hacia el trapecio y una pequeña faceta cóncava en posición más cubital para el hueso grande. Posee un tubérculo en el lado palmar.
- El **semilunar** tiene una faceta cóncava hacia el hueso grande.
- El **piramidal** posee una superficie articular cóncava para su articulación con el hueso ganchoso. En el lado palmar puede verse el hueso pisciforme como una estructura sobresaliente.

### Fila distal de huesos del carpo

- El **trapecio** muestra una pequeña superficie articular cóncava para el hueso escafoides. Tiene un tubérculo en el lado palmar.

- El **trapezoide** posee una faceta cóncava para el hueso escafoides.
- La cabeza convexa del **hueso grande** se articula con el hueso escafoides y el semilunar.
- El **hueso ganchoso** tiene facetas convexas para los huesos piramidal y semilunar. En el lado palmar existe una protuberancia clara, el gancho del hueso ganchoso.

## 6.2.3 Cápsulas articulares de las articulaciones de la mano, la muñeca y los dedos

### Articulación radiocarpiana (figura 6-33)

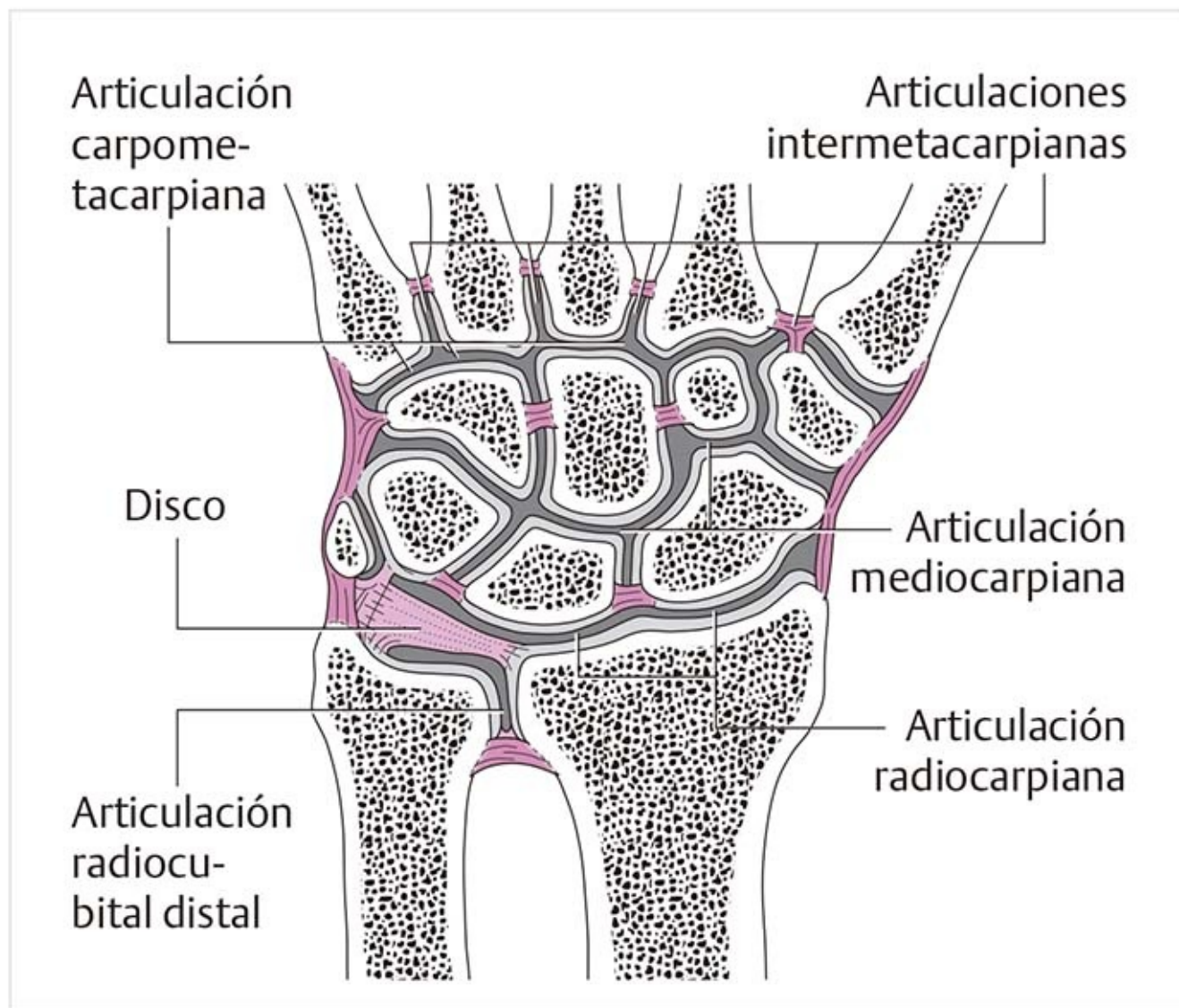


Figura 6-33. Cápsulas articulares de la mano y la muñeca.

Ambas capas de la cápsula articular incluyen inserciones en el borde osteocartilaginoso de la fila proximal de huesos del carpo y en el radio. Además, el disco articular de la articulación radiocubital está incrustado en la cápsula.

El receso cubital sobresale de la cápsula de radial a palmar hacia la apófisis estiloides del cúbito. Se encuentra entre el menisco y el disco articular de la articulación radiocubital. Existen otros pequeños recesos en el lado radial, uno palmar y otro dorsal. Casi nunca hay una conexión con la articulación radiocubital distal, lo que ocurriría si el disco se perforara.

La capa fibrosa se une con los ligamentos palmar y dorsal. En la parte dorsal, los pisos de las vainas tendinosas se unen con ésta en la mayor parte de los casos.

Los espacios articulares entre los huesos proximales del carpo están cerrados por los ligamentos

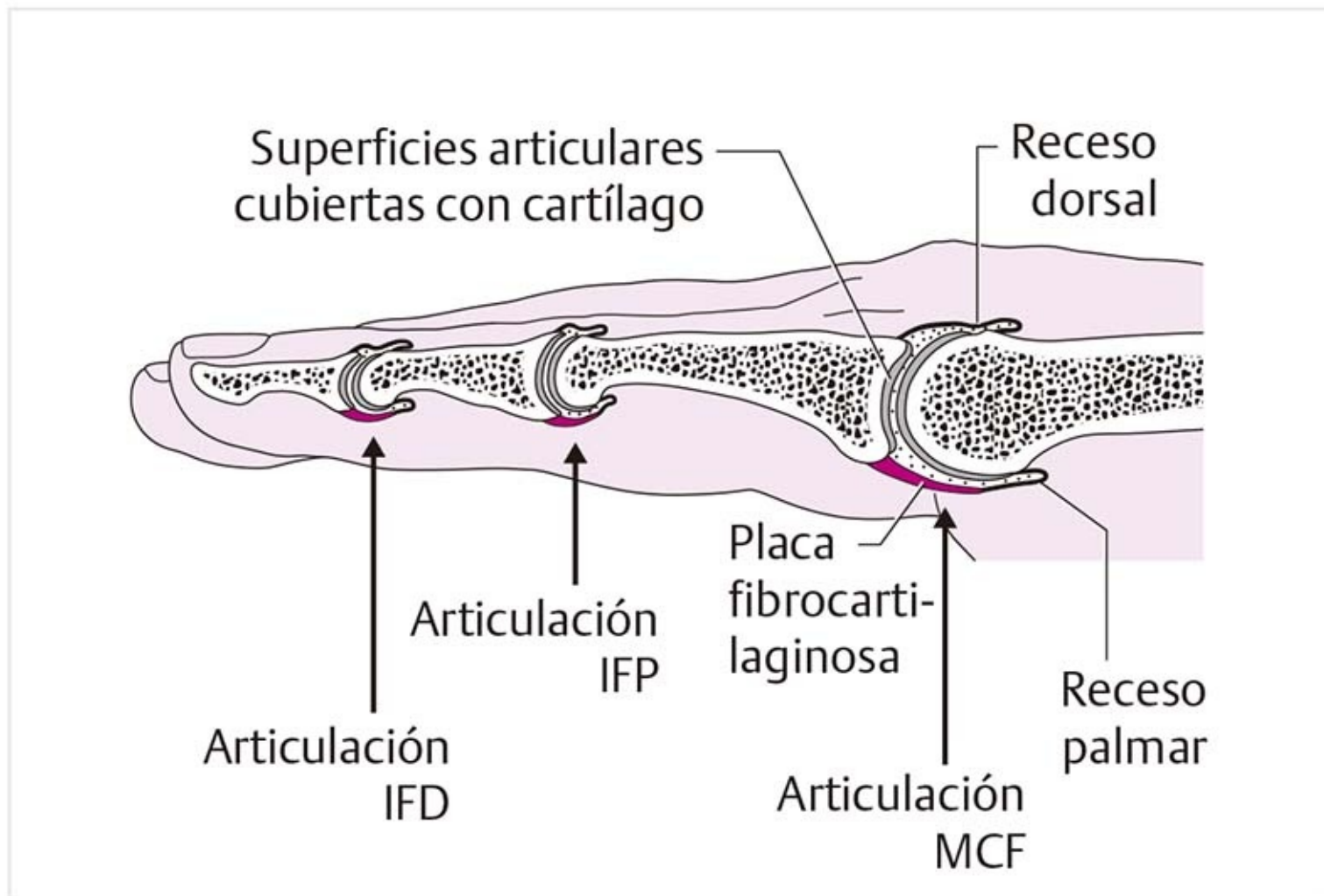
interóseos. En casi 50% de los casos existe una comunicación con la articulación distal de la muñeca (articulación mediocarpiana).

### Articulación mediocarpiana (figura 6-33)

La cápsula articular de la articulación mediocarpiana se inserta en el borde osteocartilaginoso de ambas filas de huesos del carpo y forma pequeños recesos en la parte dorsal, mientras que el lado palmar es tenso.

Los espacios articulares casi siempre se comunican con las articulaciones carpometacarpianas.

### Articulaciones metacarpofalángicas (figura 6-34)



**Figura 6-34.** Cápsulas articulares de las articulaciones de los dedos. IFD, interfalángica distal; MCF, metacarpofalángica; IFP, interfalángica proximal.

En las articulaciones MCF, la cápsula articular forma los recesos dorsal y palmar. En el lado palmar, estos recesos son más largos porque la placa fibrocartilaginosa palmar está incrustada. Aquí y en la conexión con la base de la falange, la cápsula tiene un reforzamiento ligamentoso, el **ligamento palmar**. También hay pequeñas evaginaciones en los lados radial y cubital de las articulaciones.

Las inserciones de la cápsula para cada articulación se hallan en el borde osteocartilaginoso o en la punta de la placa fibrocartilaginosa palmar. En la parte dorsal, unas cuantas fibras de la aponeurosis dorsal se extienden hasta la cápsula articular.

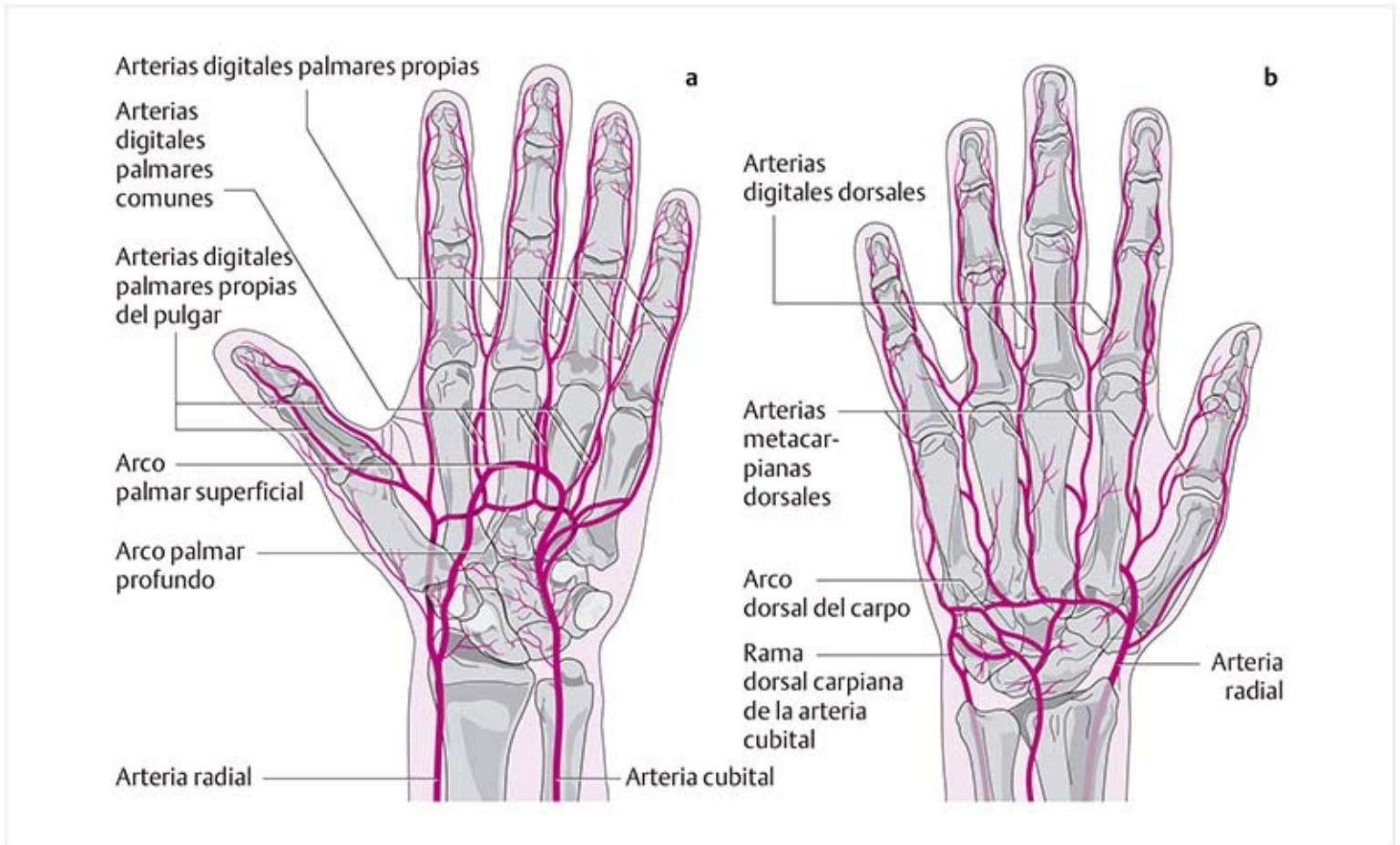
### Articulaciones interfalángicas (figura 6-34)

En las articulaciones IFP, la cápsula articular forma recesos en ambos lados, dorsal y palmar, que llegan hasta 8 mm en la parte proximal. En las articulaciones IFD existe un receso dorsal con una extensión de

unos 6 mm, mientras que el receso palmar sólo muestra un desarrollo mínimo. En la cara palmar, la placa fibrocartilaginosa palmar está incrustada en la cápsula.

Las inserciones de la cápsula en cada una de las articulaciones se ubican en el borde osteocartilaginoso o en la punta de la placa fibrocartilaginosa palmar.

### 6.2.4 Perfusión (figura 6-35)



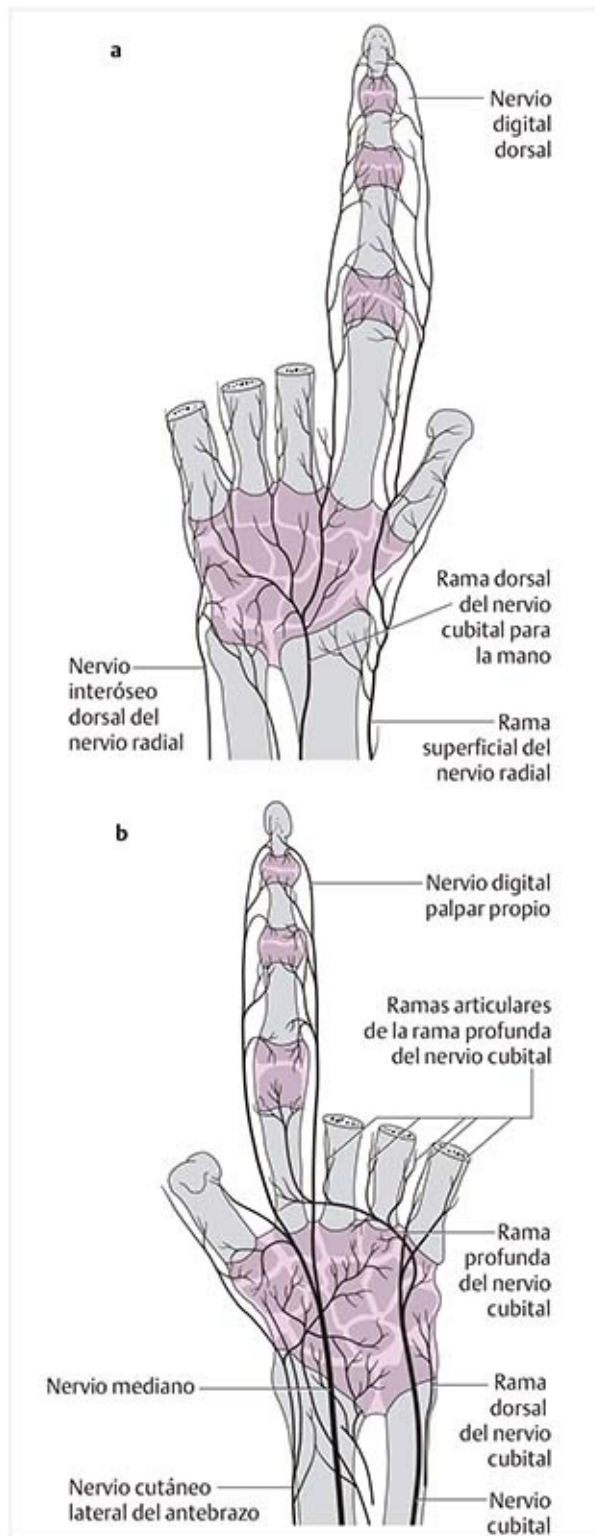
**Figura 6-35.** Perfusión de la mano y la muñeca. **(a)** Vista palmar. **(b)** Vista dorsal.

Las ramas carpianas dorsal y palmar de las arterias cubital y radial irrigan la articulación de la muñeca y los huesos del carpo. Estas dos arterias forman los arcos palmares profundo y superficial para irrigar la zona intermedia de la mano y los dedos. Las arterias palmares digitales nacen de los arcos para irrigar los dedos. El lado dorsal de la mano también está irrigado por estas arterias a través de ramas individuales.

Patología
En un tercio de todas las personas, el suministro sanguíneo del hueso escafoides se concentra en un extremo del hueso, por lo que es comprensible que la probabilidad de consolidación después de una fractura que pasa por la zona intermedia más delgada sea deficiente. A menudo esto conduce a la formación de una pseudoartrosis. La colocación de un aparato de yeso demasiado ajustado puede causar distrofia simpática refleja porque se comprimen los arcos palmares profundo y superficial.

### 6.2.5 Inervación (figura 6-36)





**Figura 6-36.** Inervación de las cápsulas articulares. **(a)** Vista dorsal. **(b)** Vista palmar.

## Mano y muñeca

La cara palmar del aparato cápsula-ligamento de la articulación de la muñeca está inervada por los nervios cubital, interóseo anterior y mediano.

El nervio cutáneo lateral del antebrazo y la rama superficial del nervio radial inervan el lado radial. El lado cubital está inervado por la rama dorsal del nervio cubital.

En la parte dorsal, la inervación depende del nervio interóseo posterior y el nervio cutáneo posterior del antebrazo.

## Dedos

Las secciones palmares del aparato cápsula-ligamento del dedo están inervadas por las ramas articulares

de la rama profunda del nervio cubital y los nervios digitales palmares propios.

Las ramas articulares de los nervios digitales dorsales inervan las caras dorsales. En la zona de la articulación MCF también contribuyen las ramas intermetacarpianas.

Las zonas distales del dedo están inervadas por ramas articulares de los nervios digitales palmares.

## 6.2.6 Ligamentos

### Ligamentos colaterales

#### Ligamento colateral radial de la articulación de la muñeca

Una sección dorsal se extiende desde la apófisis estiloides del radio al lado radial del hueso escafoides, y la sección palmar al tubérculo del hueso escafoides. Enlentece la abducción cubital.

#### Ligamento colateral cubital de la articulación de la muñeca

El ligamento se divide en las bandas dorsal y palmar. La parte dorsal se extiende desde la apófisis estiloides del cúbito y el disco del piramidal; la parte palmar lo hace al hueso pisiforme. Lentifica la abducción radial.

### Ligamentos dorsales (figura 6-37)

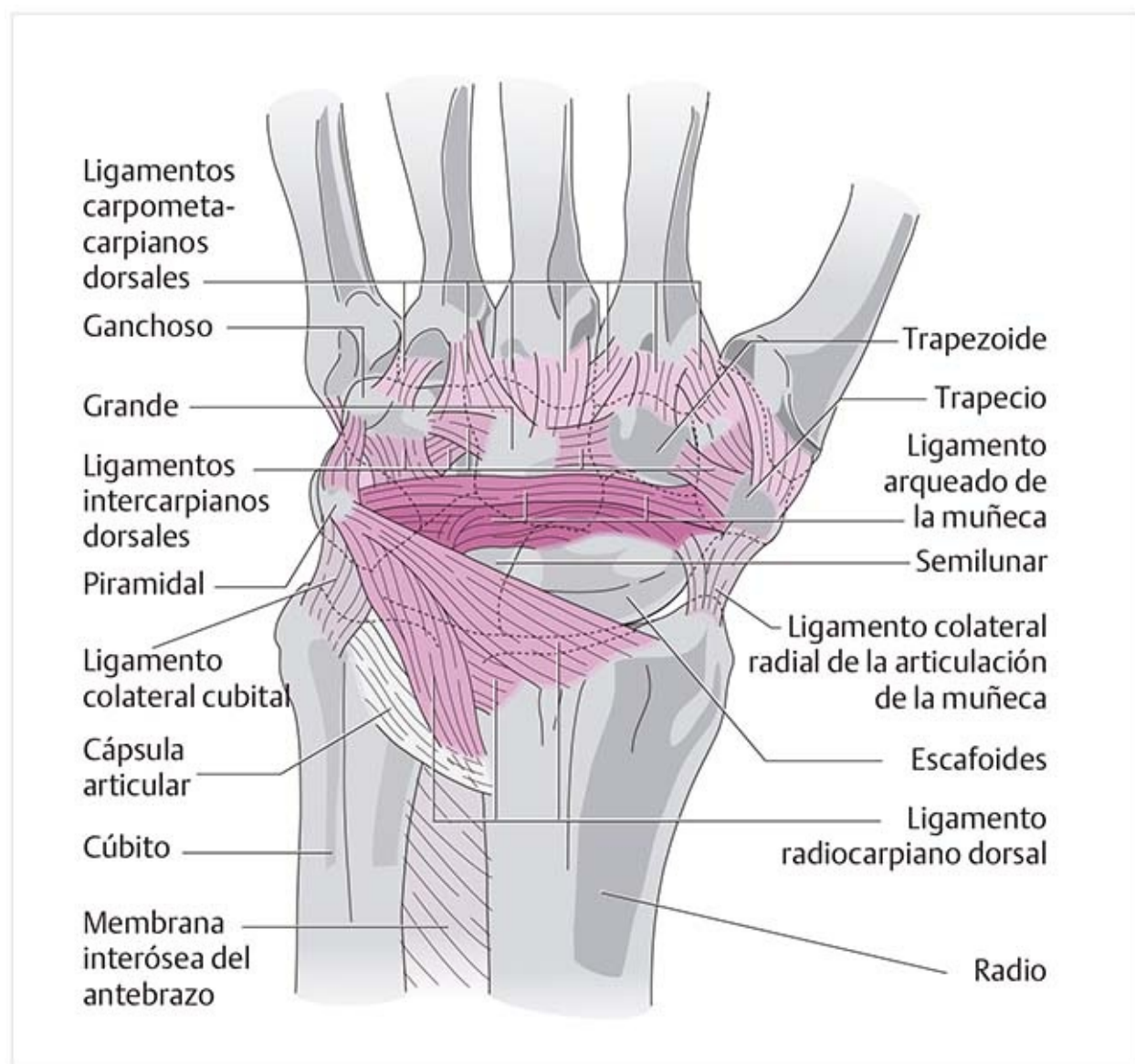


Figura 6-37. Ligamentos dorsales.

#### Ligamento radiocarpiano dorsal

- Tiene un origen ancho en la superficie dorsal del radio y el ligamento radiocubital dorsal.
- Se extiende con sus fibras más largas en dirección cubital oblicua hasta el hueso piramidal. En un plano más profundo y corto, las bandas fibrosas se conectan con el hueso semilunar y el borde inferior del escafoides.
- Ejerce un efecto estabilizador mayor en la articulación radiocarpiana.

### **Ligamento arqueado de la muñeca**

- La banda proximal consiste en cordones transversales de fibras que se extienden desde el hueso escafoides hasta el piramidal. A partir de ahí existe una conexión con el ligamento colateral cubital y el ligamento radiocarpiano dorsal.
- Algunas bandas distales de fibras también discurren en dirección transversal y conectan el hueso piramidal con el trapecio.
- Estas bandas funcionan como abrazadera transversal para las filas de huesos del carpo.

### **Ligamentos intercarpianos dorsales**

- Éstos se incluyen en los ligamentos intrínsecos de la muñeca.
- Son ligamentos muy cortos que unen huesos adyacentes en el carpo en dirección transversal y longitudinal.

### **Ligamentos palmares (figura 6-38)**

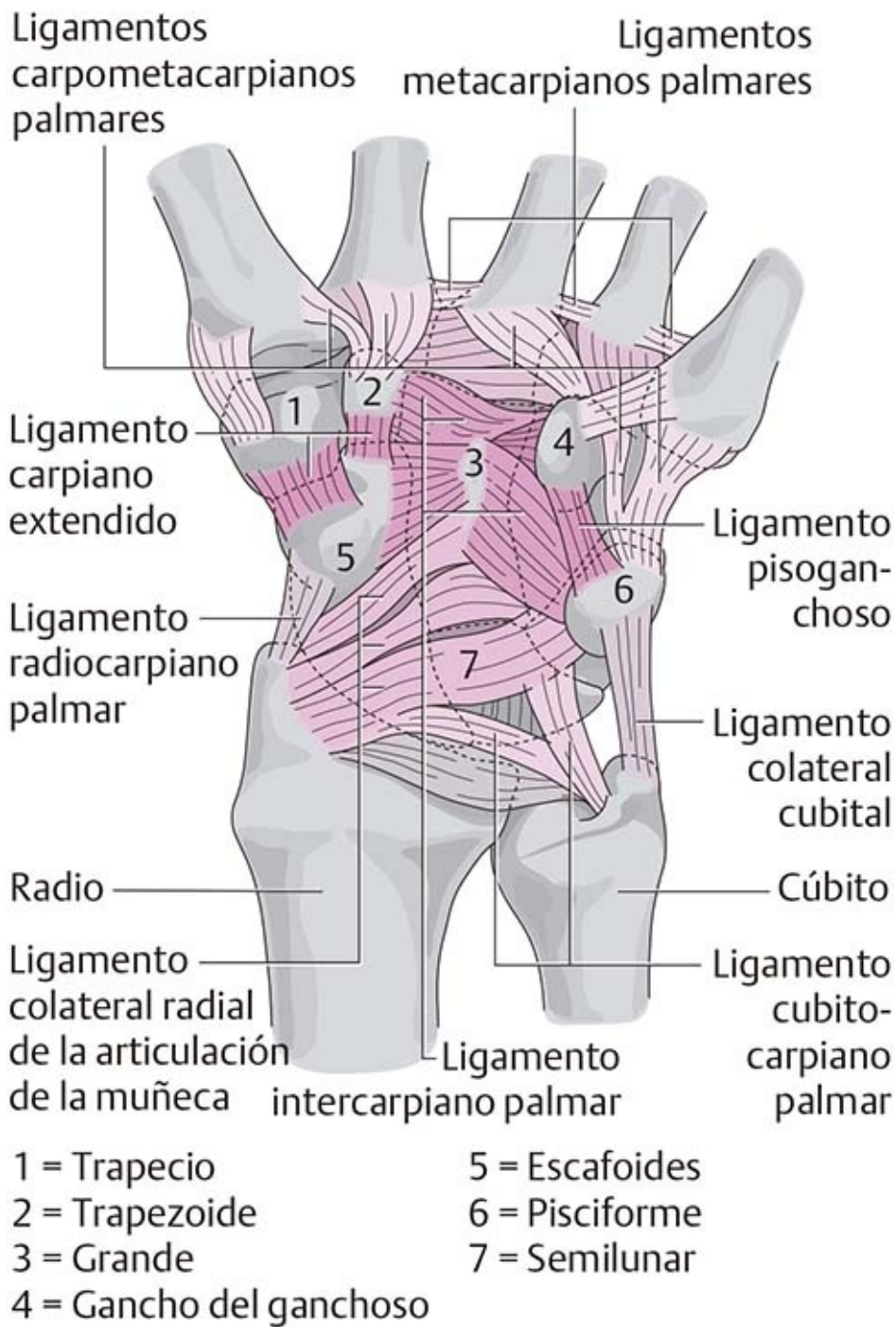


Figura 6-38. Ligamentos palmares.

### Ligamento extendido del carpo

- Se extiende en sentido distal a proximal y se despliega a manera de abanico.
- Conecta el hueso grande con el ganchoso, el piramidal y el escafoides y, con menor frecuencia, con el semilunar. También emite una pequeña banda al hueso trapezoide.

### Ligamento radiocarpiano palmar

- Las fibras de la capa superficial son delgadas y conectan la apófisis estiloides del radio con el hueso grande y el piramidal.
- Las bandas fibrosas profundas y fuertes son más cortas y conectan el radio con los huesos escafoides y semilunar. Se unen con la cápsula articular.

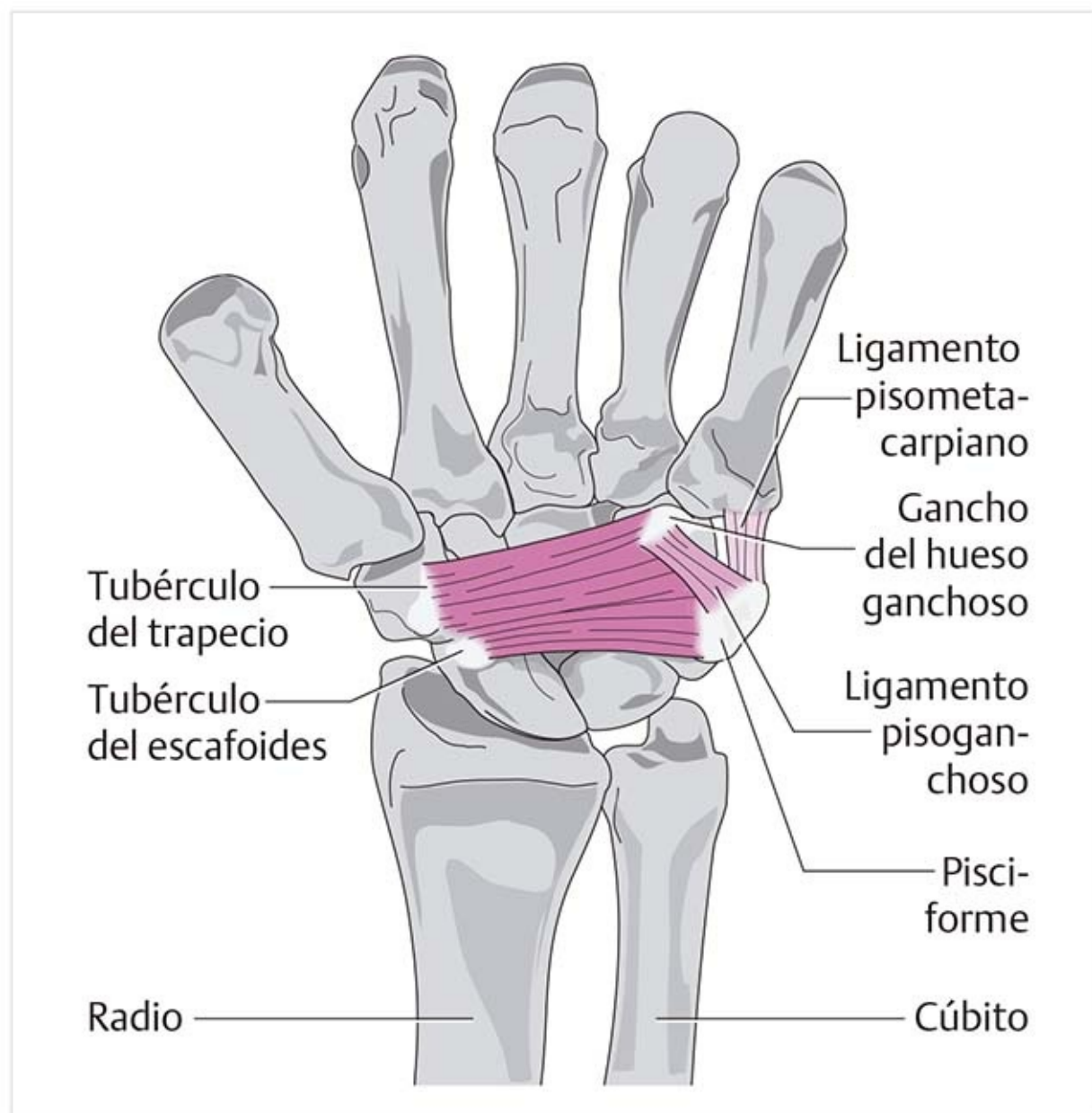
## Ligamento cubitocarpiano

- De la apófisis estiloides del cúbito y el disco, las bandas se extienden a los huesos semilunar, piramidal y grande.
- Junto con el ligamento radiocarpiano palmar, forma una estructura en forma de V.

## Ligamentos intercarpianos palmares

- Estos ligamentos unen todos los huesos del carpo entre sí.
- Descansan sobre la cápsula articular y se unen con ella.
- El **ligamento pisiganchoso** une el hueso pisiforme con el gancho del hueso ganchoso. Cierra un hueco profundo entre los dos huesos, el **canal de Guyon**, en el lado palmar.

## Ligamento transversal del carpo (figura 6-39)



**Figura 6-39.** Ligamento transversal del carpo.

- Consiste en bandas profundas y reforzadoras del retináculo flexor, que se extienden sobre la muñeca en una banda transversal al nivel de los huesos del carpo.
- Se fija al tubérculo del escafoides y al hueso pisiforme y en la parte distal al tubérculo del trapecio y al gancho del ganchoso.

- El ligamento es un poco más angosto en el lado radial que en el cubital.
- Forma el borde palmar del túnel del carpo y rodea al arco de la muñeca.

## Funciones de los ligamentos

La articulación de la muñeca consiste en cadenas lábiles de articulaciones que se estabilizan sólo con ligamentos y su disposición diversa. Los ligamentos ejercen una función sustancial en el control de la posición de los huesos del carpo entre sí. Hacen posibles movimientos, pero también los limitan.

Los ligamentos colaterales estabilizan en particular la articulación de la muñeca a los lados, por lo que controlan los movimientos de abducción radial y cubital.

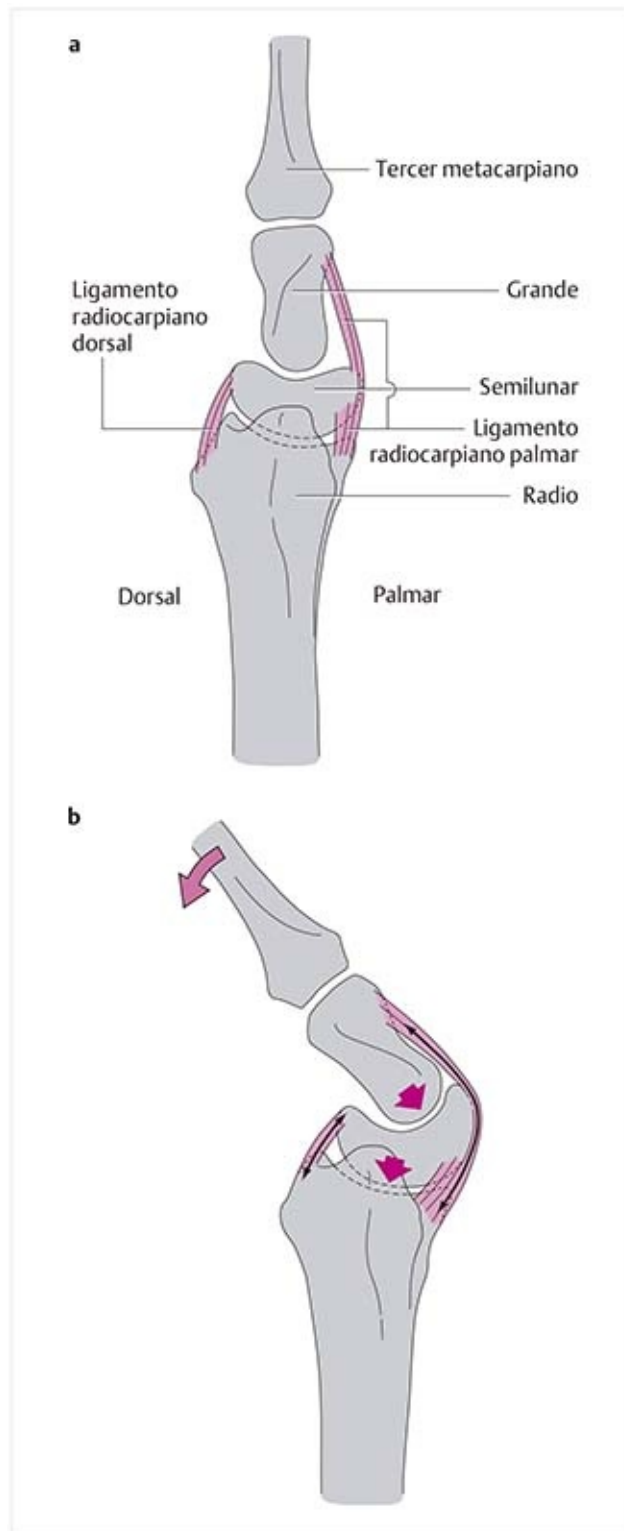
Los ligamentos palmares se tensan durante la **dorsiflexión**. También aseguran el arco carpiano. Los ligamentos palmares entre el radio y el escafoides y entre el escafoides y el trapecio tienen un papel particular; cuando se tensan durante la dorsiflexión sujetan el hueso escafoides entre el trapecio y el radio.

Durante la **flexión palmar** son sobre todo los ligamentos dorsales los que se tensan, lo cual limita este movimiento.

## Sistema de la columna longitudinal

Las articulaciones de la muñeca, mano y dedos funcionan como un sistema de tres columnas de movimiento longitudinal:

***Columna semilunar (figura 6-40)***



**Figura 6-40. (a)** Columna semilunar (mano izquierda, vista radial). **(b)** Desempeño de los ligamentos de la columna semilunar durante la dorsiflexión.

La columna central consiste en la cadena del radio-semilunar-grande y continúa en sentido distal con el tercer metacarpiano y el dedo medio. Es la más estable de las tres columnas.

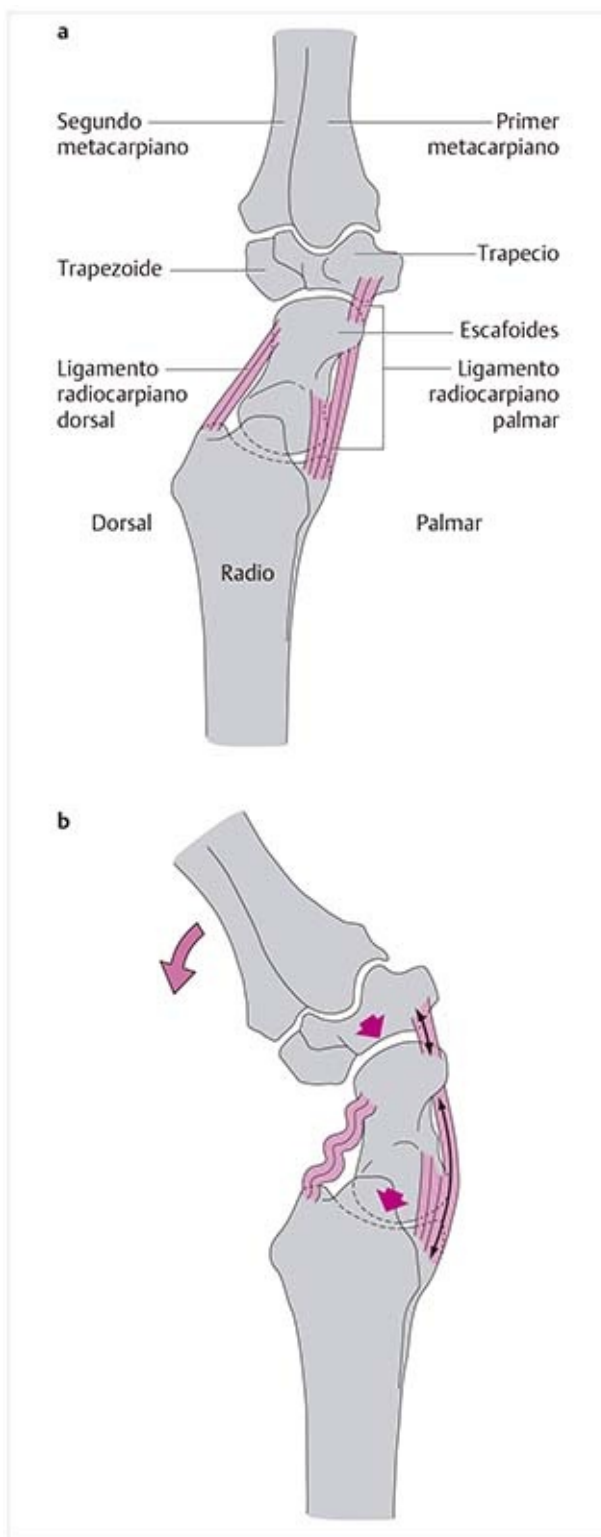
Las conexiones ligamentosas palmares entre el radio y el semilunar, y entre el radio y el hueso grande, se tensan durante la dorsiflexión, lo que produce una fuerza centralizadora en dirección radial. Una parte del ligamento radiocarpiano dorsal entre el radio y el semilunar también se tensa.

Las conexiones ligamentosas entre la parte dorsal del radio y el semilunar confieren estabilidad al incrementar la tensión durante la flexión palmar.

### Patología

La osteomalacia del semilunar ocurre cuando este hueso queda atrapado porque no se mueve lo suficiente durante la dorsiflexión y la flexión palmar. Este trastorno se produce por

## Columna del escafoides (figura 6-41)



**Figura 6-41.** (a) Columna del escafoides (mano izquierda, vista radial). (b) Desempeño de los ligamentos del hueso escafoides durante la dorsiflexión.

La columna radial está compuesta por la cadena ósea radio-escafoides-trapecio. Su continuación distal comprende el primero y el segundo metacarpianos con el pulgar y el dedo índice. Durante la dorsiflexión, el hueso escafoides queda sujetado entre el trapecio y el radio por la tensión de los ligamentos palmares entre el radio y el escafoides, y entre el escafoides y el trapecio. Por otra parte, la conexión ligamentosa dorsal entre el radio y el escafoides está relajada.

El engrosamiento del hueso subcondral en el área de la faceta escafoidea del radio sugiere que esta



área está sometida a estrés intenso. Estas demandas particulares son resultado de muchas actividades en las que se usan el pulgar y el índice, así como de fuerzas musculares que ponen la columna escafoidea bajo tensión.

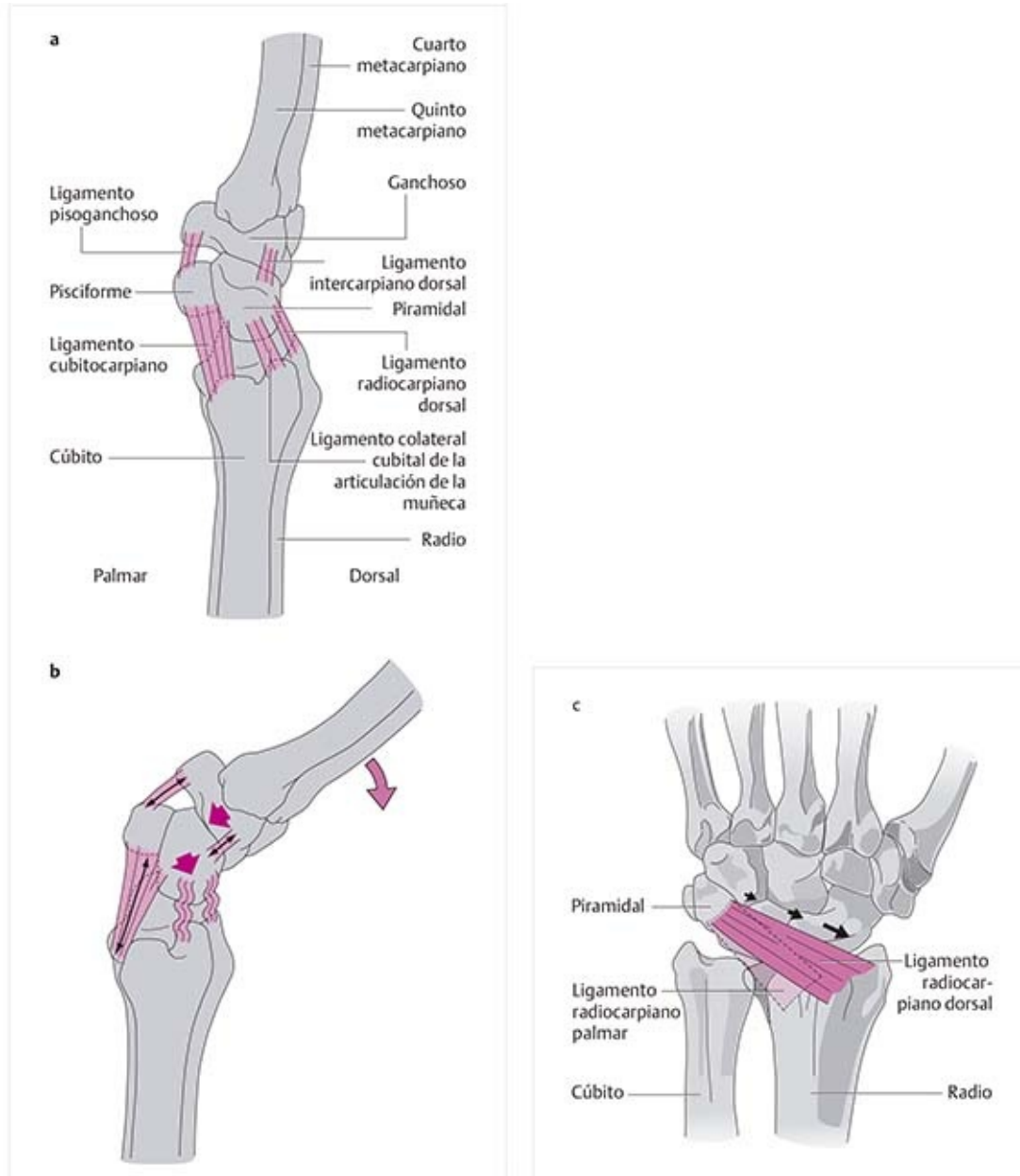
**Patología**

**Fractura del escafoides**

En caídas sobre la mano en dorsiflexión, el hueso escafoides se fija y se traba por completo en ambos extremos entre el radio y el trapecio. En consecuencia, se rompe en su parte más delgada, la denominada cintura del escafoides.

El hueso grande también es un hueso largo del carpo, pero experimenta tensión axial, no transversal, durante las caídas sobre la mano en dorsiflexión, por lo que no se rompe.

**Columna del piramidal (figura 6-42)**



**Figura 6-42. (a)** Columna del piramidal (mano izquierda, vista cubital). **(b)** Desempeño de los ligamentos de la columna del piramidal durante la dorsiflexión. **(c)** “Riendas del piramidal” (vista dorsal).

La columna cubital se integra con la cadena de huesos formada por el cúbito (con el disco), piramidal, ganchoso y los cuarto y quinto metacarpianos, con los dedos anular y meñique.

En dorsiflexión, los ligamentos palmares (radio-piramidal y pisciforme-ganchoso) quedan bajo tensión, igual que las bandas ligamentosas dorsales entre el ganchoso y el piramidal. Al mismo tiempo, las conexiones entre el radio/cúbito y el piramidal se relajan.

Debido a su trayecto, las bandas dorsal y palmar del ligamento radiocarpiano tienen una fuerza

centralizadora hacia el radio; por lo tanto, actúan como las “riendas del piramidal”. En concordancia con su trayecto oblicuo, controlan las fuerzas dirigidas al cúbito que se desarrollan por la inclinación del radio. En consecuencia, previenen la traslación del carpo en dirección cubital.

### 6.2.7 Túnel del carpo (figura 6-43)

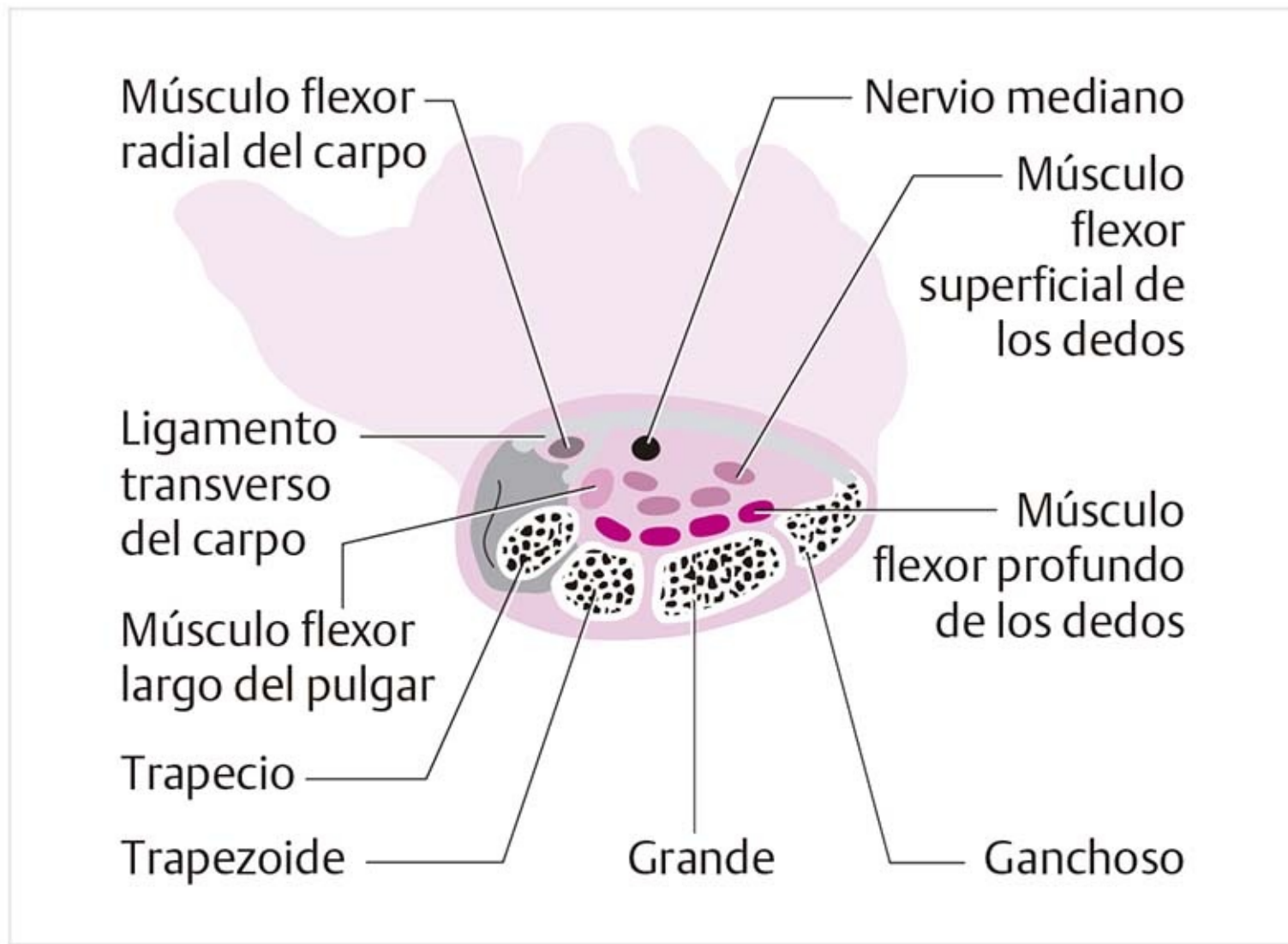


Figura 6-43. Túnel del carpo (corte transversal al nivel de la fila distal de los huesos del carpo).

Los huesos del carpo no están dispuestos en una línea recta, sino que forman un arco transversal en el que los huesos del carpo situados en los extremos del arco se alinean hacia el lado palmar. Este arco óseo se cierra en el lado palmar por el ligamento transversal del carpo, que forma un canal osteofibrótico muy estrecho.

Todos los tendones flexores se agrupan dentro de este túnel del carpo, después de lo cual se despliegan como un abanico. El **tendón flexor largo del pulgar** discurre en el lado radial. En dirección más cubital, los tendones del **músculo flexor profundo de los dedos** avanzan en un plano profundo dentro del túnel y, sobre ellos, los del **músculo flexor superficial de los dedos**. Están rodeados por una vaina tendinosa común. El **nervio mediano** se localiza sobre estos tendones y justo bajo el ligamento, casi en el centro.

El **músculo flexor radial del carpo** discurre en el lado radial en un pequeño compartimiento separado del túnel del carpo real por bandas de tejido conectivo. También está cubierto por el ligamento transversal del carpo.

El **síndrome del túnel del carpo** es un conjunto de síntomas que se desarrolla como resultado de la tensión excesiva de los tendones flexores, con tenosinovitis (inflamación). El resultado es la compresión del nervio mediano. El paciente se queja de una sensación de entumecimiento en la zona de distribución, de que la mano “se duerme”, y de rigidez en los dedos. En cuanto a síntomas motores, puede haber dificultad para la prensión por la falta de oposición. Otra causa del síndrome por compresión es el edema por cambios hormonales, como en el embarazo o la menopausia.

## 6.2.8 Canal de Guyon (figura 6-44)

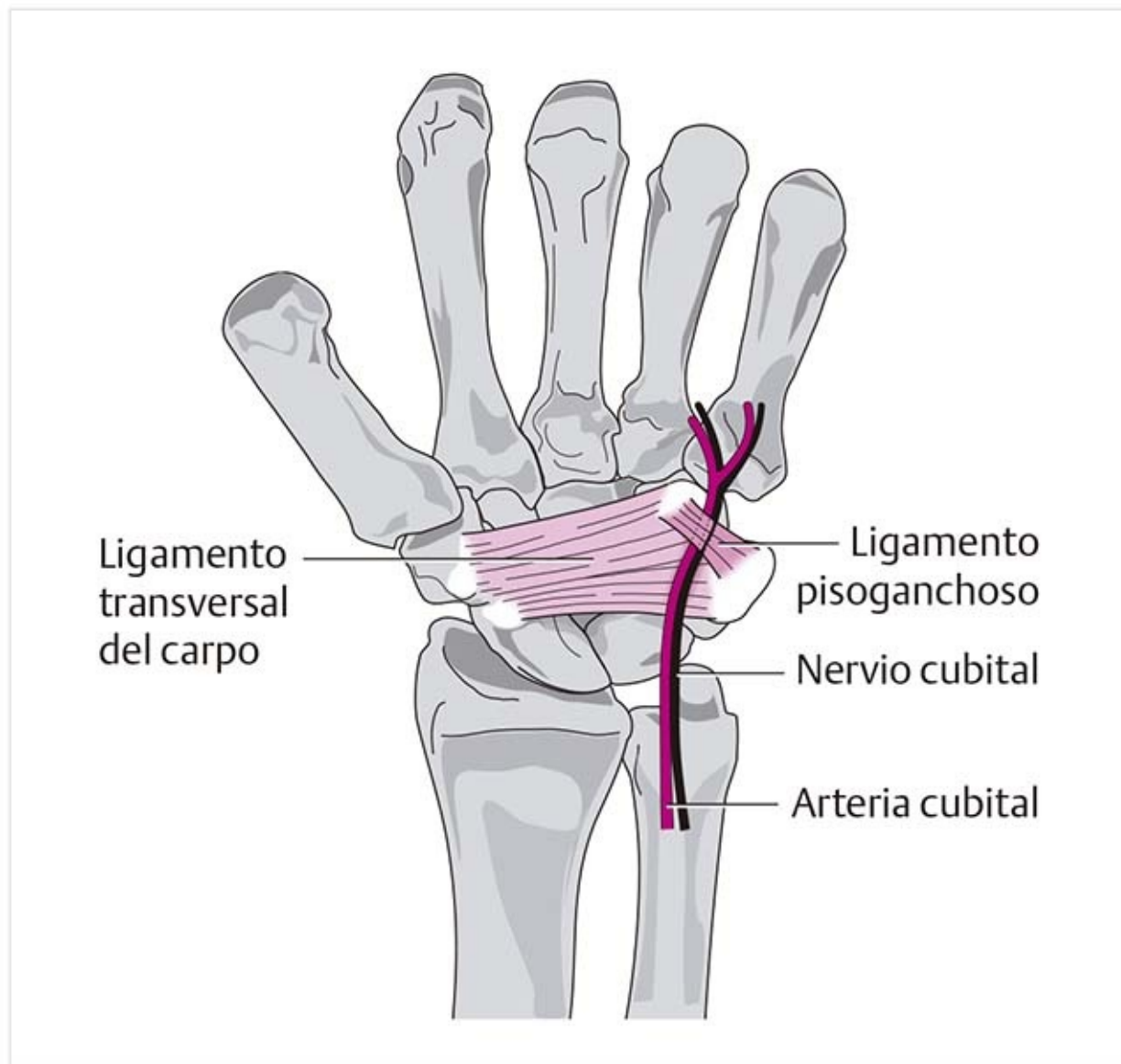


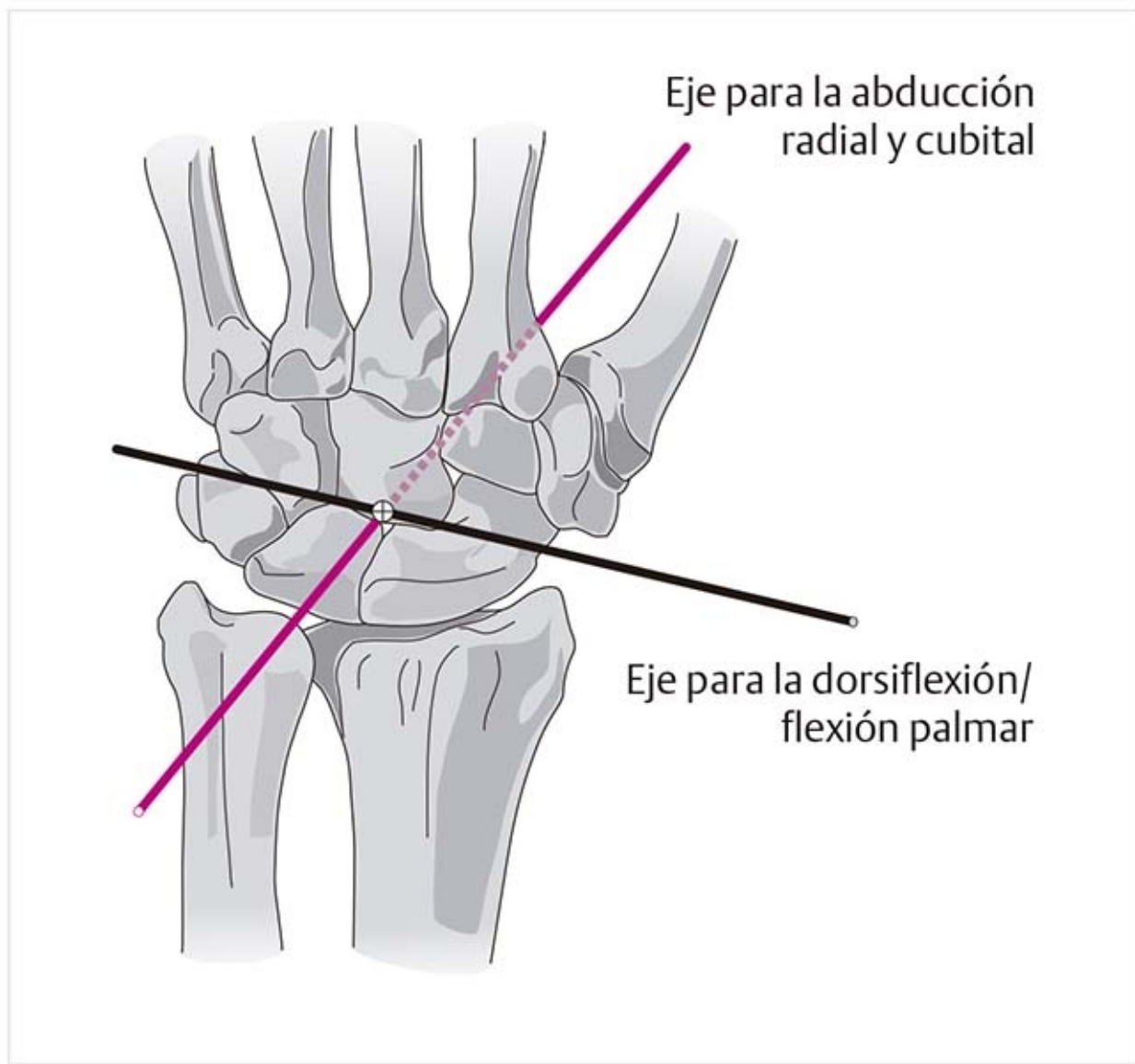
Figura 6-44. Canal de Guyon.

En la zona palmar cubital de la muñeca hay otro canal oseoligamentoso, el **canal de Guyon**. Se forma entre el gancho del hueso ganchoso y el hueso pisiforme, y está delimitado en el lado palmar por el ligamento pisoganchoso. El borde cubital del ligamento transversal del carpo se proyecta en posición un poco más dorsal. La rama profunda del nervio cubital y una pequeña rama de la arteria cubital pasan con dirección distal por este canal.

### Patología

La **neuropatía cubital** (parálisis de manubrio) se observa en ciclistas. La presión sobre la mano en dorsiflexión sobre el manubrio estrecha el canal, lo cual comprime el nervio. Los ciclistas se quejan de una sensación de entumecimiento en el dedo meñique y debilidad para separar los dedos.

## 6.2.9 Ejes y movimientos (figura 6-45)



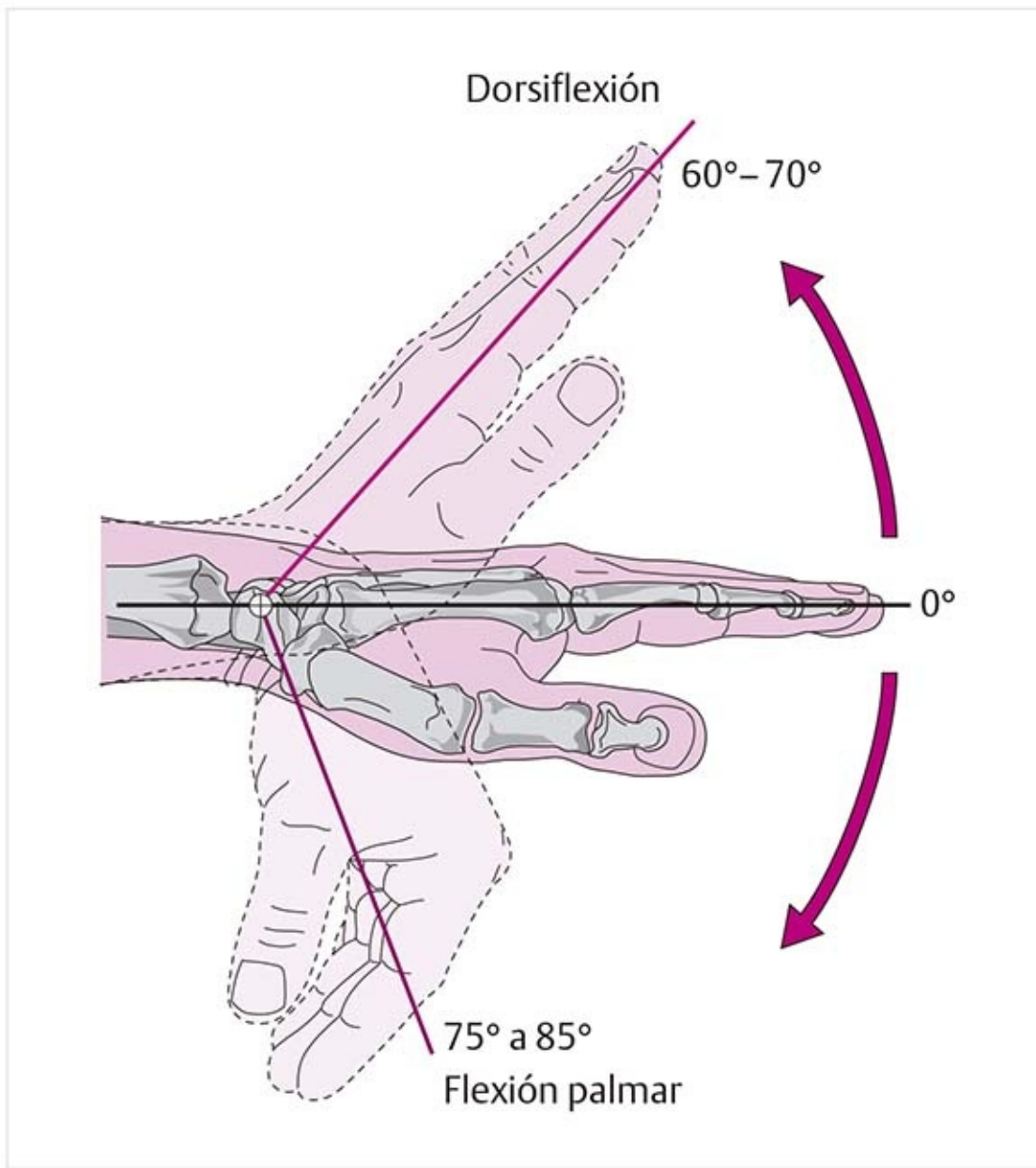
**Figura 6-45.** Ejes de la articulación de la muñeca (vista dorsal).

Las articulaciones proximal (radiocarpiana) y distal (mediocarpiana) de la muñeca forman articulaciones independientes, pero desde el punto de vista funcional conforman una unidad.

Debido a las secuencias de movimiento complejas, no es fácil identificar un **eje**. Cada segmento de movimiento tiene su propio eje. La aproximación más cercana de los diversos ejes se halla en el hueso grande, cerca de la articulación grande-semilunar.

## Movimientos

### Dorsiflexión/flexión palmar (figura 6-46)



**Figura 6-46.** Dorsiflexión y flexión palmar de la mano.

Dorsal/palmar: 70°/80° desde la posición neutral.

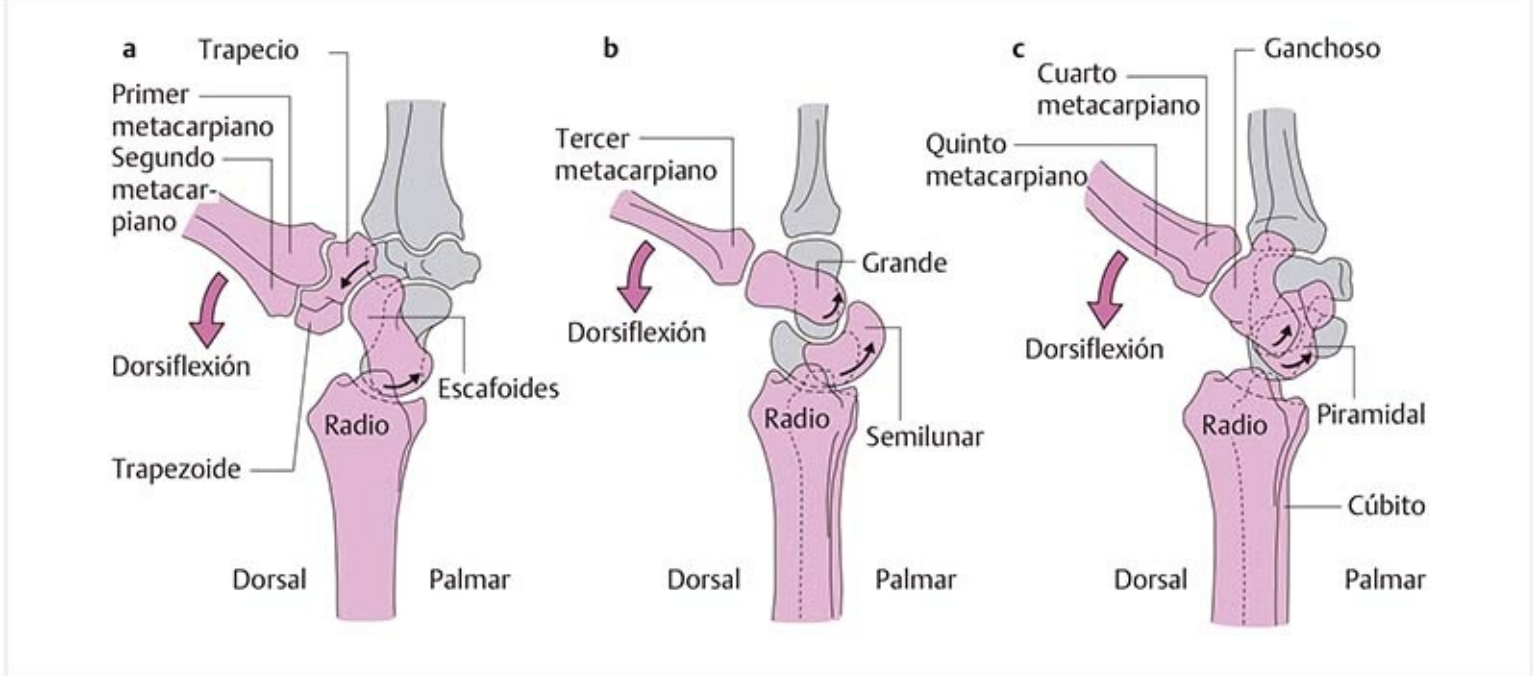
Una amplitud de 40° de dorsiflexión y 30° de flexión palmar es suficiente para los movimientos de la vida cotidiana. Esta amplitud de movimiento se divide de manera uniforme en las articulaciones radiocarpiana y mediocarpiana. Sólo en la dorsiflexión máxima ocurre la proporción mayor del movimiento en la articulación distal, casi 1.5 veces más que en la articulación proximal. En la flexión palmar máxima sucede lo contrario.

En la primera fase de movimiento, la columna del escafoides se mueve con más rapidez que la columna del semilunar, pero llega a un alto antes por la interferencia del hueso escafoides. La columna semilunar se mueve aún más hasta que las conexiones ligamentosas palmares entre el radio y el hueso semilunar detienen el movimiento.

#### Consejo práctico

Como las columnas se mueven una contra la otra en grados variables, debe examinarse la movilidad de la columna del escafoides con respecto a la columna del semilunar cuando existen trastornos en la amplitud máxima del movimiento.

### Movimientos de los huesos del carpo (figura 6-47)



**Figura 6-47.** Desempeño de los huesos del carpo en dorsiflexión (vista radial de la mano izquierda). **(a)** Columna del escafoides. **(b)** Columna del semilunar. **(c)** Columna del piramidal.

Durante la dorsiflexión, el escafoides se inclina mientras su base se desliza en dirección palmar y el trapecio se desplaza sobre el escafoides, con deslizamiento dorsal.

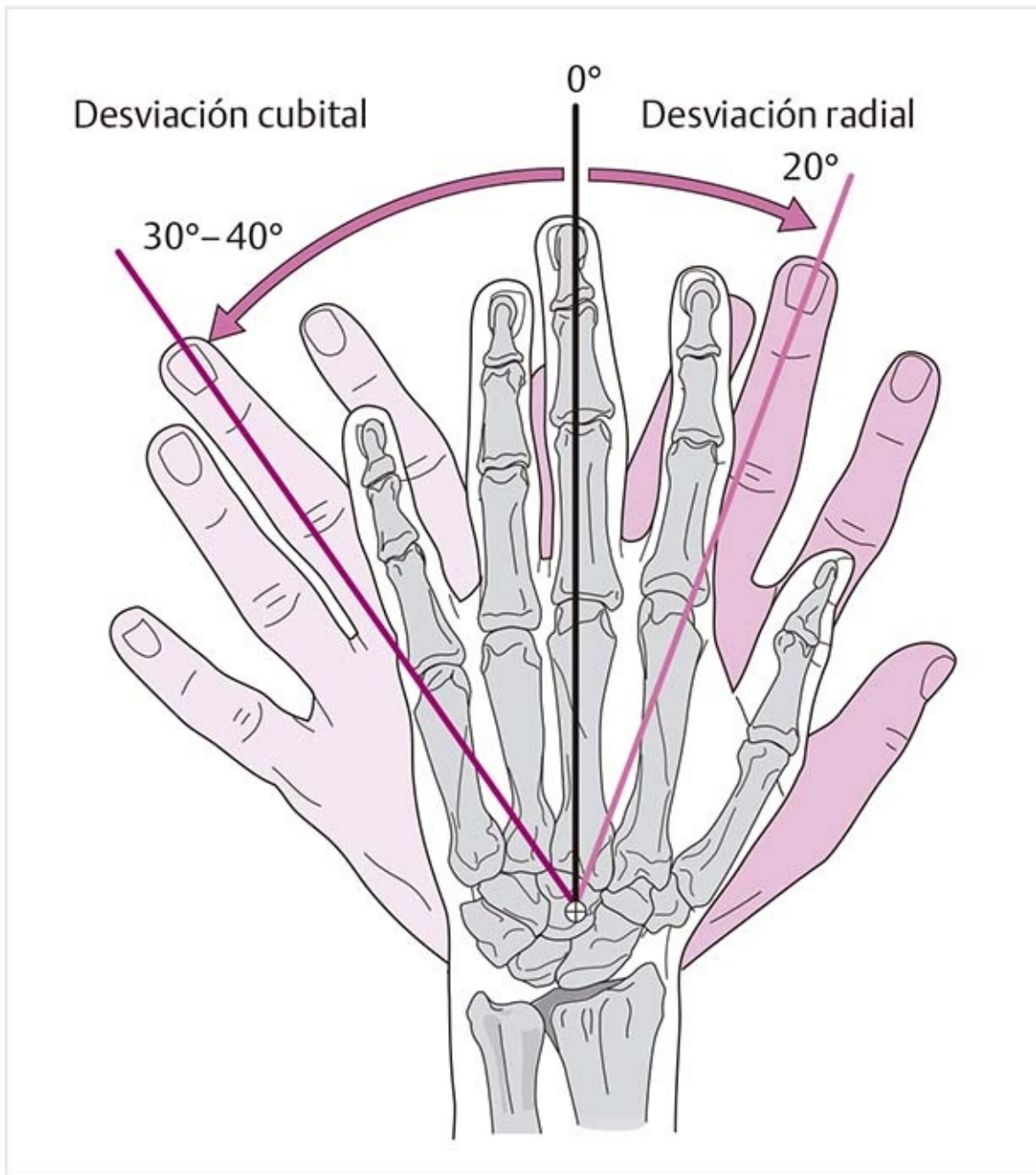
El semilunar se desliza en dirección palmar, igual que el hueso grande sobre el semilunar.

El piramidal se desplaza en dirección palmar, igual que el ganchoso contra el piramidal.

La mayoría de los músculos de la mano terminan en los huesos distales del carpo. Por lo tanto, el movimiento inicia en la fila distal de los huesos del carpo. Por ejemplo, cuando el músculo extensor radial largo del carpo se contrae, tira de la base del segundo metacarpiano en dirección dorsal. Como la movilidad en la articulación carpometacarpiana es muy limitada, el hueso trapezoide es desplazado en dirección dorsal como continuación directa de este movimiento y se desplaza sobre el hueso escafoides. Debido a su convexidad, el escafoides se desliza contra el radio en dirección palmar.

En la **flexión palmar**, el escafoides se encuentra en disposición transversal, se desliza en sentido dorsal y el trapecio lo hace en dirección palmar. El semilunar se desliza en sentido dorsal, lo que coloca la parte más gruesa del semilunar entre el hueso grande y el radio. El hueso grande también se desliza en sentido dorsal contra el semilunar. El piramidal lo hace en dirección dorsal, al igual que el hueso ganchoso.

### **Desviación radial y cubital (figura 6-48)**



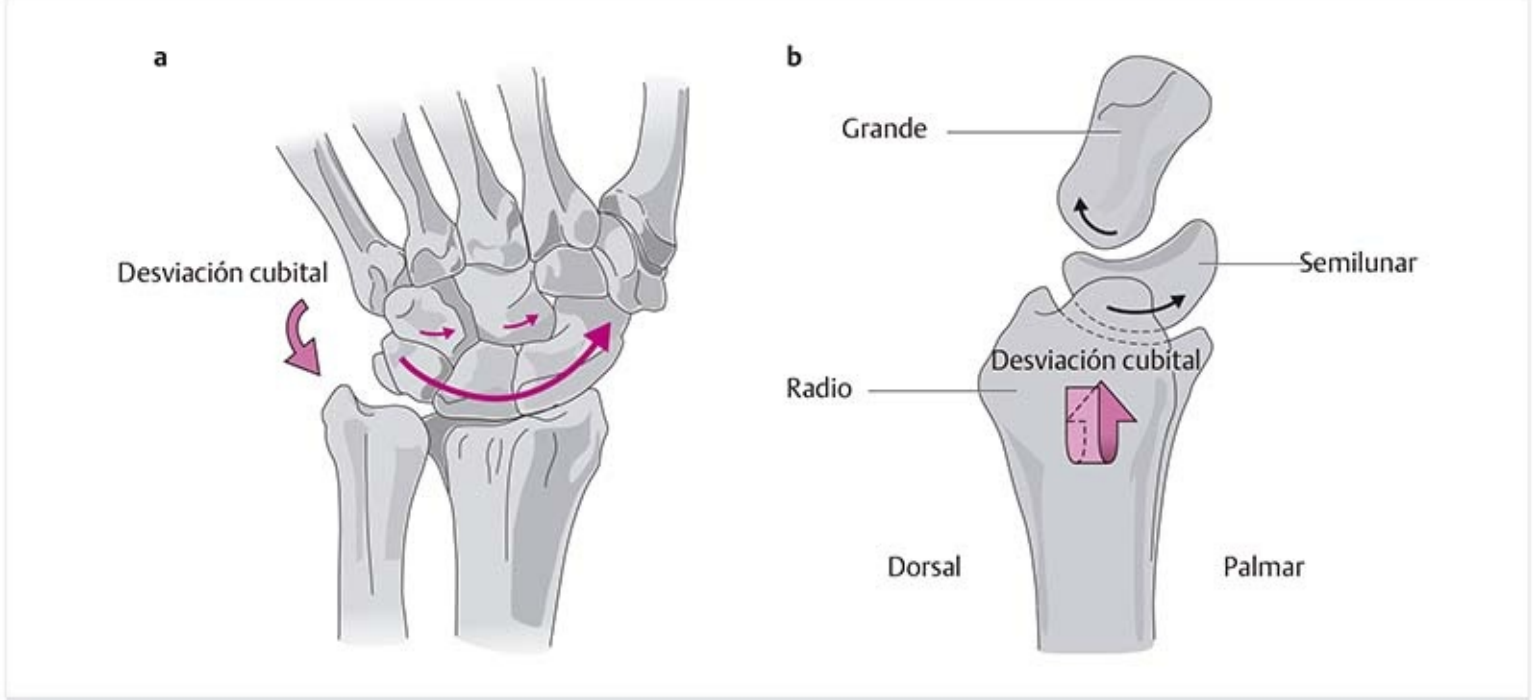
**Figura 6-48.** Desviación radial y cubital de la mano.

Radial/cubital: 20°/35° desde la posición neutral.

Estos movimientos ocurren en particular en la articulación radiocarpiana porque la intercalación de la fila distal de los huesos del carpo permite sólo deslizamiento de un lado al otro en la articulación mediocarpiana. Sin embargo, los movimientos de flexión y extensión suceden en las articulaciones distal y proximal.

### **Movimientos de los huesos del carpo**

*En desviación cubital (figura 6-49):*

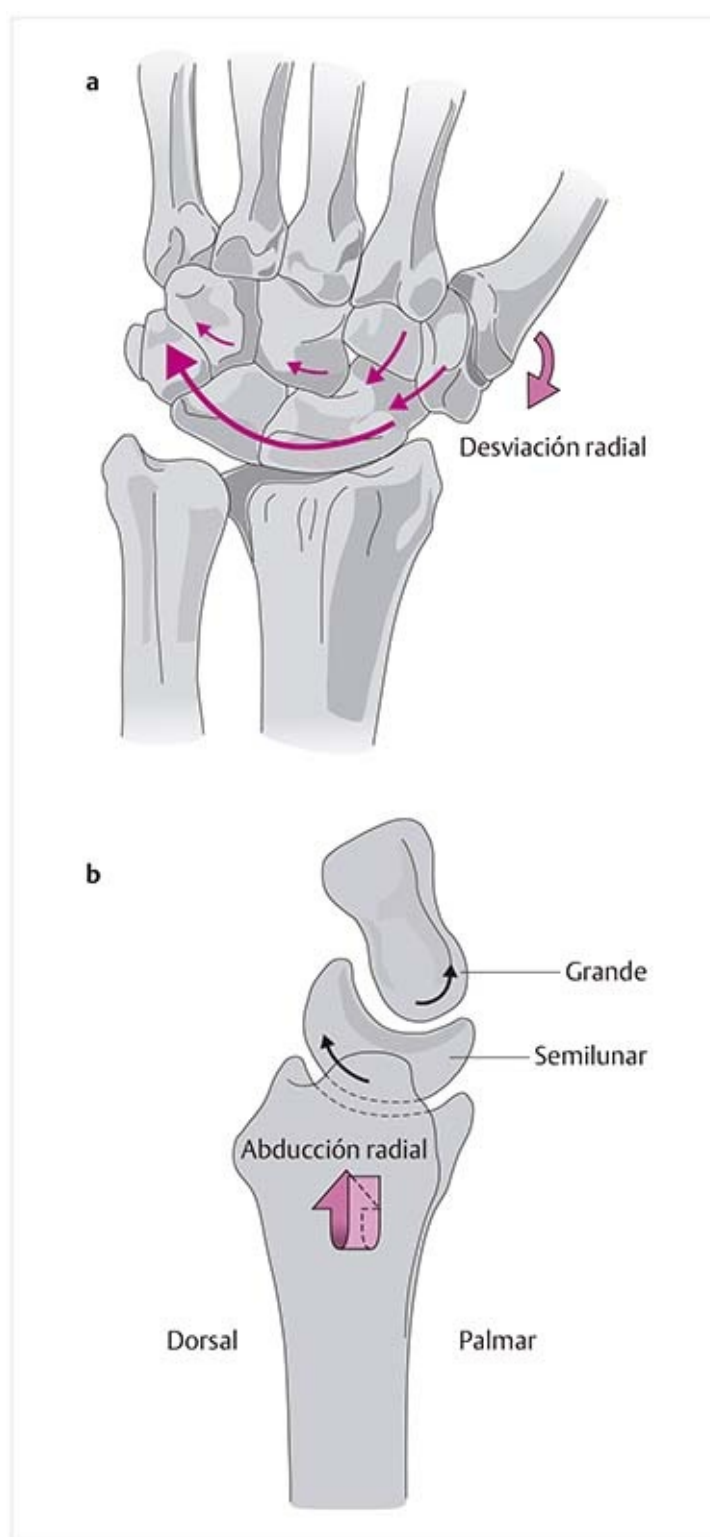


**Figura 6-49.** Desempeño de los huesos del carpo en la desviación cubital. **(a)** Vista dorsal. **(b)** Vista radial de la columna del semilunar como ejemplo.

- La fila proximal se desplaza en dirección radial hasta que el hueso semilunar queda opuesto al radio.
- Los huesos grande y el ganchoso se deslizan en grado mínimo hacia el lado radial.
- La fila proximal de huesos del carpo realiza un movimiento de extensión: el escafoides, el semilunar y el piramidal se deslizan contra el radio y el disco en dirección palmar.
- Hay un movimiento de flexión en la articulación mediocarpiana: el trapecio se desliza en dirección palmar y el grande y el ganchoso en sentido dorsal.

*En desviación radial (figura 6-50 ):*





**Figura 6-50.** Desempeño de los huesos del carpo en la abducción radial. **(a)** Vista dorsal. **(b)** Vista radial de la columna del semilunar como ejemplo.

- La fila proximal se desplaza al lado cubital, por lo que la mitad del hueso semilunar queda opuesta al cúbito.
- El hueso grande se desliza en cierta medida en dirección cubital.
- Se produce un movimiento de flexión en la articulación radiocarpiana. Por ejemplo, el hueso semilunar se desliza en sentido dorsal contra el radio.
- En la articulación mediocarpiana hay un movimiento de extensión. Por ejemplo, el hueso grande se desplaza en dirección palmar contra el hueso semilunar.

En la vida diaria basta con una amplitud de movimiento predominante de 20 a 30° de desviación cubital y alrededor de 10° de abducción radial.

Cuando se valora la restricción de la movilidad de la muñeca en desviación, ya sea cubital o radial, debe evaluarse la capacidad de los huesos individuales del carpo para deslizarse en direcciones dorsal y palmar, entre otras, ya que esto podría ser la causa de la limitación.

## 6.2.10 Músculos de la articulación de la muñeca: extensores (figura 6-51)

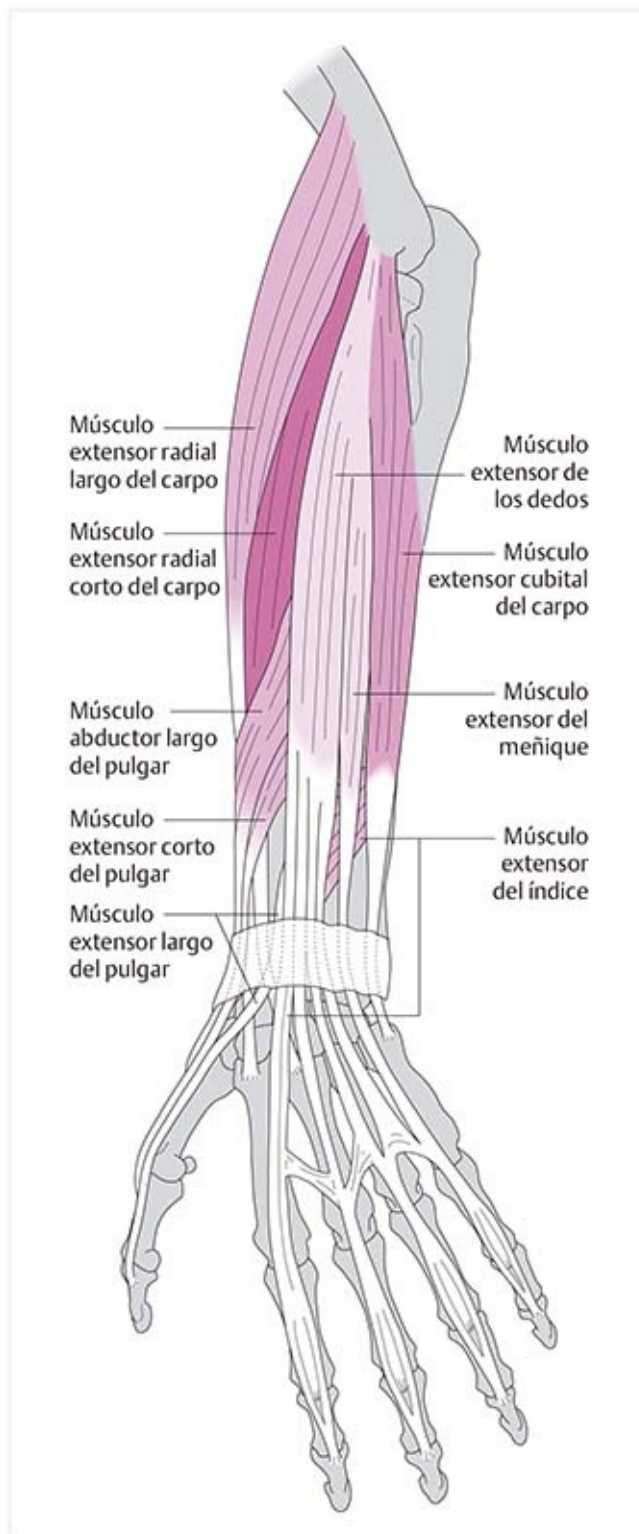


Figura 6-51. Extensores de la mano (vista posterior).

### Músculo extensor radial largo del carpo

- Conecta la cresta supracondílea lateral del húmero con la base del segundo hueso metacarpiano.
- En el tercio distal del antebrazo es cruzado por los músculos abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar en su trayecto al lado radial del brazo.

- Junto con el tendón del músculo extensor radial corto del carpo, se extiende bajo el retináculo extensor a través del segundo compartimiento tendinoso.

**Función.** Dorsiflexión y desviación radial en la articulación de la muñeca. También ayuda a la flexión y supinación del codo.

### **Músculo extensor radial corto del carpo**

- Conecta el epicóndilo lateral del húmero con la base del tercer metacarpiano.
- En el tercio distal del antebrazo es cruzado por los músculos del pulgar del primer compartimiento tendinoso.
- Junto con el tendón del músculo extensor radial largo del carpo, se extiende por el segundo compartimiento tendinoso.

**Función.** Dorsiflexión. También ayuda a la desviación radial en la articulación de la muñeca y produce flexión débil del codo.

### **Músculo extensor cubital del carpo**

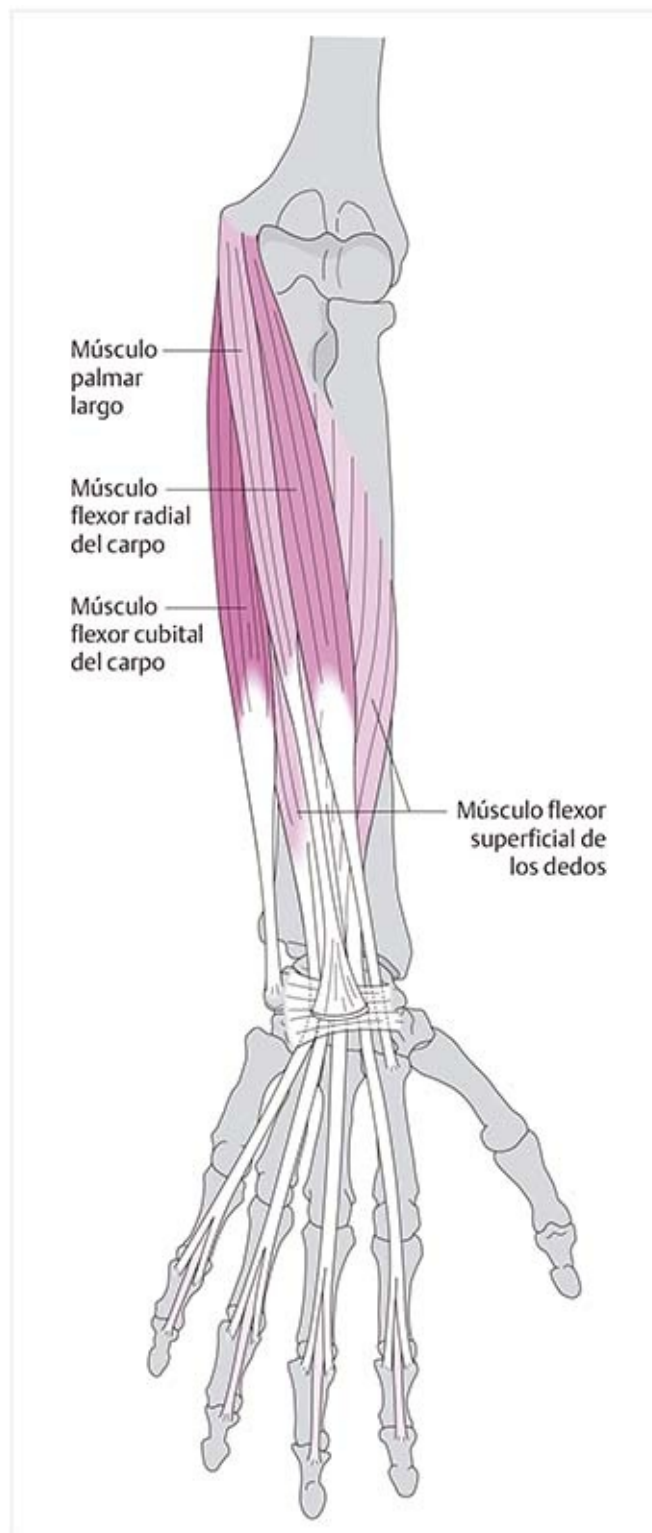
- Conecta el epicóndilo lateral del húmero con la base del quinto metacarpiano.
- Su origen en el epicóndilo se halla entre los orígenes de los músculos ancóneo y extensor de los dedos.
- Continúa hasta el lado cubital y cambia a su tendón terminal en el tercio distal del antebrazo.
- Su tendón se extiende por el sexto compartimiento tendinoso, que se encuentra en la región cubital dorsal.

**Función.** Dorsiflexión y desviación cubital en la articulación de la muñeca; también estabiliza la región cubitocarpiana.

Los siguientes músculos de los dedos contribuyen a la dorsiflexión:

- Músculo extensor de los dedos.
- Músculo extensor largo del pulgar
- Músculo extensor corto del pulgar.
- Músculo abductor largo del pulgar.
- Músculo extensor del índice.
- Músculo extensor del meñique.

## **6.2.11 Músculos de la articulación de la muñeca: flexores (figura 6-52)**



**Figura 6-52.** Flexores de la mano (vista anterior).

## Músculo flexor radial del carpo

- Conecta el epicóndilo medial con la base del segundo metacarpiano.
- En el tercio proximal, su vientre muscular es cruzado por la aponeurosis bicipital. En este punto se halla en un plano superficial, centrado entre los músculos pronador redondo y palmar largo.
- Al inicio del tercio inferior del antebrazo se convierte en su tendón terminal.
- Su tendón pasa bajo el ligamento transversal del carpo, donde se localiza dentro del túnel del carpo, pero está separado de los otros tendones por un tabique divisor.

**Función.** Flexión palmar y desviación radial en la articulación de la muñeca. También produce flexión débil del codo.

## Músculo flexor cubital del carpo

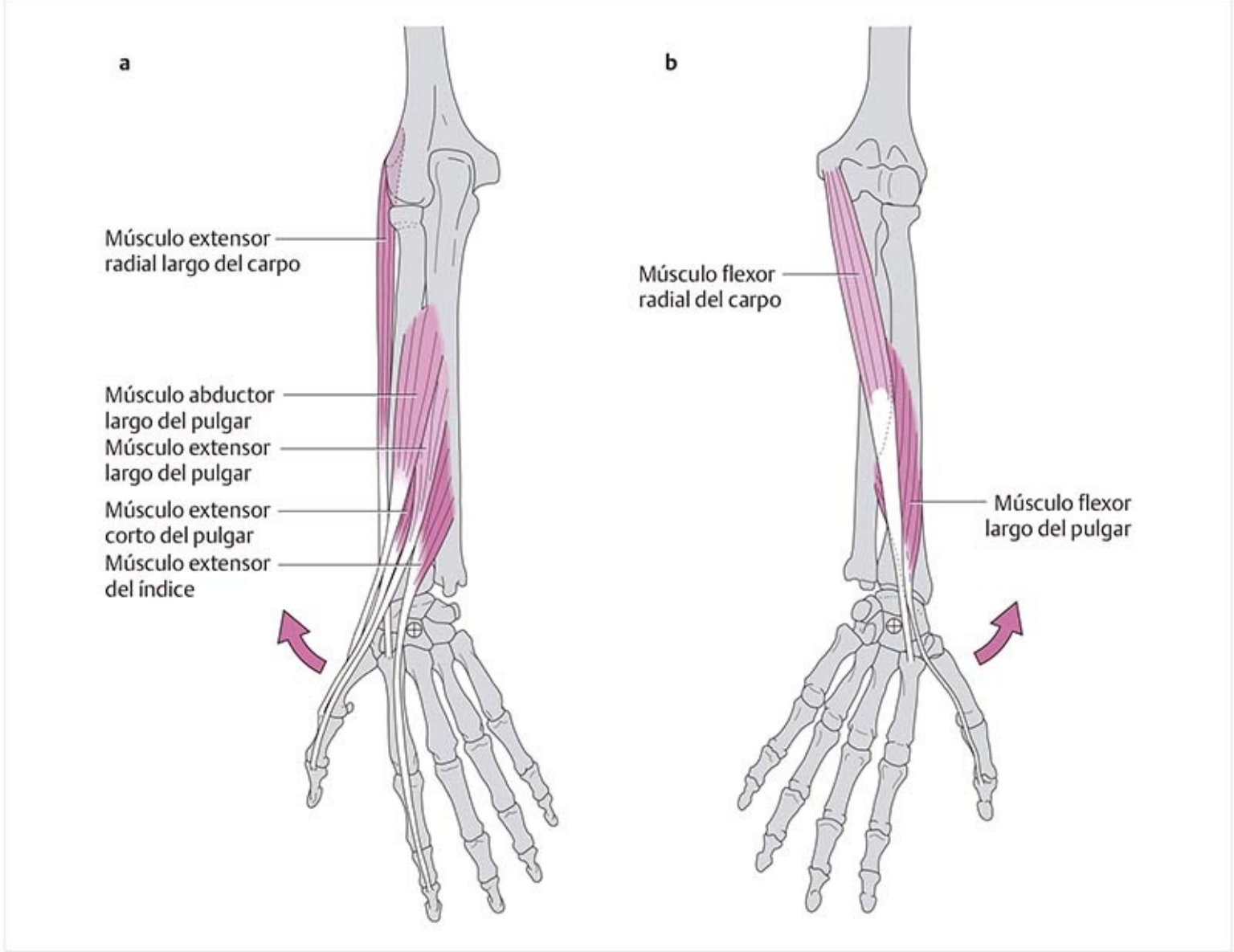
- Consiste en dos cabezas:
  - La **cabeza humeral** nace en el epicóndilo medial del húmero.
  - La **cabeza cubital** se origina en el borde medial del olécranon y el borde posterior del cúbito. Las dos cabezas se unen y se extienden hasta el gancho del hueso ganchoso y la base del quinto metacarpiano.
- En la zona de origen, las dos cabezas forman una hendidura por la que pasa el nervio cubital en su trayecto de la hendidura posterior del nervio cubital a la cara anterior del antebrazo.
- El hueso pisciforme está incrustado en el tendón como hueso sesamoideo.

**Función.** Flexión palmar y desviación cubital en la muñeca, además de flexión débil del codo.

Los siguientes músculos de los dedos también participan en la flexión:

- Músculo flexor superficial de los dedos.
- Músculo flexor profundo de los dedos.
- Músculo palmar largo.
- Músculo flexor largo del pulgar.

## 6.2.12 Músculos de la articulación de la muñeca: abductores radiales (figura 6-53)



**Figura 6-53.** Desviación radial de la mano. **(a)** Vista posterior. **(b)** Vista anterior.

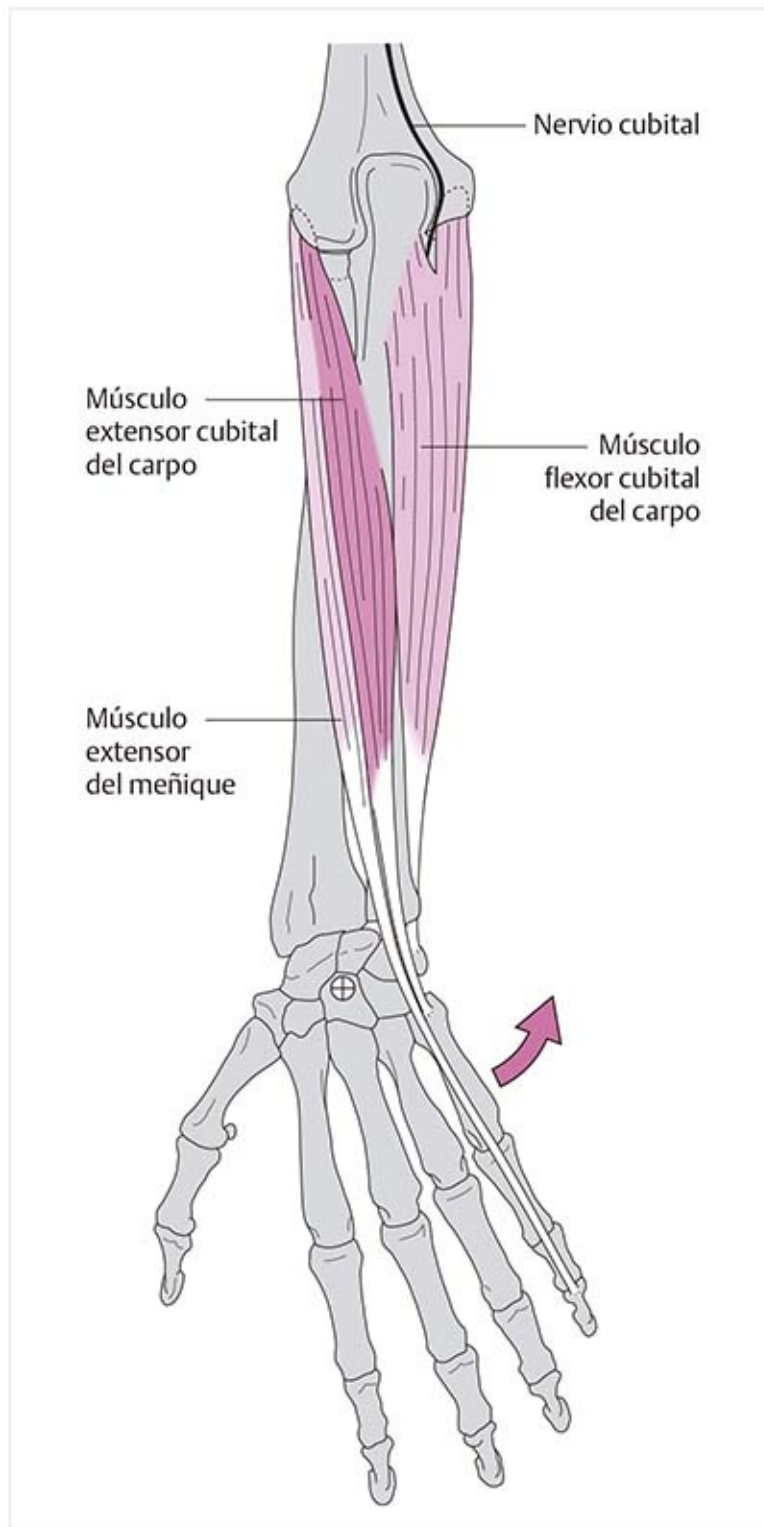
Los músculos que discurren en posición radial al eje de desviación realizan la desviación radial y son los siguientes:

- Músculo extensor radial largo del carpo.
- Músculo extensor largo del pulgar.
- Músculo extensor corto del pulgar.
- Músculo abductor largo del pulgar.
- Músculo extensor del índice.
- Músculo flexor radial del carpo.
- Músculo flexor largo del pulgar.

#### Patología

En la artritis reumatoide, el grupo muscular radial predomina debido al proceso destructivo muy doloroso en la región de la cabeza del cúbito, lo que limita la abducción cubital.

### 6.2.13 Músculos de la articulación de la muñeca: desviación cubital (figura 6-54)



**Figura 6-54.** Abductores cubitales de la mano (vista posterior).

Todos los músculos en posición cubital al eje de desviación producen desviación cubital. Son los siguientes:

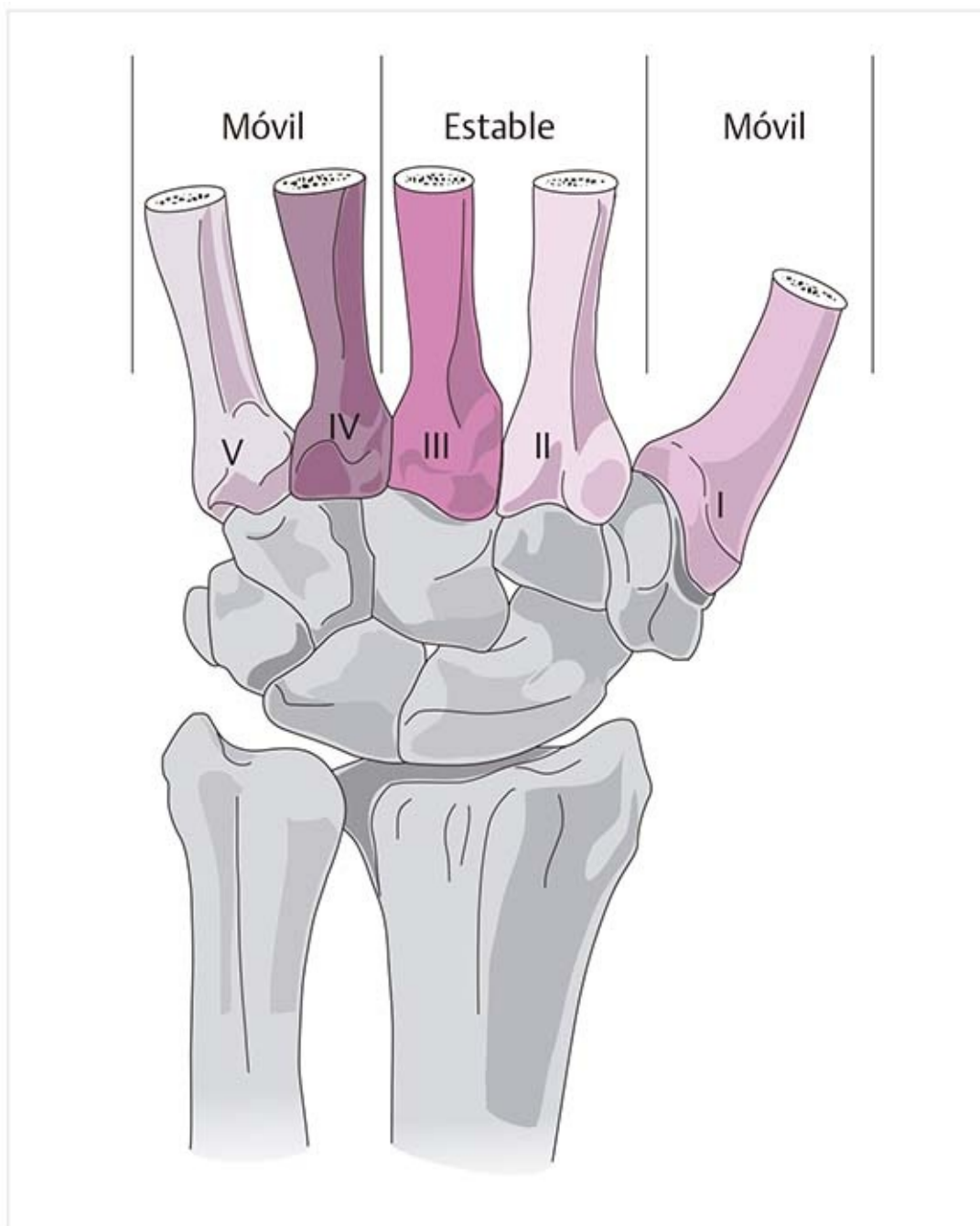
- Músculo extensor cubital del carpo.
- Músculo flexor cubital del carpo.
- Músculo extensor del meñique.

### 6.2.14 Articulaciones de la región media de la mano

La dinámica del movimiento de la zona intermedia de la mano depende de las articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas. La movilidad adecuada de estas articulaciones es necesaria para las diversas formas de prensión.

## Articulaciones carpometacarpianas

- Superficies articulares: las filas distales de los huesos del carpo y las bases de los huesos metacarpianos.
- Son anfiartrosis con grados variables de movilidad.
- Las bases tienen formas especiales (**figura 6-55**):



**Figura 6-55.** Formas de las bases de los huesos metacarpianos (vista dorsal).

- El segundo metacarpiano posee forma bifurcada, lo que le confiere mucha estabilidad y permite la articulación con el trapezoide y el trapecio.
- El tercer metacarpiano tiene una pequeña apófisis estiloides que hace contacto con el segundo metacarpiano y el hueso grande. Esta articulación es muy estable y forma parte de la columna central de la muñeca.
- La base del quinto metacarpiano se asemeja en su forma a una silla de montar, cóncava en dirección radiocubital y convexa en sentido dorsopalmar. Esta articulación tiene la mayor movilidad.
- En la cuarta y quinta articulaciones carpometacarpianas son posibles movimientos de flexión y

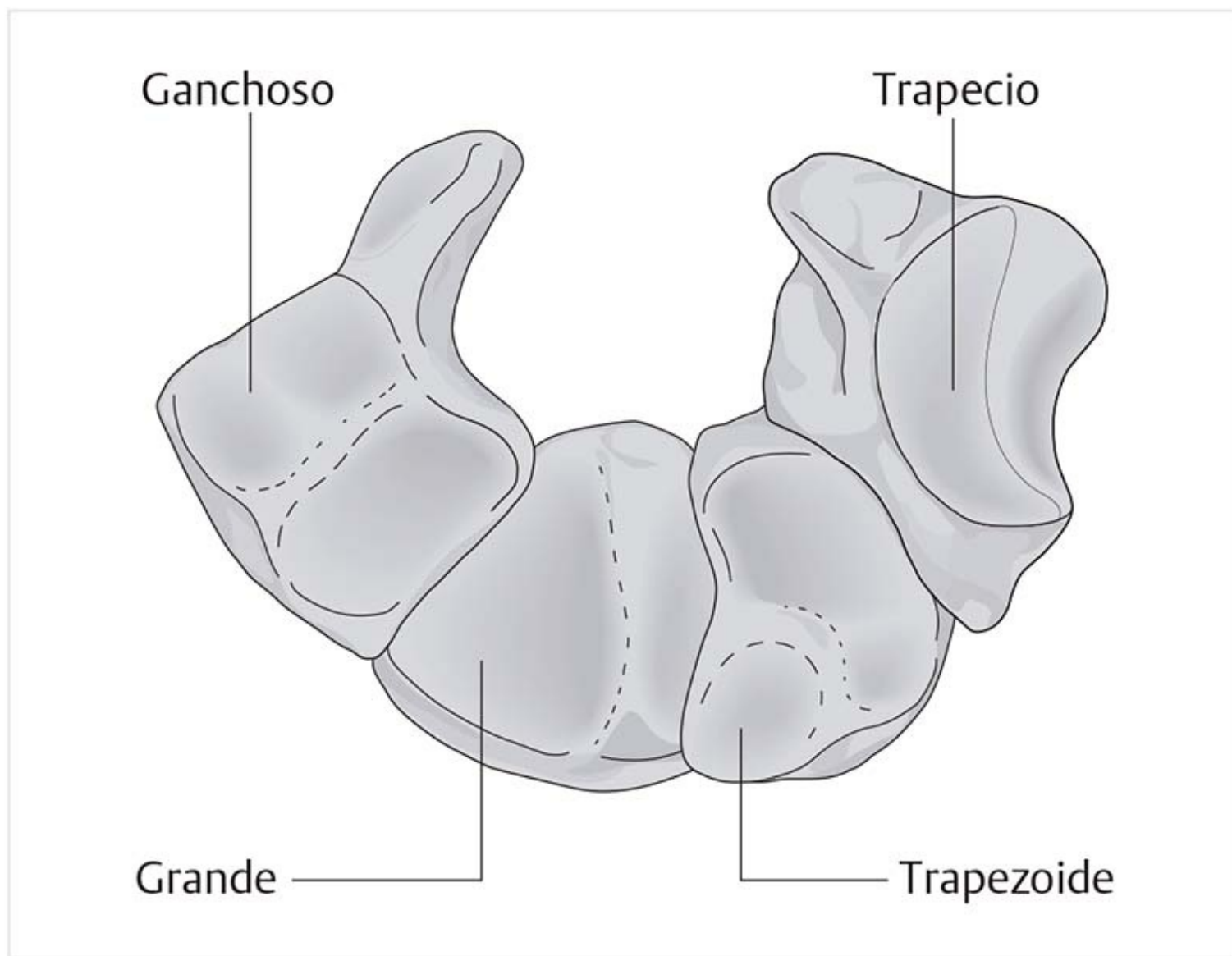


extensión de 15 y 30°, así como movimientos de un lado a otro y rotatorios.

- Los ligamentos palmar y carpometacarpiano dorsal aportan estabilidad. Conectan todos los huesos distales del carpo con los metacarpianos.

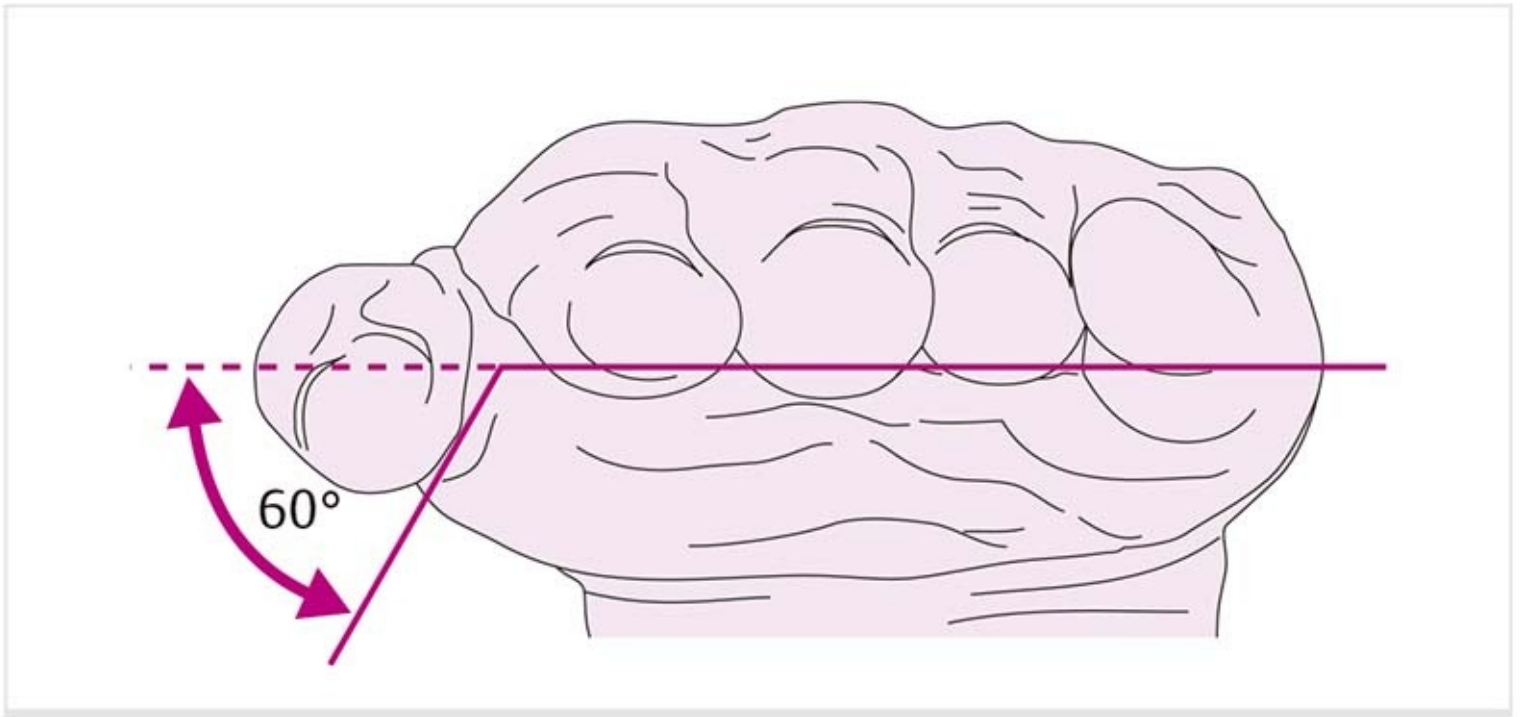
### Primera articulación carpometacarpiana

Los huesos del carpo están organizados en un arco y forman un arco transversal estable con el hueso grande en el centro (**figura 6-56** ).



**Figura 6-56.** Arco del carpo (vista distal de la fila distal de los huesos del carpo).

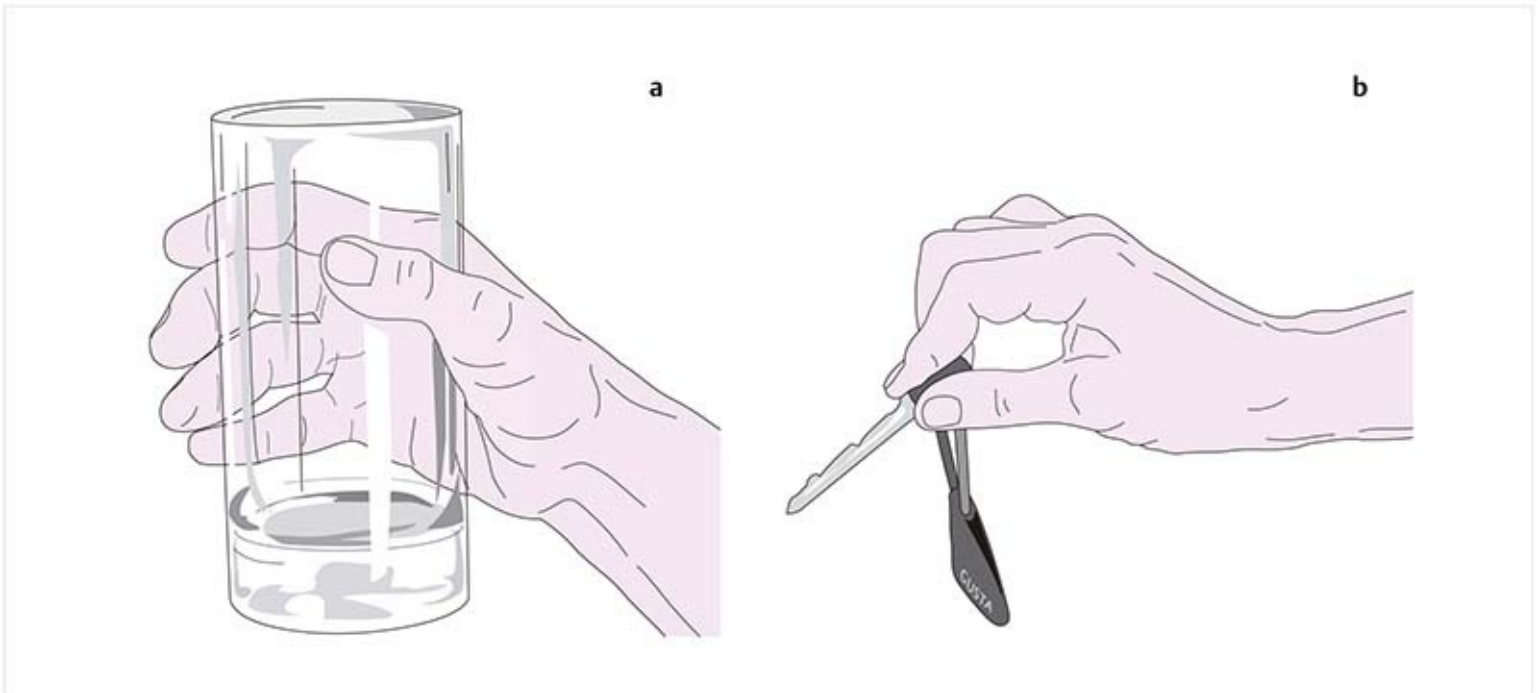
Los huesos escafoides y el trapecio tienen una orientación radiopalmar distintiva, por lo cual el metacarpiano del pulgar no está alineado con los demás dedos, sino rotado unos 60° hacia la cara palmar (**figura 6-57** ).



**Figura 6-57.** Posición del pulgar en relación con los dedos.

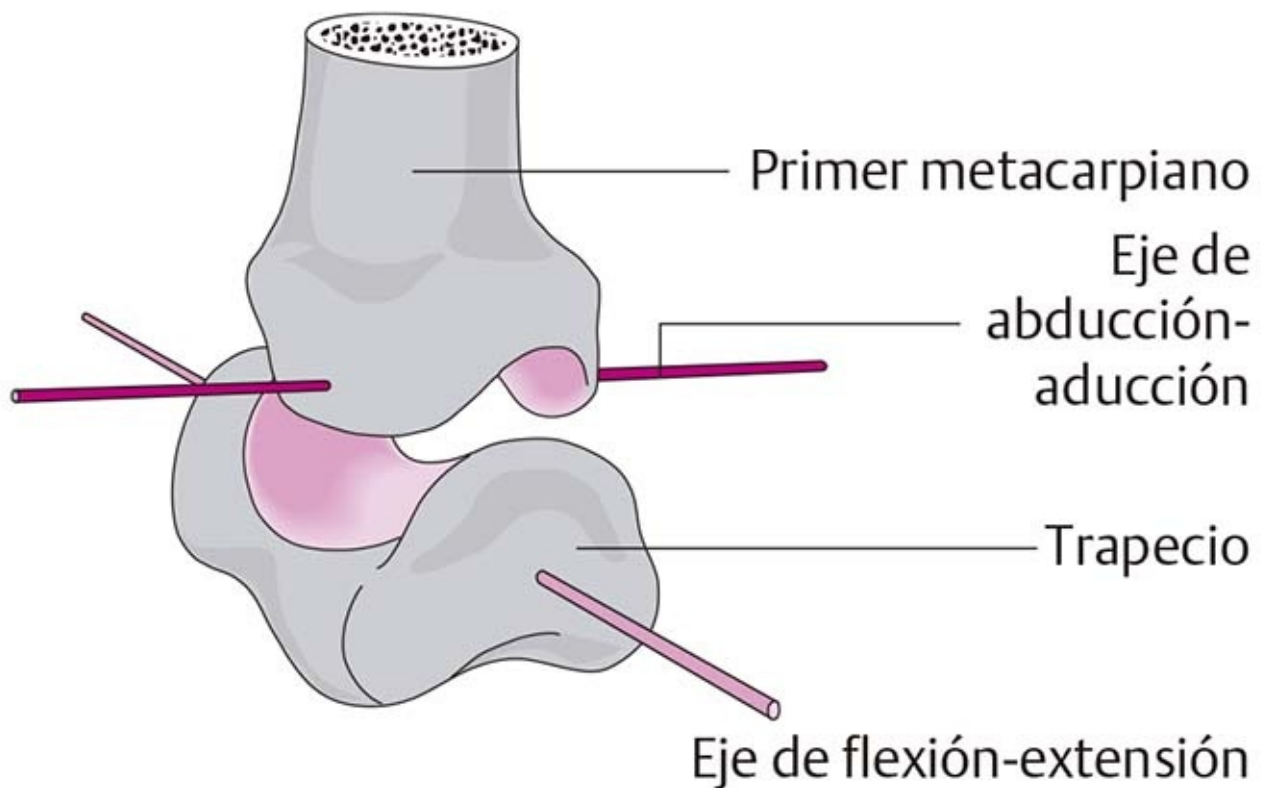
Esto resulta más visible cuando se compara el trayecto del eje de flexión-extensión de la articulación carpometacarpiana del pulgar con los de las demás.

Las diversas formas de prensión son posibles sólo debido a esta desviación del pulgar (**figura 6-58**).



**Figura 6-58.** (a, b) Tipos de prensión que requieren del pulgar.

La **primera articulación carpometacarpiana** es una articulación en silla de montar (**figura 6-59**).



**Figura 6-59.** Articulación en silla de montar del pulgar: ejes de movimiento.

Vista desde el lado radial, la base del metacarpiano es convexa; desde la vista dorsal es cóncava.

La superficie articular en el hueso trapecio muestra una curvatura inversa. En la vista radial posee forma cóncava y en la dorsal es convexa. Las superficies articulares están dispuestas de tal manera que son congruentes entre sí.

#### Patología

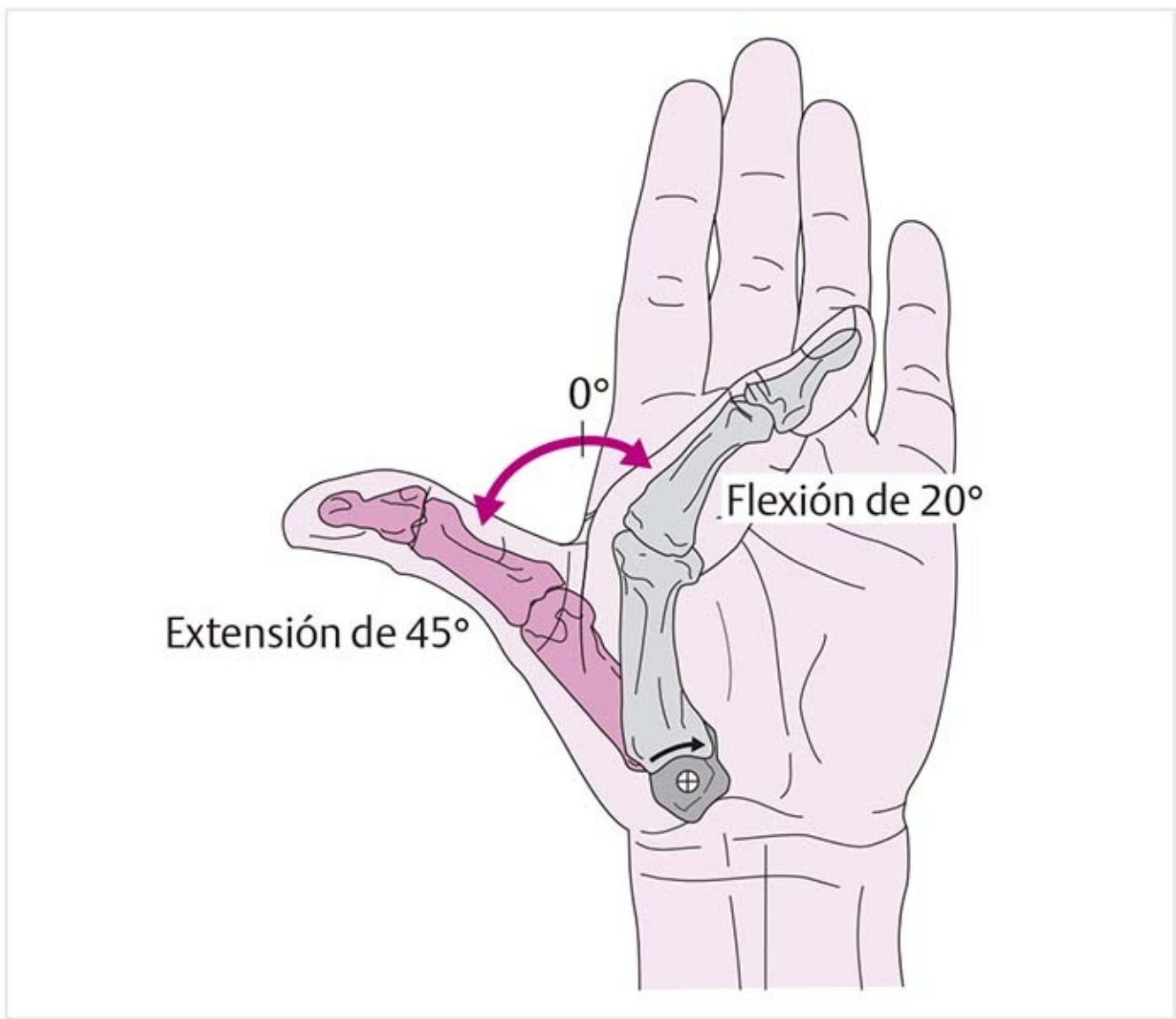
##### **Rizartrosis**

La inestabilidad prolongada de esta articulación en silla de montar del pulgar puede causar subluxación dorsal y radial del pulgar. La destrucción del cartílago y el dolor provocan limitación del movimiento de la articulación, con desarrollo de pulgar en aducción. Cualquier movimiento demandante es doloroso, en particular la oposición. La prensión firme es casi imposible. El tratamiento quirúrgico para la rizartrosis grave incluye inserción de una prótesis o la práctica de artrodesis en flexión leve.

### **Movimientos en la articulación en silla de montar del pulgar**

A pesar de la marcada congruencia de las superficies articulares, las posibilidades de movimiento son comparables a las de una articulación de esfera y concavidad.

#### **Flexión y extensión (figura 6-60)**



**Figura 6-60.** Flexión y extensión en la articulación en silla de montar del pulgar; deslizamiento en flexión (vista palmar).

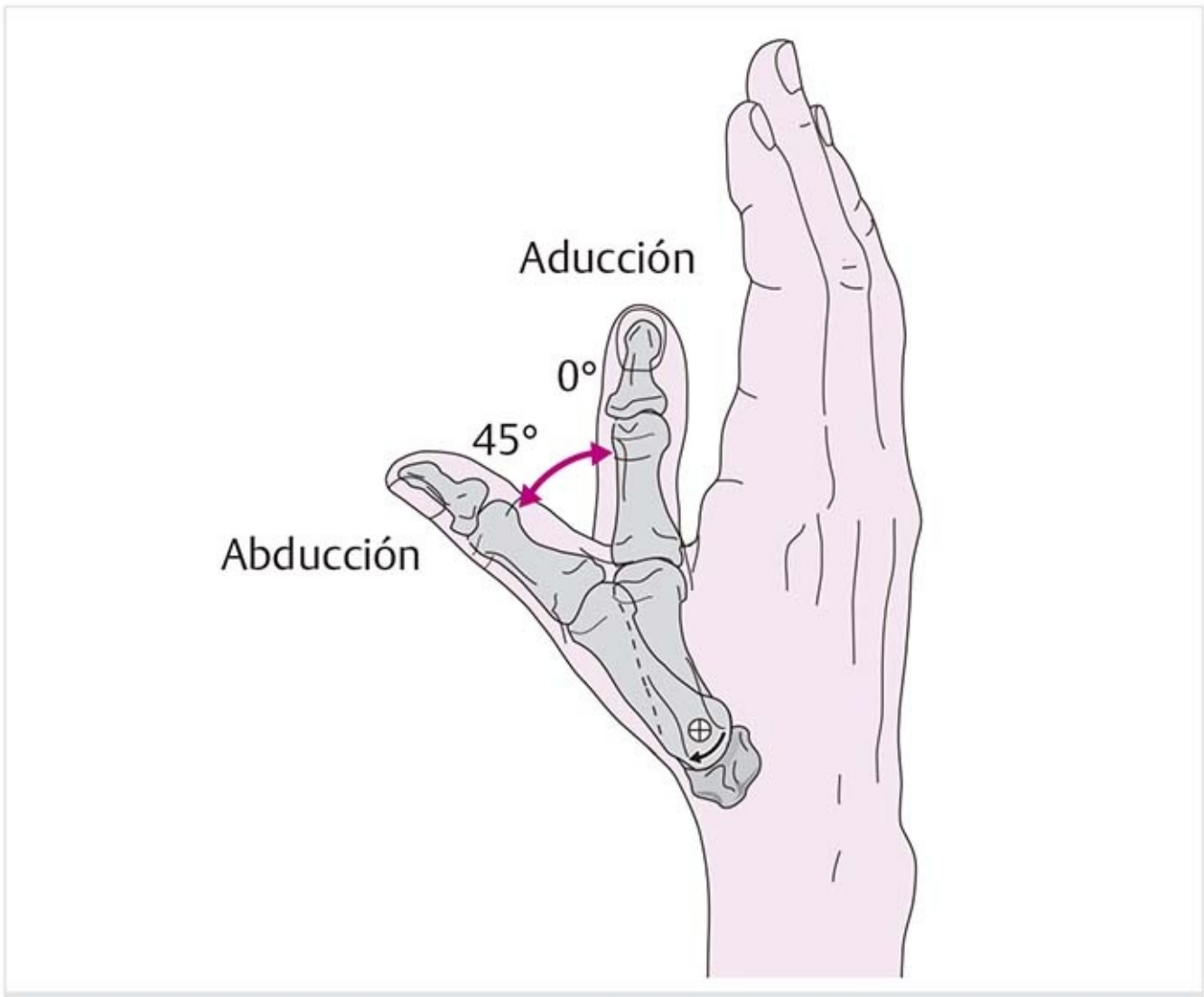
El eje de movimiento para la flexión y extensión se proyecta en sentido radial a cubital a través de la zona distal del hueso trapecio.

La **amplitud de movimiento** activo para flexión/extensión es 20°/45° desde la posición neutra; en el movimiento pasivo aumenta 5°.

### ***Mecánica articular para la flexión***

En la flexión, el hueso metacarpiano se mueve paralelo a la palma. Para permitir este movimiento, la superficie articular en la base del primer metacarpiano es cóncava y se produce un deslizamiento concurrente hacia el lado del pulgar de la palma.

### **Abducción y aducción (figura 6-61)**



**Figura 6-61.** Abducción y aducción en la articulación en silla de montar del pulgar; deslizamiento en aducción (vista radiodorsal).

El eje para la abducción-aducción pasa por el primer metacarpiano y de la superficie palmar a la dorsal del pulgar.

**Amplitud de movimiento** activo:  $45^{\circ}/0^{\circ}$  desde la posición neutral; en el movimiento pasivo aumenta  $5^{\circ}$ .

### ***Mecánica articular durante la aducción***

La superficie articular en la base del metacarpiano es convexa del lado radial al cubital del pulgar. Por lo tanto, la base se desliza hacia el lado radial del pulgar durante la aducción. Esto equivale a un comportamiento deslizante en dirección contraria al movimiento del hueso metacarpiano.

### **Oposición (figura 6-62)**



**Figura 6-62.** Movimiento en oposición en la articulación en silla de montar del pulgar.

No es posible determinar un eje de movimiento para la oposición porque es un movimiento mixto, consistente en unión de flexión y aducción con rotación axial.

Durante este movimiento, la base del metacarpiano gira alrededor de 20 a 30° contra el trapecio.

Este movimiento sólo es posible si se destraba la articulación, lo cual significa que las superficies articulares en esta posición pierden su congruencia. En la posición final, la superficie que soporta la fuerza es muy pequeña, lo que incrementa muchas veces la carga.

## **Reposición**

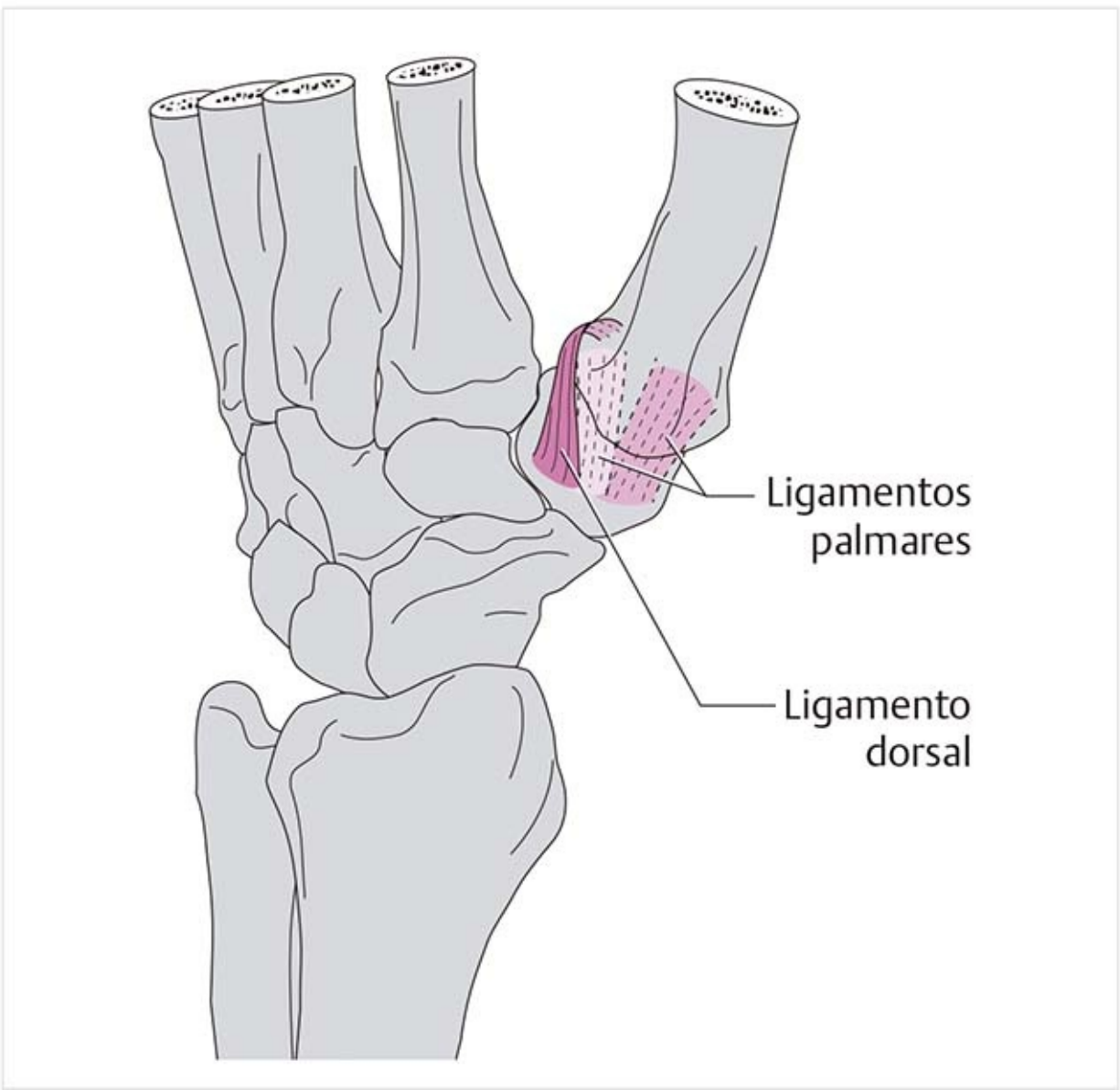
La reposición es el regreso del pulgar desde la oposición.

## **Cápsula y ligamentos**

La **cápsula** es ancha y posibilita movimientos grandes. Forma los recesos dorsal y palmar. La inserción de ambas membranas se localiza en el borde entre hueso y cartílago en ambos huesos.

Los **ligamentos** se encuentran justo sobre la cápsula y estabilizan la articulación. Están dispuestos de tal forma que una parte de los ligamentos se tensa en todas las posiciones del pulgar.

Pueden diferenciarse los siguientes ligamentos (**figura 6-63**):



**Figura 6-63.** Ligamentos en la articulación en silla de montar del pulgar (vista dorsal).

- Un ligamento con dirección oblicua que se proyecta desde el lado palmar del trapecio, alrededor de la base del primer metacarpiano y se inserta en el lado cubital del metacarpiano.
- Además, un ligamento recto discurre desde el trapecio hasta la base del metacarpiano.
- En el lado dorsal del pulgar, un ligamento en dirección oblicua se extiende alrededor de la base y se inserta en el lado palmar.

### **Articulaciones intermetacarpianas (figura 6-64)**

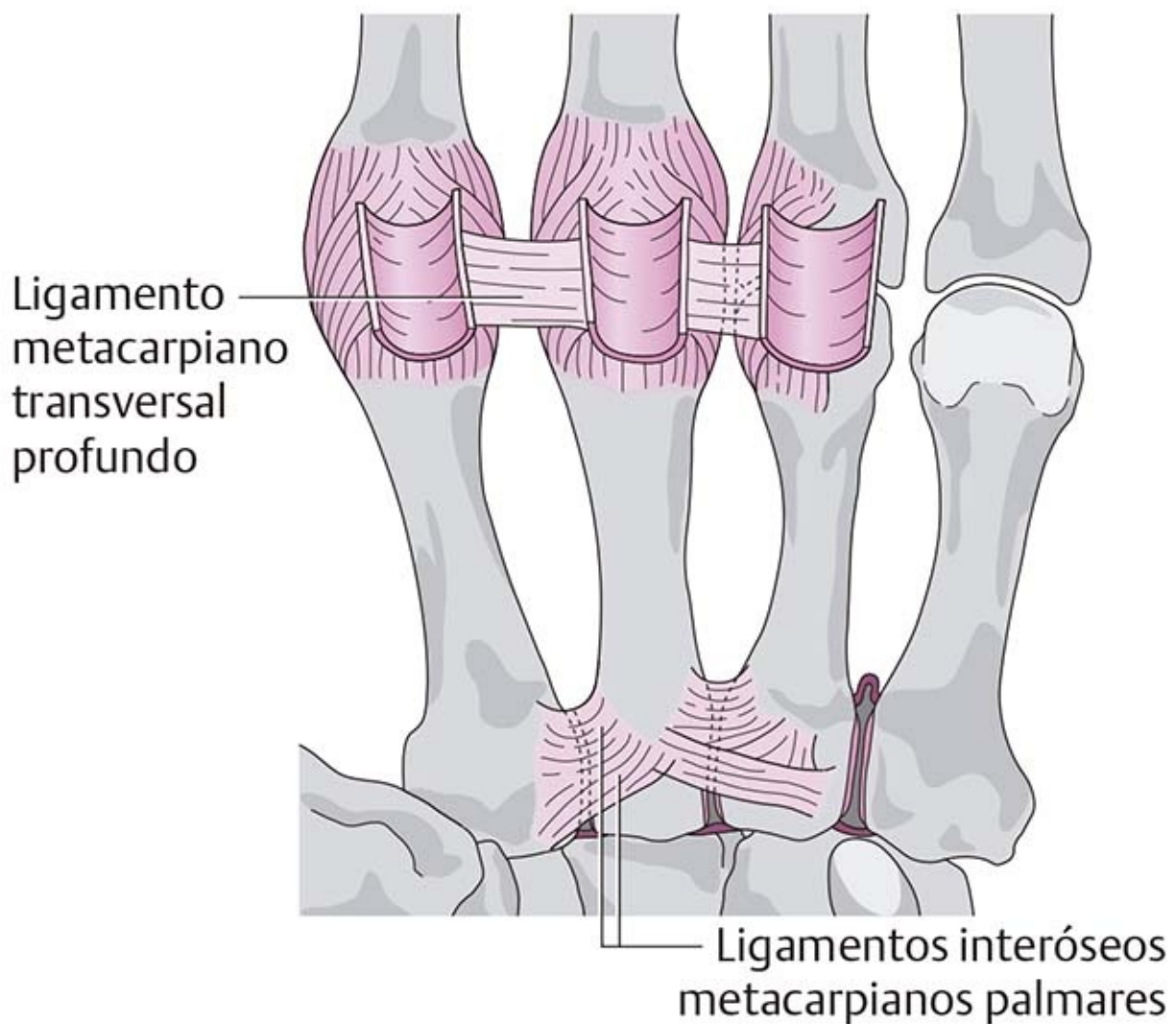
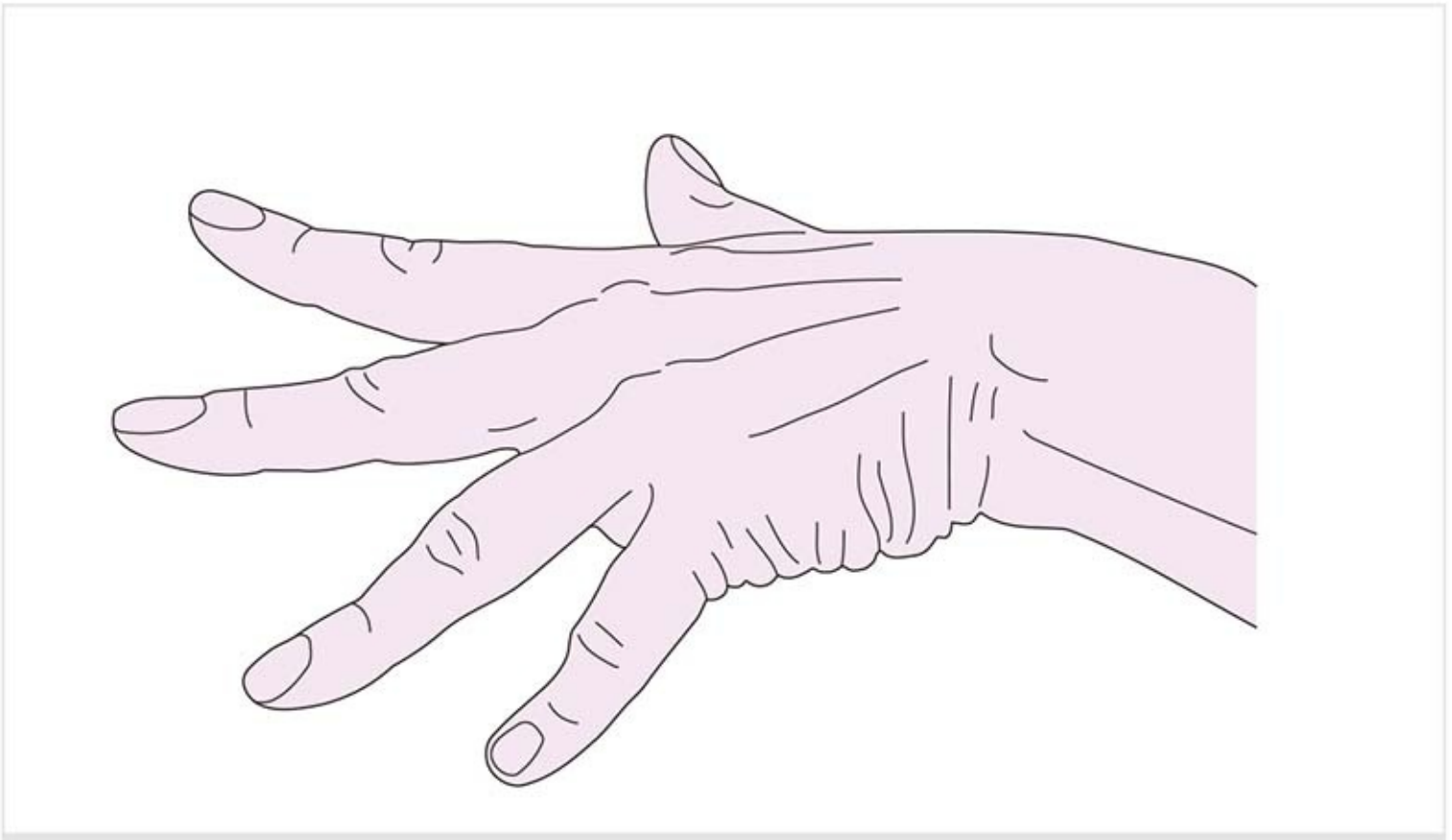


Figura 6-64. Articulaciones intermetacarpianas (vista palmar).

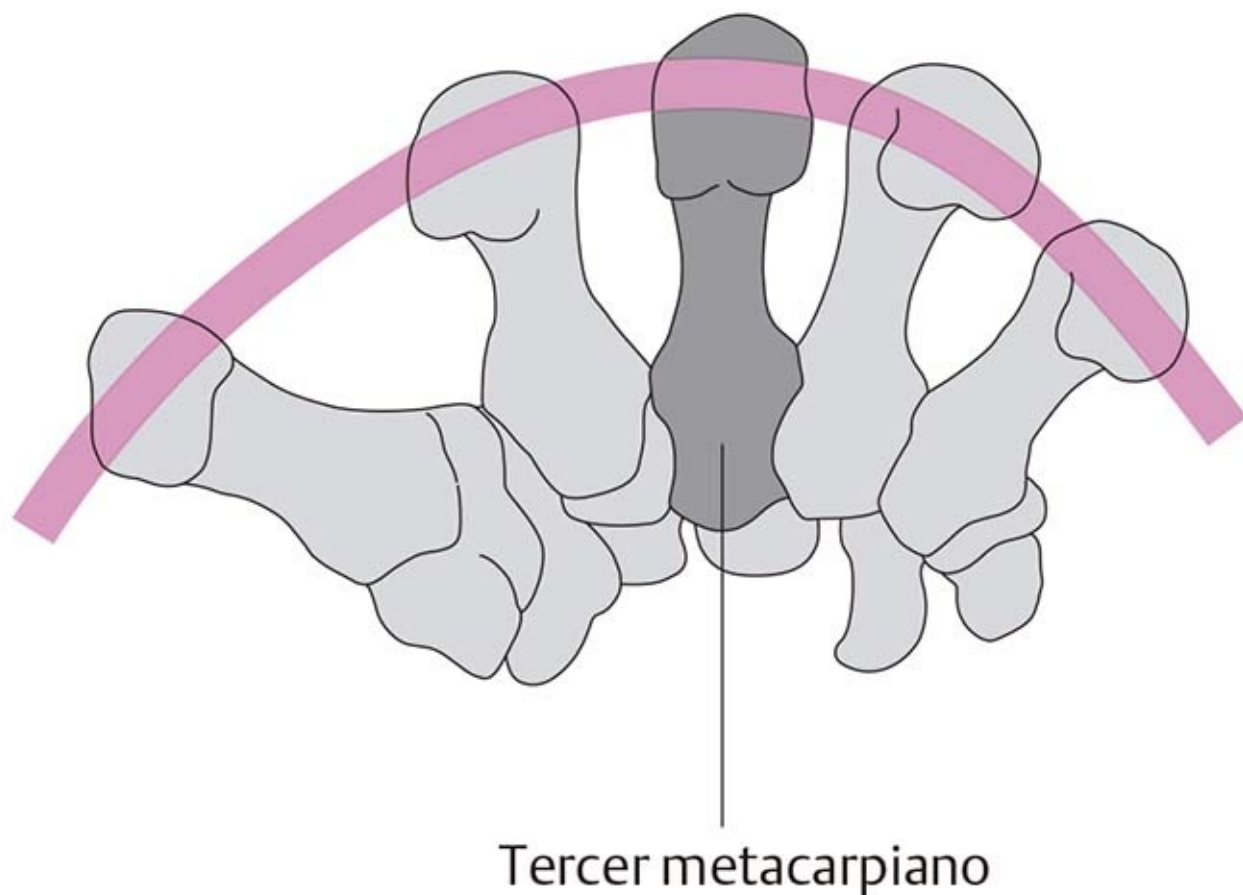
- Las conexiones entre las **bases de los metacarpianos** son anfiartrosis.
- Las facetas articulares de sus lados radial y cubital están cubiertas con cartílago para articularse entre sí. Son planas y de tamaño variable.
- La cápsula articular es tensa, sólo permite movimiento limitado y casi siempre se conecta con la articulación carpometacarpiana.
- Los **ligamentos interóseos metacarpianos dorsal y palmar** son ligamentos cortos que conectan las bases de los metacarpianos entre sí. Se encuentran en un plano justo distal a la cápsula articular en los lados dorsal y palmar. Su función es mantener a los metacarpianos unidos y estabilizar así el movimiento de separación de los dedos.
- Las **conexiones intermetacarpianas distales** consisten en ligamentos oblicuos y son muy móviles. Esto adquiere importancia durante la presión de objetos grandes, en la oposición y la separación de los dedos (**figura 6-65**).





**Figura 6-65.** Movilidad de las conexiones metacarpianas durante la separación de los dedos.

- El **ligamento metacarpiano transversal profundo** es un ligamento palmar profundo que se extiende en forma transversal y en sentido radial a cubital al nivel de las cabezas de los metacarpianos. Está fijado a los lados de las placas de cartílago de la articulación MCF y también al ligamento anular. Limita la separación de los metacarpianos, por lo que estabiliza el arco metacarpiano transverso. Mediante su conexión con el ligamento anular y la placa de cartílago, sostiene el sistema de guía para los tendones flexores.
- El **ligamento metacarpiano transversal superficial** es un ligamento transversal que discurre sobre la parte distal de los metacarpianos, casi al nivel de las bases de las falanges proximales. Es un componente de la aponeurosis palmar y se une con las vainas tendinosas de los flexores.
- Tal y como ocurre con los huesos del carpo, existe un arco transversal al nivel de las cabezas de los metacarpianos, con su centro en la cabeza del tercer metacarpiano (**figura 6-66**).



**Figura 6-66.** Arco transversal al nivel de las cabezas de los metacarpianos.

## **Movimientos**

No son posibles los movimientos aislados de las articulaciones intermetacarpianas. Se combinan con los movimientos de las articulaciones carpometacarpianas. Las articulaciones en los lados radial y cubital son adecuadas, mientras que la columna central es la más inmóvil. Es imposible determinar los ejes de movimiento. Los movimientos son en particular de traslación. Por ejemplo, durante la oposición, la base del quinto metacarpiano se desliza contra la base del cuarto metacarpiano en dirección palmar. Al mismo tiempo, las superficies articulares se separan y la base del quinto metacarpiano gira como lo haría en la supinación.

## **6.2.15 Articulaciones de los dedos**

### **Articulaciones metacarpofalángicas (figura 6-67)**

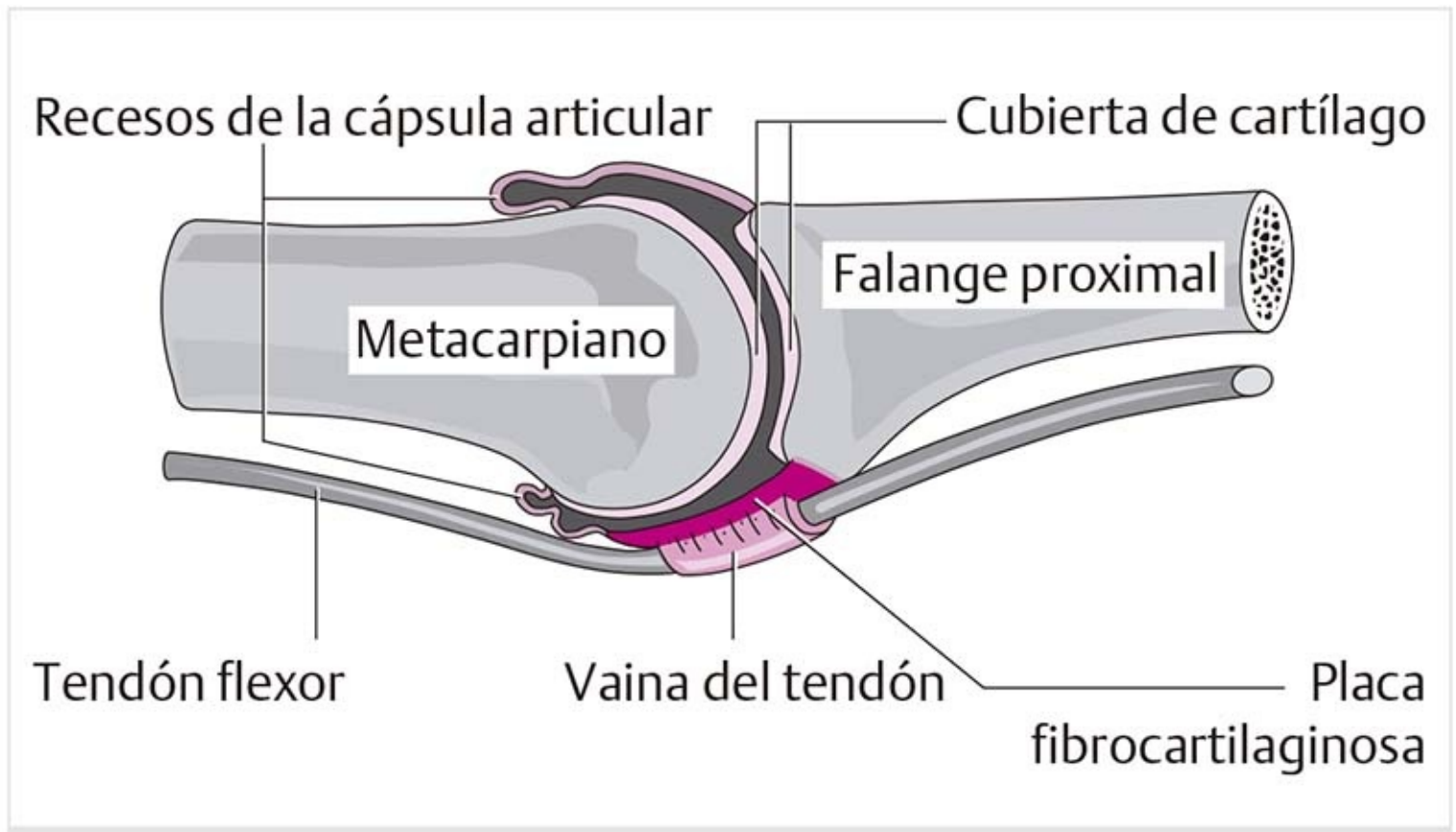
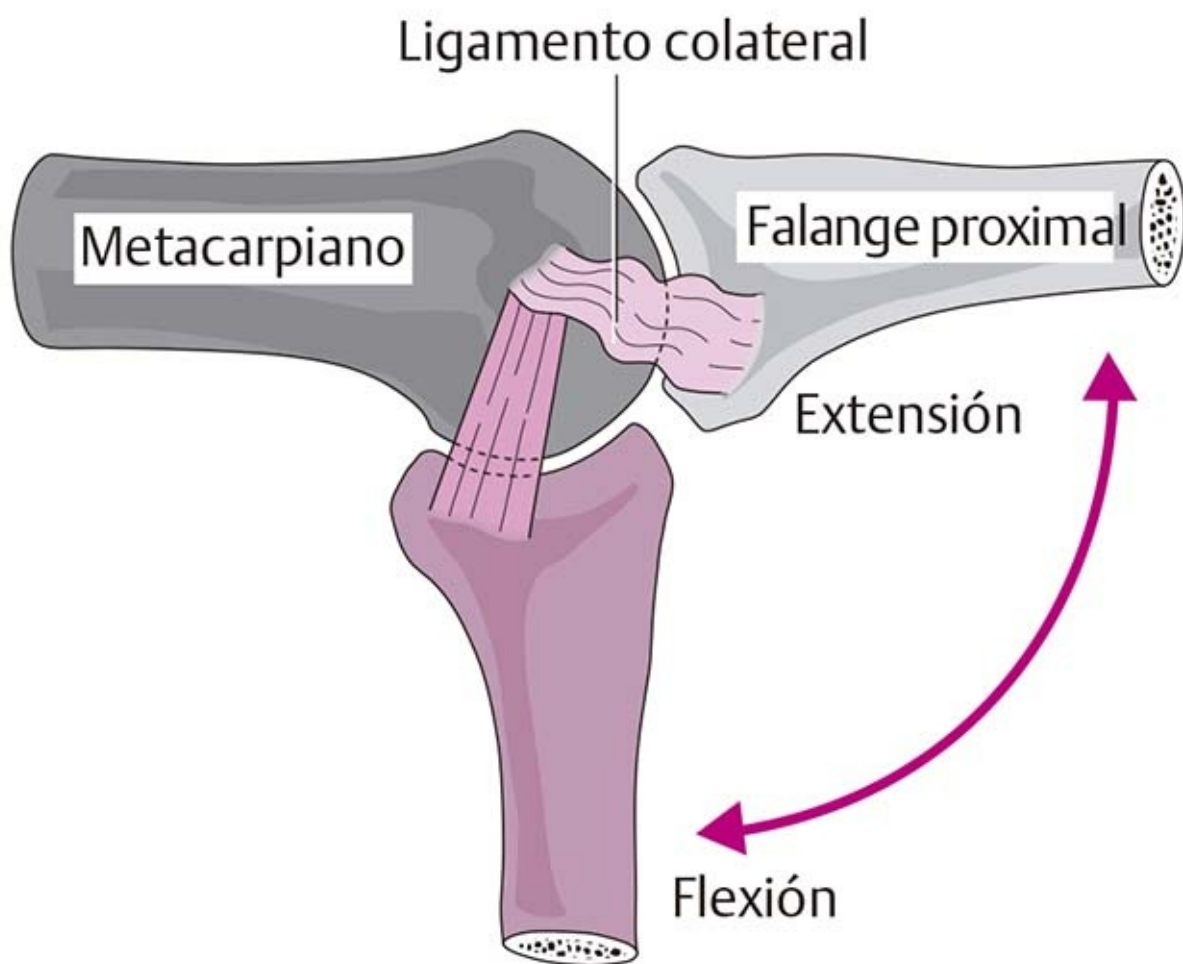


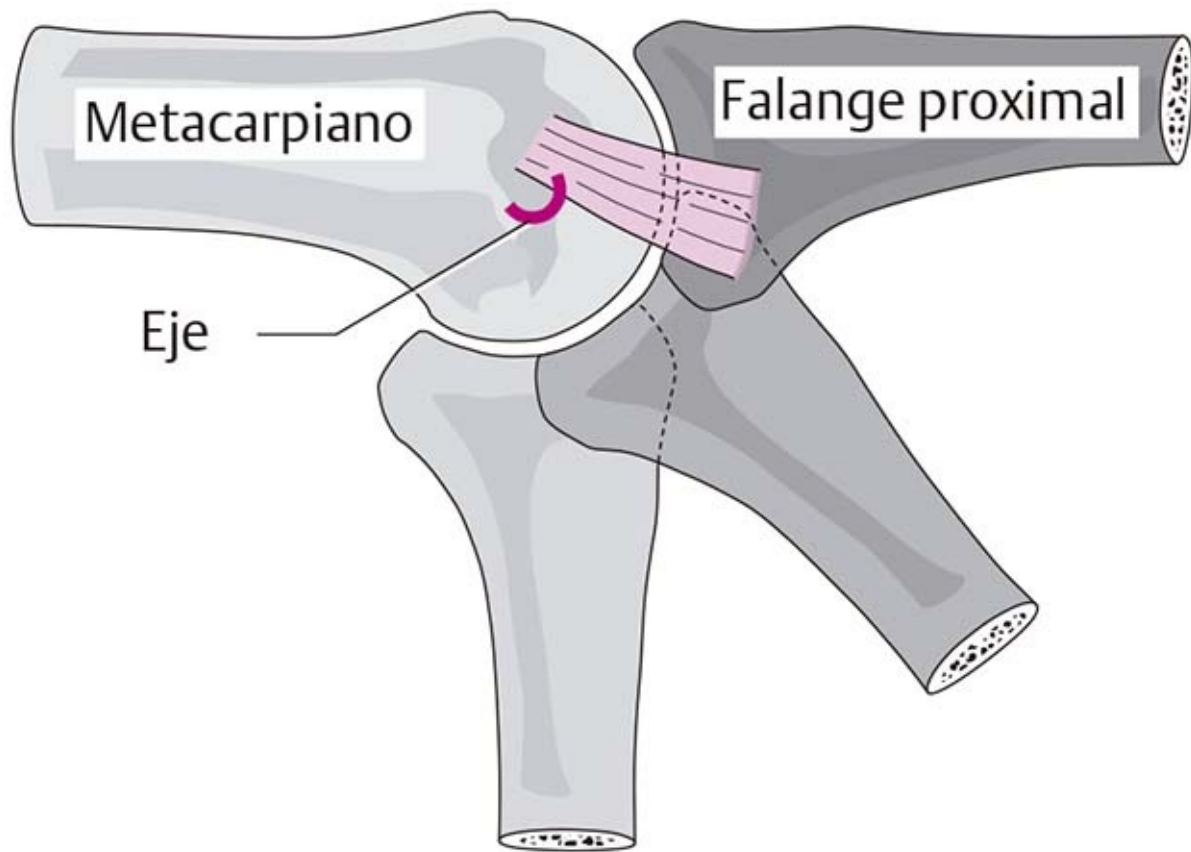
Figura 6-67. Articulaciones metacarpofalángicas.

- Las articulaciones MCF son condileas
- Superficies articulares:
  - La base de la falange proximal forma la superficie cóncava de la articulación. Se aumenta en el lado palmar con una placa fibrocartilaginosa que se une con la cápsula articular. En este sitio, y en su conexión con la base de la falange, la cápsula tiene un reforzamiento ligamentoso, el **ligamento palmar**. Puede observarse una conexión con las vainas de los tendones flexores.
  - En la posición neutral, la placa de cartílago hace contacto con la cabeza del metacarpiano, pero deja de hacerlo cuando aumenta la flexión, ya que se desliza en dirección palmar.
  - La cabeza del metacarpiano forma la superficie convexa de la articulación.
- La cápsula articular es ancha, con recesos dorsal y palmar. La inserción sigue el borde osteocartilaginoso de las superficies articulares en cada una de las articulaciones.

### **Ligamentos colaterales de la segunda a la quinta articulaciones metacarpofalángicas (figura 6-68 y 6-69)**



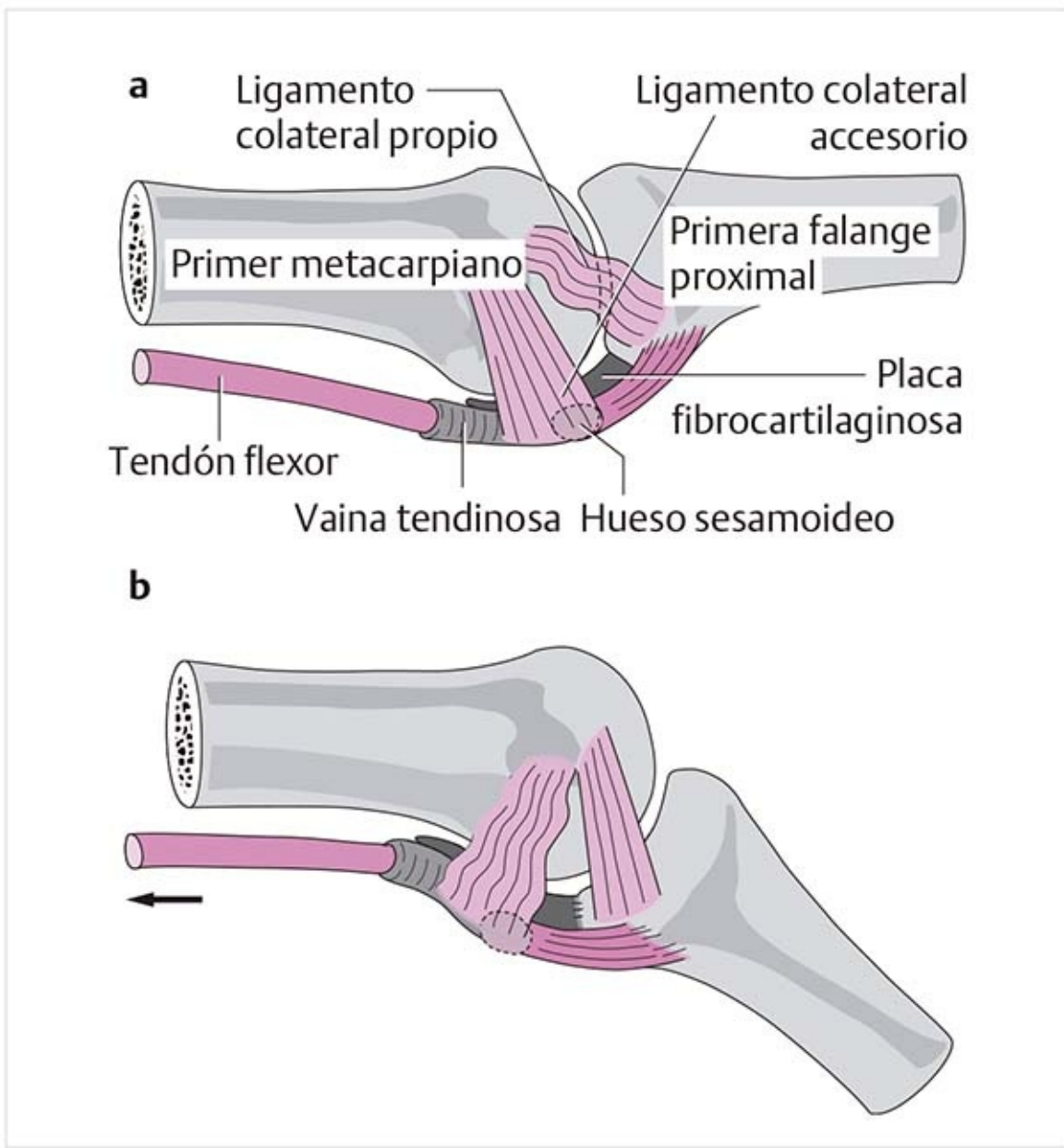
**Figura 6-68.** Ligamento colateral de las articulaciones metacarpofalángicas.



**Figura 6-69.** Eje metacarpofalángico en relación con el ligamento.

- La fijación proximal de los ligamentos radial y cubital se halla en las cabezas de los metacarpianos, en sentido dorsal al eje de la articulación. La inserción distal se localiza hacia el lado palmar en la base de la falange proximal.
- Debido al trayecto de los ligamentos y a que el lado palmar de la cabeza metacarpiana es más gruesa, los ligamentos quedan tensos durante la flexión, lo que significa que son posibles los movimientos de un lado a otro en extensión, pero no cuando la articulación está flexionada.
- Unas cuantas fibras de la aponeurosis dorsal se extienden dentro de la cápsula articular.

### **Ligamentos colaterales radial y cubital del pulgar (figura 6-70)**

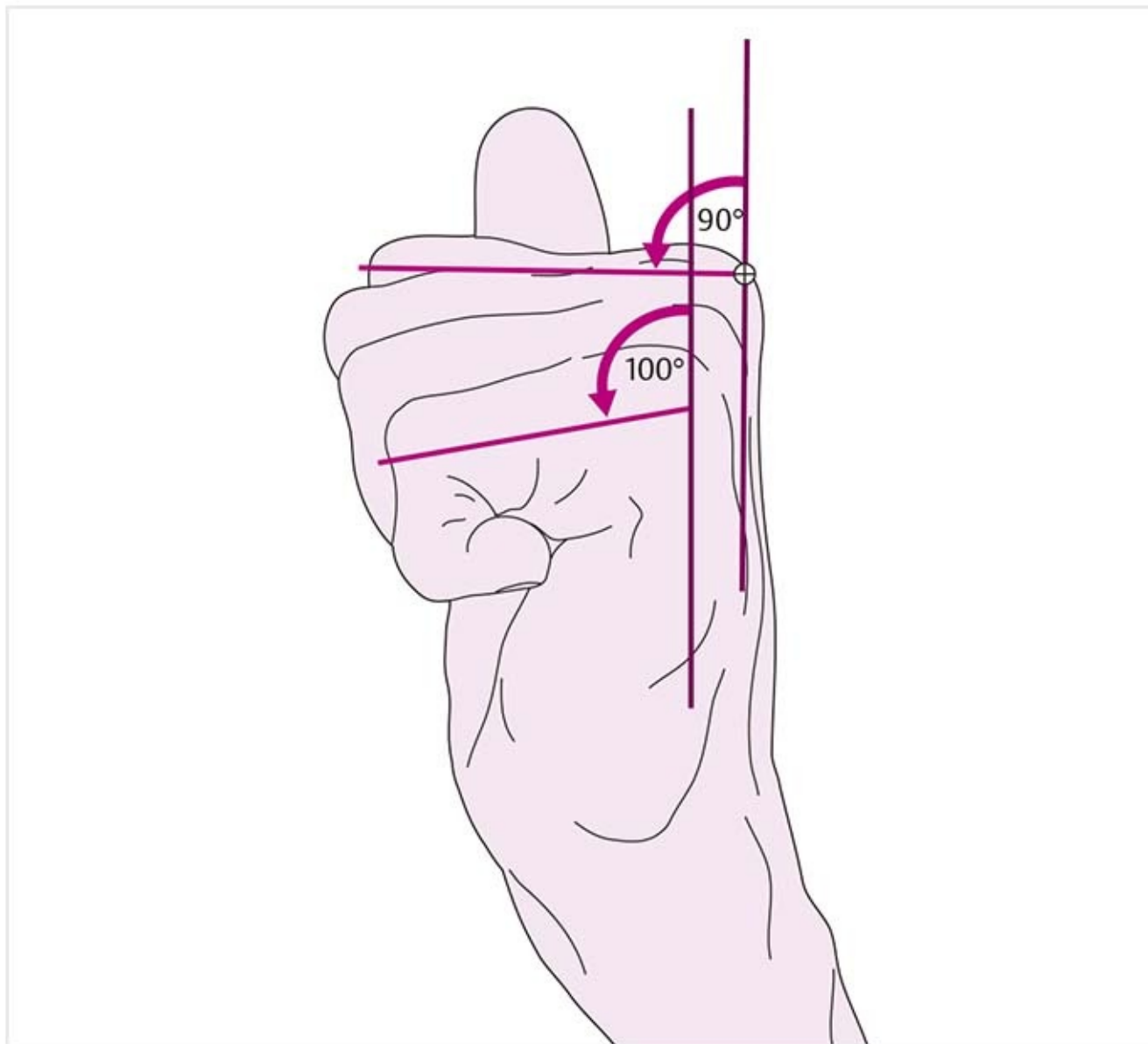


**Figura 6-70.** Ligamento colateral de la primera articulación metacarpofalángica. **(a)** En posición neutral. **(b)** En flexión.

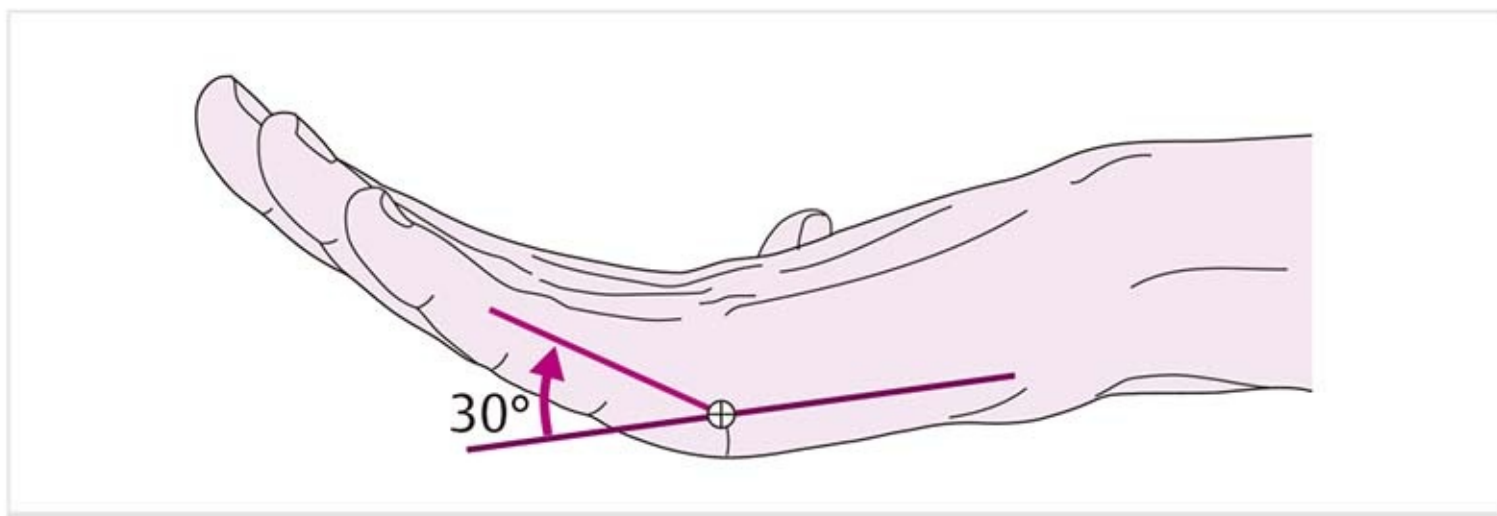
- Los ligamentos radial y cubital se dividen en dos bandas fibrosas. El ligamento colateral real es el **ligamento colateral propio**. Está fijado a la cabeza del metacarpiano y a la base de la falange proximal, por lo que discurre en dirección oblicua de dorsal a proximal y de palmar a distal.
- Dos bandas fibrosas, los **ligamentos colaterales accesorios**, uno a cada lado de la cabeza del metacarpiano, se originan un poco hacia el lado palmar y se extienden en dirección palmar hacia el hueso sesamoideo radial o cubital respectivo. Unas cuantas fibras también se fusionan con la placa de cartílago palmar.
- **Funciones de los ligamentos colaterales:** debido a los trayectos variados de los ligamentos colaterales, la tensión aumenta con la extensión y con la flexión máxima. En virtud de ello, la articulación conserva la estabilidad lateral en ambas posiciones. En la flexión ligera, todas las bandas fibrosas están relajadas, por lo que son posibles los movimientos lateral y rotatorio, que son necesarios por ejemplo para sujetar objetos.
- **Control de los huesos sesamoideos:** los huesos sesamoideos se limitan con los ligamentos colaterales accesorios. Pequeños ligamentos que se extienden desde los huesos sesamoideos hasta la cara palmar del metacarpo también contribuyen a esto. Entre los dos huesos sesamoideos se encuentra la placa de cartílago palmar, con la que se fusionan los bordes externos de los ligamentos accesorios. También se

unen con el ligamento anular. Con esta disposición que se asemeja a riendas, los huesos sesamoideos representan extremos fijos para las cabezas del músculo aductor del pulgar, que se inserta en el hueso sesamoideo cubital, y para los músculos flexores corto y largo del pulgar, que se extienden al hueso sesamoideo radial.

## Ejes de movimientos de las articulaciones metacarpofalángicas (figuras 6-71 a 6-73)



**Figura 6-71.** Flexión activa en las articulaciones metacarpofalángicas.



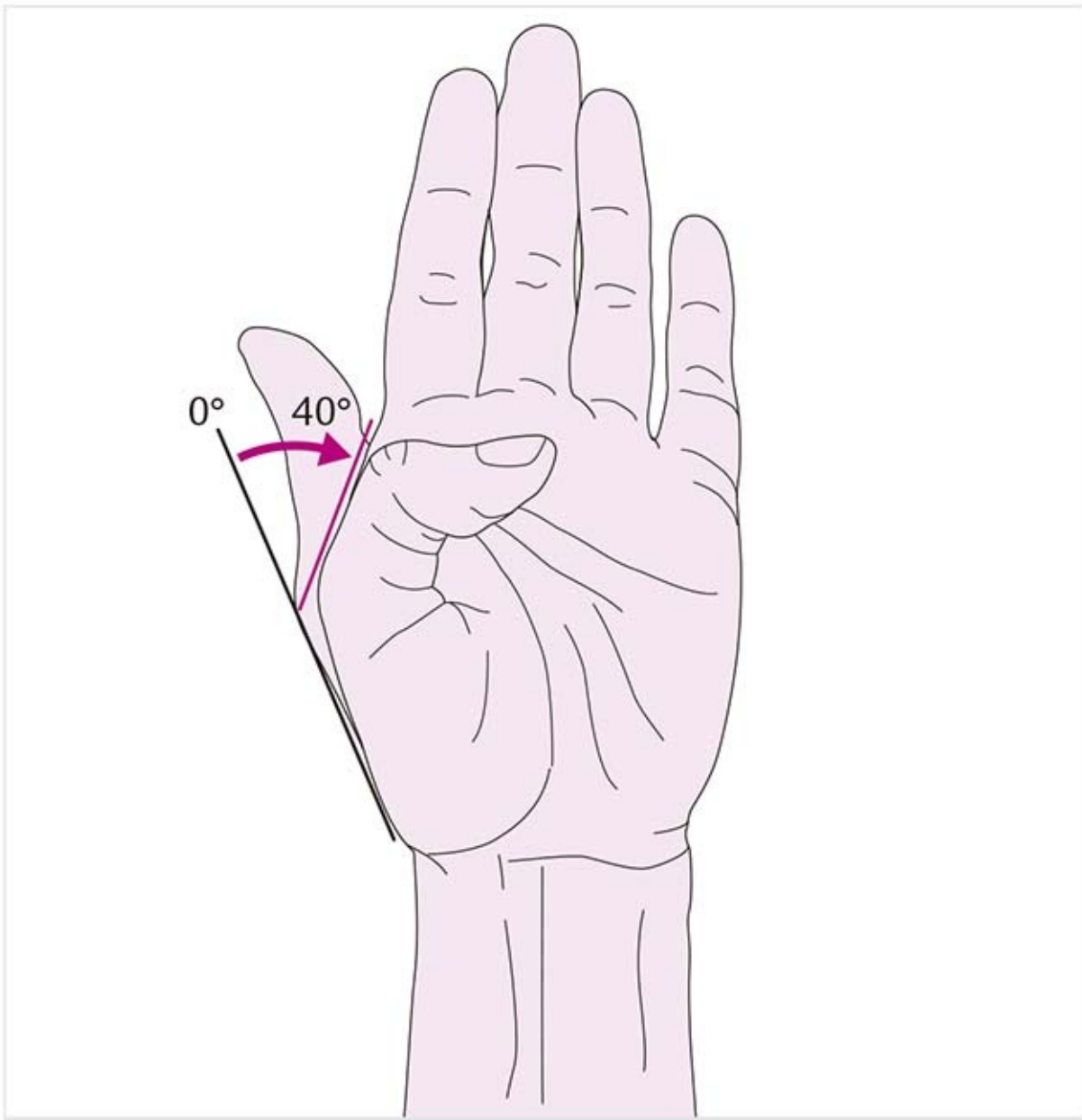


Figura 6-73. Flexión y extensión en la primera articulación metacarpofalángica.

## Eje horizontal (figuras 6-69 y 6-71)

El eje horizontal se proyecta en dirección radial a cubital y se encuentra en la cabeza del metacarpiano. La articulación rota alrededor de éste en la flexión y la extensión. Al mismo tiempo, la base de la falange adopta un movimiento deslizante en la misma dirección.

El perfil de la cabeza del metacarpiano no tiene una superficie curva uniforme, sino que es irregular en dirección dorsopalmar. Por lo tanto, el eje se desplaza en sentido dorsal a palmar conforme aumenta la flexión. Si todos los ejes se alinean uno junto al otro, el resultado es una curva elíptica.

## Flexión/extensión

- **Amplitud de movimiento activo de la segunda a la cuarta articulaciones MCF** : 90 a 100°/0 a 40° de flexión/extensión desde la posición neutra; con el movimiento pasivo aumenta 10 a 20°.

La movilidad en las articulaciones MCF mejora del dedo índice al meñique. La diferencia puede ser hasta de 20°.

Como resultado de las diferencias en la distancia que alcanza la articulación palmar en dirección proximal sobre las cabezas del segundo y tercer metacarpianos, la amplitud de movimiento de las



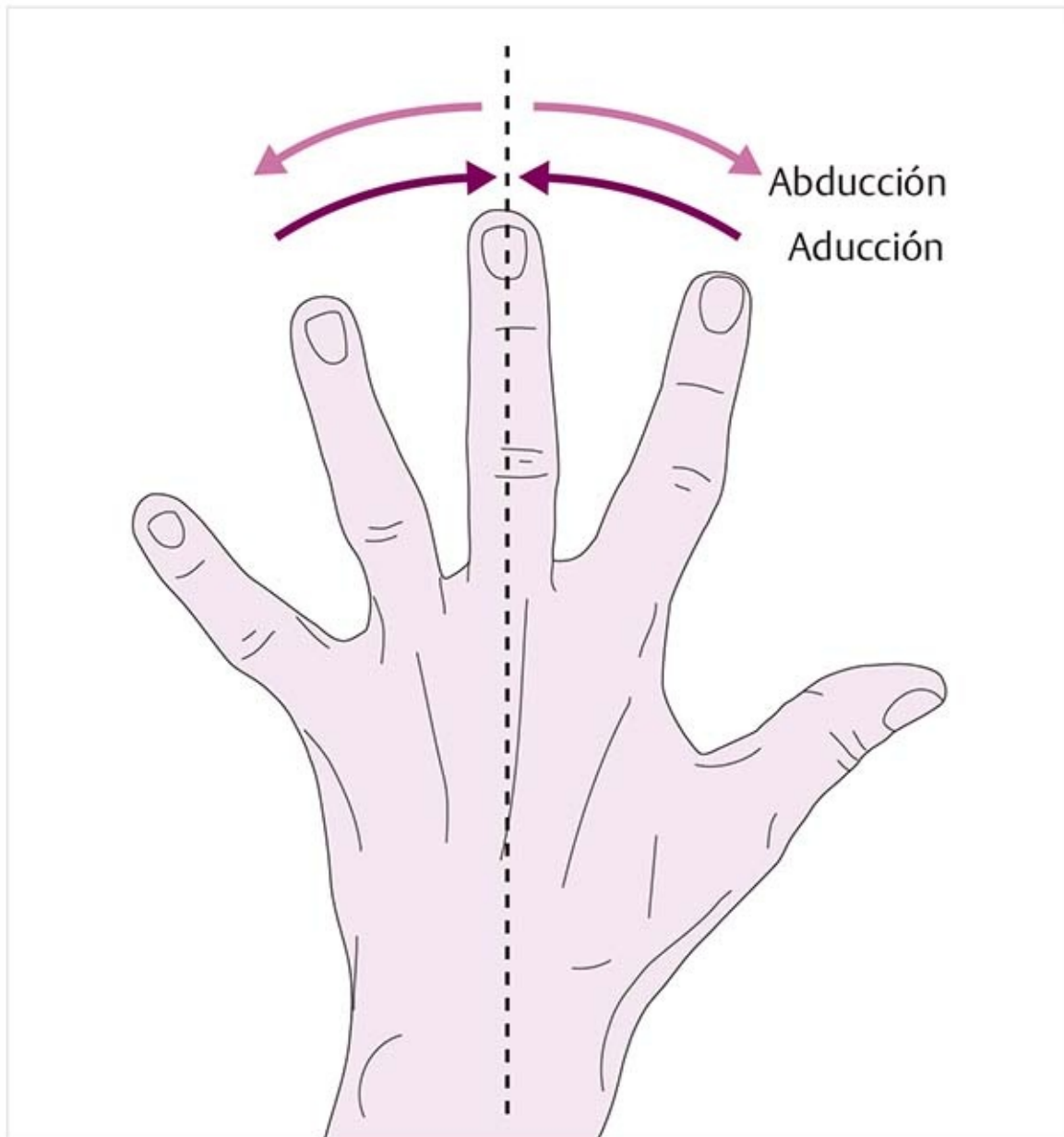
articulaciones MCF es mayor en el lado cubital de la mano que en el radial. Por lo tanto, durante la flexión se produce una ligera rotación acompañante, un giro en pronación.

- **Amplitud de movimiento** activo de la primera articulación MCF: 50°/5° de flexión/extensión desde la posición neutral; con el movimiento pasivo se alcanzan 5° más.

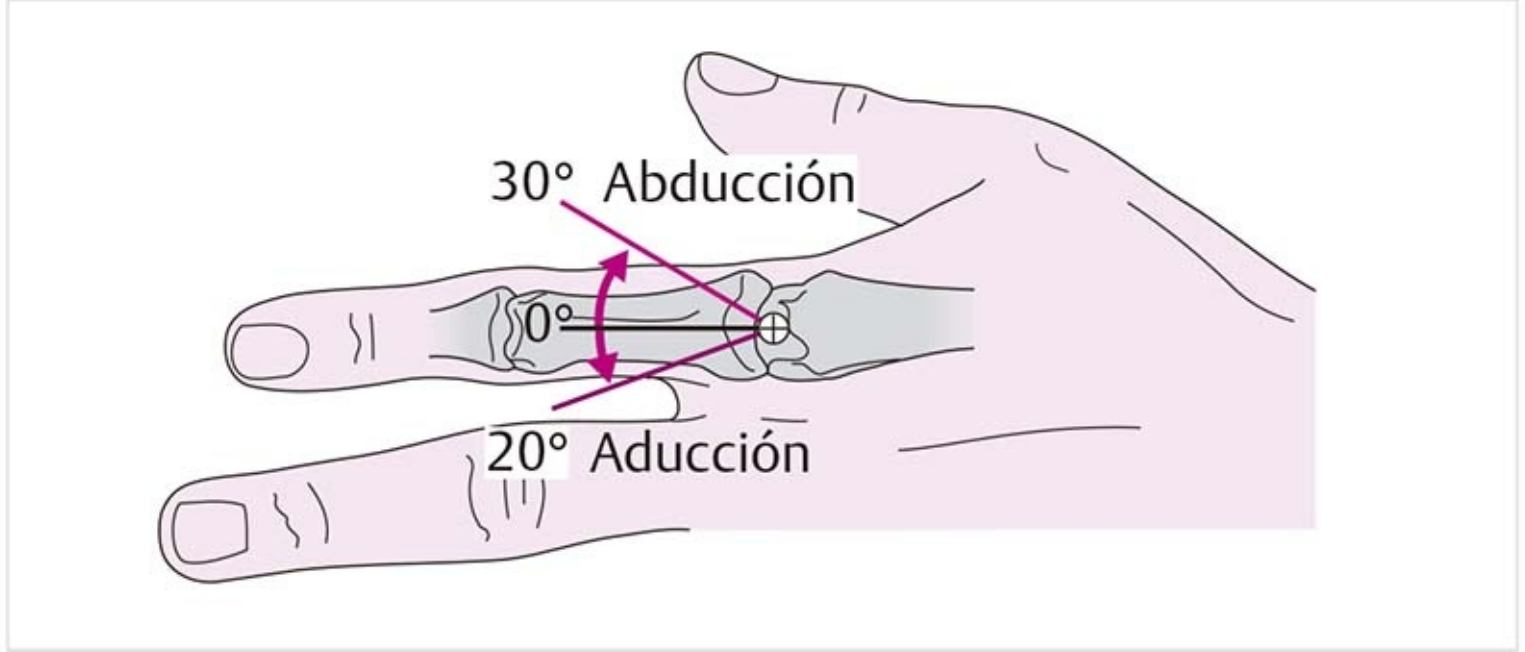
### Eje sagital

Los ejes de la abducción y la aducción discurren de dorsal a palmar y se hallan a la mitad de la cabeza del metacarpiano.

### Abducción/aducción (figuras 6-74 y 6-75)



**Figura 6-74.** Terminología para el movimiento de abducción y aducción en las articulaciones metacarpofalángicas.



**Figura 6-75.** Abducción y aducción en la segunda articulación metacarpofalángica.

La terminología para el movimiento se basa en el dedo medio. Todos los movimientos que se alejan del dedo medio se designan como “abducción” y todos los que se aproximan a éste se llaman “aducción”.

- **Amplitud de movimiento activo de la segunda a la cuarta articulaciones MCF:** 20 a 30°/10 a 20° de abducción/aducción desde la posición neutral: el movimiento pasivo alcanza 5 a 10° más.

El dedo índice tiene el movimiento laterolateral más amplio, seguido por el meñique.

La combinación de los cuatro movimientos se denomina circunducción.

- **Primera articulación MCF:** los movimientos de esta articulación sólo son pasivos y limitados; alcanzan apenas 5 a 10°.

## Eje longitudinal

El eje para la rotación corresponde al eje longitudinal del hueso metacarpiano.

## Rotación

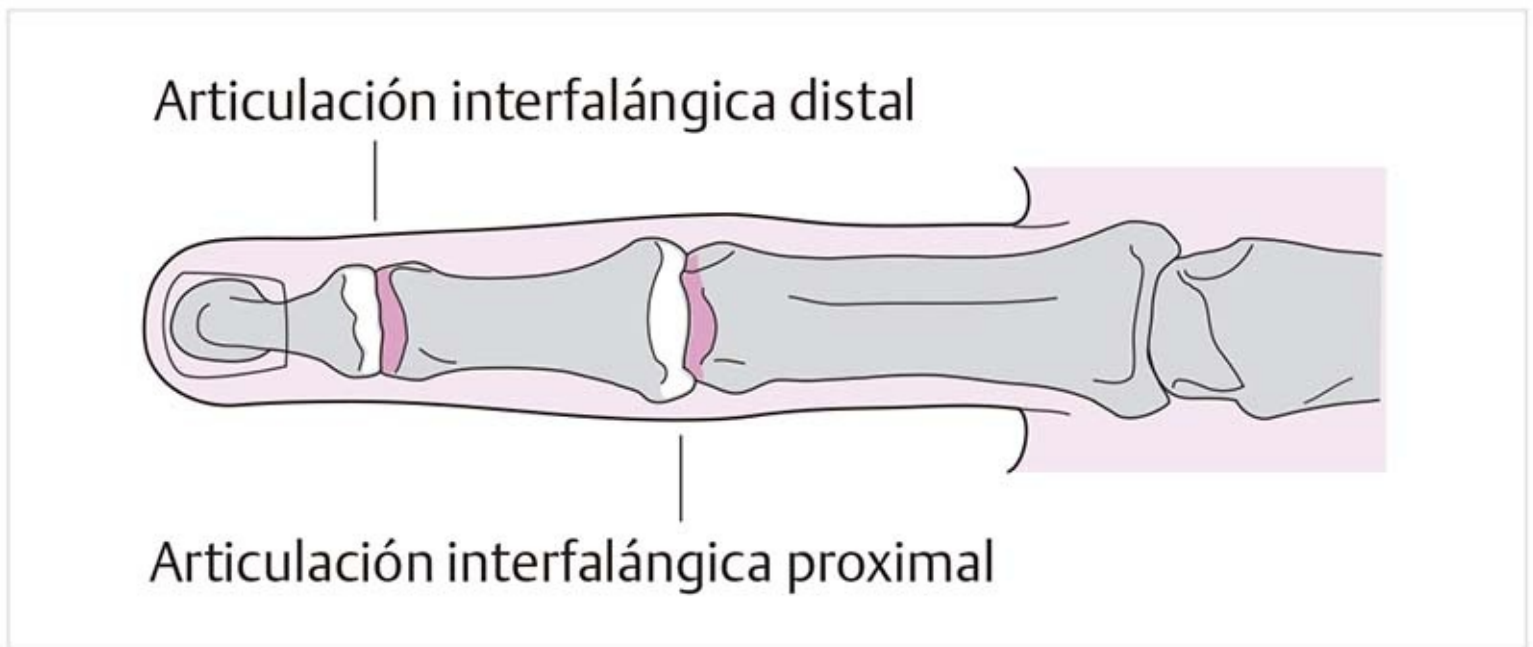
- **Segunda a quinta articulaciones MCF:** la rotación se produce como un movimiento que acompaña a la flexión, dado que la superficie articular palmar posee una forma asimétrica. Se produce una combinación de flexión y rotación, ya que hay un giro en pronación en la segunda y tercera articulaciones MCF, y un giro en supinación en la cuarta y quinta articulaciones. Sin embargo, la amplitud de movimiento es muy limitada. Una rotación axial pura sólo es posible en forma pasiva, unos 5° en cada dirección.

- **Primera articulación MCF (figura 6.76):** para sujetar con la mayor superficie palmar del pulgar posible, la rotación, que inicia en la articulación en silla de montar del pulgar, se continúa en dirección distal. Eso significa que en la oposición, la falange proximal gira hacia dentro, hacia los dedos. Sin embargo, la amplitud de movimiento de rotación es muy limitada.



**Figura 6-76.** Rotación en la primera articulación metacarpofalángica.

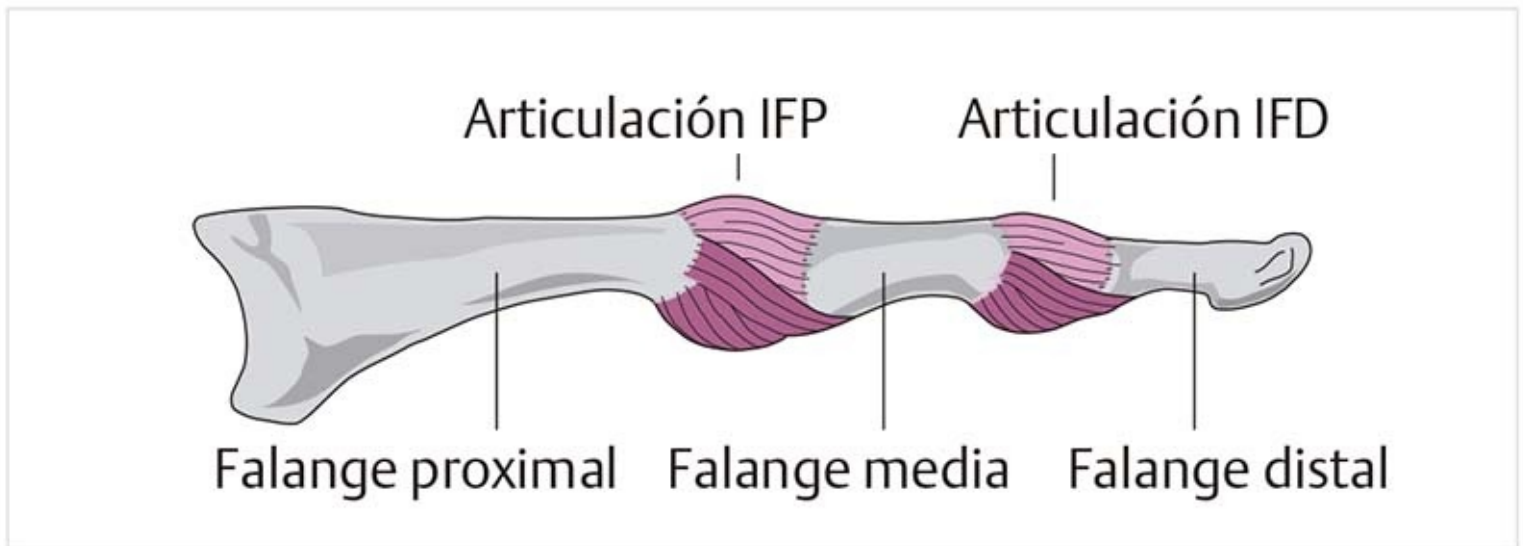
### Articulaciones interfalángicas proximal y distal (figura 6-77)



**Figura 6-77.** Articulaciones interfalángicas, proximal y distal.

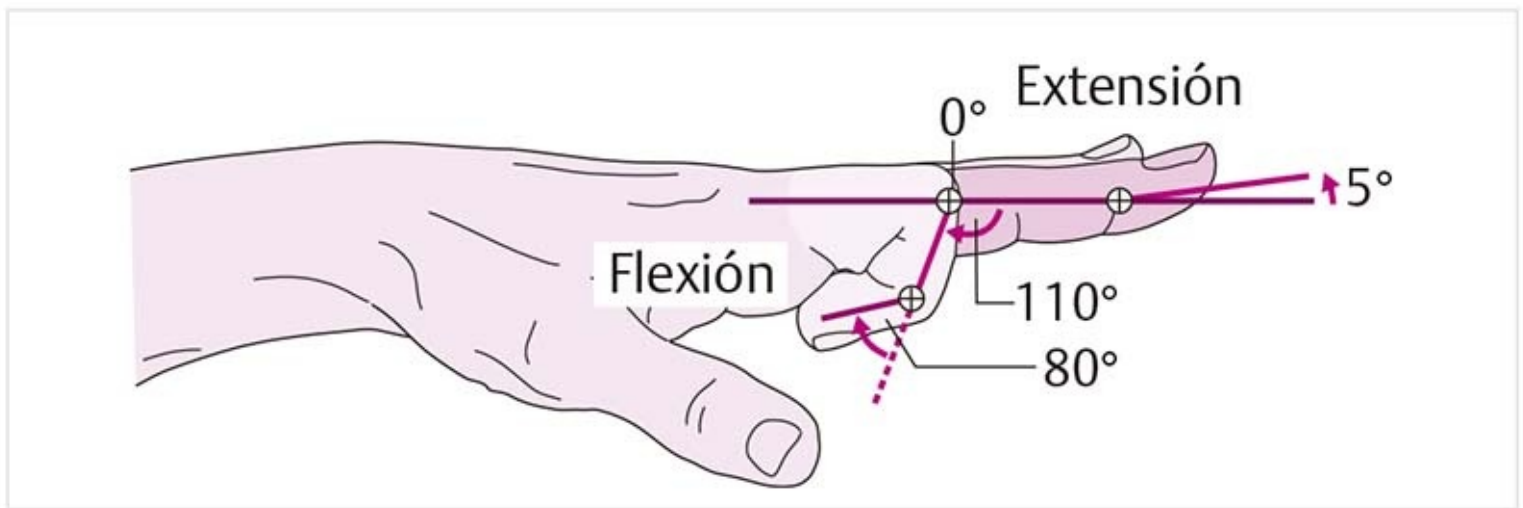
- Éstas son articulaciones de bisagra.
- Superficies articulares:

- Cóncava: la base de la falange media y distal de cada dedo tiene una pequeña cresta en la mitad de la superficie articular cóncava que se corresponde con una hendidura en su contraparte; esto aumenta la estabilidad lateral. Como en las articulaciones MCF, la superficie articular se incrementa por una pequeña placa fibrocartilaginosa.
- Convexa: las cabezas de las falanges proximal y media son convexas, con una hendidura en el medio.
- La cápsula articular es comparable a la de las articulaciones MCF.
- Los ligamentos colaterales (**figura 6-78**) se tensan en extensión y flexión máxima debido a su trayecto de la cabeza a la base y de la cabeza a la placa fibrocartilaginosa.



**Figura 6-78.** Ligamentos de las articulaciones interfalángicas proximales y articulaciones interfalángicas distales. IFD, interfalángica distal; IFP, interfalángica proximal.

- Ejes y movimientos: flexión/extensión (**figura 6-79**):

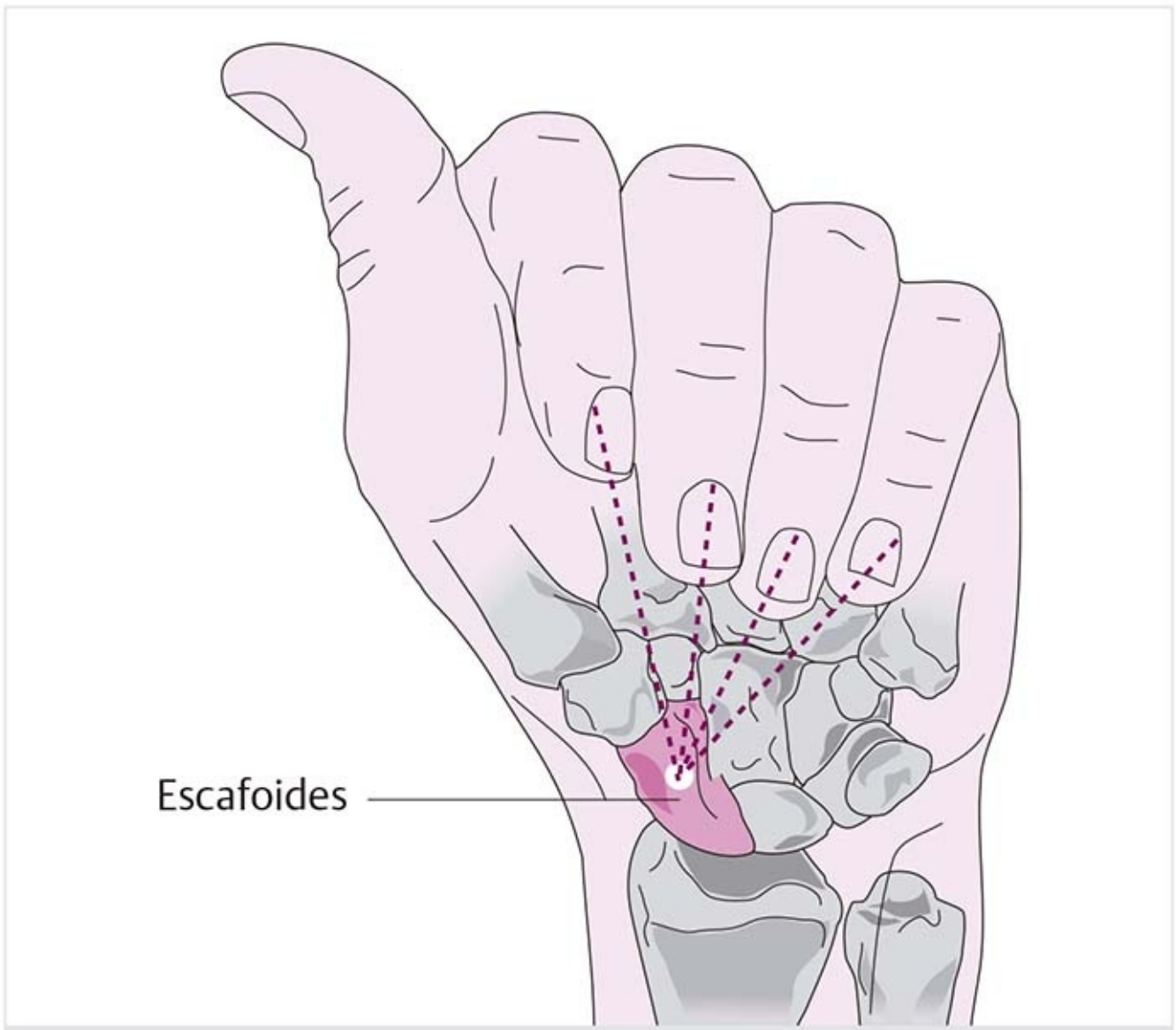


**Figura 6-79.** Flexión y extensión activas en las articulaciones interfalángicas proximales y las articulaciones interfalángicas distales.

IFP: 110°/0° desde la posición neutral

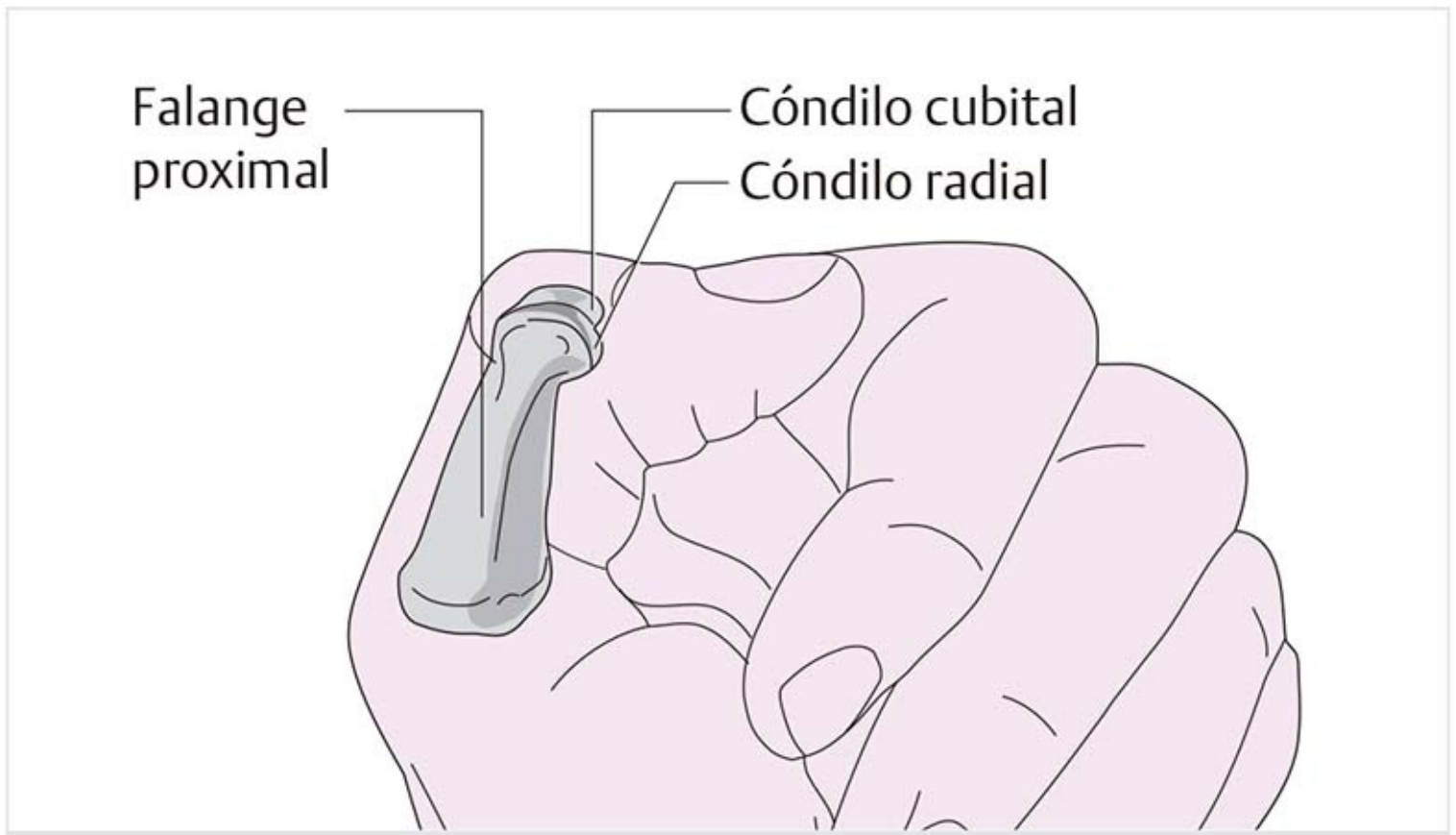
IFD: 70-80°/5° desde la posición neutral (extensión pasiva: 30°)

- El eje de cada articulación se encuentra en la pareja articular proximal.
- La vista palmar de la mano con las articulaciones MCF e IFP flexionadas muestra que las puntas de los dedos meñique y anular apuntan más o menos en dirección radial oblicua. La dirección de la punta de los dedos señala al hueso escafoides; esta relación participa en los movimientos efectuados en la oposición (**figura 6-80**).



**Figura 6-80.** Orientación de los dedos hacia el hueso escafoides durante la flexión.

### **Articulación interfalángica del pulgar (figura 6-81)**



**Figura 6-81.** Extremo distal de la primera falange proximal.

- La cápsula y ligamentos son comparables a los de las articulaciones IFP e IFD.
- Características especiales: el final de la falange proximal es irregular y la parte cubital del condilo es un poco más gruesa. Por ello, el ligamento colateral cubital se tensa antes que el lateral. Esto significa que el movimiento en la parte radial de la articulación es mayor, lo que produce orientación palmar de la superficie interna del pulgar. Esto continúa la tendencia del pulgar descrita antes para rotar, lo cual mejora la función de prensión (**figura 6-82**).

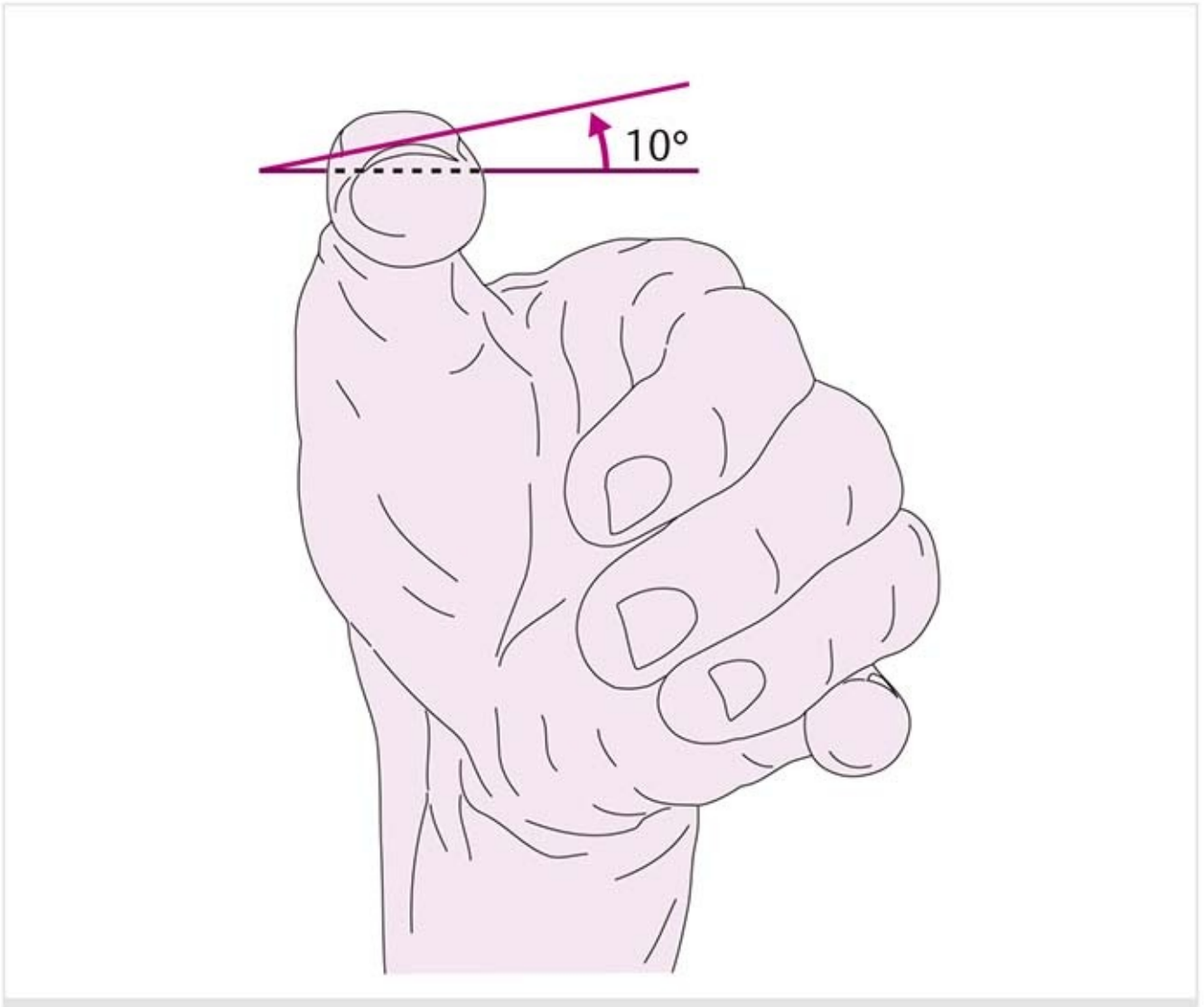
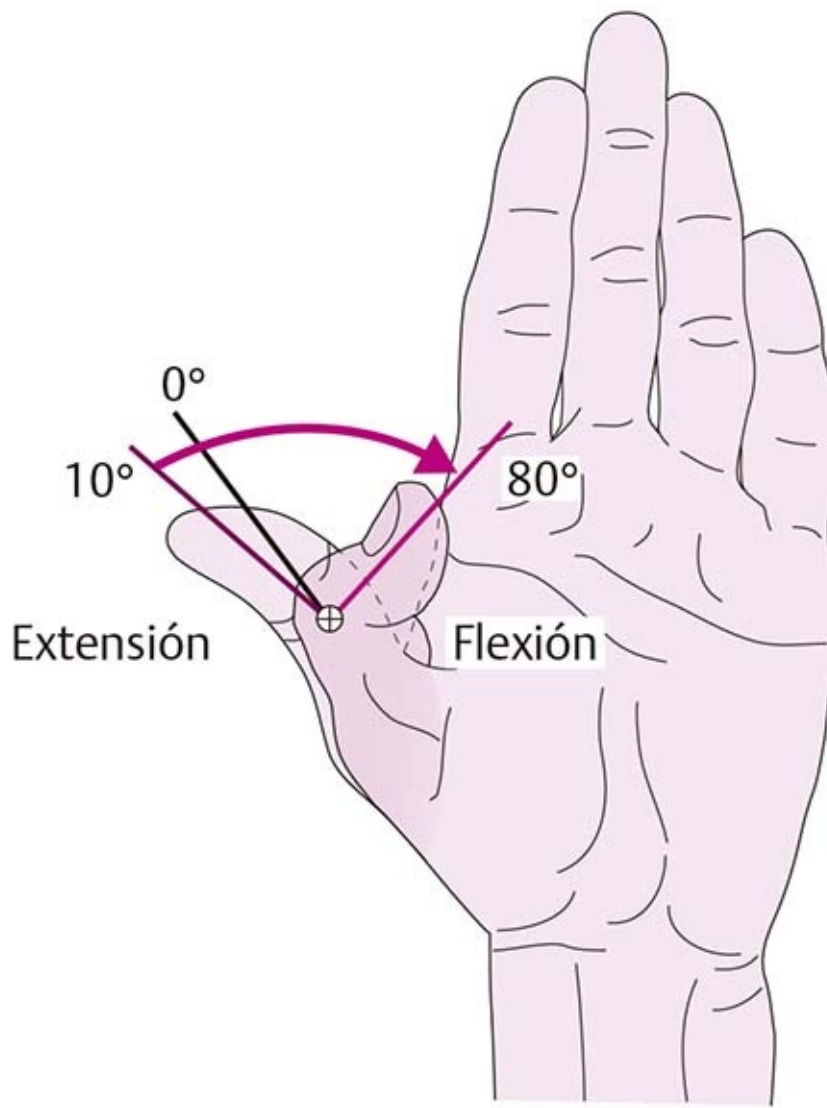


Figura 6-82. Inclinación de la primera falange distal en flexión.

• **Amplitud de movimiento (figura 6-83):**



**Figura 6-83.** Flexión y extensión activas en la primera articulación interfalángica.

Flexión/extensión: activa 80°/5 a 10° desde la posición neutral; pasiva: 100°/30° desde la posición neutral.

### **6.2.16 Músculos del dedo: extensores (figura 6-84)**



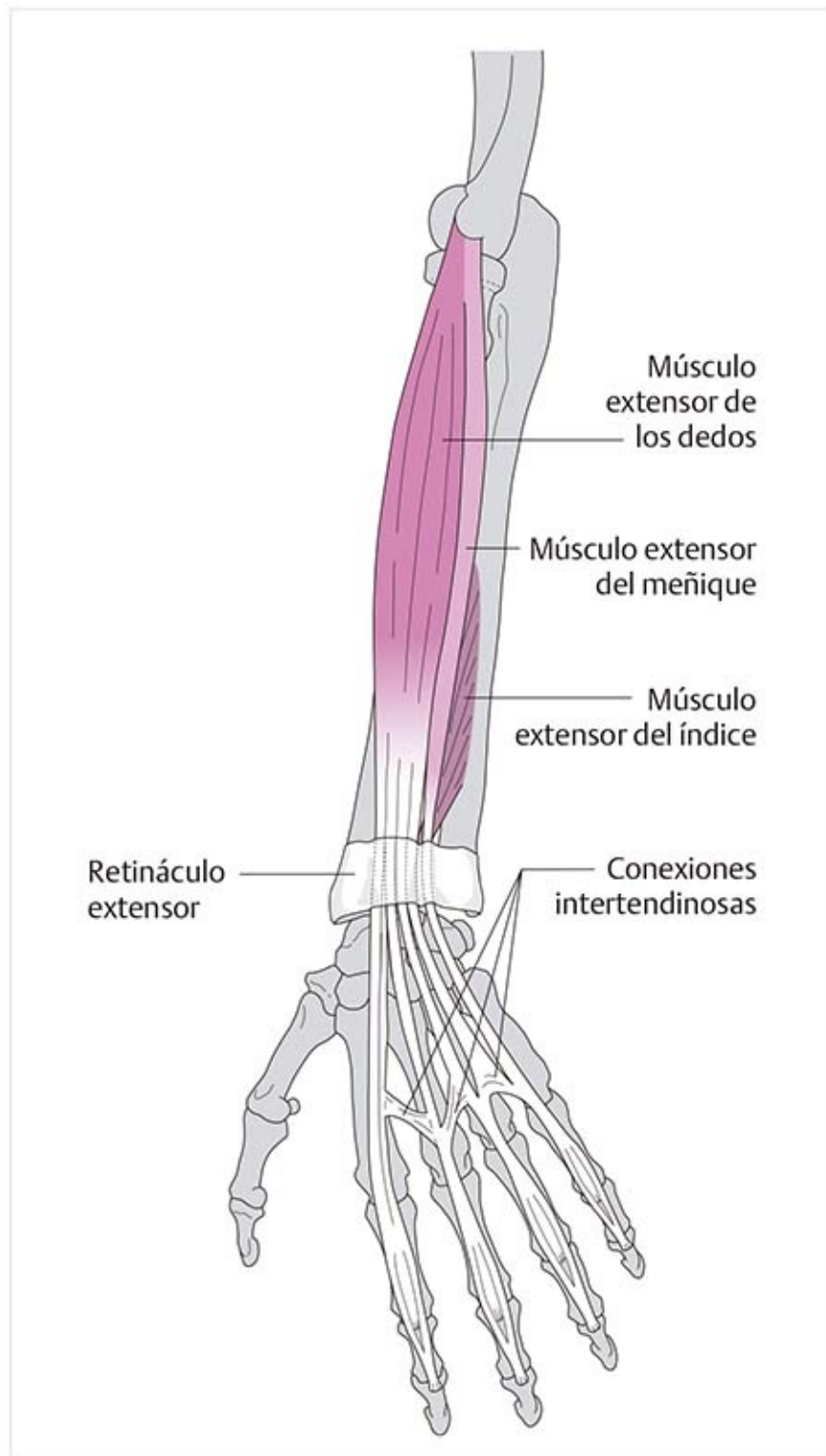


Figura 6-84. Extensores de los dedos.

## Músculo extensor de los dedos

- Tiene cuatro tendones, uno para cada dedo.
- Discurren por el cuarto compartimiento tendinoso.
- Proximal a las articulaciones MCF, los tendones se conectan mediante bandas fibrosas transversales llamadas **conexiones intertendinosas** que limitan los movimientos de los dedos individuales.
- En su parte distal, cada tendón se divide en tres partes: una banda central de fibras que se extiende hasta la base de la falange media. Distal a las articulaciones MCF se emiten dos ramas laterales que proyectan fibras a los ligamentos colaterales al nivel de las articulaciones IFP y se insertan en la base de la falange distal.

- Forman la aponeurosis dorsal, que se conecta con la cápsula de las articulaciones MCF.

### **Funciones:**

- Extiende todas las articulaciones de los dedos y el principal efecto se produce en las articulaciones MCF por la conexión de la aponeurosis dorsal con la cápsula y la falange proximal. El músculo extensor de los dedos tracciona la aponeurosis dorsal en dirección proximal, lo que hace posible que los músculos lumbricales e interóseos extiendan los dedos. Cuando se relaja, la aponeurosis se mueve en dirección distal y los músculos intrínsecos pueden flexionar la articulación MCF.
- Produce dorsiflexión de la mano.
- Ayuda a la abducción cubital.

Patología
En la artritis reumatoide puede haber colapso de los huesos radiales del carpo, lo que produce una desviación radial de la mano. Esto produce un cambio en el trayecto del tendón extensor en la zona de la articulación MCF hacia el lado cubital, lo que a su vez ocasiona <b>desviación cubital</b> de los dedos y formación de una “deformidad en zigzag”.

### **Músculo extensor del índice**

- Este músculo también pasa por el cuarto compartimiento tendinoso.
- Al nivel de la articulación mediocarpiana se extiende a la aponeurosis dorsal del dedo índice desde el lado cubital y se une con el tendón del músculo extensor de los dedos.

### **Funciones:**

- Extensión aislada del dedo índice.
- Dorsiflexión de la mano.
- Contribuye a la abducción radial.

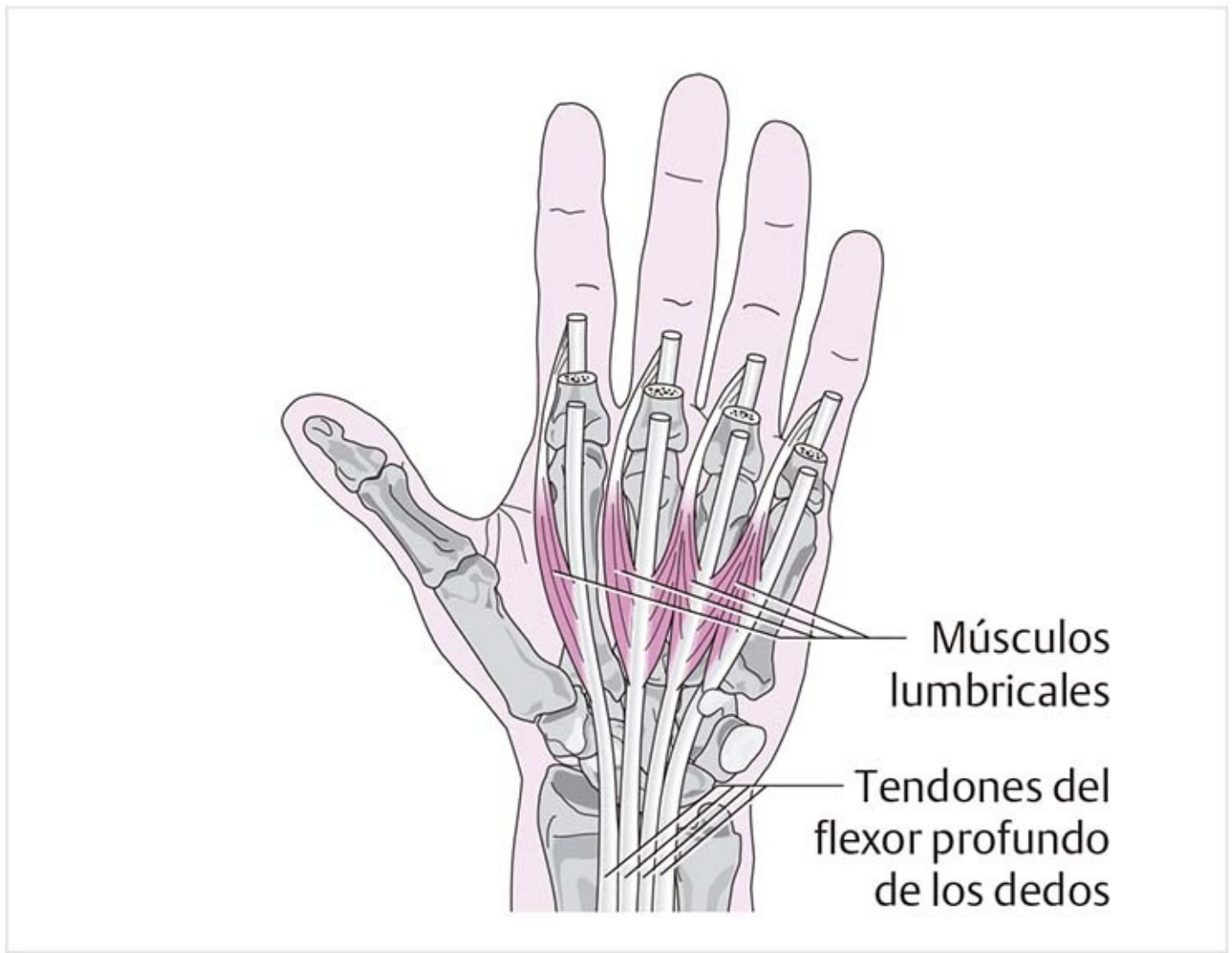
### **Músculo extensor del meñique**

- Se une con el músculo extensor de los dedos.
- Discurre por el quinto compartimiento tendinoso.
- Su tendón terminal participa en la formación de la aponeurosis dorsal y discurre en posición cubital al músculo extensor de los dedos.

### **Funciones:**

- Extensión de todas las articulaciones del meñique.
- Abducción del meñique.
- Dorsiflexión y abducción cubital de la mano.

### **Músculos lumbricales (figura 6-85)**

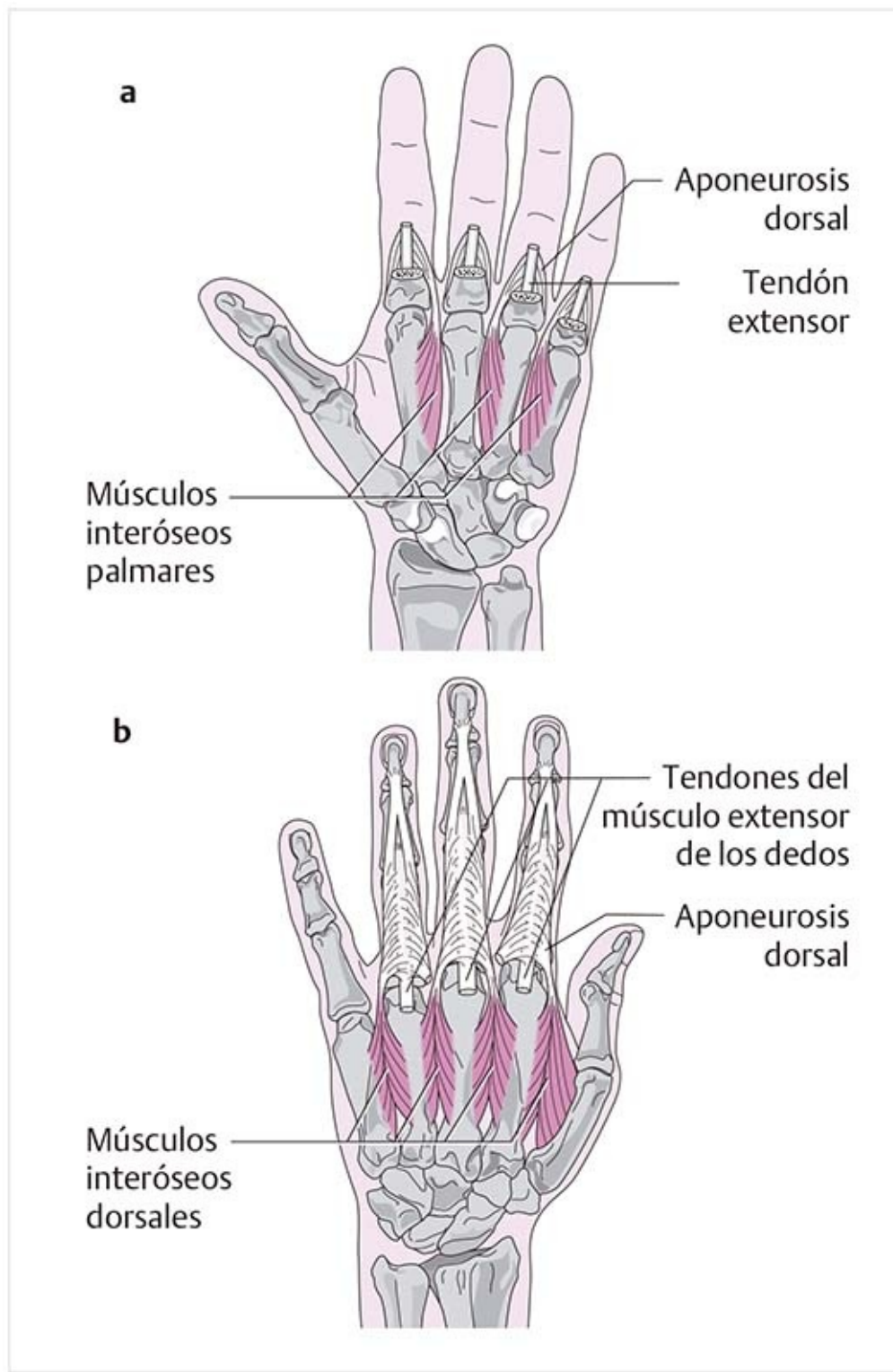


**Figura 6-85.** Músculos lumbricales (vista palmar).

- El primero y el segundo músculos lumbricales surgen del borde radial del tendón del músculo flexor profundo de los dedos. El tercero y cuarto músculos lumbricales a menudo son peniformes y se originan en los bordes cubital y radial de los tendones flexores.
- Se insertan en el borde radial de la cápsula de la articulación MCF y con una banda del tendón largo, la **parte oblicua**, en la zona radial de la aponeurosis dorsal de cada uno de los cuatro dedos.

**Función.** Debido a la conexión con las bandas radiales de la aponeurosis radial, su función principal es la extensión de las articulaciones interfalángicas. También producen una fuerza mínima para la flexión de las articulaciones MCF, que también estabilizan.

### **Músculos interóseos palmares (figura 6-86a)**



**Figura 6-86.** Músculos interóseos. **(a)** Músculos interóseos palmares (vista palmar). **(b)** Músculos interóseos dorsales (vista dorsal).

- El primer músculo interóseo palmar se origina en el lado cubital del segundo hueso metacarpiano y el segundo y el tercer músculos parten del lado radial del cuarto y quinto metacarpianos. Se extienden con tendones largos como bandas interóseas en la aponeurosis dorsal de los dedos índice, medio y anular. Una pequeña rama de cada músculo interóseo se extiende a la cápsula de la articulación MCF y a la base de la falange proximal del mismo dedo.

• Los interóseos palmares se encuentran entre los huesos metacarpianos en un plano más profundo.

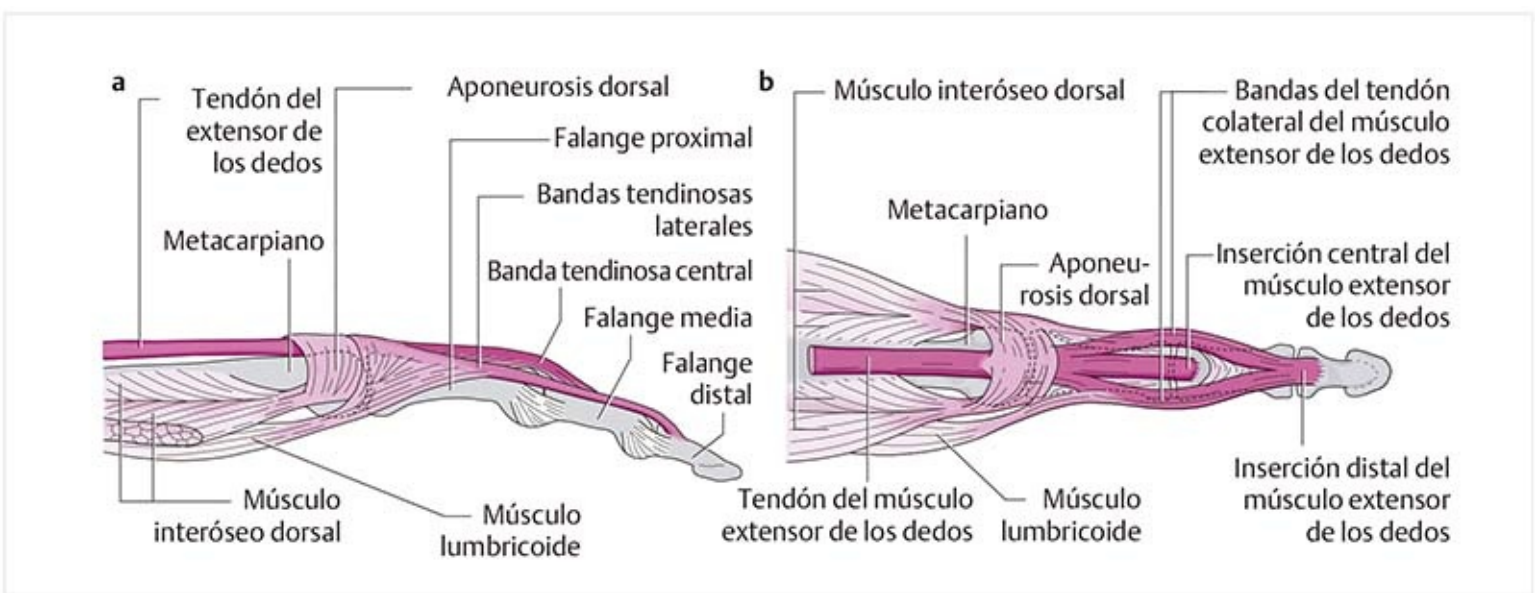
**Función.** Abducción del dedo, flexión de la falange proximal y extensión en las articulaciones interfalángicas.

### **Músculos interóseos dorsales (figura 6-86b)**

- Consisten en cuatro músculos, cada uno con dos cabezas.
- Se originan con dos cabezas de las superficies laterales opuestas de los huesos metacarpianos y se extienden con bandas tendinosas largas hacia la banda lateral de la aponeurosis dorsal correspondiente.
- En su trayecto a la palma, la arteria radial pasa por el espacio entre las dos cabezas del primer músculo interóseo dorsal.

**Función.** Abducción del dedo. Producen flexión de la falange proximal porque discurren por la parte palmar al eje de flexión, y extensión en las articulaciones interfalángicas porque se unen con la aponeurosis dorsal.

**Aponeurosis dorsal del dedo (figura 6-87)**



**Figura 6-87.** La aponeurosis dorsal con inserciones musculares. (a) Vista radial. (b) Vista dorsal.

Los tendones de los extensores de los dedos, índice y meñique, y los interóseos y lumbricales se extienden hasta la **aponeurosis dorsal**. Ésta es una hoja o placa tendinosa (aponeurosis) que se integra con bandas fibrosas imbricadas de tejido conectivo. Comienza en la articulación MCF y alcanza la base de la falange distal. Tiene forma triangular, ancha en la parte proximal y estrechada en la distal.

La banda central está formada por el tendón del músculo extensor del dedo. El tejido fibrocartilaginosa se incluye en la parte lateral de la aponeurosis de frente a la articulación sobre las articulaciones MCF e IFP, lo que sugiere una adaptación al aumento de las fuerzas compresivas durante la extensión. Los músculos interóseos se irradian hacia la aponeurosis desde la parte lateral y los músculos lumbricales desde la palmar. La **parte oblicua** está formada por bandas fibrosas con dirección oblicua que alcanzan la parte dorsal desde el músculo lumbricales. Los músculos interóseos forman bandas transversales de fibras, la **parte transversal**. En el lado palmar, las bandas interóseas se unen con la placa fibrocartilaginosa palmar de la articulación MCF y con el ligamento transversal profundo del metacarpo.

La parte distal de la aponeurosis consiste en las bandas tendinosas colaterales del músculo extensor de los dedos, que termina en la base de la falange distal.

La aponeurosis dorsal es un mecanismo estabilizador importante. Las conexiones con los músculos intrínsecos y ligamentos a los lados mantienen centrados las aponeurosis y los tendones extensores. Además, la conexión con el lado palmar contribuye a la estabilidad lateral.

**Patología**

**Deformidades en la artritis reumatoide**  
 En la artritis reumatoide pueden desarrollarse varias deformidades por la destrucción de las articulaciones y el aparato ligamentoso.

**Deformidad en ojal (figura 6-88a)**

La deformidad en ojal se produce en la articulación IFP por destrucción de la banda tendinosa central de la aponeuosis dorsal. Ambas partes de las bandas laterales pierden sus líneas de control y se deslizan en dirección palmar. En esta posición, flexionan las articulaciones IFP y extienden las IFD. La cabeza de la falange proximal empuja por el espacio en las aponeuosis como un botón a través de un ojal.

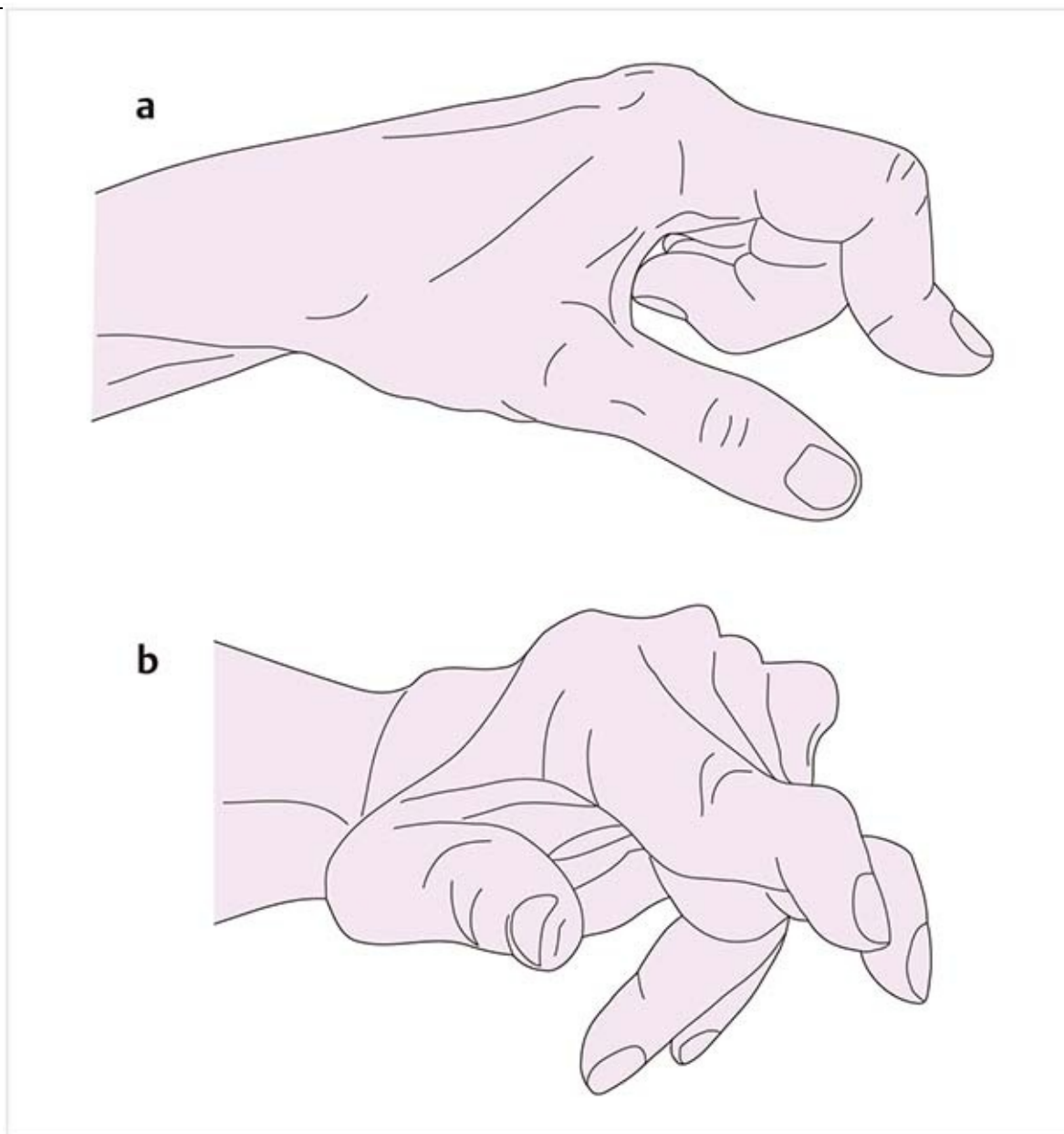
Tratamiento: el tratamiento conservador puede ayudar si la deformidad es mínima. Para mantener la banda lateral en la posición correcta, la flexión en la articulación IFD debe realizarse de manera consistente con la articulación IFP en extensión. Esto se mantiene con el uso de una férula por la noche que fija la articulación MCF en una flexión de 30° y la articulación IFO en extensión, lo que conserva el movimiento libre de la articulación IFD.

El tratamiento quirúrgico implica el acortamiento del haz intermedio con reposición y fijación de la banda lateral.

**Deformidad en cuello de cisne (figura 6-88b)**

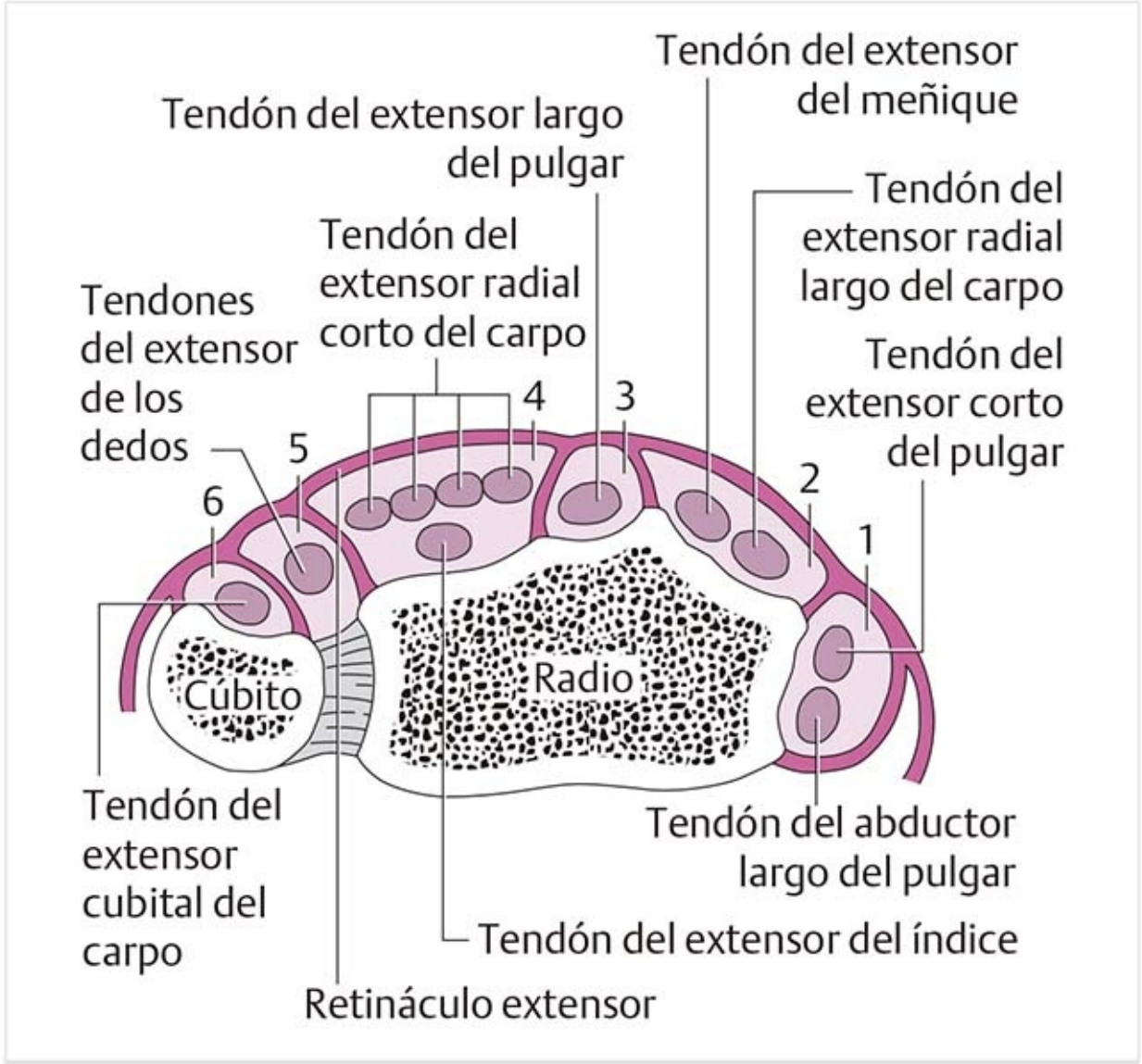
La deformidad en cuello de cisne se produce por pérdida del balance entre los flexores y los extensores. Debido al colapso de los huesos del carpo y la subluxación de la articulación MCF en dirección palmar, la parte transversal de la aponeuosis dorsal se desvía en la misma dirección. A causa de esto, los músculos intrínsecos (p. ej., músculos interóseos) quedan a tensión y producen flexión en la articulación MCF con hiperextensión de la articulación IFP. Además, las bandas colaterales del tendón extensor pueden volverse inadecuadas, por lo que predomina el flexor profundo de los dedos, que tira de la falange distal y la flexiona.

El tratamiento quirúrgico se basa en la causa. Casi siempre incluye reconstrucción y fijación de los tendones y partes de la estructura ligamentosa. En casos extremos se considera la artrodesis de la articulación IFD.

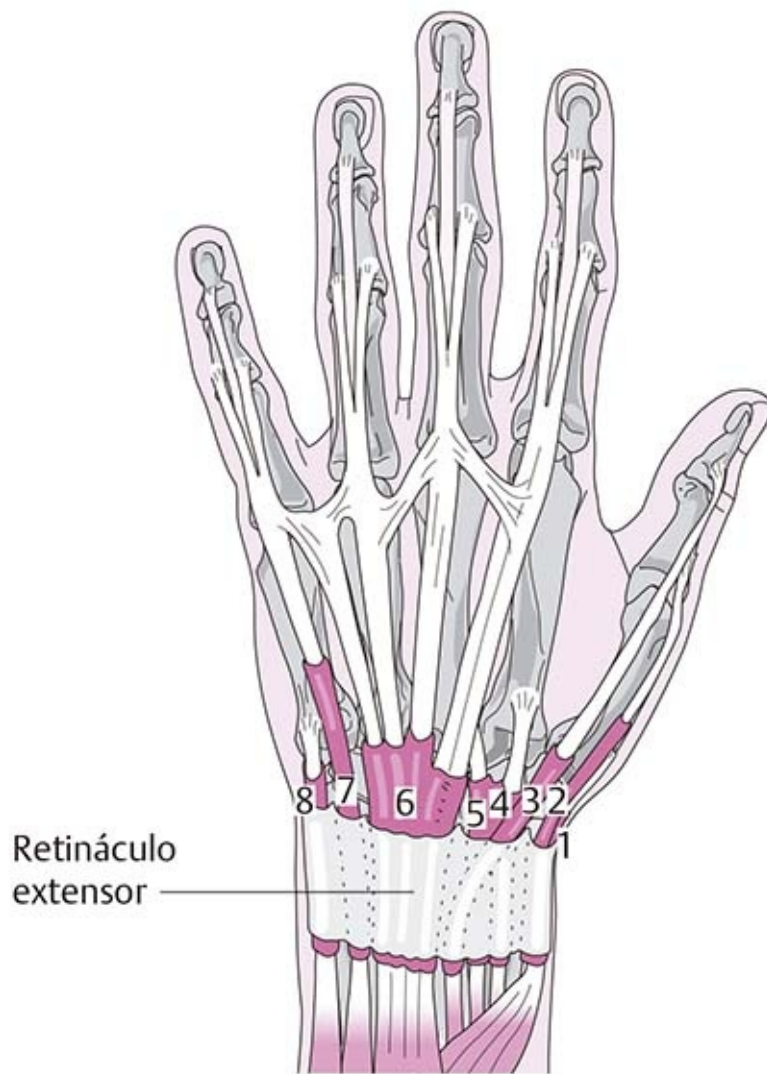


**Figura 6-88. (a) Deformidad en ojal. (b) Deformidad en cuello de cisne.**

## Compartimientos tendinosos dorsales y vainas tendinosas (figuras 6-89 y 6-90)



**Figura 6-89.** Los compartimientos tendinosos dorsales de la mano en un corte transversal.



Retináculo  
extensor

- 1 = Vaina tendinosa, músculo abductor largo del pulgar
- 2 = Vaina tendinosa, músculo extensor corto del pulgar
- 3 = Vaina tendinosa, músculo extensor largo del pulgar
- 4 = Vaina tendinosa, músculo extensor radial largo del carpo
- 5 = Vaina tendinosa, músculo extensor radial corto del carpo
- 6 = Vaina tendinosa, músculos extensor de los dedos y extensor del índice
- 7 = Vaina tendinosa, músculo extensor del meñique
- 8 = Vaina tendinosa, músculo extensor cubital del carpo

**Figura 6-90.** Vainas tendinosas dorsales de la mano.

El retináculo del músculo extensor abarca la parte distal dorsal del antebrazo y una parte de la fila proximal de los huesos del carpo. Su función es mantener los tendones dorsales en su sitio en el antebrazo. Seis tabiques de tejido conectivo colocados en forma vertical se extienden desde la parte inferior del retináculo en dirección palmar y se insertan en el radio y el cúbito.

Éstos forman los canales osteofibróticos que determinan los trayectos de los tendones. Las fibras profundas del retináculo forman el piso de los compartimientos tendinosos.

El **primer compartimiento tendinoso** se localiza en la cara lateral del radio e incluye los tendones de los músculo abductor largo del pulgar y extensor corto del pulgar. Cada tendón está rodeado por una vaina sinovial que es más larga para el extensor que para el abductor.

En el **segundo compartimiento tendinoso**, el tendón del músculo extensor radial largo del carpo pasa



por la parte radial y el del músculo extensor radial corto del carpo por el lado cubital. La vaina tendinosa que los rodea casi siempre se dispone de tal manera que la vaina fibrosa envuelve ambos tendones, mientras que la vaina sinovial rodea cada tendón en forma individual.

En el **tercer compartimiento tendinoso**, el músculo extensor largo del pulgar discurre en dirección distal. Proximal al tubérculo dorsal del radio, pasa en sentido longitudinal y luego se desvía en dirección radial en un arco alrededor del tubérculo, por lo que se dispone sobre los tendones del segundo compartimiento tendinoso. Su vaina tendinosa llega a un punto muy distal, hasta la articulación en silla de montar del pulgar.

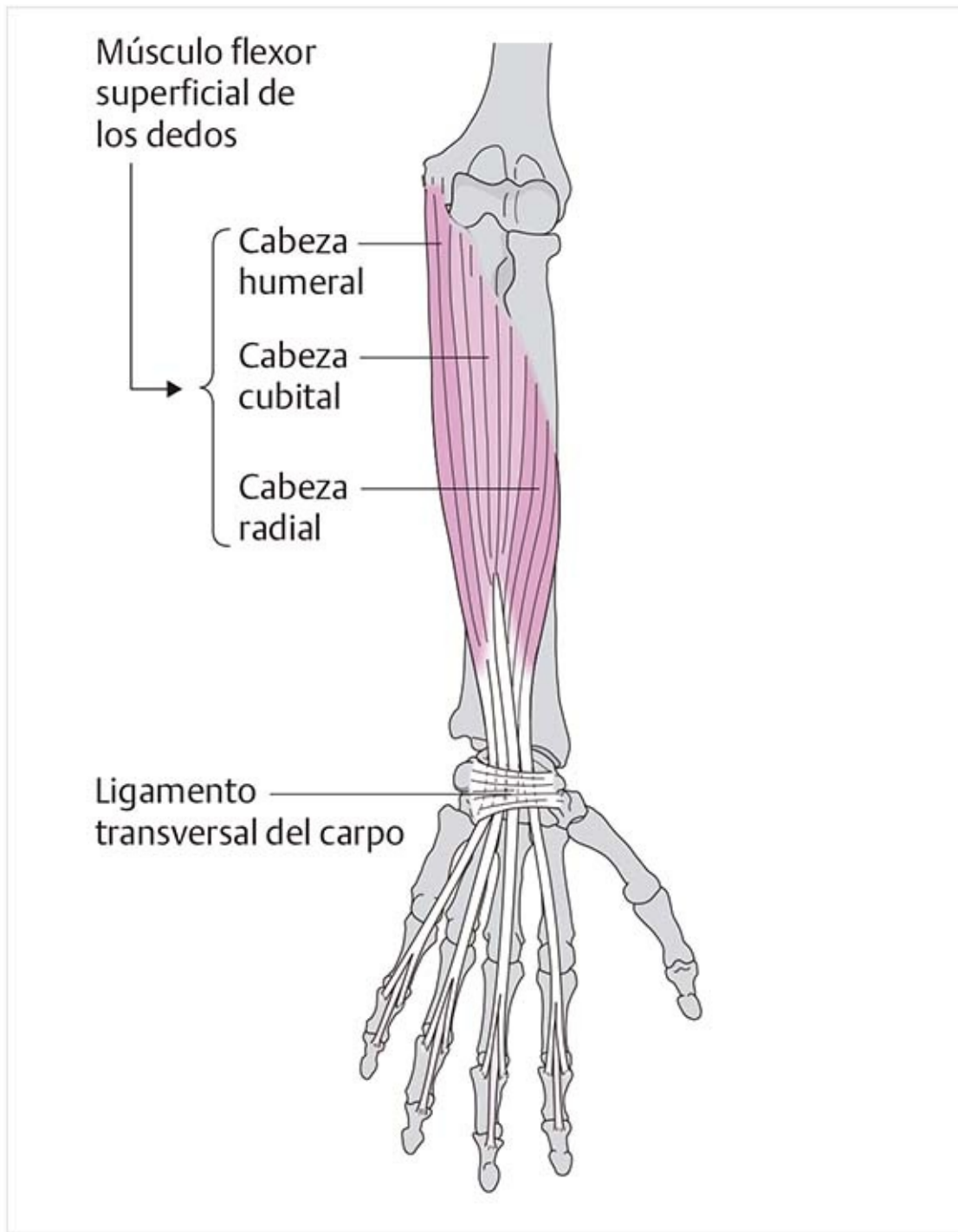
El **cuarto compartimiento tendinoso** contiene los tendones de los músculos extensor de los dedos y extensor del índice. En comparación con los otros tendones, el extensor del índice discurre en un plano más profundo, sobre el piso del compartimiento. Todos los tendones de este compartimiento están envueltos por una vaina tendinosa común.

El **quinto compartimiento tendinoso** cruza sobre la articulación radiocubital distal y lleva al músculo extensor del meñique en dirección distal. Su vaina tendinosa es muy larga y puede llegar hasta la mitad del hueso metacarpiano.

El **sexto compartimiento tendinoso** se localiza en el lado cubital y contiene el músculo extensor cubital del carpo. La vaina tendinosa que lo envuelve comienza proximal al retináculo y termina en un punto posterior al borde distal del retináculo.

## 6.2.17 Músculos del dedo: flexores

### Músculo flexor superficial de los dedos (figura 6-91)



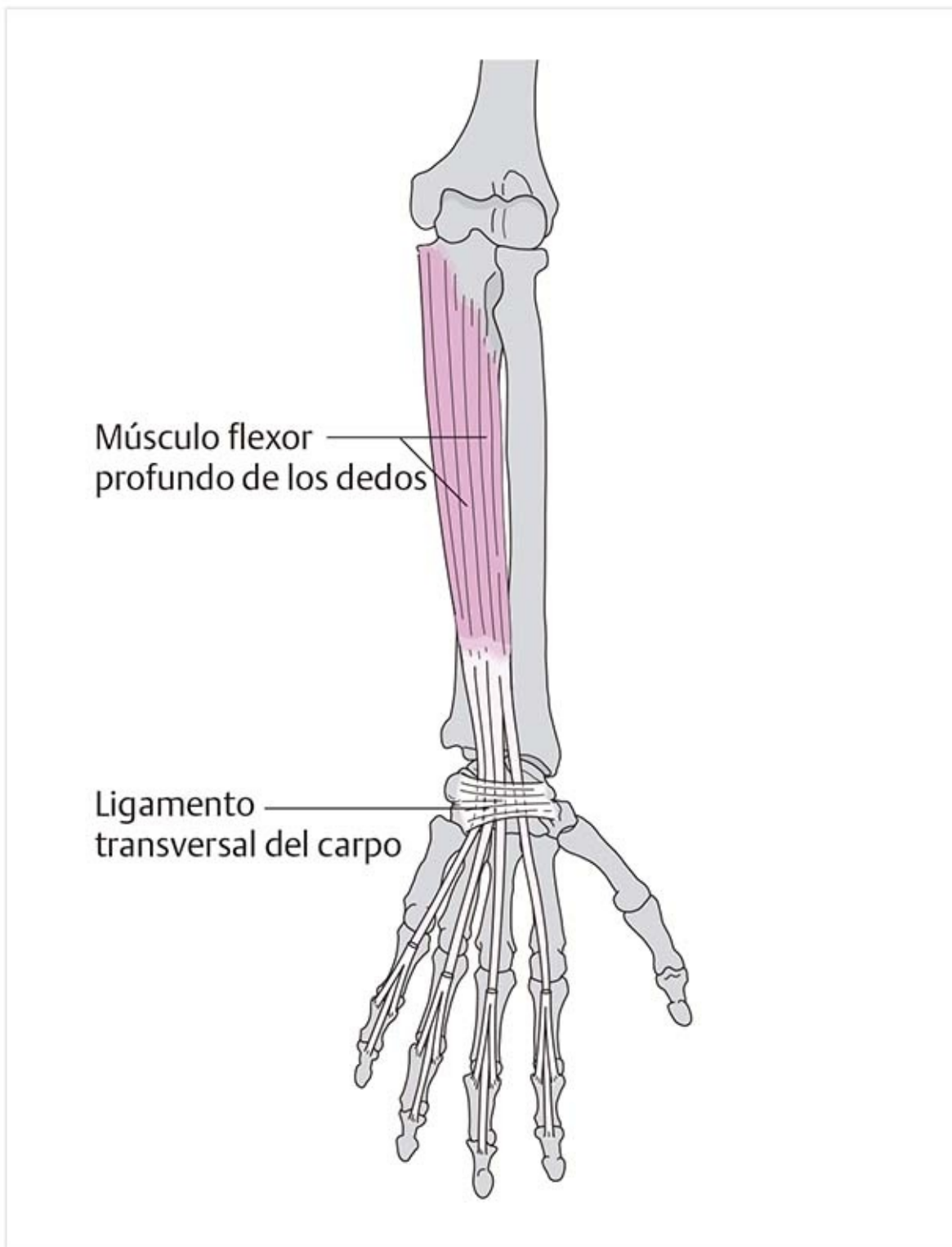
**Figura 6-91.** Músculo flexor superficial de los dedos.

- Este músculo tiene dos cabezas: la cabeza humerocubital y la cabeza radial. La cabeza humerocubital se origina en el epicóndilo medial del húmero, el aparato cápsula-ligamento cubital y el borde medial de la apófisis coronoides del cúbito. La cabeza radial se origina en el radio, distal a la tuberosidad radial. Se extiende hasta el lado palmar de la base de la segunda a la quinta falanges medias.
- Las cabezas humerocubital y radial forman un arco, el arco tendinoso, por el cual pasa el nervio mediano en su trayecto a las regiones distales.
- Los cuatro tendones terminales discurren dentro del túnel del carpo.
- Poco antes de la articulación IFP, cada tendón terminal se divide en dos partes, en medio de las cuales se forma una hendidura (de ahí el nombre alternativo del músculo, **músculo flexor perforado de los dedos**). El tendón del músculo flexor profundo de los dedos pasa por esta abertura. A continuación, las dos bandas laterales se unen y forman el tendón terminal.

**Función.** Flexión de las articulaciones MCF e IFP, flexión palmar de la articulación de la muñeca y

flexión mínima en la articulación del codo.

## Músculo flexor profundo de los dedos (figura 6-92)



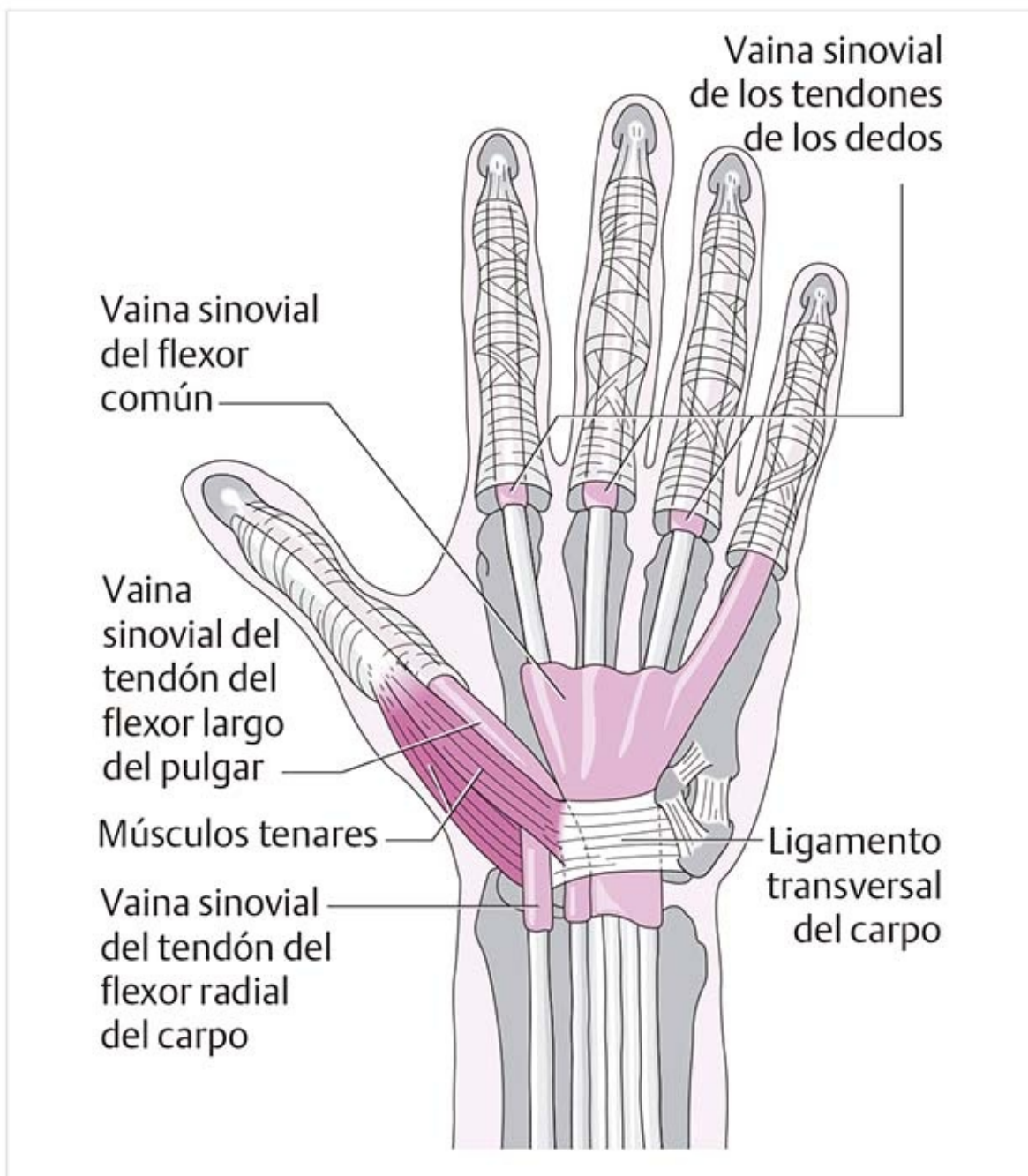
**Figura 6-92.** Músculo flexor profundo de los dedos.

- Este músculo conecta la mitad proximal de la parte anterior del cúbito y la membrana interósea con la cara palmar de la base de las falanges distales.
- Discurre en el lado cubital del antebrazo y en la parte proximal forma la capa más profunda de los músculos anteriores del antebrazo.
- Se extiende con sus cuatro tendones terminales a través del túnel del carpo y se encuentra justo sobre el aparato cápsula-ligamento de los huesos del carpo.
- Al nivel de las falanges proximales, sus tendones perforan los del músculo flexor superficial de los

dedos (de ahí su nombre alternativo de **músculo flexor perforante de los dedos** ).

**Función.** Flexión de todas las articulaciones de los dedos y flexión palmar en la articulación de la muñeca. La parte cubital del tendón produce abducción cubital.

### **Vainas tendinosas flexoras (figura 6-93)**



**Figura 6-93.** Vainas tendinosas palmares de la mano y la muñeca.

- Rodean a los tendones de los flexores de los dedos.
- Junto con las estructuras óseas, forman un canal osteofibrótico por el que pasan los tendones. Se refuerzan por los ligamentos palmares en las zonas articulares.
- La capa interna es la tenosinovial, que reduce la fricción causada por el deslizamiento del tendón y contribuye a su nutrición.
- Las vainas tendinosas comienzan en un punto proximal a las articulaciones MCF; sólo los tendones del pulgar y el meñique están rodeados casi por completo con vainas tendinosas en la parte proximal, hasta el túnel del carpo. En la parte distal terminan en la base de la falange distal.
- Las bandas fibrosas con disposición circular, la parte anular de la vaina fibrosa (**ligamentos anulares**

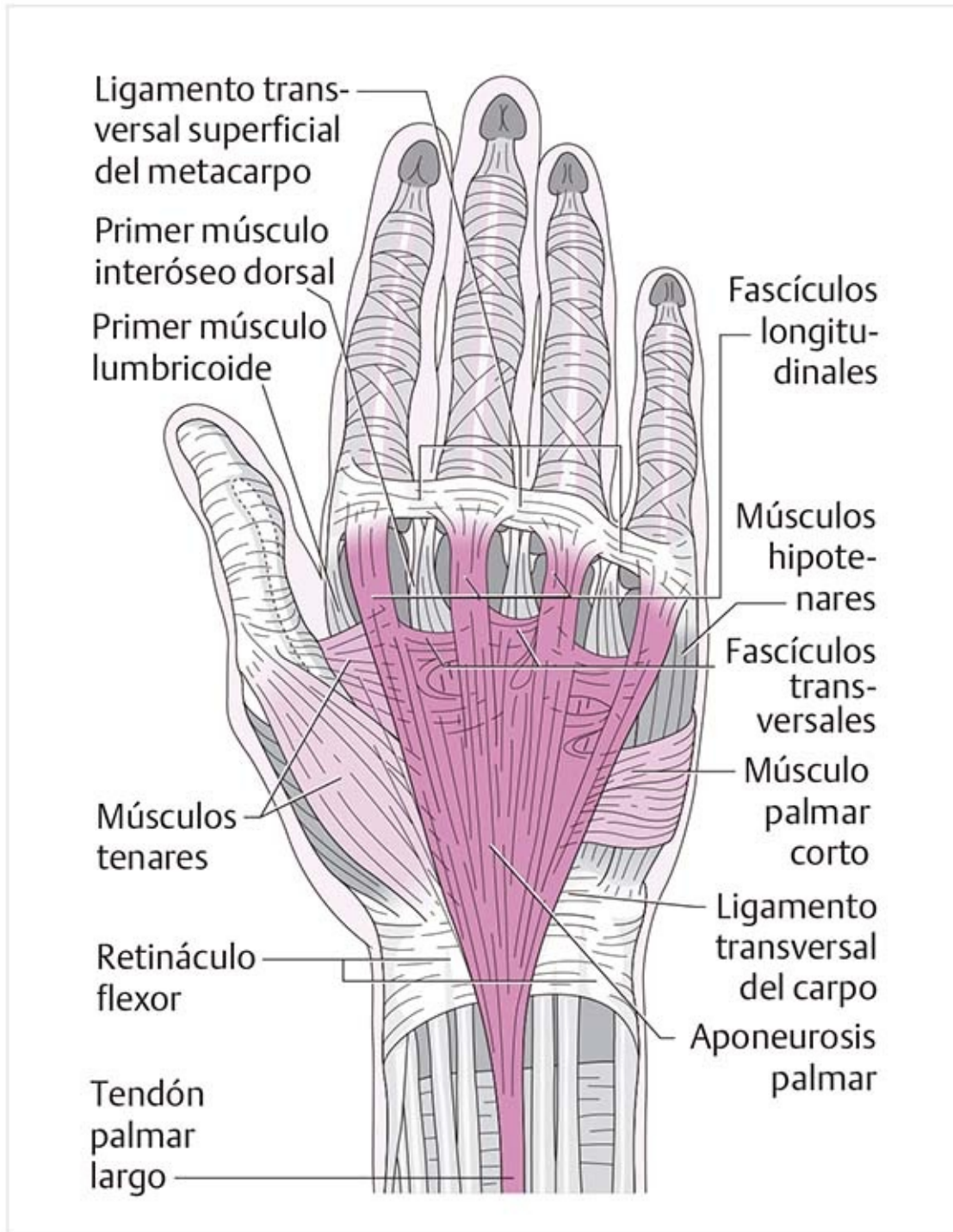
de los dedos ), se conectan con los **ligamentos cruzados** y proporcionan reforzamiento. Aseguran que los tendones permanezcan cerca de cada falange.

- En el túnel del carpo, los tendones también están cubiertos por vainas tendinosas, que se prolongan hasta 3 cm después del retináculo flexor.

### Patología

El **dedo en gatillo** es una disparidad entre un tendón engrosado y su vaina tendinosa. Debido a la formación de nódulos reumáticos, hay poco espacio bajo el ligamento anular. En la flexión, el tendón engrosado debe forzarse a través de un espacio estrecho, lo que ocurre con sacudidas. El tratamiento es la tenosinovectomía y división del ligamento anular.

## Aponeurosis palmar (figura 6-94)



**Figura 6-94.** Aponeurosis palmar.

- Es una hoja de tejido conectivo, desplegada como un abanico en la zona palmar, que consiste en dos capas: una capa profunda con bandas de fibras transversales y una capa superficial con bandas longitudinales. Las bandas transversales se irradian a la fascia de los músculos tenares e hipotenares.

Las bandas longitudinales discurren en sentido distal hasta el ligamento transversal superficial del metacarpo, se unen con el más proximal de los ligamentos anulares y se insertan de modo parcial en las falanges proximales.

- Pequeños haces de fibras fuertes se fusionan con el tejido subcutáneo, por lo que en la parte palmar sólo es posible un movimiento ligero de la piel. Estos haces subdividen el tejido adiposo subcutáneo en cámaras y llevan los vasos sanguíneos a la piel.
- Los músculos palmares largo y corto se extienden hasta la aponeurosis.

## 6.2.18 Músculos largos del pulgar (figura 6-95)

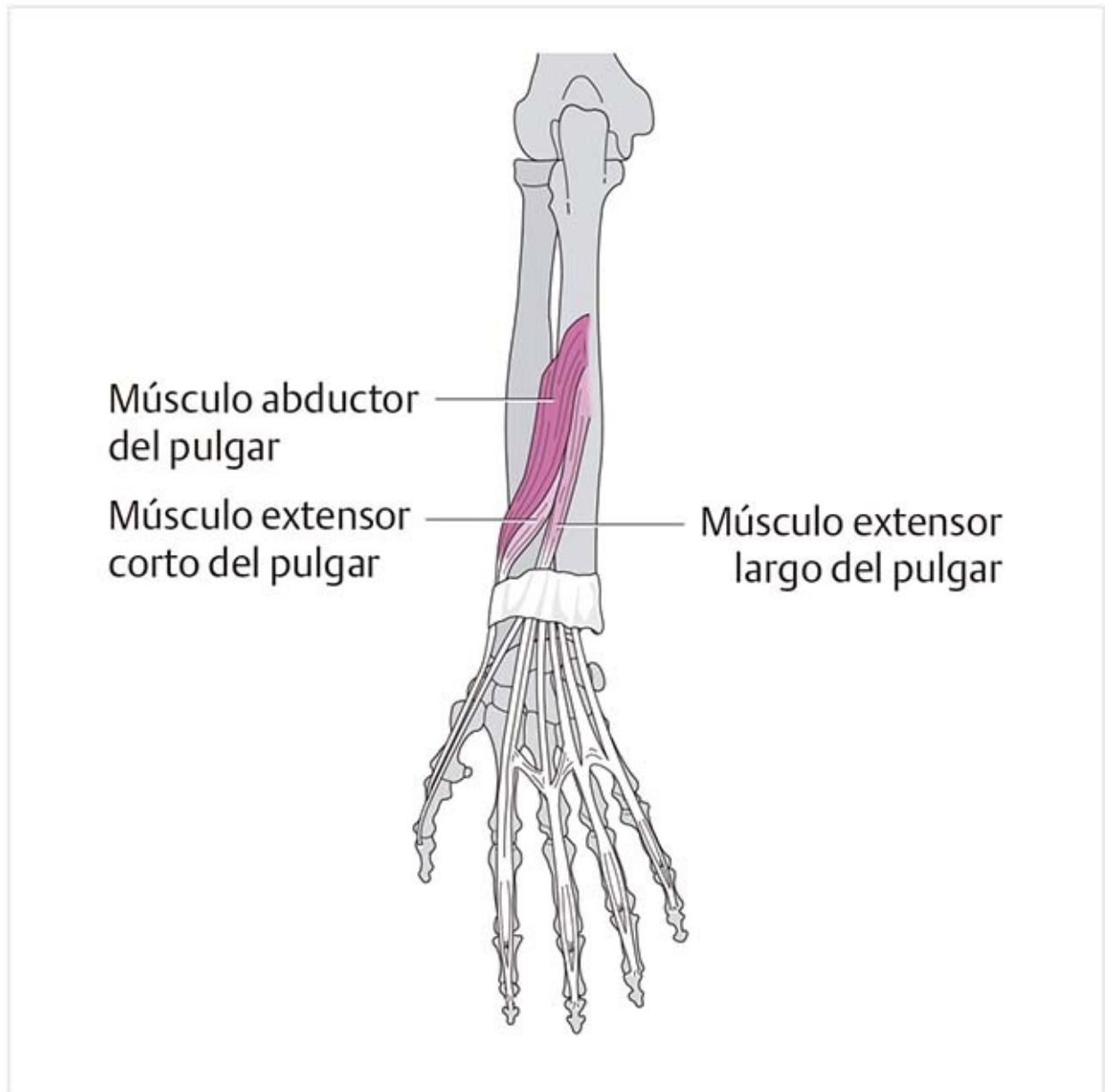


Figura 6-95. Músculos largos del pulgar.

### Músculo extensor largo del pulgar

- Este músculo se extiende de las superficies posteriores del cúbito y la membrana interósea a la base dorsal de la falange distal del pulgar.
- Pasa por el tercer compartimiento tendinoso bajo el retináculo extensor.
- Utiliza el tubérculo dorsal del radio como punto de apoyo para desviarse en dirección del pulgar sobre el dorso de la muñeca. Con esto, sus tendones cruzan los extensores radiales de la articulación de la muñeca.

- El músculo forma el borde dorsal de la tabaquera anatómica.
- Se combina con la aponeurosis dorsal, que rodea el lado dorsal de la articulación MCF como una tapadera y tiene una conexión con el hueso sesamoideo en el lado palmar del pulgar mediante la banda colateral del mismo lado.

**Función.** Extensión de todas las articulaciones del pulgar, dorsiflexión y abducción radial de la muñeca.

### Músculo extensor corto del pulgar

- Conecta la cara posterior del último tercio del radio y la membrana interósea con el lado dorsal de la base de la falange proximal del pulgar.
- Su trayecto es oblicuo en dirección proximal cubital a distal radial.
- Proximal al retináculo, cruza los tendones de los extensores de la muñeca.
- Pasa a través del primer compartimento tendinoso con el músculo abductor largo del pulgar.

**Función.** Extensión en la articulación en silla de montar del pulgar y las articulaciones MCF. También asiste a la abducción radial de la mano.

### Músculo abductor largo del pulgar

- Se extiende desde las superficies posteriores del cúbito y el radio en el antebrazo y la membrana interósea hasta la superficie radial de la base del primer metacarpiano.
- Las fibras musculares tienen un trayecto oblicuo de proximal cubital a distal radial.
- Su tendón terminal comienza en el tercio distal del antebrazo y discurre en forma longitudinal, paralela al radio.
- Pasa bajo el retináculo extensor con el músculo extensor corto del pulgar a través del primer compartimento tendinoso.

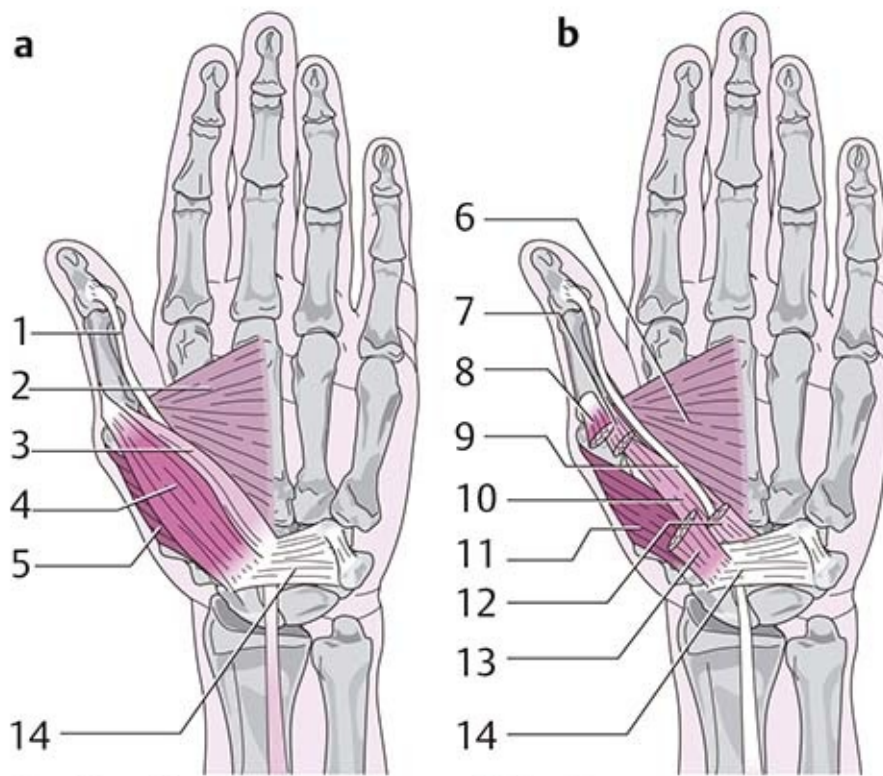
**Función.** Abducción y extensión en la articulación en silla de montar del pulgar, dorsiflexión y abducción radial en la articulación radiocarpiana.

### Músculo flexor largo del pulgar

- Se origina en la superficie anterior del radio, distal a la tuberosidad radial hasta la parte media del radio y la membrana interósea, y se extiende hasta la superficie palmar de la falange distal del pulgar.
- En el antebrazo se encuentra en un plano profundo dentro del tejido y radial al músculo flexor profundo de los dedos.
- Discurre en el lado radial del túnel del carpo.
- Su vaina tendinosa comienza proximal al túnel del carpo y termina en la falange distal.
- En la región tenar se proyecta en un plano profundo, entre las cabezas superficial y profunda del músculo flexor corto del pulgar.
- Su tendón se mantiene en su sitio junto al hueso mediante los ligamentos anulares proximal y distal, en las articulaciones MCF e interfalángica, respectivamente.

**Función.** Flexión de todas las articulaciones del pulgar, y flexión y abducción radial de la articulación de la muñeca.

## 6.2.19 Músculos cortos del pulgar (músculos tenares) (figura 6-96)



- 1 = Tendón del flexor largo del pulgar  
 2 = Músculo aductor del pulgar  
 3 = Cabeza superficial, músculo flexor corto del pulgar  
 4 = Músculo abductor corto del pulgar  
 5 = Músculo oponente del pulgar  
 6 = Músculo aductor del pulgar  
 7 = Cabeza superficial, músculo flexor corto del pulgar  
 8 = Músculo abductor corto del pulgar  
 9 = Tendón del flexor largo del pulgar  
 10 = Músculo flexor corto del pulgar (cabeza profunda)  
 11 = Músculo oponente  
 12 = Cabeza superficial, músculo flexor corto del pulgar (cortado)  
 13 = Músculo abductor corto del pulgar (cortado)  
 14 = Ligamento transversal del carpo

**Figura 6-96.** Músculos tenares. (a) Capa superficial. (b) Capa profunda.

## Músculo flexor corto del pulgar

- Este músculo tiene dos cabezas: la cabeza superficial del borde radial distal del ligamento transversal del carpo y la cabeza profunda de las superficies dorsales de los huesos trapecio, trapezoide y grande. Se extiende al sesamoideo radial, la cápsula de la articulación MCF y la base de la falange proximal.
- El tendón del músculo flexor largo del pulgar discurre entre las cabezas superficial y profunda, y luego se extiende en dirección distal.

**Función.** Flexión en las articulaciones carpometacarpiana y MCF del pulgar. También contribuye a la oposición y aducción en la articulación en silla de montar del pulgar.

## Músculo abductor corto del pulgar



- El músculo abductor corto del pulgar se origina en los tubérculos de los huesos escafoides y trapecio y el ligamento transversal del carpo, y se inserta en el sesamoideo radial, la base de la falange proximal y la cápsula de la articulación MCF del pulgar.
- Se encuentra justo bajo la piel y, junto con el músculo oponente del pulgar, forma el contorno de la eminencia tenar.
- En su inserción se fusiona con el tendón del músculo flexor corto del pulgar.

**Función.** Abducción del pulgar en su articulación en silla de montar. También participa en la flexión de la articulación MCF del pulgar.

### **Músculo oponente del pulgar**

- Se extiende desde el tubérculo del hueso escafoides y el ligamento transversal del carpo al borde radial de la diáfisis del primer hueso metacarpiano.
- Tiene un trayecto oblicuo de proximal cubital a distal radial.
- Está cubierto por el músculo abductor corto del pulgar.

**Función.** Oposición. También participa en la flexión y, en mínima proporción, en la aducción en la articulación en silla de montar del pulgar.

### **Músculo aductor del pulgar**

- Este músculo tiene dos cabezas: la cabeza transversal se origina en la diáfisis palmar del tercer hueso metacarpiano y la cabeza oblicua comienza en las bases del segundo y tercer metacarpianos, el hueso grande y el ligamento transversal del carpo. Se extiende hasta el hueso sesamoideo cubital, la base de la falange proximal y la cápsula de la primera articulación carpometacarpiana.
- Es el músculo tenar más grande y potente.
- En su parte distal existe un espacio entre éste y la cabeza profunda del músculo flexor corto del pulgar a través de la cual pasa el tendón del músculo flexor largo del pulgar.
- Se forma un espacio entre las dos cabezas del músculo por el cual pasa el arco palmar profundo de la arteria radial y la rama profunda del nervio cubital.

**Función.** Aducción de la articulación en silla de montar del pulgar. También participa en la oposición y flexión en la articulación en silla de montar del pulgar.

## **6.2.20 Músculos hipotenares (figura 6-97)**

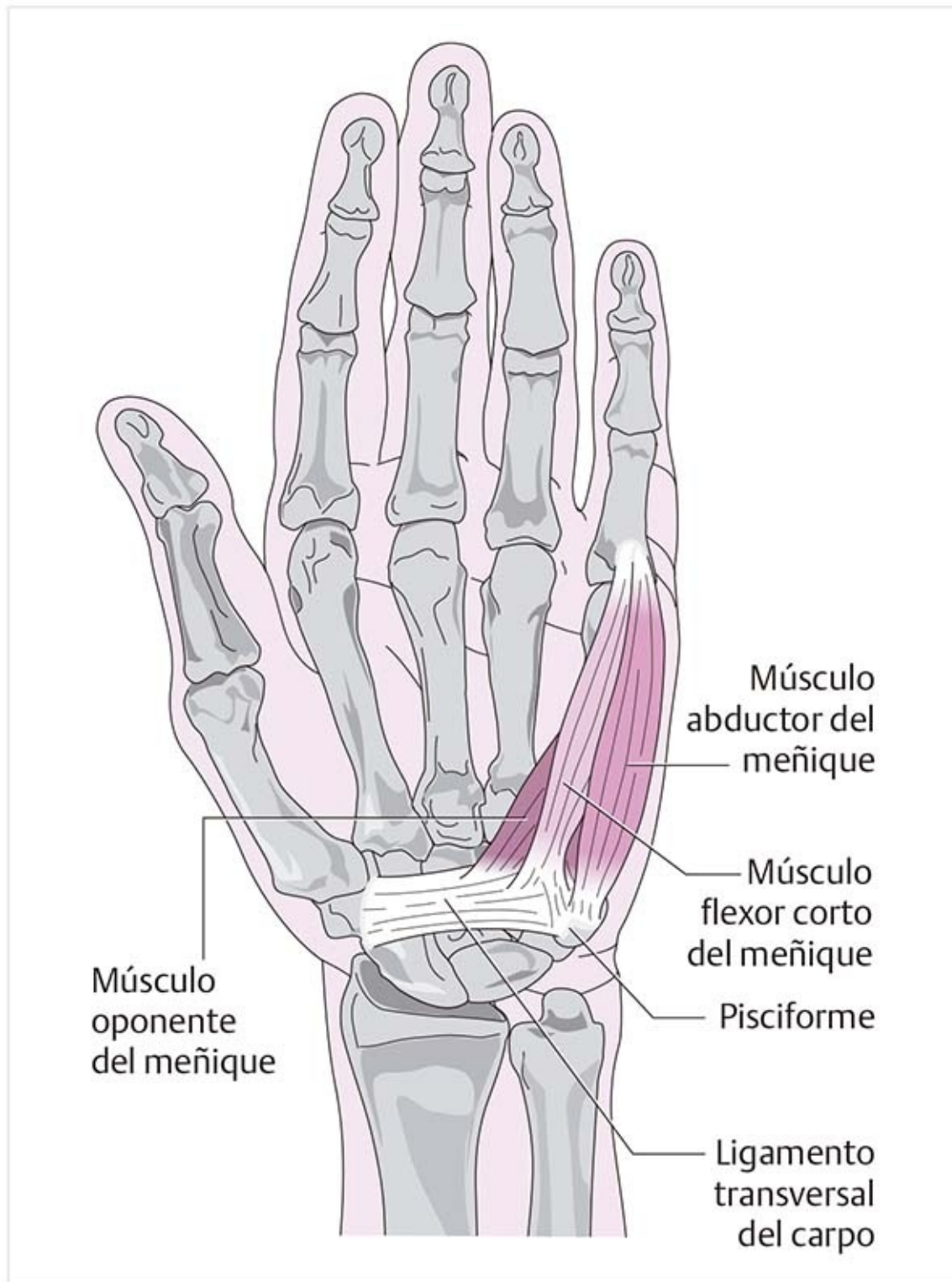


Figura 6-97. Músculos hipotenares.

## Músculo abductor del meñique

- Se origina en el hueso pisciforme, el ligamento pisoganchoso, el ligamento transversal del carpo y el tendón del músculo flexor cubital del carpo. Se extiende hasta el borde cubital de la base de la quinta falange proximal.
- Se encuentra justo bajo la piel en el lado cubital de la mano.

**Función.** Abducción del dedo meñique. También contribuye a la flexión de las articulaciones carpometacarpiana y MCF.

## Músculo flexor corto del meñique

- Se extiende desde el gancho del hueso ganchoso y el ligamento transversal del carpo hasta al lado

palmar de la base de la quinta falange proximal.

- Bordea la parte radial del músculo abductor del meñique.

**Función.** Flexión de la articulación MCF del dedo meñique.

### **Músculo oponente del meñique**

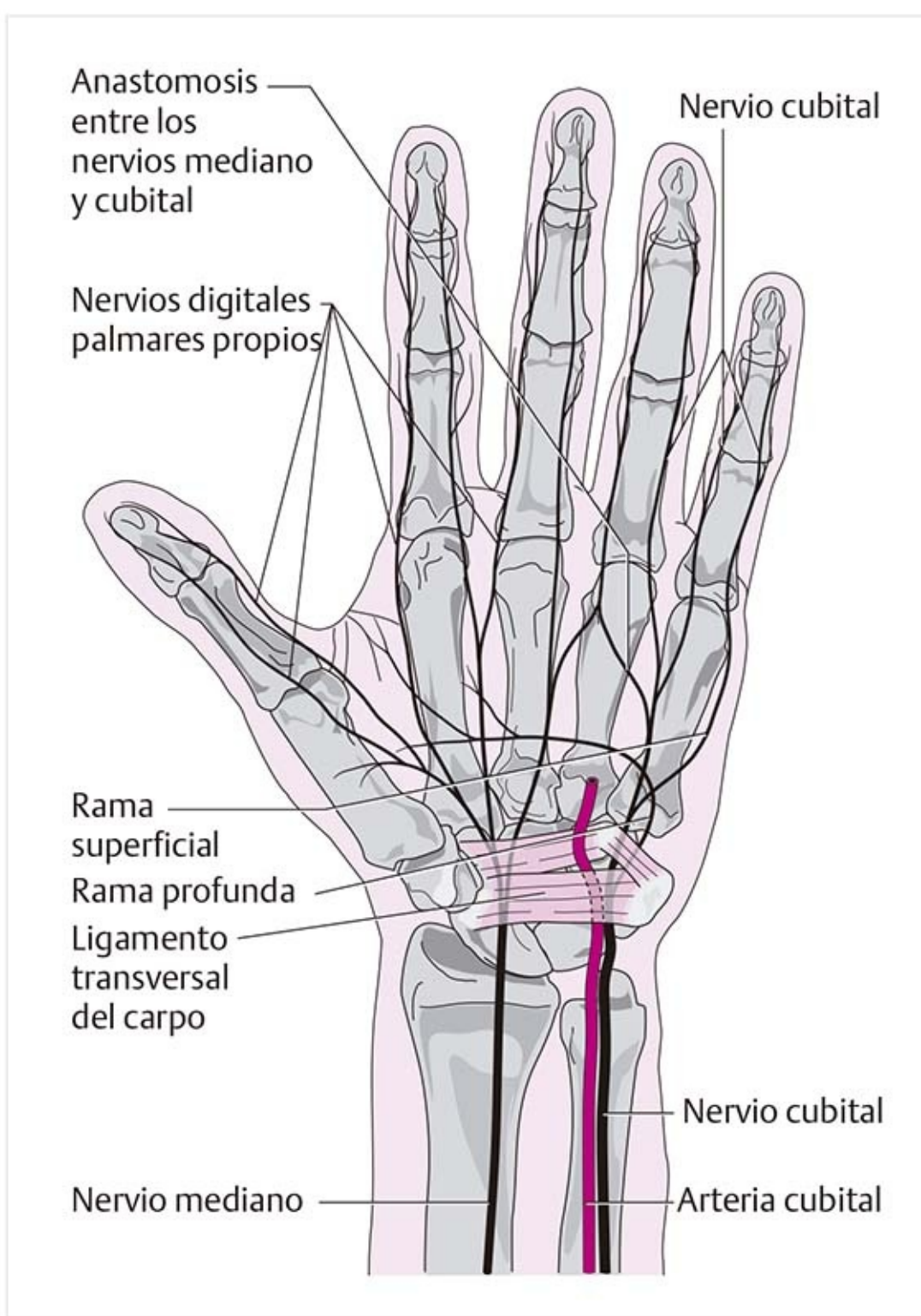
- Se origina en el gancho del hueso ganchoso y el ligamento transversal del carpo, y se conecta con el borde cubital de la diáfisis del quinto metacarpiano.
- Su dirección de tracción es oblicua, en sentido proximal radial a distal cubital.
- Se torna más ancho hacia su inserción.

**Función.** Oposición del dedo meñique. También participa en la flexión en la quinta articulación carpometacarpiana.

### **6.2.21 Músculo palmar corto**

Su efecto en el movimiento de la mano es insignificante. Se fija a la piel distal al pisciforme y se extiende hasta el borde cubital de la aponeurosis palmar. Actúa como amortiguación para el canal de Guyon, tensa la aponeurosis palmar en el lado del meñique y puede arrugar la piel.

## **6.3 Trayecto de los nervios en la región de la mano y la muñeca (figura 6-98)**



**Figura 6-98.** Trayecto de los nervios en la región de la mano y la muñeca: nervio mediano y nervio cubital.

## Nervio mediano

Distal al músculo pronador redondo, el nervio mediano emite el **nervio interóseo anterior**, que inerva al músculo flexor largo del pulgar, al músculo flexor profundo de los dedos (excepto la parte cubital), al músculo pronador cuadrado y la articulación de la muñeca.

En el túnel del carpo, el nervio mediano discurre en posición cubital al tendón del músculo flexor largo del pulgar y palmar a los otros tendones que pasan por el túnel.

Distal a este punto, se divide en las ramas musculares hacia la eminencia tenar para los músculos abductor corto del pulgar, flexor corto del pulgar y oponente del pulgar. También emite ramas sensitivas, **los nervios digitales palmares propios**, que inervan la piel de los dedos pulgar, índice y medio, así

como la parte radial del dedo anular. El primero y el segundo nervios digitales palmares comunes inervan los músculos lumbricoides correspondientes.

La **rama palmar** sale en un punto proximal a la articulación de la muñeca, inerva la piel en la eminencia tenar y crea anastomosis con la rama palmar del nervio cubital.

► Véase la figura 6-43, Túnel del carpo.

## **Nervio cubital**

Al llegar a la muñeca, el nervio cubital se divide en los **nervios dorsales digitales** para la piel del lado dorsal de los dedos anular y meñique y para el lado cubital del dedo medio hasta la articulación interfalángica proximal.

La **rama sensitiva palmar del nervio cubital** inerva la parte cubital de la cara palmar de la articulación de la muñeca y la parte proximal de la eminencia hipotenar.

La parte principal del nervio discurre en el lado palmar y se divide en dos ramas:

La **rama superficial** se sitúa en un plano superficial sobre el ligamento pisoganchoso y se extiende en el lado cubital hasta las puntas de los dedos meñique y anular. Emite una rama motora para el músculo palmar corto y luego se divide en los cuarto y quinto **nervios digitales palmares comunes**, nervios sensitivos que inervan el dedo meñique y el lado cubital del dedo anular como los nervios digitales palmares propios.

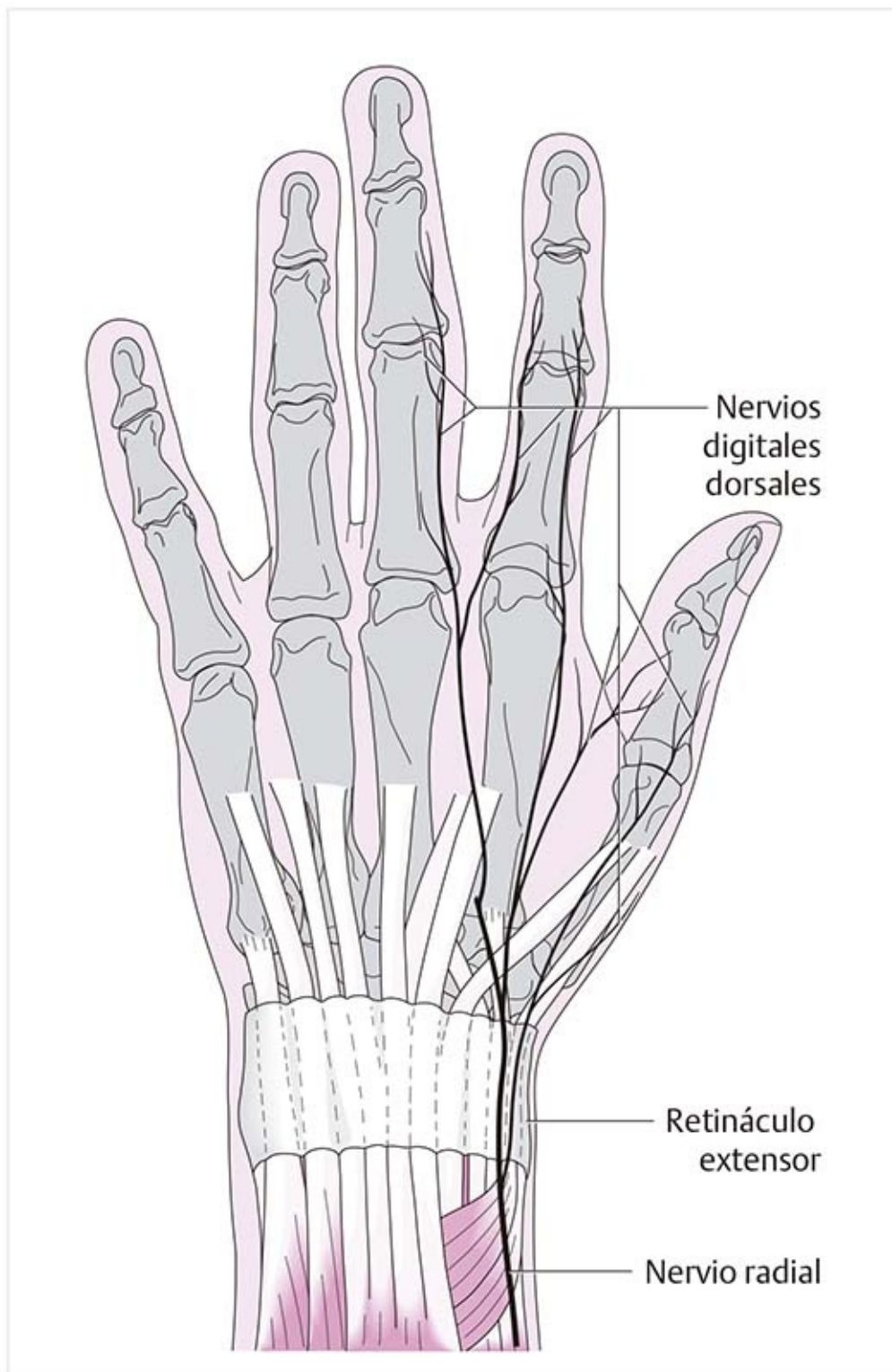
La **rama profunda** es un nervio motor puro. Se extiende entre el ligamento transversal del carpo y el ligamento pisoganchoso por el canal de Guyon y entra a la región profunda entre los músculos hipotenares, en posición cubital al gancho del hueso ganchoso. En este punto proyecta ramas musculares en dirección cubital a estos músculos.

A continuación se extiende en dirección radial como un arco al nivel del tercio proximal del hueso metacarpiano, justo sobre los huesos metacarpianos y los músculos interóseos. Emite más ramas musculares a partir del arco, inerva los dos músculos lumbricoides cubitales, todos los músculos interóseos y, en la parte radial, el músculo aductor del pulgar y la cabeza profunda del flexor corto del pulgar.

Se conecta con el nervio mediano mediante una anastomosis.

► Véase la figura 6-44, Canal de Guyon.

## **Nervio radial (figura 6-99)**



**Figura 6-99.** Trayecto del nervio radial en la mano y la muñeca.

La **rama superficial** sensitiva se extiende en dirección distal sobre el lado dorsal del antebrazo. Discurre sobre el retináculo y continúa en dirección distal a través de la tabaquera anatómica antes de dividirse en seis ramas para los dedos, los **nervios digitales dorsales**, que inervan la cara dorsal del pulgar hasta la parte proximal de la falange distal, y zonas de la piel dorsal de la falange proximal de los dedos índice y medio. Se une con el nervio cubital mediante una anastomosis.

#### Patología

El nervio mediano es muy vulnerable a la lesión en el túnel del carpo.

El tratamiento más frecuente es la cirugía. El cirujano divide el ligamento transversal del carpo para descomprimir el nervio. El nervio cubital se comprime en su trayecto sobre el ligamento transversal del carpo o en el canal de Guyon.

#### Consejo práctico

Los diagnósticos diferenciales son importantes en este contexto. La exploración de la columna cervical puede descartar un problema de las vértebras C6-C7 como causa, y la prueba de provocación en la región del opérculo torácico permite eliminar la compresión en los cuellos de botella como causa. Es posible identificar el nivel de una lesión nerviosa con las pruebas de provocación muscular apropiadas (p. ej., del músculo pronador redondo), por compresión del nervio medial en el codo o por compresión manual del túnel del carpo.

# Capítulo 7

## Columna lumbar



[7.1 Palpación de las referencias en la columna lumbar y áreas abdominales](#)

[7.2 Imagen radiográfica de la columna lumbar, la pelvis y las caderas](#)

[7.3. Vértebras lumbares](#)

[7.4 Ligamentos de la columna lumbar](#)

[7.5 Circulación e inervación](#)

[7.6 Movimientos de la columna lumbar](#)

[7.7 Músculos de la región espinal lumbar](#)

[7.8 Estructuras fasciales del tronco](#)

[7.9 Cauda equina](#)

[7.10 Plexo lumbar](#)



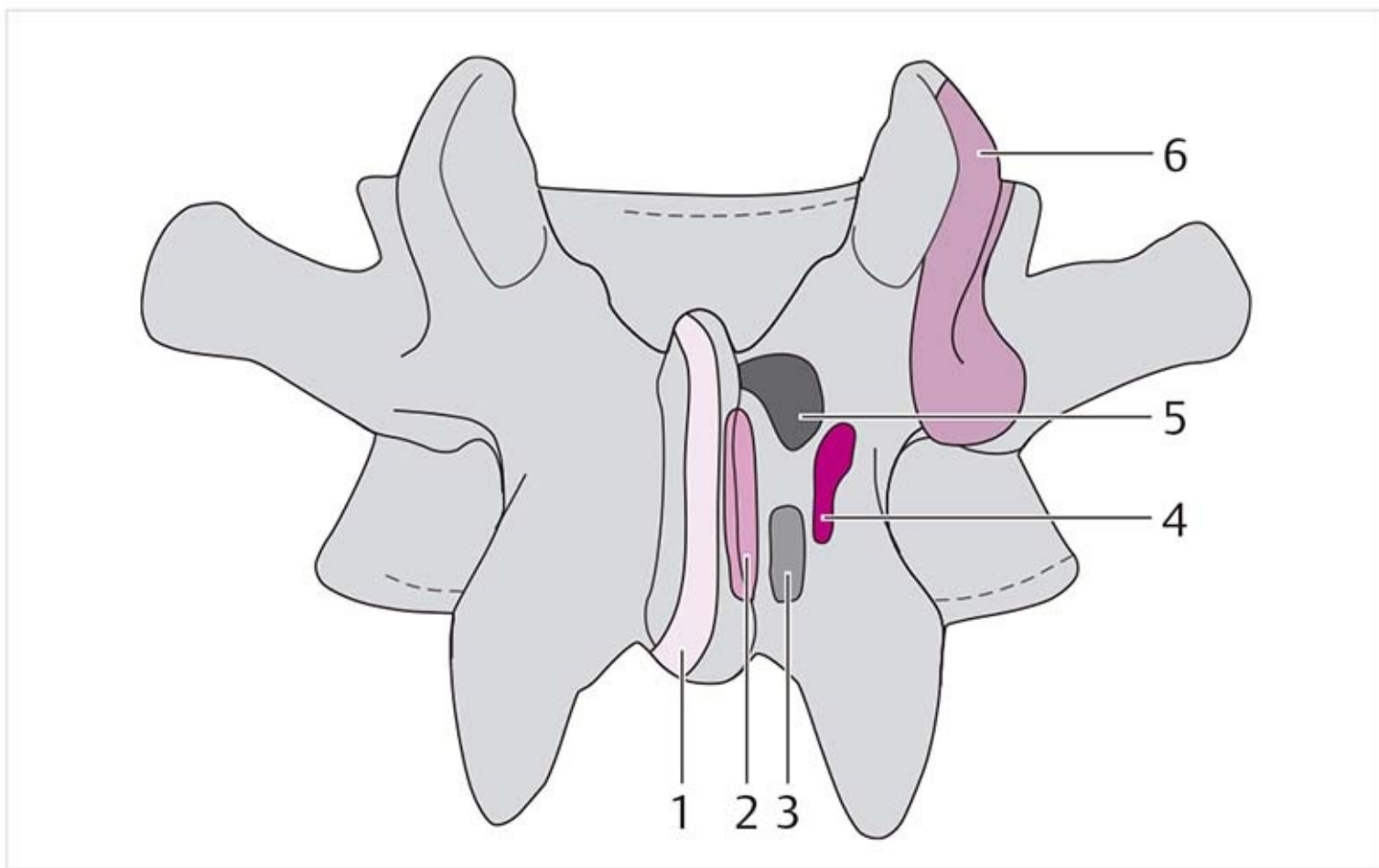
# 7 Columna lumbar

## 7.1 Palpación de las referencias en la columna lumbar y áreas abdominales

### Referencias óseas

#### Apófisis espinosas

Se usan los dedos índice o medio para palpar las partes superior, inferior y lateral de la punta de la apófisis espinosa. Un desnivel sugiere inestabilidad; un segmento puede desplazarse en dirección anterior o posterior en relación con el segmento superior o inferior inmediato. Los siguientes sitios de inserción muscular se palpan desde la punta de la apófisis espinosa hasta el arco vertebral (**figura 7-1**):

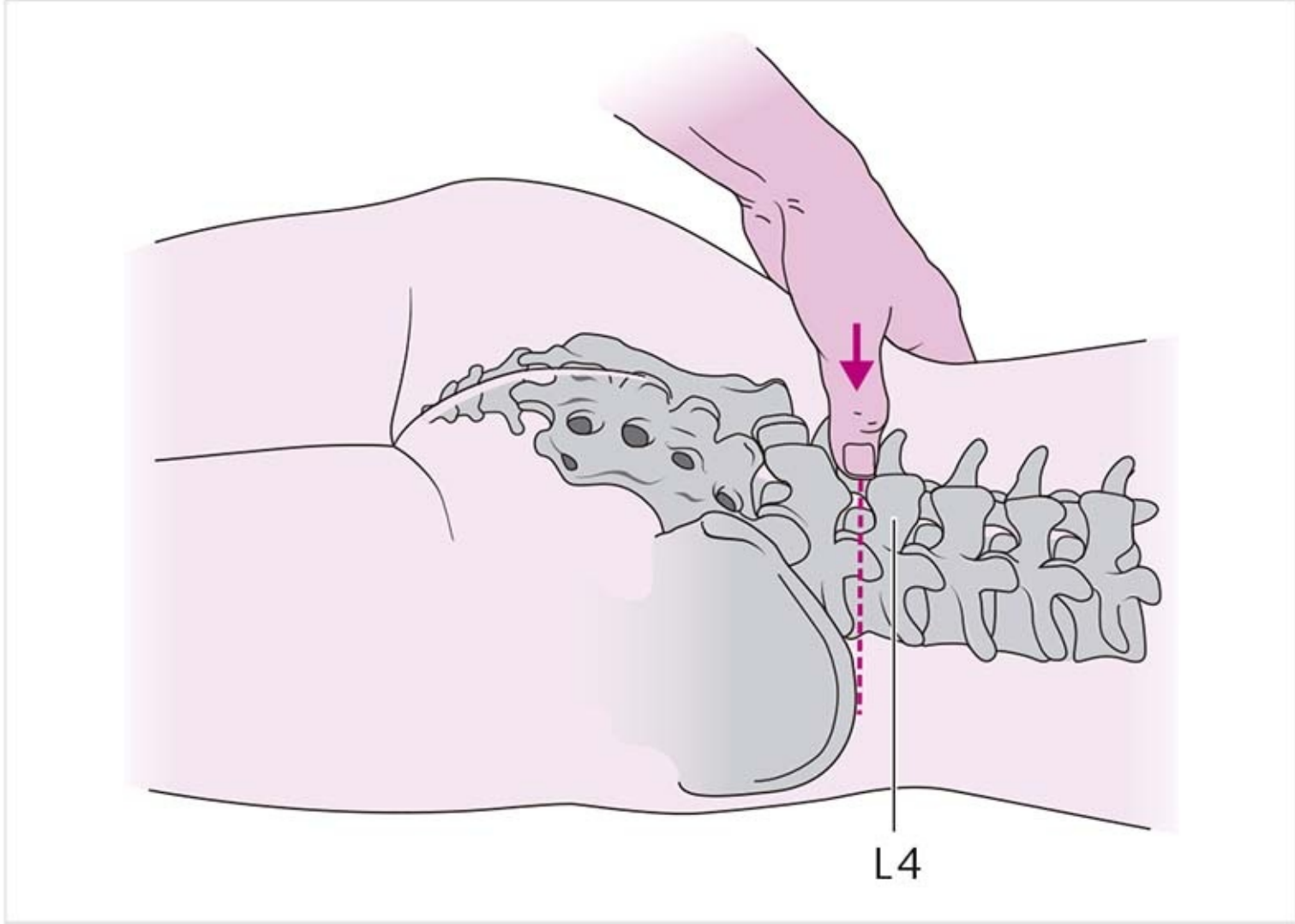


**Figura 7-1.** Puntos de palpación en la apófisis espinosa.

- 1 = Músculo dorsal ancho
- 2 + 6 = Músculo longísimo del tórax
- 3 = Músculo rotador largo
- 4 = Músculo multífido
- 5 = Músculo interespinal lumbar

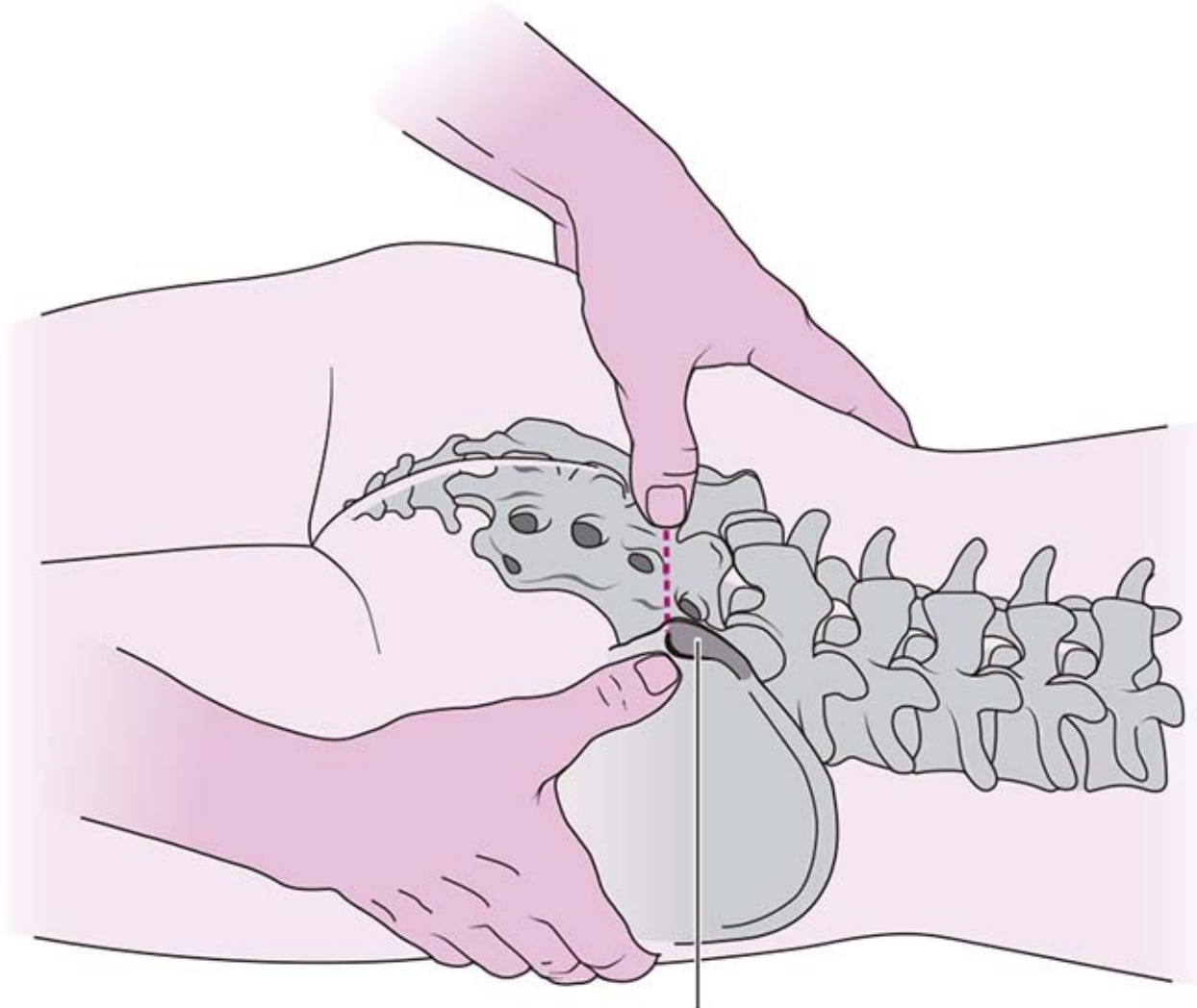
La cresta iliaca puede utilizarse como guía para determinar con exactitud el nivel de una apófisis espinosa:

- Se coloc a el dedo índice sobre la cresta iliaca con el pulgar extendido sobre la columna al mismo nivel. Ahí puede encontrarse el borde inferior de la apófisis espinosa de L4 (**figura 7-2**).



**Figura 7-2.** Palpación: identificación del nivel de L4.

- La cresta sacra mediana sobresaliente de S2 se encuentra al nivel de la espina iliaca posterosuperior (**figura 7-3**).



### Espina iliaca posteriosuperior

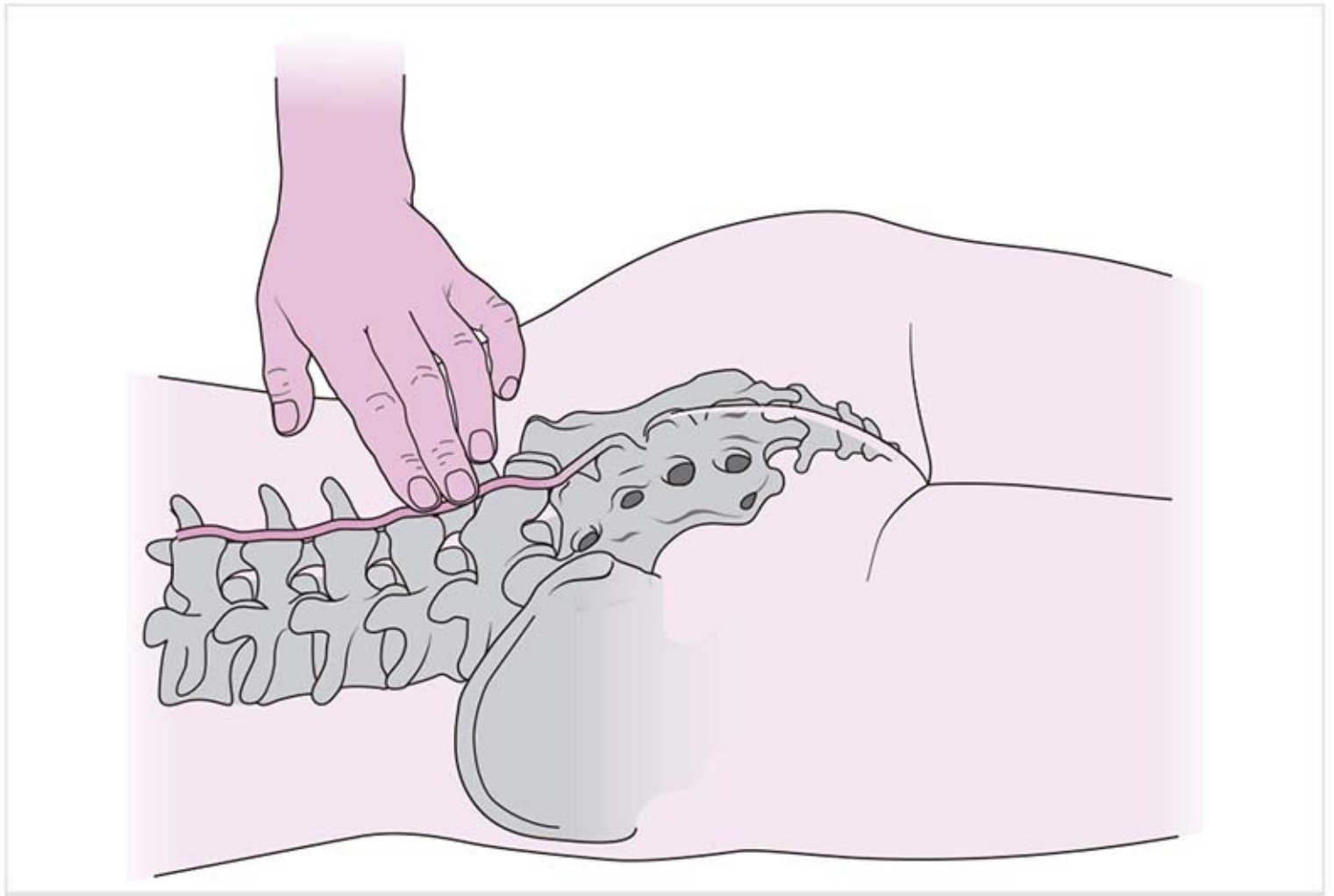
**Figura 7-3.** Palpación: determinación del nivel de S2.

#### Patología

El sitio más frecuente para que se forme un desnivel es L4-L5. Puede desarrollarse un espacio entre las dos apófisis articulares en el segmento L5, lo que causa espondilolistesis, el deslizamiento del cuerpo vertebral de L5 junto con la columna vertebral superior, mientras que la apófisis espinosa de L5 y el sacro no se mueven.

#### Ligamentos

#### Ligamento supraespinoso (figura 7-4)



**Figura 7-4.** Palpación del ligamento supraespinoso.

Este ligamento discurre entre las apófisis espinosas y se encuentra en un plano superficial sobre los márgenes superior e inferior de la punta de las apófisis espinosas.

**Ligamento iliolumbar (figura 7-5)**



**Figura 7-5.** Palpación del ligamento iliolumbar.

La palpación de este ligamento sólo es posible con palpación profunda en el borde de la cresta iliaca, que se desvía hacia abajo en este punto y luego termina en la espina iliaca posterosuperior.

Éste es un ligamento que a menudo sufre esguince porque cualquier cambio de la posición pélvica ejerce tensión sobre él.

## **Musculatura**

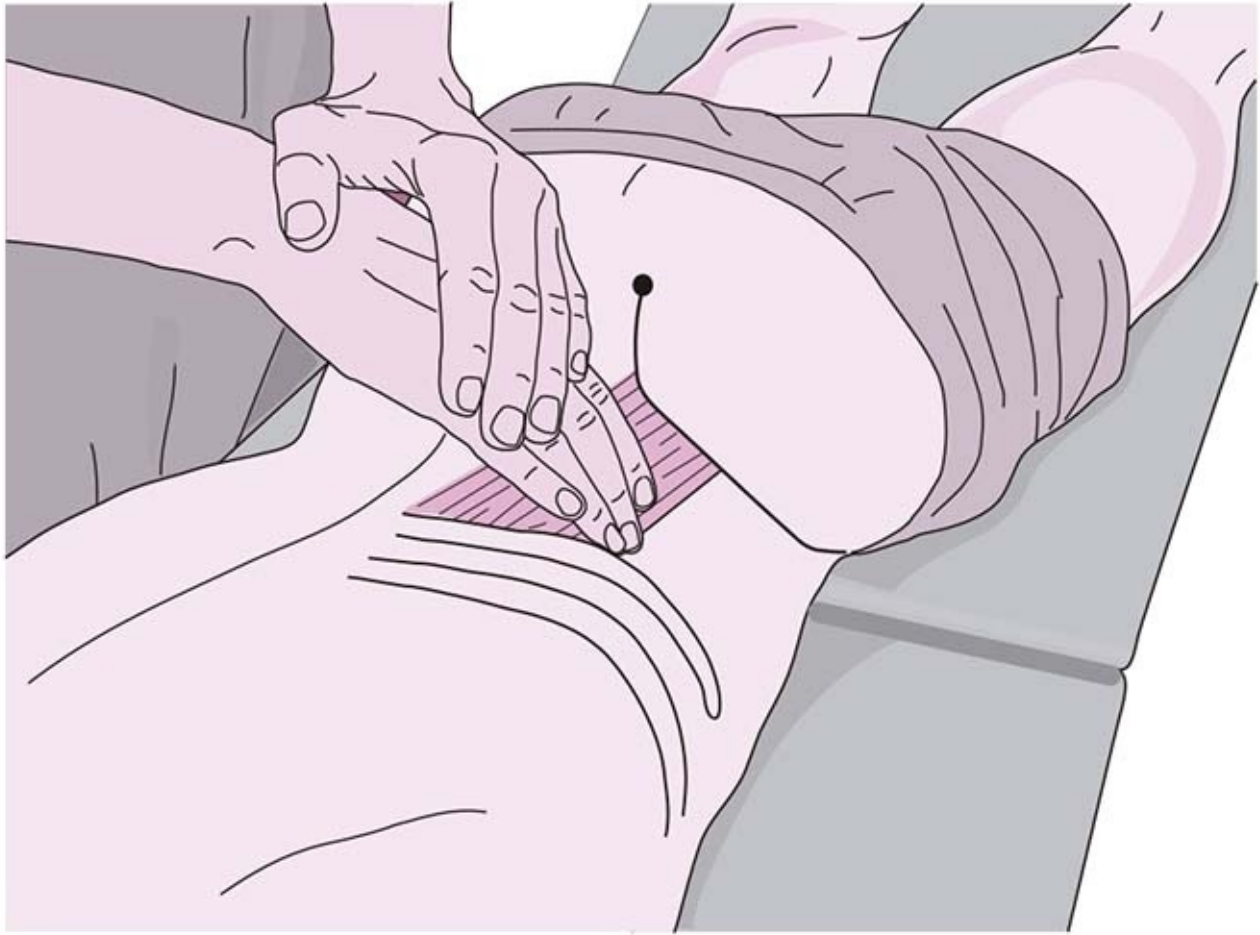
### **Músculo erector de la columna (figura 7-6)**



**Figura 7-6.** Palpación del músculo erector de la columna.

El borde medial del músculo erector de la columna yace al lado de las apófisis espinosas, mientras que el borde lateral se halla a tres o cuatro anchos de dedo en sentido lateral. Más próximo a la línea media y sólo en la columna torácica y la parte superior de la columna lumbar se localiza el músculo espinal. El músculo iliocostal lumbar se encuentra en un sitio más lateral y el músculo longísimo del tórax entre ambos. Aquí se señalan los trayectos de las capas musculares más profundas, pero no pueden identificarse con precisión.

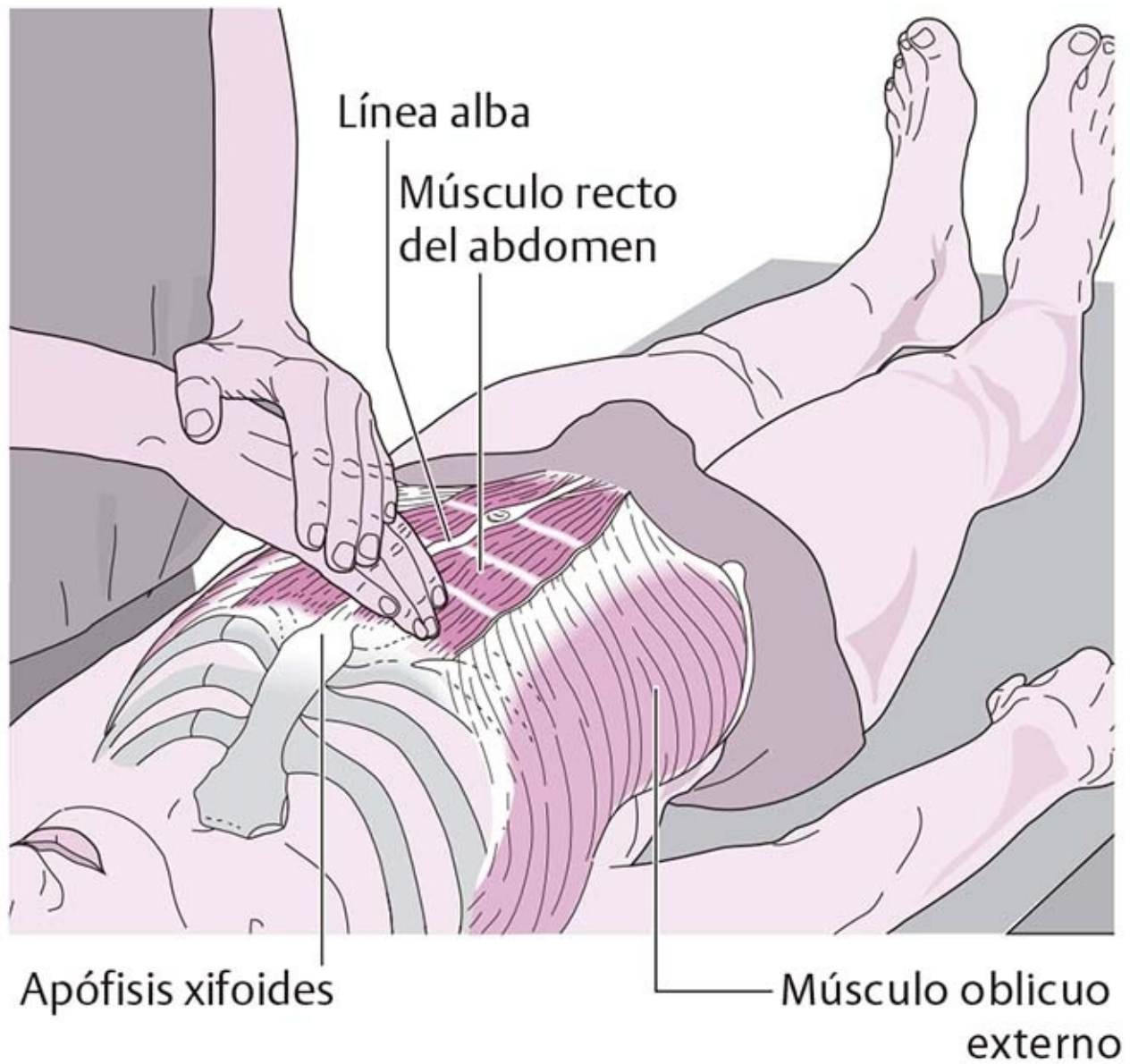
### **Músculo cuadrado lumbar (figura 7-7)**



**Figura 7-7.** Palpación del músculo cuadrado lumbar.

Su borde lateral puede palparse en un plano profundo entre la costilla inferior y la cresta iliaca, inmediato al borde externo del músculo erector de la columna. La palpación es apenas posible en los sitios de origen e inserción (la 12<sup>o</sup> costilla y la cresta iliaca).

### **Músculo recto del abdomen (figura 7-8)**



**Figura 7-8.** Palpación del músculo recto del abdomen.

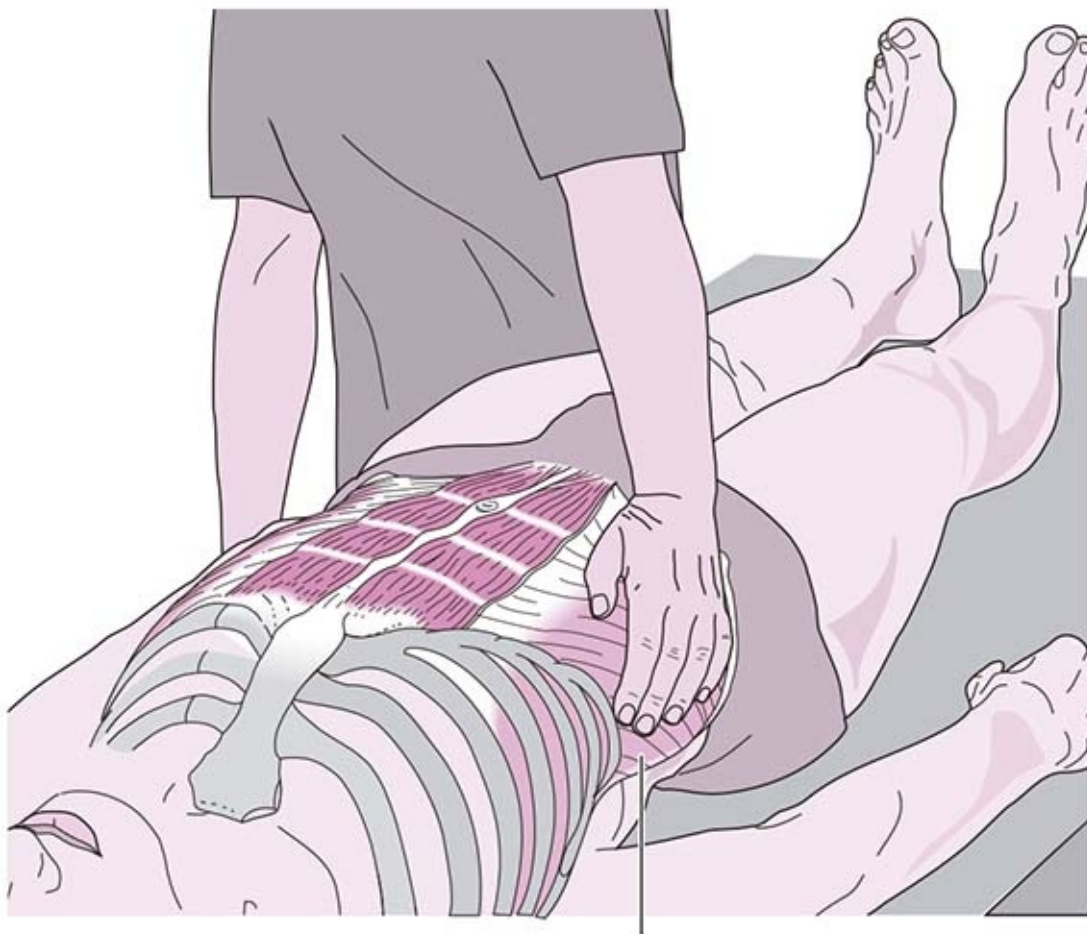
El músculo recto del abdomen puede palparse en la apófisis xifoides, entre los cartílagos costales 5° a 7°, así como en el ángulo epigástrico y en la sínfisis del pubis. Las bandas tendinosas intermedias, las intersecciones tendinosas, pueden reconocerse como depresiones transversales, si las condiciones lo permiten.

### **Músculo oblicuo externo (figura 7-8)**

El músculo abdominal oblicuo externo puede palparse en la parte lateral del tórax, ya que sus fibras se proyectan en dirección oblicua sobre las ocho costillas inferiores y en sentido superolateral a inferomedial. Debido a su inserción carnosa en el borde externo de la cresta iliaca, es fácil de identificar en ese punto. Se une con el ligamento inguinal en una aponeurosis ancha y puede sentirse sobre el ligamento.

### **Músculo oblicuo interno (figura 7-9)**



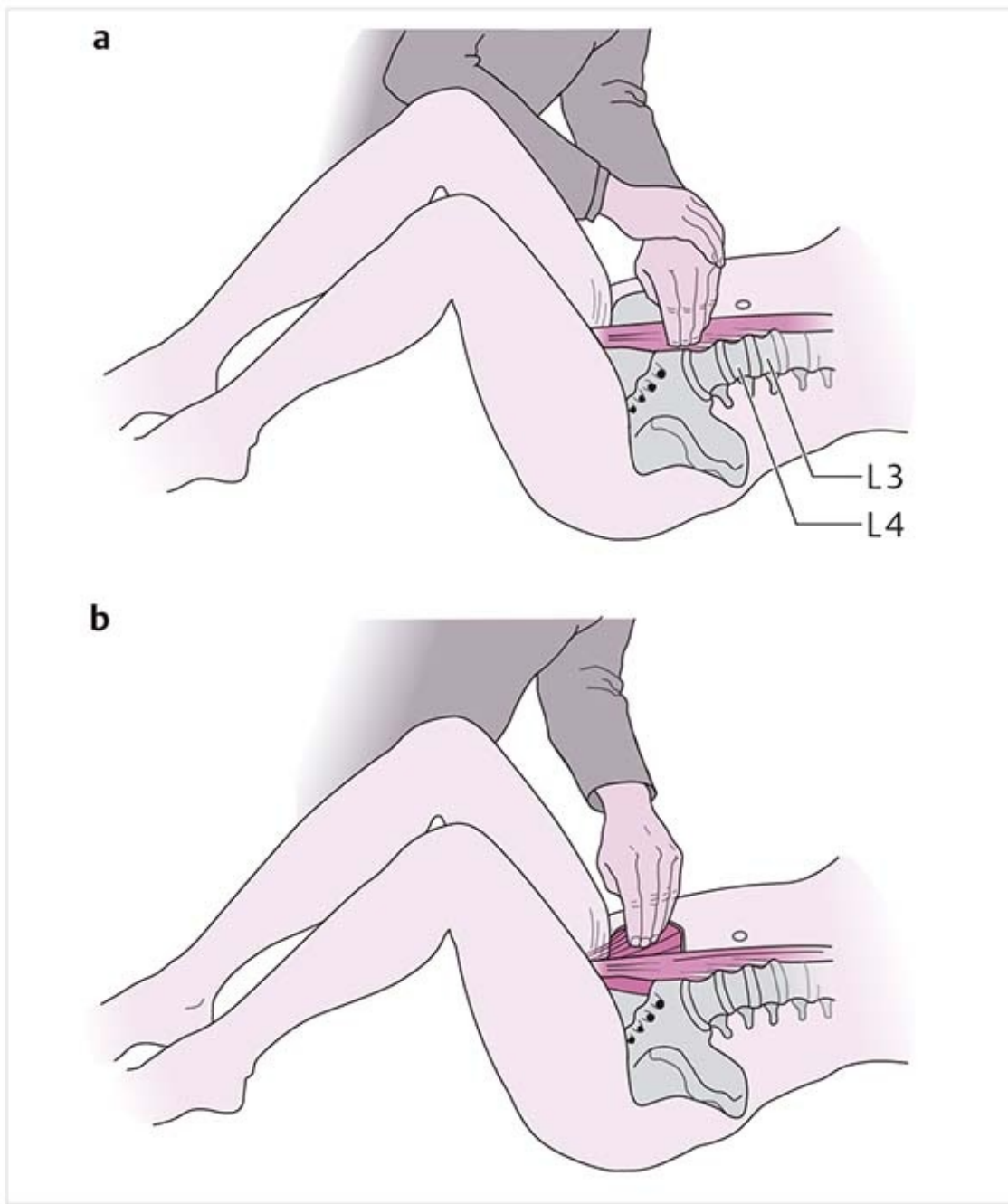


Músculo oblicuo interno

**Figura 7-9.** Palpación del músculo oblicuo interno.

Debe ejercerse más presión para palpar este músculo abdominal interno diagonal, dado que se encuentra debajo del músculo oblicuo externo. Su origen se halla en la parte lateral del ligamento inguinal y en la profundidad, en la cresta iliaca. Sus fibras se orientan de forma inferolateral a superomedial y terminan con inserciones carnosas en las tres costillas inferiores.

### **Músculo iliopsoas (figura 7-10a, b)**



**Figura 7-10.** Palpación del músculo iliopsoas. **(a)** Músculo psoas mayor. **(b)** Músculo iliaco.

Posición inicial: se coloca al individuo en posición supina con las caderas flexionadas y las rodillas elevadas para relajar la pared abdominal.

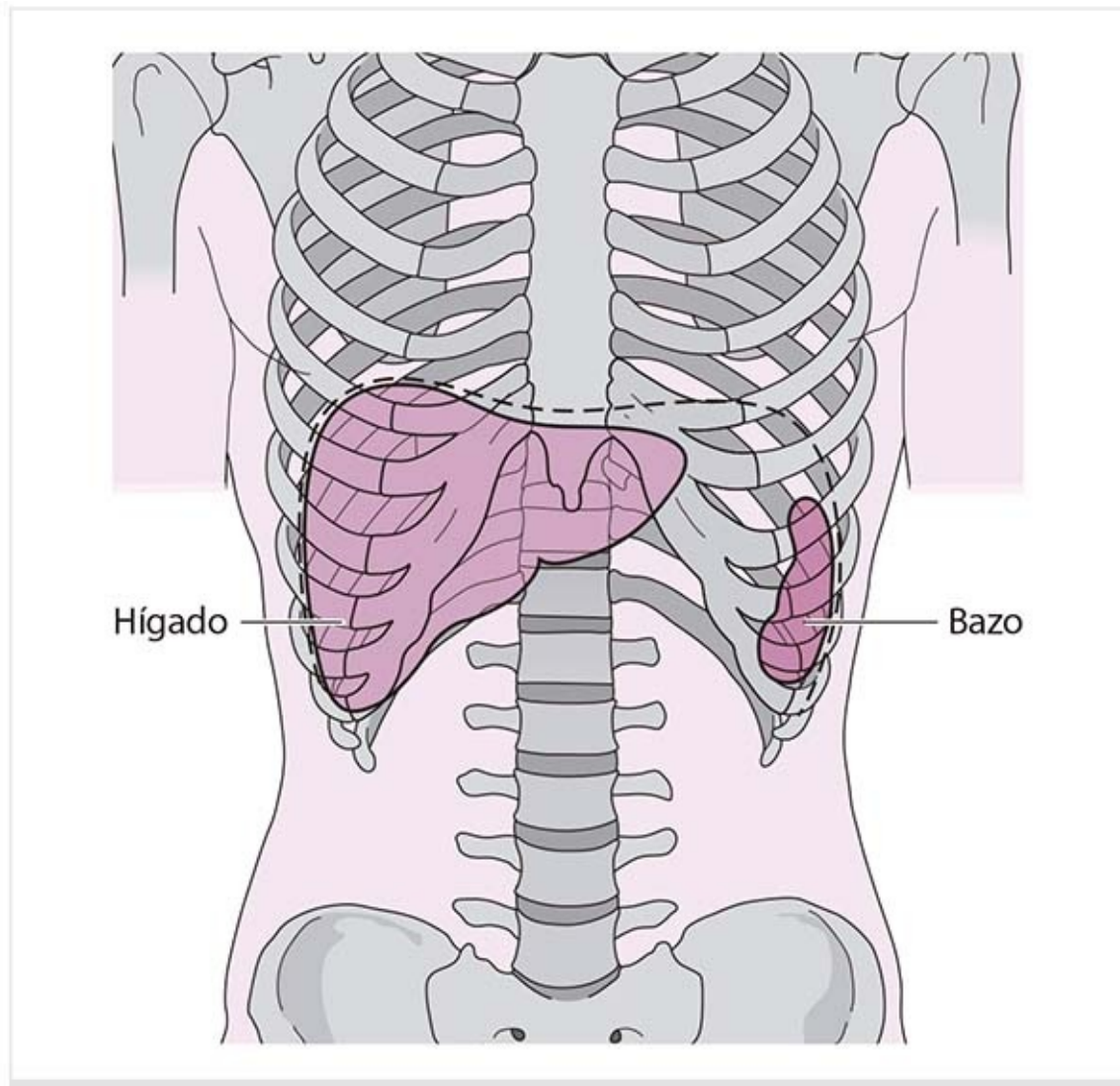
Por lo general, el ombligo se encuentra al nivel del espacio del disco L3-L4. El **músculo psoas mayor** puede palparse arriba y abajo de este punto, al lado y delante de las vértebras lumbares. Con dos a cuatro dedos, primero en posición plana y luego con las puntas, se palpa profundamente con cuidado, cada vez con más presión entre los órganos abdominales. El músculo puede sentirse con claridad como un cordón redondo.

El **músculo iliaco** no puede palparse en todo su trayecto en la fosa iliaca. Hay que palpar con cuidado hacia abajo a través de los músculos abdominales desde el borde interno de la cresta iliaca para sentir el músculo iliaco a lo largo de la pared interna del ilion. Es mejor hacerlo desde la parte anterior.

Véase el capítulo 8, Pelvis y articulación de la cadera, para conocer más técnicas de palpación importantes en relación con los problemas espinales lumbares.

## Proyección de los órganos internos

## Hígado (figura 7-11)



**Figura 7-11.** Proyección de órganos internos: hígado y bazo.

El hígado se localiza bajo el domo derecho del diafragma y se extiende a la izquierda hacia el epigastrio:

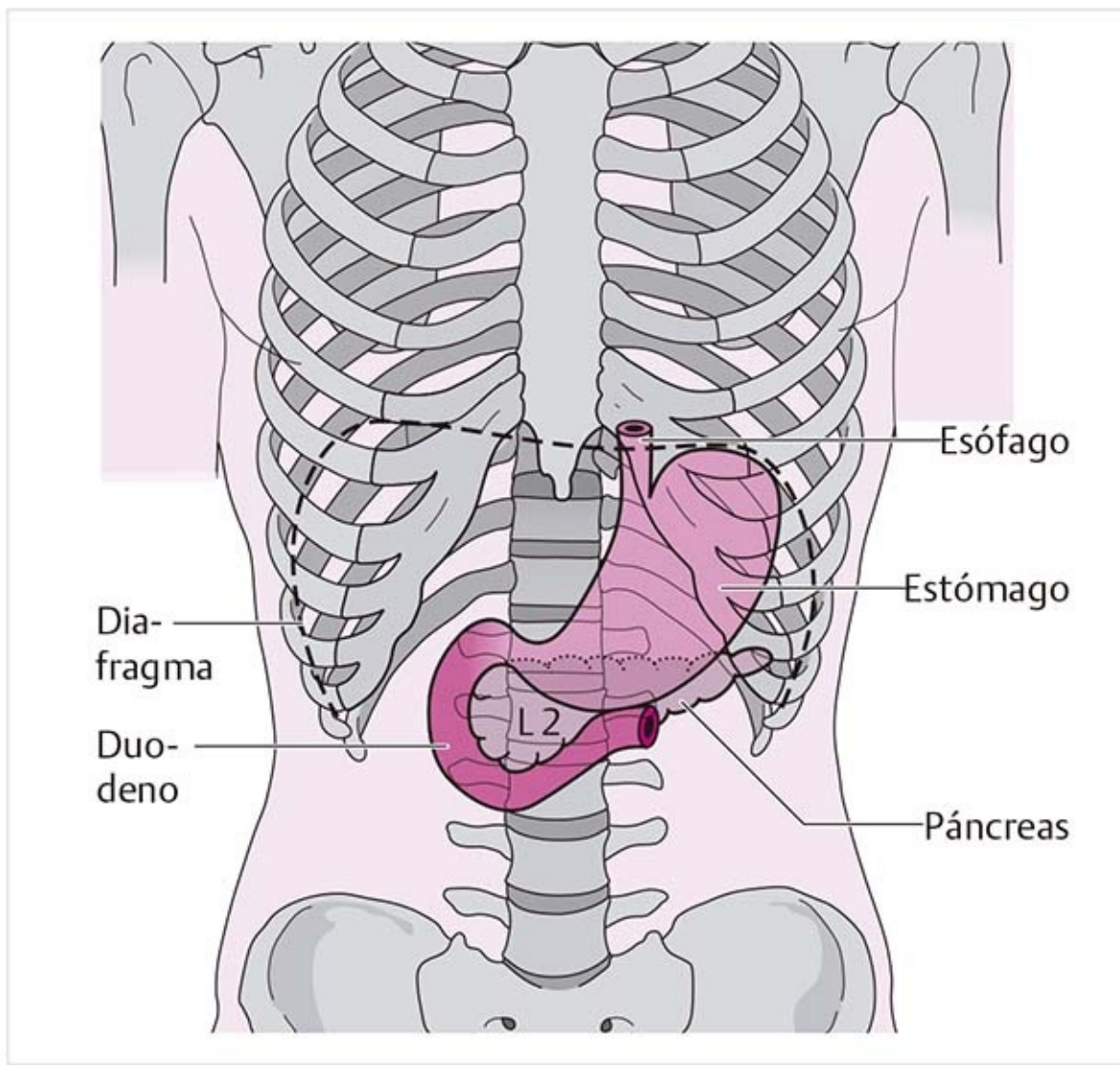
- Borde superior: aproximadamente 1 cm por debajo de la teta derecha y 2 cm debajo de la izquierda.
- Borde inferior: 9° a 10° cartílagos costales en el lado derecho, 7° a 8° en el izquierdo.

## Bazo (figura 7-11)

El bazo se encuentra en la región torácica izquierda. Mide alrededor de 11 cm de largo, 7 cm de ancho y 4 cm de espesor:

- Borde superior: 9° costilla.
- Borde inferior: 11° costilla.

## Estómago (figura 7-12)



**Figura 7-12.** Proyección de los órganos internos: estómago, páncreas y duodeno.

La mayor parte del estómago se halla en la región abdominal superior izquierda. Las diversas partes del estómago se sitúan de la siguiente manera:

- La unión esofagogástrica se localiza al nivel del 7° cartílago costal izquierdo.
- El fondo se encuentra bajo el domo izquierdo del diafragma.
- El píloro se halla al nivel de la primera vértebra lumbar y se extienden hacia abajo hasta la 4° vértebra lumbar.

### **Duodeno (figura 7-12)**

El duodeno mide 25 a 30 cm de largo y está dispuesto como un asa grande en forma de C al nivel de L1-L3, es decir, arriba del ombligo.

### **Yeyuno e íleon**

Al nivel de L2, el duodeno se une con el yeyuno, que luego se convierte en el íleo. Estas dos secciones del intestino consisten en múltiples asas con movimiento libre dentro de la cavidad abdominal.

### **Páncreas (figura 7-12)**

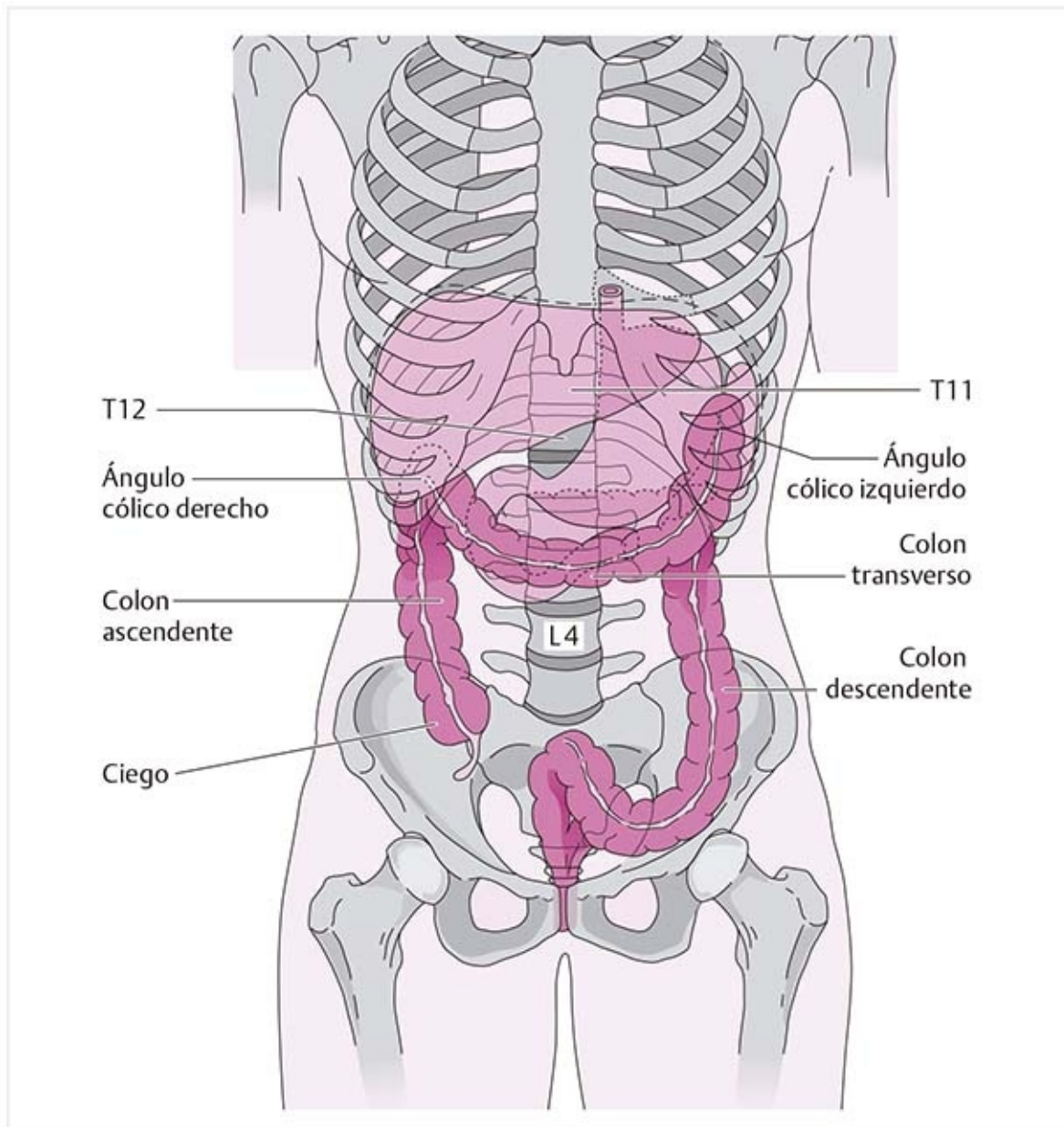
El páncreas está situado en el retroperitoneo en la zona abdominal superior:

- La cabeza del páncreas se encuentra dentro de la curvatura en C del duodeno, es decir, entre la primera y la tercera vértebras lumbares.
- El cuerpo del páncreas adopta una posición transversal en la parte superior izquierda del abdomen.

- La cola del páncreas se halla sobre el riñón izquierdo y termina en la parte lateral al nivel de la 9° o 10° costillas.

El intestino grueso se conforma con el ciego, colon y recto, y tiene una longitud total de 1.2 a 1.4 m.

### **Ciego (figura 7-13)**



**Figura 7-13.** Proyección de los órganos internos: colon.

Para identificar un apéndice irritado se localiza el punto de McBurney, que se encuentra cerca de la parte media de una línea que conecta el ombligo con la espina iliaca anterosuperior. Sin embargo, la localización del apéndice es muy variable.

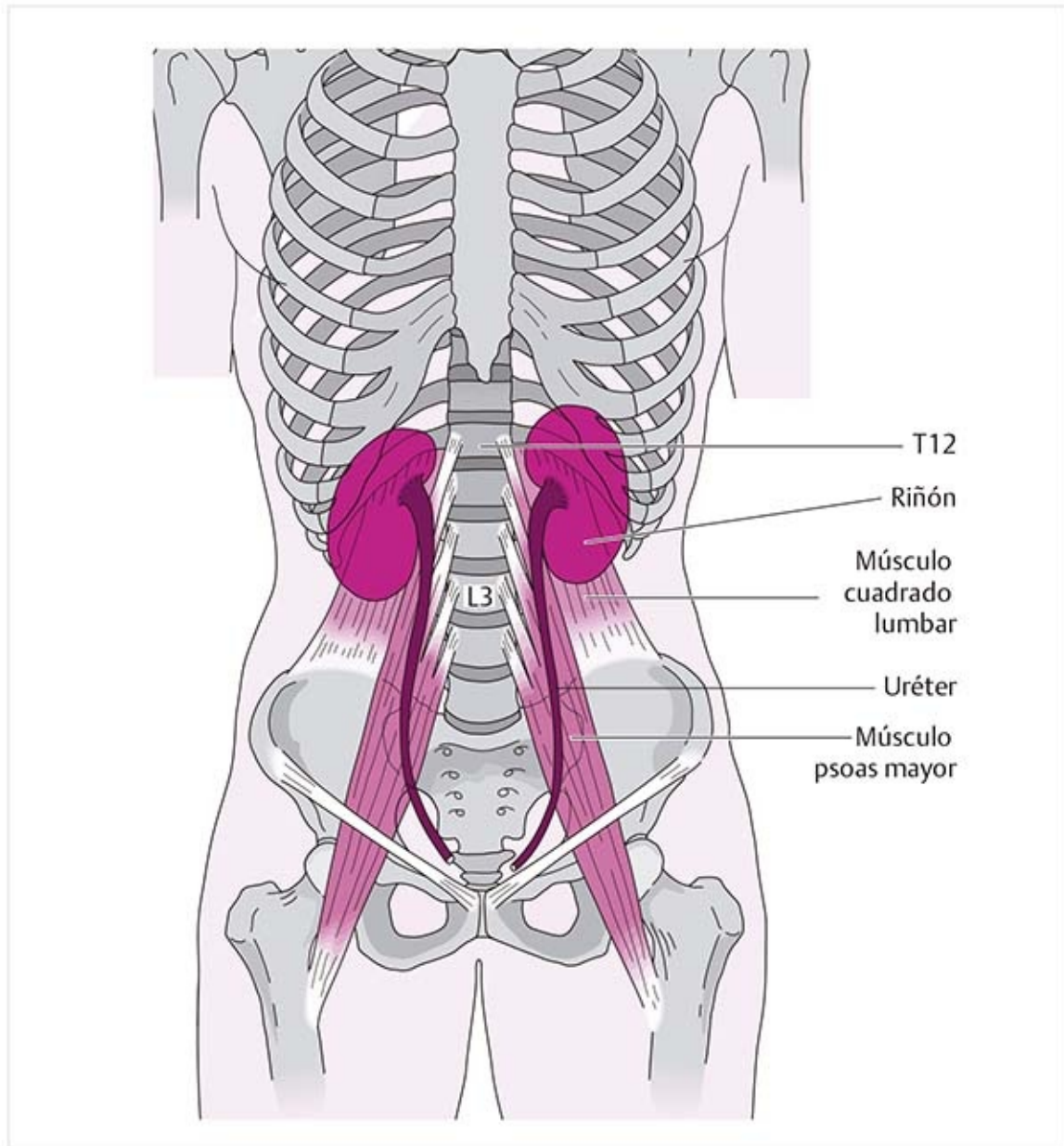
### **Colon (figura 7-13)**

El colon rodea las asas del intestino delgado como el marco de una pintura. Sus diversas partes tienen la disposición siguiente:

- El colon ascendente se localiza en la parte derecha de la cavidad abdominal y se extiende hasta la altura de las costillas.
- El ángulo cólico derecho se encuentra al nivel de las vértebras T12-L3.
- El colon transversal se extiende a través de la parte posterior de la cavidad abdominal, al nivel de las costillas inferiores.

- El ángulo cólico izquierdo se ubica al nivel de las vértebras T11-L2.
- El colon descendente discurre por la parte lateral izquierda de la cavidad abdominal.

## Riñones (figura 7-14)



**Figura 7-14.** Proyección de los órganos internos: riñones y uréteres.

Los riñones miden alrededor de 11 a 12 cm de largo, 5 a 6 cm de ancho y 3 a 4 cm de espesor. El riñón izquierdo es un poco más grande que el derecho. Se localizan en parte sobre el músculo psoas mayor y en parte sobre el músculo cuadrado lumbar.

El polo superior del riñón se halla al nivel de la 11<sup>o</sup> vértebra torácica y está cubierto por la pleura y el diafragma. El borde inferior se encuentra al nivel de la tercera vértebra lumbar.

## Uréter (figura 7-14)

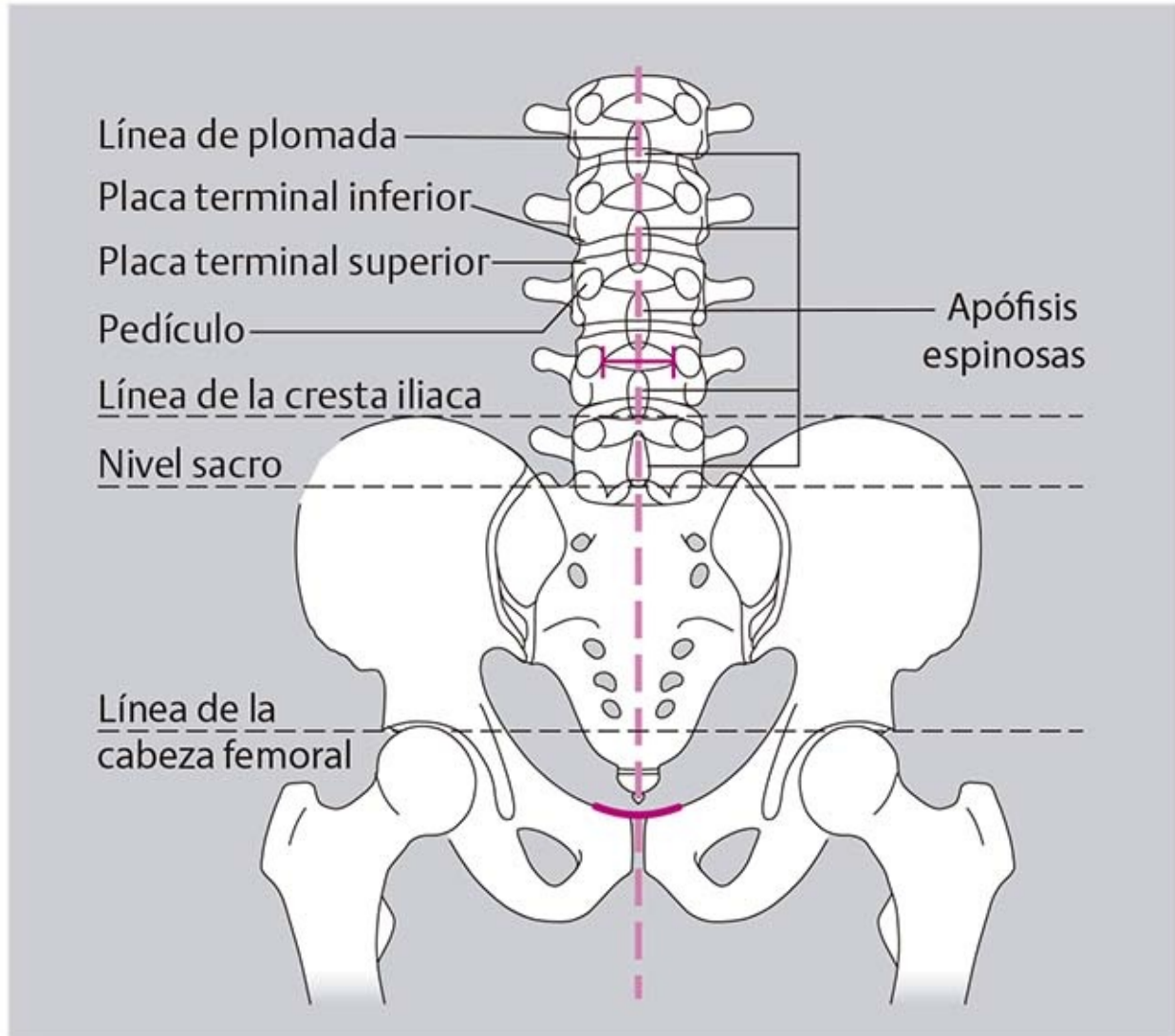
El uréter mide alrededor de 25 a 30 cm de largo. Discurre sobre el músculo psoas mayor y luego cruza el espacio retroperitoneal en sentido distal hacia la vejiga. Su trayecto está representado por las siguientes referencias:

- El nivel de la apófisis transversa de L3.
- La mitad de la articulación sacroiliaca.
- El nivel del tubérculo pectíneo.

Los cálculos renales pueden alojarse en varios puntos estrechos del uréter, como la unión ureteropélvica y la unión ureterovesical. Causan dolor intenso con distribución segmentaria, como dolor paravertebral en la columna lumbar con irradiación a la ingle.

## 7.2 Imagen radiográfica de la columna lumbar, la pelvis y las caderas

Vista anteroposterior en posición de pie (figura 7-15)



**Figura 7-15.** Imagen radiográfica: vista anteroposterior de la columna lumbar, pelvis y caderas.

Nótese la disposición perpendicular de la fila de cuerpos vertebrales:

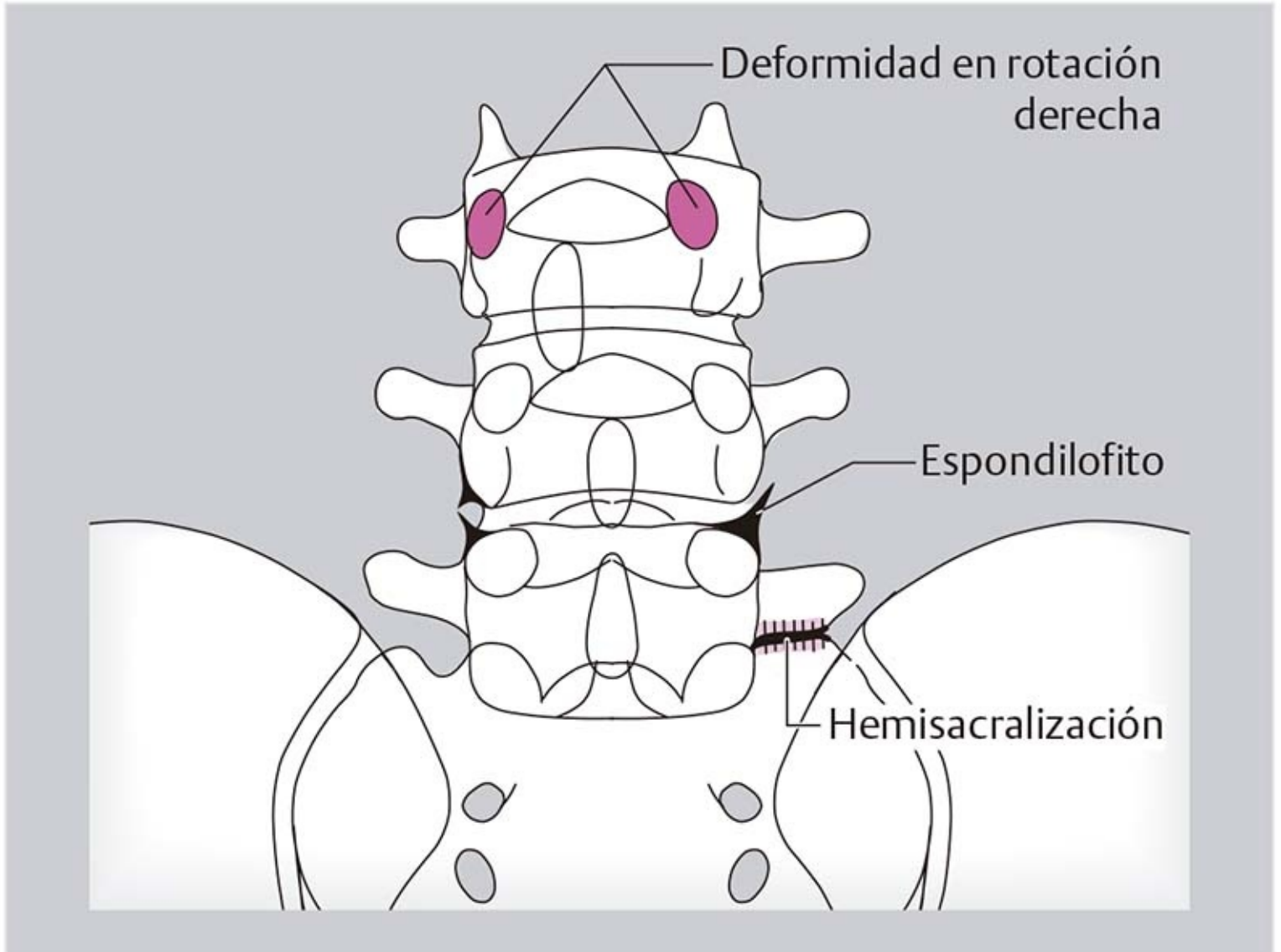
- Pedículos de los arcos vertebrales: ovalados, emparejados, simétricos y superpuestos.
- Apófisis espinosas: mediales, superpuestas, sin contacto.
- Placas terminales inferior y superior: paralelas.
- Espacio del disco intervertebral: la altura aumenta conforme se avanza hacia abajo:  $L1 < L2 < L3 < L4 < L5$ .

Nótese la **anchura del conducto espinal** (medido como la distancia entre los pedículos), que es lo bastante amplia para que dos pedículos puedan colocarse uno junto al otro.

Obsérvese el trayecto de la **línea de plomada** : sínfisis del pubis → cresta mediana del sacro → fila de apófisis espinosas → parte media de los cuerpos vertebrales.

La imagen radiográfica puede mostrar los siguientes cambios (**figura 7-16**):

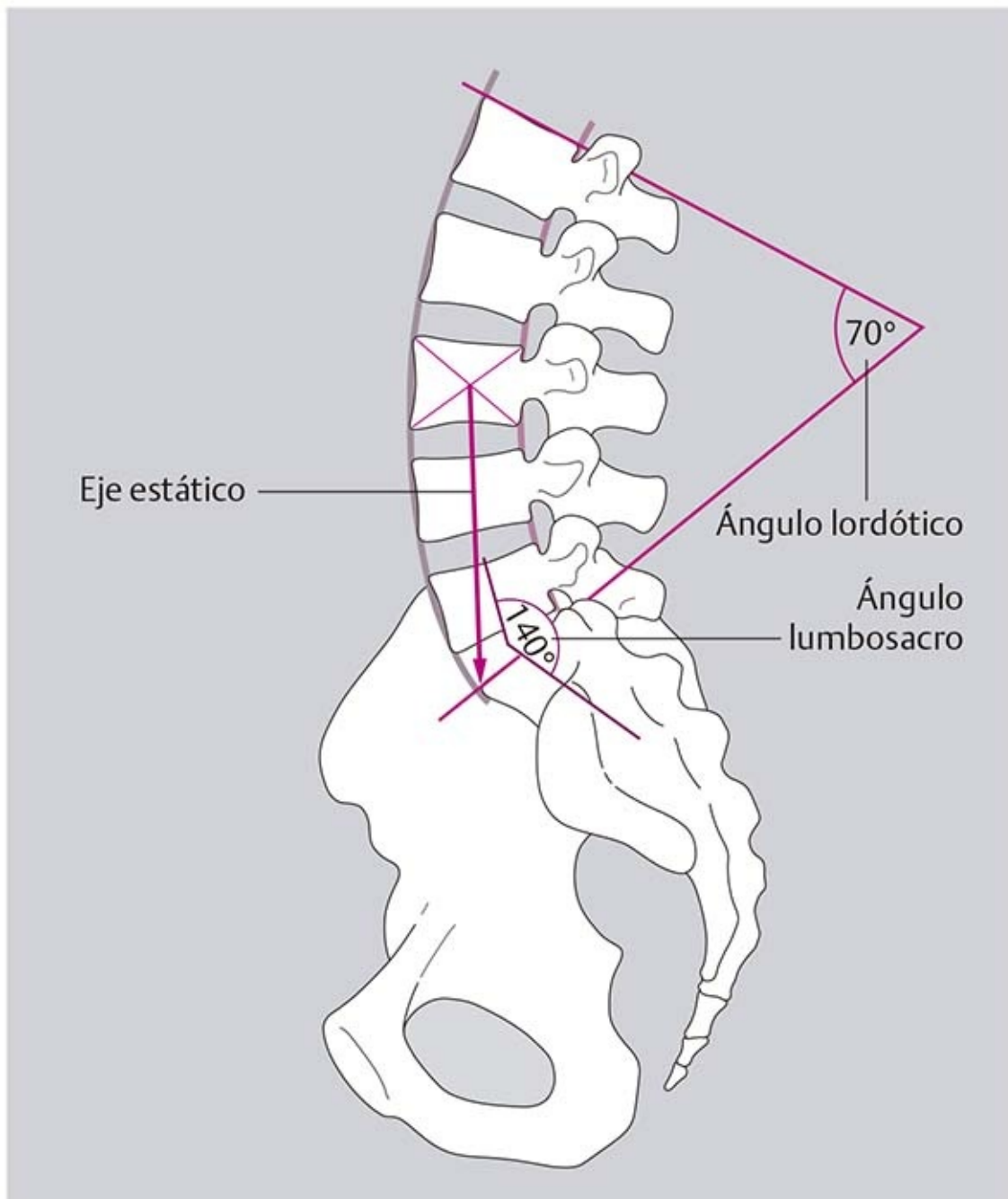
- Los pedículos de los arcos vertebrales se desvían a la derecha o izquierda. Por ejemplo, un pedículo parcialmente visible y otro desplazado hacia la línea media son indicación de una deformidad por rotación, como la escoliosis.
- La formación de osteofitos en el cuerpo vertebral (**espondilosis**) se debe a la degeneración del cuerpo vertebral en el área de la cresta marginal; por lo general esto se relaciona con estrechamiento del espacio discal y **espondilofitos** de la articulación cigapofisaria.
- Trastorno por asimilación lumbosacra; p. ej., **sacralización**, en la cual la apófisis transversal de L5 se fusiona con la base del sacro. En la **lumbarización**, S1 tiene la forma de una vértebra lumbar.



**Figura 7-16.** Imagen radiográfica: cambios patológicos en la vista anteroposterior.

**Vista lateral (figura 7-17)**

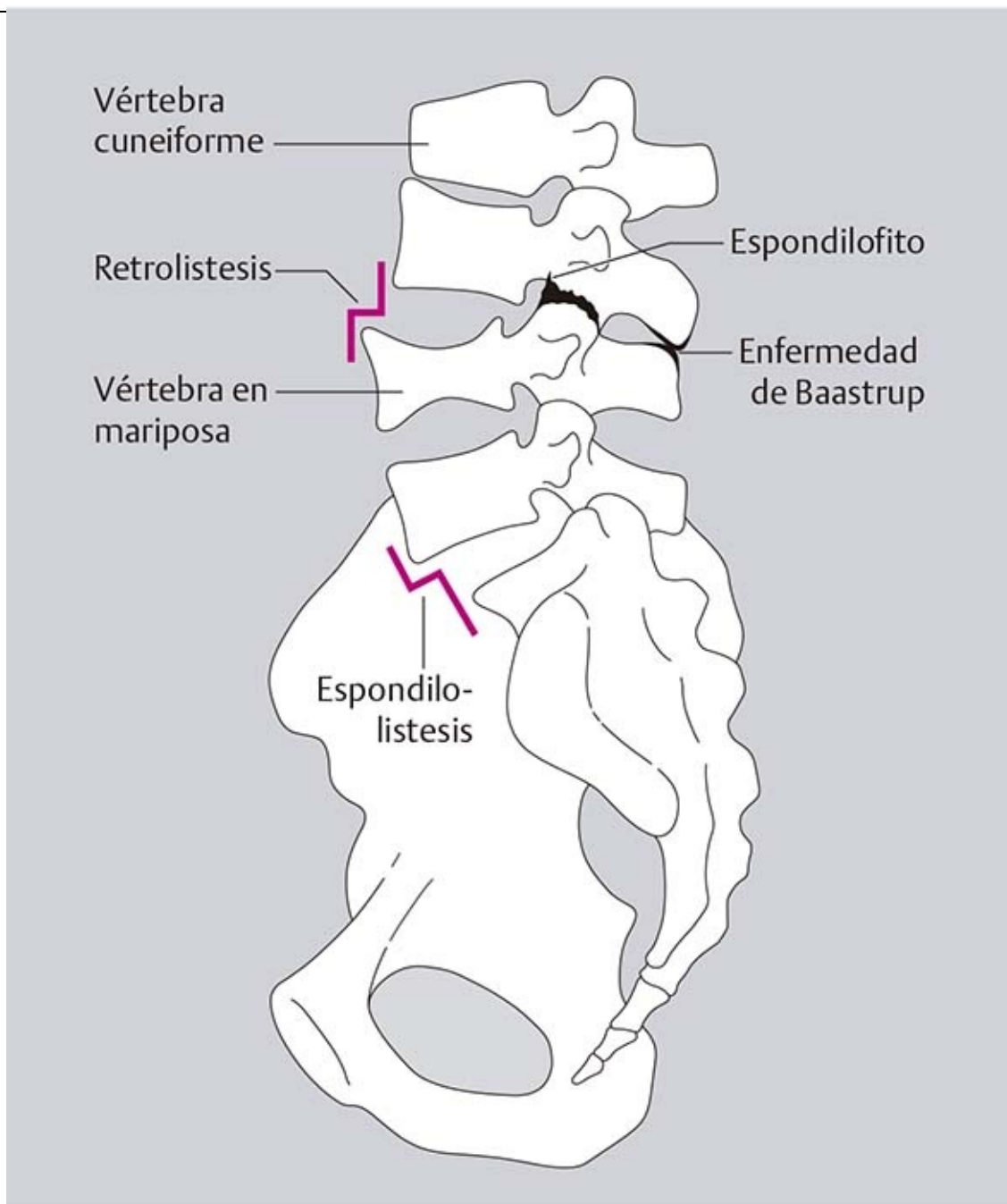




**Figura 7-17.** Imagen radiográfica: vista lateral de la columna lumbar, pelvis y caderas.

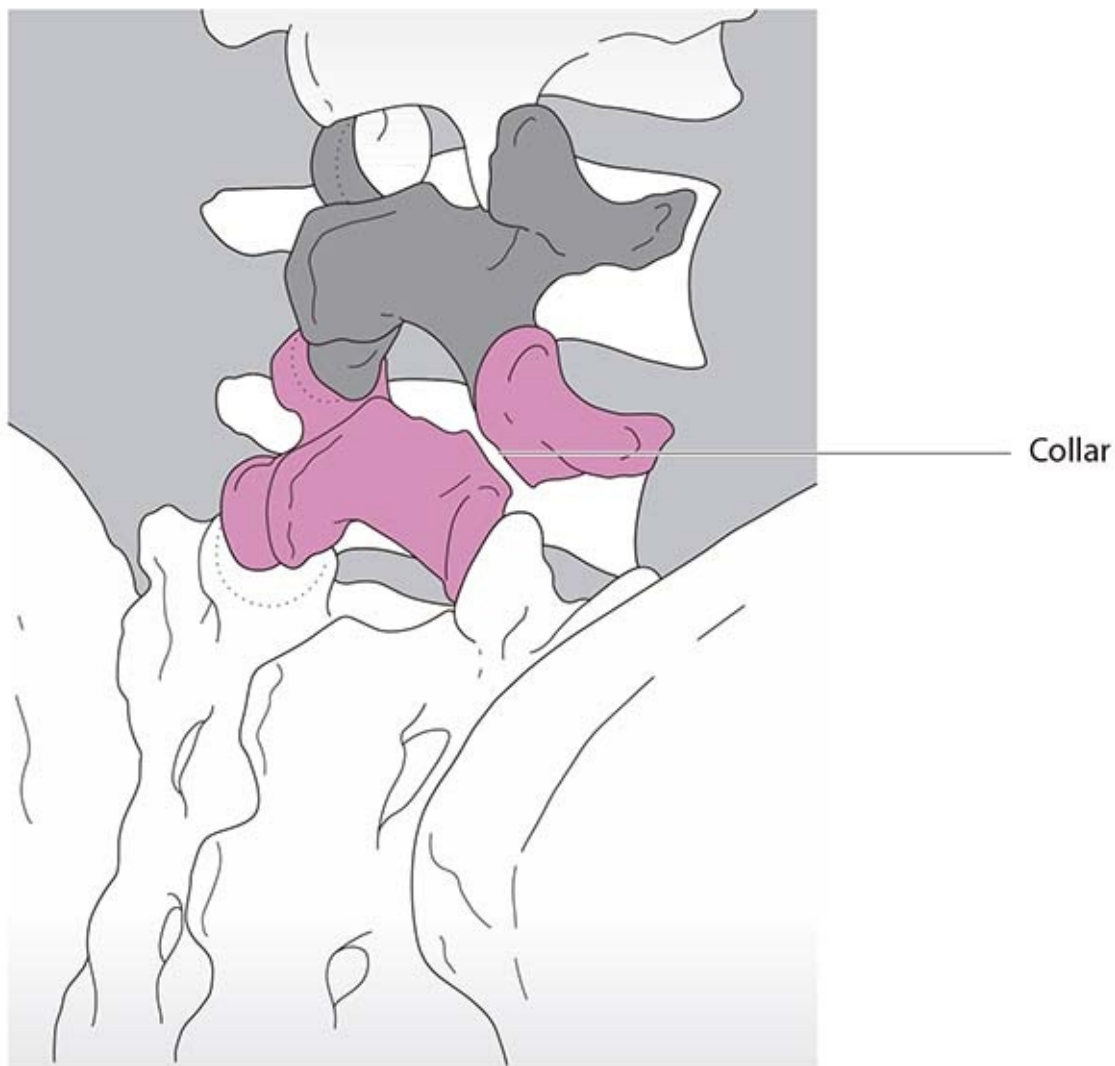
- Los **contornos** anterior y posterior de los **cuerpos vertebrales** forman arcos armoniosos.
- Los **espacios de los discos intervertebrales**, sobre todo de L5-S1, tienen una forma cada vez más cuneiforme.
- Los **cuerpos vertebrales** poseen una forma de huso y caja, con contornos uniformes y sin espolones.
- Las apófisis espinosas muestran un pequeño espacio entre las puntas.
- **Lordosis** normal: ángulo lordótico en posición supina, 50°; de pie, 70°. Si se traza una línea desde la placa terminal superior de L1 y otra desde la base del sacro, el ángulo que forman es el ángulo lordótico.
- El **eje estático** se determina al trazar una perpendicular del centro del tercer cuerpo vertebral hacia abajo, hasta el borde frontal de la placa terminal superior del sacro.
- **Ángulo lumbosacro**: se forma con el eje longitudinal de la quinta vértebra lumbar y el sacro; por lo general es de 130° a 150°.

- **Espondilolistesis:** existe un desnivel significativo entre L5 y S1 debido al desplazamiento anteroinferior de L5 (**figura 7-18**).
- **Retrolistesis:** debido a la inestabilidad de un segmento de movimiento, una vértebra se desplaza en dirección posterior en relación con la siguiente vértebra inferior. Esto se reconoce por un desnivel.
- **Enfermedad de Bastrup:** las puntas de las apófisis espinosas entran en contacto (“beso de las apófisis”) como resultado de una lordosis extrema.
- **Osteoporosis:** debido a la pérdida ósea hay variaciones en el cuerpo vertebral, como vértebras cuneiformes y vértebras en mariposa.



**Figura 7-18 .** Imagen radiográfica: cambios patológicos en la vista lateral.

**Vista oblicua (45°) (figura 7-19)**



**Figura 7-19.** Imagen radiográfica: columna lumbar en vista oblicua (45°). Gris: vértebra normal. Rojo: espondilólisis.

Valoración crítica de la configuración de la **parte interarticular** : los contornos pueden visualizarse como un “perro escocés”:

- Hocico = apófisis transversal.
- Oreja = apófisis articular superior
- Pata delantera = apófisis articular inferior.
- Cuello = parte interarticular.
- Cuerpo = arco vertebral.
- Partes traseras = arco vertebral con las apófisis articulares del lado contrario.

### Articulaciones cigapofisarias

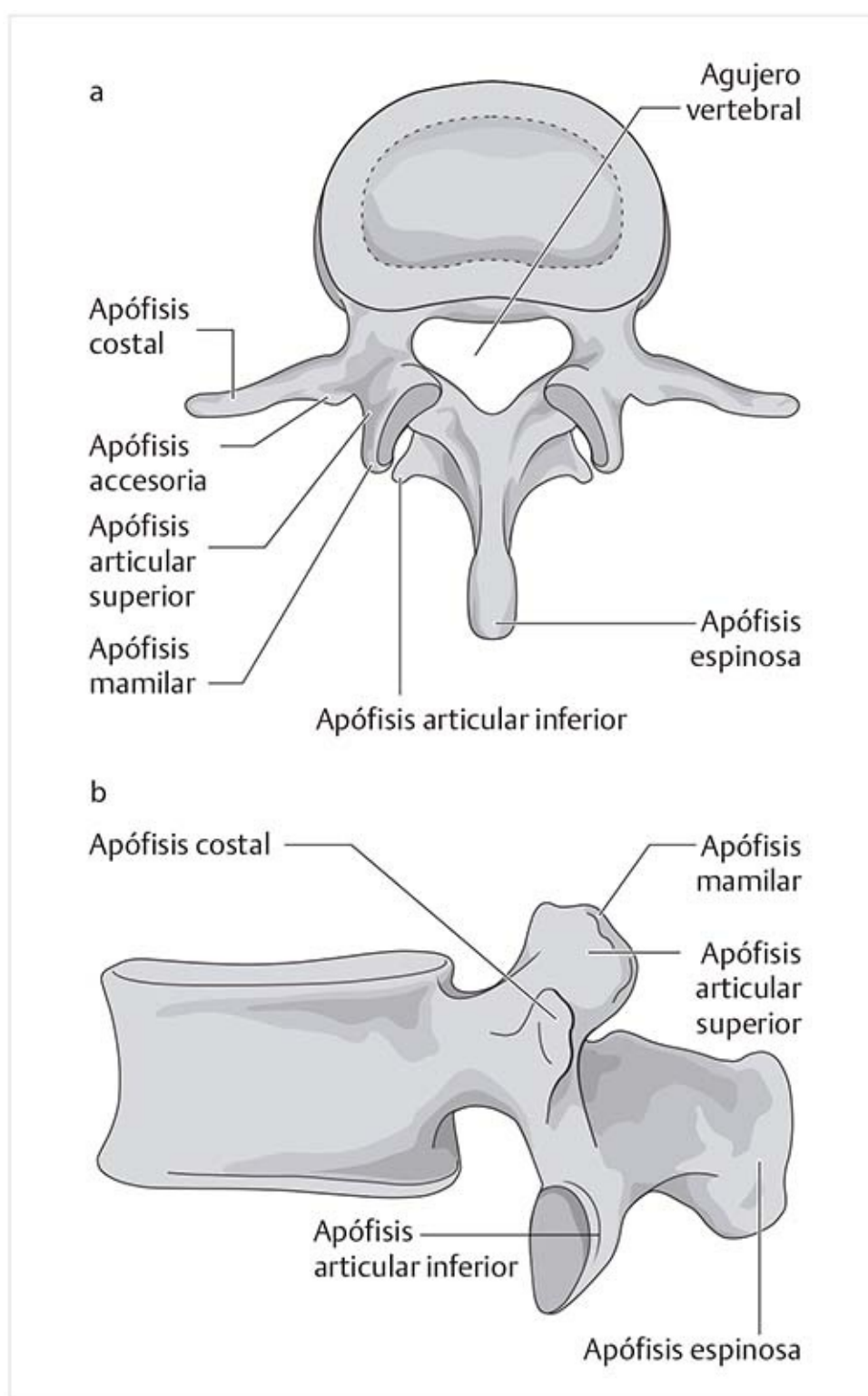
- Anchura del espacio articular: 1.5 a 2 mm.
- Superficies articulares: lisas y bien definidas.

#### Patología

**Espondilólisis (figura 7-19)** : si se forma un espacio entre las apófisis articulares superior e inferior de una vértebra, el perro escocés parece usar un collar.

## 7.3. Vértebras lumbares

### Cuerpo vertebral (figura 7-20a, b)



**Figura 7-20.** Vértebra lumbar. (a) Vista superior. (b) Vista lateral.

- El eje transversal es más largo que el anteroposterior, lo que produce una forma algo ovalada.
- Se vuelven cada vez más cuneiformes conforme se desciende, por lo que el cuerpo de la quinta vértebra lumbar es 3 a 5 mm más grueso en la parte anterior que en la posterior.

### **Apófisis transversal (figura 7-20a, b)**

- Se forma por la fusión de un rudimento costal grande (**apófisis costal**) con la pequeña apófisis transversal primordial (**apófisis accesoria**).
- La apófisis costal es muy larga y con orientación horizontal, salvo en L5, en la que se alinea más hacia delante.
- La apófisis accesoria surge en la base de la apófisis costal.

## Apófisis espinosa (figura 7-20a, b)

Las apófisis espinosas se extienden en dirección horizontal y son muy fuertes.

## Apófisis articulares (figura 7-20a, b)

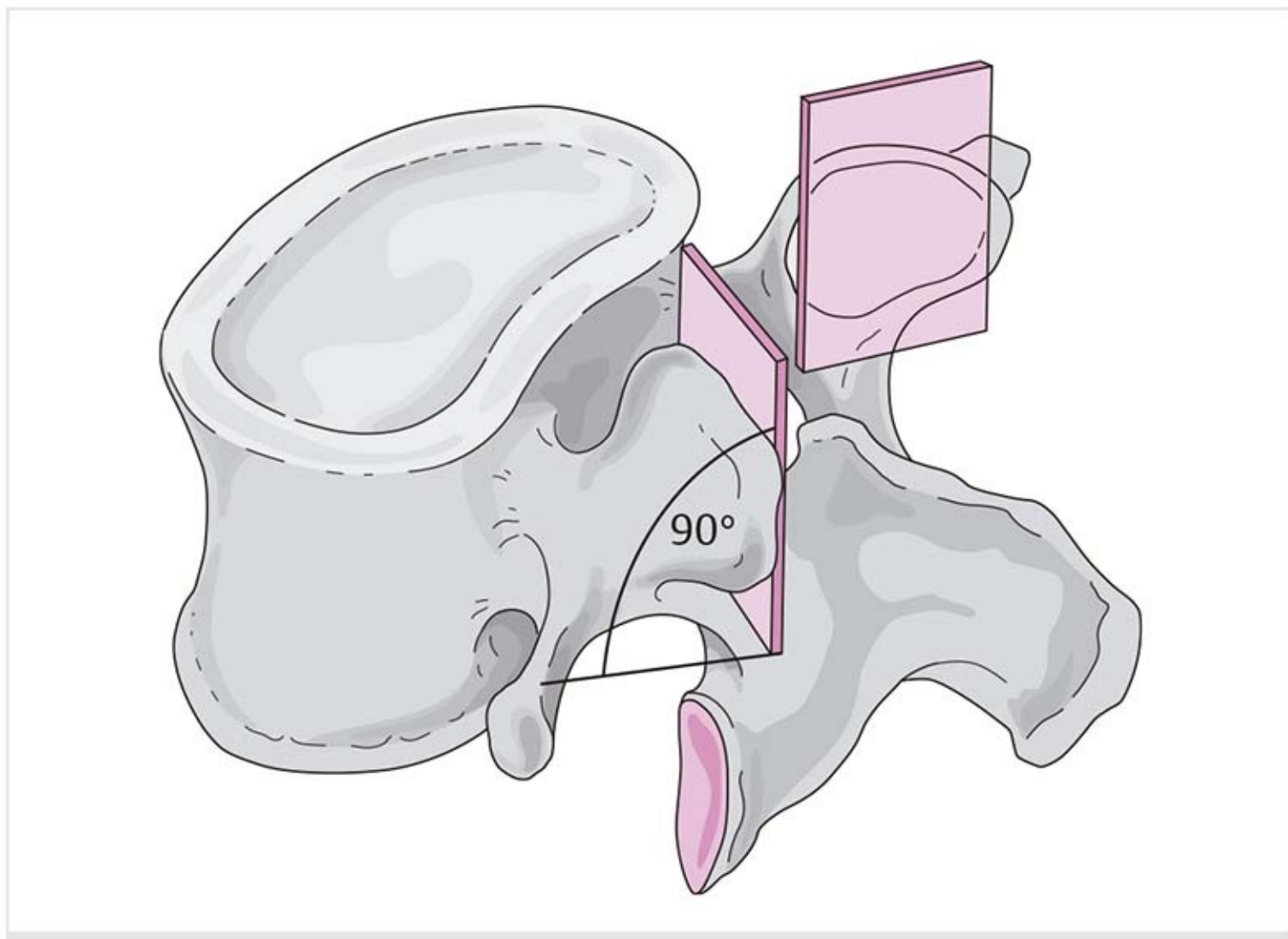
Están diseñadas para ser muy fuertes.

- La **apófisis articular superior** tiene una pequeña protuberancia, la **apófisis mamilar**. La superficie articular muestra dirección posteromedial.
- La **apófisis articular inferior** posee localización más medial y su superficie articular tiene dirección anterolateral.

## Orientación de las articulaciones cigapofisarias

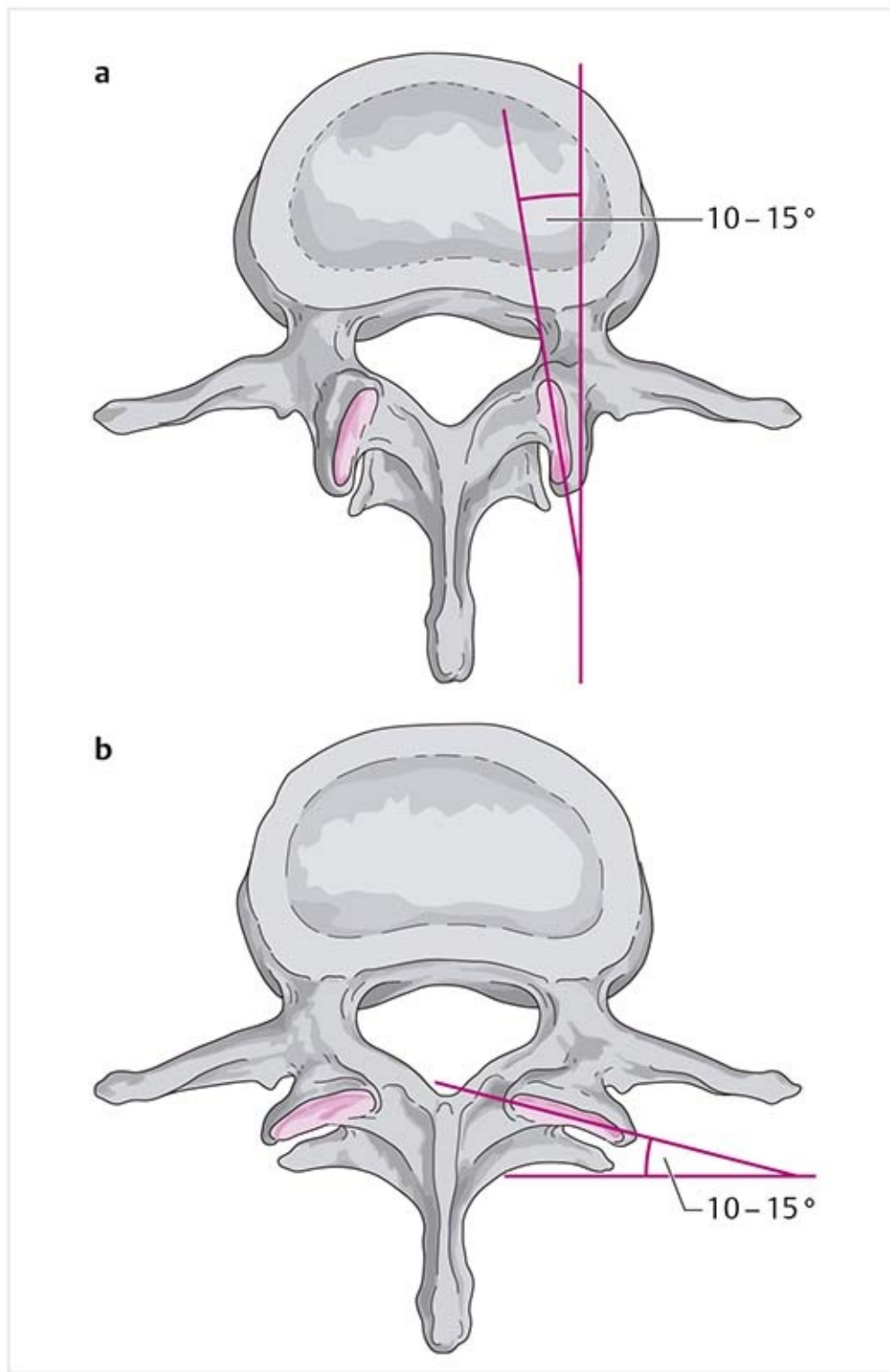
Las facetas forman un ángulo de  $90^\circ$  con el plano horizontal, lo que posibilita muy poca rotación.

Hasta un ángulo de  $45^\circ$  se esperaría una capacidad adecuada para rotar. Cuanto más se aproxime el ángulo a los  $90^\circ$ , menor es la rotación posible (figura 7-21).



**Figura 7-21.** Posición de las facetas articulares con respecto a la horizontal.

Al nivel de L1, las facetas forman un ángulo de  $15^\circ$  con el plano sagital (figura 7-22a).



**Figura 7-22.** Posición de las facetas articulares. **(a)** Columna lumbar superior con orientación sagital. **(b)** Columna lumbar inferior con orientación frontal.

Al continuar hacia abajo se orientan cada vez más en dirección del plano frontal y también se separan más.

La orientación de las superficies articulares en el plano frontal es más favorable para la flexión lateral (**figura 7-22b**).

Las facetas articulares están un poco curvadas, por lo que la parte anterior se halla casi en el plano frontal, mientras que la parte posterior de la faceta está en el plano sagital.

La faceta de la apófisis articular inferior es convexa, en tanto que la de la apófisis articular superior es cóncava.

### **Absorción de fuerza**

La absorción de fuerza calculada de las facetas articulares es de 18 a 20% de la carga total en un segmento de movimiento. El resto actúa sobre el disco intervertebral. Si el disco está degenerado, la carga que las facetas de la articulación cigapofisaria deben absorber aumenta hasta el doble de lo normal.

### Cápsula articular (figura 7-23)

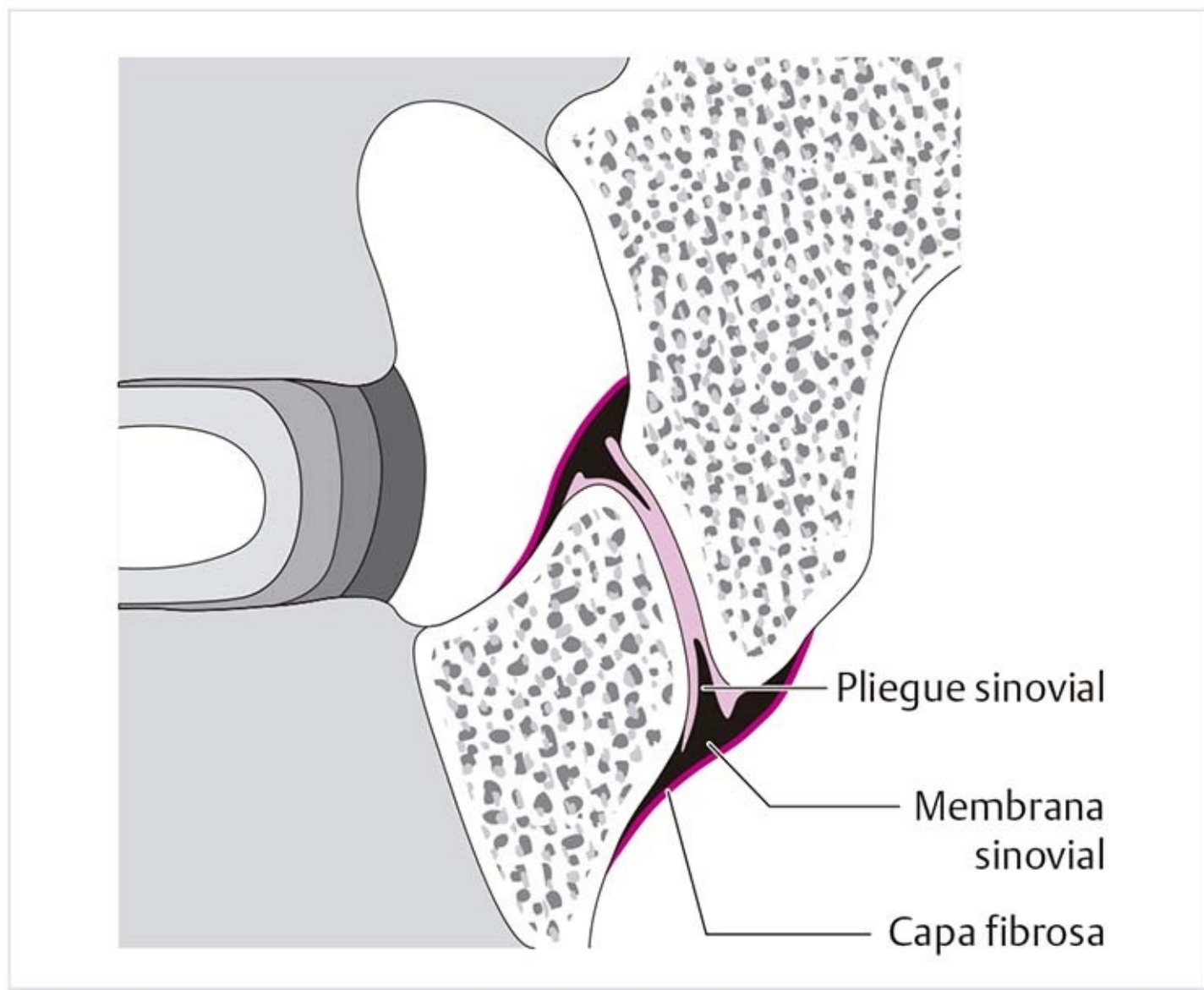


Figura 7-23. Cápsula articular.

La **membrana sinovial** tiene eversiones semejantes a un menisco, los pliegues sinoviales, que pueden extenderse hasta 0.5 cm dentro de la articulación. Estos pliegues se suavizan y tensan por los movimientos divergentes de las superficies articulares. Con los movimientos convergentes (superposición de las superficies articulares a manera de telescopio) pueden quedar atrapados en el espacio articular, lo que inhibe el movimiento.

Las fibras de la **capa fibrosa** se disponen en parte de manera diagonal en sentido superomedial a inferolateral y en parte en dirección horizontal.

<b>Patología</b>
El aumento de la carga de presión en las articulaciones cigapofisarias y la reducción consecuente de la tensión sobre las estructuras ligamentosas y capsulares pueden conducir al desplazamiento de partes de la cápsula hacia la articulación, lo que impide el movimiento.
<b>Consejo práctico</b>

Si las facetas articulares pierden el contacto óptimo, la aplicación de tracción intensiva puede eliminar presión a la articulación y liberar los recesos capsulares atrapados. También puede ser efectivo, como en una puerta trabada, movilizar primero la faceta bloqueada en la dirección en la que se trabó antes de moverla en el sentido en el que el movimiento está limitado.

## Orificio vertebral (figura 7-24)

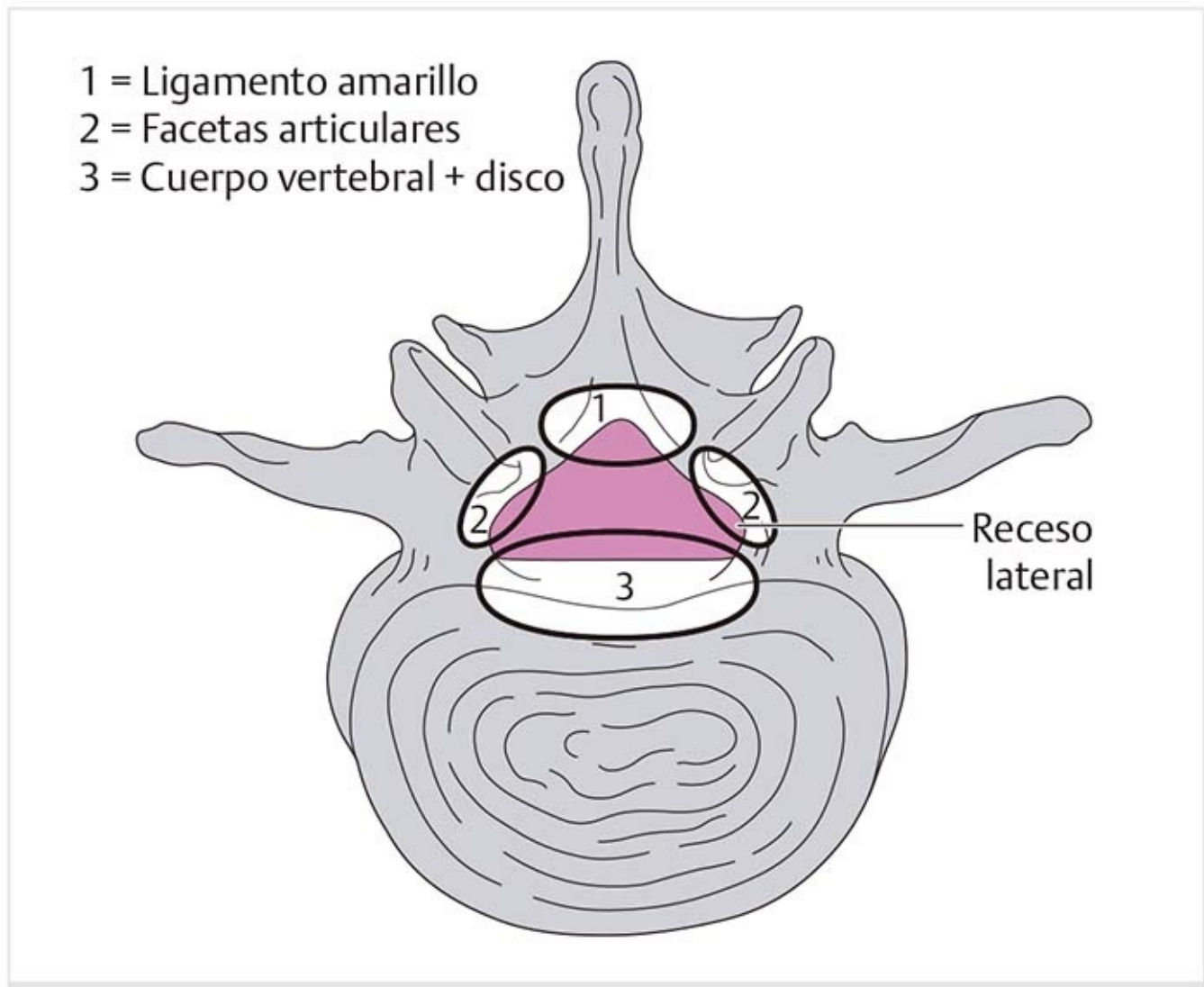


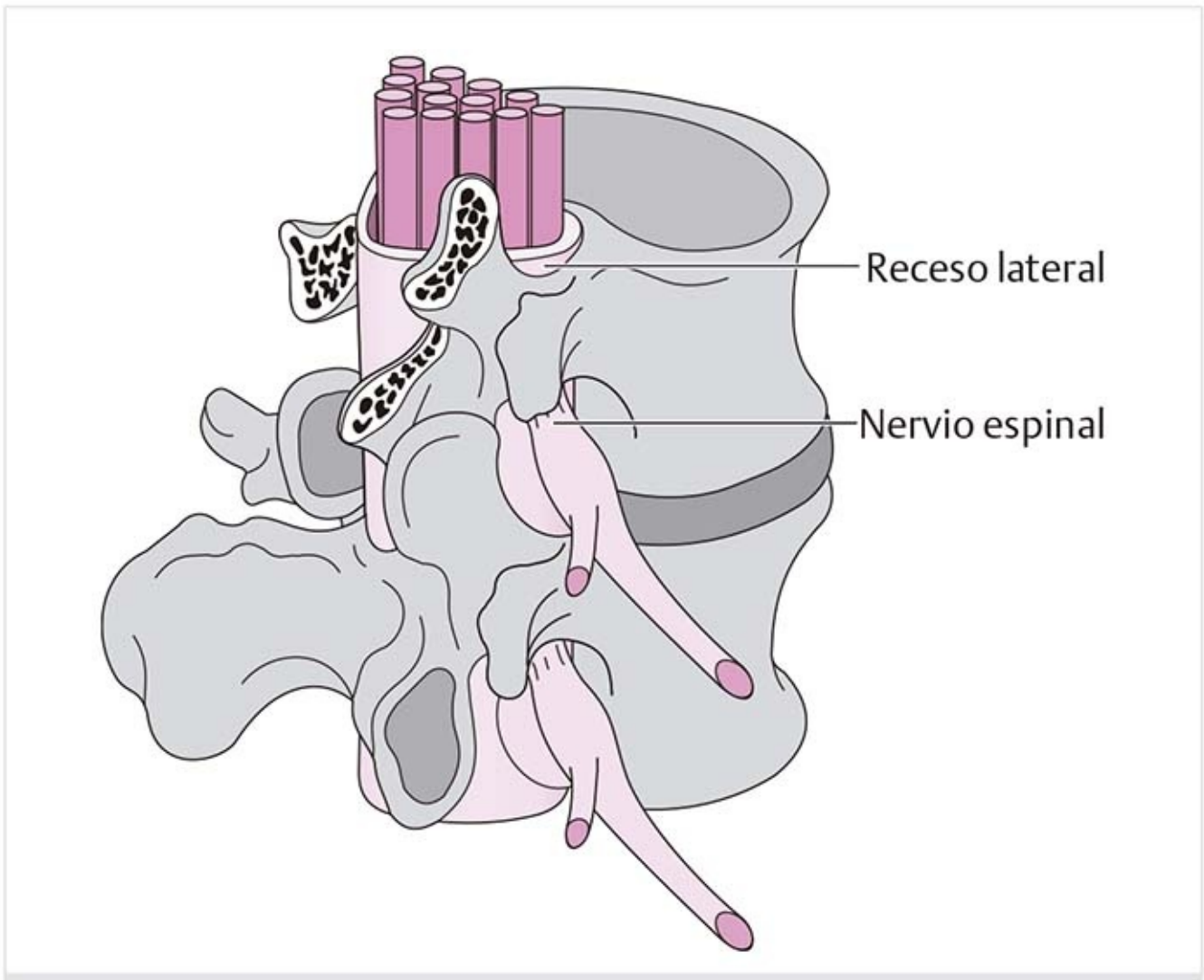
Figura 7-24. Márgenes del agujero vertebral.

En el corte transversal, el orificio vertebral tiene forma triangular, casi en hoja de trébol. La parte anterolateral del triángulo se llama **receso lateral**.

El orificio está bordeado en la parte anterior por el cuerpo vertebral posterior y el disco; en la parte anterolateral por el pedículo; lateralmente por el arco vertebral y las articulaciones cigapofisarias; y en la parte posterior por el ligamento amarillo.

## Conducto vertebral (figura 7-25)





**Figura 7-25.** Conducto vertebral.

Los orificios vertebrales, apilados uno sobre el otro, forman el conducto vertebral. La médula espinal (o la causa equina, según sea el nivel) se encuentra en el centro del conducto. Los recesos laterales forman un canal por el que discurren las raíces nerviosas rodeadas por la duramadre espinal, después de ramificarse desde el saco dural y antes de llegar al orificio intervertebral.

Además de las raíces nerviosas, en este canal también hay tejido adiposo epidural, lo que protege la raíz de las paredes óseas. En este tejido adiposo se encuentra un plexo vascular y ramas meníngeas del nervio espinal.

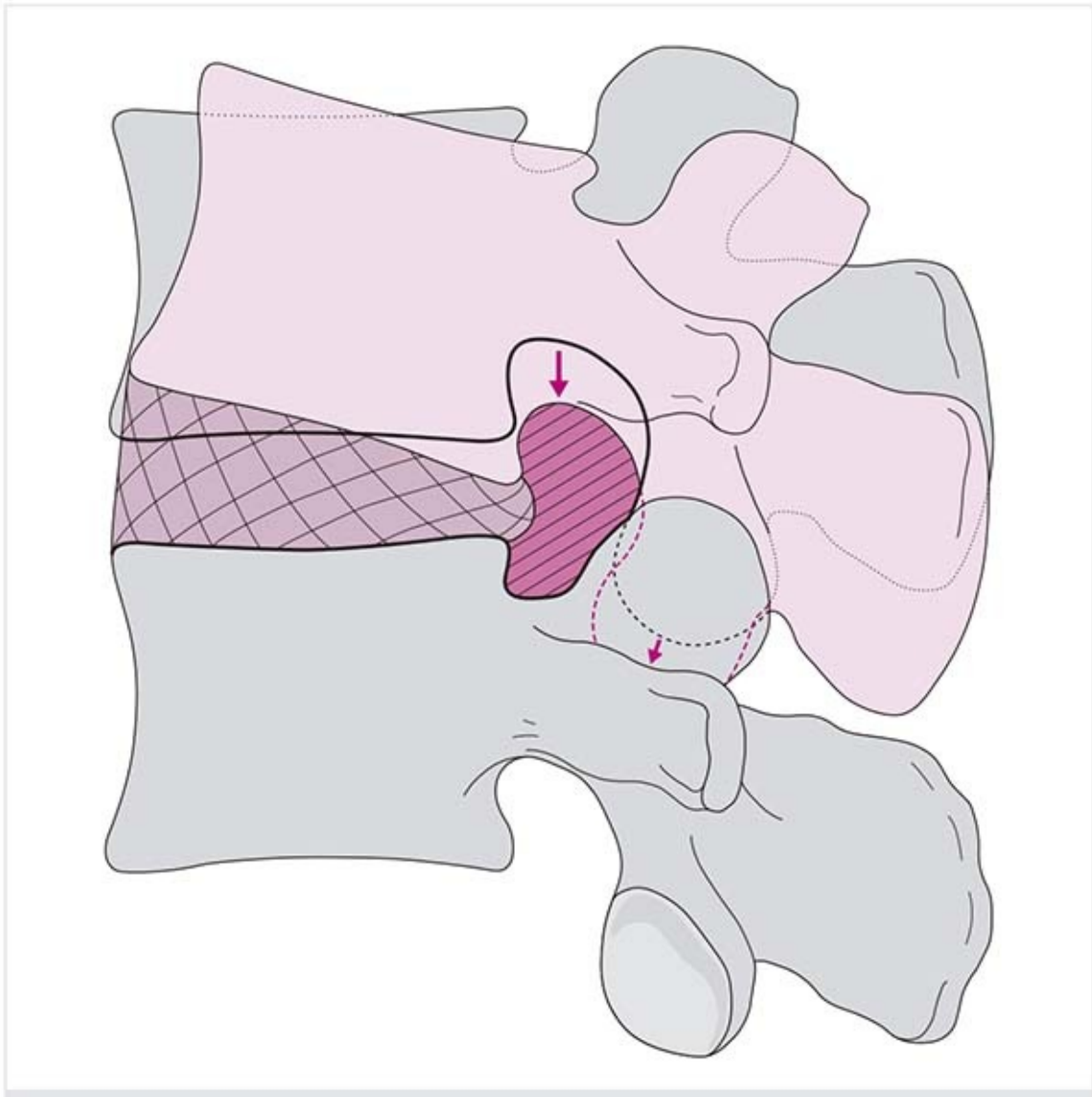
### **Variaciones de longitud**

El conducto espinal experimenta variaciones extremas de longitud:

- En la flexión, la región posterior del conducto espinal se alarga en 30%, pero la región anterior sólo en 13%. En la extensión, la parte anterior es un poco más larga que la posterior.
- En la flexión lateral, el lado contrario se alarga cerca de 15%.

Patología
<p><b>Estenosis espinal:</b> en la estenosis espinal lumbar hay estrechamiento óseo del conducto espinal que puede causar compresión de una raíz nerviosa o la cauda equina. Puede ser efecto de enfermedad degenerativa del disco con sobrecarga consecuente de las articulaciones cigapofisarias por la formación de osteofitos que constriñen el receso lateral. La retrolistesis, que se produce como resultado de la inestabilidad, también constriñe el conducto espinal y el orificio intervertebral. Los síntomas casi siempre son unilaterales y con un patrón monorradicular como claudicación intermitente.</p> <p>El estrechamiento congénito del conducto espinal es una variación anatómica desfavorable, aunque las estructuras afectadas pueden adaptarse a ella. Los síntomas sólo aparecen si se produce por ejemplo inestabilidad segmentaria.</p> <p>Tratamiento: descompresión quirúrgica mediante adelgazamiento del borde interno del arco y eliminación de los osteofitos. Si hay inestabilidad, también se realiza la fusión espinal del segmento.</p>

## Orificio intervertebral (figura 7-26)

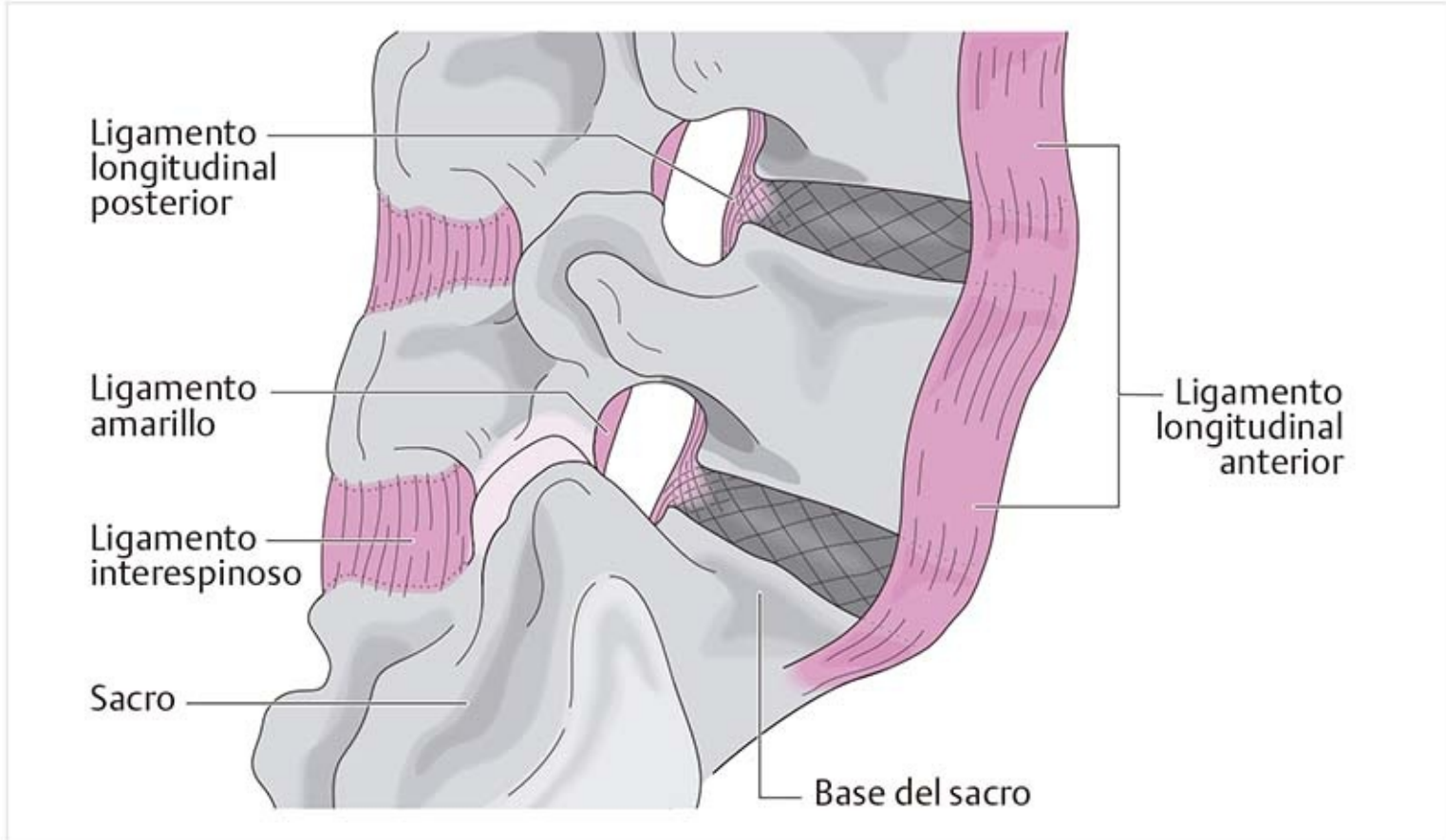


**Figura 7-26.** Cambios en la luz del orificio intervertebral durante la extensión (área sombreada).

Los orificios se localizan al nivel de los espacios del disco intervertebral y se asemejan a una oreja en una vista lateral. La raíz nerviosa pasa por la parte superior del orificio y ocupa casi un cuarto del espacio.

Durante la flexión lateral, el orificio se estrecha en el lado cóncavo y se amplía en el convexo. La flexión amplía el orificio en casi 30%. La extensión lo estrecha hasta en 20%. Los movimientos de rotación sólo producen cambios mínimos.

## Unión lumbosacra (figura 7-27)



**Figura 7-27.** Unión lumbosacra.

Esta unión es una interfaz importante porque ahí se transfieren las fuerzas de la columna a las extremidades inferiores y viceversa.

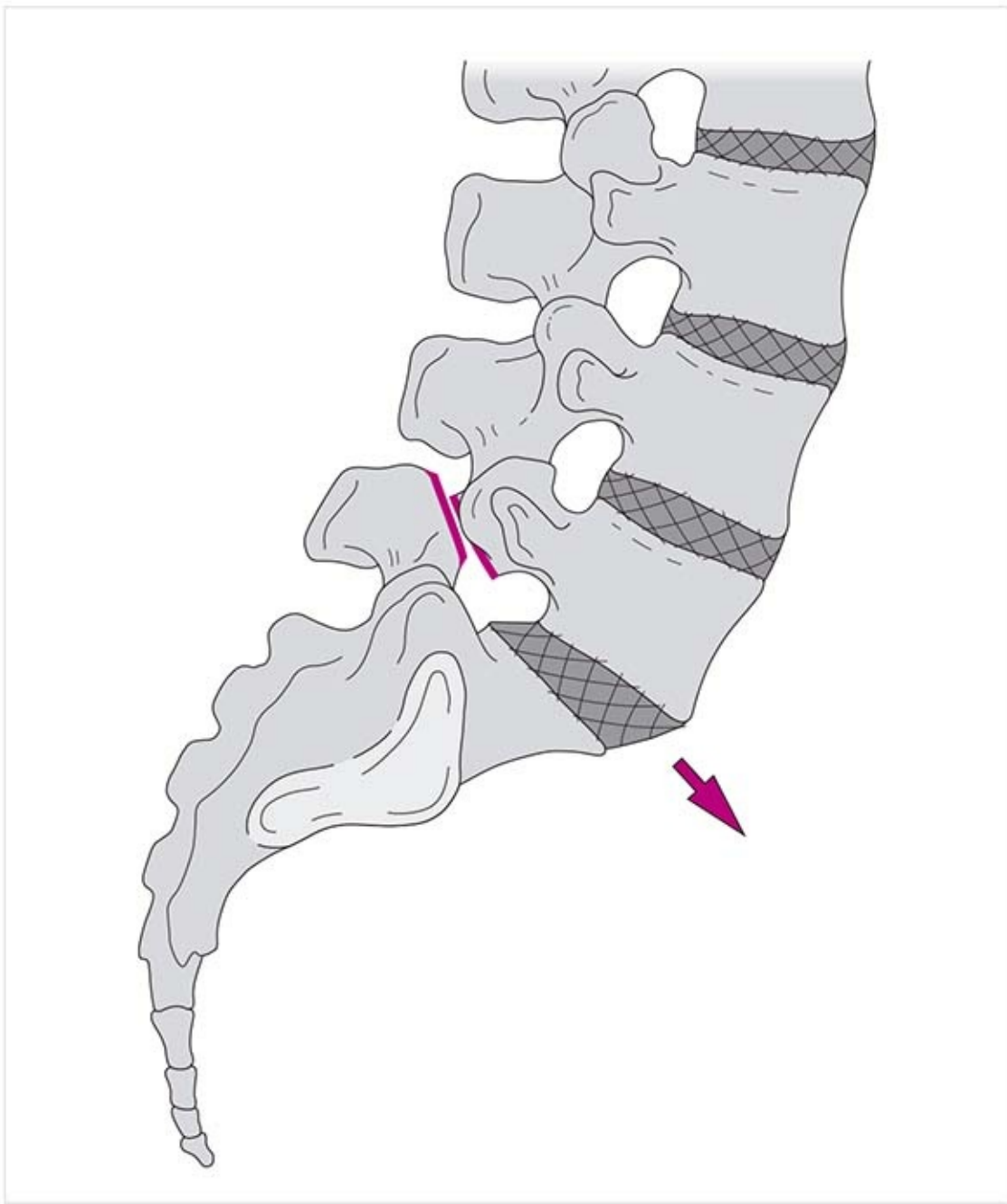
Debido a la inclinación de la base del sacro, la quinta vértebra lumbar tiende a deslizarse en dirección anteroinferior. La extensión del componente de empuje anterior depende del grado de inclinación de la base del sacro. Esta tendencia a deslizarse es contrarrestada por los ligamentos y músculos de la espalda, así como por la aposición de las facetas con las apófisis articulares superiores de la primera vértebra sacra.

### Patología

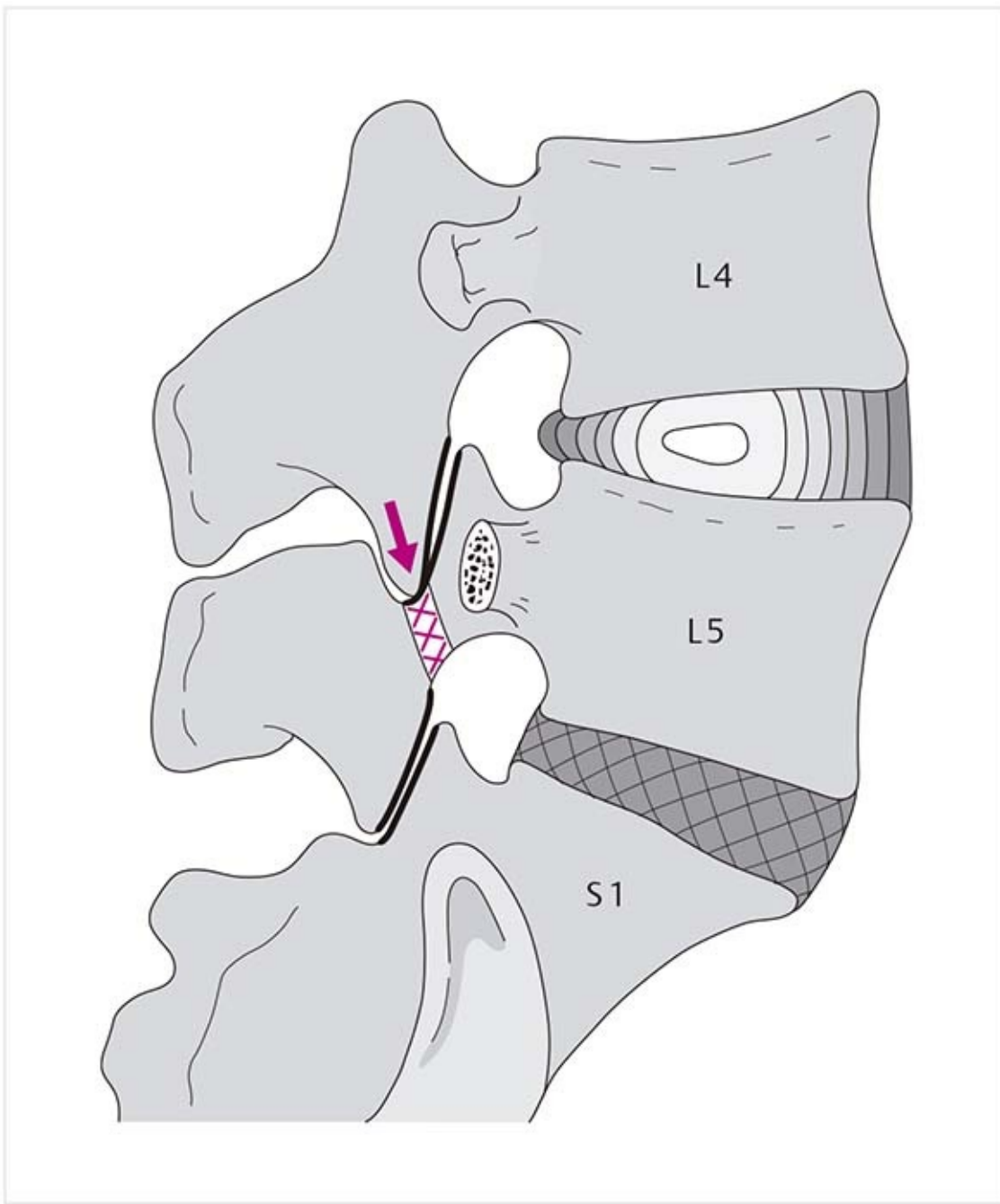
La **inestabilidad** de la columna lumbar es más frecuente en la unión lumbosacra y ocurre en 56% de los casos; le sigue la inestabilidad de L4-L5 con 44% y la de L3-L4 con sólo 2%. El cuerpo puede compensar esto durante 20 años o más. Los síntomas sólo aparecen si se agrega otro factor.

La **espondilólisis** es un espacio en la zona del arco vertebral entre las apófisis articulares superior e inferior, casi siempre en L5. Puede presentarse como un trastorno del crecimiento o deberse a la hiperlordosis muy prolongada. Si este espacio se forma en ambos lados, puede haber deslizamiento anteroinferior por la posición oblicua de la quinta vértebra lumbar en relación con la base del sacro (**espondilolistesis**) (**figura 7-28**).

**Sobrecarga de la parte interarticular (figura 7-29)**: durante la extensión excesiva, los bordes inferiores de las facetas inferiores (de L4 en este ejemplo) comprimen la lámina de L5. El punto pivote para la extensión adicional cambia del espacio posterior del disco a la parte interarticular. Esto significa que las partes anteriores de los discos experimentan un estiramiento excesivo y la transmisión axial de la presión a través del disco ya no es posible. La transmisión total de las fuerzas axiales tiene lugar entre la faceta de la apófisis articular inferior de L4 y la parte interarticular de L5. La extensión frecuente, incluso con cargas bajas, puede causar una fractura por fatiga de la parte interarticular.



**Figura 7-28.** Deslizamiento inferior de la quinta vértebra lumbar debido a espondilolistesis.

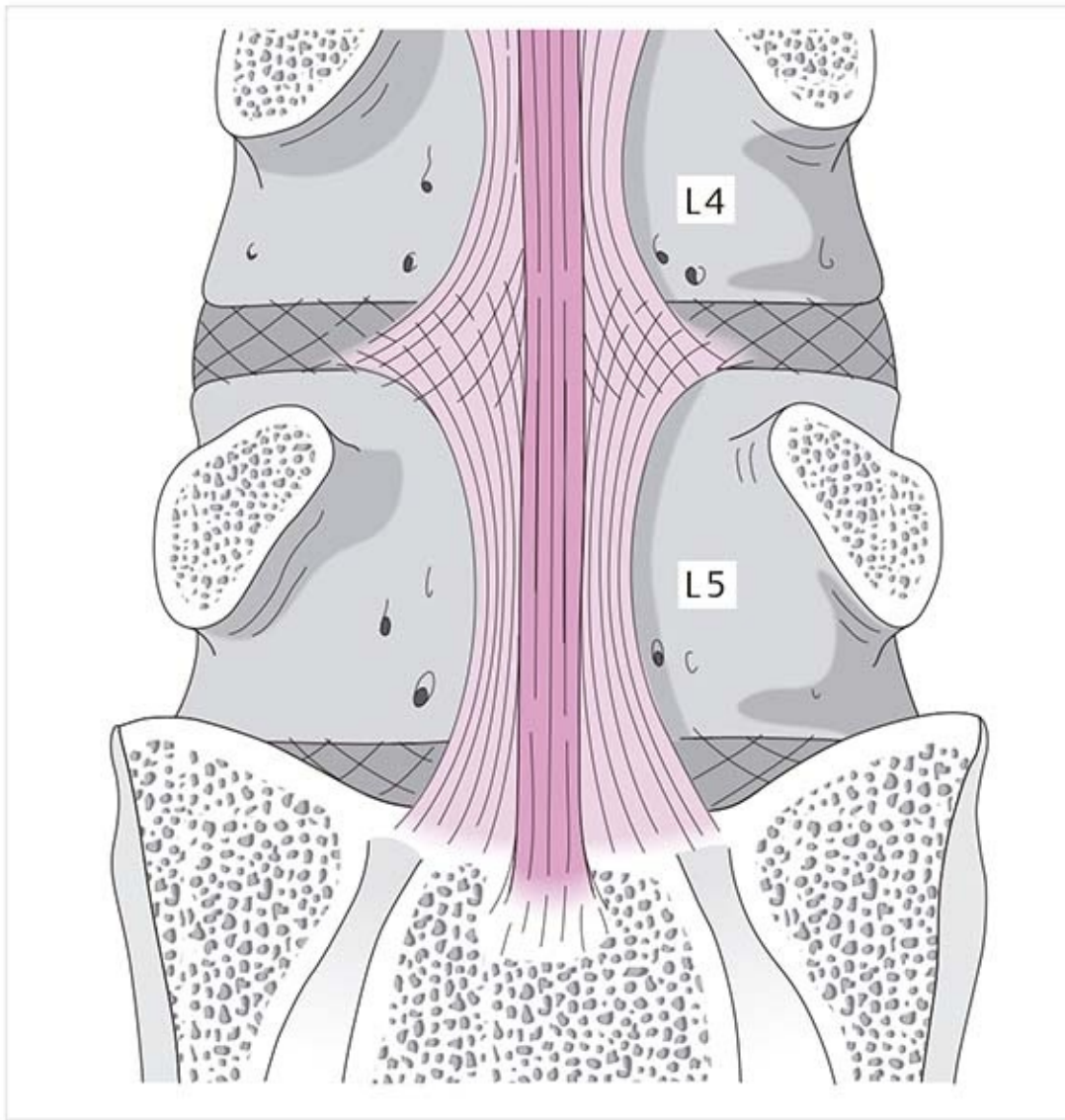


**Figura 7-29.** Sobrecarga de la parte interarticular debido a hiperextensión.

## 7.4 Ligamentos de la columna lumbar

La zona lumbar está rodeada por un complejo de estructuras ligamentosas que traccionan en distintas direcciones, lo cual estabiliza la columna lumbar por todos sus lados.

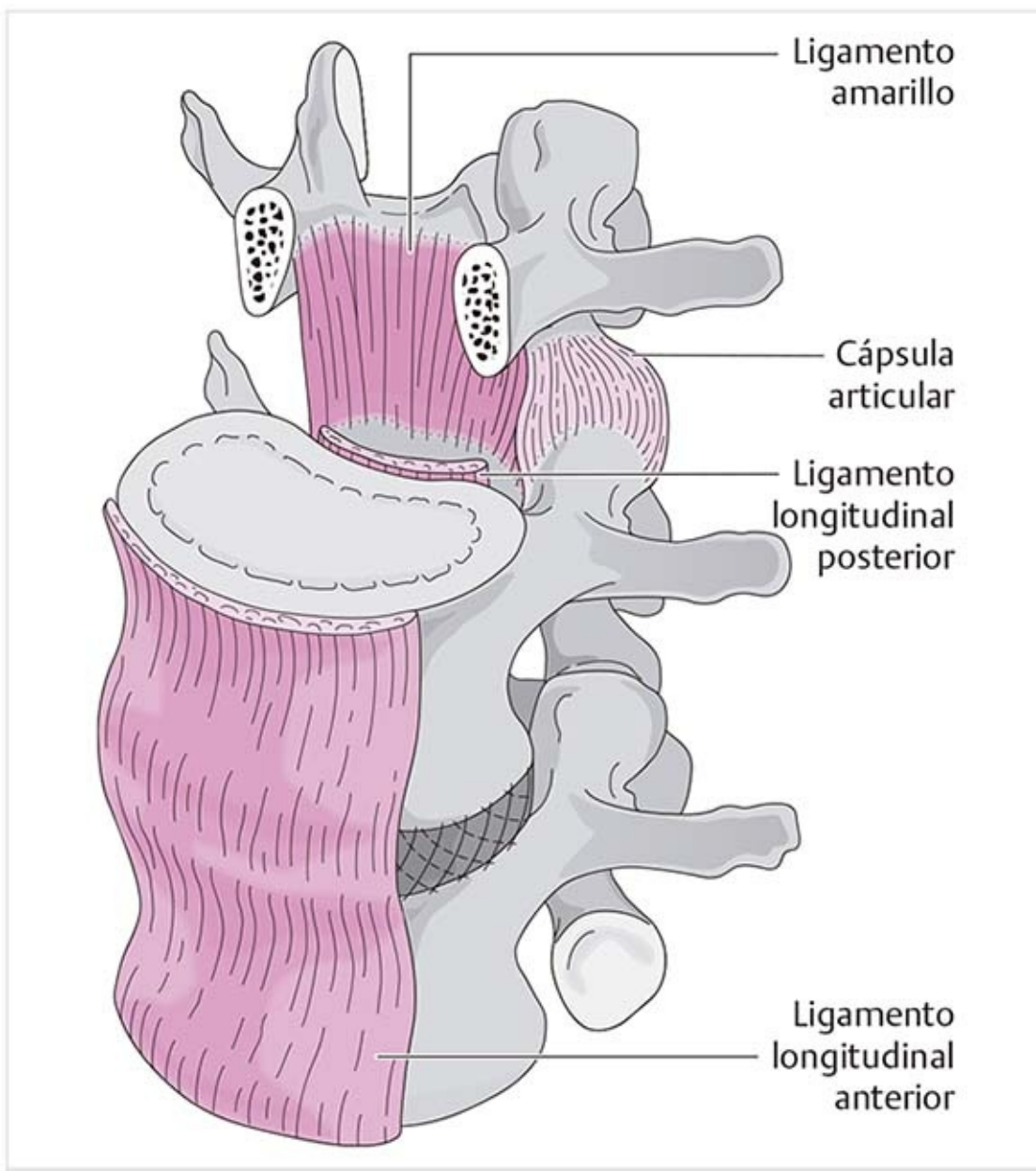
**Ligamento longitudinal posterior (figura 7-30)**



**Figura 7-30.** Ligamento longitudinal posterior.

- Este ligamento contiene muchos componentes elásticos.
- Es una capa profunda con fibras cortas que se proyectan de un segmento al otro. Mide alrededor de 1 cm de ancho a su paso por los cuerpos vertebrales, pero luego se ensancha hacia fuera, hacia los discos intervertebrales.
- Una capa superficial más gruesa con fibras largas termina en el nivel del segmento de movimiento L3-L4 y continúa como un haz de fibras muy delgado hasta el sacro.
- El ligamento longitudinal posterior no cubre la región posterolateral del disco intervertebral.
- Estabiliza el espacio posterior del disco, sobre todo durante la flexión.

### **Ligamento longitudinal anterior (figura 7-31)**



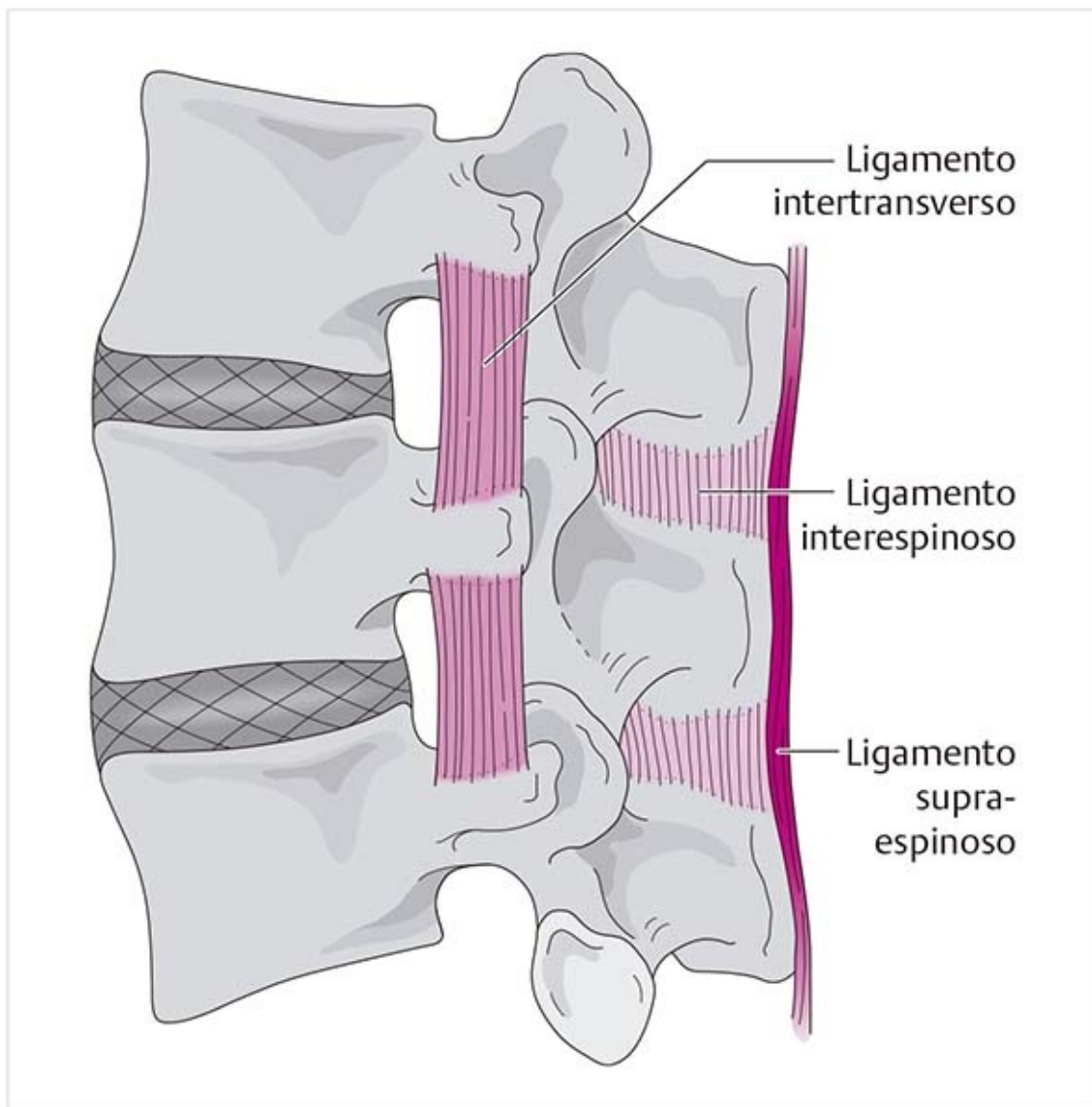
**Figura 7-31.** Ligamentos de la columna lumbar (vista anterolateral).

- Este ligamento discurre como una capa profunda de un cuerpo vertebral al otro y se conecta con el disco intervertebral mediante unas cuantas fibras delgadas.
- Una capa superficial consiste en fibras largas que saltan varios segmentos.
- El ligamento se estira con la extensión.

### **Ligamento amarillo (figura 7-31)**

- El ligamento amarillo contiene una gran cantidad de fibras elásticas.
- En la mayor parte de su trayecto posee 3 a 10 mm de grosor, pero entre L5 y S1 es mucho más angosto y delgado.
- Se extiende entre las láminas y forma la pared posterior del conducto espinal y la parte posterior del orificio intervertebral.
- En su sección intermedia se conecta con el ligamento interespinoso.
- En su parte lateral se fusiona con la cápsula articular de la articulación cigapofisaria.
- Tiene una función protectora, ya que completa el conducto espinal por la parte posterior, limita la flexión y mediante sus partes laterales limita la flexión lateral en el lado contrario.

### **Ligamento supraespinoso (figura 7-32)**



**Figura 7-32.** Ligamentos de la columna lumbar (vista lateral).

- Este ligamento se extiende de un plano superficial entre las puntas de las apófisis espinosas y termina en L5.
- Continúa en la fascia toracolumbar.
- Inhibe la flexión y la rotación.

### **Ligamento interespinoso (figura 7-32)**

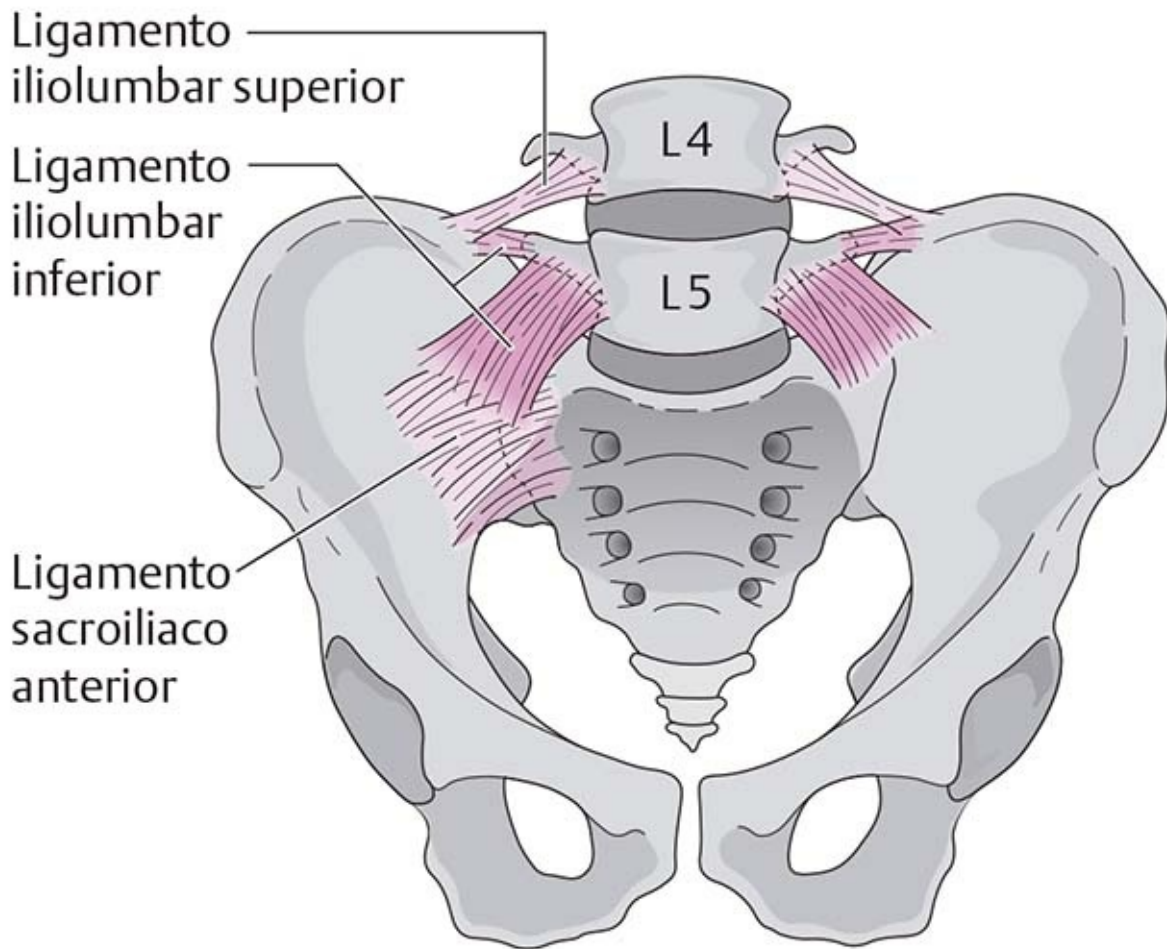
- Este ligamento discurre entre las apófisis espinosas en un plano profundo.
- La parte más profunda se une con el ligamento amarillo, mientras que la superficial se imbrica con el ligamento supraespinoso.
- Inhibe la flexión.

### **Ligamento intertransverso (figura 7-32)**

- El ligamento intertransverso conecta la apófisis transversal de una vértebra con la de la siguiente.
- Es relativamente delgado y ancho.
- Unas cuantas de sus fibras alcanzan la cápsula articular lateral y se sustituyen por el ligamento iliolumbar en la unión lumbosacra.
- Inhibe la rotación y la flexión lateral hacia el lado contrario.

### **Ligamento iliolumbar (figura 7-33)**



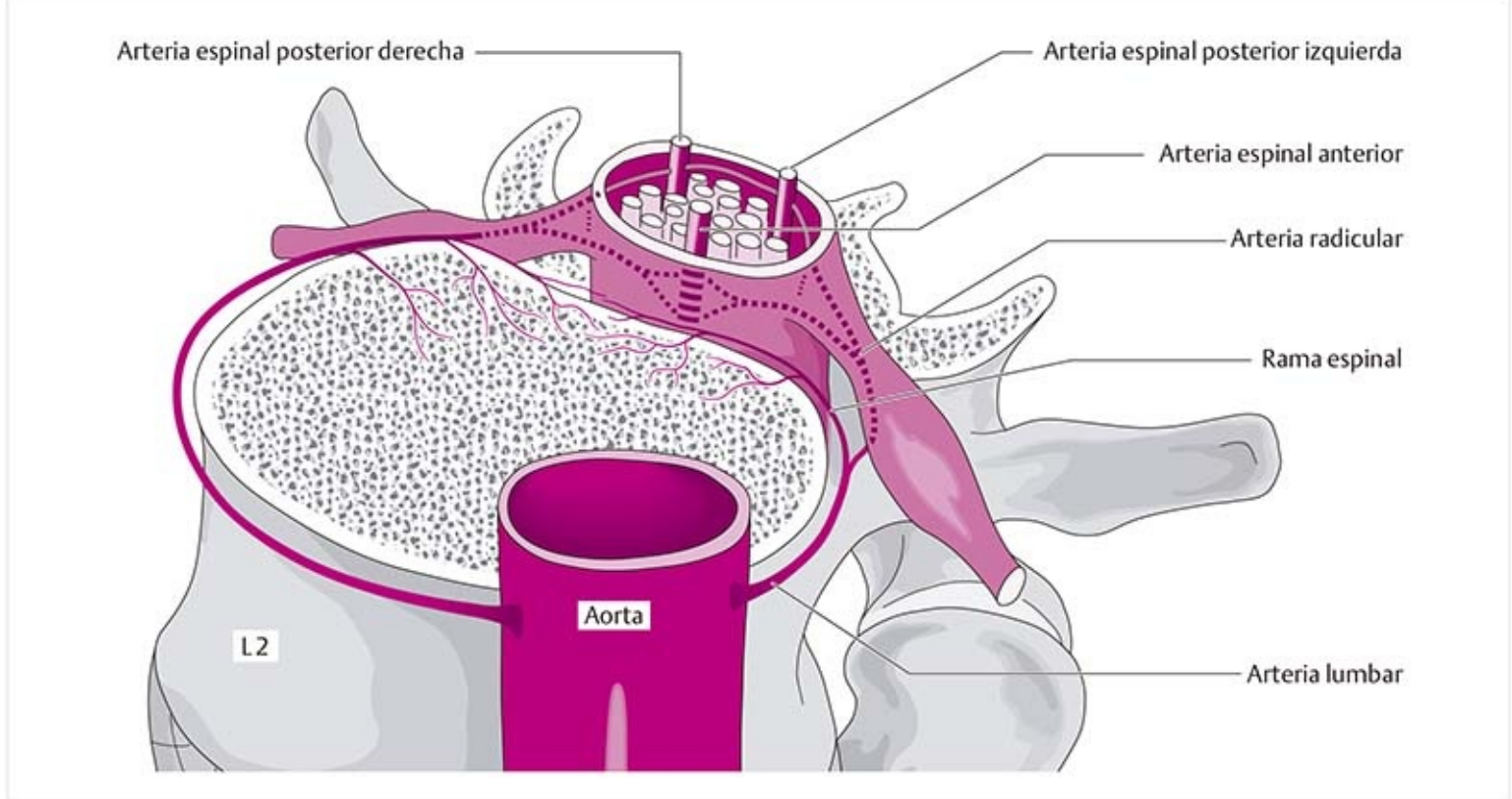


**Figura 7-33.** Ligamentos de la columna lumbar: ligamento iliolumbar.

- La **parte superior del ligamento iliolumbar** conecta la cresta iliaca con la apófisis costal de L4 y el cuerpo vertebral anterolateral.
- La **parte inferior del ligamento iliolumbar** (ligamento lumbosacro) se origina en la apófisis costal y la parte anterolateral del cuerpo vertebral L5, y se extiende en forma de **V**; la parte superior se proyecta hacia la cresta iliaca y la parte inferior continúa en dirección anteroinferior hasta la base del sacro, donde se extiende en los ligamentos sacroiliacos anteriores.
- El nervio obturador discurre entre las dos partes del ligamento.
- Existe una transformación fibrótica del músculo cuadrado lumbar que emite fibras al ligamento.
- El ligamento es esencial para la estabilidad lumbosacra, ya que impide que L5 se deslice en dirección anteroinferior e inhibe la flexión lateral y la rotación, al tiempo que permite la flexión y la extensión.

## 7.5 Circulación e inervación

### Suministro arterial (figura 7-34)



**Figura 7-34.** Suministro arterial de la región espinal lumbar.

- Las **arterias lumbares** salen de la aorta en los niveles de cada segmento.
- En su trayecto posterolateral emiten ramas al músculo iliopsoas y al peritoneo.
- Forman anastomosis con las arterias de los niveles superior e inferior.
- Las últimas arterias lumbares que se ramifican de la aorta son las del nivel L4.
- Cada tercera arteria lumbar se divide muy cerca del orificio intervertebral en:
  - La **rama espinal**, que se subdivide en (1) ramas para irrigar al cuerpo vertebral y la duramadre, y (2) las **arterias medulares segmentarias**, que entran al saco dural con el nervio espinal e irrigan a este nervio y a la cauda equina mediante la arteria espinal anterior y las arterias espinales posteriores derecha e izquierda. Las arterias medulares segmentarias anterior y posterior se dividen en ramas ascendentes y descendentes y así se combinan con las arterias de los siguientes segmentos para formar los troncos espinales arteriales (arterias espinales anterior y posterior).
  - La **rama dorsal**, que irriga la piel, músculos y otras estructuras en su trayecto en dirección posterior.
- Al nivel de L4, la aorta se divide en las **arterias iliacas primitivas** derecha e izquierda, que a su vez se dividen en las arterias iliacas externas e internas al nivel de L5-S1.
- La arteria iliaca interna se divide en las ramas anterior y posterior; la rama anterior irriga sobre todo a los órganos circundantes y la rama posterior al segmento L5-S1 a través de la arteria iliolumbar.
- La arteria iliaca externa se convierte en la arteria femoral, que pasa bajo el ligamento inguinal y continúa en dirección distal.

### **Retorno venoso (figura 7-35)**

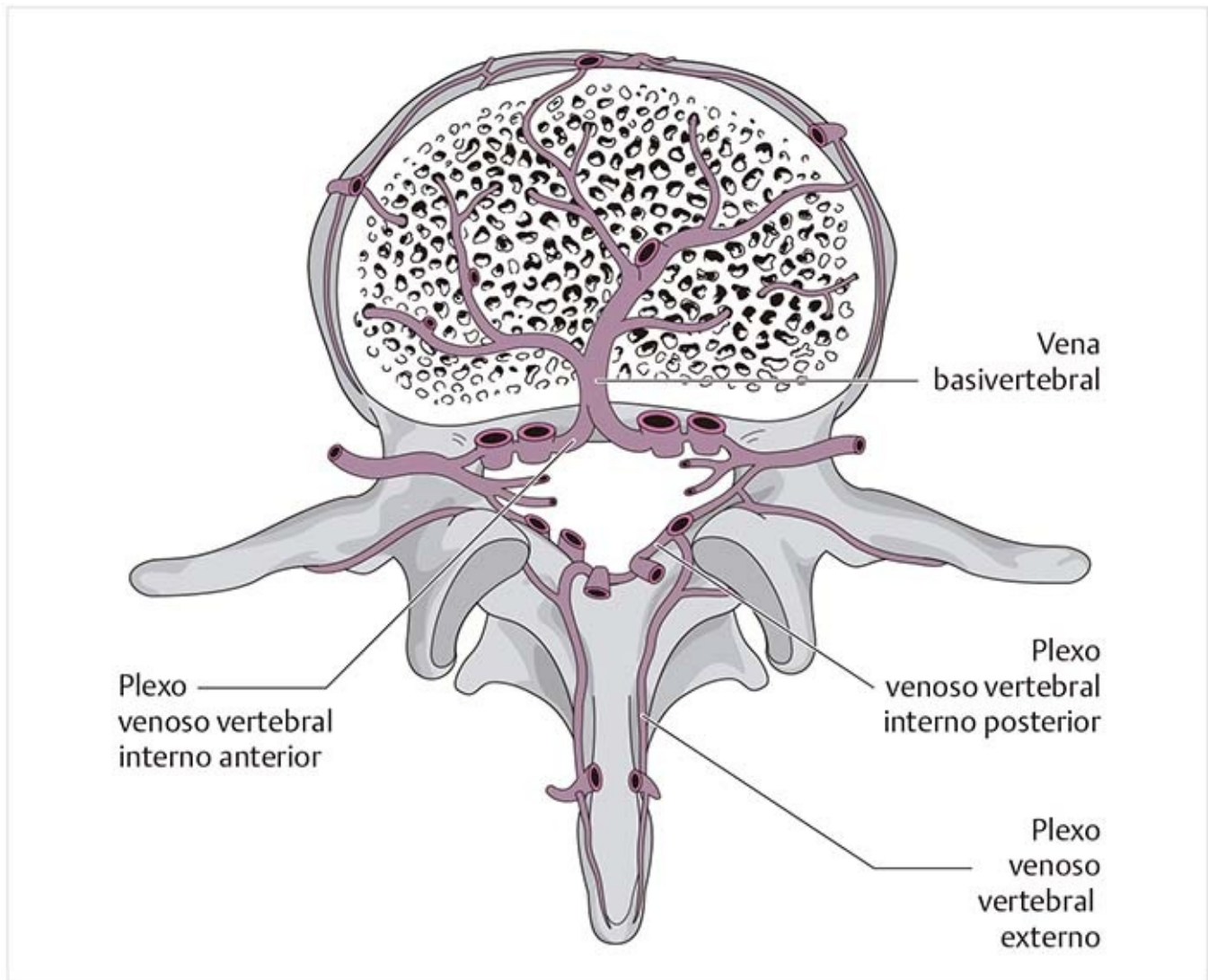
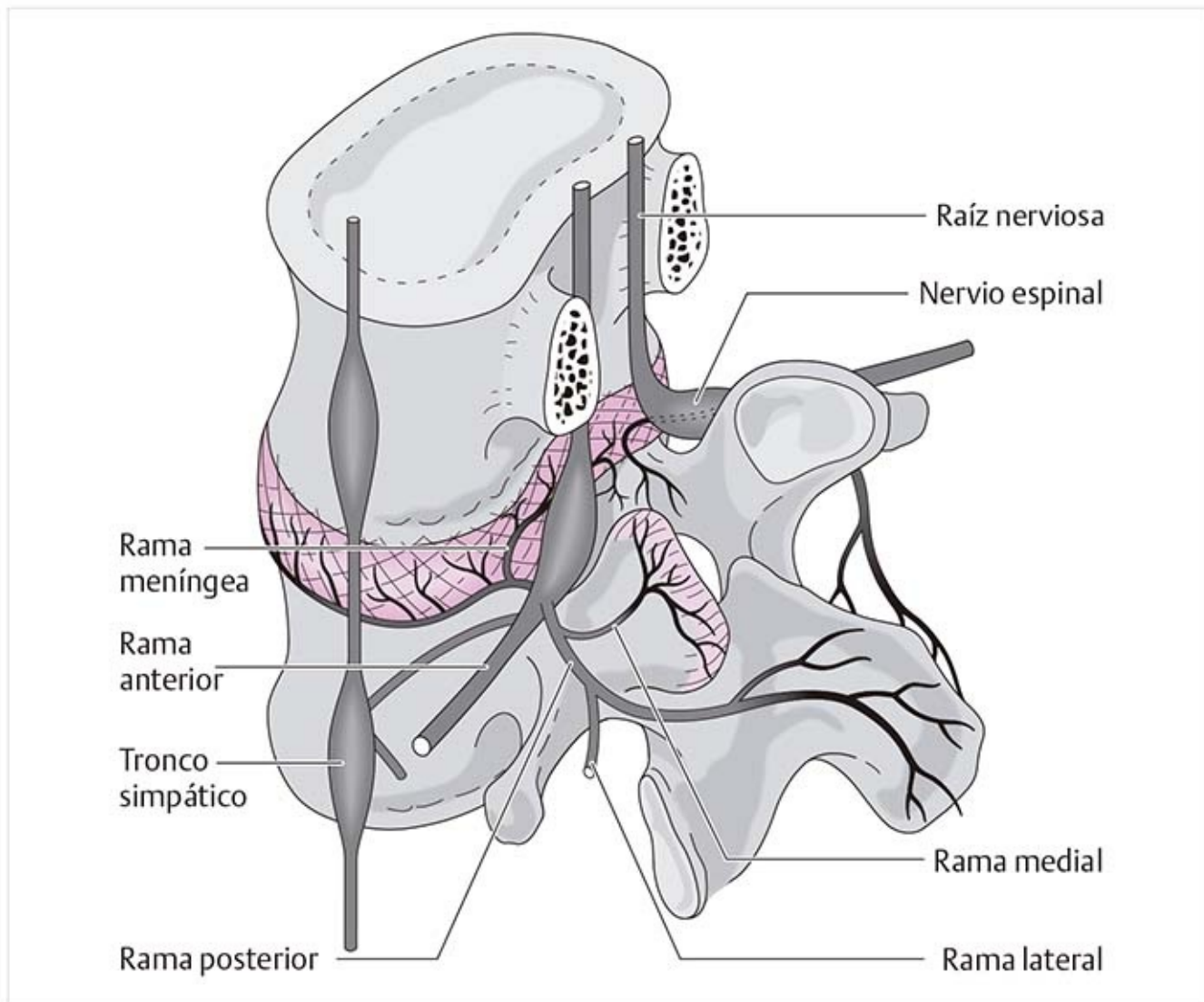


Figura 7-35. Red venosa en el segmento de movimiento.

- Las venas discurren paralelas a las arterias lumbares.
- El **sistema venoso intradural** drena la sangre de la médula espinal a través de las venas longitudinales y se une con el plexo venoso vertebral interno.
- El **sistema extradural** consiste en los plexos venosos vertebrales externo e interno:
  - El **plexo venoso vertebral externo** se forma con las venas que discurren entre las apófisis espinosas y las láminas hacia el orificio intervertebral. Drenan en las venas cavas inferior y superior.
  - El **plexo venoso vertebral interno anterior** consiste en dos venas longitudinales grandes en situación inmediata lateral al ligamento longitudinal posterior que se interconectan mediante muchas anastomosis transversales. Éstas dan origen a la vena basivertebral hacia el cuerpo vertebral. En la zona del orificio intervertebral se conectan con el plexo venoso vertebral externo (**figura 7-35**).
  - El **plexo venoso vertebral interno posterior** se localiza, junto con muchos vasos más pequeños, en la parte posterior del conducto espinal y también se conecta a través del orificio intervertebral con el plexo venoso externo y las venas segmentarias, que son ramas de las venas lumbares ascendentes y las venas ilíacas internas.

La extensión de la duramadre y la médula espinal por el movimiento influye en la tensión del tejido circundante, por lo que también afecta a la perfusión y el drenaje. El flujo sanguíneo libre hacia y desde la región lumbosacra es esencial para el funcionamiento normal de las raíces nerviosas.

### Inervación de la región lumbar (figura 7-36)



**Figura 7-36.** Inervación de la región lumbar.

Las raíces nerviosas anteriores y posteriores se unen para formar los nervios espinales. Poco después de salir por el orificio intervertebral, la rama meníngea del nervio espinal (o rama recurrente) regresa por el orificio e inerva todas las estructuras dentro del conducto medular.

La rama posterior inerva las partes posteriores del segmento de movimiento, los músculos y la piel. La rama anterior forma los plexos lumbar y sacro.

Véase el capítulo 1, Fundamentos de la columna vertebral.

### Consejo práctico

#### Inyecciones

Para romper el ciclo vicioso de irritación → postura defectuosa → tensión muscular → dolor neurógeno, puede inyectarse una mezcla de fármacos antiinflamatorios y anestésicos en varios sitios con la finalidad de desensibilizar el nervio y la zona circundante, y de reducir el edema:

- Inyección epidural a través de la ventana interlaminar en el espacio epidural.
- Infiltración facetaria en la que se “desactivan” los receptores de la cápsula articular.
- Inyección intratecal directamente en el espacio subaracnoideo.
- Bloqueo de la raíz nerviosa con el que se desensibiliza el nervio espinal justo después de su punto de salida del orificio intervertebral.
- Inyección paravertebral; p. ej., inyección en los sitios de inserción miotendinosa o ligamentosa.
- Inyecciones intradérmicas.

#### Técnica terapéutica (figura 7-37)

No debe perderse de vista lo siguiente cuando se consideren las causas de molestia en la región lumbar:

- ¿Es posible que la degeneración del disco y sus consecuencias sean las causas de la molestia?
- ¿Hay algún problema con la regulación de los músculos y ligamentos debido a una postura defectuosa?
- ¿Podría haber hipertrofia quística del ligamento amarillo o transformación del ligamento en tejido adiposo con la irritación consecuente del segmento?
- ¿Existe un problema en el drenaje venoso? ¿Podría la congestión venosa ser la causa de las molestias?
- ¿Podría haber una causa interna? Por ejemplo, los riñones se encuentran próximos a la columna lumbar y su función disminuye en los ancianos.
- ¿Podría deberse a la laxitud ligamentosa posparto, lo que ocurre en mujeres de 40 a 50 años de edad?

Esta técnica puede conducir a la institución del tratamiento adecuado en muchas áreas. Sin embargo, no sólo debe consistir en la movilización de los segmentos bloqueados y el

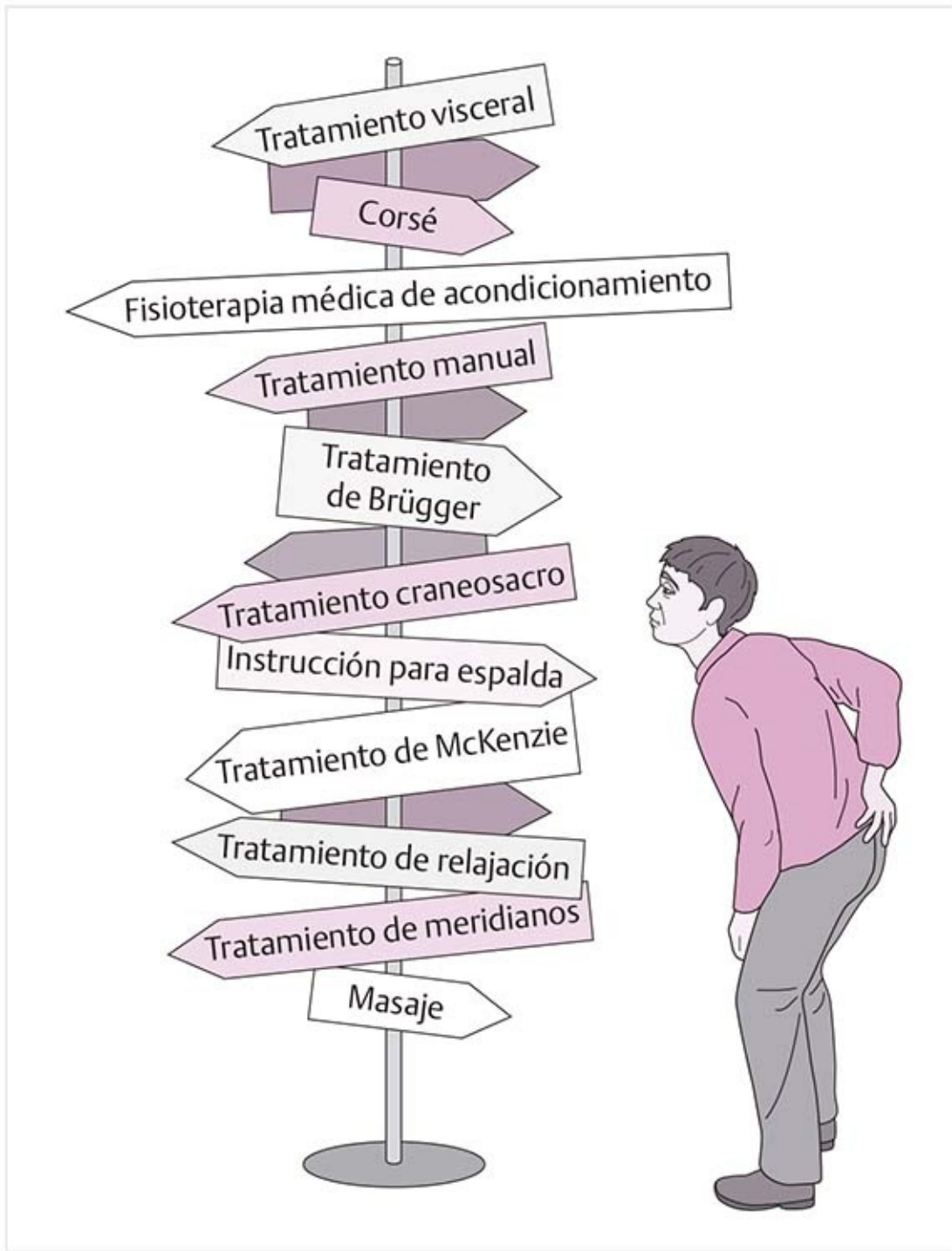
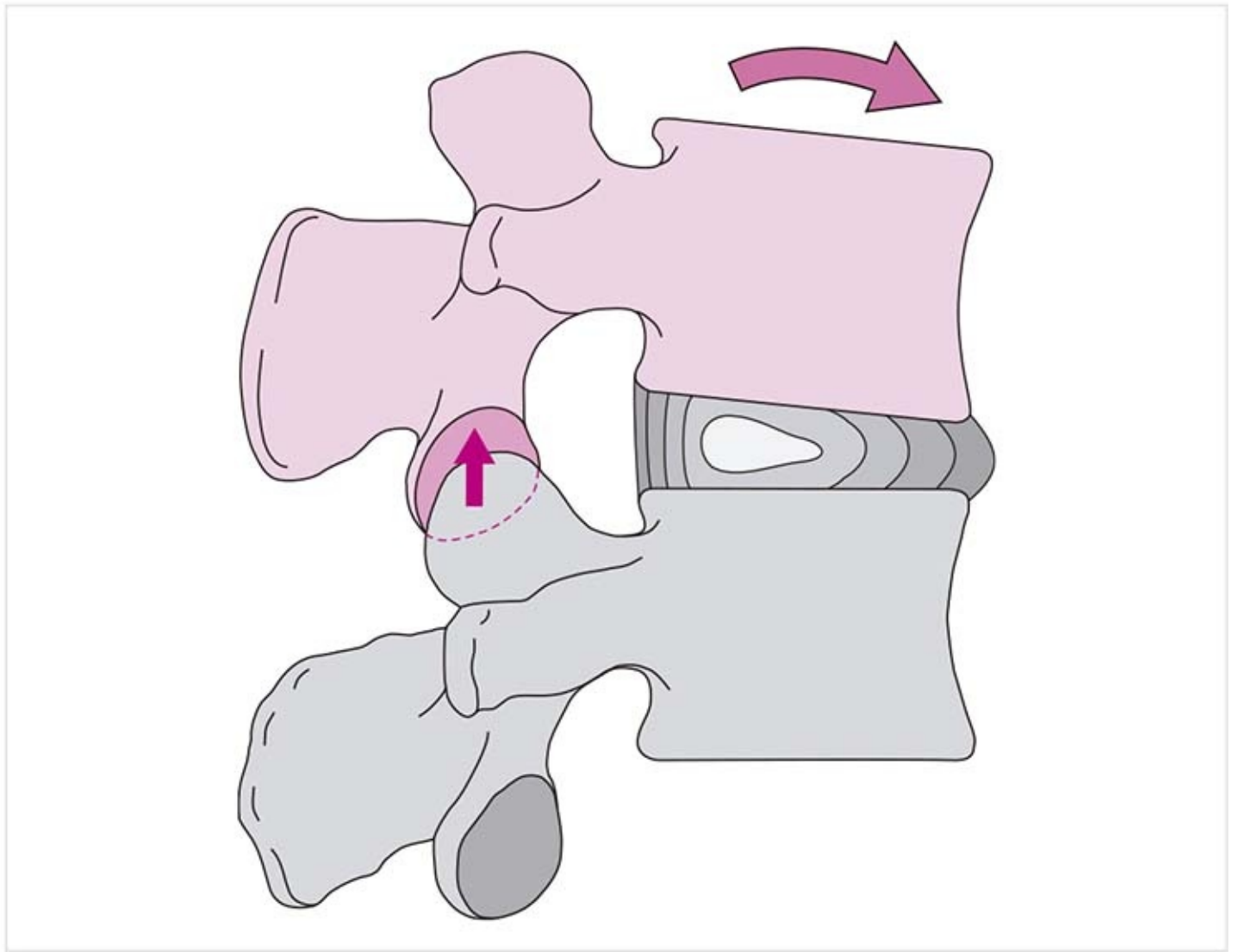


Figura 7-37. Opciones de tratamiento.

## 7.6 Movimientos de la columna lumbar

Flexión (figura 7-38)



**Figura 7-38.** Flexión de la columna lumbar.

En la fase inicial de la flexión, la parte posteroinferior de la articulación pierde contacto y hay un aumento de la carga compresiva en la parte anterior con configuración más frontal de la articulación. Este movimiento de separación se denomina **divergencia** .

**Movilidad:**

- Existe una movilidad adecuada de la unión toracolumbar a L2 y en la unión lumbosacra.
- La movilidad es menos favorable entre L2 y L5.
- Movilidad total: 40-45° (**figura 7-40** ).

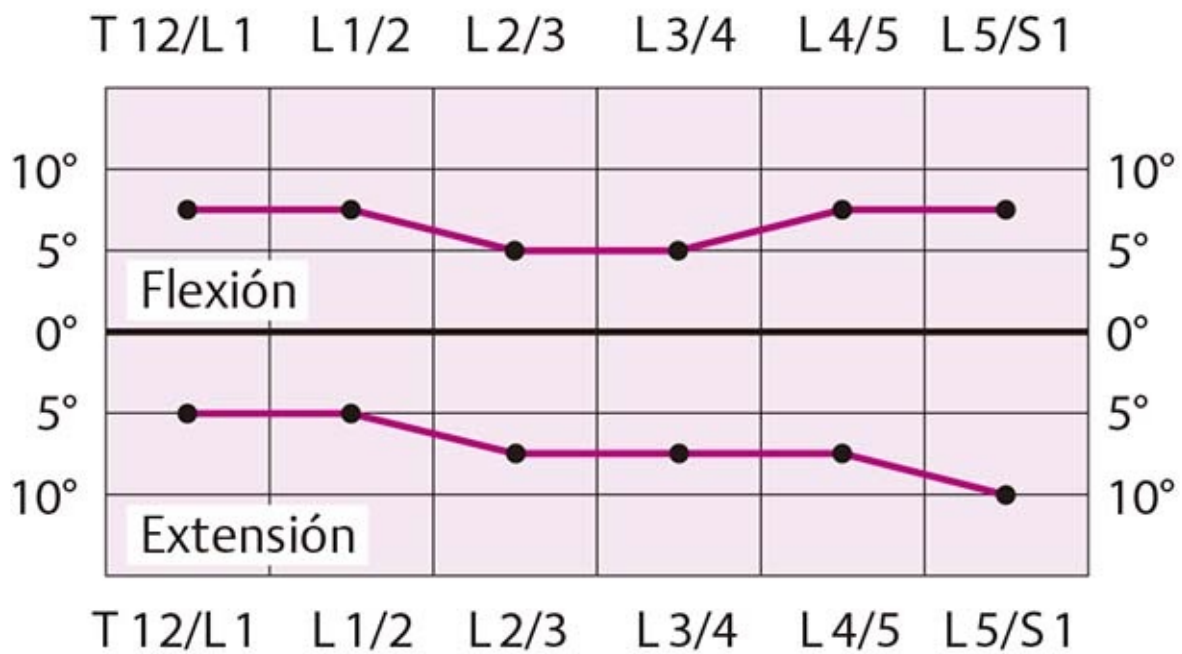
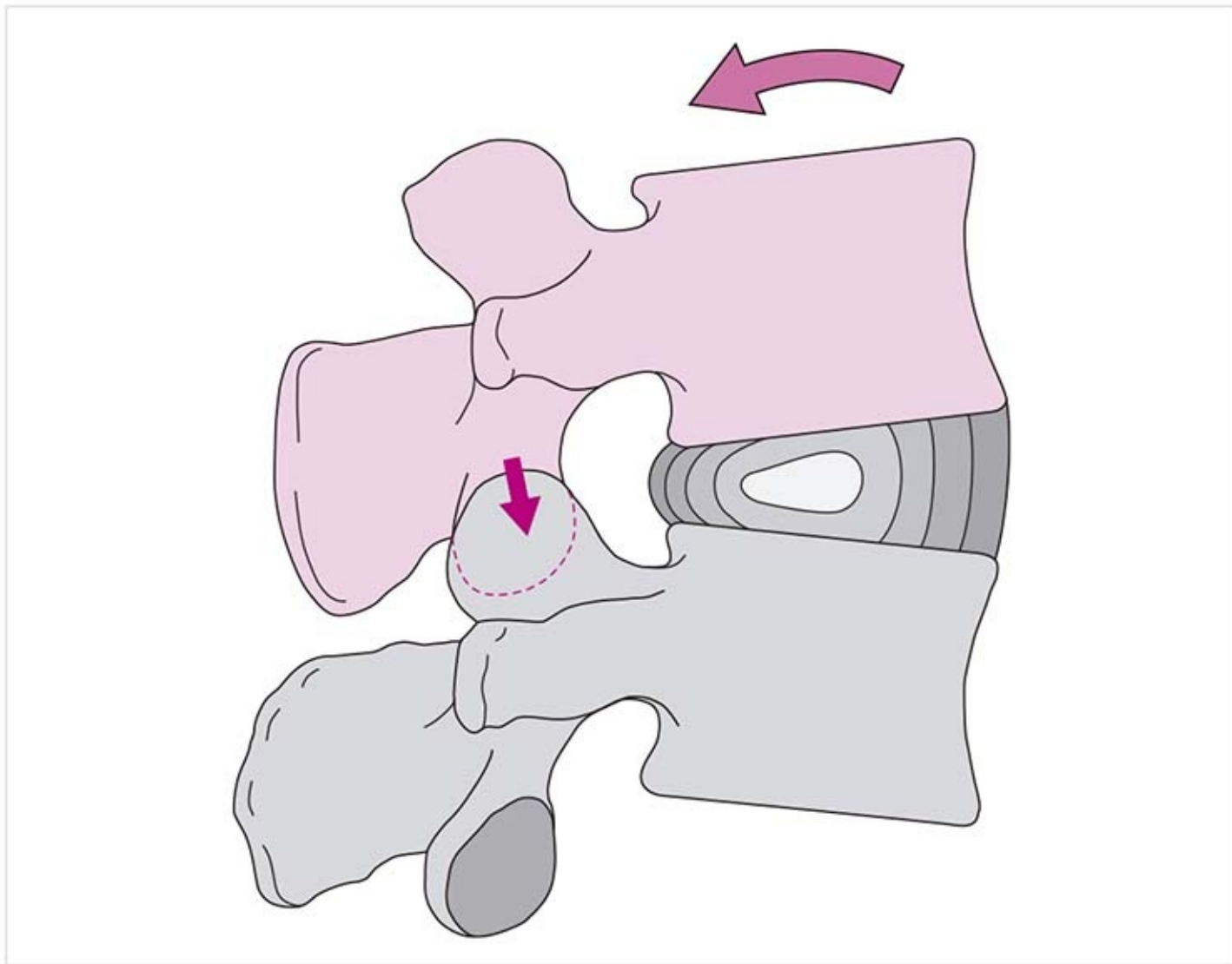


Figura 7-40. Diagrama de movimiento: flexión/extensión.

La **extensión del movimiento está limitada** por el aumento de la resistencia del ligamento amarillo, el ligamento supraespinoso y el ligamento longitudinal posterior, así como por la cápsula y sus bandas de refuerzo y las fibras posteriores del anillo fibroso. La sensación final es firme y elástica.

**Extensión (figura 7-39)**



**Figura 7-39.** Extensión de la columna lumbar.

En la extensión máxima se pierde el contacto de la superficie articular, como se muestra aquí en el corte mediosagital. Los extremos de las apófisis articulares inferiores se presionan en los recesos e invaden la parte interarticular. La superposición (a manera de telescopio) de las superficies articulares (convergencia) puede ser grave algunas veces y se conoce como cierre facetario.

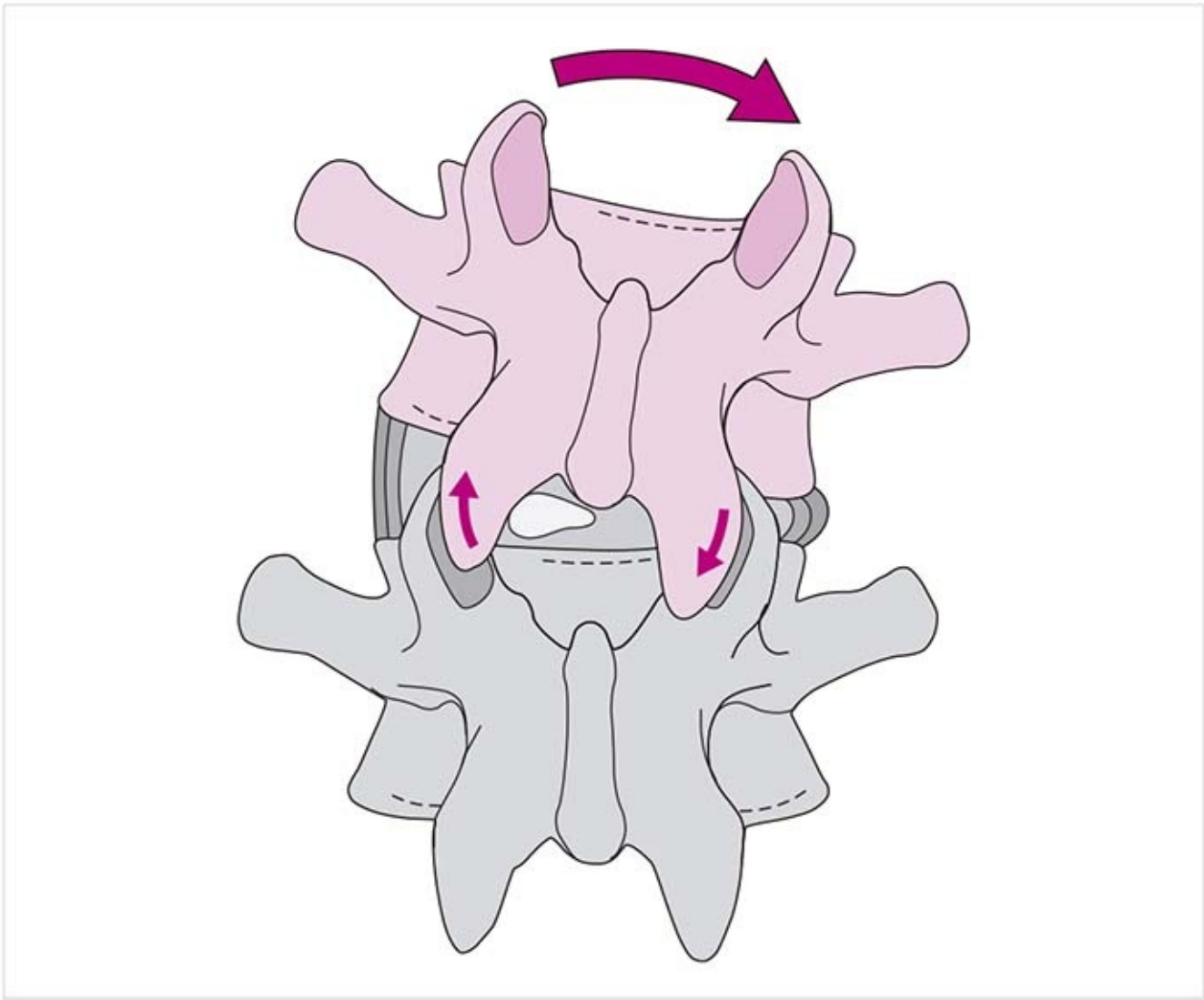
#### **Movilidad:**

- La movilidad es adecuada en todos los segmentos.
- Hay muy buena movilidad en la unión lumbosacra, que representa un cuarto de la extensión total.
- Extensión total: alrededor de 40° (**figura 7-40**).

La **extensión del movimiento se limita** por las partes anteriores del anillo fibroso y el ligamento longitudinal anterior, así como por la inhibición ósea durante el final del movimiento como resultado del contacto facetario. La sensación final es firme y elástica debido al cierre facetario.

#### **Flexión lateral (figura 7-41)**





**Figura 7-41.** Flexión lateral de la columna lumbar hacia la derecha.

Durante la flexión lateral también existe un ensanchamiento cuneiforme del espacio articular cigapofisario. Hay divergencia en el lado contrario y convergencia ipsilateral. Al mismo tiempo hay una rotación contralateral inevitable.

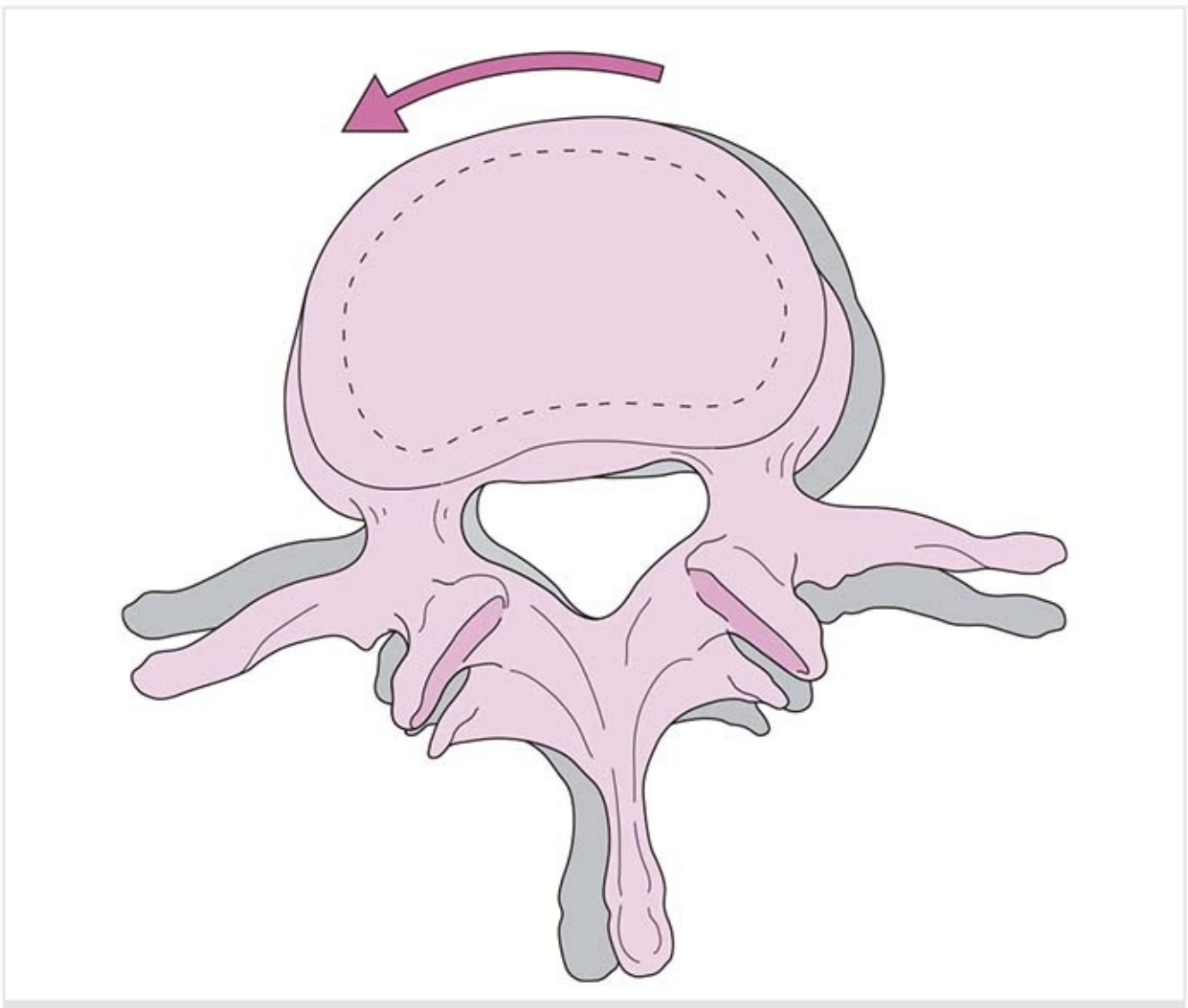
La flexión lateral casi siempre es más factible en posición flexionada que en posición neutral.

**Movilidad:**

- La movilidad es adecuada en la sección toracolumbar.
- No es tan buena en la sección media, pero mejora en la parte inferior.
- En el segmento final es posible poco movimiento porque lo impide el ligamento iliolumbar.
- Movilidad total a ambos lados: alrededor de 30° (**figura 7-43**).

La **extensión del movimiento está limitada** por las partes laterales convexas del anillo fibroso, el ligamento amarillo, partes de la cápsula y los ligamentos intertransversos. Además, hay compresión de las superficies articulares en el lado cóncavo debido al deslizamiento con convergencia. La sensación final es firme y elástica.

**Rotación (figura 7-42)**

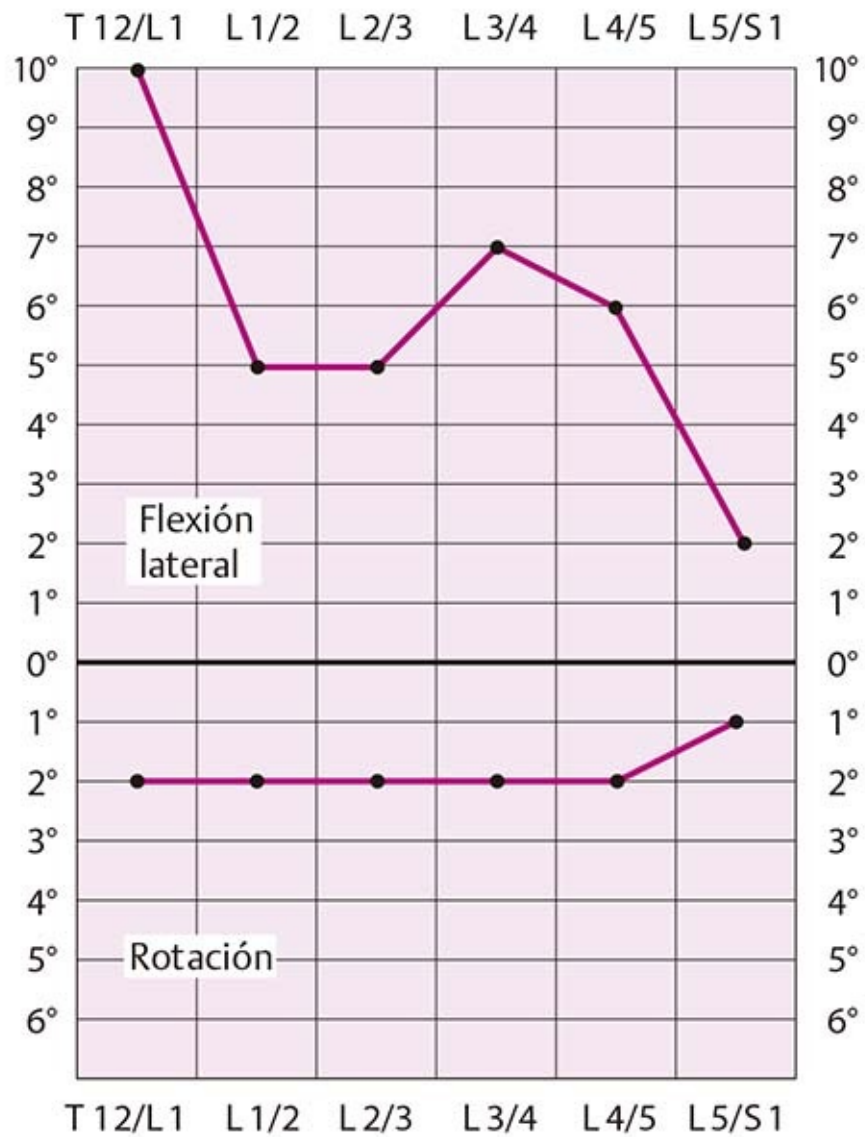


**Figura 7-42.** Rotación de la columna lumbar hacia la izquierda.

La rotación sólo es posible en combinación con flexión lateral. En extensión sólo pueden efectuarse movimientos de rotación muy pequeños. En contraste, en la flexión existe un ensanchamiento ligero del espacio articular, por lo que mejora la capacidad para girar.

**Movilidad:**

**Amplitud de movimiento :** hay un total de 3 a 4° de rotación en cada segmento (**figura 7-43** ).

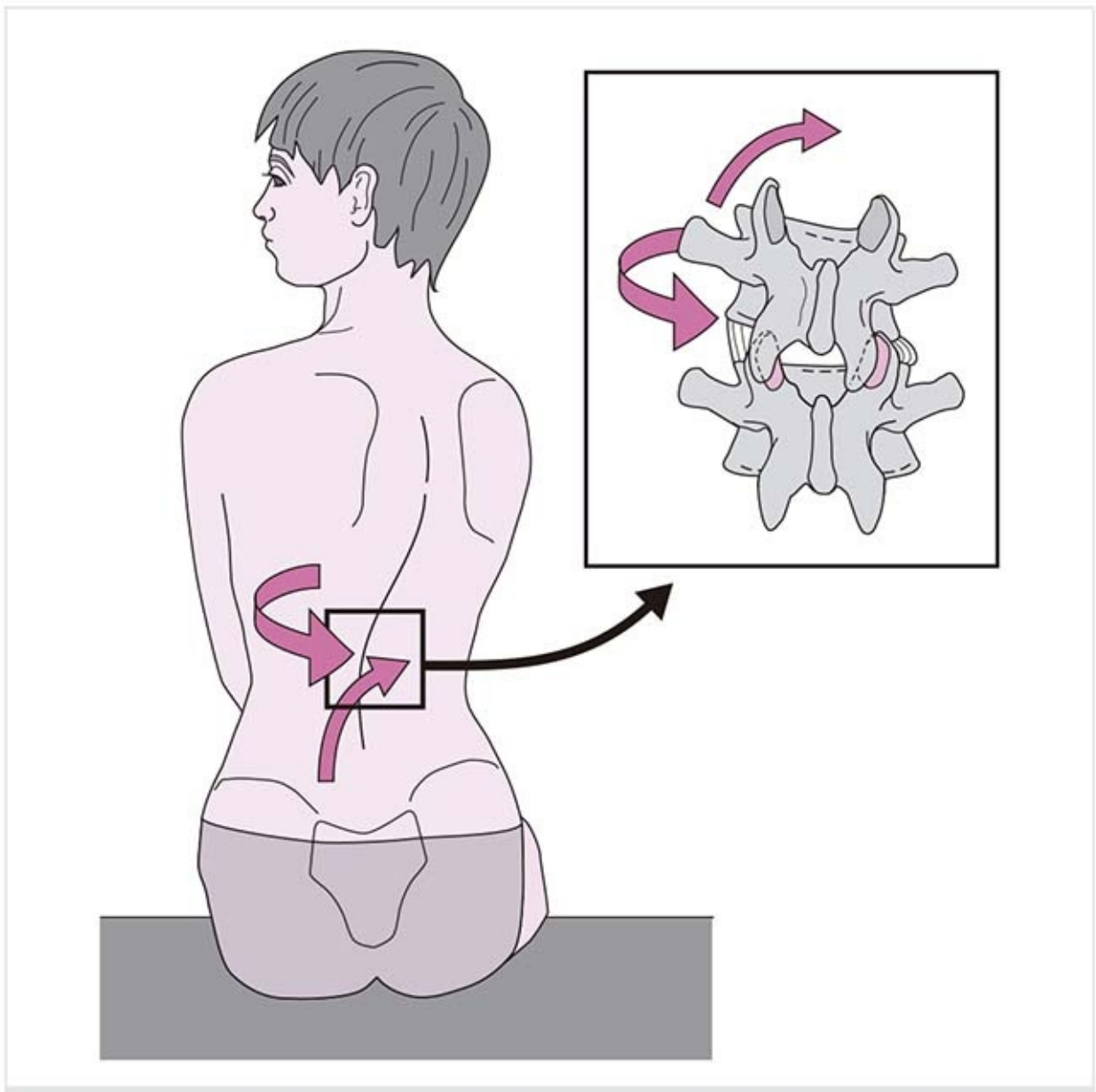


**Figura 7-43.** Diagrama de movimiento: flexión lateral/rotación.

**Consejo práctico**

Como resultado del estrechamiento del espacio discal después de una tensión intensa en un segmento, las facetas pueden deslizarse y converger. Para centrar las superficies articulares, la faceta articular superior debe movilizarse de manera tangencial en dirección superior y la faceta inferior en dirección inferior. El aflojamiento de las superficies articulares mediante la movilización con deslizamiento posterior sobre el lado convexo puede aliviar la presión. La aplicación de impulsos rotatorios opuestos en las apófisis espinosas de dos vértebras adyacentes produce compresión articular de un lado y tracción del otro.

**Acoplamiento cinemático de los movimientos (figura 7-44)**



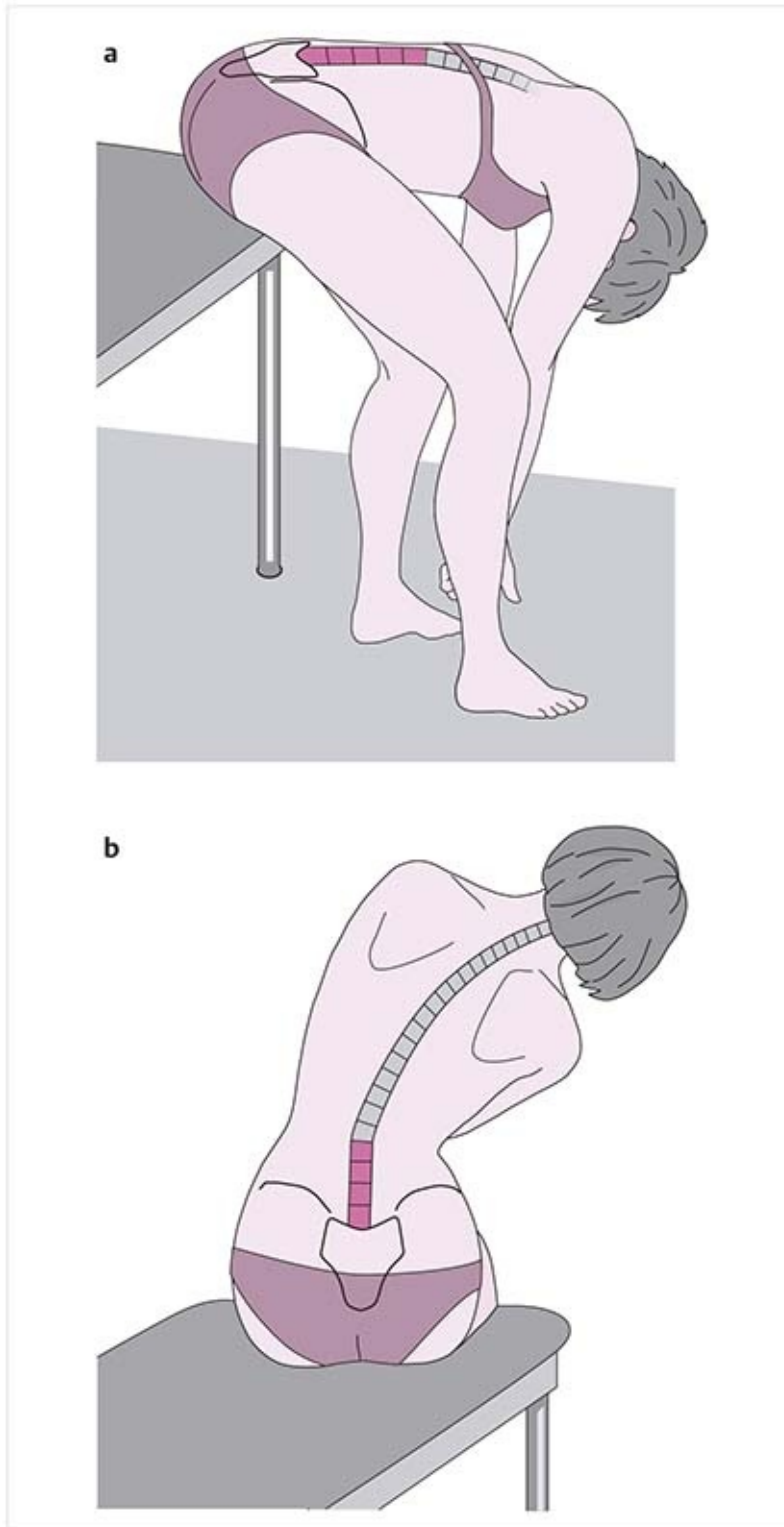
**Figura 7-44.** Acoplamiento de movimiento: flexión lateral derecha con rotación a la izquierda.

Varios factores participan en el acoplamiento del movimiento, como la posición de las articulaciones cigapofisarias y la orientación de las fibras de las estructuras capsulares y ligamentosas.

Se ha utilizado un modelo computacional para representar las posiciones particulares de las articulaciones lumbares mientras se ejercía un torque lateral de 10 N en la vértebra superior del segmento. Esto demostró el acoplamiento de la flexión lateral con rotación axial; la rotación fue muy limitada.

White y Panjabi (1990) también examinaron el acoplamiento del movimiento. Con la flexión/extensión en posición neutral encontraron que entre L1 y L4 (como se muestra en la **figura 7-44**) la flexión lateral derecha se acopla con rotación a la izquierda, en tanto que entre L4 y S1 se acopla con rotación a la derecha. Además, en la posición flexionada existe una tendencia hacia la extensión y en la posición extendida una propensión a la flexión.

### **Medición de la movilidad (figura 7-45)**



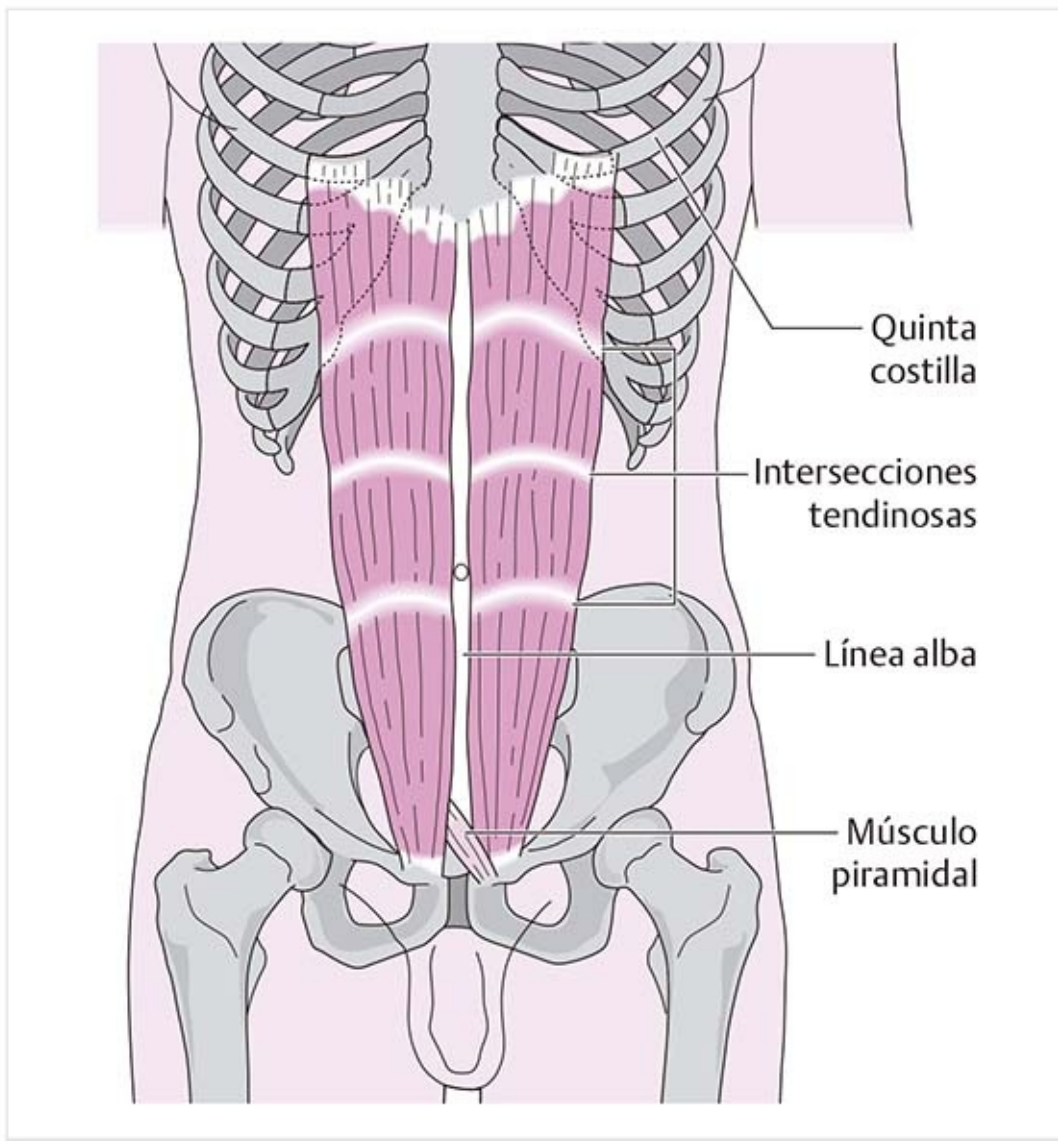
**Figura 7-45.** Medición de la movilidad. **(a)** Hipomovilidad de la columna lumbar en flexión. **(b)** Hiperactividad de L1-L2 durante la flexión lateral derecha.

No es posible medir la movilidad con un goniómetro. Por lo tanto, la prueba se realiza con cálculos. Por ejemplo, en un individuo con movilidad normal, la columna forma un arco armónico durante la flexión y la flexión lateral. La formación de una meseta sugiere hipomovilidad, mientras que las ondas en el arco indican hiperactividad. Para valorar el movimiento segmentario, el terapeuta necesita conocer la amplitud de movimiento esperada y ser capaz de valorar la magnitud de la restricción.

## 7.7 Músculos de la región espinal lumbar

### Músculos abdominales

**Músculo recto del abdomen (figura 7-46)** -ebook.com



**Figura 7-46.** Músculos abdominales: músculo recto del abdomen.

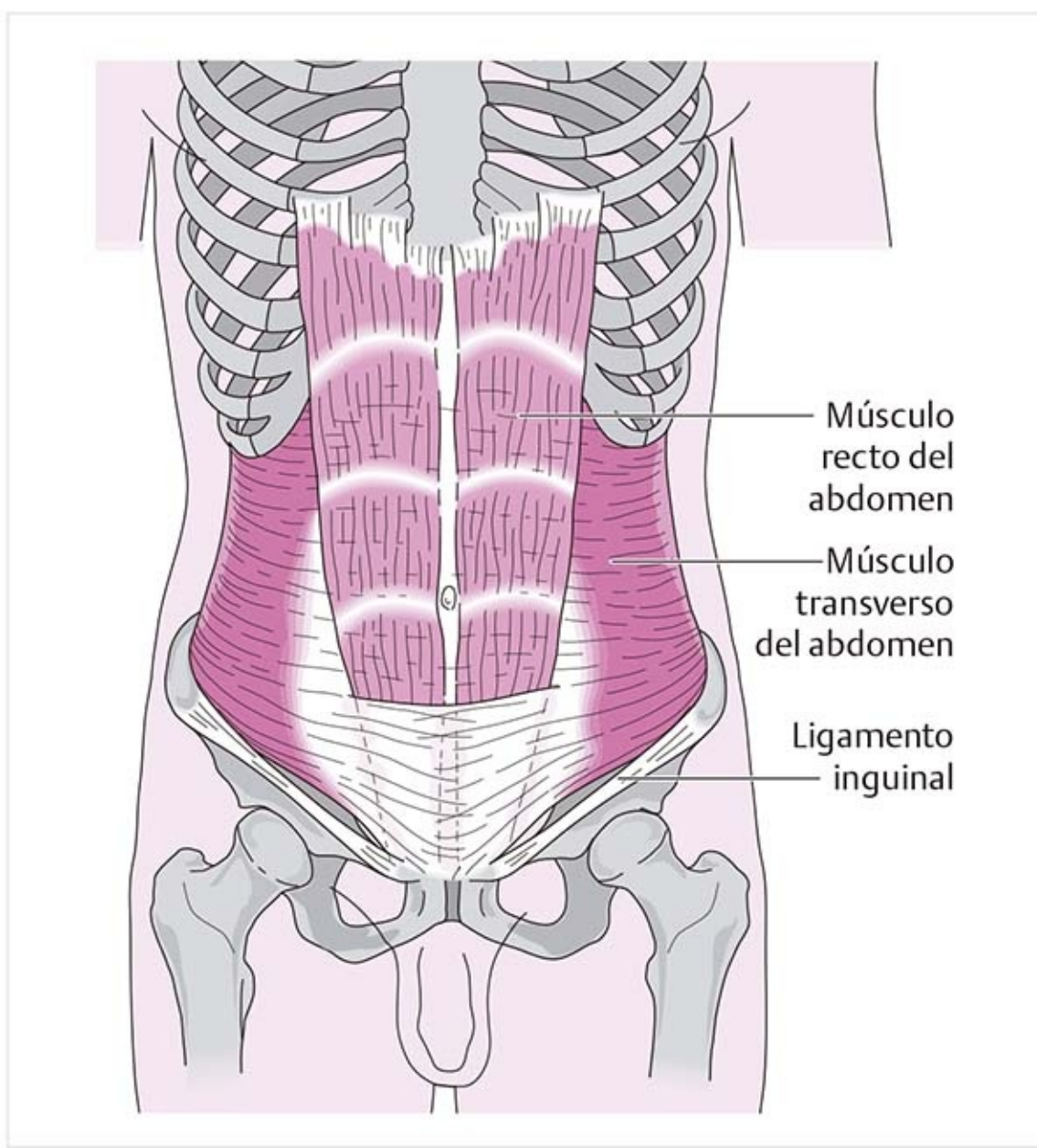
- Este músculo conecta los cartílagos costales 5° a 7° con el tubérculo del pubis.
- Tres bandas tendinosas transversales estrechas intermedias (intersecciones tendinosas) dividen el músculo en tres secciones casi iguales arriba del ombligo y una más grande abajo de éste. Estas bandas intermedias se localizan sólo en la capa superficial: no existen en la capa profunda.
- Las aponeurosis de los otros músculos abdominales discurren hacia la línea alba, en parte anterior al músculo recto del abdomen y en parte posterior a éste, lo que forma la vaina del recto.
- La **línea alba** es una franja tendinosa que se proyecta de la apófisis xifoides a la sínfisis del pubis y mide cerca de 10 a 25 mm de ancho; es más angosta hacia el extremo inferior. Se origina en las conexiones de intersección de las aponeurosis de los músculos abdominales oblicuo y transversal, y separa el músculo recto del abdomen derecho del izquierdo.

**Inervación:** 5° a 12° nervios intercostales.

### **Músculo piramidal (figura 7-46)**

- Este músculo es anteroinferior al músculo recto del abdomen y discurre de la sínfisis del pubis a la línea alba.
- Se encuentra dentro de la aponeurosis de los músculos oblicuos del abdomen.
- Su acción es tensar la línea alba.

### **Músculo transversal del abdomen (figura 7-47)**

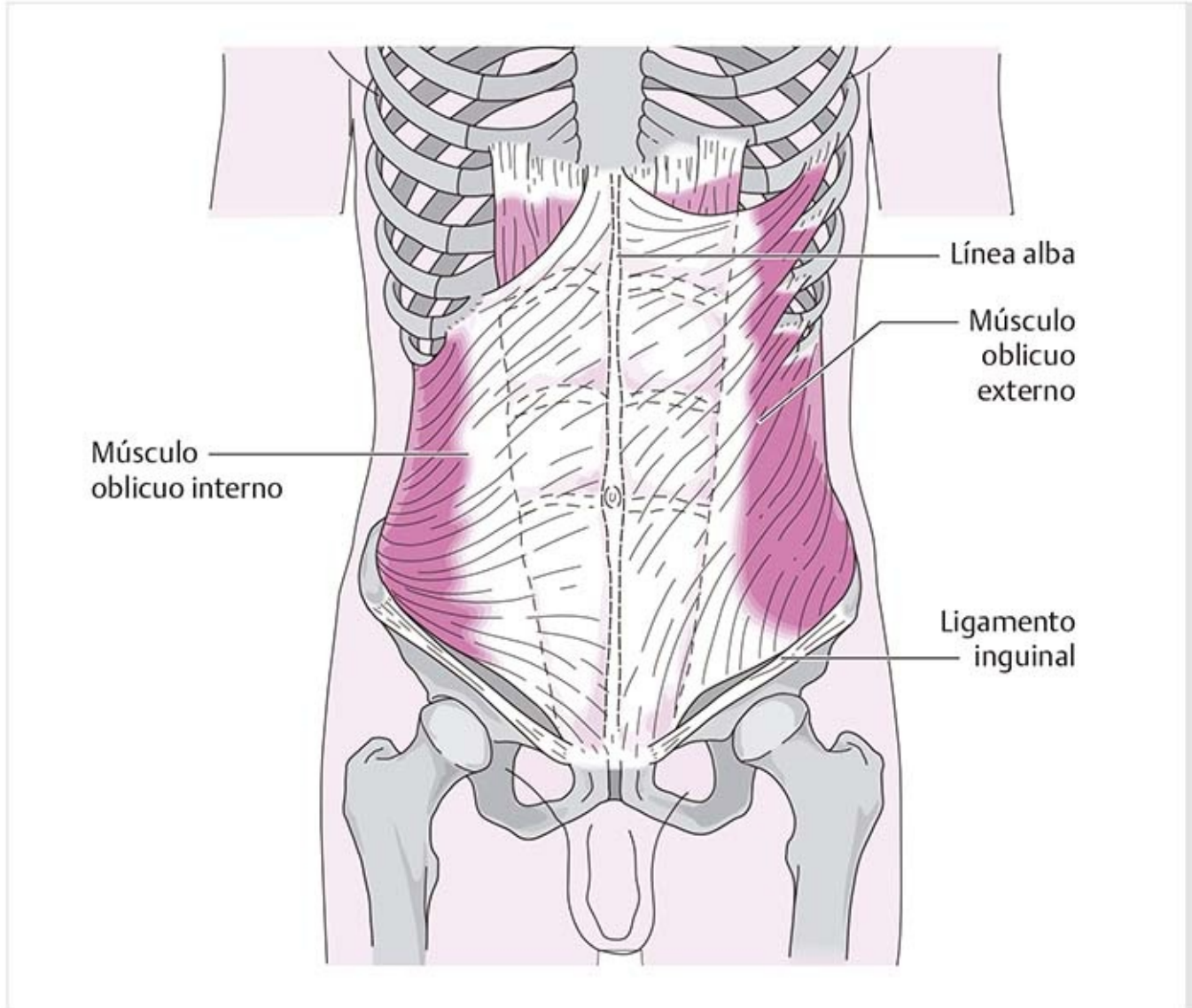


**Figura 7-47.** Músculos abdominales: músculo transverso del abdomen.

- Conecta las seis costillas inferiores y la fascia toracolumbar con la vaina del recto y la sínfisis del pubis.
- La sección superior está orientada en dirección horizontal; las porciones inferiores forman un arco curvado con dirección anterior-medial-inferior.
- Debajo del ombligo, las fibras ingresan a la capa anterior de la vaina del recto; por arriba del ombligo entran a la capa posterior.

**Inervación:** 7° a 12° nervios intercostales, nervio iliohipogástrico y nervio ilioinguinal.

**Músculo oblicuo interno (figura 7-48)**



**Figura 7-48.** Músculos abdominales: músculos oblicuos del abdomen.

- Este músculo conecta la cresta iliaca, la espina iliaca anterosuperior y las partes laterales del ligamento inguinal con las tres costillas inferiores.
- La orientación de las fibras musculares es inferolateral a superomedial.
- Participa en la formación de la vaina del recto y pertenece a la capa media de los músculos abdominales.
- En la parte posterior se entrelaza con la fascia toracolumbar.
- El músculo cremáster se desprende del oblicuo interno para seguir por el conducto inguinal con el cordón espermático.

**Inervación:** 5° a 12° nervios intercostales torácicos, nervio iliohipogástrico y nervio ilioinguinal.

### **Músculo oblicuo externo (figura 7-48)**

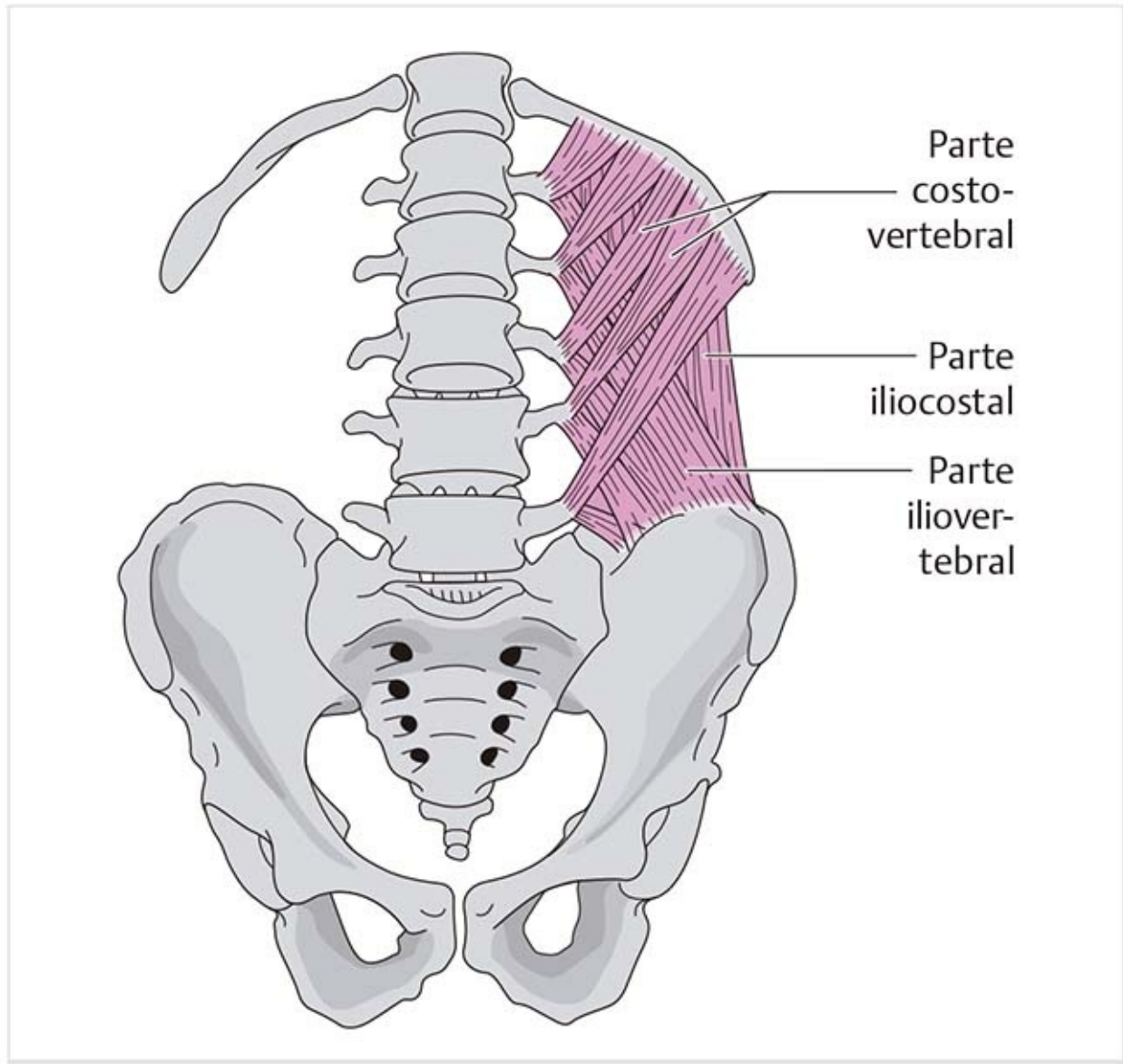
- Este músculo conecta las costillas inferiores con la vaina del recto, el ligamento inguinal y la cresta iliaca.
- La orientación de las fibras musculares es superolateral a inferomedial; las porciones inferiores se proyectan en dirección vertical desde el ombligo.
- En la parte superior, sus proyecciones aserradas se intercalan con las del músculo serrato anterior.
- Se entrelaza con el músculo oblicuo interno contralateral.
- Representa la capa superficial de los músculos abdominales y tensa la línea alba mediante una



aponeurosis ancha.

**Inervación:** 5° a 12° nervios intercostales torácicos, nervio iliohipogástrico y nervio ilioinguinal.

## **Músculo cuadrado lumbar (figura 7-49)**



**Figura 7-49.** Músculos abdominales: músculo cuadrado lumbar.

- **Parte iliocostal:** las fibras discurren en dirección vertical entre la última costilla y la cresta iliaca, y se sitúan más lejos en la parte posterior.
- **Parte costovertebral:** las fibras se disponen en dirección oblicua desde la última costilla hasta las apófisis costales de las vértebras lumbares, y se localizan más lejos en la parte anterior.
- **Parte iliovertebral:** las fibras avanzan en dirección oblicua desde la apófisis costal hasta la cresta iliaca y se encuentran entre las partes costovertebral e iliocostal.

**Función.** Al tirar de la 12° costilla, este músculo lleva el tórax hacia atrás, lo que contribuye a la espiración. Por el contrario, también puede participar en la inspiración porque fija las costillas en la parte posterior, lo cual sirve como extremo fijo para el diafragma.

Con el extremo fijado a la pelvis, produce extensión de la columna lumbar y, con la contracción unilateral, flexión lateral. Si el extremo fijado se invierte, el músculo eleva la pelvis del mismo lado.

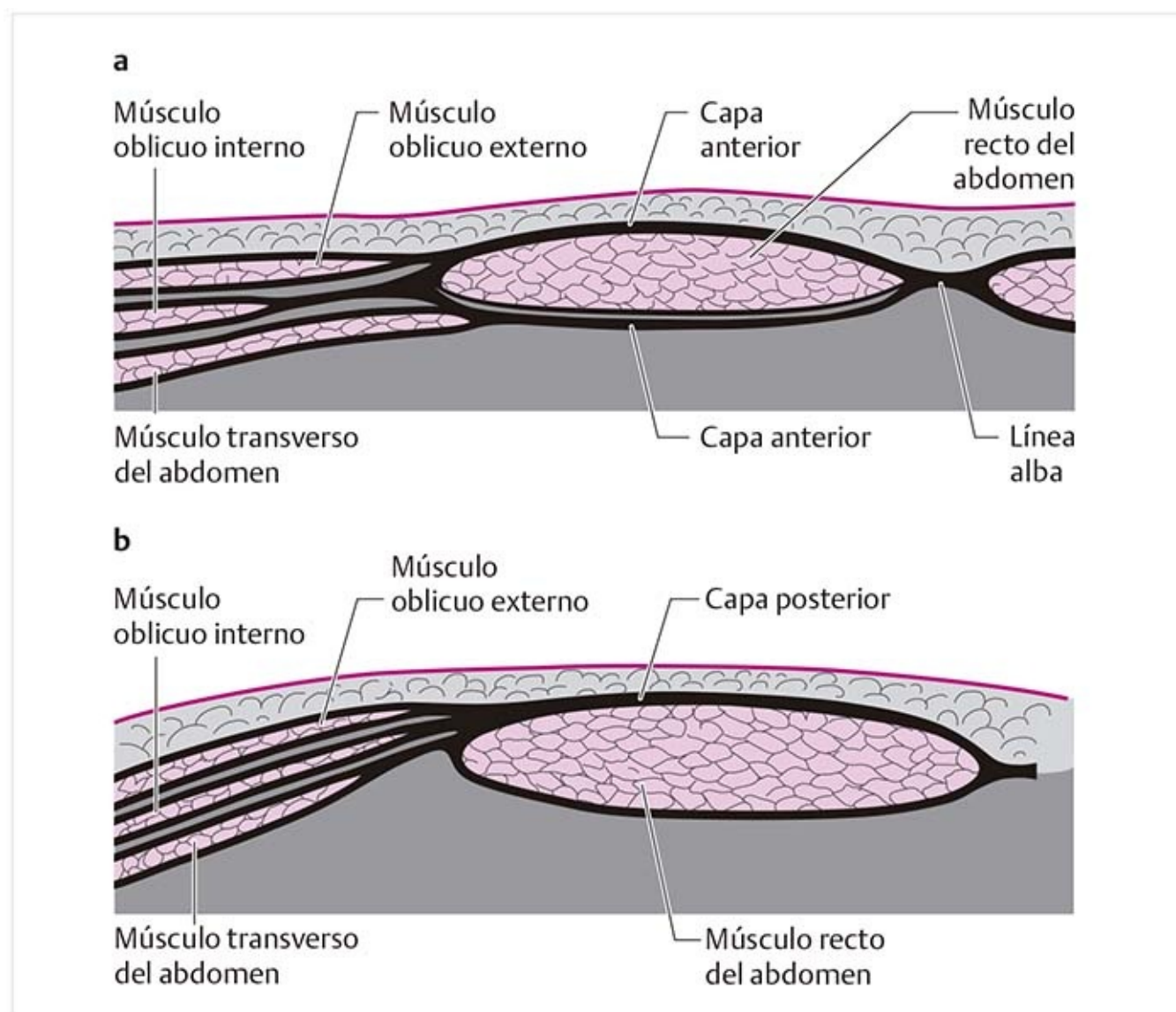
**Inervación:** ramas musculares del plexo lumbar y 12° nervio intercostal.

## **Vaina del recto**

Consiste en las siguientes tres capas:

- Capa fascial posterior = capa posterior.
- Capa muscular.
- Capa fascial anterior = capa anterior.

### Capa posterior (figura 7-50a)



**Figura 7-50.** Vaina del recto. (a) Superior a la línea arqueada. (b) Inferior a la línea arqueada.

- En la región superior, la vaina del recto se forma con la hoja posterior de la aponeurosis oblicua interna, la aponeurosis del transverso del abdomen y la fascia transversal.
- La aponeurosis posterior del músculo recto del abdomen no se fusiona con la capa posterior, sino que se desliza sobre ella.
- La capa posterior termina alrededor de 5 cm debajo del ombligo en la línea arqueada, ya que las aponeurosis se unen con la capa anterior después de este punto.
- Debajo de la línea arqueada, la vaina del recto consiste sólo en la fascia transversal y el peritoneo.
- Continúa al ligamento inguinal y la fascia femoral.

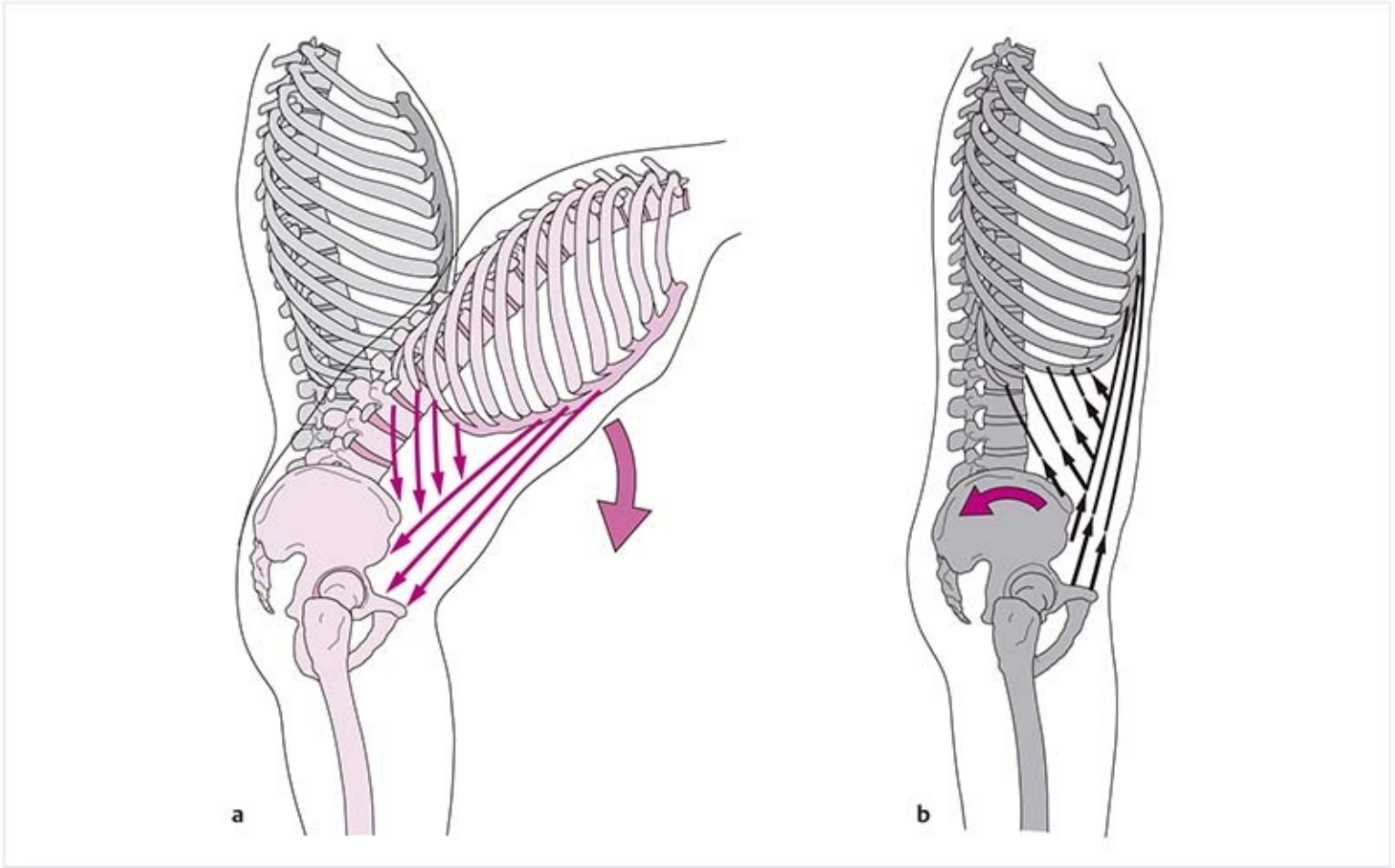
### Capa anterior (figura 7-50b)

- Se extiende sobre la parte anterior del músculo del recto del abdomen.
- Por arriba de la línea arqueada, la aponeurosis del músculo oblicuo externo y la hoja anterior de la aponeurosis del músculo oblicuo interno participan en la formación de la capa anterior.

- Debajo de la línea arqueada, esta capa está compuesta por las aponeurosis de los músculos oblicuo y transversos.
- En la parte medial y en las intersecciones tendinosas, el músculo recto del abdomen se fusiona con las capas anterior y posterior.

## **Función de los músculos abdominales**

### **Flexión (figura 7-51)**



**Figura 7-51.** Función de los músculos abdominales. **(a)** Flexión del tronco. **(b)** Extensión pélvica.

Con la pelvis fija, los músculos rectos del abdomen son los flexores más potentes del tronco. Reciben apoyo de los músculos oblicuos del abdomen. Con su extremo fijado en el tórax, pueden traccionar la pelvis anterior hacia arriba, lo que corresponde a la extensión de la pelvis y continúa hasta la flexión de la columna lumbar.

Mediante las intersecciones tendinosas y su inserción en la hoja anterior de la vaina del recto, las secciones individuales pueden funcionar de manera independiente.

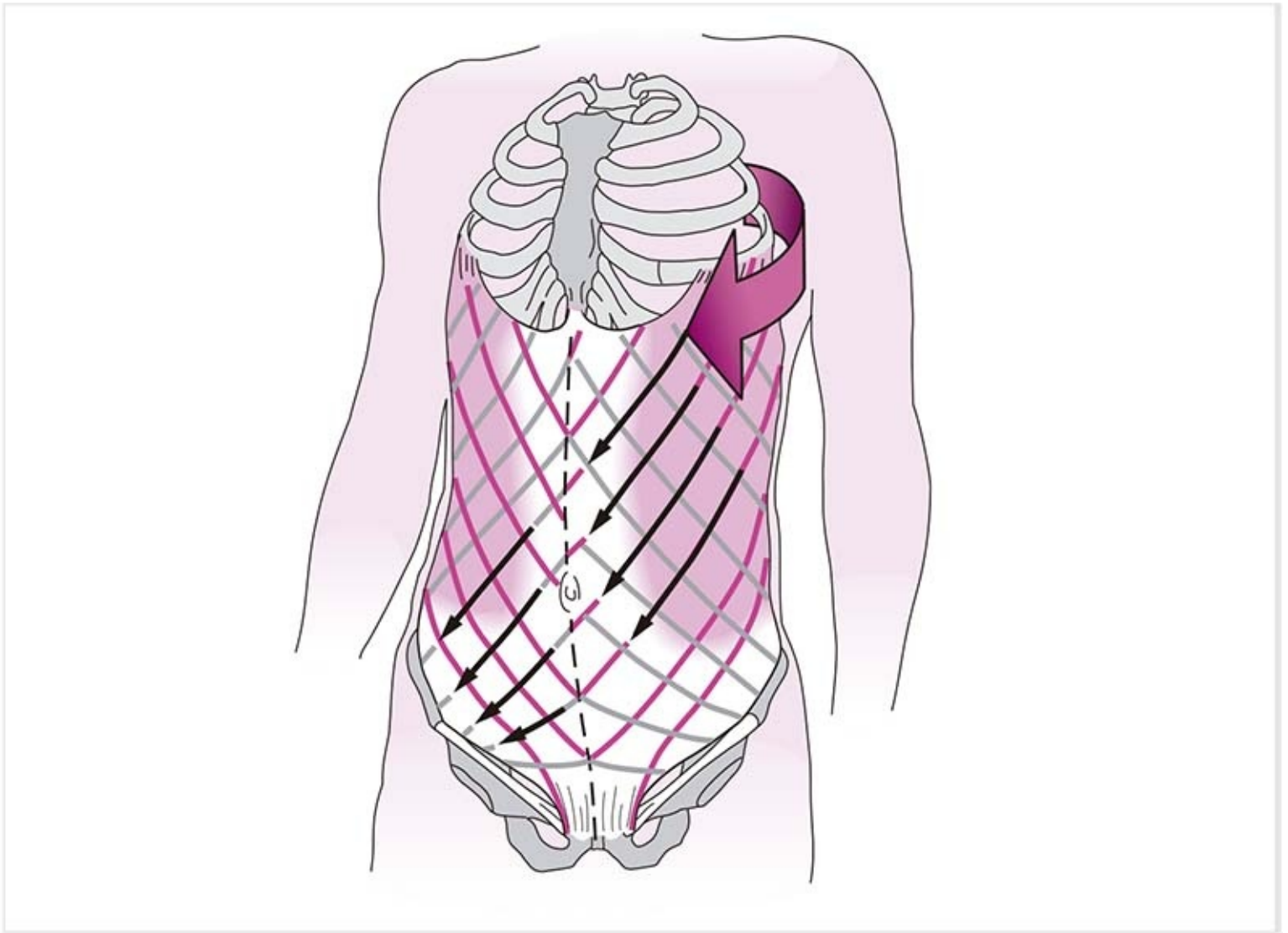
### **Prensa abdominal**

La contracción simultánea de los músculos transversos del abdomen y el diafragma ejerce presión en los intestinos y los músculos del piso pélvico (**prensa abdominal**). Esto estira de manera pasiva los diafragmas pélvico y urogenital.

La prensa abdominal estabiliza el tronco cuando se levantan objetos pesados. El músculo erector de la columna y los músculos del piso pélvico asisten en esta función.

Si se impide la flexión por la tensión generada por el músculo erector de la columna, los músculos abdominales tiran de las costillas inferiores hacia abajo, lo cual favorece la espiración.

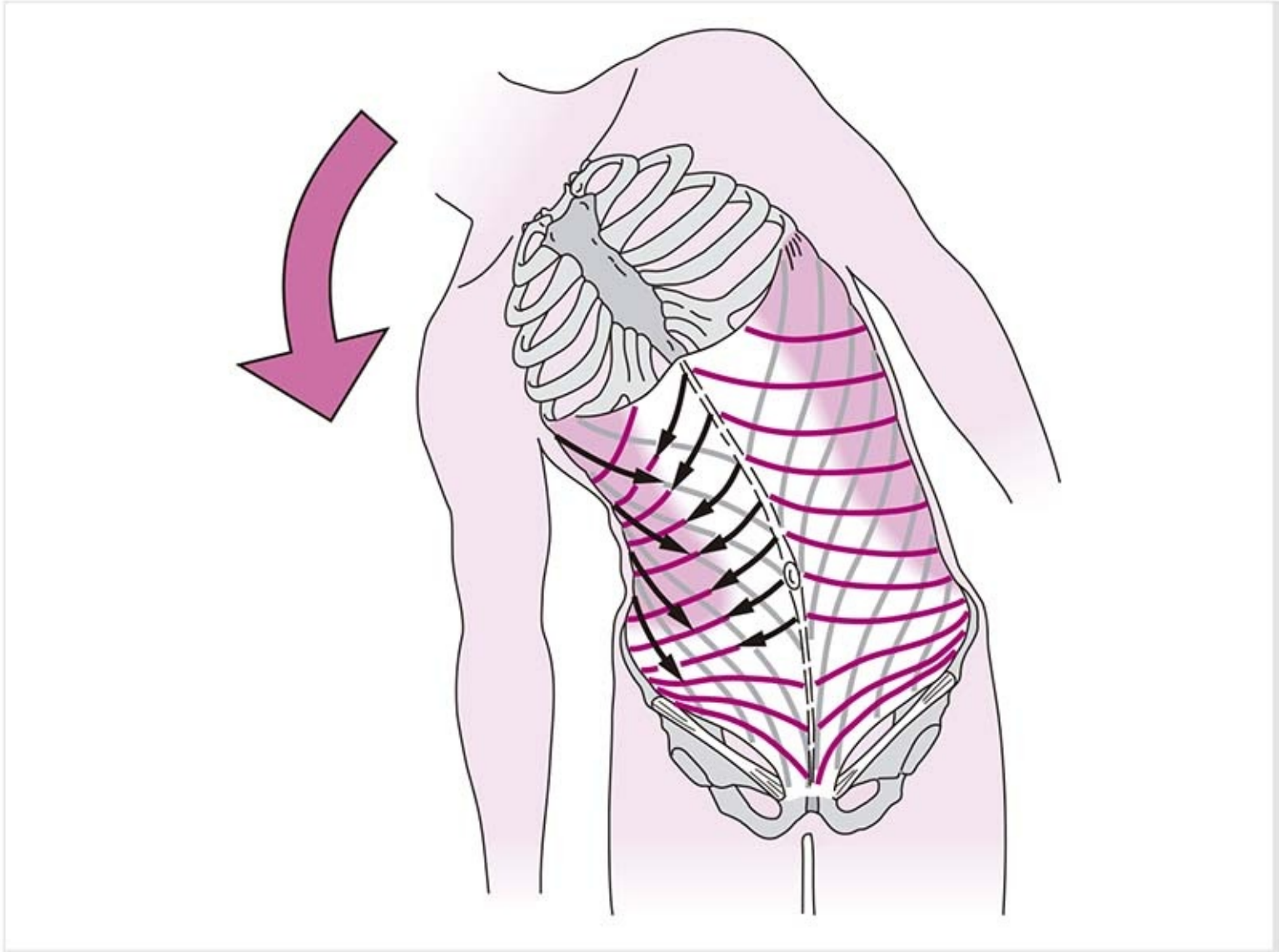
## Rotación (figura 7-52)



**Figura 7-52.** Función de los músculos abdominales: rotación.

Cuando un músculo diagonal, como el oblicuo externo izquierdo o el oblicuo interno derecho, se contrae, el tronco gira hacia la derecha.

## **Flexión lateral (figura 7-53)**

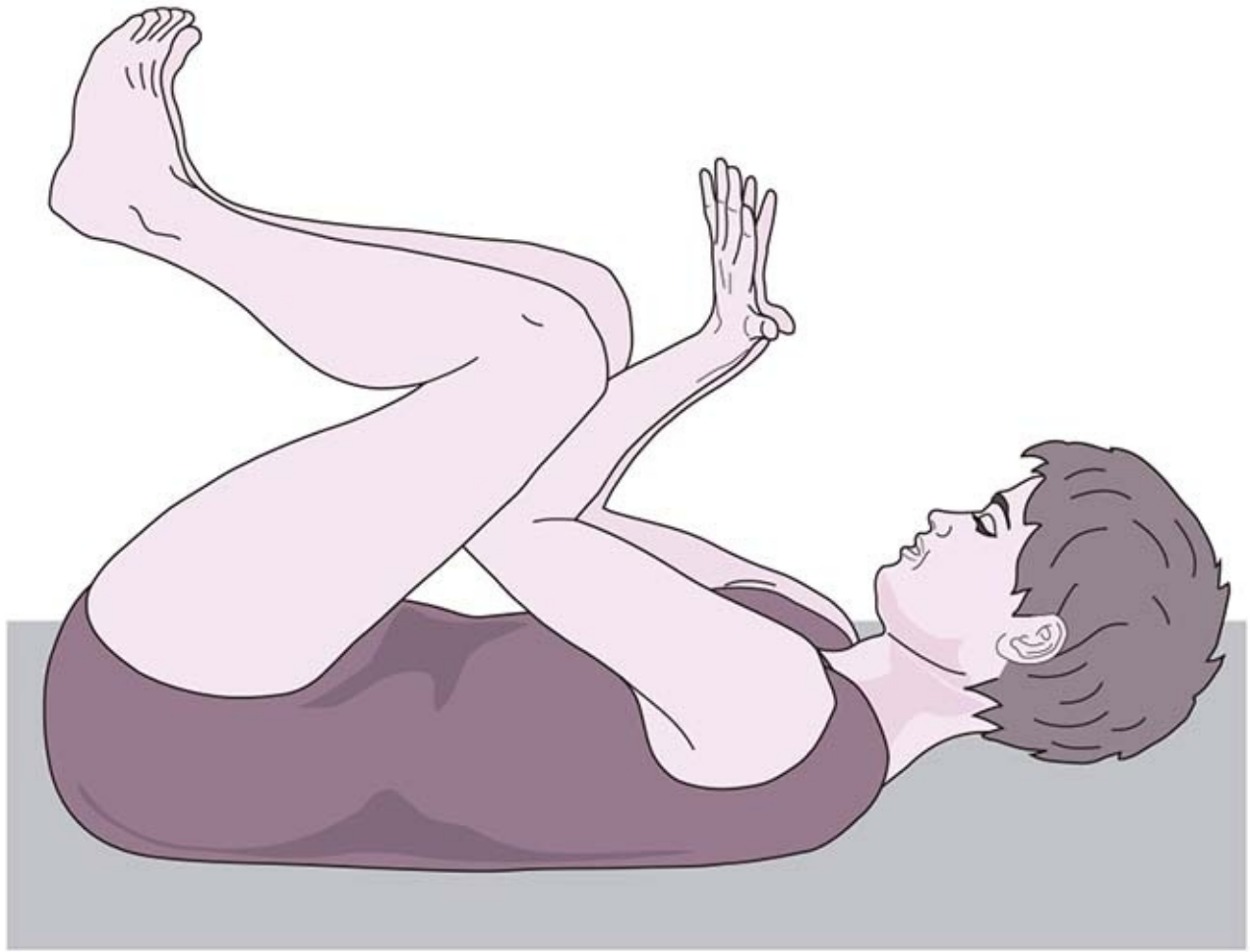


**Figura 7-53.** Función de los músculos abdominales: flexión lateral.

La flexión lateral se produce por contracción de los músculos oblicuos interno y externo ipsolaterales y el músculo cuadrado lumbar. El músculo recto abdominal ipsilateral sustenta el movimiento.

### **Sistema de abrazadera abdominal**

- Entre las distintas direcciones en las que tiran los músculos abdominales, el músculo recto del abdomen, la vaina del recto, la línea alba y las fibras inferiores de la aponeurosis oblicua externa presentan una **orientación vertical**.
- La **abrazadera diagonal** se obtiene con los músculos oblicuos externos, que se entrelazan con los músculos oblicuos internos contralaterales. La línea alba y las dos vainas del recto sirven como interfaz.
- El músculo transverso del abdomen y las fibras horizontales de los músculos oblicuos proporcionan una **abrazadera horizontal**. Las fibras superiores del músculo transverso del abdomen estrechan el ángulo epigástrico y por tanto asisten en la espiración forzada.

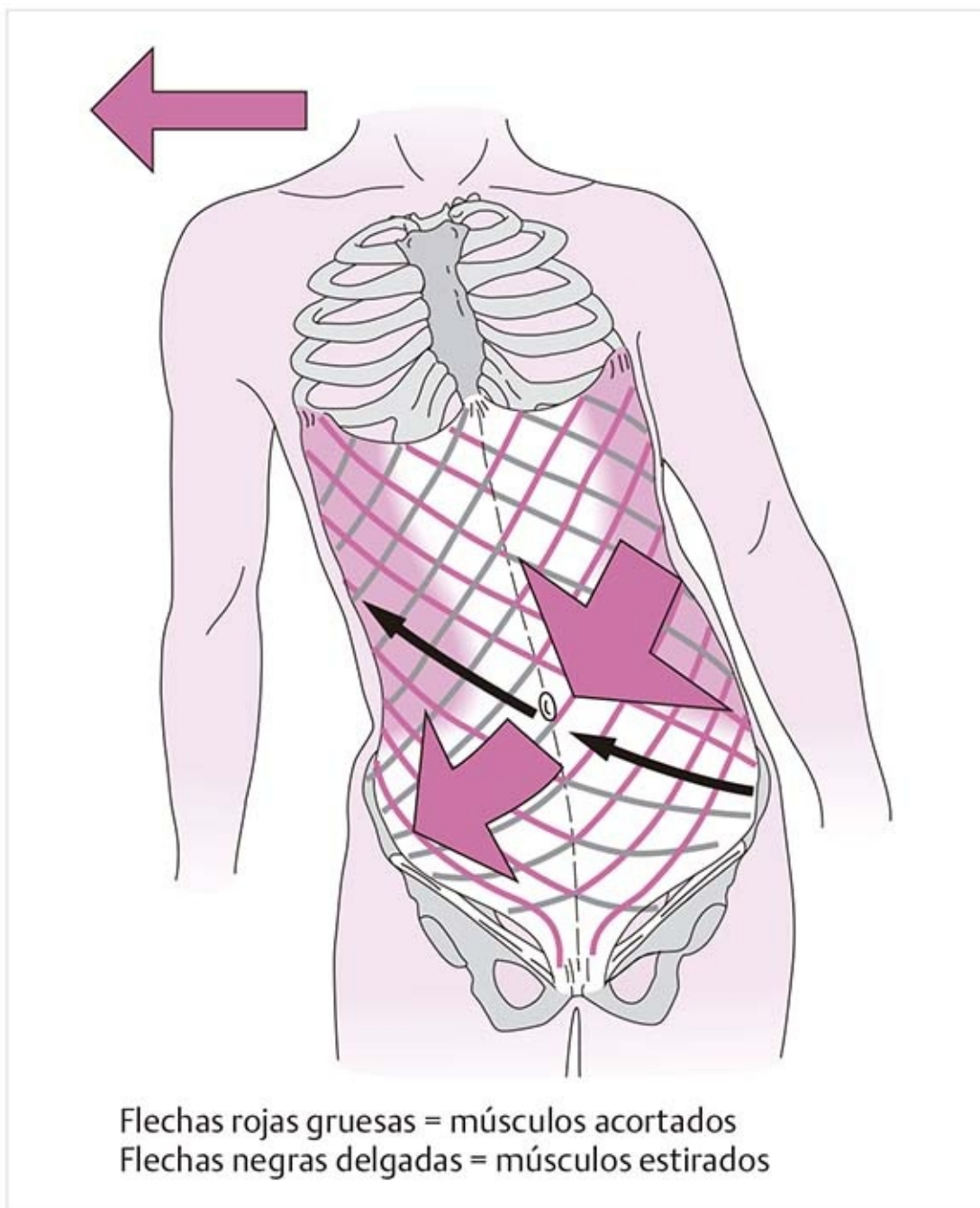


**Figura 7-54.** Entrenamiento abdominal funcional: la “rana”.

### Consejo práctico

La **diastasis de los rectos** es un signo de inadecuación continua de los músculos oblicuos, razón por la cual es muy importante un programa de entrenamiento para estos músculos. Para ser efectivo, el **entrenamiento de los músculos abdominales** debe orientarse a los trastornos anatómicos identificados. Para seleccionar los ejercicios de entrenamiento es necesario reconocer que los músculos abdominales se extienden entre la pelvis y el tórax. Por lo tanto, son óptimos los ejercicios isométricos que requieren tensión entre puntos del tórax y la pelvis, como consideró Klein-Vogelbach (1991) en su programa de entrenamiento muscular abdominal funcional. Los ejercicios como la “rana” (**figura 7-54**), que incluyen a las piernas y los brazos, también son efectivos porque las extremidades actúan como ramas de una palanca unidas a la pelvis y al tórax, lo que incrementa el gasto de fuerza.

## **Cambio en la tensión muscular debido a una postura defectuosa (figura 7-55)**



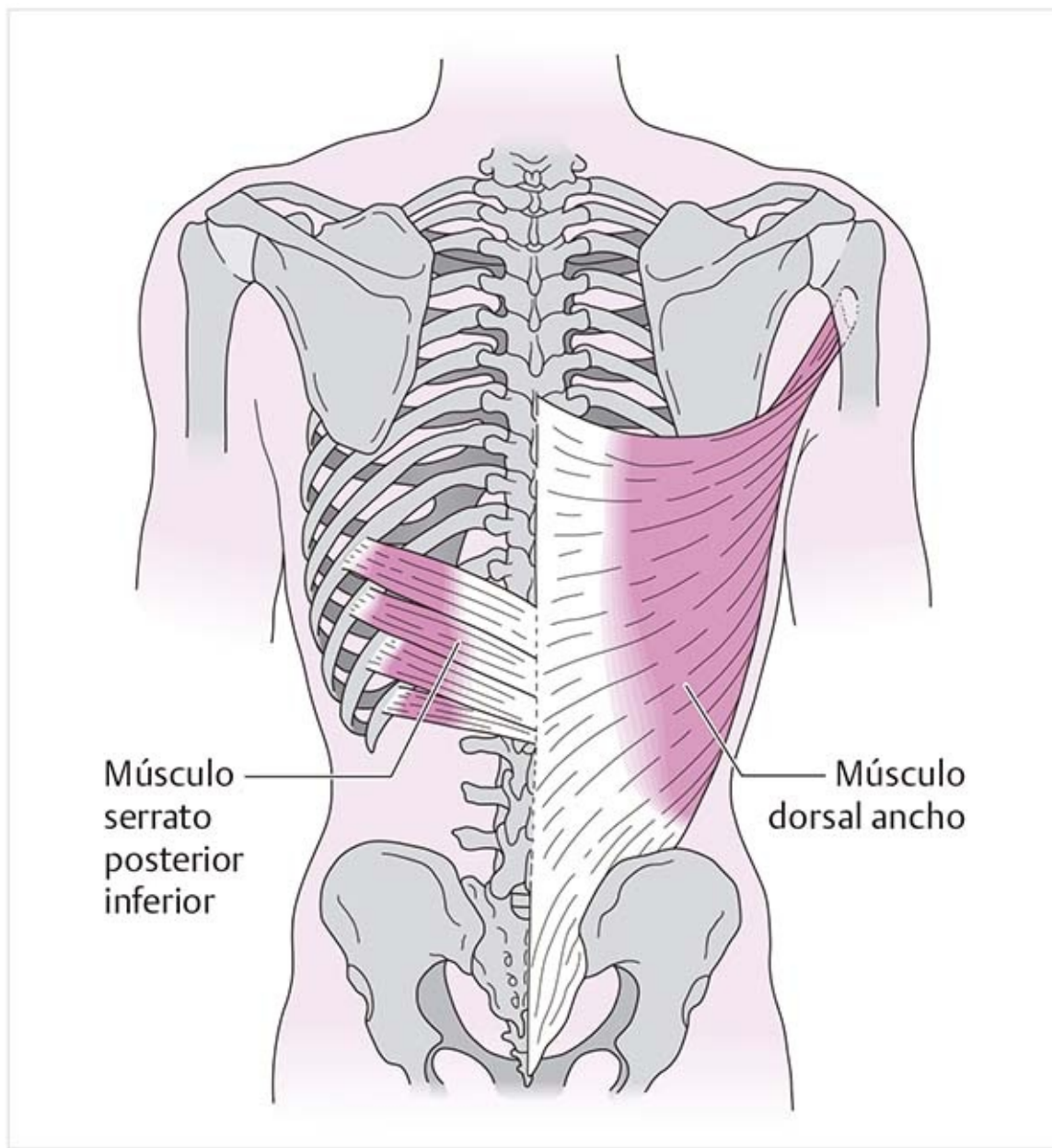
**Figura 7-55.** Cambio en la tensión muscular debido a una posición defectuosa.

Al conocer el trayecto de los músculos, el profesional puede observar cuáles músculos están acortados y cuáles están estirados debido a una postura defectuosa. Por ejemplo, el desplazamiento lateral transversal del tórax sobre la pelvis, llamado **desplazamiento lateral hacia la derecha**, muestra los siguientes efectos de los músculos abdominales:

- El músculo oblicuo externo izquierdo y el músculo oblicuo interno derecho convergen.
- El músculo oblicuo externo derecho, el músculo oblicuo interno izquierdo, ambos músculos cuadrados lumbares y el músculo recto del abdomen se encuentran en tensión constante.

## **Músculos superficiales de la espalda**

### **Músculo dorsal ancho (figura 7-56)**



**Figura 7-56.** Músculos de la espalda: músculo dorsal ancho y músculo serrato posterior inferior.

- Cada una de sus cuatro partes se denomina según sea la región de origen: la **parte escapular** del ángulo inferior de la escápula; la **parte vertebral** sobre la fascia toracolumbar de las apófisis espinosas de las seis vértebras torácicas inferiores y todas las vértebras lumbares; la **parte costal** de las tres costillas inferiores; y la **parte iliaca** de la parte posterior de la cresta iliaca.
- Forma el pliegue axilar posterior y tiene una rotación de 180° poco antes de su inserción en el húmero, de tal manera que la parte iliaca se inserta en una zona más anterior y superior en la cresta del tubérculo menor del húmero.

#### **Funciones:**

- Realiza aducción, extensión y rotación interna del brazo.
- Con el húmero en el extremo fijo, la parte escapular del músculo produce rotación externa de la escápula y la parte costal ayuda con la inspiración.
- Durante la tos, las costillas se fijan, lo que constituye el extremo fijo para el diafragma.

**Inervación:** nervio toracodorsal.

#### **Músculo serrato posterior inferior (figura 7-56)**

- Este músculo pasa sobre la fascia toracolumbar como una aponeurosis de las apófisis espinosas de la



12° vértebra torácica y las primeras tres vértebras lumbares.

- Su inserción se halla en los bordes inferiores de las cuatro costillas inferiores.

### **Función:**

- Tracciona las costillas inferiores hacia abajo.
- Al fijar las costillas, ofrece un extremo fijo para el diafragma.

**Inervación:** 9° a 12° nervios intercostales.

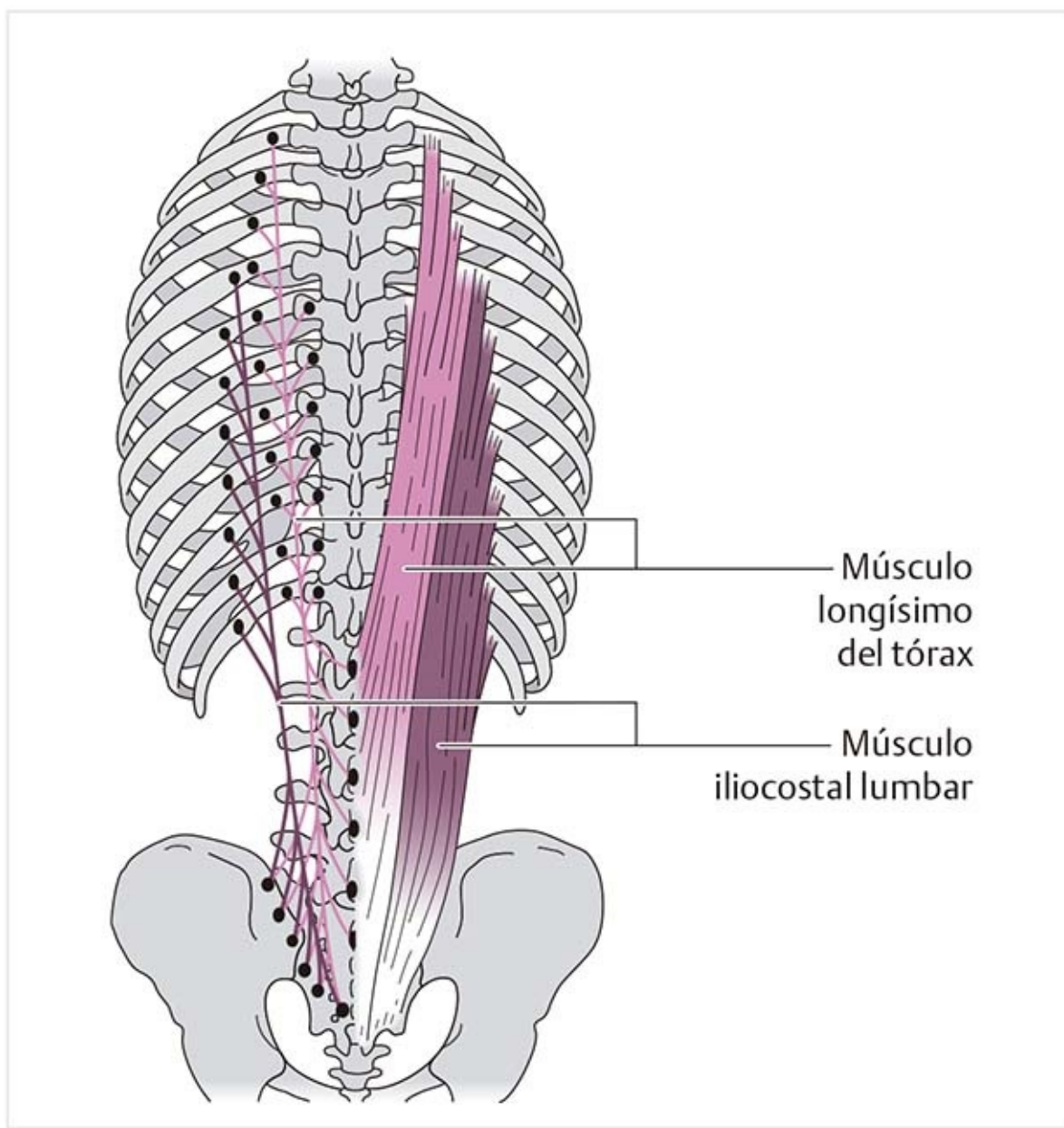
## **Músculos autóctonos de la espalda**

El término **autóctono** se relaciona con el desarrollo embrionario de estos músculos de la espalda “verdaderos” o “intrínsecos”, ya que asumen su lugar desde el inicio del desarrollo muscular. Consisten en haces de fibras musculares de longitudes variables: las cortas sólo cubren uno o dos segmentos de movimiento, mientras que los haces más largos pasan hasta por 10 de ellos. Sin embargo, ninguno llega de la pelvis al occipucio. Están inervados por las ramas posteriores de los nervios espinales.

### **1. Músculos del haz lateral**

a) Grupo del músculo erector de la columna:

#### **Músculo iliocostal lumbar (figura 7-57)**



**Figura 7-57.** Músculos de la espalda: músculos iliocostal lumbar y longísimo del tórax.

- Conecta la cresta iliaca posterior y el sacro con los ángulos de las seis a nueve costillas inferiores.
- Tiene la localización más lateral.

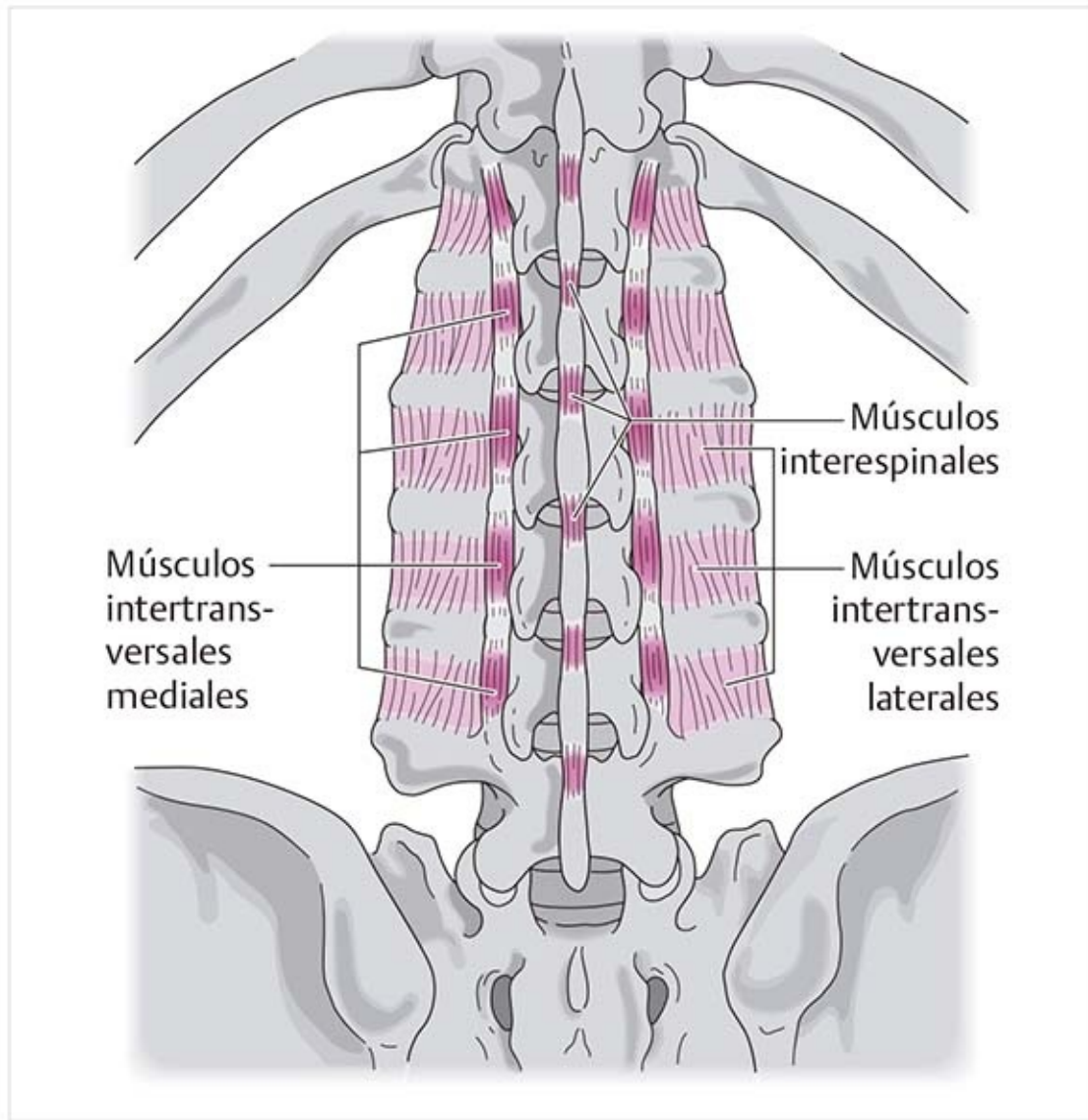
### **Músculo longísimo del tórax (figura 7-57)**

- Sus bandas de fibras musculares diversas se extienden desde el sacro, la espina iliaca posterosuperior, las apófisis espinosas de las seis a siete vértebras torácicas inferiores y la primera y segunda vértebras lumbares a las apófisis transversas de todas las vértebras lumbares y torácicas, y a los ángulos de la 2° a 12° costillas.
- Forma el sistema más largo de músculos erectores de la columna.
- Tiene una aponeurosis fuerte que se extiende hacia abajo hasta los dos iliacos y forma una parte importante de la fascia lumbar.

**Inervación:** ramas laterales de los nervios espinales en el mismo nivel del segmento.

b) Grupo de músculos intertransversales:

### **Músculos intertransversales lumbares laterales (figura 7-58)**



**Figura 7-58.** Músculos de la espalda: músculos intertransversales e interespinales.

- Estos músculos discurren entre los extremos de las apófisis costales.

**Inervación:** ramas de las ramas anteriores del plexo lumbar en el mismo nivel del segmento.

### **Músculos intertransversales lumbares mediales (figura 7-58)**

- Conectan las apófisis mamilares entre sí.

**Inervación:** ramas mediales de los nervios espinales en el mismo nivel del segmento.

## 2. Músculos del haz medial

a) Grupo del músculo espinal:

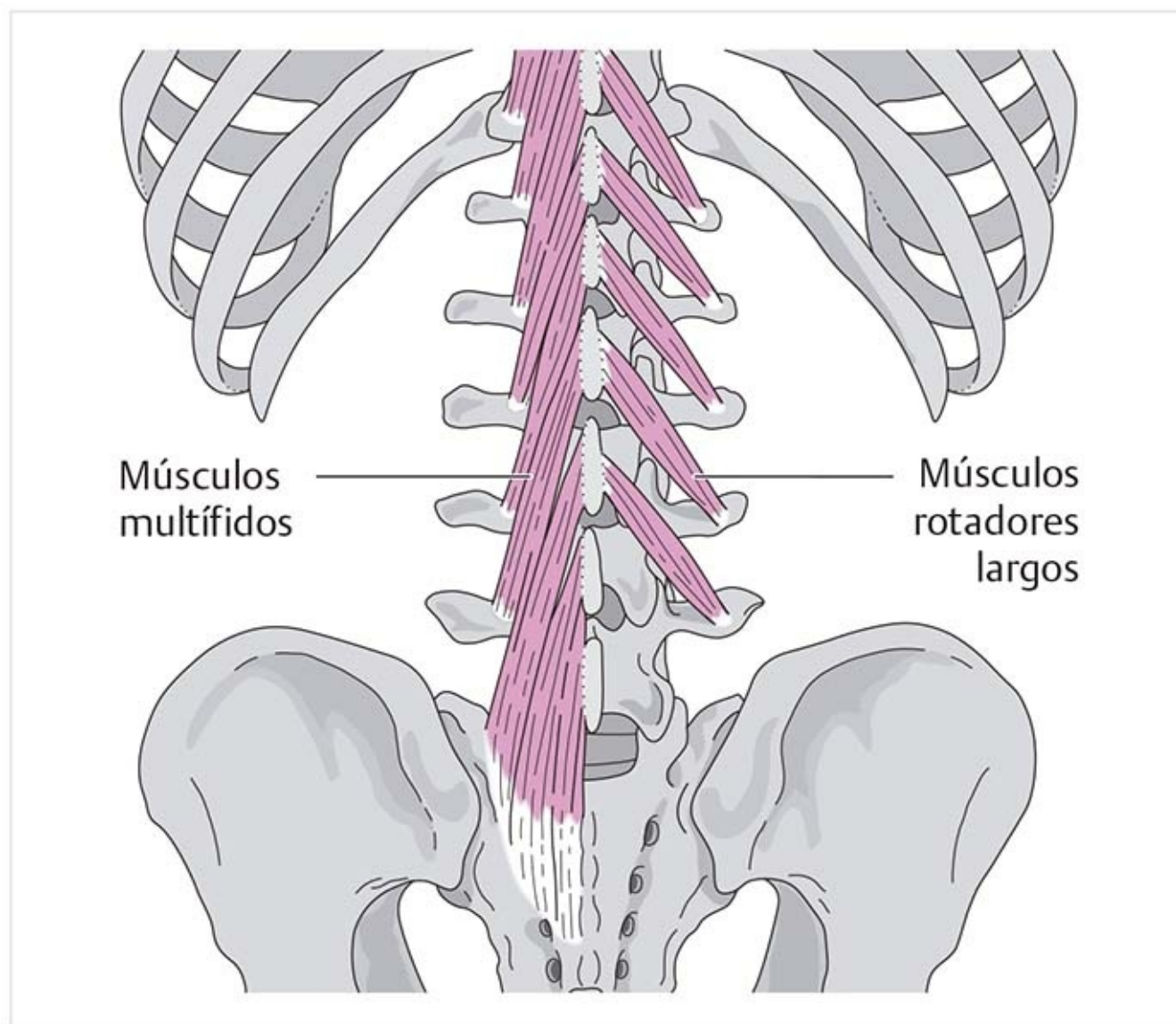
### Músculos interespinales lumbares (figura 7-58)

- Éstos conectan las apófisis espinosas adyacentes entre sí hasta el sacro.

**Inervación:** rama medial del nervio espinal del mismo segmento.

b) Grupo del músculo transverso espinal:

### Músculos multífidos (figura 7-59)



**Figura 7-59.** Músculos de la espalda: músculos multífidos y rotadores largos.

- Estos músculos se unen lateralmente con los músculos interespinales.
- Se extienden en sentido inferolateral a superomedial desde el sacro y las apófisis mamilares a las apófisis espinosas; saltan tres o cuatro segmentos.
- Algunas fibras entran a la aponeurosis del músculo erector de la columna.
- En la región sacra existe un vínculo con los ligamentos sacroiliacos posteriores.
- Se designan como los músculos clave para la estabilización segmentaria de la columna lumbar.

**Inervación:** ramas posteriores de los nervios espinales del mismo nivel del segmento.

## Músculos rotadores largos (figura 7-59)

- Estos músculos discurren de las apófisis costales a la base de las apófisis espinosas en el arco vertebral y pasan sobre dos segmentos de movimiento.
- No siempre están presentes en la columna lumbar.

**Inervación:** ramas posteriores de los nervios espinales en el mismo nivel del segmento.

Patología
En una <b>hemilaminectomía</b> (extirpación de la mitad de un arco vertebral) se destruye el sitio de inserción del músculo rotador largo de un segmento de movimiento.

## Función de los músculos de la espalda

### Extensión

Como los grupos musculares se encuentran en posición posterior al eje de movimiento, todos producen extensión. El grupo sacroespinal es el más fuerte en este aspecto. Estabilizan la extensión final; es decir, mantienen en su sitio el arco de las vértebras extendidas.

Cuando se rectifica después de inclinarse hacia el frente, los músculos de la corva y los glúteos participan en la extensión de la pelvis. Los músculos de la espalda sólo se activan para la rectificación después de este punto.

### Flexión lateral

Con la contracción unilateral, todas las partes del grupo del músculo erector de la columna participan en este movimiento. De los músculos erectores de la columna, el músculo iliocostal desarrolla la mayor fuerza porque se inserta en las costillas en una zona lateral. Los músculos mediales, como los espinales y los interespinosos, tienen una participación menor.

### Rotación

Todas las bandas de fibras musculares oblicuas, sobre todo el grupo transversal espinal, tienen función rotatoria.

El **grupo transversal espinal** es una parte integral importante del sistema de soporte de la columna. Debido a las longitudes variables de sus fibras musculares y su trayecto, que es en parte horizontal y en parte oblicuo, no sólo estabiliza de manera óptima los segmentos y acentúa el cierre facetario, sino que también posibilita movimientos en cualquier dirección.

Otra función importante de los músculos cortos es su participación con la propiocepción espinal. Proporcionan retroalimentación sensitiva para el control de la posición y la coordinación del movimiento espinal, que es una función central.

Consejo práctico
La proporción de trastornos articulares que están relacionados con los músculos es muy alta, lo que muestra cuán importante es un sistema muscular funcional para el equilibrio articular. El tratamiento debe estructurarse con el objetivo primario y primordial de restaurar la armonía articular y, segundo, de proporcionar rehabilitación propioceptiva. Por ejemplo, para lograr este objetivo puede aplicarse el entrenamiento segmentario especializado con estímulos de estabilización y rotación para el grupo de los transversales espinales.

## 7.8 Estructuras fasciales del tronco

### Fascia toracolumbar

Esta fascia representa un tipo de retináculo para los músculos profundos de la espalda y se divide en hojas superficial y profunda:

- La hoja superficial se extiende en dirección medial hasta las apófisis espinosas de la columna torácica y lumbar, y al sacro, y en dirección lateral hasta la cresta iliaca. En la parte inferior, esta fascia tiene una naturaleza correosa y sirve como origen para los músculos dorsal ancho y serrato posterior inferior.
- La hoja profunda conecta la parte posterior de las costillas, las apófisis costales y la cresta iliaca entre sí, y separa el músculo cuadrado lumbar del músculo erector de la columna. Esta parte de la fascia sirve como origen para una parte de los músculos autóctonos de la espalda y los músculos oblicuo interno y transversal del abdomen.
- En la región pélvica, los ligamentos sacroiliacos posteriores forman bandas de refuerzo en la fascia con una continuación en el ligamento sacrotuberoso y a los músculos de la corva.

## **Fascia abdominal**

- La fascia abdominal superficial cubre la pared abdominal anterior y se conecta en la parte superolateral con la fascia axilar.
- La fascia transversal es la fascia abdominal interna. Discurre sobre la pared posterior del músculo recto del abdomen, se extiende sobre el músculo cuadrado lumbar y en la parte superior sobre la superficie abdominal del diafragma como una capa delgada. Se conecta con el peritoneo parietal y en la región de la cresta iliaca, con la fascia iliaca que rodea el músculo iliopsoas.

## **7.9 Cauda equina (figura 7-60)**

- El final de la médula espinal, el **cono medular**, se localiza en el nivel de la segunda vértebra lumbar. Dentro del conducto espinal por debajo de ese punto se encuentran el saco dural, las raíces nerviosas y el tejido peridural, que consiste en un plexo vascular y tejido adiposo. La **figura 7-60** es un corte que muestra las raíces nerviosas, aquí llamadas **cauda equina**, y el **filamento terminal**, rodeado por el saco dural.

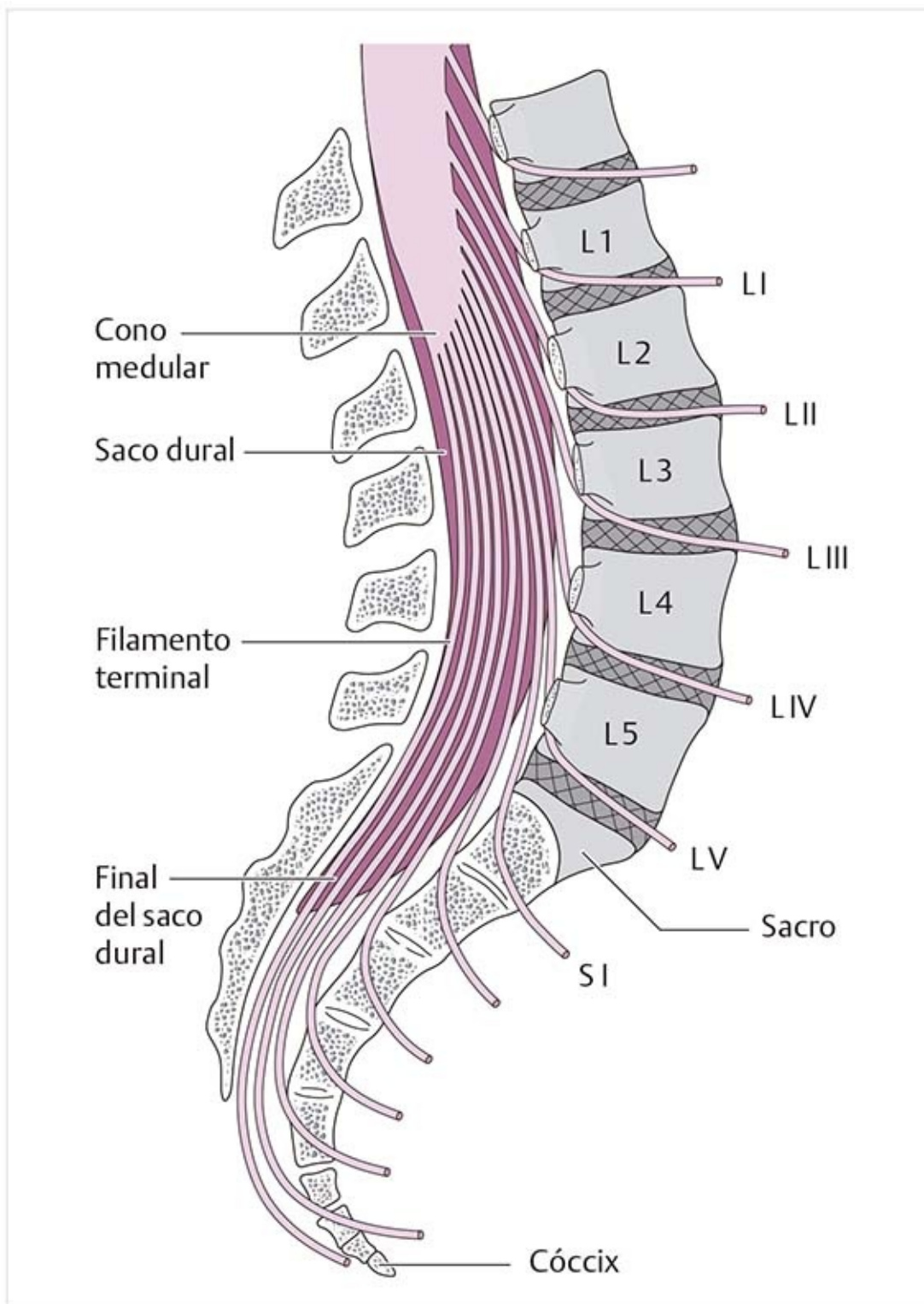


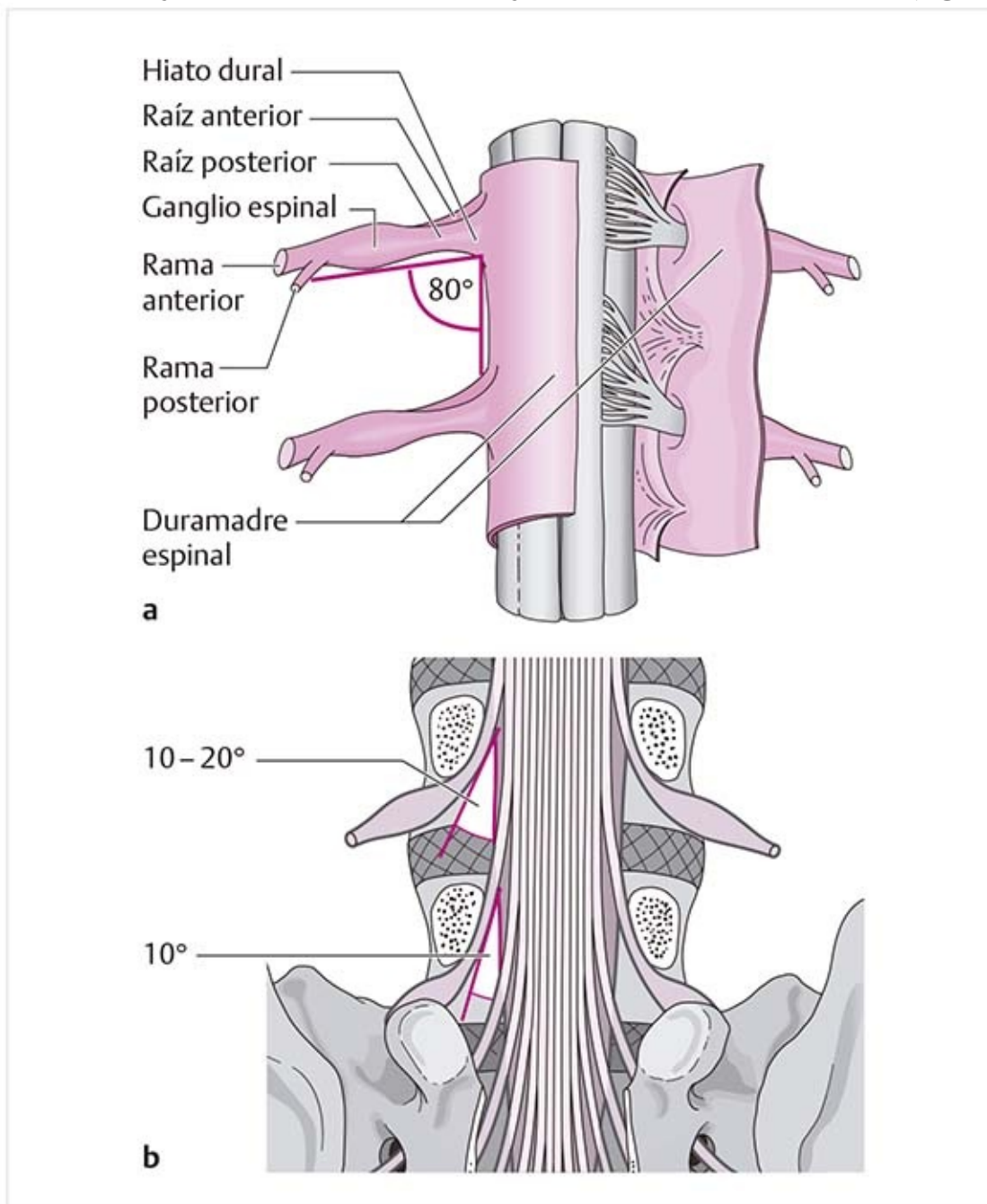
Figura 7-60. Cauda equina.

- La **duramadre espinal** forma el saco dural, que se extiende hasta la segunda vértebra sacra y continúa en forma de abanico como la parte dural del filamento terminal hacia el perostio del sacro.

### Trayecto de las raíces nerviosas

- En la zona de las salidas de las raíces nerviosas se forman abultamientos en el saco dural llamados **mangas radicales**. Dentro de éstas discurren la raíz sensitiva (raíz posterior) y la raíz motora más delgada (raíz anterior). Cada raíz está rodeada por la aracnoides, la piamadre y la duramadre. La manga radicular se fija de manera laxa en dos sitios: en el hiato dural (el punto de salida del saco dural) y en el límite externo del orificio intervertebral.
- Las raíces nerviosas se extienden súbitamente hacia abajo en grado variable a través del conducto

espinal. En la columna lumbar superior, la raíz nerviosa forma un ángulo cercano a  $80^\circ$  en el hiato dural, se vuelve casi horizontal al pasar por el orificio intervertebral y traza un trayecto muy corto dentro del conducto espinal. Las raíces nerviosas inferiores salen del saco dural con un ángulo muy agudo cercano a  $10$  a  $20^\circ$  y cubren una distancia mayor dentro del receso lateral (**figura 7-61**).



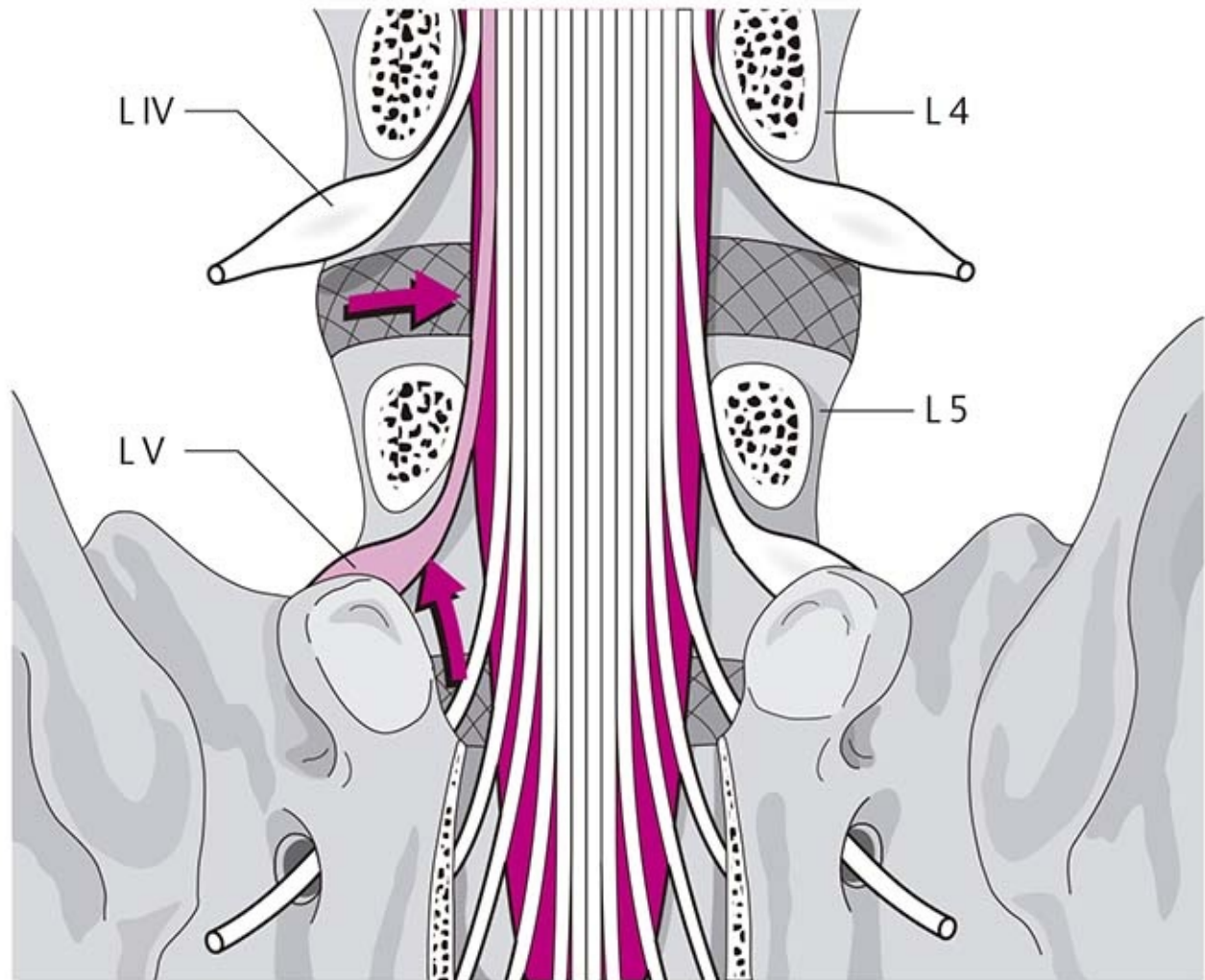
**Figura 7-61.** Raíces nerviosas al salir de la médula espinal. **(a)** En la columna torácica y columna lumbar superior. **(b)** En la columna lumbar inferior.

- Las raíces nerviosas salen del conducto espinal en pares a través de los orificios intervertebrales.
- En la región sacra salen del conducto a través de los orificios sacros anteriores.

#### Consejo práctico

El conducto espinal se extiende cuando se aplica tracción. Sin embargo, la raíz misma no se afecta por el aumento de tensión en la manga dural porque tiene cierta reserva longitudinal en el saco dural, dentro de la cual se desliza. Debido al cambio de la tensión en la membrana dural, algunas veces los pacientes experimentan cefalea, ya que la duramadre espinal se fusiona con la duramadre craneal en el agujero magno.

### Raíces nerviosas y su relación con el disco intervertebral (figura 7-62)



**Figura 7-62.** Trayecto de las raíces nerviosas en los segmentos inferiores.

La raíz nerviosa de L5 sale del hiato dural al nivel del disco intervertebral superior (L4-L5) en el receso lateral y luego continúa su trayecto lateral desde debajo de L5 hacia el orificio intervertebral. En el punto en que se desvía, la raíz se encuentra justo sobre el disco L5-S1. Esto significa que pasa muy cerca de dos discos intervertebrales.

En caso de un prolapso discal de L5-S1 pueden afectarse las raíces nerviosas L5 y S1, según sea la dirección del prolapso.

#### Patología

En el raro caso de prolapso medial del disco, casi siempre en L3-L4 o L4-L5, la cauda equina puede quedar comprimida; en tal situación, todas las raíces nerviosas del conducto espinal lumbar se presionan unas contra otras.

**Síntomas:** hay insuficiencia del esfínter uretral y rectal, anestesia con distribución en silla de montar y pérdida del reflejo del tendón de Aquiles. Es necesaria la cirugía inmediata porque puede haber daño irreversible en unas cuantas horas.

## 7.10 Plexo lumbar (figura 7-63)



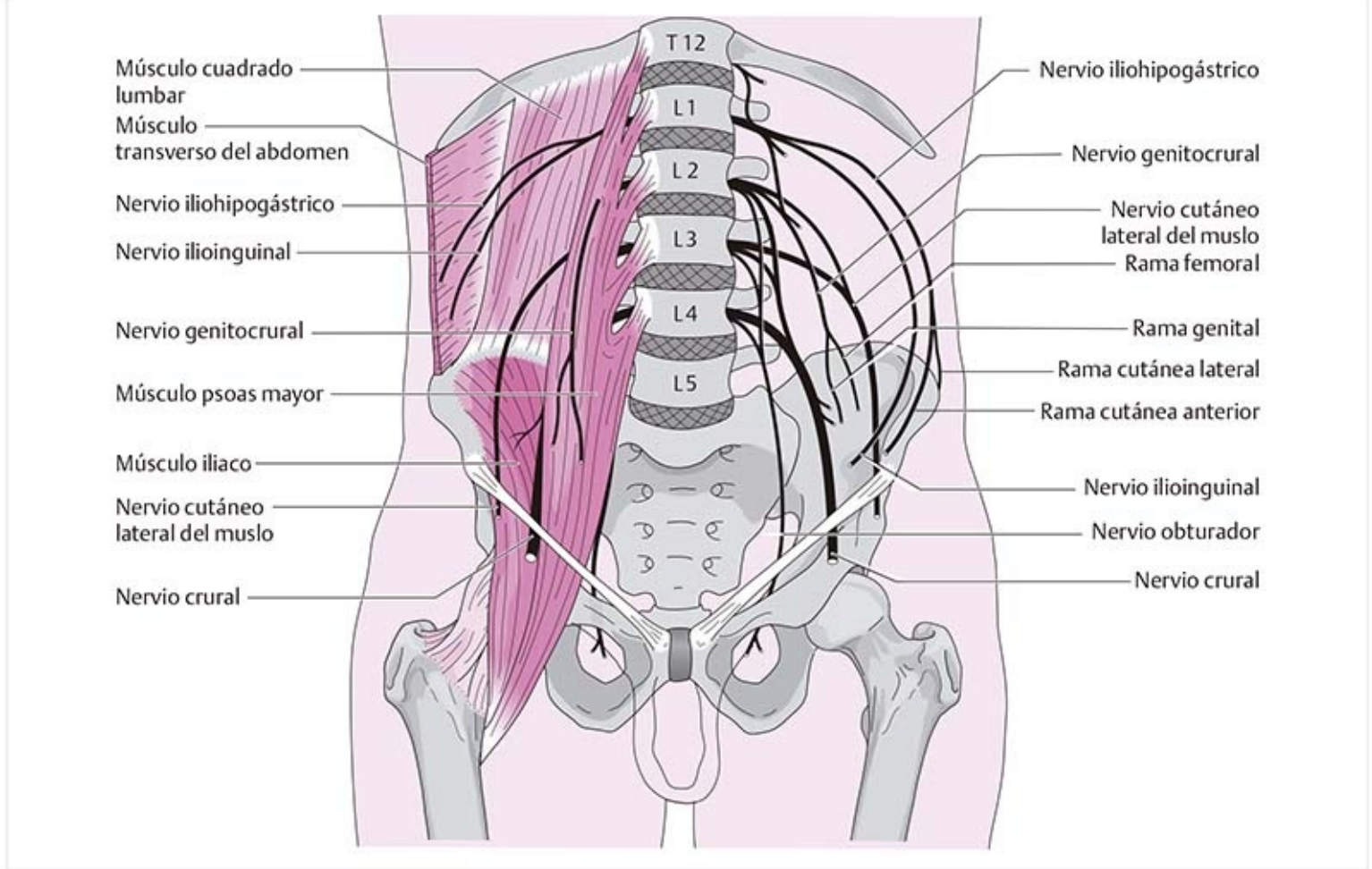
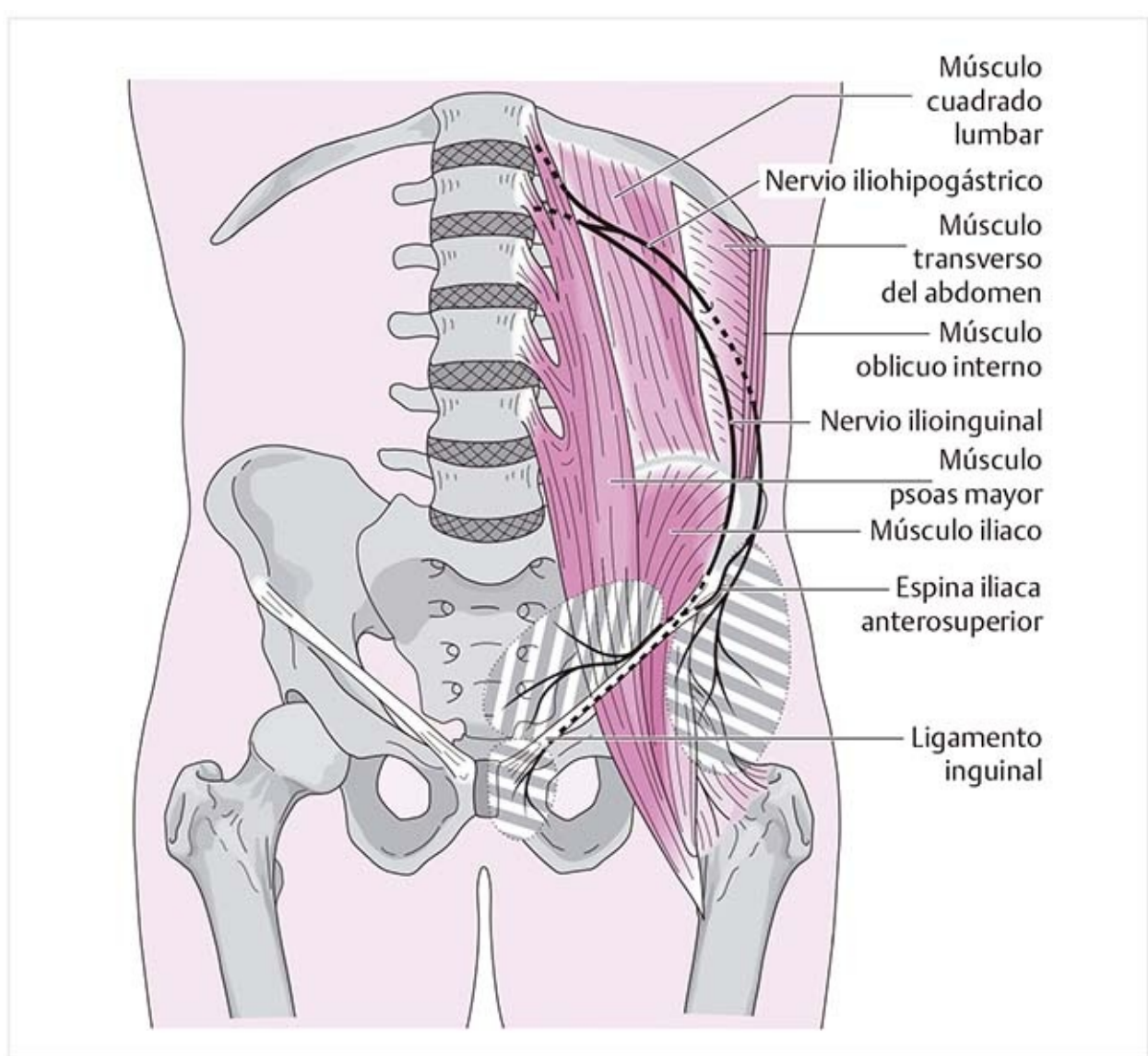


Figura 7-63. Plexo lumbar.

- Se origina con cuatro ramas anteriores de los niveles L1-L5 y quizá una pequeña rama de T12.
- Las ramas anteriores se entrelazan; sólo después de esto se emiten las ramas musculares.
- El plexo lumbar pasa frente a las apófisis costales entre las fibras del músculo psoas mayor.
- La **rama anterior de L1**, con anastomosis con el nervio intercostal 12° y la rama anterior de L2, se ramifica en una parte más distal en los nervios iliohipogástrico (T12-L1) e ilioinguinal (L1-L2).
- El nervio genitocrural nace de la unión de las ramas de L1 y L2.
- El nervio cutáneo lateral del muslo se desarrolla de las anastomosis de L2 y L3.
- Los nervios crural y obturador se forman por la integración de las anastomosis de L2-L4.

### Trayectos de los nervios

#### Nervio iliohipogástrico: T12-L1 (figura 7-64)



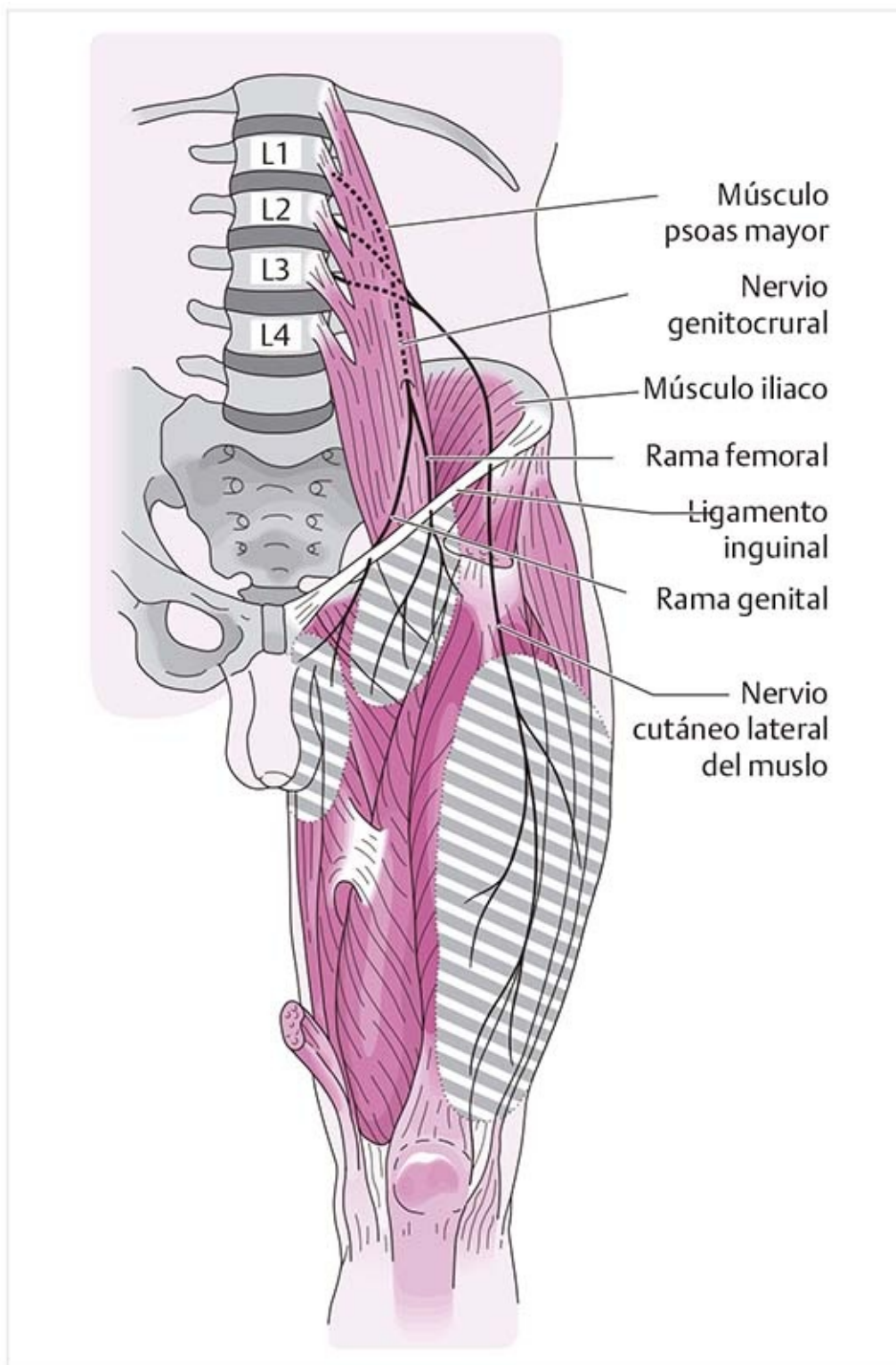
**Figura 7-64.** Trayecto de los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal. Áreas sombreadas = zonas cutáneas inervadas.

- Perfora el músculo psoas mayor al nivel de L1-L2.
- Pasa sobre el músculo cuadrado lumbar y discurre dentro del tejido adiposo posterior al riñón.
- Luego atraviesa el músculo transverso del abdomen.
- Discurre por la cresta iliaca, entre los **músculos transverso del abdomen y oblicuo interno** .
- Emite dos ramas motoras para estos dos músculos y una rama sensitiva, la **rama cutánea lateral** , para inervar una **zona ovalada de piel inferior a la espina iliaca anterosuperior** .
- La **rama cutánea anterior** perfora la aponeurosis del músculo oblicuo externo justo delante de la espina iliaca anterosuperior e inerva **áreas de la piel arriba de la sínfisis del pubis** .

### **Nervio ilioinguinal: L1 (figura 7-64)**

- Este nervio surge junto con el nervio iliohipogástrico del nivel de L1, con un trayecto un poco más profundo y paralelo a éste.
- También inerva los **músculos transverso del abdomen y oblicuo interno** .
- Cerca de la espina iliaca anterosuperior perfora la aponeurosis del músculo oblicuo externo y discurre en la parte medial dentro del conducto inguinal. Allí inerva un **área de piel en la sínfisis, el escroto o los labios mayores y una pequeña zona de la cara medial del muslo** mediante la **rama cutánea anterior sensitiva**.

## Nervio genitocrural: L1-L2 (figura 7-65)



**Figura 7-65.** Trayecto del nervio genitocrural y del nervio cutáneo lateral del muslo. Áreas sombreadas = zonas de la piel inervadas.

- Este nervio pasa en un plano anterior al músculo psoas mayor, dentro de la fascia circundante en dirección inferior.
- Continúa bajo el ligamento inguinal a través del espacio vascular.
- Luego se ramifica en la **rama crural** sensitiva para la **zona inguinal** y la **rama genital** mixta, que continúa en dirección medial e inerva al **músculo cremáster** y la piel del área genital (**escroto o labios**).

## Nervio cutáneo lateral del muslo: L2-L3 (figura 7-65)

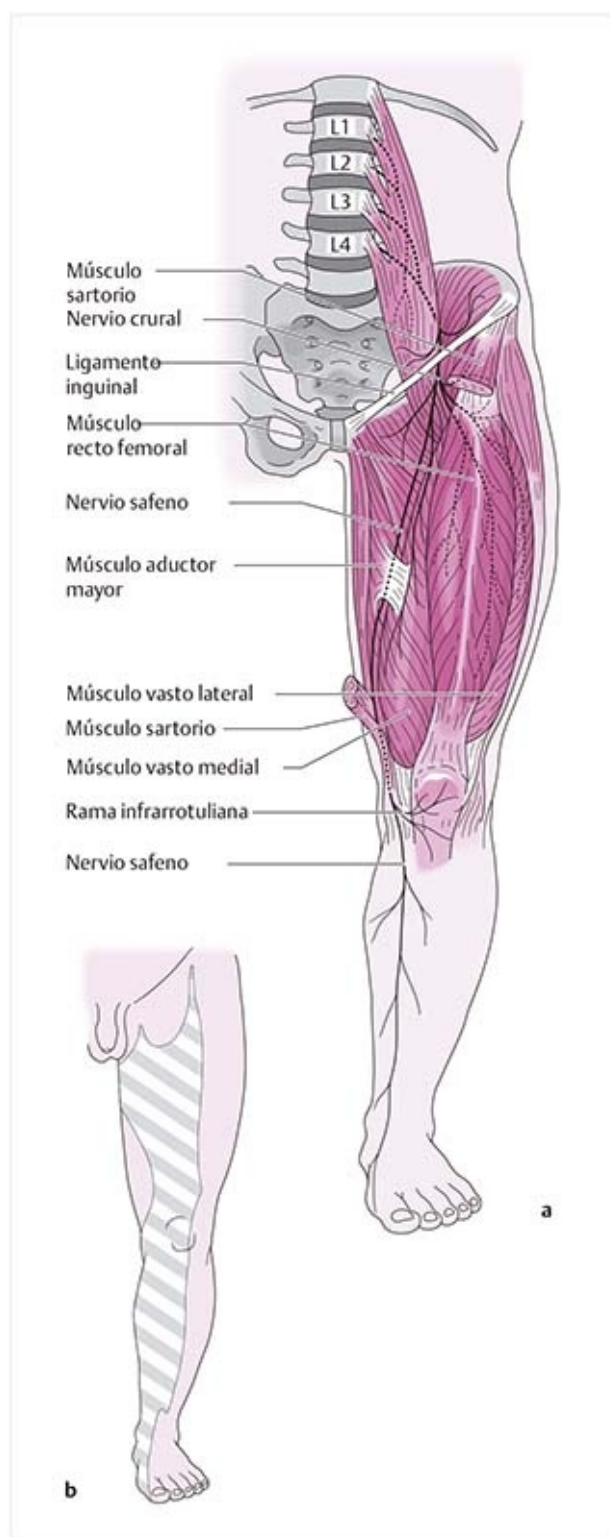
- Éste es un nervio sensitivo puro.
- Se proyecta por el músculo psoas mayor y delante del músculo cuadrado lumbar se dirige en sentido distal hacia la cresta iliaca.
- Aquí discurre anterior al músculo iliaco hacia la espina iliaca anterosuperior.
- Luego continúa bajo el ligamento inguinal y llega a la parte anterior del muslo, donde se desvía en un ángulo de 75 a 90°.
- En el muslo se divide en varias ramas para inervar la **piel de la zona anterolateral del muslo** hasta el nivel de la articulación de la rodilla.
- Se estira durante la extensión de la articulación de la cadera y se relaja en la flexión.

#### Patología

El entumecimiento, hormigueo y dolor ardoroso en la cara anterior del muslo sugieren un síndrome por compresión, que puede desencadenarse por el uso de un cinturón o pantalones demasiado ajustados.

La obesidad abdominal inferior excesiva (“panza”) también puede comprimir el nervio.

### **Nervio crural: L2-L4 (figura 7-66)**



**Figura 7-66.** Nervios crural y safeno. **(a)** Trayecto de los nervios. **(b)** Zonas cutáneas inervadas.

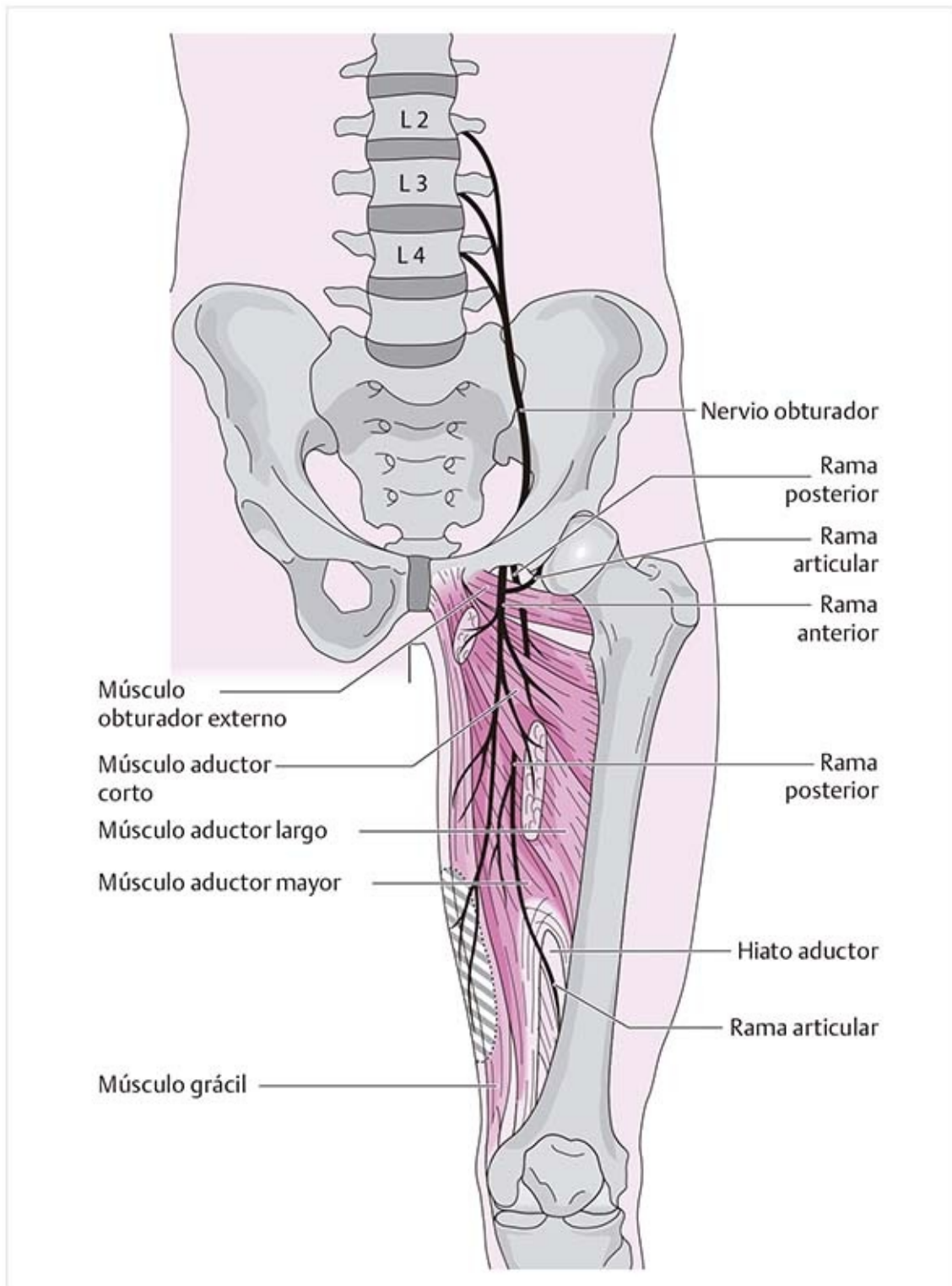
- Este nervio pasa por detrás del borde lateral del músculo psoas mayor en dirección inferior.
- Allí está cubierto por la fascia del psoas entre el músculo psoas y el iliaco.
- Proximal al ligamento inguinal, emite las ramas musculares para el **músculo iliopsoas** ; otra rama muscular pasa bajo los vasos femorales hacia el **músculo pectíneo** .
- A continuación, el nervio crural continúa por el espacio muscular con el músculo iliopsoas.
- Inferior al ligamento inguinal se divide en una rama lateral, una medial y un grupo profundo de ramas terminales, cada una con fibras motoras y sensitivas.
- Las ramas motoras continúan en sentido lateral hacia el **músculo sartorio** . Las **ramas cutáneas anteriores** perforan el músculo sartorio y continúan hacia la vena safena mayor.
- Las ramas se dirigen a los **músculos pectíneo y aductor largo** , y las ramas sensitivas continúan a la

**piel de la cara medial del muslo** . El grupo profundo consiste en muchas ramas motoras de diversas longitudes para inervar al **músculo cuádriceps crural** . De forma adicional, el nervio safeno pertenece a este grupo.

### **Nervio safeno (figura 7-66)**

- Ésta es la rama más larga del nervio crural.
- Discurre por el canal aductor con la arteria femoral y luego sigue el borde posterior del músculo sartorio.
- Proximal al cóndilo medial del fémur, emite la **rama infrarrotuliana** para la articulación de la rodilla y para el **área de piel sobre la cara medial de la rodilla** hasta debajo de la **tuberosidad tibial** .
- En la **superficie medial de la pierna** , las ramas anterior y posterior continúan hacia la piel y descienden hasta el **borde medial del pie** .

### **Nervio obturador: L2-L4 (figura 7-67)**



**Figura 7-67.** Trayecto del nervio obturador. Áreas sombreadas = zonas cutáneas inervadas.

- Este nervio avanza en dirección inferior junto al borde medial del músculo psoas mayor.
- Continúa sobre la articulación sacroiliaca hasta la pelvis verdadera y al canal obturador. El nervio, la arteria y la vena se proyectan dentro del canal.
- En el interior del canal se divide en las ramas anterior y posterior:
  - La **rama posterior** discurre entre los músculos aductores corto y mayor y emite ramas motoras para los **músculos obturador externo y aductor mayor**.
  - La **rama anterior** discurre por el lado anterior del músculo aductor corto e inerva los **músculos pectíneo, aductor largo, aductor corto y grácil**. Termina con la rama cutánea sensitiva que inerva la **piel en las zonas distal y medial del muslo**.

## Capítulo 8

### Pelvis y articulación de la cadera



[8.1 Palpación de referencias en la región pélvica y la cadera](#)

[8.3 Anillo pélvico](#)

[8.4 Articulación sacroiliaca](#)

[8.5 Sínfisis del pubis](#)

[8.6 Articulación sacrococcígea](#)

[8.7 Articulación de la cadera](#)

[8.8 Músculos de la región pélvica y la cadera](#)

[8.9 Estructuras neurales de la región pélvica y la cadera](#)

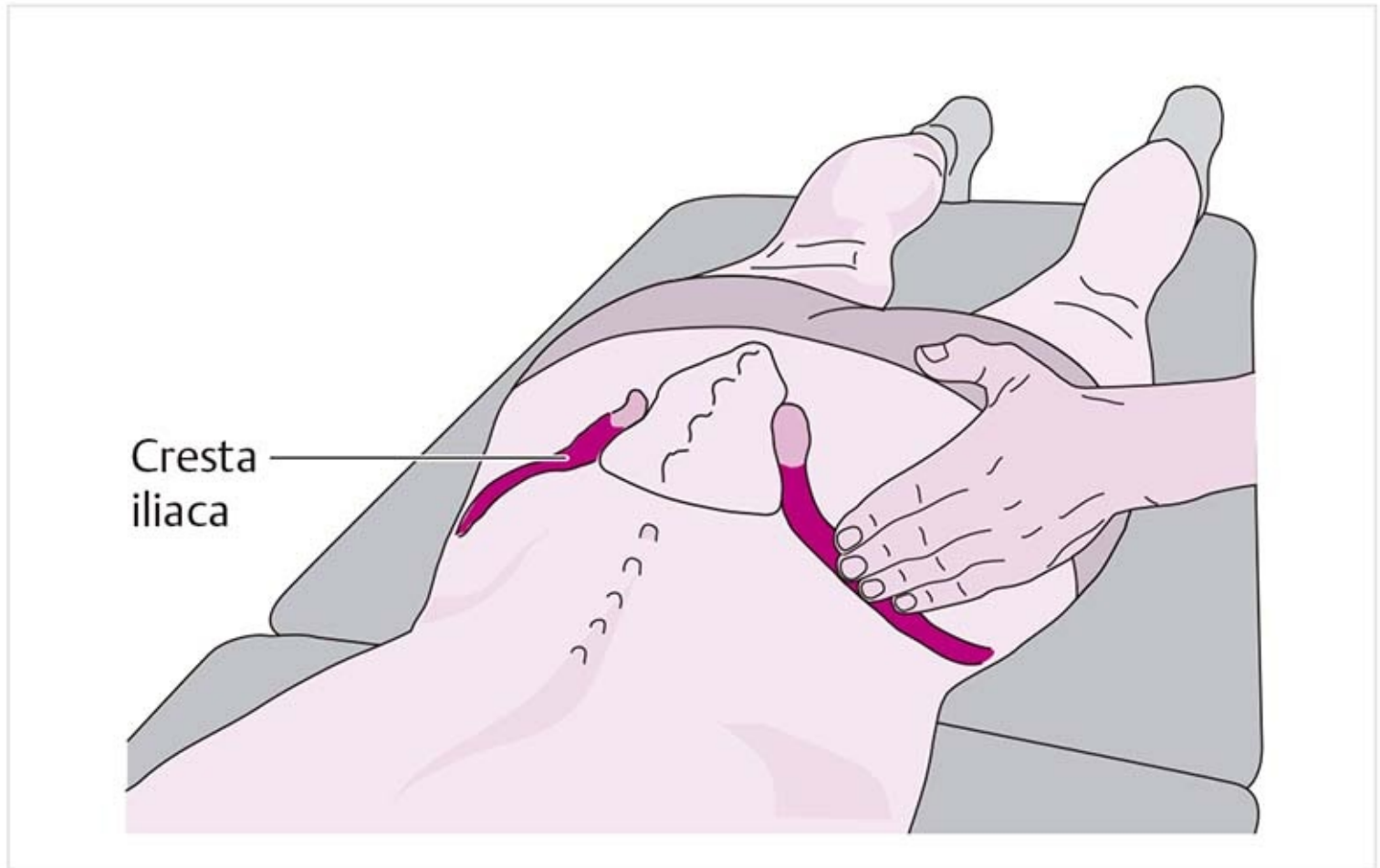


# 8 Pelvis y articulación de la cadera

## 8.1 Palpación de referencias en la región pélvica y la cadera

### 8.1.1 Palpación en la región pélvica posterior

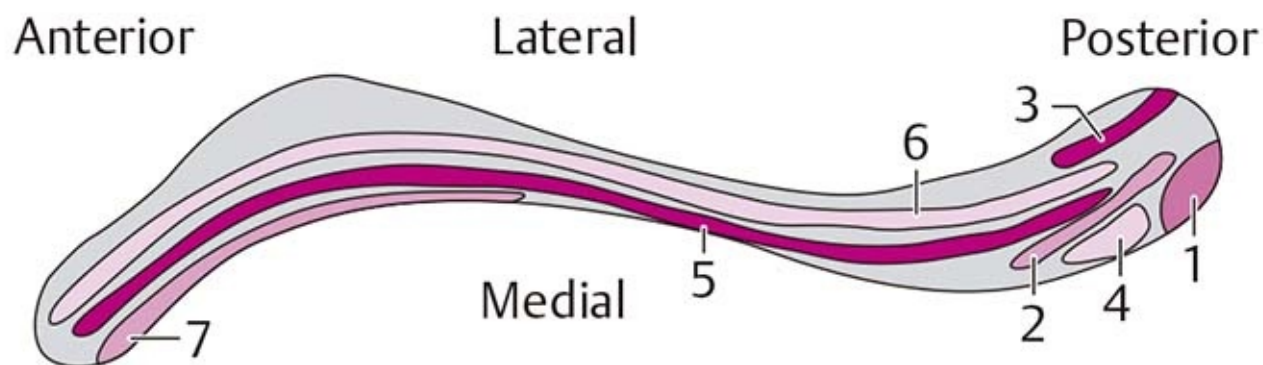
#### Cresta iliaca (figura 8-1)



**Figura 8-1.** Palpación de la cresta iliaca.

La cresta iliaca puede palparse como el borde ancho superior de la pelvis con el lado radial del dedo índice o las puntas de los tres dedos largos. En la parte posterior se desvía hacia abajo y termina ahí como la espina iliaca posterosuperior (EIPS).

Los siguientes sitios de inserción muscular pueden palparse en la cresta iliaca desde el borde lateral en dirección medial (**figura 8-2**):



- 1 = Músculo erector de la columna
- 2 = Músculo cuadrado lumbar
- 3 = Músculo dorsal ancho
- 4 = Ligamento iliolumbar
- 5 = Músculo abdominal oblicuo interno
- 6 = Músculo abdominal oblicuo externo
- 7 = Músculo transverso del abdomen

Figura 8-2. Palpación de las inserciones musculares en la cresta iliaca.

### **Músculo oblicuo externo del abdomen**

Puede palparse de manera directa sobre la cresta iliaca.

### **Músculo oblicuo interno del abdomen**

Se localiza en el extremo posterior de la cresta iliaca, entre el margen lateral del músculo dorsal ancho y el borde posterior del músculo oblicuo externo del abdomen. El triángulo formado se denomina triángulo lumbar inferior.

### **Espina iliaca posterosuperior (figura 8-3)**



**Figura 8-3.** Palpación de la espina iliaca posterosuperior.

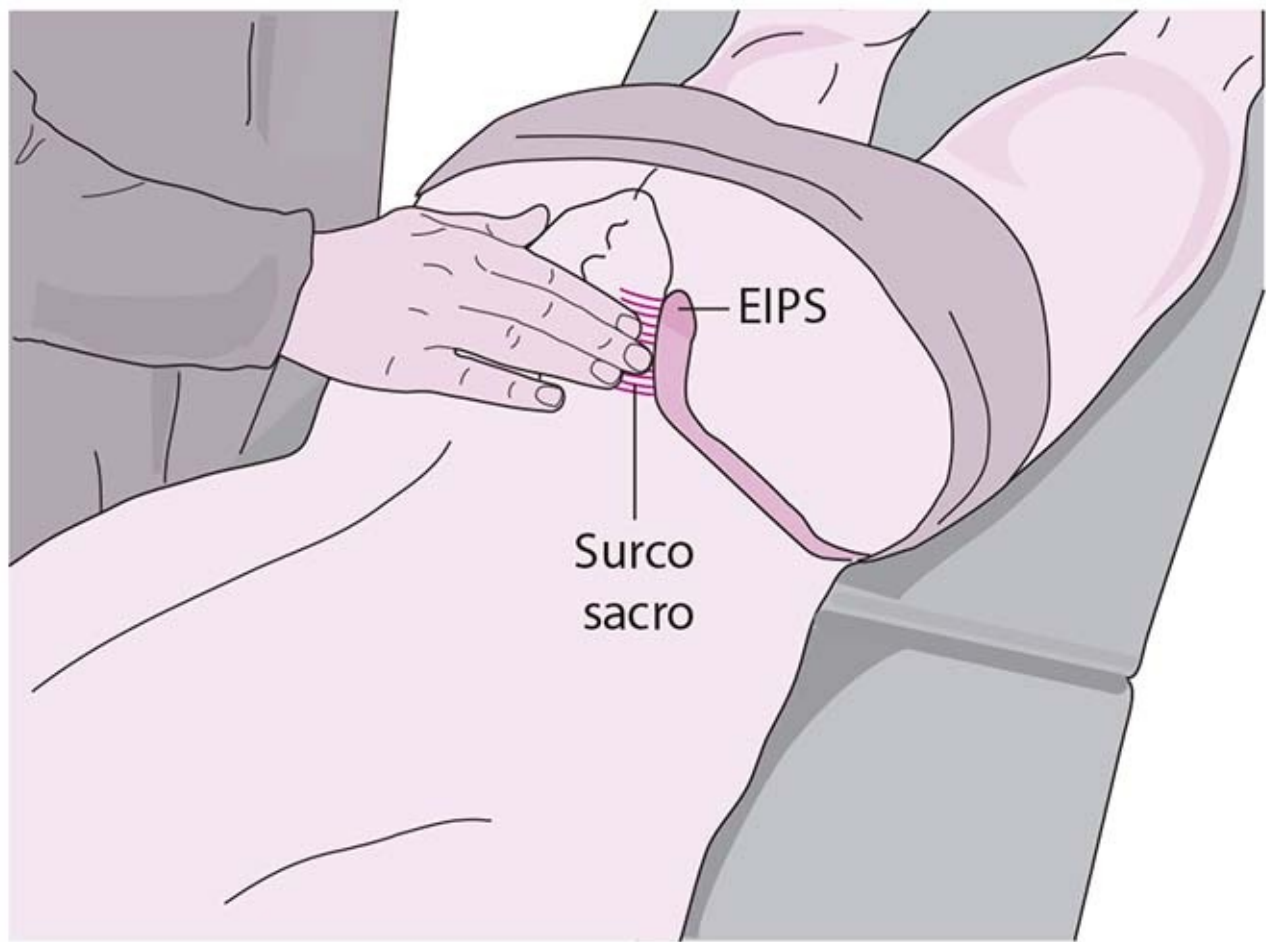
Se encuentra en el extremo posterior de la cresta iliaca; es ancha y áspera. Debe colocarse un pulgar sobre la parte inferior de la punta de cada una de las espinas para identificar cualquier diferencia en sus niveles.

Si hay hoyuelos pélvicos, las espinas casi siempre se localizan un poco abajo de los hoyuelos. Para identificar la EIPS con rapidez, se colocan las puntas de los dedos sobre la cresta iliaca en la parte lateral y se extienden los pulgares lo más lejos posible. Las espinas se hallan en la zona inmediata alrededor de los pulgares.

#### Consejo práctico

Pequeñas zonas engrosadas móviles dentro de la grasa subcutánea alrededor de las espinas y la cresta iliaca son nódulos adiposos fibrosos en la grasa subcutánea que algunas veces pueden ser dolorosos.

#### Surco sacro (figura 8-4)



**Figura 8-4.** Palpación del surco sacro.

El surco se ubica en un plano justo superior y medial a la EIPS. Los ligamentos sacroiliacos interóseos cortos pasan sobre él; la articulación sacroiliaca (ASI) se encuentra en un plano profundo a esta área y no puede palparse.

Es preciso palpar a través de la orientación de las fibras para valorar la tensión de estos ligamentos. Puede aplicarse la prueba de movilización sacra para verificar si los dedos se encuentran en realidad en el surco. Se colocan las puntas de los dedos en el surco de tal manera que las puntas toquen el borde del ilion. Con la otra mano en la espina iliaca anterosuperior (EIAS) se aplica un impulso ligero y elástico en dirección posterior para que el ilion se desplace contra el sacro, lo cual puede reconocerse con las puntas de los dedos (**figura 8-5**).

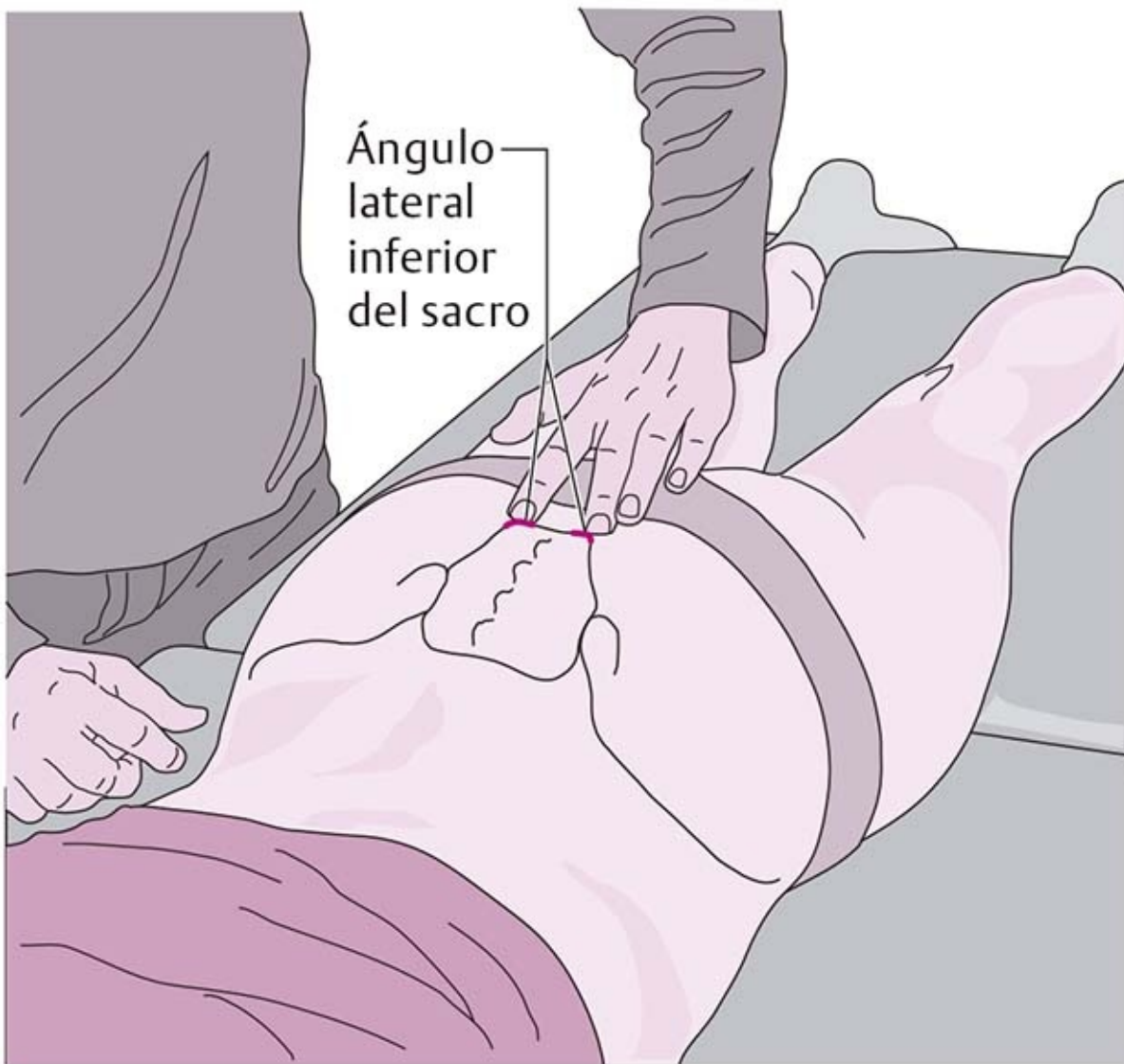


**Figura 8-5.** Prueba de movilización sacra.

### Consejo práctico

Una comparación de las profundidades del surco y el estado diferencial de tensión de los ligamentos, de forma directa entre el lado derecho y el izquierdo, puede conducir a conclusiones sobre si existe posición anormal de la ASI. De igual manera, si el desplazamiento del ilion durante la prueba de movilización del sacro está ausente o es excesivo, sugiere un trastorno funcional que puede confirmarse con pruebas adicionales.

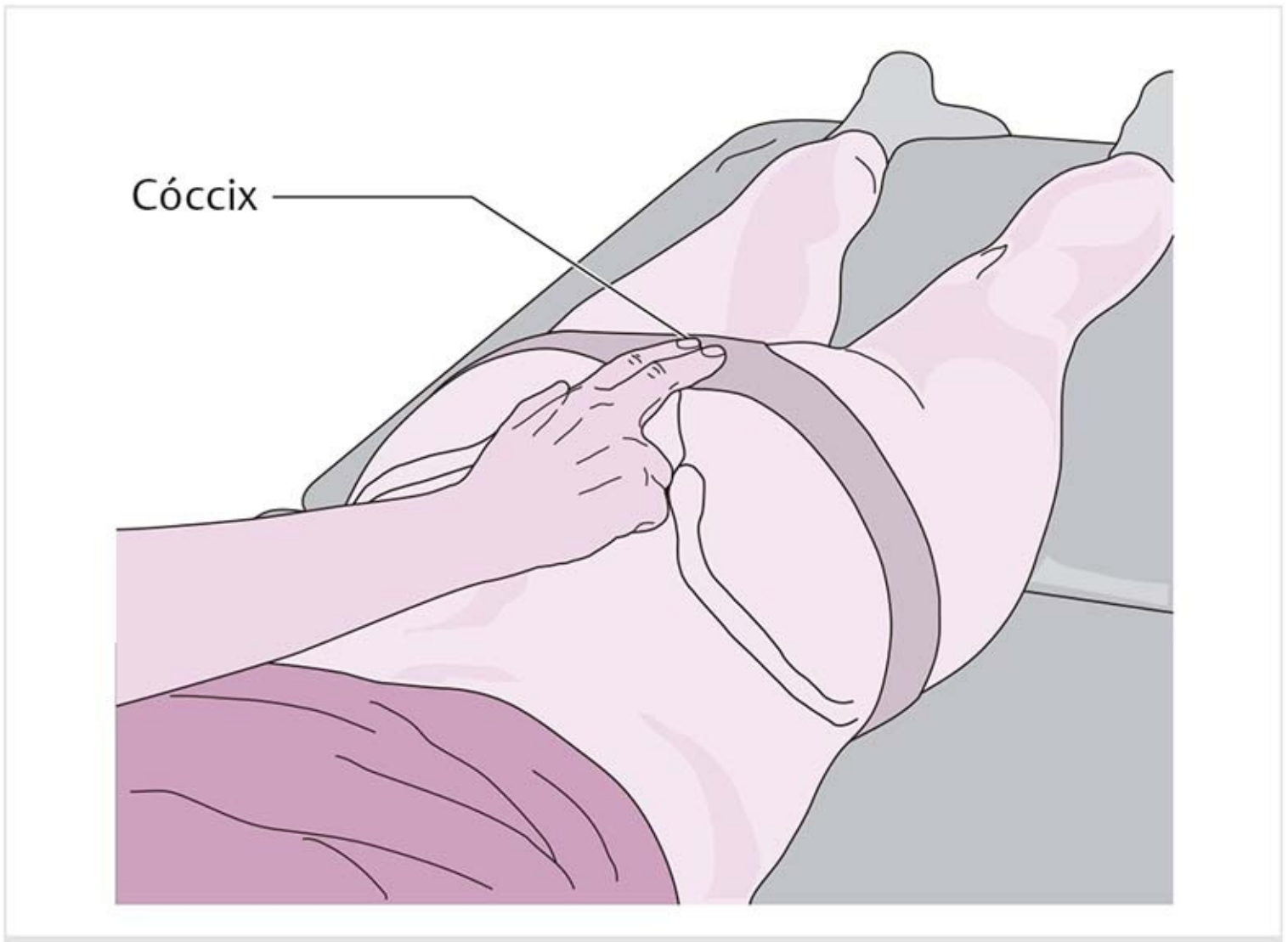
### Ángulo lateral inferior del sacro (figura 8-6)



**Figura 8-6.** Palpación del ángulo lateral inferior del sacro.

Al nivel del extremo superior del pliegue interglúteo, se extienden un poco los dedos medio e índice y se colocan a unos 1.5 cm en los sentidos inferior y lateral al pliegue interglúteo, uno a cada lado. El ángulo lateral del sacro puede identificarse en el área inmediata inferior a los dedos. Con esta maniobra pueden valorarse los distintos niveles del ángulo y la inclinación del sacro.

**Cóccix (figura 8-7)**



**Figura 8-7.** Palpación del cóccix.

Desde el extremo superior, debe colocarse el dedo índice a lo largo del pliegue interglúteo para palpar la curva del cóccix. Quizá sea necesario palparlo por el recto.

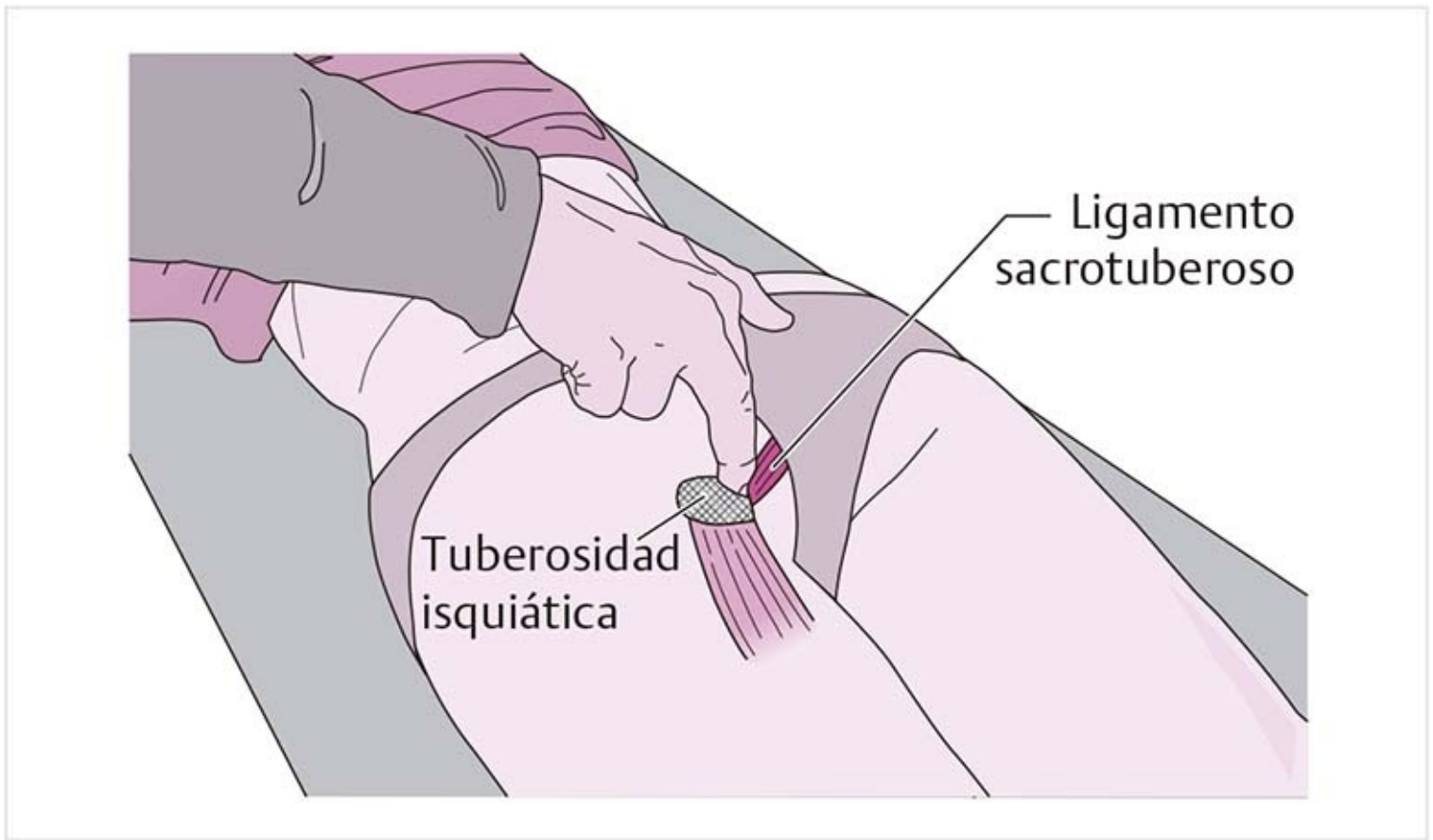
#### Consejo práctico

La angulación anterior del cóccix causada por una caída sobre las nalgas puede palparse mediante el examen del pliegue interglúteo. El examen por el recto confirma el diagnóstico.

### **Tuberosidad isquiática**

Es necesario palpar de manera profunda en el tercio medio del pliegue interglúteo para identificar la tuberosidad como un abultamiento ancho.

### **Ligamento sacrotuberoso (figura 8-8)**



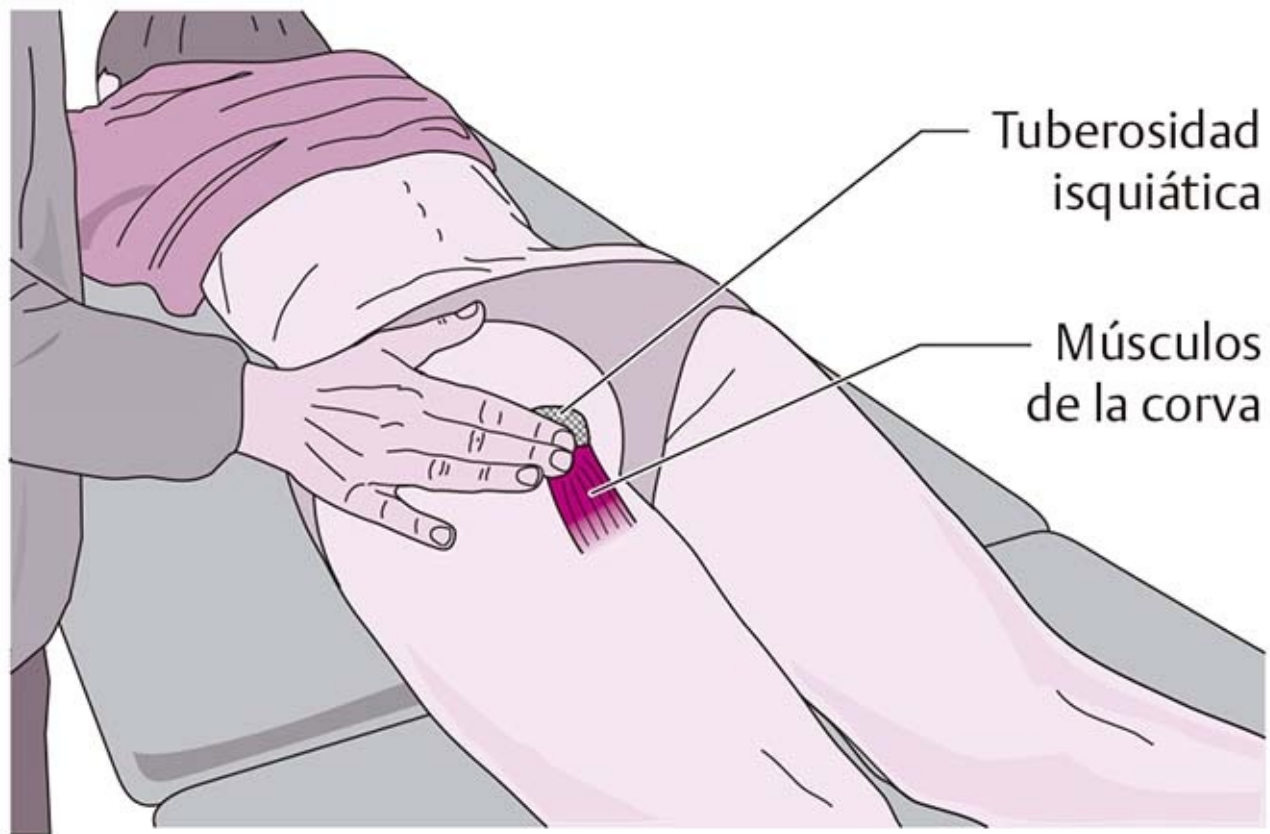
**Figura 8-8.** Palpación del ligamento sacrotuberoso.

Este ligamento discurre desde la tuberósidad en dirección superior y medial. Es muy firme y ancho. Si se palpan el lado derecho y el izquierdo al mismo tiempo, pueden valorarse diferencias en la tensión e inducir dolor para favorecer el diagnóstico de un caso difícil. Puede palparse un aumento claro de la tensión en el ligamento durante la nutación del sacro.

► Véase la sección 8.4.7 referente a los movimientos del sacro.

### **Músculos de la corva (figura 8-9)**





**Figura 8-9.** Palpación de los músculos de la corva.

El origen común de los músculos de la corva puede palparse en la cara inferior de la tuberosidad. La **cabeza larga del músculo bíceps crural** tiene su origen en la parte superficial, cubre a los otros músculos y continúa en dirección lateral. A continuación sigue el **músculo semitendinoso** y, en un plano profundo a éste, el **músculo semimembranoso** ; ambos tienen un trayecto medial. Estos músculos pueden palparse muy bien cuando la rodilla se flexiona contra resistencia.

**Músculo glúteo mayor (figura 8-10)**

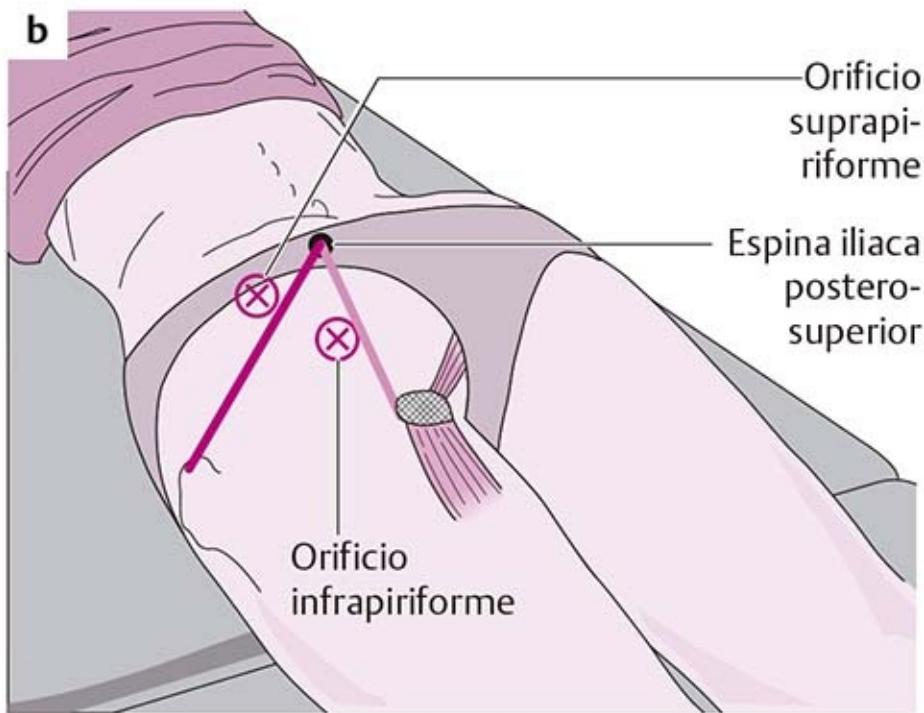
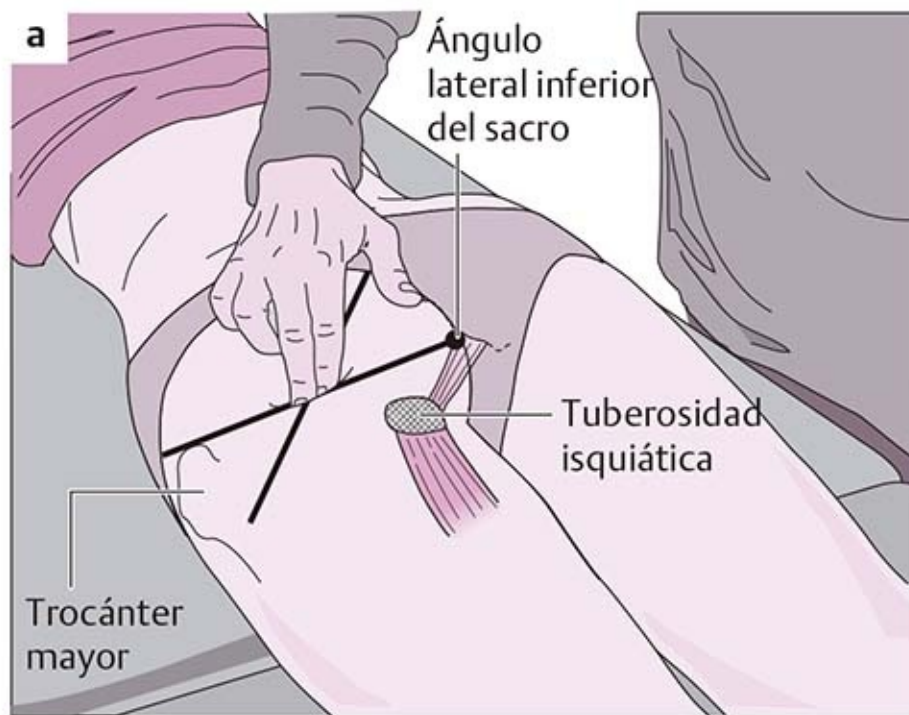


**Figura 8-10.** Palpación del músculo glúteo mayor.

Para localizar el borde superior del músculo se utiliza un punto que se encuentra a dos anchos de dedo sobre la EIPS y se identifica una línea que conecta a ésta con el trocánter mayor. La tensión isométrica del músculo, por ejemplo para extender la cadera, confirma la dirección oblicua inferolateral de las fibras del músculo conforme se dirigen a la tuberosidad glútea en el fémur.

El borde inferior del glúteo mayor cruza el pliegue glúteo en dirección oblicua inferolateral. El pliegue glúteo no es el margen inferior del glúteo mayor, sino que corresponde a una banda fibrosa reforzada que se extiende desde el haz iliotibial hasta la tuberosidad isquiática y se fija a la piel.

### **Músculo piriforme (figura 8-11a)**



**Figura 8-11.** Palpación. (a) Músculo piriforme. (b) Orificios suprapiriforme e infrapiriforme.

El piriforme puede localizarse con la ayuda de dos líneas, una de la EIAS al ángulo lateral inferior del sacro y la otra de la EIPS al borde superior del trocánter mayor. Puede palparse una estructura firme cerca de la intersección de estas líneas. La unión musculotendinosa se encuentra ahí; casi un tercio del músculo consiste en tendón, que puede seguirse hasta su sitio de inserción en la parte posteromedial de la punta del trocánter.

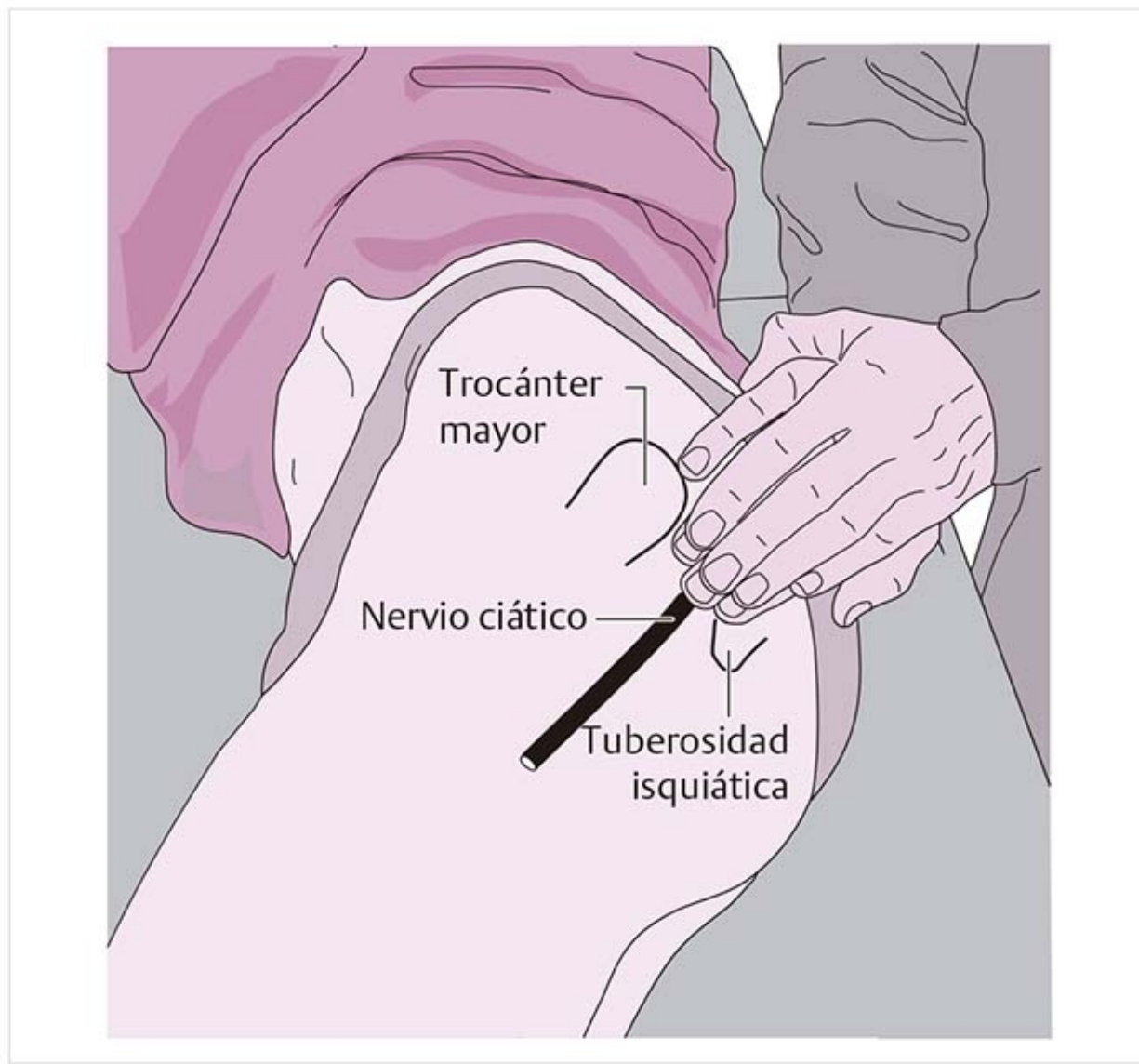
### **Orificio suprapiriforme (figura 8-11b)**

Se traza una línea desde la EIPS hasta la punta del trocánter mayor. Arriba de esta línea, entre el tercio mediano y el medial, se sitúa el orificio suprapiriforme. El nervio y los vasos glúteos superiores discurren por esta muesca.

## Orificio infrapiriforme (figura 8-11b)

El orificio infrapiriforme inferior se encuentra lateral al punto medio de una línea entre la EIPS y la tuberosidad isquiática. Los vasos glúteos inferiores, los nervios pudendos y los glúteos inferiores, así como el nervio ciático, pasan por esta parte del orificio.

## Nervio ciático (figura 8-12)



**Figura 8-12.** Palpación del nervio ciático.

El nervio ciático cruza el tendón del músculo obturador interno y ambos músculos gemelos y, en su trayecto al muslo, el músculo femoral cuadrado.

En este punto se encuentra casi a la mitad de una línea que conecta la tuberosidad isquiática con el trocánter mayor y puede palparse en ese sitio como un cordón del mismo ancho que un dedo. Por supuesto, en esta parte se halla cubierto por el músculo glúteo mayor.

### 8.1.2 Palpación de la zona pélvica lateral

#### Trocánter mayor

Hay que colocar los pulgares sobre la EIAS y extender los dedos en dirección posteroinferior. Se percibe la zona inmediata del trocánter mayor. Para los fines de la exploración, se le pide al paciente que gire la pierna varias veces, lo que permite que el trocánter se deslice hacia atrás y adelante bajo los dedos que palpan.

Los siguientes sitios de inserción pueden palparse sobre el trocánter.

### **Músculo glúteo medio (figura 8-13)**



**Figura 8-13.** Palpación de los músculos glúteos medio y menor.

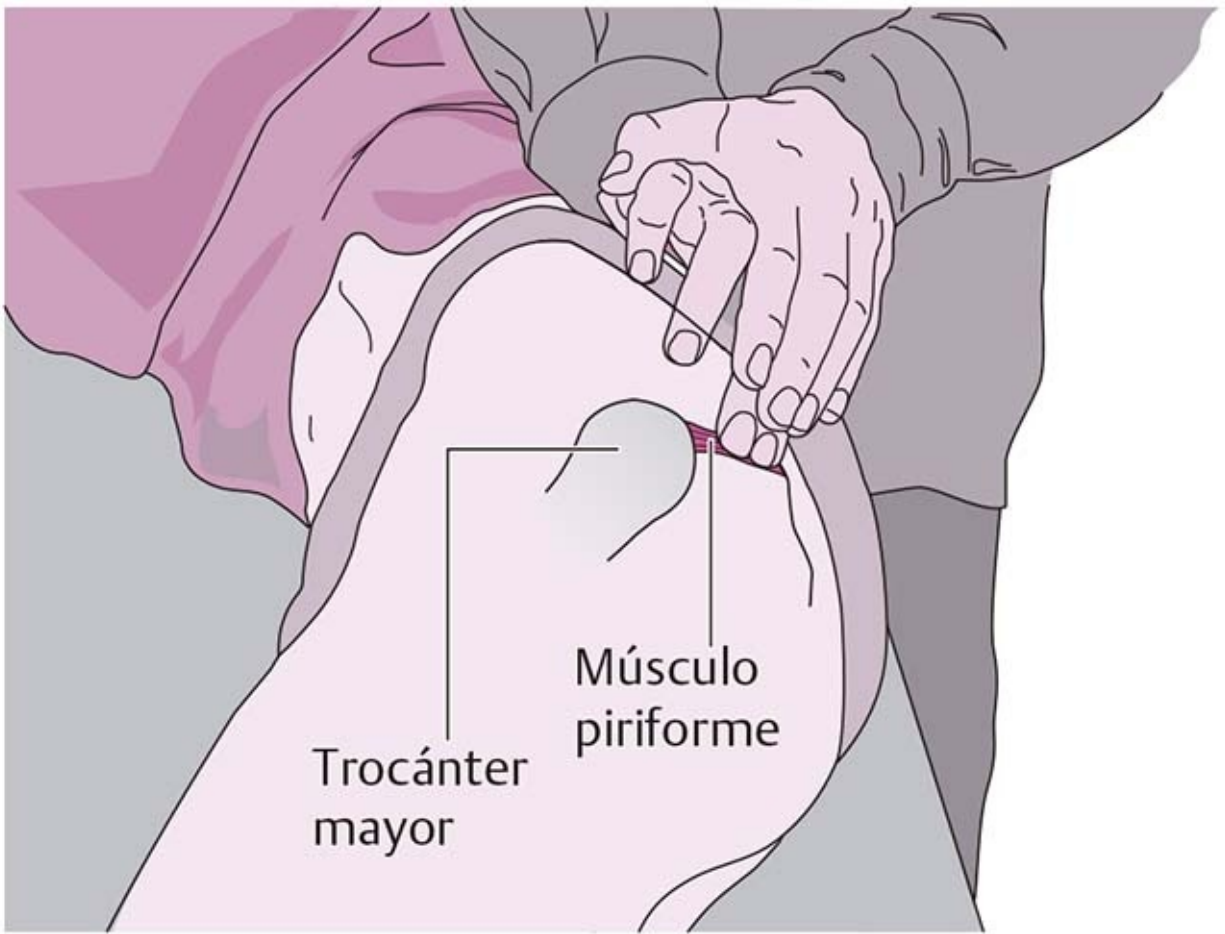
En particular con ayuda de la tensión isométrica hacia la abducción de la cadera, el margen posterior puede palparse bien y seguirse hasta su inserción en el trocánter mayor. El sitio de inserción se localiza en la parte lateral sobre la punta del trocánter y mide dos a tres anchos de dedo.

El vientre anterior del músculo limita con el músculo tensor de la fascia lata. El glúteo medio se extiende y aplanar en dirección superior, por lo que su borde posterior se corresponde con la línea que conecta la EIPS con la punta del trocánter.

### **Músculo glúteo menor (figura 8-13)**

Su origen se halla casi a un ancho de mano posterior a la cresta ilíaca y su inserción se identifica bajo el glúteo medio, en la punta del trocánter.

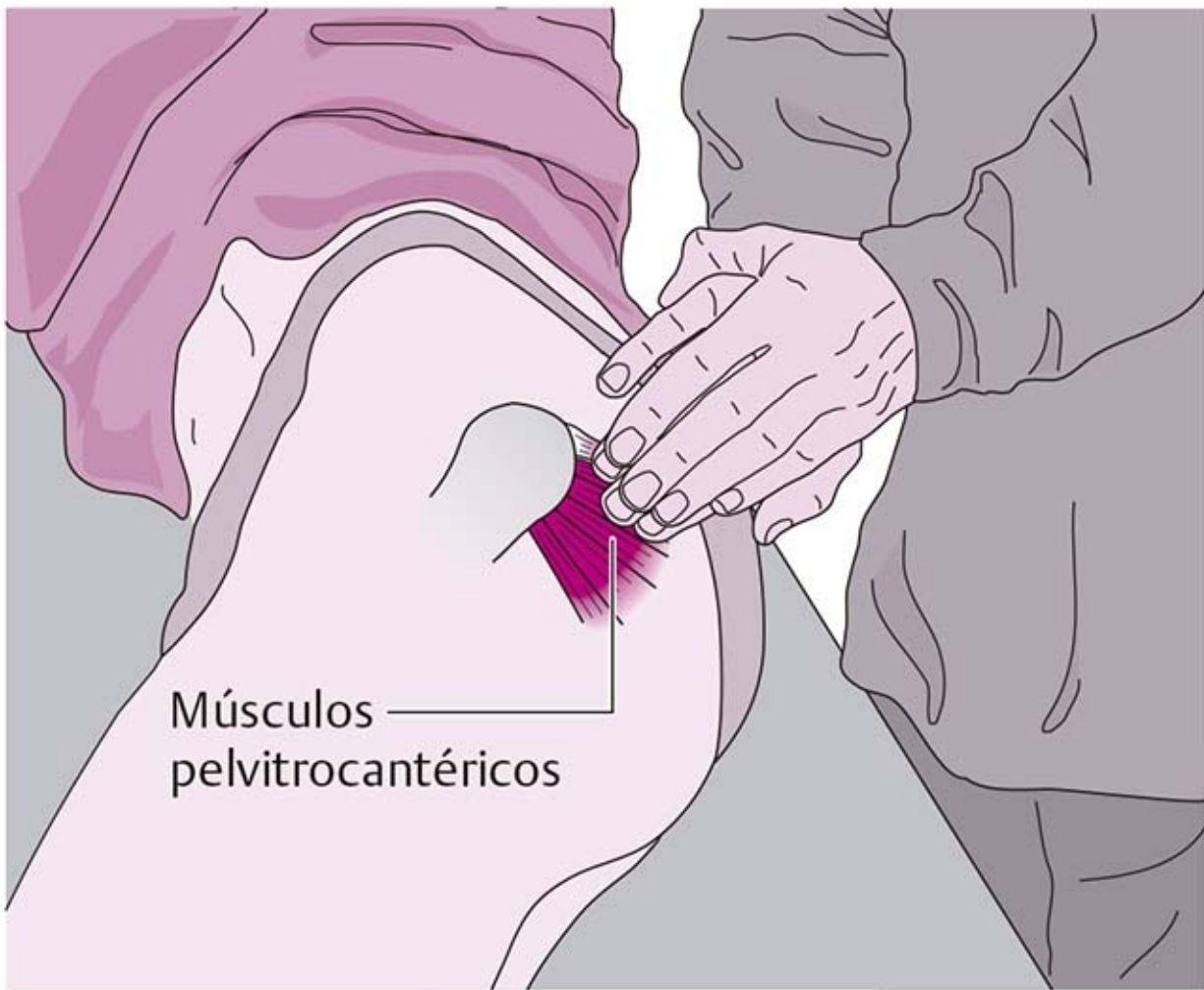
### **Músculo piriforme (figura 8-14)**



**Figura 8-14.** Palpación del sitio de inserción del músculo piriforme.

Su inserción puede palparse en la parte posterior de la punta del trocánter. Su tendón es muy firme y permite la reproducción sencilla de la orientación casi horizontal de sus fibras.

### **Músculos pelvitrocantérios (figura 8-15)**



**Figura 8-15.** Palpación de los músculos pelvitrocantéricos.

Justo posterior al músculo piriforme, los músculos pelvitrocantéricos se insertan en la cresta intertrocanterica.

Con desplazamiento desde la punta del trocánter mayor, se colocan las puntas de los dedos en el borde posterior del trocánter. Debe palparse en dirección transversal a la orientación de las fibras, en sentido superior a inferior.

Los siguientes músculos no pueden identificarse de manera individual, ya que están muy próximos cerca de sus inserciones y tienen las mismas funciones:

- Músculo obturador interno.
- Músculo obturador externo.
- Músculos gemelos
- Músculo cuadrado femoral.

### **8.1.3 Palpación de la zona pélvica anterior**

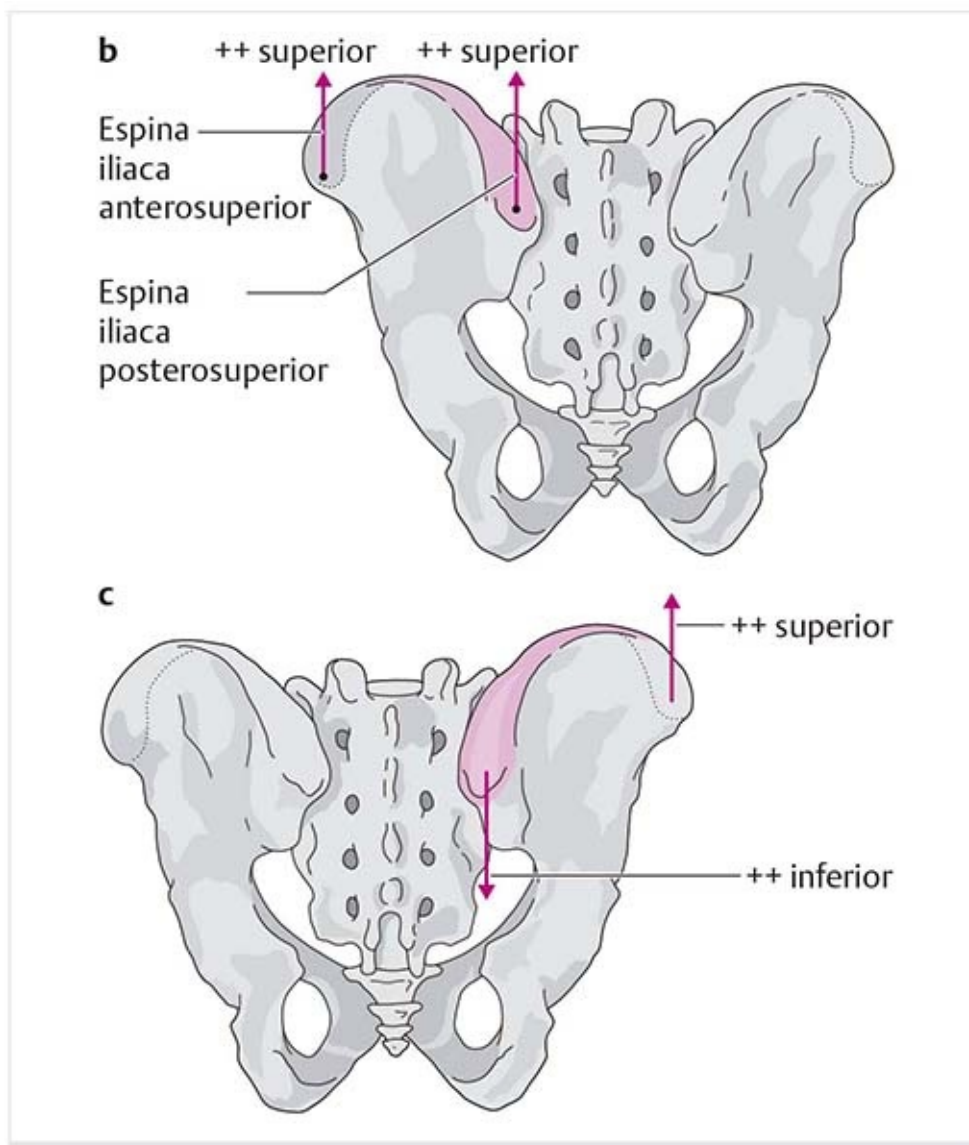
#### **Espina iliaca anterosuperior (figura 8-16a)**

a



**Figura 8-16.** Palpación. **(a)** Espina iliaca anterosuperior.





**Figura 8-16.** Continúa. **(b)** Diferencia en la longitud de las extremidades inferiores. **(c)** Torsión pélvica.

Hay que colocar las puntas de los dedos de ambas manos sobre las crestas iliacas con los pulgares muy extendidos sobre la parte anterior sobre la cresta. Las espinas anterosuperiores se encuentran a este nivel como los extremos abultados de las crestas.

Para determinar la longitud de las piernas, se inicia en la posición de pie. A continuación se colocan los pulgares sobre las espinas desde abajo para reconocer si hay una diferencia en el nivel, luego de asegurarse de que los maleolos y las articulaciones de las rodillas están al mismo nivel.

### Consejo práctico

#### Diferenciación entre las longitudes de las piernas y los trastornos funcionales en la articulación sacroiliaca (figura 8-16b, c)

La valoración de la EIPS y la EIAS en términos de su diferencia de altura es un estudio importante para buscar diferencias en la longitud de las extremidades y trastornos funcionales en la ASI. La valoración debe realizarse en posición de pie.

Por ejemplo, si la EIPS y la EIAS del lado izquierdo están elevadas en el mismo grado, la diferencia se debe a una extremidad inferior más larga.

Por otra parte, si la EIPS derecha es más baja que la izquierda y la EIAS derecha es más alta que la izquierda, existe una disfunción de la ASI.

Por lo tanto, las determinaciones de la longitud de las extremidades inferiores en las que sólo se considera la cresta iliaca son inexactas.

La EIAS es el origen de:

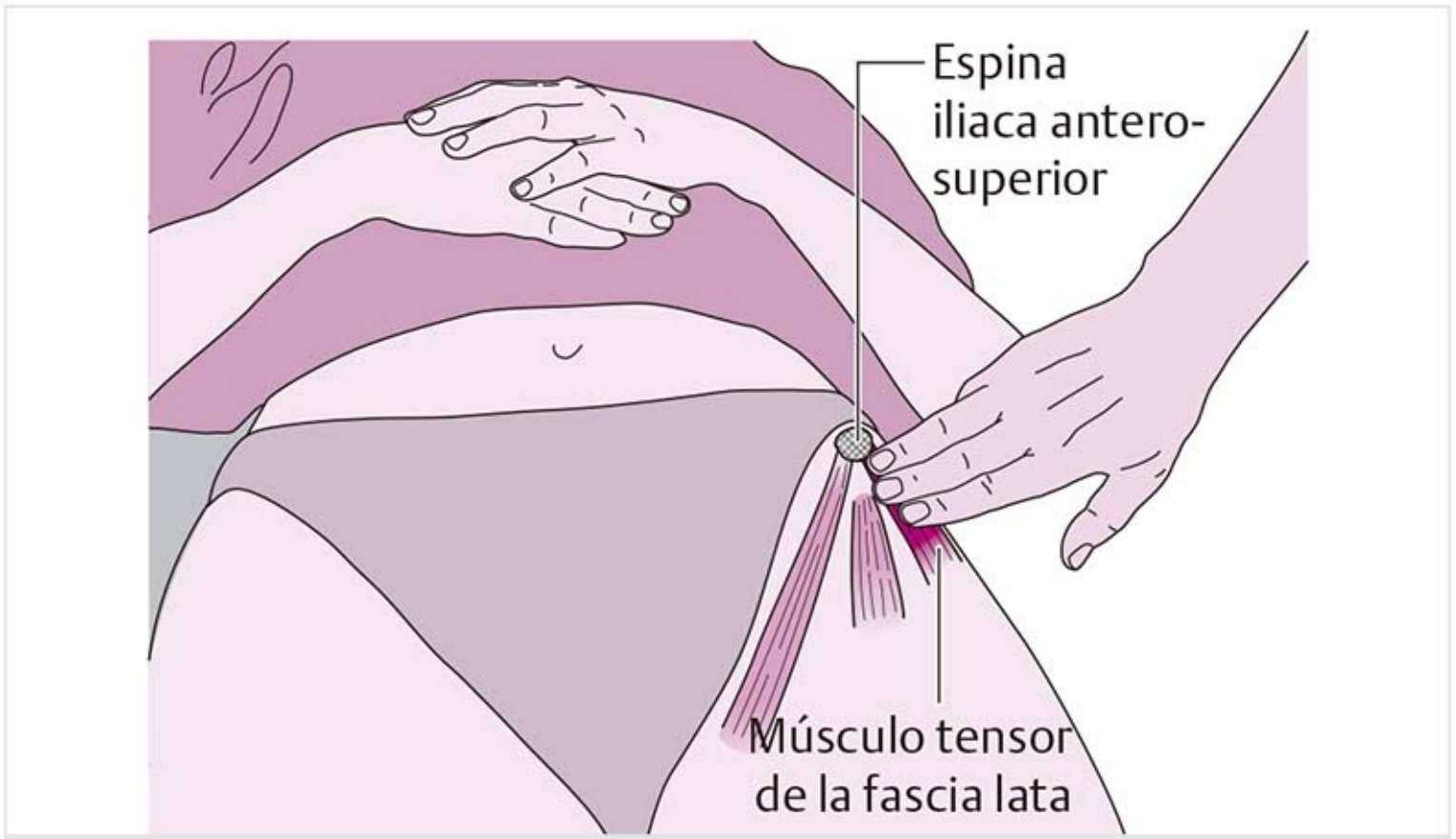
### Músculo sartorio (figura 8-17)



**Figura 8-17.** Palpación del músculo sartorio.

Este músculo se extiende recto desde la punta de la espina en dirección inferomedial y puede palparse bien incluso cuando está relajado. Si es necesario, se tensa el músculo mediante la flexión de la cadera.

### **Músculo tensor de la fascia lata (figura 8-18)**



**Figura 8-18.** Palpación del músculo tensor de la fascia lata.

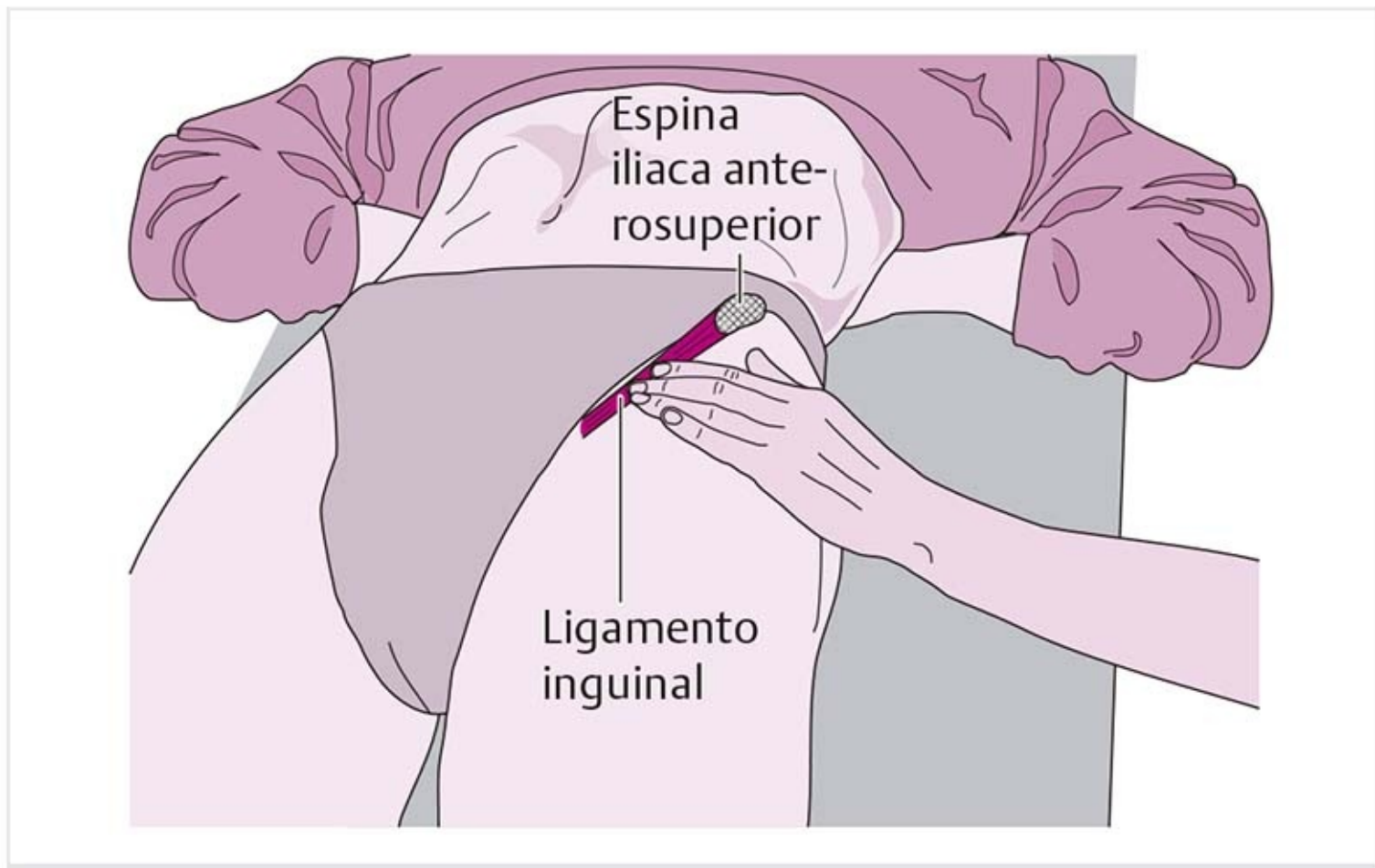
Este músculo se halla lateral a la espina y es mucho más grueso que el músculo sartorio, pero también es

fácil de identificar en su condición relajada. La tensión del músculo en la dirección de la abducción mejora su identificación.

## Triángulo lateral del muslo

Los músculos sartorio y tensor de la fascia lata forman una “V” invertida con el músculo tensor como el extremo lateral y el sartorio como la rama medial. Esta zona se denomina triángulo lateral del muslo. La arteria y vena profundas del muslo pasan por esta zona en un plano muy profundo. El músculo recto femoral puede palparse aquí.

## Ligamento inguinal (figura 8-19)



**Figura 8-19.** Palpación del ligamento inguinal.

El ligamento inguinal discurre desde la parte medial de la punta de la EIAS hasta el tubérculo del pubis.

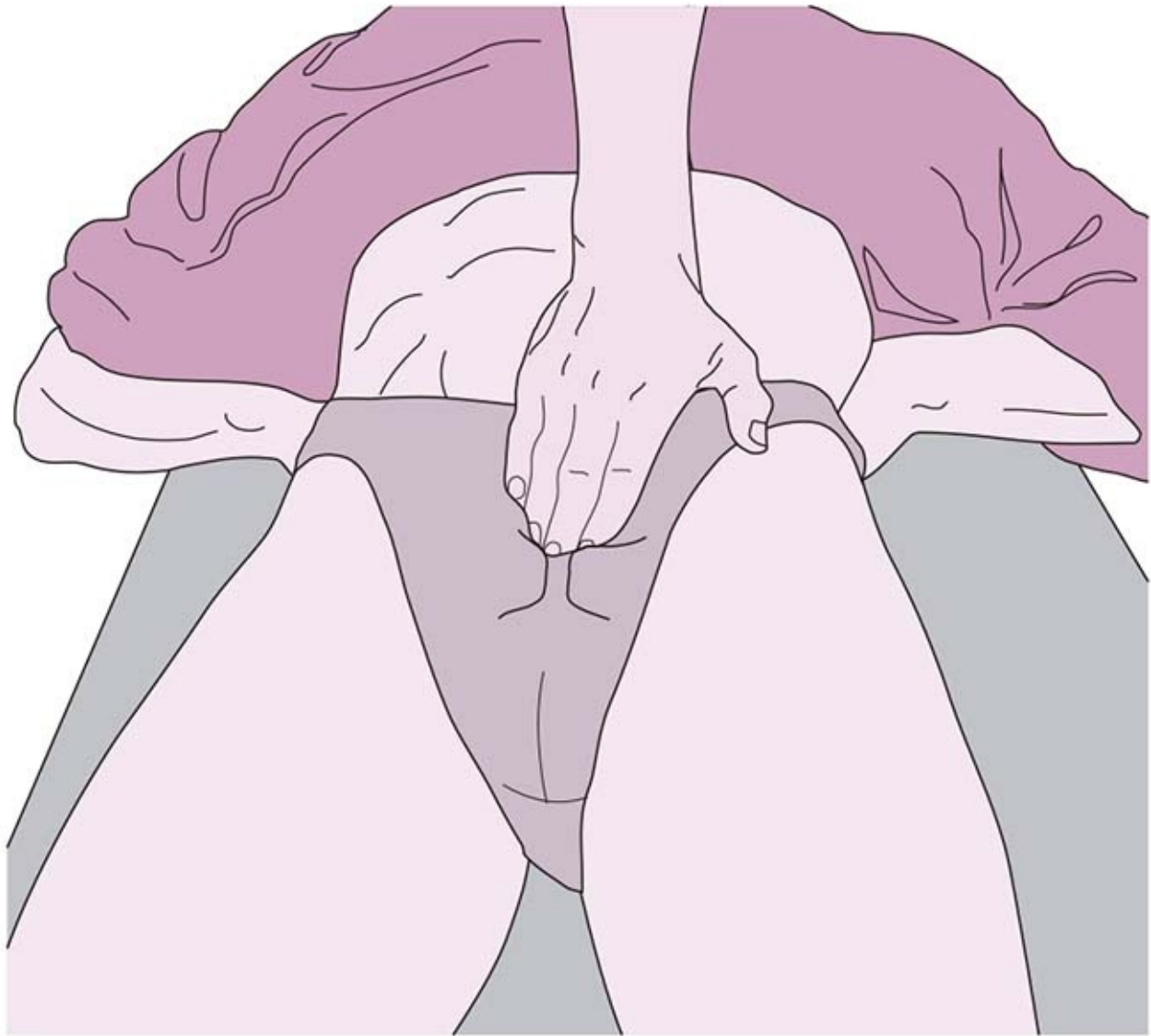
Debe palparse a través de la orientación de las fibras. El ligamento no puede palparse como un cordón homogéneo, sino que hay muchos componentes fibrosos que palpar y que se unen mediante pequeños puentes de tejido conectivo. Éstos se originan en la consolidación de las aponeurosis musculares abdominales que se entrelazan con el ligamento desde arriba y con la fascia del muslo por abajo.

Patología
La obesidad abdominal puede ejercer presión en el ligamento inguinal, ya que el panículo pende sobre él. Puede haber compromiso de los nervios que pasan por esa región.

► Véase la sección 7.10, Plexo lumbar.

Consejo práctico
Es preciso tener cuidado al palpar hacia el tubérculo púbico debido a la proximidad del cordón espermático.

## Tubérculo púbico (figura 8-20)



**Figura 8-20.** Palpación del tubérculo púbico.

Debe examinarse el borde superior de la sínfisis púbica desde el lado superior y palpar con lo siguiente en mente:

- **Diferencia en altura:** se colocan los dedos a ambos lados de la sínfisis desde arriba. Ambos tubérculos del pubis se encuentran a la misma altura.
- **Movilidad simétrica:** desde la parte superior, se colocan los dedos índice y medio en los lados derecho e izquierdo del pubis. Se le pide al paciente que empuje las piernas extendidas hacia abajo desde la cadera, con alternancia de la derecha y la izquierda. De esta manera puede determinarse la movilidad simétrica. Un bloqueo unilateral puede eliminar la simetría.
- **Posible dolor en la inserción del músculo recto del abdomen:** se palpa a través de la orientación de las fibras musculares y se continúa hacia el ligamento inguinal.

Los orígenes de los siguientes músculos pueden palparse a su salida del pubis:

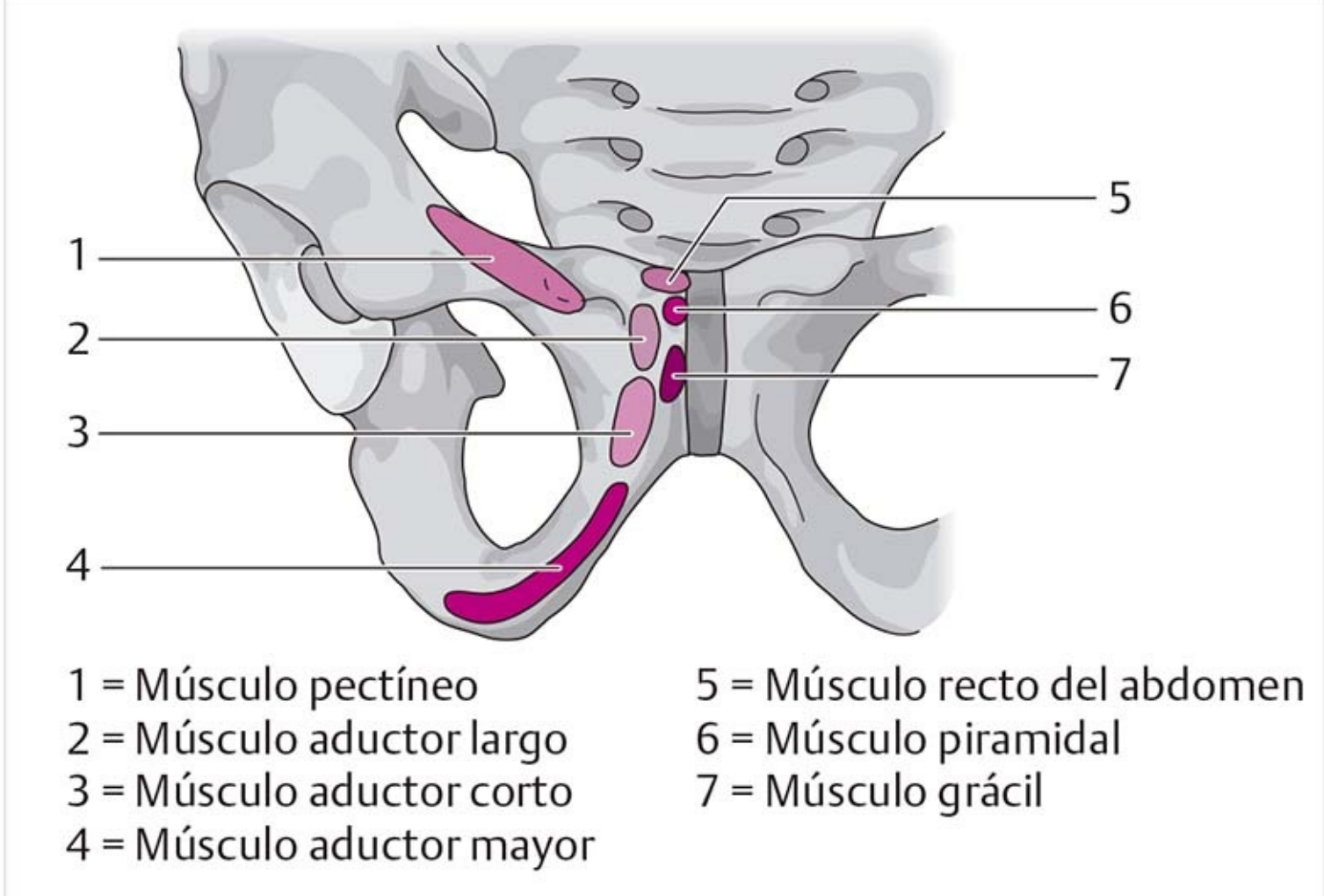
### **Músculo aductor largo (figura 8-21)**



**Figura 8-21.** Palpación del músculo aductor largo.

El paciente flexiona la rodilla para deslizar el pie sobre la mesa y recarga la parte lateral de la rodilla contra el terapeuta. Cuando la pierna se tensa en aducción, el músculo puede verse y palparse como un cordón redondo sobresaliente en la zona medial del muslo. Puede seguirse hasta la rama superior del pubis.

**Músculo grácil (figura 8-22)**



**Figura 8-22.** Palpación de los orígenes musculares en el pubis.

Este músculo se origina justo posterior e inferior al músculo aductor largo y prosigue como el único aductor sobre la articulación de la rodilla. Por lo tanto, puede diferenciarse de los otros aductores mediante la flexión de la rodilla contra resistencia.

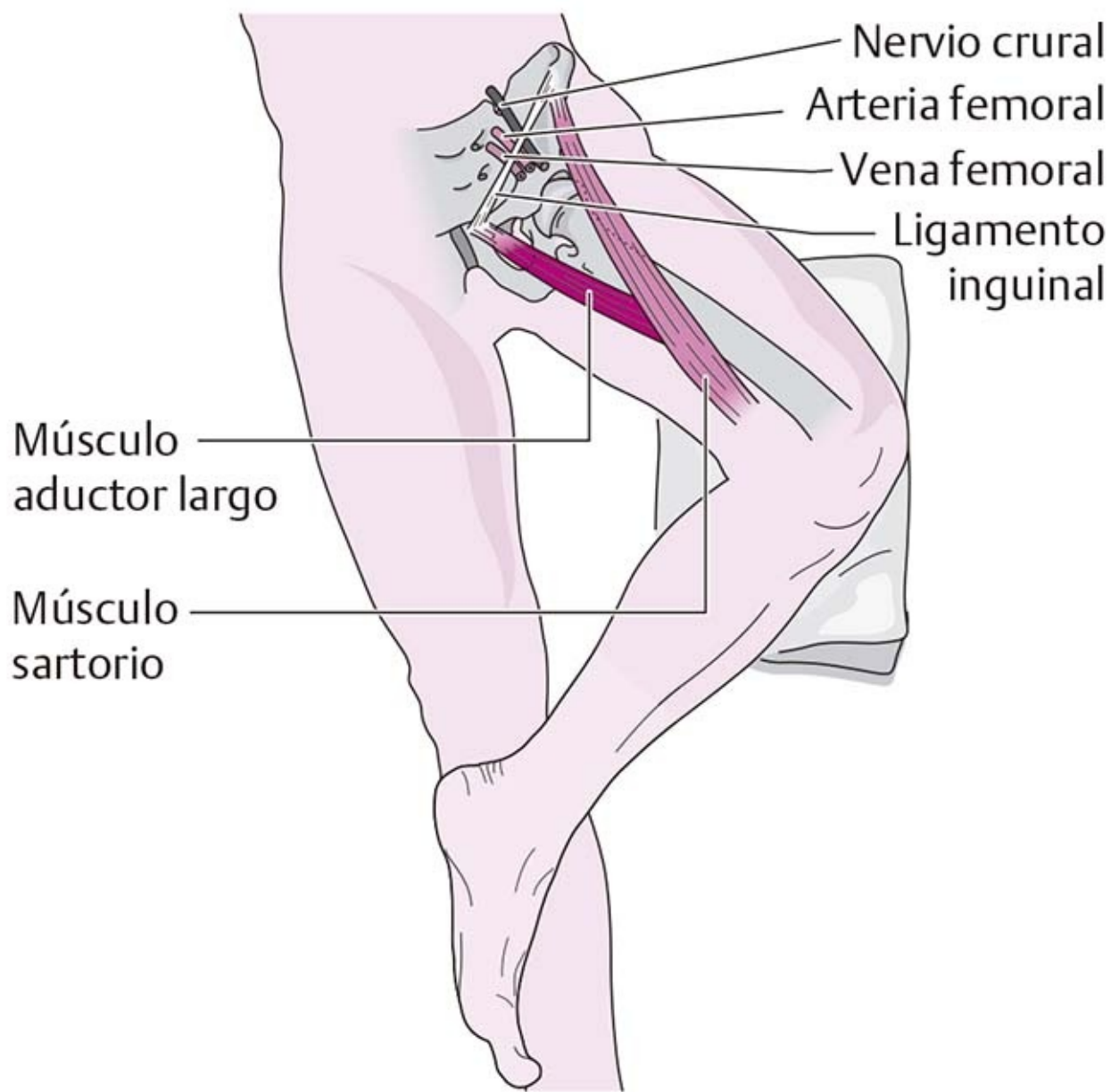
**Músculo aductor corto (figura 8-22)**

Este músculo tiene su origen en la parte posterior e inferior al músculo grácil.

**Músculo aductor mayor (figura 8-22)**

Este músculo es apenas perceptible a la palpación porque es ancho en su origen desde la rama inferior del pubis y la tuberosidad isquiática. Algunas veces puede palparse en la parte posteromedial junto a los músculos de la corva.

**Triángulo femoral medial (figura 8-23)**



**Figura 8-23.** Palpación del triángulo femoral medial.

Los músculos sartorio y aductor largo forman el triángulo femoral medial. La punta del triángulo señala hacia abajo y la arteria femoral corta el triángulo. En la parte superficial, la vena safena mayor y los ganglios linfáticos pasan por él. En un plano profundo se encuentra la bolsa iliopectínea.

**Trocánter menor (figura 8-24)**



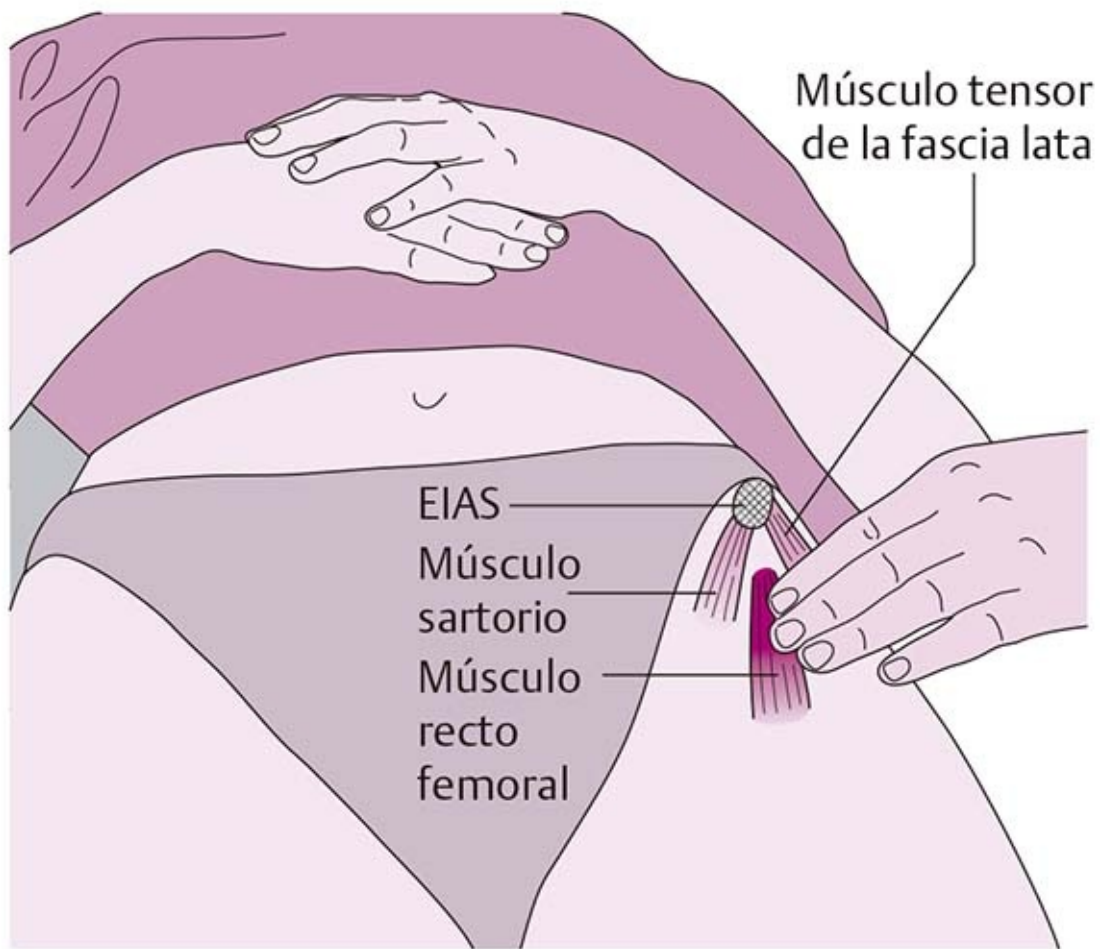
**Figura 8-24.** Palpación del trocánter menor.

Para permitir la palpación, la rodilla debe flexionarse lo suficiente y rotarse hacia fuera, además de mantener la tensión. La inserción del músculo iliopsoas en el trocánter menor puede identificarse si se usan cuatro dedos con palpación plana profunda en dirección del fémur a un ancho de mano debajo de la parte medial de la ingle. Hay que percibir el trocánter como una elevación que se vuelve evidente al tensar el músculo.

En las personas grandes, esta palpación puede ser bastante dolorosa y por tanto su valor es cuestionable. Es preferible palpar los músculos en la zona inguinal.

### **Músculo recto femoral (figura 8-25)**





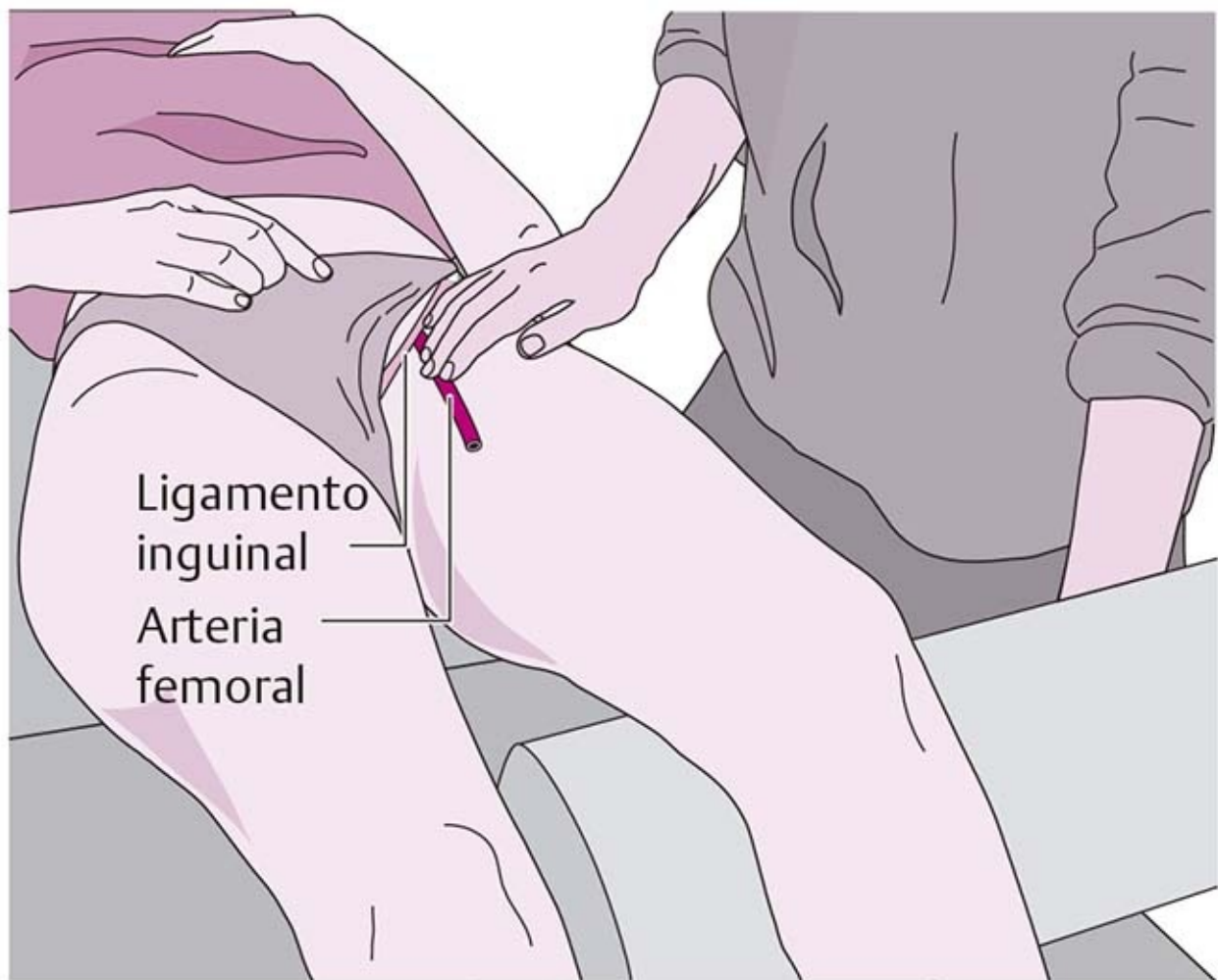
**Figura 8-25.** Palpación del músculo recto femoral.

La cadera debe estar flexionada para relajar la fascia del muslo, para lo cual se usa un rollo grueso para soportar la rodilla. Los músculos tensor de la fascia lata y sartorio contribuyen a la orientación. El músculo recto femoral puede palparse en el plano profundo entre estos dos músculos y a dos o tres anchos de dedo abajo de la EIAS. Para confirmarlo, el músculo recto femoral se tensa mediante la extensión de la rodilla, ya que la flexión de la cadera tensa todos los músculos en la zona y dificulta la palpación.

#### Consejo práctico

El nervio cutáneo lateral del muslo discurre por el espacio con forma de V que se forma con los músculos sartorio y tensor de la fascia lata. Es una rama sensitiva y si la palpación es demasiado enérgica, puede causar dolor ardoroso en la cara lateral del muslo hasta la rodilla.

### Arteria femoral (figura 8-26)



**Figura 8-26.** Palpación de la arteria femoral.

La arteria femoral cruza bajo el ligamento inguinal, casi en su punto intermedio. La colocación de la pierna en una rotación externa ligera facilita la palpación. Hay que palpar en la profundidad con los dedos medio y anular.

### **Músculo pectíneo (figura 8-27)**



**Figura 8-27.** Palpación del músculo pectíneo.

Este músculo es medial a la arteria femoral. Su origen es muy ancho y se extiende desde la línea pectínea hasta el tubérculo del pubis. Puede palparse en un plano profundo justo atrás del ligamento inguinal, con la ayuda de la aducción contra resistencia.

**Músculo iliopsoas (figura 8-28)**

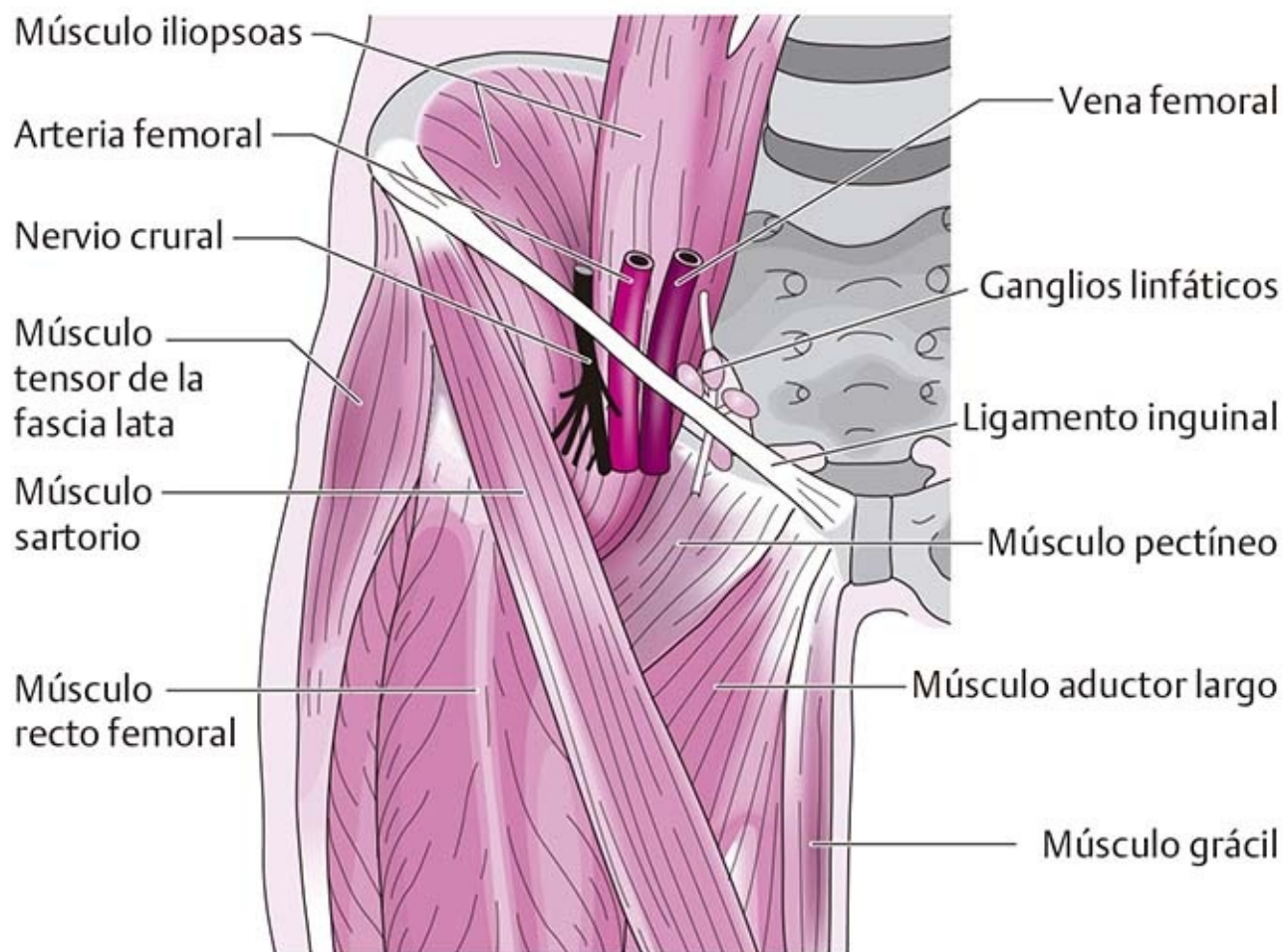


**Figura 8-28.** Palpación del músculo iliopsoas.

El músculo iliopsoas discurre en el espacio muscular bajo el ligamento inguinal, lateral a la arteria femoral. Con la ayuda de la flexión de la cadera contra resistencia puede percibirse con claridad en la palpación profunda.

► Véase la sección 7.1, Palpación de las referencias en la columna lumbar y áreas abdominales.

**Vena femoral (figura 8-29)**



**Figura 8-29.** Palpación de las estructuras de la ingle.

Esta vena se localiza medial a la arteria femoral.

### Articulación de la cadera (figura 8-29)

La cabeza femoral se localiza bajo la arteria femoral. Debido a esto, la palpación del pulso en este sitio es un buen auxiliar para la orientación. La extensión de la pierna ayuda a localizar la cabeza femoral con más facilidad porque, con este movimiento, la cabeza del fémur gira hacia delante contra el dedo que palpa en la ingle.

### Ganglios linfáticos (figura 8-29)

Los ganglios linfáticos superficiales se localizan en la parte medial de la ingle, en el tejido adiposo subcutáneo. Debido a su tamaño, pueden percibirse como pequeños engrosamientos insensibles superficiales que se mueven de un lado a otro.

#### Patología

##### Dolor en la ingle

El dolor en la región de la ingle tiene muchas causas potenciales: el crecimiento de los ganglios linfáticos sugiere inflamación en las extremidades inferiores o el aparato urogenital. Dolor referido: los órganos del aparato urogenital causan a menudo dolor en la ingle. Por lo general, el dolor de origen ginecológico se relaciona con el ciclo menstrual, en tanto que es más probable que otros órganos induzcan dolor cólico.

Las hernias inguinales y femorales pueden acompañarse de dolor en la ingle. Son aumentos de volumen reducibles que se desarrollan arriba o abajo del ligamento inguinal y crecen con la tos.

La compresión de ramas nerviosas individuales puede ser resultado de un hematoma. Es posible que un abdomen obeso penda sobre el ligamento inguinal y comprima los nervios. Esto también puede ocurrir después de varios tipos de cirugía en los riñones, ingle o cadera.

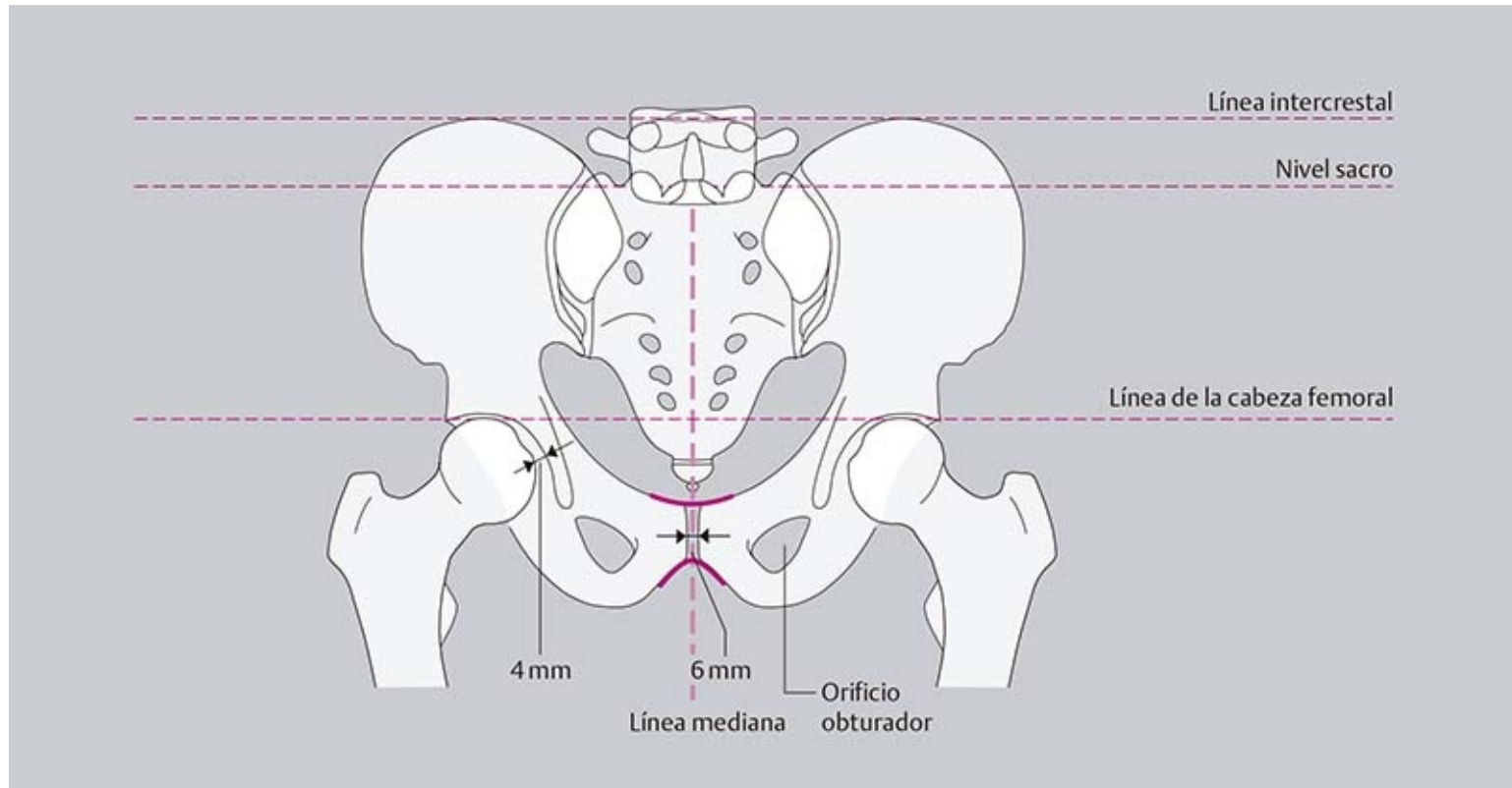
La irritación de los nervios del plexo lumbar también debe considerarse en las causas. El dermatoma está inervado por T12-L1.

El dolor causado por vasos sanguíneos depende del estrés (claudicación intermitente).

Las posibles causas del dolor que se irradia hacia el tubérculo púbico son la perianarquia prolongada sobre una sola pierna; microtraumatismo frecuente; desbalance de los músculos

## 8.2 Radiografías y tomografía computarizada

### 8.2.1 Generalidades de la pelvis y la pierna (vista anteroposterior en posición de pie) (figura 8-30)



**Figura 8-30.** Generalidades de la pelvis y la pierna en la vista anteroposterior.

Las siguientes líneas de referencia pueden usarse para ayudar a determinar la diferencia en la longitud de las piernas y la inclinación pélvica. Deben discurrir horizontales o paralelas entre sí:

- Línea de referencia de la cabeza femoral: a través del borde superior de las dos cabezas femorales.
- Línea intercrestral: a través del punto más alto de las dos crestas ilíacas y del cuerpo de la cuarta vértebra lumbar.
- Nivel sacro: la línea horizontal a través del borde superior del sacro.
- Mediana: la línea vertical a través de la línea media del sacro y la sínfisis del pubis.
- Sínfisis del pubis
  - Sin desniveles ni espolones marginales.
  - Anchura de la sínfisis: normal, hasta 6 mm.
  - Espacio articular: bordes lisos.
- Sacro: cuatro bordes foraminales: lisos y simétricos a ambos lados.
- Ilión: las alas simétricas del ilion.
- Fémur: la cabeza esférica del fémur.
- Articulación de la cadera: un espacio articular de 4 a 5 mm con superficies articulares lisas.
- Orificio obturador: de forma ligeramente oval y simétrica.

#### **Articulación sacroiliaca**

La forma complicada de esta articulación dificulta la valoración. Una vista anteroposterior sólo puede mostrar una pequeña parte del cuadro total. Las partes posteriores de las articulaciones se observan

mejor en una vista lateral, que revela espacios articulares de alrededor de 3 mm con contornos articulares lisos. Las partes media e inferior se observan mejor en una proyección oblicua aproximada de 30°. La tomografía computarizada (TC) y la imagen por resonancia magnética (IRM) proporcionan una imagen más clara de la ASI.

Posición inicial: de pie con rotación interna aproximada de 20° para compensar la antetorsión femoral.

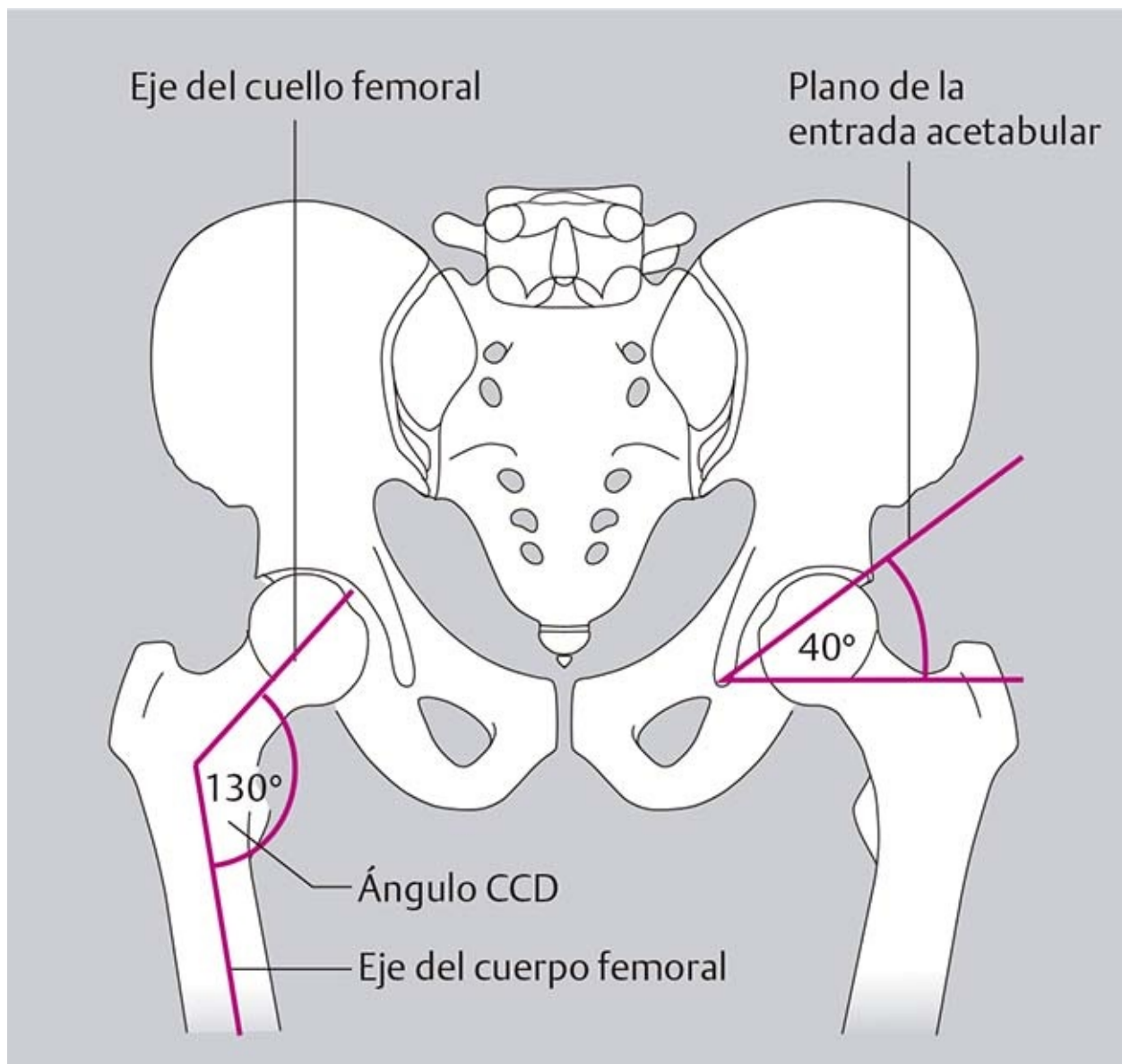
### Eje del cuello femoral

El eje del cuello femoral pasa por el punto medio de la cabeza femoral y permanece casi a la misma distancia desde el contorno superior del cuello femoral.

### Eje del cuerpo femoral

El eje del cuerpo del fémur pasa por la cavidad medular del cuerpo del fémur.

### Ángulo del cuello femoral (ángulo CCD, figura 8-31)



**Figura 8-31.** Plano de entrada acetabular y ángulo cabeza-cuello-diáfisis (CCD).

El ángulo cabeza-cuello-diáfisis (CCD) es el formado por el eje del cuello femoral y el eje del cuerpo del fémur. En los lactantes es de 150°. El valor normal en los adultos es de 125° a 130°. Disminuye conforme avanza la edad (50 a 60 años).

► Véase la sección 8.7.6, Ángulos de la región femoral.

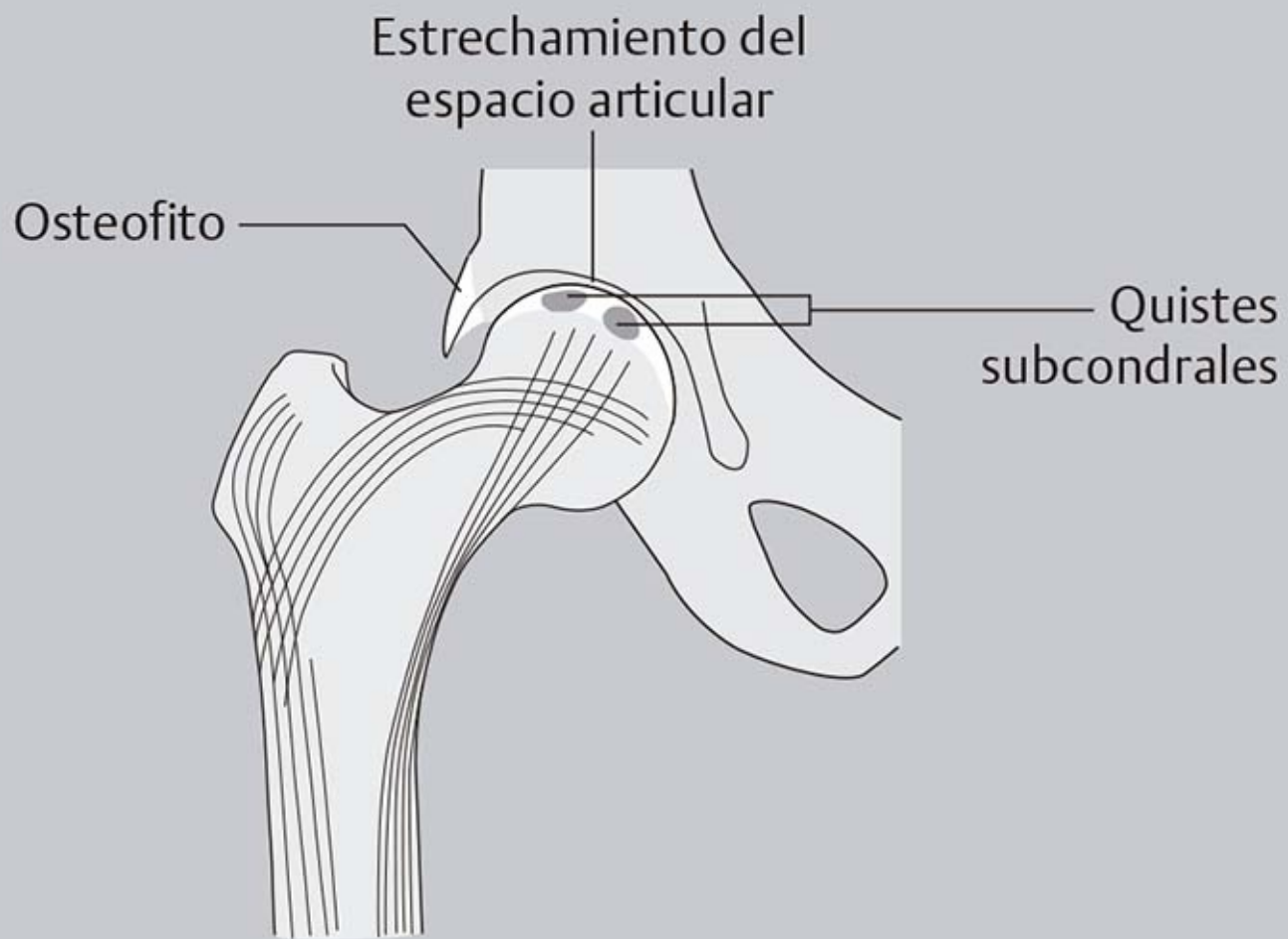
### Plano de la entrada acetabular (figura 8-31)

Desde el margen óseo superior del techo acetabular se traza una línea al margen inferior del acetábulo. Esta línea representa el plano de la entrada acetabular y forma un ángulo transversal con una línea horizontal. Este ángulo es de 60° en los recién nacidos, de 45° a 50° en los niños de 10 años y de unos 40° en los adultos.

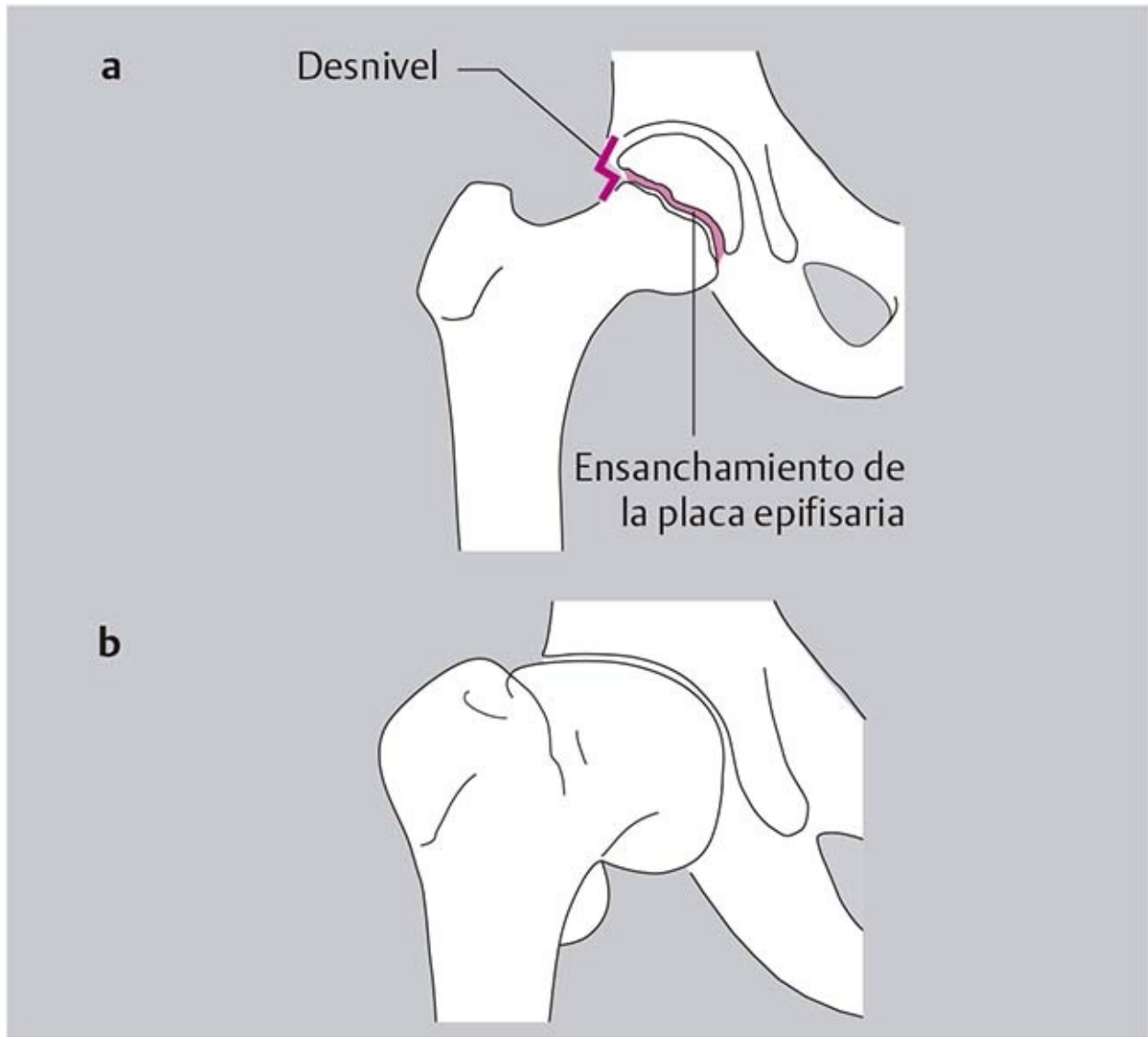
Este ángulo medido no siempre es exacto debido a las alteraciones en la posición de la pelvis, como la rotación pélvica, que pueden influir en su magnitud. Las proyecciones adicionales, como el perfil falso, la proyección de Lauenstein y la proyección del obturador, proporcionan una mejor representación de varias partes de la articulación, si hay sospecha de luxación o cambios displásicos.

Patología
<b>Osteoartritis degenerativa de la articulación de la cadera (figura 8-32)</b> Estrechamiento del espacio articular debido al encogimiento del cartílago. Osteofitos en el margen acetabular. Pérdida de la congruencia de la cabeza del fémur, lo que puede conducir al colapso de la cabeza femoral. Zonas subcondrales de esclerosis con radiolucidez quística y quistes subcondrales.
<b>Deslizamiento de la epífisis y la cabeza femoral (figura 8-33a)</b> Ensanchamiento de la placa epifisaria. Desnivel de la cabeza femoral en relación con el cuello femoral.
<b>Enfermedad de Legg-Calvé-Perthes (figura 8-33b)</b> Aparente ensanchamiento del espacio articular por lateralización de la cabeza femoral. Cuello femoral acortado. Etapa tardía: cabeza femoral con forma de hongo.
<b>Cambios en el ángulo del cuello femoral (ángulo CCD) (figura 8-34)</b> Cadera en valgo: ángulo CCD mayor de 135°: • La orientación trabecular cambia: hay un aumento de las trabéculas de compresión con orientación longitudinal y disminución de las trabéculas de tracción con orientación horizontal. Cadera en varo: ángulo CCD menor de 120°: • El hueso esponjoso muestra trabéculas de tracción y trabéculas de compresión muy desarrolladas. Las trabéculas de compresión pasan muy cerca de la parte medial del cuello femoral.
<b>Fracturas</b> Fractura medial del cuello femoral: el trazo de la fractura es intracapsular. Fractura lateral del cuello femoral: la línea de fractura es extracapsular y cercana al trocánter mayor.

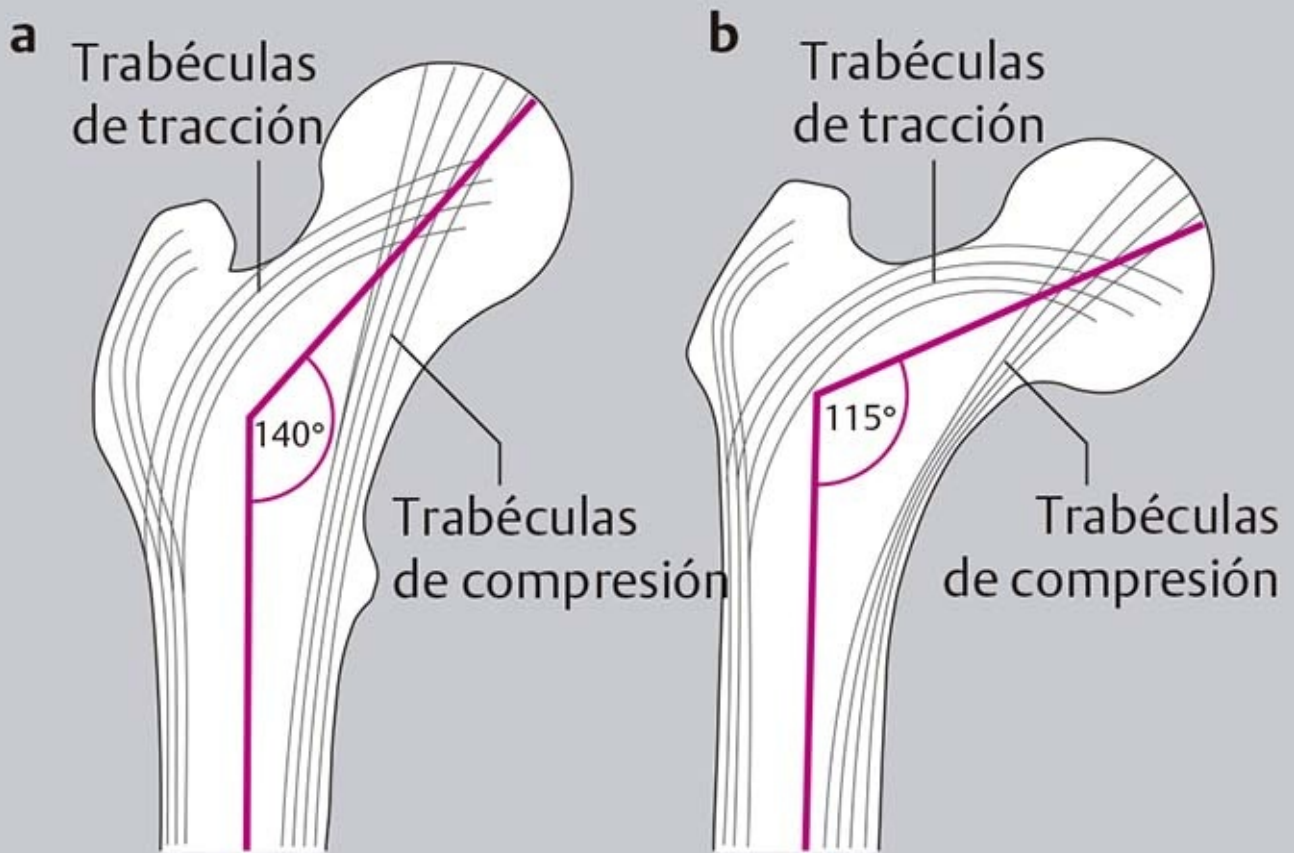




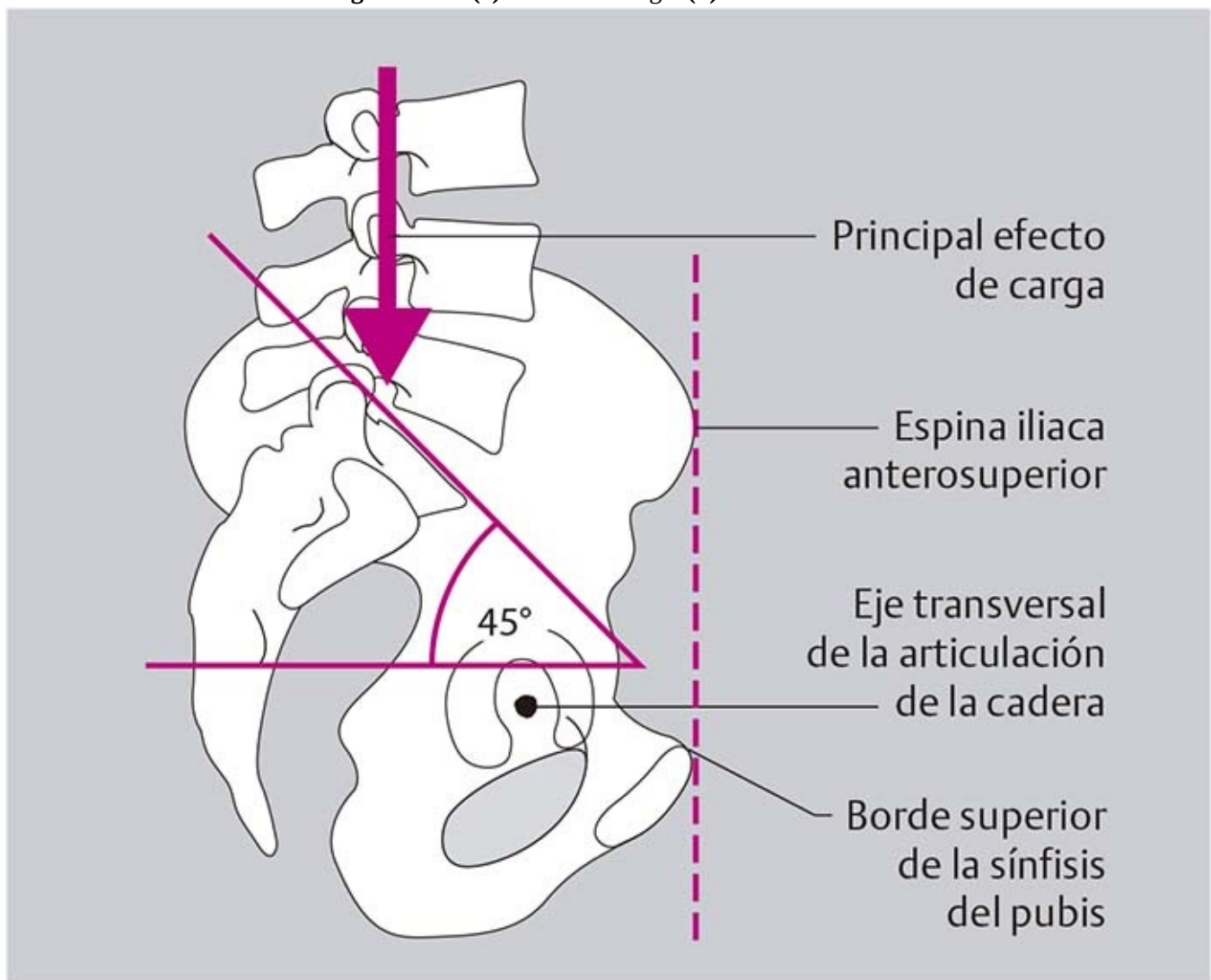
**Figura 8-32.** Osteoartritis degenerativa de las articulaciones de la cadera.



**Figura 8-33. (a)** Deslizamiento de la epífisis y cabeza femoral. **(b)** Enfermedad de Legg-Calvé-Perthes en etapa avanzada.



**Figura 8-34. (a) Cadera en valgo. (b) Cadera en varo.**



**Figura 8-35. Pelvis en la vista lateral.**

## Patología

### **Pelvis inclinada (figura 8-36a)**

Este tipo de pelvis favorece el desgaste y desgarro del quinto disco intervertebral lumbar.

El promontorio tiene un nivel alto entre las crestas iliacas.

El ángulo de la base sacra es menor de 45° porque el sacro está muy inclinado.

La lordosis lumbar se reduce.

El principal efecto de carga ocurre en la parte media del disco L5-S1.

El eje transversal de la articulación de la cadera es claramente anterior al promontorio.

Ambas EIAS son posteriores respecto del borde superior de la sínfisis del pubis.

### **Pelvis horizontal (figura 8-36b)**

Las articulaciones de la cadera están muy afectadas por el efecto de carga desfavorable, lo que genera una propensión a la osteoartritis degenerativa de las articulaciones de las caderas.

El promontorio se encuentra en un plano profundo de la pelvis.

La quinta vértebra lumbar y su disco tienen una forma en cuña notoria.

Aumenta la lordosis lumbar.

El ángulo de la base del sacro es mayor de 45° porque el sacro es casi horizontal.

El principal efecto de carga se produce sobre las articulaciones cigapofisarias L5-S1, la ASI y las articulaciones de las caderas.

La EIAS es claramente anterior respecto del borde superior de la sínfisis del pubis.

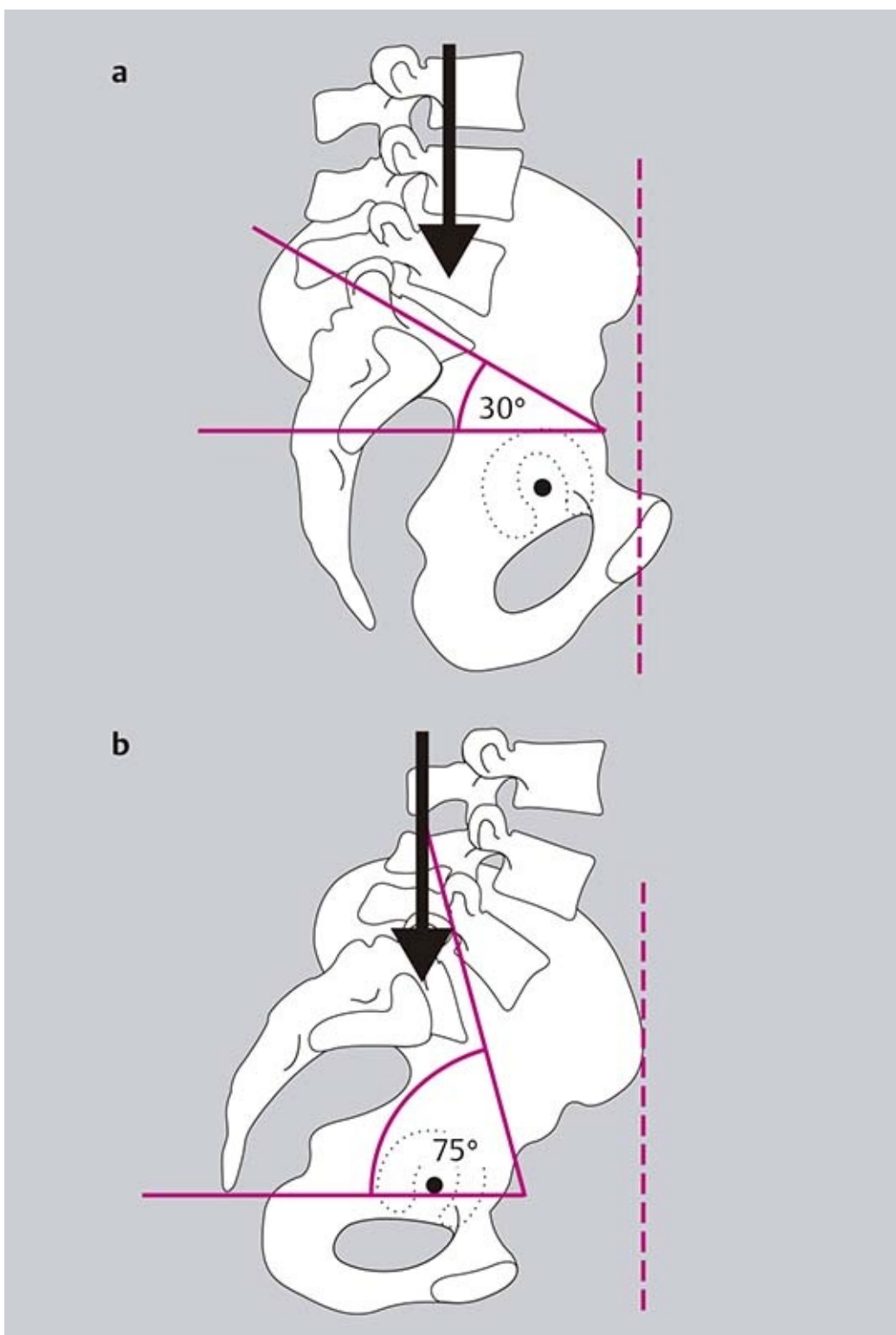


Figura 8-36 . (a) Pelvis inclinada. (b) Pelvis horizontal.

## 8.2.2 Generalidades de la pelvis y la pierna (vista lateral en posición de pie)

Valores normales (**figura 8-35**):

- L5 tiene forma trapezoidal y es más baja en la parte posterior.
- El ángulo de la base sacra es el ángulo entre la línea que pasa por la base del sacro y la horizontal.  
Normal: 35°.
- El principal efecto de carga ocurre en la parte posterior de la base del sacro.
- El eje transversal de la articulación de la cadera se localiza por delante del promontorio sacro.
- Las EIAS derecha e izquierda y el borde superior de la sínfisis del pubis se encuentran en el mismo

plano frontal.

- Ángulo sacrococcígeo: alrededor de  $10^\circ$  a  $30^\circ$ .
- El ángulo de inclinación pélvica es el ángulo que forma el plano de la entrada pélvica con la horizontal.  
Normal:  $50^\circ$  a  $60^\circ$ .

## 8.2.3 Líneas y ángulos para determinar la displasia y luxación de la cadera

El ultrasonido se ha convertido en el método aceptado para detectar variaciones en la región pélvica de los lactantes. Pueden usarse las radiografías después del tercer mes de vida porque en este momento la osificación es suficiente para establecer el diagnóstico.

### Ángulo centro-borde (figura 8-37a)

El techo acetabular sobre la cabeza del fémur puede valorarse con la ayuda del ángulo centro-borde, que se forma con una línea vertical a través del centro de la cabeza del fémur y la línea del centro de la cabeza femoral al borde acetabular lateral.

Normal: 4 a 13 años,  $20^\circ$ ; más de 14 años,  $25^\circ$ . La línea vertical siempre debe ser medial a la otra línea. Si el ángulo es más pequeño de lo normal, debe generar sospecha de displasia de cadera.

### Ángulo acetabular (figura 8-37a)

El ángulo acetabular puede ayudar a determinar si falta el techo del acetábulo sobre la cabeza del fémur. El ángulo se forma por una línea que conecta la parte superior de ambos cartílagos trirradiados del acetábulo con una línea que se extiende desde el cartílago trirradiado sobre el techo del acetábulo.

Normal: recién nacido,  $29^\circ$ ; tres a cuatro años,  $15^\circ$ ; 15 años o más, menos de  $10^\circ$ .

### Cruz de Ombrédanne (figura 8-37b)

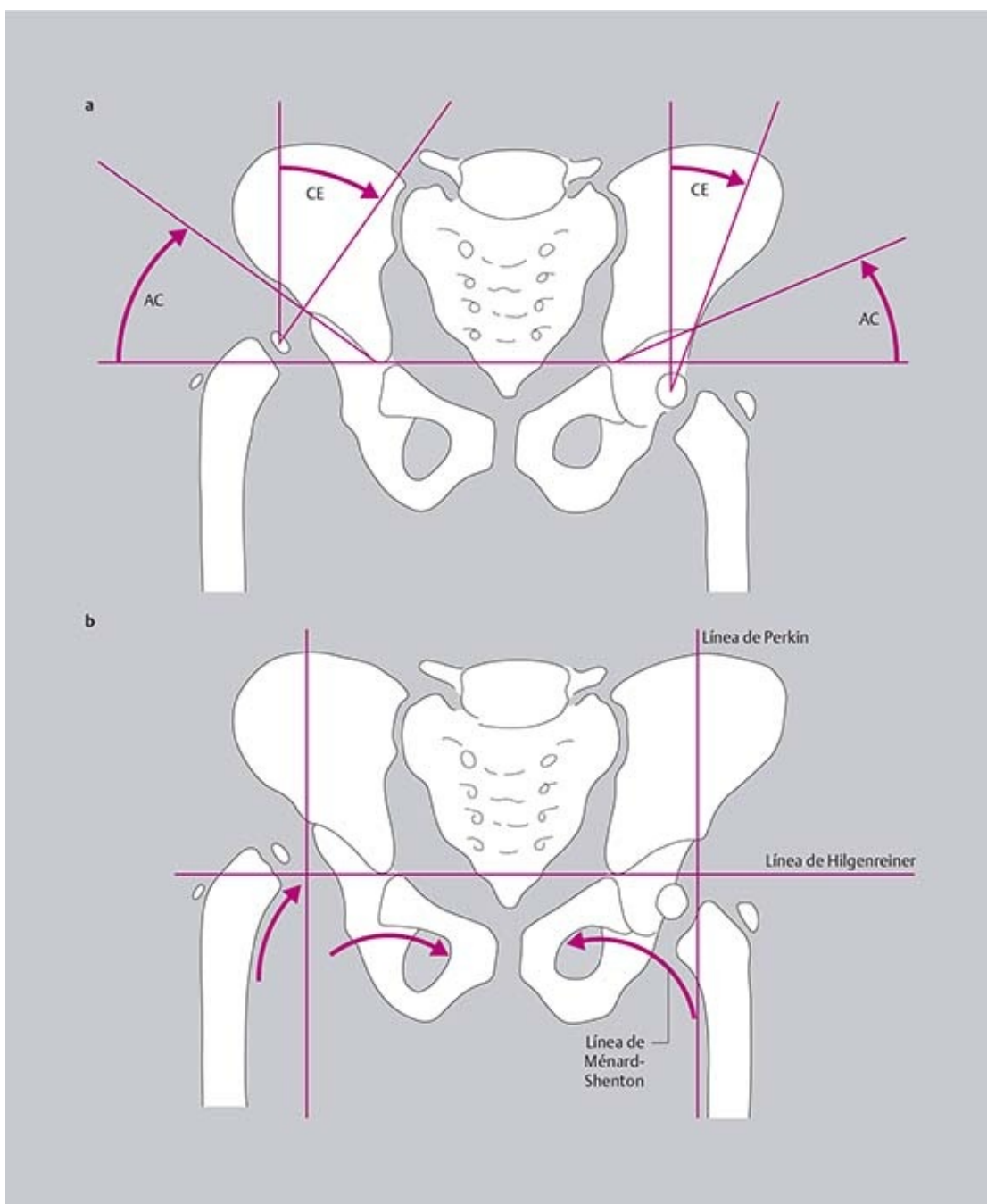
- Línea de Hilgenreiner: la línea que une las partes superiores de ambos cartílagos trirradiados. Es la línea horizontal de la cruz.
- Línea de Perkin: una línea vertical que pasa por la cara lateral del techo acetabular a ambos lados.

Estas líneas crean una cruz que divide cuatro cuadrantes a ambos lados. Para establecer si hubo una subluxación, se identifica el cuadrante en el que se encuentran los centros de osificación de la cabeza femoral.

Normal: el centro de osificación se localiza en el cuadrante inferior interno. La cadera está subluxada si el centro está en el cuadrante inferior externo y luxada si se encuentra en el cuadrante superior externo.

### Línea de Ménard-Shenton (figura 8-37b)

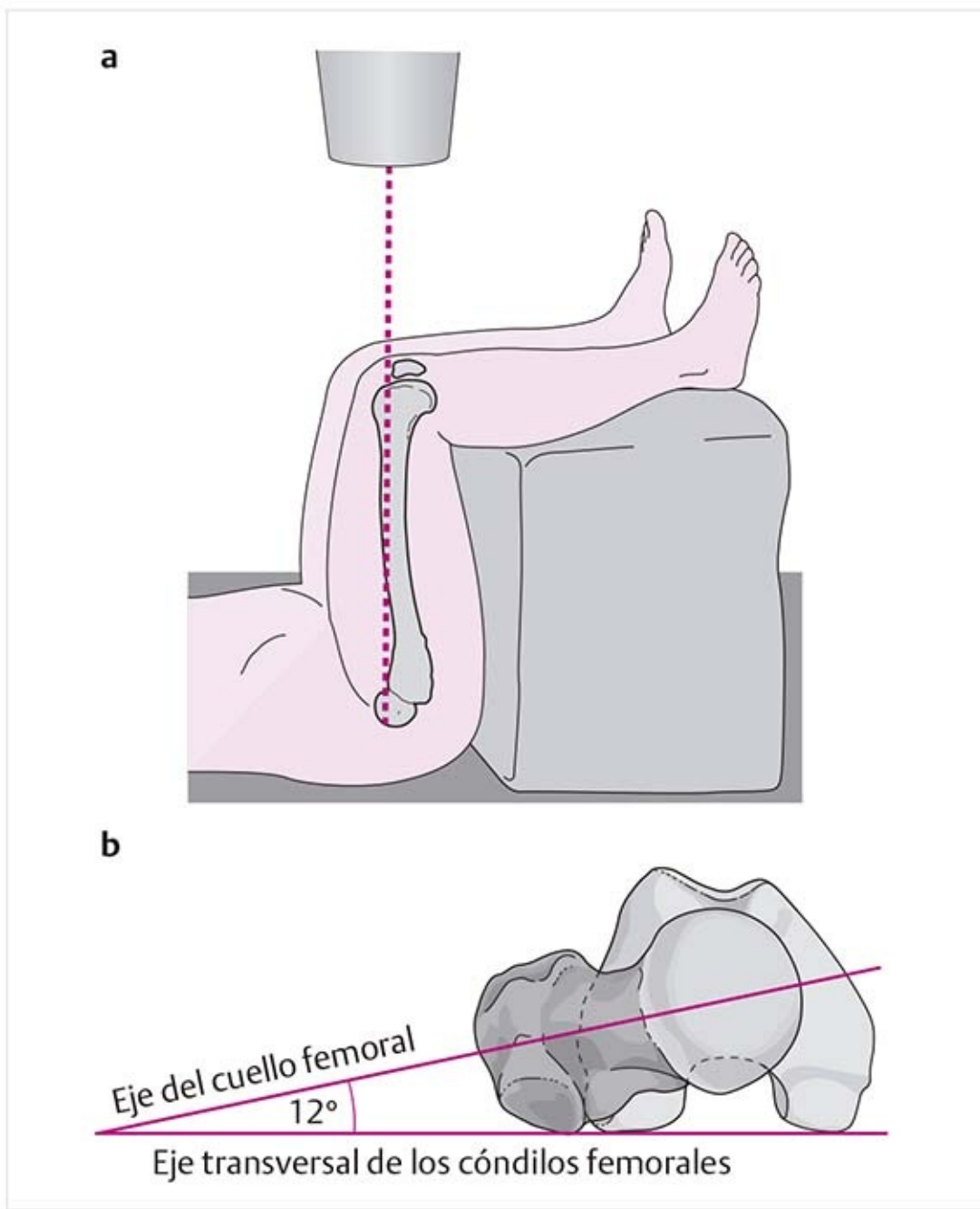
La línea debe ser un arco armonioso formado por el contorno medial del cuello femoral y la cresta del obturador del hueso púbico. Si la cabeza femoral está luxada o el ángulo CCD está alterado, el arco tiene desniveles o huecos en su trazo.



**Figura 8-37. (a)** Ángulos centro-borde (CE) y acetabular (AC). Cadera izquierda, normal; cadera derecha, displasia. **(b)** Cruz de Ombrédanne y línea de Ménard-Shenton. Cadera izquierda, normal; cadera derecha, luxación.

► Ver capítulo 8.2.4 Vista de Rippstein II

## 8.2.4 Vista de Rippstein II (figura 8-38a)



**Figura 8-38.** (a) Vista de Rippstein. (b) Ángulo de anteversión.

## Ángulo de anteversión del fémur (figura 8-38b)

Proyectado en un plano horizontal, el eje del cuello femoral forma un ángulo con el eje transversal de los cóndilos femorales. En los recién nacidos, este ángulo mide cerca de 30° a 40° y disminuye con el crecimiento, por lo que a los 10 años mide alrededor de 25° y 12° en los adultos.

Para representar el ángulo en anteversión (ángulo AV) del fémur, el técnico debe colocar al paciente de una manera particular: 90° de flexión de la cadera y 20° de abducción de la cadera para delinear el ángulo de anteversión proyectado.

Para determinar el ángulo real debe consultarse una tabla de conversión.

### Patología

#### Anteversión del cuello femoral

Si la anteversión es excesiva, por ejemplo si el crecimiento se detiene con un ángulo en anteversión de 25°, la cabeza del fémur está demasiado adelante del acetábulo y esto se acompaña en particular de rotación externa. Para contrarrestar esto, la rotación interna centra la cabeza femoral. Esta compensación resulta muy notable como una rotación interna marcada durante la marcha.

## 8.2.5 Tomografía computarizada

La TC hace posible obtener imágenes de cortes transversales. Si se usan distintos ajustes de densidad, pueden acentuarse el tejido blando y los huesos.

### Ángulo de anteversión (figura 8-39)

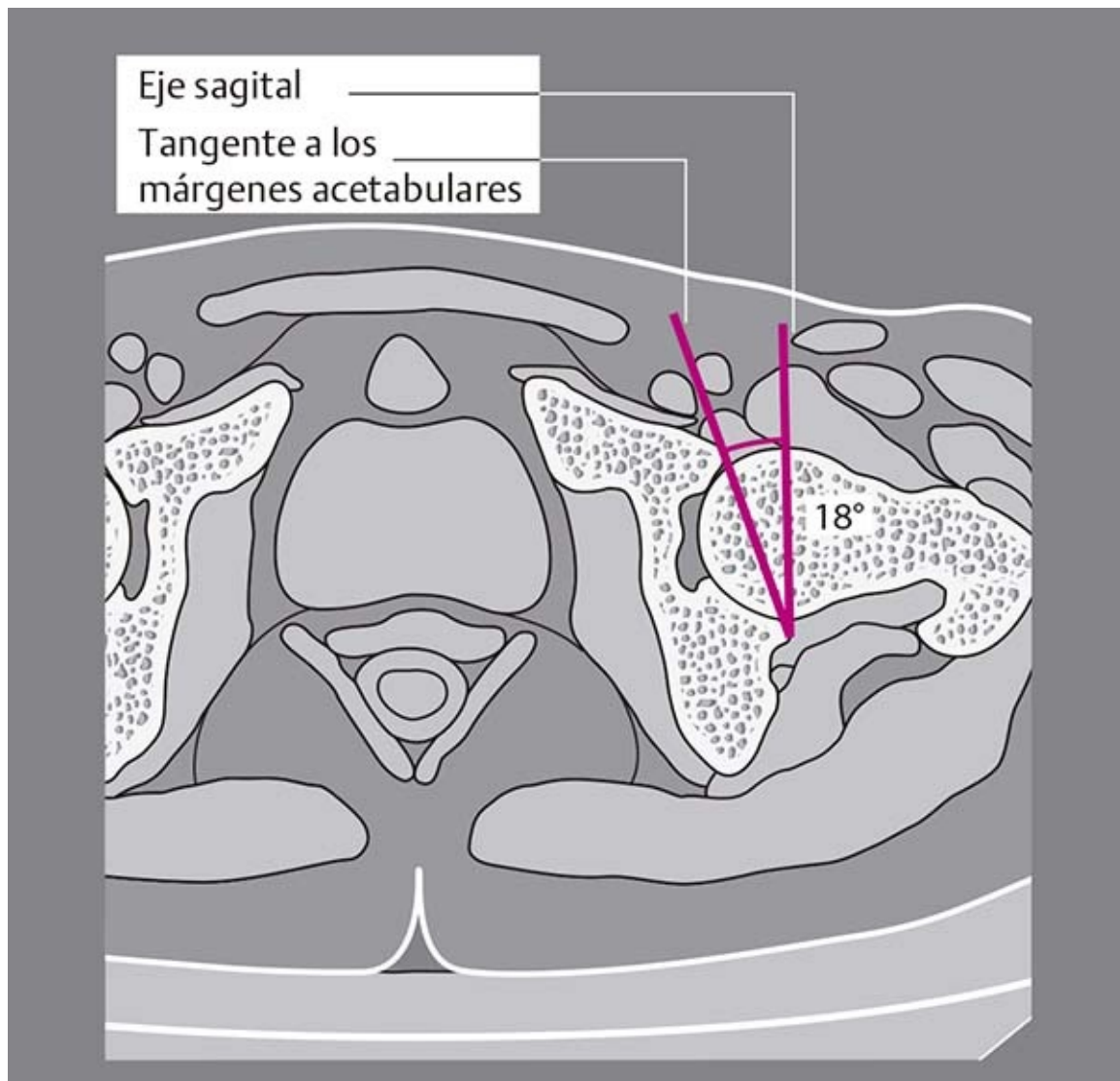


Figura 8-39. Ángulo de anteversión.

En el corte transversal puede demostrarse el ángulo de anteversión del acetábulo (el ángulo de la abertura acetabular anterior). Aporta información sobre la cubierta anterior de la cabeza femoral. Consiste en el ángulo entre la tangente de los márgenes acetabulares anterior y posterior y un eje sagital generado desde el borde acetabular posterior.

Normal: 10° a 15°. Por lo tanto, la tangente del acetábulo siempre debe ser medial al eje sagital.

## 8.3 Anillo pélvico

### 8.3.1 Estructura ósea de la pelvis

El anillo pélvico es un aro de hueso que opera entre la columna vertebral, a la que soporta, y las extremidades inferiores, sobre las que descansa.

La pelvis consiste en dos huesos de la cadera y el sacro. A su vez, cada hueso de la cadera se integra con el ilion, isquion y pubis. Éstos se unen en el cartílago trirradiado, un cartílago con forma de Y que llena el espacio entre los tres huesos dentro del hueco articular cóncavo de la articulación de la cadera. Por lo general, el cartílago trirradiado se osifica en el 16° año de edad.



La pelvis se divide en pelvis mayor y pelvis menor. La línea terminal, que discurre del promontorio del sacro al borde superior de la sínfisis del pubis, representa el límite entre las dos.

## Ilión (figura 8-40 a 8-42)

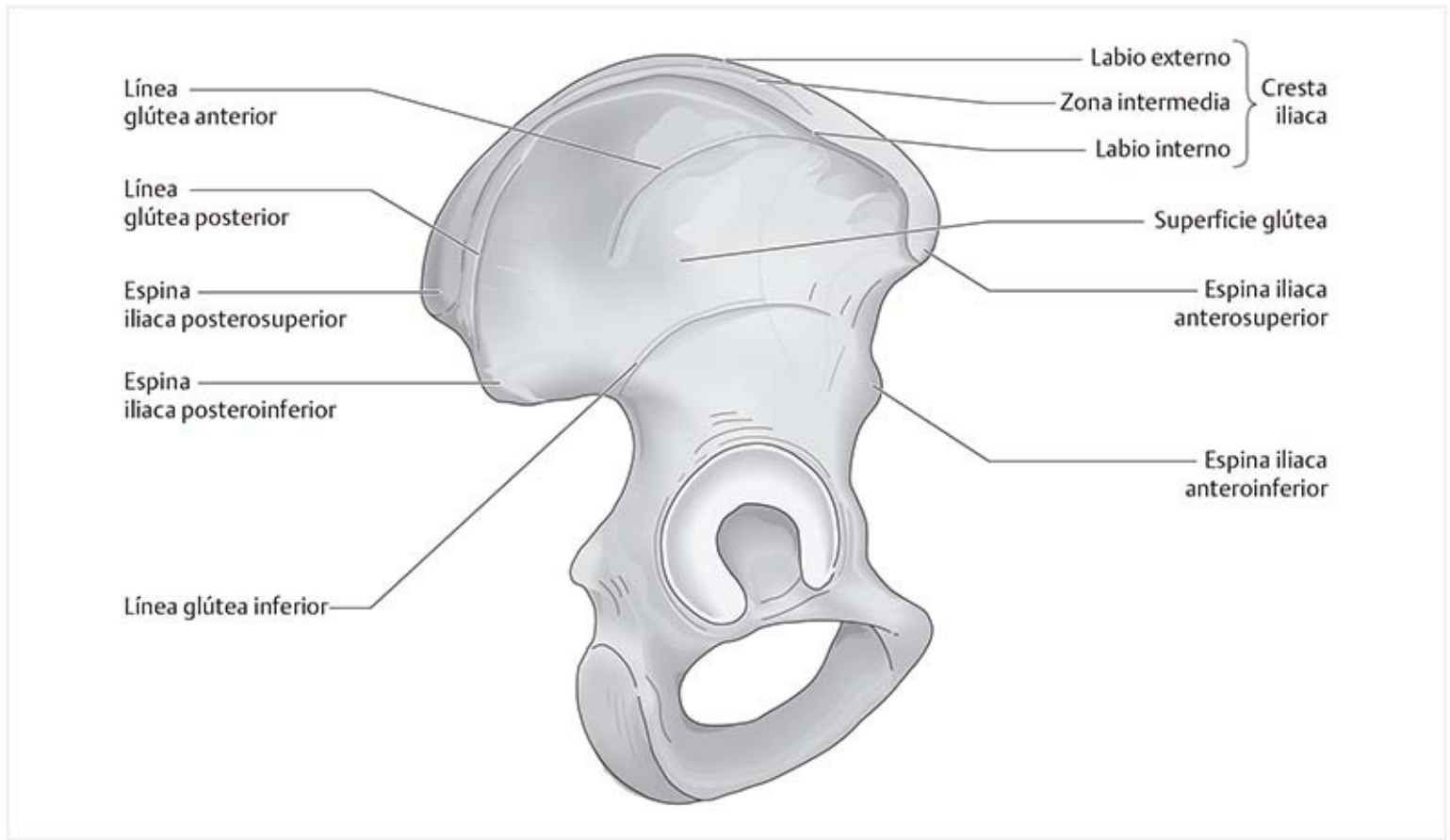


Figura 8-40. Ilión (vista lateral).

Éste está formado por el ala iliaca (el ala del ilion) y el cuerpo del ilion.

### Ala del ilion

#### *Superficie glútea*

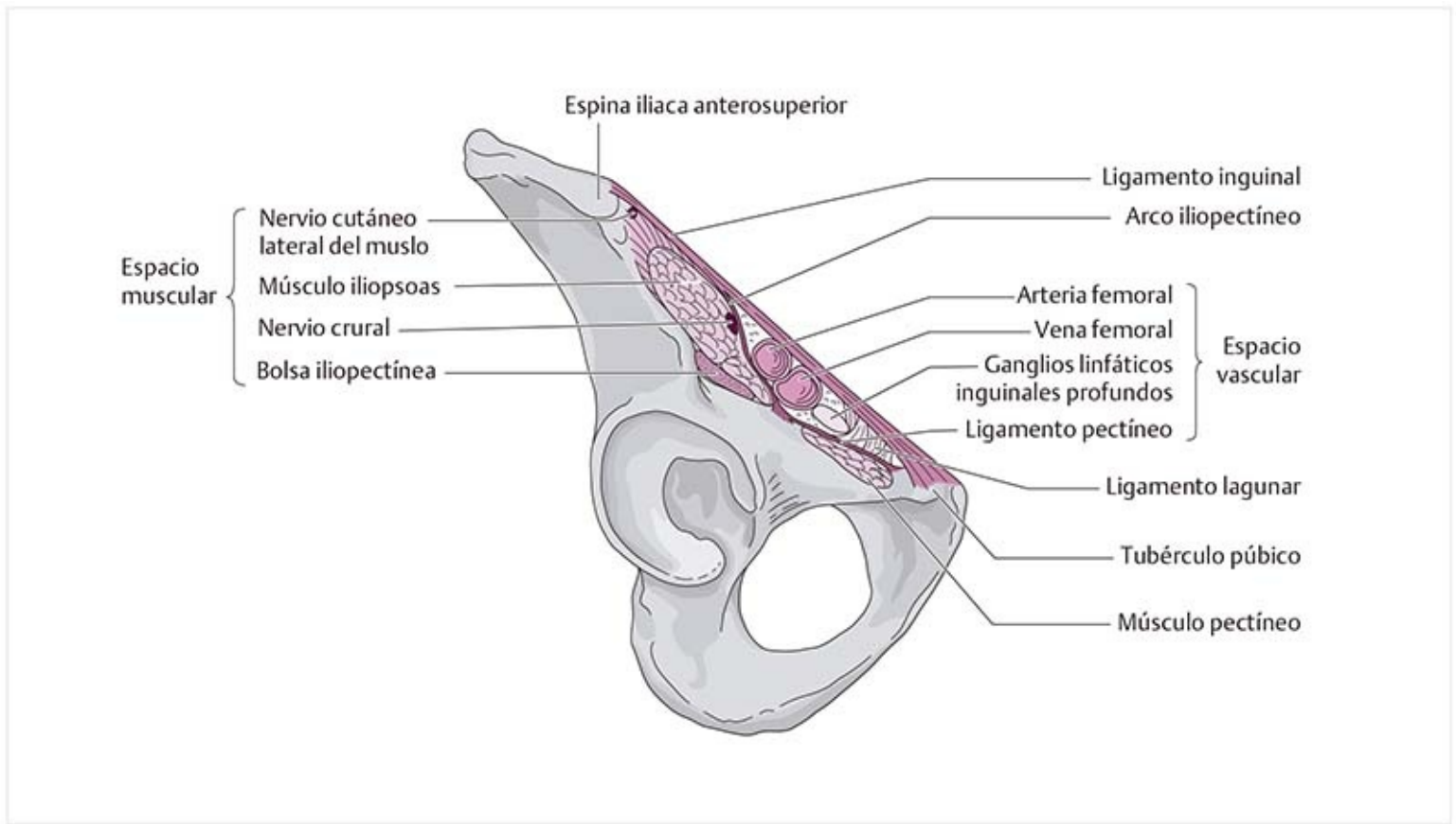
- Es la superficie externa del ilion.
- Tiene varias crestas que sirven como orígenes para los músculos glúteos:
  - Línea glútea inferior: arriba del acetábulo.
  - Línea glútea anterior: en la zona media.
  - Línea glútea posterior: en la región posterior de la superficie glútea.

#### *Cresta iliaca*

- Forma el borde del ilion como un arco inclinado hacia arriba.
- En la parte superior de la cresta hay tres rugosidades:
  - El **labio externo**: origen del músculo dorsal ancho y del músculo glúteo medio; además es inserción del músculo oblicuo externo.
  - La **zona intermedia**: origen del músculo oblicuo interno.
  - **Labio interno**: origen de la parte inferior del músculo transverso del abdomen y la inserción para el cuadrado lumbar.
- EIAS: es el extremo anterior de la cresta iliaca y el sitio de origen de varias estructuras. A partir de ahí, el músculo sartorio continúa en dirección inferior; el músculo tensor de la fascia lata se origina un poco

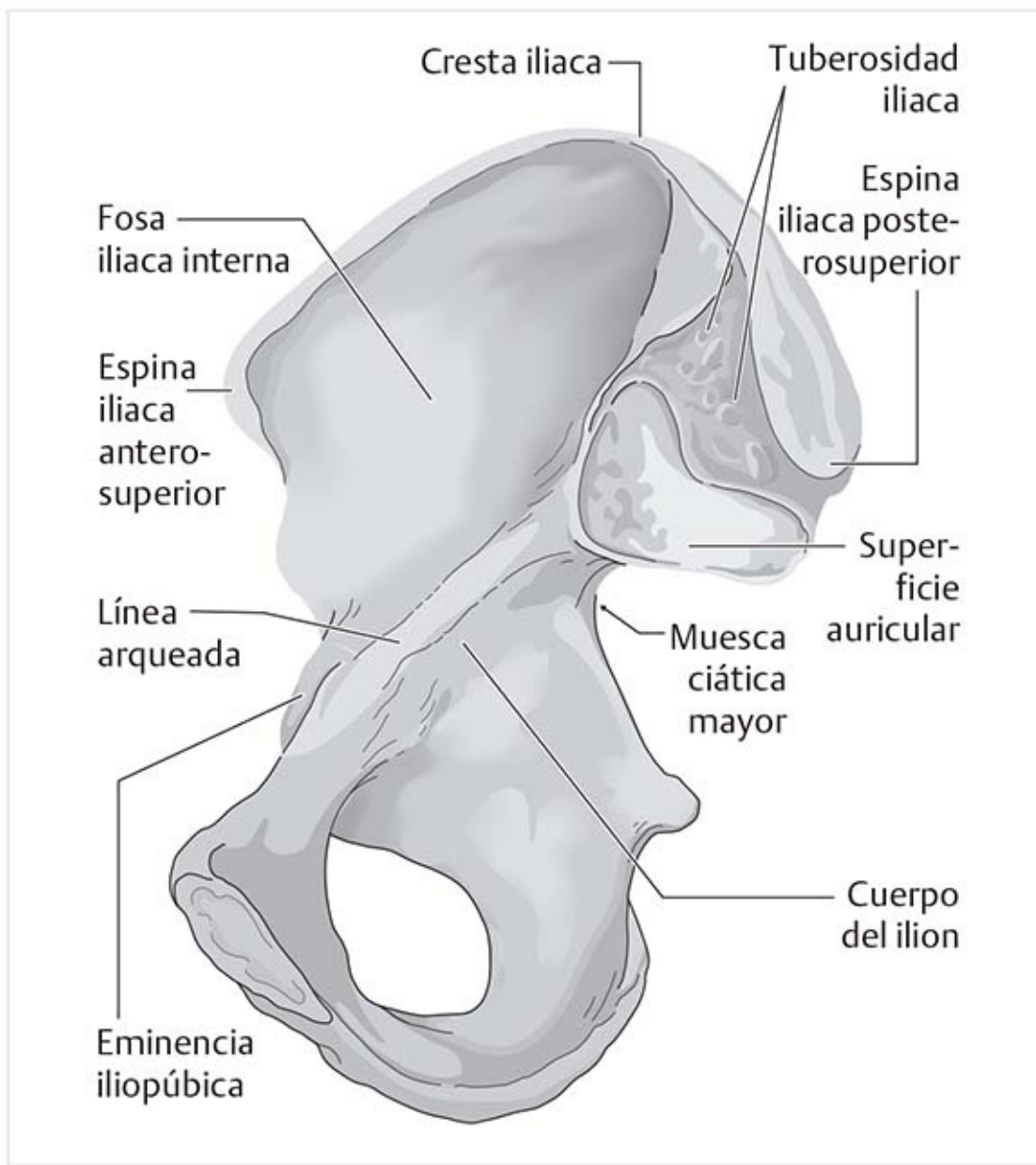
lateral a la espina y, a partir de la punta, el ligamento inguinal discurre en dirección medial.

- **Ligamento inguinal:** se proyecta en dirección del tubérculo púbico y en parte hacia la rama del pubis, donde es un poco más ancho. Pasa sobre el espacio retroinguinal. Los músculos abdominales continúan hacia el ligamento inguinal desde direcciones superior y lateral, y la fascia del muslo llega a él desde abajo.
- **Espina iliaca anteroinferior:** se encuentra a unos 2 cm debajo de la EIAS. El músculo recto femoral se origina en ese punto.
- **Espacio muscular:** la cara anterior del ilion, junto con el ligamento inguinal y la rama superior del pubis, forman un túnel que se divide en dos espacios mediante una banda de fascia, el arco iliopectíneo. Las siguientes estructuras pasan por el espacio lateral muscular: el músculo iliopsoas y el nervio cutáneo lateral del muslo en la región superolateral y el nervio crural en la parte medial. La bolsa iliopectínea se localiza en la sección inferior del espacio muscular (figura 8-41).



**Figura 8-41.** Ilión con espacios musculares y vasculares (vista anterior).

- **Espacio vascular:** la arteria y vena femorales, así como los vasos linfáticos, pasan por este espacio. El ligamento lagunar, que se forma a partir de las fibras que se desprenden del ligamento inguinal, crea el borde medial y el arco iliopectíneo el borde lateral (figura 8-41).
- **Canal inguinal:** se forma en la parte anterior por las aponeurosis del músculo oblicuo externo y en la parte anterior por el músculo transverso del abdomen. Mide alrededor de 5 cm de largo. Dentro de él discurre el cordón espermático o el ligamento redondo del útero.
- **Extremo posterior de la cresta iliaca:** la EIPS (figura 8-42).



**Figura 8-42.** Ilión (vista medial).

- La espina iliaca posteroinferior se encuentra tres anchos de dedo por debajo.

### ***Fosa iliaca interna***

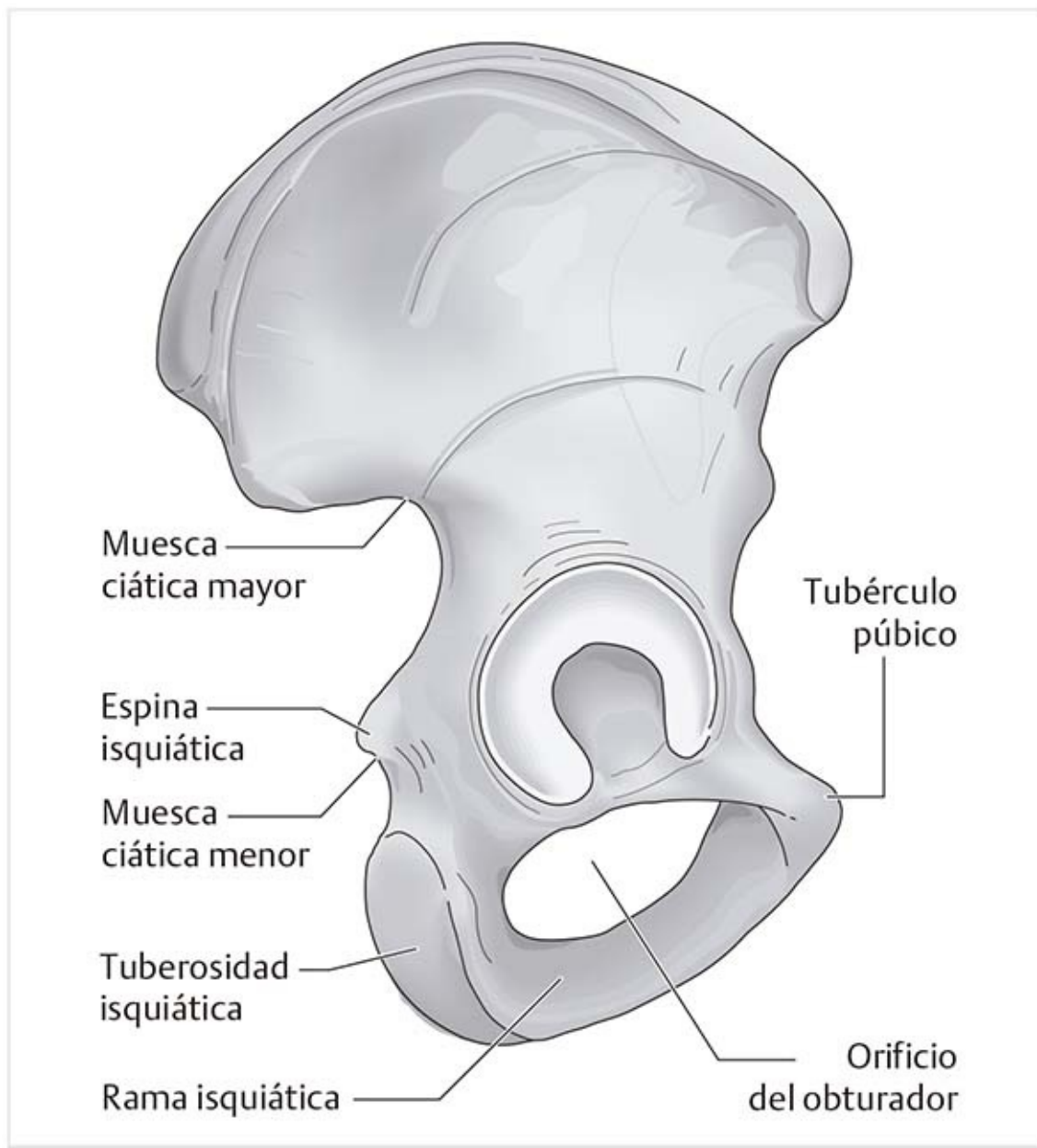
- Ésta es una indentación de la cara medial del ilion que sirve como el origen del músculo iliaco.
- La superficie auricular para la ASI se localiza en la parte posteroinferior.
- Tuberosidad iliaca: se encuentra arriba y detrás de la superficie auricular para la inserción de los ligamentos posteriores cortos.

### **Cuerpo del ilion (figura 8-42)**

- Forma el techo del acetábulo.
- La línea arqueada crea el borde entre el cuerpo y el ala; corresponde a la línea terminal, que divide la pelvis mayor de la menor.

### **Isquion (figura 8-43)**

#### **Cuerpo del isquion**



**Figura 8-43.** Isquion (vista lateral).

- Forma la parte posterior del acetábulo.
- Es el borde posterior del orificio obturador.

### ***Espina isquiática***

- Se localiza detrás del cuerpo y sirve como origen del músculo gemelo superior y el ligamento sacroespinoso.
- La muesca isquiática menor es inferior a la espina isquiática y tiene una superficie cubierta con cartílago que sirve como punto de apoyo para el obturador interno.
- La muesca ciática mayor se localiza arriba de la espina isquiática.

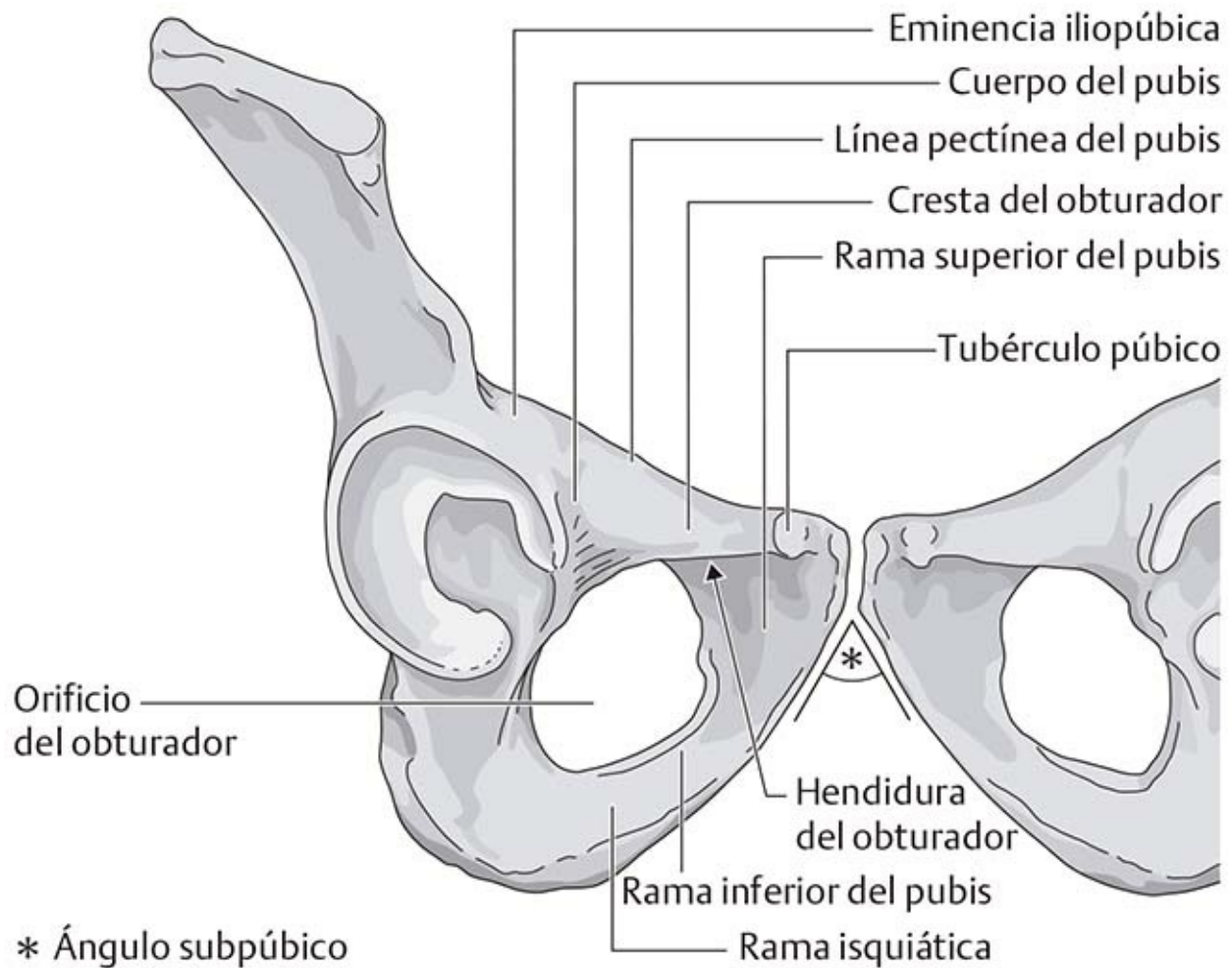
### ***Tuberosidad isquiática***

- Se halla en la parte inferior; es el origen de los músculos de la corva y el aductor mayor.
- A partir de aquí, el ligamento sacrotuberoso continúa en sentido superomedial hacia el sacro.

### **Rama del isquion**

Forma el límite inferior del orificio obturador.

### **Pubis (figura 8-44)**



**Figura 8-44.** Pubis (vista anterior).

## **Cuerpo del pubis**

- El cuerpo del pubis forma la parte anterior en el acetábulo.
- Forma el tubérculo del pubis.
- Entra a la rama superior del pubis en la eminencia iliopúbica.

## **Rama superior del pubis**

- Forma el límite superior del orificio obturador.
- El borde superior sobresale como la línea pectínea del pubis; es el origen del músculo pectíneo.
- En la parte superior, la rama se une en la línea arqueada.

## **Cresta del obturador**

Es la cresta ósea que discurre desde el tubérculo púbico hasta el borde anterior de la hendidura acetabular.

## **Hendidura del obturador**

- Es la hendidura situada abajo de la cresta del obturador.
- Forma el límite superior del canal del obturador.
- Canal del obturador: mide alrededor de 3 cm de largo y se proyecta en sentido posterior a superolateral. El nervio obturador y los vasos sanguíneos obturadores pasan por él; el cuerpo adiposo

del canal del obturador forma un cojinete de tejido conectivo y grasa.

## Rama inferior del pubis

- En la parte medial forma la superficie de la sínfisis.
- Representa el borde inferior del orificio del obturador y se conecta ahí con la rama del isquion.

## Arco púbico/ángulo subpúbico

En las mujeres, ambas ramas inferiores y la sínfisis forman un arco, el arco púbico, con un ángulo aproximado de 90° a 100°; en los varones, se forma el ángulo subpúbico que mide alrededor de 70°.

## Membrana obturatriz figura 8-45)

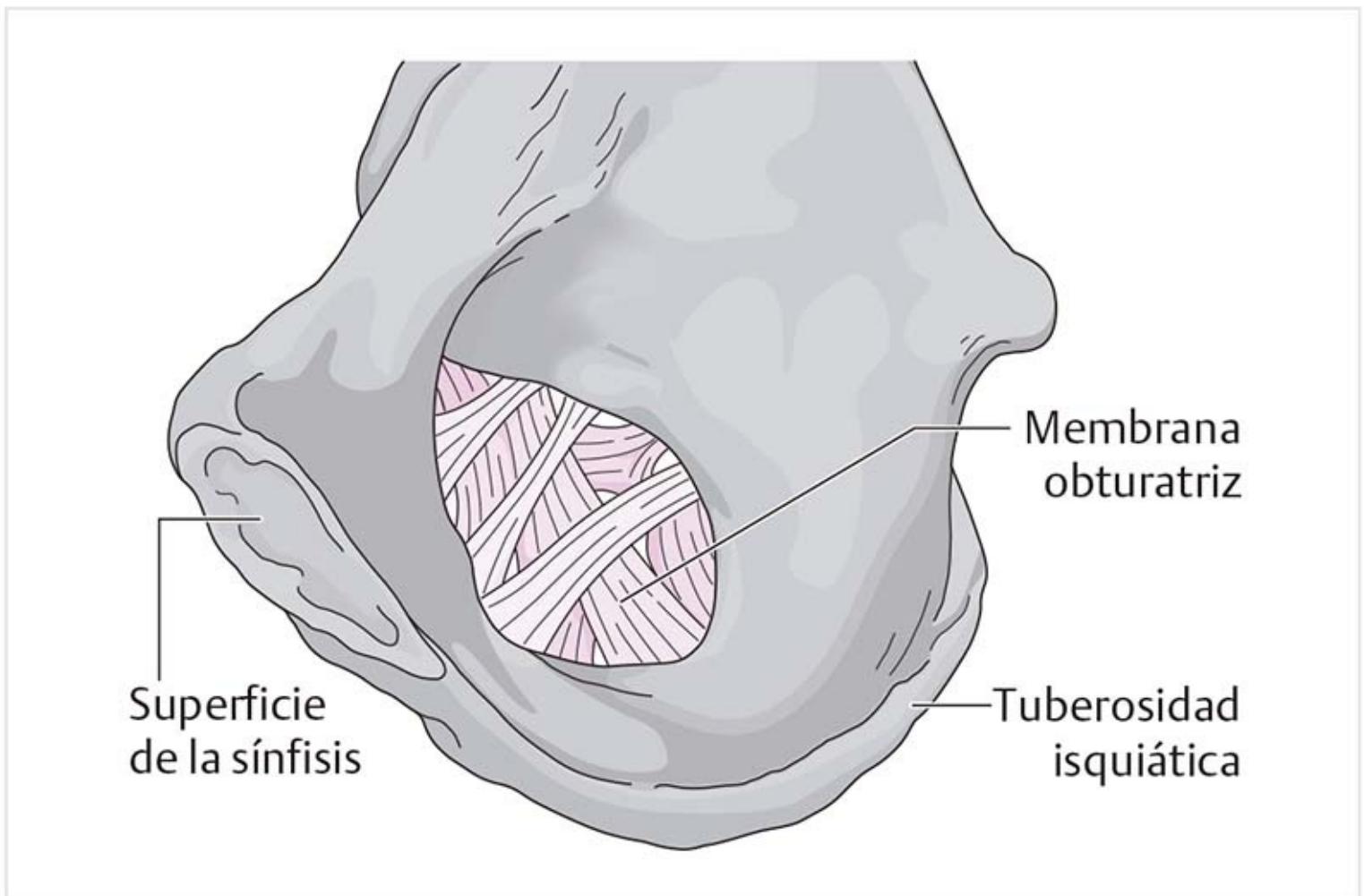
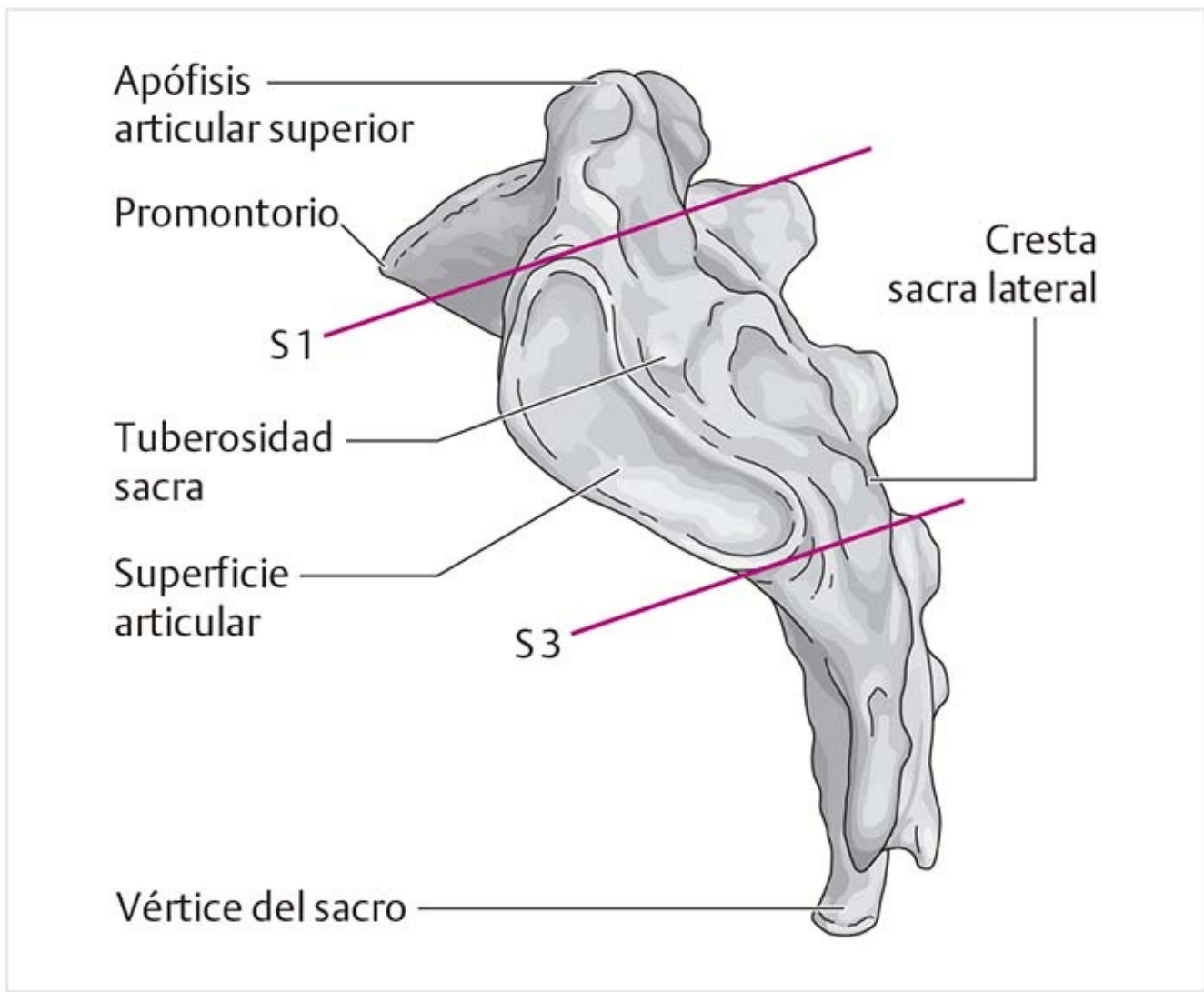


Figura 8-45. Membrana obturatriz (vista medial).

- Cubre el orificio obturador.
- Consiste en fibras firmes de tejido conectivo entrelazadas en varias capas y orientaciones.
- Tiene algunas perforaciones para vasos y nervios.
- Sirve como inserción para los músculos del piso pélvico y como origen de los músculos obturadores.

## Sacro (figura 8-46 a 8-49)



**Figura 8-46.** Sacro (vista lateral).

- Durante la evolución humana, cinco vértebras se fusionaron en un hueso.
- El sacro tiene forma de cuña, es más grueso y ancho en el extremo superior, y delgado y estrecho en el inferior.
- Muestra una curva convexa hacia fuera, con el vértice de la curvatura al nivel de la vértebra S3.

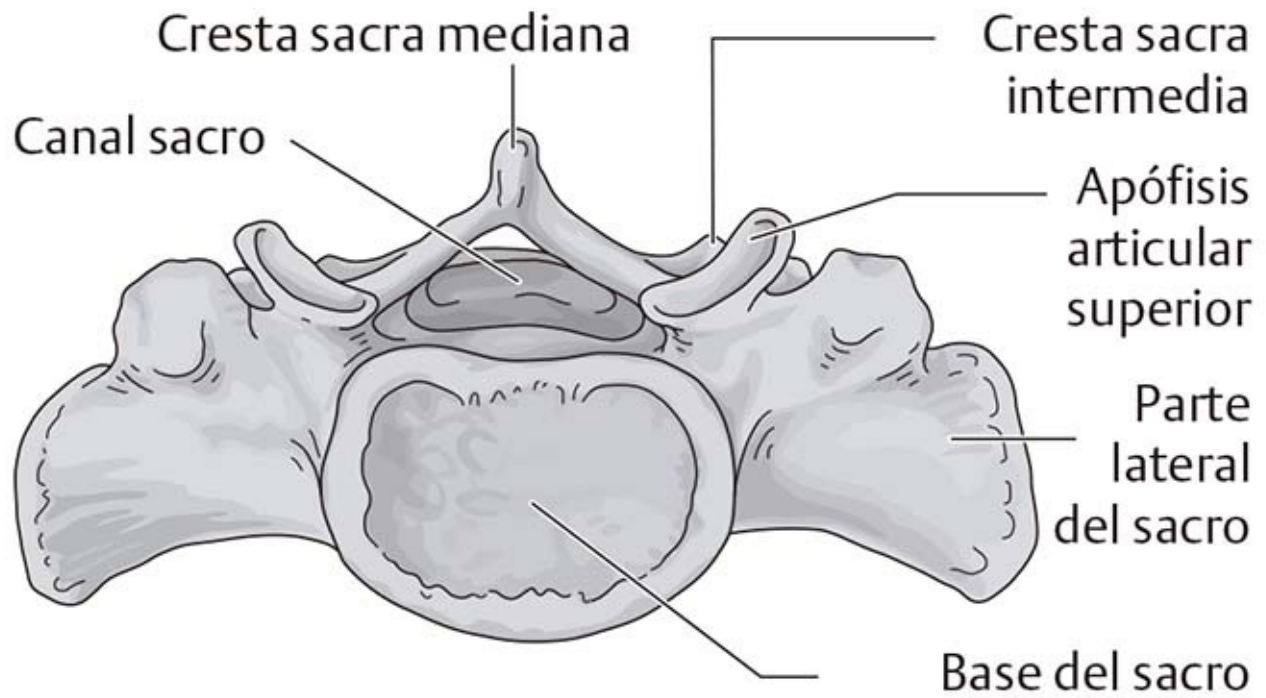
### **Base del sacro (figura 8-46)**

- Éste es el extremo superior del sacro; la parte anterior se proyecta hacia fuera para formar el promontorio.
- Se conecta con la quinta vértebra lumbar mediante el último disco intervertebral.
- El par de apófisis articulares superiores se extiende en dirección superior y representa la conexión articular con la quinta vértebra lumbar.

### **Vértice del sacro (figura 8-46)**

- Es el extremo inferior puntiagudo del sacro.
- Se conecta con el cóccix mediante un disco angosto.

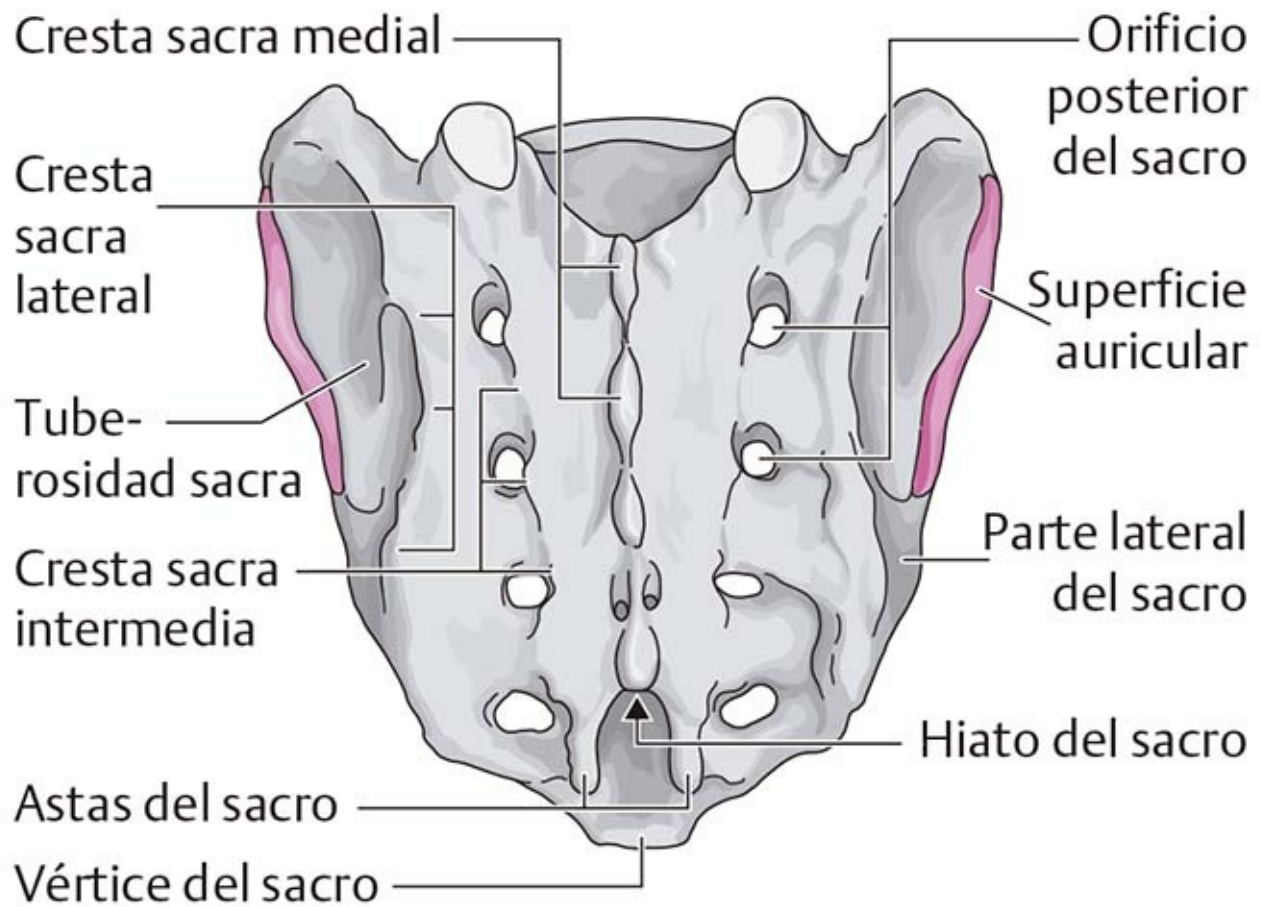
### **Superficie externa del sacro (figura 8-47)**



**Figura 8-47.** Sacro (vista superior).

- Superficie externa del sacro con crestas longitudinales:
  - Cresta sacra mediana: corresponde a las apófisis espinosas.
  - Dos crestas sacras intermedias: surgen de la fusión de las apófisis articulares.
  - Dos crestas sacras laterales: representan las apófisis accesorias.
- Astas sacras (figura 8-48):





**Figura 8-48.** Sacro (vista posterior).

- Sobresalen hacia fuera y forman el extremo posterolateral del canal sacro.
- Son vestigios de las apófisis articulares de la quinta vértebra sacra.

• Canal sacro (figura 8-47 y 8-48):

- Es la continuación caudal del conducto espinal.
- Termina en el **hiato sacro** , que se localiza debajo de la cuarta vértebra sacra.

• Orificios sacros posteriores:

- Son ocho aberturas para los nervios posteriores.

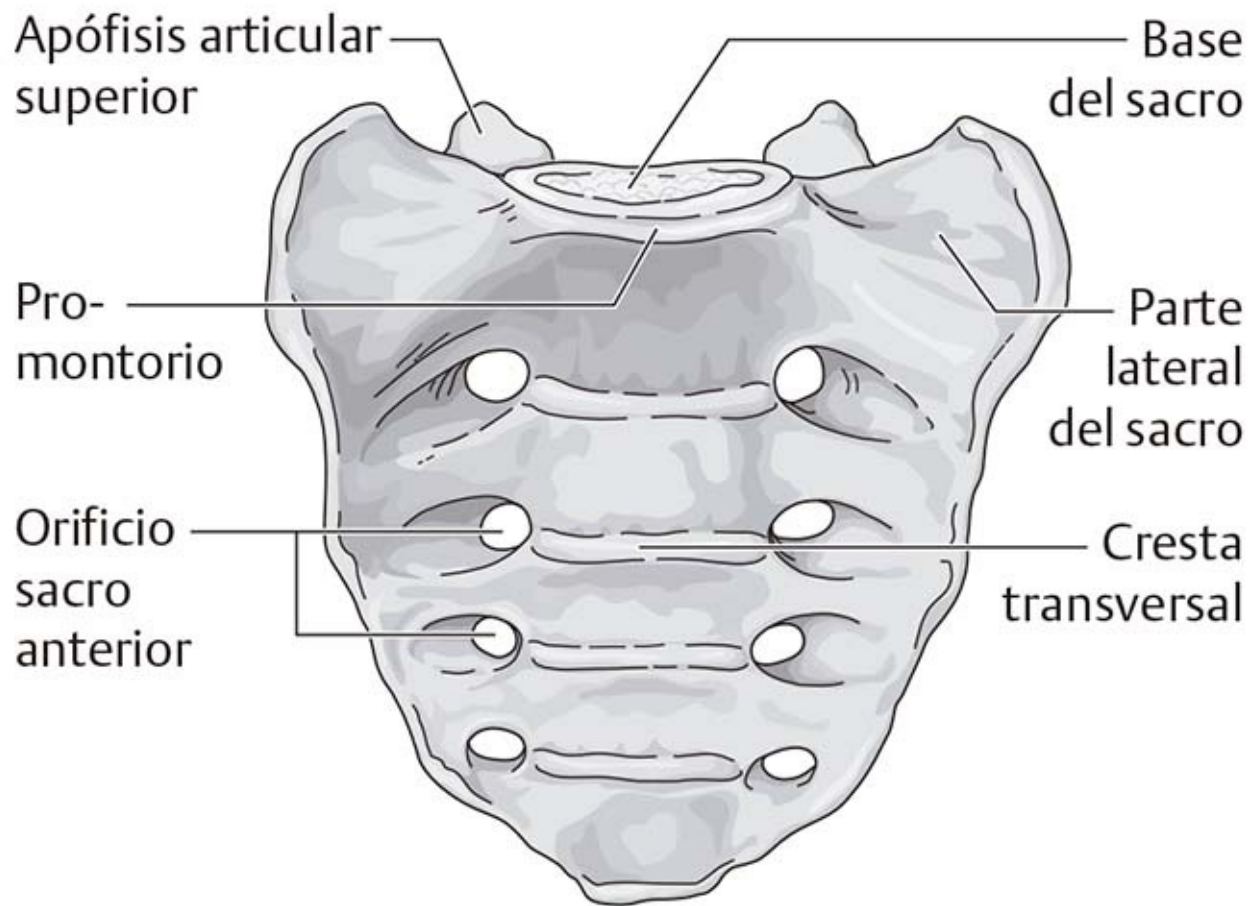
• Parte lateral del sacro:

- Se genera por la fusión de las apófisis costales.
- La superficie articular de la ASI (**la superficie auricular** ) se localiza en la región superior y se extiende hacia abajo hasta la tercera vértebra sacra.

• Tuberosidad sacra:

- Sirve como sitio de inserción para los ligamentos sacroiliacos posteriores.
- Se localiza en la parte posterior, al nivel de la superficie auricular.

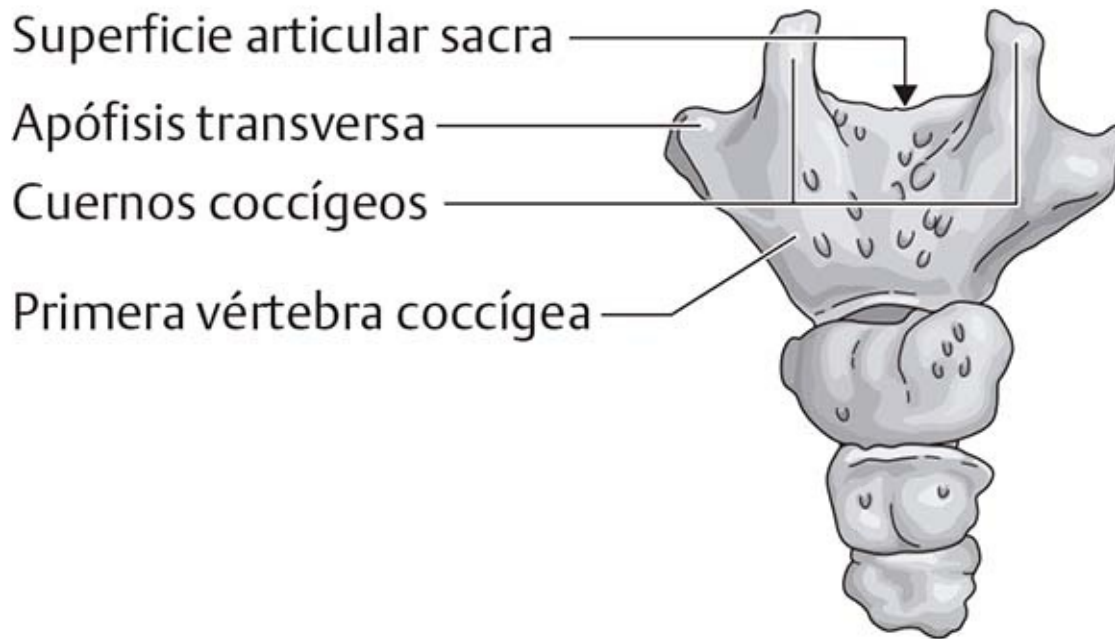
**Superficie pélvica (figura 8-49)**



**Figura 8-49.** Sacro (vista anterior).

- Hay cuatro líneas transversales visibles, las crestas transversales, en lugar de los discos intervertebrales.
- Existen cuatro orificios sacros anteriores en la parte lateral a través de los cuales pasan los nervios que forman el plexo sacro.

### **Cóccix (figura 8-50)**



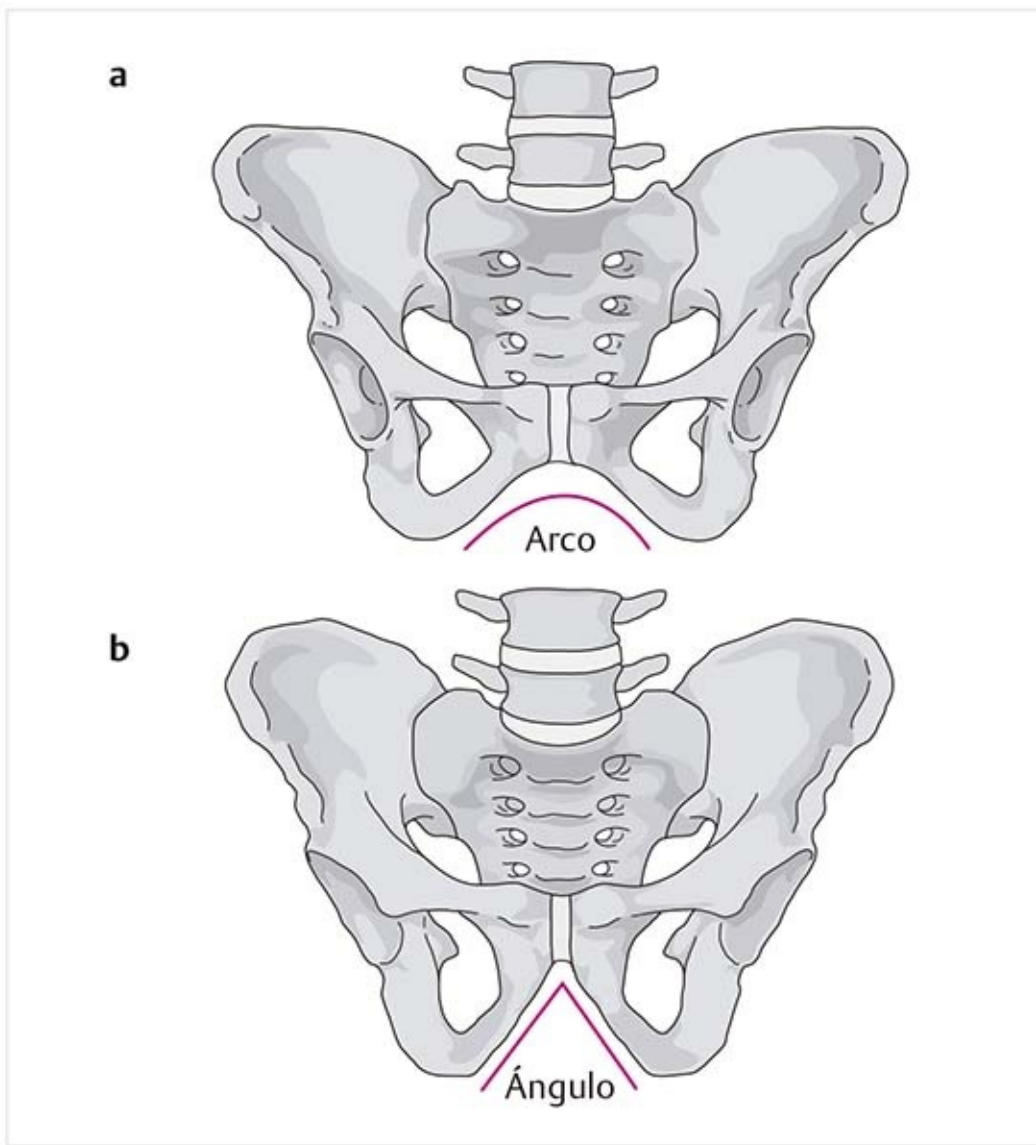
**Figura 8-50.** Cóccix (vista posterior).

- Consiste en tres o cuatro vestigios vertebrales que se fusionaron.
- La primera vértebra tiene apófisis transversales cortas y cuernos coccígeos, remanentes de las apófisis articulares. Sin embargo, no se articulan de manera directa con el sacro, sino que se conectan con éste mediante un ligamento.
- La superficie superior del cóccix, la superficie articular, se conecta con el vértice del sacro en la articulación sacrococcígea.

## 8.3.2 Dimensiones pélvicas

### Diferencias genéricas en la pelvis

#### Pelvis femenina (figura 8-51a)



**Figura 8-51.** Diferencias genéricas en la pelvis. **(a)** Pelvis femenina. **(b)** Pelvis masculina.

- Área de entrada pélvica ovalada transversal.
- Salida pélvica amplia.
- Las alas de los íliones son grandes y se extienden en dirección lateral.
- Orificio obturador triangular.
- Sínfisis del pubis ancha y baja.
- Arco púbico de casi  $100^\circ$ .

### **Pelvis masculina (8-51b)**

- Abertura en forma de corazón.
- Los diámetros de la pelvis menor son más pequeños que en la mujer.
- Alas de los íliones con pendiente marcada.
- Orificio obturador oval.
- Sínfisis del pubis alta y estrecha.
- Ángulo púbico aproximado de  $70^\circ$  a  $80^\circ$ .

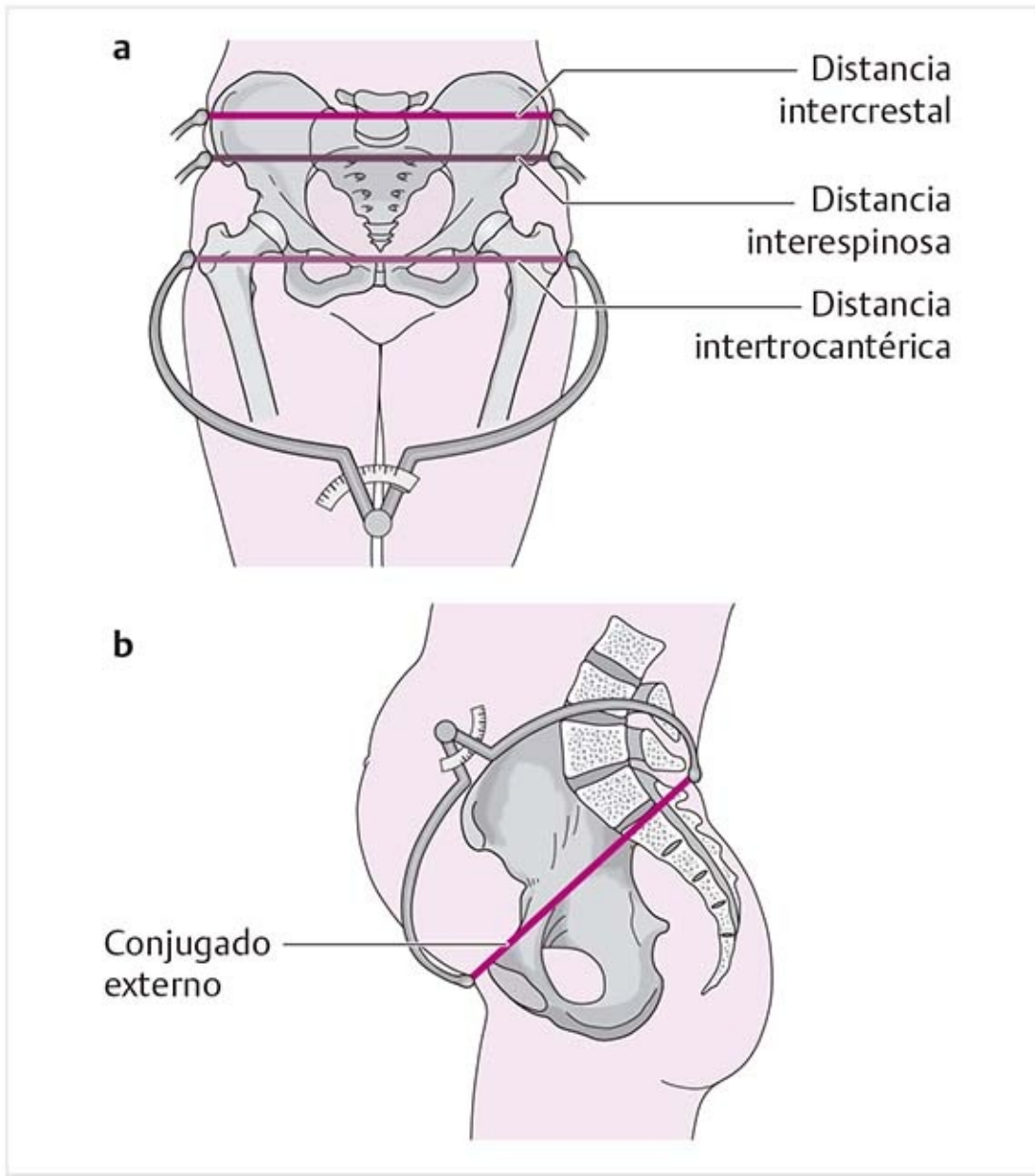
### **Dimensiones pélvicas externas**

Estas mediciones permiten inferir conclusiones acerca del tamaño y la forma de la pelvis menor.

Pueden realizarse las siguientes dimensiones con respecto al círculo pélvico:

- Distancia intertrocanterea (figura 8-52a): es la distancia entre los puntos más laterales en el trocánter

mayor. Normal: alrededor de 31 a 32 cm. Esta medición no pertenece en realidad a las dimensiones pélvicas, pero permite hacer inferencias sobre la forma de la pelvis.



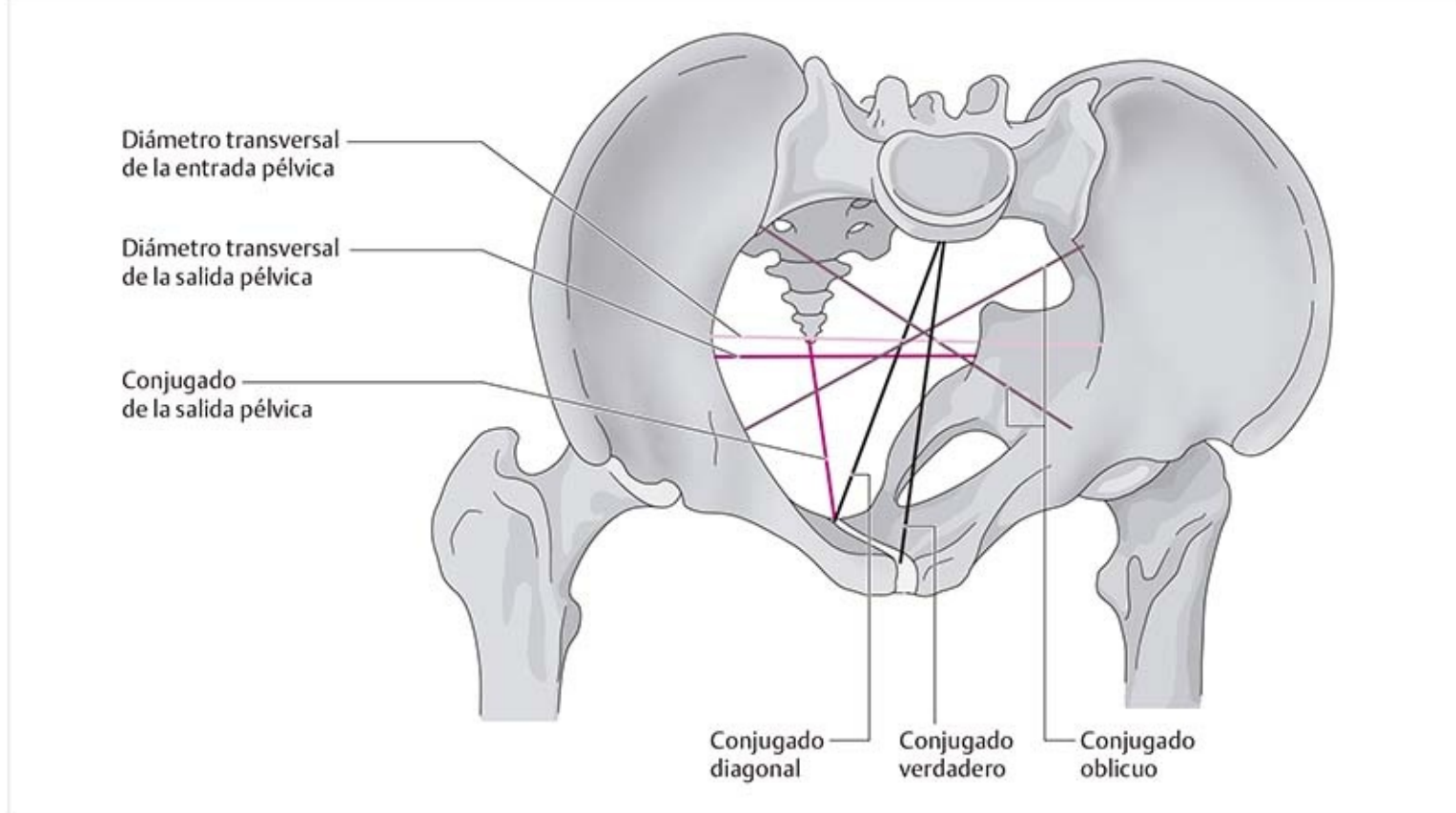
**Figura 8-52.** Dimensiones pélvicas externas. **(a)** Distancias intertrocantérica, interespinosa e intercrestal. **(b)** Conjugado externo.

- Distancia interespinosa (figura 8-52a): la distancia entre las dos EIAS. Normal, cerca de 25 cm.
- Distancia intercrestal (figura 8-52a): es la distancia entre los puntos más laterales de las crestas iliacas en el plano frontal. Normal: alrededor de 28 cm.

Estas mediciones casi nunca difieren más de 3 cm de las señaladas aquí. Si son mucho menores, sugieren una pelvis contraída, lo que podría afectar el proceso del parto.

- Conjugado externo (figura 8-52b): es la distancia entre el borde superior de la sínfisis púbica y la apófisis espinosa de L5. Normal: alrededor de 20 cm.

### **Dimensiones pélvicas internas (figura 8-53)**



**Figura 8-53.** Dimensiones pélvicas internas.

Las dimensiones pélvicas internas pueden determinarse con un examen ecográfico y proporcionan evidencia sobre los confines óseos de la pelvis.

La **entrada pélvica** es la parte más estrecha del conducto de parto y se amplía cuando las piernas se extienden:

- Conjugado verdadero: es la distancia entre el promontorio y la superficie interna superior de la sínfisis del pubis. Normal: alrededor de 11 cm.
- Conjugado diagonal: es la distancia entre el promontorio y el borde inferior de la sínfisis del pubis. Normal: alrededor de 13 cm.
- Diámetro oblicuo: es el diámetro diagonal de la pelvis, medida por la distancia entre la ASI y la eminencia iliopúbica del lado contrario.
- Diámetro transversal: es la distancia entre las líneas terminales. Normal: 13 cm.

La **salida pélvica** se incrementa con la flexión de las piernas, lo cual es importante en la segunda etapa del trabajo de parto. Por esta razón, muchas mujeres alrededor del mundo dan a luz en cuclillas:

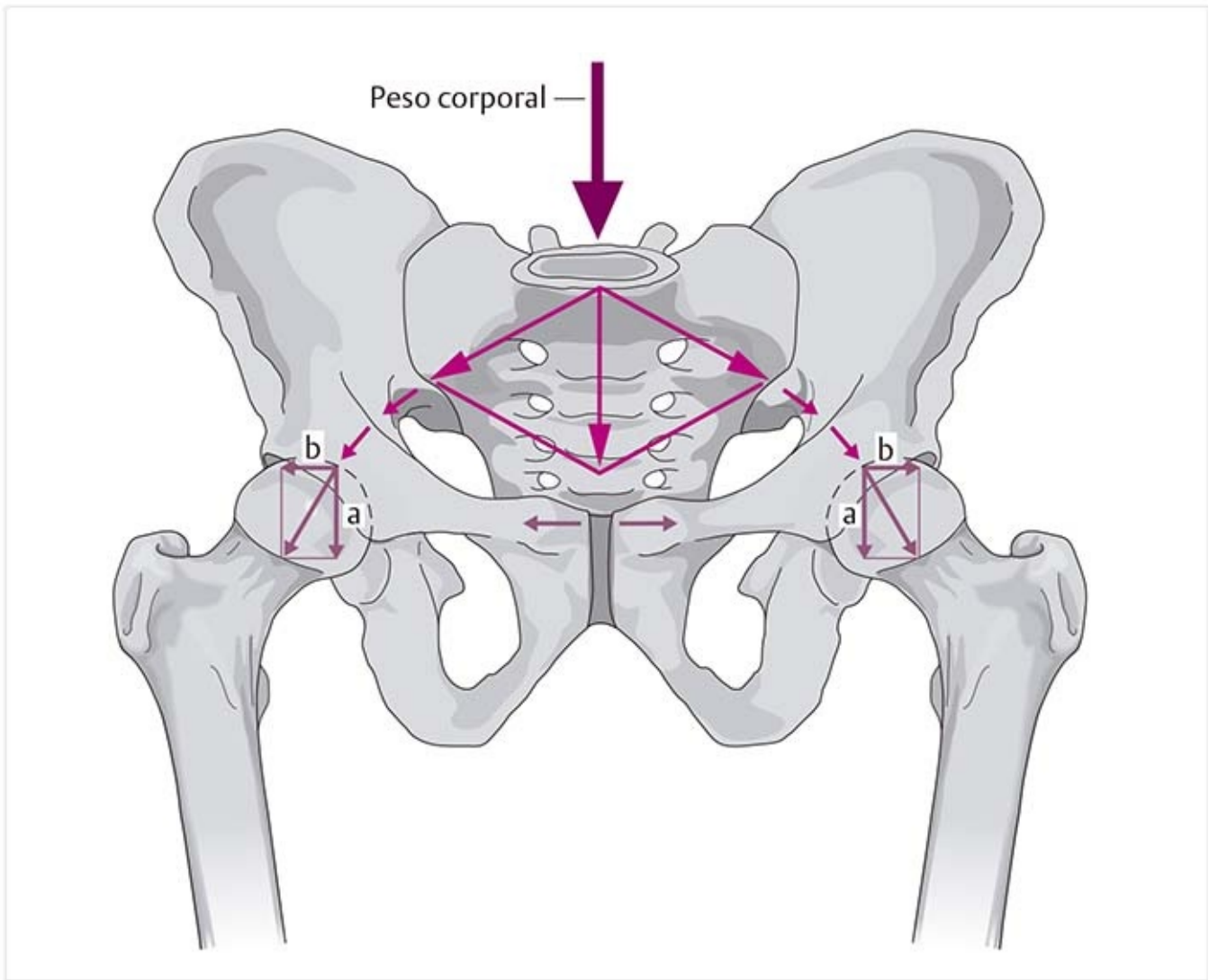
- Conjugados: es el diámetro directo de la salida pélvica, que mide alrededor de 9 cm; debido a la flexibilidad del cóccix, el diámetro puede aumentarse hasta 11 cm.
- Diámetro transversal: es la distancia entre las tuberosidades isquiáticas y mide alrededor de 11 cm.

### 8.3.3 Distribución de fuerzas

El anillo pélvico tiene una función mecánica importante, ya que distribuye las fuerzas que actúan desde arriba y abajo.

#### Efecto de fuerza

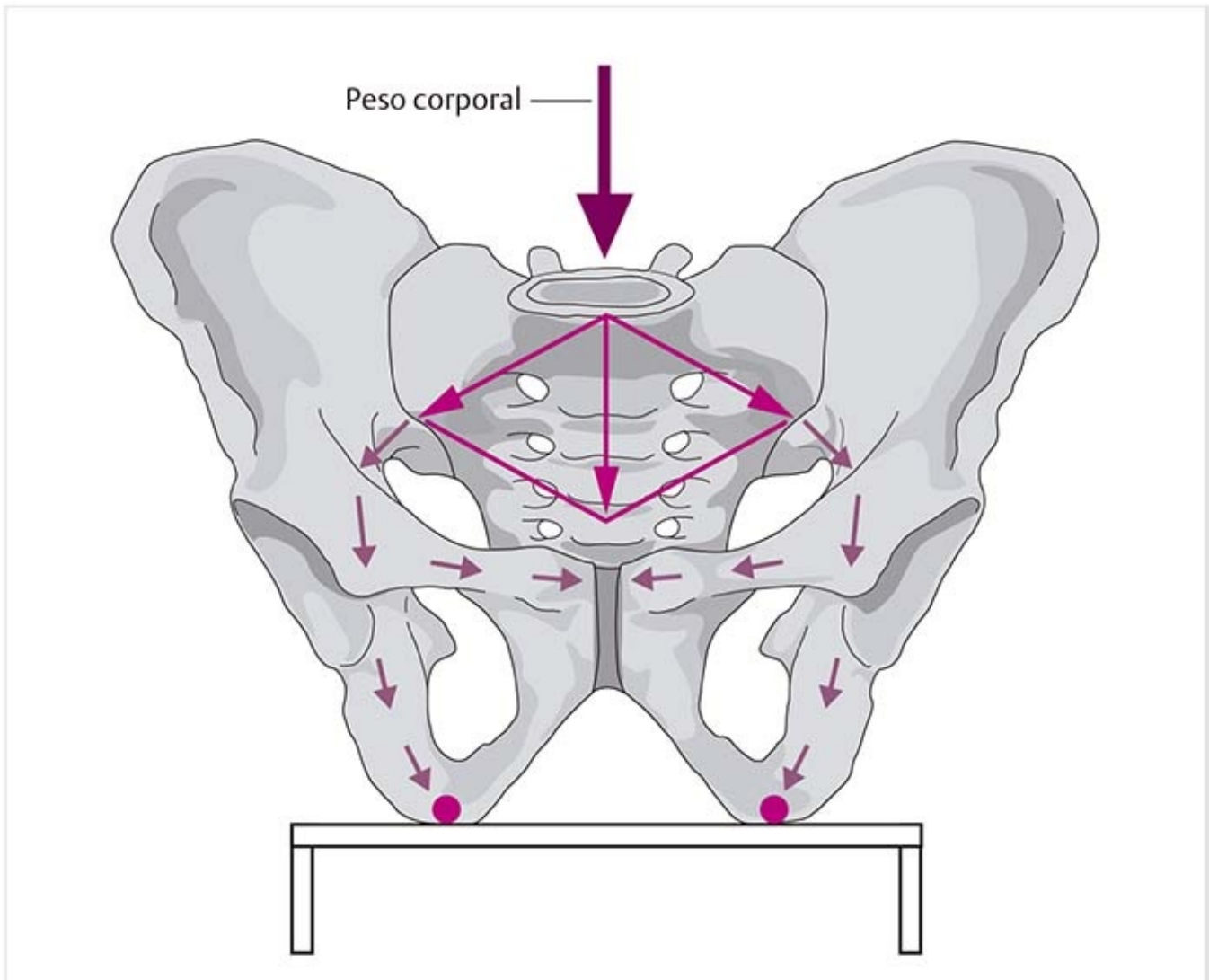
#### Carga de presión en la posición de pie (figura 8-54)



**Figura 8-54.** Carga de presión en la bipedestación.

El peso corporal se aplica al promontorio. La fuerza se transfiere por las ASI y sobre los acetábulos. Cuando las fuerzas se distribuyen en la articulación de la cadera, puede detectarse una mayor fuerza que a la dirigida hacia abajo (**a** en la **figura 8-54**) y un menor componente de la fuerza se dirige hacia los lados (**b** en la **figura 8-54**). La fuerza dirigida hacia abajo somete a la articulación de la cadera a una carga compresiva, mientras que la fuerza lateral ejerce un estrés de tensión sobre la sínfisis del pubis.

**Distribución de presión en la posición sedente (figura 8-55)**



**Figura 8-55.** Carga de presión en la posición sedente.

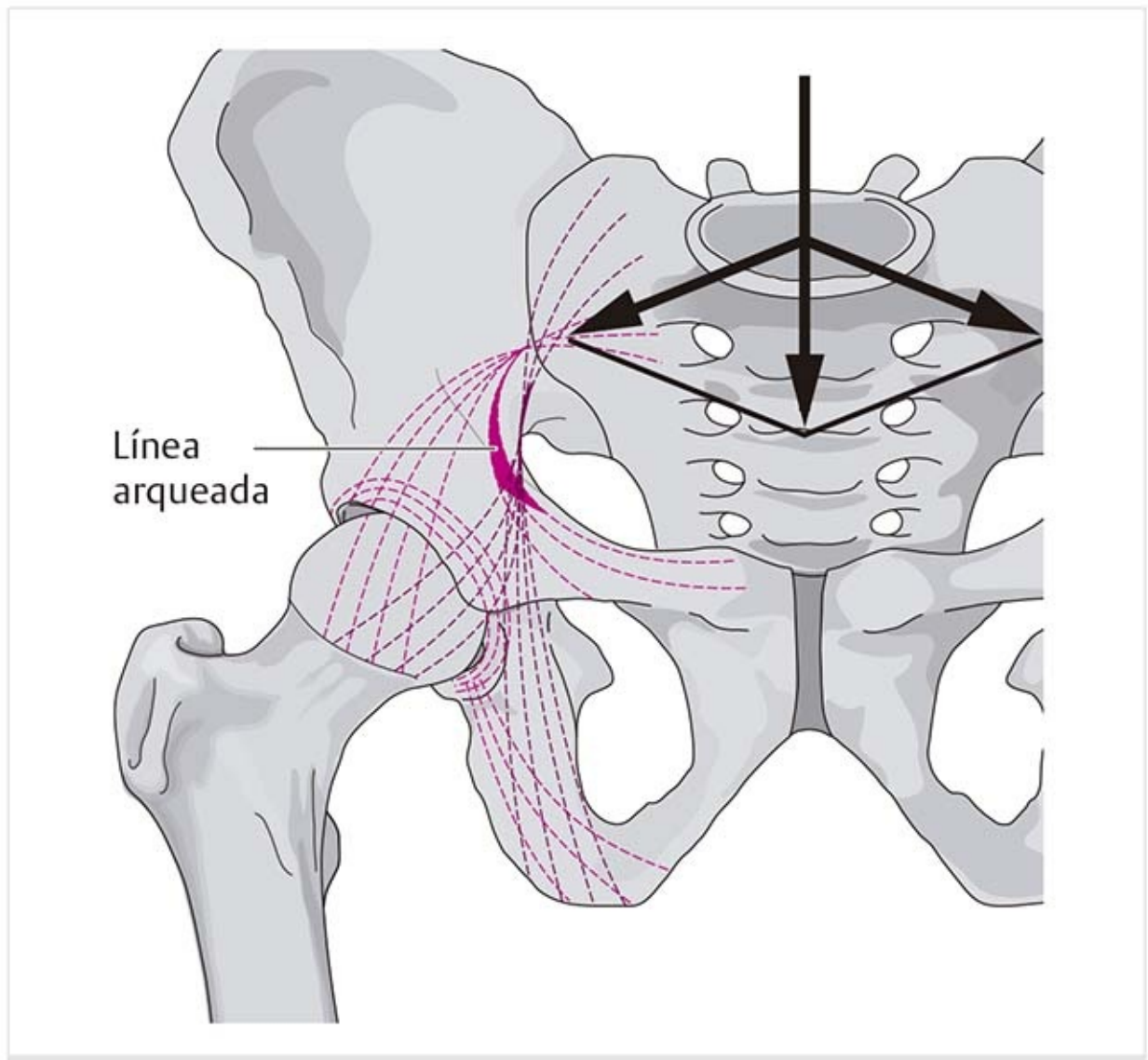
En la posición sedente, el peso corporal también descansa sobre el promontorio y se propaga por las ASI. Sin embargo, aquí no se dirige hacia el acetábulo, sino hacia la tuberósidad isquiática. En la distribución de las fuerzas puede identificarse una dirección horizontal y vertical de la fuerza. El componente vertical somete la tuberósidad a presión, mientras que el componente horizontal ejerce presión sobre la sínfisis.

### **Estructura trabecular (esponjosa)**

La distribución de las fuerzas afecta la disposición y densidad de la estructura trabecular.

### **Trayectorias en el anillo pélvico (figura 8-56)**





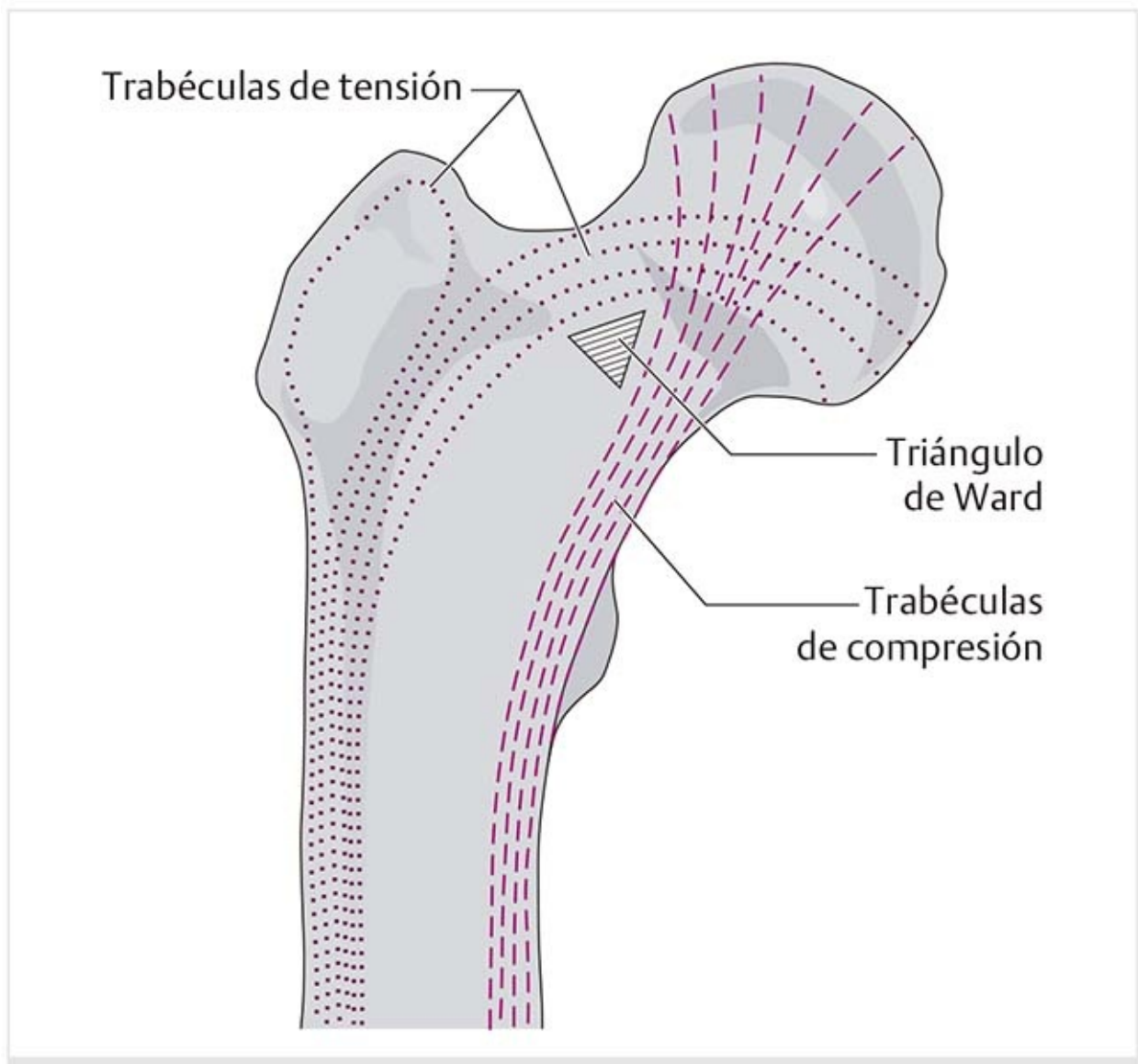
**Figura 8-56.** Trayecto de las trabéculas en la zona pélvica.

Desde la región superior de la superficie auricular, las fuerzas pasan al margen posterior de la hendidura ciática mayor, en una línea con el isquion y en dirección más lateral al acetábulo posterior. Desde la superficie auricular en el lado medial, la densidad de la línea arqueada indica la magnitud de fuerza que transfiere.

Al avanzar hacia fuera desde la región inferior de la superficie auricular, las trayectorias divergen al nivel de la línea glútea superior y forman la línea arqueada. Se extienden más a la región superior del acetábulo.

Los haces de trabéculas se dirigen hacia abajo al isquion, algunos en dirección de la tuberosidad isquiática y otros en sentido anterior hacia la rama del pubis.

### **Distribución de las trabéculas en el extremo proximal del fémur (figura 8-57)**



**Figura 8-57.** Distribución de las trabéculas en la parte proximal del fémur.

Las trayectorias de presión se encuentran perpendiculares a la superficie articular de la cabeza femoral y se extienden más dentro de la parte medial del cuello femoral y la región del cuerpo (arco de Adams).

Las trabéculas de tracción que se originan en la parte medial de la cabeza femoral cruzan las trabéculas de compresión en la región proximal y continúan hacia arriba en un arco antes de discurrir por el cuello femoral en dirección inferolateral. Se cruzan con otras trabéculas de tracción que se proyectan del trocánter mayor en dirección paralela a la línea intertrocantérea hacia el trocánter menor.

En la radiografía puede verse un área de menor densidad, el **triángulo de Ward**, entre estos sistemas.

#### Patología

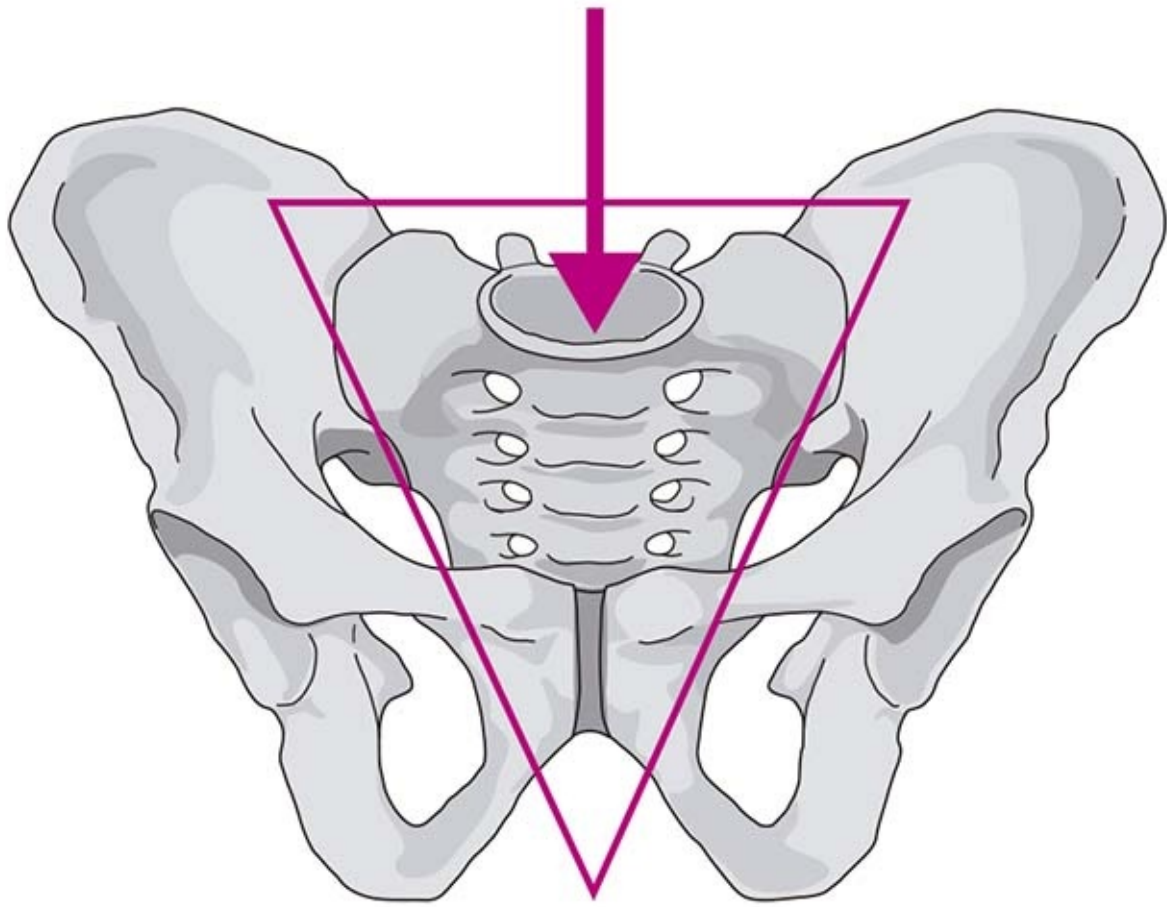
##### Cadera en varo

Dado que el estrés de desviación sobre el cuello femoral es muy intenso, hay trabéculas de tracción densas en un arco pronunciado con dirección distal. Sin embargo, las trabéculas compresivas están muy inclinadas en dirección inferior. Véase la **figura 8-34**.

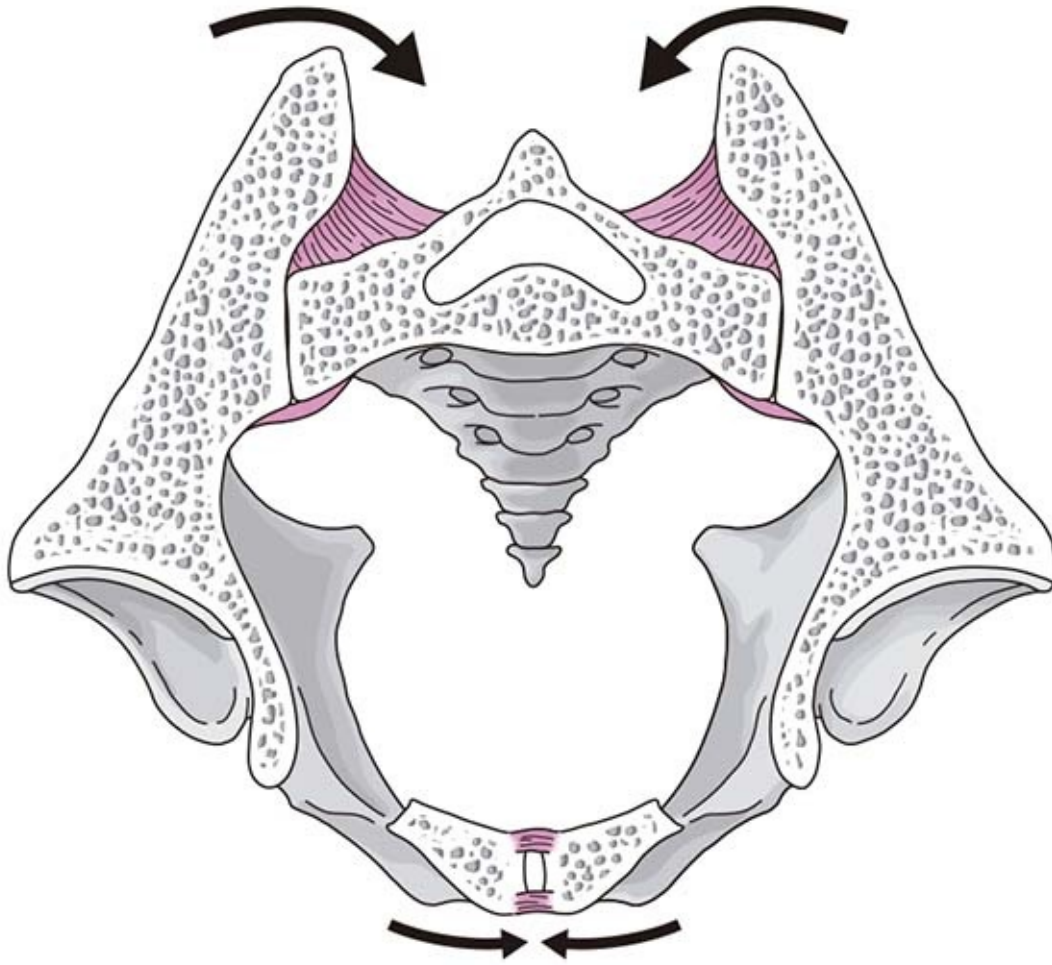
##### Cadera en valgo

En la zona proximal del cuello femoral hay trabéculas de compresión pronunciadas muy inclinadas que discurren hacia abajo, mientras que las trabéculas de tracción están muy reducidas.

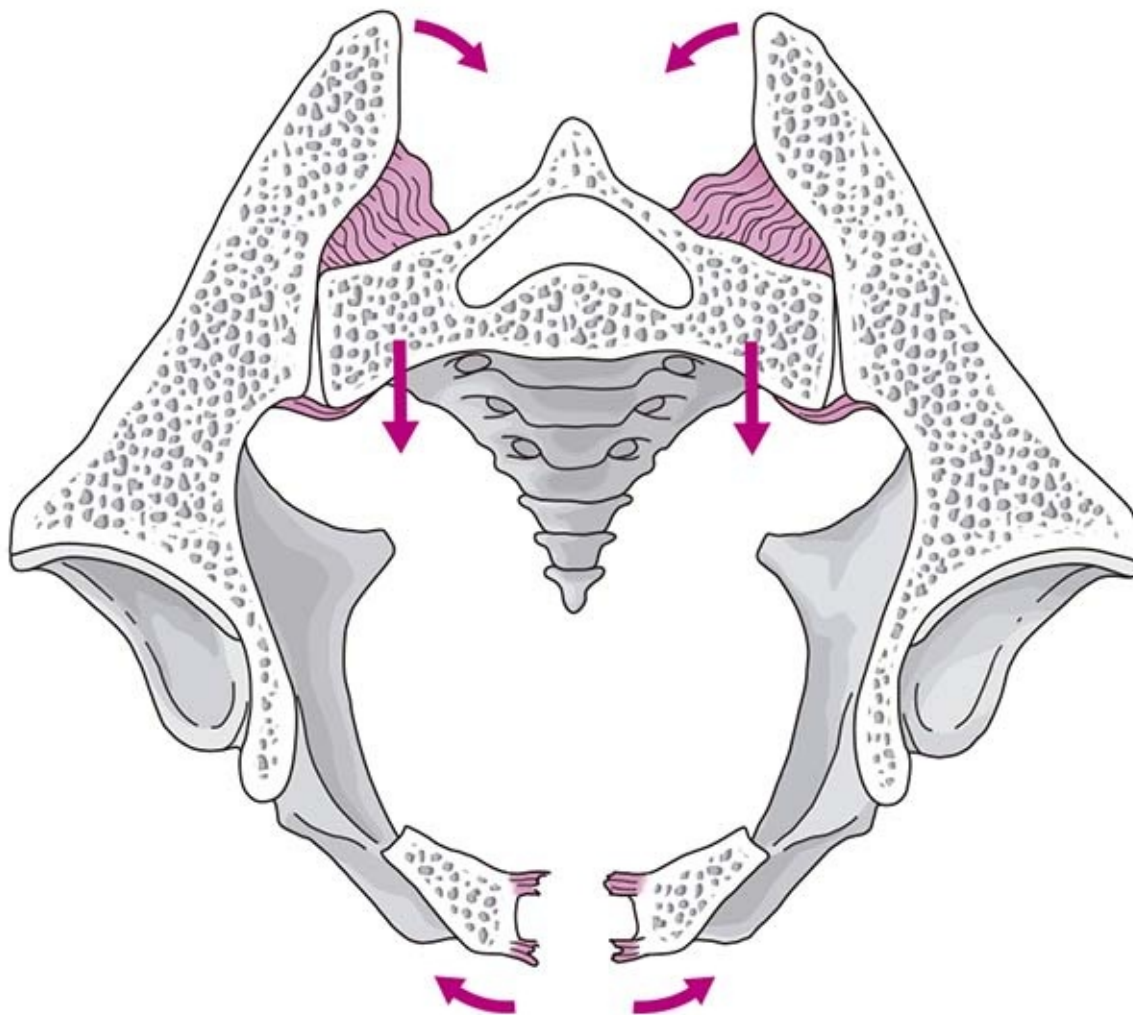
### El sacro como cuña (figura 8-58 y 8-59)



**Figura 8-58.** El sacro como cuña: plano frontal.



**Figura 8-59.** El sacro como cuña: el plano transversal.



**Figura 8-60.** Consecuencias de la rotura de la sínfisis del pubis.

El cinturón pélvico debe ser estable para transmitir con éxito el peso corporal a las extremidades inferiores. Las conexiones ligamentosas, los músculos y la cuña sacra aseguran esta estabilidad.

En la vista frontal, el sacro se observa como una cuña que se estrecha en el extremo inferior y está incrustada entre los dos huesos de la cadera.

En el plano transversal, el sacro está incrustado en el cinturón pélvico. Los fuertes ligamentos posteriores que cubren la ASI y las conexiones ligamentosas de la sínfisis del pubis estabilizan el sacro.

### Patología

#### Inestabilidad

Si los ligamentos pierden estabilidad en un punto particular, se altera la fuerza del anillo pélvico completo. Durante el embarazo, la liberación de hormonas causa laxitud de los ligamentos del cinturón pélvico, lo que lo vuelve más flexible para permitir el proceso del parto. Esta laxitud debe normalizarse después del parto; de lo contrario, la inestabilidad persiste.

#### Interrupción de la sínfisis del pubis (figura 8-60)

Durante el proceso del parto puede haber interrupción de la sínfisis del pubis. La radiografía y la palpación pueden demostrar la dehiscencia de la sínfisis, en la que los huesos púbicos pueden separarse hasta 5 cm.

Tratamiento: aplicación de un cinturón trocantérico firme.

#### Traumatismo

Durante una caída sobre ambas tuberosidades, los iliones calzan el sacro, ya que son impelidos hacia arriba.

En las fracturas pélvicas es posible que se pierda la capacidad de la pelvis para soportar peso, con pérdida consecuente de la estabilidad.

## 8.4 Articulación sacroiliaca

### 8.4.1 Superficies articulares

## Localización (figura 8-61)

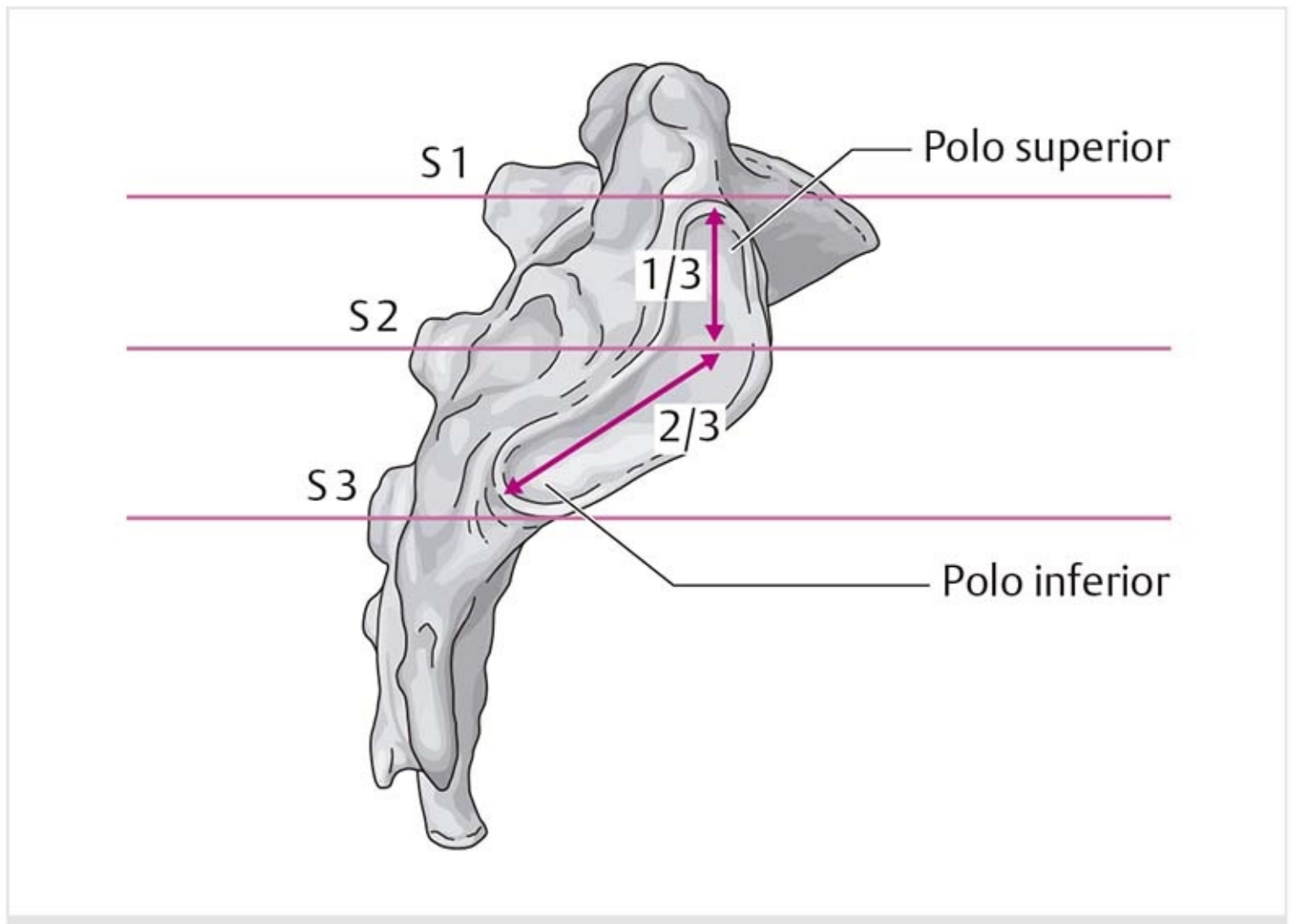


Figura 8-61. Superficie auricular del sacro.

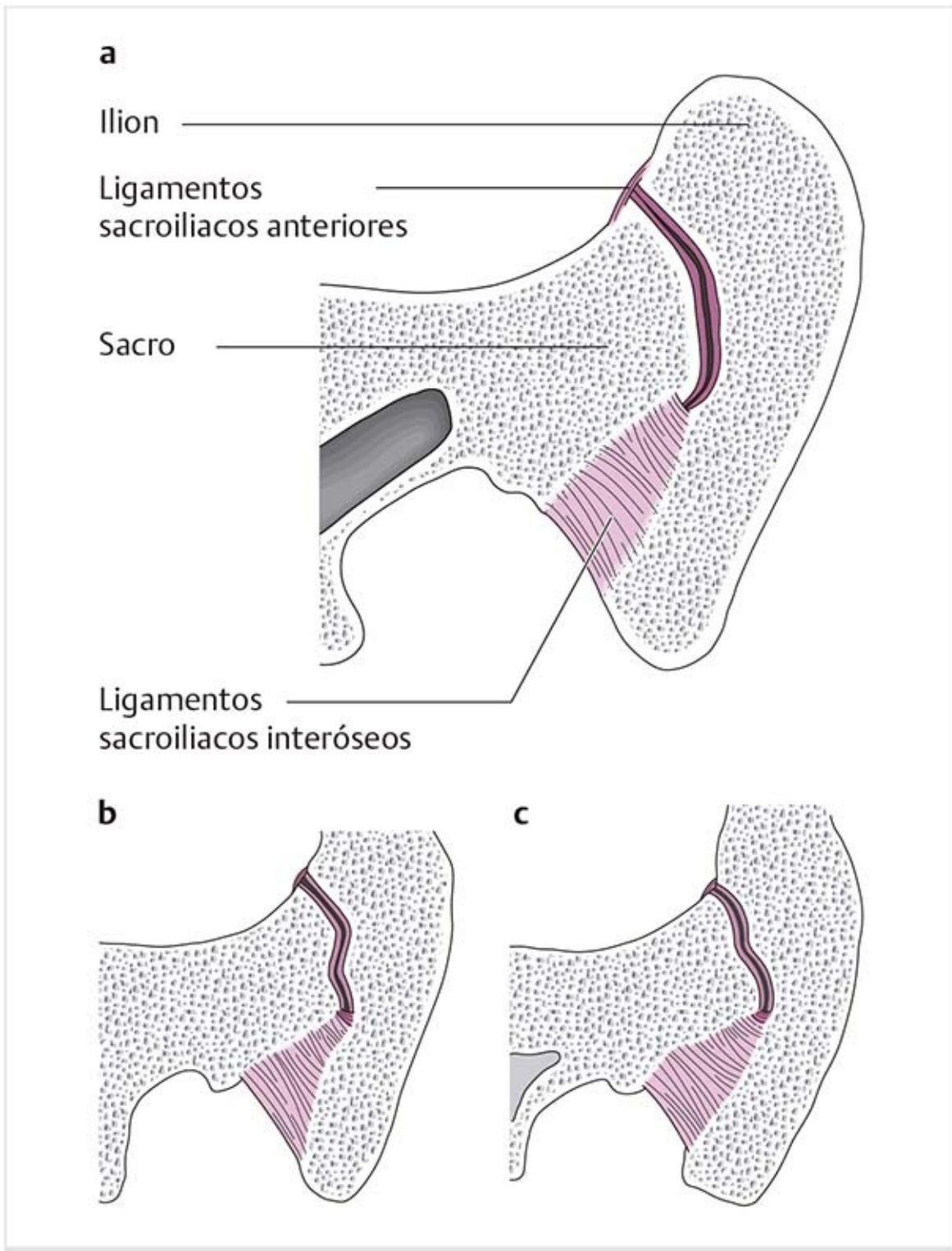
Las **superficies auriculares** del sacro y el ilion son superficies articulares congruentes con forma de “C” o bumerán. La parte inferior es casi un tercio más larga que la superior. Los extremos de las articulaciones se llaman “polos”.

En los adultos, las superficies articulares se extienden desde la primera hasta la tercera vértebras sacras. La transición, es decir, la desviación entre los polos superior e inferior, se encuentra casi al nivel de la segunda vértebra sacra. En general, las superficies articulares miden 6 a 8 cm de largo y 2 a 3 cm de ancho.

### Posición

Los polos superior e inferior se encuentran en un ángulo de 100° a 120°. La articulación está inclinada de tal manera que el polo superior apunta hacia arriba y el inferior hacia atrás. Kapandji (2008) describió las correlaciones entre la forma de la columna y la forma de la superficie auricular. Una persona con la espalda plana tiene una curvatura menos pronunciada, mientras que cuando existe una curvatura espinal marcada el ángulo puede ser de 90°.

### Forma (figura 8-62)



**Figura 8-62.** Superficies articulares en el corte transversal. **(a)** Porción superior. **(b)** Porción media. **(c)** Porción inferior.

Las superficies articulares son irregulares, con muchos surcos y protuberancias de características variables. Al corte transversal, las superficies articulares del sacro muestran una elevación en la región superior, un cambio entre depresión y elevación en la sección media y una depresión en la parte media de la sección inferior.

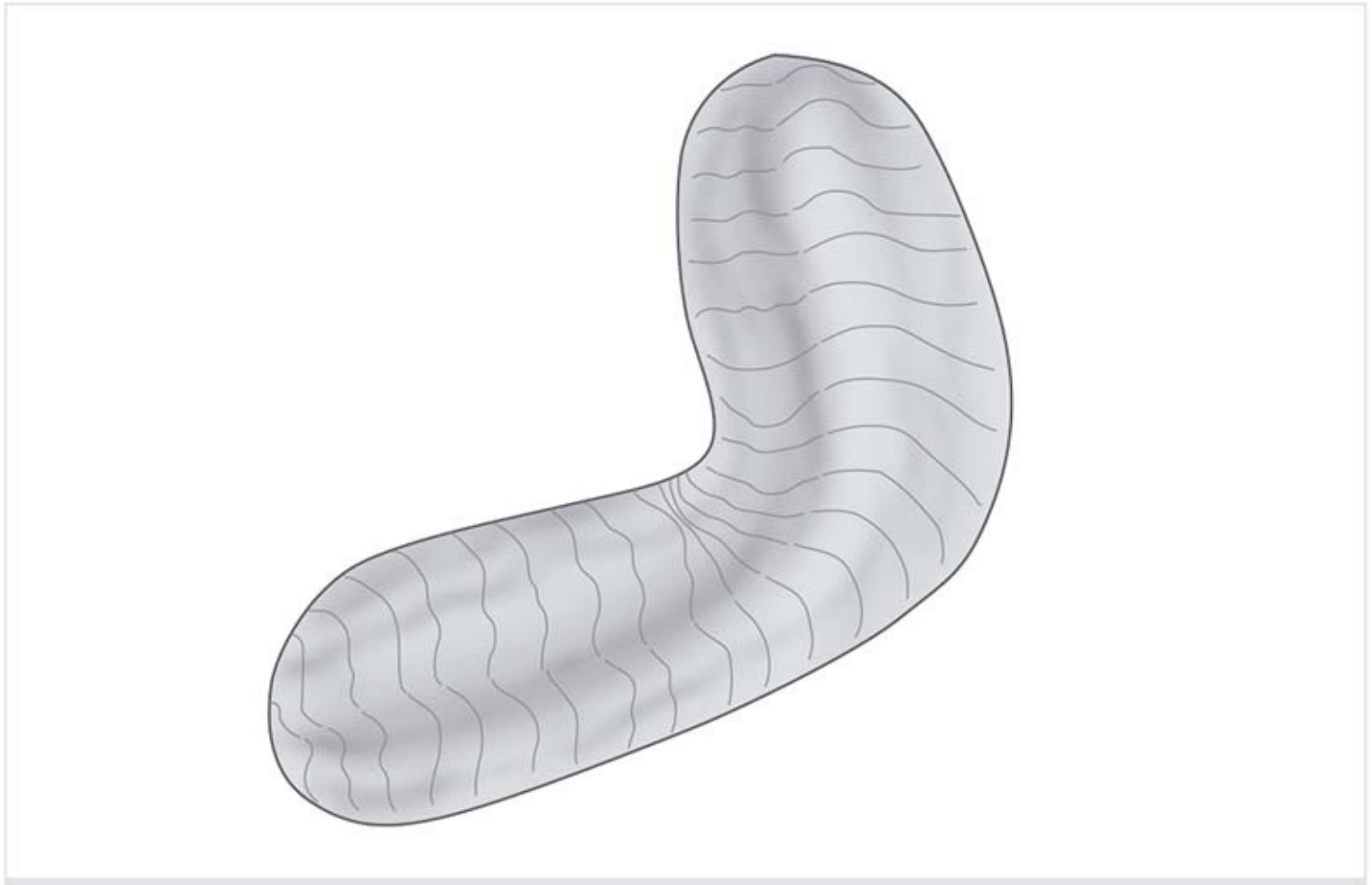
La capa de cartílago hialino es más gruesa en el lado sacro que en el ilial.

La articulación se fija y adquiere su forma real sólo después de los 12 a 13 años de edad. Antes de eso, la superficie articular es plana.

### **Diferencias en las superficies articulares en varones y mujeres**

En los varones existen muchas hendiduras y abultamientos distintivos. Esto significa que se requiere

mucha fuerza para mover las superficies articulares una contra la otra. Por lo tanto, la articulación es muy estable y tiene poca movilidad. Este tipo de cierre articular se denomina **cierre por forma** (figura 8-63).



**Figura 8-63.** Superficie articular en los varones.

En las mujeres hay menos abultamientos y surcos distintivos. En este caso, la incrustación del sacro en el anillo pélvico y el aparato ligamentoso y muscular participa en la estabilización de la articulación. Este tipo de cierre articular se llama **cierre por fuerza**. La movilidad de esta articulación es adecuada.

### Consejo práctico

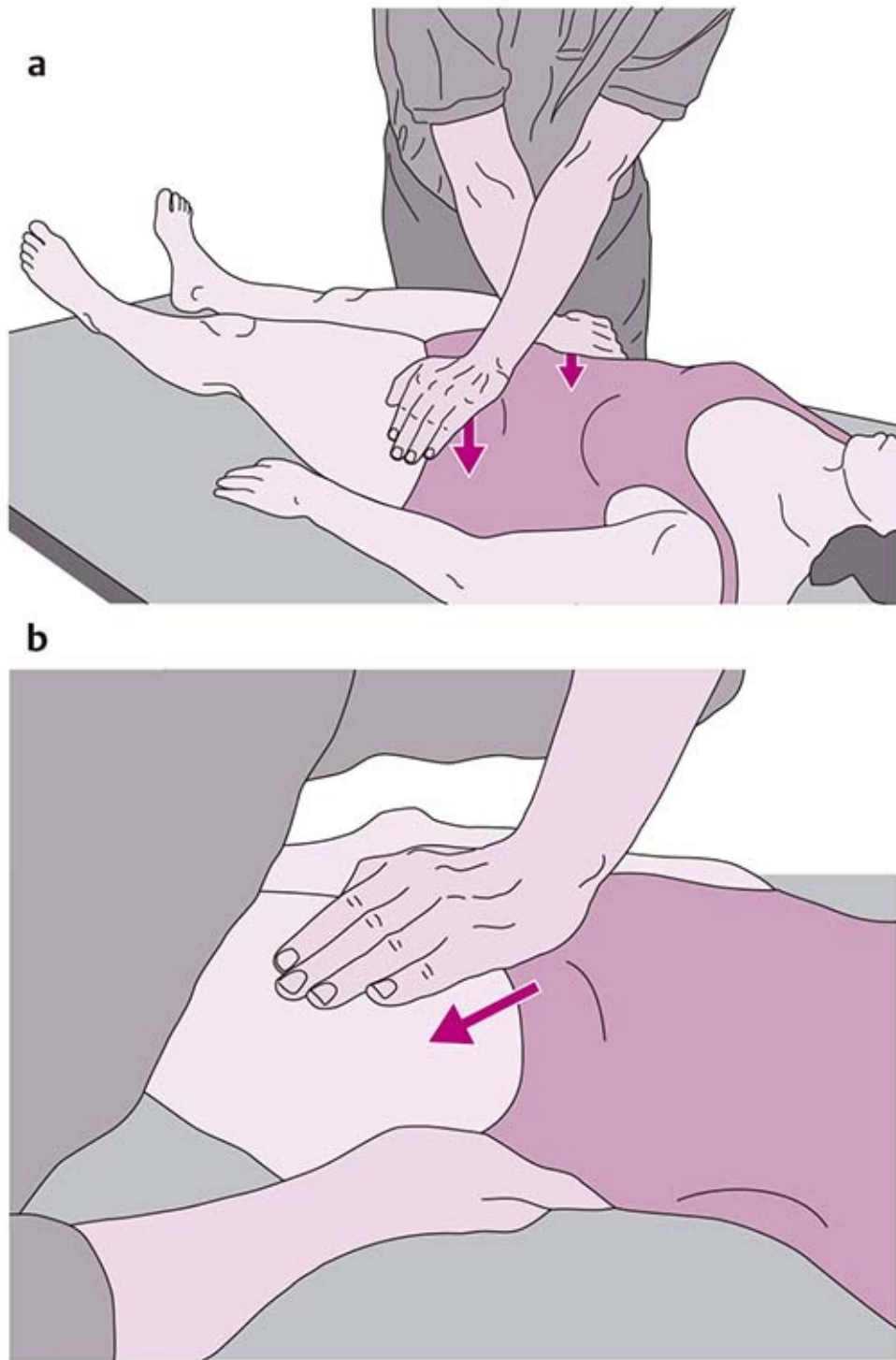
#### Provocación de la articulación (figura 8-64a)

Las pruebas de provocación de dolor tienen un papel muy significativo en el diagnóstico. Para aplicar presión uniforme sobre la articulación, se coloca al paciente en posición supina y se aplica y mantiene presión uniforme en las EIAS con las palmas y los brazos cruzados. La reproducción del dolor descrito por el paciente indica un trastorno en la ASI, lo cual debe confirmarse con otras pruebas de provocación.

#### Liberación de la articulación (figura 8-64b)

Para lograr la liberación simétrica de todas las partes de la articulación debe colocarse una mano en la parte anterior sobre la EIAS y los dedos de la otra mano en el surco sacro. Hay que mantener una presión ligera lateral hasta que pueda sentirse que la articulación cede; es decir, que hay un desplazamiento lateral.





**Figura 8-64. (a) Provocación de la articulación sacroiliaca. (b) Liberación de la articulación sacroiliaca.**

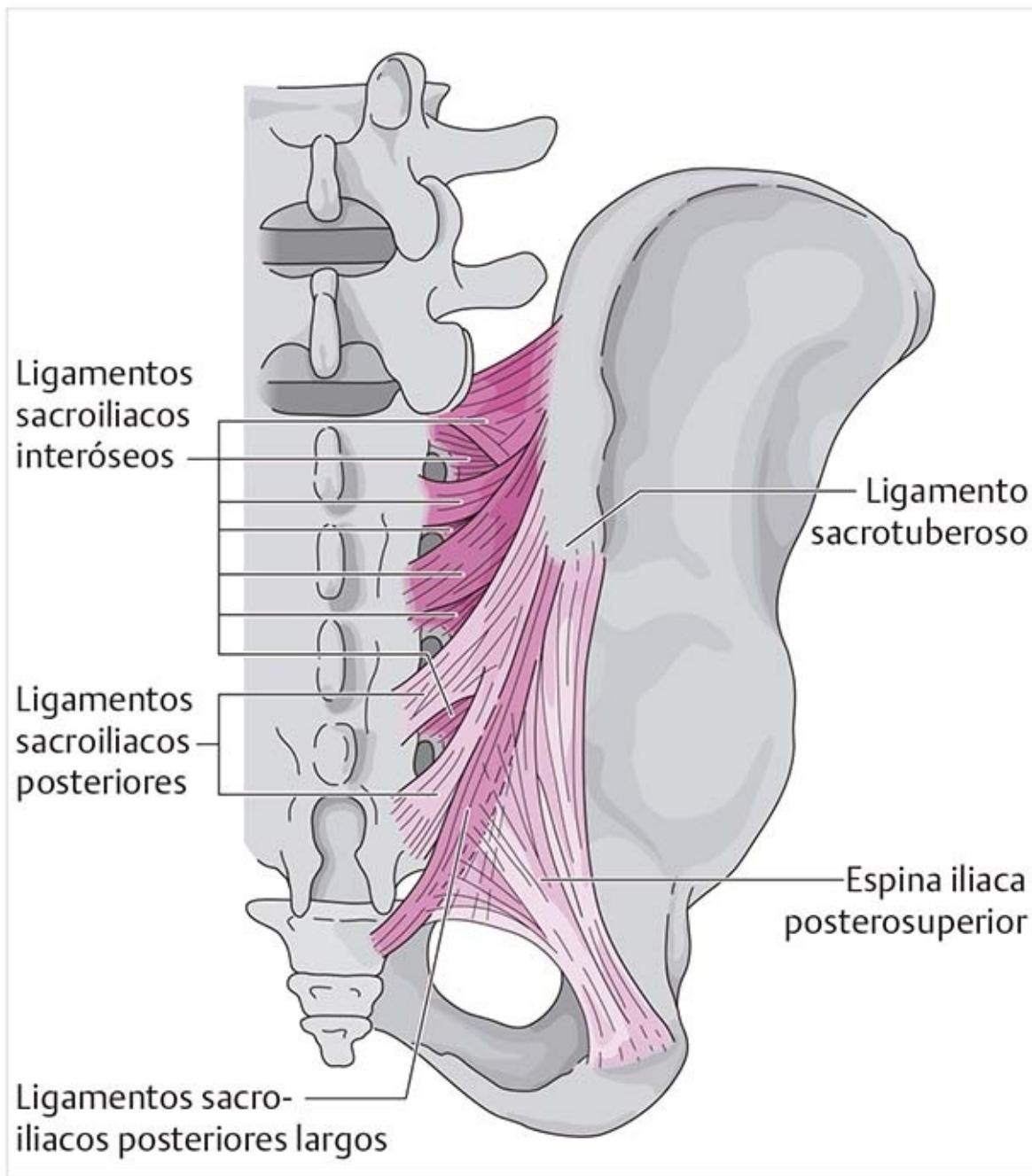
## 8.4.2 Cápsula articular

La cápsula articular se une con la interfaz hueso-cartílago sin que se forme algún receso significativo. Los ligamentos sacroiliacos anterior e interóseo se fusionan con la capa fibrosa.

## 8.4.3 Ligamentos

Además de los factores mencionados antes, la incrustación del sacro y la construcción especial de la interfaz articular, un extenso sistema de ligamentos garantiza la estabilidad de la articulación.

### **Ligamentos sacroiliacos posteriores (figura 8-65)**



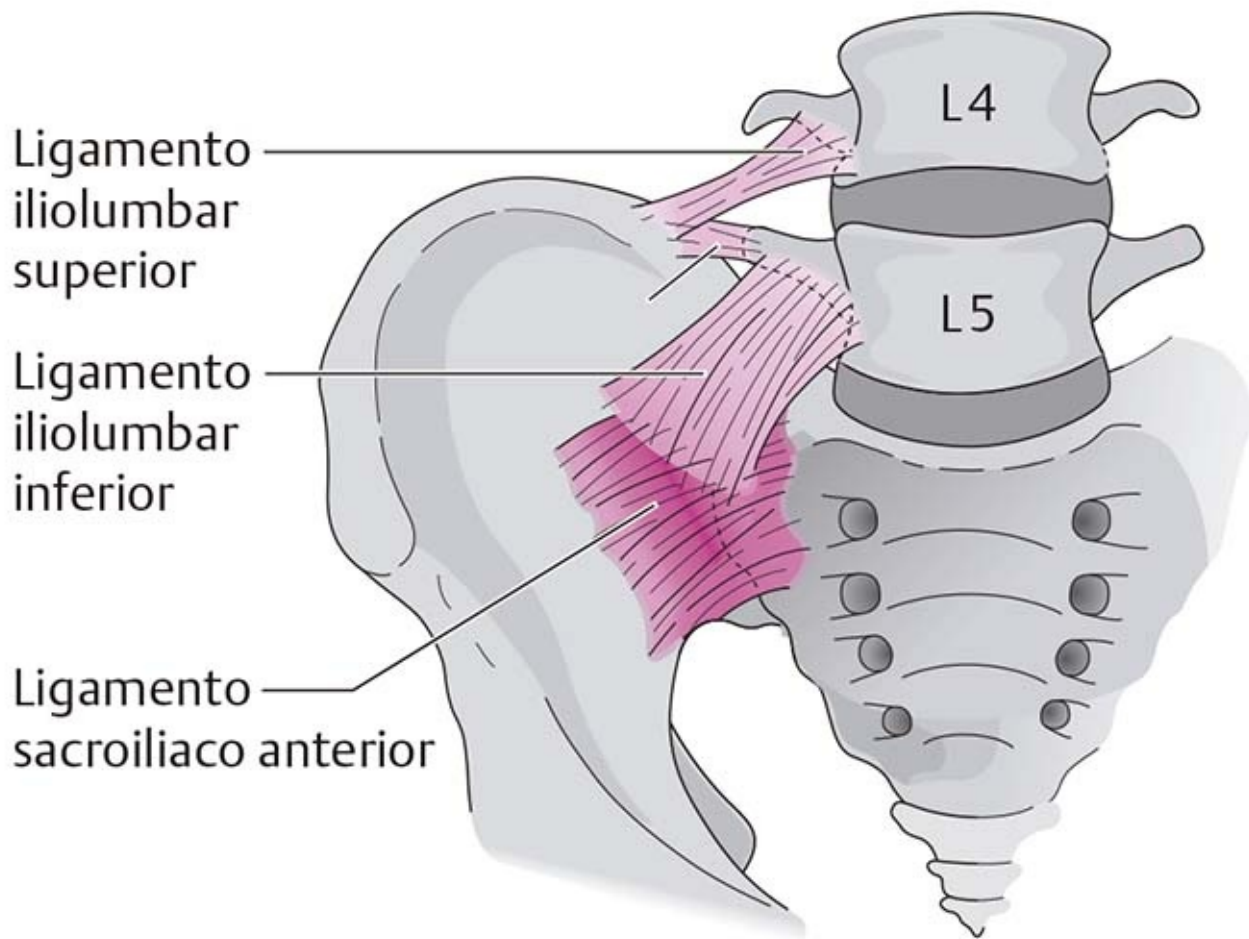
**Figura 8-65.** Ligamentos sacroiliacos posteriores e interóseos.

El ilion y el sacro se unen mediante bandas fibrosas, unas cortas y gruesas, otras largas. Entre éstas pueden distinguirse varios haces de fibras oblicuas. Las fibras más largas que llegan a la parte inferior son los **ligamentos sacroiliacos posteriores largos**. Éstos pasan y se unen al ligamento sacrotuberoso y al sistema ligamentoso del cóccix.

### **Ligamentos sacroiliacos interóseos (figura 8-65)**

Estos ligamentos consisten en haces de fibras cortas que se conectan con la cápsula articular de la ASI y llenan el surco sacro. Son muy densas en la parte superior de la articulación.

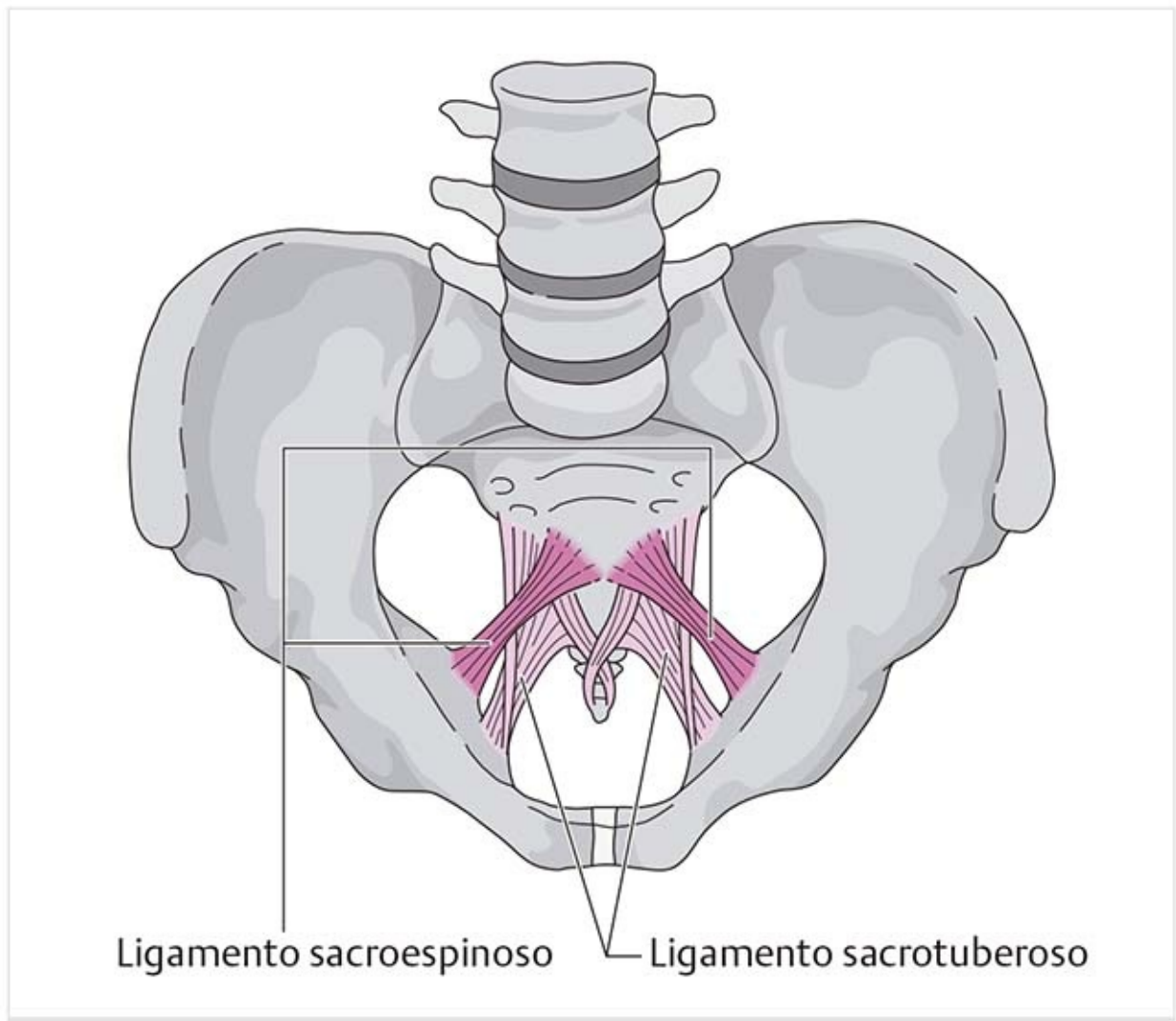
### **Ligamentos sacroiliacos anteriores (figura 8-66)**



**Figura 8-66.** Ligamentos sacroiliacos anteriores.

Los ligamentos anteriores son muy delgados y se entrelazan con la cápsula. Discurren al nivel del primero al tercer orificios sacros anteriores, desde la superficie sacropélvica del ilion hasta el sacro. Las fibras siguen dos direcciones distintas: anterosuperior y anteroinferior. En la región superior se entrelazan con el ligamento iliolumbar.

### **Ligamento sacroespinoso (figura 8-67)**

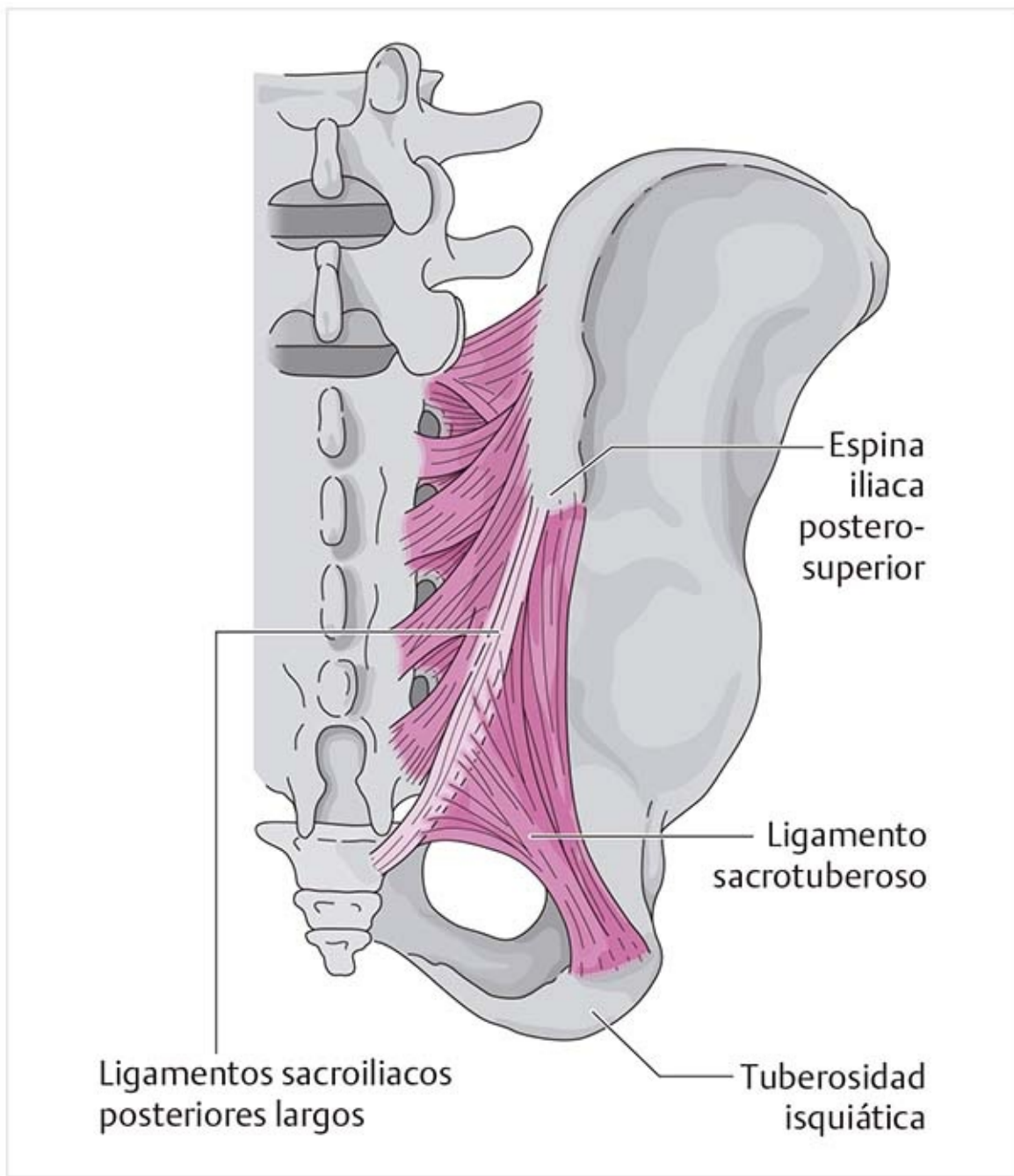


**Figura 8-67.** Ligamentos sacroespinoso y sacrotuberoso (vistos desde adelante y arriba).

Este ligamento se origina en la cara inferolateral de la superficie pélvica del sacro y la base del cóccix, y se inserta en la espina isquiática. Cruza sobre el ligamento sacrotuberoso en la región superior y se conecta con éste en este punto.

El ligamento sacroespinoso forma el orificio ciático mayor con la hendidura ciática mayor. El orificio ciático menor, por el que pasan el nervio pudendo y el tendón del obturador interno, se encuentra en un punto más inferior.

### **Ligamento sacrotuberoso (figura 8-68)**



**Figura 8-68.** Ligamento sacrotuberoso.

Este ligamento tiene forma triangular. Contiene fibras largas que se entrelazan con el ligamento sacroiliaco posterior largo y así forma una conexión de la EIPS con la tuberosidad isquiática y el vértice posterior del sacro. Las fibras cortas discurren de la parte posterior del vértice del sacro, de la parte lateral del sacro y del cóccix a la tuberosidad isquiática y la rama del isquion. De esta manera, el ligamento rota sobre su propio eje. Los ligamentos derecho e izquierdo rodean al cóccix como lo haría una corbata.

El ligamento forma el orificio ciático menor y cruza bajo el ligamento sacroespinoso. Algunas fibras del músculo bíceps femoral entran a este ligamento desde abajo. La aponeurosis del músculo piriforme también se entrelaza con las partes superiores del ligamento. El ligamento tiene un papel importante en la estabilización y movilidad de la ASI.

### **Ligamento iliolumbar**

Este ligamento es la continuación de los ligamentos sacroiliacos anteriores en la parte superior y fija la quinta vértebra lumbar al ilion.

► Véase la sección 7.4, Ligamentos de la columna lumbar, y la figura 7-33.

### Función de los ligamentos

Estabilizan la ASI y enlentecen sus movimientos. Por ejemplo, los ligamentos sacrotuberosos y sacroespinosos son importantes para hacer más lenta la nutación.

► Véase la sección 8.4.6, Ejes de movimiento.

<b>Patología</b>
La posición anormal del ilion o el sacro produce una carga prolongada en las estructuras ligamentosas porque las mantiene a tensión. Por ejemplo, si el ligamento sacrotuberoso está muy tenso, afecta la movilidad de la ASI. Puede haber una reducción del movimiento del lado afectado hasta del 40%.
<b>Consejo práctico</b>
<b>Pruebas de provocación ligamentosa (figura 8-69)</b> Para evaluar los ligamentos se coloca al paciente en posición supina. Con la pierna del paciente flexionada, se aplica tensión a los ligamentos mediante empujes sobre el eje longitudinal del muslo en varias posiciones de la articulación de la cadera de la siguiente manera: La rodilla hacia la articulación de la cadera contraria: ligamento iliolumbar. La rodilla hacia el hombro ipsolateral: ligamento sacrotuberoso. La rodilla hacia el hombro contralateral: ligamentos sacroiliaco posterior y sacroespinoso. Se recomienda mantener la posición de estiramiento 5 a 10 segundos y los ligamentos deben palparse al mismo tiempo.

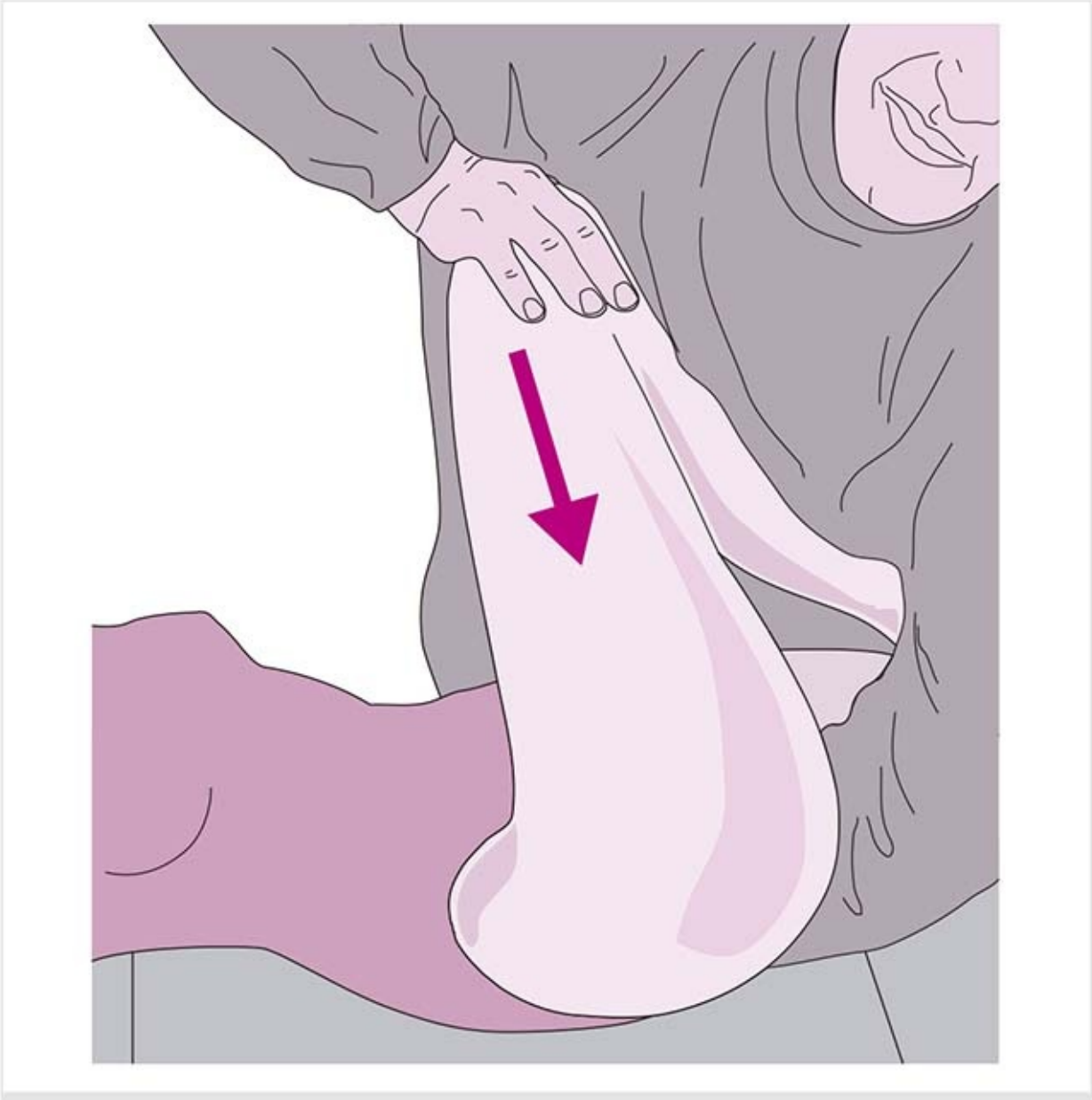


Figura 8-69. Prueba de provocación para el ligamento iliolumbar.

### 8.4.4 Suministro vascular

## Suministro arterial (figura 8-70)

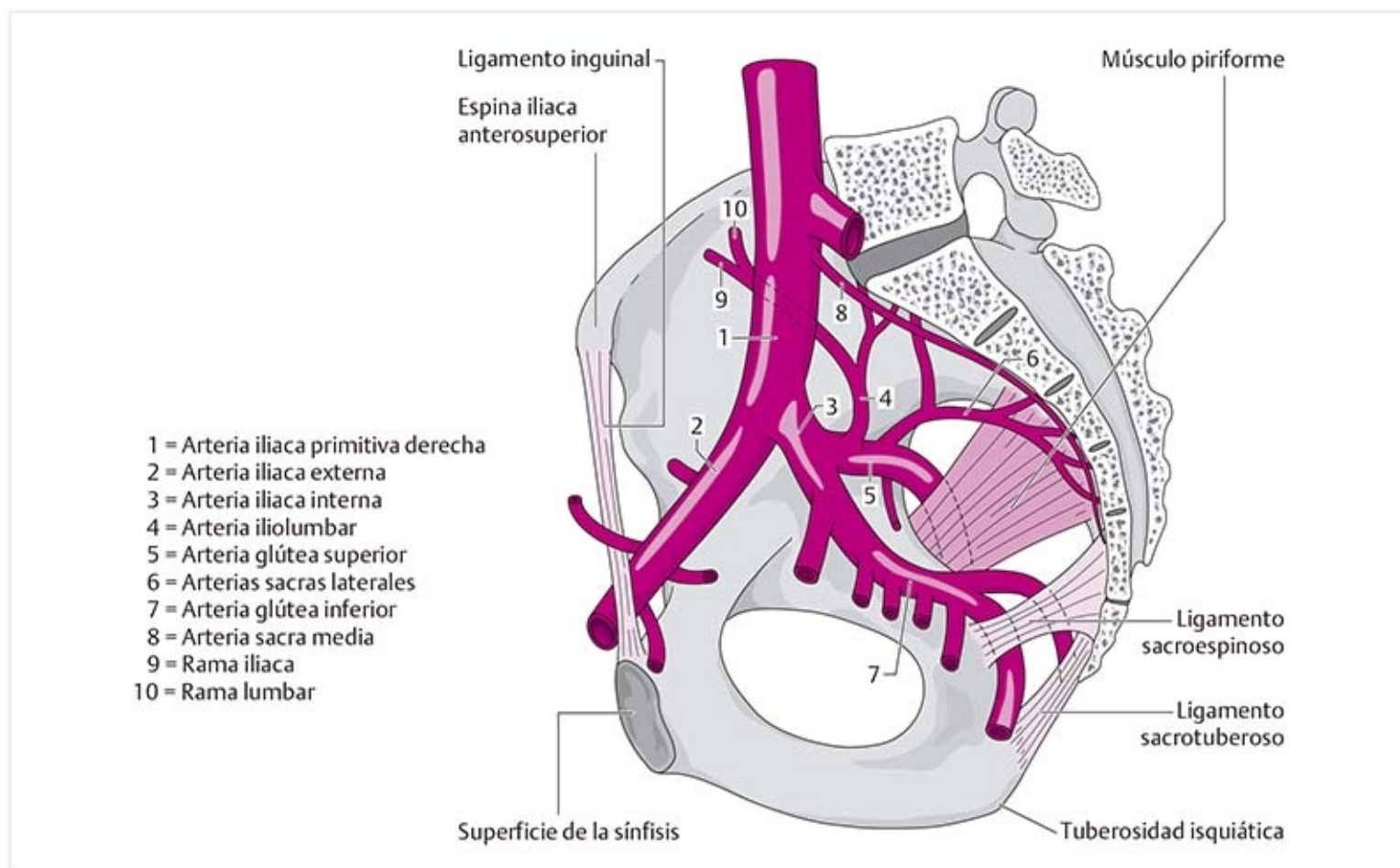


Figura 8-70. Suministro arterial de la pelvis.

La ASI está irrigada por varias arterias. Todas forman anastomosis, razón por la cual hay muy pocas arterias terminales.

### **Arteria iliaca interna**

- Esta arteria nace de la arteria iliaca primitiva al nivel de S1-S2.
- Emite ramas para la ASI, sobre todo para la parte intermedia de la articulación.
- Continúa a la pelvis menor y se divide en ramas para los órganos y otras estructuras.

### **Arteria iliolumbar**

- Se origina en la arteria iliaca interna.
- Continúa en dirección posterior hasta el músculo psoas mayor y lo irriga, así como a otros músculos de la zona.
- Irriga el último segmento de movimiento (L5/S1) a través de la rama lumbar y proyecta ramas a la parte anteriosuperior de la ASI.
- La rama iliaca irriga a los músculos iliaco y glúteo.

### **Arteria glútea superior**

- Esta es una arteria terminal de la arteria iliaca interna.
- Irriga las partes posterolateral y anteroinferior de la ASI con unas cuantas ramas.
- Pasa por el orificio del suprapiriforme.
- La arteria se divide en ramas para los músculos glúteos.

### **Arteria sacra lateral**

- Surge de la arteria iliaca interna.
- Irriga las partes media e inferior de la ASI.
- Forma anastomosis con la arteria sacra mediana, que es rama directa de la aorta al nivel de L4.
- Discurre por el orificio sacro anterior, irriga a éste y al canal sacro.

### **Sistema venoso**

Las arterias se acompañan de las venas del mismo nombre. El sistema venoso drena el canal sacro, los órganos de la pelvis menor, la ASI y otras estructuras que se hallan en la proximidad inmediata. Algunas venas de la región pélvica no tienen válvulas.

### **8.4.5 Inervación**

La articulación recibe su inervación sobre todo de la raíz nerviosa S1 y quizá también de S2. Además, el nervio glúteo superior (L4-L5) proporciona algunas ramas para la articulación.

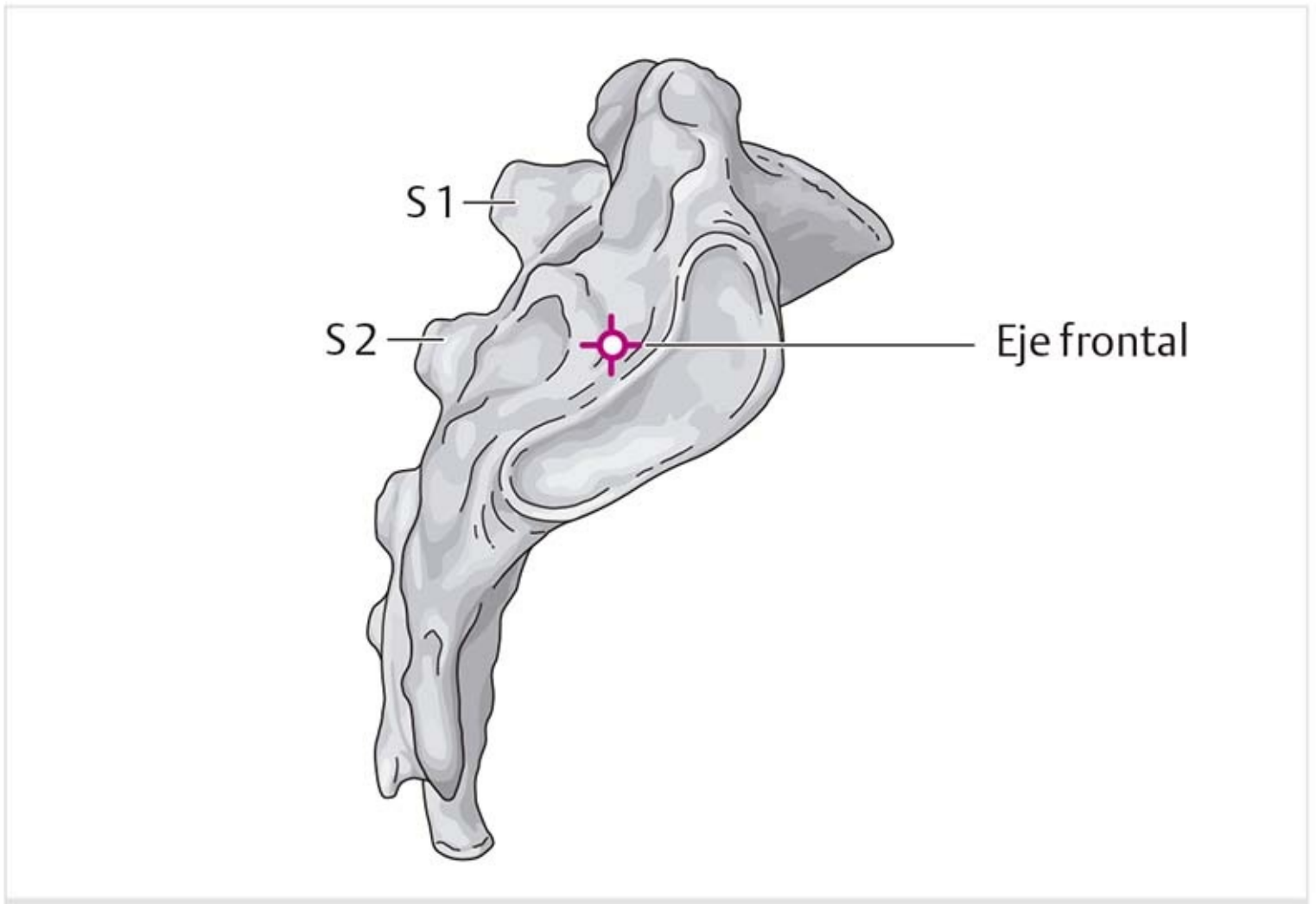
Las ramas posteriores de S2 y S3 emiten ramas a los ligamentos sacroiliacos posteriores. Algunas ramas continúan hasta el origen del músculo glúteo mayor. Los segmentos S3-S4 inervan los ligamentos sacrotuberosos y sacroespinosos. Fortin et al. (1999) describieron muchas fibras gruesas mielinizadas, lo que representa una gran densidad de receptores en el aparato cápsula-ligamento.

### **8.4.6 Ejes de movimiento**

Existen muchas afirmaciones diferentes sobre la localización de los ejes de movimiento. La mayoría de los autores describe que el punto de intersección de todos los ejes se encuentra en el nivel S2, en la región del ligamento sacroiliaco interóseo, o justo posterior a la desviación en los polos articulares a ambos lados.

### **Eje frontal (eje frontotransversal, figura 8-71)**

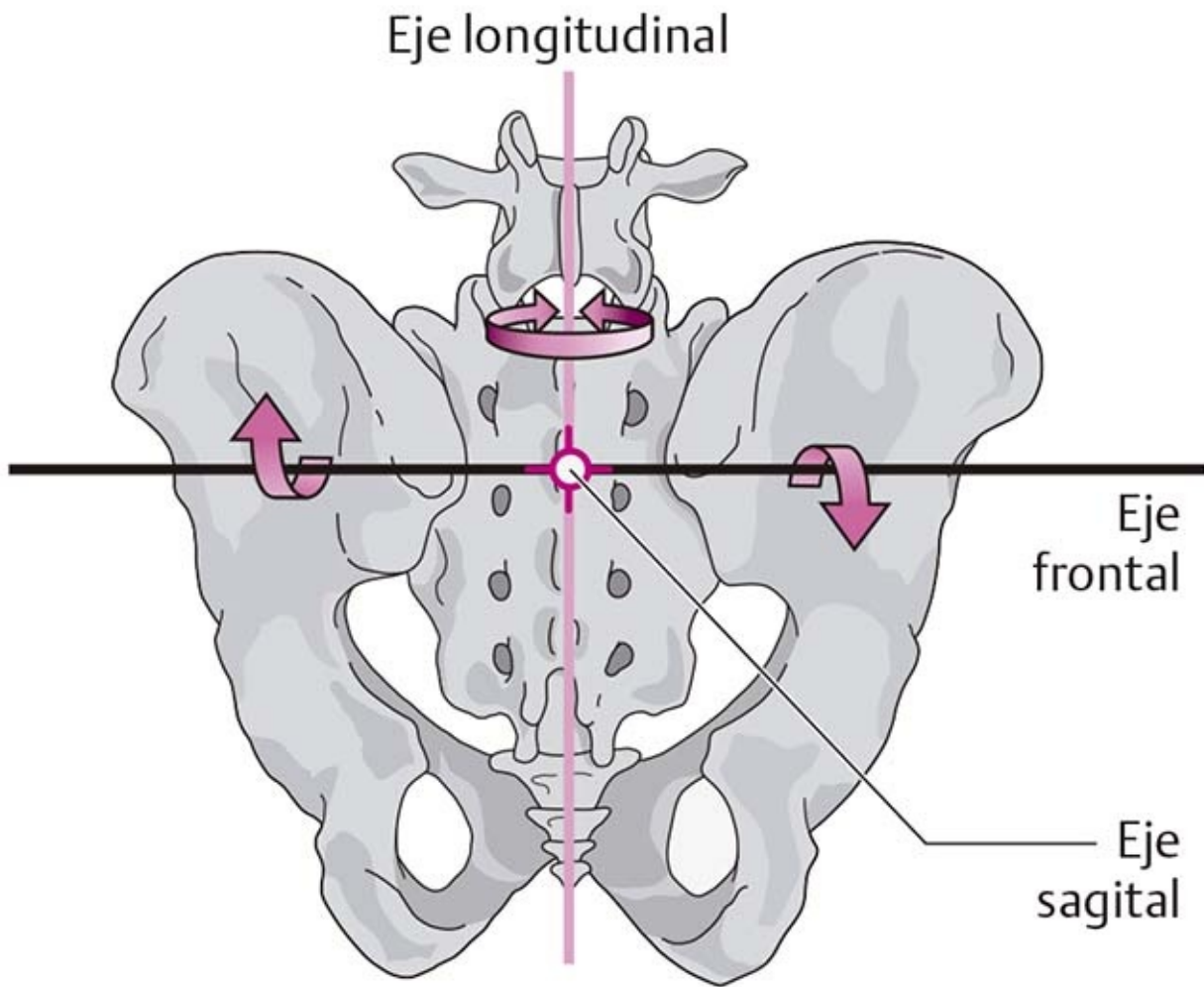




**Figura 8-71.** Eje frontal de movimiento.

Este eje discurre en dirección horizontal al nivel de S2. La nutación y la contranutación, también llamadas flexión y extensión, se producen sobre este eje.

**Ejes longitudinales (figura 8-72)**

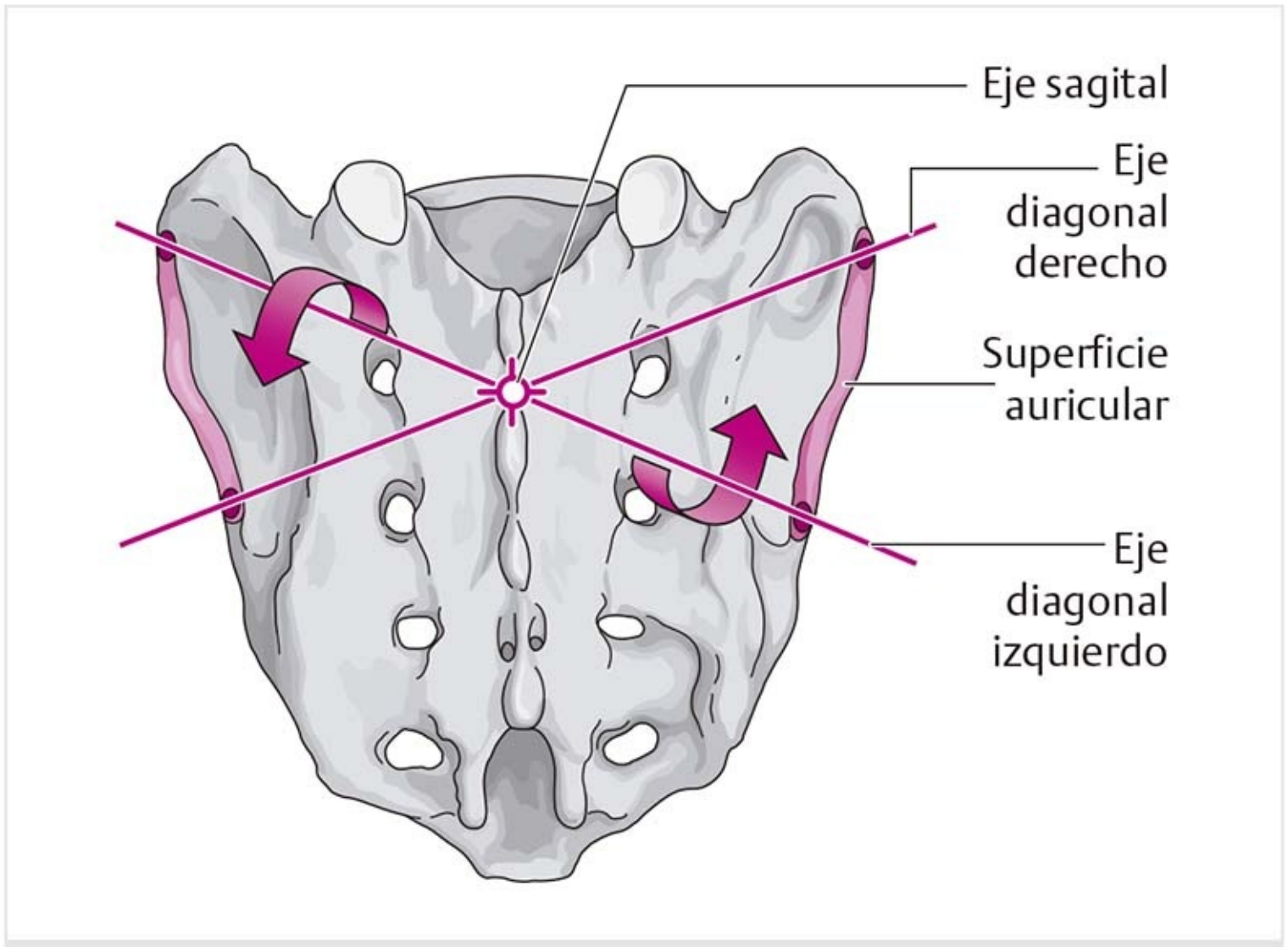


**Figura 8-72.** Ejes longitudinal, frontal y sagital.

Durante la marcha, el sacro gira alrededor de este eje, que se extiende en dirección vertical en posición de pie y divide al sacro en mitades derecha e izquierda. Se produce un movimiento de rotación, aunque sólo es mínimo.

Dos ejes longitudinales más pasan por las ASI.

**Ejes diagonales (figura 8-73)**



**Figura 8-73.** Ejes diagonal y sagital.

Además de los ejes horizontales, Greenman (2004) describió dos ejes diagonales que se extienden a través del sacro y se conocen también como ejes de torsión. El eje derecho discurre del polo superior derecho al polo inferior izquierdo; es decir, de derecha superior y anterior a izquierda inferior y posterior. El eje izquierdo se proyecta del polo superior izquierdo al polo inferior derecho. El movimiento de torsión que ocurre durante la marcha se produce sobre estos ejes.

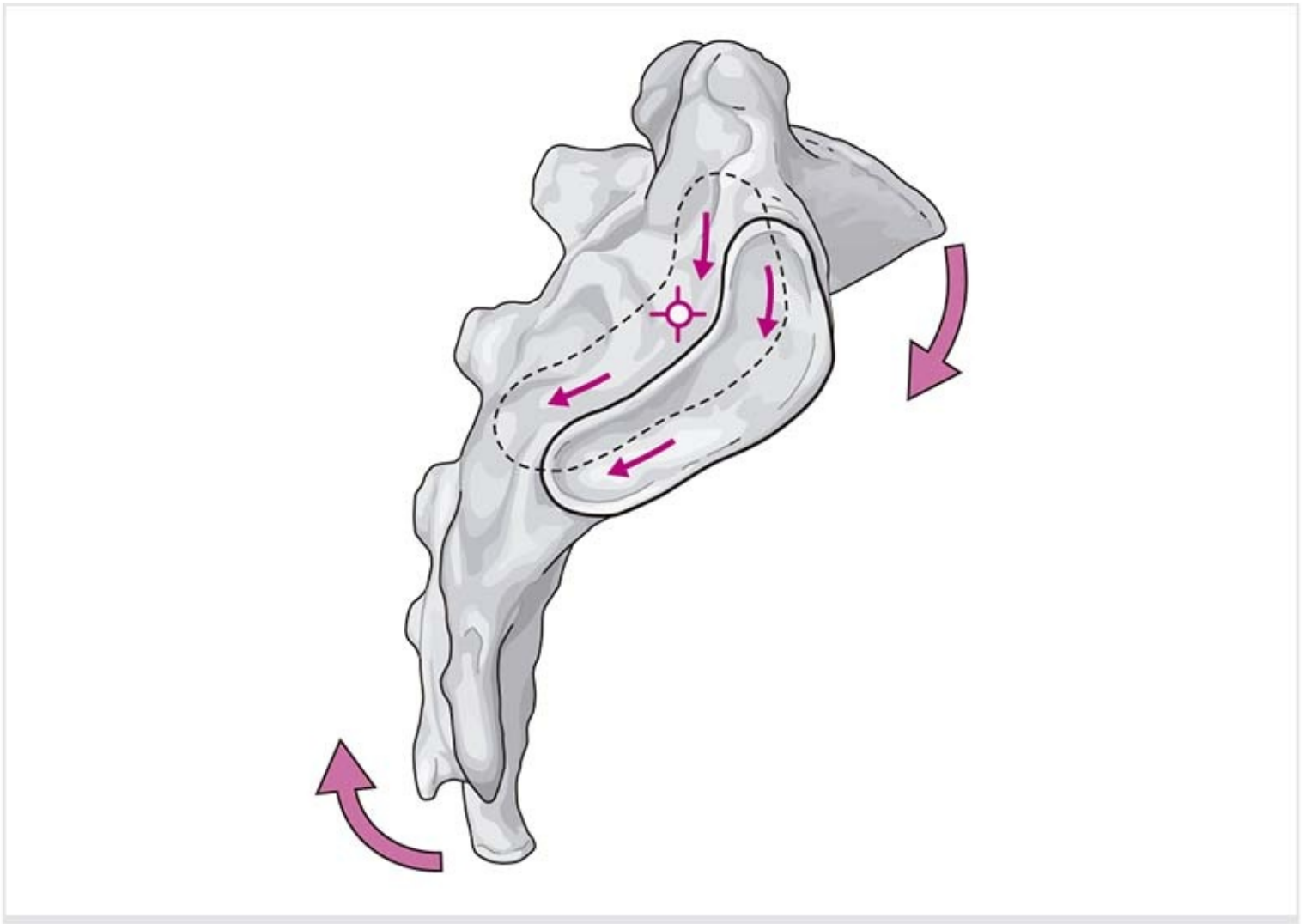
### **Eje sagital (eje sagitotransversal, figura 8-73)**

Este eje se extiende en sentido anterior a posterior a través de S2 y es el punto de intersección de la mayoría de los ejes. El sacro se balancea alrededor de este eje. Es un eje sobre el cual puede haber desviaciones de deflexión lateral. De esta manera, por ejemplo, el lado derecho de la base del sacro puede estar más alto en la parte posterior con respecto al lado izquierdo.

## **8.4.7 Movimientos**

### **Nutación**

#### **Movimientos que incluyen al sacro (figura 8-74)**



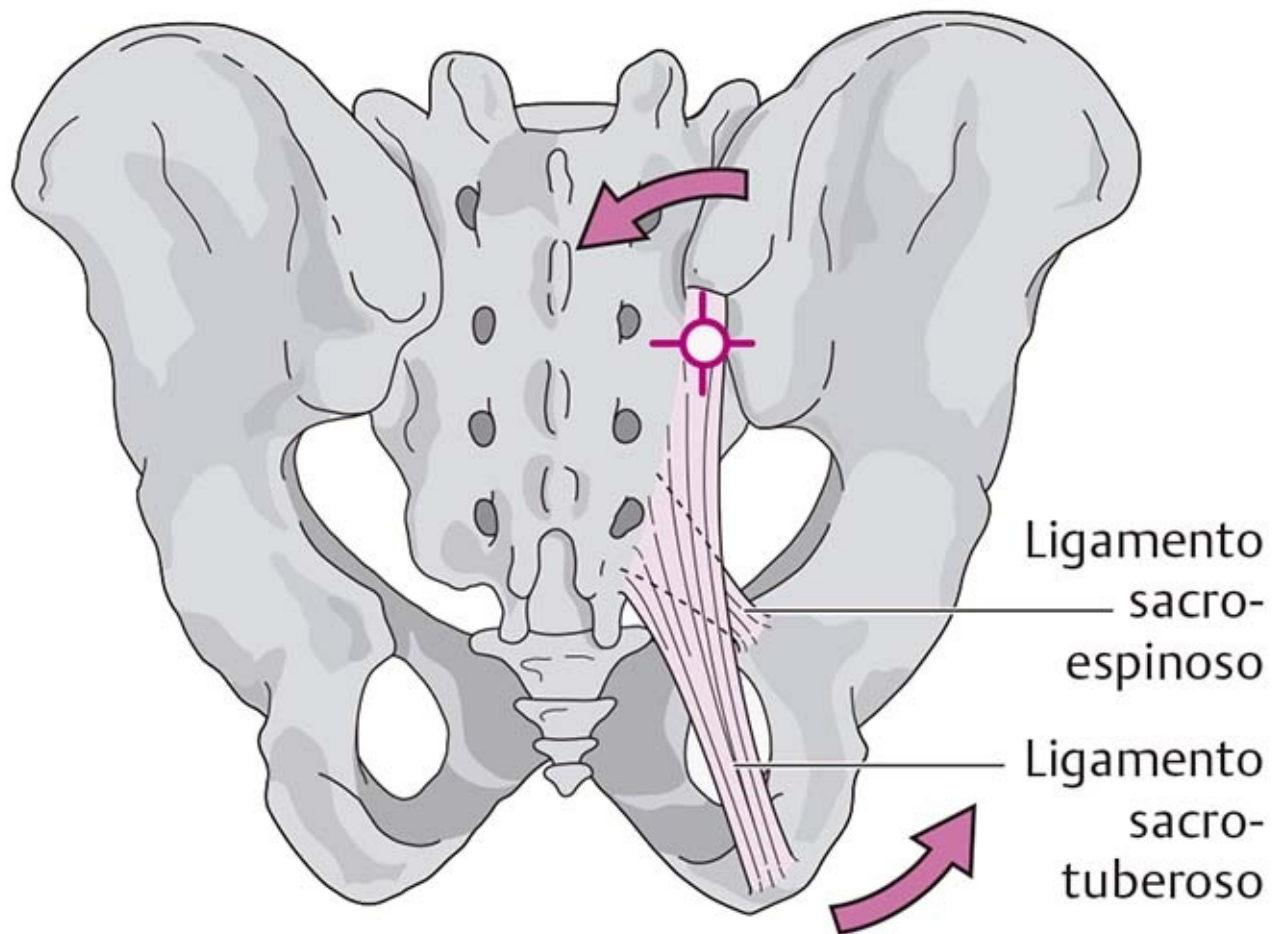
**Figura 8-74.** Nutación del sacro.

El promontorio se desvía hacia delante y abajo, y el vértice del sacro se desvía en dirección posterior y superior. En la ASI se produce un movimiento de deslizamiento ligeramente curvado en dirección inferior y posterior.

### ***Movimientos continuos***

Los siguientes movimientos ocurren de manera continua:

- Debido al aumento de la tensión en los ligamentos posteriores superiores, las alas de los íliones convergen, lo que hace que las tuberosidades isquiáticas diverjan (movimiento de cierre) (figura 8-75).



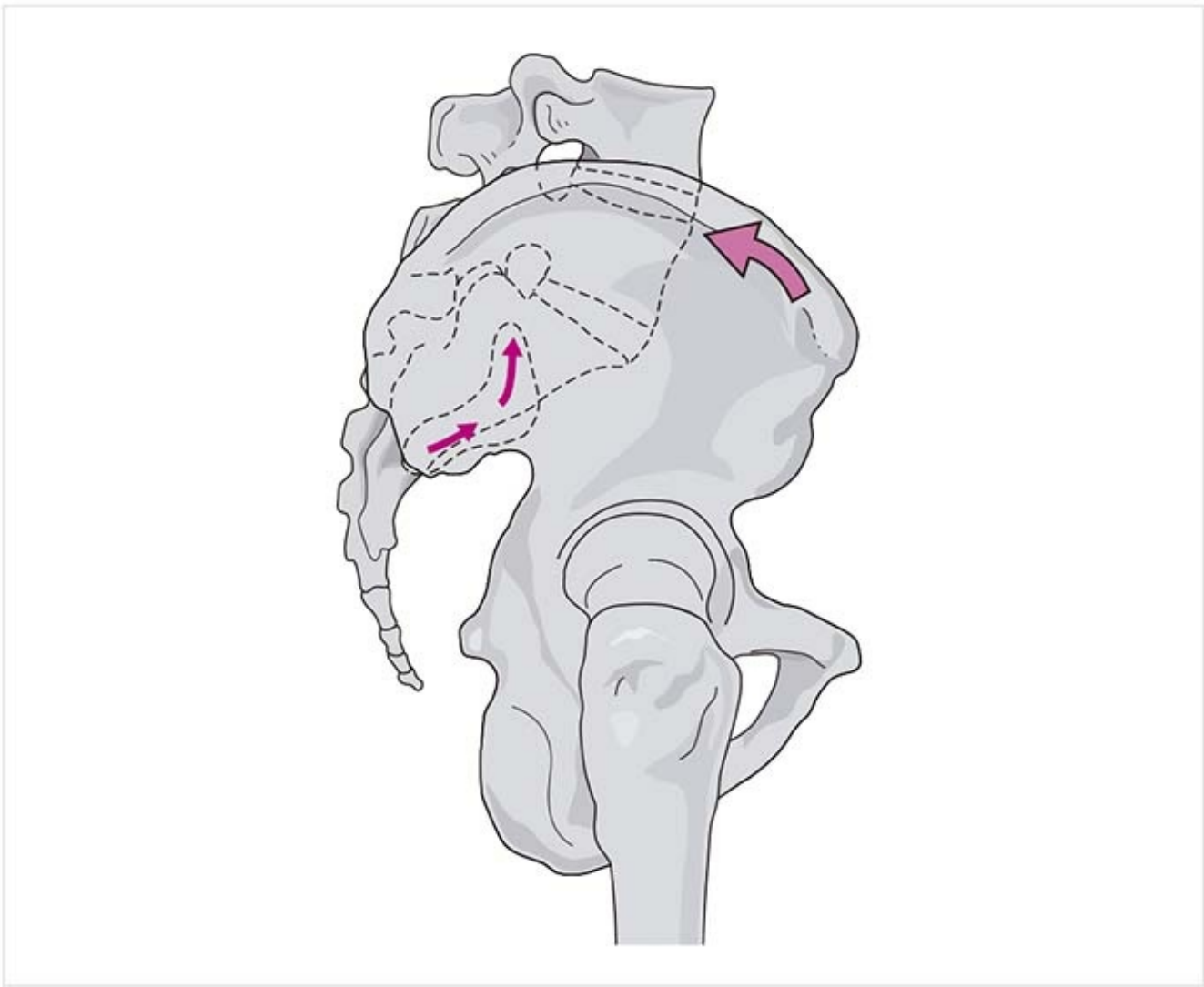
**Figura 8-75.** Cierre del ilion.

- Esto produce hiperlordosis de la columna lumbar.

### ***Factores que limitan el movimiento de nutación***

La nutación se limita por la tensión de los ligamentos sacroespinosos y sacrotuberosos, y partes de los ligamentos sacroiliacos dorsales y ventrales. El movimiento de cierre está limitado por los músculos glúteos medio y menor, así como por los músculos de la corva que discurren en la parte medial.

### **Movimientos que incluyen al ilion (figura 8-76)**



**Figura 8-76.** Nutación del ilion.

El movimiento del ilion corresponde a una extensión de la pelvis en las articulaciones de la cadera. En relación con el sacro, el ilion se mueve en dirección posteroinferior, que es la rotación posterior. En la ASI, el ilion se desliza en sentido anterosuperior con respecto al sacro.

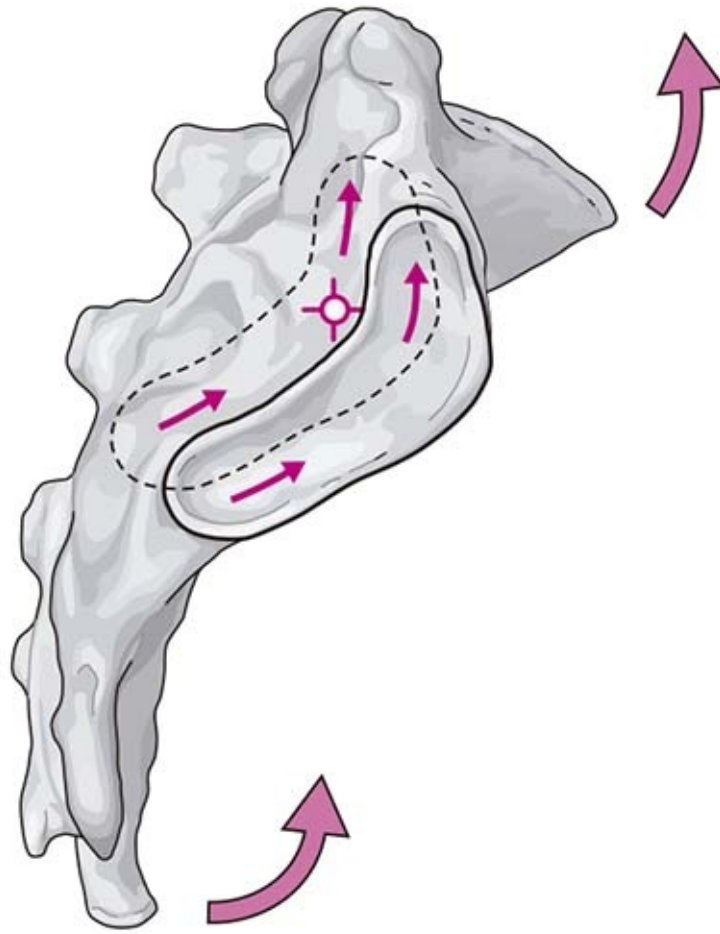
#### Consejo práctico

##### Palpación de los movimientos

Los movimientos del ilion en dirección posterior son fáciles de palpar si se usan las espinas superiores. Los movimientos de cierre pueden percibirse en las tuberosidades, que divergen, y en el borde superior de las crestas, que convergen.

## Contranutación (antinutación)

### Movimientos del sacro (figura 8-77)



**Figura 8-77.** Contranutación del sacro.

El promontorio se desplaza hacia atrás y arriba, y el vértice del sacro se mueve en dirección anterior e inferior. En la ASI ocurre un movimiento deslizante en dirección anterior y superior.

### ***Movimientos continuos***

- Las alas de los íliones divergen mientras las tuberosidades isquiáticas convergen (movimiento de abertura) (figura 8-78).

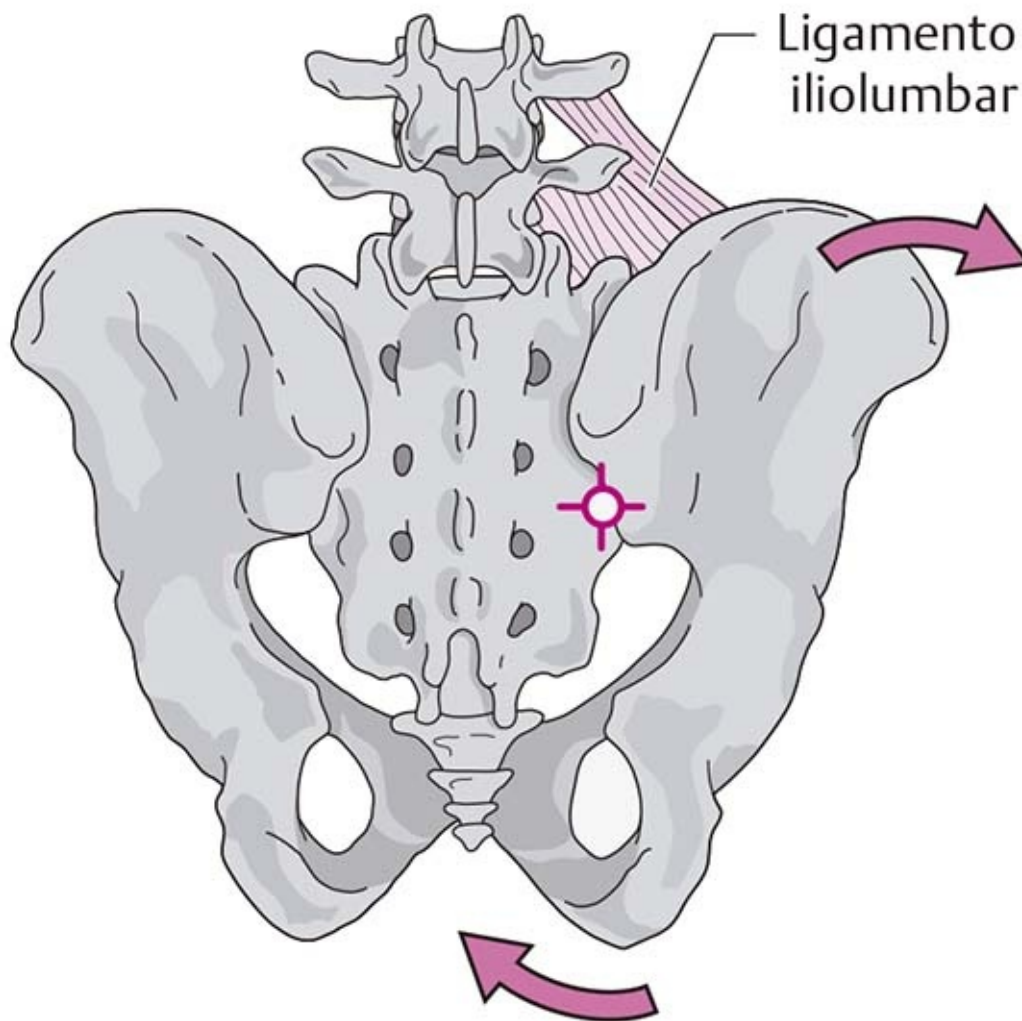


Figura 8-78. Abertura del ilion.

- La lordosis de la columna lumbar disminuye.

### ***Factores que limitan el movimiento de contranutación***

Las partes inferiores de los ligamentos sacroiliacos posteriores y las partes superiores de los ligamentos sacroiliacos anteriores limitan este movimiento.

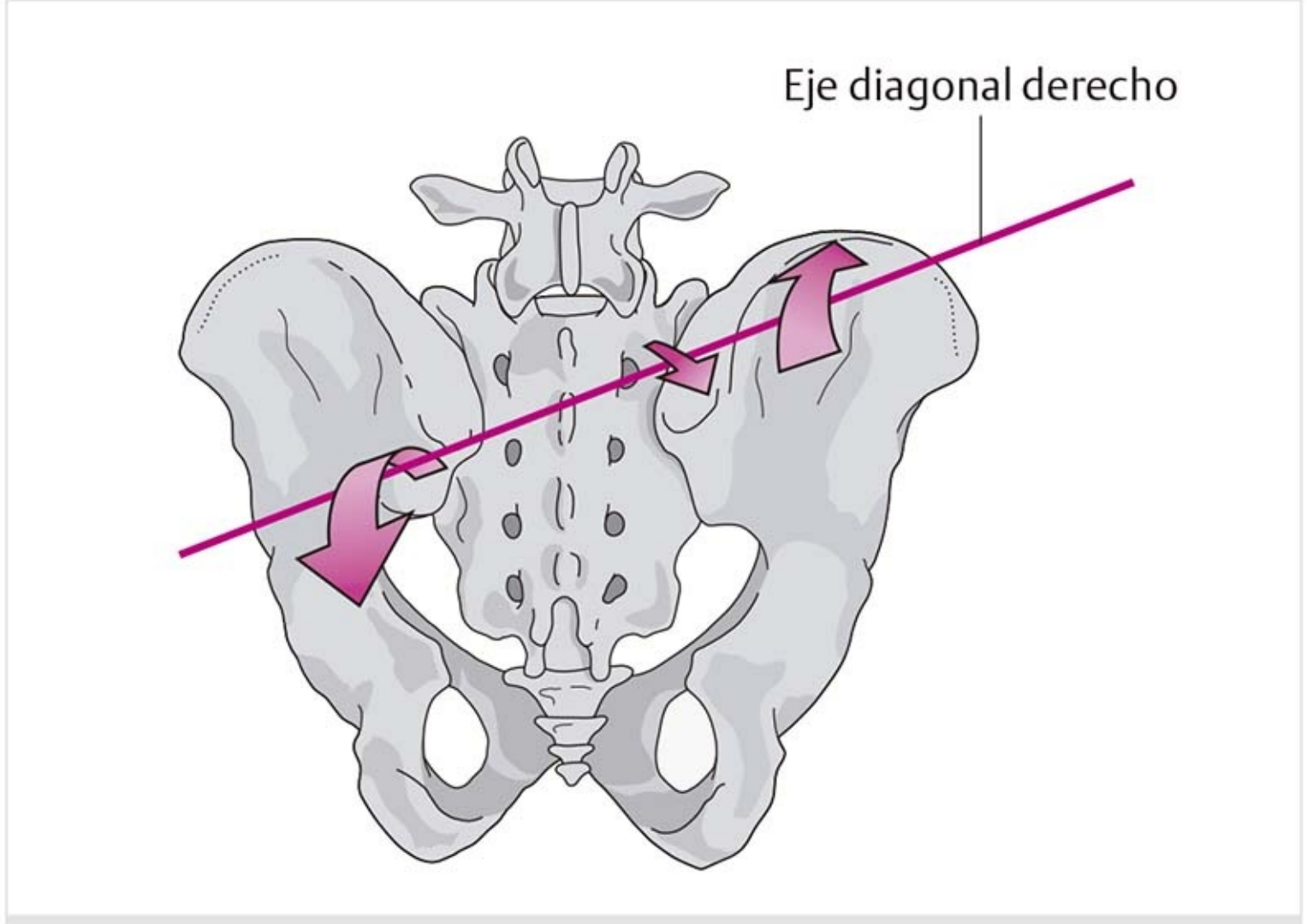
El movimiento de apertura es limitado por el ligamento iliolumbar, los aductores superiores, los rotadores externos y el músculo cuadrado lumbar.

### **Movimientos que incluyen al ilion**

El movimiento del ilion corresponde a la flexión de la pelvis en las articulaciones de las caderas. En relación con el sacro, el ilion se mueve en dirección anteroinferior, que es la rotación anterior. En la ASI, el ilion se desliza en sentido inferior y posterior con respecto al sacro.

### **Torsión (rotación-flexión lateral combinadas) (figura 8-79)**





**Figura 8-79.** Movimientos alrededor del eje diagonal derecho.

El movimiento de torsión se realiza sobre todo durante la marcha. En la fase de marcha o **golpe de talón izquierdo**, el movimiento ocurre alrededor del eje de torsión derecho, el hueso de la cadera izquierda gira en sentido posterior y la derecha en dirección anterior.

Al mismo tiempo, la base del sacro se inclina a la derecha, lo que corresponde a un movimiento combinado de flexión lateral-rotación.

### **Amplitud de movimiento**

La magnitud del movimiento es muy pequeña y existen grandes diferencias individuales. Es en extremo difícil efectuar una medición exacta de esta compleja mezcla de movimientos.

Sin embargo, los movimientos son palpables, por lo que puede presumirse un movimiento aproximado de 2° alrededor de cada eje. No es posible el movimiento activo en esta articulación. La información sobre la ASI puede obtenerse del movimiento continuo, ya sea desde atrás por los movimientos pélvicos y de la extremidad inferior, o desde arriba a través de la columna vertebral.

#### **Patología**

##### **Bloqueo**

Los bloqueos de la ASI pueden tener varias causas, como los trastornos estáticos durante el embarazo y el parto, proyección refleja de los órganos internos o un pie que encuentra un escalón inesperado.

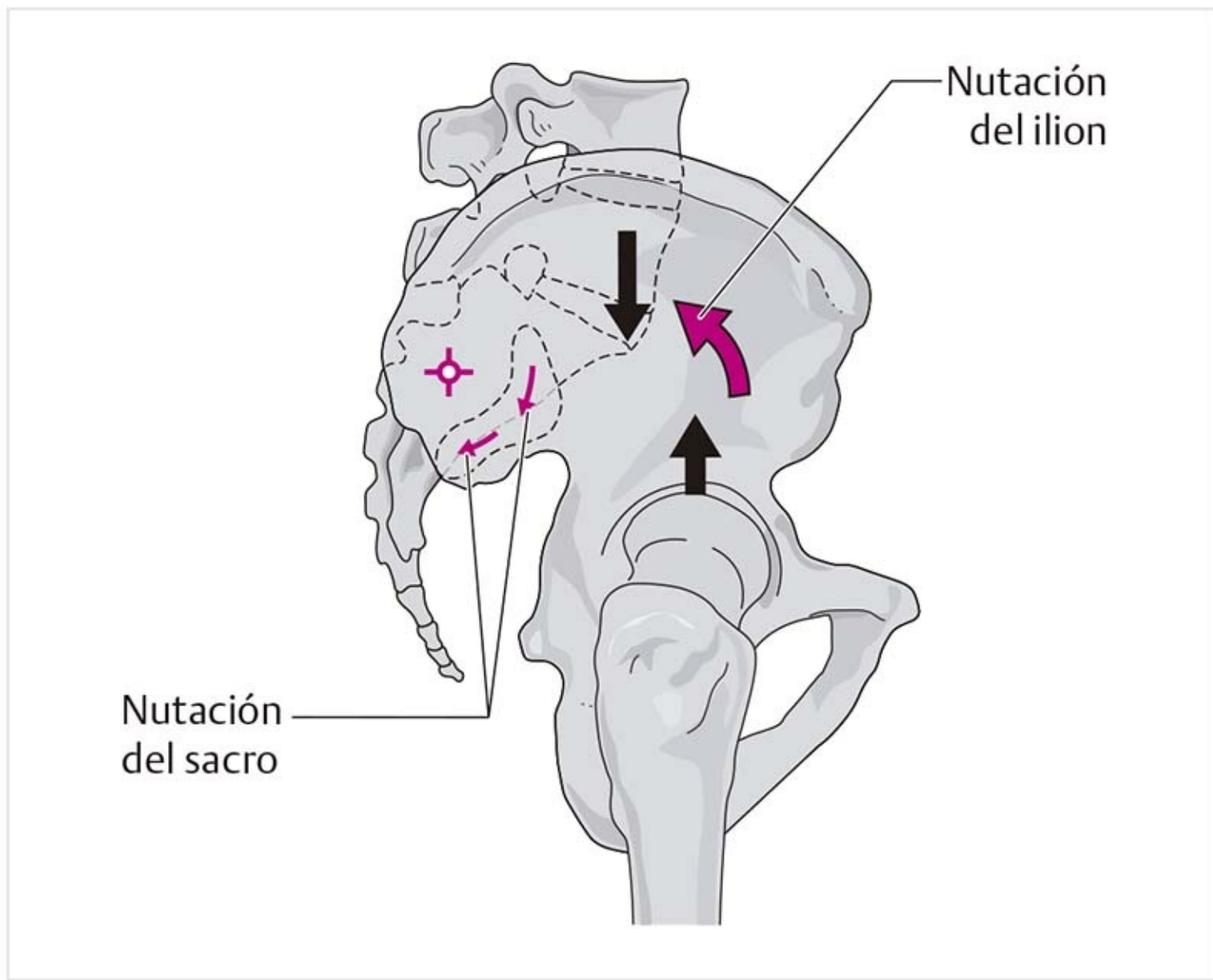
#### **Consejo práctico**

##### **Exploración de la ASI**

En el examen de las ASI como comparación de los lados derecho e izquierdo es importante recordar que son relativamente frecuentes los trastornos articulares asimétricos y por

## Tendencias de movimiento en posición de pie

### Peso en ambas piernas (figura 8-80)

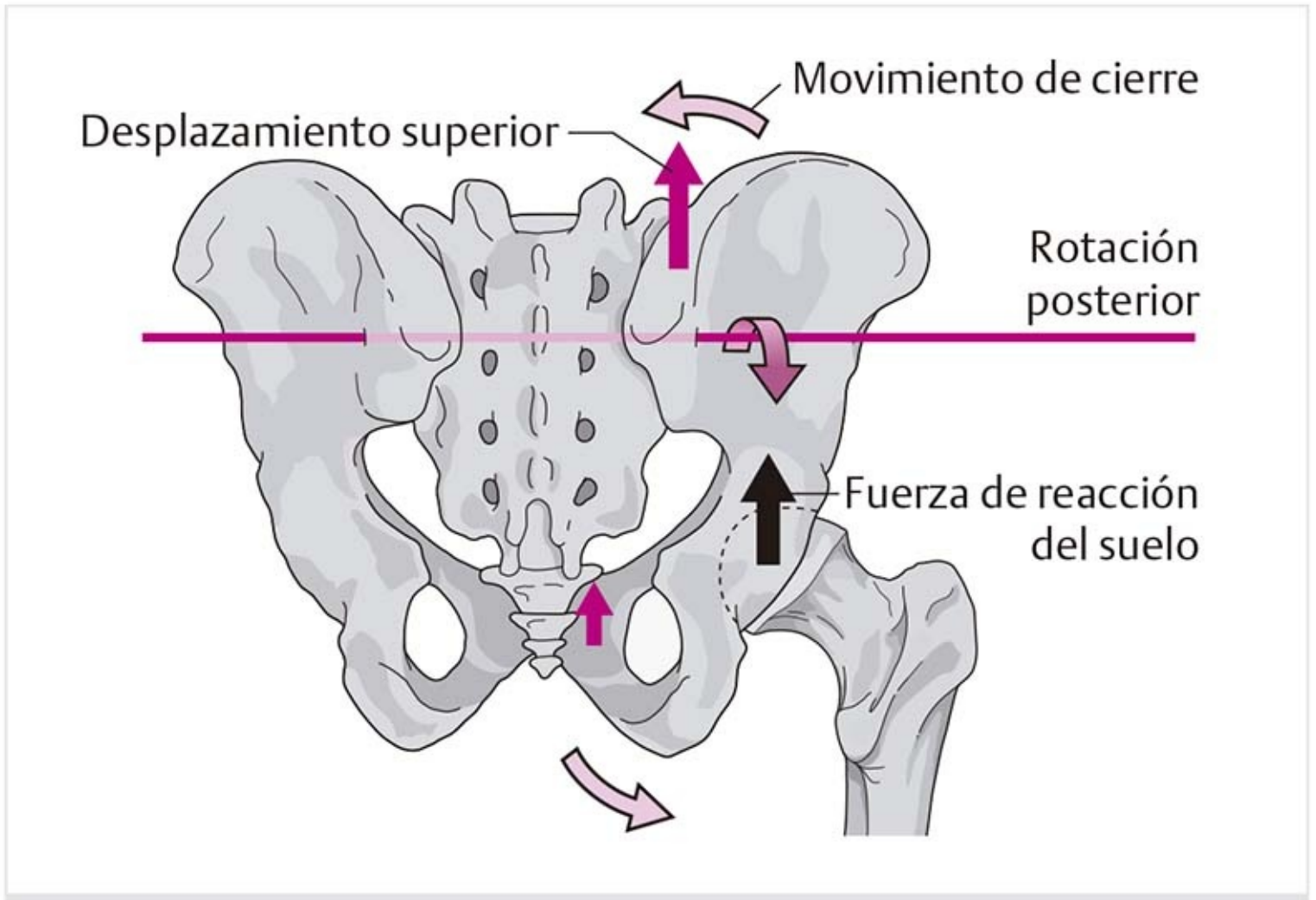


**Figura 8-80.** Tendencia a la nutación en la bipedestación.

Cuando la persona está de pie en ambas piernas, la tendencia a la nutación se acentúa por los efectos de fuerza desde arriba y atrás. El impacto del peso corporal se localiza en la región anterior de la base del sacro y empuja el promontorio hacia atrás, lo que corresponde a un movimiento de nutación.

La fuerza que actúa desde atrás presiona la pelvis sobre las cabezas femorales en una posición de extensión. El eje de movimiento de la articulación de la cadera se sitúa mucho más adelante del eje de la ASI y empuja al ilion a una posición posterior, equivalente a una posición de nutación en la ASI.

### Posición en una sola pierna (figura 8-81)



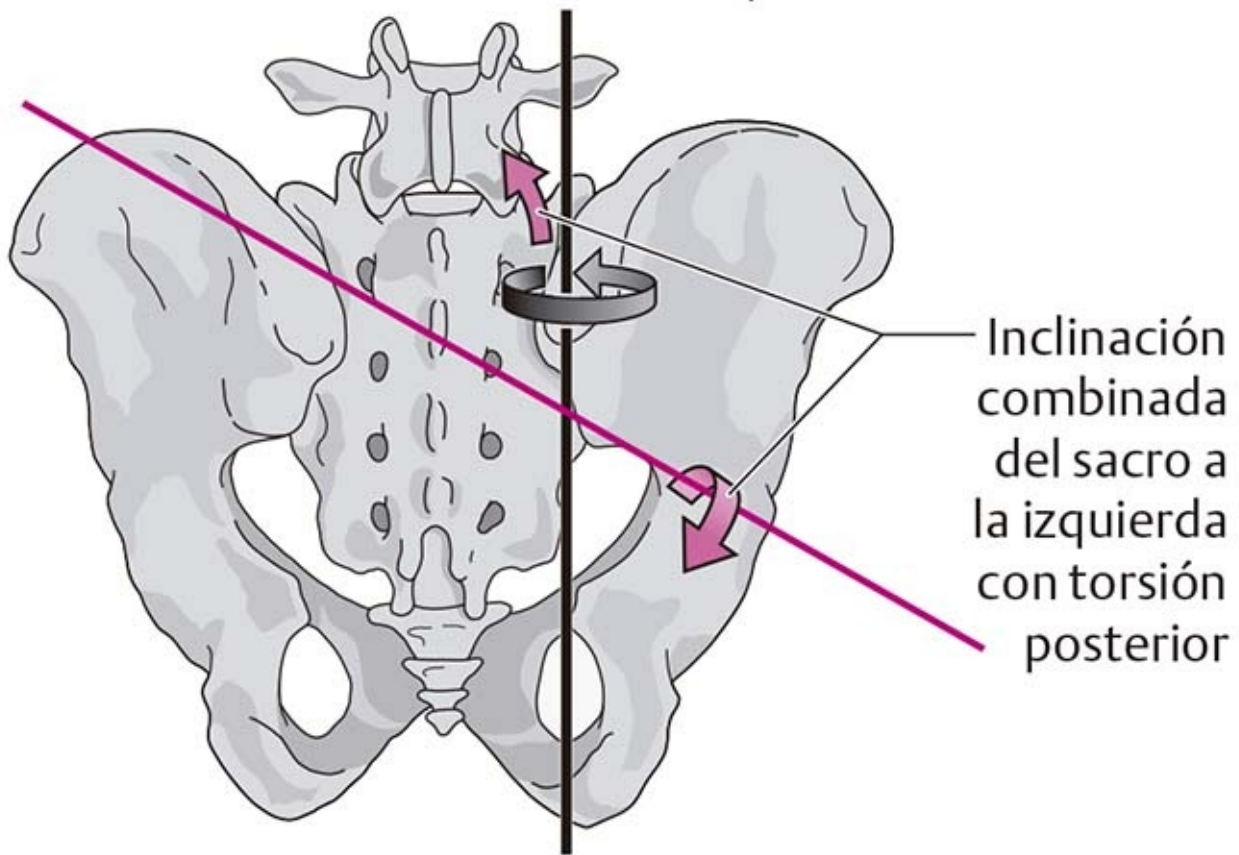
**Figura 8-81.** Movimientos con transferencia de peso a la derecha.

En la posición sobre una sola pierna hay un cierre del ilion del lado de la pierna de soporte por el cambio en el centro de gravedad hacia la pierna de soporte y una rotación posterior. Además, el sacro se mueve en dirección de la nutación debido al peso corporal. Sin embargo, en el lado de la pierna libre el ilion se halla en rotación anterior y desciende.

El impacto de la fuerza de reacción del piso en el lado de la pierna de apoyo produce un empuje superior en el ilion.

### **Movimientos durante la marcha (figura 8-82)**

## Rotación a la izquierda



**Figura 8-82.** Movimientos de la pelvis durante el soporte en la pierna derecha.

Durante la marcha hay movimientos mínimos de cambios constantes en las ASI. Cuando **se da un paso con la pierna derecha** se producen los siguientes movimientos sucesivos (Greenman, 1990):

- El ilion derecho se mueve hacia atrás y gira alrededor del eje longitudinal a la izquierda, y el ilion izquierdo se mueve hacia delante. Además, existe un movimiento de torsión alrededor del eje de torsión izquierdo, con inclinación de la base del sacro hacia la izquierda.
- Desde la fase de balanceo, el hueso de la cadera derecha se mueve hacia delante y el hueso de la cadera izquierda hacia atrás. El sacro rota a la derecha y su base desciende un poco hacia este lado.

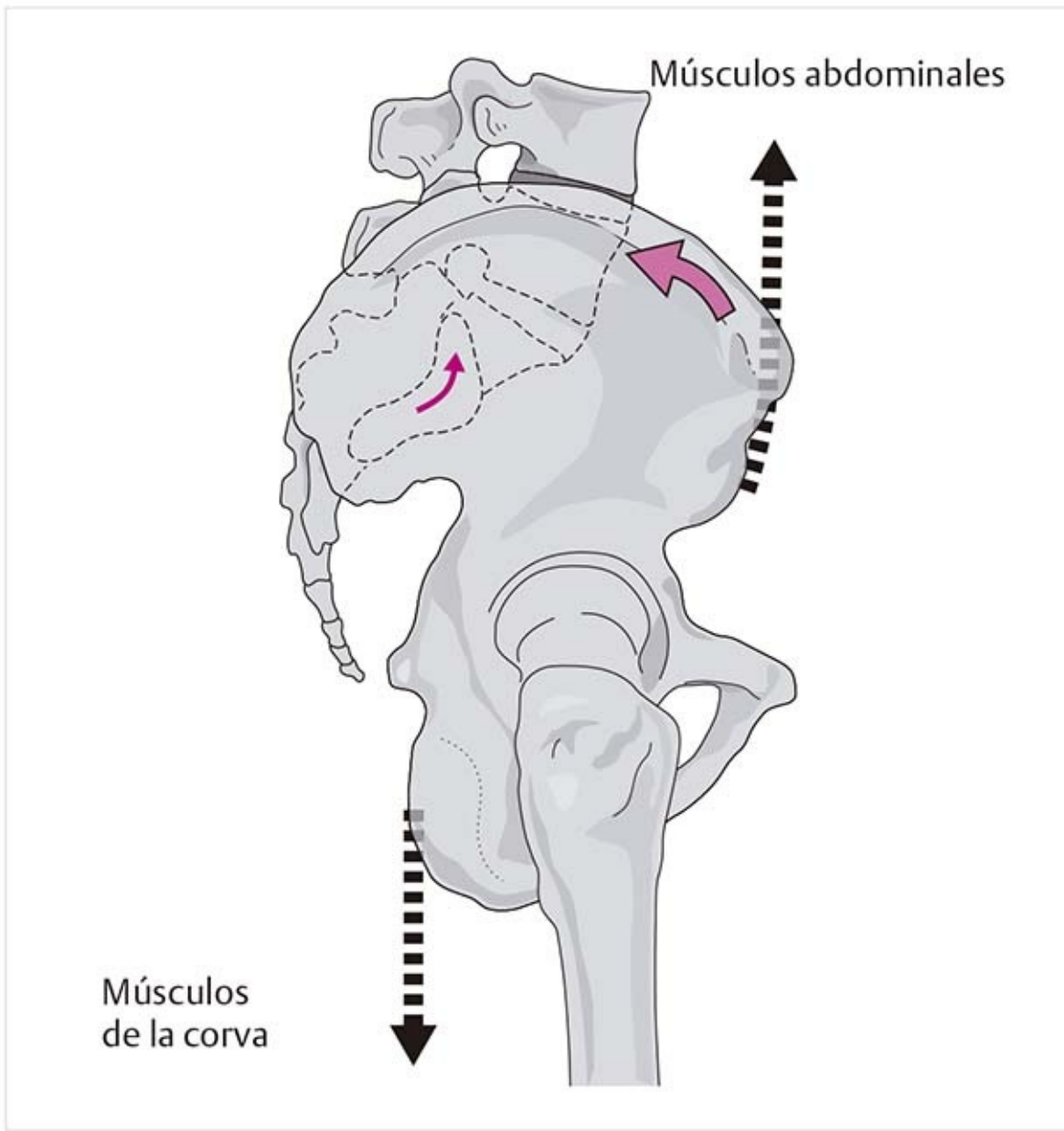
## Músculos que mueven la ASI

### 1. Nutación

#### Músculo erector de la columna

Sus fibras distales discurren sobre y arriba de S2, por lo que causan un movimiento anterior de la base sacra.

#### Músculos de la corva y aductor mayor (figura 8-83)



**Figura 8-83.** Nutación por tracción muscular.

Estos músculos tiran de la tuberosidad hacia abajo. Esto produce un movimiento posterior del ilion con respecto al sacro.

### **Músculo recto del abdomen (figura 8-83)**

Este músculo tracciona el pubis hacia arriba, por lo que produce un movimiento posterior del ilion con respecto al sacro.

### **2. Movimiento de cierre**

#### **Músculo cuadrado lumbar**

Este músculo tira del ala del ilion en dirección media, que corresponde a un movimiento de cierre.

#### **Músculos pectíneo, aductor corto y aductor largo**

Los sitios de origen de estos músculos se encuentran debajo del punto pivote; por lo tanto, traccionan el pubis en dirección lateral.

#### **Músculos pelvitrocantéricos**

Los rotadores externos tiran de la sección posterior de la pelvis en dirección lateral.

### **3. Contranutación**

## Músculo dorsal ancho (figura 8-84)

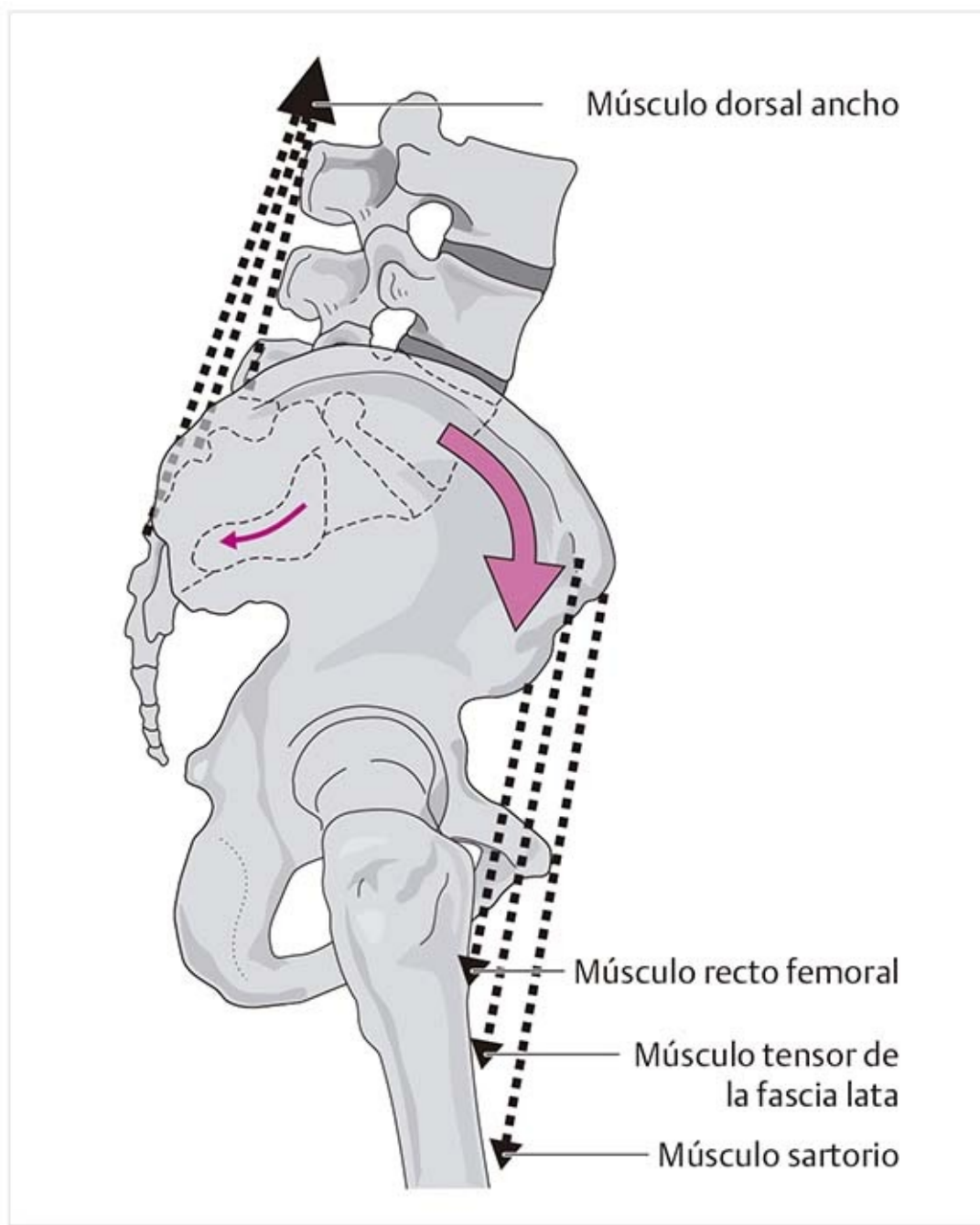


Figura 8-84. Contranutación por tracción muscular.

Sus fibras en el origen tiran del ilion y pueden moverlo en sentido anterior.

## Músculos sartorio, tensor de la fascia lata y recto femoral, y los músculos aductores (figura 8-84)

Estos músculos traccionan la pelvis hacia delante y abajo.

### 4. Movimiento de abertura

## Músculos glúteos medio y menor y fibras superiores del músculo glúteo mayor

Estos músculos tiran del ala del ilion en dirección lateral.

## Músculos semimembranoso y semitendinoso

Estos músculos tiran de la tuberosidad en dirección media.

► Véase la sección 7.3, Vértebras lumbares, y la sección 8.8, Músculos de la región pélvica y la cadera.

### Cadena de causa y efecto

1. La aplicación súbita de una fuerza, como en un salto mal ejecutado, puede hacer que el sacro se incruste en una posición de nutación, lo que ocasiona un bloqueo. Debido a la presión desde atrás, el ilion adopta una **posición posterior**. Esto significa que los músculos anteriores experimentan estrés, que puede causar irritación en los sitios de inserción. Las siguientes zonas están predispuestas a esto:

- Músculo tensor de la fascia lata en el tubérculo de Gerdy.
- Músculo sartorio en la pata de ganso.
- Músculo recto del fémur:
  - En la tuberosidad tibial.
  - En el síndrome del vértice rotuliano por elevación de la rótula.
  - En la condromalacia rotuliana, causada por elevación de la presión en la articulación femorrotuliana y por tanto derrames articulares frecuentes.

Los efectos también pueden observarse en las articulaciones de la siguiente manera:

- Articulación de la cadera: el acetábulo es proximal y la pierna se acorta. Se produce rotación externa por tensión en las fibras posteriores de los músculos glúteos.
- Articulación de la rodilla: hay tendencia al varo por la compresión en la parte medial de la articulación y extensión excesiva en la parte lateral.
- Pie: la tibia se encuentra en situación posterior, lo que da lugar a una dorsiflexión limitada, antepié colocado en aducción/pronación y arco medial alto.

Sin embargo, esta cadena de causa y efecto también muestra que el origen de la disfunción en la ASI puede radicar en cada una de estas articulaciones; por ejemplo, el traumatismo por inversión hace que el peroné se halle en posición más proximal, lo que a su vez ejerce tensión sobre el músculo bíceps femoral y hace que el ilion se localice en posición posterior.

2. Si el ilion está en **posición anterior**, significa que existe una intensa tracción en los músculos de la corva, lo que puede ocasionar irritación y tiene consecuencias funcionales en los siguientes sitios:

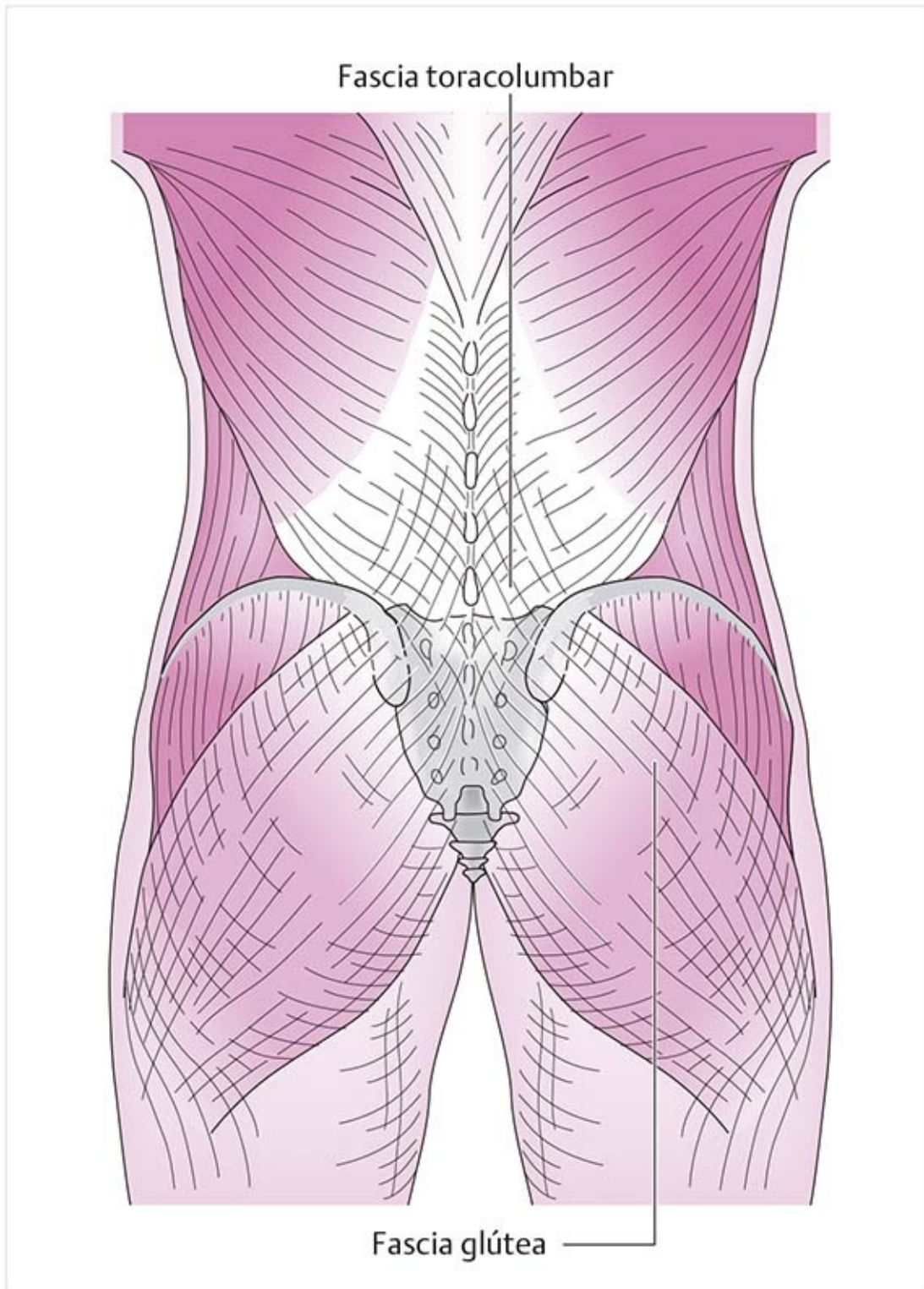
- Músculo semimembranoso en el menisco medial (tendencia a los derrames recurrentes).
- Músculo sartorio en la pata de ganso (bursitis de la pes anserina).
- Músculo bíceps femoral:
  - Esto desplaza al peroné en dirección proximal, lo que causa tensión en el músculo peroneo largo, que a su vez rota el hueso cuboidea en dirección medial.
  - La membrana interósea queda bajo tensión; los espacios para los vasos, como las arterias peronea y tibial, se estrechan y ello altera la circulación sanguínea.

Las consecuencias para las articulaciones son:

- Articulación de la cadera: el acetábulo se sitúa en un punto distal, lo que alarga la extremidad inferior. Se ejerce tensión en las fibras anteriores de los músculos glúteos, por lo que la cadera experimenta rotación interna.
- Articulación de la rodilla: hay tendencia al valgo, compresión del espacio articular lateral y estiramiento excesivo de las estructuras mediales.
- Pie: la tibia gira en dirección anterior, lo cual limita la flexión plantar. El antepié se sitúa en abducción y supinación, y hay aplanamiento del arco medial del pie.

## 8.4.8 Estructuras estabilizadoras

### Fascias (figura 8-85)



**Figura 8-85.** Fascias estabilizadoras: fascia toracolumbar y glútea.

Debido a su trayecto sobre una articulación, una fascia puede mejorar la estabilización. En la zona alrededor de la ASI, esto ocurre por el entrelazado de fibras provenientes de arriba y atrás que cruzan la ASI en dirección diagonal y se conectan entre sí.

### **Fascia toracolumbar**

La fascia tiene una estructura fibrosa delgada en la que fibras longitudinales y transversales se entrelazan. Consiste en tres capas:

- Capa posterior: se inserta en las apófisis espinosas de las vértebras lumbares y sacras, así como en sus ligamentos supraespinosos. Continúa hasta las aponeurosis de los músculos dorsal ancho y serrato posterior inferior, y continúa hasta el labio externo de la cresta iliaca y hacia el sacro.



- Capa media: ésta se dirige a las puntas de las apófisis transversales de las vértebras lumbares y sus ligamentos intertransversales. Se une con la última costilla y la cresta iliaca.
- Capa anterior: se inserta en las bases de las apófisis transversales de las vértebras lumbares, el ligamento iliolumbar y la cresta iliaca. El músculo erector de la columna se une con la fascia desde arriba y los músculos abdominales desde los lados.

### **Fascia glútea**

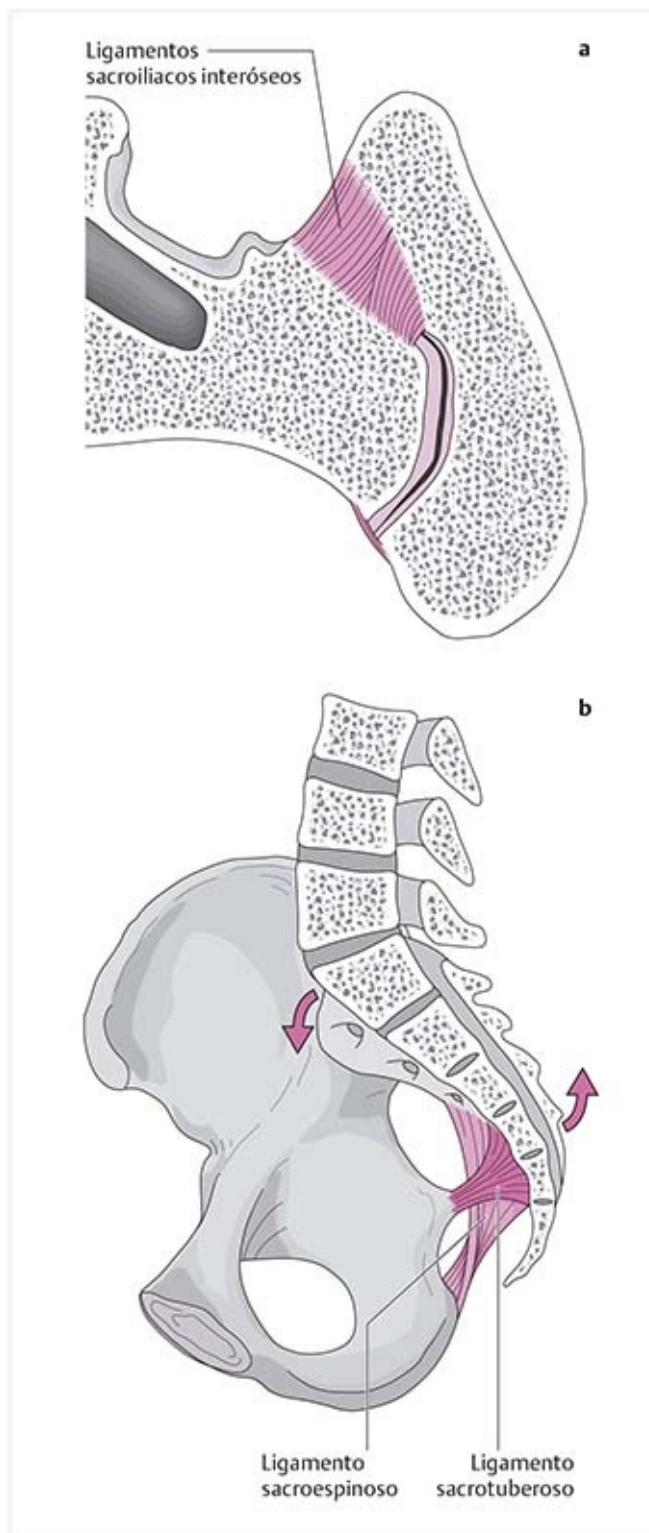
Esta fascia se inserta en la cresta iliaca y cruza sobre el glúteo medio. Las fibras fasciales se dirigen a los haces de fibras musculares en la región del músculo glúteo mayor. En el sitio de inserción en el sacro, las fibras se entrelazan con las de la fascia toracolumbar.

### **Fascia lata**

Partes de las fibras de este haz también pasan sobre la fascia glútea en dirección de la ASI. Esto significa que la fascia toracolumbar usa el trocánter mayor como punto de apoyo y se dispone en dirección longitudinal en la zona lateral del muslo como parte del haz iliotibial.

### **Ligamentos**

#### **Ligamentos sacroiliacos interóseos (figura 8-86a)**



**Figura 8-86.** Ligamentos estabilizadores. **(a)** Ligamentos sacroiliacos interóseos. **(b)** Inhibidores de la nutación: ligamentos sacrotuberoso y sacroespinal.

Estos ligamentos tienen una función estabilizadora muy importante porque se encuentran directamente detrás de la cápsula y llenan todo el surco sacro como una masa compacta. Son fibras cortas, una parte de las cuales siempre está tensa en todos los distintos movimientos.

### **Ligamentos sacrotuberosos y sacroespinales (figura 8-86b)**

En la ASI, el movimiento tiende a la nutación. Por lo tanto, los ligamentos sirven para estabilizar la dirección de este movimiento.

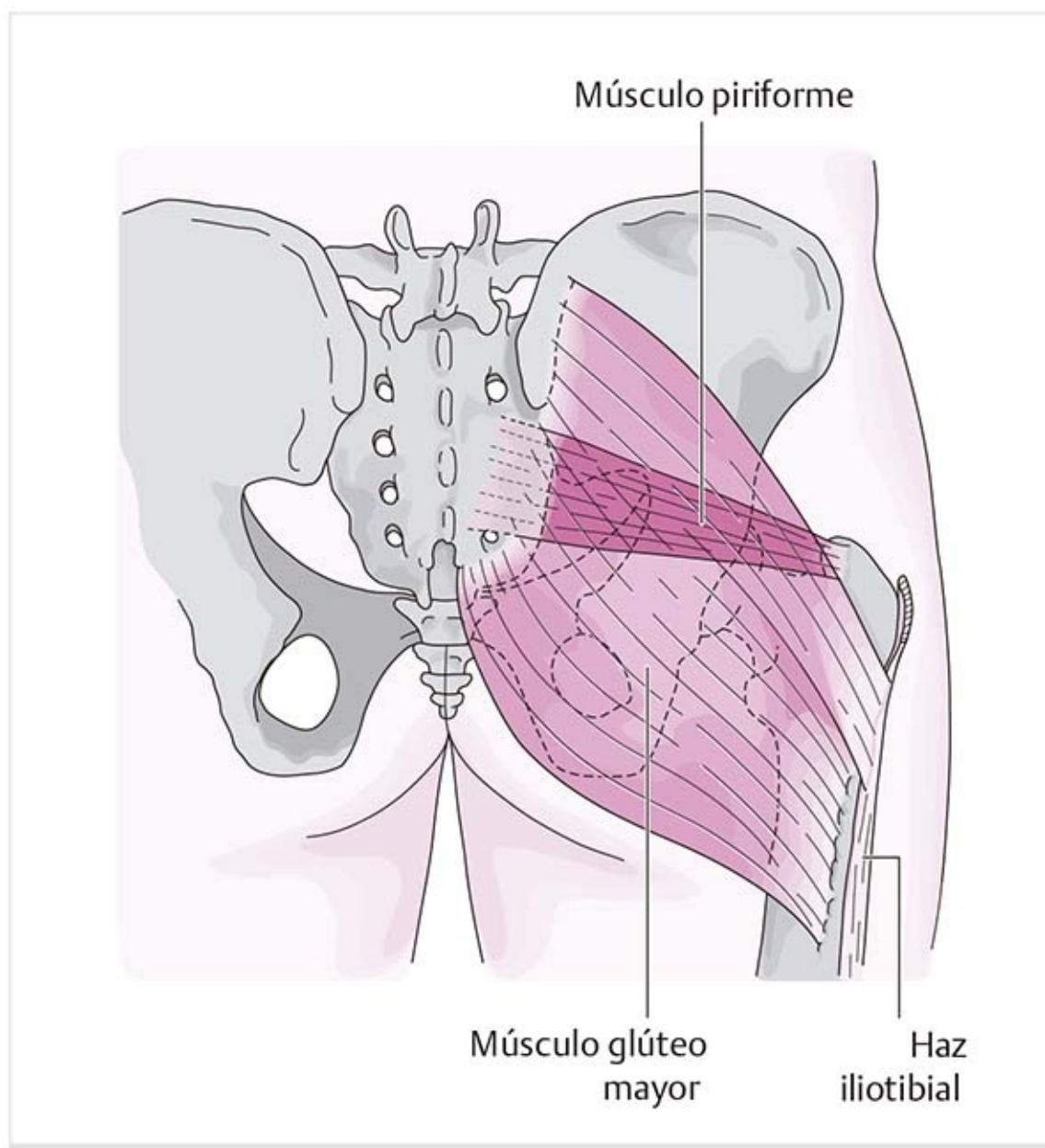
### **Ligamentos iliolumbares**

Estos ligamentos estabilizan la región anterior de la ASI mediante su conexión con los ligamentos

sacroiliacos anteriores. Con la ayuda de las fibras que siguen hasta el ilion, impiden el desplazamiento en dirección posteroinferior.

## Músculos

### Músculo glúteo mayor (figura 8-87)



**Figura 8-87.** Músculos estabilizadores: glúteo mayor y piriforme.

Éste es el único músculo que pasa por detrás justo sobre la ASI y por tanto ayuda a estabilizar la articulación. Las fibras se extienden en ángulo casi recto con la línea articular, por lo que ejercen una fuerza compresiva sobre la articulación.

Mediante sus conexiones superiores con la fascia toracolumbar, el ilion, el sacro, el cóccix y el ligamento sacrotuberoso, este músculo tiene una influencia sustancial en el anillo pélvico.

### Músculo piriforme (figura 8-87)

En virtud de su trayecto casi horizontal, tira de la parte posterior de la articulación y la comprime mientras atrae el sacro hacia el ilion.

### Músculo erector de la columna

La mayor parte de las fibras tendinosas de los músculos erectores de la columna termina al nivel de la

parte media del surco sacro; sólo unas cuantas fibras más largas se extienden al vértice del sacro. Éstas se entrelazan con el ligamento sacrotuberoso.

### Consejo práctico

#### Examen del juego articular y los músculos

Varios factores pueden influir en la movilidad de la ASI. Deben realizarse varias pruebas para valorar si la función anómala radica en el juego articular o en los músculos. Para revisar el juego articular, se evalúa la capacidad de la articulación para deslizarse mediante la fijación de una articulación mientras se moviliza la compañera. Se exploran la elasticidad y la fuerza de los músculos afectados.

#### Entrenamiento muscular en relación con inestabilidad de la ASI

Cuando la ASI es inestable, deben rehabilitarse los músculos glúteo mayor, erector de la columna y piriforme. Como el entrenamiento de fuerza de estos músculos implica a menudo movimiento repetido de la ASI, que está contraindicado, debe estabilizarse de manera pasiva el anillo pélvico. Un cinturón de soporte pélvico usado al nivel del trocánter mayor cumple esta función, después de lo cual es seguro realizar el programa de entrenamiento.

## 8.4.9 Conexión entre el sacro y el cráneo (figura 8-88)

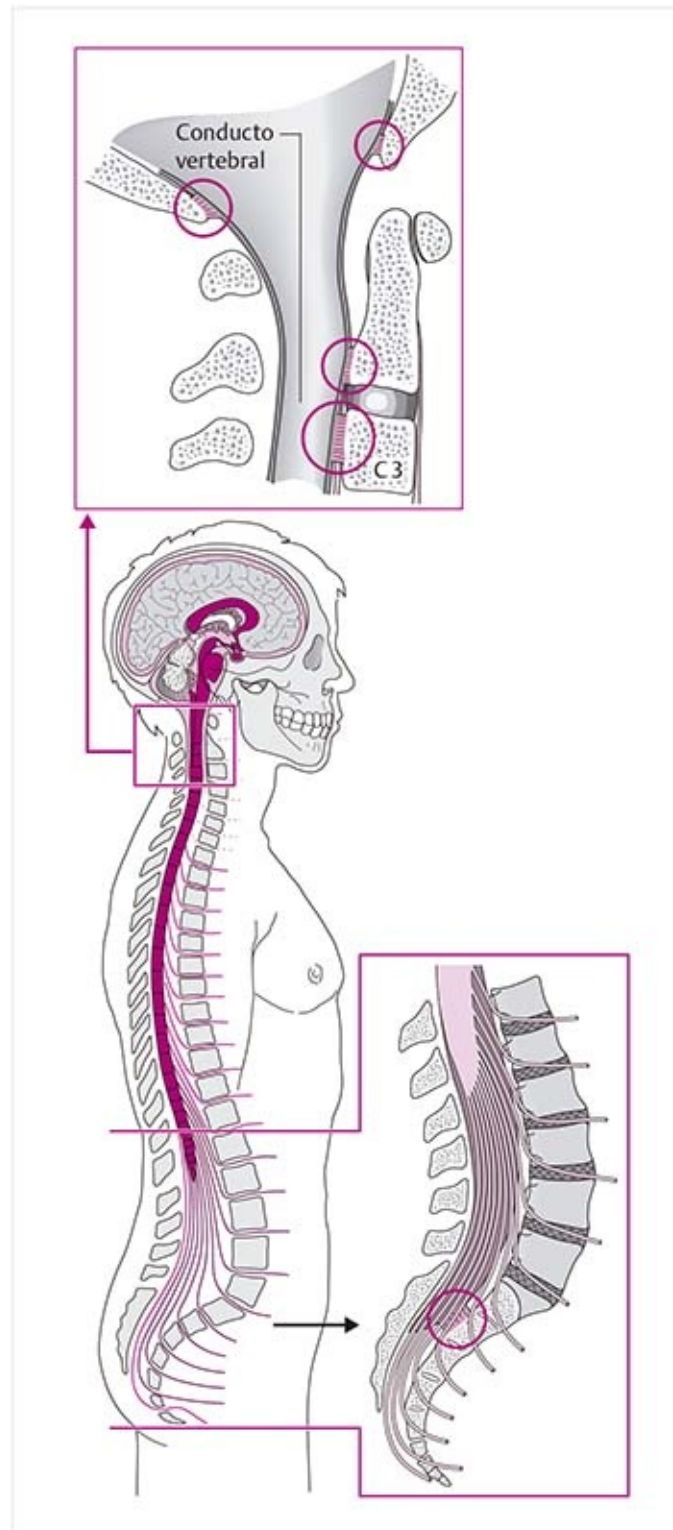


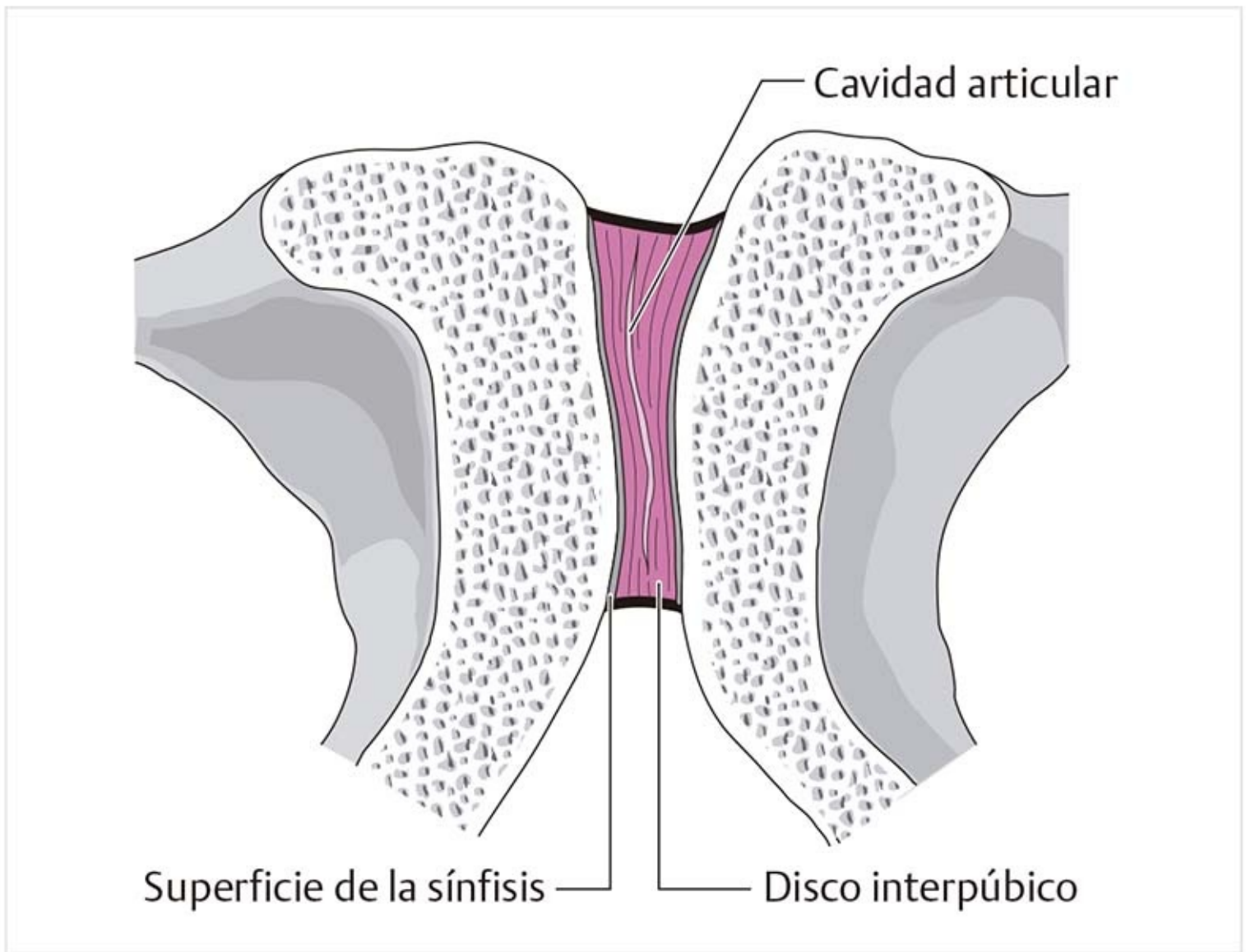
Figura 8-88. Conexión del sacro al cráneo.

El sacro y el cóccix representan el extremo inferior del sistema craneosacro. La duramadre se une a la circunferencia del agujero magno y la duramadre espinal anterior se une al nivel de C2 y C3. Existe otra inserción dural anterior sólo al nivel de S2 y en la parte posterior del cóccix.

La duramadre espinal es elástica, al menos en parte, por lo que los cambios posturales en la región pélvica tienen consecuencias en el cráneo y, por el contrario, los cambios en el cráneo influyen en la región pélvica.

<b>Patología</b>
Las disfunciones, causadas por un parto o traumatismo, pueden modificar la parte inferior de la columna a través de la región craneal y viceversa. Por ejemplo, si el cóndilo occipital se desvía en dirección anterior y superior, el sacro se desvía hacia atrás y arriba en el mismo lado, y hacia delante y abajo en el lado contrario.
<b>Consejo práctico</b>
<b>Conducta terapéutica</b> Para tratar un trastorno funcional de la ASI siempre deben examinarse la columna cervical superior y el cráneo, ya que sólo entonces puede obtenerse un balance de la actividad entre el cráneo y la pelvis. Además, es importante armonizar todos los diafragmas situados entre el cráneo y la pelvis: el piso de la boca con los músculos suprahioides, el diafragma cervicotorácico (entrada torácica) al nivel de la primera costilla, el diafragma toracolumbar y el diafragma pélvico.

## 8.5 Sínfisis del pubis (figura 8-89)



**Figura 8-89.** Sínfisis del pubis (corte frontal, vista anterior).

### 8.5.1 Superficies articulares

Las superficies articulares del pubis son planas y ovaladas, con una capa muy delgada de cartílago hialino.

El **disco interpúbico**, formado por fibrocartílago, se adhiere a la superficie articular cubierta con cartílago. Una hendidura longitudinal en el centro forma la **cavidad articular**, un espacio lleno con líquido sinovial. El disco es más ancho en la parte anterior que en la posterior y se ajusta a la presión variable y las cargas tensiles mediante la orientación de sus fibras de colágeno.

### 8.5.2 Ejes de movimiento y movimientos

La sínfisis forma parte de la cadena de movimiento articular de la pelvis. Eso significa que los movimientos de la pelvis siempre afectan la sínfisis púbica y viceversa.

#### Ejes (figura 8-90)

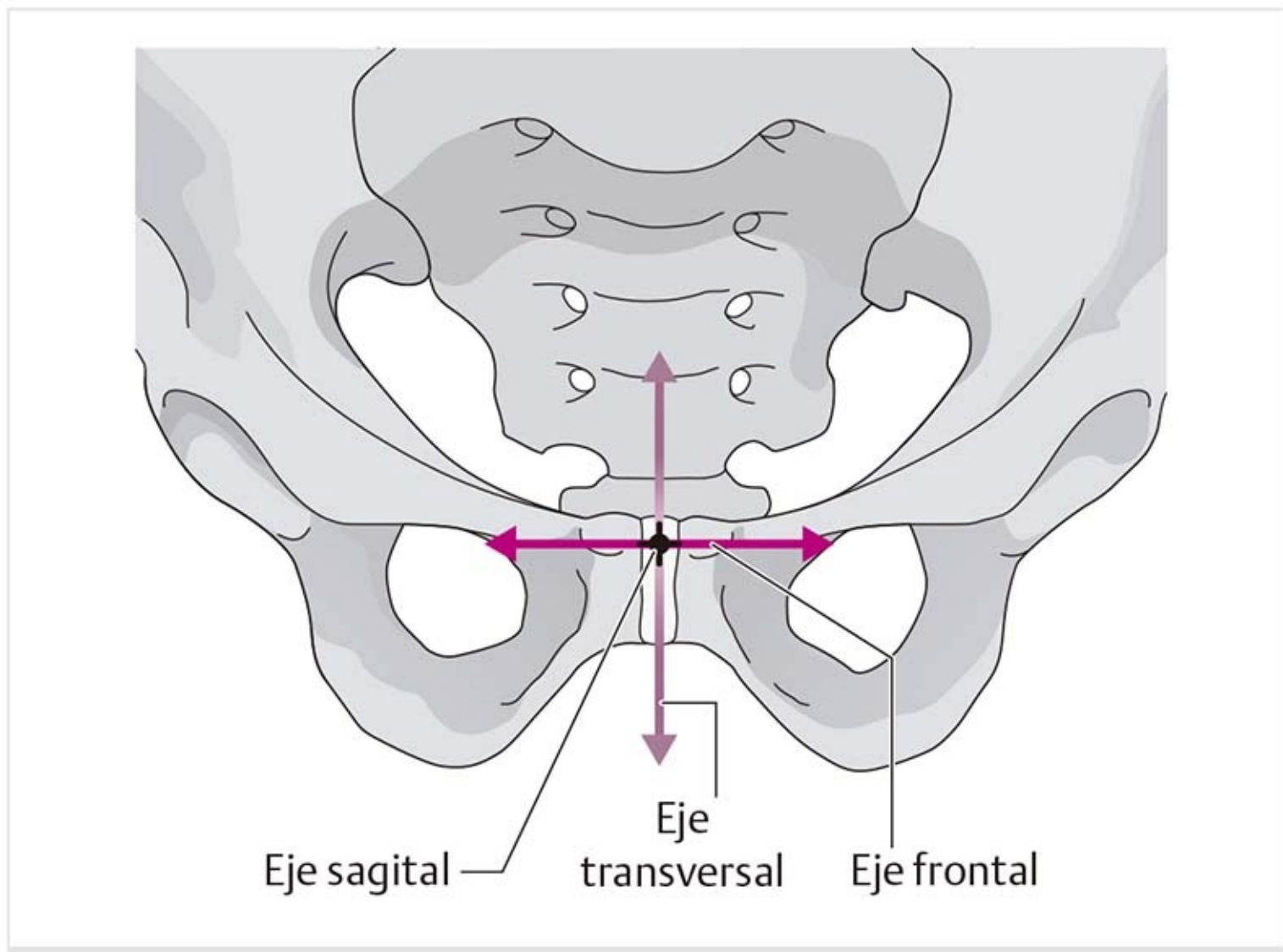


Figura 8-90. Ejes de la sínfisis del pubis.

Existen tres ejes alrededor de los cuales se producen los movimientos:

- Eje sagital.
- Eje frontal.
- Eje longitudinal.

#### Direcciones y extensión del movimiento

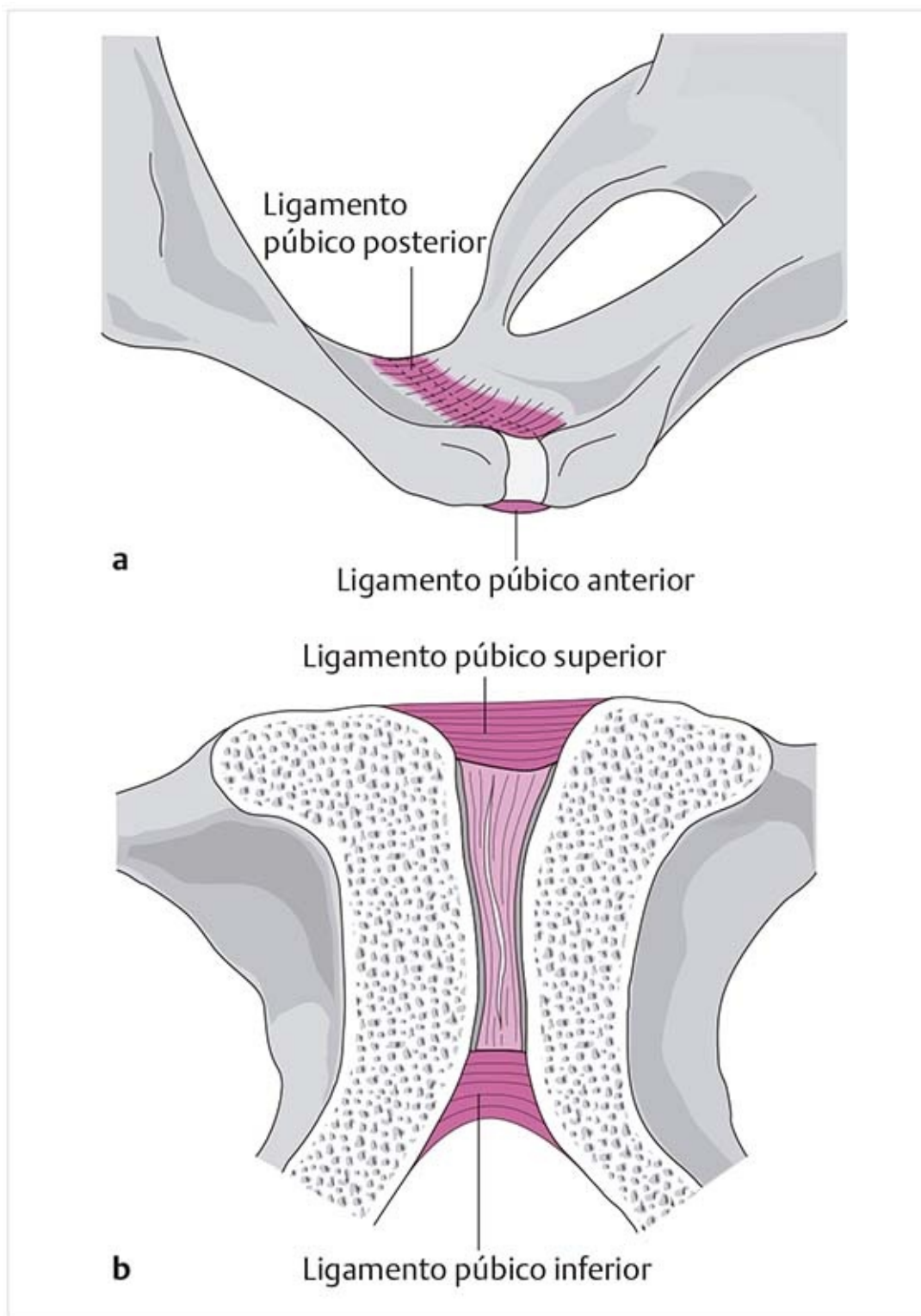
La sínfisis del pubis es una anfiartrosis. Durante la marcha se producen movimientos de empuje y rotación. Del lado de la pierna de apoyo, la sínfisis se mueve alrededor de 1 a 2 mm hacia arriba y sigue

el movimiento del ilion en rotación posterior. Esta rotación es de 2 mm en las mujeres, pero mucho menor en varones. En el lado de la pierna que se balancea, el pubis desciende.

### 8.5.3 Ligamentos

Los ligamentos se fusionan con el disco.

#### Ligamento púbico anterior (figura 8-91a)



**Figura 8-91.** Ligamentos de la sínfisis del pubis. (a) Ligamentos púbicos anterior y posterior. (b) Ligamentos púbicos superior e inferior.

Este ligamento se encuentra en la parte anterior y consiste en fibras transversales que se fortalecen por las fibras oblicuas y longitudinales superficiales. Estas fibras se forman a partir de las aponeurosis de los músculos oblicuo externo, recto del abdomen y piramidal, y de los músculos aductor largo y grácil.

#### Ligamento púbico posterior (figura 8-91a)

Éste es un ligamento delgado y ancho en la región posterior.

### **Ligamento púbico superior (figura 8-91b)**

Este ligamento se extiende desde un tubérculo púbico al otro y se combina con fibras del ligamento inguinal.

### **Ligamento púbico inferior (figura 8-91b)**

Este ligamento discurre en el arco púbico inferior a la articulación.

## **8.5.4 Músculos estabilizadores**

### **Músculos abdominales**

Los músculos oblicuo externo, recto del abdomen y piramidal se unen a los ligamentos desde arriba.

### **Aductores**

Los músculos pectíneo y aductor largo se conectan con el ligamento anterior.

Consejo práctico
<p><b>Exploración</b></p> <p>Cuando hay disfunción en la región púbica, debe realizarse la siguiente valoración:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Palpación de los músculos abdominales y los aductores para determinar su estado de tensión y puntos dolorosos.</li><li>• Palpación del ligamento inguinal en busca de dolor y cambios en la tensión.</li><li>• Exploración para precisar si un pubis es más alto que el otro.</li><li>• Valoración de la simetría de movimiento mientras el paciente empuja las piernas hacia fuera y durante movimientos de la articulación de la cadera.</li></ul> <p><b>Laxitud de la sínfisis del pubis (diastasis de la sínfisis del pubis)</b></p> <p>Los síntomas típicos de la diastasis de la sínfisis púbica incluyen hipermovilidad dolorosa durante los movimientos de la cadera, sobre todo con la abducción, y dolor en la zona de la sínfisis durante la marcha que se irradia a la ingle y la región lumbar. El fortalecimiento intensivo de los músculos circundantes y el uso de estabilización externa mediante un cinturón de soporte pélvico pueden eliminar los síntomas del paciente.</p>

## **8.6 Articulación sacrococcígea**

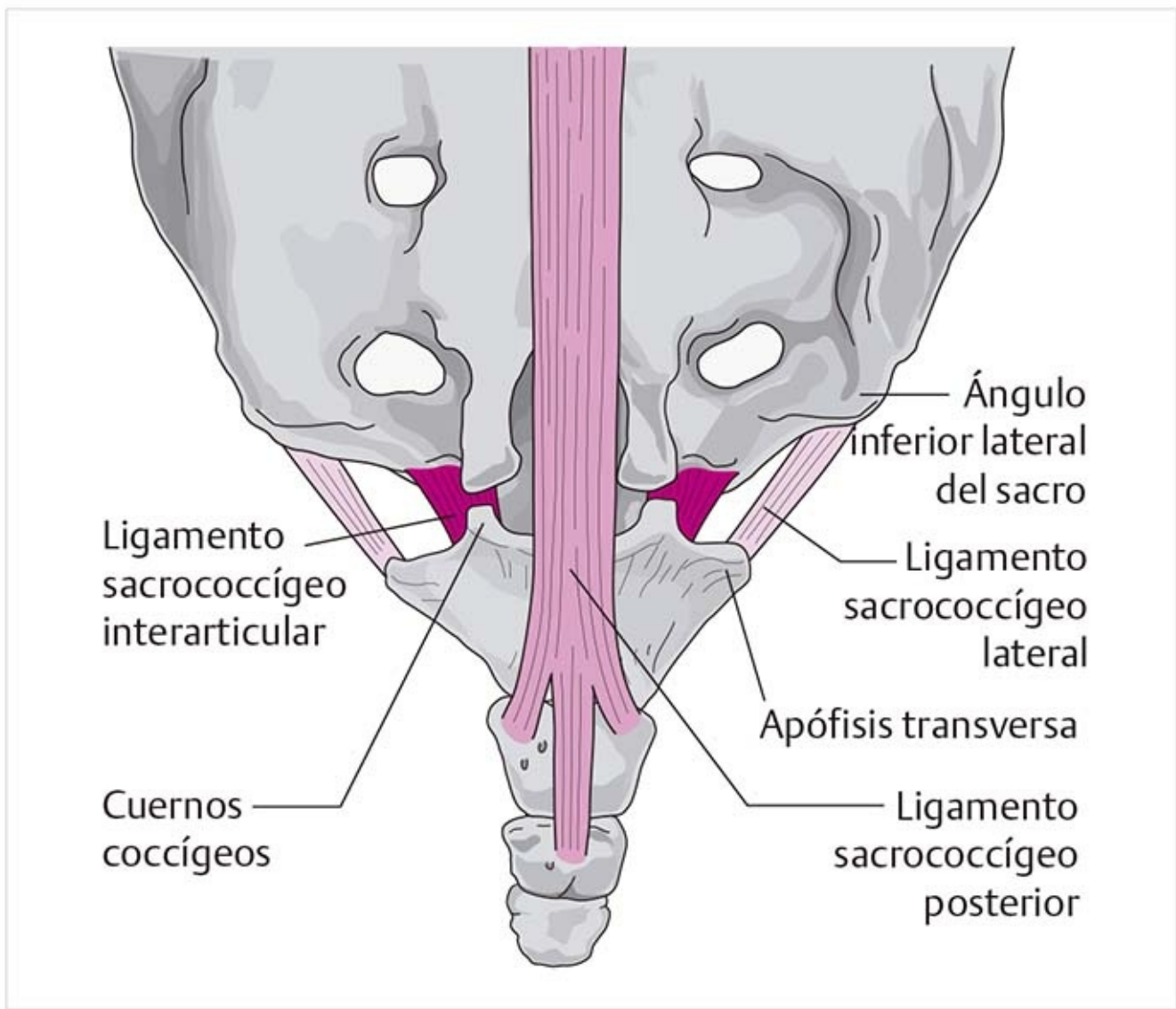
### **8.6.1 Superficies articulares**

Las superficies articulares son planas, con un disco incrustado.

### **8.6.2 Ligamentos**

#### **Ligamento sacrococcígeo posterior (figura 8-92)**





**Figura 8-92.** Ligamentos posteriores de la articulación sacrococcígea.

Las partes profunda y superficial del ligamento son estructuras superficiales que discurren sobre la cresta sacra mediana en el lado posterior.

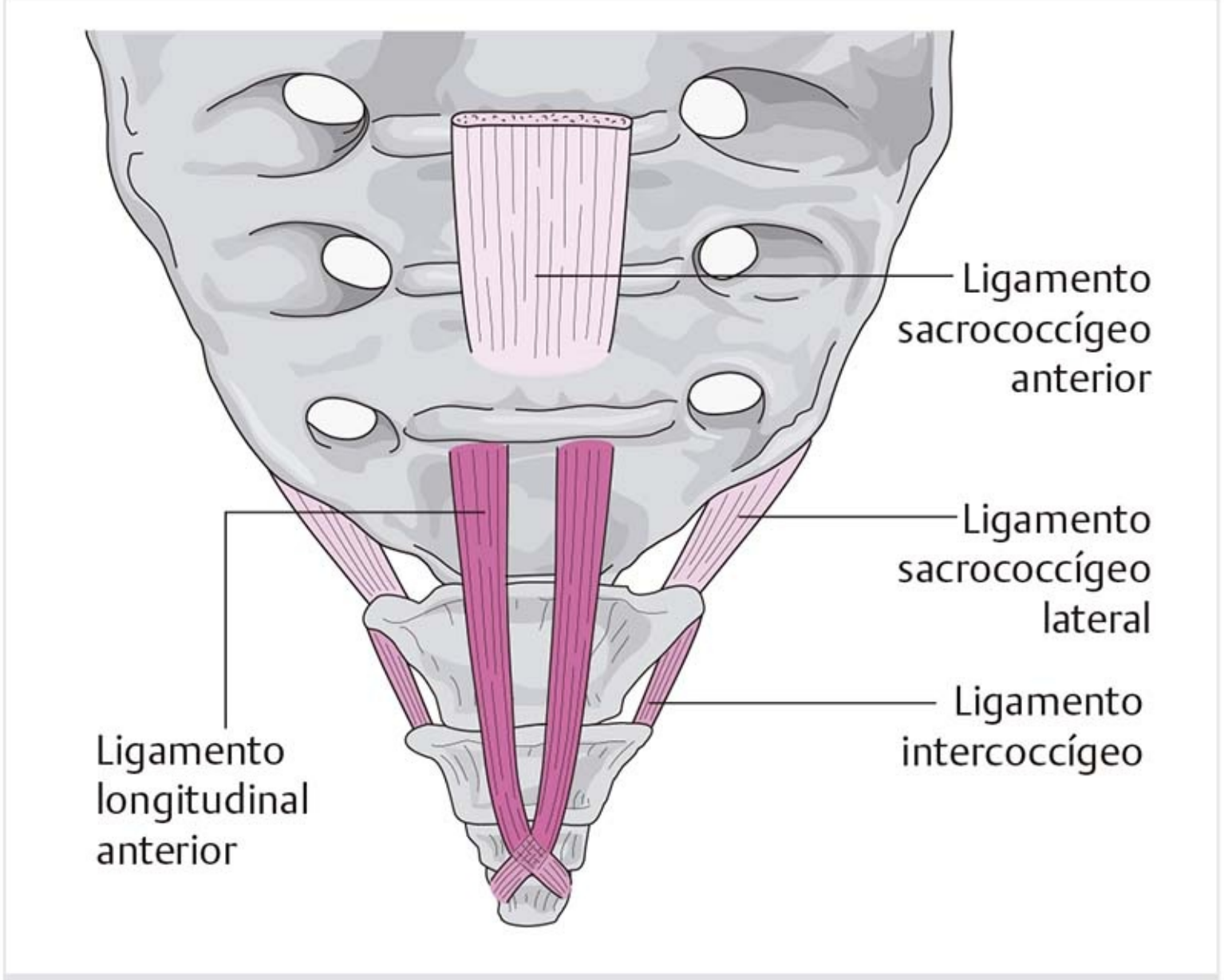
### **Ligamento sacrococcígeo interarticular (figura 8-92)**

Este ligamento tiene haces de fibras cortas que se extienden hacia atrás sobre la articulación.

### **Ligamento sacrococcígeo lateral (figura 8-92)**

Este ligamento conecta las apófisis transversales con el ángulo inferior del sacro. El nervio coccígeo pasa entre este ligamento y el hueso.

### **Ligamento sacrococcígeo anterior (figura 8-93)**



**Figura 8-93.** Ligamentos anteriores de la articulación sacrococcígea.

Este ligamento es la continuación del ligamento longitudinal anterior, pero se divide en dos partes. Las fibras se cruzan entre sí al nivel de la tercera o cuarta vértebras coccígeas.

### **Ligamento intercoccígeo (figura 8-93)**

Este ligamento conecta la parte inferior del cóccix con la apófisis lateral.

### **8.6.3 Ejes de movimiento y movimientos**

La flexión y la extensión se producen alrededor del eje horizontal. Dado que es una sincondrosis, sólo son posibles movimientos limitados. El cóccix sigue los movimientos del sacro.

### **8.6.4 Músculos estabilizadores**

Los siguientes músculos ayudan a estabilizar la articulación:

- Músculo elevador del ano.
- Músculo isquiococcígeo.
- Músculo glúteo mayor.

#### **Patología**

La disfunción del cóccix casi siempre ocurre en dirección anterior; las siguientes son causas posibles:

- Traumatismo por parto.
- Disfunción de la columna vertebral.
- Caída sobre el cóccix.
- Traumatismo cefálico.

## Consejo práctico

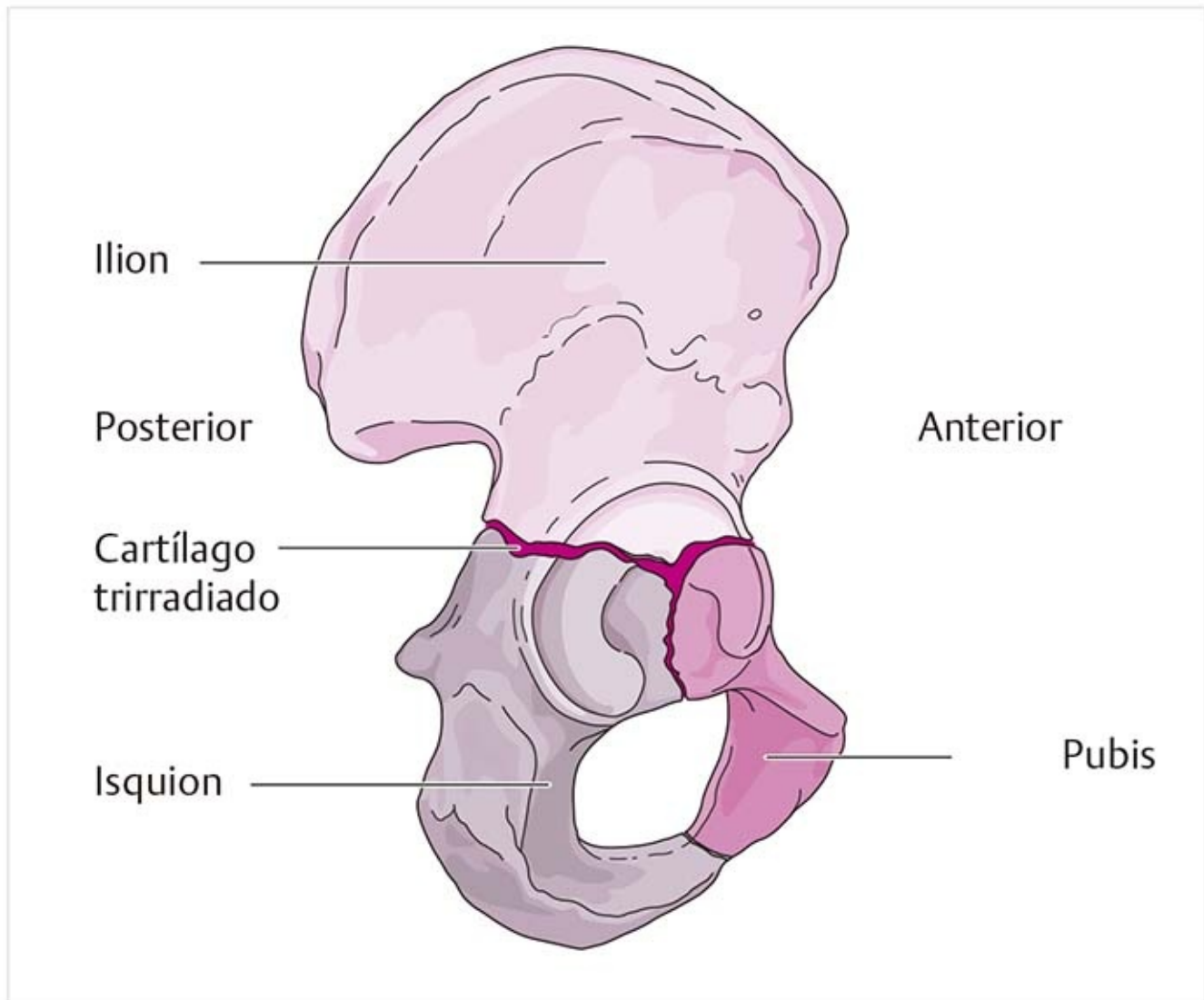
### Tratamiento después de traumatismo

Cuando se produce una caída que lesiona el cóccix, éste se desvía hacia delante y causa dolor en la región glútea posterior que se agrava por la permanencia prolongada en posición sedente o el pujo (p. ej., durante la defecación). El punto en el cual el cóccix se dobla puede palparse cuando se examina la zona del pliegue anal. Es necesario el tratamiento por vía rectal, con relajación del músculo isquiococcígeo y los ligamentos, seguida de descompresión de la articulación sacrococcígea y reposición del cóccix en su sitio.

# 8.7 Articulación de la cadera

## 8.7.1 Superficies articulares

### Acetábulo (figura 8-94)



**Figura 8-94.** Acetábulo: cartílago trirradiado.

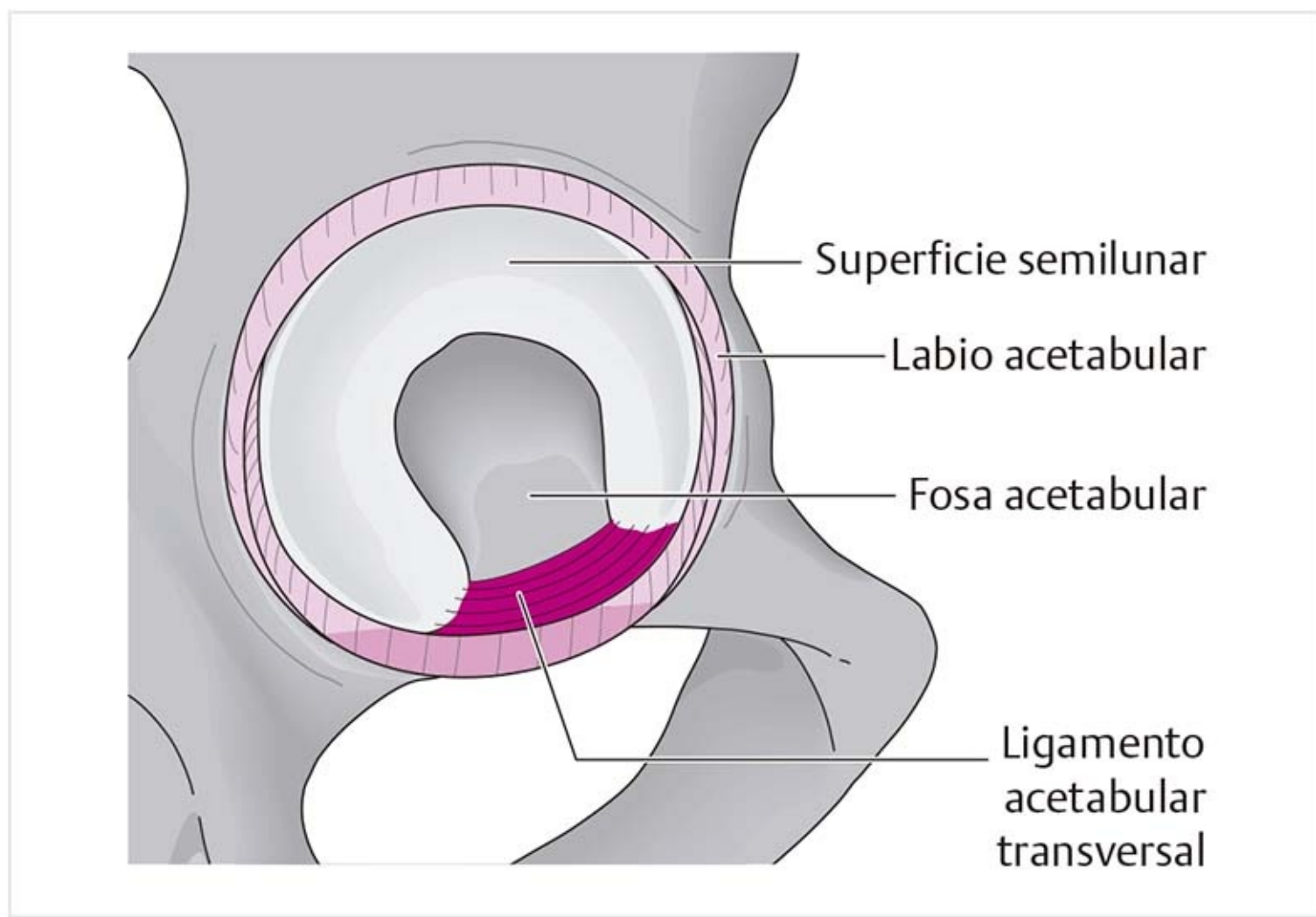
El acetábulo está compuesto por las tres partes del hueso de la cadera:

- Superior: ilion.
- Anterior: pubis.
- Inferior: isquion.

El cartílago trirradiado se cierra entre los 14 y 16 años de edad, y forma un hueco articular cóncavo. El borde óseo externo se llama **margen acetabular**. Está orientado en dirección anterior-lateral-inferior. Esta orientación puede verse en el corte frontal en la base del plano de la entrada acetabular de 40° y en

el corte transversal mediante el ángulo de anteversión de 10° a 15°. No rodea por completo la cabeza del fémur.

### **Labio acetabular (figura 8-95)**



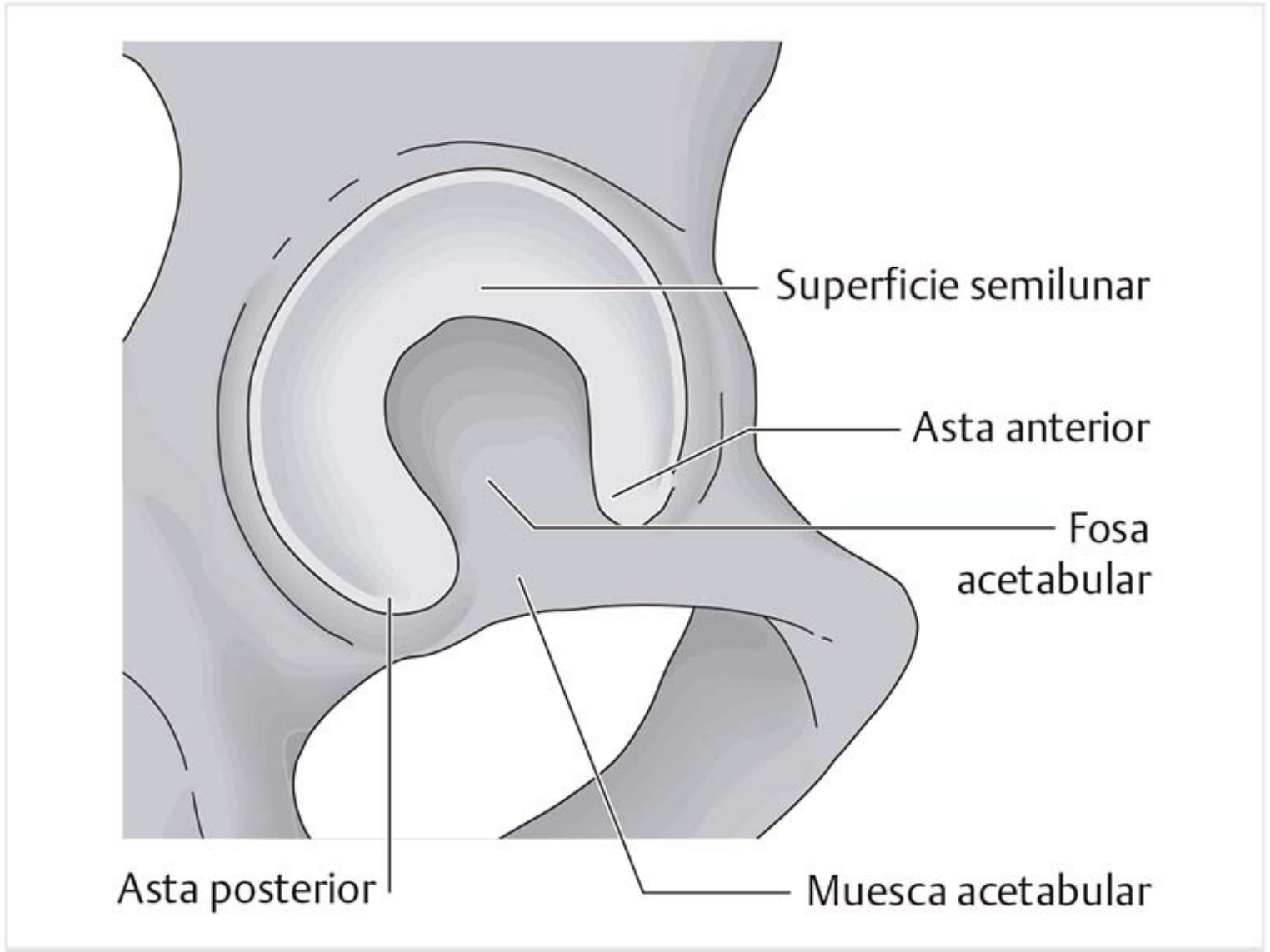
**Figura 8-95.** Labio del acetábulo.

El labio es una estructura de forma triangular formada por tejido conectivo firme y fibrocartílagos. Rodea el acetábulo como un anillo y se fija a la base del margen, mientras que la punta se extiende dentro de la articulación. En la parte superior y posterior mide cerca de 1 cm de ancho; en la parte anterior e inferior es de 0.5 cm. Sirve para aumentar el tamaño del hueco articular y puede deformarse durante el movimiento.

### **Muesca acetabular (figura 8-96)**

La muesca es una indentación distintiva en el borde acetabular inferior y representa la interfaz entre el pubis y el isquion. El **ligamento acetabular transversal** pasa sobre él.

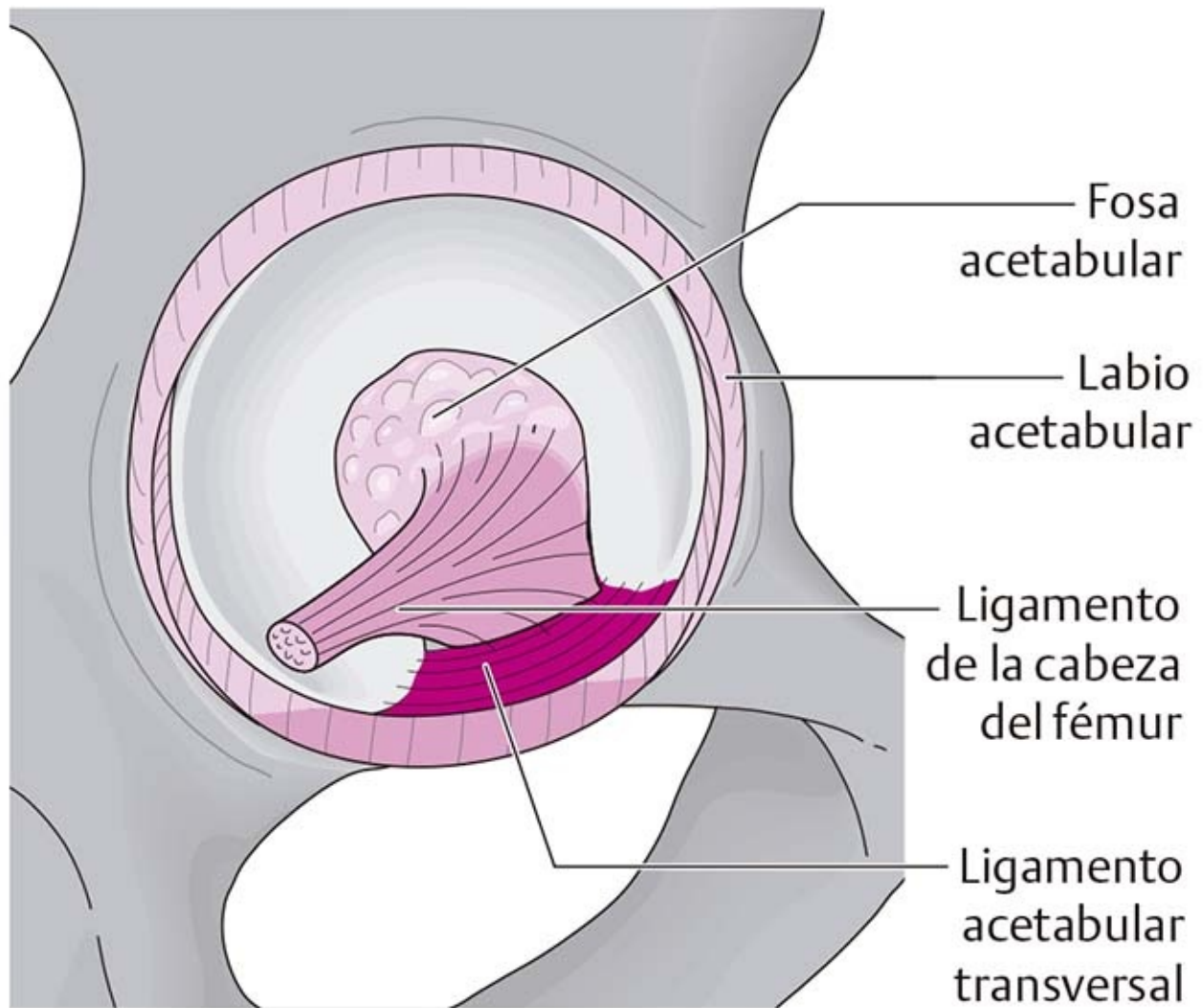
### **Superficie semilunar (figura 8-96)**



**Figura 8-96.** Superficie semilunar.

Esta superficie articular con forma semilunar del acetábulo está cubierta por cartílago. Discurre en dirección posterior y anterior y tiene un asta en cada extremo. El cartílago es más grueso en la parte media, sobre todo en el techo acetabular anterolateral, donde mide cerca de 3 mm de grosor, en comparación con las astas anterior y posterior.

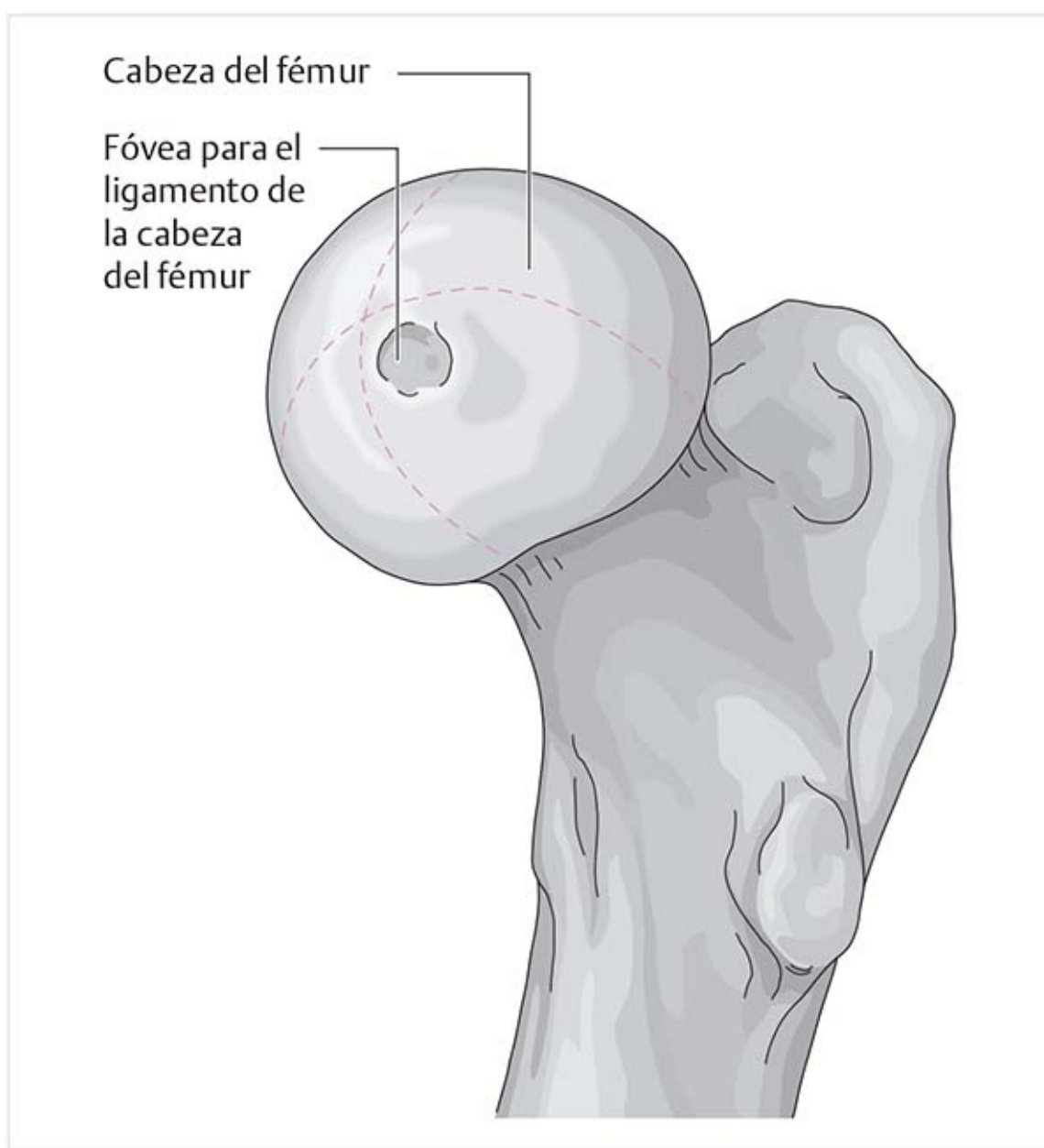
### **Fosa acetabular (figura 8-97)**



**Figura 8-97.** Fosa acetabular.

La fosa es una depresión de 3 a 4 mm en el borde medial de la superficie semilunar. Está llena con tejido conectivo adiposo laxo, el **cojinete adiposo acetabular** y el **ligamento de la cabeza del fémur**. Este cojinete adiposo compensa la diferencia en el nivel de la superficie circundante cubierta con cartílago. La cavidad ejerce un ligero vacío que contribuye a la estabilidad de la articulación. El ligamento acetabular transversal cierra el espacio en el lado inferior.

### **Cabeza del fémur (figura 8-98)**



**Figura 8-98.** Cabeza del fémur (vista posteromedial).

La cabeza es esférica y constituye las superficies articulares del fémur.

### **Fóvea para el ligamento de la cabeza del fémur**

La fóvea es una depresión en el cuadrante posteroinferior. No está cubierta con cartílago y es la zona de inserción para el ligamento de la cabeza del fémur.

### **Superficies cubiertas con cartílago**

Con un grosor de 4 mm, la capa de cartílago más fuerte es superior a la fóvea. Es mucho más delgada en su parte inferomedial, donde la superficie es más estrecha y forma un borde desigual con el cuello femoral. La superficie se divide en cuatro cuadrantes.

El área de contacto con la superficie semilunar cambia según sea la posición de la articulación. Sólo una parte de la superficie cubierta con cartílago de la cabeza femoral tiene contacto con la superficie semilunar completa. Por ejemplo, en aducción, el punto de contacto se desplaza tanto en dirección medial que el borde interno de la superficie semilunar llega al borde cartilaginoso de la fóvea.

#### **Patología**

##### **Zonas de conservación de cartílago**

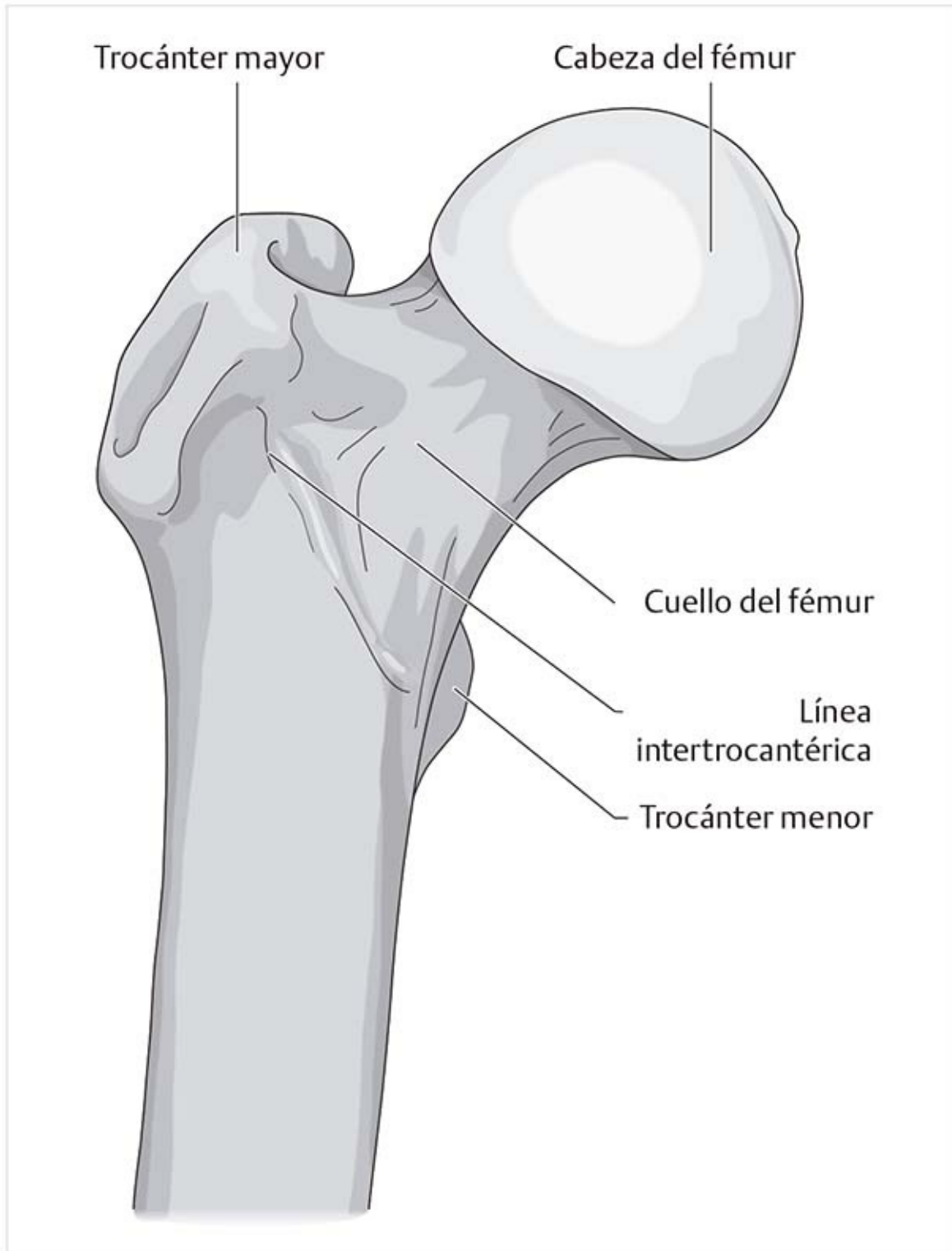
El cartílago articular se conserva sólo en sitios donde experimenta tensión compresiva elástica repetida por fuerzas compresivas intermitentes, las cuales deben estar dentro de

cierto intervalo de magnitud fisiológica. En el largo plazo, esto significa que el cartílago articular sólo permanece en las superficies en las que hay transmisión de fuerzas dentro de ciertos límites de tolerancia.

### Consejo práctico

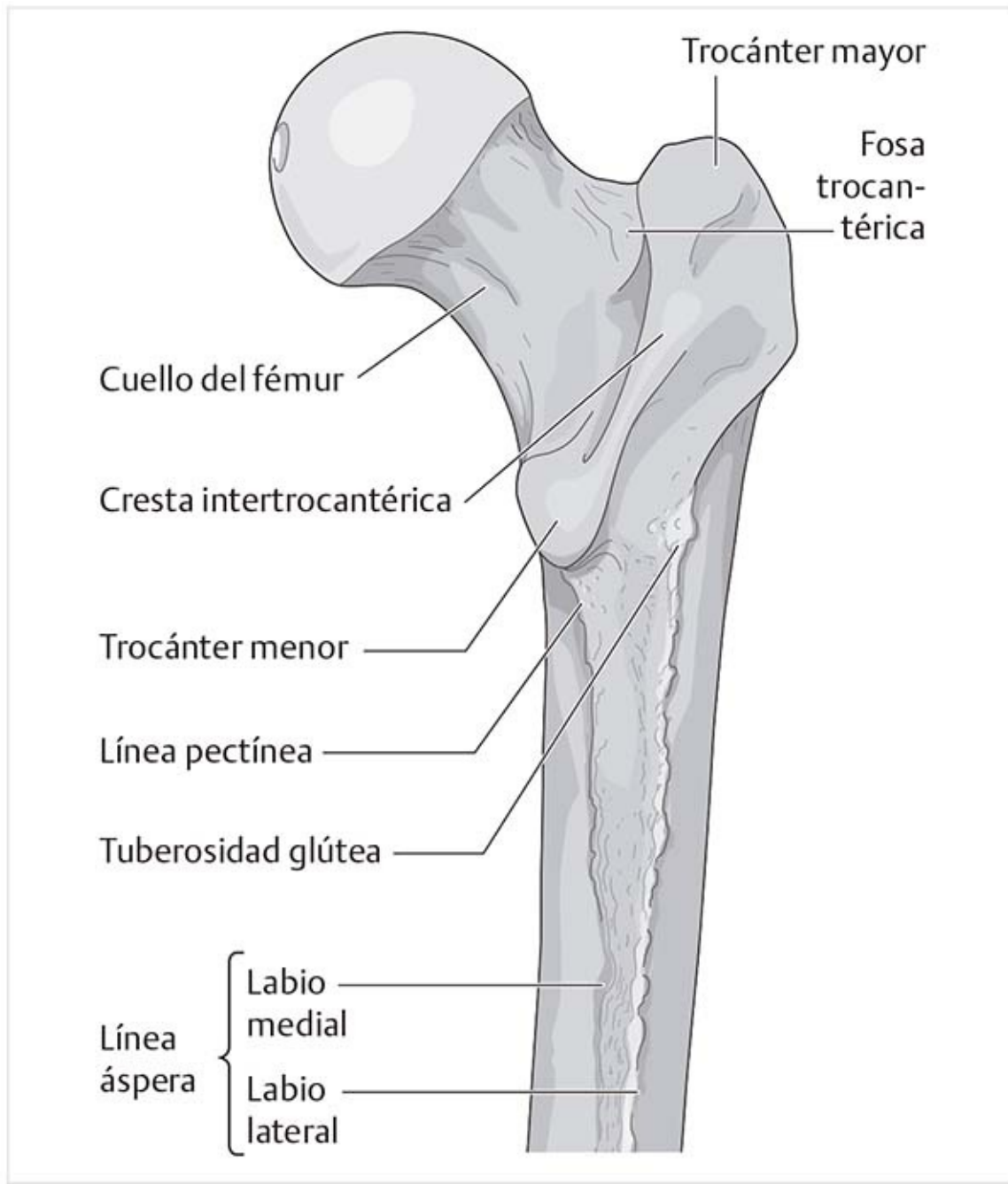
En las primeras etapas de la osteoartritis, un objetivo terapéutico importante es favorecer la nutrición del cartílago y la articulación mediante el entrenamiento funcional graduado que incluye posiciones que aplican y liberan carga de la articulación mediante la amplitud de movimiento completa.

## Estructuras femorales cercanas a la articulación (figura 8-99 y 8-100)



**Figura 8-99.** Fémur proximal (vista anterior).





**Figura 8-100.** Fémur proximal (vista posterior).

### ***Cuello del fémur***

- Éste conecta la cabeza con el cuerpo.
- Se une con la línea intertrocantérica en la parte anterior y distal, y con la cresta intertrocantérica en la parte posterior.

### ***Trocánter mayor***

- Es una apófisis.
- Actúa como sitio de inserción para músculos.
- La fosa trocantérica está en situación medial a éste.

### ***Trocánter menor***

- Se encuentra medial a la línea intertrocantérica.
- Es el sitio de inserción para el músculo iliopsoas.

### ***Línea intertrocantérica***

Es una línea anterior que discurre de un trocánter al otro.

### **Cresta intertrocantérica**

La cresta conecta los dos trocánteres por la parte posterior.

### **Fosa trocantérica**

La fosa es una depresión situada en la parte posteromedial al trocánter mayor

### **Línea áspera**

- Es una cresta longitudinal en la cara posterior del cuerpo femoral.
- Sirve como sitio de inserción para muchos músculos.

### **Tuberosidad glútea**

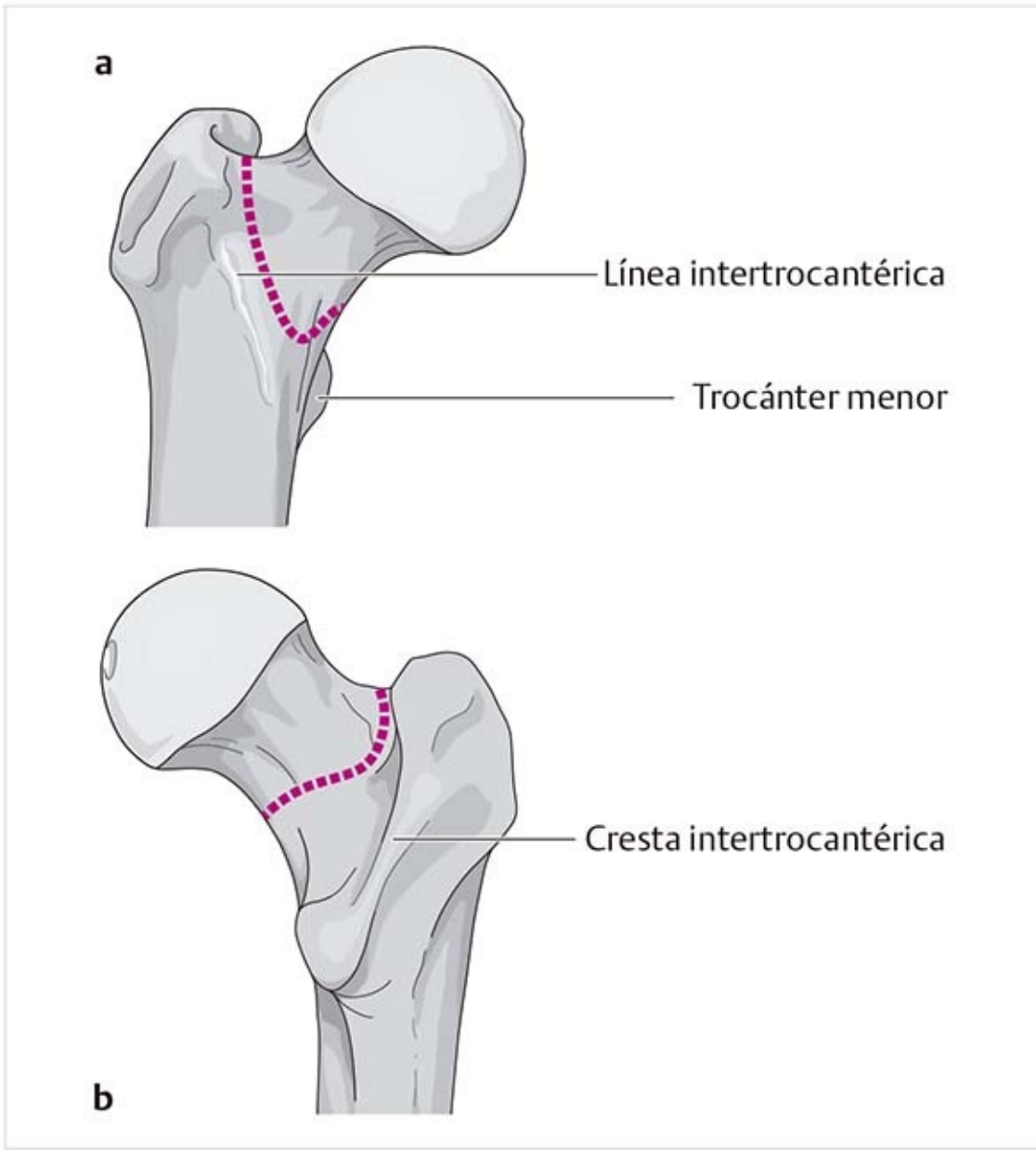
- La tuberosidad glútea actúa como sitio de inserción para el músculo glúteo mayor.
- Se dispone como extensión superior de la línea áspera.

### **Línea pectínea**

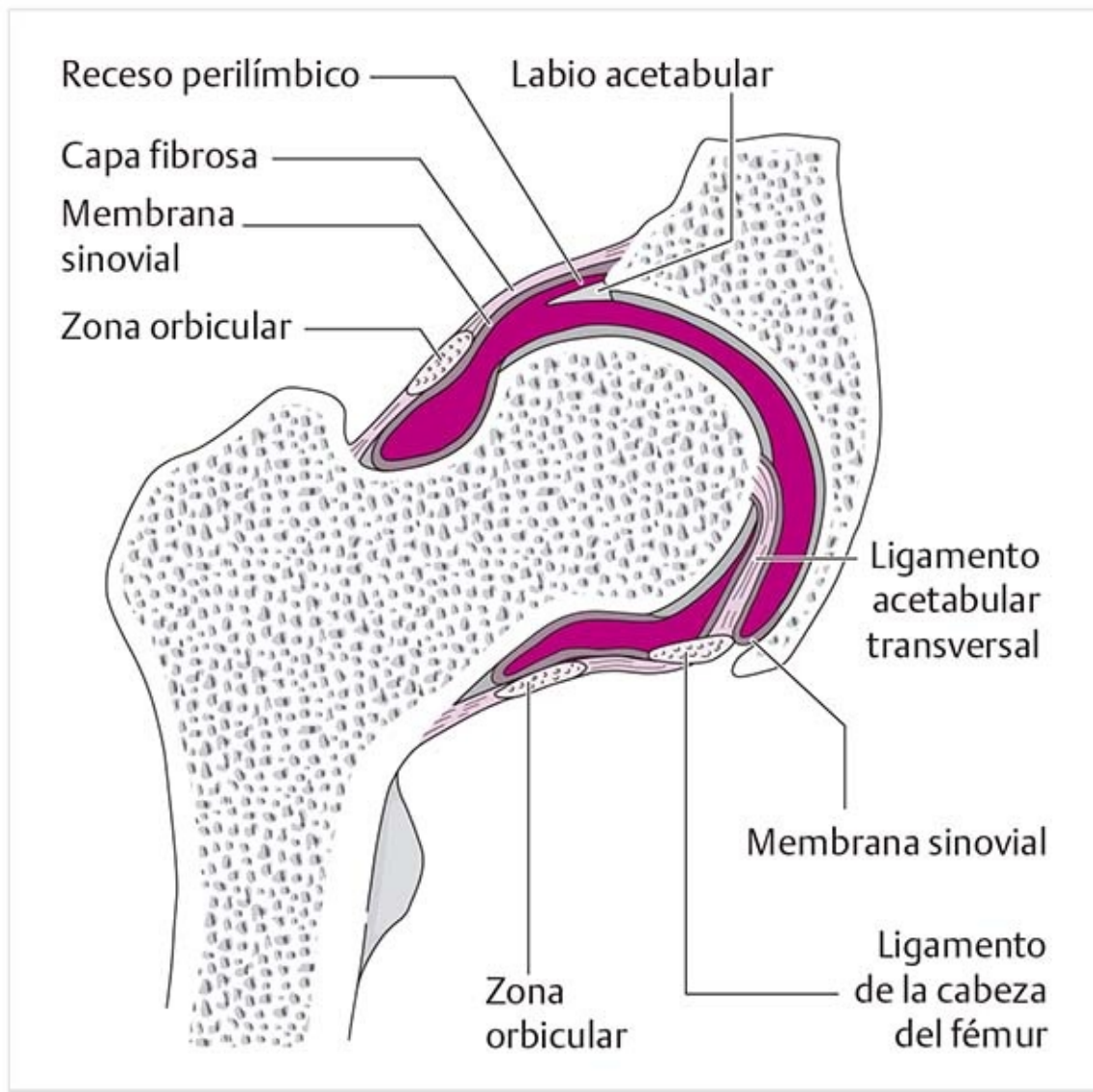
- Éste es el sitio de inserción para el músculo pectíneo.
- Es una extensión anterior de la línea áspera hacia el trocánter menor.

## **8.7.2 Cápsula articular**

### **Capa fibrosa (figura 8-101 y 8-102)**



**Figura 8-101.** Inserción de la capa fibrosa. **(a)** En la parte anterior del fémur. **(b)** En la parte posterior del fémur.



**Figura 8-102.** Membrana sinovial (la cabeza femoral se extrajo desde el acetábulo para mejorar la representación).

La capa fibrosa es una membrana firme y gruesa. Consiste en haces de fibrillas orientadas en varias direcciones, por ejemplo en sentido longitudinal y diagonal. Las fibras colágenas firmes representan cerca del 70% a 80% de su composición y el componente elástico representa cerca del 5%.

Se inserta en el borde óseo del acetábulo, el ligamento acetabular transversal y, por la parte anterior, en el fémur a lo largo de la línea intertrocanterica. En la parte posterior se inserta en el cuello femoral, casi 1 cm medial a la cresta intertrocanterica, que junto con la fosa trocanterica queda fuera de la articulación.

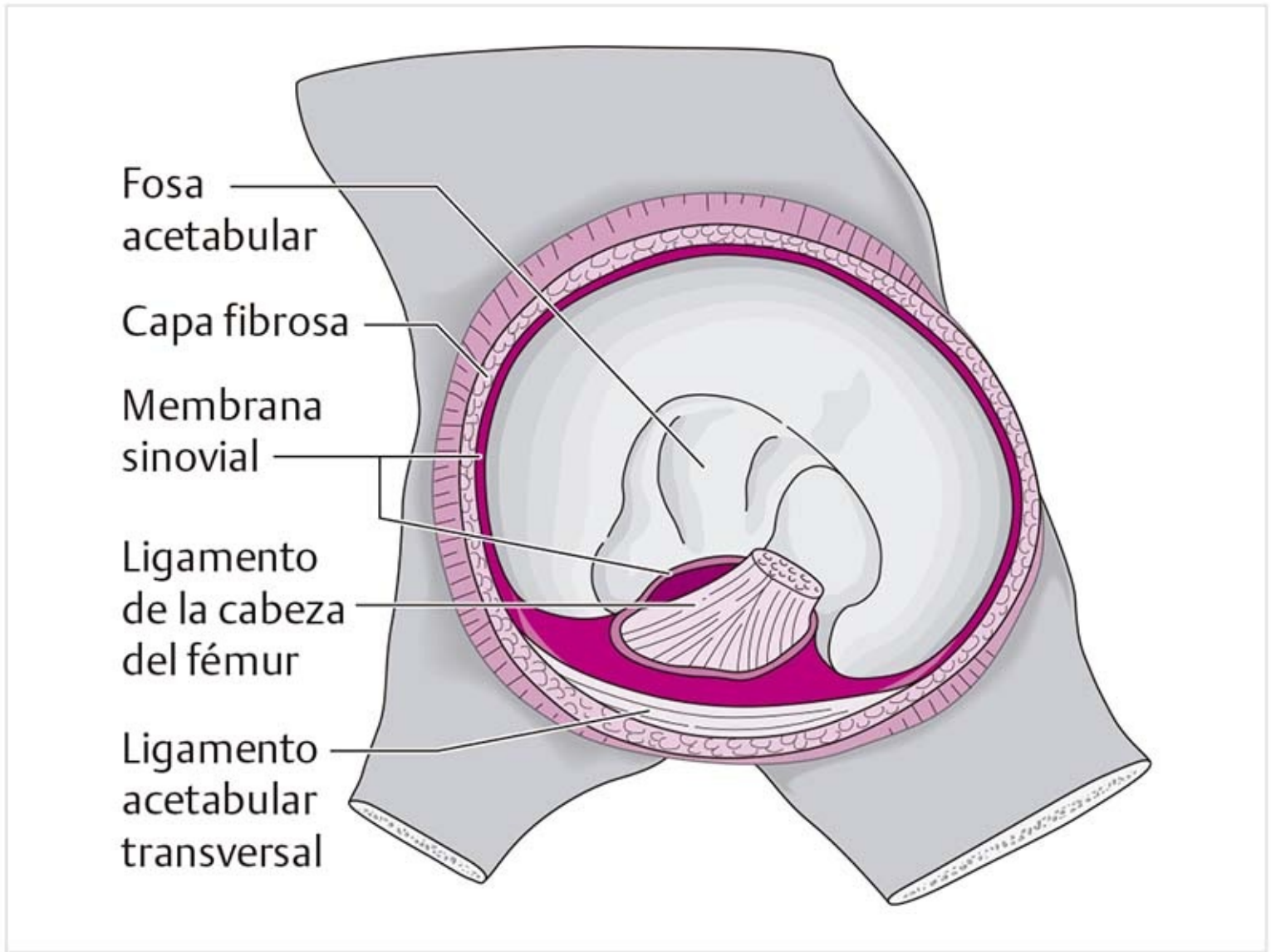
La capa fibrosa tiene muchos receptores que aportan al sistema nervioso central información sobre la posición, movimientos y desviaciones.

### Membrana sinovial (figura 8-102)

La membrana sinovial se inserta en el borde externo de la base del labio acetabular, sale del borde del labio y sobresale en el espacio articular. Esto crea un pequeño receso anular entre la cápsula y el labio, el **receso perilímbico**. Sólo en la parte inferior, la membrana sinovial sale de la punta del labio.

La membrana sinovial se inserta en la parte anterior sobre el fémur, en la unión hueso-cartilago, y forma pequeñas evaginaciones. En la parte posterior se inserta 1.5 cm proximal a la cresta intertrocanterica. Alrededor del cuello femoral, sobre todo en las partes lateral, medial y anterior, forma pliegues sinoviales, el **frenillo capsular**. Estos pliegues discurren de la inserción sobre el cuello femoral a la unión hueso-cartilago de la cabeza femoral y dirige a los vasos hacia la cabeza del fémur; en el trayecto,

estos vasos irrigan el cuello femoral. La membrana forma un tubo que rodea el ligamento de la cabeza del fémur. Se origina en la base del acetábulo, lo que cierra la articulación en la muesca y la fosa acetabulares (**figura 8-103**).



**Figura 8-103.** Membrana sinovial en el ligamento de la cabeza del fémur.

## Patología

### Patrones de cápsula

Si toda la cápsula está irritada, como en la osteoartritis, cada articulación tiene su propio patrón característico de limitaciones de movimiento que afecta la secuencia de movimientos y el grado en que pueden realizarse. Para la articulación de la cadera, el patrón de la cápsula es rotación interna/extensión → abducción → flexión.

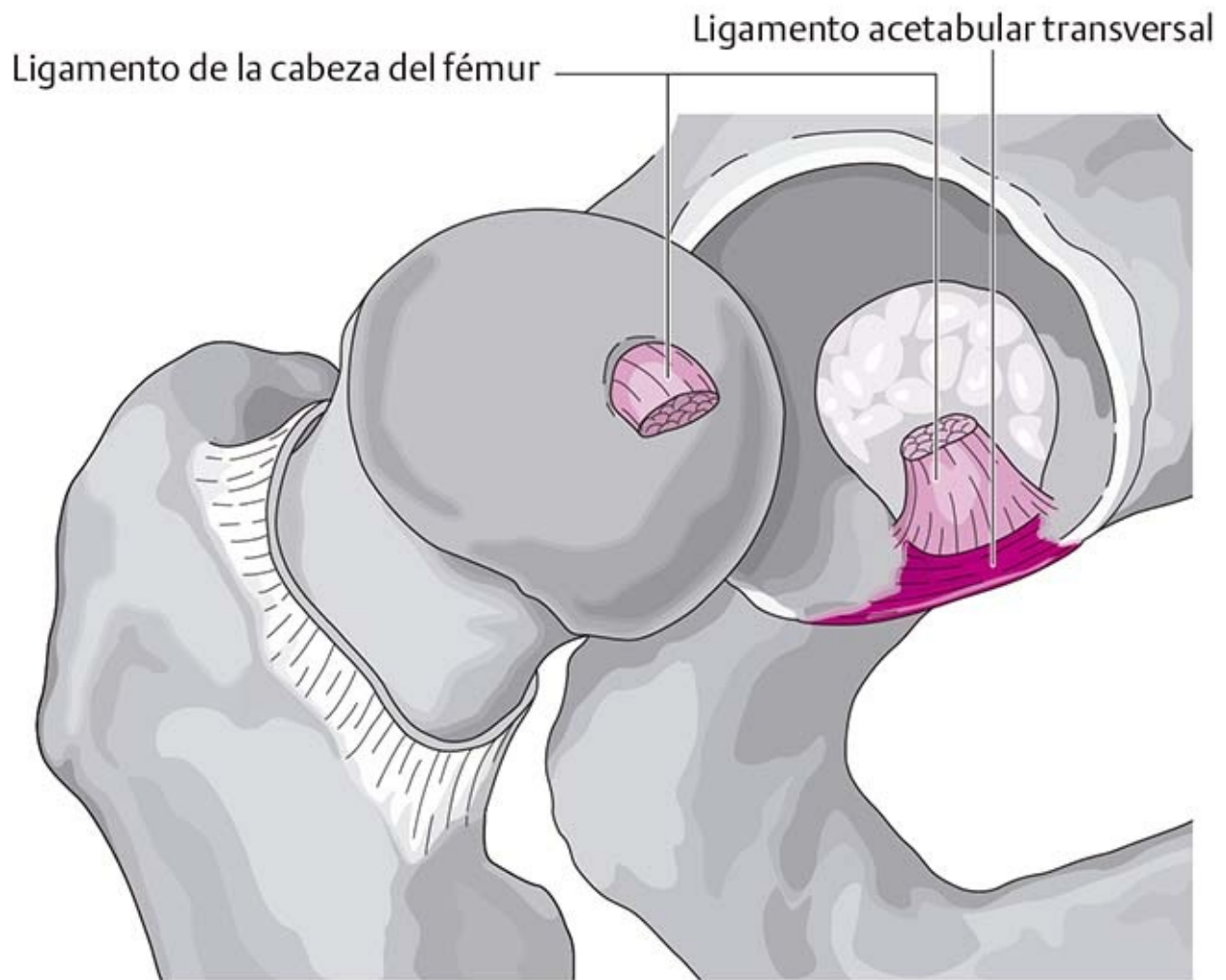
### Reemplazo total de cadera

En el reemplazo total de cadera se elimina parte del aparato cápsula-ligamento. Esto significa que falta una parte importante del mecanismo regulador de la función estática y dinámica.

## 8.7.3 Ligamentos

Se realiza una distinción entre los ligamentos intraarticulares y los extraarticulares.

### Ligamentos intraarticulares (figura 8-104)



**Figura 8-104.** Ligamentos intraarticulares: ligamento de la cabeza del fémur y ligamento acetabular transversal.

### **Ligamento de la cabeza del fémur**

El ligamento de la cabeza del fémur también se conoce como ligamento redondo del fémur (*ligamentum teres femoris*). Mide cerca de 3 cm de largo y 1 cm de ancho, se encuentra dentro de la cápsula con un perfil plano y está rodeado por una membrana sinovial.

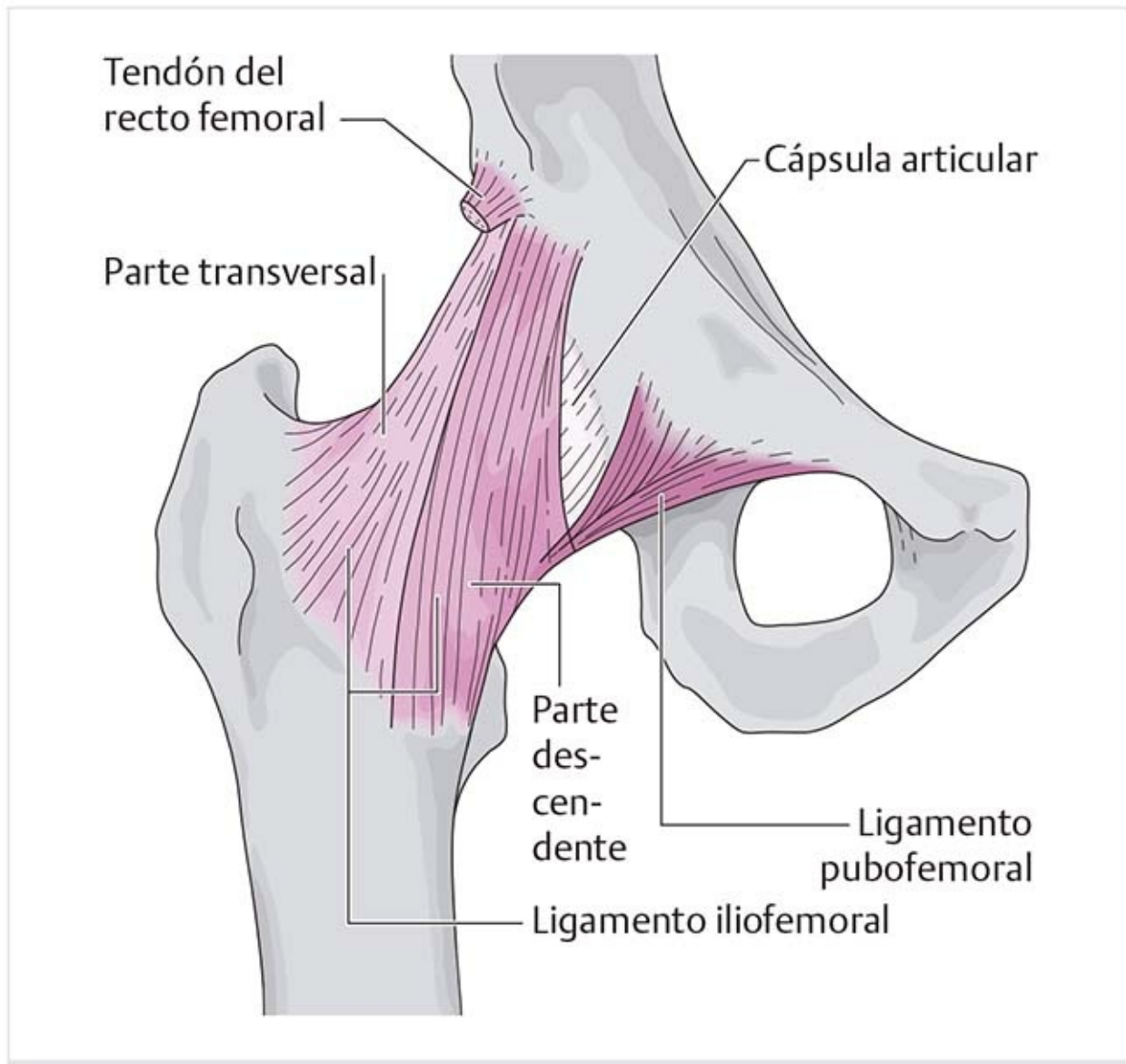
Los haces de fibras se proyectan de las astas anterior y posterior de la superficie semilunar y el margen superior del ligamento acetabular transversal a la fosa acetabular. El ligamento lleva la rama acetabular de la arteria obturatriz que irriga la cabeza del fémur (**figura 8-112**).

Se tensa con la flexión/aducción/rotación externa.

### **Ligamento acetabular transversal**

Este ligamento cruza la muesca acetabular y así sostiene la cabeza femoral desde la parte inferior. Su capa externa conecta los extremos de los labios y la capa interna conecta las astas de la superficie semilunar. Mide alrededor de 1 cm de ancho.

### **Ligamentos extraarticulares (figura 8-105)**



**Figura 8-105.** Ligamentos extraarticulares anteriores: ligamentos iliofemoral y pubofemoral.

## Ligamento iliofemoral

El ligamento iliofemoral tiene forma de V. La punta de la V se encuentra debajo de la espina iliaca anteroinferior, donde se une con el músculo recto femoral. La inserción se localiza sobre la línea intertrocantérica:

- Parte transversal: la banda superior (ligamento de Bertini) discurre en dirección transversal y es el ligamento más fuerte del cuerpo humano. Tiene hasta 1 cm de grosor. Su fuerza tensil es de 350 kg.
- Parte descendente: la banda inferior delgada discurre hasta la mitad inferior de la línea intertrocantérica. Las fibras discurren en forma helicoidal. En la cadera derecha giran hacia la izquierda y en la cadera izquierda hacia la derecha. Durante la rotación externa, esta parte del ligamento se destuerce y se relaja.

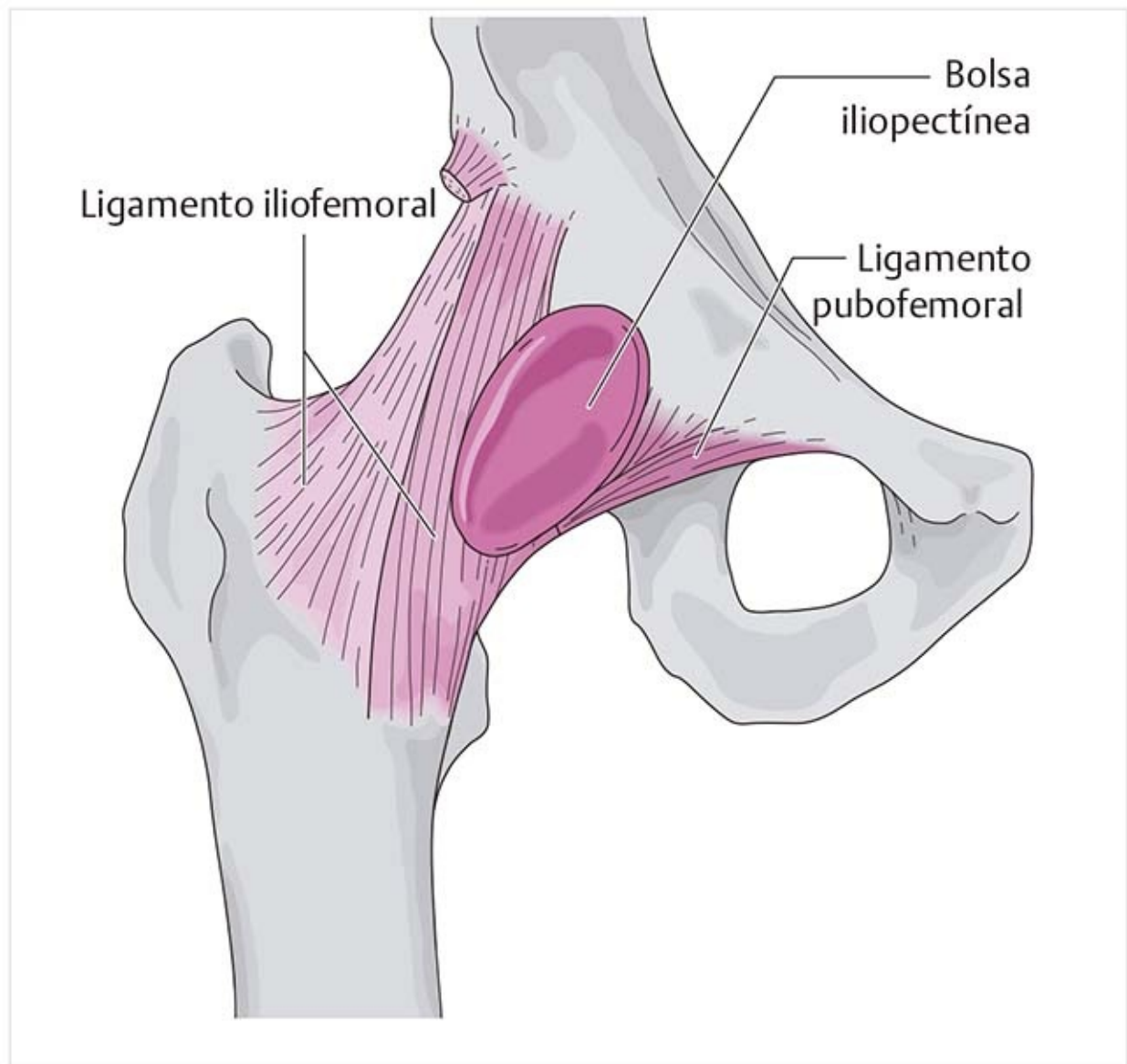
## Ligamento pubofemoral

El ligamento pubofemoral avanza de la eminencia iliopúbica y la cresta obturatriz, donde se entrelaza con el tendón del músculo pectíneo, a la parte inferior de la línea intertrocantérica. Ahí se entrelaza con el ligamento iliofemoral. Tiene una conexión con la cápsula articular y la zona orbicular.

En la parte anterior, los ligamentos iliofemoral y pubofemoral forman la **Z Welcker**, con los siguientes componentes:

- La parte transversal del ligamento iliofemoral.
- La parte descendente del ligamento iliofemoral.
- El ligamento pubofemoral.

### **Bolsa iliopectínea (figura 8-106)**



**Figura 8-106.** Bolsa iliopectínea.

Entre los ligamentos iliofemoral y pubofemoral, la pared capsular es delgada; es ahí donde la bolsa iliopectínea se sitúa sobre la cápsula. Se comunica con la cavidad articular en 10% a 15% de los casos. Es oblonga y puede llegar hasta el trocánter menor. Los tendones del músculo iliopsoas discurren sobre ella.

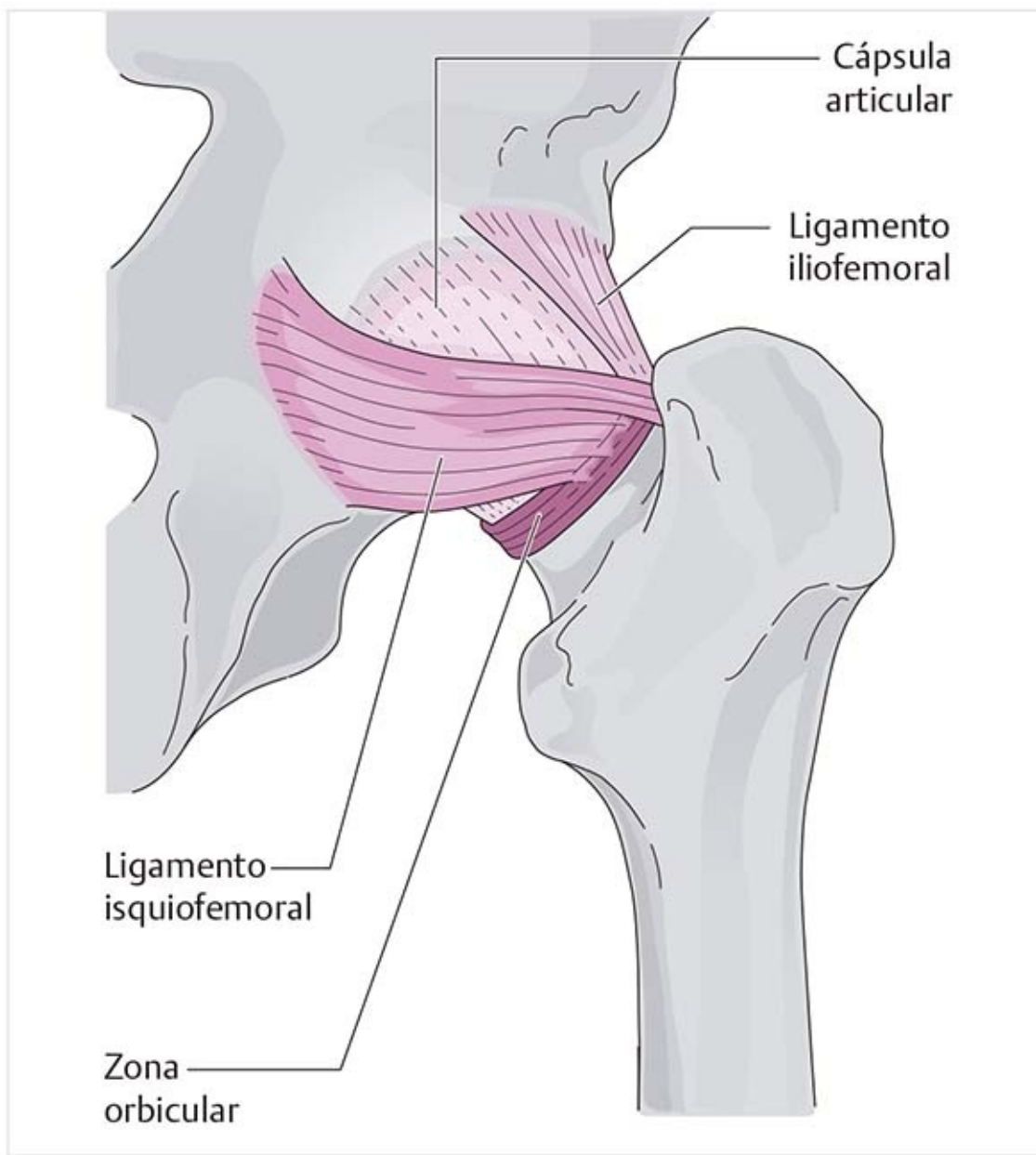
#### **Patología**

Como resultado de la inflamación (bursitis purulenta) debida a una infección subyacente, la bolsa puede causar dolor durante el movimiento, en particular cuando el músculo iliopsoas se contrae.

Los cambios en la postura corporal estática también pueden causar bursitis, que algunas veces puede volverse crónica porque se acompaña de irritación recurrente.

### **Ligamento isquiofemoral (figura 8-107)**





**Figura 8-107.** Ligamento isquiofemoral.

El ligamento isquiofemoral se origina en el margen posterior inferior del acetábulo y el margen superior de la tuberosidad isquiática. Se proyecta como una espiral en dirección superolateral. Se inserta en la cara medial del trocánter mayor y la zona orbicular. Es también el sitio de inserción para el músculo obturador externo, para el cual hay una pequeña hendidura en el ligamento.

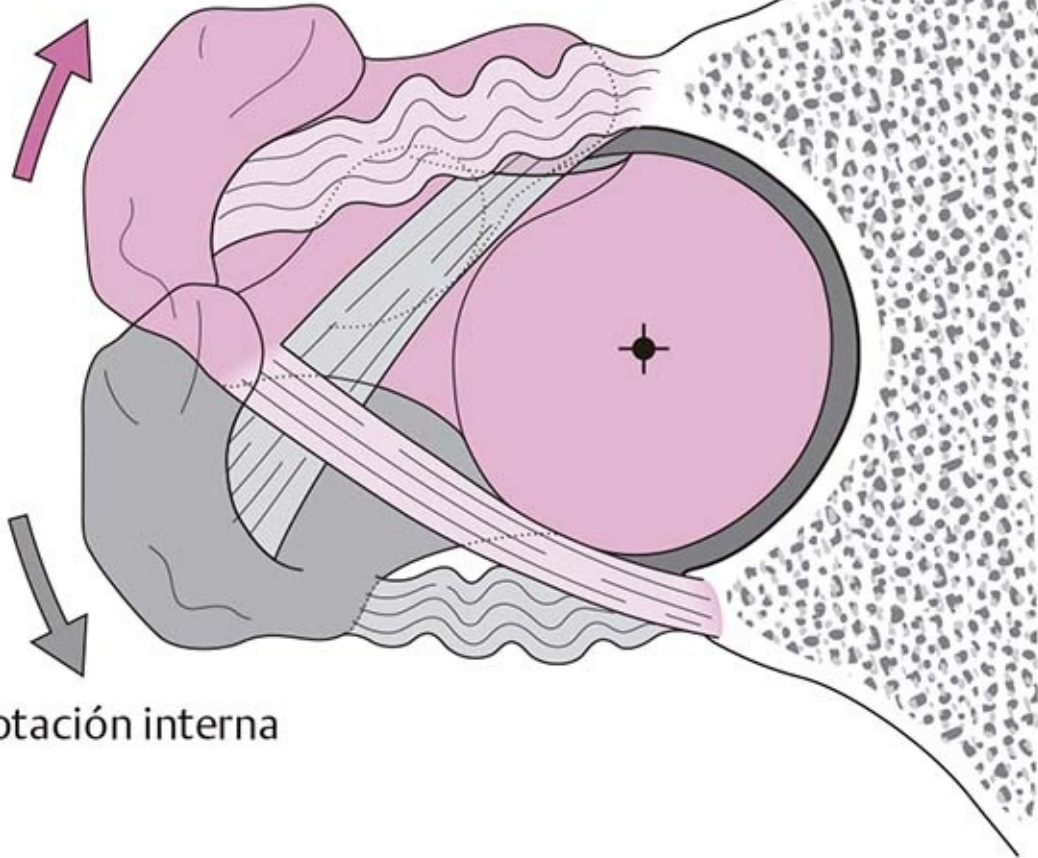
El ligamento se entrelaza con la parte lateral del ligamento iliofemoral.

### **Zona orbicular (figura 8-107)**

La zona orbicular es un asa ligamentosa que contiene fibras de los tres ligamentos extraarticulares. Se adhiere a la cápsula articular y envuelve de manera estrecha el cuello femoral. Ejerce presión sobre la articulación por su conexión con los ligamentos extracapsulares.

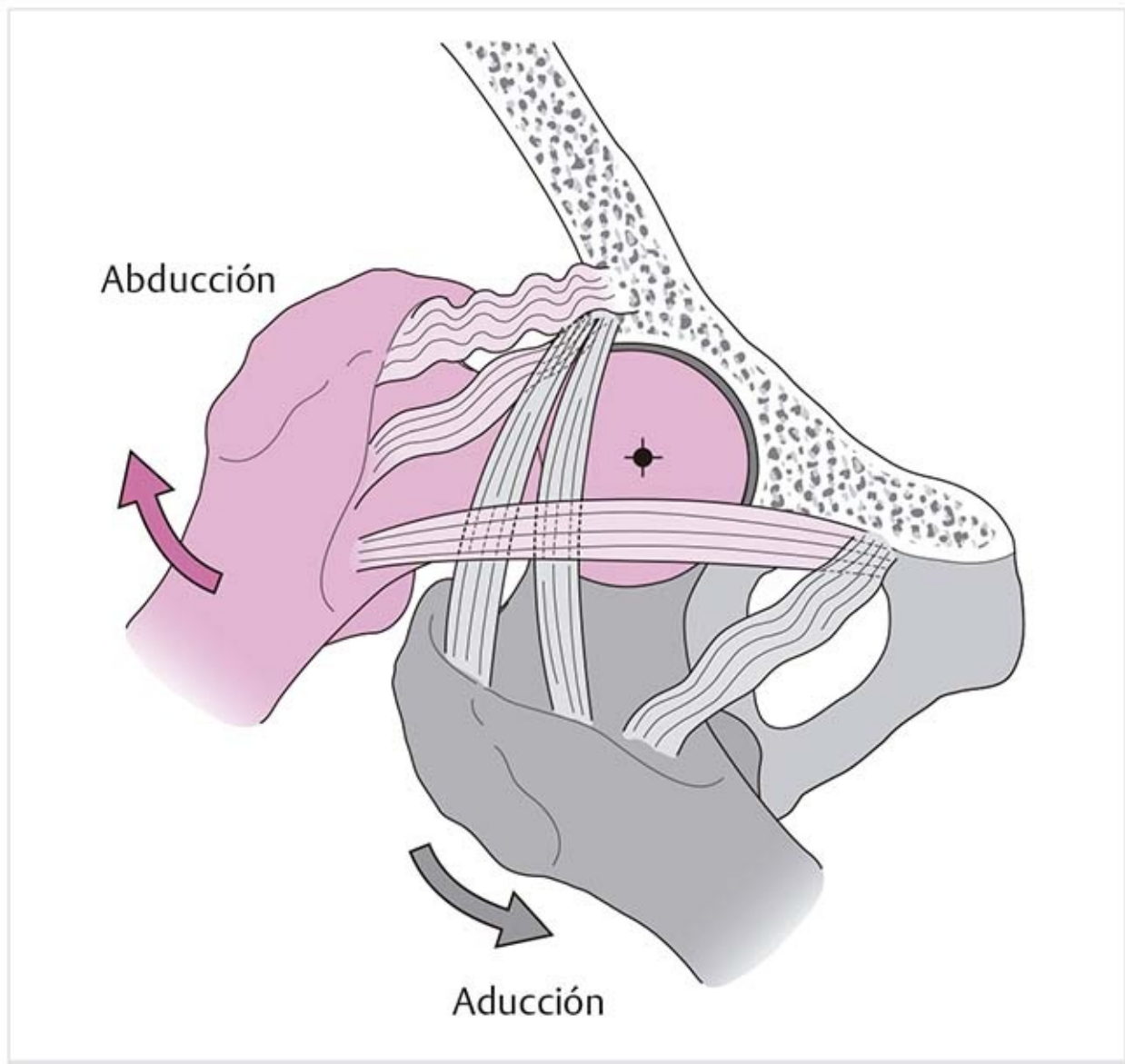
### **Funciones de los ligamentos (figura 8-108 y 8-109)**

Rotación externa



Rotación interna

**Figura 8-108.** Tensión en el ligamento en la rotación externa e interna (vista transversal).



**Figura 8-109.** Tensión en el ligamento en abducción y aducción (vista anterior).

Los ligamentos sirven para realizar y limitar los movimientos de la articulación, con lo que la estabilizan:

- **Extensión:** con la extensión, los ligamentos se tuercen y cierran la articulación, lo que limita la extensión a  $10^\circ$  o  $15^\circ$ , aproximadamente.
- **Flexión:** en una flexión leve, todas las estructuras ligamentosas están relajadas. No es sino hasta que se alcanza una flexión significativa que la parte transversal del ligamento iliofemoral se tensa.
- **Rotación:** en la rotación externa, la parte transversal del ligamento iliofemoral y el ligamento pubofemoral se tensan; en la rotación interna, el ligamento isquiofemoral y la parte descendente del ligamento iliofemoral se tensan. Si los ligamentos se relajan en la flexión, es posible una rotación externa mucho mayor.
- **Abducción:** en la abducción se tensan porciones de la parte descendente del ligamento iliofemoral y el ligamento pubofemoral, así como las partes inferiores del ligamento isquiofemoral.
- **Aducción:** en la aducción, la parte transversal del ligamento iliofemoral previene grandes movimientos de deflexión.

### ***Posición de reposo***

En la posición de reposo, el aparato cápsula-ligamento está relajado y la distribución del líquido sinovial es óptima. Ésta es la posición de comodidad que los pacientes asumen de manera refleja cuando

tienen dolor.

En la articulación de la cadera, la posición de reposo es una flexión aproximada de 30° con 15° a 20° de abducción y 5° a 10° de rotación externa.

### ***Posición de bloqueo***

En la posición trabada, el aparato cápsula-ligamento experimenta tensión máxima y no es posible ningún juego articular. En la articulación de la cadera, esto ocurre en la extensión máxima con rotación interna combinada y abducción o aducción.

Patología
<p><b>Puntos débiles</b> Los puntos débiles en términos de estabilidad de la articulación de la cadera son las áreas en las que las diversas estructuras ligamentosas se entrelazan. Éstos se encuentran sobre todo entre el ligamento iliofemoral y el ligamento pubofemoral, es decir, en la región anterior.</p> <p><b>Luxación adquirida de la cadera</b> Se requiere una fuerza de gran magnitud para luxar la articulación de la cadera. Por ejemplo, en caso de luxación anterior de tipo púbico, en el que hay rotación externa extrema y el borde y labio acetabulares se usan como punto de apoyo, la cabeza del fémur sale de la articulación en dirección anterior por efecto de palanca. La extremidad inferior se fija en la posición forzada de rotación externa y no puede soportar peso.</p>
Consejo práctico
<p><b>Tratamiento del aparato cápsula-ligamento</b> <b>Alivio del dolor (figura 8-110 y 8-111)</b> Para aliviar el dolor, el tratamiento implica la aplicación de tracción en la posición de reposo actual del paciente. La tracción sólo debe tensar la cápsula, ya que el impulso de estiramiento puede causar molestia. Hay que buscar la posición de reposo actual en una flexión aproximada de 30°, rotación externa ligera y abducción. Cuando se encuentre esta posición, puede sentirse una “liberación” elástica cuando se ejerce tracción.</p> <p><b>Aumento de movimiento</b> En contraste con el método usado para aliviar el dolor, el estiramiento de varias partes de la cápsula requiere tracción intensa en la posición al final del movimiento. Esto inicia con tracción mínima, se incrementa de manera gradual y se realiza en forma intermitente.</p>

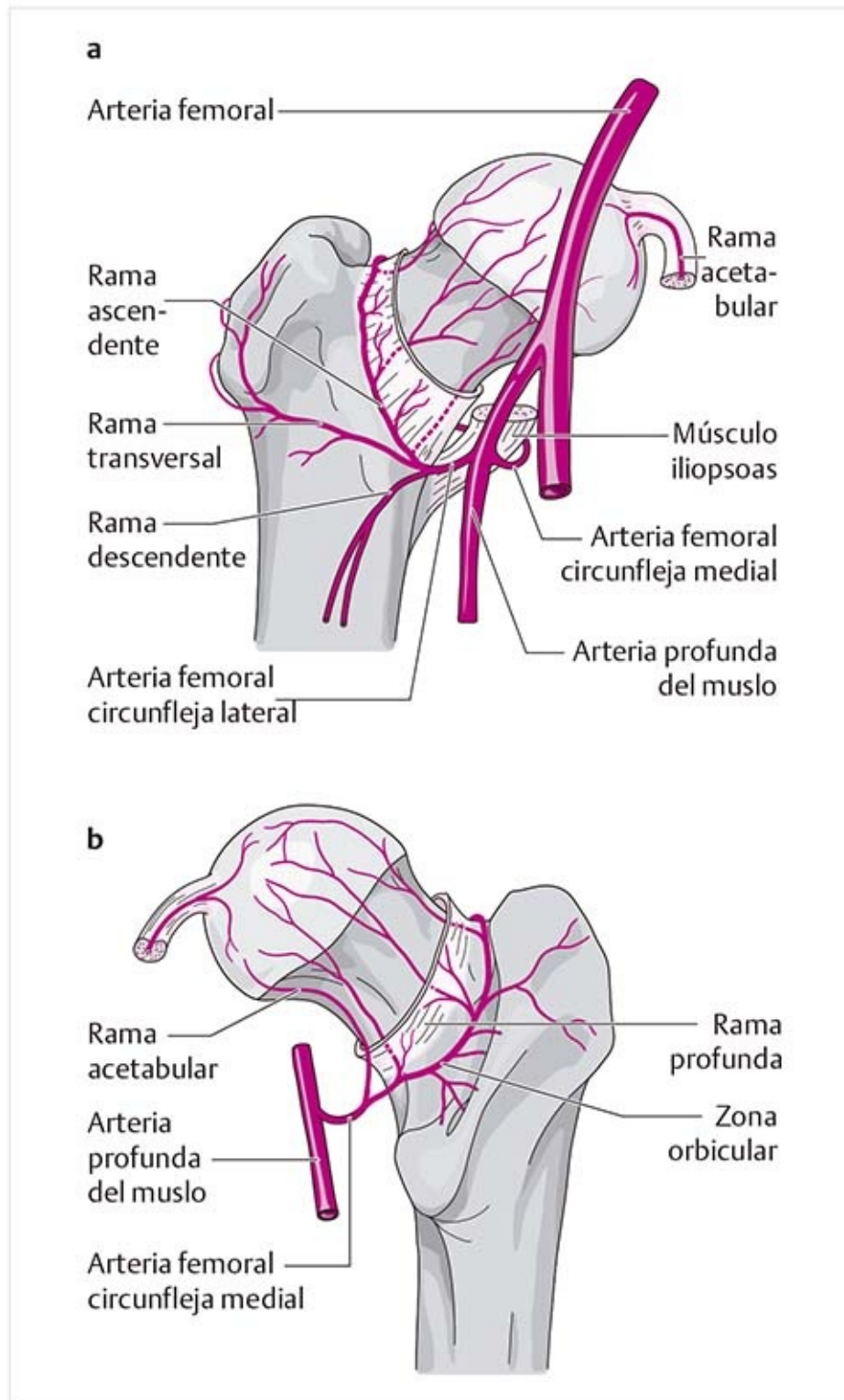


**Figura 8-110.** Tracción en la posición en reposo actual.



**Figura 8-111.** Tratamiento de tracción en la posición al final del movimiento. Ejemplo: flexión.

### **8.7.4 Suministro arterial (figura 8-112)**



**Figura 8-112.** Suministro arterial de la articulación de la cadera. **(a)** Anterior. **(b)** Posterior.

## ***Arteria femoral***

- Esta arteria es continuación de la arteria iliaca externa.
- Comienza dentro del espacio vascular y se extiende en dirección lateral dentro del espacio.
- A unos tres anchos de dedo abajo del ligamento inguinal, la arteria femoral emite la arteria profunda del muslo en dirección posterolateral. La arteria femoral circunfleja lateral se origina poco después.

## ***Arteria femoral circunfleja lateral***

- La rama ascendente discurre en dirección superolateral a lo largo de la línea intertrocantérica y proyecta varias ramas en dirección del cuello femoral; estas avanzan bajo la sinovia y penetran la cabeza femoral cerca de la interfaz hueso-cartílago.

- La rama transversal irriga el área del trocánter mayor.
- La rama descendente se extiende en dirección distal a lo largo del cuerpo femoral hasta la articulación de la rodilla.

La parte restante de la arteria femoral, también llamada **arteria femoral superficial**, no emite ninguna rama mayor a la zona circundante y continúa en dirección distal hasta el canal del aductor.

### ***Arteria femoral circunfleja medial***

- Nace de la arteria profunda del muslo al mismo nivel que la arteria femoral circunfleja lateral.
- Se dirige en dirección medial hasta el cuello del fémur y se desvía alrededor del tendón del músculo iliopsoas en dirección posterior.
- La rama profunda continúa en dirección superior y emite ramas al trocánter mayor y el cuello femoral.
- La rama acetabular se dirige en sentido inferior hacia el cuello, forma anastomosis con la arteria obturatriz y emite ramas para el acetábulo anterior.

### ***Arterias glúteas superior e inferior***

- Estas arterias se originan en la arteria iliaca interna.
- Irrigan las partes posterosuperior e inferior del acetábulo.

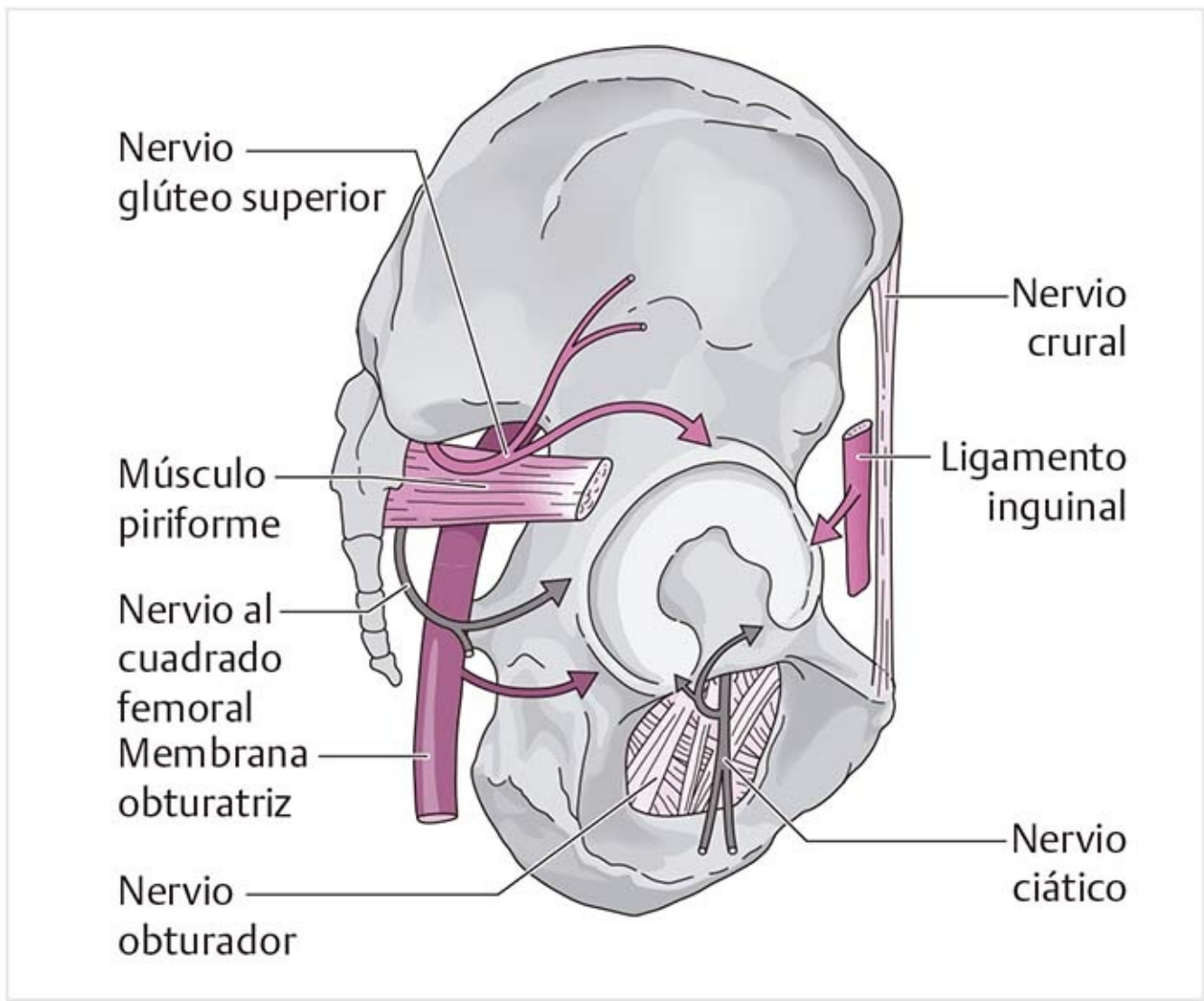
### ***Arteria obturatriz***

- La rama acetabular pasa sobre la muesca acetabular hacia el interior de la articulación.
- Continúa dentro del ligamento de la cabeza del fémur.
- La arteria irriga el hueco articular, el cojinete adiposo y la cabeza femoral.

Patología
En una fractura del cuello femoral, el suministro sanguíneo a la cabeza femoral puede interrumpirse si la línea de fractura es intracapsular. La nutrición sólo se garantiza a través del ligamento de la cabeza del fémur. Puesto que éste puede atrofiarse en la vejez, puede haber necrosis debida a la falta de nutrición. En estos casos se coloca una endoprótesis. Si la línea de fractura es extracapsular, las condiciones nutricionales son más favorables.

## **8.7.5 Inervación (figura 8-113)**





**Figura 8-113.** Inervación de la articulación de la cadera.

### ***Nervio crural***

Distal a la arteria femoral circunfleja lateral, el nervio crural emite una rama para la región anterior de la articulación.

### ***Nervio obturador***

- El nervio obturador accesorio de las raíces nerviosas L3-L4 continúa hacia la parte inferior de la articulación de la cadera.
- Otras ramas se extienden a la articulación de la rodilla.

### ***Nervio ciático***

- La rama articular para la cadera nace justo antes del orificio infrapiriforme.
- Inerva la región posterior de la cadera.

### ***Nervio glúteo superior***

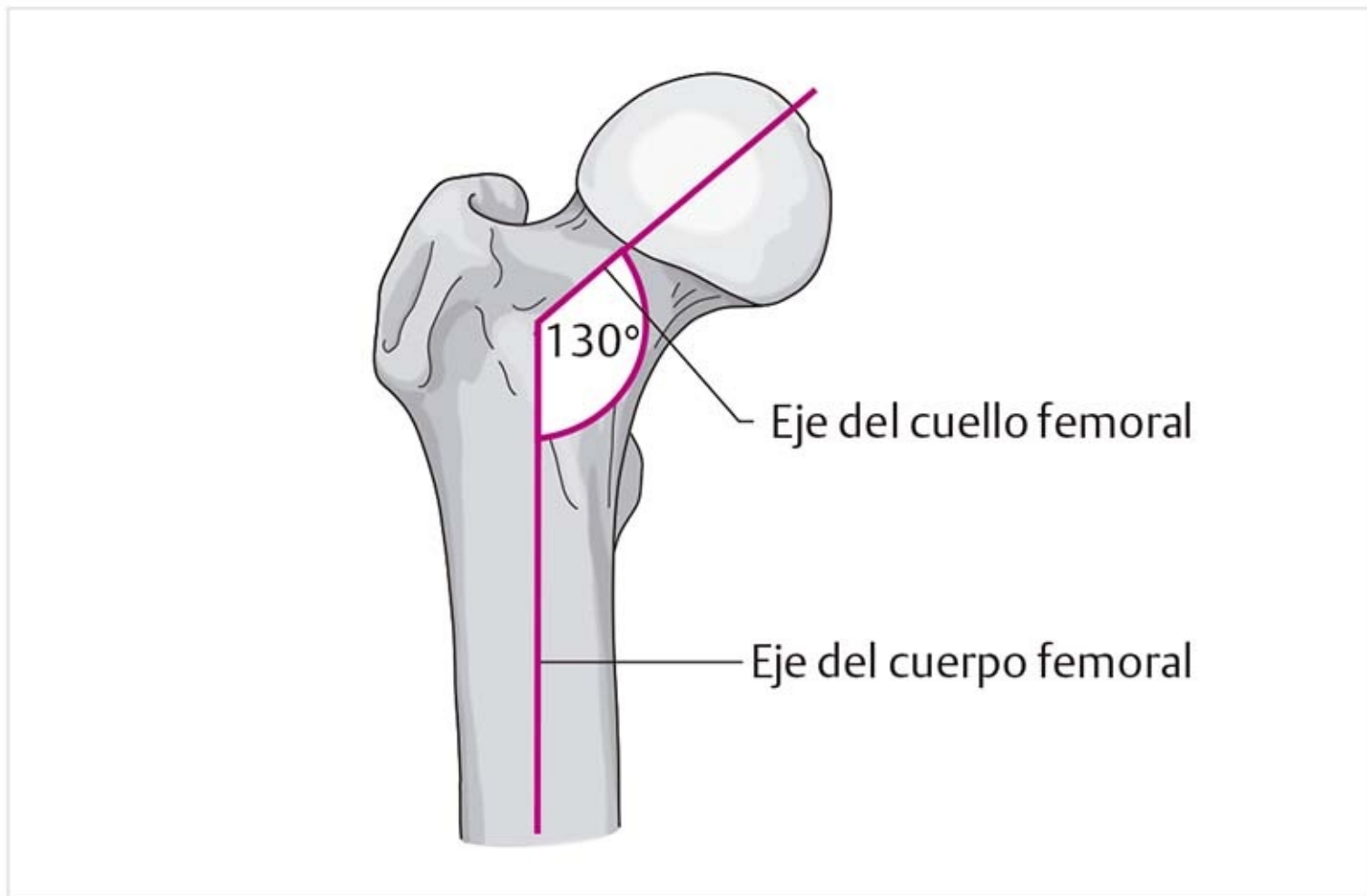
Este nervio emite una rama a la articulación desde una dirección superolateral.

### ***Nervio al cuadrado femoral***

- Este nervio pasa por el orificio ciático mayor.
- Emite ramas al músculo cuadrado femoral y la parte posteroinferior de la articulación de la cadera.

## **8.7.6 Ángulos de la región femoral**

## Ángulo CCD (figura 8-114)



**Figura 8-114.** El ángulo cabeza-cuello-diáfisis.

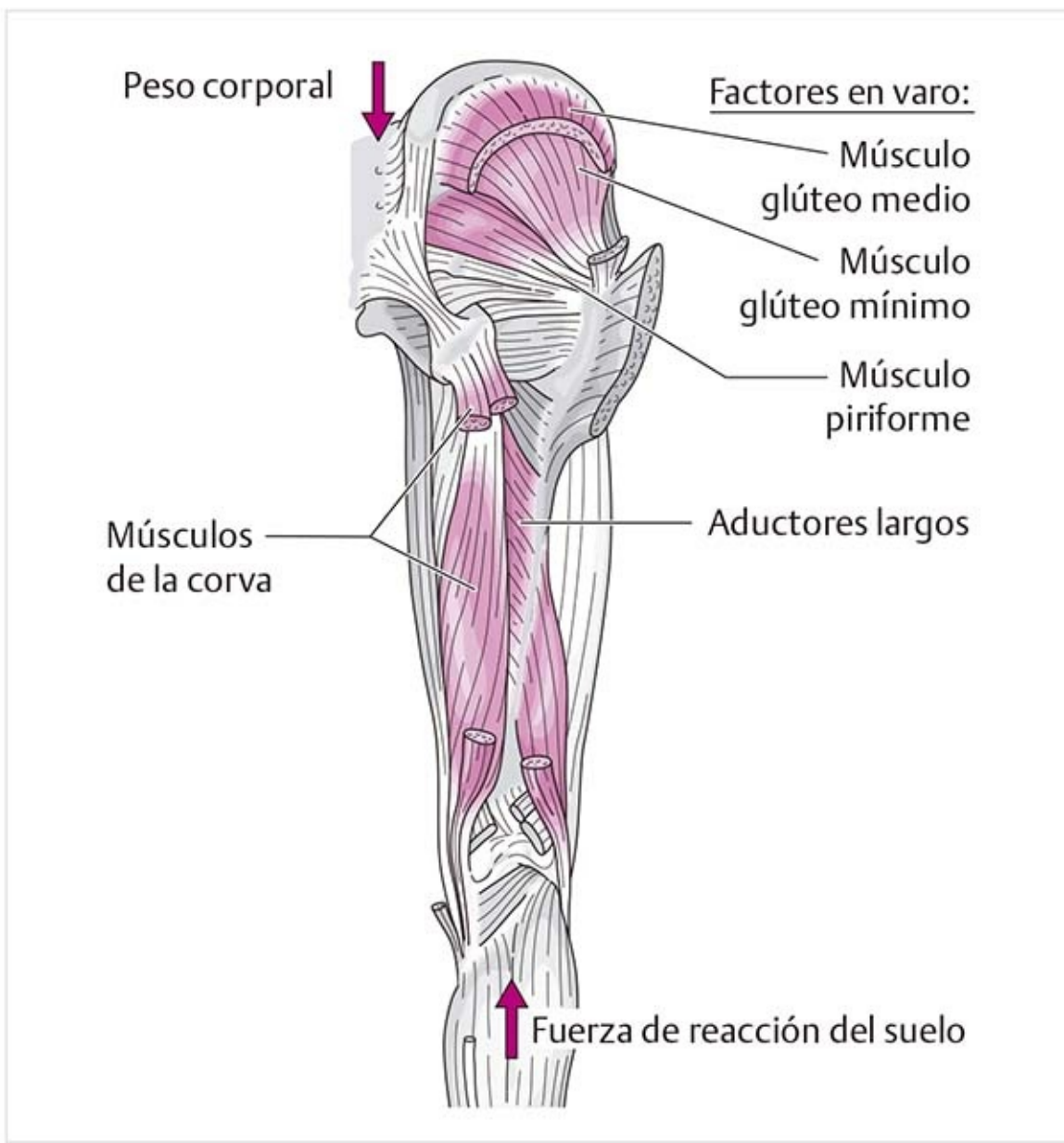
El ángulo CCD es el formado por el eje del cuello femoral y el eje del cuerpo femoral:

- El eje del cuello femoral pasa por el punto medio de la cabeza del fémur y se mantiene a la misma distancia de los contornos del cuello femoral.
- El eje del cuerpo femoral pasa por el conducto medular del cuerpo del fémur.

En el recién nacido, el ángulo es de  $150^\circ$  y después de los dos años de edad se reduce. Hacia el final del crecimiento alcanza los  $125^\circ$  a  $130^\circ$  y conforme transcurre la edad es probable que se reduzca aún más.

### ***Factores que influyen en los cambios del ángulo***

- Las fuerzas que reducen el ángulo (hacia el varo) son el peso corporal, los abductores, el músculo recto femoral, los músculos de la corva, los aductores largos y la fuerza de reacción del suelo que proviene de abajo (figura 8-115).



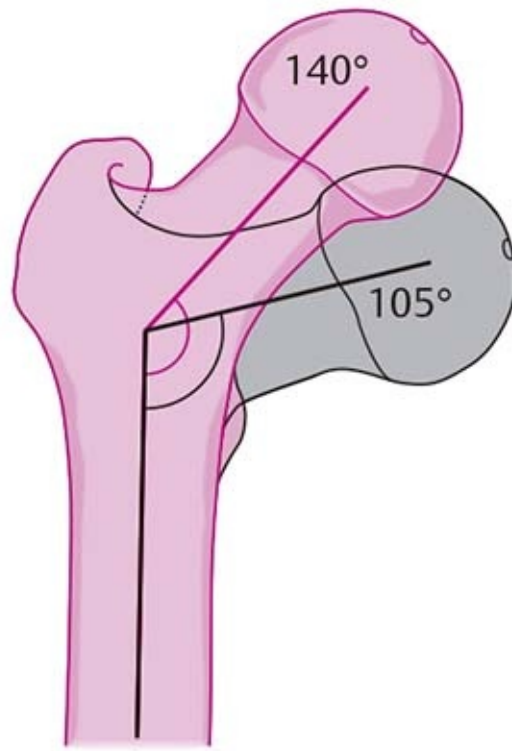
**Figura 8-115.** Fuerzas que reducen el eje cabeza-cuello-diáfisis.

- Las fuerzas que aumentan el ángulo (hacia el valgo) son los aductores en disposición transversal, los dos músculos que se extienden al haz iliotibial (el glúteo mayor y el tensor de la fascia lata), los músculos pelvitrocantéricos y las fibras transversales del músculo iliopsoas.

### Patología

#### Cambios en el ángulo (figura 8-116)

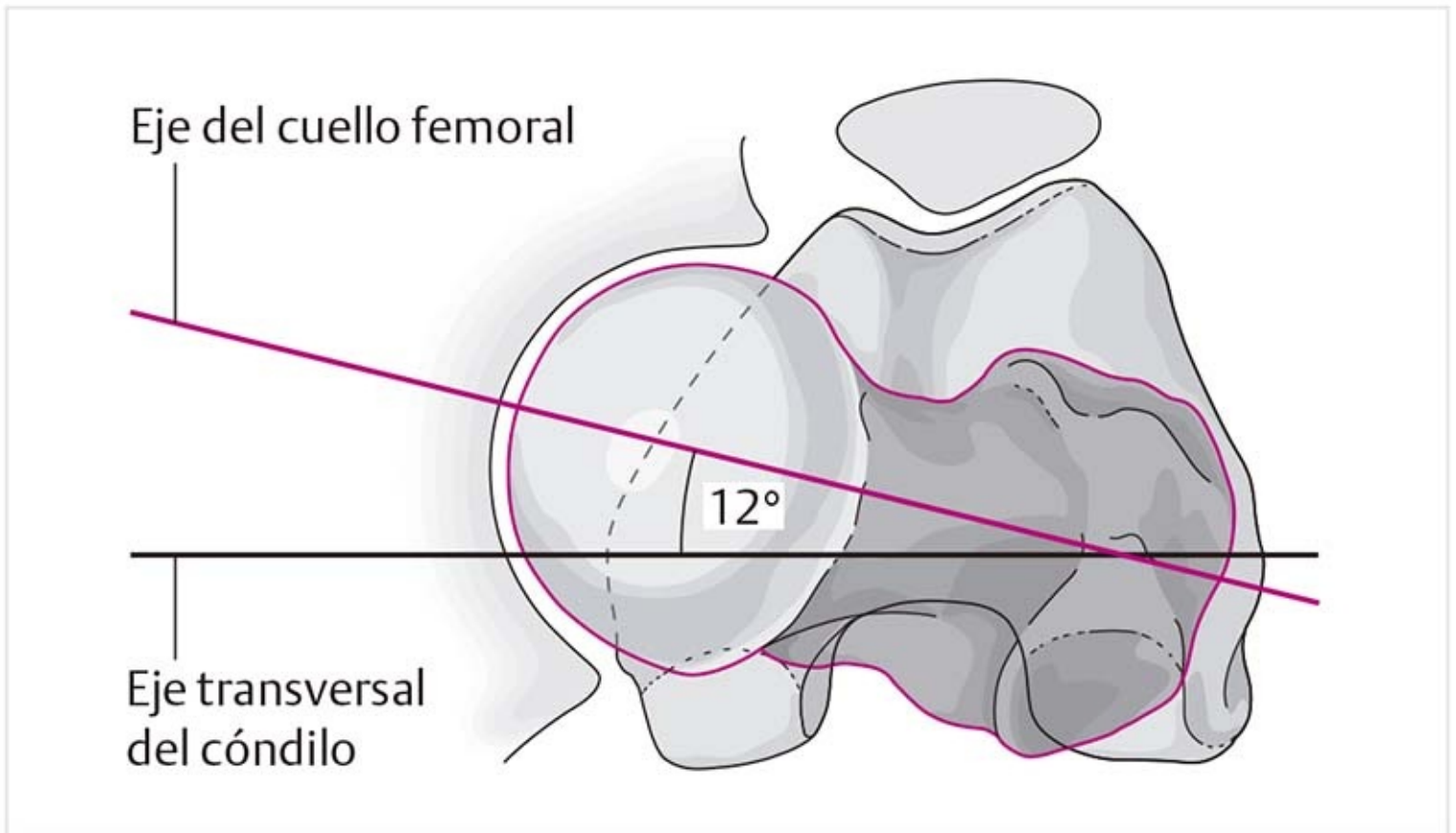
- Cadera en valgo: ángulo mayor de 135°.
- Cadera en varo: ángulo menor de 120°.



**Figura 8-116.** Cadera en valgo y cadera en varo.

► Véase la sección 8.7.8 Biomecánica.

**Ángulo de anteversión (figura 8-117)**



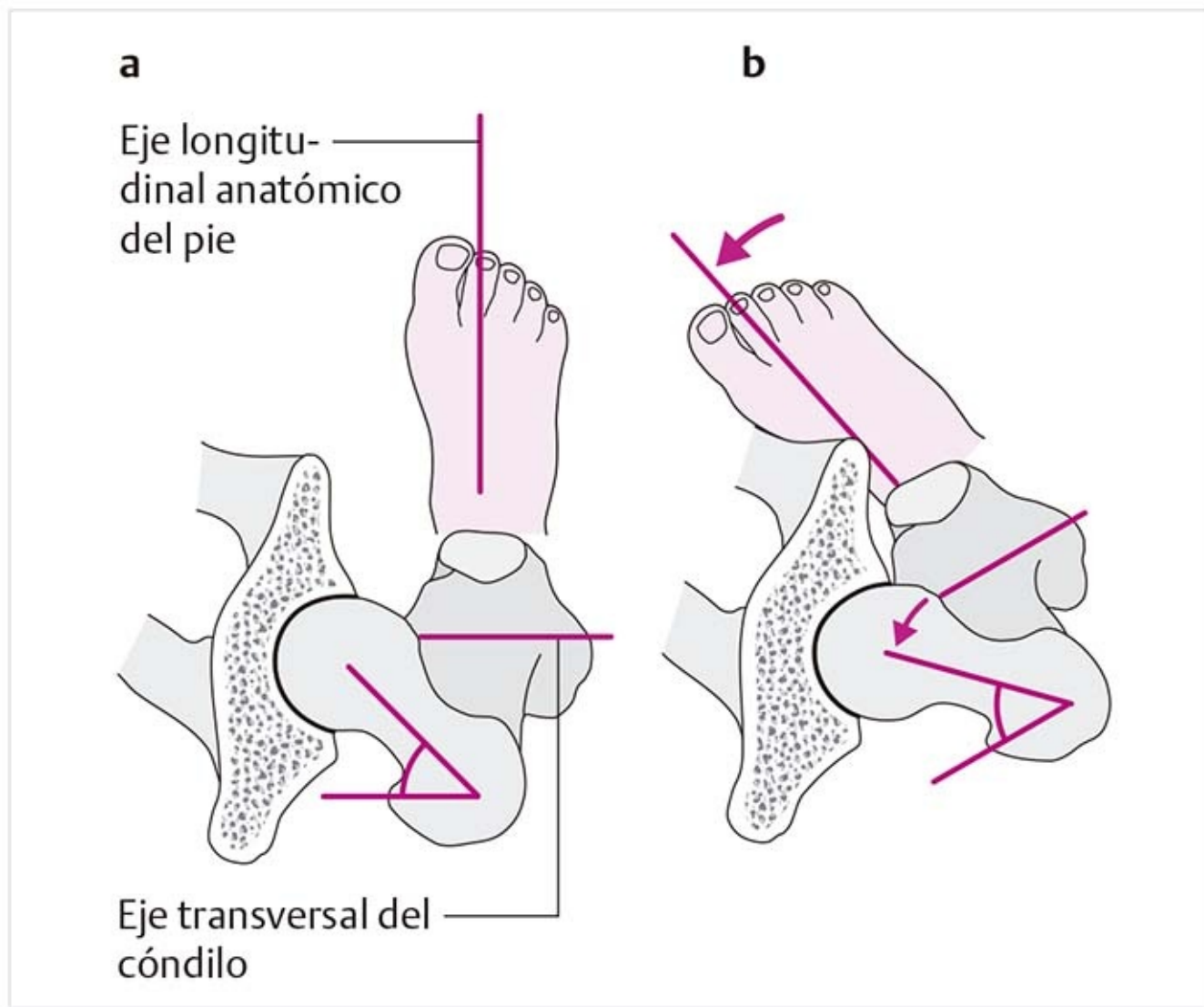
**Figura 8-117.** Ángulo de anteversión.

El eje del cuello femoral forma un ángulo con el eje transversal de los cóndilos femorales, que se abre en dirección anterior.

## Desarrollo de la versión femoral

En los recién nacidos, el ángulo de anteversión es de  $30^\circ$  a  $40^\circ$ . Después del nacimiento se revierte la anteversión, por lo que el ángulo se reduce a  $18^\circ$  entre los 10 y los 14 años de edad. El valor normal en los adultos es de  $12^\circ$ .

### Cambios en el ángulo y sus consecuencias (figura 8-118)



**Figura 8-118.** Aumento de la antetorsión. (a) Cabeza femoral en posición anterior. (b) Cabeza femoral centrada.

Si el ángulo de anteversión es mayor de lo normal, aumenta la rotación interna de la pierna. Por el contrario, la retroversión incrementa la rotación externa.

Puede lograrse la compensación en la parte proximal, en la zona del acetábulo, o en la parte distal, con torsión tibial.

#### Consejo práctico

##### Posición en rotación observable (figura 8-119)

Si la capacidad para la rotación externa se limita de manera significativa, debe asumirse que existe un error de torsión femoral, como un aumento de la antetorsión, ya que el punto central de la rotación cambió. La inspección de la extremidad inferior completa, muestra que la rótula y el eje longitudinal del pie están dirigidos a la línea media.

Si el pie está en rotación medial, la razón no siempre es el aumento de la antetorsión. Si la rótula apunta directamente hacia el frente, pero existe una desviación medial clara del eje longitudinal del pie, la causa podría ser la torsión tibial interna. La valoración se efectúa con base en la posición de los maleolos con respecto al eje transversal proximal de la tibia. El ángulo formado de esta manera debe ser de  $30^\circ$  y debe abrirse en dirección medial.

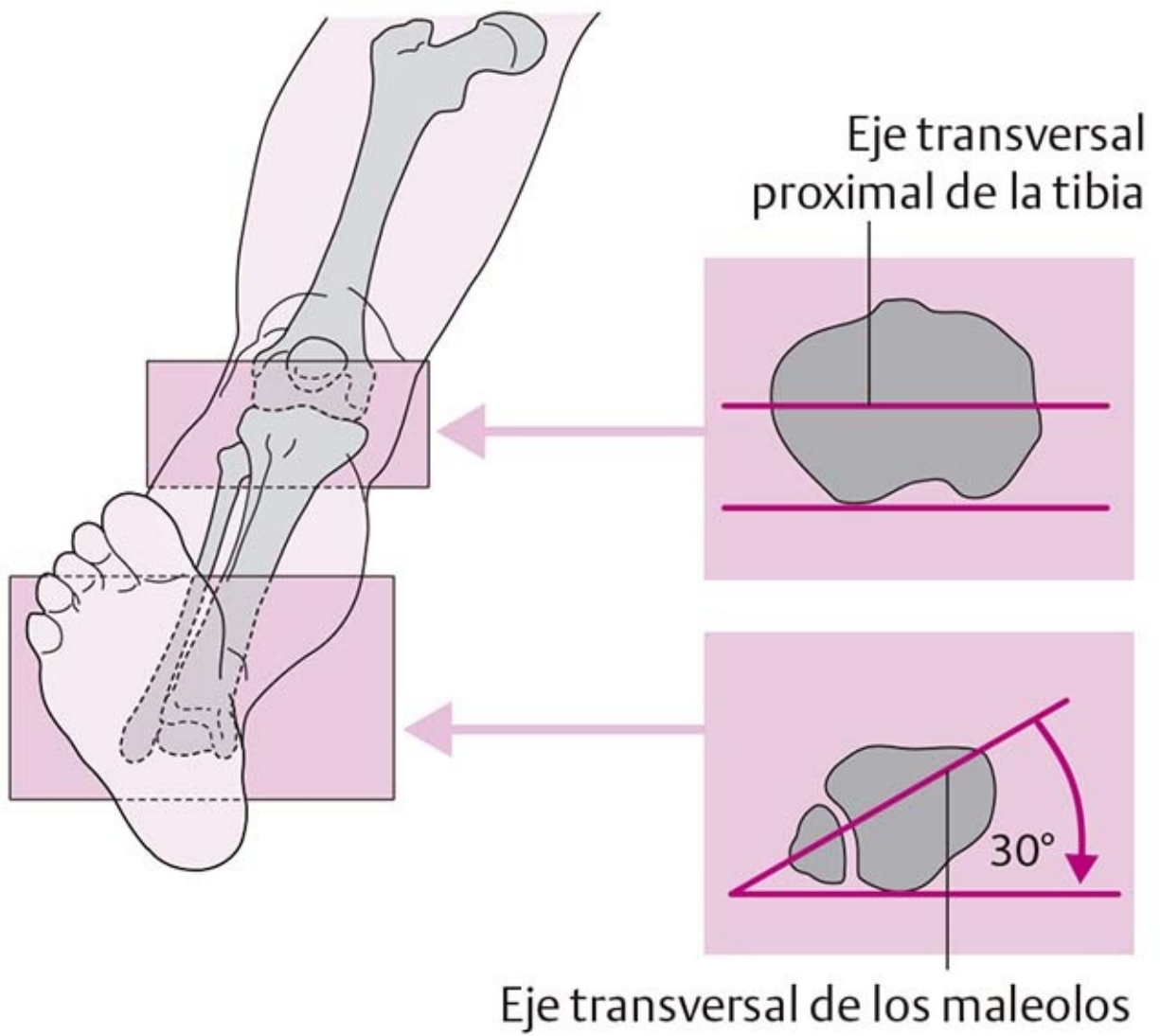
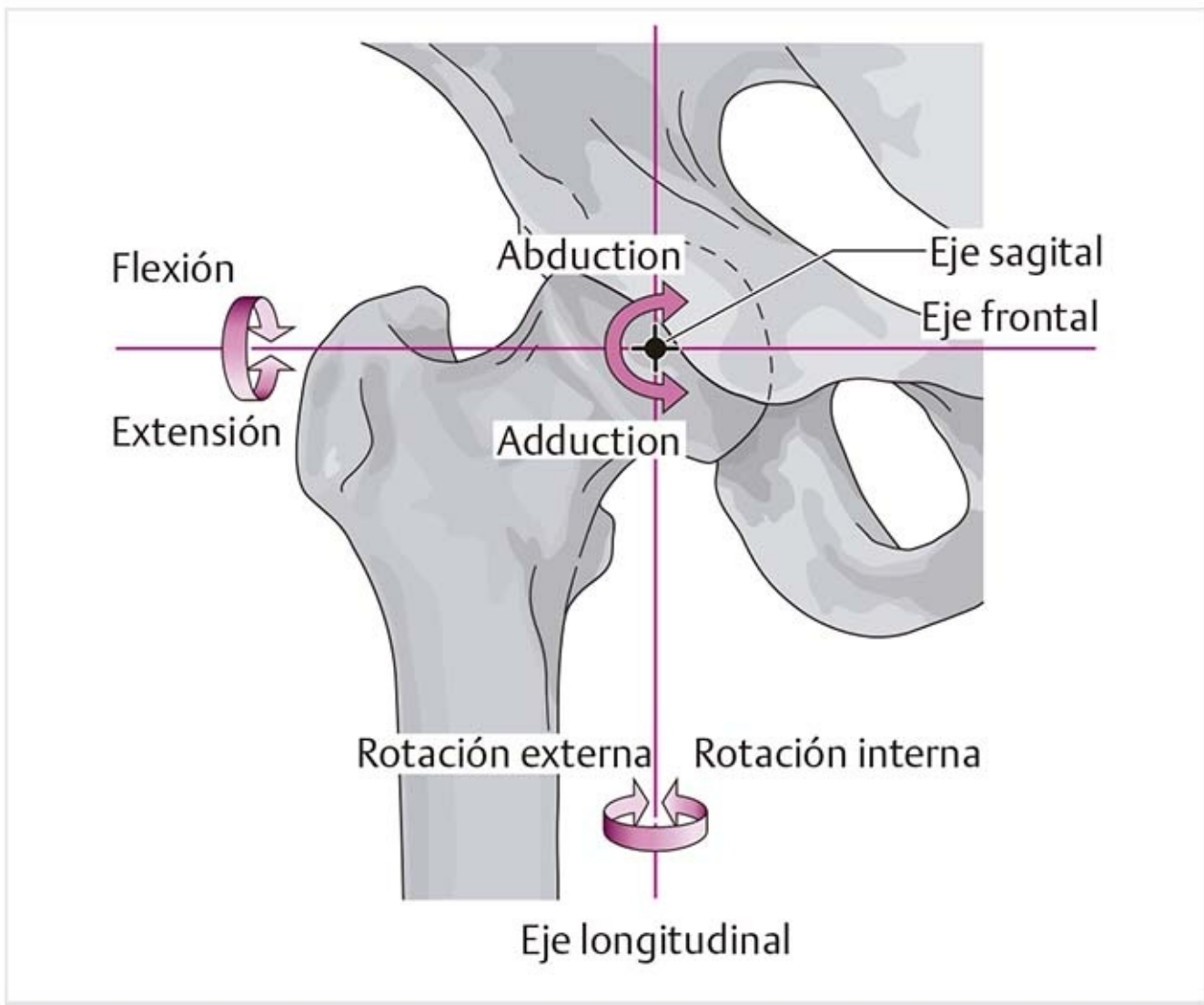


Figura 8-119. Determinación de la torsión tibial.

## 8.7.7 Movimientos y ejes de movimiento

### Ejes de movimiento (figura 8-120)



**Figura 8-120.** Ejes de movimiento de la articulación de la cadera.

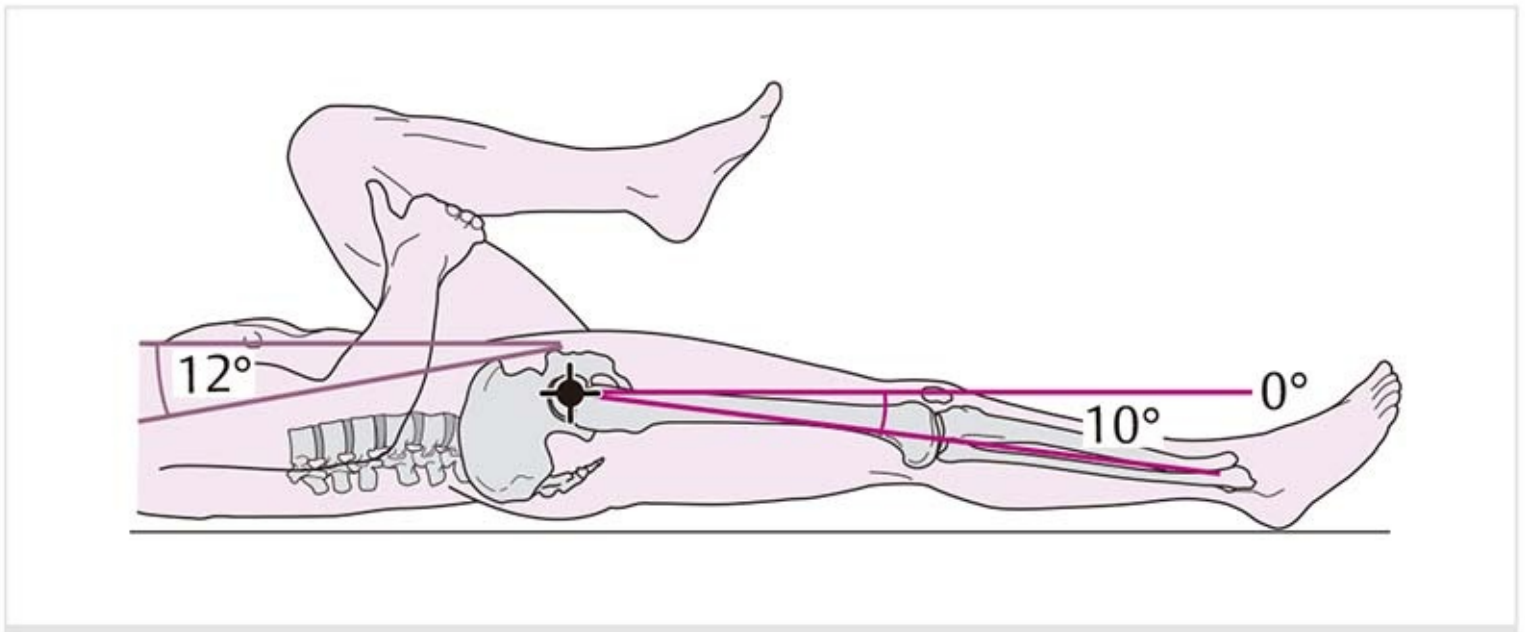
La articulación de la cadera es del tipo de esfera y cavidad; tiene tres ejes de movimiento. Los tres ejes se encuentran en ángulos rectos en el punto pivote de la articulación de la cadera, que se localiza en el centro de la cabeza femoral:

- Eje frontal: para flexión y extensión.
- Eje sagital: para abducción y aducción.
- Eje longitudinal: para rotación; nótese que el eje de rotación no corresponde al eje del cuerpo, sino que discurre medial a éste.

En las actividades cotidianas, los movimientos rara vez se realizan alrededor de un solo eje. Por lo general se efectúan movimientos combinados alrededor de un número infinito de ejes instantáneos de rotación.

### **Movimiento: dirección y extensión**

#### ***Flexión/extensión (figura 8-121)***



**Figura 8-121.** Prueba de Thomas para determinar la extensión de la cadera.

- Activa: 130° a 140°/10° a 15°, respectivamente, desde la posición neutral.
- Pasiva: 150°/15°, respectivamente, desde la posición neutral.

Por lo regular, la extensión se evalúa con el paciente en posición supina con la prueba de Thomas. La rodilla del lado contrario se flexiona hasta que se revierte la inclinación pélvica de 12°. Si el muslo permanece plano sobre la mesa, indica que se alcanzó una extensión de 10°.

### ***Diferencia fisiológica entre los movimientos de la cadera con la rodilla flexionada o extendida***

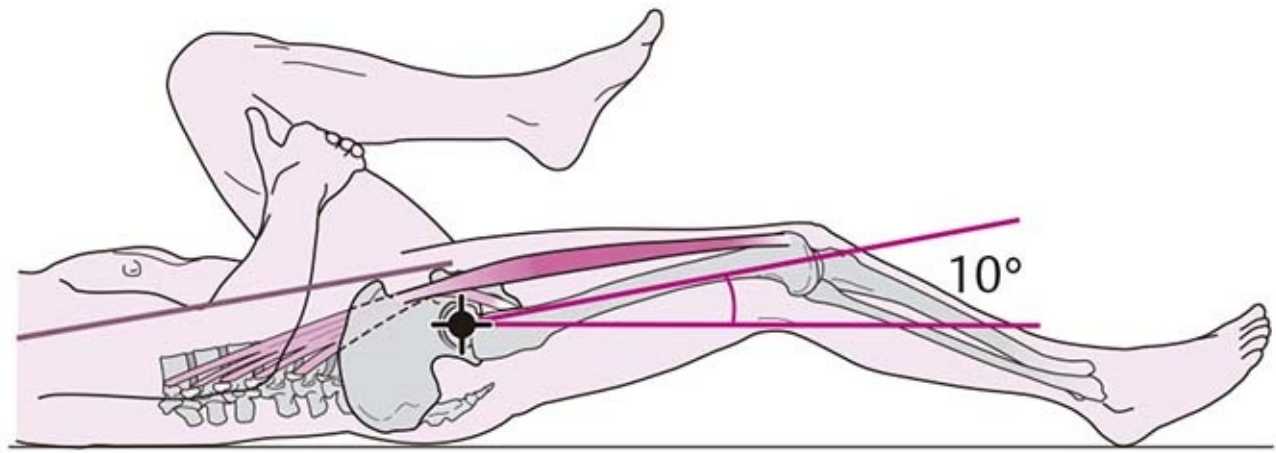
Con la rodilla flexionada, la cadera puede flexionarse a su máximo aproximado de 130°, pero la capacidad para extender la cadera se reduce demasiado. Con la rodilla en extensión, puede esperarse una flexión de la cadera cercana a 90°, mientras que la cadera puede extenderse a su máximo de casi 15°. Esto se relaciona con la menor elasticidad de los músculos de la corva durante la flexión de la rodilla y del recto femoral durante la extensión de la rodilla, debido en cada caso al estiramiento del componente del músculo respectivo en la rodilla.

#### **Patología**

##### **Contractura en flexión (figura 8-122)**

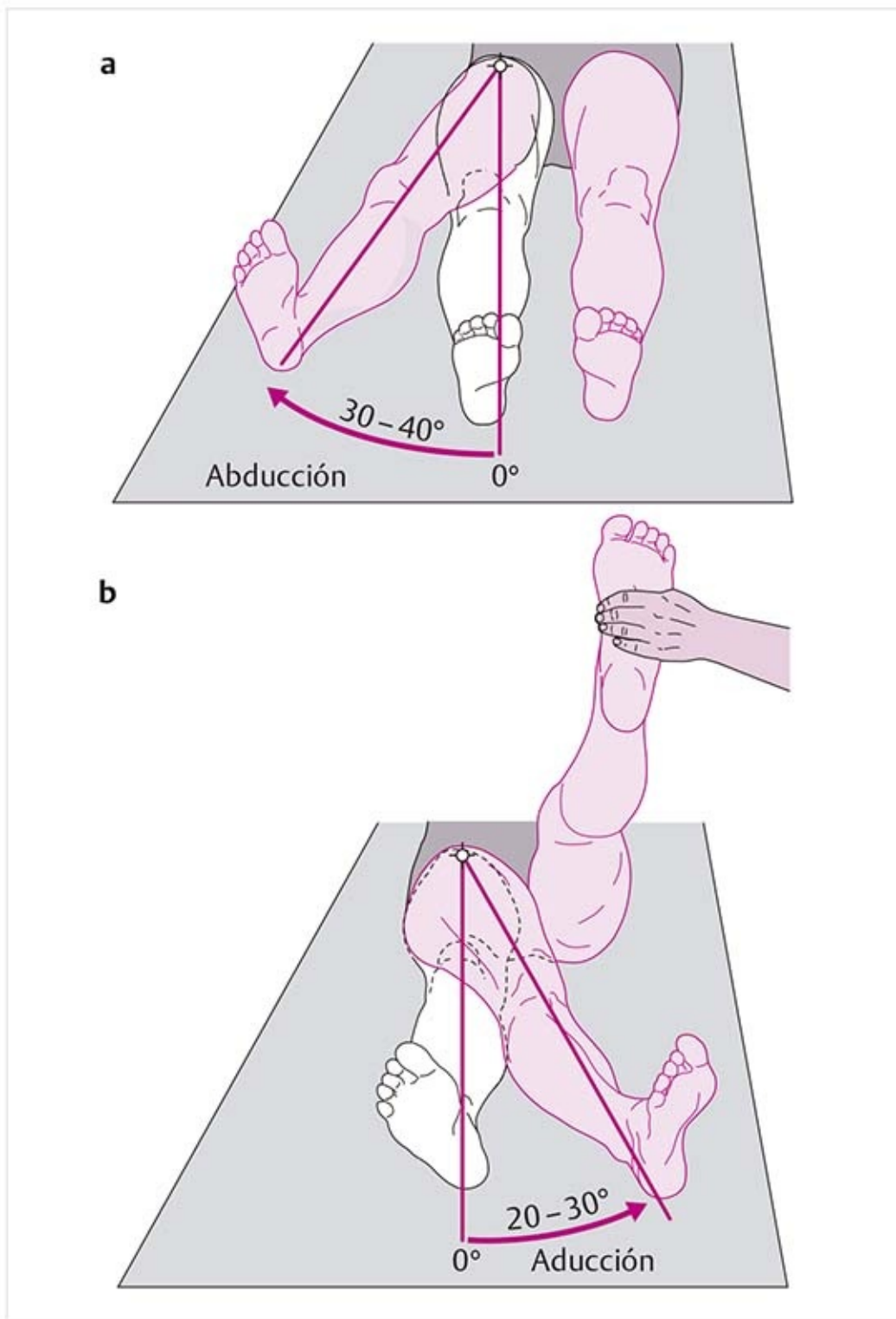
En la prueba de Thomas, si la pierna en la que se valora la extensión cede en dirección de la flexión y no puede extenderse en forma pasiva, existe una contractura en flexión.





**Figura 8-122.** Contractura en flexión.

***Abducción/aducción (figura 8-123)***



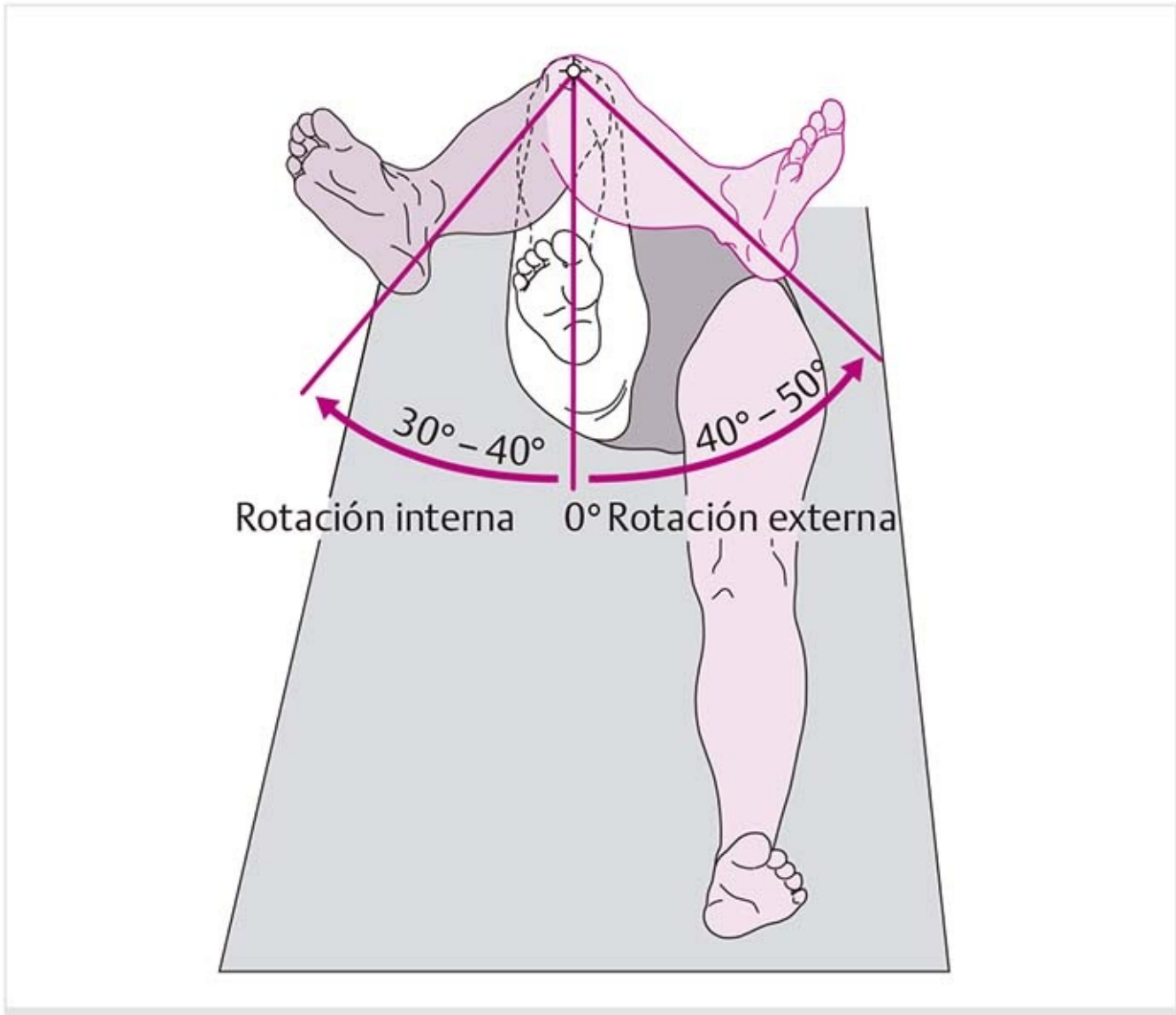
**Figura 8-123.** Movimientos de la articulación de la cadera. **(a)** Abducción. **(b)** Aducción.

- Activa: 30° a 40°/20° a 30°, respectivamente, desde la posición neutra.
- Pasiva: 10° más en cada dirección.

La abducción se inhibe con el aumento de tensión de los ligamentos anteriores y de los aductores.

La capacidad para aducir es mejor con la cadera flexionada porque los ligamentos están relajados.

**Rotación externa/rotación interna (figura 8-124)**



**Figura 8-124.** Movimientos de la articulación de la cadera: rotación externa e interna.

- Activa: 40° a 50°/30° a 40°, respectivamente, desde la posición neutral.
- Pasiva: 10° más en cada dirección.

La rotación es difícil de valorar en las posiciones supina y neutral. Por lo tanto, la medición se realiza con flexión de 90° en la cadera y la rodilla, y se observa la pierna como indicador. En esta posición, los ligamentos se relajan y tienen buena movilidad.

**Método alternativo:** se coloca al paciente en posición prona con flexión de 90° en las articulaciones de las rodillas. También en este caso las piernas se usan como indicadores. En esta posición es posible un menor movimiento debido a la tensión del ligamento.

### ***Requisito para la movilidad normal***

Los requisitos para un movimiento armonioso y máximo de la cadera son un aparato cápsula-ligamento elástico, una cabeza femoral centrada en el hueso articular y la coordinación apropiada de los músculos circundantes.

#### **Patología**

##### **Osteoartritis**

En la osteoartritis pueden desarrollarse contracturas en las posiciones de flexión, rotación externa y aducción. El resultado es el acortamiento funcional de la extremidad inferior, que puede compensarse con cambios en la ASI y la región lumbar, como rotación pélvica, hiperlordosis y flexión lateral. Debido al cambio en la longitud de la zancada y al debilitamiento de los abductores, se desarrolla un mecanismo de claudicación (o marcha claudicante) y la eficacia de la ambulación se reduce. En la osteoartritis de etapa 3 es previsible una restricción significativa del movimiento. Debido a la movilidad reducida por el dolor, el cartilago de las superficies articulares cambia y por tanto también lo hace el estado nutricional de la articulación. De esta manera se establece un círculo vicioso. Los pacientes raramente perciben como normal la extensión limitada de la cadera, sino que

sienten la compensación resultante y el dolor en la columna lumbar y la ASI. En contraste, en términos de los movimientos cotidianos que ocurren con la agravación de la osteoartritis, como sentarse en sillas bajas o ponerse calcetines, perciben la flexión limitada de la cadera como muy limitante.

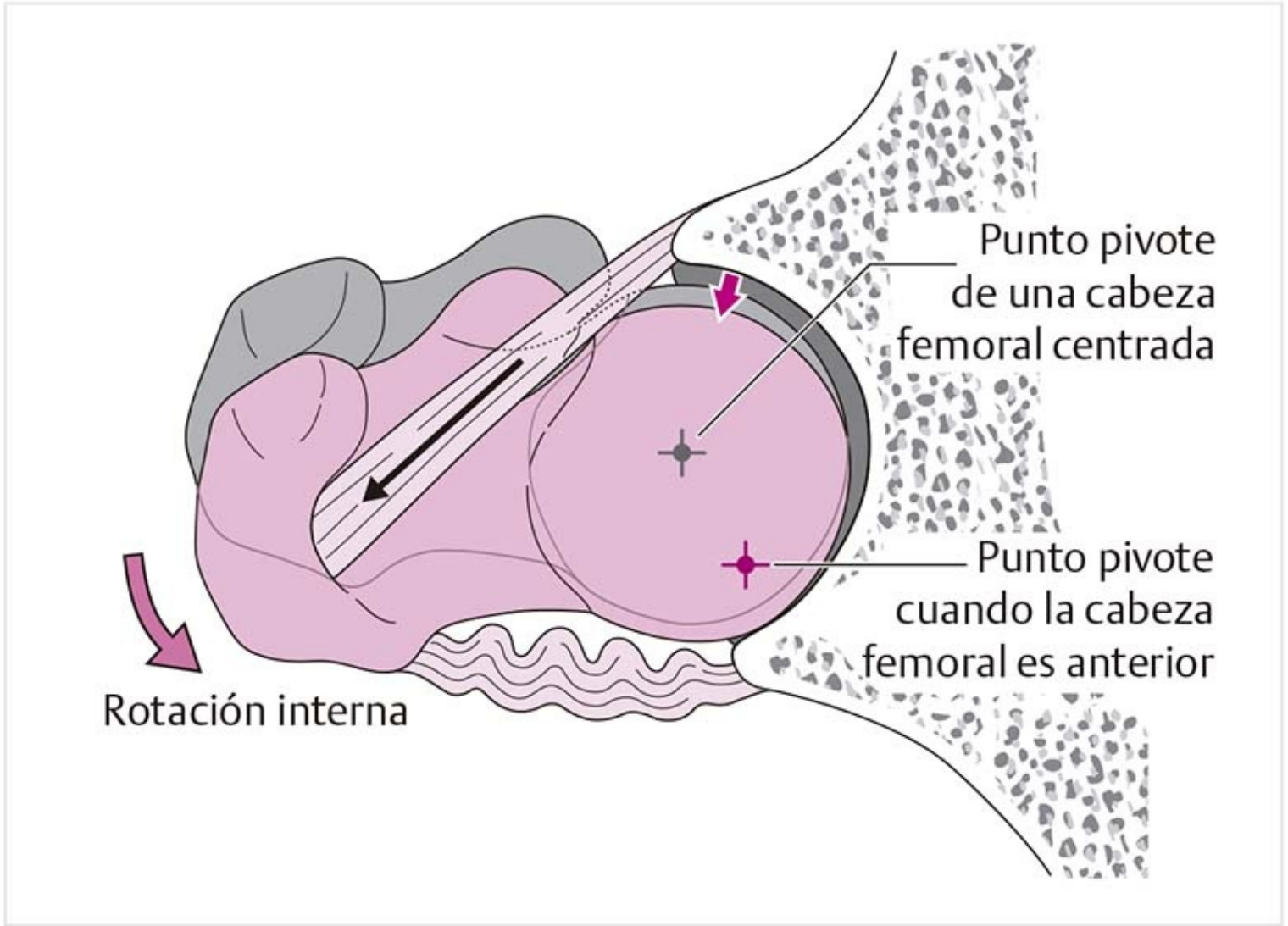
## Consejo práctico

### Tratamiento de las restricciones de movimiento (figura 8-125 y 8-126)

Debe encontrarse la causa (p. ej., articular o muscular) de la movilidad reducida para iniciar el tratamiento en el sitio correcto.

Se explora el aparato cápsula-ligamento para valorar su extensibilidad y dolor, así como la centralidad de la cabeza femoral. La limitación interna está limitada, por ejemplo si la localización de la cabeza femoral es demasiado anterior, ya que el punto de pivote también se desplaza hacia delante y por tanto el aparato cápsula-ligamento queda tenso demasiado pronto en el movimiento. Eso significa que es necesario centrar la cabeza femoral para mejorar la movilidad. Esta centralización se lleva a cabo con un empuje posterior sobre la rodilla con la rodilla y la cadera flexionadas a 90°, en combinación con la descompresión del techo acetabular en la parte inferior.

Es necesario valorar los músculos para confirmar su elasticidad, así como la resistencia y coordinación de los componentes de la fuerza.



**Figura 8-125.** Desplazamiento del eje longitudinal debido a la posición anterior de la cabeza femoral.



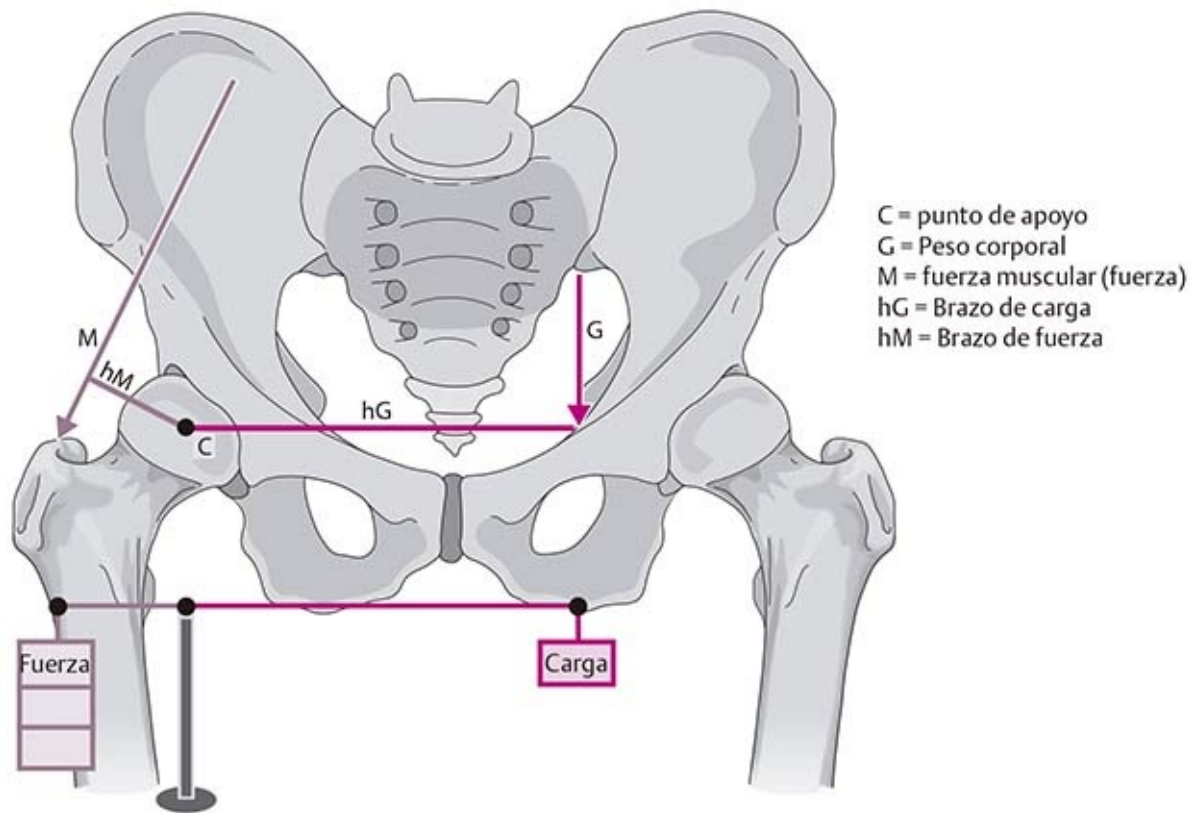
**Figura 8-126.** Centralización de la cabeza femoral cuando está en posición anterior.

## 8.7.8 Biomecánica

### Cálculo del balance de fuerzas según Pauwels

Pauwels (1973) describió la forma de conocer el balance de fuerzas. Entre otros aspectos, calculó el balance de fuerzas con base en un modelo estático bidimensional del paciente de pie en una pierna. En la actualidad, la técnica tridimensional tiene relevancia biomecánica. Como la articulación de esfera y hueco tiene tres ejes, deben calcularse tres momentos con respecto al estado de equilibrio, y la dirección y magnitud de las fuerzas resultantes en la articulación deben cambiarse según sean la posición y el estado de carga.

### Mecánica articular durante la posición en una sola pierna (figura 8-127)



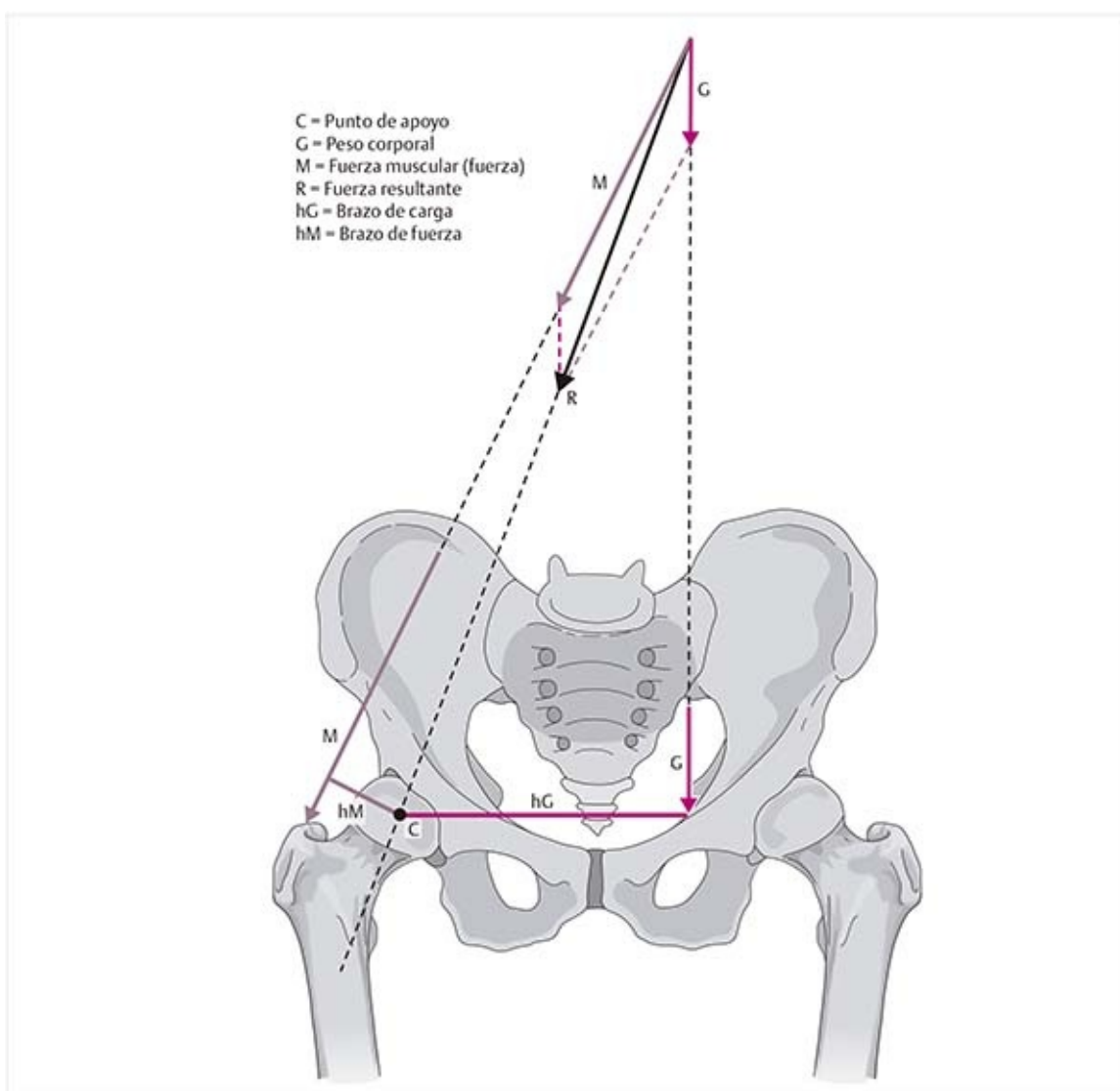
**Figura 8-127.** Mecánica articular durante la permanencia en una sola pierna.

Si se valora la articulación de la cadera en el plano frontal con base en la ley de palancas, se trata de una palanca de primera clase; es decir, el punto de apoyo se halla entre la carga y la potencia:

- Punto de apoyo: articulación de la cadera.
- Carga: peso corporal, el centro de gravedad cambia un poco al lado de la pierna libre e intenta tirar de la pelvis hacia abajo.
- Potencia: los abductores del lado de la pierna de apoyo deben mantener el balance de la pelvis.
- Brazo de carga: es la conexión directa desde el punto de apoyo a la línea de acción de la carga.
- Brazo de potencia: es la conexión directa del punto de apoyo con la aplicación de la fuerza.

Como el brazo de potencia es mucho más corto que el de carga, la fuerza debe ser mayor para producir un equilibrio de momentos, es decir, para estabilizar la articulación en ese plano. La ley de palancas señala que potencia x brazo de potencia = carga x brazo de carga.

### **Cálculo de la carga articular (figura 8-128)**



**Figura 8-128.** Cálculo de la carga articular durante la posición sobre una sola pierna.

La carga real en una articulación es el resultado de las fuerzas que actúan en ella. Para calcular la magnitud y dirección de las fuerzas, se obtiene la suma geométrica de la fuerza muscular y el peso corporal mediante un paralelogramo de fuerzas.

El peso corporal es el primer vector. La magnitud de éste se conoce y se muestra con la longitud de la flecha correspondiente. Se mueve a lo largo de su línea de acción hasta que encuentra la línea de acción de la fuerza.

La fuerza es el segundo vector. Su magnitud se deriva de la ley de palancas. Con los dos vectores surgidos desde el punto de referencia, se forma un paralelogramo y se traza la diagonal, que representa la fuerza resultante, cuya magnitud corresponde a la longitud de la flecha. La línea de acción siempre pasa por el punto pivote.

### **Mediciones *in vivo* de la carga en la articulación de la cadera**

Bergmann (1993) desarrolló e implantó una endoprótesis instrumentada en la *Freie Universität Berlin*. Instaló tres calibradores de tensión y un minitransmisor en el cuello para medir las fuerzas tridimensionales actuantes.

### **Elevación y descenso de la pierna extendida (figura 8-129a)**

a

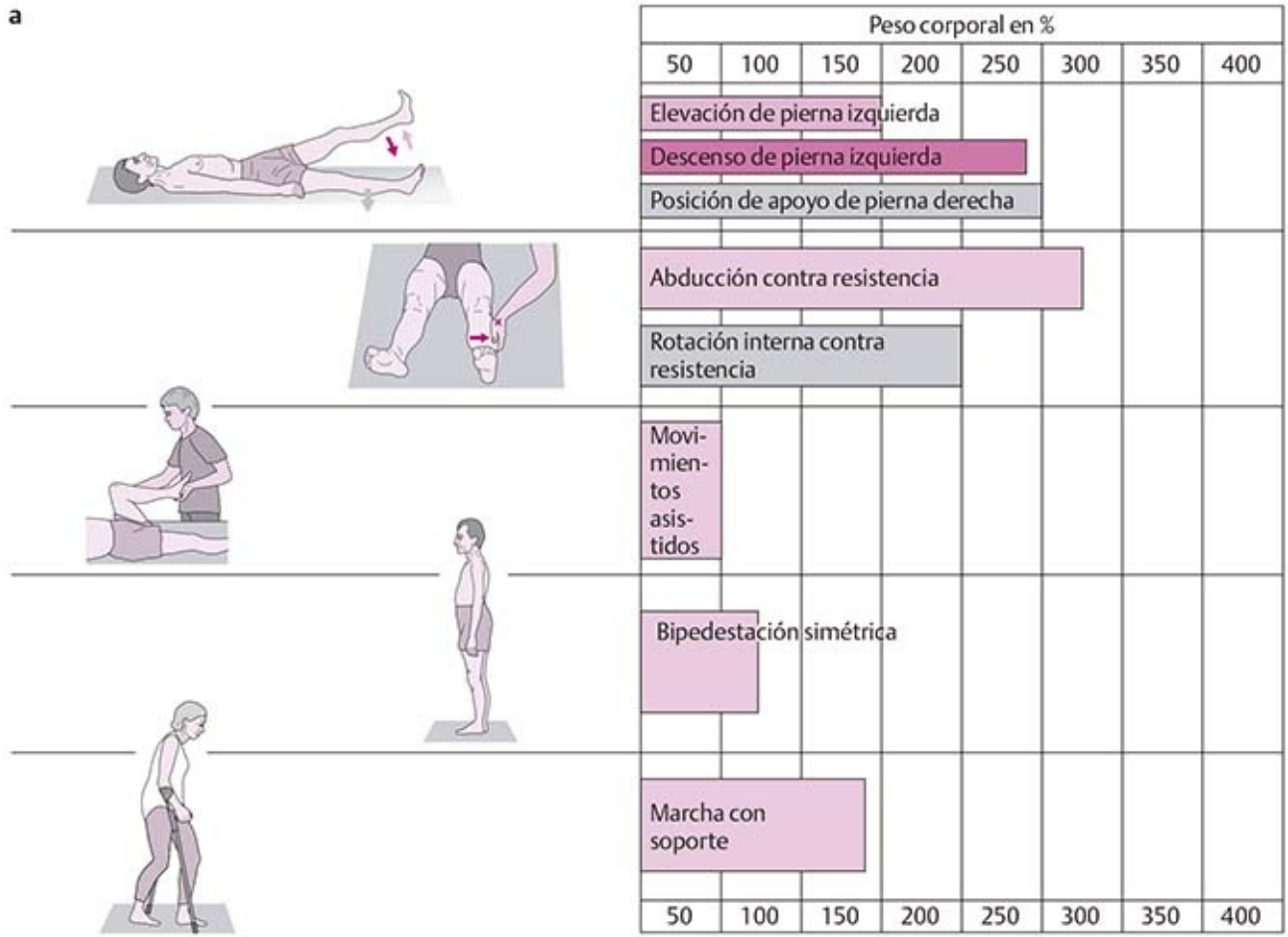
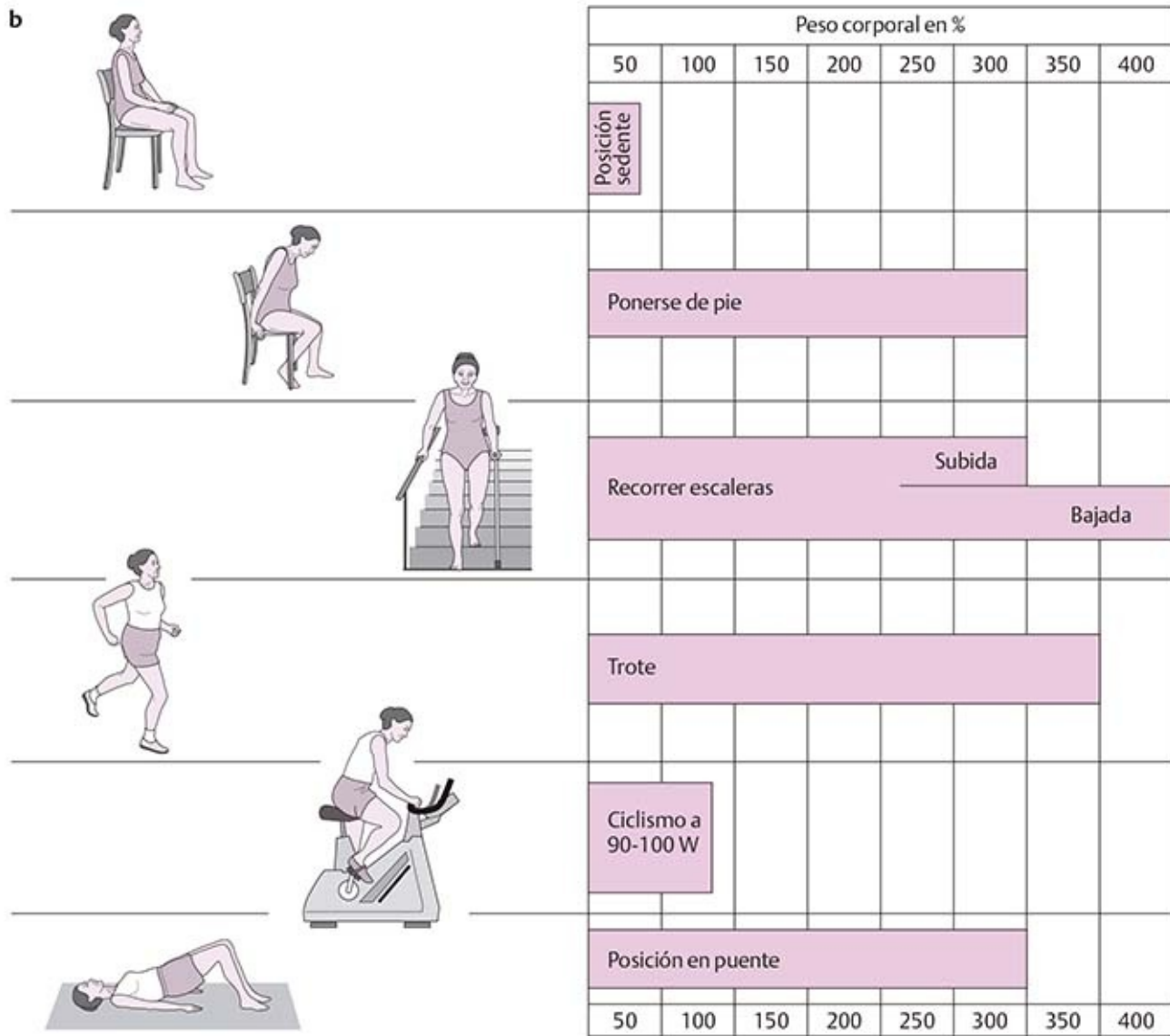


Figura 8-129. (a) Mediciones de la carga articular durante varias actividades.





**Figura 8-129. (b) Continúa.**

Mientras elevaba la pierna extendida del paciente, Bergmann (1993) midió una fuerza del 160% del peso corporal (PC) en la articulación de la cadera. Cuando descendía la pierna y presionaba con fuerza la pierna extendida contra la colchoneta, las fuerzas alcanzaron incluso 250% del PC.

### **Ejercicios contra resistencia (figura 8-129a)**

Durante la abducción contra resistencia se produjeron fuerzas hasta de tres veces el peso corporal; con la rotación interna, las fuerzas duplicaron el peso corporal.

### **Movimientos asistidos (figura 8-129a)**

Los movimientos asistidos ejercen una menor tensión en la articulación, de 50% del PC.

### **Bipedestación simétrica sobre ambas piernas (figura 8-129a)**

Durante la bipedestación simétrica en ambas piernas se midieron fuerzas de 80% a 100% del PC.

### **Marcha con soporte/bastón (figura 8-129a)**

Caminar con soporte no ejerce una descarga significativa de la articulación. En este caso se obtuvieron mediciones de 180% del PC; sólo se redujeron después de solicitudes explícitas repetidas de eliminar peso de la pierna. Caminar descalzo produjo un estrés sólo un poco menor que la marcha con zapatos.

El uso de un bastón en el lado contralateral, en comparación con la marcha sin apoyo, redujo la carga

en cerca de 20% a 25%.

## Medición de la carga en la articulación de la cadera (figura 8-129b)

- Sentado: 30° PC.
- De pie: 200 a 300% del PC.
- Uso de escaleras:
  - Ascenso: 350% del PC.
  - Descenso: 400% del PC.
- Trote: 400% del PC.
- Ciclismo a 90 a 100 vatios: 75% del PC (el problema es subir y bajar de la bicicleta).
- Ejercicio del puente: 200% a 300% del PC.

### Consejo práctico

#### Consecuencias posquirúrgicas

La prescripción de carga parcial de peso después de un reemplazo total de cadera se basa en la idea de que el hueso alrededor de la prótesis requiere reposo mecánico para crecer de manera más densa y fuerte en el implante. Las fuerzas articulares demasiado altas podrían desprender el hueso que crece en la superficie porosa del implante. Las fuerzas de carga descritas antes ejercen un torque sobre todo en la zona del cuerpo, lo que quizá conduzca a la laxitud de la prótesis. En consecuencia, deben evitarse los valores de dos o tres veces el peso corporal en el periodo posoperatorio.

### Patología

El ángulo CCD influye en la longitud del brazo de fuerza y su dirección de tracción y por tanto cambia la carga de la articulación.

#### Cadera en valgo

El brazo de fuerza se acorta y el brazo de carga no se modifica. Para obtener un balance entre los momentos, debe gastarse mayor potencial muscular. Esto significa que este vector aumenta, al igual que la fuerza resultante. La línea de acción de los abductores es más inclinada, razón por la que la dirección de la fuerza resultante cambia, se vuelve más inclinada y se aproxima al borde acetabular.

La carga total en la articulación es mayor y en el largo plazo hay sobreuso y daño al cartílago (**figura 8-130** )

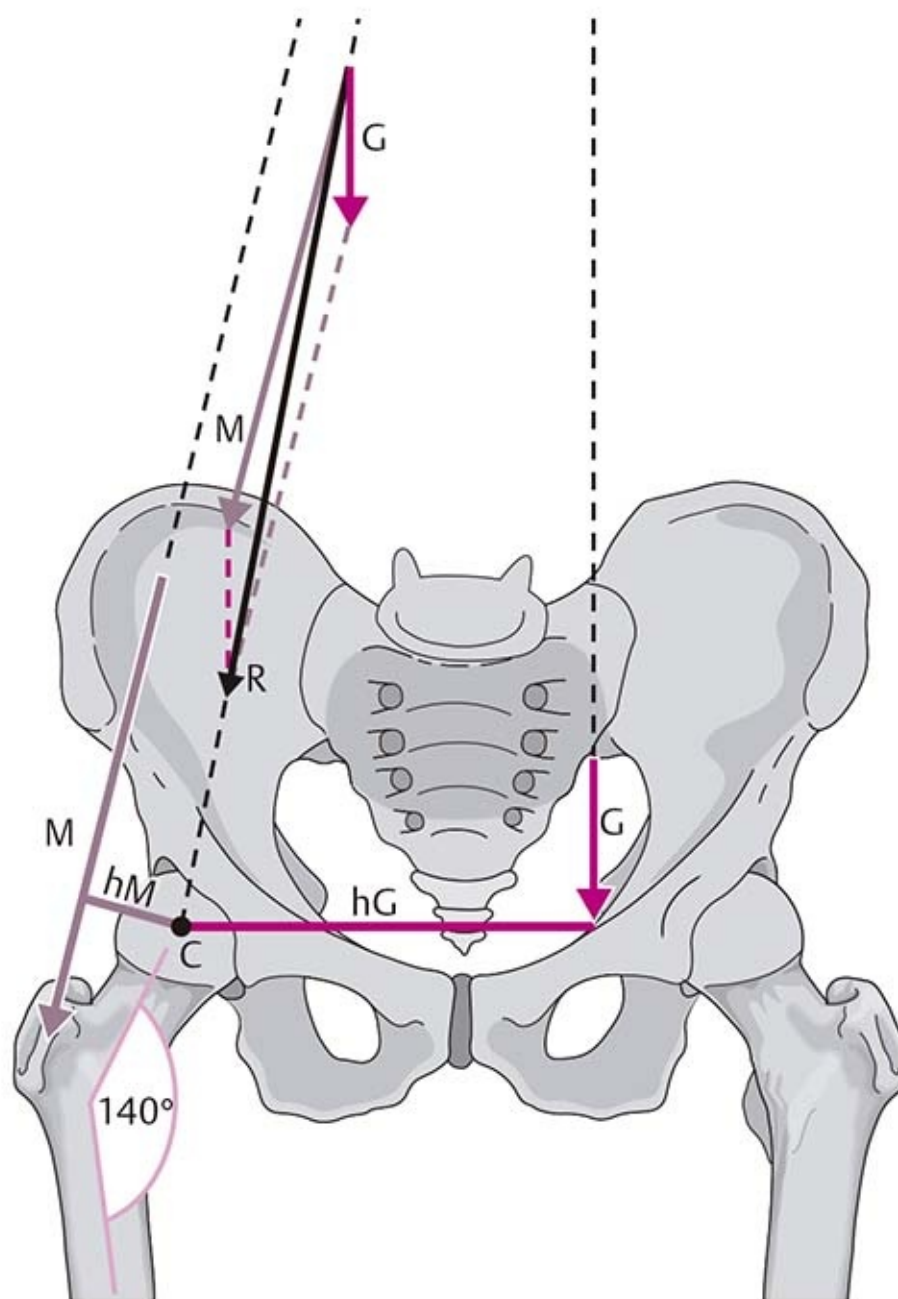
La compensación se obtiene mediante el acortamiento del brazo de carga, dado que el punto de fuerza se impele en dirección del punto de apoyo. Esto significa que el tronco se coloca sobre la pierna apoyada, que corresponde a la **extremidad de Duchenne (figura 8-131)** . La fuerza necesaria por los abductores para mantener el balance de fuerzas se reduce, por lo que también lo hace la carga articular.

Si no se compensa y la fuerza de los músculos glúteos medio y menor no es suficiente para estabilizar la pelvis, se desarrolla la **extremidad de Trendelenburg (figura 8-131)** .

La pelvis desciende del lado de la pierna libre con compresión consecuente en la articulación de la cadera, la cual es muy dolorosa.

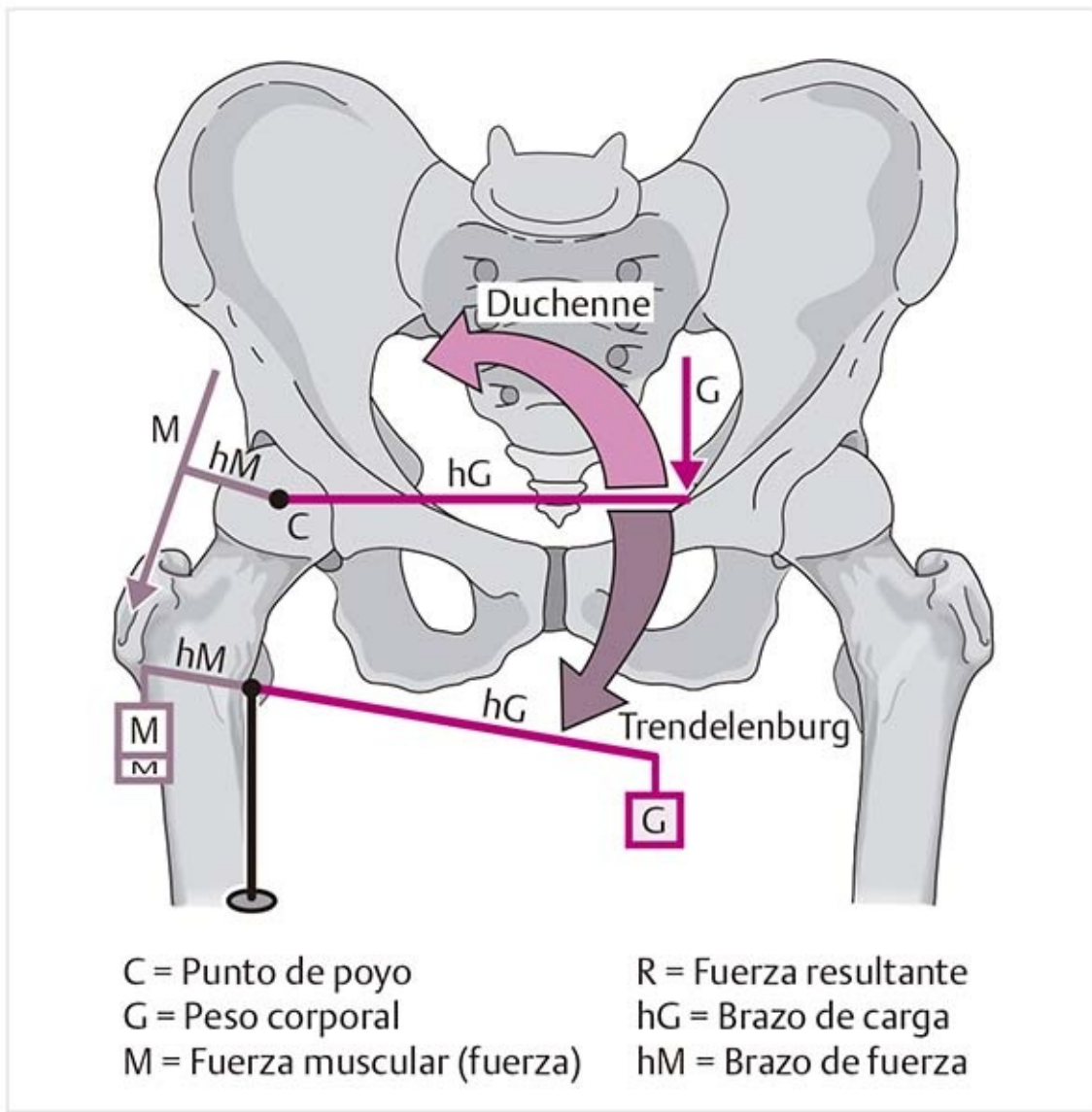
#### Osteoartritis

La consecuencia de la carga defectuosa es la osteoartritis. En el largo plazo, se forman **osteofitos** en las zonas de tensión y las regiones sin carga. Éstas son zonas de formación reactiva de nuevo hueso en forma de espolones. Además, se forman quistes subcondrales. Son quistes redondos en las zonas de estrés que contienen un detrito desordenado de hueso esponjoso y tienen un borde esclerótico.



C = Punto de apoyo	R = Fuerza resultante
G = peso corporal	hG = Brazo de carga
M = Fuerza muscular (fuerza)	hM = Brazo de fuerza

**Figura 8-130.** Carga articular en la cadera en valgo.



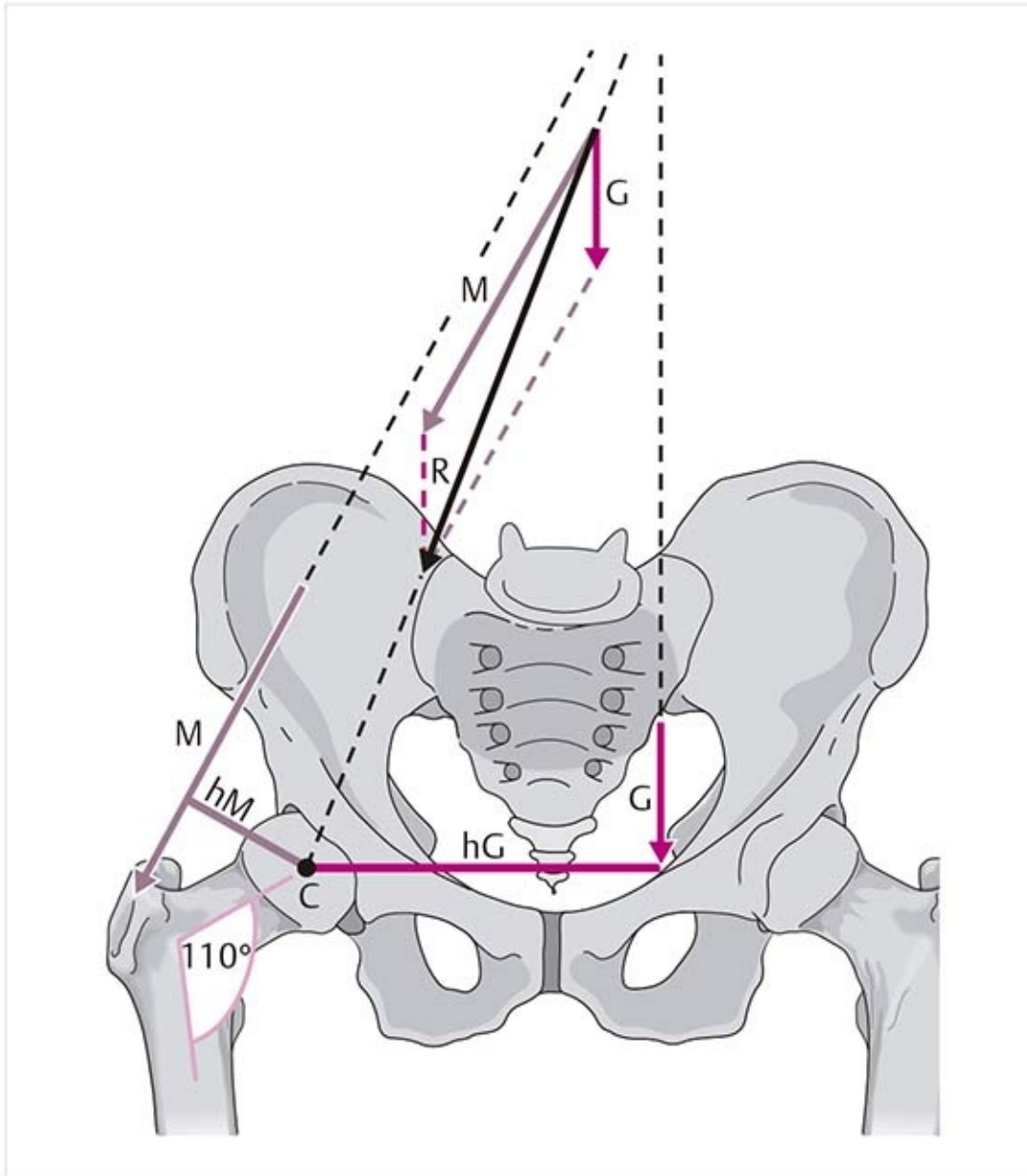
**Figura 8-131.** Extremidades de Duchenne y de Trendelenburg.

### Patología

**Cadera en varo (figura 8-132)**

El brazo de fuerza se prolonga, por lo que los abductores no tienen que gastar tanta fuerza para mantener la pelvis balanceada. La línea de acción de los abductores no es tan inclinada.

**Resultado:** la fuerza resultante en la articulación se reduce y orienta en dirección medial. Con el tiempo, esto produce estrés sobre la parte medial del cuello femoral, donde se desarrolla un mayor estrés de desviación.



**Figura 8-132.** Carga articular en la cadera en varo.

### Consejo práctico

#### **Bastón (figura 8-133)**

Para evitar o reducir los factores de estrés articular, el paciente debe usar un bastón en el lado contrario. En la fase de bipedestación, la distancia del bastón al punto de apoyo es de 40 cm. El brazo de carga es de 15 cm y el brazo de fuerza de 5 cm. La fuerza sobre el bastón es ocho veces más efectiva que la fuerza de los músculos abductores. Eso significa que una fuerza relativamente pequeña en dirección del bastón crea una reducción significativa de la fuerza abductora y por tanto un alivio de la presión en la articulación.

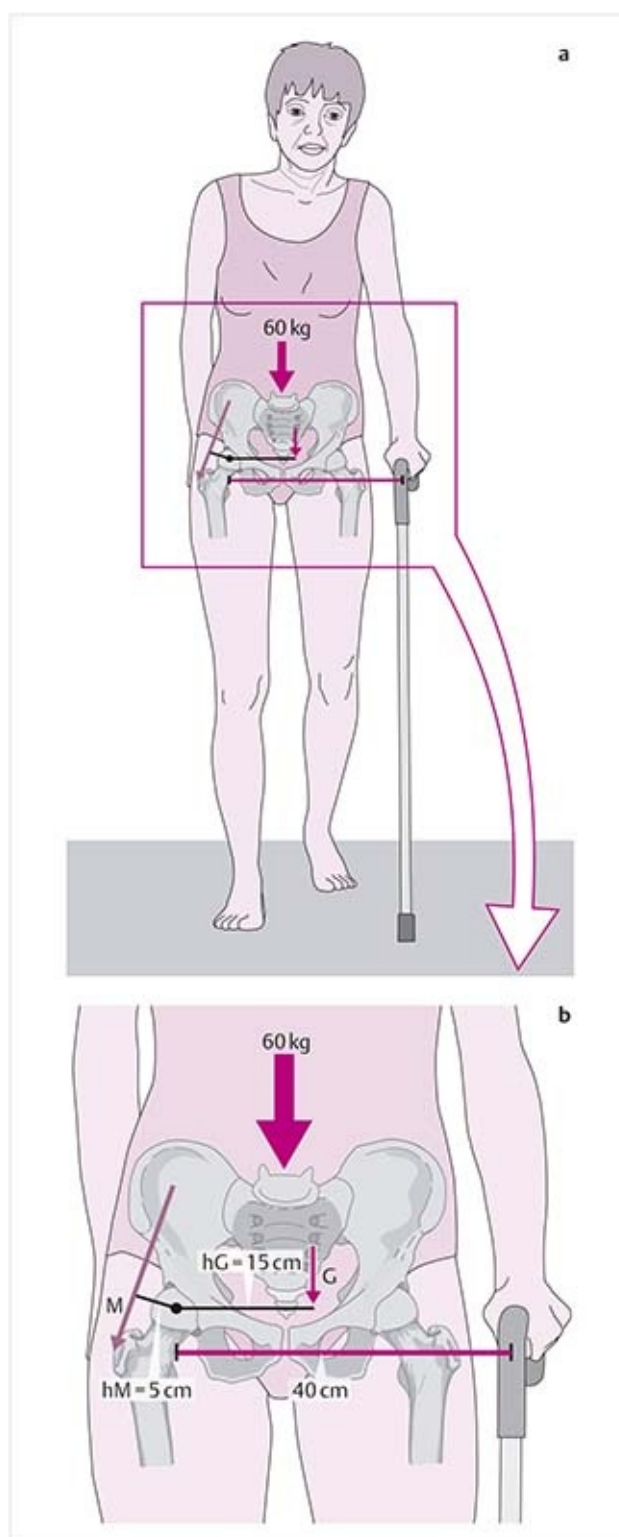


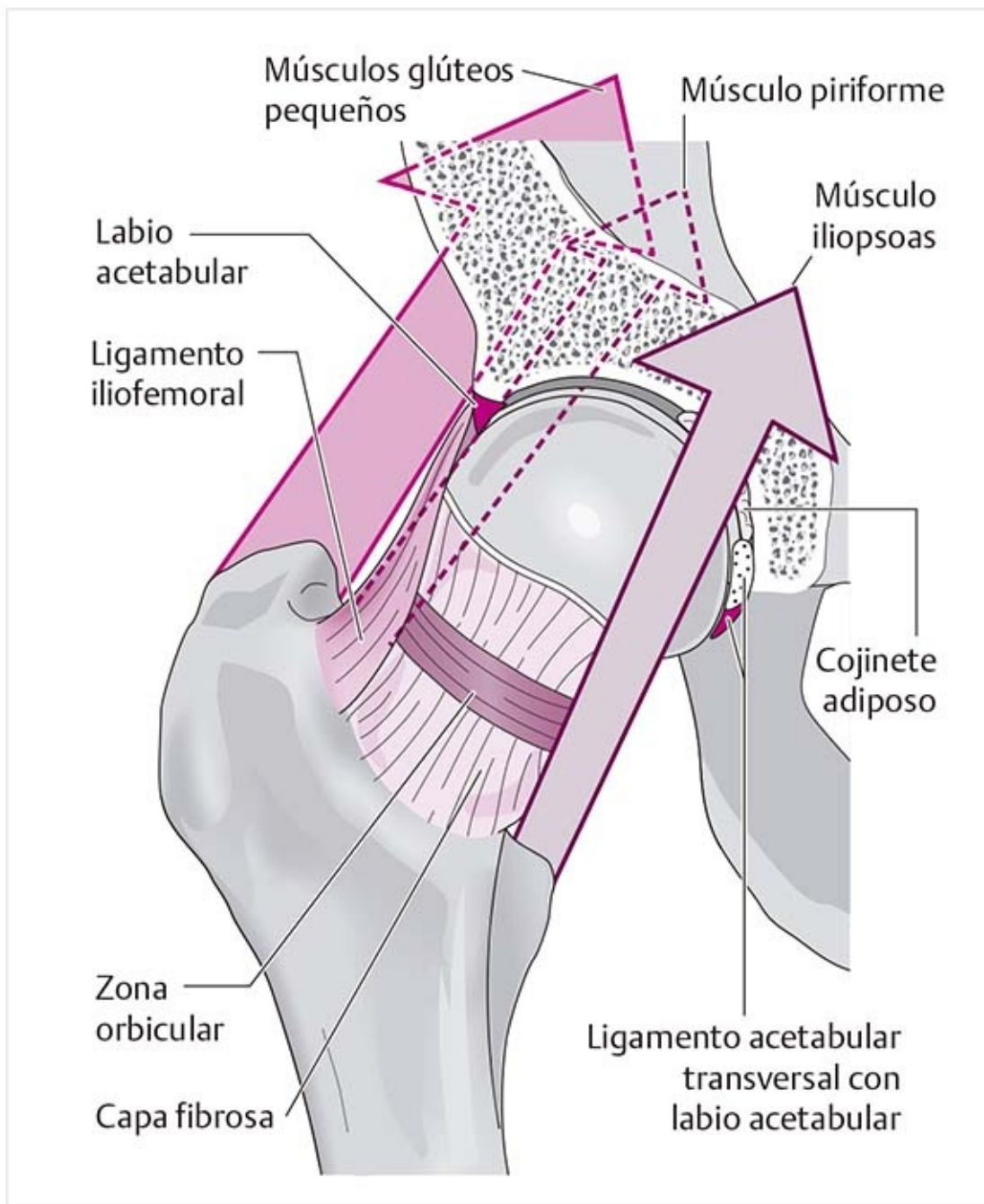
Figura 8-133. (a, b) Reducción de carga con un bastón.

## 8.7.9 Estabilización de la articulación de la cadera

### Cobertura de la superficie

En la posición neutral, la cabeza femoral no está cubierta del todo por el acetábulo, ya que la zona anterosuperior cubierta con cartílago queda descubierta. Esto se debe a la anteversión del fémur y la anteversión del acetábulo. Eso significa que en esta posición la cabeza femoral no está centrada de manera óptima. Se requieren tres movimientos para lograr la cobertura de la superficie: flexión a cerca de  $70^\circ$ , abducción ligera y rotación externa.

### Envoltura de la articulación (figura 8-134)



**Figura 8-134.** Estabilización de la articulación de la cadera.

El cierre de la articulación se asegura con las siguientes estructuras.

### **Labio acetabular**

Esto compensa la irregularidad del margen y rodea la cabeza femoral con sus extremos ahusados.

### **Cápsula articular**

La cápsula es gruesa y firme, con haces de fibras reforzados en la capa fibrosa que discurren en varias direcciones.

### **Ligamentos**

Todos los ligamentos descritos antes contribuyen a la estabilidad. En este aspecto, la zona orbicular tiene un papel importante mediante su conexión con la cápsula articular y los ligamentos.

### **Músculos**

Los músculos cuyos componentes longitudinales coinciden con el eje del cuello femoral tiran de la cabeza femoral en dirección superomedial y por tanto la centran. Los músculos que tienen una

participación particular en esto son el piriforme, el glúteo medio, el glúteo menor y el obturador externo. Algunas bandas del glúteo mayor y el tensor de la fascia lata, así como su conexión con la fascia lata, también participan en esta función de centralización.

La parte superior de la articulación se estabiliza mediante los músculos pelvirocantéricos. En la parte anterior, el músculo iliopsoas cumple esta función, ya que discurre directamente sobre la cabeza femoral.

Los ligamentos y músculos son muy importantes para el cierre articular y se complementan entre sí. En la parte anterior, los ligamentos son muy fuertes, pero los músculos no son muy numerosos; en contraste, en la parte posterior dominan los músculos.

## 8.8 Músculos de la región pélvica y la cadera

### 8.8.1 Diafragma pélvico (figura 8-135)

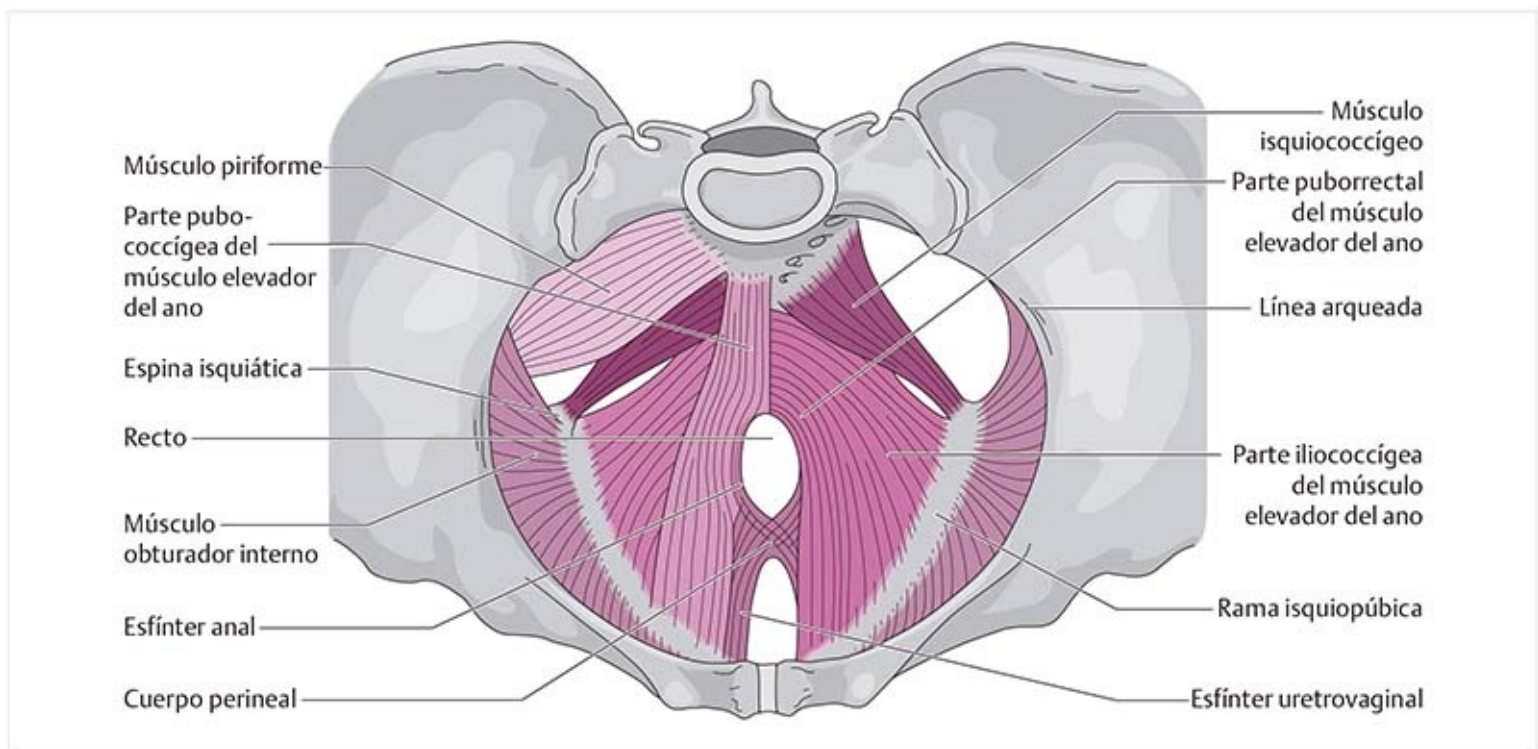


Figura 8-135. Diafragma pélvico femenino (vista superior).

#### ***Músculo elevador del ano***

- Éste es un músculo ancho y delgado.
- Puede dividirse en varias partes distintas, algunas veces superpuestas.
- El músculo iliococcígeo conecta el arco tendinoso con el cóccix.
- El músculo puborrectal rodea el recto y se dirige hacia delante, al pubis.
- El músculo pubococcígeo consiste en fibras largas que conectan el pubis con el cóccix; discurre en el borde de las aberturas anales y urogenitales.
- Las bandas fibrosas de la membrana obturatriz se introducen en el músculo.
- El músculo elevador del ano se extiende a la fascia de la próstata y a la pared vaginal, por lo que influye en su tono.
- El esfínter anal, formado por fibras del elevador, rodea al recto y tiene una conexión ligamentosa con el cóccix, el ligamento anococcígeo. También existe una conexión con los músculos perineales transversos. El músculo posee un tono de reposo y mantiene el ano cerrado.



- Inervación: del tercero y cuarto segmentos sacros.

## **Músculo isquiococcígeo**

- Conecta la espina isquiática y el ligamento sacrotuberoso con la parte inferior del sacro y el cóccix.
- La parte inferior está fusionada con el músculo glúteo mayor.
- Se conecta con la parte posterior del músculo elevador del ano.
- Su borde superior, junto con el borde inferior del músculo piriforme, forma un espacio por el que pasa el nervio ciático.
- Influye en la posición del sacro y produce la contranutación.
- Inervación: cuarto a quinto nervios sacros.

### Consejo práctico

#### Consecuencias del cambio en la tensión muscular

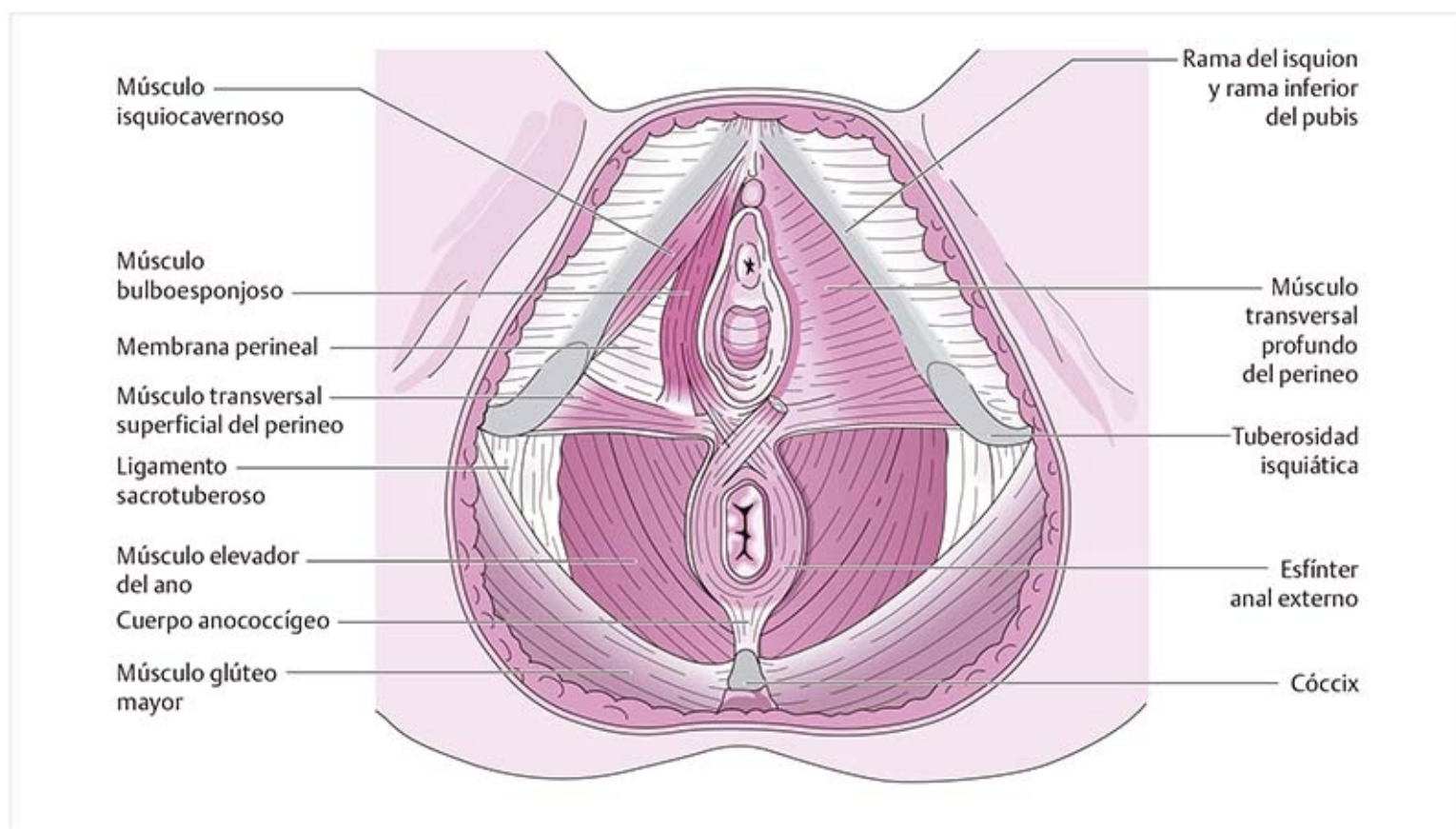
La hipertonía del músculo isquiococcígeo puede dificultar la nutación del sacro. Esto puede causar un mal funcionamiento de la ASI y dado que se transmite por el saco dural, puede derivar en un efecto de tracción desfavorable en los sistemas de membrana del cráneo.

Una posición alterada del pubis, por ejemplo por hipertonía de los músculos abdominales, puede afectar la tensión del diafragma pélvico.

## 8.8.2 Diafragma urogenital

El diafragma urogenital consiste en las capas superficial y profunda formadas por fascia y músculos que se extienden entre el lado derecho e izquierdo del pubis.

### **Músculo transverso profundo del perineo (figura 8-136)**



**Figura 8-136.** Diafragma urogenital femenino. Izquierdo, capa superficial; derecha, capa profunda (vista inferior).

- Se encuentra en una capa profunda en la superficie anterior del diafragma.
- En la parte anterior se inserta en la sínfisis del pubis y en la superior en el cuerpo perineal.
- Permite el paso de la uretra y la vagina y alrededor de este hiato se conecta con el bulbo esponjoso, que es el esfínter muscular más externo.
- Funciona como un soporte ancho y plano para la vejiga.

- El cuerpo perineal es el punto donde se entrecruzan los esfínteres musculares del ano y la uretra.

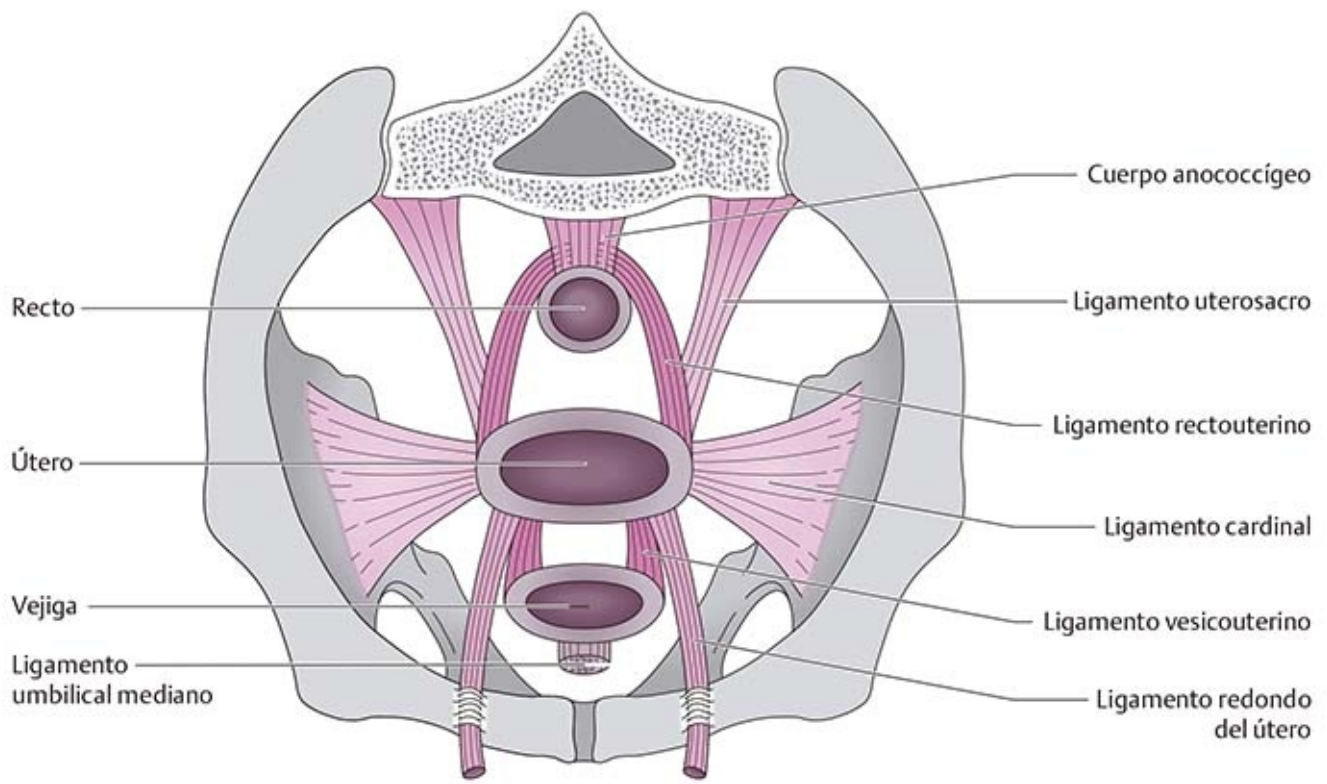
### ***Músculo transversal superficial del perineo (figura 8-136)***

- Éste es un músculo angosto que se localiza en el borde posterior de la capa profunda.
- Conecta el cuerpo perineal con la tuberosidad isquiática.
- Continúa en dirección anterior y, junto con el margen de la rama del isquion, forma el músculo isquiocavernoso.
- Inervación: nervio pudendo.

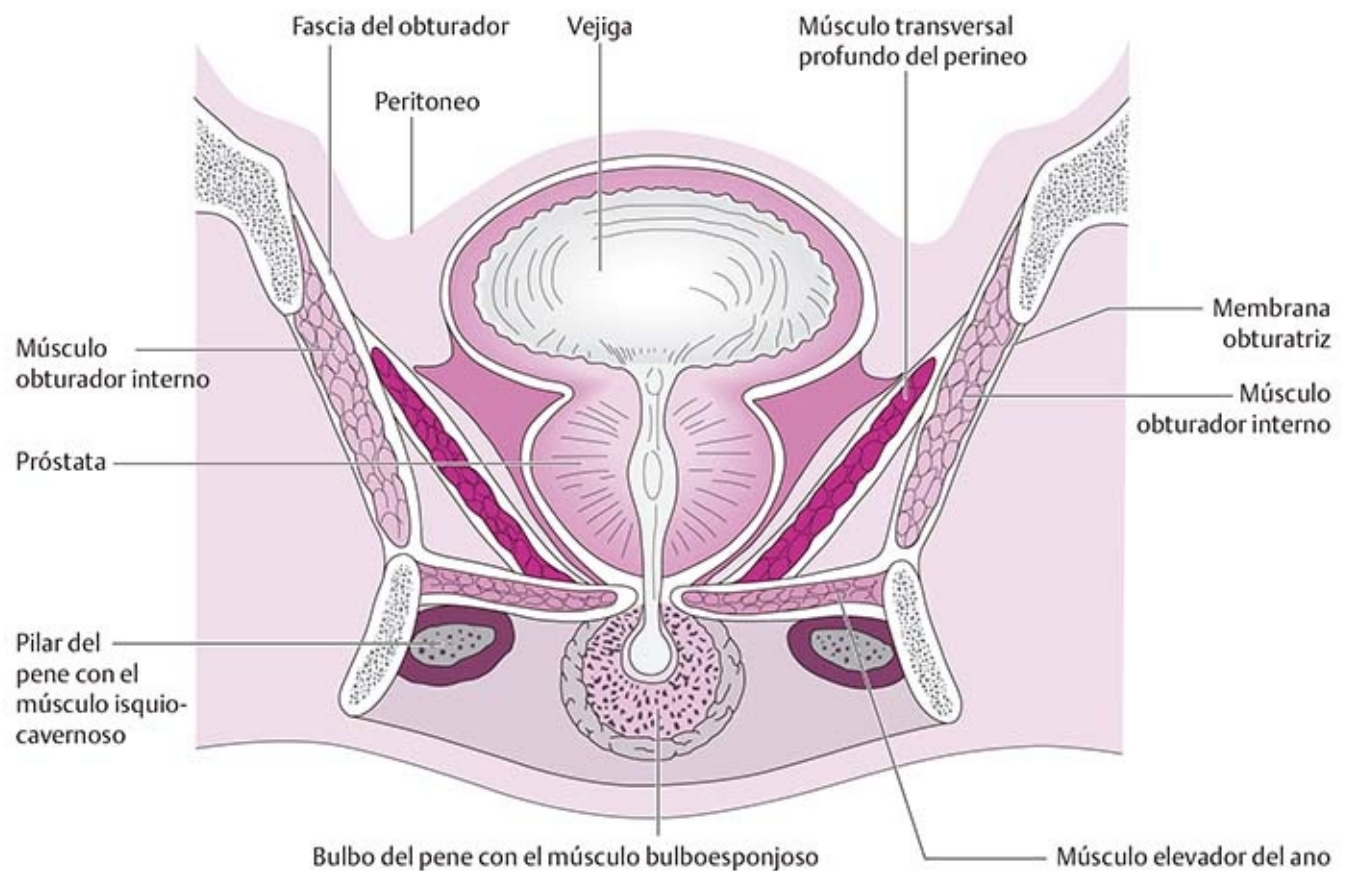
### **Funciones de los diafragmas**

- Su contracción produce elevación del piso pélvico.
- Junto con el diafragma toracolumbar, forman parte de la abrazadera abdominal.
- Actúan como hamaca para los órganos de la pelvis menor e impiden su descenso.
- También sirven como mecanismo de cierre para el recto y la vejiga.
- Los diafragmas tienen un papel en la reproducción.
- También participan en el proceso del parto.
- Intervienen en la transmisión de fuerzas en dirección posterior.
- Influyen en la movilidad y posición del sacro, cóccix y pubis, y por tanto los cambios de posición de estas estructuras afectan el tono del piso pélvico.

Patología
<p><b>Insuficiencia del piso pélvico e incontinencia urinaria (figura 8-137)</b>            La vejiga, el recto y los órganos genitales femeninos están suspendidos mediante estructuras ligamentosas que conectan los órganos con las paredes internas del sacro, ilion y pubis. La relajación de estos ligamentos sobrecarga los músculos del piso pélvico con el tiempo y permite el desplazamiento descendente. Con el descenso, el útero presiona sobre la vejiga y cambia la posición de la uretra. Esto altera el mecanismo de cierre vesical, lo que puede manifestarse en la forma de incontinencia.            Otras causas de incontinencia incluyen cirugía urogenital porque, como resultado de la disminución del drenaje venos, no se evacua del todo cualquier edema, lo que limita los mecanismos de cierre. Además, la inervación de los músculos del piso pélvico se altera a menudo por el estiramiento excesivo.</p> <p><b>Hipertrofia prostática (figura 8-138)</b>            La hipertrofia prostática participa en la obstrucción urinaria porque la próstata se encuentra justo debajo de la vejiga y cuando crece constriñe la luz uretral.</p>



**Figura 8-137.** Suspensión de los órganos en la pelvis femenina (vista superior).



**Figura 8-138.** Pelvis masculina en el corte frontal.

### Consejo práctico

#### Ejercicios del piso pélvico

Después de la cirugía del aparato urogenital, los ejercicios del piso pélvico deben iniciarse pronto como profilaxis para la incontinencia. Favorecen el flujo sanguíneo y la función venosa, implican reentrenamiento nervioso y pueden influir en la posición de los órganos urogenitales. El intervalo entre la micción se amplía, la capacidad vesical aumenta y la fuerza del esfínter mejora.

Sin embargo, los ejercicios no deben consistir sólo en contracción de las nalgas en varias posiciones corporales, sino que deben ser el inicio del entrenamiento en la percepción de los movimientos pélvicos. Los ejemplos de posibles opciones de ejercicios son varias actividades que implican ejercer presión sobre la tuberosidad en la posición sedente; practicar la constricción cautelosa de los patrones respiratorios; y el “viaje del elevador” o el patrón de facilitación neuromuscular de elevación anterior/depresión posterior.

## 8.8.3 Flexores de la articulación de la cadera

### Músculo iliopsoas (figura 8-139)

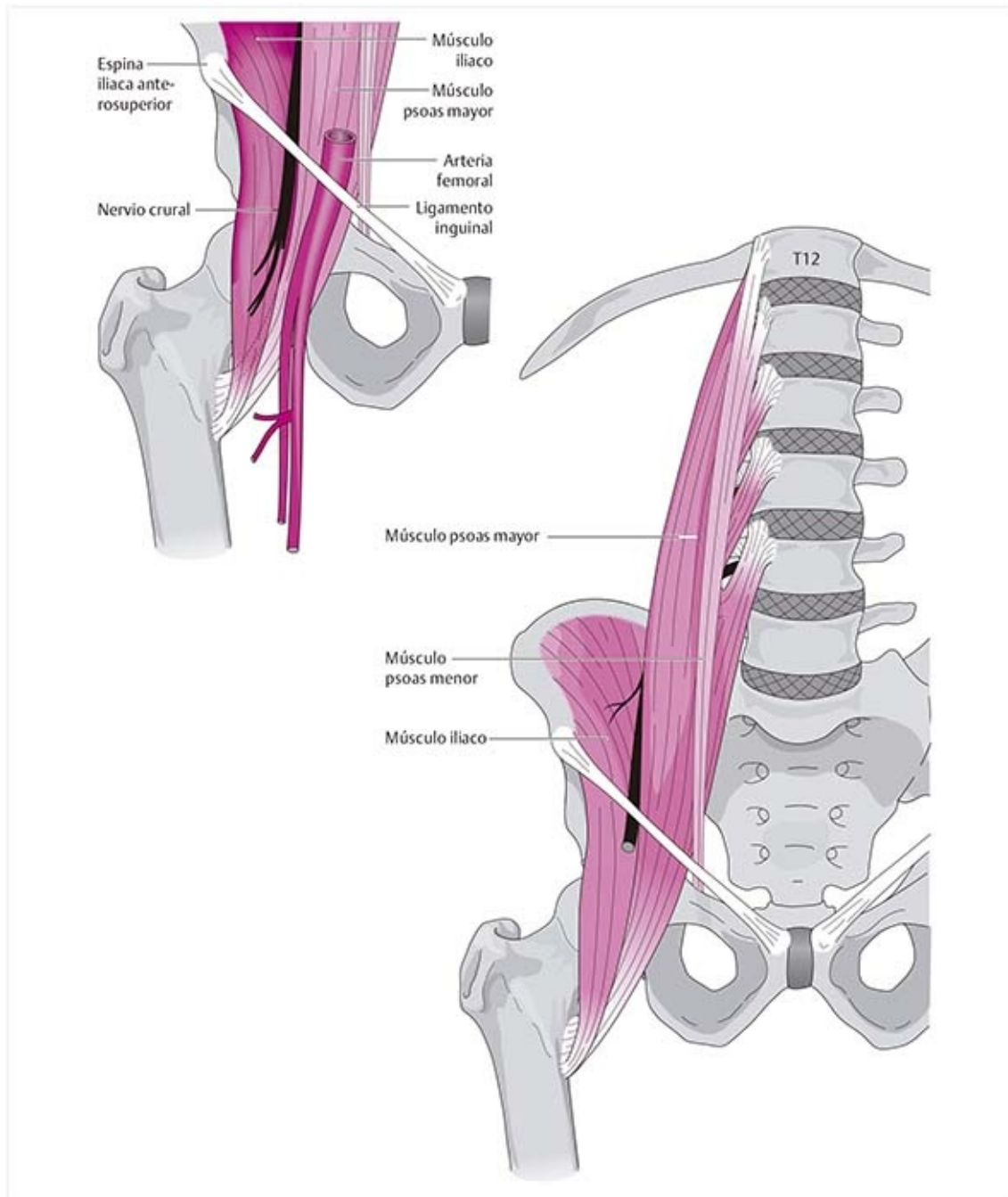


Figura 8-139. Músculo iliopsoas.

- Pasa bajo el ligamento inguinal, por delante de la cabeza femoral.
- Usa la cabeza femoral como un tipo de punto de apoyo y luego continúa en dirección posterior. Este músculo tiene una gran altura de levantamiento.
- Tiene un corte transversal fisiológico amplio, por lo que está calificado como el flexor de la cadera más potente.
- Las ramas comunicantes del tronco simpático pasan bajo sus arcos tendinosos y se conectan con el plexo lumbosacro.

### ***Músculo psoas mayor***

- El músculo psoas mayor se origina en las primeras cuatro vértebras lumbares y la 12<sup>a</sup> torácica; forma una conexión funcional importante entre la columna vertebral y la extremidad inferior.
- La capa superior nace en la superficie lateral del cuerpo vertebral; unas cuantas fibras continúan al anillo fibroso.
- La capa profunda se origina en las apófisis costales.
- El plexo lumbar se encuentra entre las capas superficial y profunda.
- Unas cuantas fibras se entrelazan con el diafragma en el ligamento arqueado mediano.

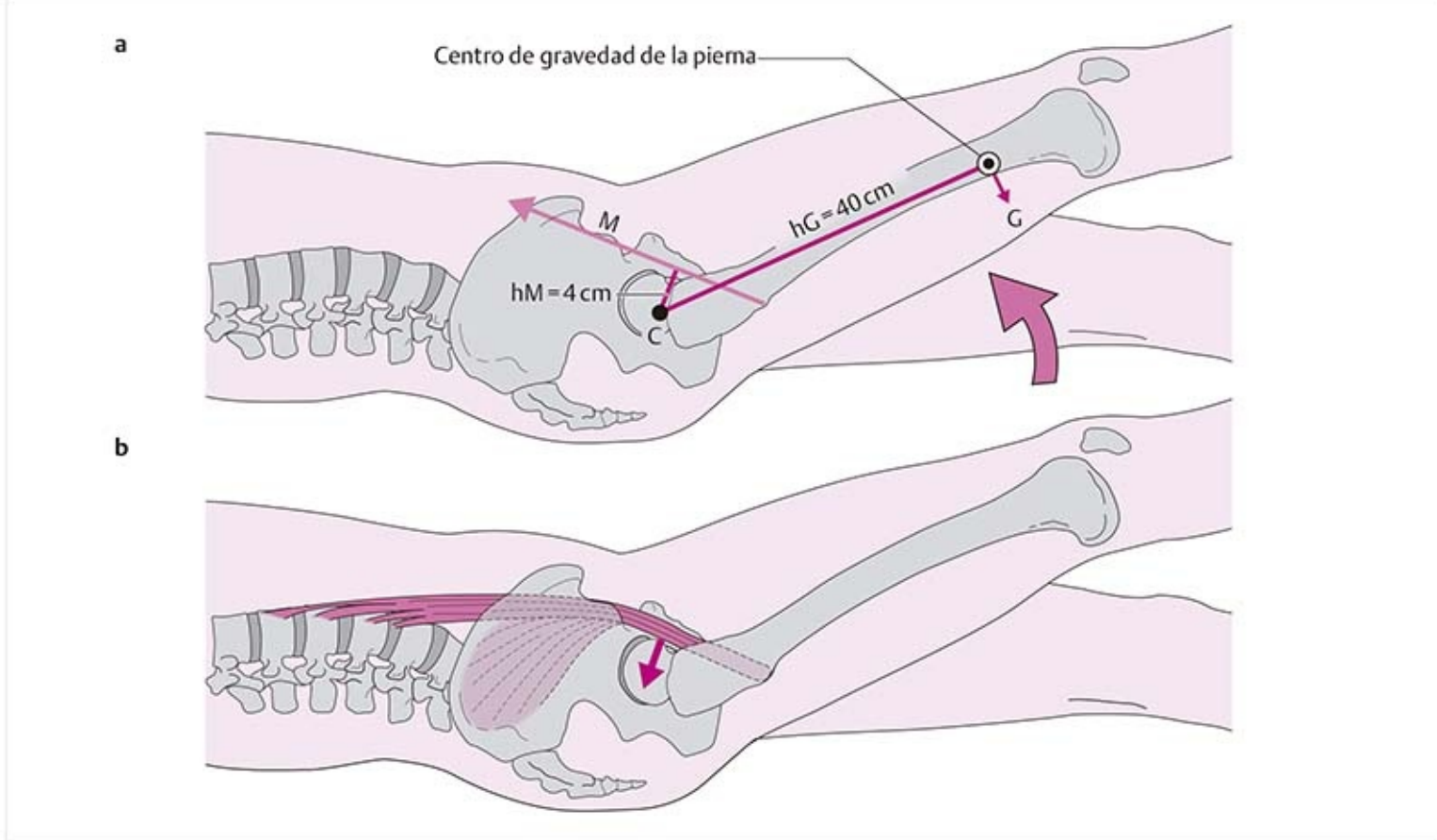
### ***Músculo psoas menor***

- Este músculo es inconstante.
- Establece una conexión entre los cuerpos de la 12<sup>a</sup> vértebra torácica y la 1<sup>a</sup> lumbar y la fascia iliaca.

### ***Músculo iliaco***

- Consiste en una placa muscular gruesa.
- En su sitio de inserción en el trocánter menor, las fibras del músculo iliaco que se originan en la EIAS se insertan en la parte distal del trocánter menor y algunas veces continúan hasta el labio medial de la línea áspera.
- Funciones:
  - Flexión: es el flexor más fuerte de la articulación de la cadera y ejerce su fuerza desde el inicio hasta el final del movimiento. Es posible diferenciar su fuerza de los otros flexores porque es el único músculo que puede flexionarse a más de 90°.
  - Rotación: las opiniones sobre su función rotadora son diversas. Sin embargo, si se considera el trayecto del músculo en relación con el eje de rotación (su dirección es anteromedial a posterolateral), tiene que producir rotación externa en la posición neutral.
  - Extensión de la columna lumbar: con las piernas como extremo fijo, extiende la columna lumbar. No obstante, si los músculos de la espalda impiden la extensión por estar tensos, este músculo junto con los abdominales produce flexión del tronco.
  - Flexión lateral y rotación: en la contracción unilateral, produce flexión lateral ipsolateral y rotación al lado contrario.
- Inervación: nervio crural (T12-L3).

### **Cálculo de la palanca del músculo iliopsoas (figura 8-140)**



**Figura 8-140. (a)** Índices de acciones de palanca del músculo iliopsoas. M, fuerza muscular; hM, brazo de fuerza; hG, brazo de carga; G, peso corporal. **(b)** Componente de presión dirigido en dirección posterior.

El músculo iliopsoas se halla a una distancia de 4 cm desde el centro de la cabeza femoral. La resistencia en este cálculo es el peso de la pierna, cuyo centro de gravedad se encuentra a unos 40 cm distales de la articulación de la cadera cuando se extiende la rodilla.

El cociente entre los dos brazos de la palanca indica que la fuerza del músculo es 10 veces el peso de la pierna, que es un sexto del peso corporal, o 110 N. Por lo tanto, la fuerza del músculo es 10 veces eso (1 100 N), lo cual es 1.5 veces el peso corporal.

Cuando la pierna se eleva más, el brazo de la palanca del peso de la pierna se reduce, lo que mejora la eficiencia del músculo iliopsoas. Por consiguiente, las fuerzas que actúan en la articulación de la cadera se reducen.

Con base en el pequeño ángulo de tracción del músculo, también resulta aparente que casi toda la fuerza produce compresión articular.

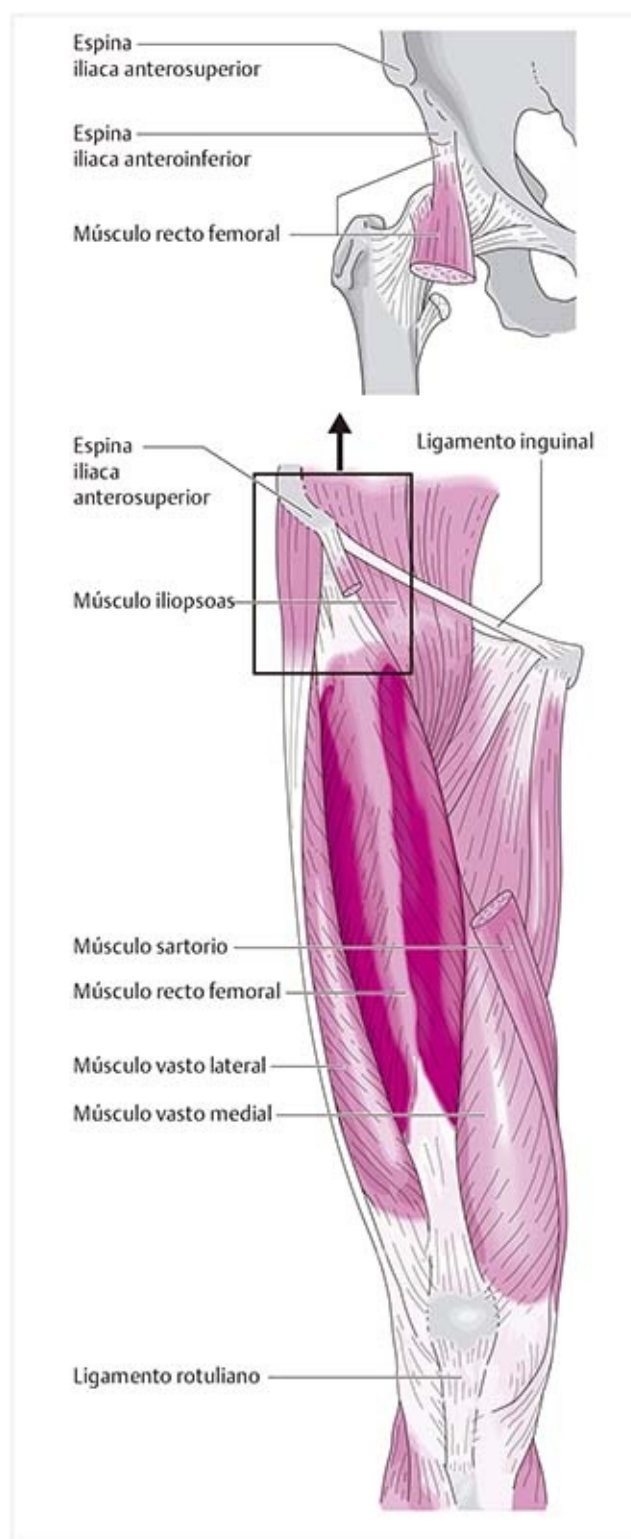
El músculo iliopsoas emplea la cabeza femoral como polea: proviene de la parte posterior, se proyecta en dirección anterior sobre la cabeza del fémur y a continuación lo hace de nueva cuenta en dirección posterior hacia el trocánter menor. De esta manera ejerce presión sobre la cabeza femoral hacia atrás.

Debido a esto, en algunos especímenes existe una pequeña hendidura en la zona anterior de la cabeza femoral.

#### Consejo práctico

Las fuerzas más grandes se generan en la primera fase de la elevación de la pierna de la cama. Si no se permite la carga de peso en la cadera, esta fase puede ser peligrosa. Para reducir el riesgo, debe usarse un brazo de palanca más corto o reducirse el peso de la pierna mediante el uso de la otra pierna, por ejemplo.

### Músculo recto femoral (figura 8-141)



**Figura 8-141.** Músculo recto femoral.

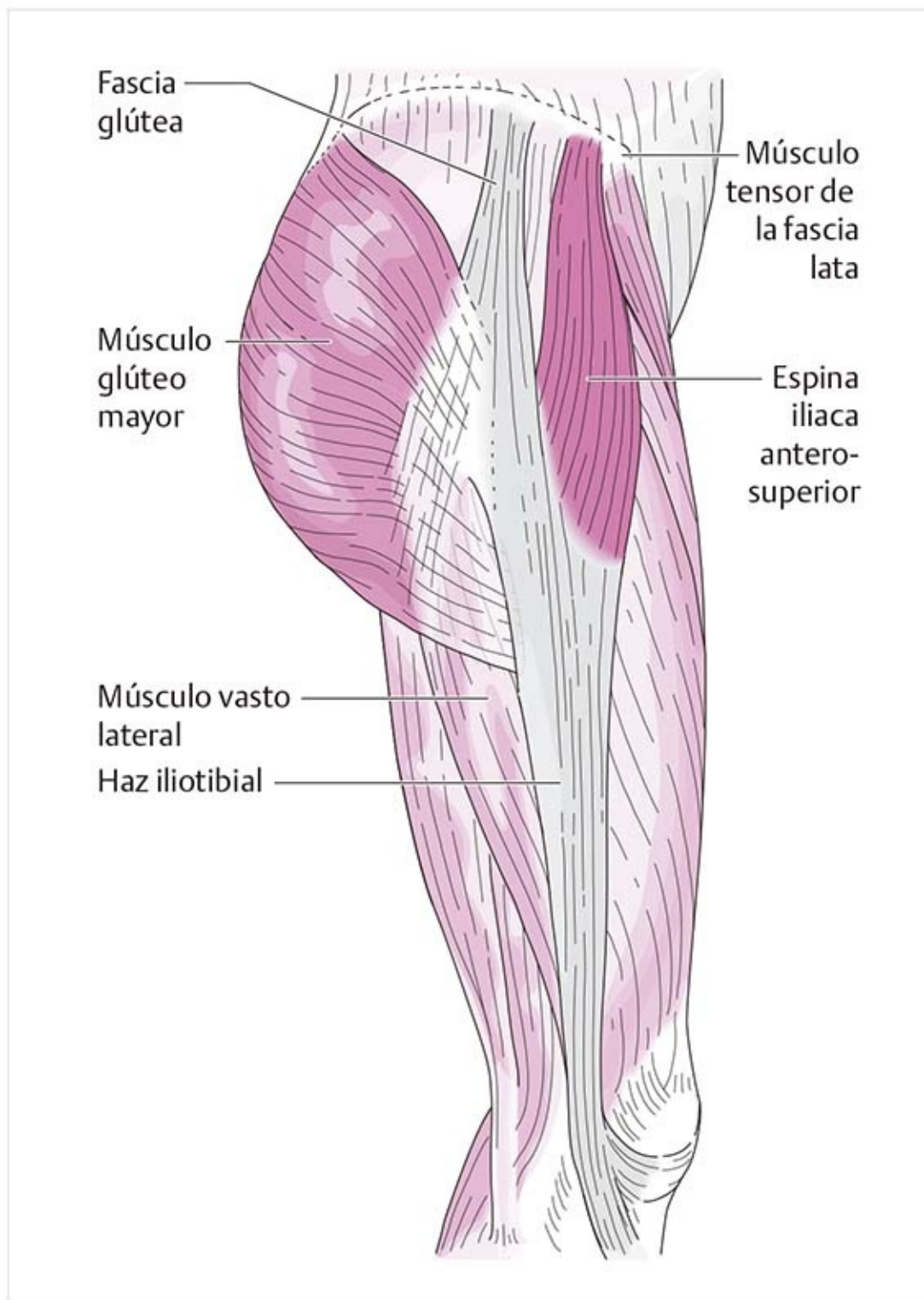
- Se origina en la contigüidad de la articulación de la cadera. Una parte ancha procede del borde superior el margen acetabular y forma una conexión con la capa fibrosa de la cápsula. Una parte redonda del tendón proviene de la espina iliaca anteroinferior.
- Los músculos tensor de la fascia lata y sartorio cubren el área de origen.
- El músculo se transforma en el tendón terminal a un ancho de dedo arriba de la rótula.
- La continuación del tendón terminal es el ligamento rotuliano.
- Funciones:
  - En la cadera: su función más importante es la flexión. Cuanto más se estira el músculo sobre la articulación de la rodilla (es decir, situada en flexión), más efectivo es. También apoya la abducción.
  - En la rodilla: extensión.

- Inervación: nervio crural (L2-L4).

### Consejo práctico

En la cirugía de la articulación de cadera, como el reemplazo total de la cadera, se retiran partes del aparato cápsula-ligamento, según sea el tamaño del acetábulo. Esto significa que algunas zonas de origen de los músculos rectos se cortan y el paciente tendrá dificultad para tensar el músculo cuádriceps después de la operación.

## Músculo tensor de la fascia lata (figura 8-142)

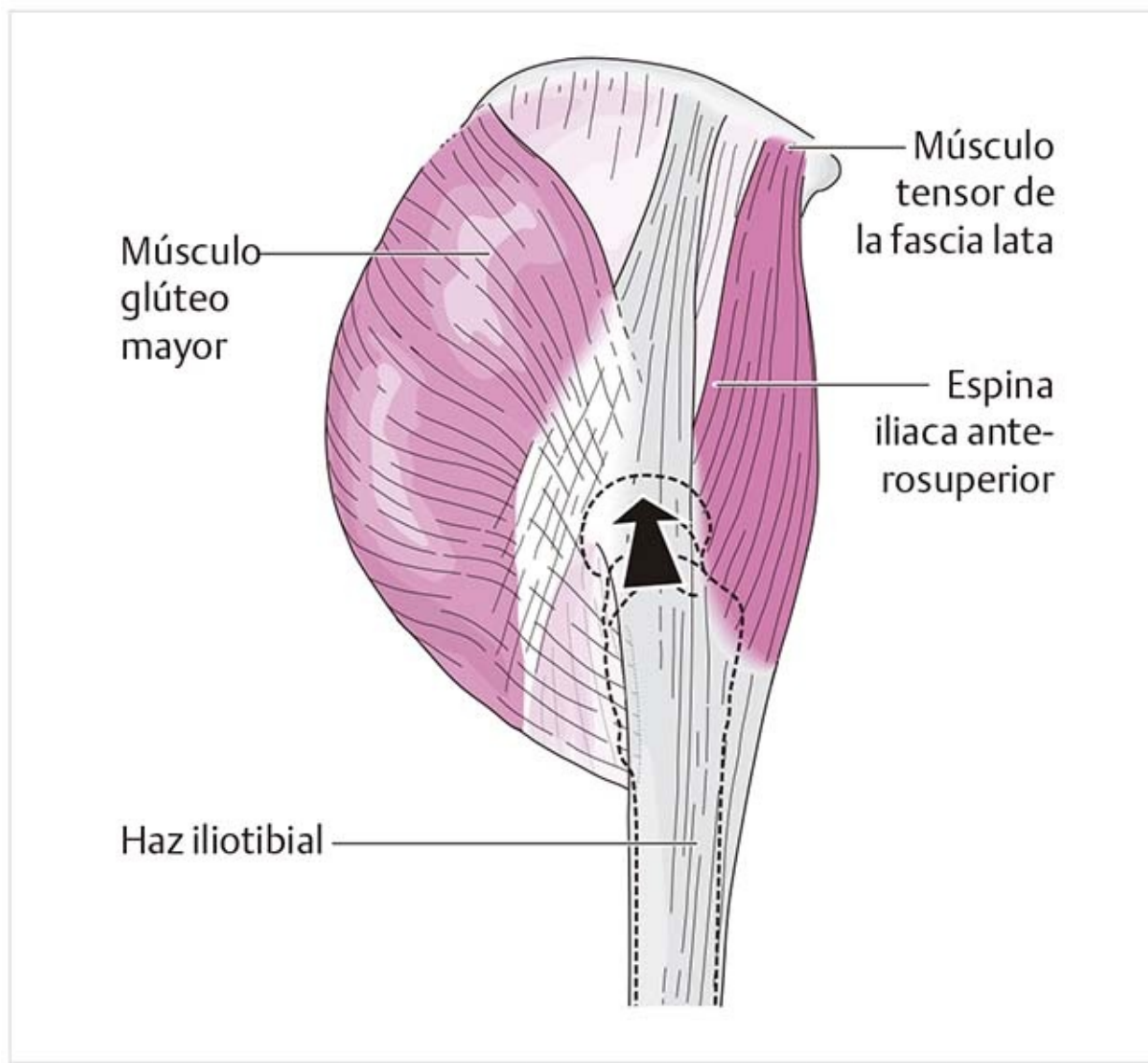


**Figura 8-142.** Músculo tensor de la fascia lata.

- Este músculo se encuentra justo por delante del músculo glúteo medio, del cual deriva en términos evolutivos.
- Discurre en dirección distal frente al trocánter mayor y se extiende al haz iliotibial y la fascia lata.
- Funciones:



- Flexión/abducción/rotación interna.
- Mediante su conexión con el haz iliotibial, participa en la estabilización lateral de la articulación de la rodilla.
- Centra la articulación de la cadera, en lo cual tiene un papel particular. El músculo tensor de la fascia lata desde la parte anterior y el músculo glúteo mayor desde la posterior continúan hasta el tercio superior de la fascia lata, que envuelve todo el muslo. Así forman el haz iliotibial, una banda aponeurótica longitudinal muy firme que llega a la tibia. Las fibras medianas del haz también se extienden a la cresta iliaca. A través de sus conexiones con el haz iliotibial, estos dos músculos ejercen una función de guía para la cabeza femoral y la presionan dentro del acetábulo (**figura 8-143**).



**Figura 8-143.** Cabeza femoral mantenida en su sitio por los músculos tensor de la fascia lata y glúteo mayor.

- Inervación: nervio glúteo superior (L4/L5).

### Patología

#### Síndrome del “chasquido” en la cadera (*coxa saltans*)

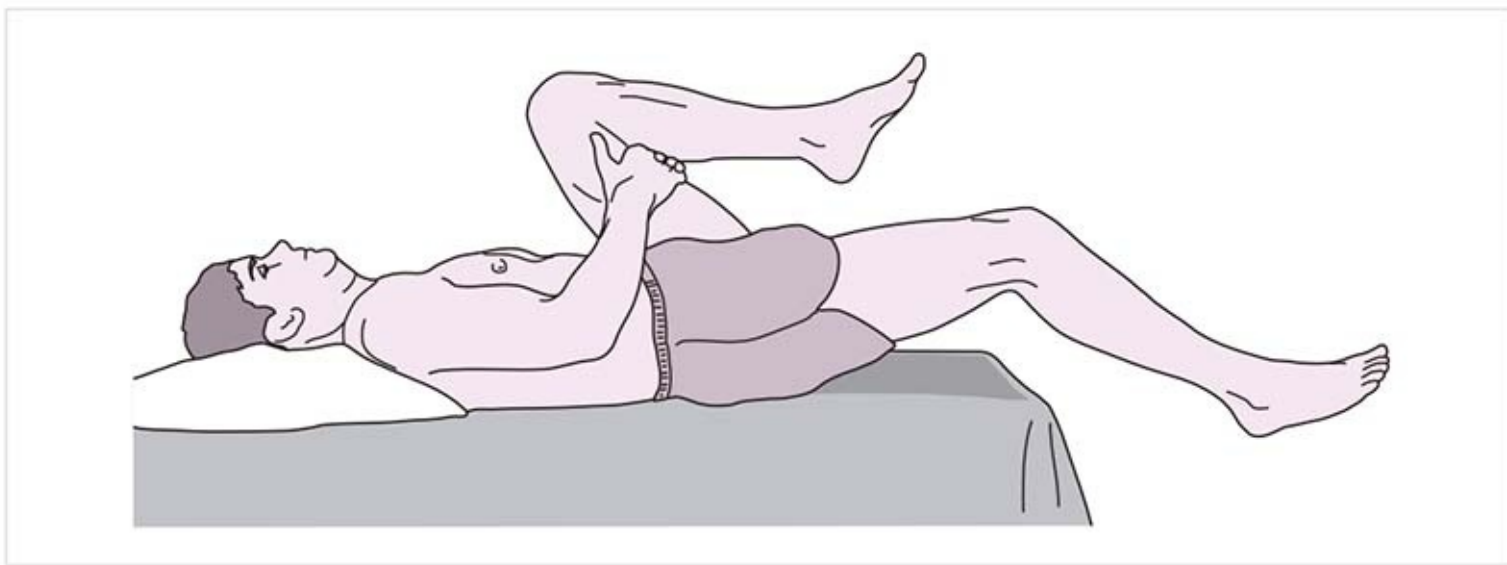
El exceso de tensión en la fascia lateral completa, sobre todo en el haz iliotibial, puede dar lugar al síndrome de “chasquido” de la cadera. Durante los movimientos de flexión y extensión, el haz se desliza sobre el trocánter mayor. El resultado es un ruido de rompimiento y puede generarse bursitis dolorosa.

### Consejo práctico

#### Prueba de estiramiento del flexor (figura 8-144)

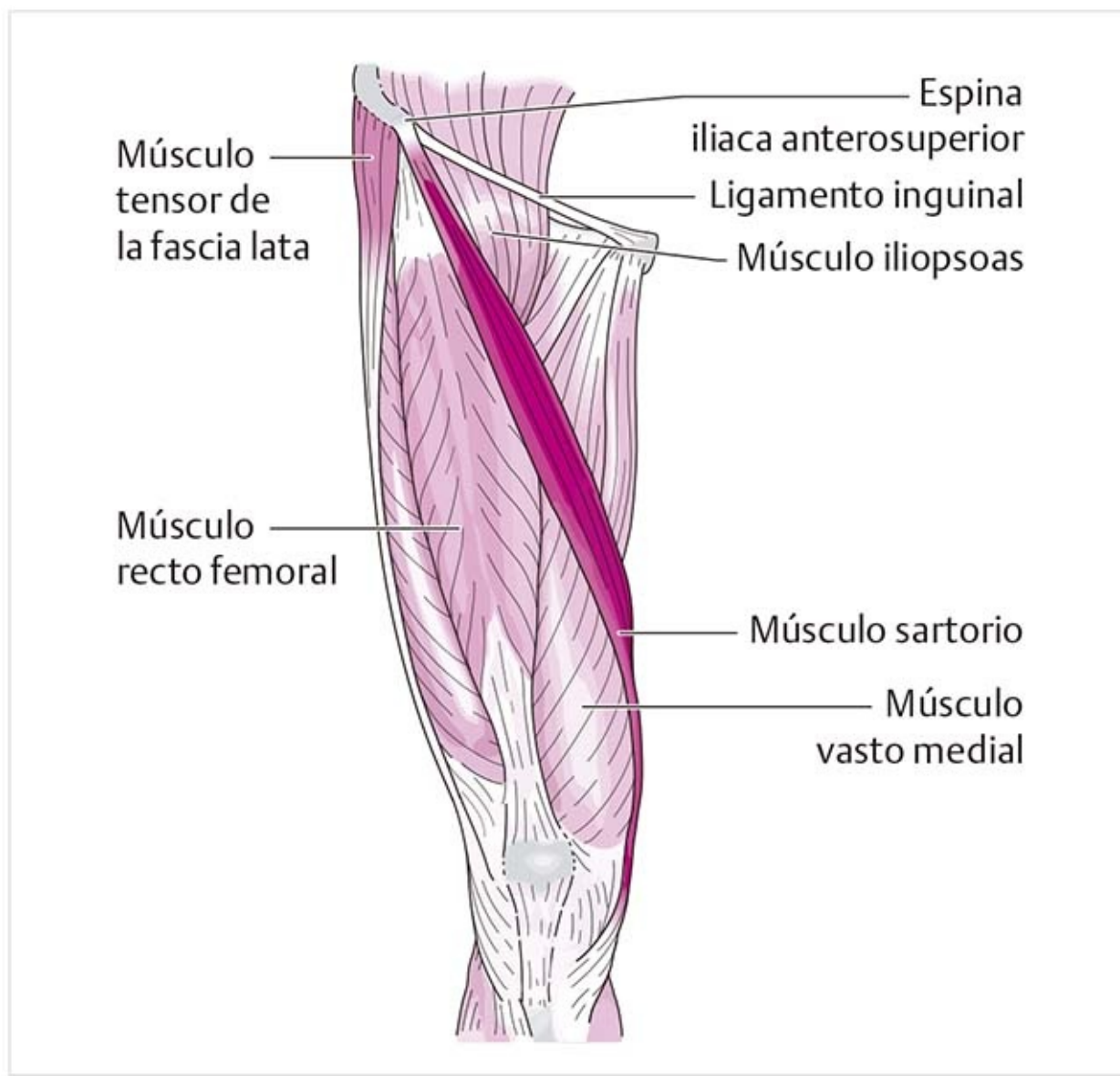
Los flexores de la articulación de la cadera incluyen en particular fibras musculares con colágeno tipo I. Estos músculos pertenecen al sistema muscular tónico y tienen potencia sostenida, un ritmo de contracción menor y un suministro capilar adecuado. Cuando se evalúa la extensión se utiliza la prueba de Thomas con las piernas colgadas sobre el borde de

la mesa para valorar los músculos iliopsoas, recto femoral y tensor de la fascia lata. Si se acorta, el músculo iliopsoas obliga a la articulación de la cadera a flexionarse, el músculo recto acortado tira de la rodilla en extensión y el tensor de la fascia lata abduce la pierna.



**Figura 8-144.** Prueba de estiramiento flexor de los flexores de la articulación de la cadera que muestra disminución de la elasticidad de los músculos iliopsoas y recto femoral.

### Músculo sartorio (figura 8-145)

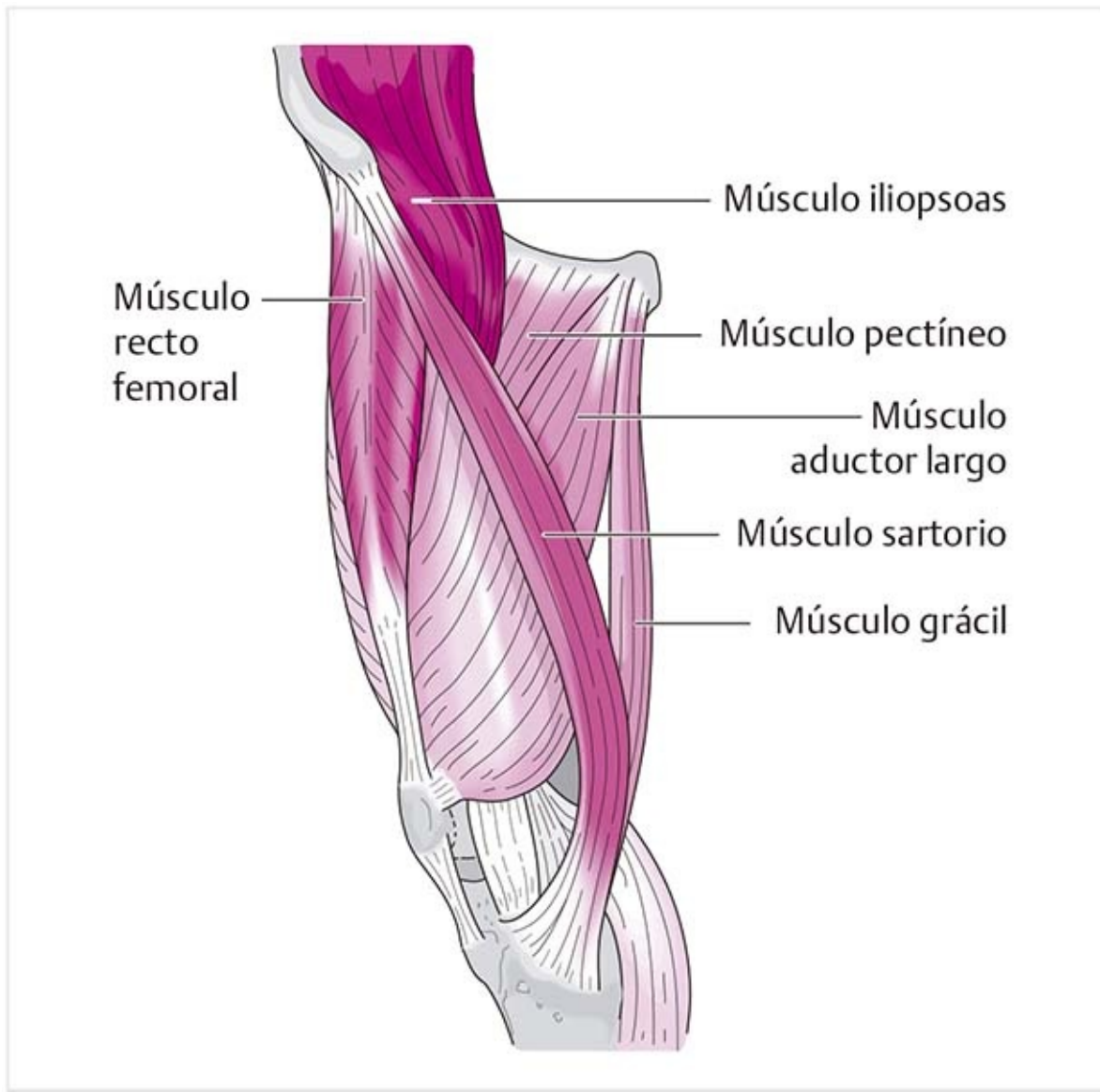


**Figura 8-145.** Músculo sartorio.

- Éste es un músculo que cruza dos articulaciones.

- Las fibras musculares son muy largas.
- Se mueve en forma espiral alrededor del muslo, de proximal-lateral a distal-medial.
- Su tendón de inserción forma la parte superficial de la pata de ganso (pes anserinus).
- Funciones:
  - Flexión/abducción/rotación externa.
  - Flexión y rotación interna de la rodilla.
- Inervación: nervio crural (L2-L3).

### **Flexores adicionales (figura 8-146)**



**Figura 8-146.** Flexores de la articulación de la cadera (vista anteromedial).

Los siguientes músculos ayudan a la flexión y se describen más adelante:

- Músculo pectíneo.
- Músculo aductor largo.
- Músculo aductor corto.
- Músculo grácil.
- Músculos glúteo medio y glúteo menor.

### ***Clasificación de los músculos flexores de acuerdo con su función***

Los flexores pueden dividirse en dos grupos con respecto a sus otras funciones:

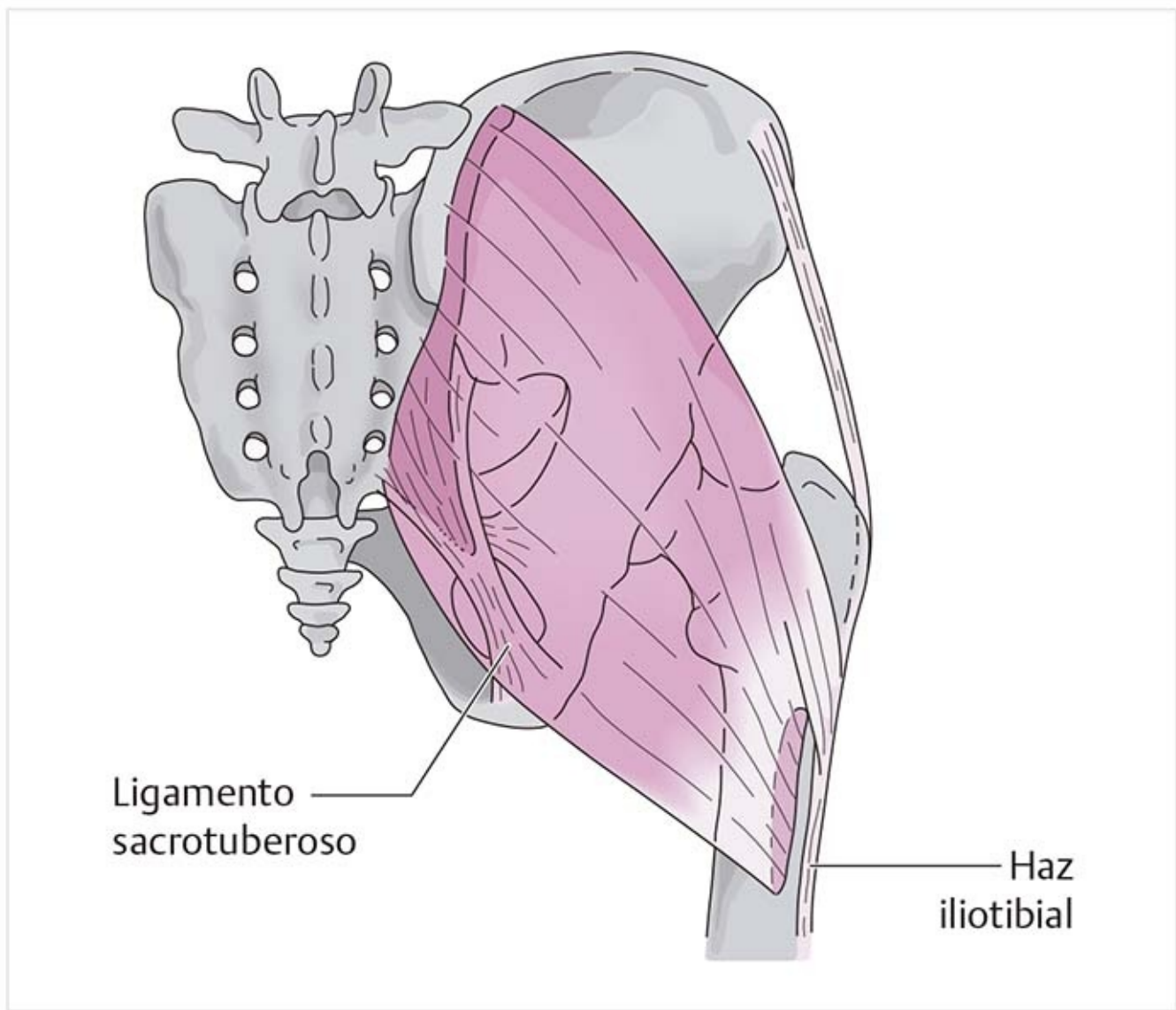
- Flexión/abducción/rotación interna: partes de los músculos glúteos medio y menor y el músculo tensor de la fascia lata.
- Flexión/aducción/rotación externa: músculos iliopsoas, pectíneo, grácil, aductor largo y aductor corto.

### ***Influencia de la posición pélvica alterada en la fuerza muscular***

La posición de la pelvis influye en el desarrollo de la potencia de los músculos flexores. Con una posición flexionada de la pelvis y aumento de la lordosis de la columna lumbar, los músculos iliopsoas, recto femoral y sartorio se hallan en posición acortada y no pueden ejercer su potencia completa. Por lo tanto, más zonas de los músculos glúteos medio y menor funcionan como flexores, dado que en la posición flexionada se encuentran en posición anterior al eje de movimiento.

## **8.8.4 Extensores de la articulación de la cadera**

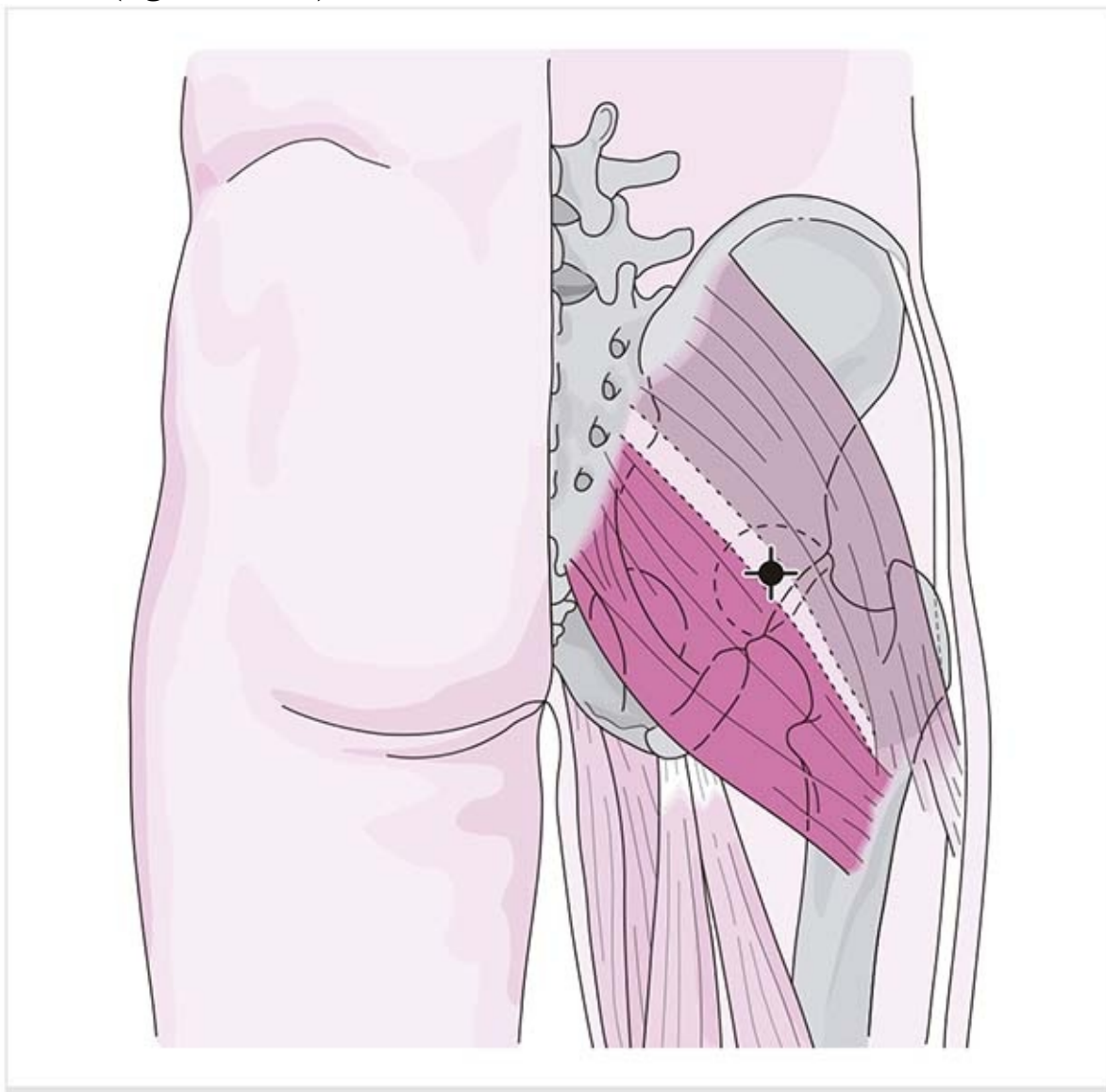
### **Músculo glúteo mayor (figura 8-147)**



**Figura 8-147.** Músculo glúteo mayor.

- En su origen es una continuación de la fascia toracolumbar.
- Una parte superior ancha se une en el haz iliotibial; hay un desnivel identificable en el punto de transición.
- La parte posterior se dirige a la tuberosidad glútea y a la línea áspera del fémur.
- Existe una conexión con el tabique intermuscular lateral.

- El músculo continúa hasta el músculo vasto lateral.
- Hay tabiques de tejido conectivo entre los haces musculares que producen compartimientos.
- La fascia lata constituye un soporte semejante a un cabestrillo para el margen inferior del músculo. Las fibras transversales se tensan en la posición sedente y tiran del borde muscular hacia arriba y a un lado. En la posición sedente, la tuberosidad isquiática queda acojinada por el tejido adiposo subcutáneo separado en un compartimiento.
- Funciones:
  - Extensión: se requiere una fuerza significativa (casi dos o tres veces el peso corporal) para activar el músculo. Es más efectivo con una flexión de la cadera cercana a 90°. Cuando el extremo fijo del músculo se encuentra en el fémur, participa en todos los movimientos de extensión que requieren potencia, por ejemplo levantarse desde la posición sedente, de una posición en cuclillas y rectificar el tronco desde una posición flexionada. Cuando el extremo fijo se halla en la pelvis, el músculo participa en actividades como subir escalones, escalar montañas y correr rápidamente.
  - Rotación externa: el músculo es un rotador externo potente.
  - Es un autoantagonista. Debido a su trayecto ancho, algunas de sus fibras se localizan arriba del eje sagital y por tanto participan en la **abducción**, mientras que otras son inferiores a dicho eje y llevan a cabo la **aducción** (figura 8-148).



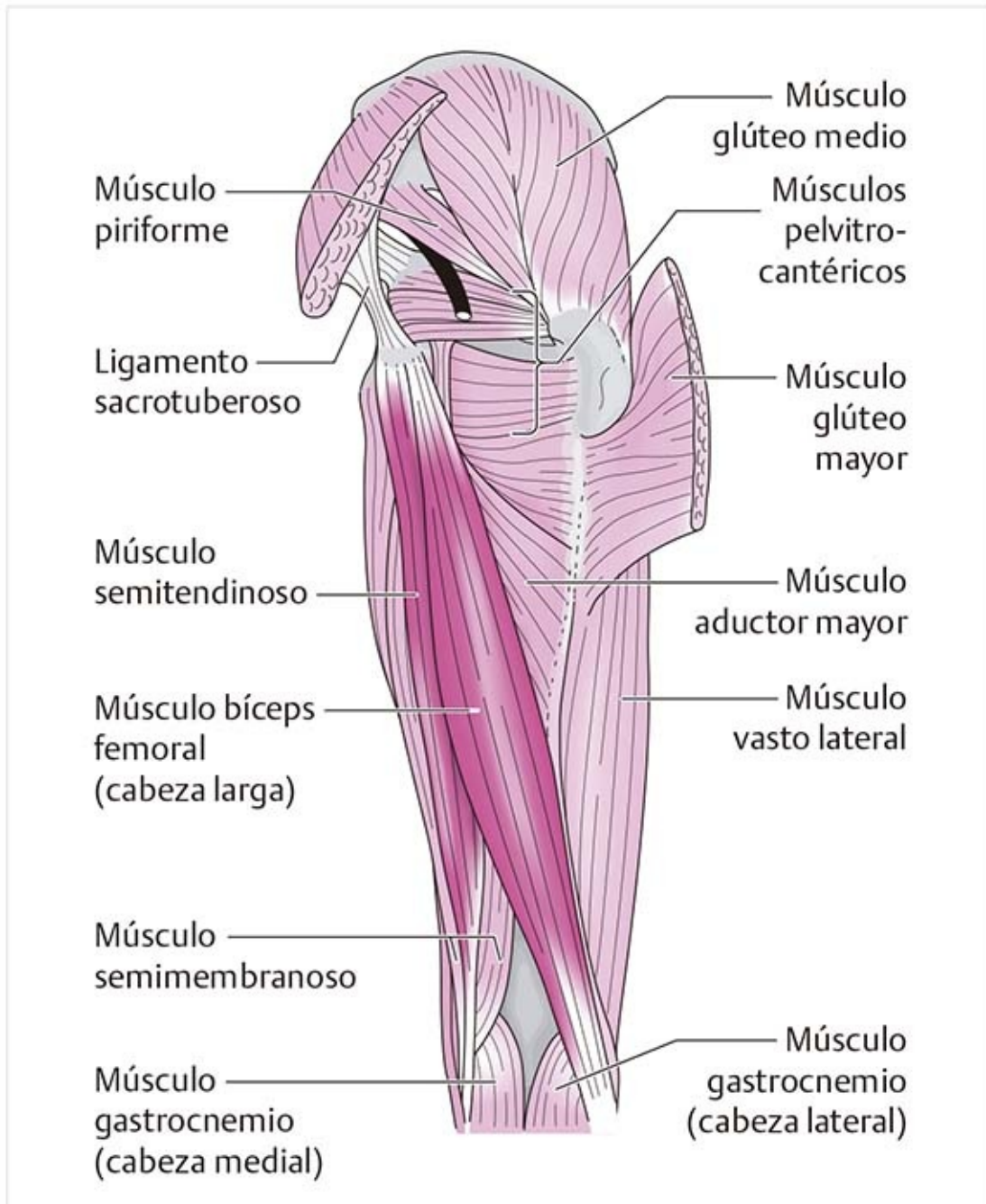
**Figura 8-148.** Autoantagonismo: el músculo glúteo mayor con respecto a la abducción y aducción. Parte café, abducción; parte roja,

– Mediante su conexión con el haz ilirotibial, tiene el efecto de **centrar la cabeza femoral** (figura 8-143) y **estabilizar la articulación de la rodilla**.

• Inervación: nervio glúteo inferior (L4-S1).

## Músculos de la corva

### Músculo bíceps femoral, cabeza larga (figura 8-149)



**Figura 8-149.** Músculos de la corva: músculos bíceps femoral y semitendinoso.

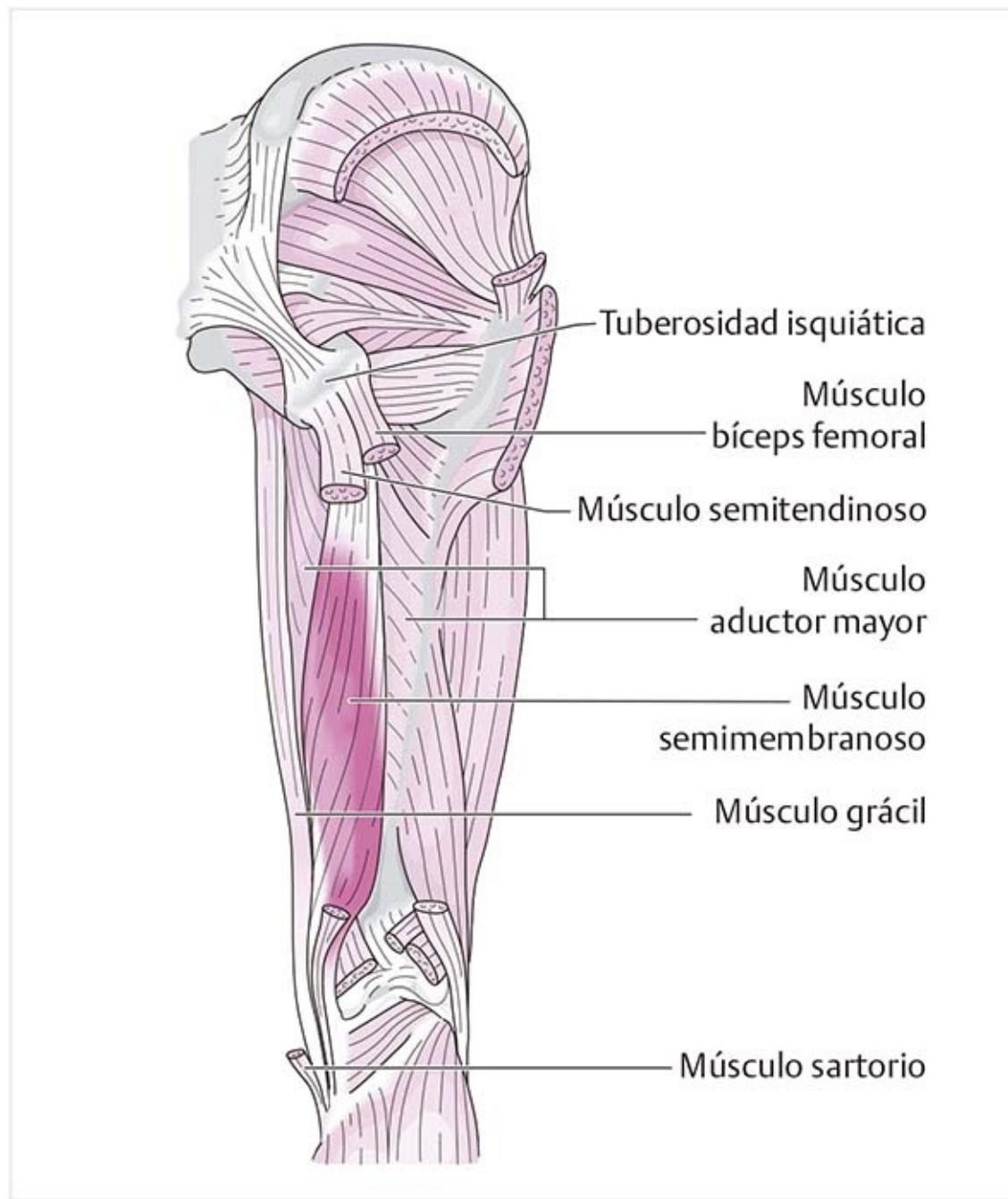
- Este músculo usa la tuberosidad isquiática como polea porque algunas de sus fibras se dirigen al ligamento sacrotuberoso.
- El origen en la tuberosidad es superficial. Forma una cabeza común con el músculo semitendinoso.
- Su trayecto es medial inmediato al músculo vasto lateral y está separado de éste por el tabique intermuscular lateral.
- En la rodilla forma el límite lateral de la fosa poplítea.

### Músculo semitendinoso (figura 8-149)

- Este músculo tiene una conexión con el ligamento sacrotuberoso.

- Se encuentra en una hendidura formada por el músculo semimembranoso.
- Al inicio del tercio inferior del muslo se convierte en su tendón terminal largo.

## Músculo semimembranoso (figura 8-150)



**Figura 8-150.** Músculos de la corva: músculo semitendinoso.

- En un punto inferior a su origen, el músculo se ensancha en una aponeurosis sobre la cual discurren los dos músculos mencionados antes.
- Sus fibras musculares se dirigen en sentido superolateral a inferomedial.
- La parte medial del músculo se transforma en su tendón antes que su parte lateral, cuyas fibras continúan en dirección distal.
- En la rodilla, las inserciones se separan en cinco direcciones distintas. Véase la sección 9.3.5, Complejo funcional medial, y la figura 9-97.
- Forma el borde medial de la fosa poplíteica.

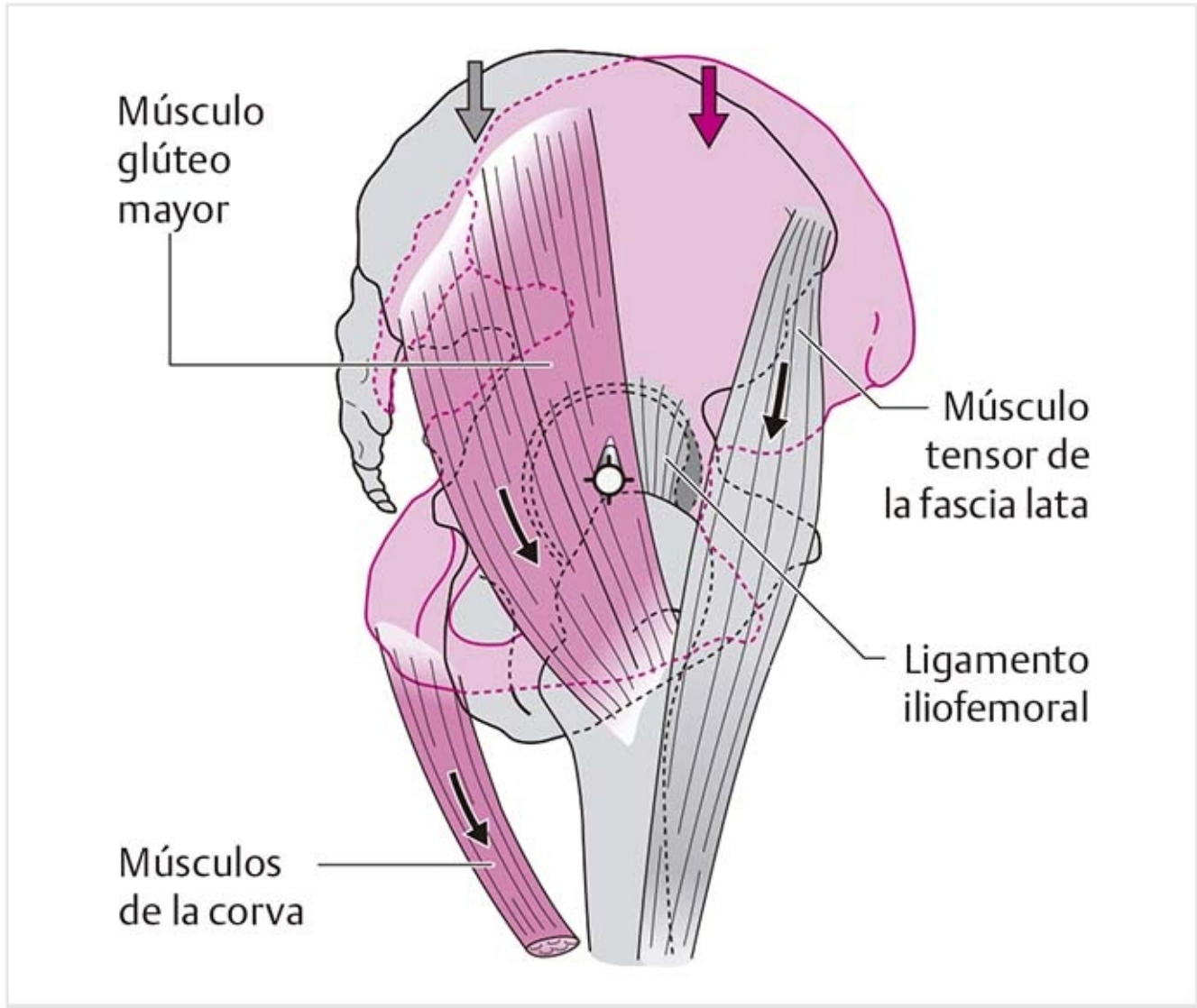
## Funciones de los músculos de la corva

- El trabajo de los músculos de la corva corresponde a casi dos tercios del ejercido por el glúteo mayor.

- Todas las partes de los músculos de la corva contribuyen a la extensión de la cadera.
- La rotación externa se produce por el músculo bíceps femoral.
- La rotación interna la realizan los músculos semitendinoso y semimembranoso.
- La flexión de la rodilla y la rotación externa de la pierna son funciones del músculo bíceps femoral, y la rotación interna de los músculos semitendinoso y semimembranoso.

**Inervación:** nervio ciático (L5-S2).

### **Estabilización en el plano sagital (figura 8-151)**

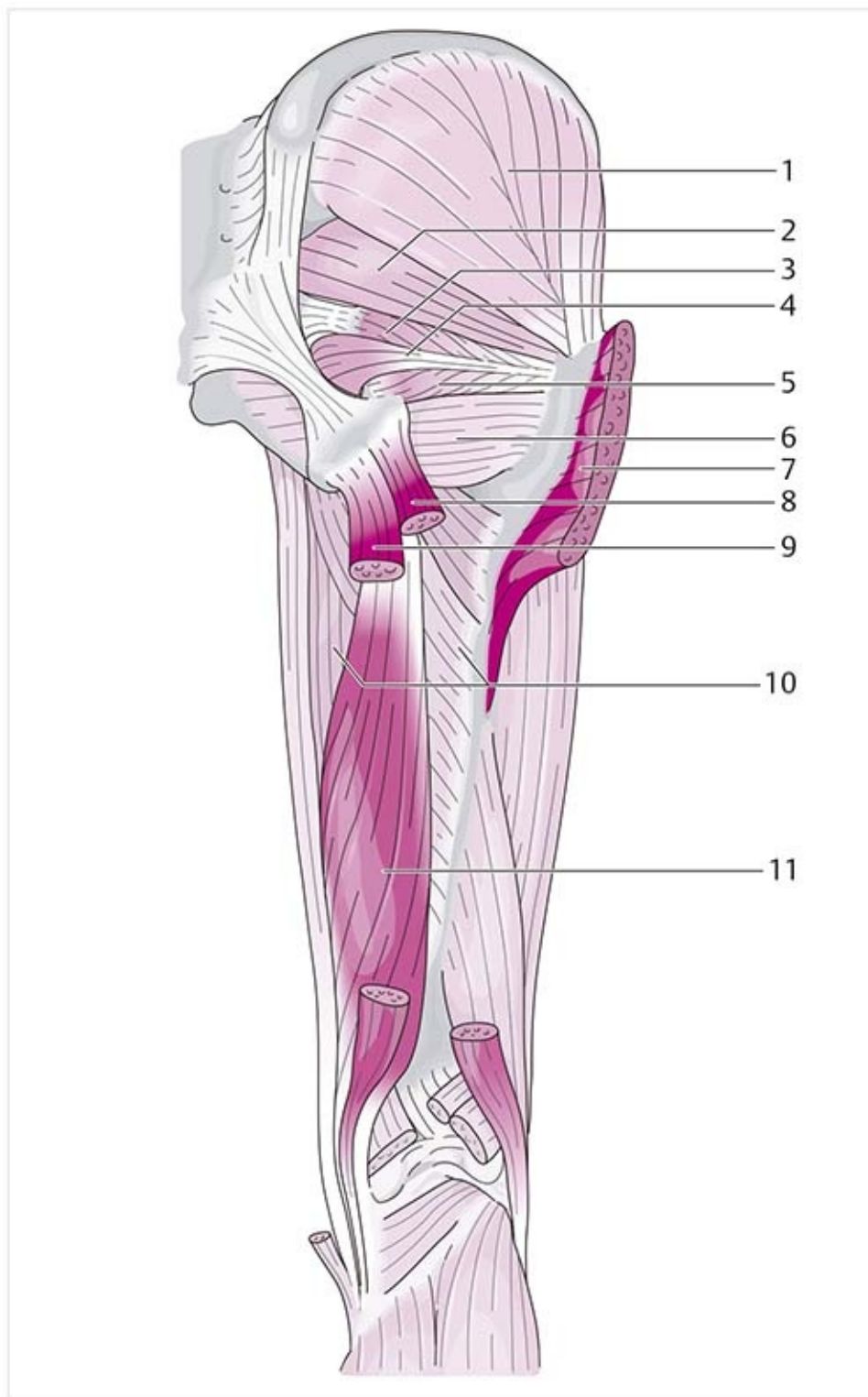


**Figura 8-151.** Estabilización en el plano sagital. Gris: el centro de gravedad del cuerpo detrás del punto pivote. Rojo: el centro de gravedad del cuerpo frente al punto pivote.

- Cuando el paciente está de pie en una posición cómoda, el centro de gravedad se encuentra en el centro, detrás de las articulaciones de las caderas. El ligamento iliofemoral y el tensor de la fascia lata impiden la extensión más allá de este punto.
- Si la línea de plomada desde el centro de gravedad pasa por el centro de la articulación de la cadera, los flexores y extensores están relajados, lo que da lugar a un equilibrio inestable.
- Si la pelvis se halla en posición de flexión ligera, los músculos de la corva actúan para estabilizar la pelvis.
- Sólo cuando aumenta la flexión, también se activa el músculo glúteo mayor.

### **Extensores adicionales (figura 8-152)**





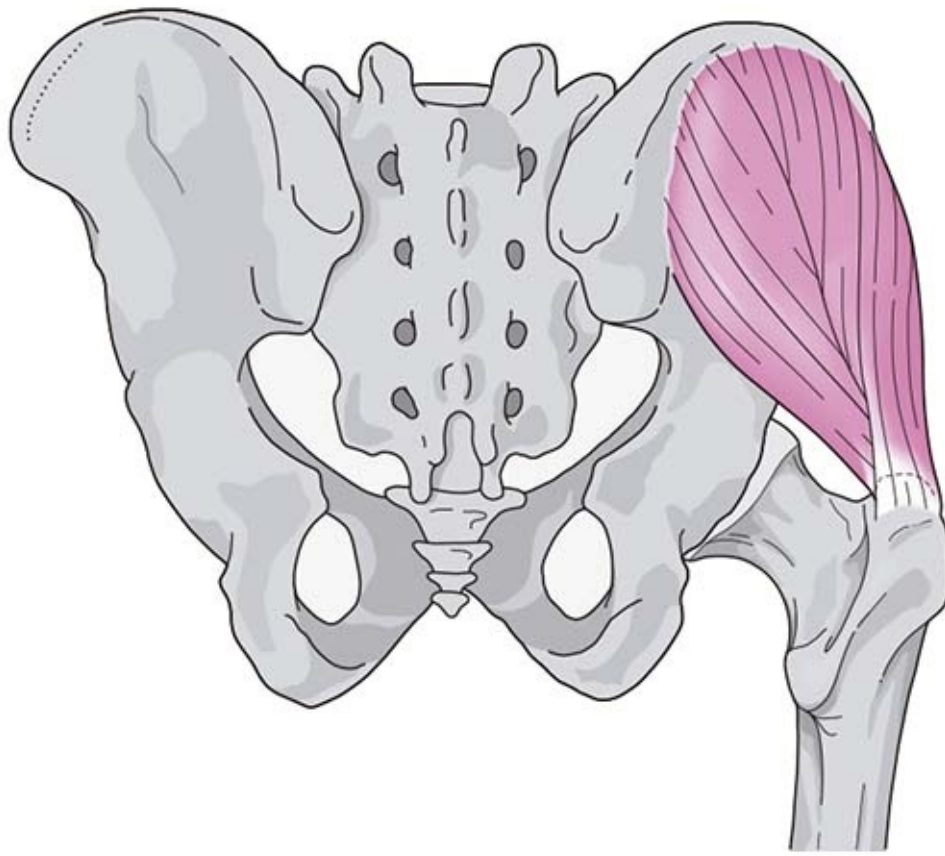
**Figura 8-152.** Extensores de la articulación de la cadera.

Los siguientes músculos ayudan a la extensión y se describen más adelante.

- Músculos glúteos medio y menor.
- Músculo aductor mayor.
- Rotadores externos cortos (músculos piriforme y obturador).

### 8.8.5 Abductores de la articulación de la cadera

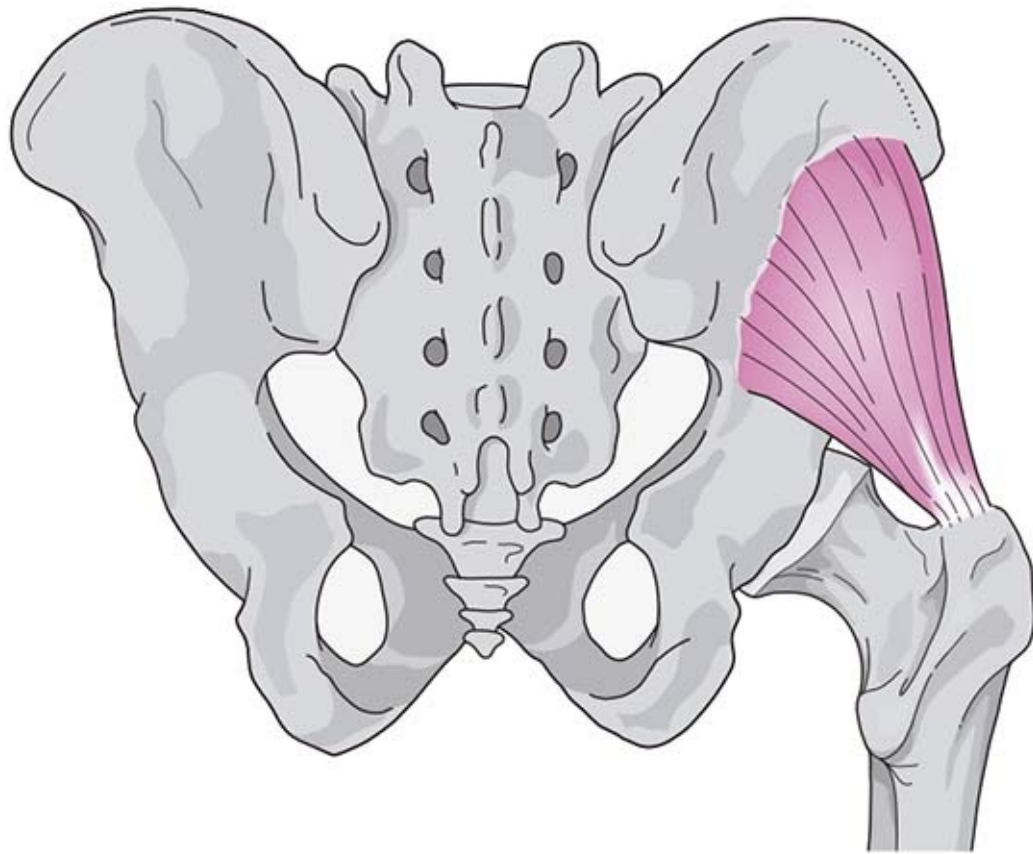
#### Músculo glúteo medio (figura 8-153)



**Figura 8-153.** Músculo glúteo medio.

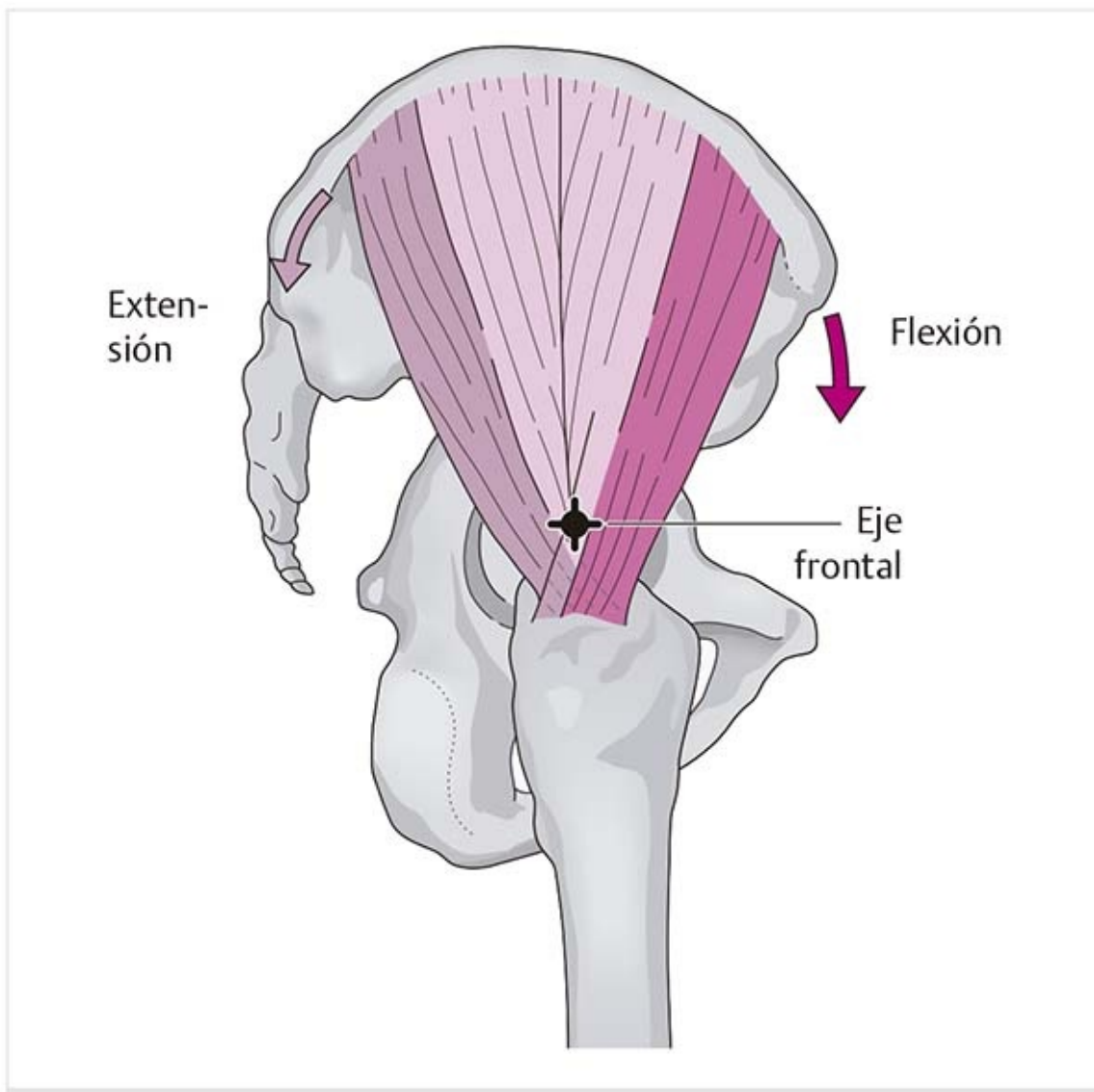
- Las fibras anteriores discurren de forma helicoidal en dirección posterior y se encuentran sobre las fibras posteriores en el trocánter mayor.
- El tercio posterior está cubierto por el músculo glúteo mayor.
- La inserción ocupa la superficie lateral del trocánter mayor.
- La bolsa trocantérica superficial del músculo glúteo medio se encuentra entre el tendón y el trocánter mayor.

### **Músculo glúteo menor (figura 8-154)**



**Figura 8-154.** Músculo glúteo menor.

- Está cubierto por el músculo glúteo medio.
- Se proyecta en dirección anterior hacia el trocánter mayor; en ese sitio, la bolsa trocantérica del músculo glúteo menor se encuentra entre el tendón y el hueso.
- Funciones:
  - Abducción. Estos dos abductores tienen un papel importante en el equilibrio del cuerpo; cuando el extremo distal está fijado en la fase de balanceo de la marcha, impiden que la pelvis del lado de la pierna libre caiga. Con esto realizan un trabajo excéntrico. Cuando el extremo fijo está en la pelvis, abducen la extremidad.
  - Influencia en la inclinación pélvica (**figura 8-155**): desde una vista lateral es fácil distinguir la división de los componentes fibrosos y la relación con el eje de flexión-extensión. Si la orientación de las fibras es anterior al eje, existe flexión; si es posterior, se produce extensión.

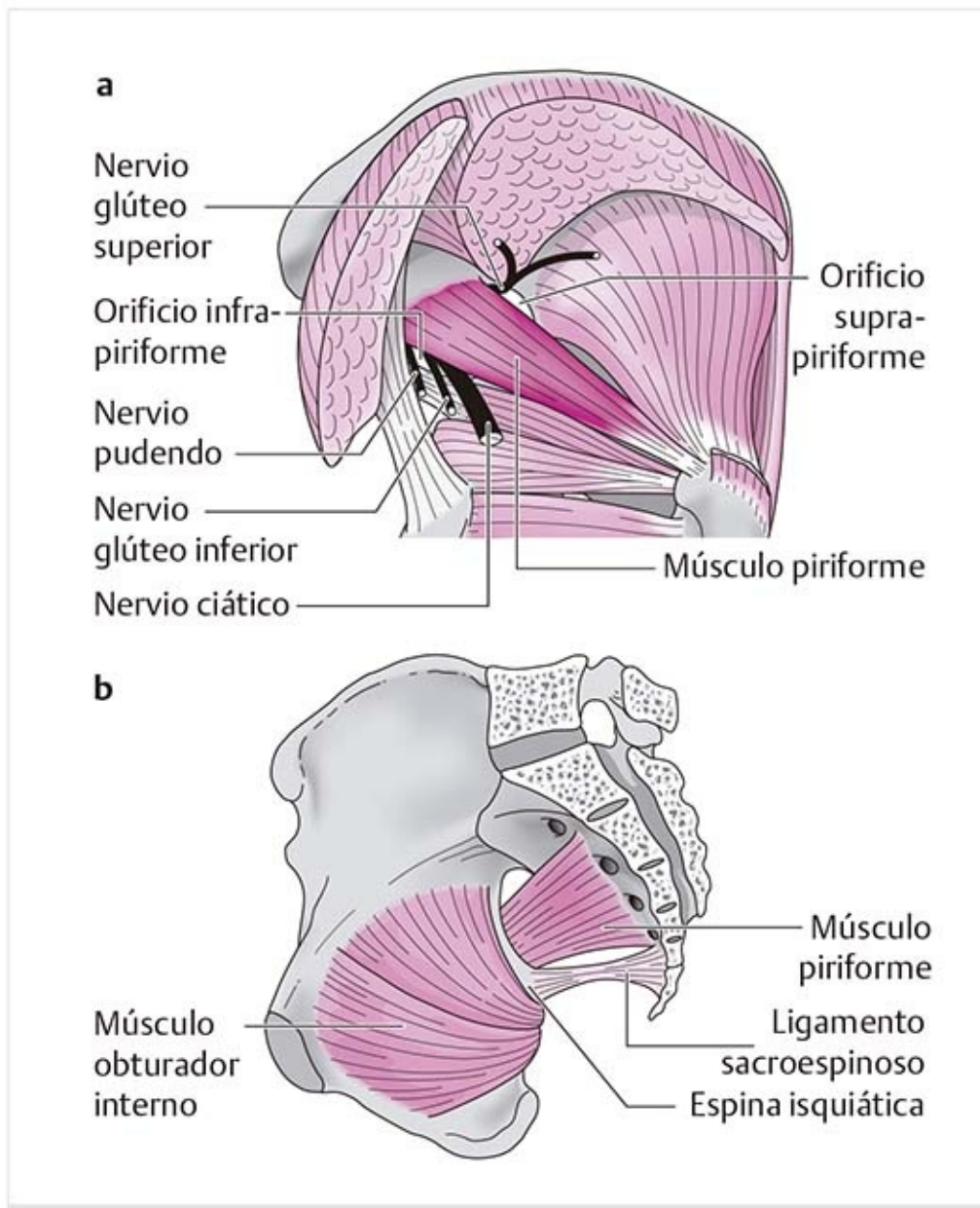


**Figura 8-155.** Influencia del músculo glúteo medio en la inclinación pélvica.

- Rotación: las fibras anteriores causan rotación interna; las fibras posteriores, rotación externa.
- La magnitud del ángulo CCD influye en el efecto de los músculos glúteos medio y menor:
  - La cadera en valgo altera el trayecto de las fibras musculares, cuya inclinación aumenta y por tanto es menos favorable para las funciones de abducción y estabilización, ya que el momento de la fuerza es muy bajo.
  - En la cadera en varo, el trayecto de los músculos es casi horizontal. Esto implica un muy buen momento de fuerza, pero se anula porque los sitios de origen e inserción se aproximan entre sí debido al descenso del cuello femoral.

• Inervación: nervio glúteo superior.

### **Músculo piriforme (figura 8-156)**



**Figura 8-156.** Músculo piriforme. **(a)** Vista superior. **(b)** Vista pélvica media.

- Este músculo discurre en dirección anteroinferior sobre la ASI.
- Su dirección es casi horizontal por el orificio ciático mayor, al que divide en los orificios suprapiriforme e infrapiriforme.
- El orificio suprapiriforme es un espacio por el cual pasan la arteria y vena glúteas superiores y el nervio glúteo superior, y que está lleno con tejido conectivo.
- Los vasos glúteos inferiores y los nervios pudendo y glúteo inferior pasan por el orificio infrapiriforme; el nervio ciático también pasa por la parte lateral del orificio.
- El músculo piriforme tiene una conexión con el ligamento sacroespinoso.
- Funciones:
  - Abducción: en la posición neutra produce flexión y rotación externa.
  - En flexión de la cadera a 60° ocurre una **reversión de la función**. El trayecto del músculo cambia en relación con el eje de rotación: en la posición extendida, el músculo discurre en dirección posterior, lo que significa que produce rotación externa. En la posición flexionada su dirección es anterior, lo que supone que produce rotación interna. También cambia su trayecto en el eje frontal; en una flexión aproximada de 60°, su inserción en el trocánter mayor tiene un desplazamiento claro hacia abajo, razón por la que en esta posición actúa como un extensor.

– Estabilización de la ASI: véase la sección 8.4.8, Estructuras estabilizadoras.

- Inervación: plexo sacro (L5-S2).

## Patología

### Síndrome piriforme

El síndrome piriforme, en el que se irrita el nervio ciático, puede tener las siguientes causas:

- Hematoma con aumento de volumen consecuente del músculo y el tejido circundante.
- Hipertonía del músculo.
- Proliferación de los vasos: la vena glútea inferior se encuentra debajo del músculo. Tiende a formar evaginaciones que se aglomeran en una masa grande enmarañada que presiona el nervio ciático. Si esto continúa por un periodo prolongado, puede desarrollarse un neuroma que tarda mucho en regresar.

## Consejo práctico

### Exploración y tratamiento del síndrome piriforme

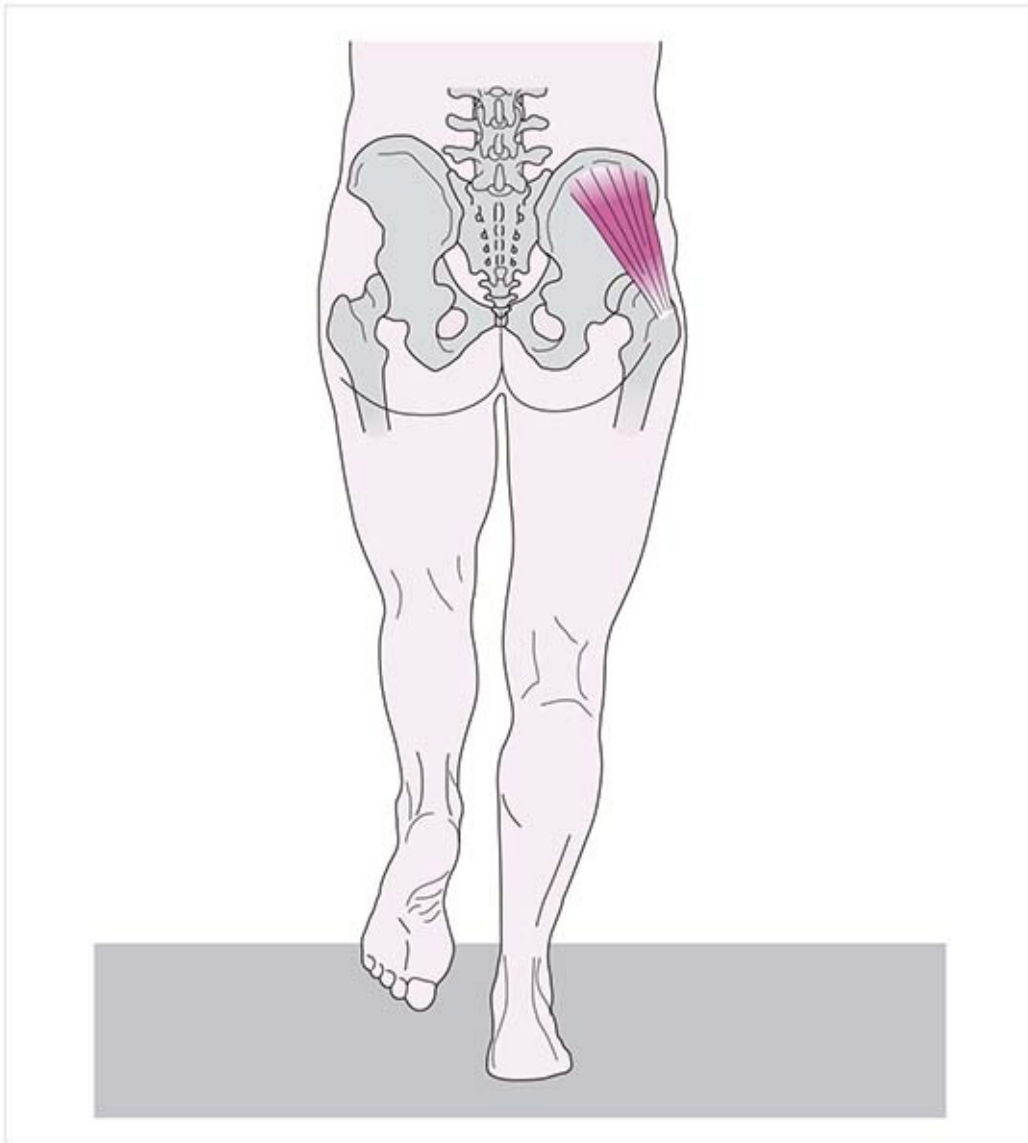
Para determinar si el músculo piriforme es el causante de la lesión del nervio ciático del paciente, se realiza con cuidado la elevación de la pierna extendida hasta cerca de 70°, incluso si causa dolor. En esta posición, la pierna se coloca en rotación interna y abducción. Esto permite que el músculo piriforme se relaje; el dolor disminuye y la flexión puede aumentarse. En contraste, la rotación externa con aducción intensifica el dolor.

A fin de aumentar el espacio para el nervio ciático, debe reducirse el tono del músculo piriforme. Esto puede efectuarse mediante el estiramiento longitudinal o compresión inhibitoria cautelosa. No debe olvidarse la movilización subsiguiente del nervio ciático.

## Abductores adicionales

- Músculo tensor de la fascia lata.
- Músculo glúteo mayor (parte superior).

## Estabilización de la pelvis en el plano frontal (figura 8-157)



**Figura 8-157.** Estabilización de la pelvis en la posición neutral.  
www.ful1-ebook.com

En varias posiciones flexionadas de la articulación de la cadera, de pie y durante la marcha, la estabilización en el plano frontal está asegurada por varios abductores. Éstos previenen el descenso de la pelvis en el lado de la pierna libre:

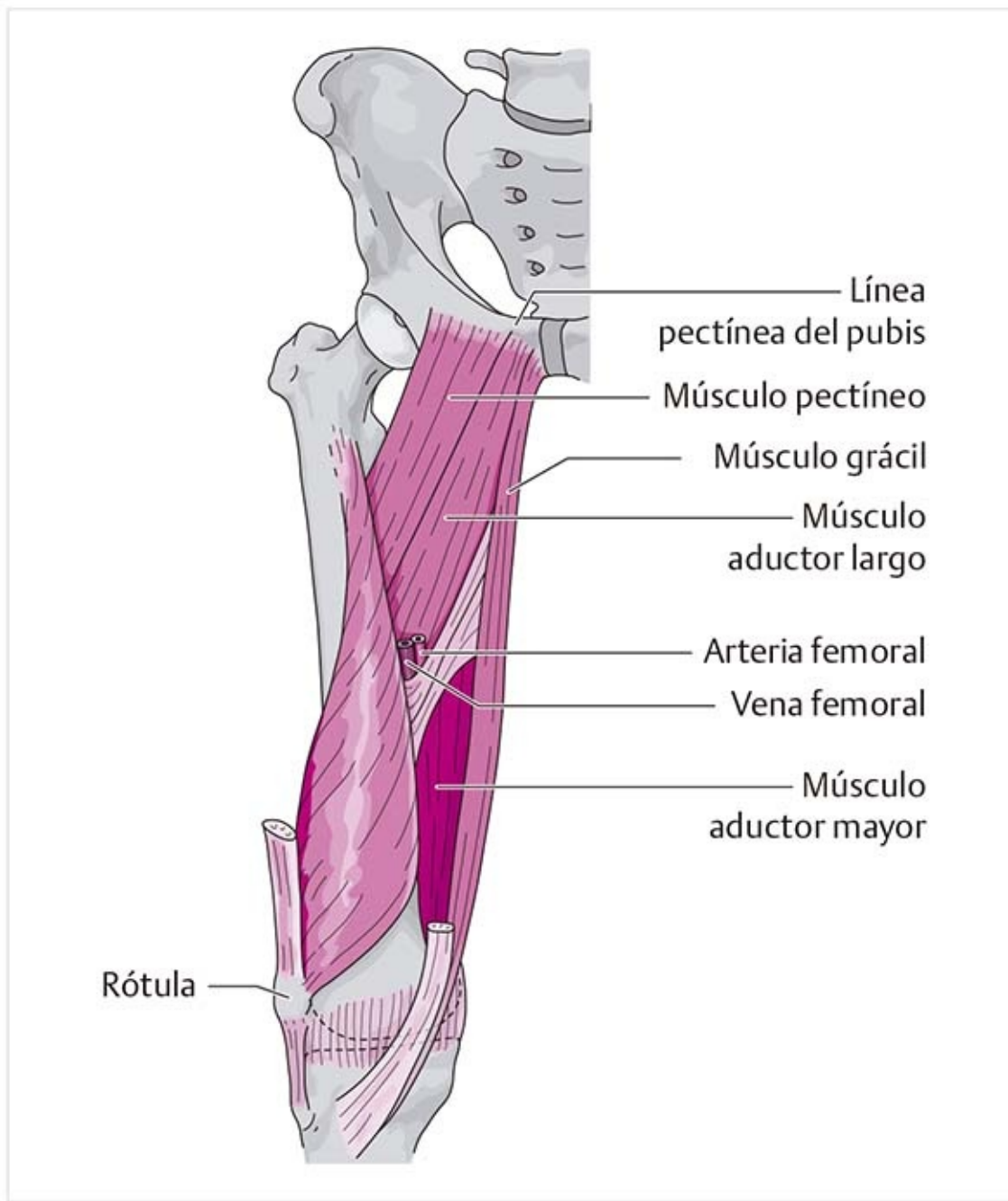
- Si la carga del peso corporal parcial cae detrás del eje transversal, la pelvis se estabiliza con el ligamento iliopsoas, el músculo tensor de la fascia lata y las partes anteriores del músculo glúteo medio.
- Si la línea de plomada cae por el centro de rotación, los músculos glúteos medio y menor estabilizan la pelvis, como lo hacen cuando la pierna del paciente se halla un poco flexionada.
- A medida que aumenta la flexión, entran en acción las partes superiores del glúteo mayor y el músculo piriforme.

Patología
Durante la marcha debe mantenerse una posición casi neutra de la pelvis para soportar el peso corporal y estabilizar la pelvis. Por lo tanto, el debilitamiento de los músculos glúteos medio y menor es muy notable y ya no pueden mantener elevada la pelvis, por lo que cae del lado de la pierna libre, lo que se conoce como signo de Trendelenburg.

► Véase la sección 8.7.8, Biomecánica.

## 8.8.6 Aductores de la articulación de la cadera

### Músculo pectíneo (figura 8-158)



**Figura 8-158.** Aductores de la articulación de la cadera: músculos pectíneo, aductor largo y grácil (vista anteromedial).

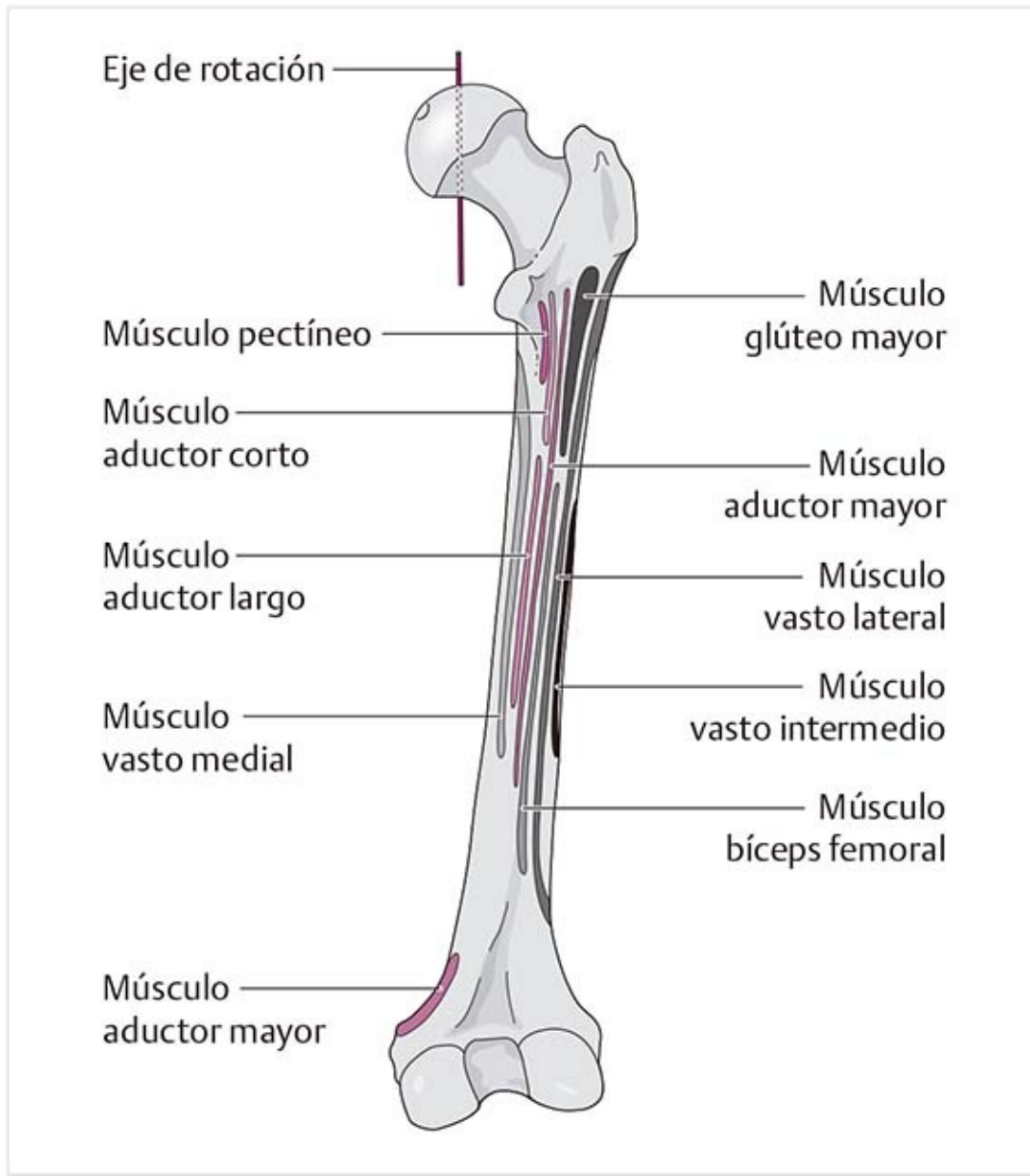
- Junto con el músculo iliopsoas, este músculo forma una depresión con forma de V, la fosa iliopectínea, por la que discurren vasos en dirección distal.
- La superficie posterior del músculo entra en contacto con los ligamentos anteriores de la articulación de la cadera y los músculos aductor corto y obturador externo.
- Funciones: aducción/flexión/rotación externa.
- Inervación: nervio crural y quizá también el nervio obturador.

### **Músculo aductor largo (figura 8-158)**

- Este músculo limita la entrada del canal del aductor, por el que pasan la arteria y la vena femorales.
- Junto con el músculo sartorio y el ligamento inguinal, forma el triángulo femoral medial, un espacio con forma de V por el que se proyectan la arteria femoral, venas y vasos linfáticos.
- Funciones:
  - Aducción
  - Flexión desde la posición neutral a una flexión de 70°; después de eso, extensión.



– Rotación externa: esta función puede explicarse si se considera el trayecto del músculo hacia la línea áspera (de anteromedial a posterolateral) en relación con el eje de rotación (**figura 8-159**).



**Figura 8-159.** Inserciones de los aductores en la línea áspera.

- Inervación: rama anterior del nervio obturador (L2-L4).

### **Músculo grácil (figura 8-158)**

- Este músculo tiene una zona de origen amplia en la rama inferior del pubis y luego se estrecha.
- Cruza dos articulaciones porque se inserta en la parte anteromedial de la tibia, la pata de ganso superficial.

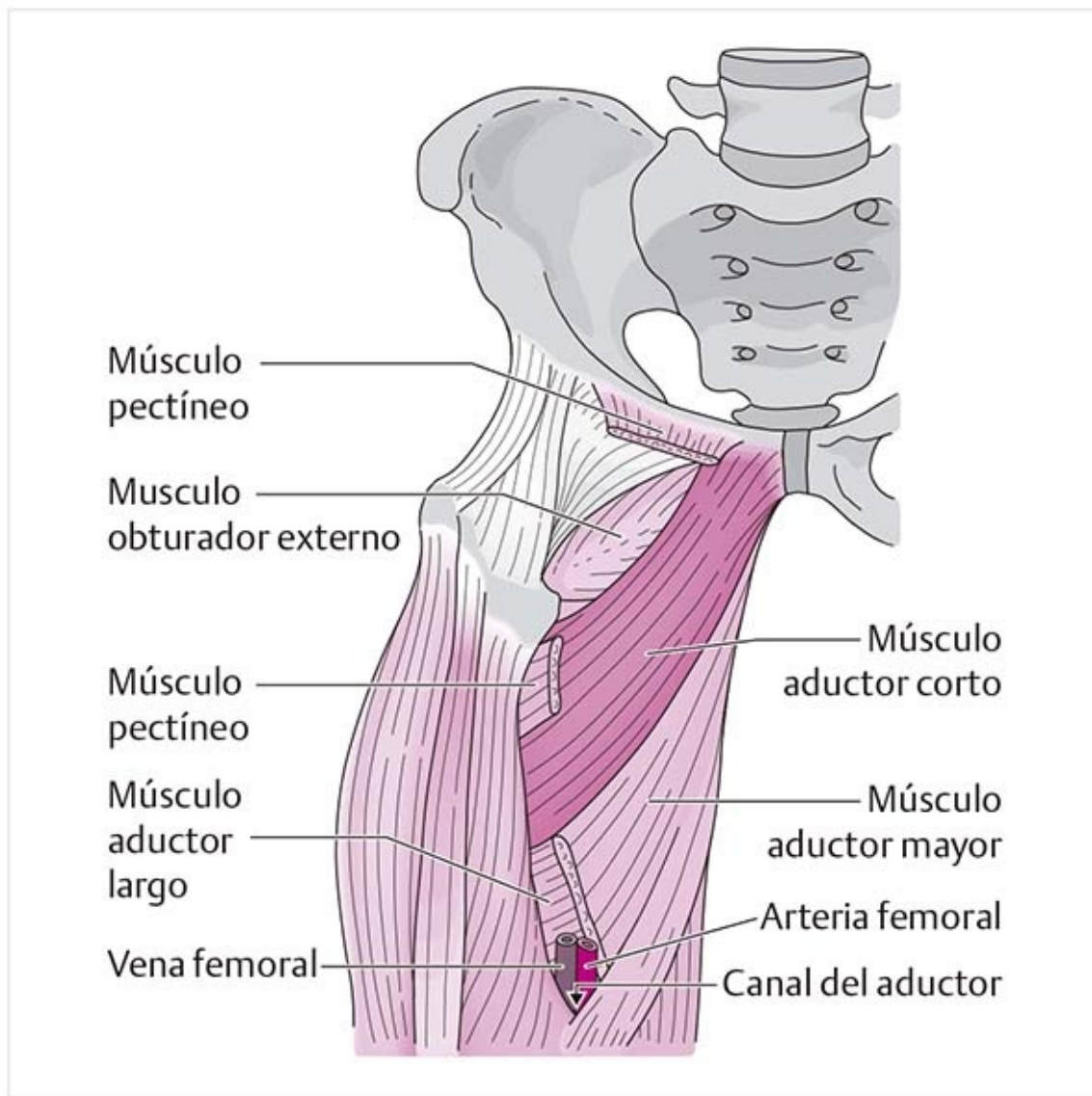
- Funciones:

- Aducción/flexión de la cadera hasta una posición flexionada de 50°; después de eso, extensión de la cadera.

- Flexión y rotación interna de la rodilla.

- Inervación: rama anterior del nervio obturador (L2-L4).

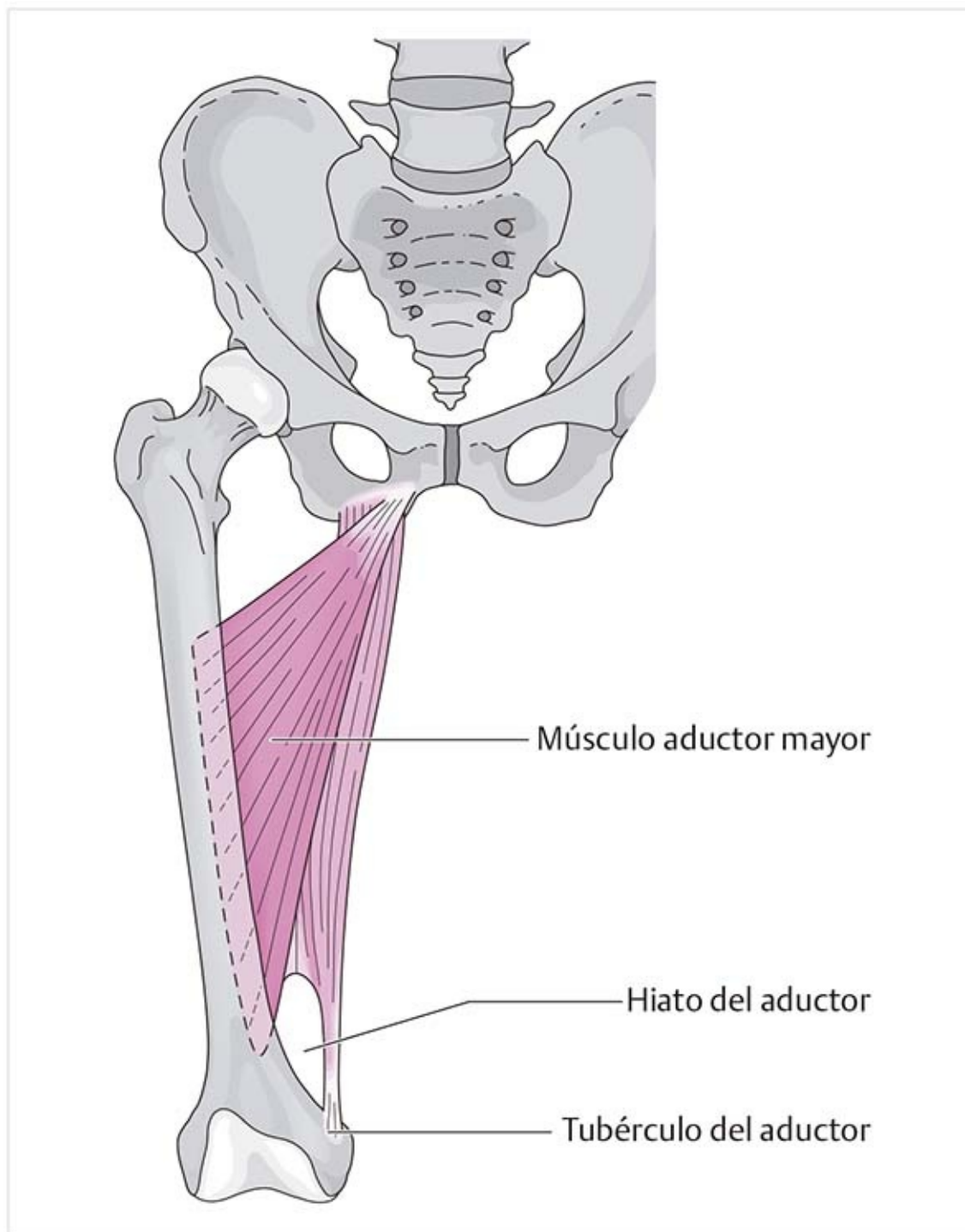
### **Músculo aductor corto (figura 8-160)**



**Figura 8-160.** Músculo aductor corto.

- Junto con el músculo aductor mayor, forma la capa aductora profunda.
- Funciones: véase el músculo aductor largo.
- Inervación: véase el músculo aductor largo.

### **Músculo aductor largo (figura 8-161)**



**Figura 8-161.** Músculo aductor mayor (vista anteromedial).

- Se localiza en la parte más posterior; su superficie posterior entra en contacto con los músculos de la corva.
- Es el aductor más potente.
- El músculo tiene forma de un abanico abierto.
- Se divide en tres partes: la parte proximal se extiende en dirección transversal y también se conoce como músculo aductor menor. La parte media tiene la inserción más ancha, toda la línea áspera. La porción distal se dirige al tubérculo del aductor, en el cóndilo medial del fémur.
- Junto con el músculo vasto medial, el aductor mayor forma el tabique intermuscular anteromedial, una hoja aponeurótica conectora que, junto con la inserción del músculo en la línea áspera, representa la parte superior del canal del aductor. Los vasos discurren en dirección distal a través de éste. El canal está limitado en la parte distal por una abertura en hendidura, el hiato del aductor, que se localiza entre las capas profunda y superficial del músculo aductor mayor.

- **Funciones:**

- Aducción/extensión potente en toda la secuencia de movimiento, sobre todo la parte supracondílea del músculo; **rotación externa** por sus partes proximales; **rotación interna** por sus partes distales.
- La interrelación entre los abductores y los aductores es importante en el balance de la pelvis porque ésta sólo puede mantenerse estable si hay un equilibrio adecuado entre los dos grupos musculares.

- **Inervación:** tiene doble inervación. Las partes superiores están inervadas por la rama posterior del nervio obturador (L3-L4) y las inferiores por la parte tibial del nervio ciático (L4-L5).

### **Aductores adicionales**

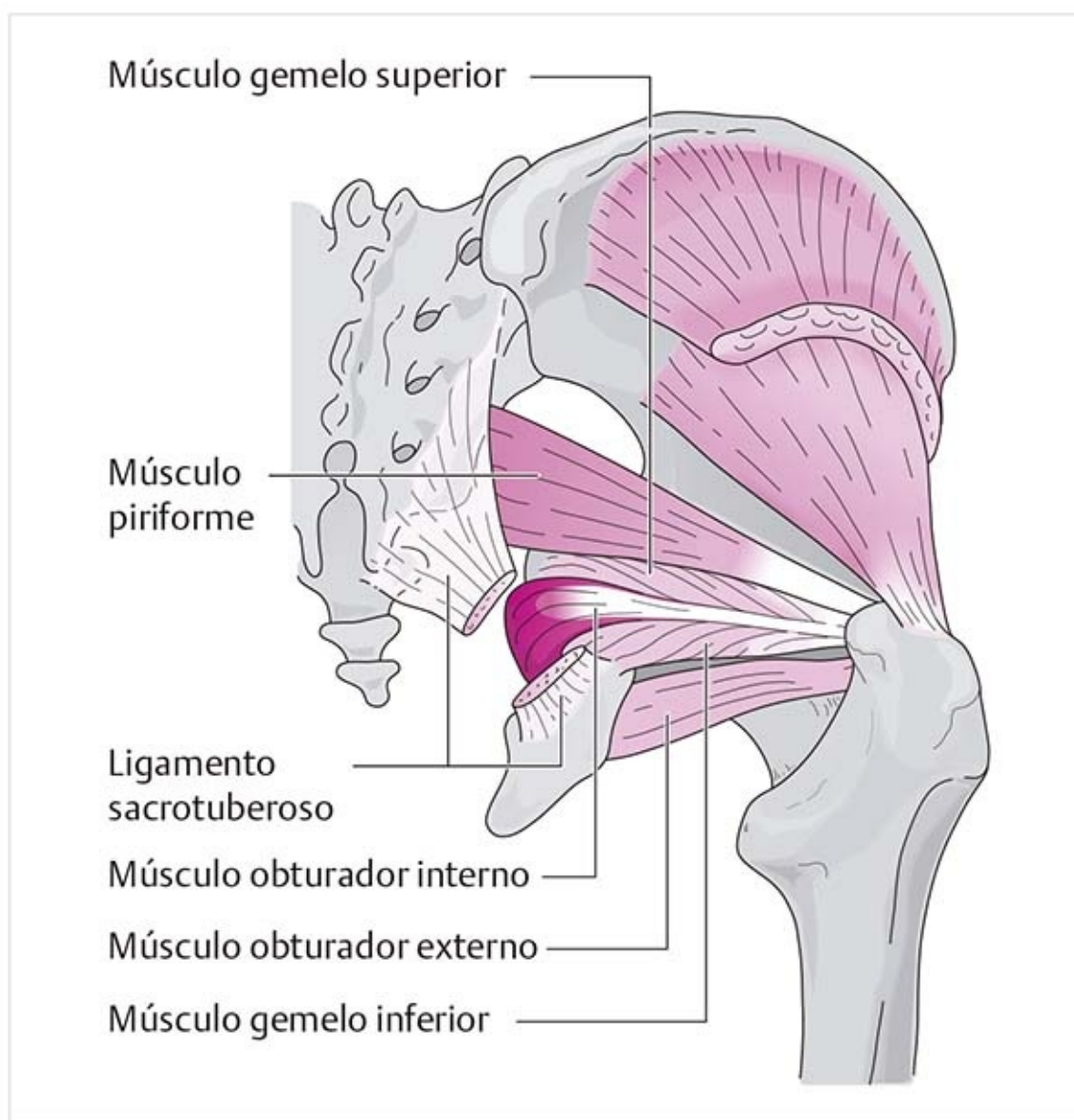
- Músculos de la corva.
- Músculo glúteo mayor (fibras inferiores).
- Músculo cuadrado femoral.

### **8.8.7 Rotadores externos de la articulación de la cadera**

Estos músculos se localizan en la región glútea inferior y se conocen como músculos pelvitrocantéricos. Se proyectan en dirección posterior al eje longitudinal, lo que los hace rotadores.

Consisten en los músculos siguientes, ordenados del superior al inferior:

#### **Músculo piriforme (figura 8-162)**



► Véase la sección 8.8.5, Abductores de la articulación de la cadera.

## Músculo obturador interno (figura 8-162)

- Consiste en una porción muscular corta y ancha y un tendón terminal largo.
- La cara interna de la membrana obturatriz sirve como su origen.
- Tiene un giro agudo alrededor de la muesca ciática menor, que usa como punto de apoyo; esta es la razón por la cual la superficie de esta zona está cubierta con cartílago.
- Tiene una conexión con el diafragma pélvico y los músculos gemelos.
- Junto con la hendidura ósea del obturador, forma el canal del obturador, que discurre en sentido superolateral a inferomedial y por el que pasan el nervio y los vasos obturadores.
- Funciones:
  - Desde la posición neutral: rotación externa/aducción y extensión.
  - Desde la flexión de la cadera a 90°: abducción.
- Inervación: las variaciones incluyen el plexo sacro, el nervio glúteo y quizá el nervio pudendo.

## Músculos gemelos (figura 8-163)

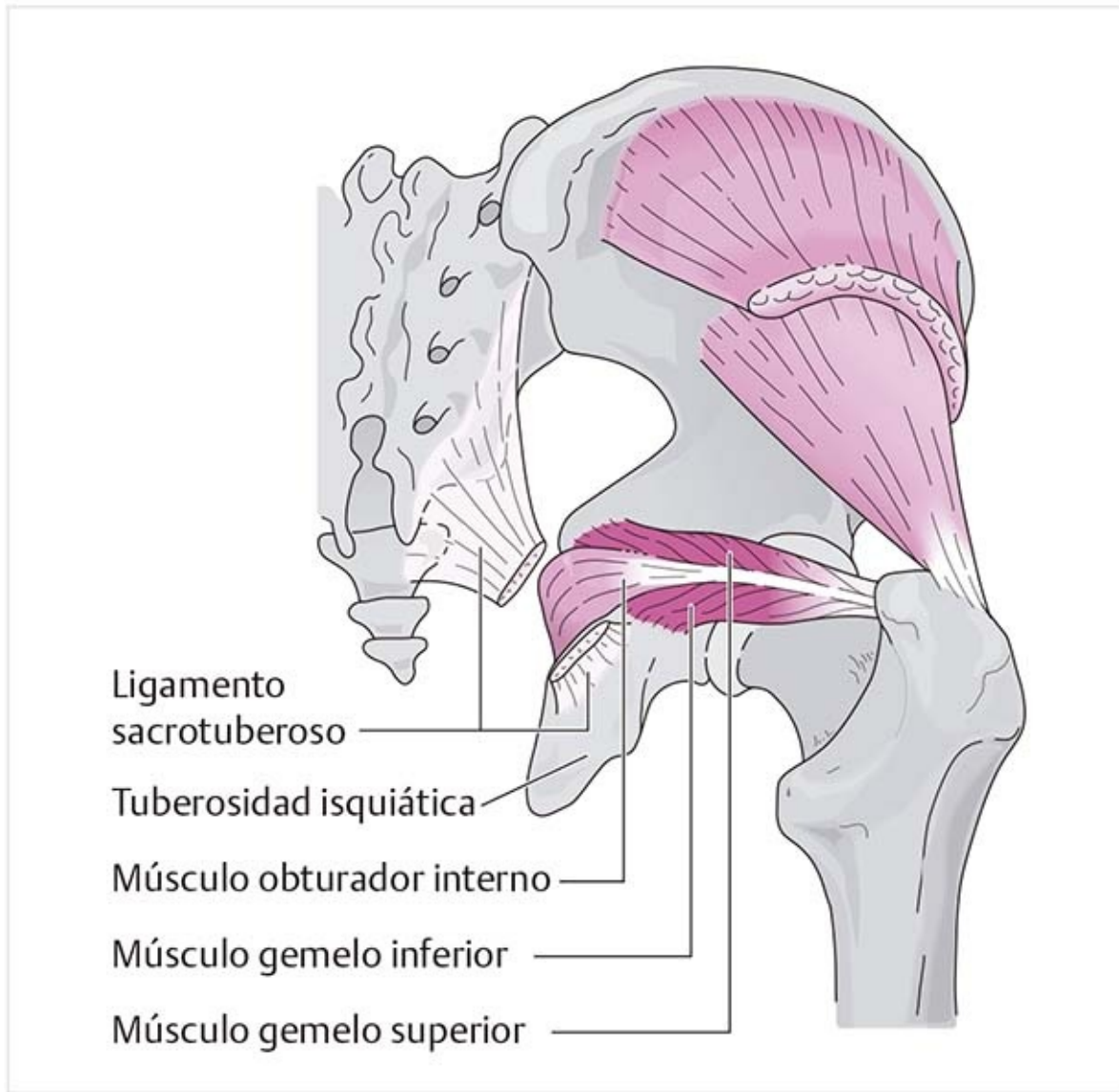
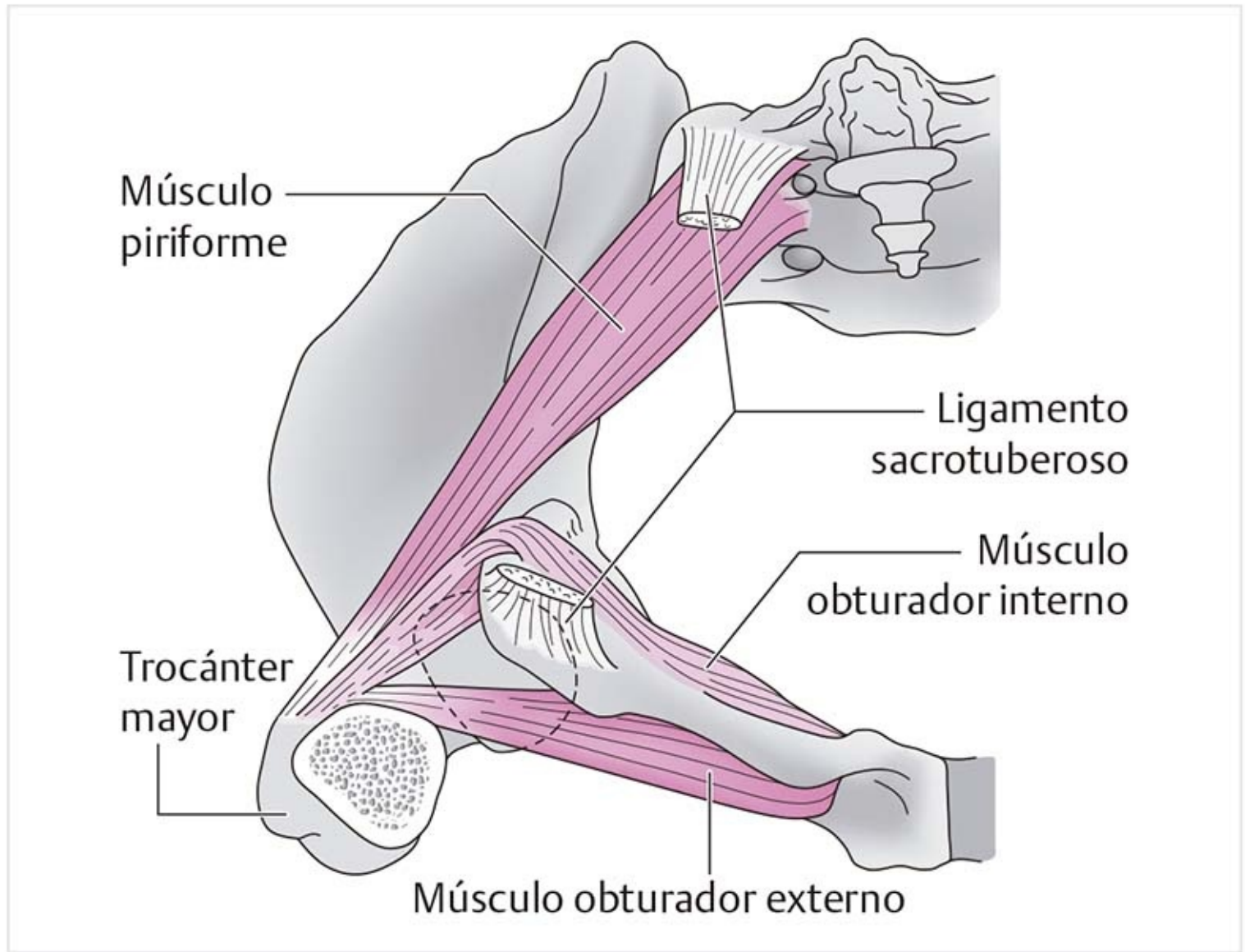


Figura 8-163. Músculos gemelos.

- De manera original pertenecían al músculo obturador interno, razón por la que en conjunto se conocen como músculo tríceps de la cadera.

- Se encuentran en posición inmediata superior e inferior al músculo obturador interno; los tendones de ambos músculos se extienden en su tendón terminal.
- Funciones:
  - De la posición neutral: rotación externa/aducción y extensión.
  - En flexión de la cadera de 90°: abducción.
- Inervación: varía entre el plexo sacro, el nervio glúteo inferior y quizá el nervio pudendo.

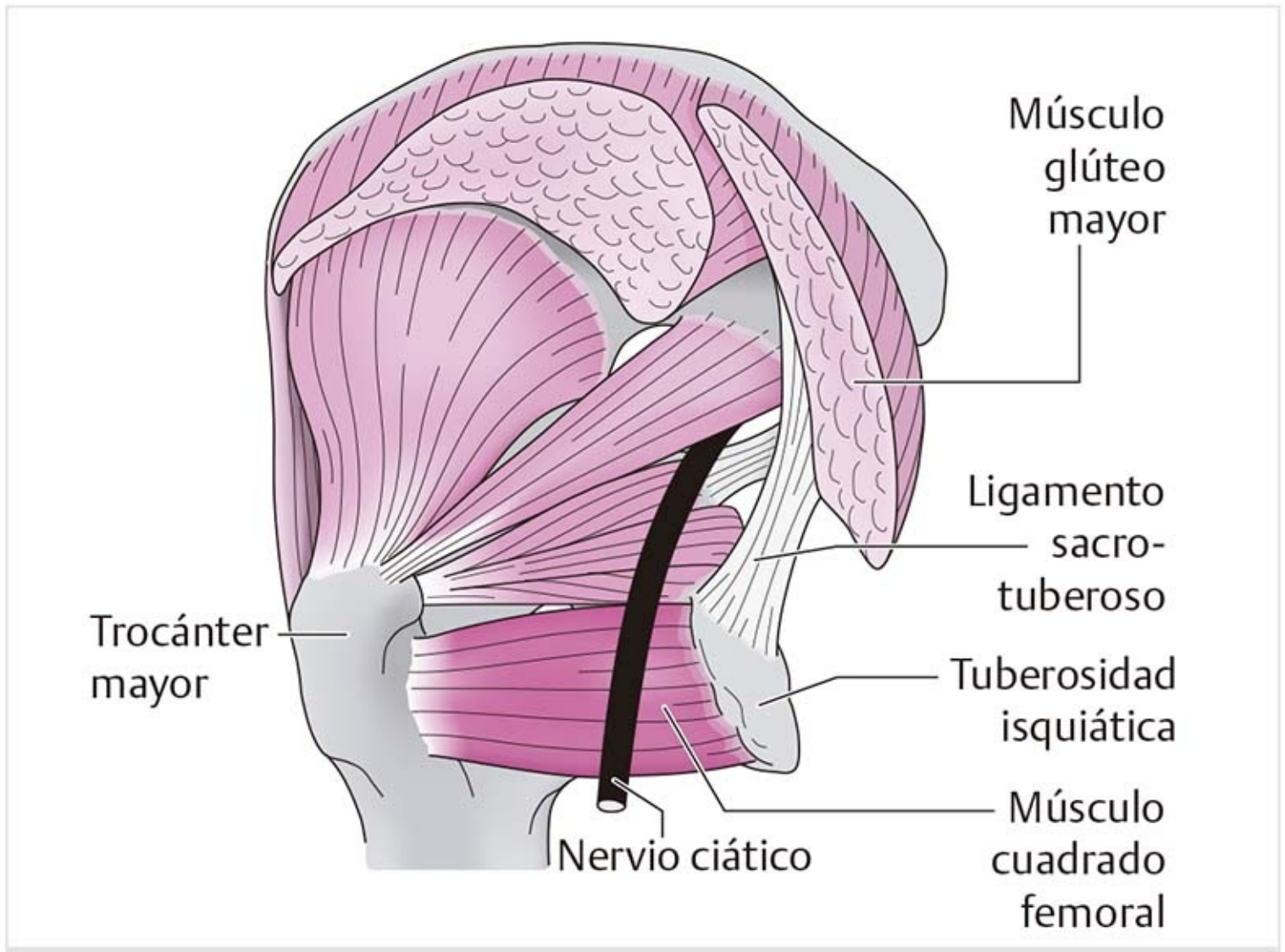
### **Músculo obturador externo (figura 8-164)**



**Figura 8-164.** Músculo obturador externo (vista posterior).

- Este músculo tiene una conexión con la superficie externa de la membrana obturatriz.
- Emite algunas fibras a la zona orbicular.
- Forma un arco espiral alrededor del cuello femoral, que junto con el ligamento isquiofemoral forma una figura en ocho que envuelve al cuello femoral.
- Está cubierto por el músculo cuadrado femoral.
- Funciones: centrar la cabeza femoral, rotación externa/aducción débil.
- Inervación: nervio obturador (L3-L4).

### **Músculo cuadrado femoral (figura 8-165)**



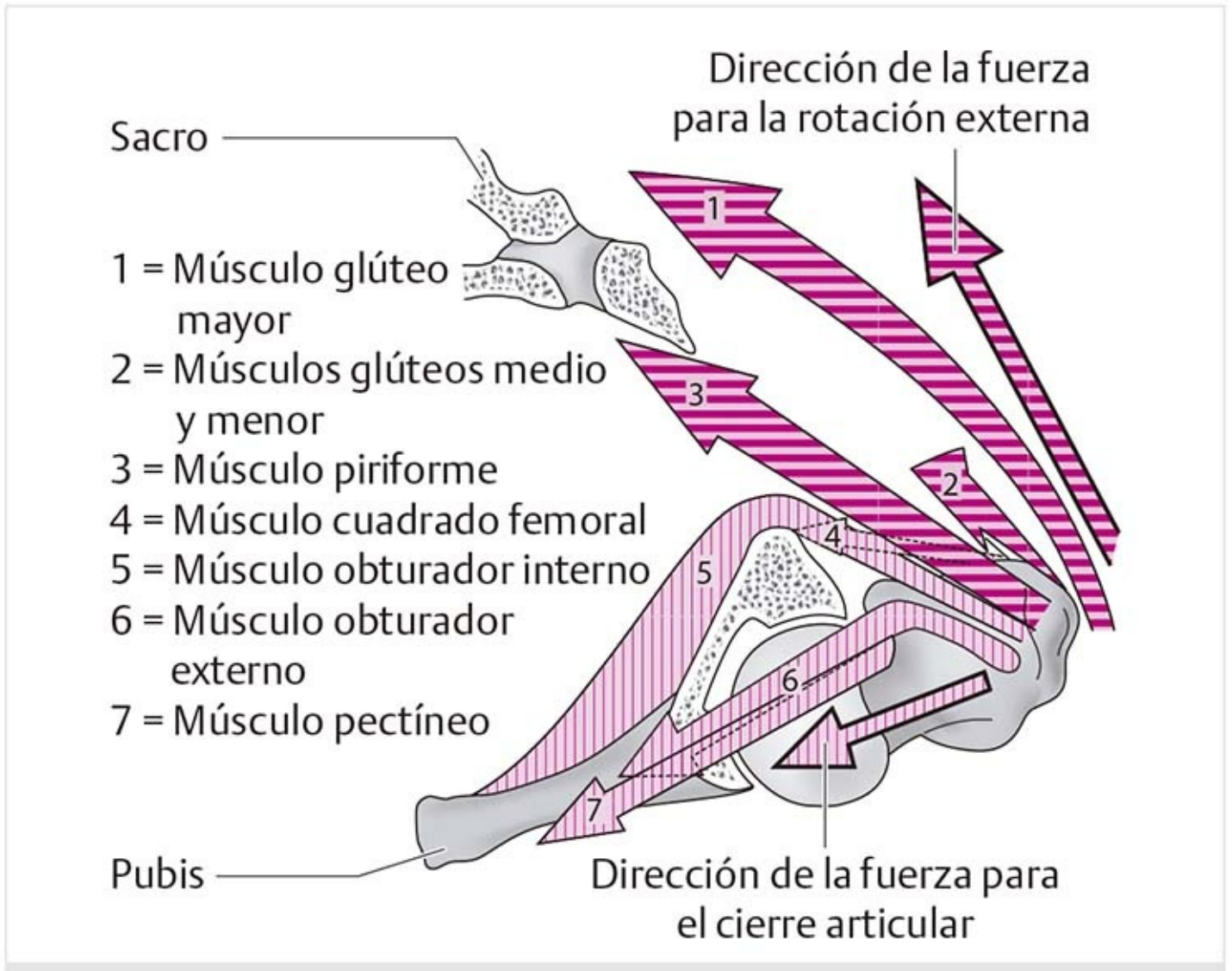
**Figura 8-165.** Músculo cuadrado femoral.

- Este músculo se halla justo por detrás y debajo del músculo gemelo, al cual puede estar adherido.
- Funciones:
  - Rotación externa/aducción.
  - Puede llevar la pierna de flexión a extensión y viceversa.
- Inervación: nervio glúteo inferior y porciones tibiales del nervio ciático.

### **Rotadores externos adicionales**

- Glúteo mayor, que es el rotador externo más fuerte; proporciona casi un tercio de la fuerza total.
- Músculos glúteo medio y menor (parte posterior).
- Algunos aductores.
- Músculo sartorio.
- Músculo bíceps femoral.
- Músculo iliopsoas.

El mayor desarrollo de potencia en dirección de la rotación externa puede preverse en una flexión aproximada de 60°. Si los componentes de la fuerza de los rotadores externos pudieran separarse, se encontrarían las siguientes diferencias (**figura 8-166**):

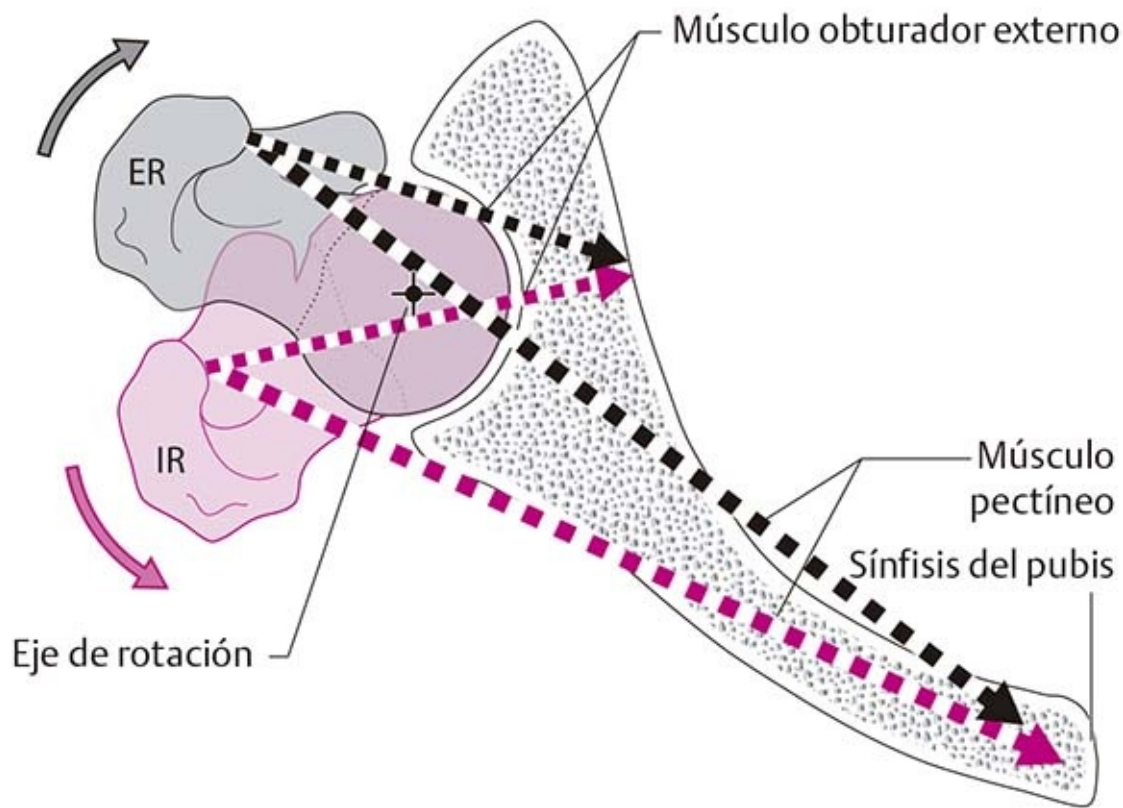


**Figura 8-166.** Componentes de fuerza de los rotadores externos (vista superior).

- Los músculos piriforme, obturador interno, glúteo mayor, glúteo medio y glúteo menor actúan sobre todo en dirección de la rotación externa y tienen una pequeña fuerza que centra la articulación.
- En el caso de los músculos pectíneo, cuadrado femoral y obturador externo, el componente dominante es el cierre de la articulación.

### **Reversión de la función muscular (figura 8-167)**

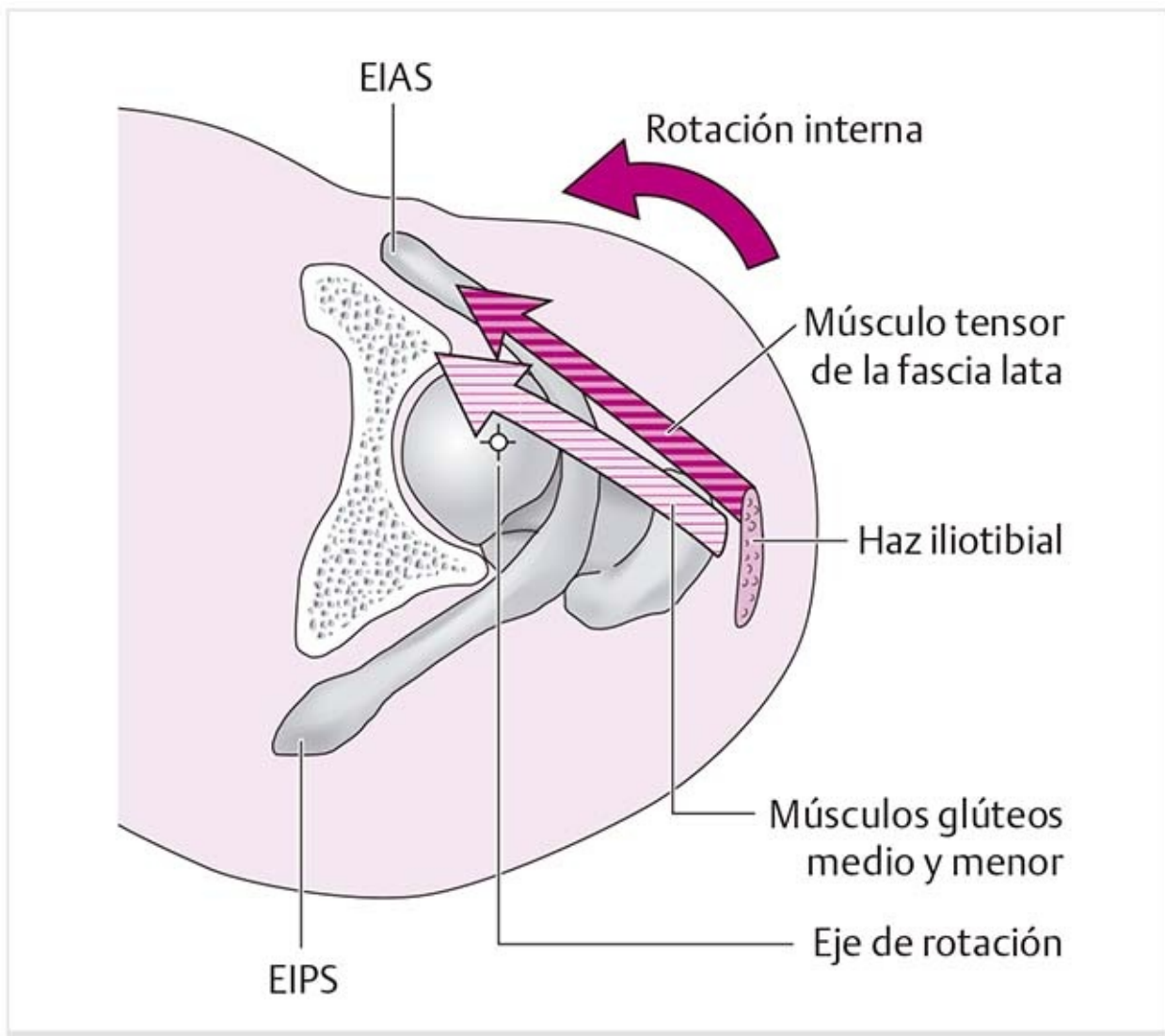




**Figura 8-167.** Inversión de la función muscular: músculos obturador externo y pectíneo. ER = rotación externa; IR = rotación interna.

Durante la rotación interna puede haber una reversión de la función muscular rotadora. En esta posición, una parte de los **aductores**, el **músculo obturador externo** y el **músculo pectíneo** pueden tornarse rotadores internos debido al cambio en su trayecto con respecto al eje de rotación.

### 8.8.8 Rotadores internos de la articulación de la cadera (figura 8-168)



**Figura 8-168.** Músculos glúteos medio y menor y músculo tensor de la fascia lata (vista transversal). EIAS, espina iliaca anterosuperior; EIPS, espina iliaca posterosuperior.

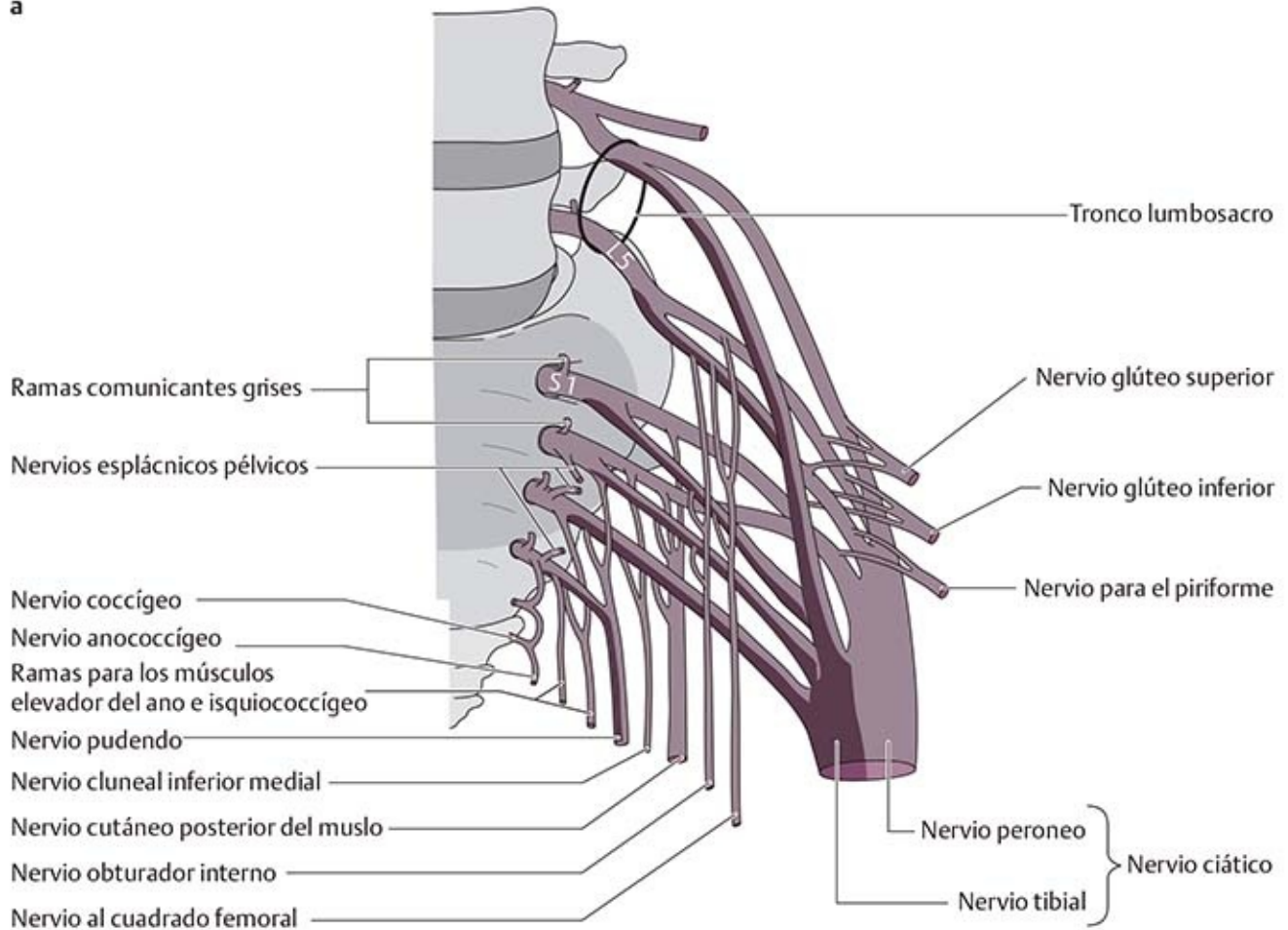
Muy pocos músculos producen rotación interna. Su aplicación de potencia es sólo un tercio de la potencia de los rotadores externos:

- Músculos glúteos medio y menor (fibras anteriores).
- Músculo tensor de la fascia lata.
- Músculo aductor mayor (fibras distales).

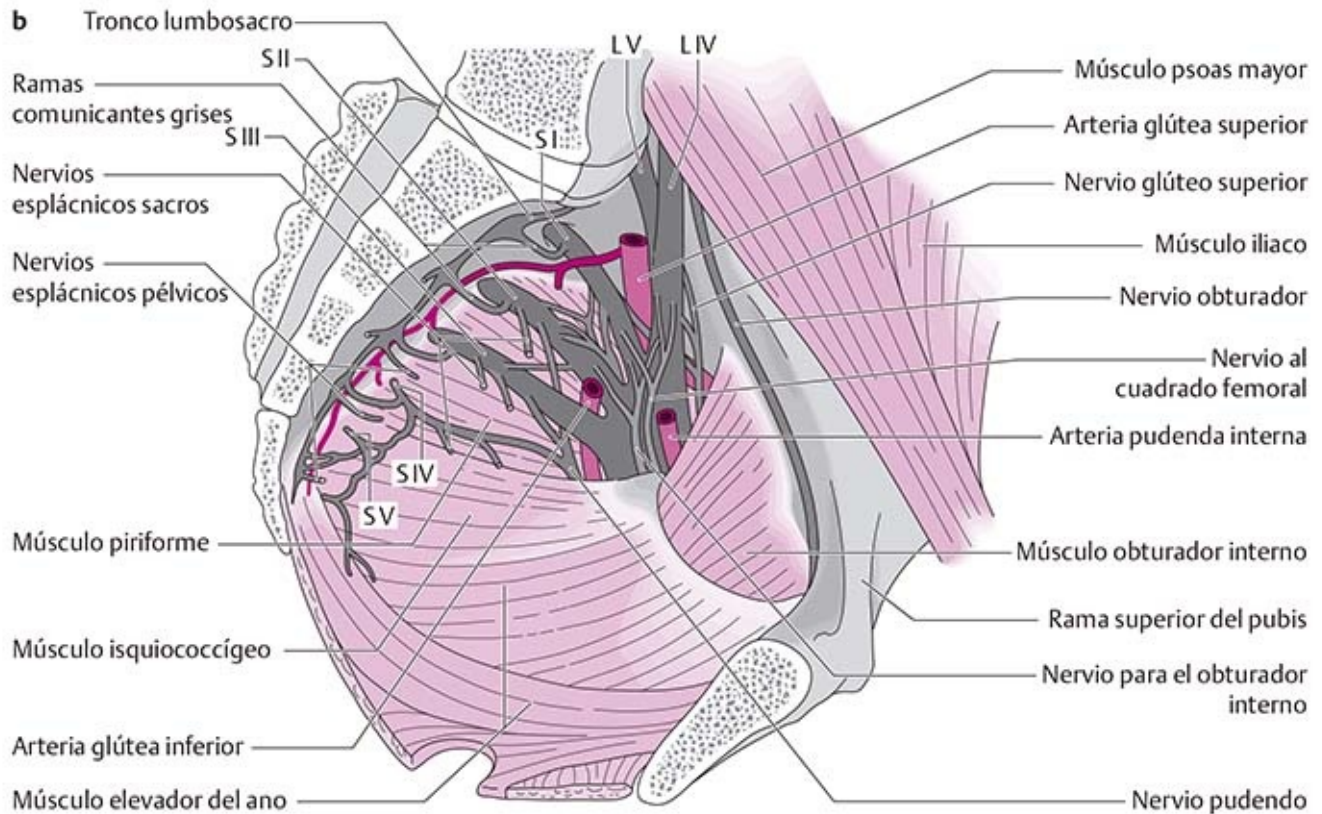
## 8.9 Estructuras neurales de la región pélvica y la cadera

### 8.9.1 Plexo sacro (figura 8-169)

a



b



**Figura 8-169.** Plexo sacro. (a) Dibujo esquemático, vista anterior. (b) Vista pélvica medial.

- El plexo sacro puede dividirse en el plexo ciático (L4-S3) y el plexo pudendo (S2-S4).
- Se origina en las ramas anteriores de la cuarta y quinta raíces lumbares y en las tres raíces nerviosas sacras superiores.

- Las ramas anteriores de L4 y L5 forman el tronco lumbosacro, que se proyecta a la pelvis menor.
- Las ramas se separan en la división preaxial que continúa en dirección anterior, y la división posaxial que se dirige en sentido posterior.
- La división anterior forma la parte tibial del nervio ciático y la división posterior integra la parte peronea común.
- El trayecto del plexo sacro se localiza en la parte anterior del músculo piriforme.
- Las ramas se combinan poco antes de pasar por el orificio infrapiriforme.

### Consejo práctico

Para diagnosticar una lesión en el plexo deben realizarse pruebas funcionales de los músculos del pie y la pierna, así como de los extensores y abductores de la cadera. Ésta es la única manera en que puede distinguirse una paresia del plexo de una lesión ciática.

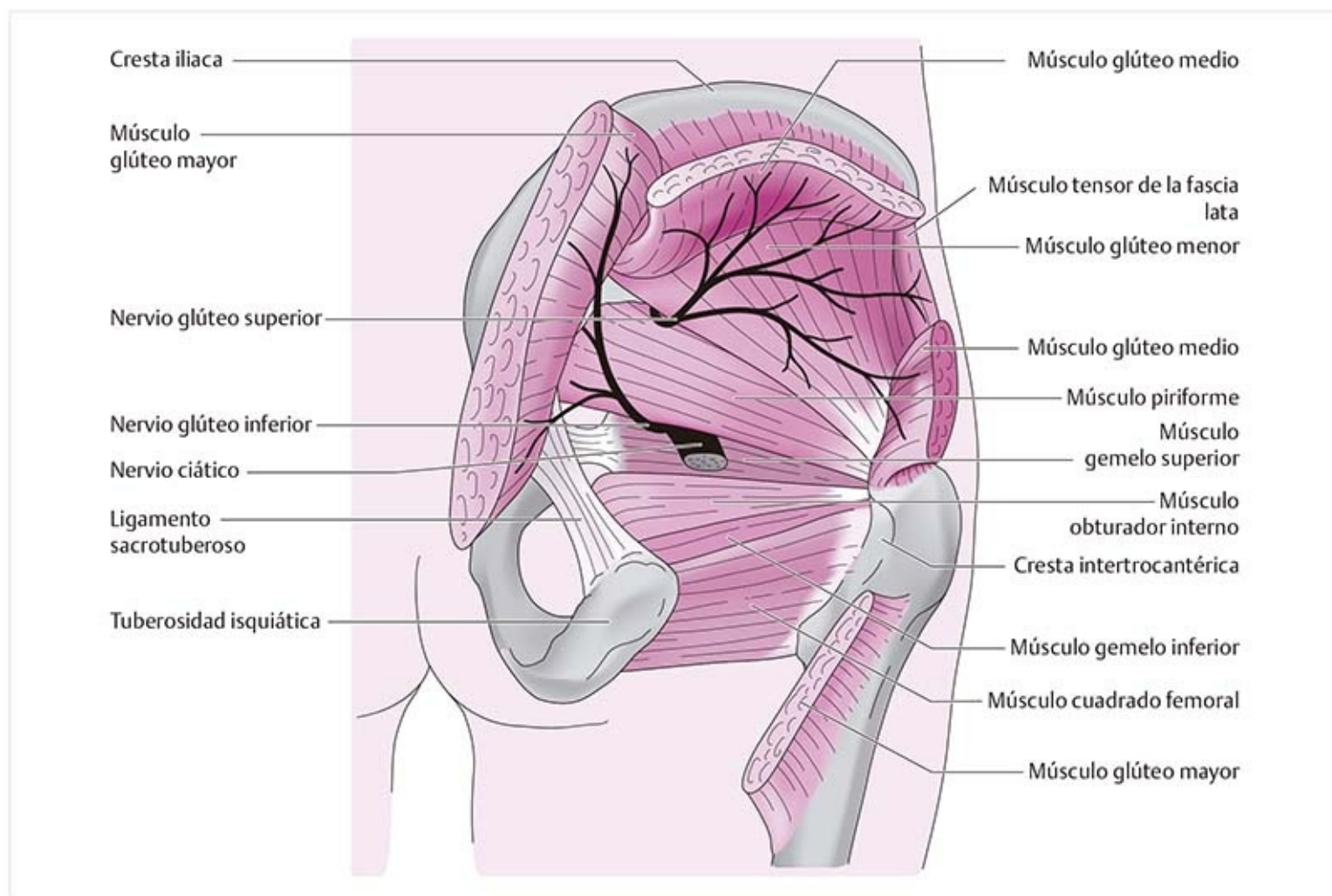
### Patología

#### Parálisis del plexo

- Las fracturas del sacro, en especial con compromiso de los orificios sacros, pueden contribuir al estiramiento excesivo y quizá incluso a la interrupción de partes del plexo, lo que causa deficiencias neurológicas.
- Tumores: las neoplasias uterinas, prostáticas y colorrectales pueden ejercer presión sobre el plexo.
- Cirugía de la articulación de la cadera: en la artroplastia total de la cadera, la cabeza protésica se desplaza mediante palanca fuera del acetábulo mediante tracción y rotación interna enérgicas. Esto puede causar estiramiento excesivo de partes individuales del plexo.
- En el embarazo, la cabeza o nalgas del feto pueden encontrarse en una posición desfavorable, de tal manera que el plexo quede comprimido.

## Ramas del plexo sacro

### Nervio glúteo superior (L4-S1, figura 8-170)



**Figura 8-170.** Nervios glúteos superior e inferior.

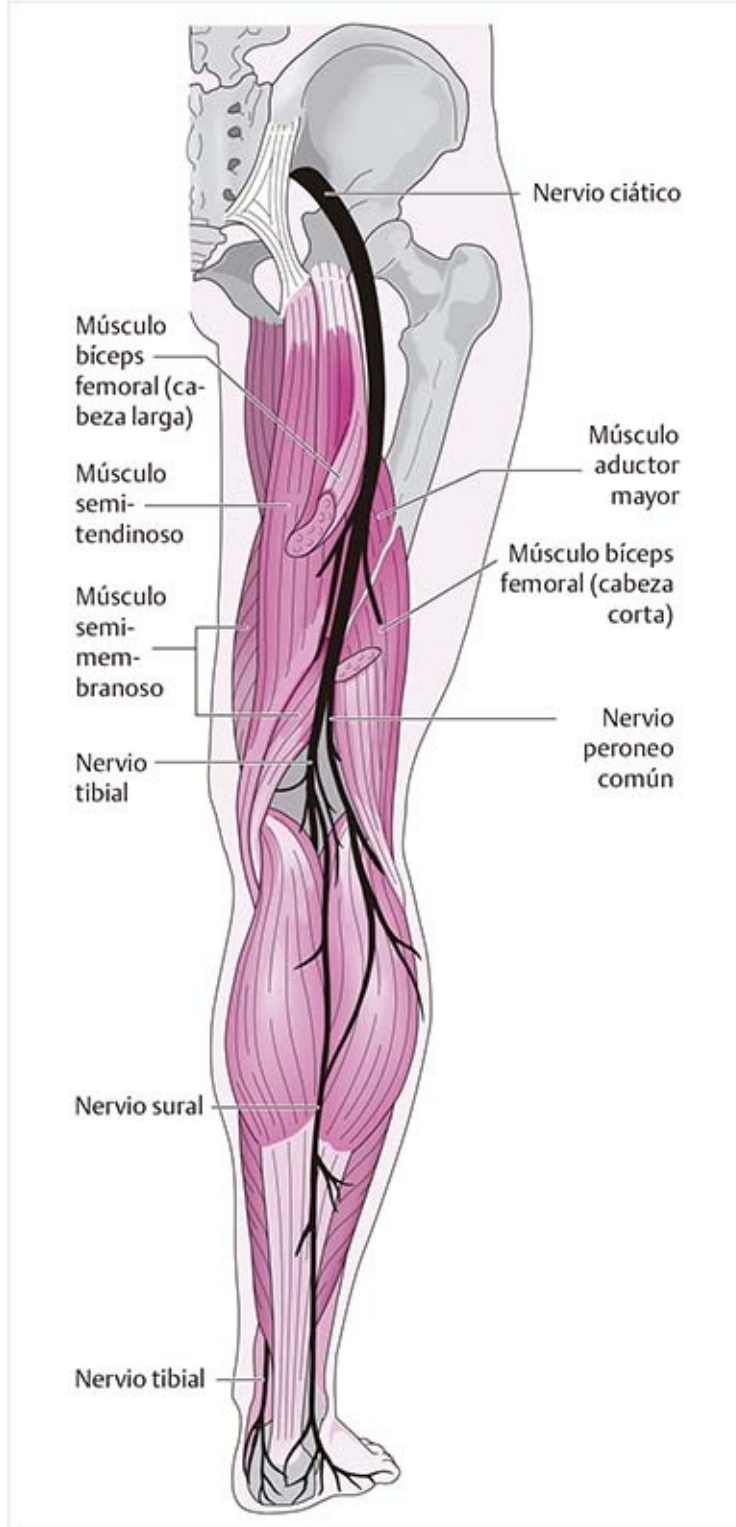
- Este nervio nace de las ramas posteriores de las divisiones anteriores de L4-S1.

- Pasa por el orificio suprapiriforme.
- Después de esto discurre dentro del espacio interglúteo, el tejido conectivo entre los músculos glúteos medio y menor.
- Inerva los músculos glúteo medio y menor, el tensor de la fascia lata y partes de la cápsula de la articulación de la cadera.

### **Nervio glúteo inferior (L5-S2, figura 8-170)**

- Se forma con las ramas posteriores de las divisiones anteriores de L5-S2.
- Sale de la pelvis por el orificio infrapiriforme, posteromedial al nervio ciático.
- Varias ramas inervan al músculo glúteo mayor y ramas individuales se dirigen a la cápsula de la articulación de la cadera.

### **Nervio ciático (L4-S3, figura 8-171)**



**Figura 8-171.** Nervio ciático.

- Éste es el más largo y fuerte de los nervios periféricos.
- Se origina de todas las partes del plexo sacro y sale de la pelvis por el orificio infrapiriforme.
- Discurre en dirección lateral y cruza los tendones de los músculos obturador interno, gemelos y cuadrado femoral.
- Luego pasa bajo el músculo glúteo mayor por un espacio lleno con tejido adiposo y vasos sanguíneos, el espacio subglúteo.
- En el tercio proximal del muslo discurre en el compartimiento posterior del muslo.
- Al nivel de la fosa poplítea, quizá algo más proximal o más distal, se divide en sus dos ramas terminales, el nervio tibial y el nervio peroneo común.
- El nervio ciático proporciona inervación motora a los músculos de la corva y a todos los músculos de

# la pierna y el pie.

## Patología

### Lesión del nervio ciático

Puede haber muchas causas:

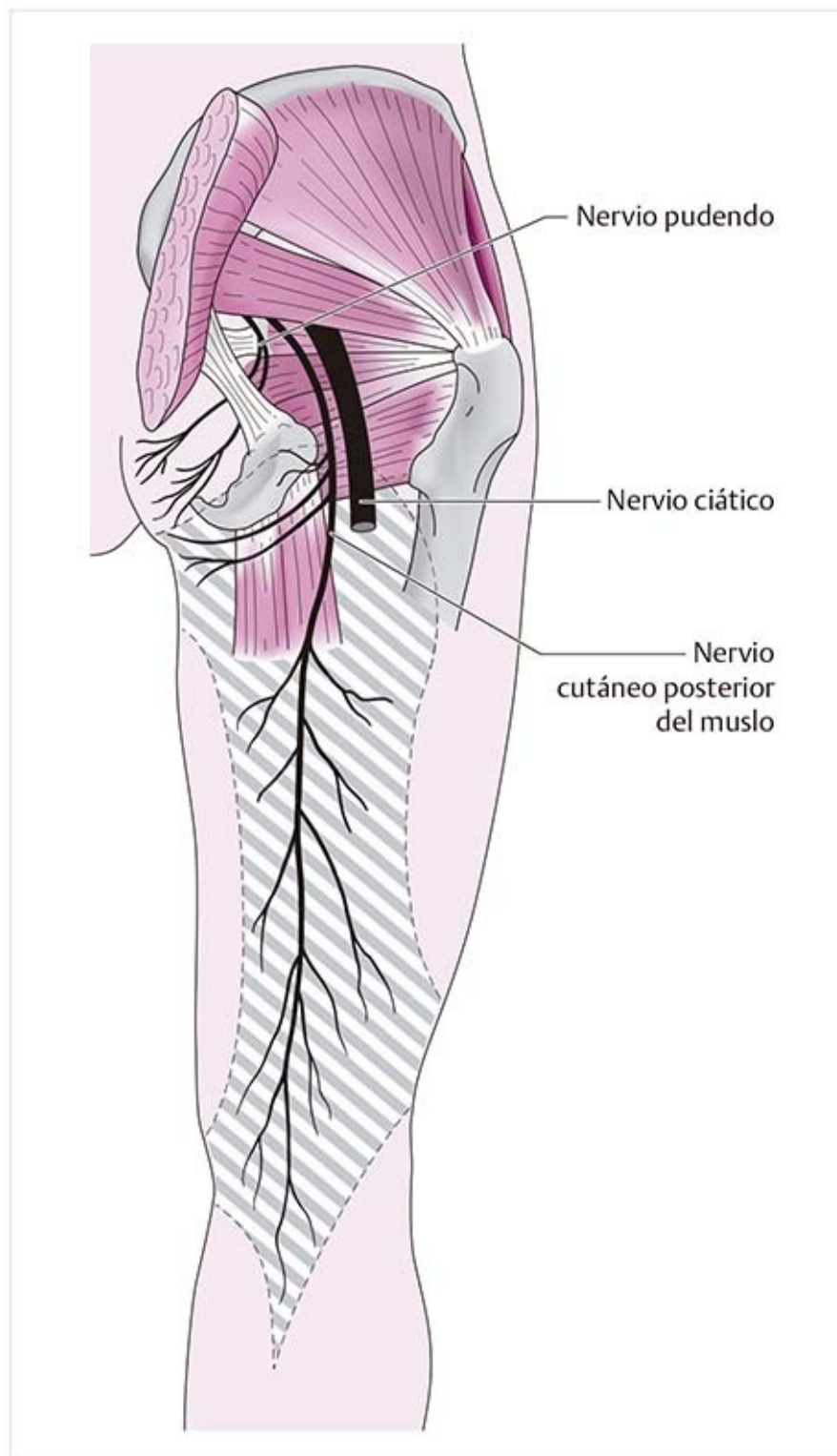
- Cirugía en la contigüidad inmediata.
- Tumores y hematomas después de fracturas.
- Inflamación que se extiende por el espacio subglúteo.
- Daño por inyecciones:
  - Compresión nerviosa por traumatismo directo con la aguja, con inyección subsiguiente de cierta cantidad de líquido. El resultado es presión dentro del tejido neural, lo que afecta el suministro sanguíneo al nervio. Los pacientes perciben un dolor ardoroso e irradiado justo al momento del pinchazo.
  - Compresión nerviosa por un hematoma cuando la aguja lesiona vasos sanguíneos en la proximidad inmediata del nervio. El hematoma puede comprimir los nervios. Pueden pasar horas o días entre la inyección y el inicio de los síntomas.
  - Irritación del nervio por daño tóxico. Los nervios periféricos pueden desarrollar una reacción tóxica, con inflamación como resultado de analgésicos, fármacos antirreumáticos o antibióticos. Los pacientes describen dolor con las deficiencias sensitivas y motoras relacionadas que aparecen pronto.

## Consejo práctico

### Exploración

Con la falla completa del nervio ciático, los únicos flexores de la articulación de la rodilla que conservan la función son los músculos inervados por el nervio crural: el sartorio y el grácil. En el análisis de la marcha, el examinador identifica falta de estabilidad del pie, mientras que las articulaciones de la cadera y la rodilla pueden estabilizarse por los músculos glúteos y los músculos inervados por el nervio femoral.

## Nervio pudendo (S1-S4, figura 8-172)



**Figura 8-172.** Nervio pudendo y nervio cutáneo posterior del muslo. Áreas sombreadas, zonas de la piel inervadas.

- Este nervio nace de las ramas anteriores de S1-S4.
- Lleva fibras simpáticas y parasimpáticas.
- El nervio pasa por el orificio infrapiriforme, sigue alrededor de la espina isquiática hacia el orificio ciático menor y luego avanza en dirección anterior hasta una duplicación de la fascia obturatriz interna, el canal pudendo.
- Inerva los diafragmas pélvico y urogenital, el músculo isquiococcígeo y las regiones de la nalga, ano y genitales.

#### Patología

Durante el ciclismo, las ramas mediales del nervio pudendo pueden comprimirse por la presión del asiento. Los resultados son trastornos sensitivos transitorios en la zona afectada e impotencia.



## **Nervio cutáneo posterior del muslo (S1-S3, figura 8-172)**

- Nace de las ramas anterior y posterior de S1-S4.
- Discurre con el nervio glúteo inferior por el orificio infrapiriforme y luego continúa en dirección posterior en medio del muslo hasta la fosa poplítea.
- Emite ramas para la piel en la proximidad del pliegue glúteo e inerva toda la región posterior del músculo durante su trayecto hacia la fosa poplítea.

## Capítulo 9

### Rodilla

# 9

[9.1 Palpación de las estructuras de la rodilla](#)

[9.2 Radiografía de la rodilla](#)

[9.3 Articulación de la rodilla](#)

[9.4 Estructuras nerviosas](#)

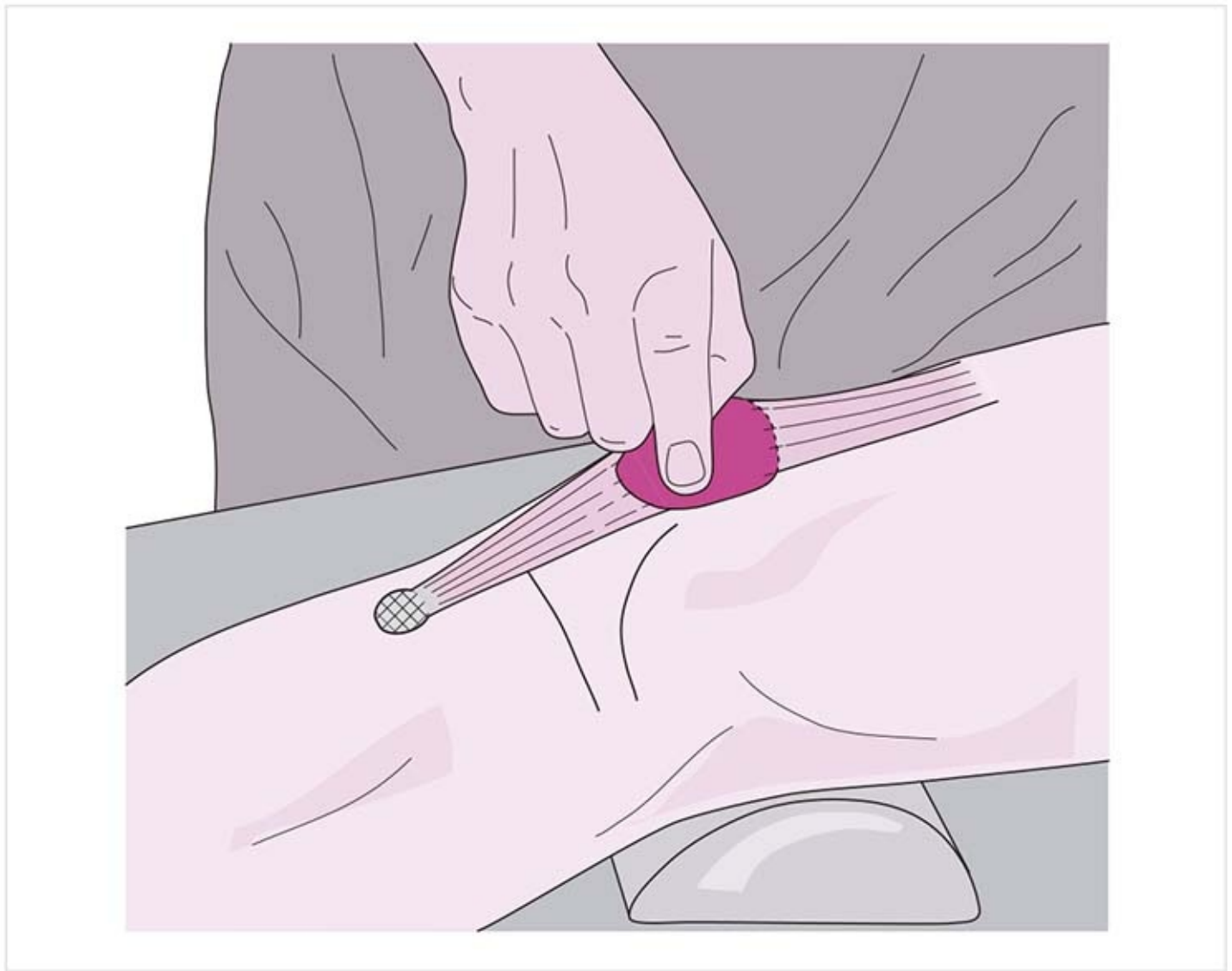
# 9 Rodilla

## 9.1 Palpación de las estructuras de la rodilla

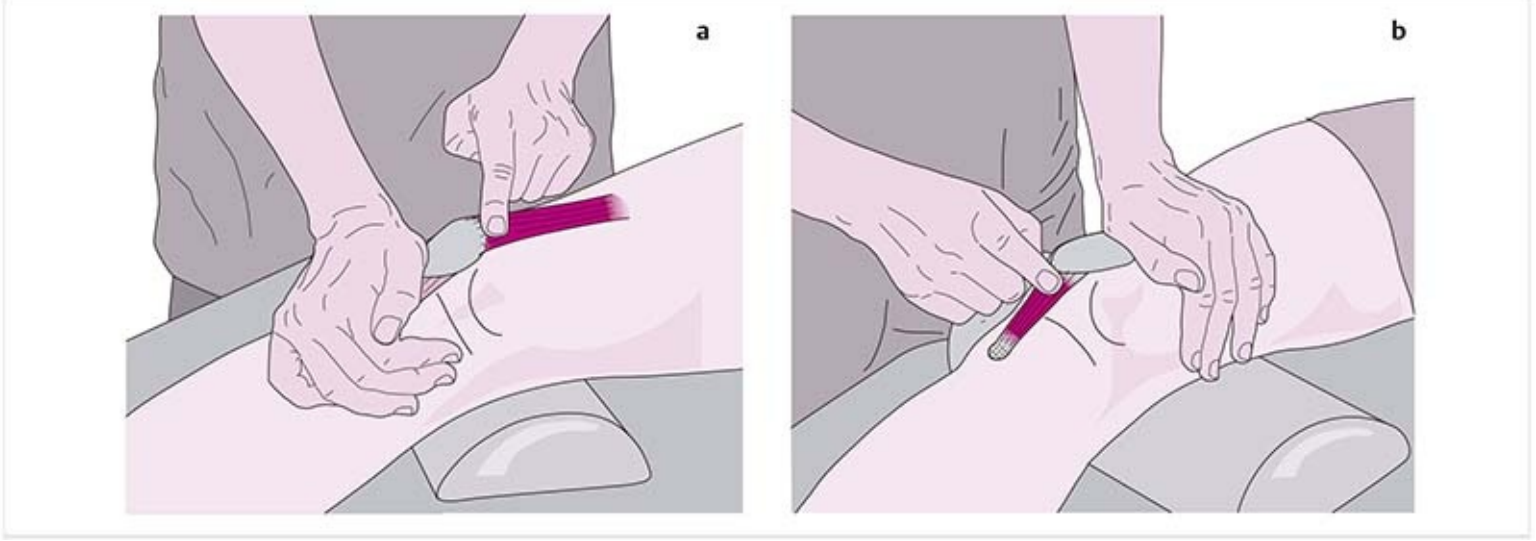
La palpación de las estructuras de la rodilla se realiza en varias posiciones. Para las estructuras de las regiones anterior y medial se usa la posición supina, con un pequeño rollo bajo las rodillas del paciente. Para la región lateral se emplea la posición en decúbito lateral y para la región posterior se utiliza la posición prona.

### 9.1.1 Palpación de las estructuras anteriores de la rodilla

**Rótula (figuras 9-1 y 9-2)**



**Figura 9-1.** Palpación de la superficie rotuliana.



**Figura 9-2.** Palpación. **(a)** Tendón del músculo recto femoral en la base de la rótula. **(b)** Ligamento rotuliano en el vértice de la rótula.

Debe revisarse la superficie de la rótula con la mano; algunas fibras del músculo recto femoral discurren en dirección distal sobre ella y la pequeña bolsa situada ahí se inflama algunas veces.

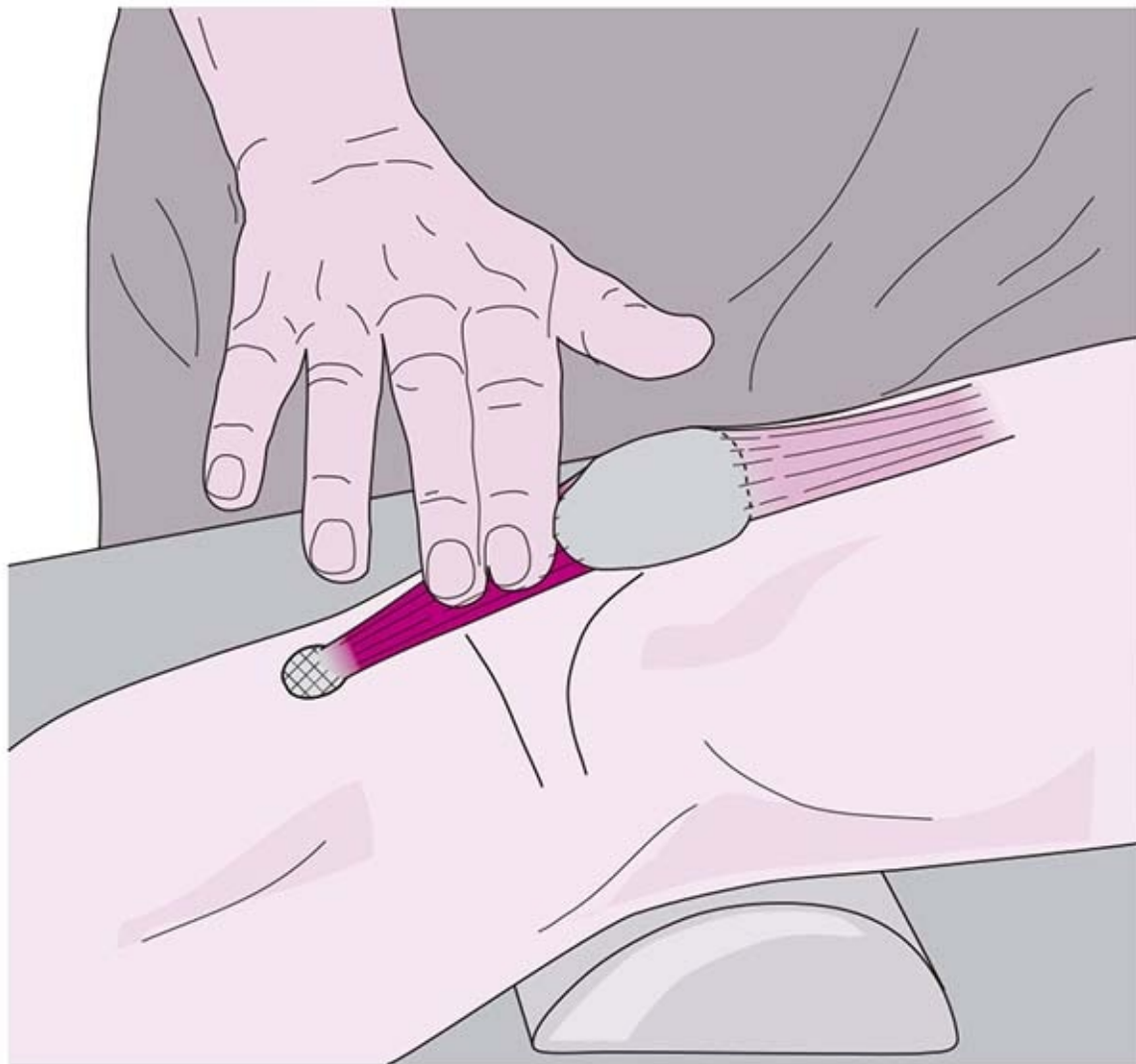
Muchas estructuras pasan por los bordes de la rótula y todas deben palparse con cuidado.

El tendón del músculo recto femoral se extiende sobre toda la base de la rótula. Para favorecer la palpación se presiona el vértice de la rótula hacia la superficie rotuliana para que la base se eleve y los tendones queden a tensión. En el borde superior de la rótula se palpa a través de la orientación de las fibras.

Los tendones de los músculos vastos medial y lateral siguen hasta los bordes superomedial y superolateral de la rótula.

El vértice de la rótula exige atención especial. Al aplicar presión a la base de la rótula, el vértice se eleva un poco, el ligamento rotuliano se tensa y es posible palpar la zona de inserción.

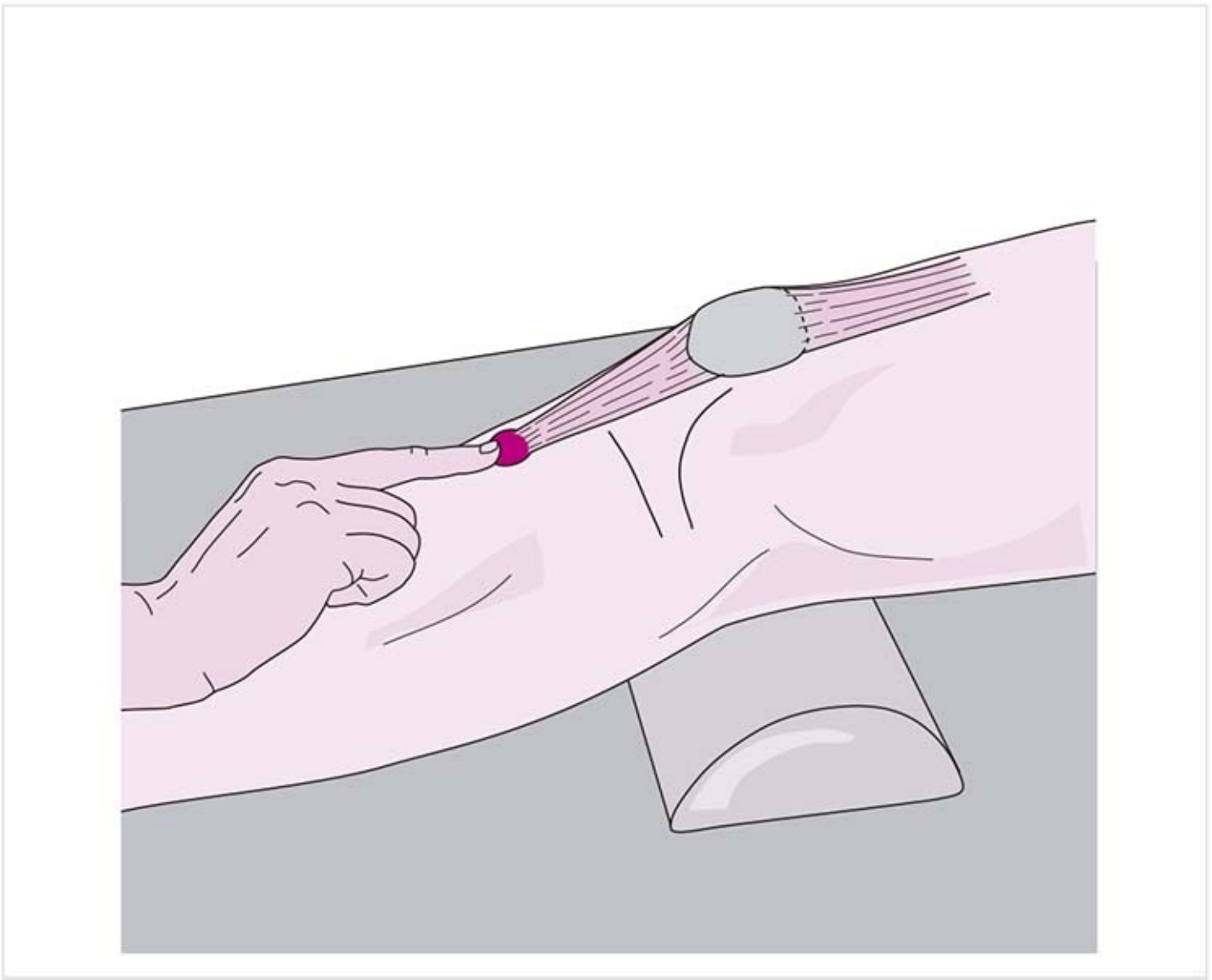
**Ligamento rotuliano (figura 9-3)**



**Figura 9-3.** Palpación del ligamento rotuliano.

El ligamento puede seguirse desde el vértice de la rótula hacia abajo y un poco lateral a su inserción. Debe palparse en dirección longitudinal sobre los bordes medial y lateral del ligamento, y en sentido transversal hacia la orientación de las fibras sobre su superficie.

**Tuberosidad tibial (figura 9-4)**



**Figura 9-4.** Palpación de la tuberosidad tibial.

El ligamento rotuliano termina en la tuberosidad tibial. Ésta es la elevación ósea palpable con nitidez en la tibia, a unos tres o cuatro anchos de dedo por debajo del vértice de la rótula.

#### Consejo práctico

Palpar la rótula en reposo y durante la flexión y extensión para detectar inclinaciones anormales o desviaciones de su trayecto, como la desviación lateral de la rótula. También puede identificarse crepitación.

#### Patología

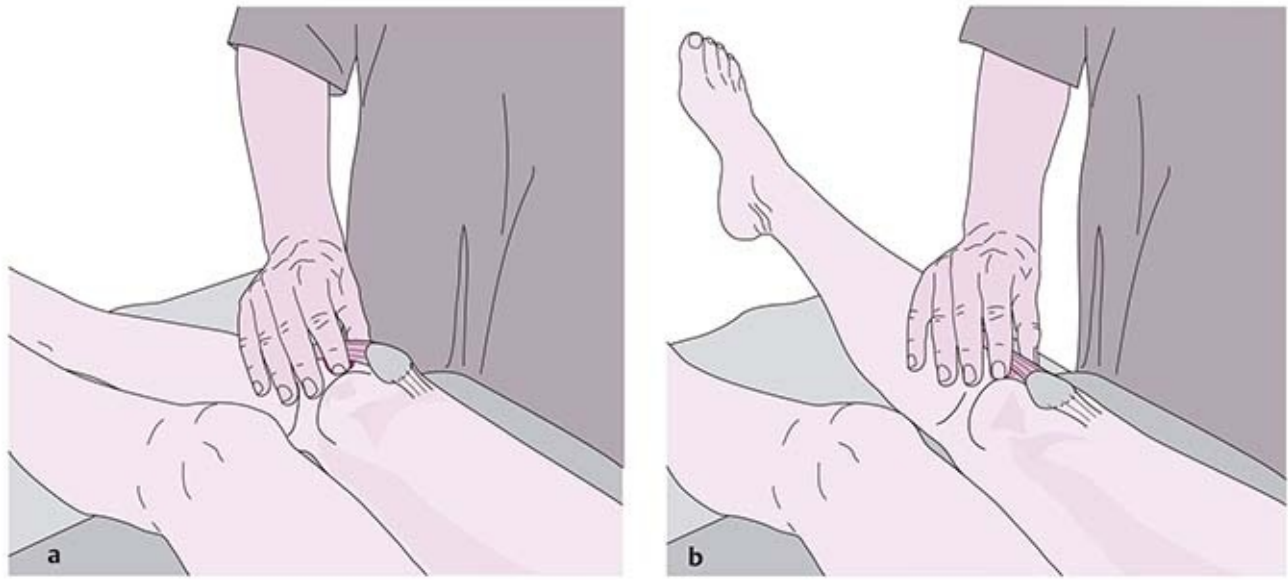
##### **Tendinitis rotuliana (rodilla de saltador)**

En este trastorno, el sitio de inserción del ligamento rotuliano en el vértice de la rótula tiene una sensibilidad extrema a la presión y el dolor se intensifica con la extensión contra resistencia. Algunas de las causas son específicas de los deportes, como la desaceleración súbita, además de factores como la naturaleza y consistencia de la superficie de juego y el calzado. Otros factores son constitucionales, como la alineación anómala y los desbalances musculares. Todas estas causas producen un impacto de fuerza desfavorable en el ligamento rotuliano.

##### **Enfermedad de Osgood-Schlatter**

Éste es un trastorno en la osificación de la tuberosidad tibial, que está engrosada, enrojecida y dolorosa a la palpación.

#### **Cojinete adiposo infrarrotuliano (figura 9-5)**



**Figura 9-5.** Palpación del cojinete adiposo. **(a)** En flexión. **(b)** En extensión.

Con la rodilla flexionada puede palparse el cojinete adiposo en el plano profundo de los hoyuelos a ambos lados del ligamento rotuliano. En la extensión, las estructuras firmes se abultan en las partes medial y laterales adyacentes al ligamento. Éste es el cojinete adiposo que se presiona hacia delante en extensión debido a la falta de espacio en la articulación.

#### Consejo práctico

##### Hipertrofia del cojinete adiposo

Como el cojinete adiposo se abulta de manera visible en todas las personas cuando la rodilla está extendida, es muy importante comparar las rodillas derecha e izquierda para valorar el grado de inflamación. La hipertrofia es un signo de carga estática defectuosa de la articulación de la rodilla.

### Bolsa suprarrotuliana (figura 9-6)

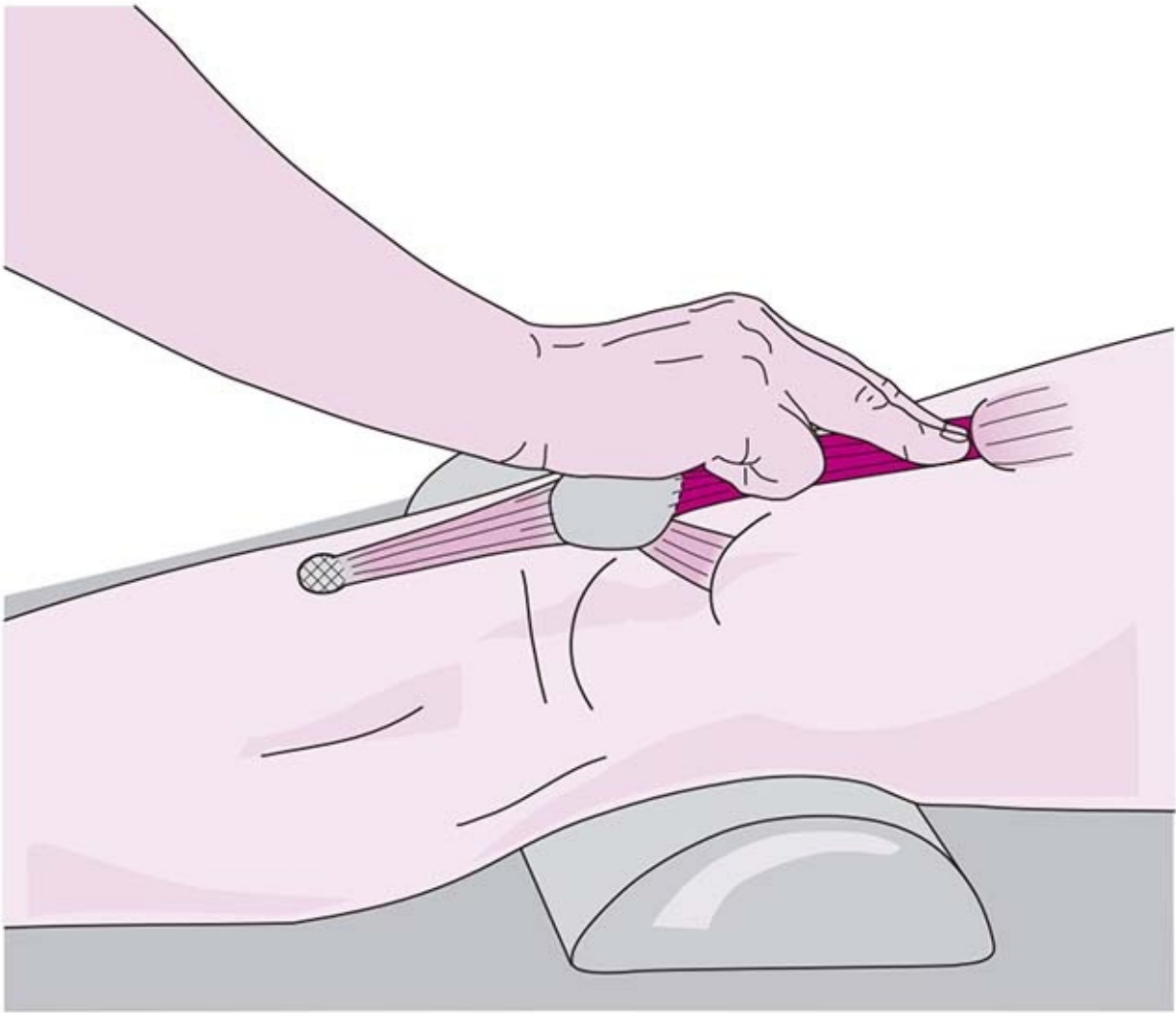


**Figura 9-6.** Palpación del borde superior de la bolsa suprarrotuliana.

El reflejo de la bolsa suprarrotuliana puede palparse a unos 8 cm por arriba de la base de la rótula si se palpa en un plano profundo a través del tendón del músculo recto femoral, donde puede identificarse como un abultamiento. La dirección de la palpación tiene el sentido inferior a superior, es decir, transversal al pliegue.

### **Músculo recto femoral (figura 9-7)**

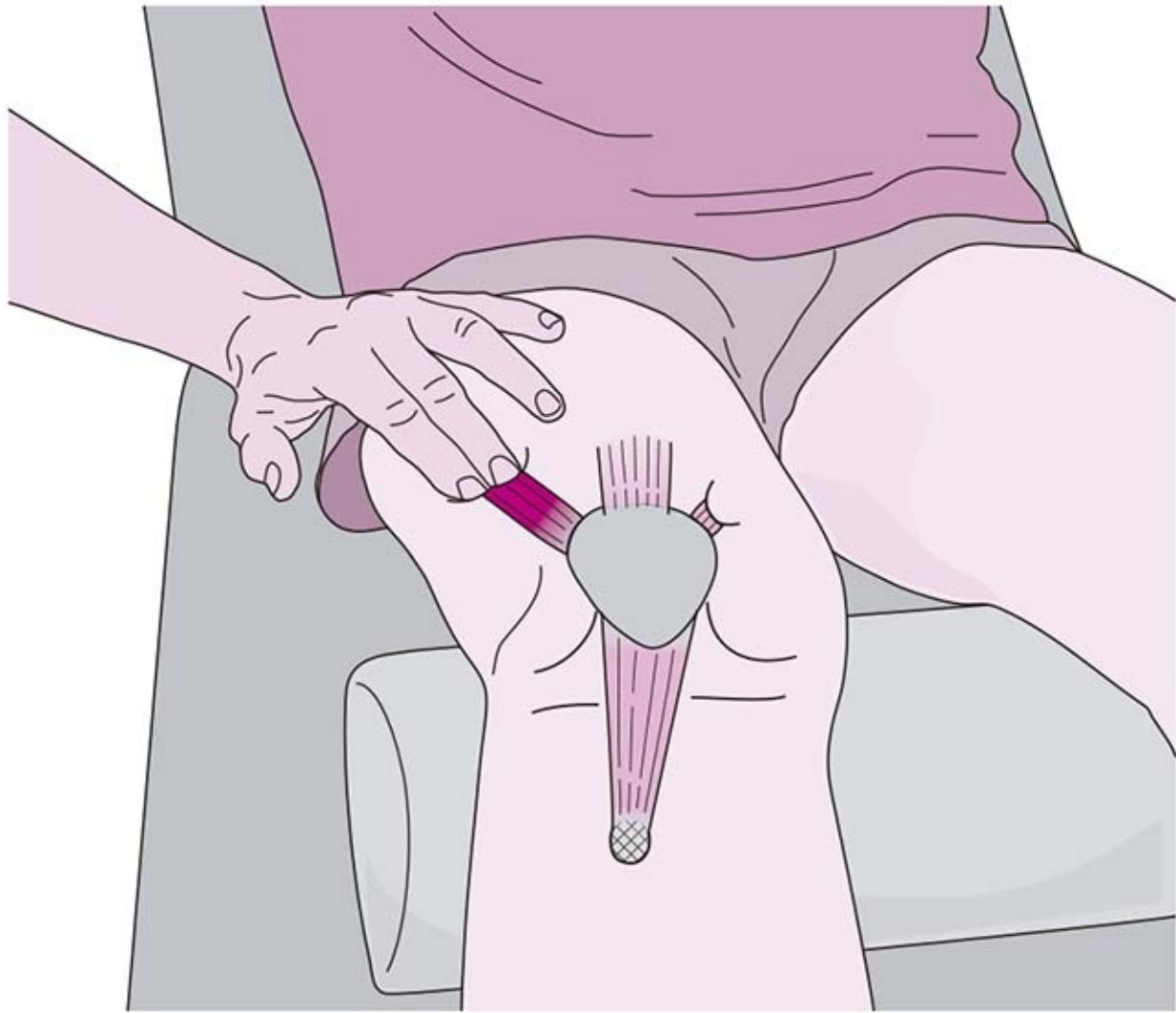




**Figura 9-7.** Palpación de la unión musculotendinosa del músculo recto femoral.

Este músculo puede palparse en la región intermedia del muslo como una masa muscular considerable mientras se tensa al extender la rodilla. La transición músculo-tendón ocurre a 1 a 1.5 anchos de mano sobre la base de la rótula. Esta transición puede sentirse como un borde elevado bien definido cuando se palpa desde la parte inferior y puede confirmarse si se tensa el músculo, por ejemplo para extender la rodilla.

**Músculo vasto lateral (figura 9-8)**



**Figura 9-8.** Palpación de la unión musculotendinosa del músculo vasto lateral.

Este músculo está cubierto en parte por el haz iliotibial. La unión músculo-tendón se localiza a dos o tres anchos de dedo lateral y superior a la rótula .

El tendón terminal está separado del borde lateral del músculo recto por un pequeño espacio. Su inserción mide cerca de 1 a 1.5 cm de ancho y se localiza en el borde superolateral de la rótula.

#### Patología

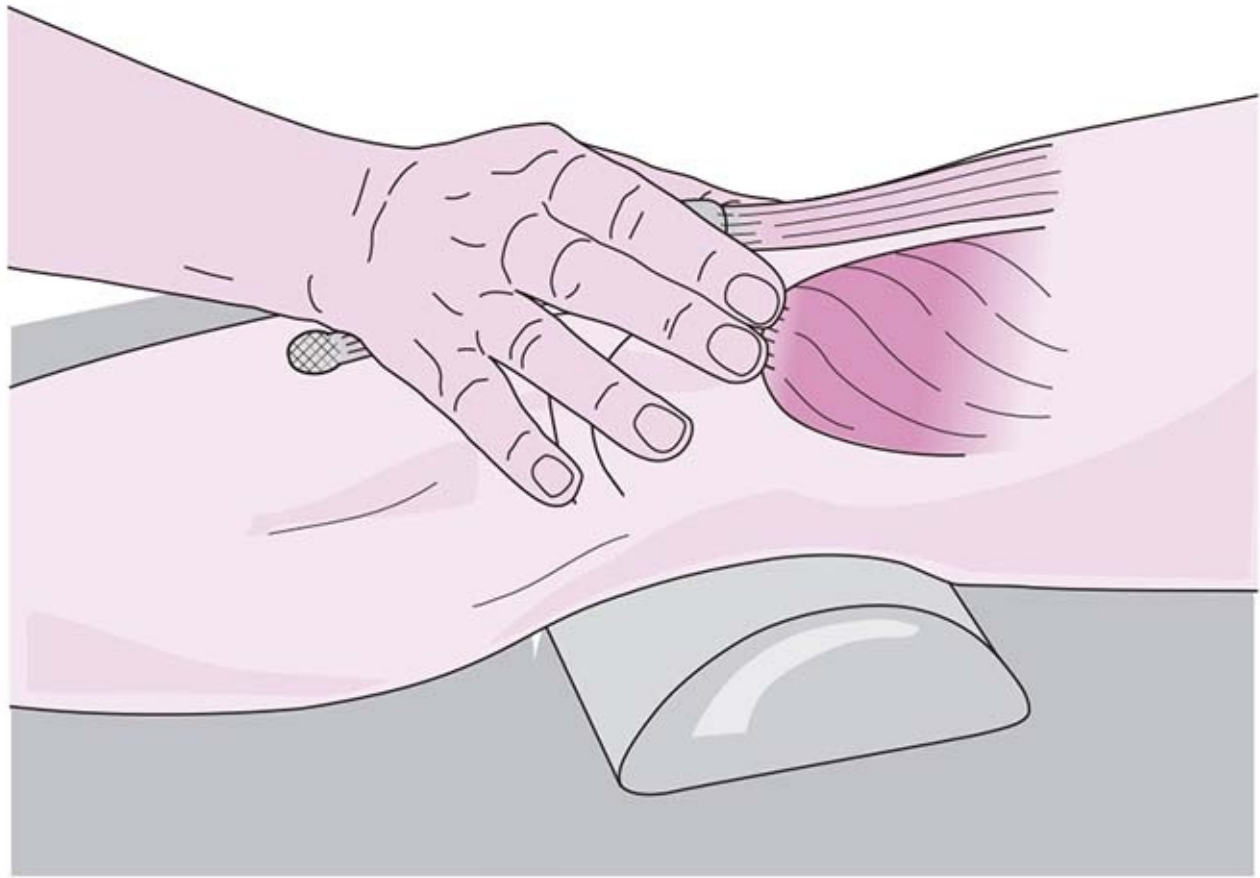
##### Inflamación de la rodilla

La inflamación de la cápsula casi siempre es una extensión anular justo arriba de la rótula y sugiere inflamación de la capa fibrosa. Este tipo de inflamación es blanda y compresible, pero no puede desplazarse al interior de la articulación.

Por otra parte, un **derrame articular** puede desplazarse al interior de la articulación. **Rótula danzante:** al comprimir el receso anterior y extender la rodilla, el líquido se acumula bajo la rótula. Cuando se aplica presión a la rótula se hunde, pero luego rebota a su posición inicial cuando se libera.

► Véase la sección 9.3, Articulación de la rodilla, y la figura 9-63.

#### **Músculo vasto medial (figura 9-9)**



**Figura 9-9.** Palpación de la unión musculotendinosa del músculo vasto medial.

El músculo vasto medial se localiza en la parte medial distal del muslo. Al final de su trayecto se abulta hacia fuera. Las fibras inferiores tienen una dirección casi horizontal, por lo que la palpación a través de la orientación muscular debe realizarse en dirección superior a inferior.

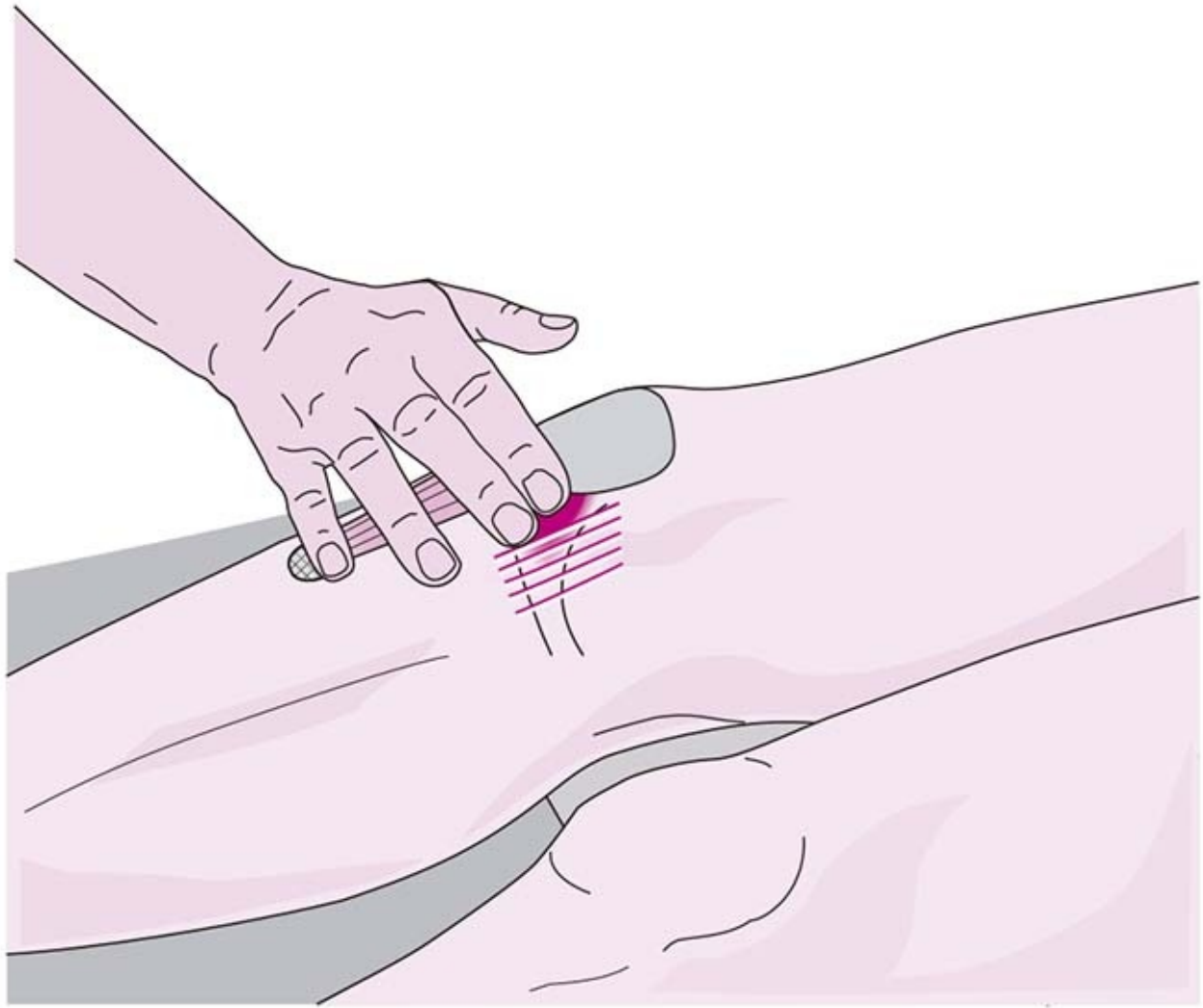
Con 0.5 a 1 cm de longitud, su tendón terminal es el más corto y está separado del borde medial del músculo recto por un espacio. La inserción se localiza en el borde rotuliano superomedial.

#### Consejo práctico

Los músculos recto y vasto lateral tienen un mayor porcentaje de fibras tónicas y tienden a acortarse, lo que se percibe como aumento del tono en la palpación. Por otra parte, el músculo vasto medial tiene una mayor proporción de fibras fásicas, razón por la que tiende a un tono bajo. La posición típica de comodidad para la rodilla es la flexión ligera. Como el músculo vasto medial se activa sobre todo cerca del final de su amplitud de movimiento, se atrofia con mucha rapidez. Esto es visible y palpable porque se forma una concavidad notoria superomedial a la rótula. Cuando se comparan los lados derecho e izquierdo durante la palpación, puede notarse una clara diferencia en la tensión. Esta atrofia puede considerarse el primer signo de un problema en la rodilla, aunque no haya síntomas graves todavía.

## 9.1.2 Palpación de las estructuras mediales de la rodilla

### Espacio articular medial (figura 9-10)

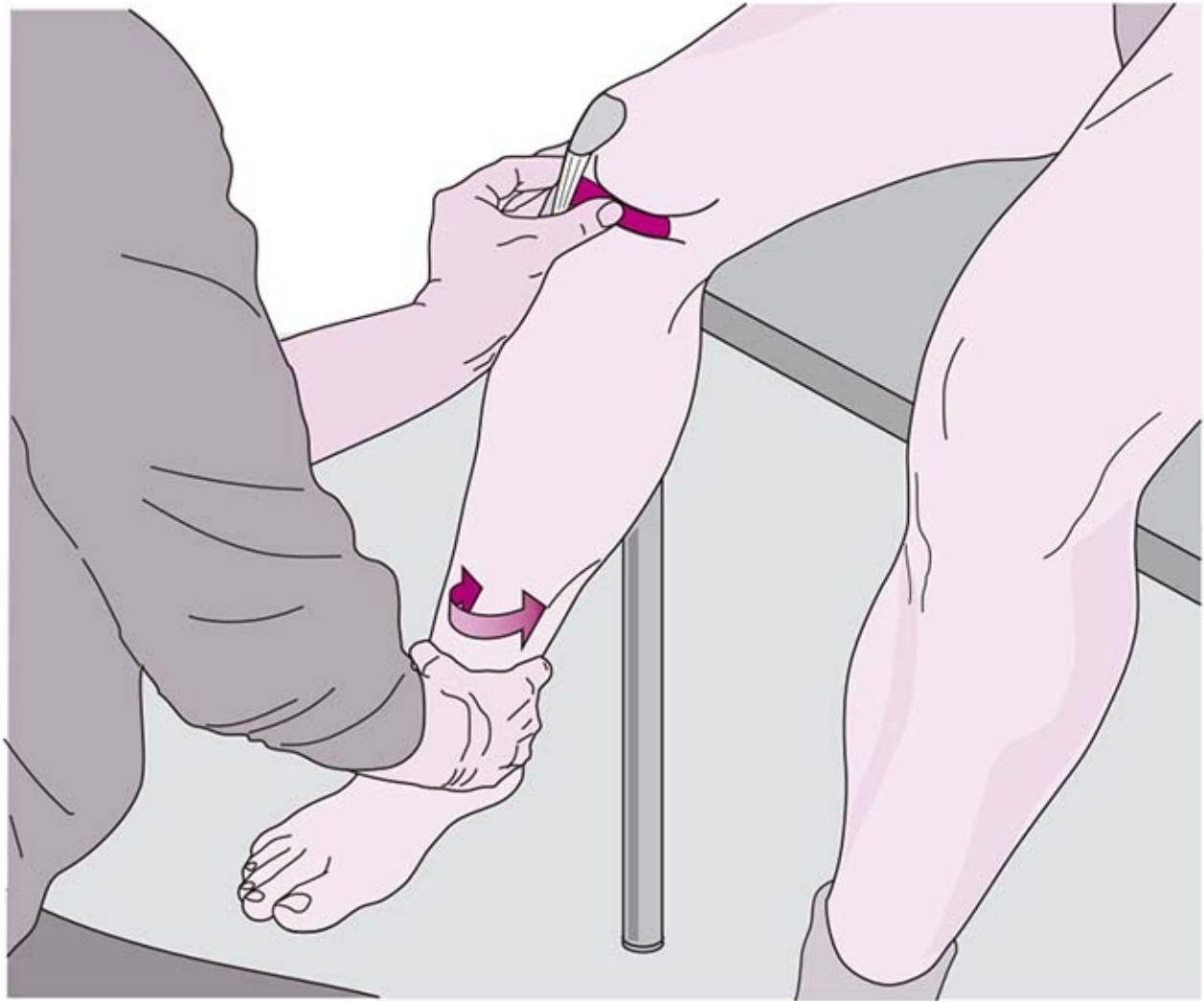


**Figura 9-10.** Palpación del espacio articular medial.

Justo medial al ligamento rotuliano existe una depresión limitada arriba por el cóndilo femoral medial y abajo por la meseta tibial. El espacio articular se localiza en la profundidad de esa región. Puede palparse bien ahí, ya que sólo la cápsula cubre la articulación y el asta anterior del menisco se encuentra hacia el interior de la articulación. Esto cambia hacia la región medial, donde el retináculo y un ligamento pasan sobre él y el menisco llena el espacio.

Además, una buena idea es mover la articulación mientras se mantienen los dedos sobre ésta para poder valorar cualquier fricción o pérdida de la armonía.

### **Menisco medial (figura 9-11)**



**Figura 9-11.** Palpación del menisco medial.

En la flexión a 90°, el peso de la pierna abre un poco el espacio articular, lo cual lo hace más accesible a la palpación.

Con una mano se gira de manera alternada la pierna hacia fuera y adentro, mientras el pulgar o índice de la otra mano palpa el espacio articular para percibir el asta anterior del menisco mientras se retrae y avanza. Se aleja del dedo que palpa durante la rotación externa de la tibia y se presiona contra el dedo durante la rotación interna.

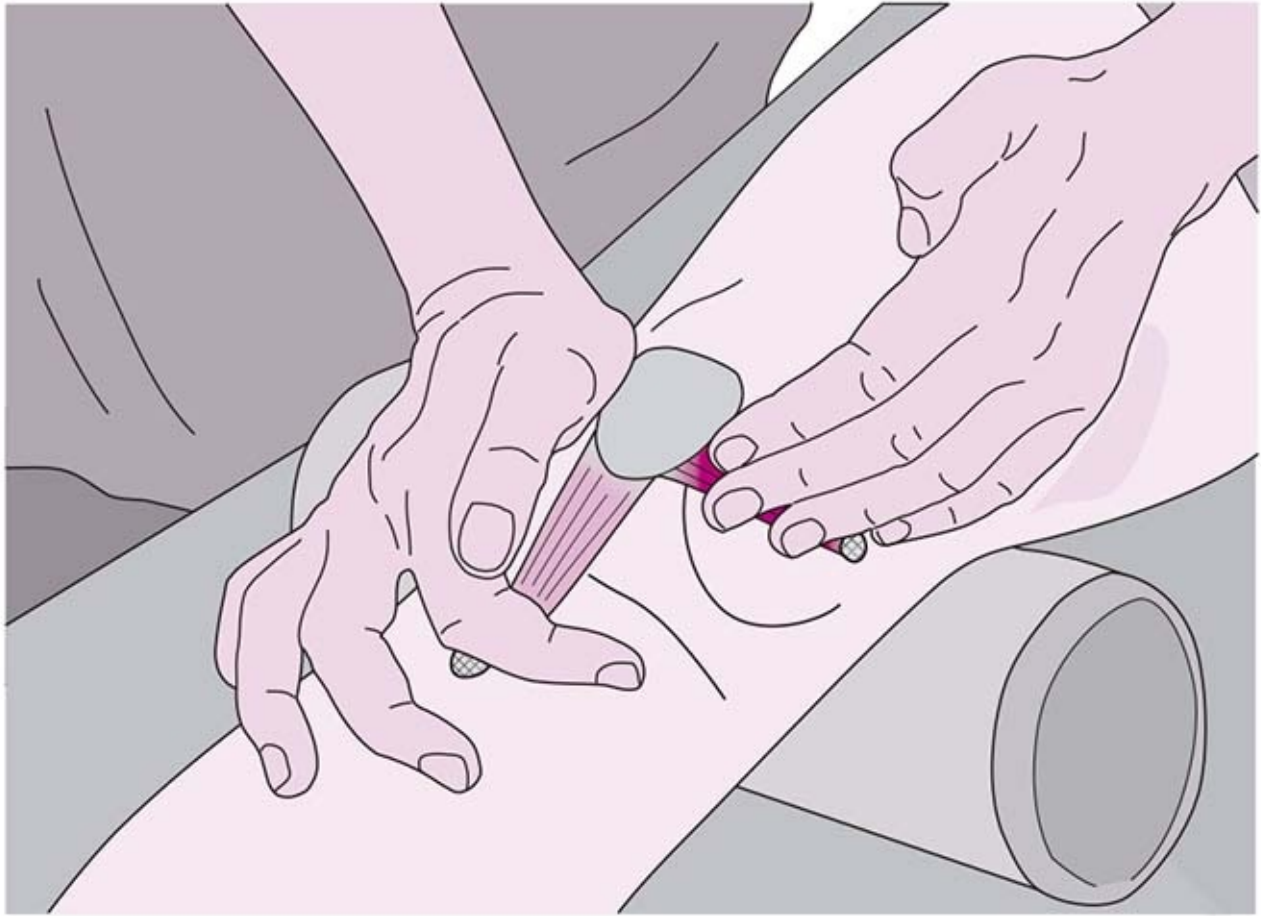
#### Consejo práctico

La sensibilidad en el espacio articular puede indicar una lesión del menisco. Sin embargo, este dolor también puede aparecer con una rotura reciente del ligamento cruzado. Por lo tanto, debe realizarse una valoración diagnóstica más detallada del menisco.

## Retináculos

Los retináculos son estructuras planas que consisten en fibras con trayecto profundo y superficial.

### **Retináculo rotuliano medial transversal (figura 9-12)**

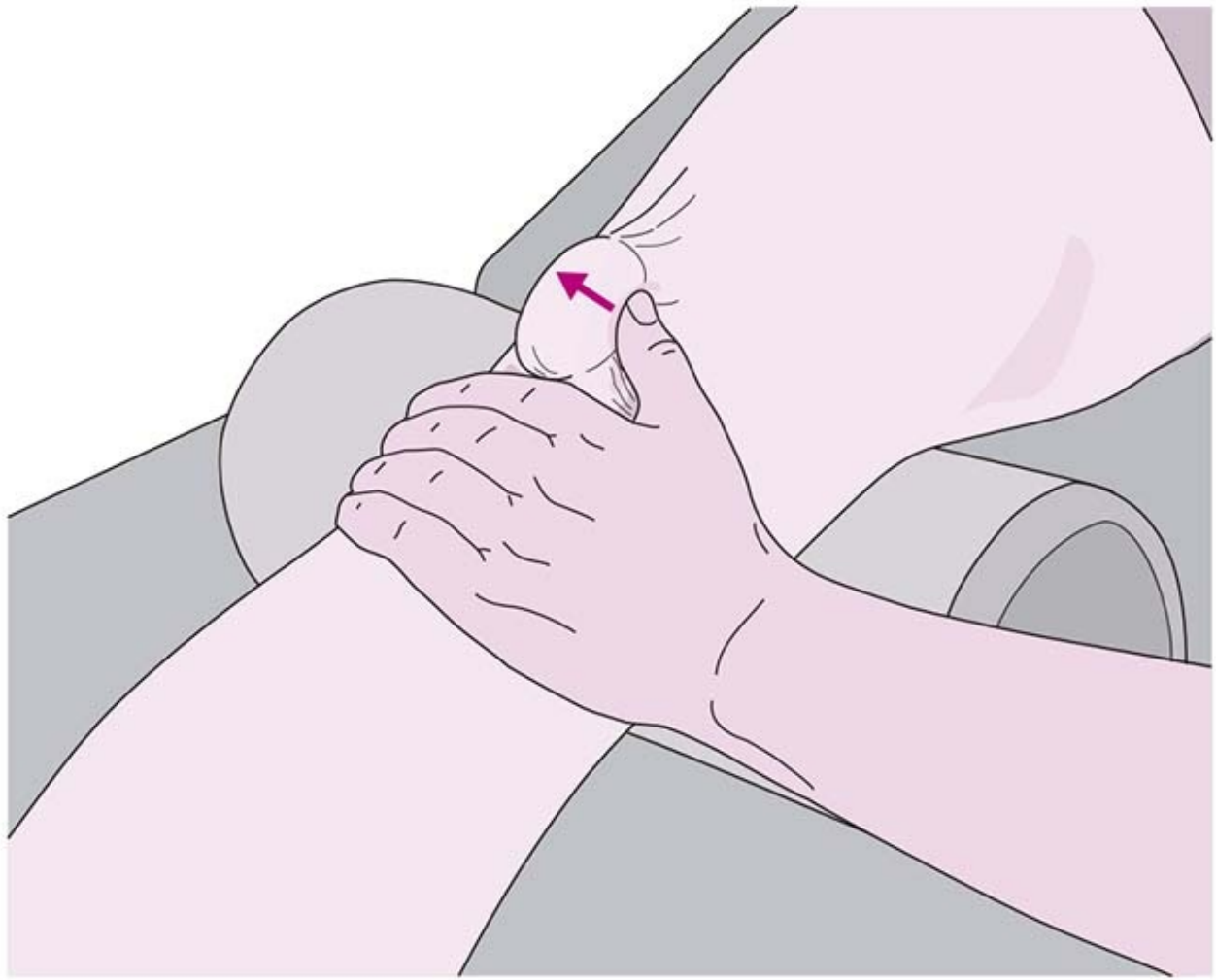


**Figura 9-12.** Palpación de la parte rotulofemoral del retináculo rotuliano transversal medial.

- **Parte rotulofemoral:** debe seguirse el retináculo de trayecto transversal del borde rotuliano medial al epicóndilo medial. La inserción en la rótula puede tensarse si se desplaza la parte lateral de la rótula hacia fuera, para que pueda diferenciarse mejor de las estructuras circundantes.
- **Parte rotulotibial:** esta parte discurre en diagonal del lado de la rótula hacia abajo y a la línea media, y continúa bajo las fibras longitudinales, razón por la que no siempre puede palparse con claridad.

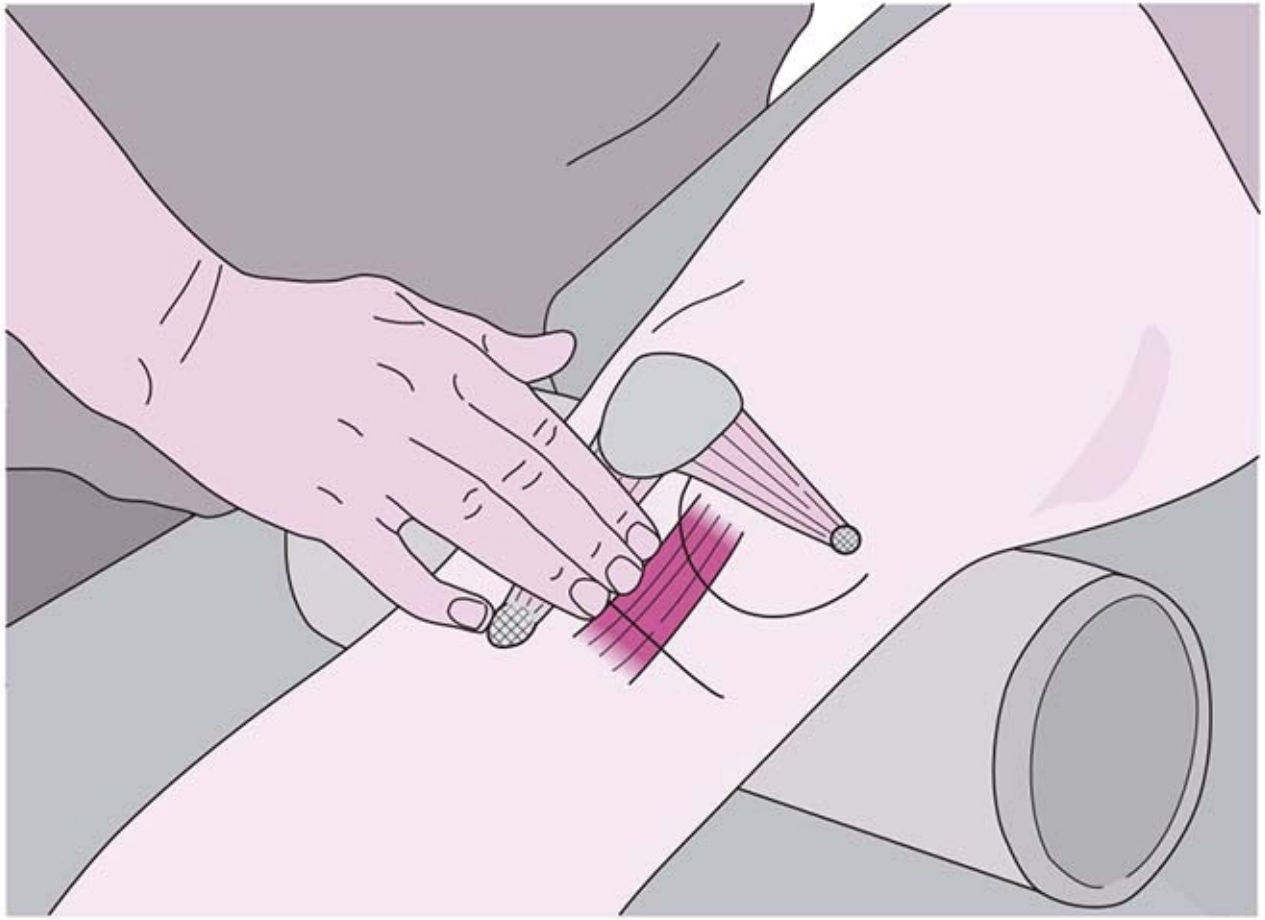
#### Consejo práctico

La **prueba de deslizamiento rotuliano** hacia los lados indica el grado de tensión del retináculo transversal. Se desplaza la rótula con ambos pulgares a los lados y se compara la rótula izquierda con la derecha. Condición: el músculo cuádriceps debe estar relajado por completo (**figura 9-13** ).



**Figura 9-13.** Prueba de deslizamiento rotuliano.

**Retináculo rotuliano longitudinal medial (figura 9-14)**



**Figura 9-14.** Palpación del borde anterior del retináculo rotuliano longitudinal medial.

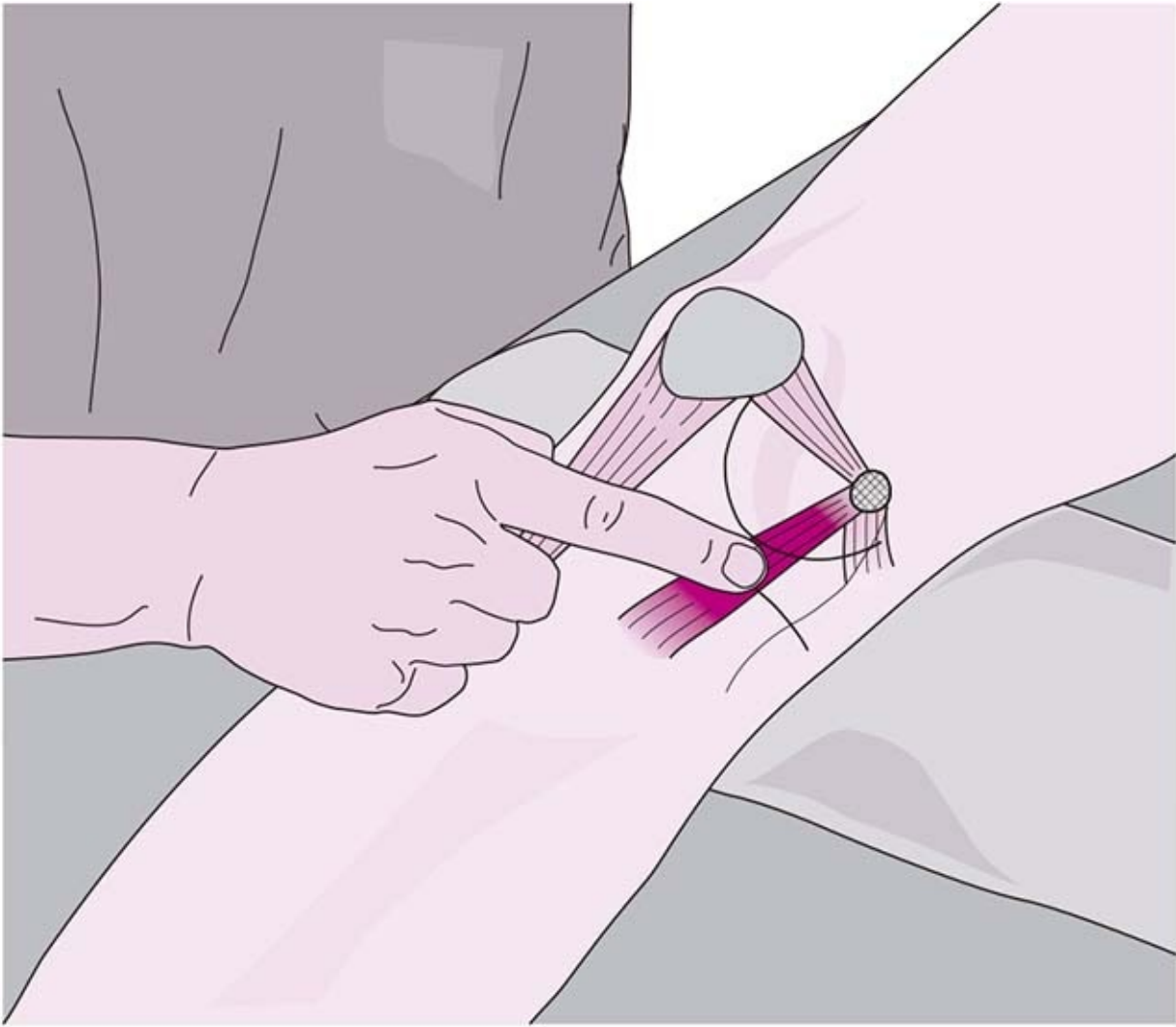
La palpación de este retináculo longitudinal procede del borde medial del ligamento rotuliano en la parte alta del espacio articular. Aproximadamente a 1 cm en dirección medial puede sentirse el borde del retináculo como un pequeño bulto. La única estructura que puede palpase entre el ligamento y el retináculo es la cápsula, que es mucho más blanda.

A partir de este punto se palpa el retináculo en sentido transversal a la orientación de sus fibras en dirección superior, en dirección del músculo vasto medial, y hacia abajo, al borde tibial, y de ahí unos 1 a 1.5 cm adicionales en dirección distal.

Debe seguirse la anchura del retináculo en dirección medial sobre el espacio articular hasta el ligamento colateral.

### **Ligamento colateral tibial (figura 9-15)**



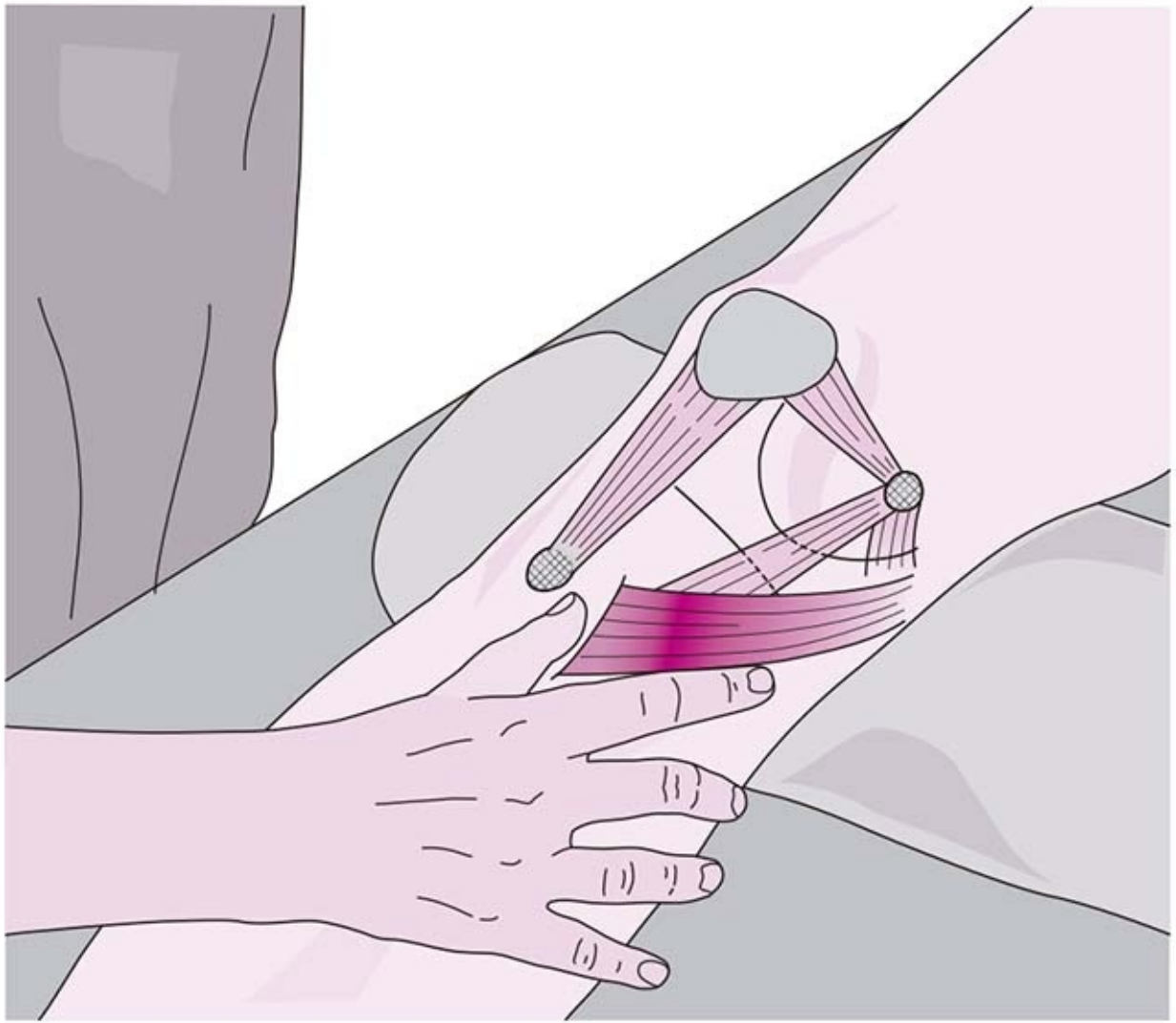


**Figura 9-15.** Palpación del ligamento colateral tibial.

Puede palparse una pequeña elevación 2 cm medial al retináculo. Este borde discurre en dirección diagonal sobre el espacio articular de posterosuperior a anteromedial y representa los haces de fibras longitudinales del ligamento colateral. Puede seguirse hacia arriba al epicóndilo medial del fémur, y en sentido inferomedial hacia la tibia. La inserción en la tibia está cubierta por la pata de ganso (*pes anserinus*).

Al nivel del espacio articular se palpa más en dirección posterior para identificar las fibras cortas. Sin embargo, el margen posterior es difícil de distinguir porque está cubierto por partes de la pata de ganso.

**Pata de ganso superficial (figura 9-16)**



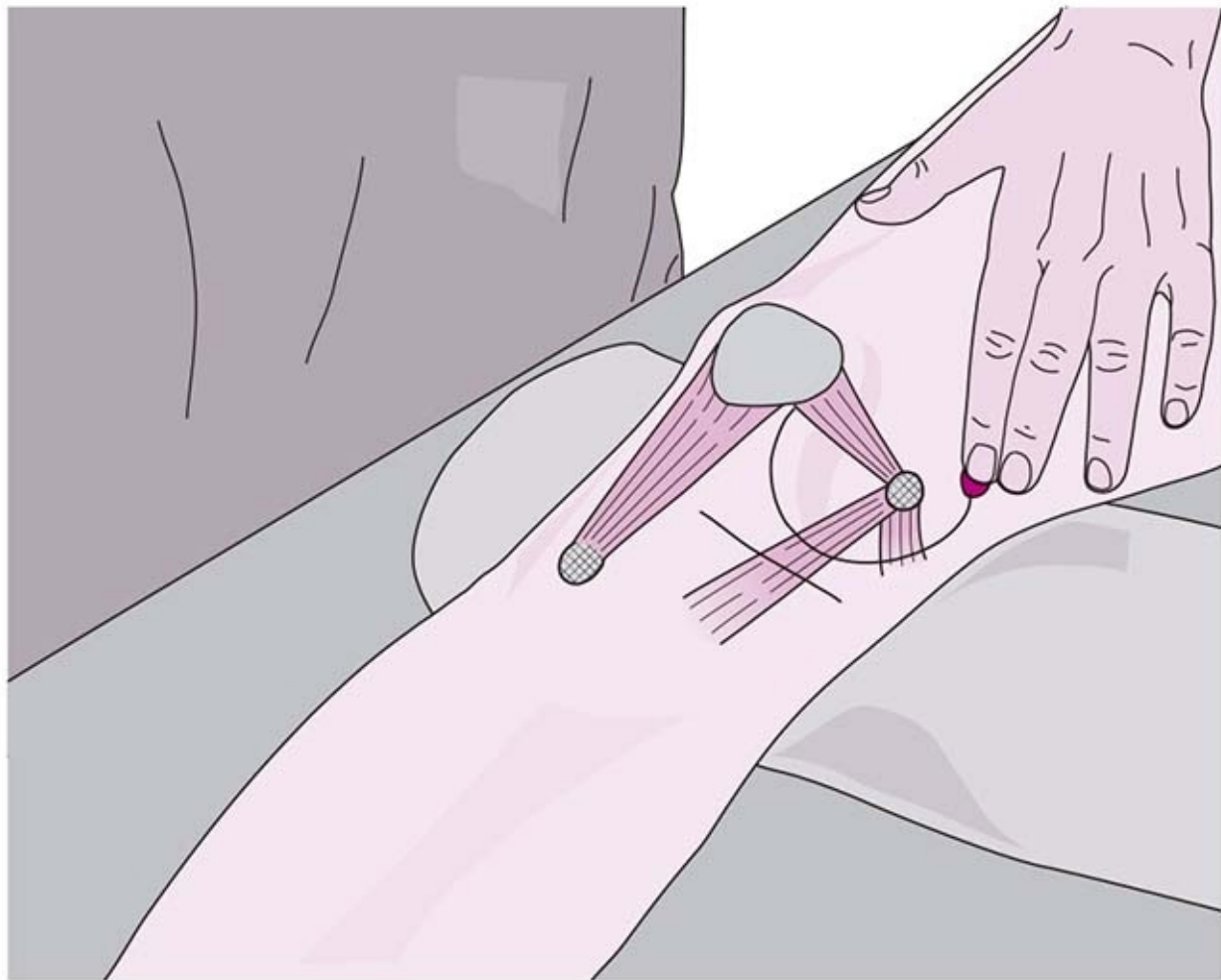
**Figura 9-16.** Ayuda en la palpación de la pata de ganso superficial.

Hay que usar la tuberosidad tibial como punto guía: puede palparse un cojinete blando un poco abajo y medial de ésta. Se extiende tres anchos de dedo de proximal a distal y dos anchos de dedo de medial a lateral. El siguiente procedimiento es un auxiliar para la palpación: con la mano plana sobre la cara medial de la pierna se ejerce una presión ligera mientras se desliza la mano hacia arriba sobre la pierna. En el tercio proximal, el borde lateral del dedo índice encuentra un engrosamiento claro que se extiende en dirección posterosuperior; éste representa los músculos de la pata de ganso.

Las inserciones musculares individuales (sartorio, grácil y semitendinoso) no pueden identificarse en este sitio. Esto sólo es posible más cerca de la fosa poplítea.

La bolsa anserina, que se encuentra entre el tendón y la tibia, sólo puede palparse cuando está inflamada.

### **Tubérculo del aductor (figura 9-17)**

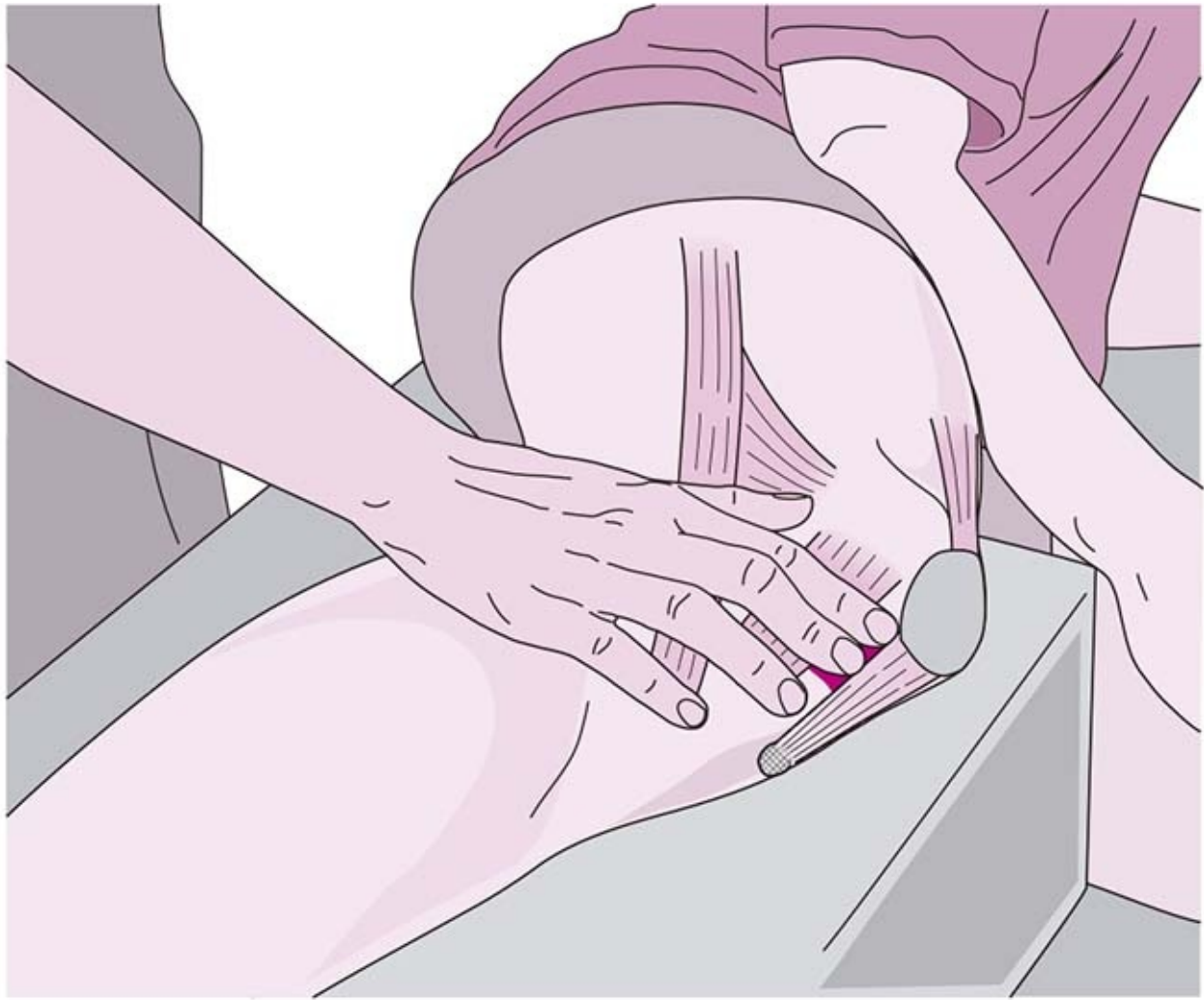


**Figura 9-17.** Palpación del tubérculo del aductor.

En el extremo posterior del cóndilo femoral medial se halla el tubérculo del aductor. Debe seguirse el borde del cóndilo hacia arriba desde la parte anterior del espacio articular. Cerca del nivel de la base de la rótula puede palparse una elevación ósea. El tendón del aductor mayor se inserta ahí como un cordón firme y redondo, fácil de identificar si se tensa el músculo como al aducir la cadera.

### **9.1.3 Palpación de las estructuras laterales de la rodilla**

**Espacio articular lateral (figura 9-18)**



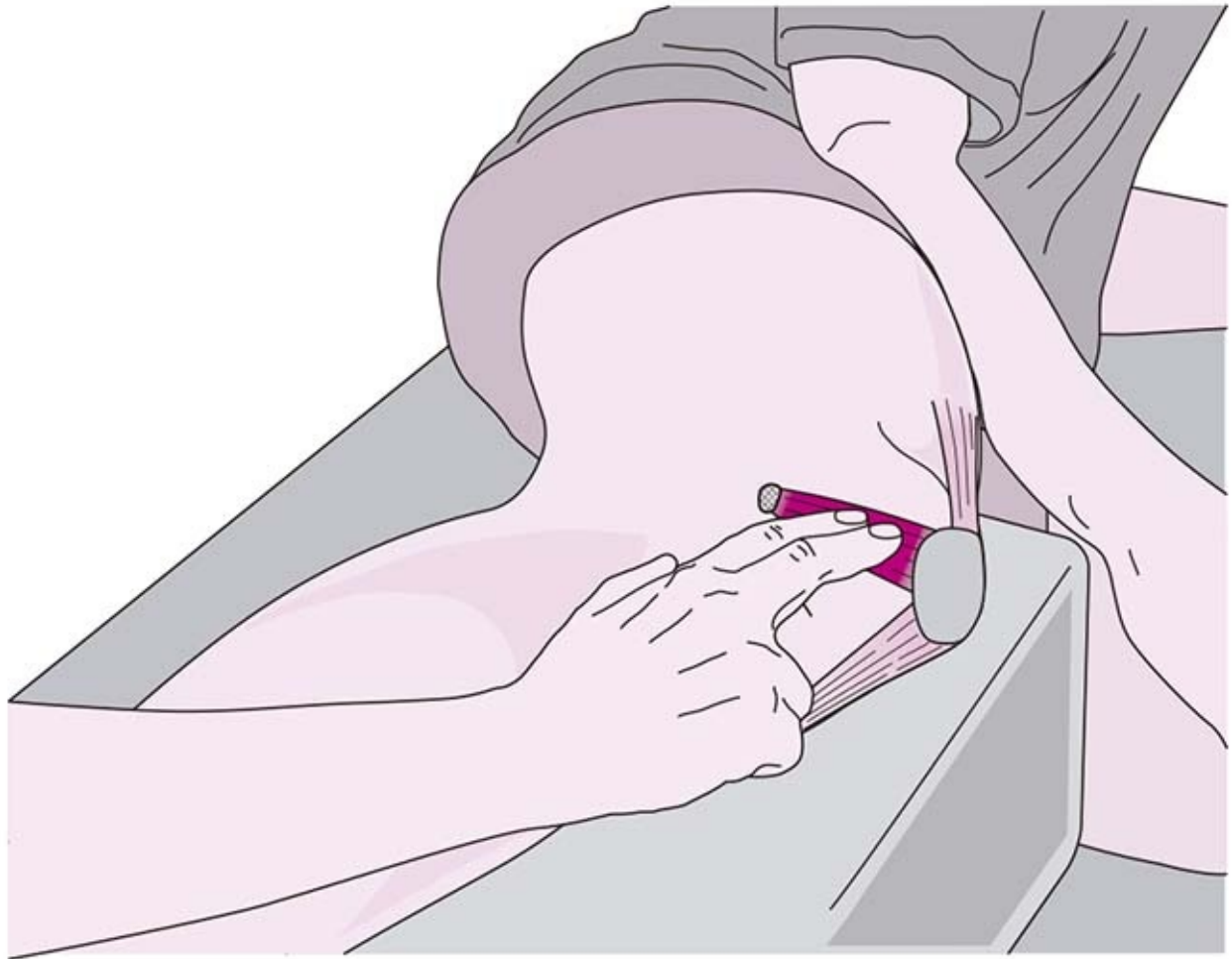
**Figura 9-18.** Palpación del espacio articular lateral.

El borde lateral del ligamento rotuliano favorece la orientación. En la parte superolateral de este punto se encuentra el cóndilo femoral lateral y en dirección inferolateral la meseta tibial. Estas dos estructuras limitan el espacio articular, adyacente inmediato al ligamento rotuliano en la profundidad de una pequeña depresión.

Si se profundiza la palpación, el menisco se localiza con su base ancha entre la tibia y el fémur, lo que dificulta la palpación en este punto.

## **Retináculos**

### **Retináculo transversal lateral (figura 9-19)**



**Figura 9-19.** Palpación de la parte rotulofemoral del retináculo rotuliano transversal lateral.

- El trayecto de la **parte rotulofemoral** es una conexión del borde lateral de la rótula hacia el epicóndilo lateral. Las fibras transversales son fáciles de palpar sólo adyacentes a la rótula; más lejos en dirección del epicóndilo se encuentran debajo del retináculo longitudinal.
- La **parte rotulotibial** discurre de manera oblicua anterolateral y se palpa mejor en el borde inferolateral de la rótula.

### **Retináculo rotuliano longitudinal lateral (figura 9-20)**

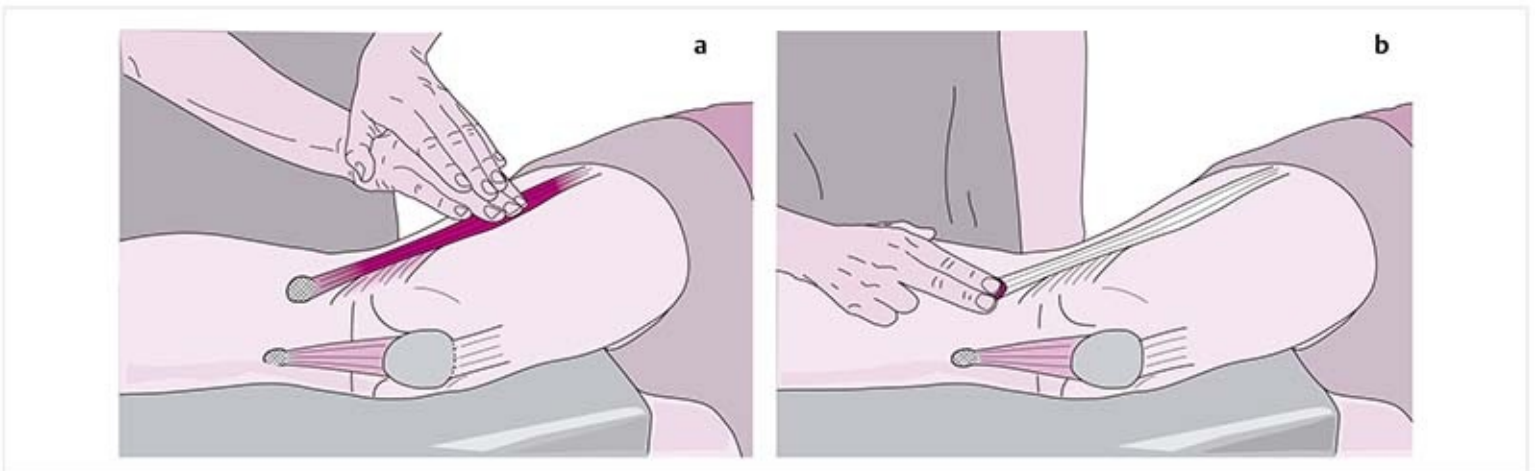


**Figura 9-20.** Palpación del borde anterior del retináculo rotuliano longitudinal lateral.

El borde de este retináculo longitudinal puede sentirse a medio o un ancho de dedo del borde del ligamento rotuliano al nivel del espacio articular. Su borde es más blando que el del ligamento rotuliano. Hay un pequeño espacio entre ellos.

Si se continúa la palpación en el espacio articular se percibe el haz iliotibial oblicuo si se ejerce una presión ligera. En este sitio se combinan estas dos estructuras, razón por la cual el borde del retináculo no puede localizarse.

### **Haz iliotibial (figura 9-21)**

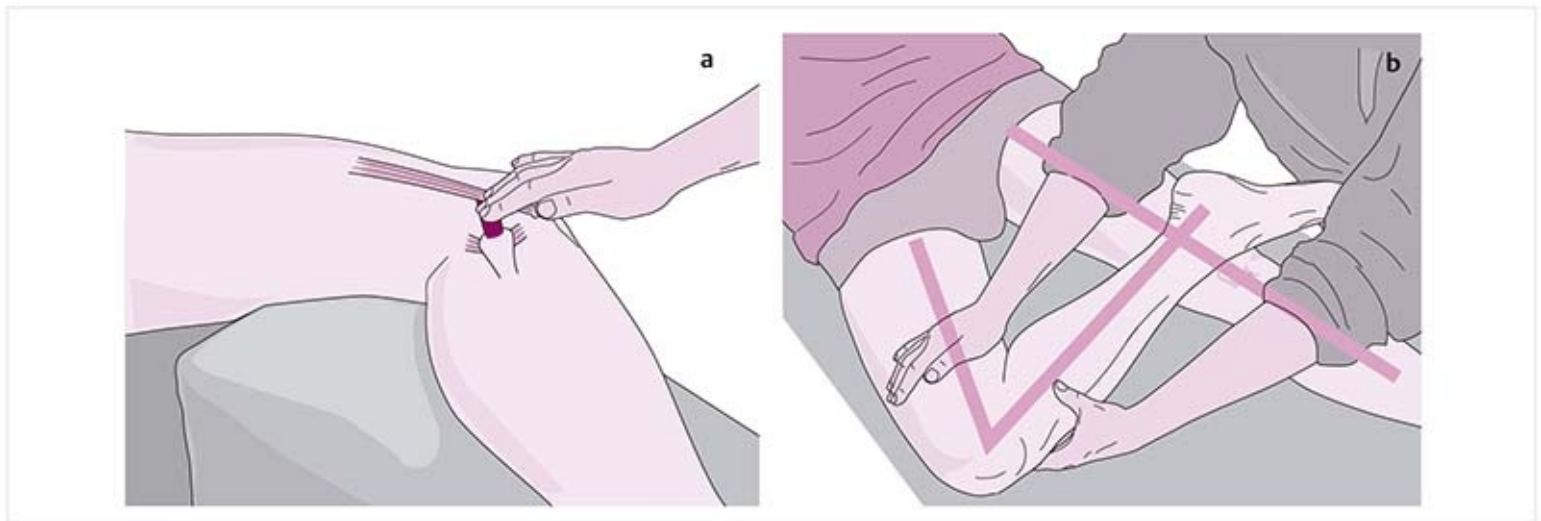


**Figura 9-21.** Palpación. (a) Haz iliotibial. (b) Tubérculo de Gerdy.

El borde del haz puede palparse como una estructura plana bien definida, un ancho de dedo lateral al retináculo longitudinal. Sus fibras se proyectan en dirección oblicua de posterolateral a anteromedial. La mayor parte termina en el **tubérculo de Gerdy** (el tubérculo del haz iliotibial), que se localiza a dos anchos de dedo arriba y al lado de la tuberosidad tibial sobre el cóndilo tibial lateral.

Las fibras tensas pueden seguirse hacia arriba hasta el músculo tensor de la fascia lata.

### **Ligamento colateral peroneo (figura 9-22)**



**Figura 9-22.** Palpación del ligamento colateral peroneo. **(a)** Flexión ligera. **(b)** Adopción de la postura en figura de 4 para estirar el ligamento. Justo lateral al haz se halla el ligamento colateral peroneo. Es una fibra redonda, del grosor de un lápiz, que discurre del epicóndilo lateral a la cabeza del peroné en dirección oblicua de superoanterior a inferoposterior.

Cuando se asume la posición en forma de 4, con la cadera y la rodilla flexionadas, y la cadera en rotación externa máxima, el ligamento se estira y por tanto es muy fácil de palpar.

### **Cabeza del peroné (figura 9-23)**

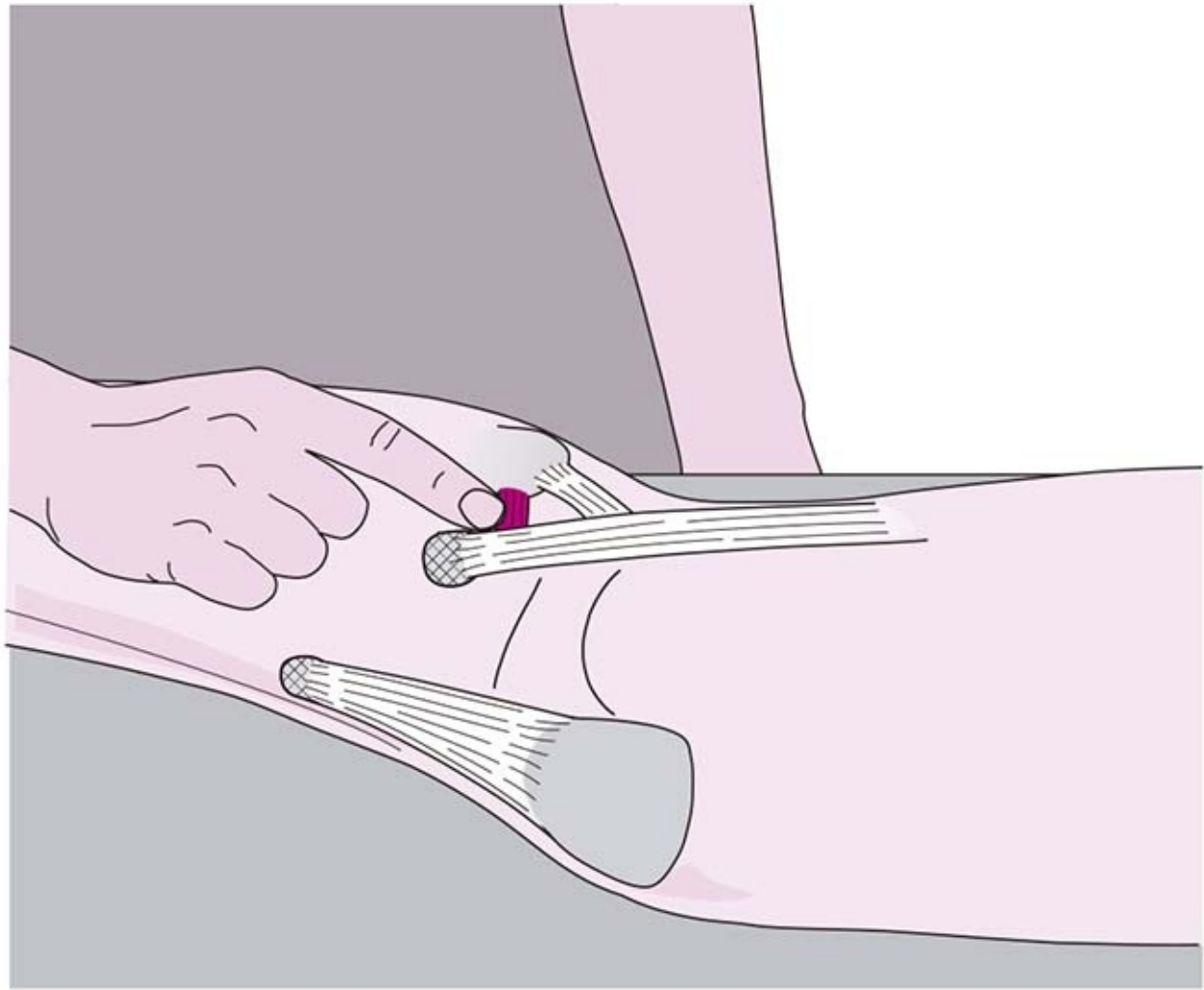


**Figura 9-23.** Palpación de la cabeza del peroné.

El esbozo óseo de la cabeza del peroné puede encontrarse a dos o tres anchos de dedo abajo del espacio articular posterolateral de la rodilla. El ligamento colateral se une con ella desde la zona anterosuperior y al músculo bíceps femoral desde la parte posterosuperior, por lo que estas dos estructuras forman una V

**Ligamento anterior de la cabeza del peroné (figura 9-24)**

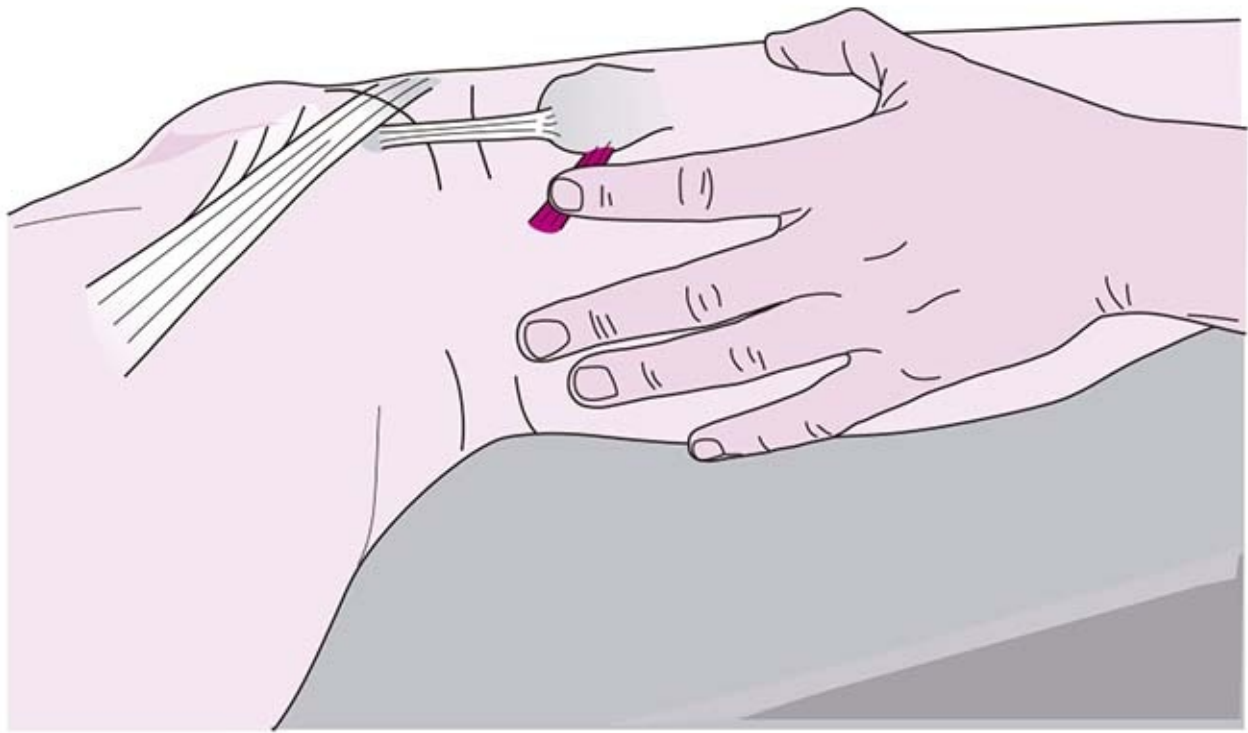




**Figura 9-24.** Palpación del ligamento anterior de la cabeza del peroné.

Este ligamento corto se proyecta en dirección horizontal desde la cabeza del peroné hasta la tibia. Se palpa en forma transversal a la orientación de las fibras, justo delante de la cabeza del peroné.

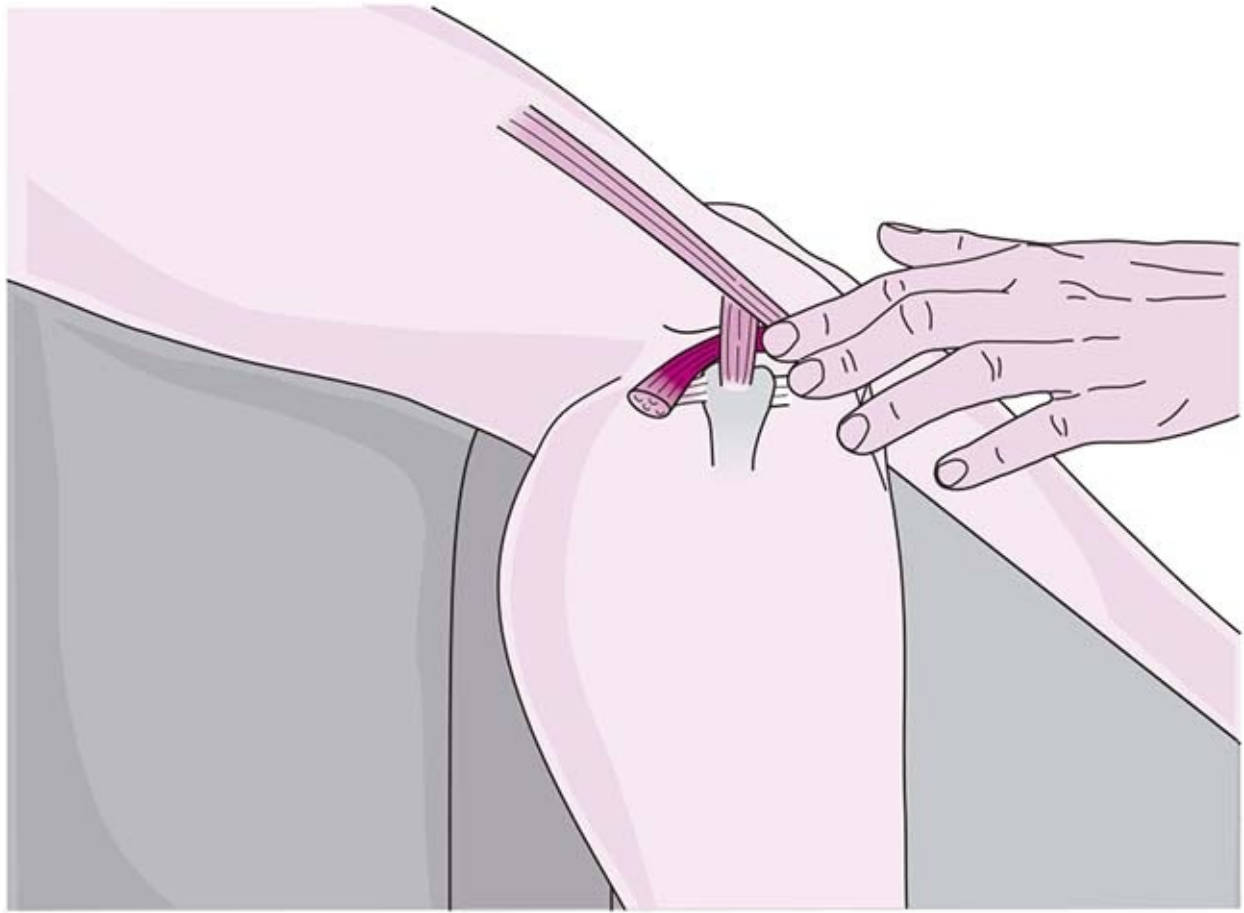
**Ligamento poplíteo arqueado (figura 9-25)**



**Figura 9-25.** Palpación del ligamento poplíteo arqueado.

Debe palparse profundamente en busca de este ligamento; se inicia en el borde posterior de la cabeza del peroné y se avanza en dirección superior y un poco medial. Dado que es tan profundo, sólo puede sentirse bien su origen en la cabeza del peroné. El resto de su trayecto no puede seguirse por la cabeza lateral superpuesta del músculo gastrocnemio.

### **Músculo poplíteo (figura 9-26)**



**Figura 9-26.** Palpación del origen del músculo poplíteo en el cóndilo femoral lateral.

Su sitio de origen es anteroinferior inmediato a la inserción del ligamento colateral en el cóndilo femoral lateral. Luego sigue bajo el ligamento colateral en dirección posteroinferior y puede sentirse por primera vez como un tendón ancho inferior al tendón del bíceps femoral. La cabeza del gastrocnemio impide la palpación de su inserción.

**Nervio peroneo común (figura 9-27)**



**Figura 9-27.** Palpación del nervio peroneo común.

Se palpa el nervio en el margen superior del tendón del bíceps como un cordón longitudinal delgado y muy sólido en la fosa poplíteica. Puede seguirse hasta la cabeza del peroné y más allá, tras asumir un trayecto superficial alrededor de la cabeza en sentido anterior.

#### Patología

Debido a su trayecto superficial alrededor del cuello del peroné, es fácil que el nervio peroneo común se comprima, por ejemplo por un vendaje muy ajustado o por cruzar las piernas. Esto genera sensaciones desagradables y caída temporal del pie.

### **Músculo bíceps femoral (figura 9-28)**



**Figura 9-28.** Palpación del músculo bíceps femoral.

El tendón es fácil de palpar en la zona superolateral de la rodilla. Las partes del músculo que siguen hasta la cabeza del peroné son muy fáciles de identificar, mientras que las que se dirigen a la tibia no lo son tanto. La tensión del músculo, por ejemplo para flexionar la rodilla, hace que el tendón sobresalga aún más.

### **Menisco lateral (figura 9-29)**



**Figura 9-29.** Palpación del menisco lateral.

Al colocar los dedos índice y medio en el espacio articular anterior, justo lateral al ligamento de la rótula mientras se mueve de manera pasiva la pierna hacia la rotación interna, puede palparse el asta anterior del menisco cuando se retrae hacia la articulación.

Durante la rotación externa se mueve hacia fuera contra el dedo que palpa. Una alternativa consiste en extender y flexionar la rodilla de manera pasiva varias veces; en la extensión, el asta anterior sale y se percibe con el dedo; en la flexión regresa hacia la articulación.

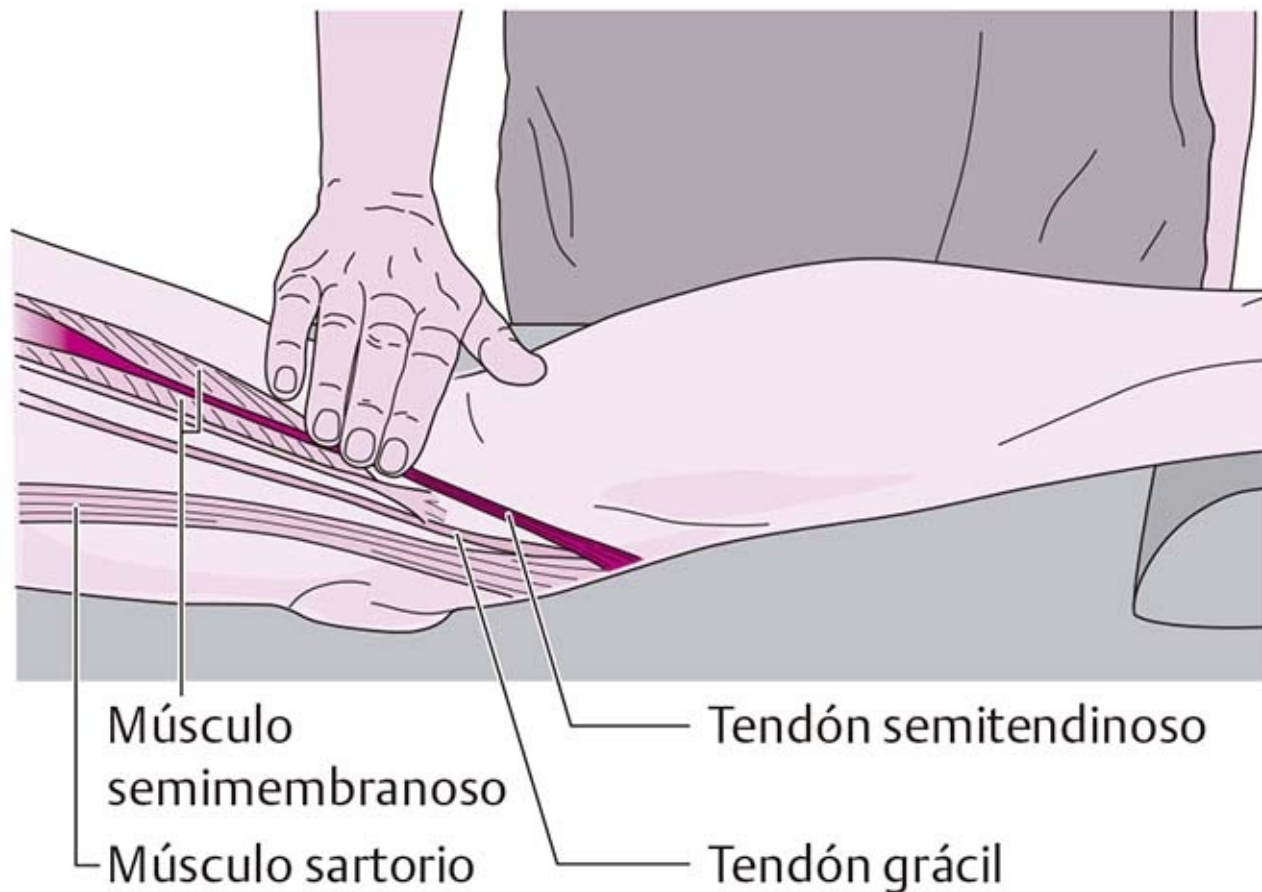
#### Consejo práctico

##### Lesiones de los meniscos

El dolor que se irradia hacia delante durante la extensión y hacia atrás durante la flexión sugiere una lesión de menisco. Para confirmar el diagnóstico deben realizarse más pruebas en el menisco.

## 9.1.4 Palpación de las estructuras posteriores de la rodilla

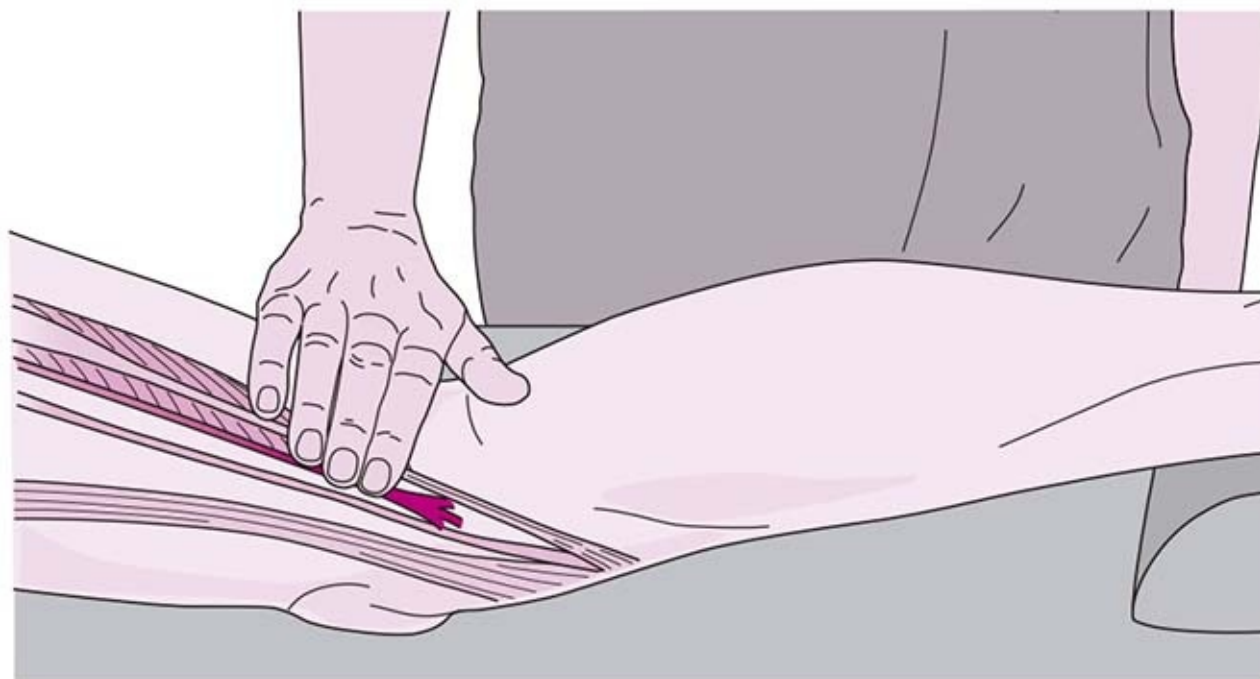
### Músculo semitendinoso (figura 9-30)



**Figura 9-30.** Palpación del tendón del semitendinoso.

Cuando se tensa el músculo hacia la flexión de la rodilla, el tendón del músculo semitendinoso sobresale como una hebra superficial en la zona poplíteo medial. Sigue en dirección anteromedial y puede palparse hasta su inserción en la parte anterior de la tibia.

**Músculo semimembranoso (figura 9-31)**



**Figura 9-31.** Palpación del tendón semimembranoso.

Este músculo puede palparse en la parte medial y lateral al tendón del semitendinoso en la fosa, pero en un nivel más profundo. El borde medial (que apunta hacia la parte medial de la rodilla) es angosto y firme, ya que es la parte tendinosa. En contraste, el borde lateral (la parte muscular) es blanda y ancha. El músculo se torna más prominente cuando se tensa, por ejemplo para flexionar la rodilla.

### **Músculo grácil (figura 9-32)**



**Figura 9-32.** Palpación del músculo grácil.

Si se continúa en dirección medial desde el tendón del músculo semimembranoso, el tendón del músculo grácil se localiza en la profundidad del tejido de la región medial de la rodilla. Es una hebra firme y delgada que puede seguirse en dirección distal.

### **Músculo sartorio (figura 9-33)**

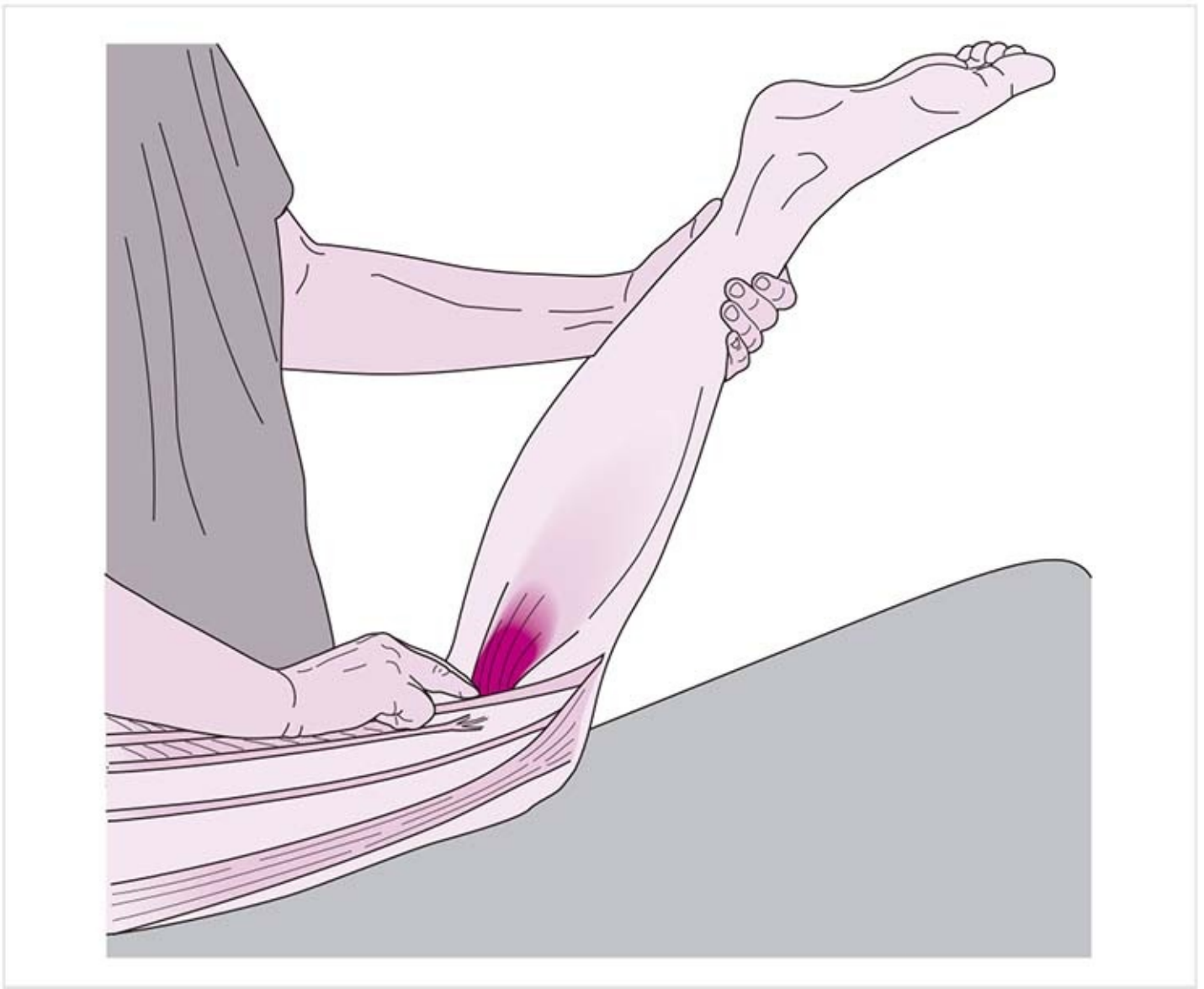




**Figura 9-33.** Palpación del músculo sartorio.

El tendón del músculo sartorio es ancho y superficial. Es palpable como una banda plana anteromedial al tendón del grácil.

**Músculo gastrocnemio (figura 9-34)**

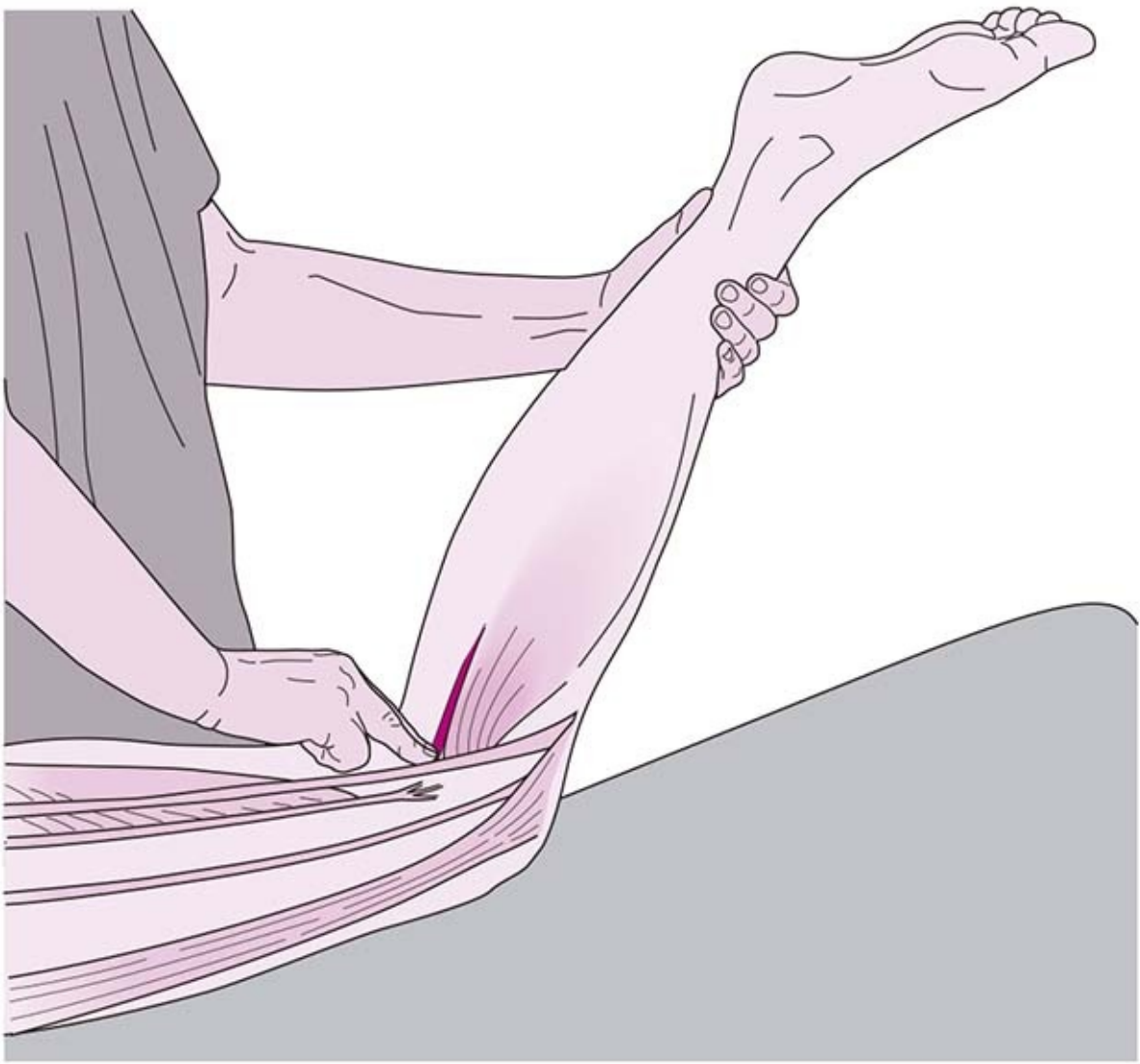


**Figura 9-34.** Palpación de la cabeza medial del músculo gastrocnemio.

Las dos cabezas del músculo gastrocnemio pueden palparse sólo durante la flexión considerable de la rodilla, ya que la fascia de la fosa poplítea se encuentra tensa en la rodilla extendida.

Se colocan las puntas de los dedos índice y medio justo adyacentes al tendón del bíceps femoral al nivel del pliegue poplíteo y sólo entonces se coloca la rodilla en flexión máxima. La tensión del pie en flexión plantar hace que la zona carnosa de origen de la cabeza lateral del músculo gastrocnemio se abulte justo proximal a la parte superior del cóndilo lateral. Hay que encontrar la cabeza medial de la misma forma, pero mediante el tendón del semimembranoso como guía.

**Nervio tibial (figura 9-35)**



**Figura 9-35.** Palpación del nervio tibial y la arteria poplítea en la fosa poplítea.

El nervio puede palparse como una estructura semejante a un cordón en el centro de la fosa poplítea. Se coloca también la rodilla en flexión para este procedimiento.

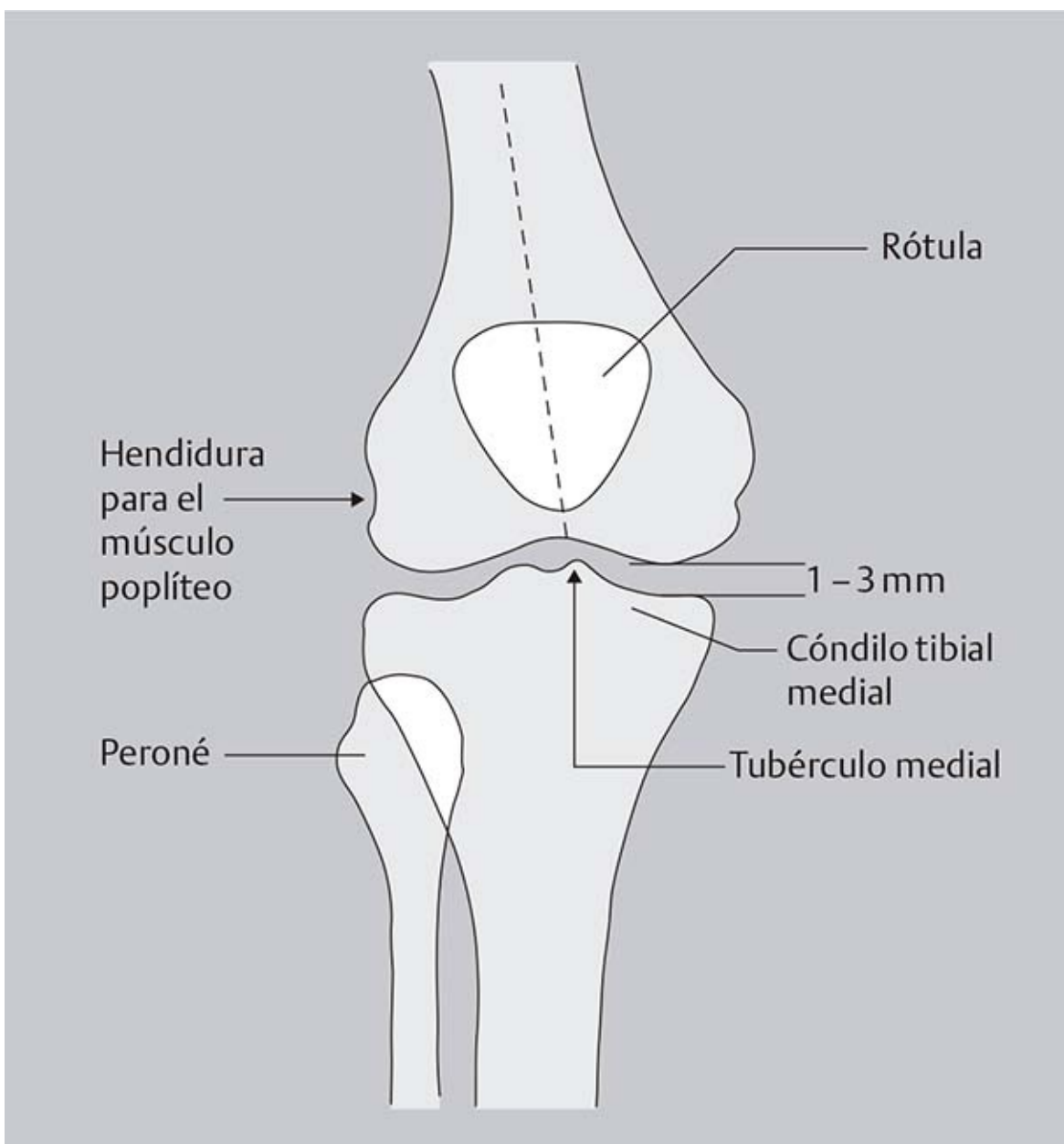
### **Arteria poplítea (figura 9-35)**

La arteria se localiza junto al nervio, pero a mayor profundidad. Para sentir el pulso, la rodilla debe flexionarse al menos 90°. Es necesaria la palpación profunda.

## **9.2 Radiografía de la rodilla**

### **9.2.1 Vista anteroposterior**

#### **Hallazgos normales (figura 9-36)**



**Figura 9-36.** Imagen radiográfica: vista anteroposterior.

- **Anchura del espacio articular:** 3 a 5 mm, el espacio medial de la articulación de la rodilla es un poco más amplio que el lateral.
- **Cóndilo lateral:** presenta una pequeña hendidura lateral en la que discurre el tendón del músculo poplíteo.
- **Eminencia intercondílea:** el tubérculo intercondíleo medial es más alto que el lateral.
- **Superficie articular tibial medial:** en general, se halla a un nivel más alto que la lateral.
- **Cabeza del peroné:** casi un tercio queda oculto por el cóndilo tibial.
- **Rótula:** su contorno se proyecta como una débil sombra en los cóndilos femorales. Su forma es muy variable.
- **Valoración de la posición rotuliana:** centrada, normal; desplazada a un lado, subluxación.
- **Fabela:** es un hueso sesamoideo localizado en la cabeza lateral del gastrocnemio y se proyecta como una zona compacta y redonda en el cóndilo lateral del fémur.

## Patología

### Lesiones

Pueden detectarse fracturas, arrancamiento del ligamento del hueso, fracturas osteocondrales y las luxaciones (p. ej., de la cabeza del peroné o la rótula).

### Cambios degenerativos (figura 9-37)

Osteofitos y exostosis.

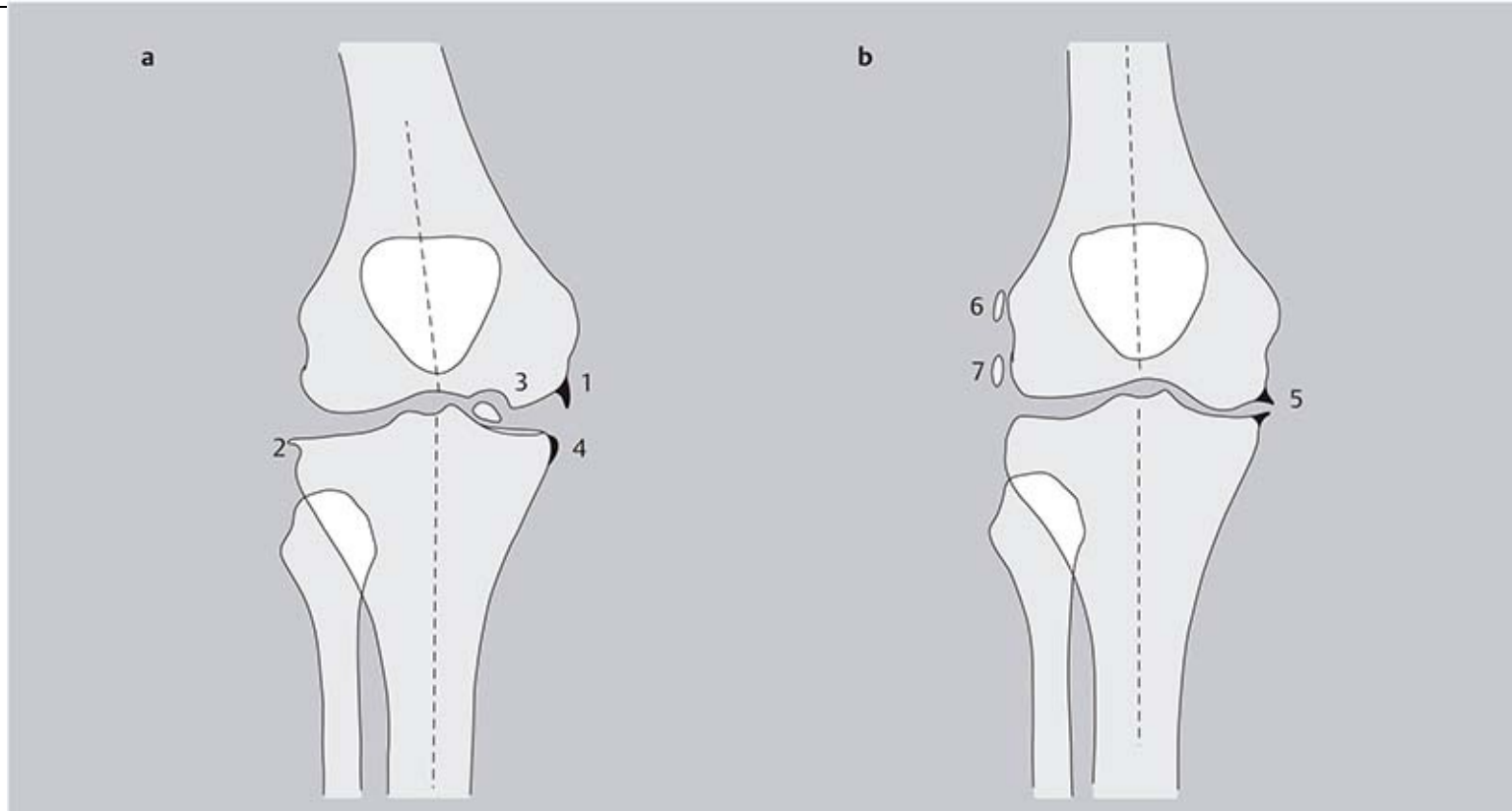
Cuerpos libres en la osteocondritis disecante, con un borde esclerótico en el cóndilo femoral medial.

Aplanamiento del cóndilo con engrosamiento subcondral leve como signo de osteonecrosis.

Calcificaciones en el origen de los ligamentos en el tendón poplíteo, en el cojinete adiposo infrarrotuliano (cojinete adiposo de Hoffa) y en las bolsas suprarrotuliana e infrarrotuliana profunda.

Quistes óseos

Signo de Rauber: depósito perióstico en el borde correspondiente de la meseta tibial como resultado de una lesión en el menisco (consolidación con desarrollo de espolón óseo).



**Figura 9-37 (a, b).** Imagen radiográfica: cambios degenerativos en la vista anteroposterior.

1 = Osteofitos

2 = Erosión por presión con un borde esclerótico en la meseta tibial lateral.

3 = Osteocondritis disecante

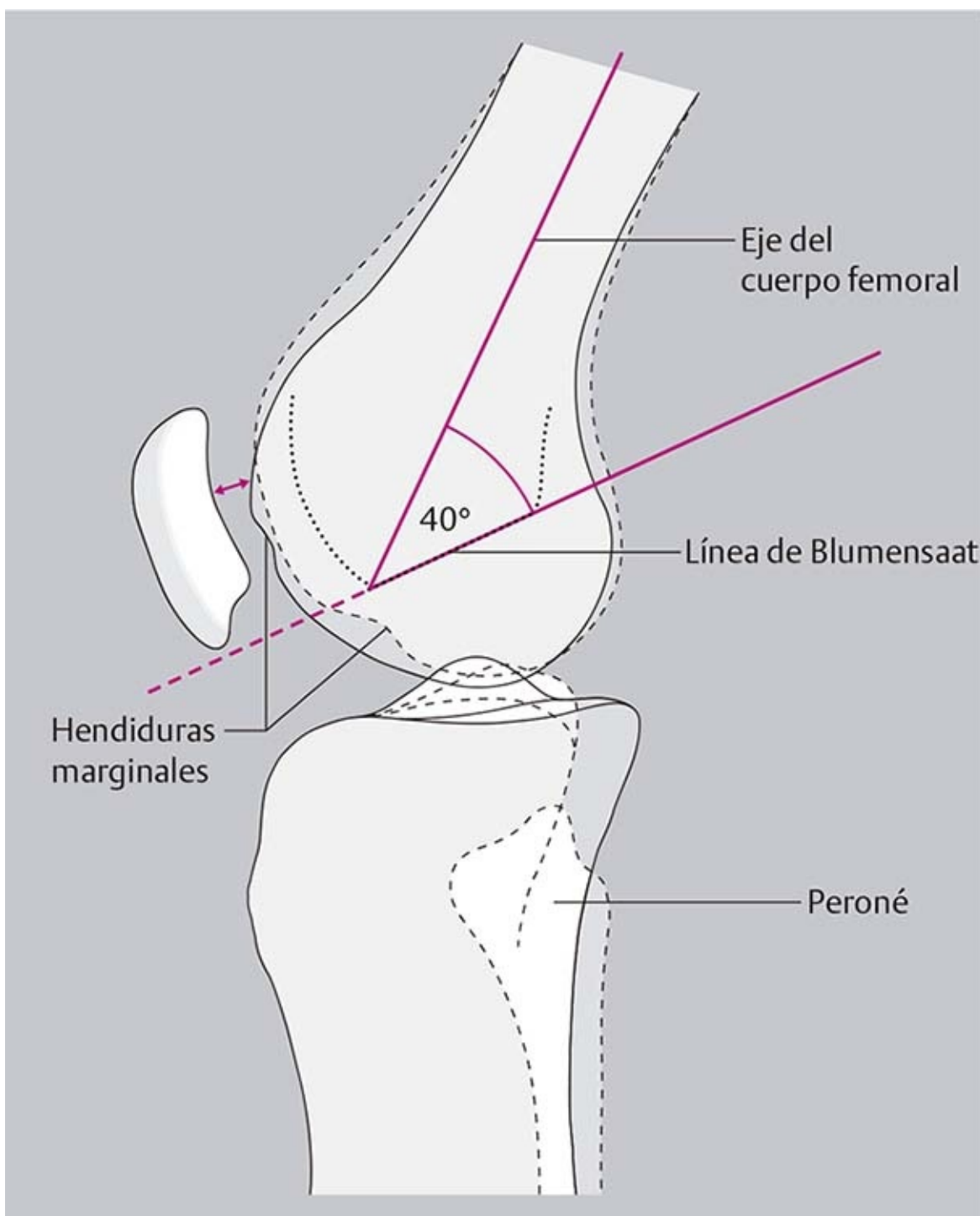
4 = Signo de Rauber

5 = Osteofitos con estrechamiento del espacio articular

6 = Calcificación del ligamento colateral cubital

7 = Calcificación en el tendón poplíteo

## 9.2.2 Vista lateral (perfil, figura 9-38)



**Figura 9-38.** Radiografía de la rodilla: vista lateral.

Posición: flexión a 30° en decúbito lateral; proyección lateral.

### Hallazgos normales

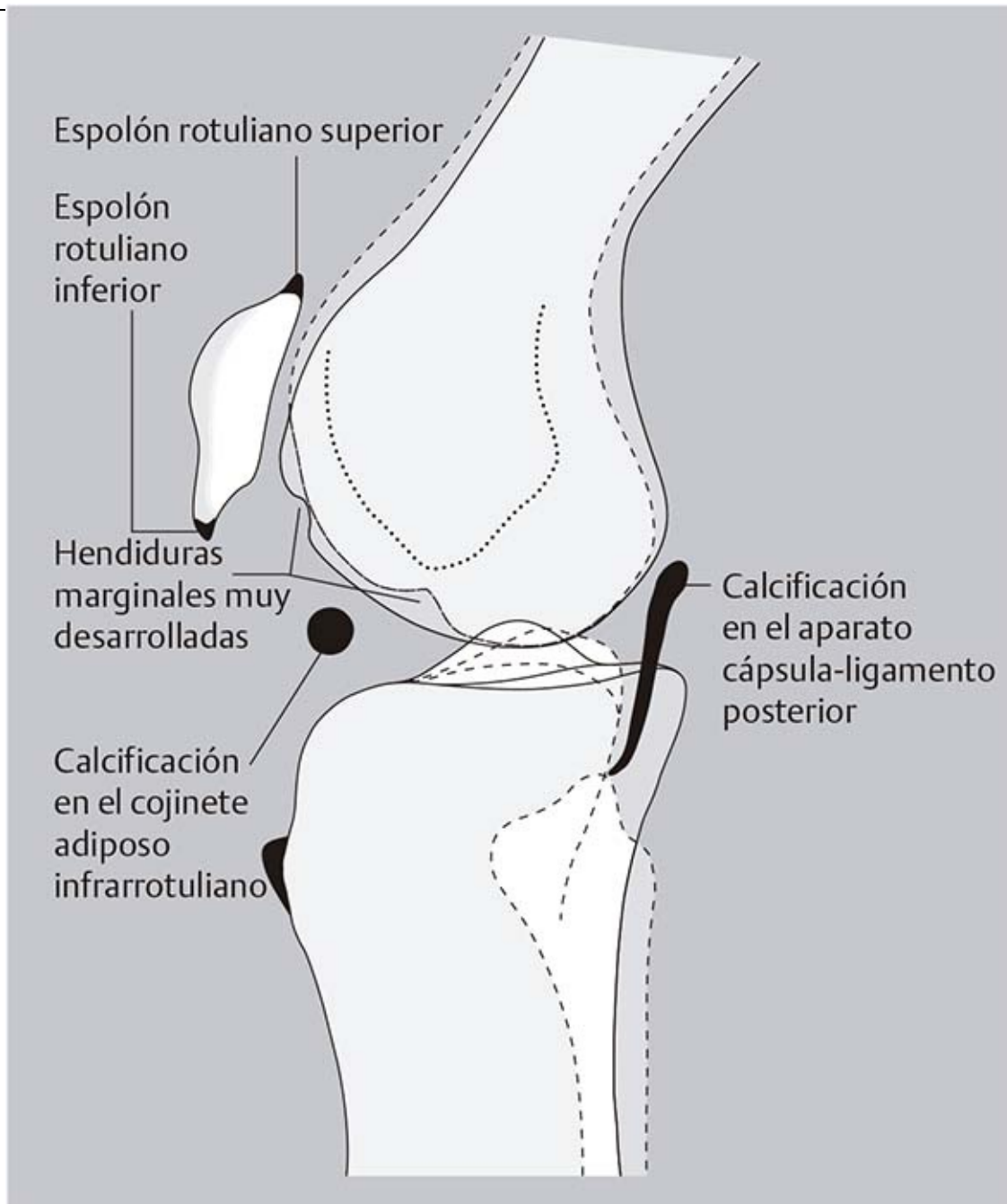
- Los cóndilos que salen del casete de película para rayos X tienen bordes borrosos.
- Las **hendiduras marginales** en el cóndilo medial y lateral parecen pequeñas indentaciones uniformes; la medial está localizada en el tercio superior del cóndilo femoral y la lateral en el tercio medio.
- La **meseta tibial medial** tiene forma cóncava y el borde de la meseta posee una caída aguda hacia la cara posterior de la tibia.
- La **meseta tibial lateral** discurre hacia la cara posterior de la tibia en un arco convexo.
- La **línea de Blumensaat** (techo de la fosa intercondílea) se reconoce como una línea de compresión y se inclina en un ángulo de 40° desde el eje del cuerpo femoral.
- **Posición de la rótula:** el vértice de la rótula se encuentra casi al mismo nivel que la extensión de la

línea de Blumensaat.

- Anchura del **espacio rotulofemoral** : 3 a 5 mm
- La **superficie femoral** de la rótula es cóncava. Debido a la superposición de los bordes de las facetas medial y lateral, hay dos líneas limítrofes discernibles.

## Patología

**(Figura 9-39)**  
Las **hendiduras marginales muy desarrolladas** sugieren un problema en el ligamento cruzado, ya que el movimiento normal de rodamiento-deslizamiento se altera y los movimientos (p. ej., la extensión) terminan de manera súbita.  
Las **calcificaciones** se producen dentro de varias estructuras, como el cojinete adiposo infrarrotuliano, el trayecto de los ligamentos cruzados y la zona capsular dorsal (ligamentos poplíteo oblicuo y poplíteo arqueado).  
La **fibroostosis** en las inserciones de los tendones del cuádriceps (espolón de la rótula superior), la inserción del ligamento rotuliano en el vértice de la rótula (espolón de la rótula inferior) y la tuberosidad tibial (enfermedad de Osgood-Schlatter).



**Figura 9-39.** Imagen radiográfica: cambios degenerativos en la vista lateral.

## 9.2.3 Vista tangencial

La vista tangencial (vista en amanecer o *défilé*) muestra la rótula y su hendidura troclear femoral correspondiente (superficie rotuliana del fémur) en el corte horizontal. Esta vista permite valorar las

displasias, la posición central de la rótula y los cambios artríticos.

Posición: supina, 60° de flexión de la rodilla, con el haz de rayos X paralelo a la superficie posterior de la rótula, en sentido inferior a superior.

## Valoración de la rótula

### Hallazgos normales (figura 9-40)

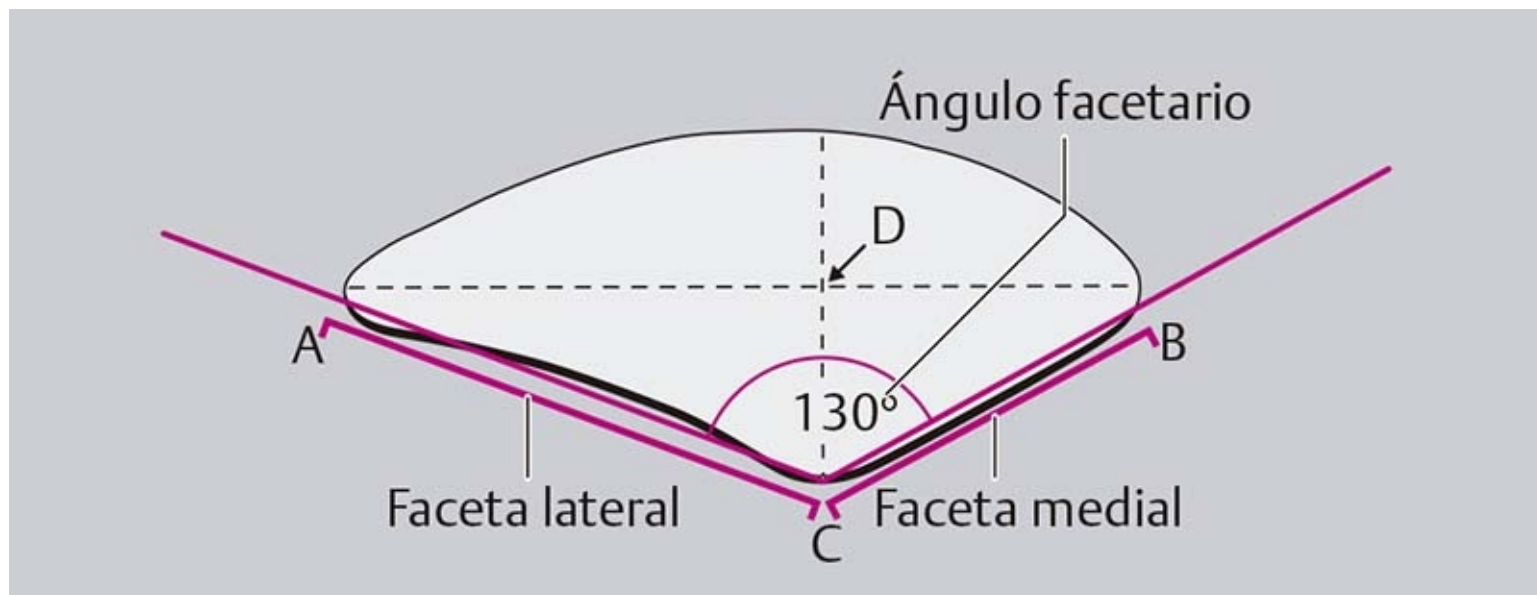


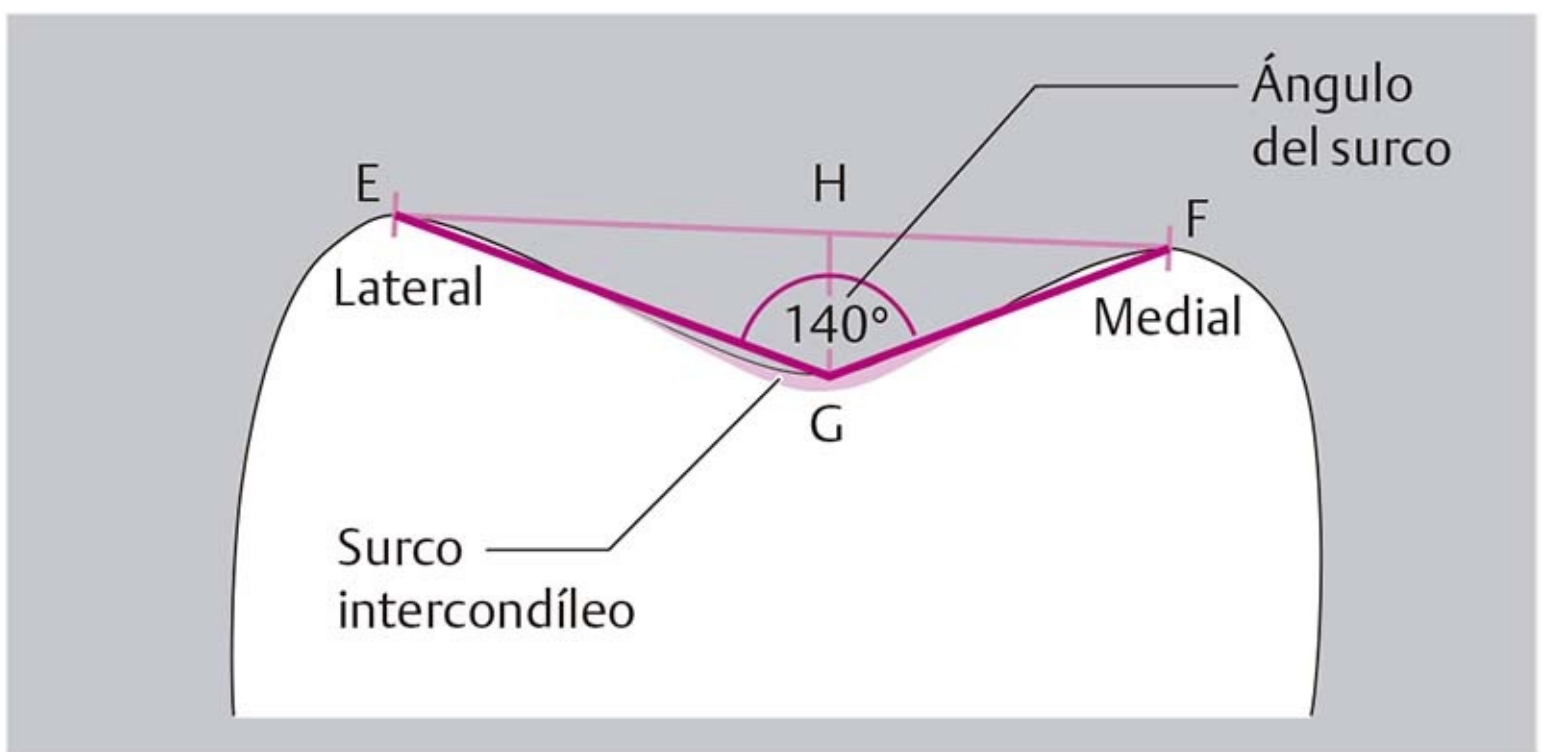
Figura 9-40. Rótula en la vista tangencial.

- La faceta lateral es más larga que la medial y tiene un trayecto más plano. La determinación del **índice de la superficie articular rotuliana (Brattström)** proporciona una medición exacta: el índice entre la longitud de la faceta lateral y la longitud de la faceta medial = 1.7:1.
- La profundidad de la rótula se confirma con la medición del **índice de profundidad rotuliana (Ficat)** : el índice de los segmentos AB:CD = 3.5-4.3.
- Ángulo de la faceta:  $130^\circ \pm 10^\circ$ .

## Valoración de la tróclea (superficie rotuliana del fémur)

### Hallazgos normales (figura 9-41)



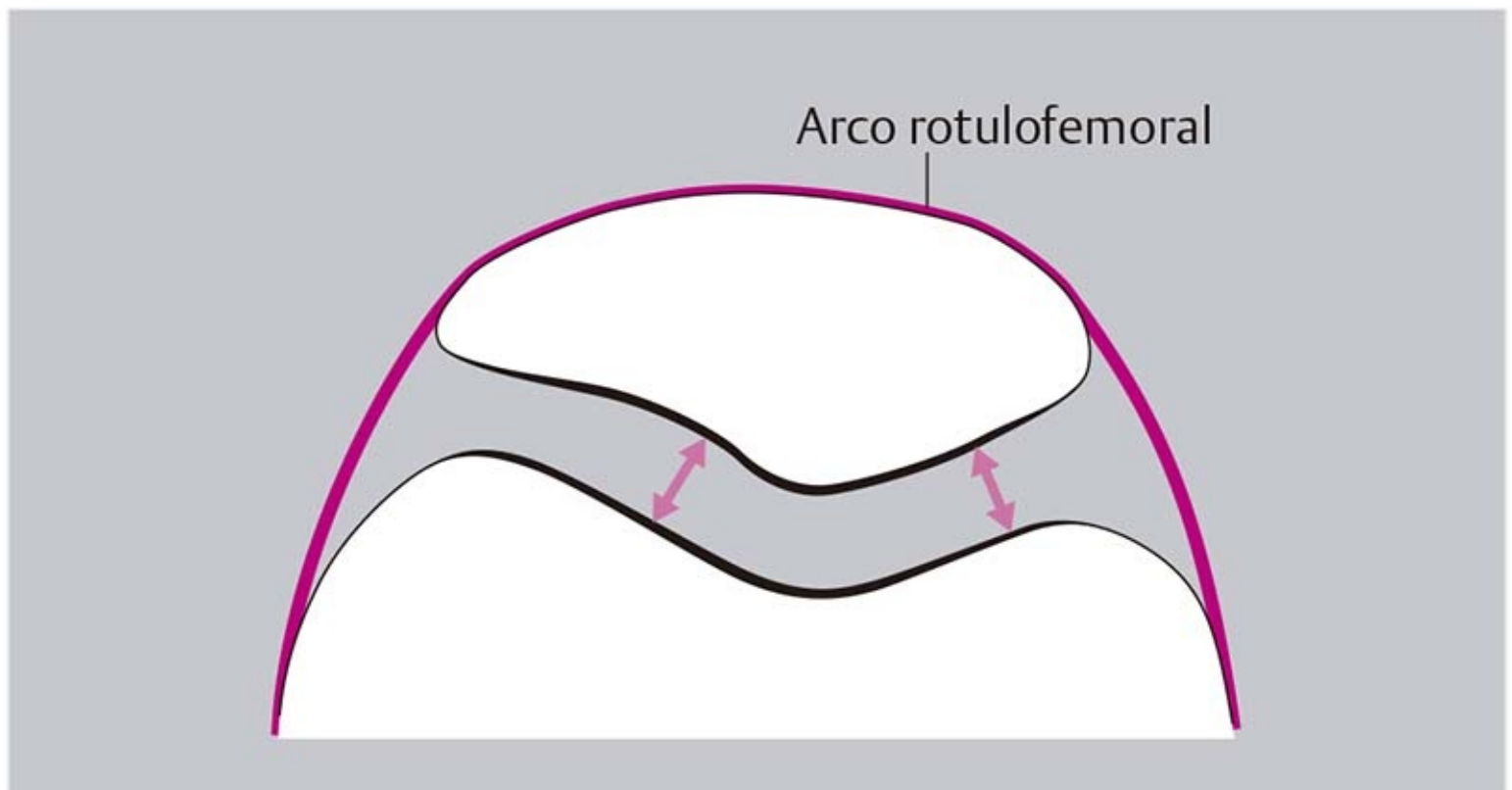


**Figura 9-41.** Imagen radiográfica: tróclea femoral en la vista tangencial.

- El cóndilo lateral es un poco más alto que el medial.
- El **surco intercondíleo** es una estructura semejante a un canal situada en el centro o un poco en dirección medial.
- **Ángulo del surco** (Brattström):  $140^\circ \pm 5^\circ$ .
- Profundidad del surco a partir de la medición del índice de profundidad condílea (Ficat): el índice de EF:GH =  $5.3 \pm 1.2$ .

### Valoración de la rótula en relación con la tróclea

#### Hallazgos normales (figura 9-42)

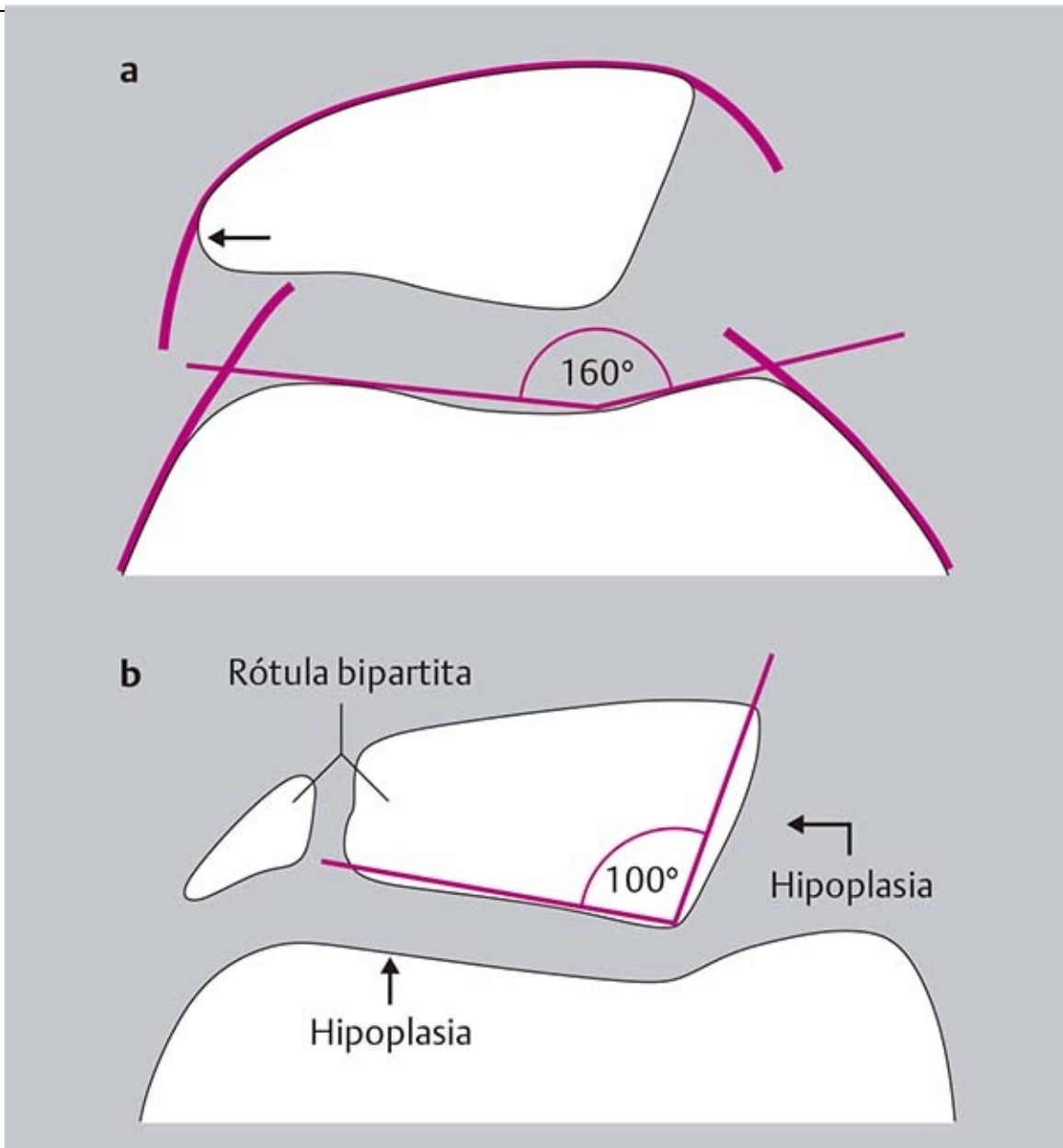


**Figura 9-42.** Imagen radiográfica: posición de la rótula en relación con la tróclea en la vista tangencial.

- La rótula, junto con las regiones laterales de los cóndilos, forma una curva armoniosa, el **arco rotulofemoral**.
- Existe un espacio simétrico desde las facetas rotulianas hasta la tróclea.

## Patología

**(Figura 9-43)**  
**Cambios degenerativos**  
 Estrechamiento de parte del espacio articular.  
 Aumento de la esclerosis subcondral como resultado del exceso de carga.  
**Hipoplasia y displasia**  
 Hipoplasia de la tróclea con aplanamiento del **surco intercondíleo** y las mejillas condíleas laterales, e incluso quizá ausencia del surco.  
 Alineación anómala lateral de la rótula como resultado de una superficie rotuliana plana de la tróclea femoral lateral, lo que interrumpe el arco rotulofemoral. La mala alineación puede alcanzar proporciones de luxación rotuliana.  
**Displasia rotuliana**, como en la rótula en *jägerhut* (sombrero de cazador), con una faceta rotuliana medial muy inclinada, o una rótula bipartita (rótula dividida).  
**Hipoplasia** medial de la rótula, con una faceta medial muy corta y convexa y un ángulo facetario de 90° a 100°, por ejemplo.

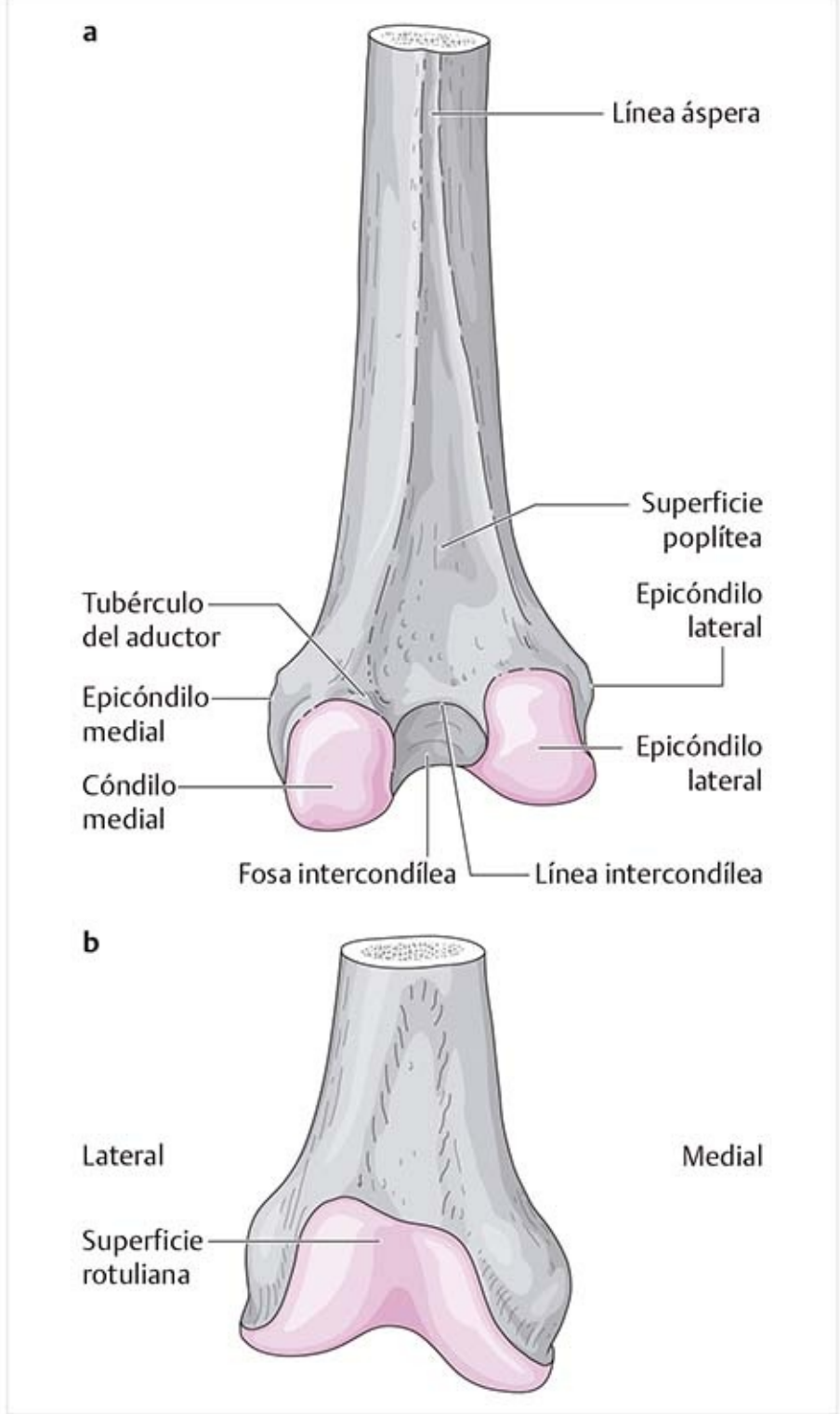


**Figura 9-43.** Imagen radiográfica: cambios patológicos. **(a)** Deformidad de rótula *jägerhut* con mala alineación lateral. **(b)** Hipoplasia del cóndilo femoral lateral y la faceta medial de la rótula y un ejemplo de la rótula bipartita.

## 9.3 Articulación de la rodilla

### 9.3.1 Estructura ósea y superficies articulares

#### Fémur (figuras 9-44 y 9-45)



**Figura 9-44.** Fémur distal. **(a)** Vista posterior. **(b)** Vista anterior.

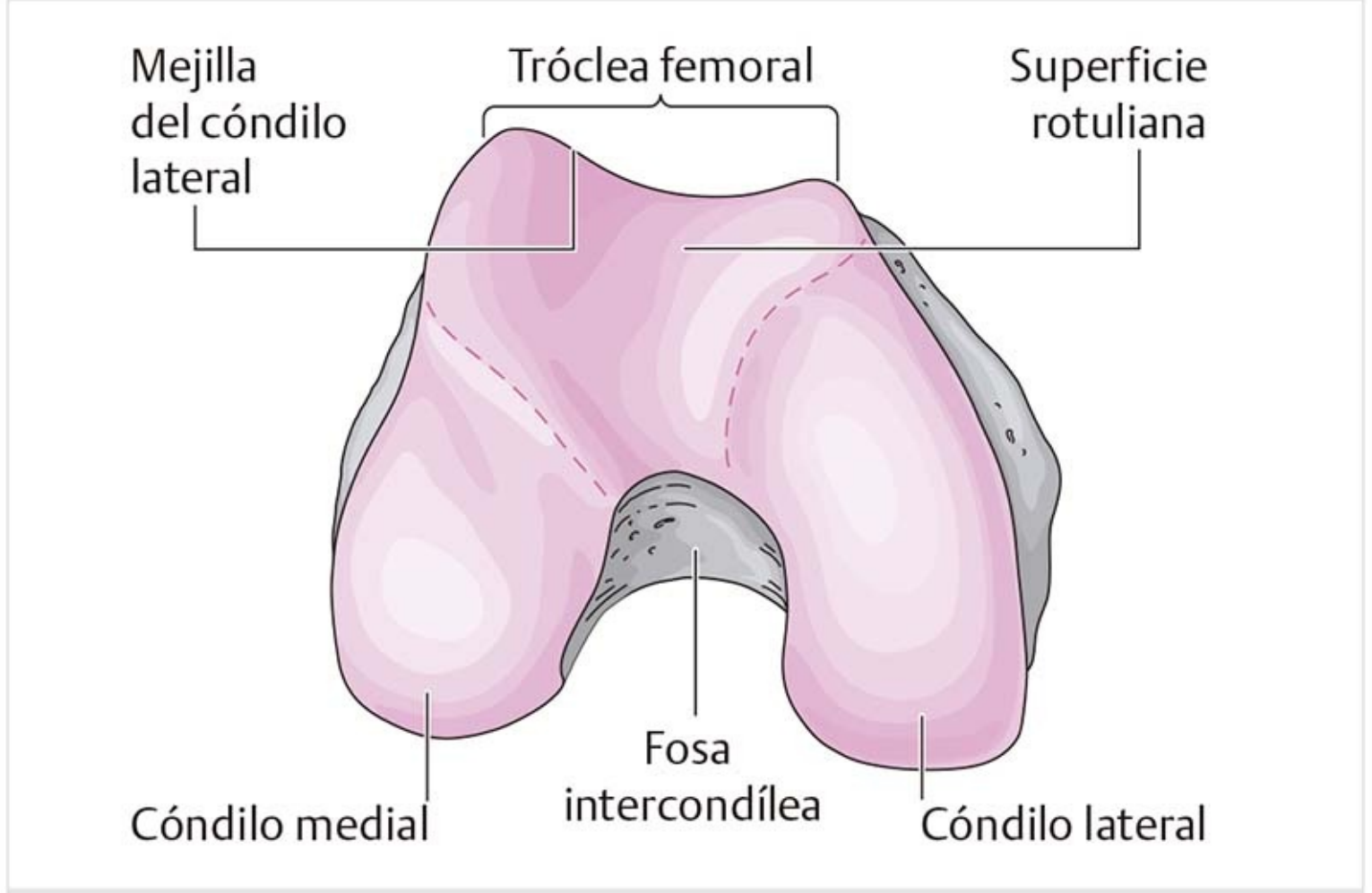


Figura 9-45. Fémur distal (vista transversal).

## Cóndilos medial y lateral

- El extremo distal del fémur se ensancha en los cóndilos femorales medial y lateral.
- En la región posterior están separados por una hendidura ancha y profunda, la **fosa intercondílea**.
- En las superficies laterales de los cóndilos hay pequeñas proyecciones, los **epicóndilos medial y lateral**.
- Al final del cóndilo medial se encuentra el tubérculo del aductor, el sitio de inserción del músculo aductor mayor.
- En la vista frontal, el cóndilo medial es un poco más largo que el lateral. Por lo tanto, en la posición de pie hay un ángulo de desnivel (el ángulo que forma el eje del cuerpo femoral con la línea longitudinal de la pierna) de  $6^\circ$ .
- En la vista transversal, el cóndilo lateral es más corto y ancho que el cóndilo medial.

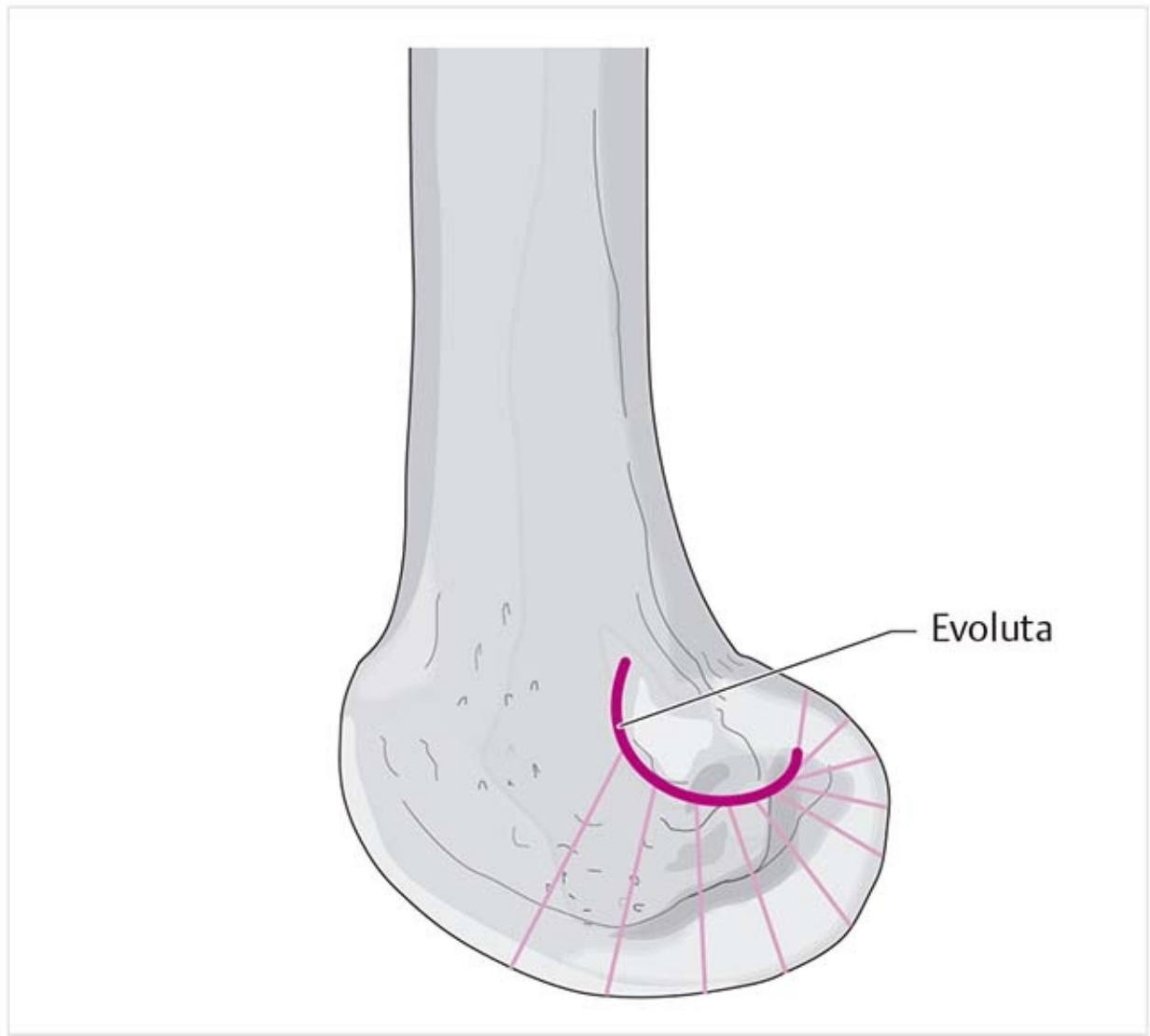
## Superficie poplítea

- Se forma por los labios medial y lateral de la línea áspera, que se separan entre sí en una forma de V invertida hacia los epicóndilos.
- El borde inferior es una cresta que conecta los cóndilos entre sí, la **línea intercondílea**.

## Tróclea femoral (superficie rotuliana del fémur)

- En la parte anterior, los cóndilos terminan en la superficie rotuliana, en la que la vista transversal tiene una forma de corazón con una hendidura vertical ancha en el centro.
- Los bordes laterales se llaman **mejillas condíleas**. La mejilla lateral es más prominente que la medial.

## Evoluta (figura 9-46)

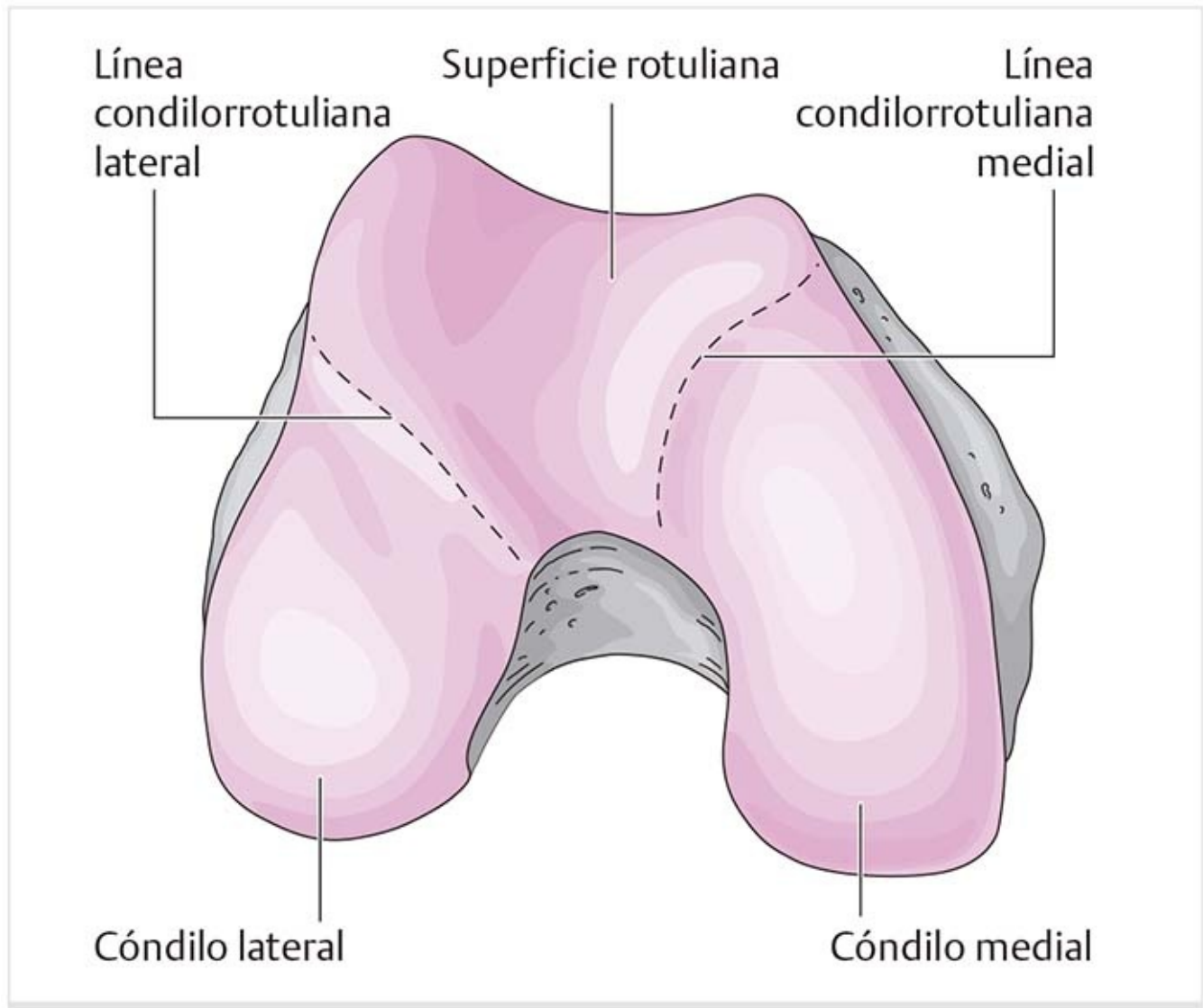


**Figura 9-46.** Evoluta.

Una representación del perfil de los cóndilos muestra que el diámetro de su curvatura disminuye al avanzar en dirección posterior. Por ejemplo, el radio del cóndilo medial decrece de 38 mm en la parte anterior a 17 mm en la posterior, y el del cóndilo lateral de 60 mm a 12 mm.

El contorno de los cóndilos es como una espiral, pero con múltiples centros. La línea curva formada por los centros de la curvatura se denomina evoluta. Los epicóndilos coinciden casi con el extremo anterior de la evoluta, mientras que el extremo posterior se halla al nivel de la fosa intercondílea.

## **Superficies articulares cubiertas con cartílago (figura 9-47)**



**Figura 9-47.** Superficies articulares cubiertas con cartílago en la parte distal del fémur.

Los dos cóndilos tienen una cubierta de cartílago del mismo grosor, de 5 a 7 mm.

La superficie rotuliana del fémur forma la superficie deslizante para la rótula. En la transición entre los cóndilos y la superficie rotuliana hay elevaciones pequeñas visibles, las **líneas condilorrotulianas medial y lateral**. También se conocen como hendiduras marginales. Se desarrollan por la presión marginal del asta anterior del menisco en la extensión máxima. La línea condilorrotuliana medial se extiende más en dirección proximal que la línea lateral.

#### Patología

##### **Osteocondritis disecante**

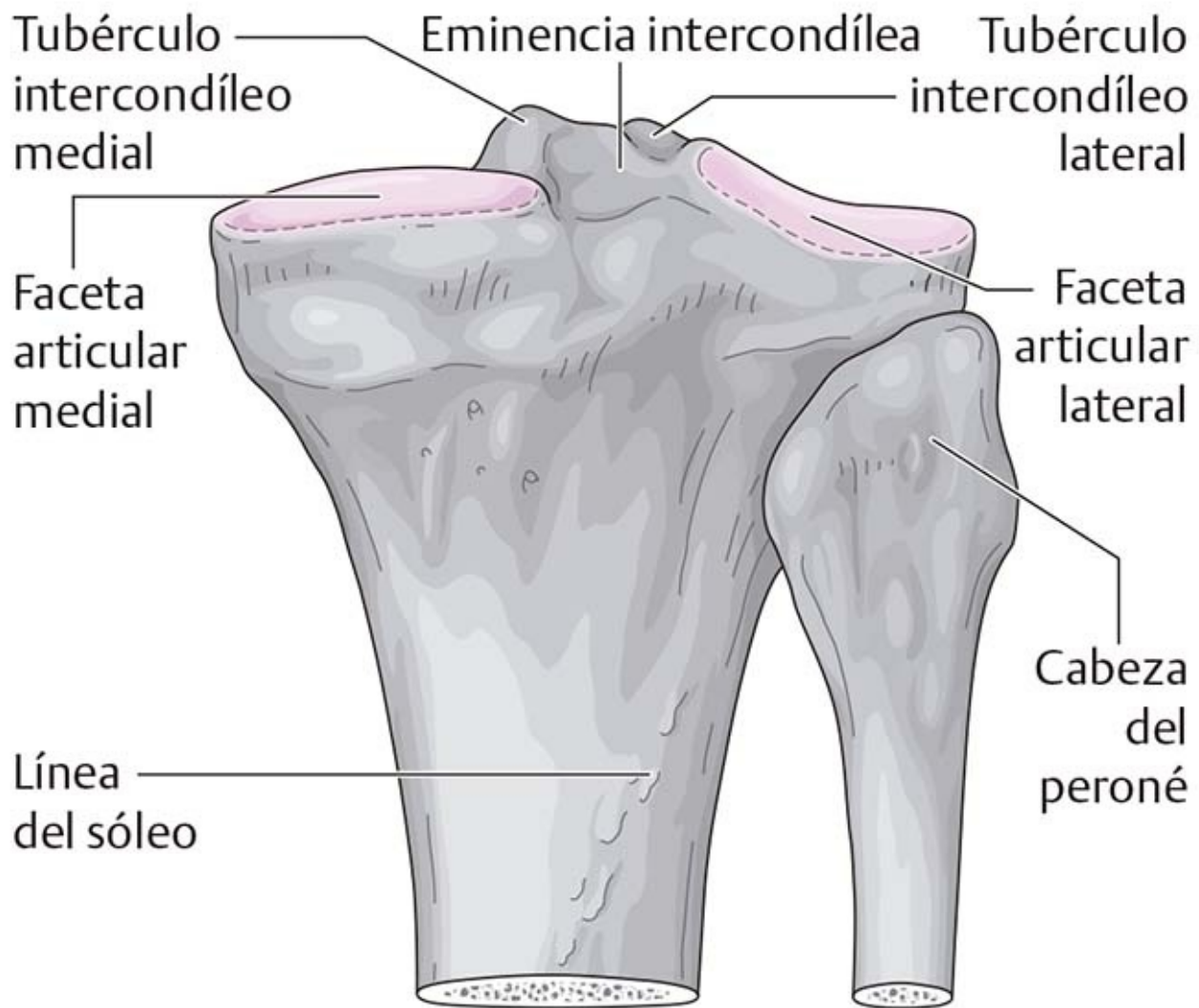
Es la necrosis aséptica del cartílago subcondral que ocurre sobre todo en la cara interna del cóndilo medial.

Hay ablandamiento y quizá desprendimiento de un pequeño fragmento de hueso y cartílago (cuerpo libre). Esto deja un defecto correspondiente en el cóndilo femoral. El cuerpo libre puede trabar la articulación.

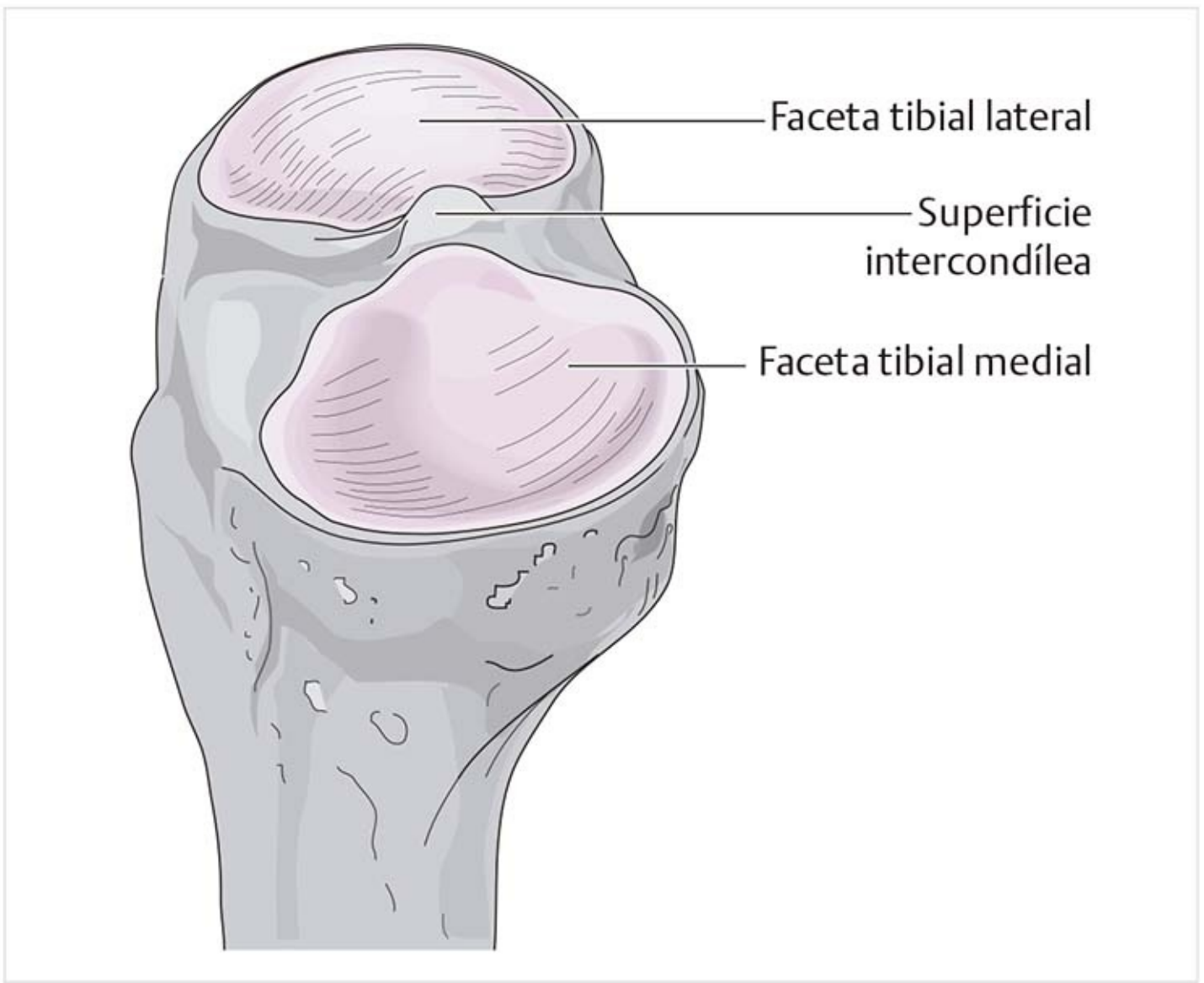
La causa parcial de la osteocondritis disecante es el aumento de la tensión biomecánica sobre la articulación de la rodilla. Este aumento de la carga puede deberse al microtraumatismo recurrente o a la posición anómala. Otras posibles causas incluyen factores genéticos y hormonales.

## Tibia

### Meseta tibial (figura 9-48 y 9-49)



**Figura 9-48.** Tibia proximal (vista posterior).

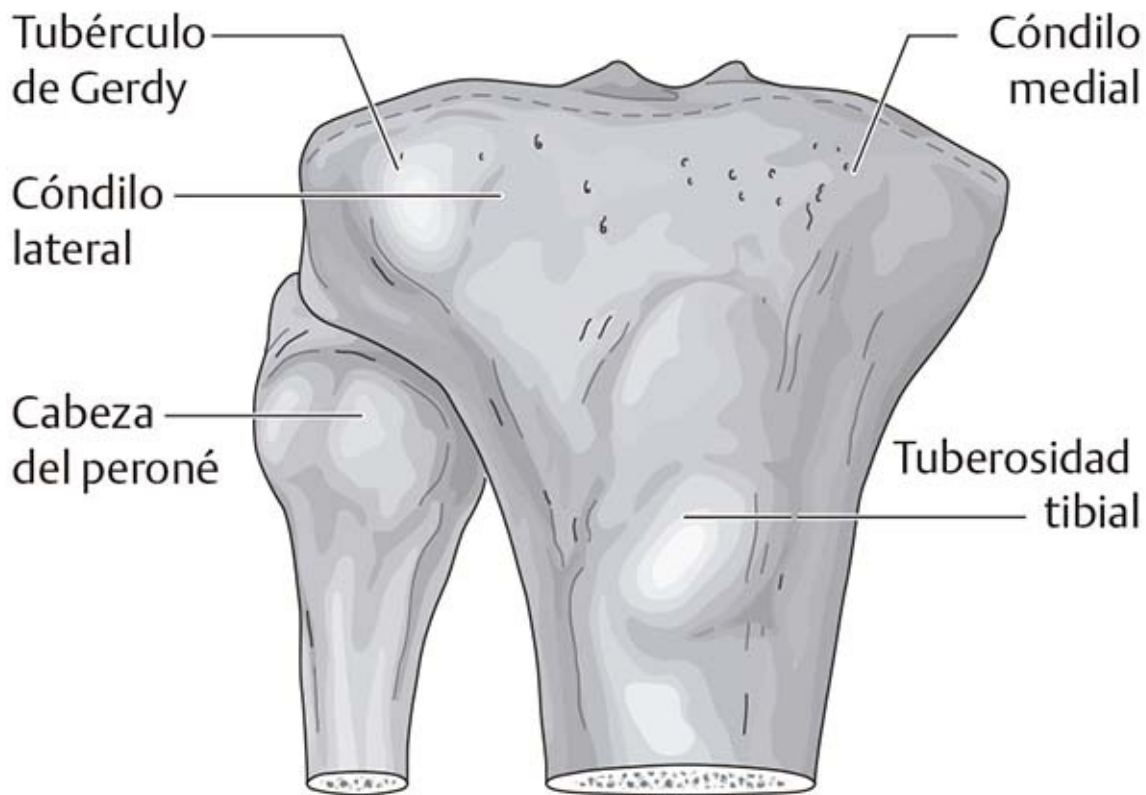


**Figura 9-49.** Facetas articulares de la tibia (vista medial).

- La parte de la tibia dirigida hacia arriba se conoce como meseta tibial.
- Tiene una inclinación posterior de 9°.
- La superficie articular de la meseta es la **superficie articular superior** y se divide en las superficies articulares lateral y medial.
- Se divide por un área que no está cubierta con cartílago, la **eminencia intercondílea** .
- La eminencia intercondílea es una elevación clara que es más plana en la parte anterior y posterior en las **áreas intercondíleas anterior y posterior** .
- Elevaciones en la transición de la faceta a la eminencia: **tubérculos intercondíleos medial y lateral** (son muy pronunciados).
- Ambas superficies articulares tienen forma oval; la faceta medial es cóncava en sus planos sagital y frontal; la faceta lateral es cóncava en la vista frontal y convexa en la sagital.

### **Cóndilos medial y lateral (figura 9-50)**

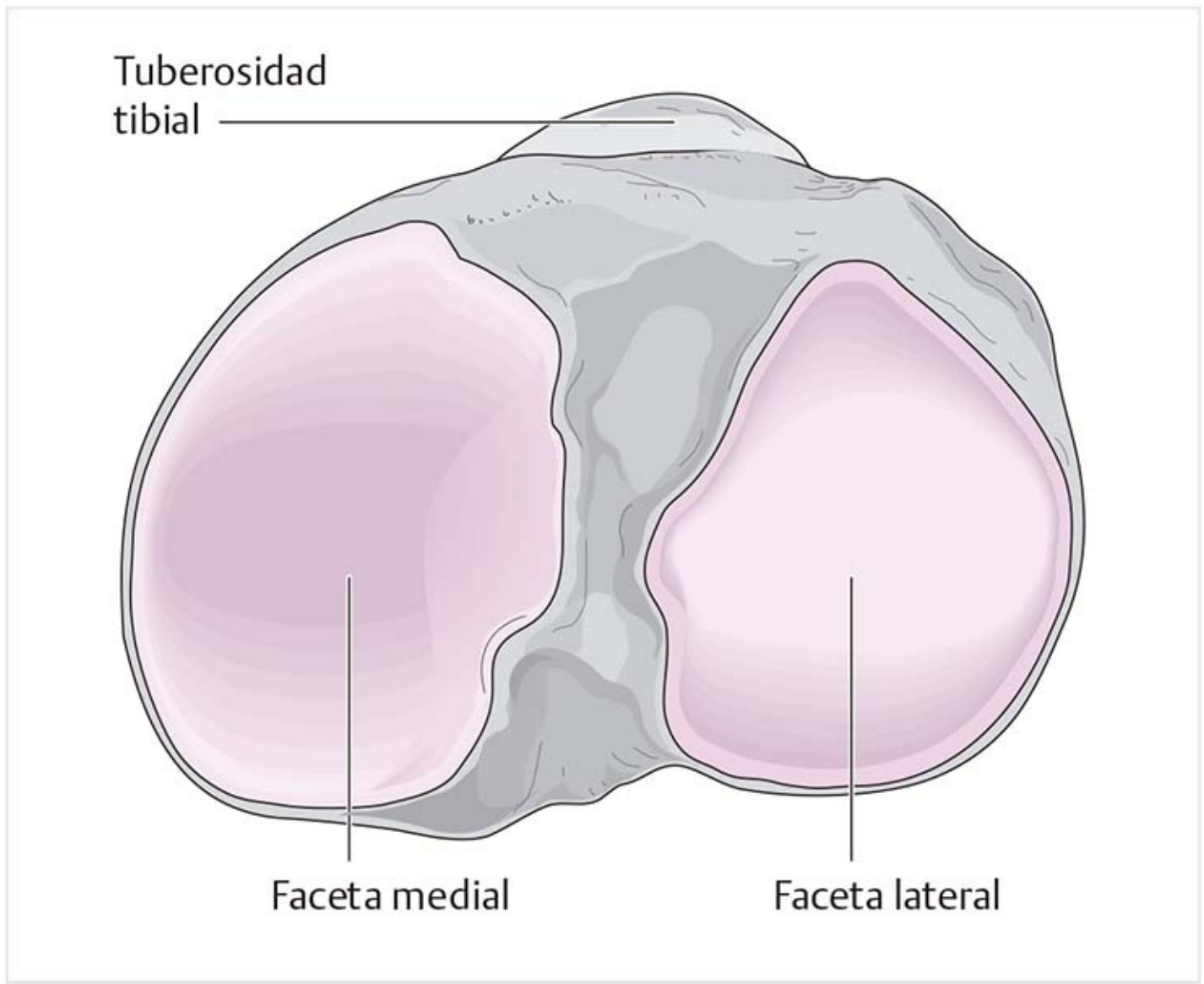




**Figura 9-50.** Tibia proximal (vista anterior).

- La parte proximal de la tibia está formada por cóndilos en sus partes medial y lateral.
- El **tubérculo de Gerdy** , que sobresale con claridad desde la parte anterior del cóndilo lateral, es el sitio de inserción para el haz iliotibial.
- La **tuberosidad tibial** , situada más abajo del tubérculo de Gerdy y hacia la parte media de la tibia, es la inserción para el ligamento rotuliano.
- La faceta articular peronea se localiza en la parte posterolateral, bajo el cóndilo tibial lateral. Es una superficie articular ligeramente convexa para la cabeza del peroné.

### **Superficies articulares de la tibia cubiertas con cartílago (figura 9-51)**

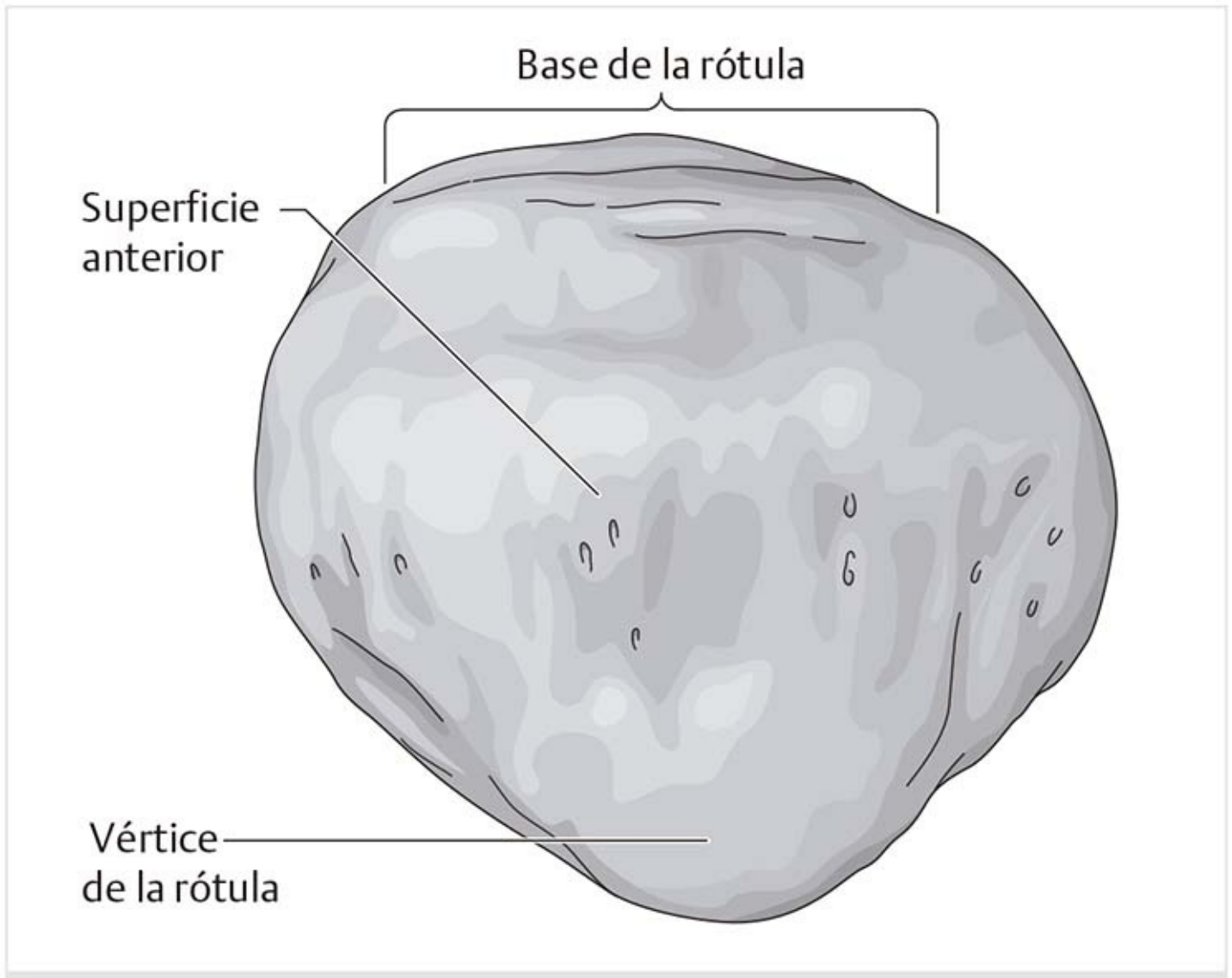


**Figura 9-51.** Superficies articulares cubiertas con cartílago en la tibia (vista superior).

La superficie articular de la tibia en la meseta tibial mide hasta 5 mm de grosor. La cubierta cartilaginosa es un poco más gruesa en la faceta lateral que en la medial.

En la parte posterior, una capa más delgada de cartílago articular se extiende en dirección posterior y distal sobre el borde de la meseta. Si el menisco lateral se desplaza hacia arriba durante la flexión de la rodilla, el asta posterior se desliza sobre esta parte de la meseta.

**Rótula (figura 9-52)**



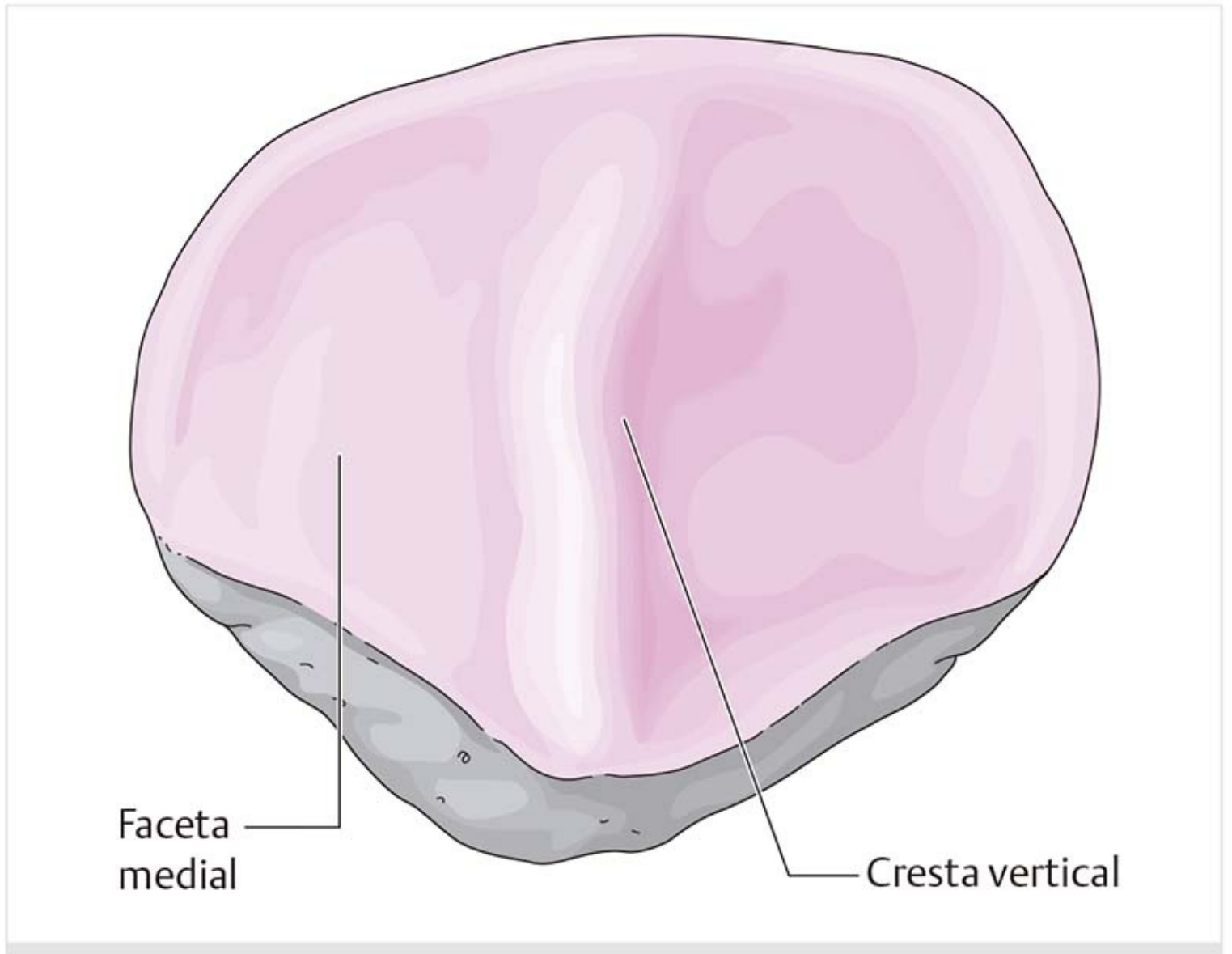
**Figura 9-52.** Rótula: superficie anterior de la rótula.

- Éste es el hueso sesamoideo más grande del esqueleto humano.
- Su forma varía en gran medida, ovalada, redonda o en forma de corazón.
- Es más ancha en la parte proximal (**base de la rótula**) y casi siempre termina en punta en la parte inferior (**vértice de la rótula**).
- El cuádriceps se aproxima desde la parte proximal, sigue hasta la base y unas cuantas de sus fibras largas pasan sobre ésta. Su continuación es el **ligamento rotuliano**, que discurre del vértice de la rótula a la tuberosidad tibial.

### **Superficie anterior**

- La superficie anterior es apenas convexa en todas las vistas.
- Tiene una superficie áspera con recesos de orientación vertical formados por las radiaciones del tendón del recto; además, está cruzada por muchos vasos sanguíneos.

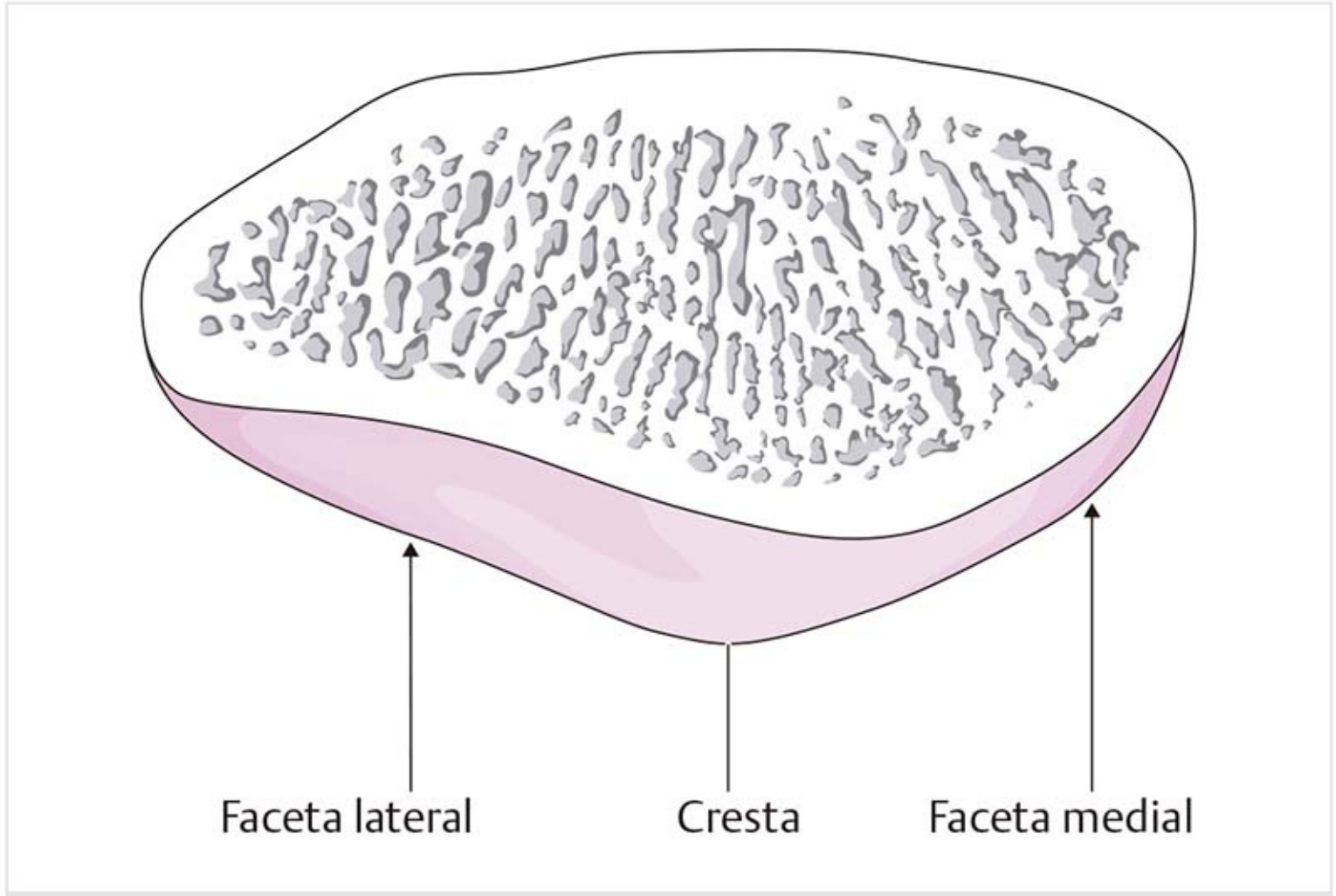
### **Superficie articular de la rótula (figura 9-53)**



**Figura 9-53.** Rótula: superficie articular de la rótula.

- También se conoce como superficie articular retrorrotuliana.
- Es la superficie articular de la rótula para la articulación rotulofemoral.
- Tiene una cresta vertical que la divide en una mitad lateral ancha y una mitad medial estrecha. La **faceta lateral** es cóncava y la **faceta medial** es cóncava o un poco convexa.

### **Vista transversal de la rótula (figura 9-54)**



**Figura 9-54.** Vista transversal de la rótula.

- La rótula tiene forma triangular, con la punta dirigida hacia la articulación.
- Los bordes laterales tienen grosor variable; el borde medial tiene una construcción mucho más sólida que la lateral. Sin embargo, la parte lateral se extiende aún más.
- El ángulo entre las facetas medial y lateral (**ángulo facetario o ángulo de abertura rotuliana**) es de 120° a 140°.
- La rótula está bien centrada si la cresta de la superficie rotuliana posterior se encuentra dentro de la hendidura de la superficie rotuliana del fémur.

### Superficies articulares cubiertas con cartílago

La región media tiene la capa de cartílago hialino más gruesa, cercana a 6 mm, mientras que el vértice no está cubierto con cartílago. La superficie retrorrotuliana de la rótula y la superficie rotuliana del fémur forman la articulación rotulofemoral.

#### Patología

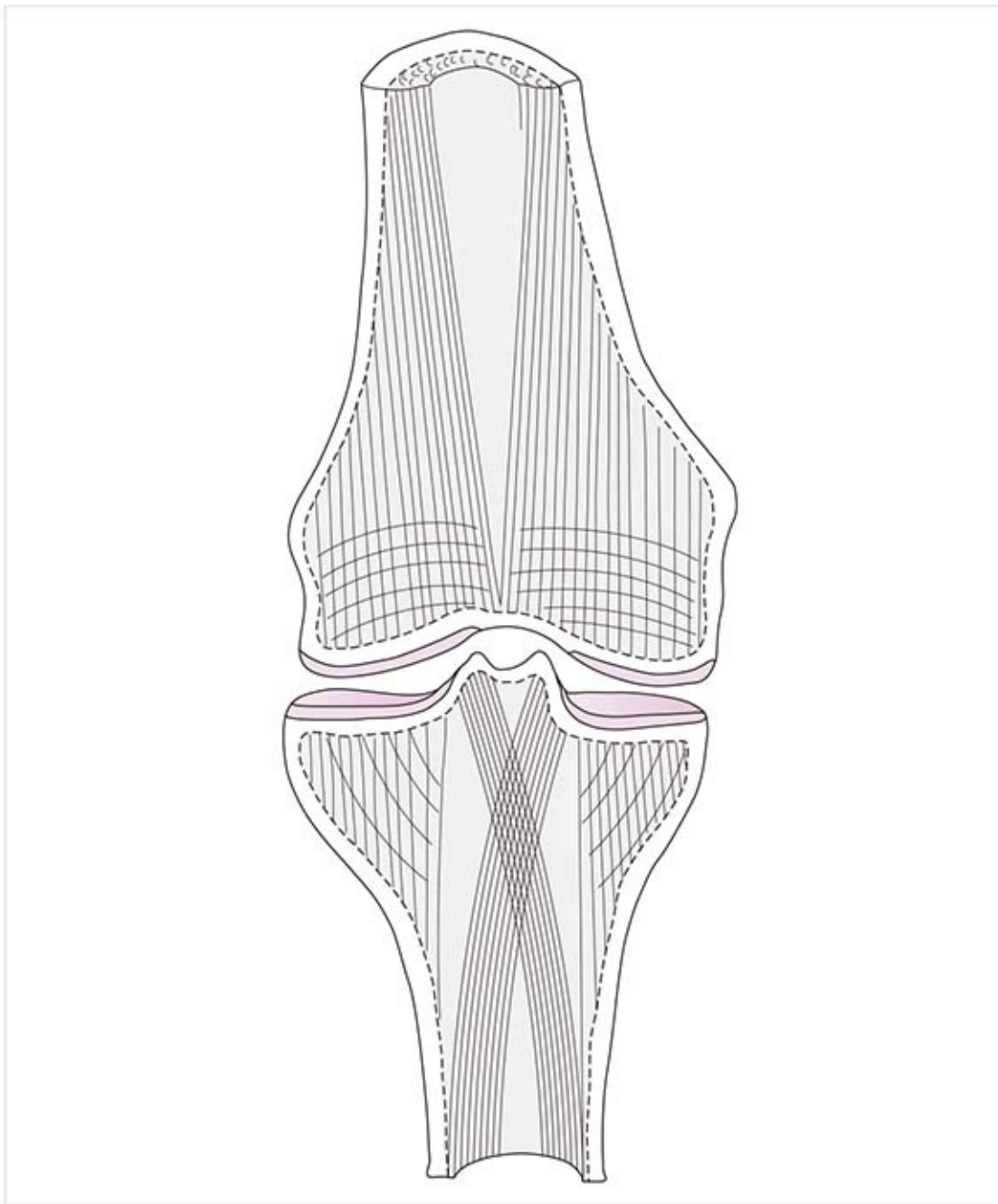
##### Luxación rotuliana

La displasia de la rótula y la superficie rotuliana del fémur causa inestabilidad de la rótula con subluxación o luxación lateral repetida de la rótula. Esto produce una sobrecarga de presión en las superficies articulares de la superficie rotuliana lateral del fémur y más tarde artritis femororrotuliana. Los pacientes describen que la rodilla “se vence” con los movimientos súbitos. Por lo general, la luxación se corrige de manera espontánea justo después de ocurrir.

Tratamiento: mejorar el balance rotuliano dentro de la hendidura troclear (superficie rotuliana del fémur) para prevenir el avance de los cambios degenerativos. Por lo tanto, debe corregirse cualquier desbalance muscular existente. La corrección quirúrgica implica la división del retináculo lateral con reforzamiento de la tensión capsular medial.

### Morfología del hueso esponjoso (trabecular)

#### Fémur distal (figura 9-55)



**Figura 9-55.** Estructura del hueso esponjoso del fémur y la tibia en un corte frontal.

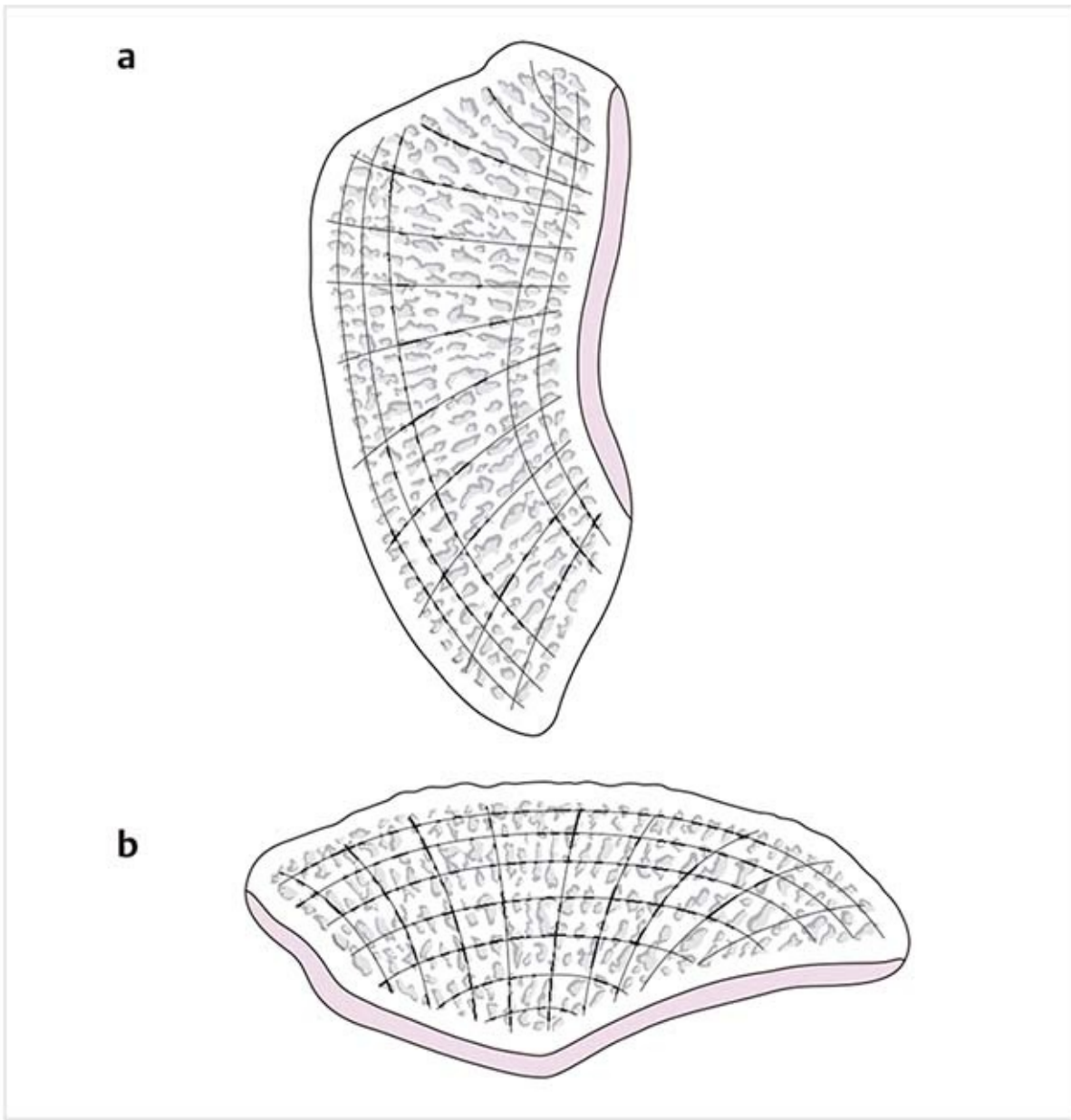
Pueden identificarse dos líneas de trabéculas: algunas trabéculas de compresión discurren casi en forma vertical hacia el hueso cortical de los cóndilos, y éstos son cruzados por trabéculas de tracción más débiles que se extienden en sentido medial a lateral.

### **Tibia proximal (figura 9-55)**

En la región de la meseta tibial, las trabéculas de compresión se proyectan en sentido vertical de la meseta tibial en dirección inferior. Además, unas cuantas trabéculas se extienden hacia abajo desde la eminencia intercondílea en un trayecto un poco curvo.

Éstas se cruzan con trabéculas de tracción horizontales que discurren del cóndilo tibial medial al cóndilo lateral. Estas trabéculas están mucho menos desarrolladas que las trabéculas de compresión.

### **Rótula (figura 9-56)**



**Figura 9-56.** Estructura del hueso esponjoso de la rótula. **(a)** Corte sagital. **(b)** Corte horizontal.

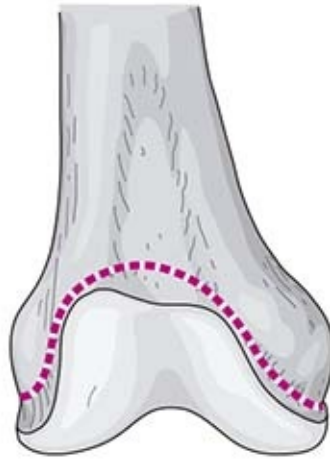
En el corte sagital, la dirección de tracción del tendón del cuádriceps forma haces correspondientes de trabéculas de tracción curvas y fuertes. Además, en la superficie articular retrorrotuliana pueden verse trabéculas de compresión que se proyectan hacia la superficie.

Un corte transversal demuestra las trabéculas de tracción alineadas en sentido transversal y perpendicular a la articulación rotulofemoral, trabéculas de compresión.

## 9.3.2 Cápsula articular

### Membrana sinovial (figura 9-57 y 9-58)

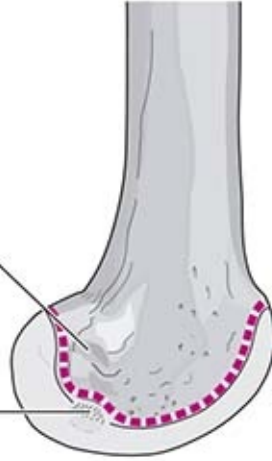
**a**



**b**

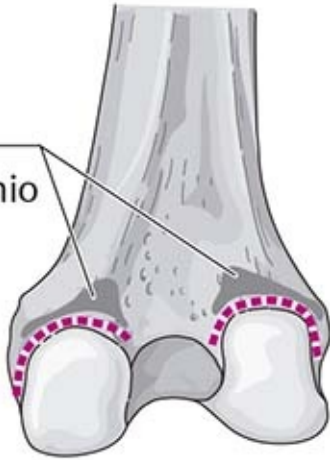
Epicóndilo femoral lateral

Origen del músculo poplíteo



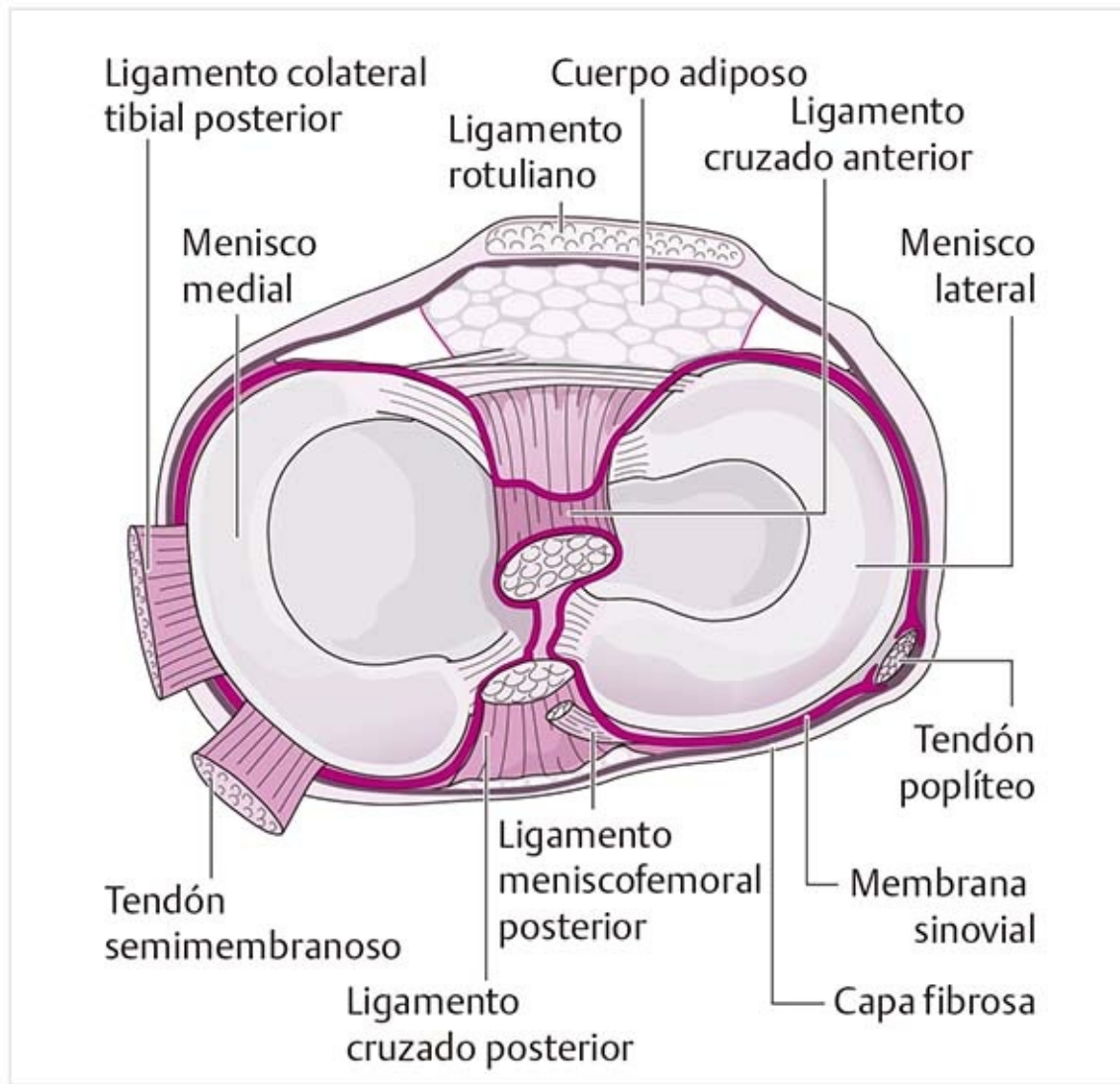
**c**

Origen del músculo gastrocnemio



**Figura 9-57.** Inserciones de la membrana sinovial en el fémur. **(a)** Región femoral anterior. **(b)** Región femoral lateral. **(c)** Región femoral posterior.





**Figura 9-58.** Disposición de la cápsula articular en la meseta tibial. Línea roja, membrana sinovial; línea café, capa fibrosa.

La membrana sinovial está muy vascularizada y tiene muchos recesos.

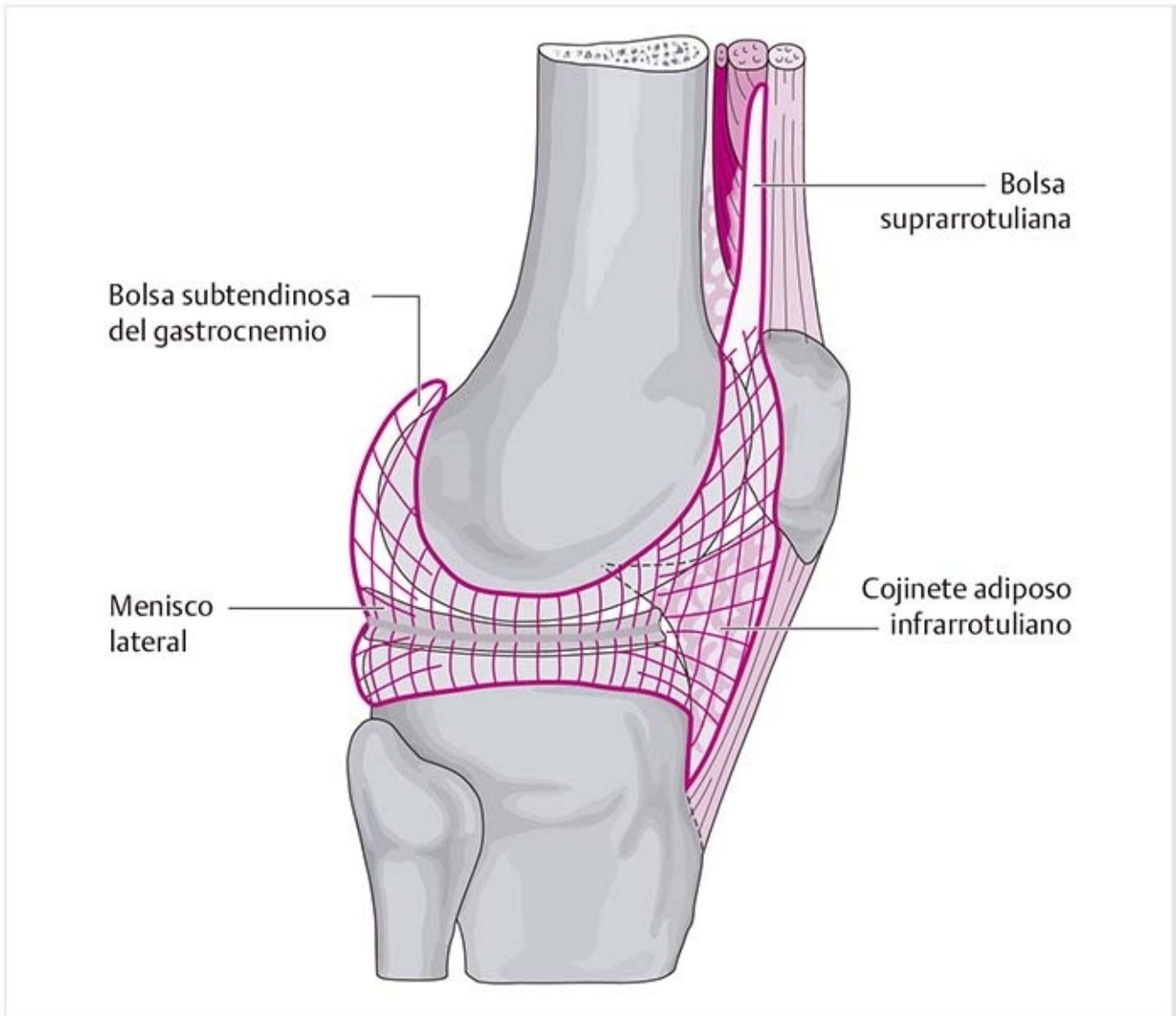
En el **fémur**, su inserción es cercana a la interfaz cartílago-hueso. En la parte anterosuperior se inserta 1 cm proximal a la superficie rotuliana y forma la bolsa suprarrotuliana. A partir de ahí, la cápsula sigue el margen superior de la rótula. A partir de la unión hueso-cartílago de los cóndilos medial y lateral, la membrana sinovial pasa hacia los bordes laterales de la rótula. Desde el borde rotuliano inferior se extiende sobre el cojinete adiposo hasta el borde superior del asta anterior del menisco.

En la parte posterior, la línea de inserción pasa alrededor del borde proximal de los cóndilos, justo debajo de los orígenes del músculo gastrocnemio y forma recesos, las **tapas polares**.

En las partes medial, lateral y anterior de la tibia, la membrana sinovial se inserta en la interfaz hueso-cartílago de la meseta tibial. En la parte posterior, la línea de inserción se extiende a lo largo de la unión hueso-cartílago de las facetas tibiales medial y lateral en dirección anterior y se desvía alrededor de la zona intercondílea. En términos evolutivos, los ligamentos cruzados se desplazaron a la articulación de la rodilla desde atrás. Por lo tanto, están cubiertos por membrana sinovial sólo en la parte anterior, por lo que son extrasinoviales.

Desde la meseta tibial, la membrana continúa hasta el borde inferior de los meniscos. Continúa desde el borde superior del menisco en la parte proximal y se inserta en los cóndilos femorales.

### **Capa fibrosa (figura 9-59)**

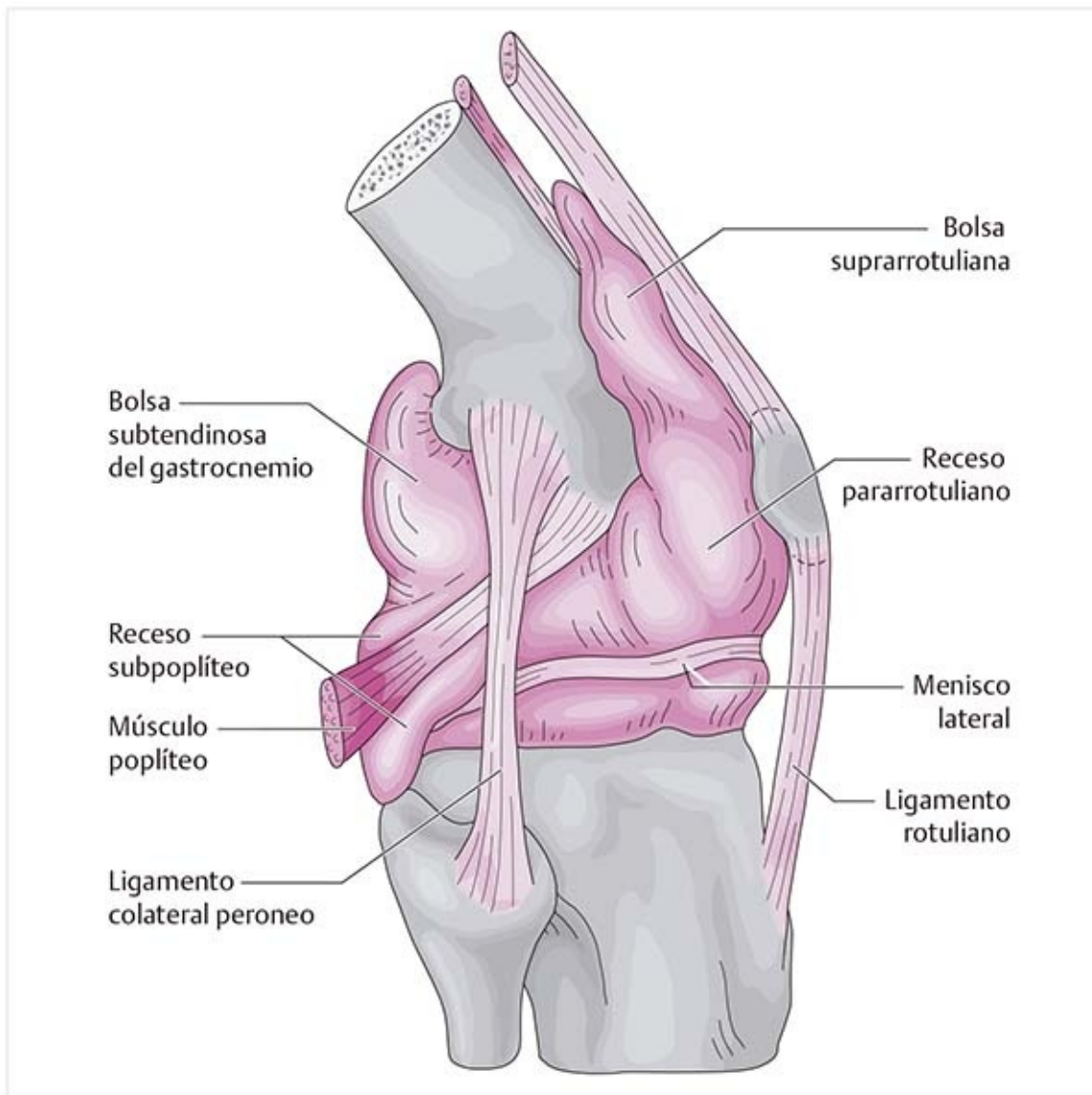


**Figura 9-59.** Inserciones de la capa fibrosa (vista lateral).

La capa fibrosa de la cápsula se inserta junto con la membrana sinovial casi en todas las regiones, con las siguientes excepciones:

- En la meseta tibial, la línea de inserción discurre aproximadamente 1 cm distal al borde de la meseta.
- En la parte posterior, forma un puente sobre la zona intercondílea y por tanto no sigue a la membrana sinovial hacia delante.
- Desde la inserción de los cóndilos laterales, las fibras de la capa fibrosa siguen al borde externo superior de las bases de los meniscos. Desde la inserción tibial, se extienden desde abajo hacia el borde externo inferior de las bases, por lo que los meniscos quedan incluidos dentro de la capa fibrosa.

### **Recesos (figura 9-60)**



**Figura 9-60.** Recesos de la cápsula articular (articulación de la rodilla inflamada, vista lateral).

La cápsula forma recesos en varios sitios. Esto significa que existe un espacio de reserva para que la cápsula realice los movimientos máximos sin que algunas zonas de la cápsula se desgarren.

### ***Receso pararrotuliano***

La cápsula forma pequeños recesos entre los bordes hueso-cartílago laterales del fémur y las superficies laterales de la rótula.

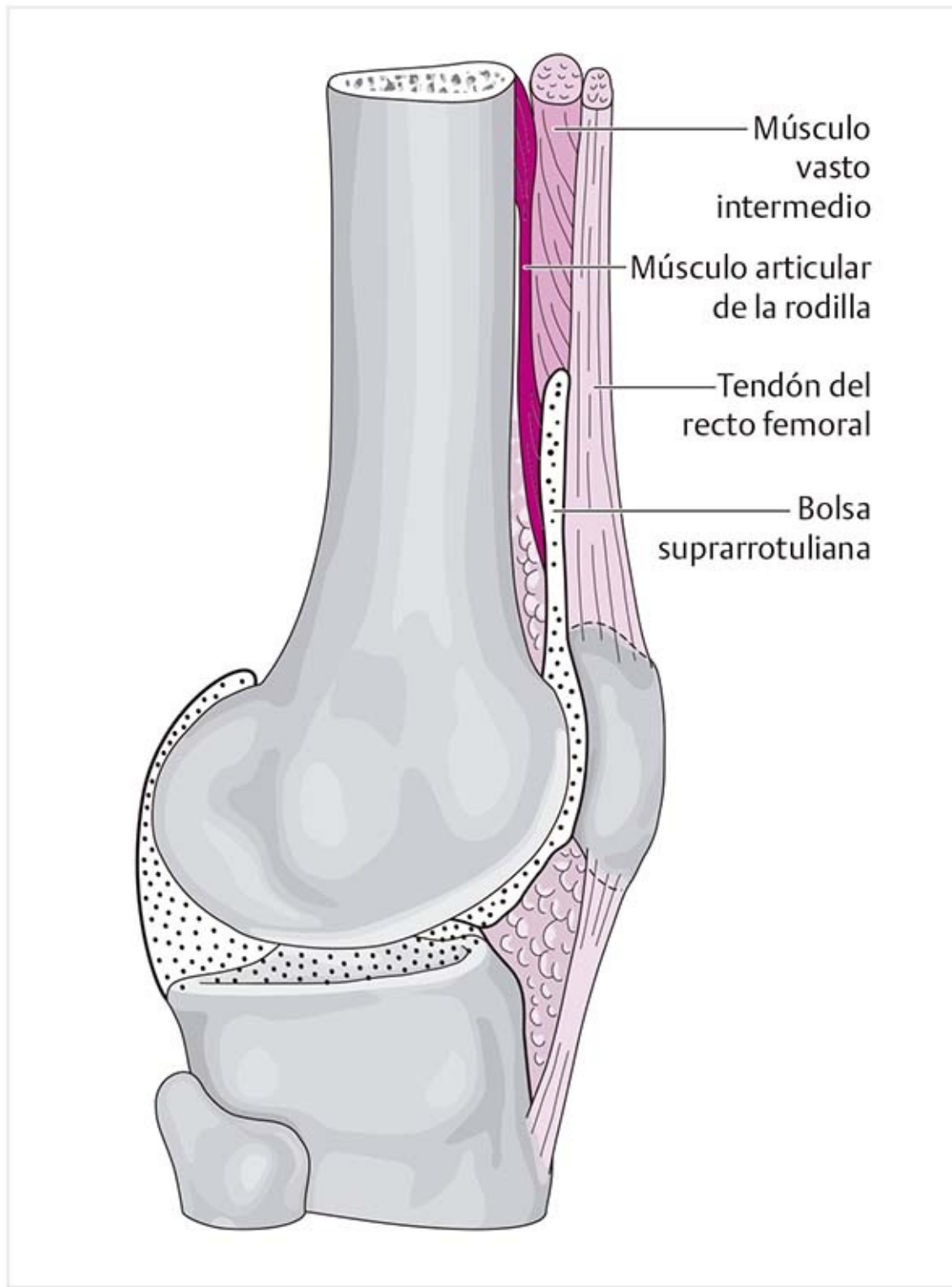
### ***Receso subpoplíteo***

Una bolsa bajo el tendón de origen del músculo poplíteo lo amortigua de los bordes del hueso. Esta bolsa siempre se comunica con la cavidad articular, por lo que se denomina receso.

### ***Bolsa subtendinosa del músculo gastrocnemio***

La cápsula forma evaginaciones entre las cabezas del músculo gastrocnemio y los cóndilos femorales: las “tapas polares”.

### ***Bolsa suprarrotuliana (figura 9-61)***



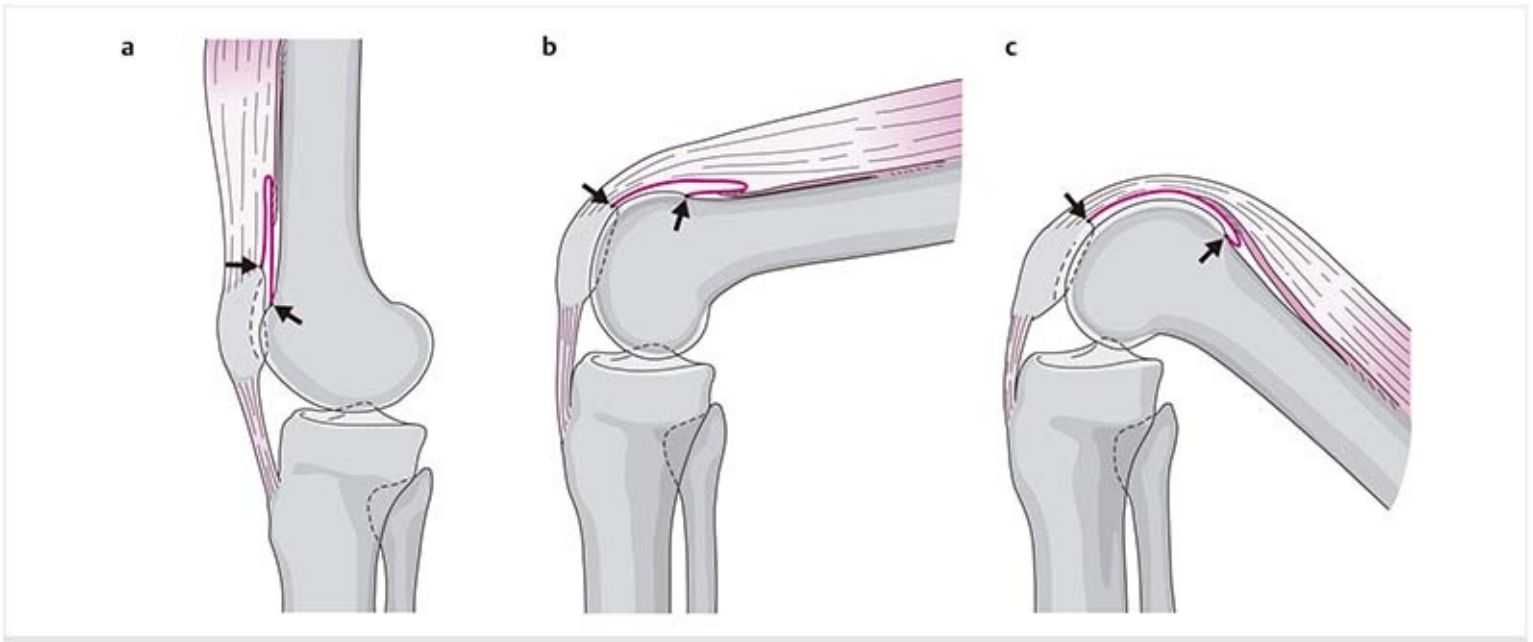
**Figura 9-61.** Bolsa suprarrotuliana.

Delante y arriba de la rótula la cápsula forma el receso más grande. A partir de la parte proximal de la superficie rotuliana del fémur, la capa profunda del receso sigue en sentido superior. A unos 10 o 12 cm arriba de la base de la rótula se desvía en dirección inferior y luego forma la capa superficial, que se fija a la base de la rótula.

El receso se localiza justo bajo el tendón del recto, al cual se une. En la parte distal, el tejido conectivo adiposo se encuentra entre la capa inferior y el fémur. Proximal a esto, las fibras del músculo articular de la rodilla, que se divide del cuádriceps, se inserta en el receso. Eso significa que el cuádriceps tiene un efecto directo en el movimiento del receso; la contracción o relajación del músculo hace que las dos capas del receso se deslicen una sobre la otra.

**Despliegue de la bolsa suprarrotuliana (figura 9-62):** hasta los 80° de flexión, el estado de tensión

del receso no cambia demasiado. Sin embargo, después de ese punto es necesario que la capa superior pueda deslizarse contra la inferior. El receso debe ser expansible del todo para alcanzar la flexibilidad máxima.



**Figura 9-62.** Despliegue de la bolsa suprarrotuliana. **(a)** En la posición neutral ( $0^\circ$ ), el punto de fijación del receso en la interfaz hueso-cartilago está opuesto al tercio proximal de la rótula. **(b)** Durante la flexión hasta los primeros  $80^\circ$ , este punto fijo se mueve sólo un poco del borde proximal de la rótula y el receso tiene que desplegarse sólo en grado mínimo. **(c)** Con la flexión adicional hasta  $135^\circ$ , este punto se aleja demasiado del borde proximal de la rótula, por lo que el receso tiene que extenderse hasta su longitud máxima.

<b>Patología</b>
<p><b>Derrame articular</b> Debido a la carga inadecuada y a otros estímulos inflamatorios, la membrana sinovial produce más líquido, lo que da lugar a un derrame articular. Las consecuencias del derrame son estiramiento excesivo de la cápsula y la compresión consecuente de los capilares dentro de la articulación. Además, como resultado de la sinovitis, los leucocitos entran a la articulación y liberan enzimas lisosómicas que lesionan el cartílago y lo destruyen.</p>
<b>Consejo práctico</b>
<p><b>Inspección</b> Cuando hay un derrame, la pierna se mantiene en posición de flexión ligera para relajar la cápsula, lo que expone el líquido intraarticular a la menor presión. Con el movimiento, el líquido se desplaza según sea la posición de la articulación de la rodilla. Con el estiramiento pasivo durante la extensión, la cabeza del músculo gastrocnemio presiona las tapas polares, lo que impele el líquido hacia delante a la bolsa pararrotuliana. En la flexión, el líquido se desplaza hacia atrás porque el músculo cuádriceps se estira, lo que alisa la bolsa suprarrotuliana.</p> <p><b>Rótula danzante (figura 9-63)</b> La migración del líquido sinovial puede usarse para confirmar si existe derrame. Se presiona la pierna hasta la máxima extensión y luego se desplaza el líquido de los recesos superior e inferior a la zona bajo la rótula. Esto hará que la rótula se eleve. Al aplicar presión a la rótula se hunde, pero luego rebota a su posición original cuando se libera.</p> <p><b>Movilidad restringida</b> El despliegue significativo de la bolsa suprarrotuliana sólo es necesario cuando la flexión es mayor de <math>80^\circ</math>. Si la bolsa está adherida, la flexión se limita a <math>80^\circ</math>. El inicio temprano del movimiento en una rehabilitación posoperatoria es un medio de prevenir, o al menos reducir, la adherencia de las capas anterior y posterior de la bolsa.</p> <p><b>Efectos del músculo cuádriceps</b> Los ejercicios de tensión para el músculo cuádriceps desplazan la capa profunda del receso sobre el músculo articular de la rodilla contra la capa superficial, lo que previene la adherencia. Además, el músculo cuádriceps ejerce presión externa sobre el receso lleno de líquido. La acción de bombeo produce desplazamiento del líquido a los tejidos blandos circundantes, donde el líquido se absorbe con más rapidez.</p>

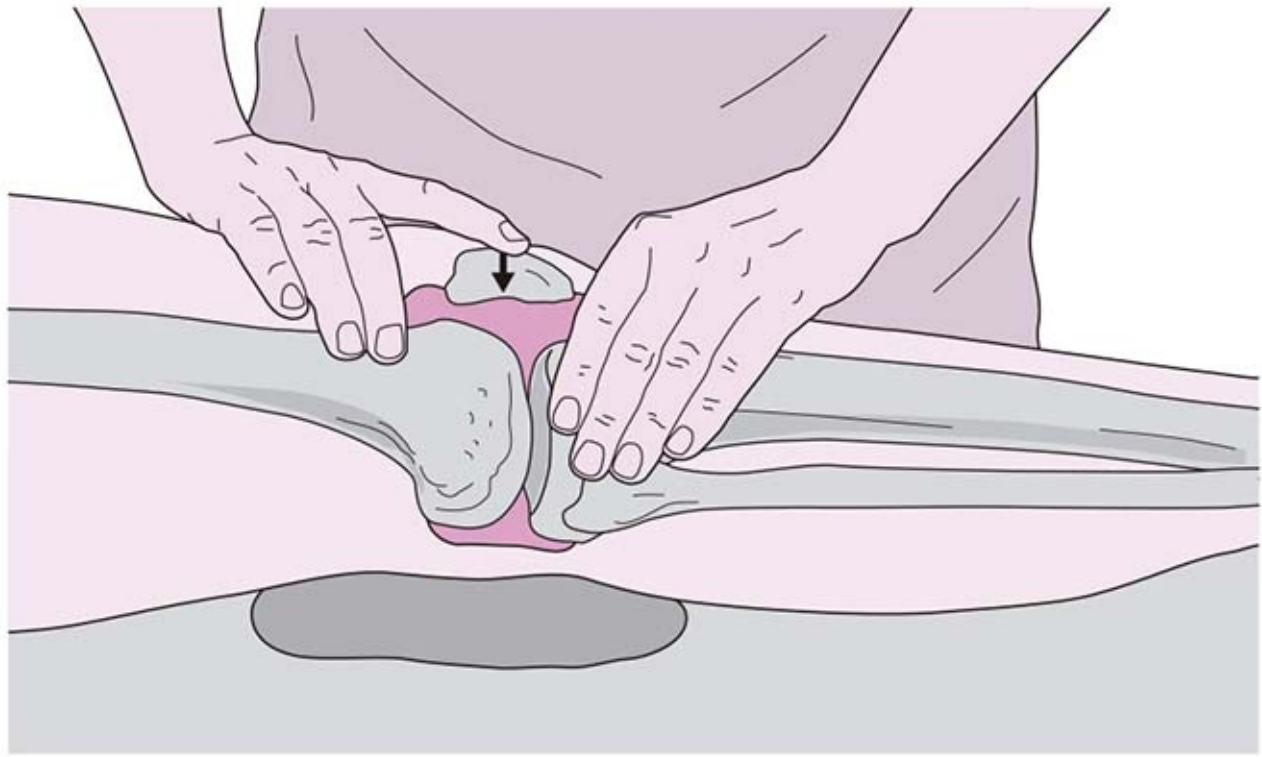


Figura 9-63. Prueba para una rótula danzante.

### 9.3.3 Complejo funcional central

#### Meniscos (figura 9-64 y 9-65)

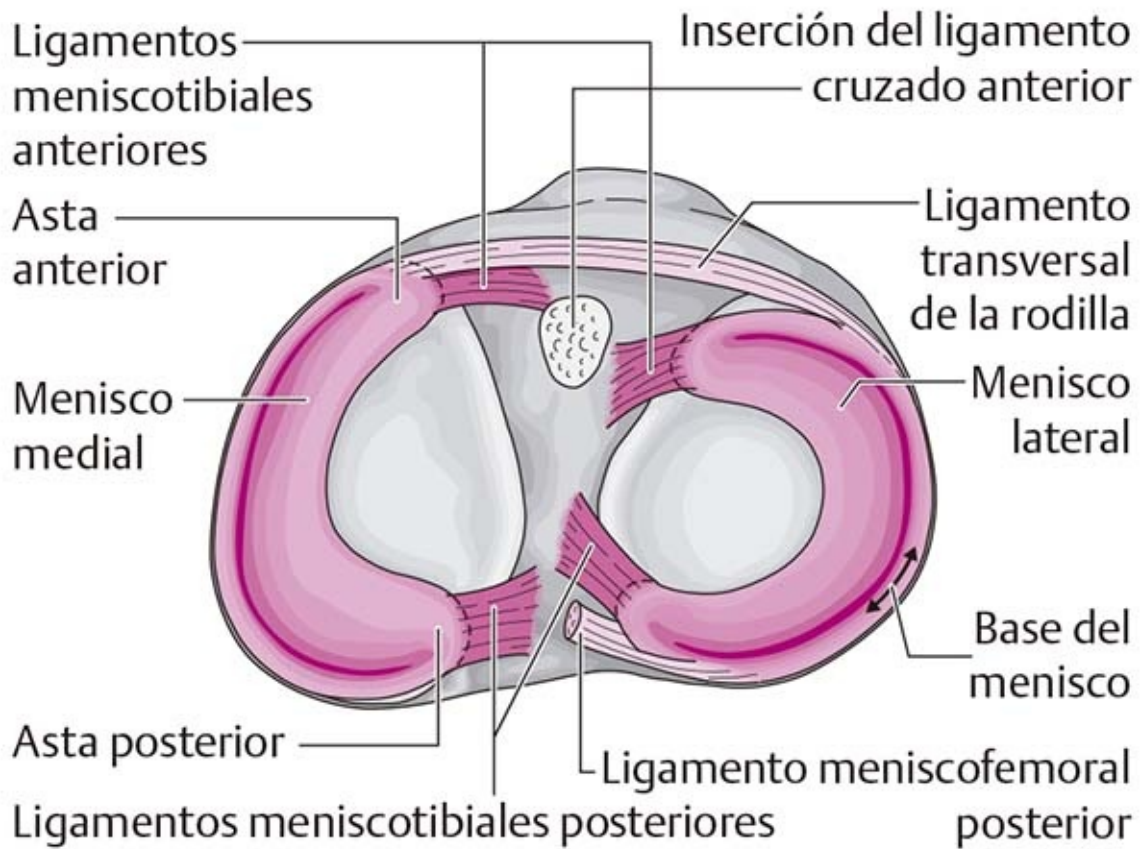
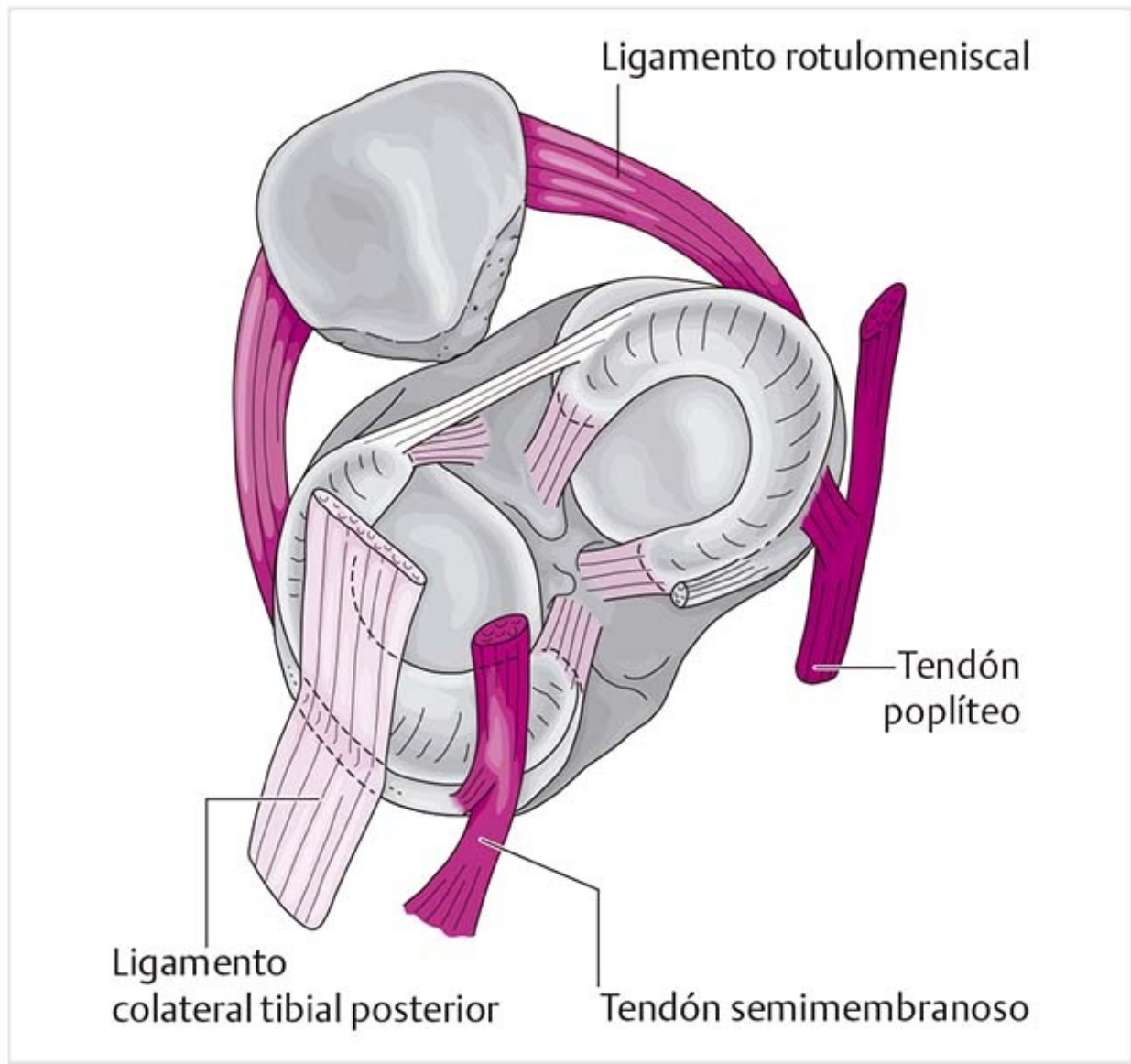


Figura 9-64. Meniscos medial y lateral.



**Figura 9-65.** Conexiones de los meniscos.

Los meniscos son cuñas de fibrocartílago con forma de C o casi anulares cuyas partes externas son gruesas y las internas son más delgadas. Cada menisco se divide en astas anterior y posterior. El menisco tiene una parte interna en la cavidad articular y una base dirigida hacia fuera. La superficie dirigida hacia arriba es cóncava y se halla en contacto con los cóndilos femorales. La superficie inferior es casi plana y se encuentra sobre la meseta tibial respectiva. Los meniscos dividen la articulación entre el fémur y la tibia en partes femoromeniscal y meniscotibial.

Ambas astas anteriores establecen una conexión con las superficies laterales de la rótula mediante el ligamento rotulomeniscal.

El **ligamento transversal de la rodilla** conecta las astas anteriores y también se extiende al cojinete adiposo infrarrotuliano.

### **Menisco medial**

El menisco medial tiene forma de **C**. Su asta anterior está fijada a la zona intercondílea anterior mediante el **ligamento meniscotibial anterior** y el asta posterior lo está a la zona intercondílea posterior mediante el **ligamento meniscotibial posterior**.

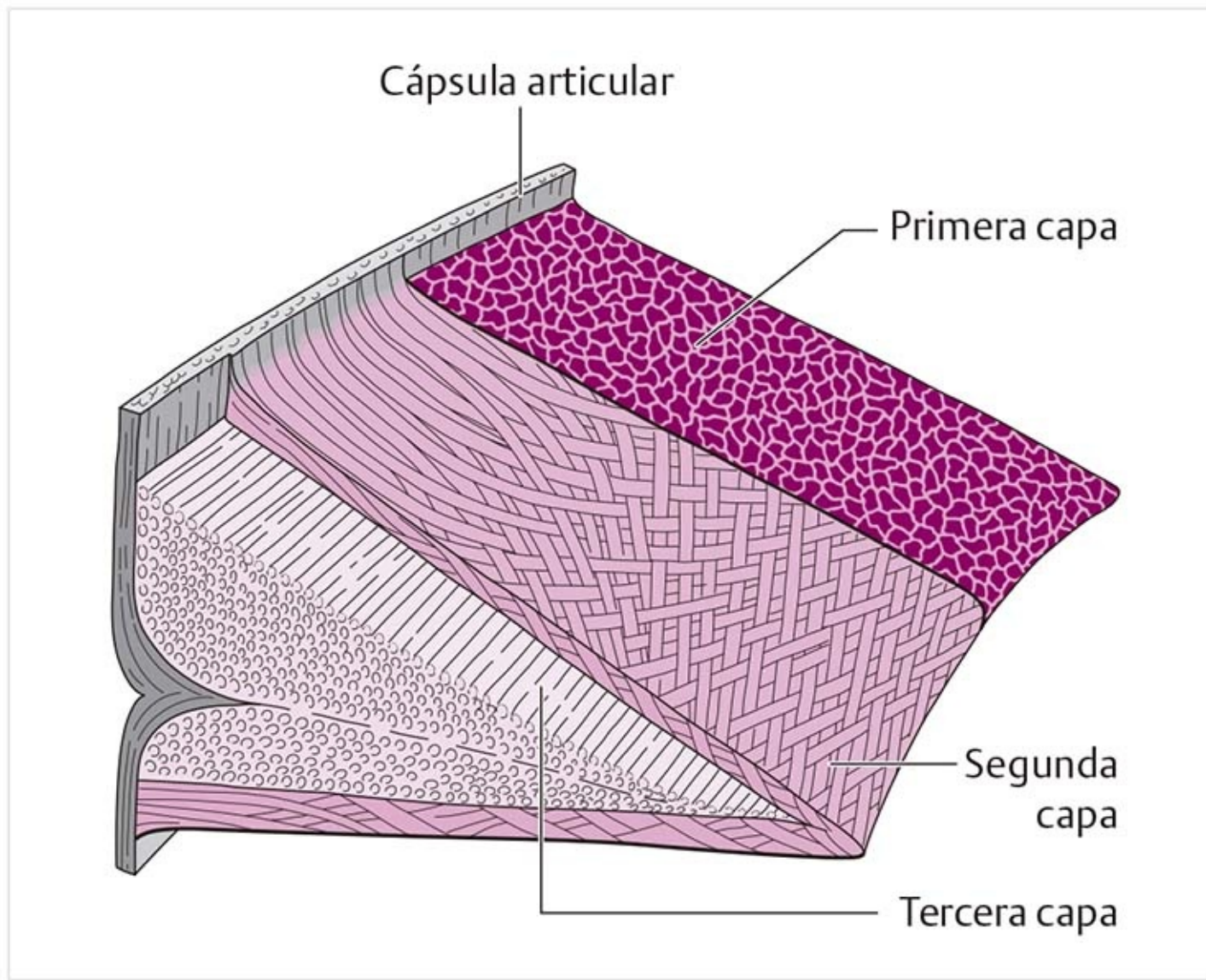
En el tercio medio, las **bandas de fibras capsulares** discurren desde arriba y abajo hasta la base del menisco, donde se entrelazan con la capa externa del menisco. En la zona posteromedial, el **ligamento colateral tibial posterior** se une al menisco y el **músculo semimembranoso** lo hace con el asta posterior.

## Menisco lateral

El menisco lateral es anular. Tal y como sucede con el menisco medial, sus astas anterior y posterior se unen con la parte media de la meseta tibial mediante los **ligamentos meniscotibiales anterior y posterior**. También ahí hay bandas de fibras capsulares que siguen hasta su base.

El **ligamento meniscofemoral posterior** discurre del asta posterior del menisco lateral a la parte interna del cóndilo medial, por lo que su trayecto es paralelo al ligamento cruzado posterior. El **músculo poplíteo** forma una conexión con el asta posterior.

### Histología (figura 9-66)



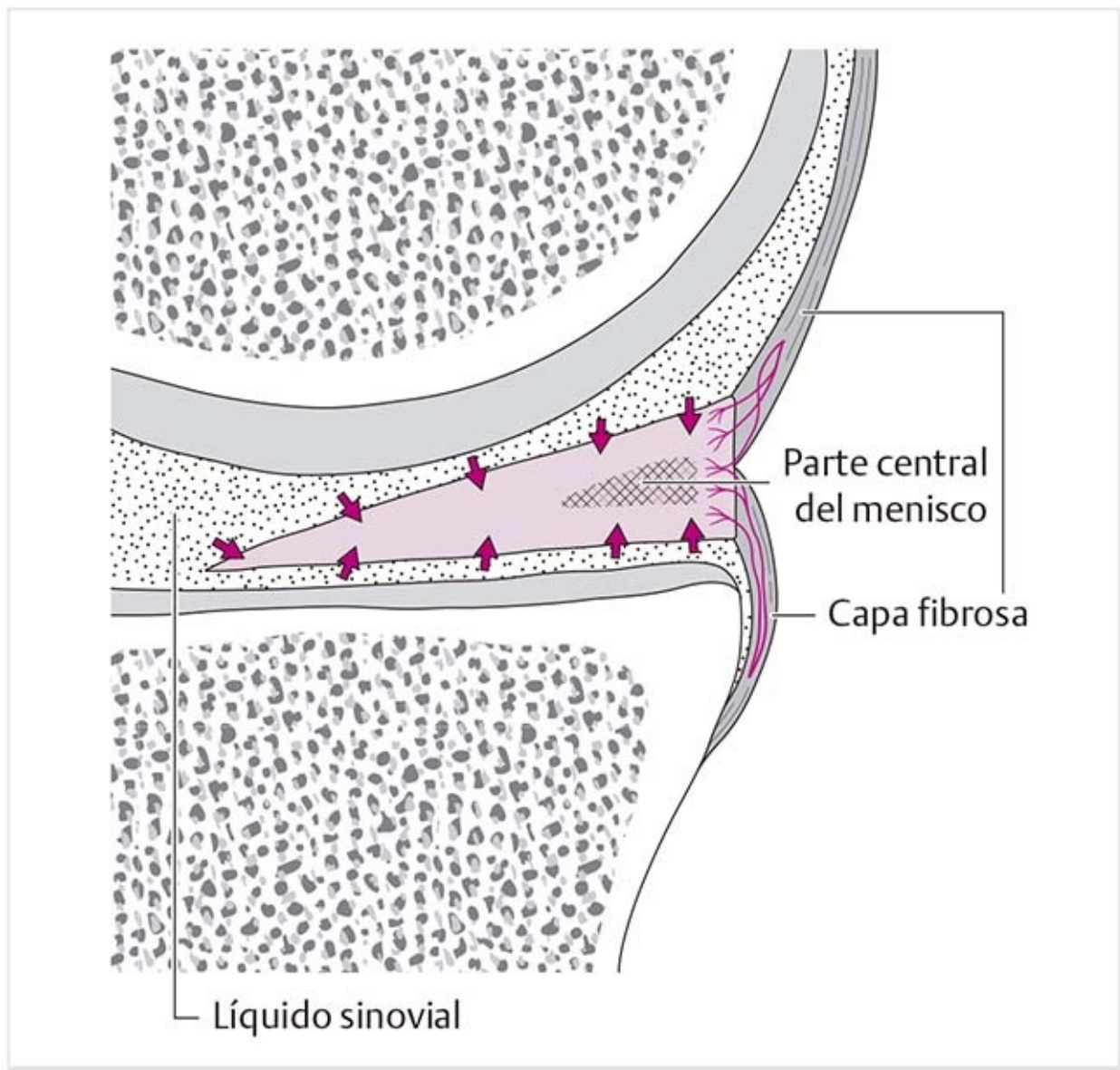
**Figura 9-66.** Composición histológica del menisco.

Los meniscos están compuestos sobre todo por fibras de colágeno tipo I y sólo unas cuantas fibras elásticas. Las células de cartílago están incrustadas entre las fibrillas de colágeno.

- En el examen con el microscopio electrónico de barrido pueden distinguirse las siguientes tres capas:
- Primera capa: una red de delgadas fibrillas cubre la superficie del menisco.
  - Segunda capa: la disposición de los haces de fibras laminares es similar a un entramado; las fibras se cruzan entre sí en varios ángulos.
  - Tercera capa: la capa más gruesa consiste en haces de fibrillas dispuestas en círculos. En la base del menisco, el tejido conectivo de la cápsula articular entra a la tercera capa y se entrelaza con ésta.

### Nutrición de los meniscos (figura 9-67)





**Figura 9-67.** Suministro sanguíneo de los meniscos.

En términos de nutrición, los meniscos pueden dividirse en tres zonas diferentes:

- El líquido sinovial nutre dos tercios del menisco (la parte interna) por difusión.
- Los vasos sanguíneos de la capa fibrosa irrigan la base del menisco. En el menisco medial, otros vasos sanguíneos alcanzan la base mediante el ligamento colateral tibial.
- Los vasos sanguíneos de las estructuras circundantes entran unos 2 mm en el margen. La densidad de vasos en el menisco es mucho menor que en su cápsula.
- Las astas anterior y posterior reciben vasos sanguíneos de los ligamentos meniscotibiales en la meseta tibial.
- Las partes centrales del menisco están más alejadas de las fuentes de nutrición, por lo que tienen el estado nutricional más pobre. Por lo tanto, esta zona es proclive a la disfunción.

### **Receptores en los meniscos**

Existen propioceptores y terminaciones nerviosas libres en el tercio del menisco cercano a la base y en las astas anterior y posterior. En particular, las astas posteriores contienen una elevada densidad de propioceptores.

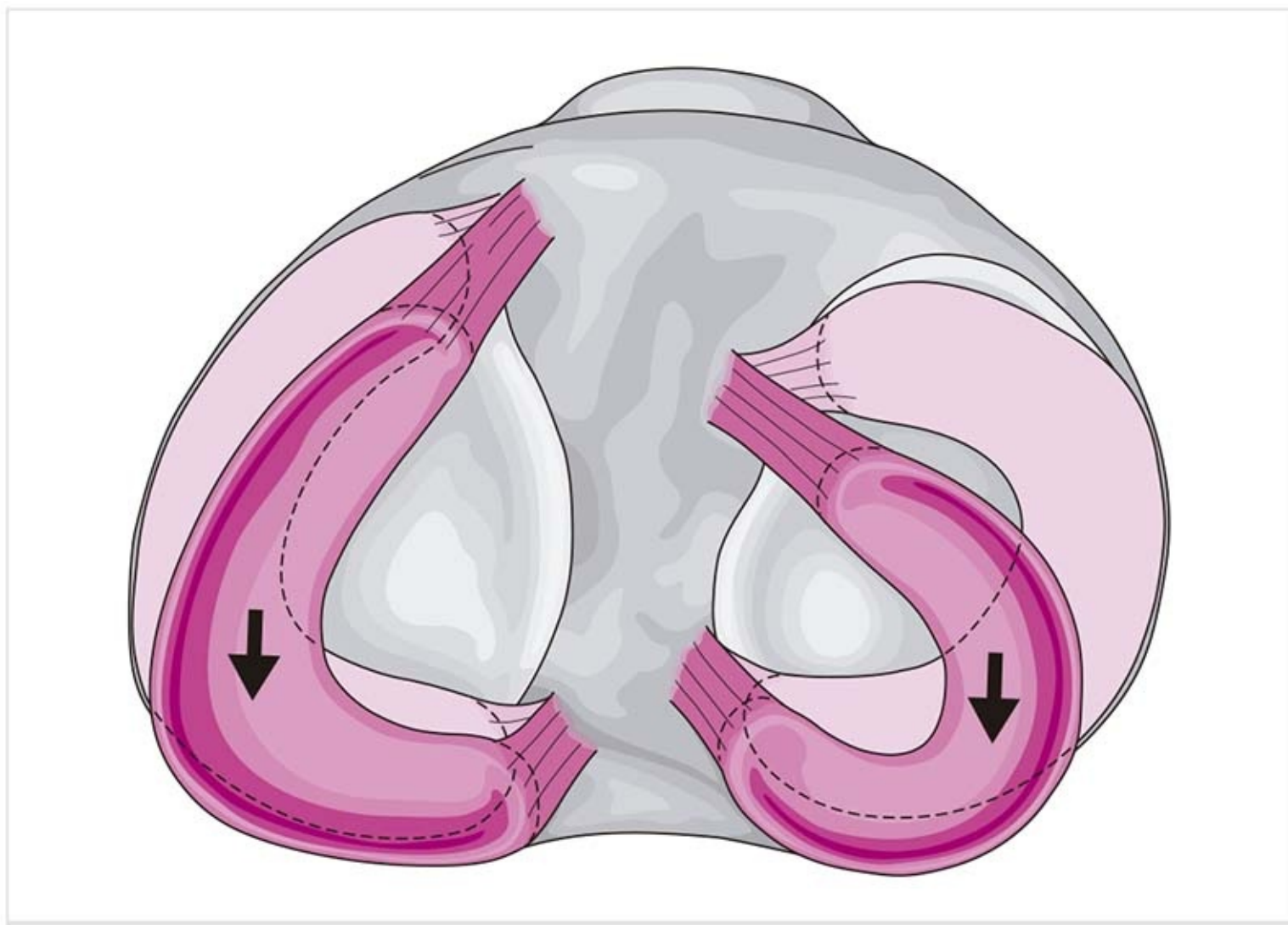
Los **corpúsculos de Pacini** transmiten información sobre el movimiento y la velocidad. Los **cuerpos de Golgi** transmiten los cambios en la tensión; activan a los nervios aferentes de tipo Ib que inhiben a las

neuronas motoras para asegurar una secuencia de movimiento suave y controlada.

Las **terminaciones nerviosas libres** diferencian los estímulos químicos. Para que haya una reacción, la concentración de la sustancia química que emite la señal (p. ej., productos liberados por la inflamación) debe ser muy alta.

## **Desplazamiento de los meniscos durante el movimiento**

### ***Flexión (figura 9-68)***



**Figura 9-68.** Desplazamiento de los meniscos durante la flexión.

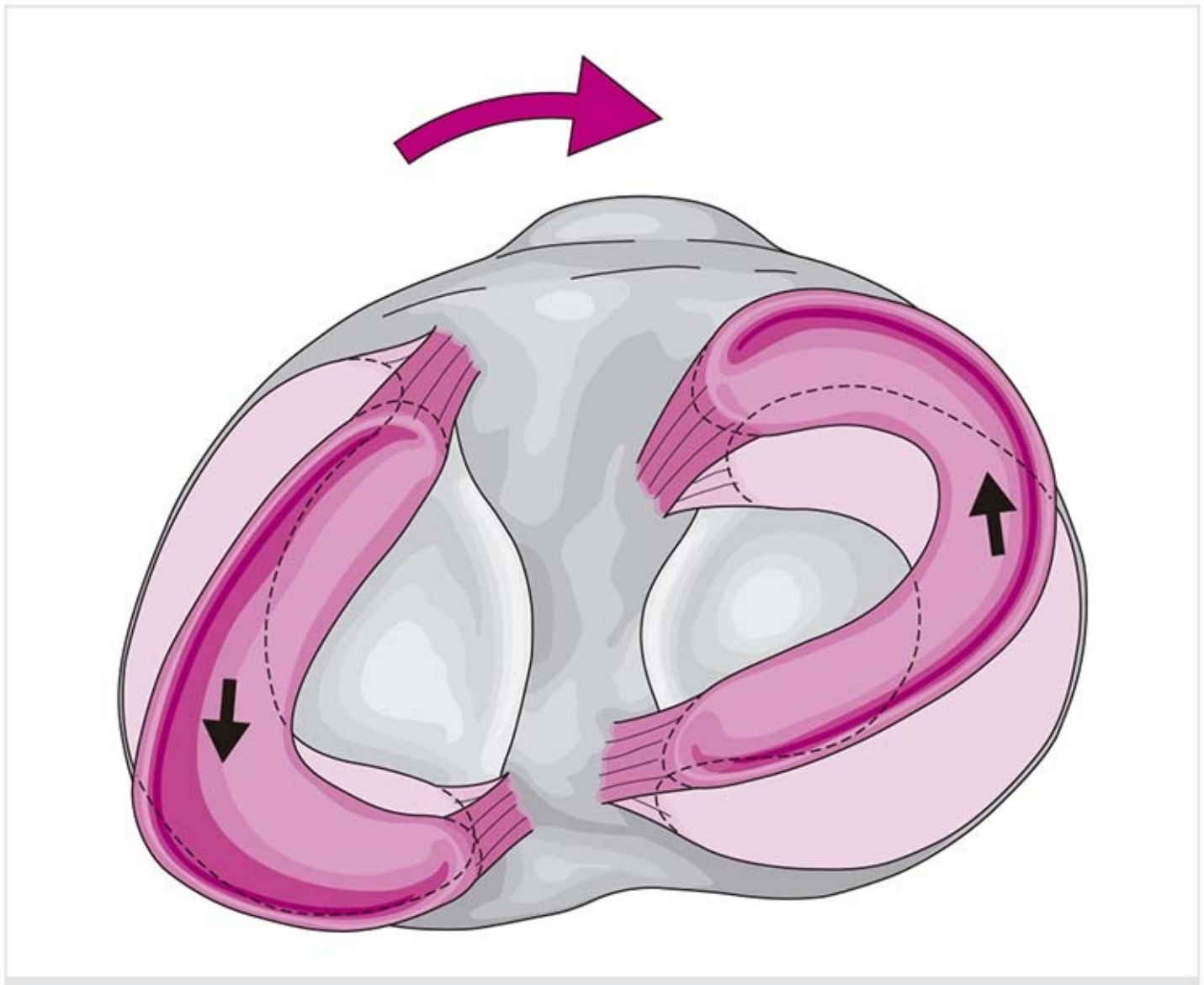
Los cóndilos femorales impelen los meniscos hacia atrás. Los factores activos en este movimiento son el músculo semimembranoso en la parte medial y el músculo poplíteo en la lateral.

### ***Extensión***

Los cóndilos femorales los empujan hacia delante sobre la meseta tibial.

En total, el menisco medial se desplaza una distancia de 6 mm; el menisco lateral, menos asegurado, se mueve casi dos veces esa distancia. Debido a la fijación de las astas y la movilidad de las partes restantes, los meniscos se deforman durante el movimiento.

Patología
<b>Bloqueo de la extensión</b> Un síntoma frecuente de la lesión de menisco es la limitación dolorosa del estiramiento. En este caso, parte del menisco desgarrado se atora en el espacio articular femorotibial y hace que la articulación se trabe. El grado de defecto en la extensión varía. Muchas veces, el atrapamiento se libera con una sacudida o movimiento. Los músculos semimembranoso y poplíteo también pueden causar bloqueo de la extensión de la rodilla; se aflojan durante este movimiento, lo que permite que los meniscos se desplacen hacia delante.



**Figura 9-69.** Desplazamiento de los meniscos durante la rotación externa de la tibia.

Los meniscos siguen los movimientos de los cóndilos femorales. Por ejemplo, durante la rotación interna de la tibia, el menisco medial se desplaza hacia delante sobre la meseta tibial, mientras que el menisco lateral se desplaza hacia atrás. Durante la rotación externa de la tibia ocurre lo contrario.

**Funciones de los meniscos:**

- Los meniscos compensan la discrepancia entre los cóndilos y la meseta tibial, y aumentan la estabilidad de la articulación.
- Absorben las cargas máximas al reducir el estrés en el punto de contacto y transforman las fuerzas compresivas en estrés tensil circular, es decir, absorben el choque.
- Las astas anterior y posterior del menisco limitan la flexión y extensión excesivas, y enlentecen los movimientos de rotación.
- Distribuyen el líquido sinovial y por tanto mejoran la nutrición del cartílago articular.
- Influyen en la tensión muscular mediante los propioceptores.

**Patología**

**Quiste ganglionar del menisco**

Se forman estructuras semejantes a ganglios en la base del menisco debido a trastornos nutricionales o sobreuso; pueden crecer hacia fuera y volverse palpables. El compromiso es más frecuente en el menisco lateral que en el medial. El tratamiento implica resección del ganglio y algunas veces extirpación de una parte del menisco para prevenir las recurrencias.

**Lesión de meniscos (figura 9-70)**

Hay muchas pruebas para reconocer una lesión en el menisco, pero no son lo bastante exactas por sí mismas. Sólo una combinación de varios estudios permite establecer un diagnóstico confiable.

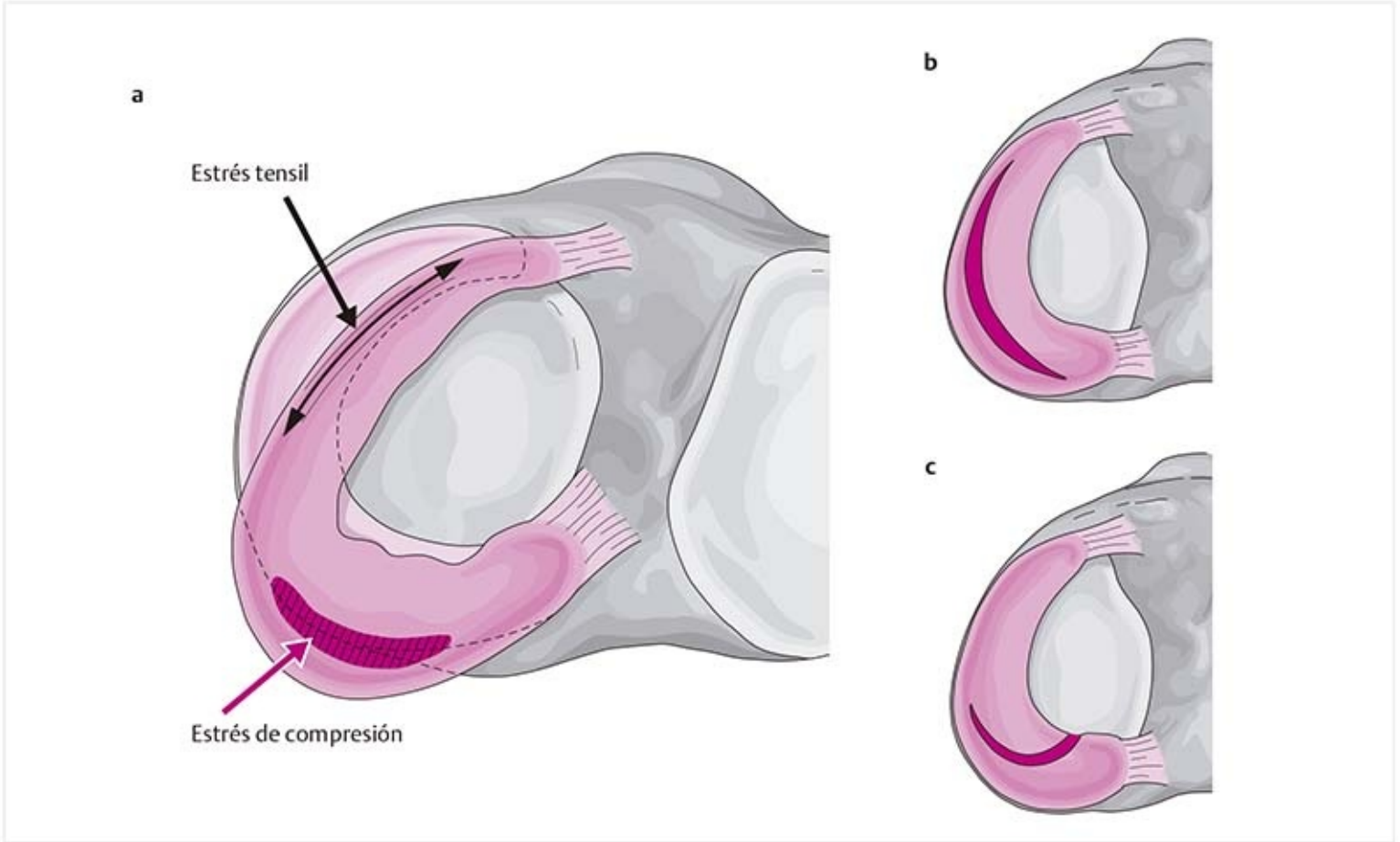
Las lesiones de meniscos asumen varias formas, como **desgarros longitudinales, horizontales y radiales** o roturas; otros se denominan según sea su localización, como un **desgarro del colgajo del asta anterior o posterior**.

Desgarro en asa de cubeta: la zona de carga crítica se encuentran en la unión entre el tercio medio del menisco y el asta posterior; debe absorber mucha presión durante los desplazamientos posteriores. En este punto se producen desgarros longitudinales que pueden ampliarse hacia delante. El resultado es un agujero grande en el menisco, por lo que la parte interna (mango de la cubeta) puede luxarse.

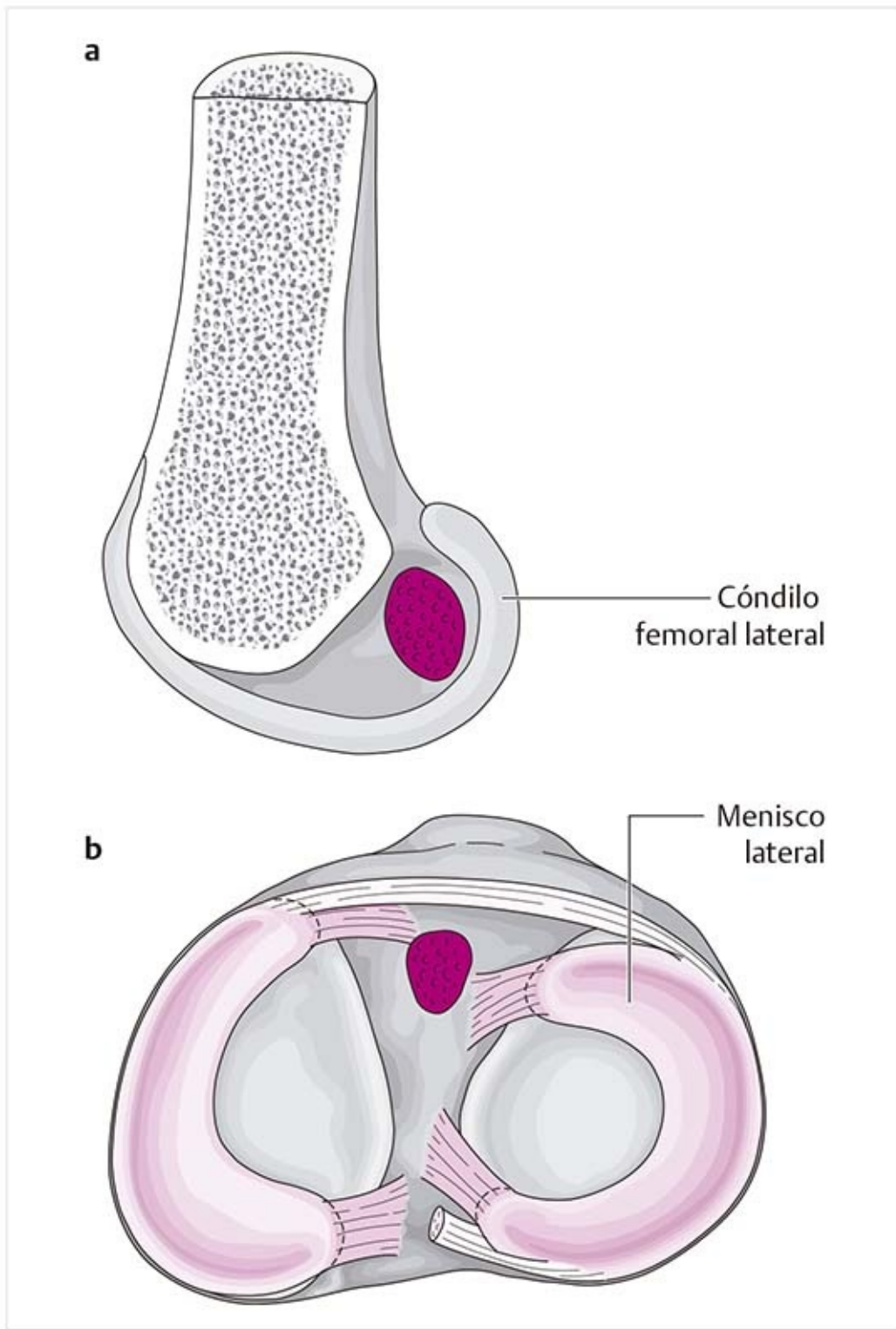
Desgarro de colgajo del asta posterior: también se debe a un desgarro longitudinal en la zona crítica y se desgarra más hacia la parte interna de la articulación.

#### **Meniscectomía**

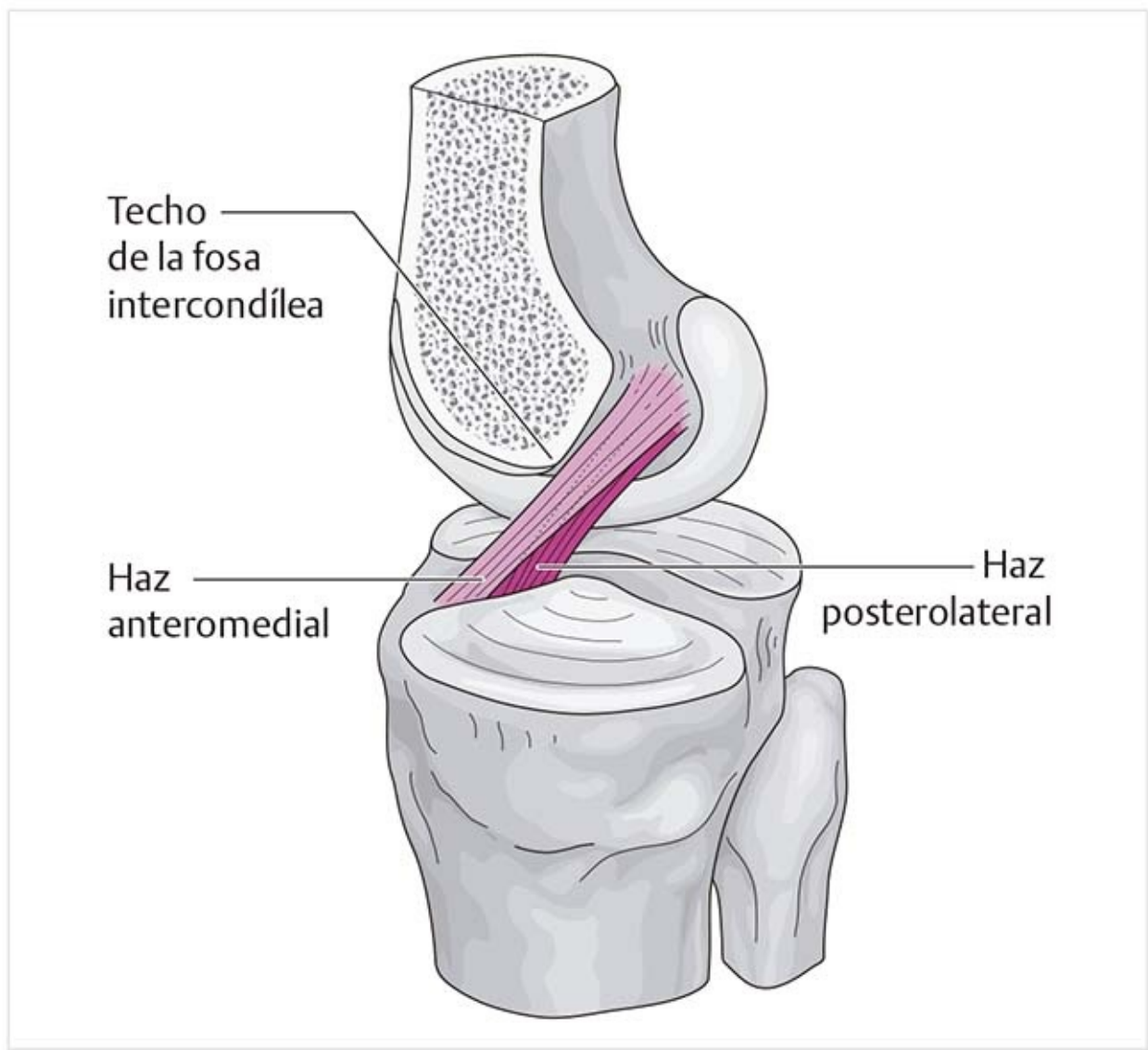
Puesto que las funciones de los meniscos son muy importantes, se han desarrollado técnicas conservadoras del menisco, como la reparación o resección parcial del menisco. La capacidad de recuperación es mejor en las zonas vascularizadas. Muchos estudios establecieron también que la osteoartritis es menos frecuente después de la meniscectomía parcial que de la resección total.



**Figura 9-70. (a) Zonas críticas de lesiones en el menisco medial. (b) Desgarro en asa de cubeta. (c) Desgarro del colgajo del asta posterior.**  
**Ligamento cruzado anterior (figura 9-71 y 9-72)**



**Figura 9-71.** Inserciones del ligamento cruzado anterior. **(a)** Cóndilo femoral lateral (vista desde dentro). **(b)** Meseta tibial.



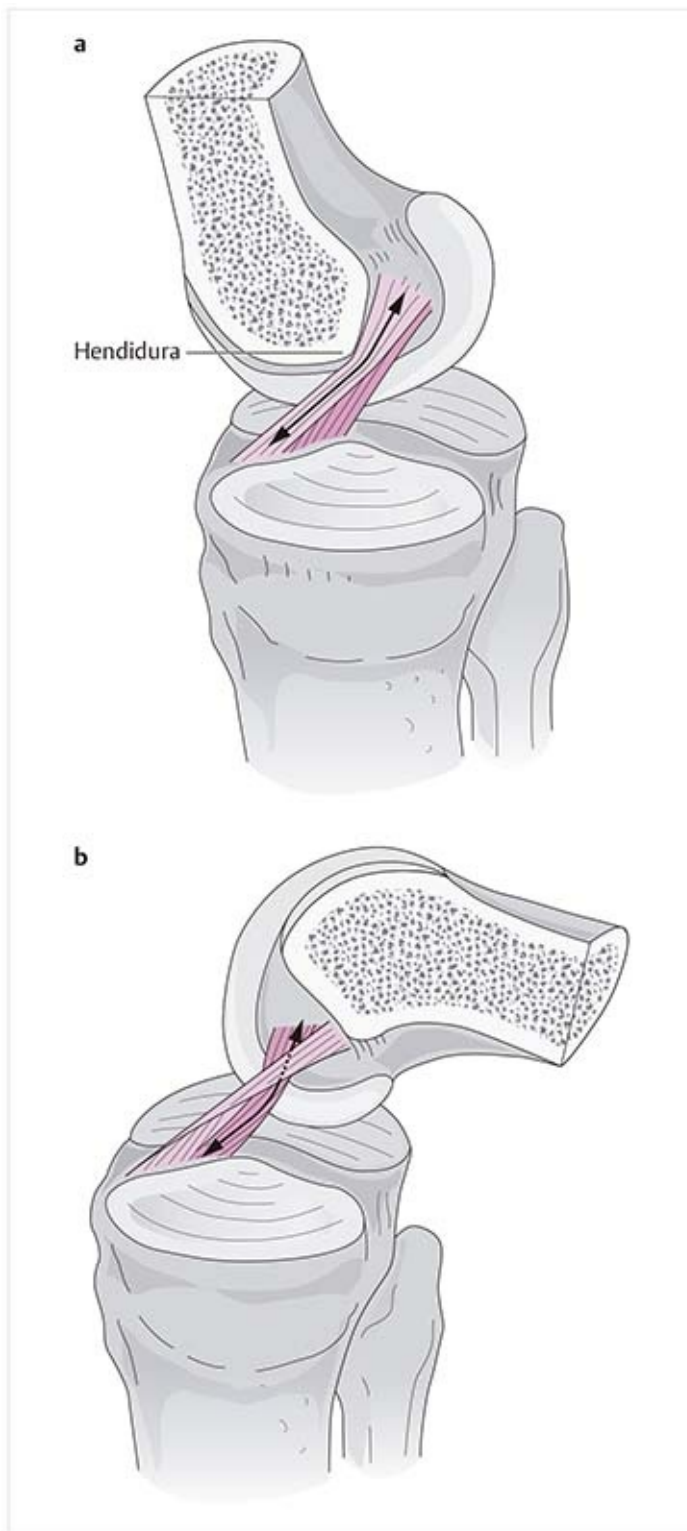
**Figura 9-72.** Trayecto del ligamento cruzado anterior.

El ligamento cruzado anterior tiene una superficie ovalada originada en el cóndilo femoral lateral que mide cerca de 1.5 a 2 cm de largo. Discurre en dirección distal-anterior-medial, paralelo al techo de la fosa intercondílea. Hacia su inserción se vuelve incluso más ancho, por lo que su sitio de inserción triangular (justo antes del tubérculo intercondíleo medial de la superficie intercondílea tibial anterior) es más ancho que cualquier otro corte transversal del ligamento.

Las fibras del ligamento varían en longitud y fuerza. Desde el punto de vista funcional, hay dos bandas de fibras diferenciadas: el **haz anteromedial** y el **haz posterolateral**. El haz anteromedial se origina más arriba y se inserta en la parte anteromedial en la meseta tibial. La parte posterolateral procede de la parte inferior y se inserta en la posterior. Los haces de fibras confluyen y tuercen entre sí. Las fibras posterolaterales son más cortas que las fibras anteromediales. Las fibras anteriores se conectan con el ligamento meniscotibial anterior del menisco medial.

## **Funciones**

*Limitaciones de movimiento (figura 9-73)*



**Figura 9-73.** Ligamento cruzado anterior. **(a)** En extensión. **(b)** En flexión.

El haz anteromedial está tenso en extensión porque se presiona contra el techo óseo de la fosa intercondílea (o hendidura del fémur).

Durante la flexión sustancial, las fibras se tuercen unas alrededor de otras porque las fibras posteriores se desvían hacia delante bajo el haz anteromedial. Esto ocurre porque el movimiento en flexión desplaza a la región de inserción de estas fibras en sentido anterosuperior en el fémur. Con esta torsión de las fibras del ligamento cruzado se forma una fibra redonda a partir de la fibra con disposición plana y diversa, y el ligamento se tensa.

Además, el ligamento cruzado anterior se tensa durante la rotación interna mientras pasa alrededor del ligamento cruzado posterior. Al golpear contra el techo intercondíleo, también se estira durante la rotación externa máxima.

## Estabilización

El ligamento previene la subluxación anterior de la tibia, es decir, impide que el fémur se deslice hacia atrás sobre la tibia. Junto con el ligamento cruzado posterior mantiene la estabilidad medial y lateral de la rodilla (como estabilizador secundario) si fallan los estabilizadores primarios (los ligamentos colaterales).

## Coordinación del movimiento de rodamiento-deslizamiento

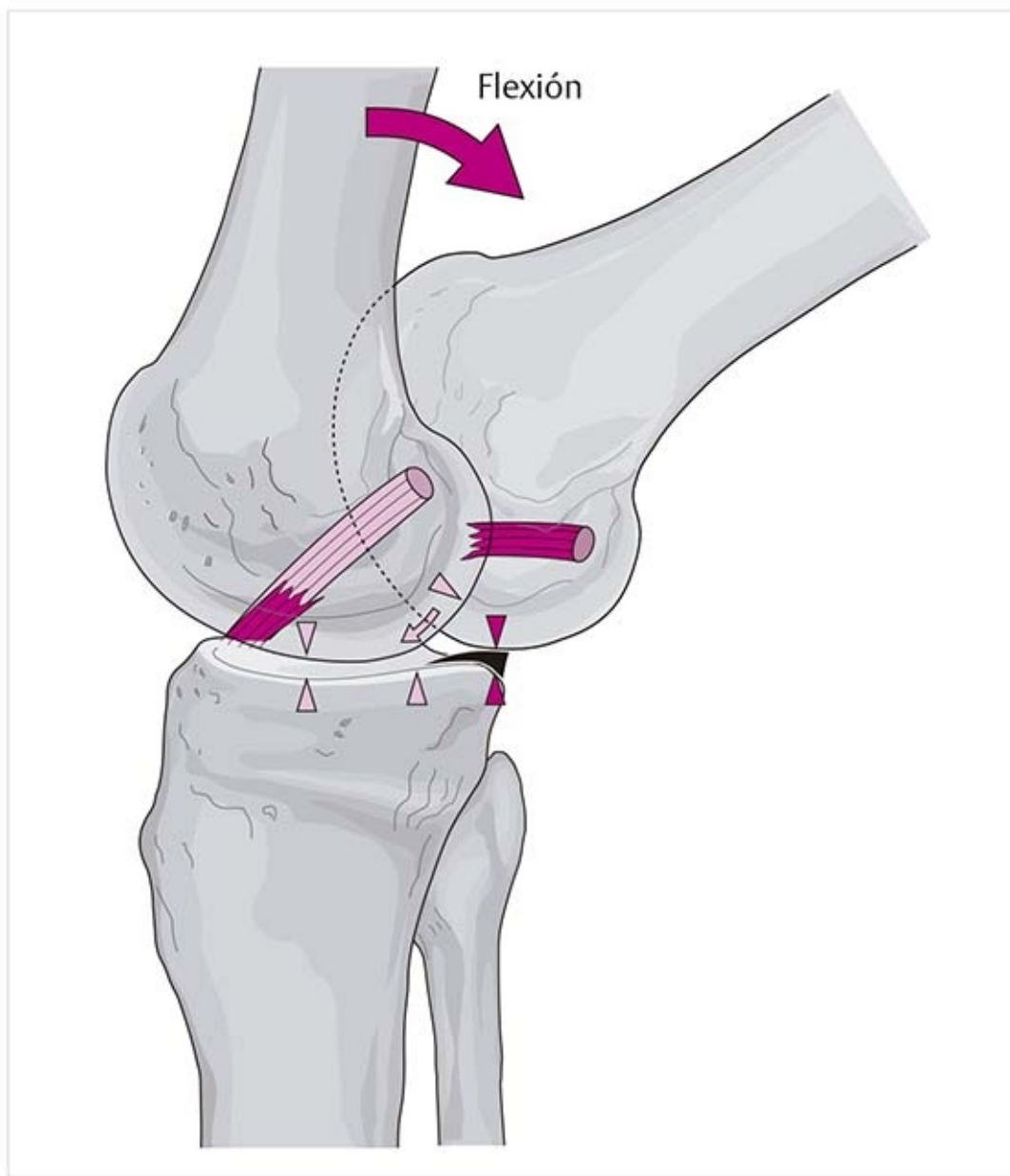
Junto con el ligamento cruzado posterior, el ligamento cruzado anterior participa en la coordinación del movimiento de rodamiento-deslizamiento.

► Véase la sección 9.3.10, Ejes de movimiento y movimientos.

### Patología

#### Lesión del ligamento cruzado anterior y sus consecuencias (figura 9-74)

Un desgarro en el ligamento cruzado anterior produce inestabilidad en “cajón anterior”, dado que la tibia se desplaza hacia delante. Esto significa que el movimiento de rodamiento-deslizamiento está alterado. Existe desintegración del movimiento de rodamiento predominante, lo que produce desplazamiento posterior patológico del punto de soporte femoral, tanto en la parte medial como en la lateral de la articulación de la rodilla. El movimiento de deslizamiento anterior del fémur ya no ocurre en conjunto con el movimiento de rodamiento, sino que es sustituido por una sacudida de reposición. Las astas posteriores de los meniscos se usan para enlentecer el movimiento de rodamiento y con el tiempo sufren tensión excesiva.



**Figura 9-74.** Desintegración del movimiento de rodamiento-deslizamiento cuando se rompe el ligamento cruzado anterior.

### Consejo práctico



**Pruebas para la rotura del ligamento cruzado anterior (figura 9-75 y 9-76)**

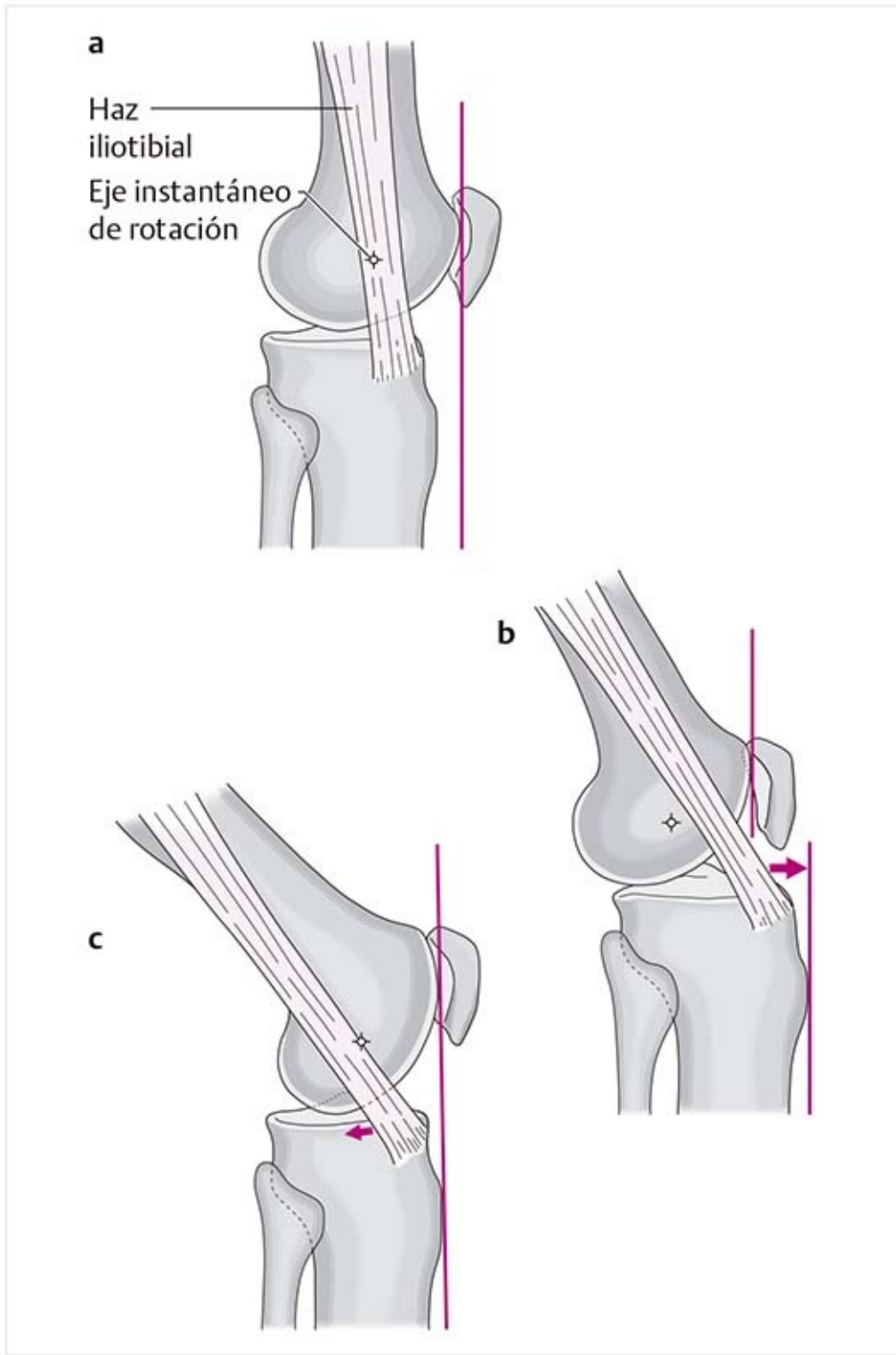
**Prueba de Lachman (figuras 9-75 y 9-76)** : esta prueba busca inestabilidad del ligamento cruzado anterior. En una posición de flexión media de la rodilla, la tibia puede desplazarse hacia delante (signo del cajón anterior).

**Prueba de desplazamiento en pivote lateral (figura 9-76)** : en esta prueba queda clara la discrepancia entre el rodamiento y el deslizamiento en la insuficiencia del ligamento cruzado anterior:

- En la posición neutral no hay desplazamiento visible de la tibia (**figura 9-76a**).
- Conforme aumenta la flexión, el fémur rueda cada vez más hacia atrás y la tibia permanece en la posición del cajón anterior. El haz iliotibial queda anterior al eje de flexión transversal (**figura 9-76b**).
- Con una flexión aproximada de 40°, el haz se resbala detrás del eje de flexión y tira de la tibia hacia atrás hacia el fémur con una sacudida desde su posición desplazada hasta la posición normal (**figura 9-76c**).



**Figura 9-75.** Prueba de Lachman.



**Figura 9-76.** Prueba de la estabilidad del ligamento cruzado anterior: desplazamiento en pivote lateral. **(a)** Posición neutral (0°). **(b)** Flexión a 20°. **(c)** Flexión a 40°.

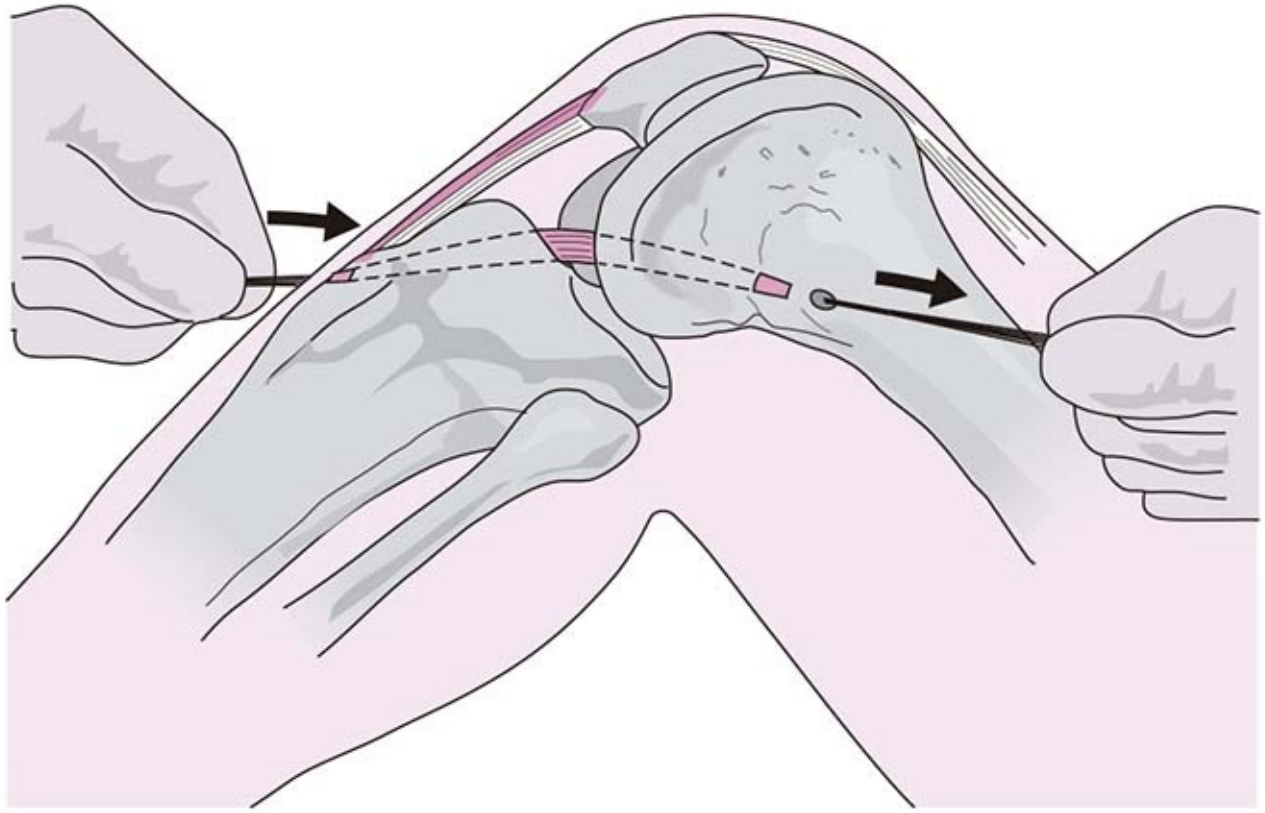
## Patología

### Cirugía de ligamento cruzado (figura 9-77)

El ligamento cruzado anterior se reconstruye a menudo con el tercio medio del tendón rotuliano. El requisito para el funcionamiento óptimo del ligamento en términos de estabilidad y movilidad articular es el cálculo de los puntos de inserción. Es mejor si todavía hay partes del ligamento, ya que el trayecto del ligamento debe corresponder a las condiciones anatómicas. Incluso un pequeño cambio en el orificio del taladro en la zona femoral tiene una influencia significativa en el estado de tensión del ligamento cruzado anterior.

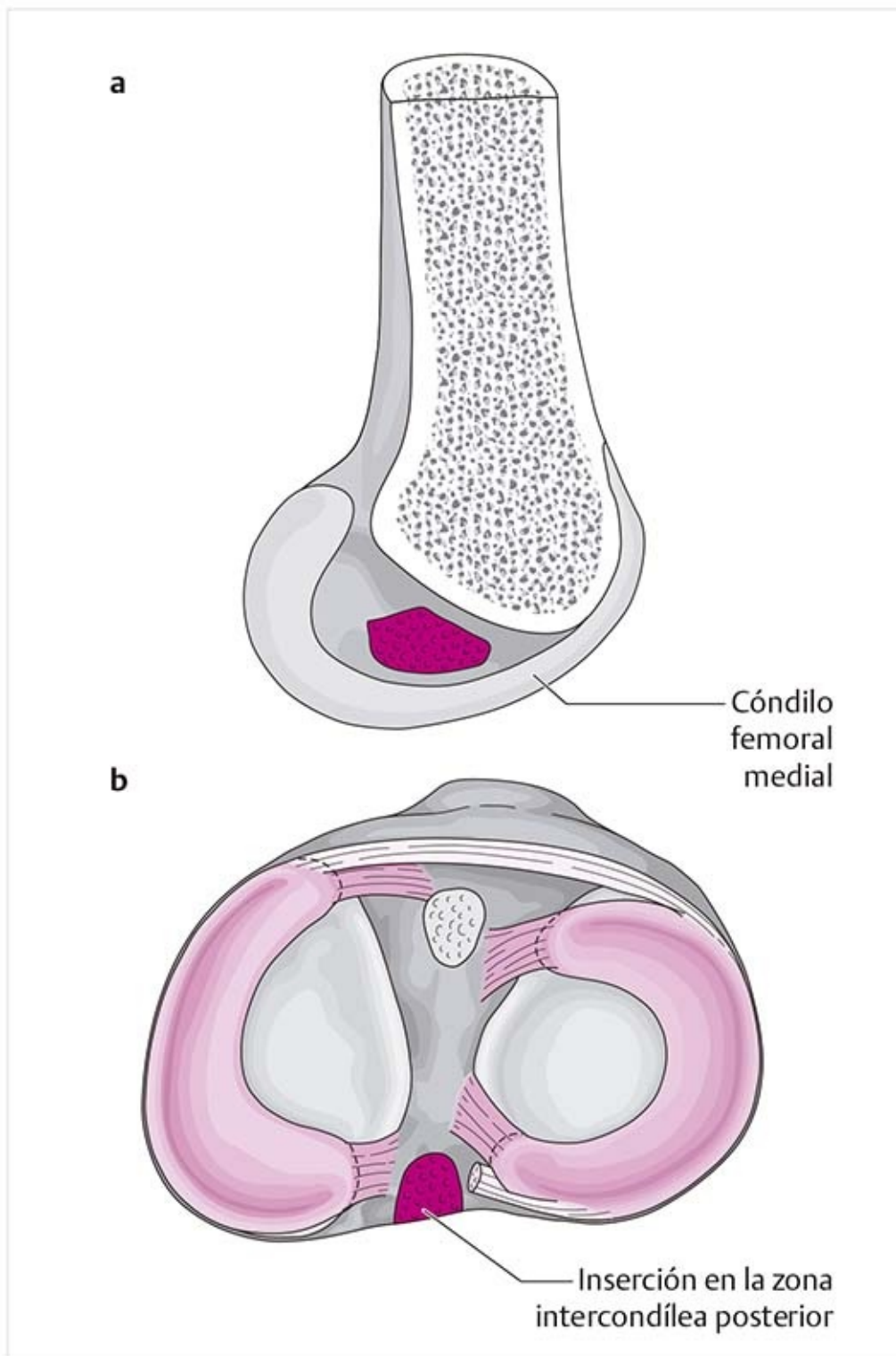
### Plastia de la hendidura

Según sea la posición del orificio del taladro, es posible que el techo de la fosa intercondílea (hendidura) se haya tallado para prevenir el atrapamiento del injerto en el techo. En general, puede esperarse una resistencia al desgarro muy buena justo después de la operación. Sin embargo, después de seis semanas, esto se reduce mediante la remodelación y sólo después de un año el ligamento cruzado anterior alcanza 90% de su capacidad normal para el soporte de carga.

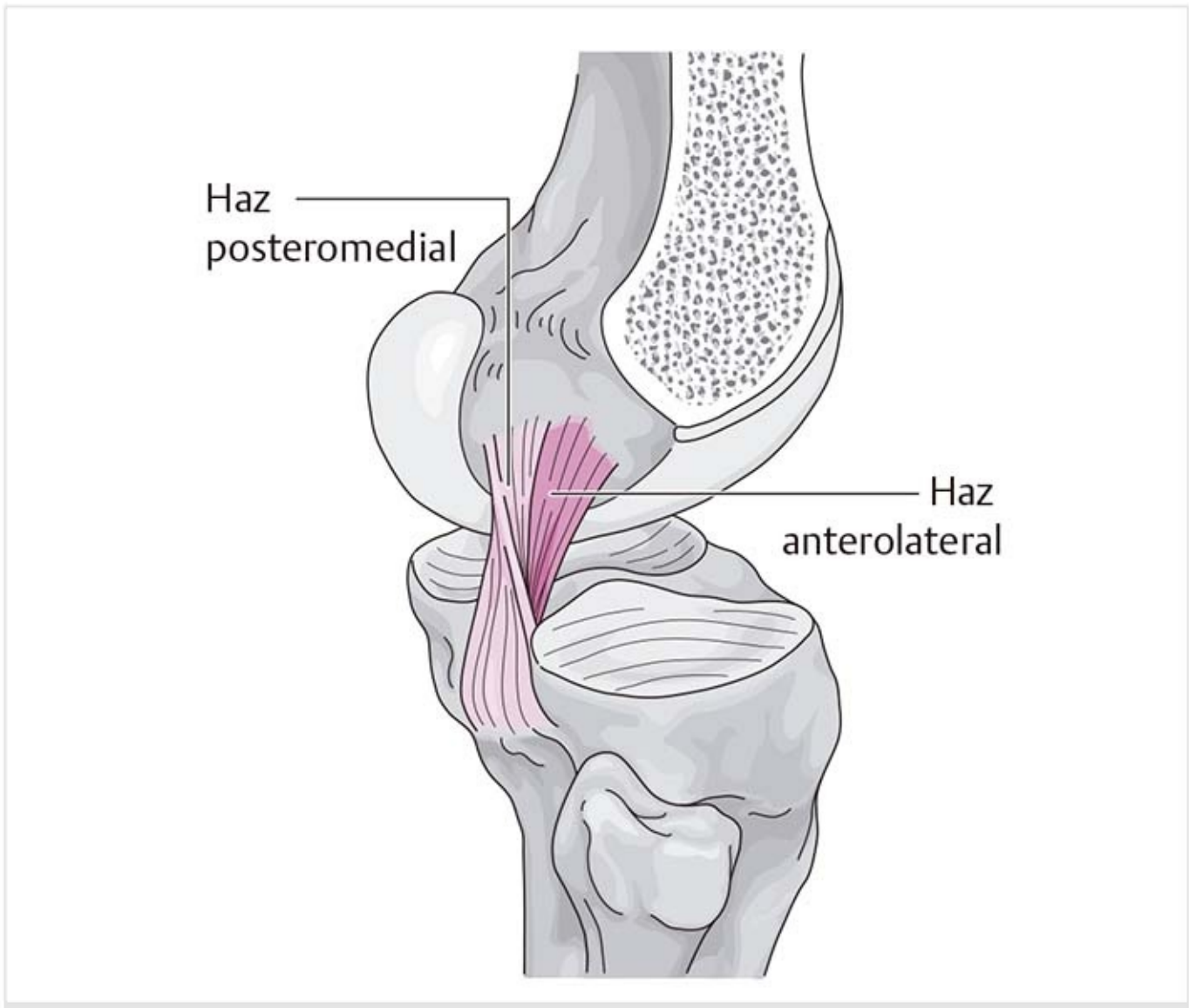


**Figura 9-77.** Reconstrucción del ligamento cruzado con el tercio central del tendón rotuliano.

## **Ligamento cruzado posterior (figura 9-78 y 9-79)**



**Figura 9-78.** Inserciones del ligamento cruzado posterior. **(a)** Cóndilo femoral medial (vista desde el interior). **(b)** Meseta tibial.



**Figura 9-79.** Trayecto del ligamento cruzado posterior.

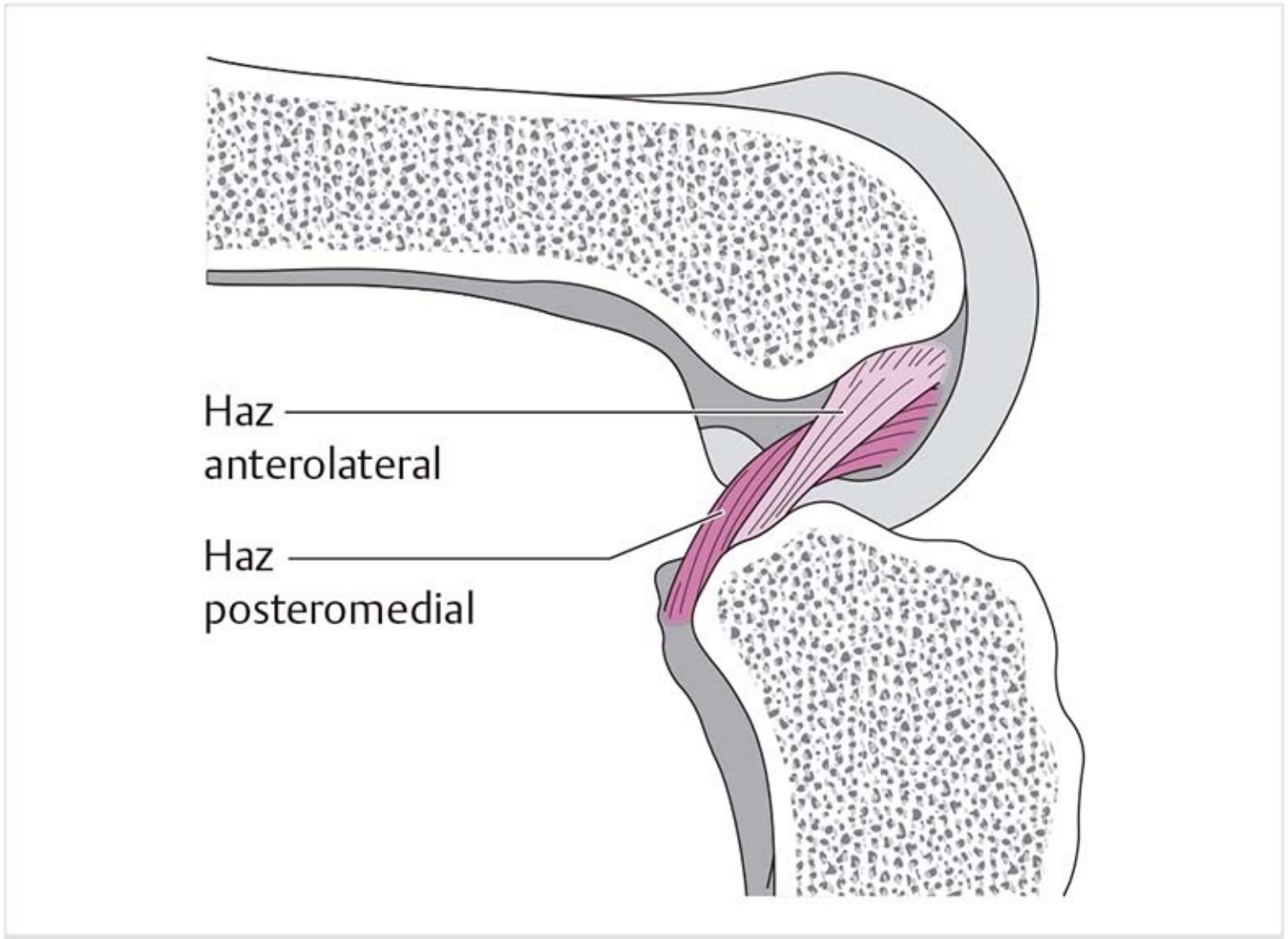
El ligamento cruzado posterior nace de la superficie interna del cóndilo femoral medial. En la posición neutral, su zona de origen tiene una orientación horizontal. Discurre en forma oblicua en dirección distal-lateral-posterior y se inserta en la zona intercondílea posterior de la tibia y el borde tibial posterior. Cruza el ligamento cruzado anterior en un ángulo de 90°. Su longitud es sólo tres quintas partes de la longitud del ligamento cruzado anterior. Es el ligamento más fuerte de la rodilla y se conoce como el “estabilizador central de la articulación de la rodilla”.

El ligamento cruzado posterior consiste en dos bandas principales: un **haz posteromedial** y un **haz anterolateral**. El haz posteromedial se inserta en una parte más posterior en la zona intercondílea posterior de la tibia; el haz anterolateral lo hace en la zona intercondílea, cerca del menisco lateral.

## **Funciones**

### *Limitación del movimiento*

Hay diferencias en la tensión entre los dos haces de fibras; el haz posteromedial queda a tensión de forma primaria en la extensión. En la flexión, las fibras se tuercen unas alrededor de otras, lo que incrementa la tensión (**figura 9-80**). Junto con el ligamento cruzado anterior, limita la rotación interna.



**Figura 9-80.** Ligamento cruzado posterior en flexión.

### *Estabilización*

EL ligamento cruzado posterior previene el desplazamiento de la meseta tibial hacia atrás. Por el contrario, impide el deslizamiento anterior del fémur con respecto a la tibia fija durante la fase de apoyo de la marcha.

### *Coordinación*

Este ligamento ayuda a coordinar el movimiento de rodamiento-deslizamiento.

### Consejo práctico

#### **Rotura del ligamento cruzado posterior**

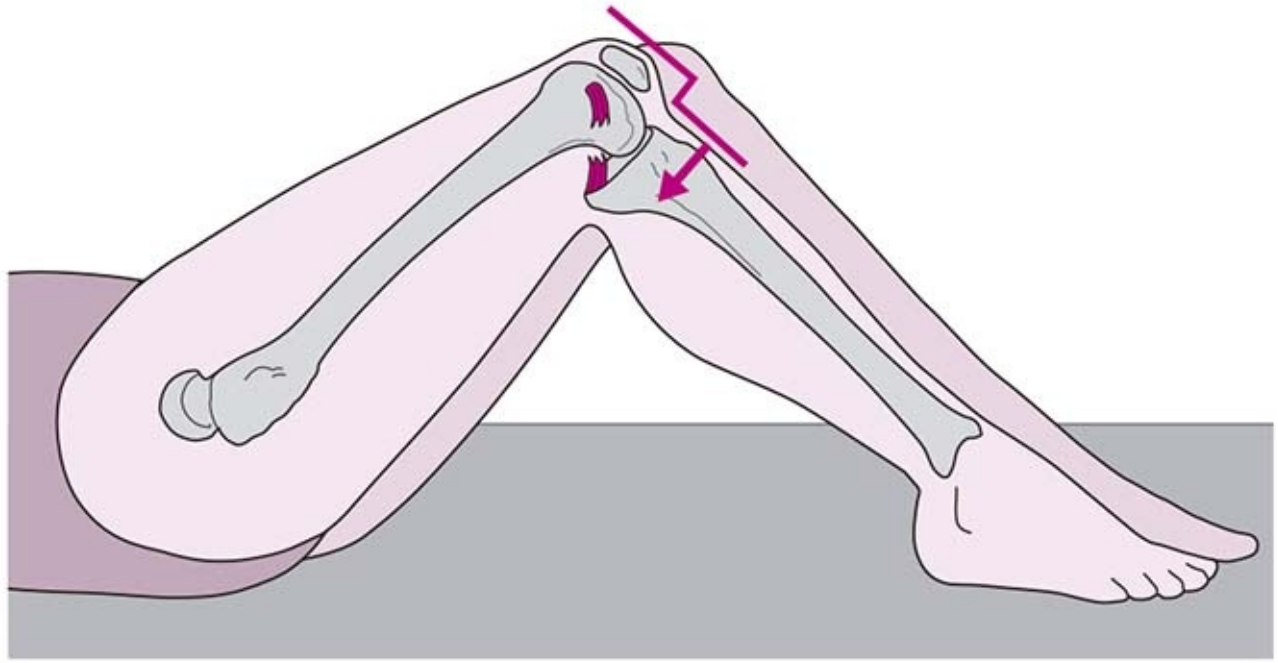
Un desgarro en el ligamento cruzado posterior produce un signo de **cajón posterior**, el cual puede observarse, por ejemplo, con la tracción desde los músculos de la corva en la posición sedente. La tibia sale de su centro. El resultado es la terminación temprana de la extensión por el contacto duro con las astas anteriores de los meniscos y desplazamiento anterior limitado del menisco.

La **prueba del signo de gravedad (figura 9-81)** aporta información sobre la estabilidad del ligamento cruzado posterior. Para realizar esta prueba, el paciente adopta la posición supina con ambas rodillas flexionadas a 90° y los pies colocados sobre el tapete. El resultado es el signo de cajón posterior espontáneo, que puede verse al comparar las posiciones de ambas tuberosidades tibiales, dado que la meseta tibial del lado afectado se hunde un poco hacia atrás. Si esto ocurre, es razonable la sospecha de rotura del ligamento cruzado posterior.

#### **Consecuencias de una lesión en el ligamento cruzado posterior**

La posición anterior del fémur puede afectar al ligamento cruzado anterior, que se vuelve laxo, ya que sus puntos de unión en el fémur y la tibia se aproximan entre sí. Por lo tanto, el ligamento carece de la tensión requerida para realizar de manera óptima el movimiento de rodamiento-deslizamiento cuando la rodilla se flexiona desde la posición extendida.

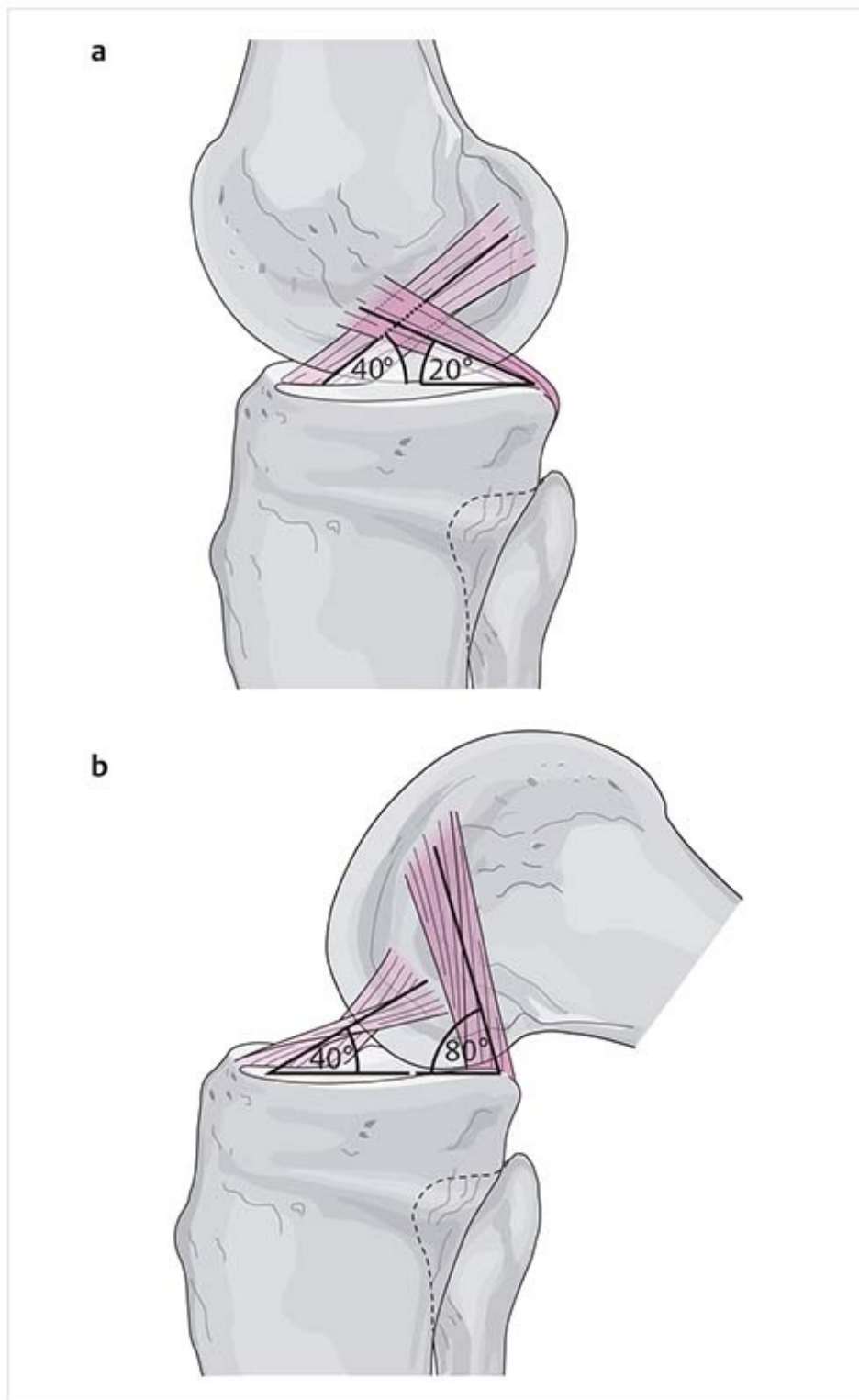
La tensión continua en el ligamento colateral peroneo debido a la posición anterior del fémur puede causar dolor en la cabeza del peroné. Una prueba de provocación del ligamento permite confirmarlo. La tensión en el ligamento puede desplazarlo hacia delante.



**Figura 9-81.** Prueba de estabilidad del ligamento cruzado posterior: signo de gravedad.

## **Trayecto de los ligamentos cruzados**

*Vista sagital (figura 9-82)*



**Figura 9-82.** Trayecto de los ligamentos cruzados en la vista sagital. **(a)** En extensión. **(b)** En flexión.

Cada ligamento cruzado tiene un trayecto singular con inclinación variada:

- En extensión se inclinan sólo un poco desde la horizontal. El ligamento cruzado anterior forma un ángulo de inclinación cercano a  $40^\circ$  con respecto a la horizontal; el ligamento cruzado posterior crea un ángulo aproximado de  $20^\circ$ .
- En la flexión, la orientación del ligamento cruzado posterior cambia de manera significativa. Se torna vertical, mientras que el ligamento cruzado anterior queda sólo un poco más inclinado que antes.

### ***Vista frontal***

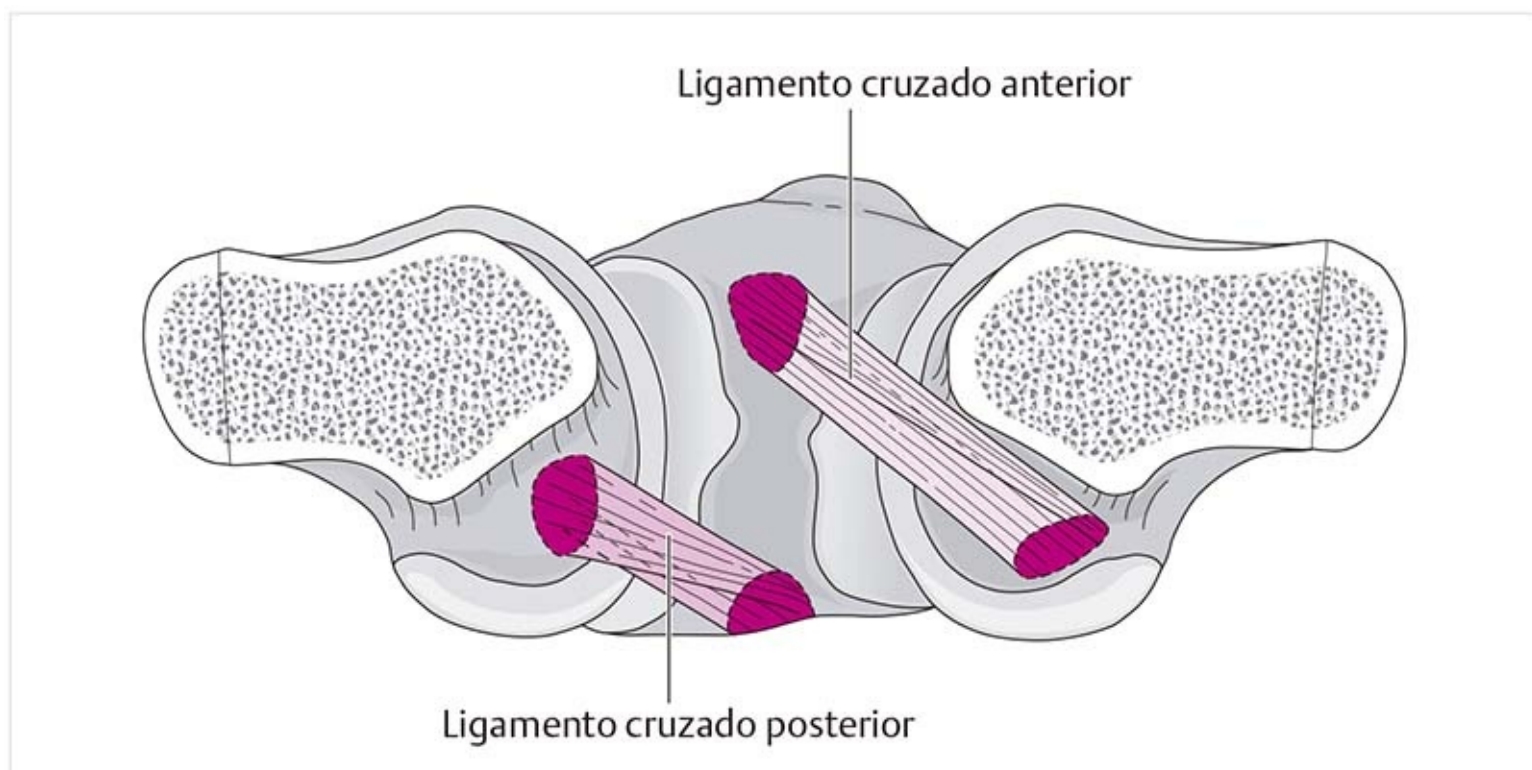
Visto desde el plano frontal con la rodilla en extensión y una rotación intermedia, los ligamentos se cruzan entre sí. Esto se vuelve aún más claro con la rotación interna de la tibia, ya que se tensan y se



envuelven entre sí. De esta manera, las superficies articulares tibial y femoral también se aproximan entre sí.

Sin embargo, en la rotación externa los ligamentos se mantienen paralelos unos respecto de otros.

### **Vista horizontal (figura 9-83)**



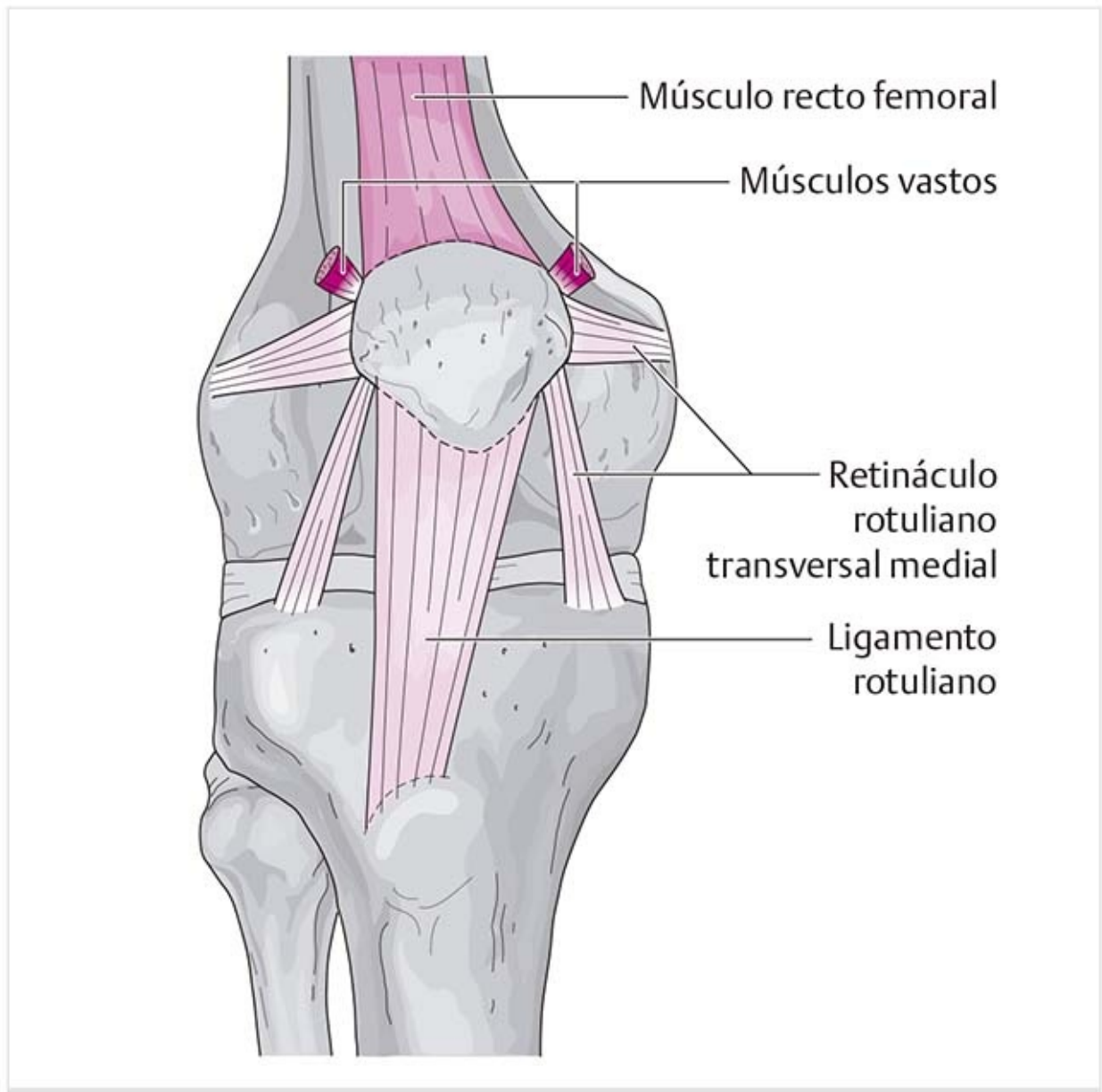
**Figura 9-83.** Trayecto de los ligamentos cruzados en la vista horizontal (el fémur distal se dividió en dirección longitudinal y se separó).

En la vista horizontal, los ligamentos cruzados se mantienen paralelos entre sí.

Los puntos de fijación de los ligamentos cruzados en la tibia se localizan en el plano sagital, en tanto que los puntos de unión femoral se aproximan al plano frontal.

### **9.3.4 Complejo funcional anterior**

#### **Rótula (figura 9-84)**



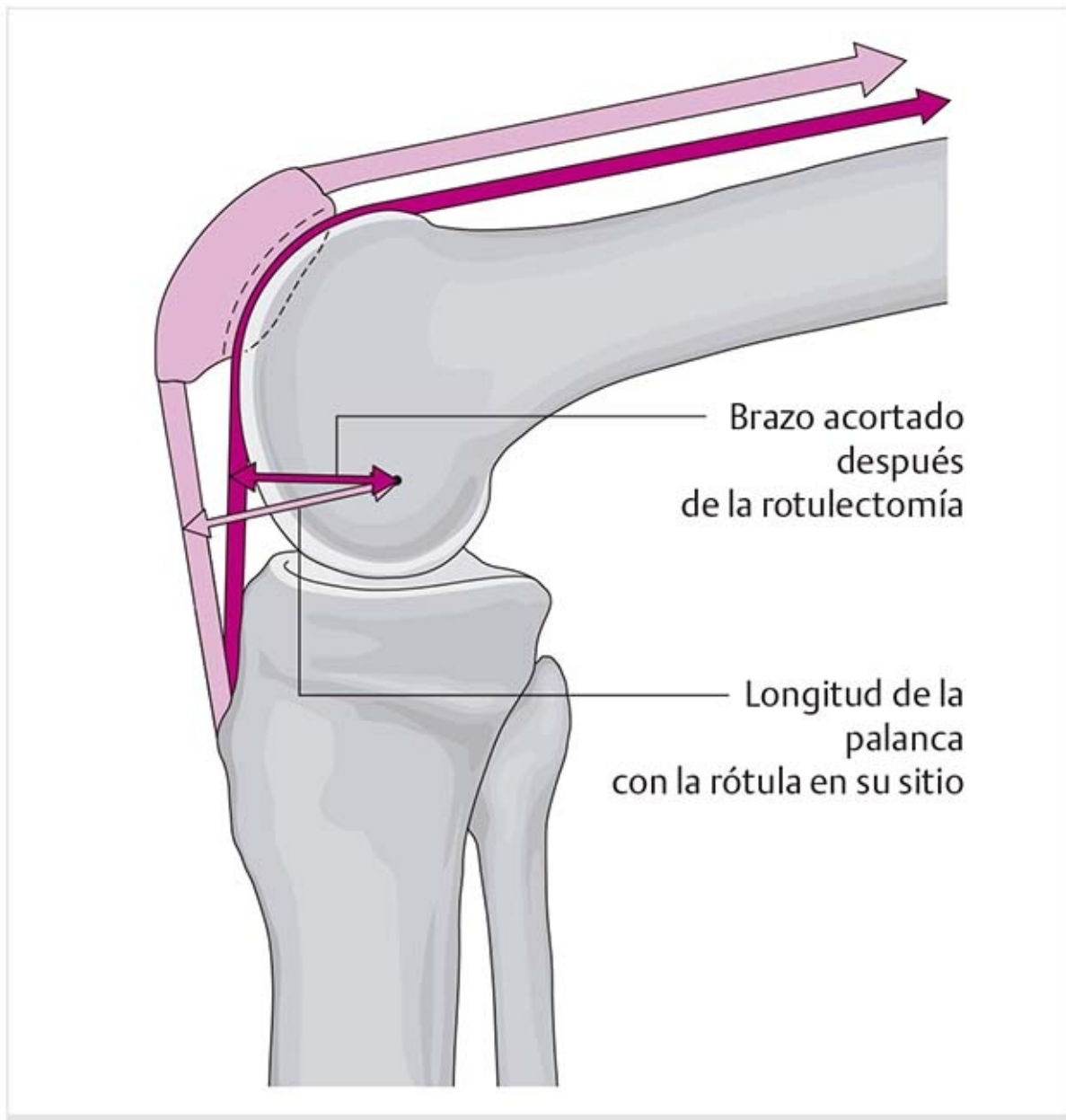
**Figura 9-84.** Conexiones rotulianas.

Muchas estructuras se conectan con la rótula y por tanto determinan su posición:

- Desde arriba, el músculo recto femoral avanza hasta la base de la rótula y algunas fibras cruzan sobre ella. Estas fibras continúan en el ligamento rotuliano, cuya mayor parte se conecta entre la tuberosidad tibial y el vértice de la rótula.
- Los músculos vastos se aproximan a la rótula desde las direcciones superomedial y superolateral.
- Desde los bordes lateral y medial, los retináculos transversales avanzan hacia los epicóndilos y la tibia. En la parte lateral se encuentra el haz iliotibial.
- En una segunda capa más profunda bajo el retináculo, los ligamentos rotulomeniscales establecen una conexión entre los bordes de la rótula y los meniscos.

El conjunto de fuerzas de este sistema de abrazadera establece la posición de la rótula. Sólo cuando la rótula está centrada puede realizar movimientos óptimos.

**Funciones (figura 9-85)** . La rótula tiene un efecto estabilizador, ya que reduce el desplazamiento de los cóndilos femorales durante la flexión, lo cual alivia la tensión sobre el ligamento cruzado posterior y las estructuras de la cápsula posterior.

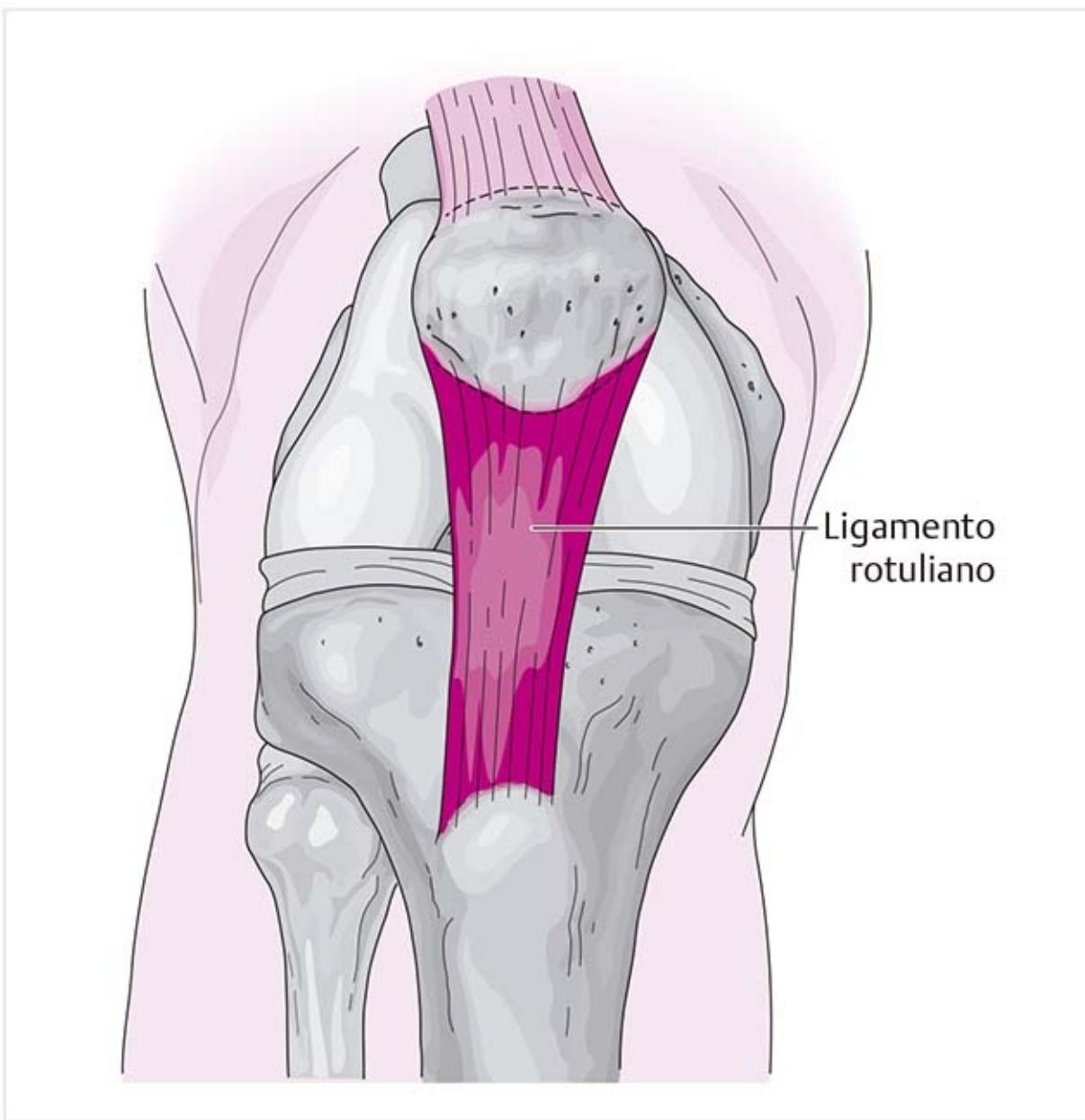


**Figura 9-85.** Cambios en el brazo de palanca del músculo cuádriceps después de la rotulectomía.

Debido a su localización, mejora el torque en el mecanismo extensor porque aumenta el brazo de palanca del cuádriceps y por tanto su torque. Esto resulta más evidente cuando se calcula el cambio en la acción de palanca que ocurre después de la rotulectomía. Además, la rótula protege al tendón del recto de la fricción excesiva.

Debido a la gruesa capa de cartílago hialino combinada con la función lubricante del líquido sinovial, la fricción de la articulación rotulofemoral se reduce de manera sustancial.

### **Ligamento rotuliano (figura 9-86)**



**Figura 9-86.** Ligamento rotuliano.

Este ligamento se proyecta del vértice de la rótula a la tuberosidad tibial, una protrusión distintiva del hueso situada tres o cuatro anchos de dedo distal al vértice de la rótula.

El ligamento mide cerca de 5 mm de grosor, 3 cm de ancho en la parte proximal y 2 cm de ancho en la distal. Discurre en dirección oblicua de proximal-medial a distal-lateral. La parte lateral del paquete de fibras se halla en un plano 2 cm más profundo que la medial.

La bolsa infrarrotuliana profunda se encuentra entre el ligamento rotuliano, la tibia y el cojinete adiposo de Hoffa (cojinete adiposo infrarrotuliano). Otra bolsa, la bolsa infrarrotuliana subcutánea, se localiza en la parte anterior, superficial respecto al ligamento.

### Patología

#### Enfermedad de Osgood-Schlatter

Esta necrosis aséptica del hueso produce la acumulación de material óseo en la zona de la tuberosidad tibial, que se vuelve más gruesa.

Por lo general afecta a niños (varones), que se quejan de dolor relacionado con la tensión, sobre todo después de subir escaleras u otras actividades similares que ejercen tensión en la articulación de la rodilla.

#### Síndrome de compresión lateral rotuliana

En este síndrome hay un desplazamiento lateral de la rótula. La causa habitual es un desbalance muscular, como un alto grado de tensión en el haz iliotibial y atrofia del músculo vasto medial. Los pacientes refieren dolor cuando caminan colina abajo y después de permanecer mucho tiempo sentados.

### Consejo práctico

## Músculo cuádriceps femoral (figura 9-87 y 9-88)

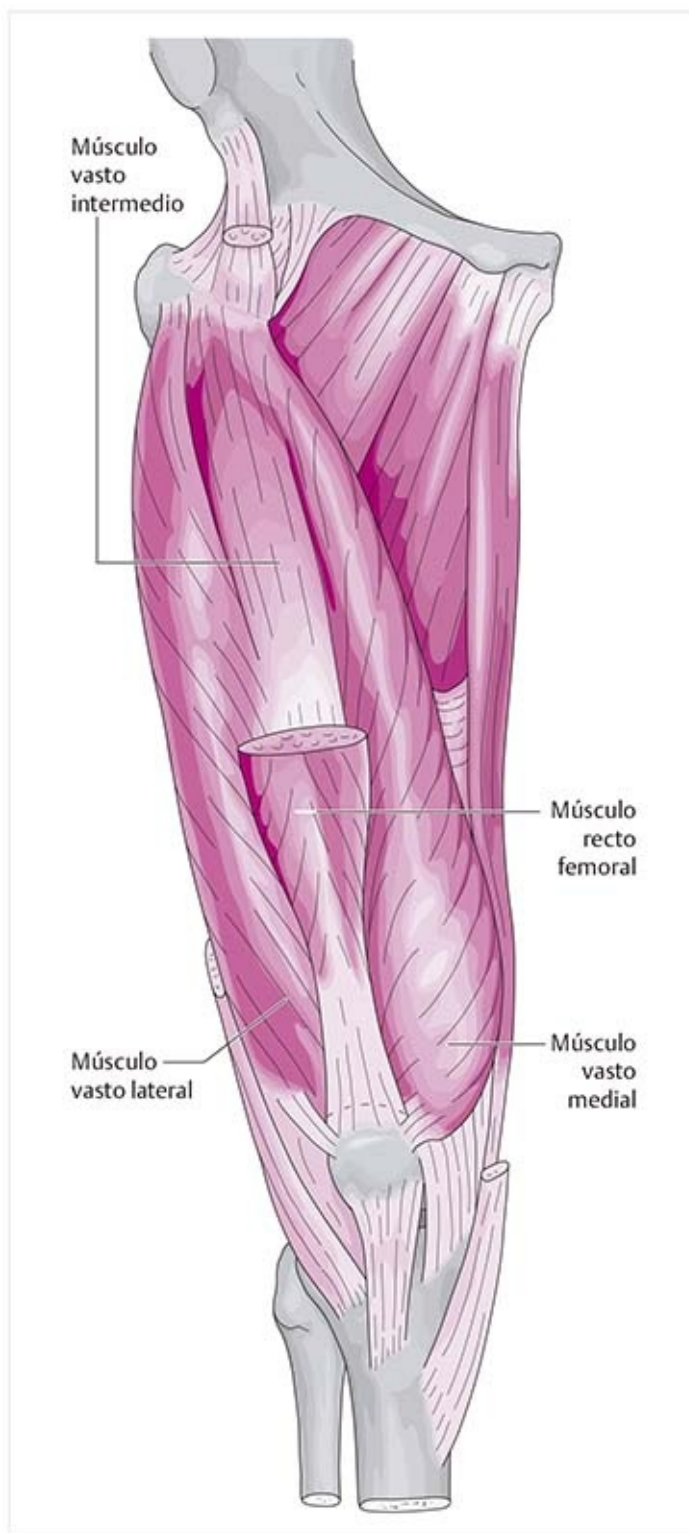
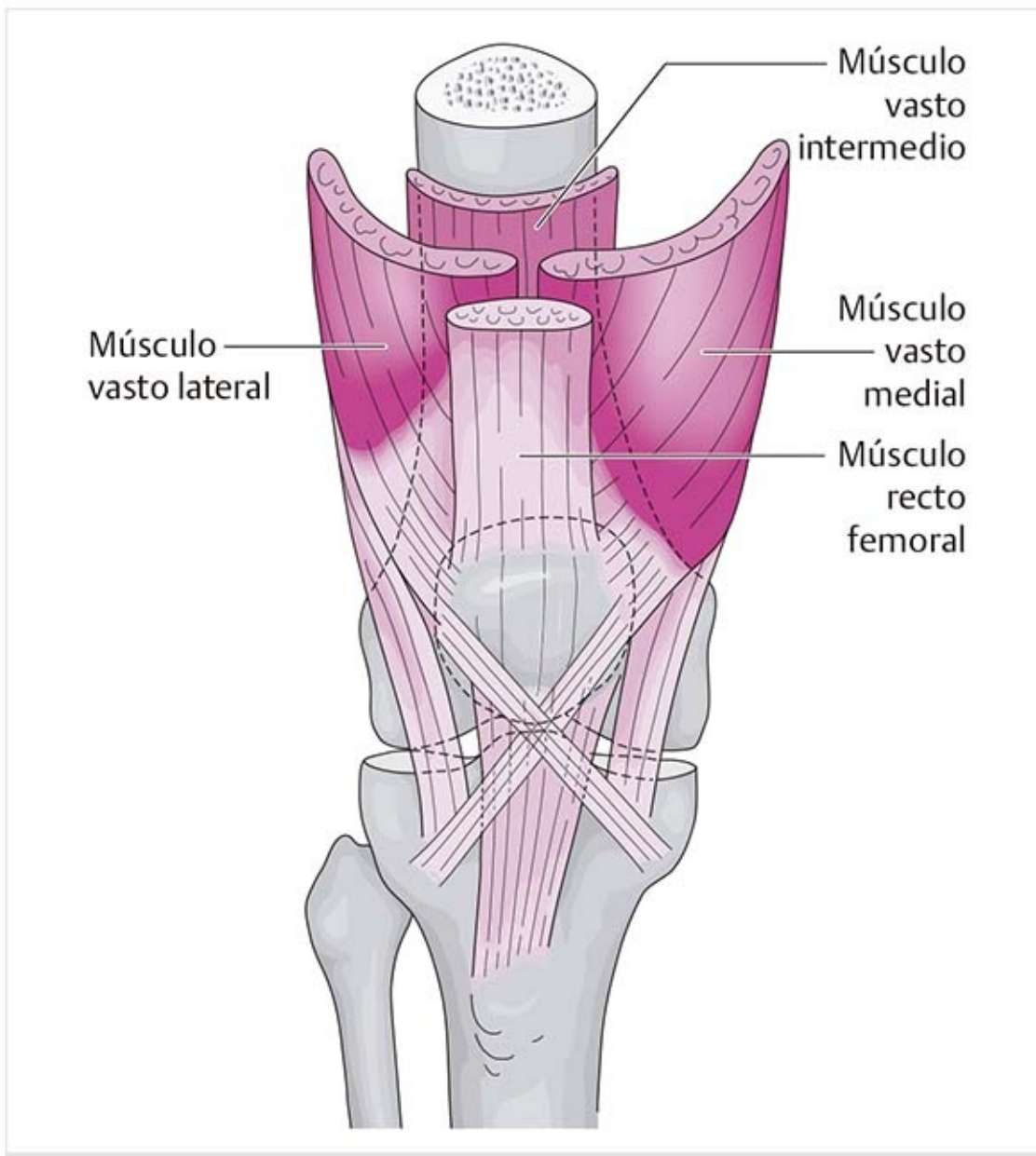


Figura 9-87. Músculo cuádriceps femoral.



**Figura 9-88.** Conexiones de los músculos vastos.

El músculo cuádriceps, con sus cinco partes (descritas a continuación), cubre toda la parte anterior del muslo.

### **Músculo recto femoral**

Debido a su sitio de inserción, esta parte del cuádriceps crea una conexión entre la pelvis y la articulación de la rodilla. Se encuentra en una hendidura en el músculo vasto intermedio; en la parte lateral está enmarcado por los otros músculos vastos.

Su tendón terminal es muy plano y es el más largo de este complejo. La parte más grande del tendón sigue hasta la base de la rótula, mientras que algunas fibras superficiales se extienden sobre la rótula y continúan hasta la tuberosidad tibial.

La hoja anterior de la bolsa suprarrotuliana se adhiere al tendón del recto y se desplaza cuando el músculo se relaja o se contrae.

El músculo tiene un desempeño resistente para salvaguardar la extremidad inferior como una columna de soporte; en él predominan las fibras de sacudida lenta y tiende al “acortamiento”.

### **Músculo vasto intermedio**

Este músculo constituye la capa más profunda del complejo cuádriceps. Sus fibras componentes se

conectan con la capa profunda de la bolsa suprarrotuliana. Las otras partes siguen juntas con el tendón del recto hasta la base de la rótula.

## **Músculo articular de la rodilla**

Este músculo se fusiona con la capa profunda de la bolsa suprarrotuliana. Sus fibras provienen en parte del músculo vasto intermedio y en parte son fibras independientes originadas en la parte anterior del fémur, unos cuantos centímetros arriba del pliegue capsular (véase **figura 9-61** ).

## **Músculo vasto lateral**

Éste es el más grande de los músculos del cuádriceps. En su origen, en el labio lateral de la línea áspera, se combina con fibras del músculo glúteo mayor para formar el **cabestrillo muscular vasto-glúteo** . Además, algunas fibras se originan en el haz iliotibial y cubren el músculo en la parte lateral.

Su tendón terminal comienza a cuatro anchos de dedo superolateral a la base de la rótula. La mayor parte de las fibras termina en este borde de la rótula, pero otras continúan al retináculo rotuliano longitudinal lateral. Una tercera división de fibras continúa aún más en dirección medial y distal, cruza la rótula y las fibras del músculo vasto medial, y se inserta en el cóndilo medial de la tibia.

## **Músculo vasto medial**

Es un músculo que funciona con velocidad y fuerza, tiene predominio de fibras de sacudida rápida y tiende al “aflojamiento”.

El músculo se forma de modo primario con fibras orientadas casi verticales en sentido distal y se insertan en el borde superomedial de la rótula. Algunas fibras siguen al retináculo rotuliano, lo cual crea una conexión con el cóndilo tibial medial. Algunas fibras más delgadas tienen disposición oblicua, pasan en parte sobre la rótula y continúan en dirección lateral al sitio de inserción del haz iliotibial.

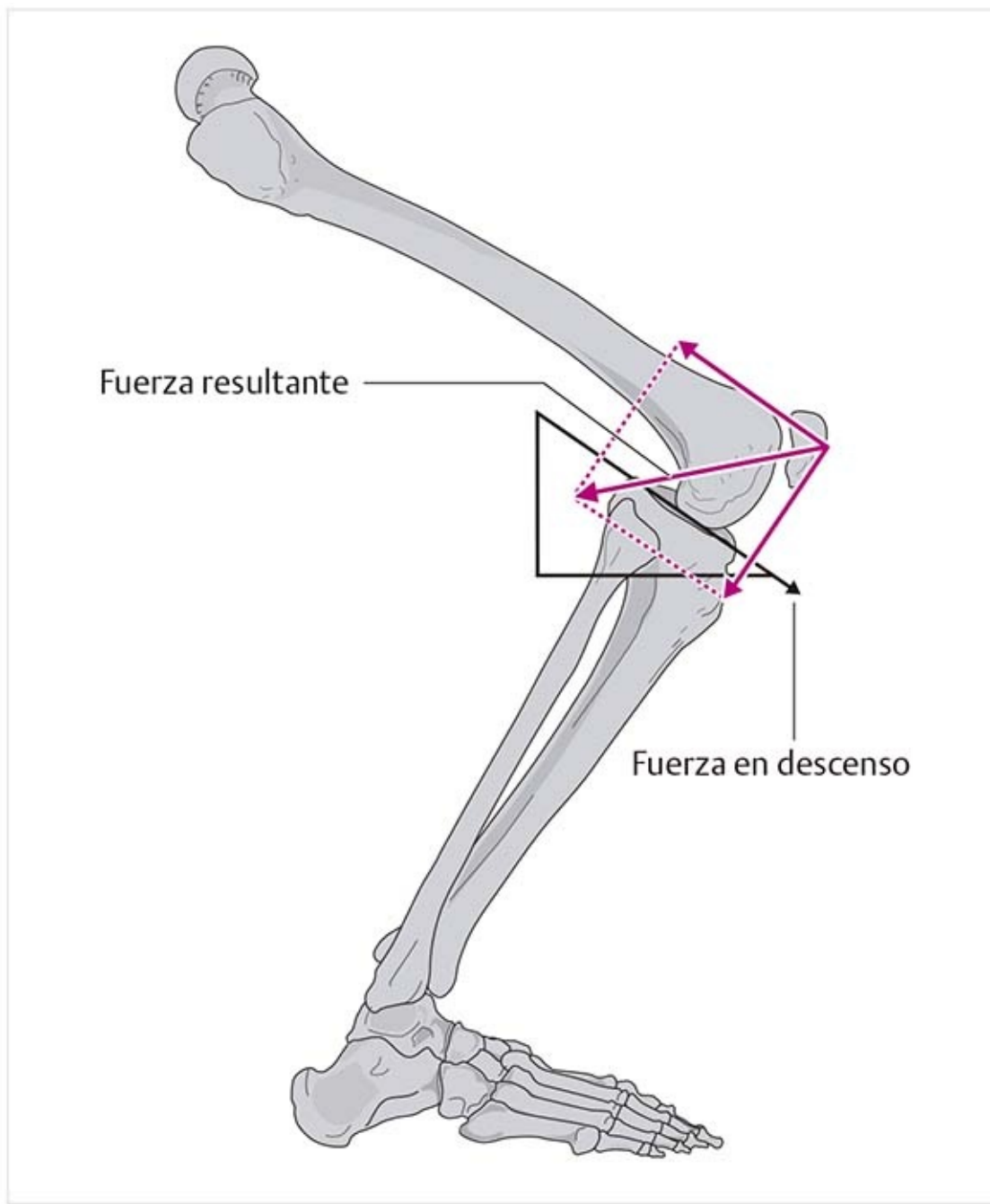
Los haces de fibras transversales más bajas se llaman **músculo vasto oblicuo medial** . Este músculo no tiene función extensora, sino que tracciona la rótula en dirección medial, actúa contra las fuerzas con dirección lateral y por tanto centra la rótula dentro de la hendidura troclear femoral (superficie rotuliana del fémur). La atrofia del músculo vasto medial reduce su capacidad para mantener la rótula en su sitio, lo que permite que predomine el músculo vasto lateral y lateraliza la rótula.

Además, el músculo vasto medial emite algunas fibras hacia la cápsula articular.

**Función.** Cuando funciona en un estado de cadena abierta, el músculo cuádriceps mueve la palanca tibial hacia delante, lo cual corresponde a la extensión de la rodilla. También hace que la tibia se deslice hacia delante.

Cuando funciona en estado de cadena cerrada, lentifica la flexión de la rodilla mediante la contracción excéntrica, por ejemplo cuando inicia una flexión de la rodilla desde la bipedestación y así previene una torcedura.

A medida que aumenta la flexión de la rodilla en la bipedestación en una pierna, los cóndilos femorales se deslizan en dirección anteroinferior por el plano de fuerza descendente, dado que la meseta tibial se inclina hacia abajo y al frente. El músculo cuádriceps contrarresta esta tendencia de empuje; su fuerza resultante impele los cóndilos femorales hacia atrás. Además, presiona la rótula a su hendidura troclear correspondiente (superficie rotuliana) del fémur. Esta presión de compactación es muy alta en la posición flexionada (**figura 9-89** ).



**Figura 9-89.** Efecto del cuádriceps en flexión.

**Inervación:** nervio crural.

### Consejo práctico

#### Inspección

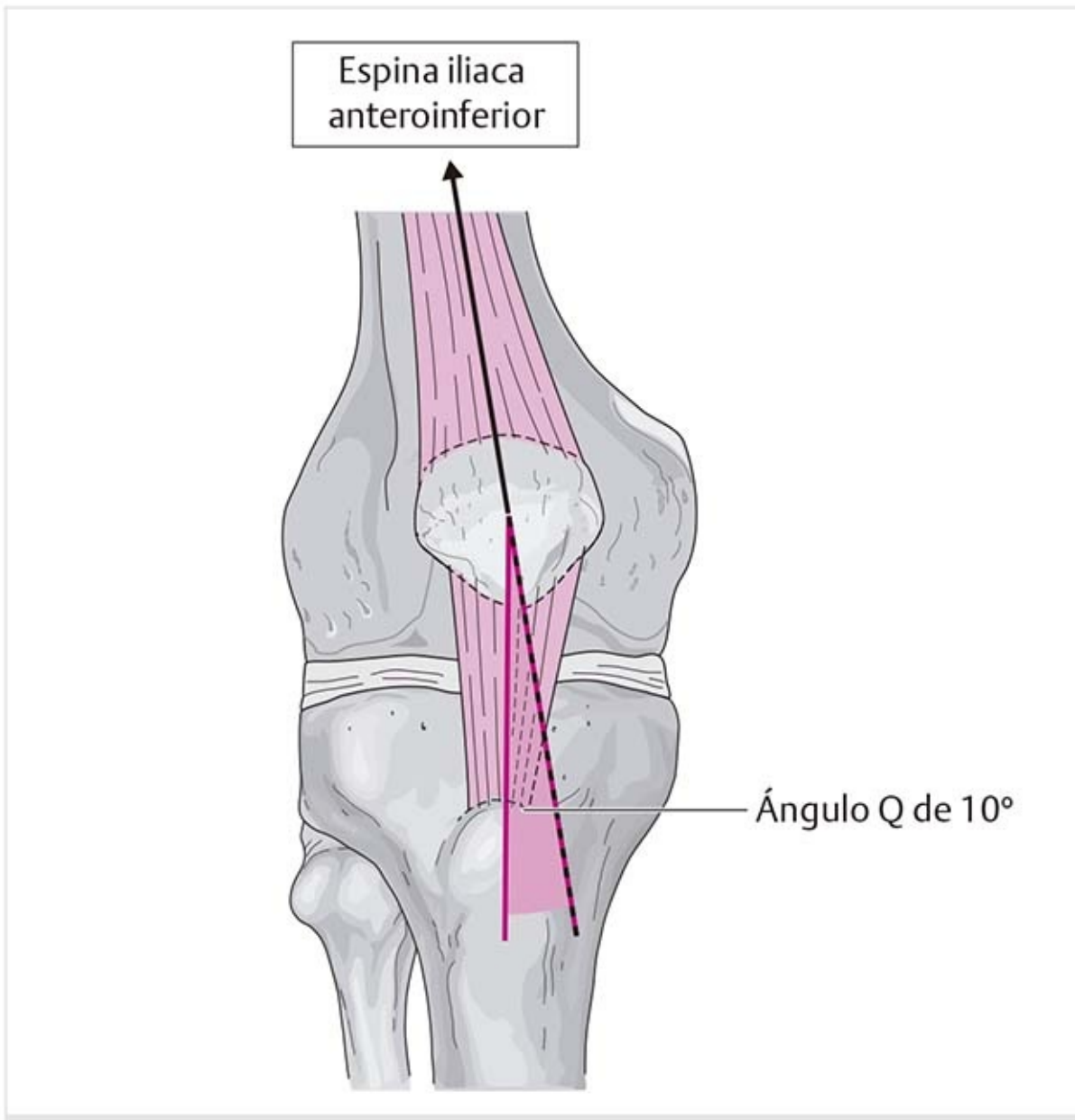
La atrofia del músculo cuádriceps siempre se observa en lesiones que persisten por cierto tiempo, incluso después que la molestia desaparece. Es un signo de trastorno del mecanismo de retroalimentación propioceptiva y protege a la articulación. Durante el tiempo que la articulación debe ser protegida después de una lesión, ciertamente tiene sentido la inhibición del músculo cuádriceps, ya que su actividad genera estrés para la articulación. Por ejemplo, con una flexión aproximada de 40°, tira de la tibia hacia delante. Esta posición debe evitarse, en particular después de lesiones del ligamento cruzado anterior.

#### Entrenamiento del cuádriceps

Un programa de ejercicio coordinado en cadena cinética cerrada tiene un efecto sustancial en los propioceptores y por tanto en el sentido de posición, de movimiento y de fuerza. El movimiento se limita, por ejemplo para proteger un injerto o un menisco durante el periodo posoperatorio. Pueden realizarse los siguientes ejercicios en cadena cerrada (extremo distal fijo): la rodilla se flexiona a 30° con la parte superior del cuerpo inclinada de varias maneras, mientras se usan dos juegos de báscula para valorar la distribución del peso; y ejercicios de estabilización sobre dos pequeñas tablas mecedoras para equilibrio, una tabla balancín o una plataforma de equilibrio. Las ganancias logradas con los ejercicios de cadena cerrada son los típicos de la marcha y por tanto se adaptan a las tensiones de la vida diaria.

### Ángulo Q de la rodilla (figura 9-90)





**Figura 9-90.** Ángulo Q.

Este ángulo se forma entre la extensión inferior de una línea recta que conecta la espina iliaca anteroinferior con la parte media de la rótula y la línea recta que se proyecta de la rótula a la tuberosidad tibial. En los varones, el ángulo mide cerca de  $10^\circ$  y en las mujeres es de  $15^\circ \pm 5^\circ$ .

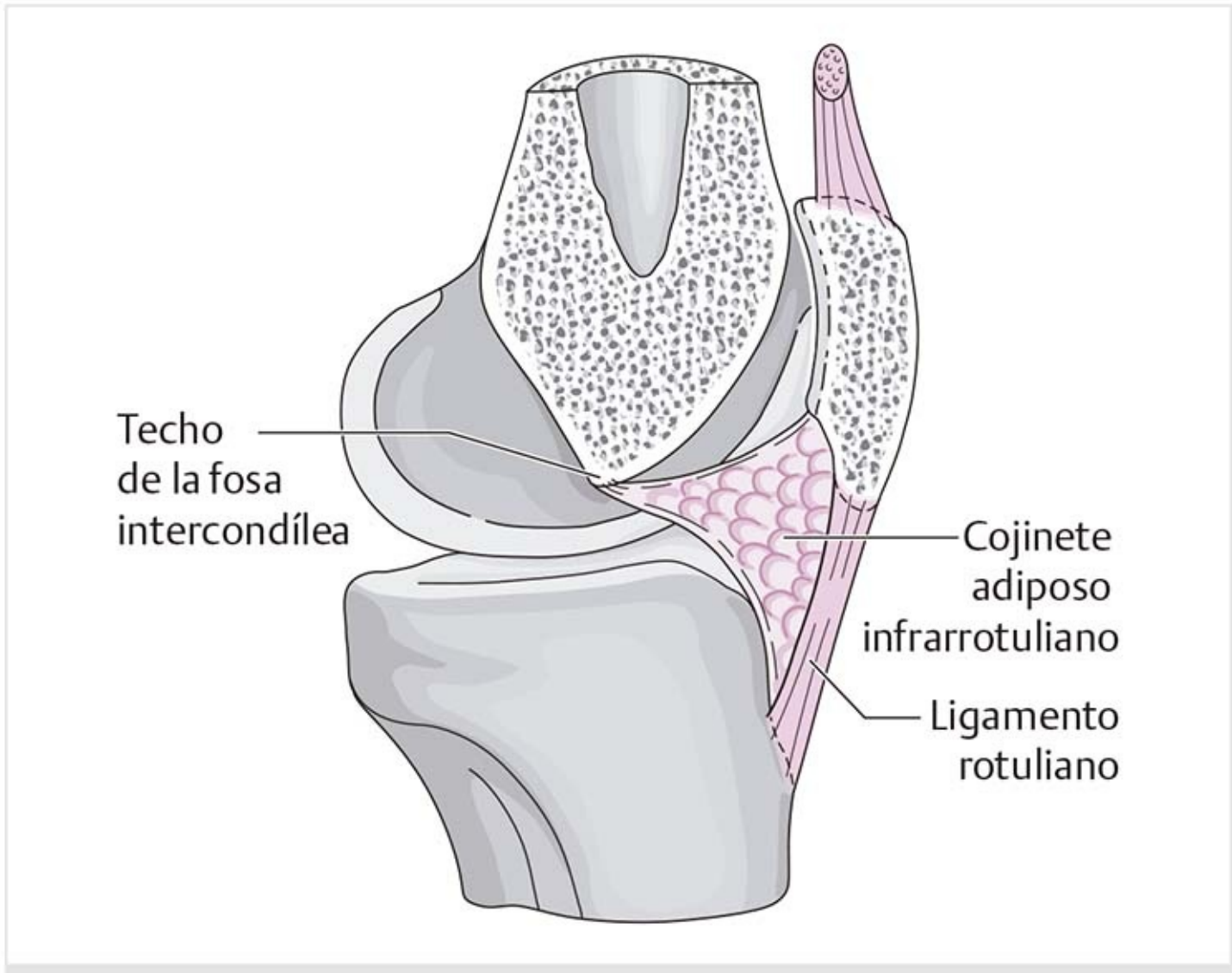
Debido a este ángulo, la rótula tiene una tendencia a luxarse en dirección lateral. La mejilla lateral prominente de la superficie rotuliana del fémur y la dirección de la tracción del músculo vasto oblicuo medial contrarrestan esta tendencia.

#### Patología

En la rodilla en valgo, el ángulo Q es más grande porque la localización de la tuberosidad tibial es más lateral. Como resultado de este cambio, los componentes de fuerza dirigidos a un lado son más grandes y aumentan las demandas sobre la mejilla del cóndilo lateral.

### **Cojinete adiposo y pliegues sinoviales**

#### **Cojinete adiposo infrarrotuliano (figura 9-91)**



**Figura 9-91.** Cojinete adiposo infrarrotuliano.

El espacio entre la zona intercondílea anterior y el interior del ligamento rotuliano está ocupado por un cojinete adiposo grande. Este cojinete de grasa, también denominado cojinete adiposo de Hoffa, posee la forma de una pirámide cuadrangular con su base en la parte interna del ligamento rotuliano. El lado del cojinete adiposo frente a la articulación tiene una cubierta sinovial.

El cojinete adiposo consiste en grasa con hebras laxas de tejido conectivo. Está bien perfundido y sus vasos, junto con los del retináculo, irrigan el ligamento rotuliano y el ligamento cruzado anterior. Por lo tanto, participa en la revascularización de un injerto autólogo después de la reconstrucción del ligamento. Tiene propioceptores, por lo que está integrado al mecanismo de control de la articulación de la rodilla. También sirve para igualar la presión interna de la rodilla.

### Patología

#### Enfermedad de Hoffa

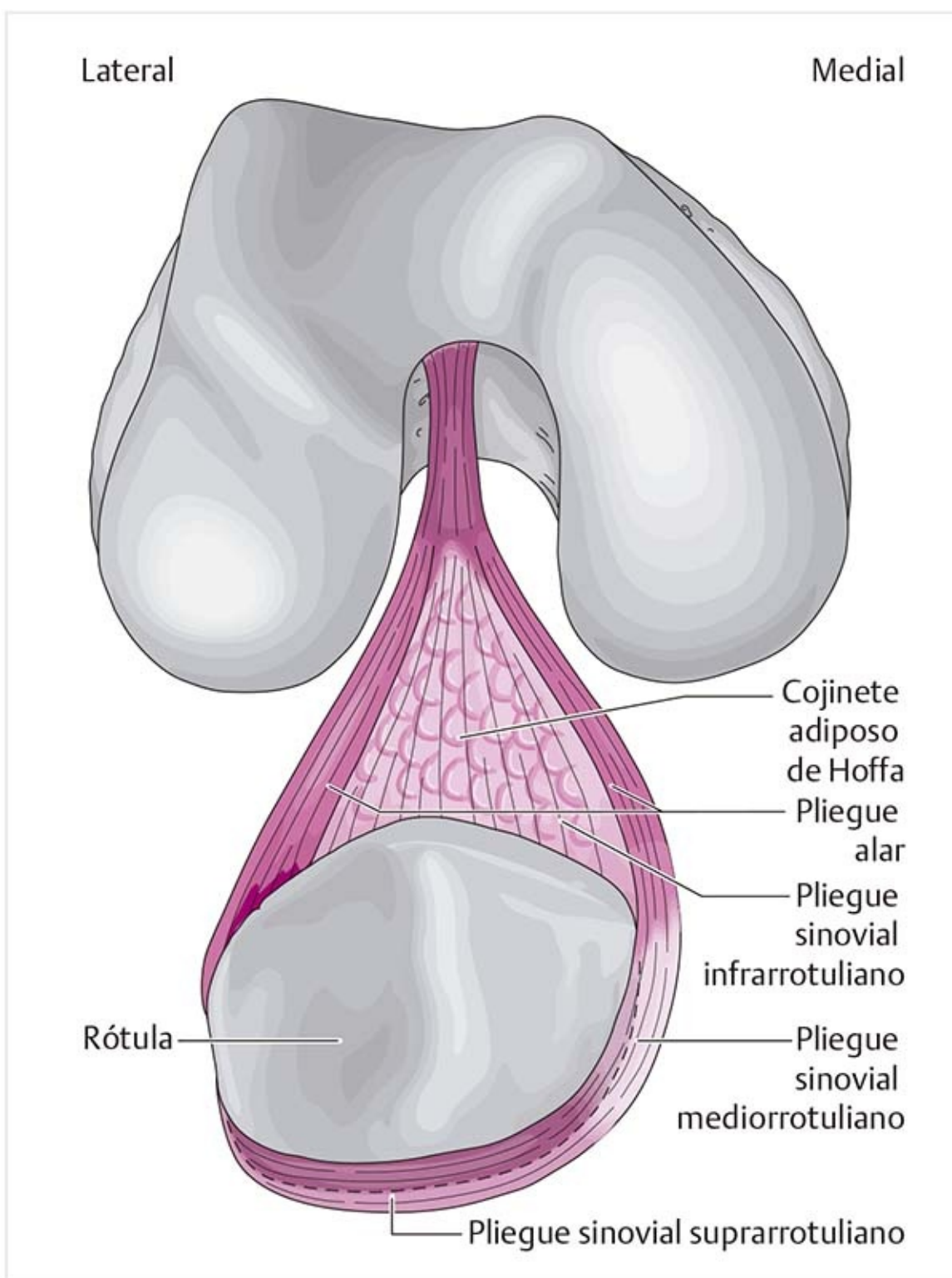
El crecimiento del cojinete adiposo se relaciona con varios trastornos de la rodilla, como lesión o inflamación del menisco. La inflamación casi siempre cede cuando el proceso patológico se cura.

Cuando la rodilla se inmoviliza, es de esperar que el cojinete adiposo proliferen. Puede experimentar fibrosis y cicatrización, por lo que pierde su movilidad y elasticidad. Debido a las importantes funciones del cojinete adiposo, la extirpación total es muy desfavorable para la articulación. En consecuencia, es preferible la resección parcial.

### Consejo práctico

#### Hallazgos en la hipertrofia del cojinete de Hoffa

Los pacientes describen dolor resistente al tratamiento, dolor con la hiperextensión y episodios de atrapamiento. La inflamación sobre el ligamento rotuliano es visible en la flexión de la rodilla y puede ser sensible a la palpación.



**Figura 9-92.** Pliegues sinoviales.

Estos pliegues son rudimentos de tabiques fetales que dividen la articulación de la rodilla. Son tabiques en la sinovia que circundan al cuerpo adiposo.

### ***Pliegue sinovial suprarrotuliano***

Éste es un pliegue sinovial que sigue un trayecto semilunar de medial a lateral a lo largo del borde superior de la rótula. Puede formar un tabique que separa la bolsa suprarrotuliana del resto del espacio articular. En este caso, la cápsula articular termina a unos 2 cm arriba de la base de la rótula.

### ***Pliegue sinovial mediorrotuliano***

Es un pliegue sinovial vertical en el lado medial de la rótula que tiene una función de menisco para la articulación rotulofemoral y se une con el recubrimiento sinovial del cojinete de grasa infrarrotuliano.

## ***Pliegue sinovial infrarrotuliano***

Esta banda fibrosa fortalece la superficie del cojinete adiposo, discurre desde el vértice de la rótula hasta la parte profunda de la fosa intercondílea, donde se fija. En la parte anterior se adhiere a la membrana sinovial de los ligamentos cruzados.

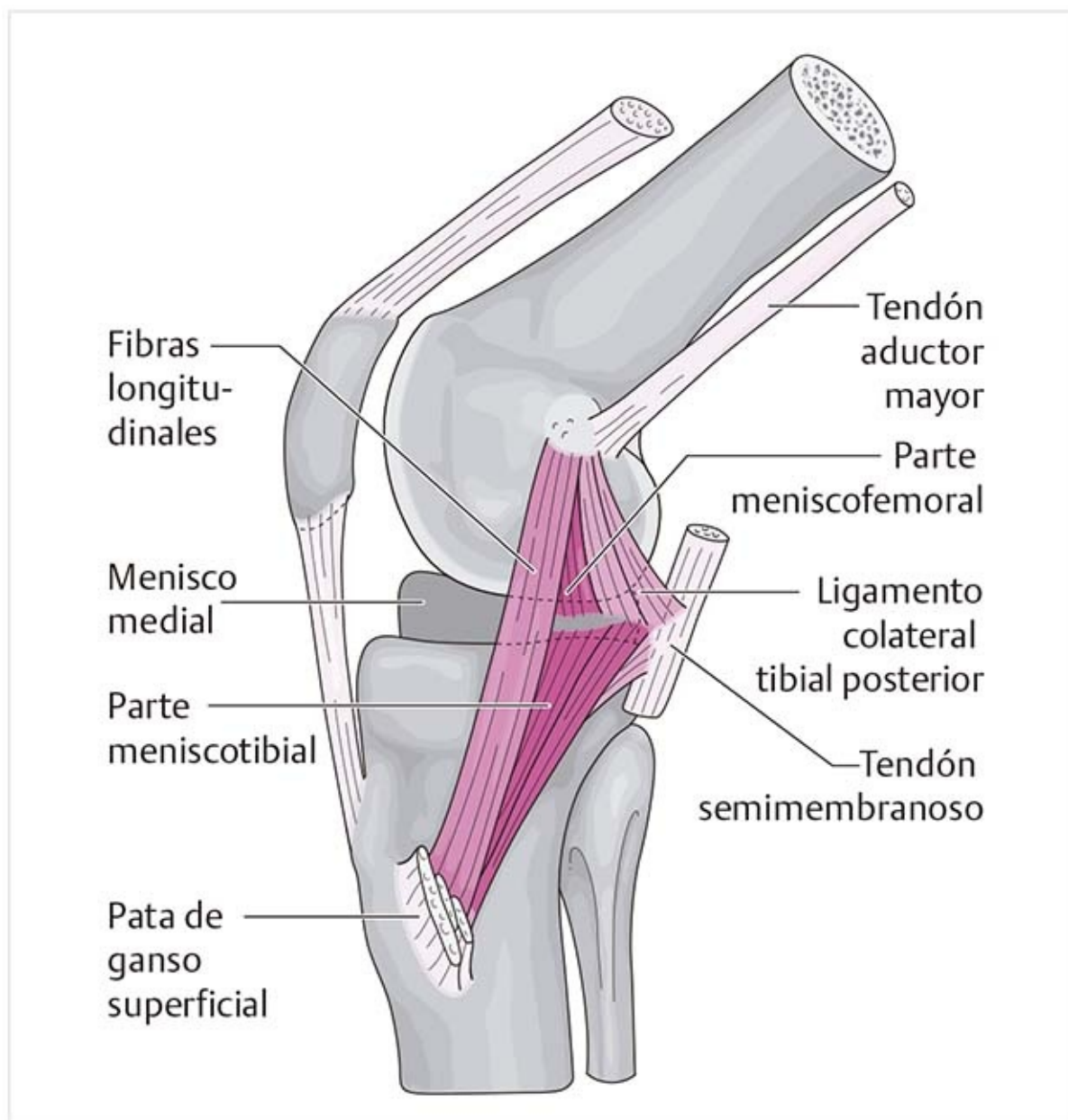
## ***Pliegues alares***

Tienen su origen en las superficies laterales de la rótula y forman el borde lateral del cuerpo adiposo.

Patología
<b>Síndrome de la plica</b> El síndrome de la plica o <b>síndrome de repisa medial</b> es la hipertrofia de los pliegues sinoviales. Es más frecuente en los nadadores competitivos, razón por la que también se conoce como “rodilla de nadador de pecho”. Las personas afectadas refieren que la patada causa los síntomas, sobre todo en el complejo medial de la rodilla, lo que provoca engrosamiento y cicatrización de las estructuras. Durante la flexión de la rodilla, el pliegue sinovial mediorrotuliano puede tensarse como cuerda de arco y trabarse bajo la faceta medial de la rótula. Esto produce daño por presión al cartílago. Los pacientes se quejan de un chasquido doloroso durante el movimiento. El tratamiento consiste en sección o resección artroscópica del pliegue sinovial.

## **9.3.5 Complejo funcional medial**

### **Ligamento colateral tibial (figura 9-93)**



**Figura 9-93.** Ligamento colateral tibial.

El ligamento tiene fibras de longitudes variables que se extienden en distintas direcciones.

Un haz de fibras longitudinales se origina en el epicóndilo medial y sigue en sentido oblicuo en dirección distal anterior, hasta la superficie medial de la tibia. Mide 9 a 11 cm de largo y está cubierto por la pata de ganso superficial en su sitio de inserción en la tibia. En la parte anterior, las fibras se unen con el retináculo longitudinal.

Mezcladas entre las fibras largas se hallan las partes cortas del ligamento, que avanzan desde el epicóndilo hasta el menisco medial y del menisco a la tibia. Por consiguiente, se conocen como las **partes meniscofemoral y meniscotibial** del ligamento.

Además, hay bandas de fibras que son parte del ligamento colateral que discurren de la parte posterior del epicóndilo femoral, cerca del tubérculo del aductor, en dirección oblicua distal y posterior hasta el asta posterior del menisco medial y a la cápsula. Desde abajo, las fibras que se proyectan en forma oblicua desde la tibia en sentido proximal y superior también forman una conexión con el menisco y la cápsula. Estas partes del ligamento se conocen como **ligamento colateral tibial posterior**. Establecen una conexión con el tendón del músculo semimembranoso y forman parte del ligamento poplíteo oblicuo.

En la zona de origen, las fibras del músculo aductor mayor entran al ligamento colateral.

**Función**. El ligamento es un estabilizador importante y contrarresta las fuerzas en valgo y rotación externa. En la extensión, todas las partes del ligamento están tensas. En la flexión, las fibras anteriores largas se relajan, mientras que el ligamento colateral tibial posterior continúa en tensión. Esto se debe a sus conexiones con el menisco, que se desplaza hacia atrás, y al tendón del músculo semimembranoso, que tira del menisco durante la flexión.

Las porciones meniscofemoral y meniscotibial se relajan sólo durante la flexión. Sin embargo, con la flexión creciente se tensan, ya que el origen del ligamento se aleja más de su inserción y el menisco se desplaza hacia atrás.

En la extensión, su función estabilizadora es apoyada por el grupo de la pata de ganso y el músculo semimembranoso.

### Consejo práctico

#### Prueba de la estabilidad del ligamento

Cuando se aplica una tensión en valgo a la rodilla en extensión, no debe crearse un espacio medial en la articulación.

#### Prueba del ligamento cuando la extensión está limitada

Cuando se aplica una tensión en valgo con la rodilla flexionada a 20° y ligera rotación externa, debe formarse un espacio elástico. De no ser así, la causa de la extensión limitada puede radicar en la disminución de la elasticidad del ligamento.

## Retináculo rotuliano medial (figura 9-94)

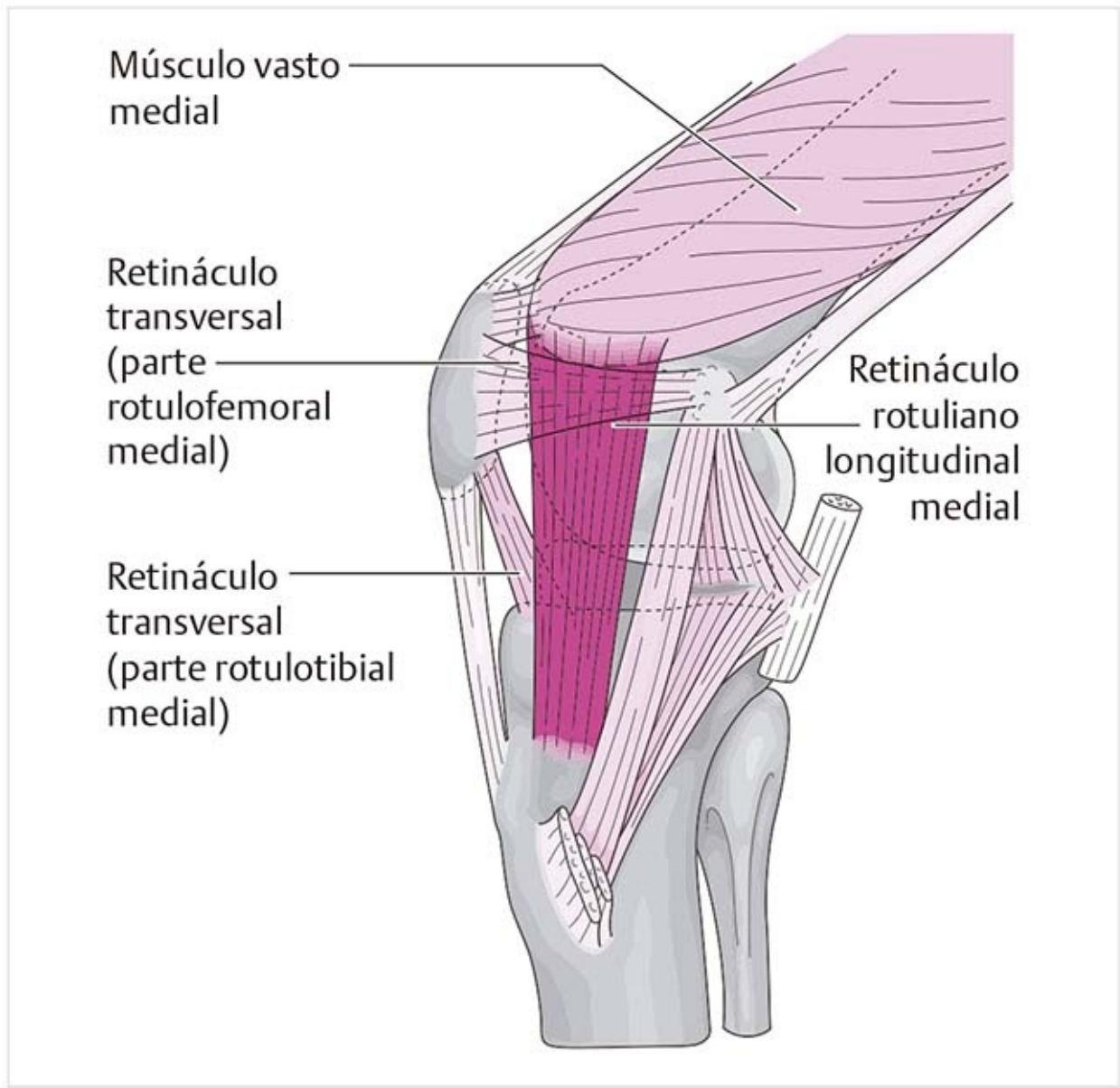


Figura 9-94. Retináculo rotuliano medial.

- Puede distinguirse una capa fibrosa superficial, una capa longitudinal y una capa transversal más profunda:
  - El **retináculo rotuliano longitudinal medial** es la extensión distal de la aponeurosis del vasto medial. Las fibras se originan en el cóndilo tibial medial y siguen en parte bajo la pata de ganso; refuerzan la cápsula anterior entre el ligamento rotuliano y el ligamento colateral.
  - El **retináculo rotuliano transversal medial** se divide en **ligamento rotulofemoral medial**, que se extiende hasta el epicóndilo medial, y el **ligamento rotulotibial medial**, que sigue a la superficie anterior del cóndilo tibial medial y emite fibras al asta anterior del menisco medial.
- **Función:** se localiza frente al eje de flexión-extensión, por lo que actúa como estabilizador anterior, pero su fuerza estabilizadora no es considerable.

### **Pata de ganso (figura 9-95)**

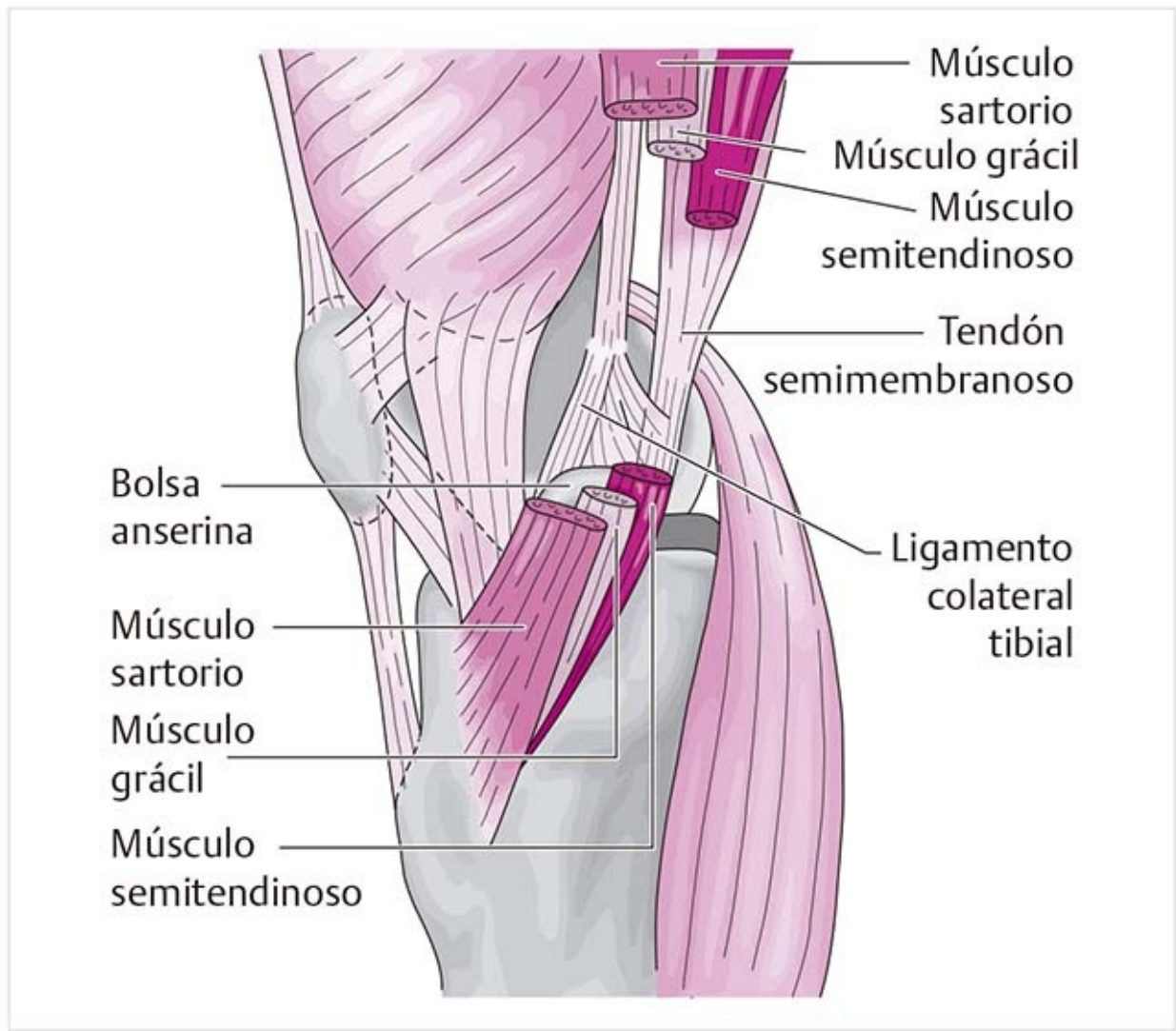


Figura 9-95. Pata de ganso superficial.

## Músculo sartorio

- En el sitio de inserción forma la parte superficial del grupo de la pata de ganso.
- La **bolsa subtendinosa del músculo sartorio** se encuentra entre su inserción y la de los otros tendones.

**Inervación:** nervio crural.

## Músculo grácil

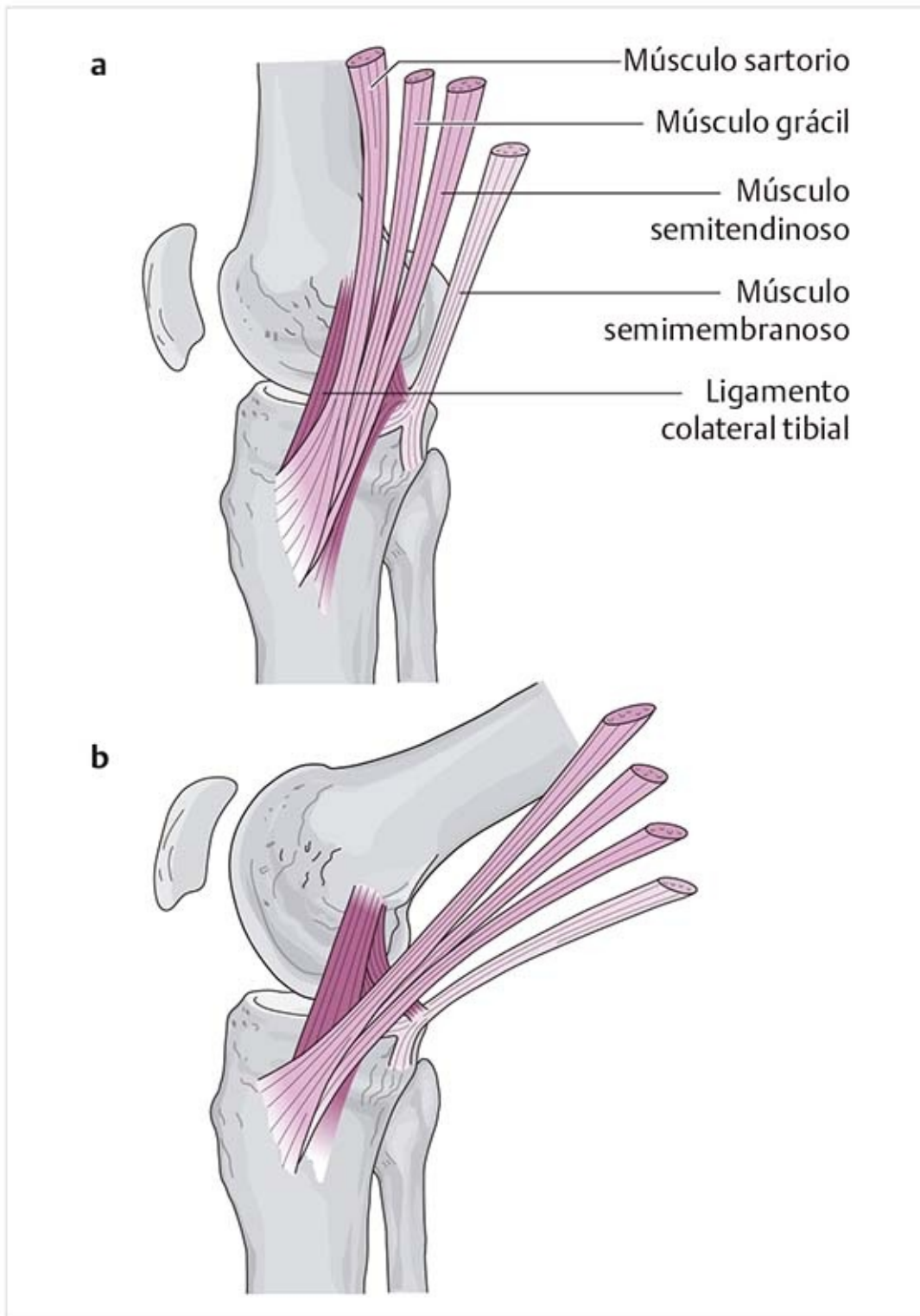
- Su tendón se encuentra entre los músculos sartorio y semitendinoso.
- Su unión musculotendinosa se halla al nivel del tercio inferior del muslo.
- **Inervación:** nervio obturador.

## Músculo semitendinoso

- Este músculo discurre en una hendidura formada en el músculo semimembranoso.
- Su unión con el tendón se localiza a la altura de la mitad del muslo.
- En el sitio de inserción forma la parte inferior de la pata de ganso.
- **Inervación:** nervio tibial.

La bolsa anserina se encuentra entre la pata de ganso y el ligamento colateral tibial. Algunas fibras de la pata de ganso se irradian a la fascia profunda de la pierna.

## Funciones de la pata de ganso (figura 9-96):

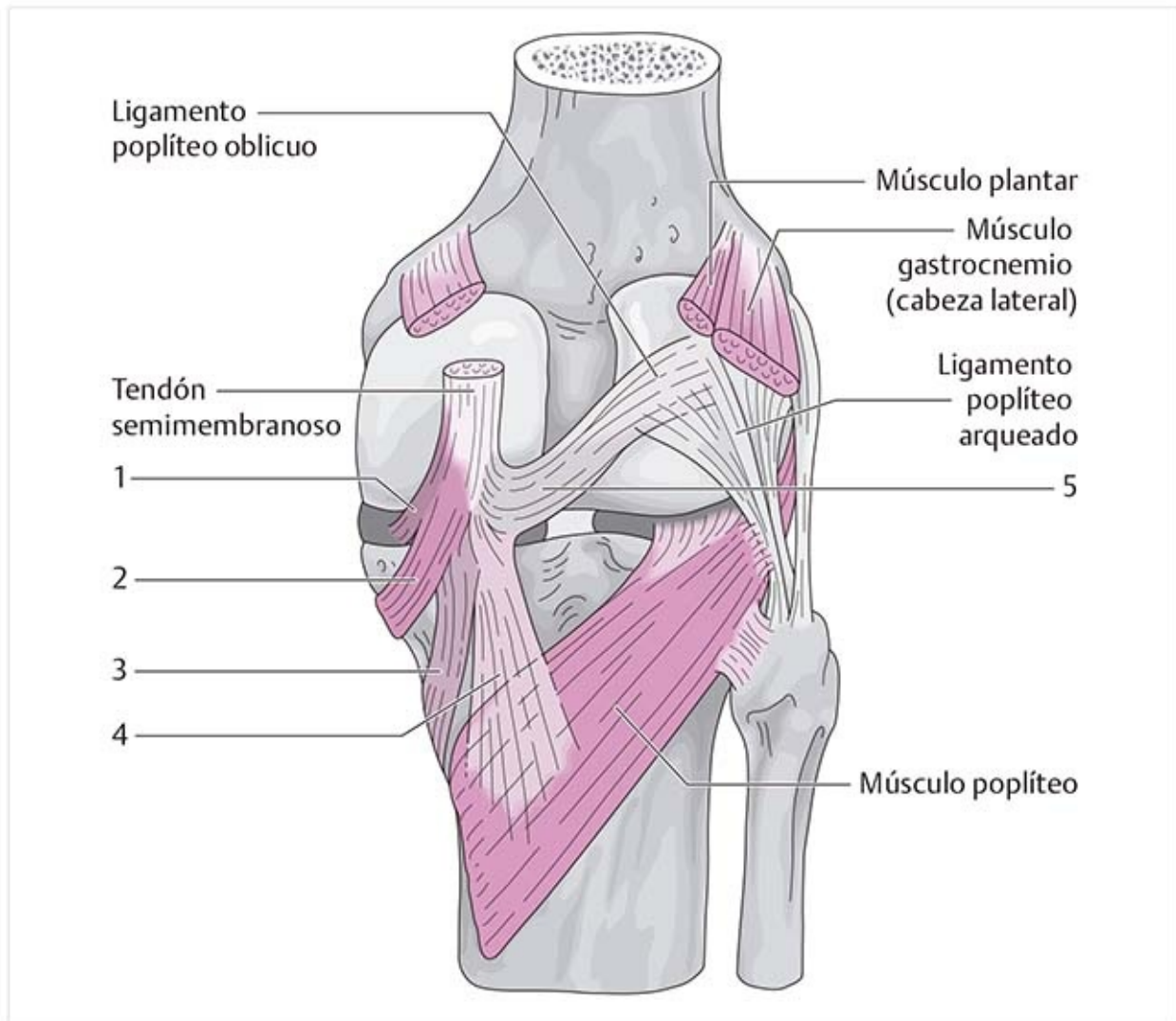


**Figura 9-96.** Trayecto de los tendones de la pata de ganso. **(a)** En extensión. **(b)** En flexión.

- Flexión de la rodilla y rotación interna de la tibia.
- Estabilización: en la posición neutral, los tendones están justo sobre el ligamento colateral y pueden reforzar el ligamento para contrarrestar el esfuerzo por la posición en valgo. En la flexión cambian su trayecto y se mueven a una posición casi en ángulo recto con la tibia. Por lo tanto, mueven la tibia medial hacia atrás cuando el extremo fijado se halla en la pelvis. De esta manera, ejercen acción sinérgica en el ligamento cruzado anterior. También estabilizan la rotación externa de la tibia.

### **Músculo semimembranoso (figura 9-97)**





**Figura 9-97.** Inserciones del músculo semimembranoso.

- La inserción se divide en cinco bandas:
  1. Fibras que se dirigen a la cápsula posterior, al asta posterior del menisco medial y al ligamento capsular medial.
  2. Fibras con una inserción directa en el borde medial de la tibia.
  3. Fibras orientadas en paralelo con las fibras largas del ligamento colateral que siguen en dirección anteroinferior hacia la tibia.
  4. Fibras que se irradian a la aponeurosis del músculo poplíteo.
  5. Fibras que siguen a una inserción lateral y participan en la formación del ligamento poplíteo oblicuo.
- **Funciones:** su principal función es la estabilización:
  - Con la rodilla extendida, la parte más grande del tendón avanza en paralelo con el ligamento colateral y el grupo de la pata de ganso. En consecuencia, es un músculo estabilizador de la esquina posteromedial.
  - Mediante su propagación al ligamento colateral y el menisco medio, abarca la parte posteromedial de la articulación en varias posiciones flexionadas, incluso cuando el ligamento colateral está relajado.
  - En flexión, se coloca en ángulo recto con la tibia y previene la rotación externa extrema.
  - Tiene acción sinérgica con el ligamento cruzado anterior para mantener la tibia en posición posterior.
- **Movimientos:** flexión y rotación interna.
- **Inervación:** nervio tibial.

## 9.3.6. Complejo funcional lateral

### Ligamento colateral peroneo (figura 9-98)

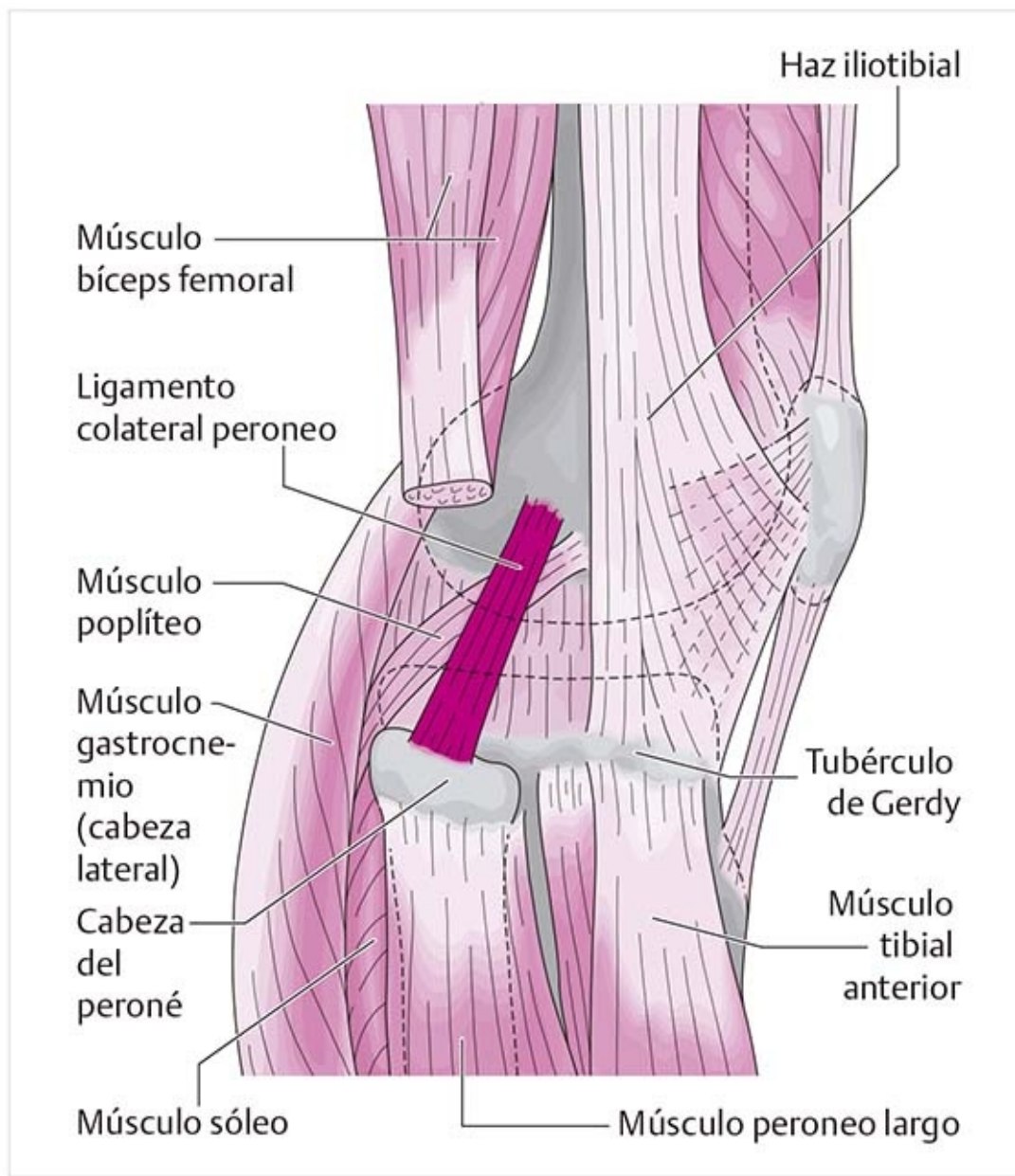


Figura 9-98. Ligamento colateral peroneo.

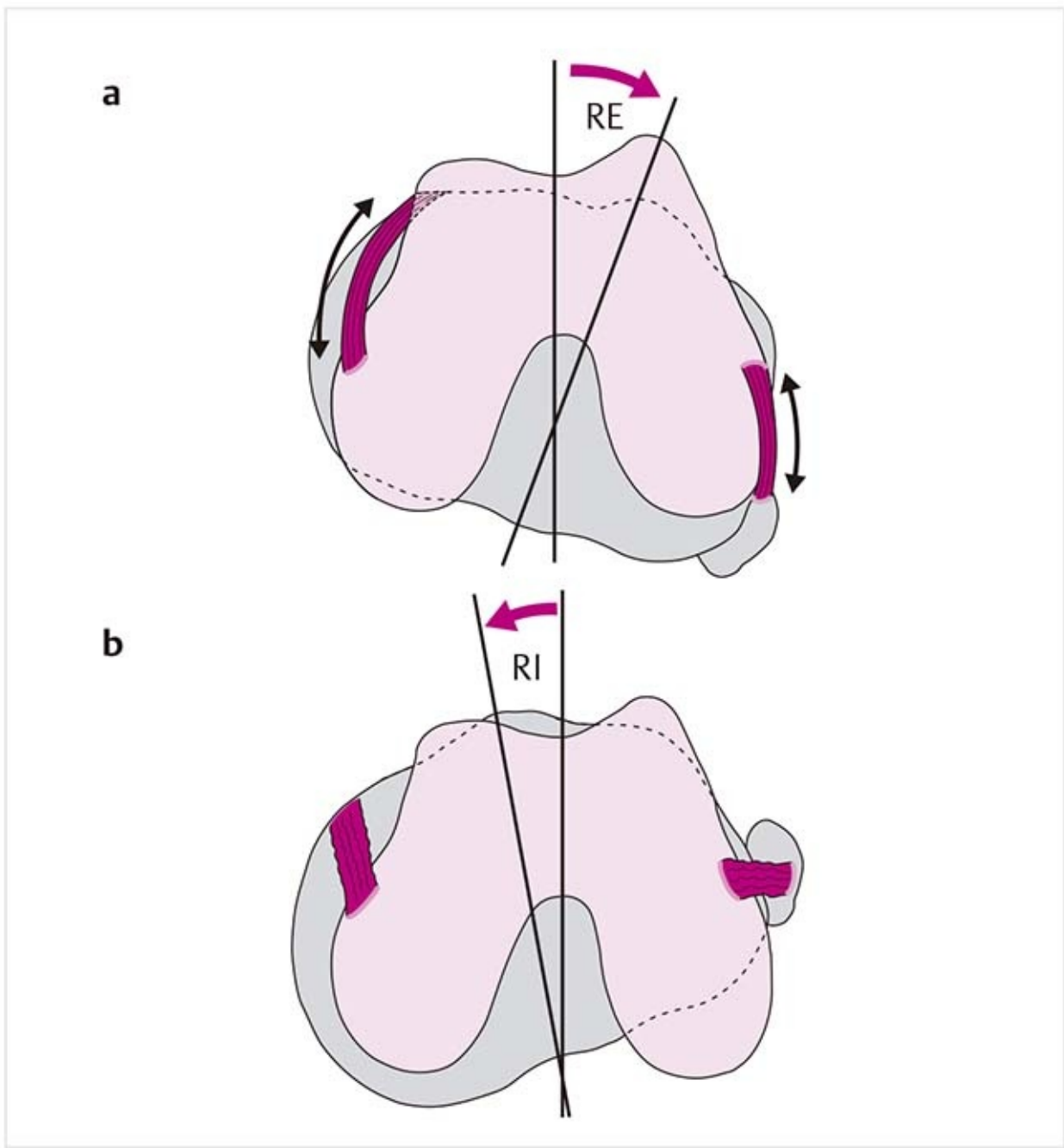
Este ligamento se proyecta desde el epicóndilo femoral lateral en la parte distal y posterior hasta la cabeza del peroné. Entre el ligamento y la cápsula hay un espacio de alrededor de 1 cm que contiene tejido conectivo, vasos sanguíneos, el tendón del músculo poplíteo y una pequeña bolsa.

Las fibras posteriores se conectan con el ligamento poplíteo arqueado y se conocen como ligamento colateral corto del peroné.

**Función.** Junto con el haz iliotibial, el tendón poplíteo, parte del tendón del bíceps y el ligamento poplíteo arqueado, previene la inestabilidad en varo.

Se tensa durante la extensión de la rodilla. Desde unos 20° de flexión, se relaja y los estabilizadores dinámicos se vuelven cada vez más importantes.

**Trayecto de los ligamentos colaterales en términos de su estabilización rotatoria (figura 9-99)**



**Figura 9-99.** Trayecto de los ligamentos colaterales en la vista horizontal. **(a)** Rotación externa. **(b)** Rotación interna.

En la posición neutra, las fibras del ligamento colateral tibial avanzan en dirección inferior y anterior, en tanto que las del ligamento colateral peroneo tienen un trayecto inferior y un poco posterior, por lo que se cruzan cuando se observan desde la parte lateral.

Durante la rotación externa de la tibia, las inserciones tibiales se alejan más de las femorales y los ligamentos se tensan. Eso significa que los ligamentos colaterales proporcionan estabilidad rotatoria cuando la rodilla se encuentra en una posición en la que los ligamentos cruzados se relajan.

Durante la rotación interna, los trayectos de los ligamentos son casi paralelos. Se relajan y la estabilización se obtiene con los ligamentos cruzados.

### **Retináculo rotuliano lateral (figura 9-100)**

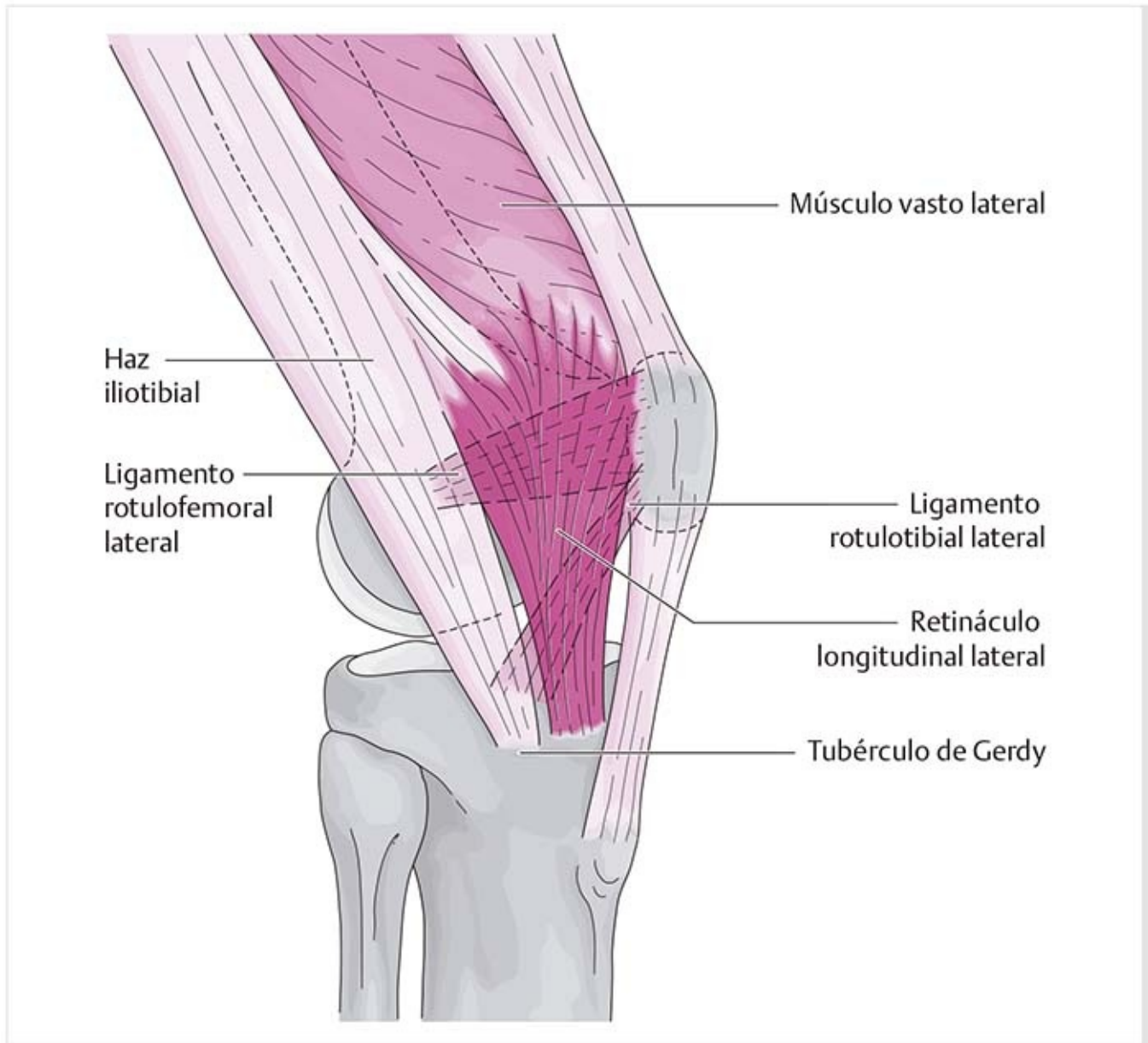


Figura 9-100. Retináculo rotuliano lateral.

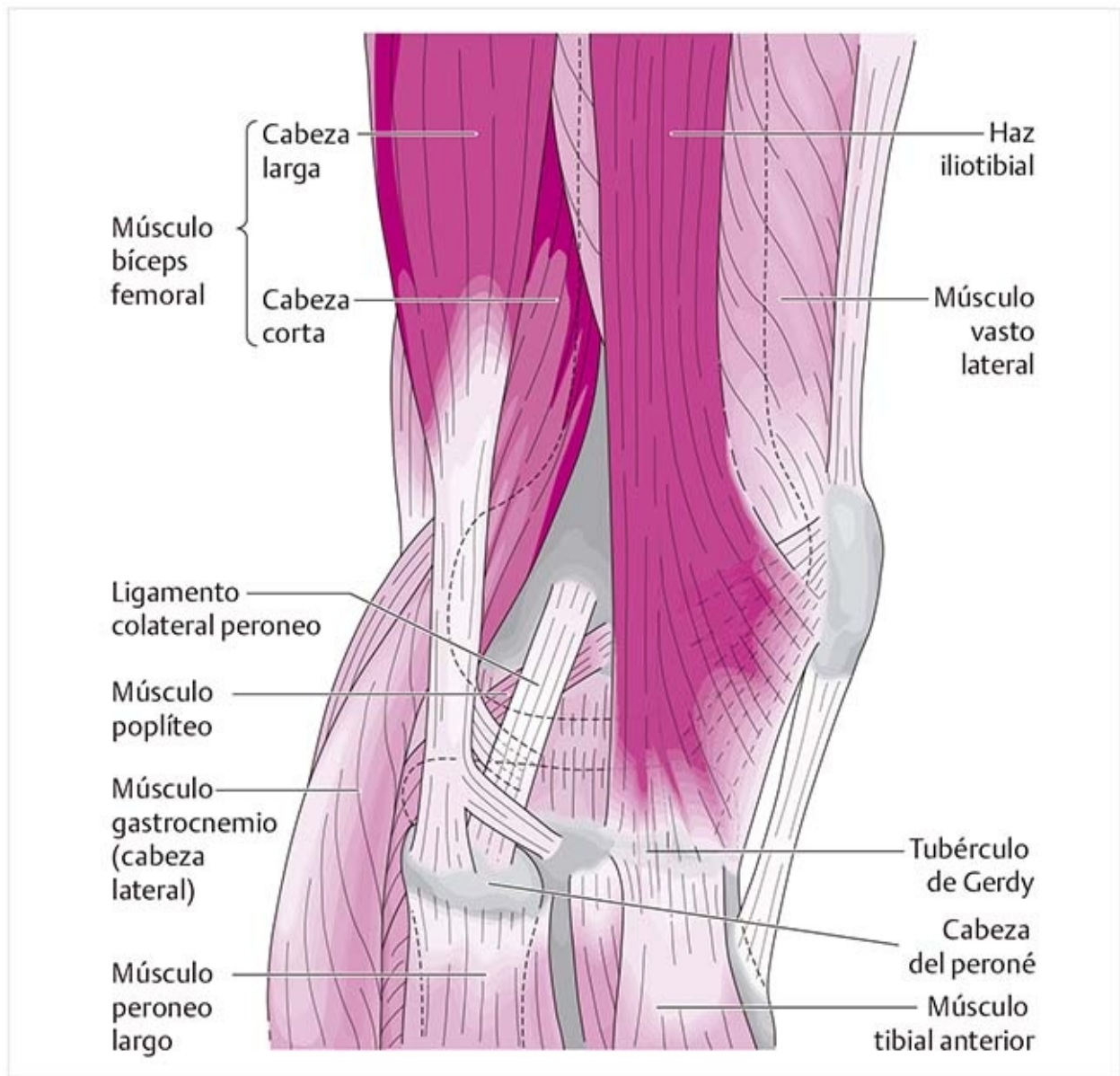
- Consiste en una capa fibrosa superficial y una capa fibrosa profunda:
  - El **retináculo longitudinal lateral** está compuesto por fibras del músculo vasto lateral y el haz iliotibial. La inserción se localiza en la parte anterior del cóndilo tibial lateral, adyacente al tubérculo de Gerdy.
  - El **retináculo transversal lateral** se integra con el **ligamento rotulofemoral lateral**, que va de la parte lateral de la rótula al epicóndilo, y el **ligamento rotulotibial lateral**. Éste discurre en sentido inferolateral al cóndilo tibial anterior y se inserta directamente abajo y adyacente a las fibras longitudinales. Algunas fibras pasan al asta anterior del menisco lateral.
- **Función:** ayuda a la estabilización anterolateral de la articulación de la rodilla.

#### Patología

##### Lateralización de la rótula

Las estructuras laterales tienden a sufrir mayor tensión y, a través de su conexión con la rótula, tiran de ella en dirección lateral. Esta alineación anómala presiona la rótula contra la mejilla del cóndilo lateral, lo que eleva la presión retrorrotuliana. Con el tiempo, esto causa daño al cartílago. Si la terapia física no puede corregir este desbalance, puede aliviarse la zona lateral por medios quirúrgicos, con procedimientos como la división del retináculo longitudinal (liberación lateral).

#### Haz iliotibial (figura 9-101)



**Figura 9-101.** Trayecto del haz iliotibial y el músculo bíceps femoral.

Este haz emite fibras a la cápsula lateral. En la parte anterior crea una conexión ancha con la aponeurosis del vasto lateral y el retináculo lateral. En la parte posterior se une con el músculo bíceps femoral.

La mayor parte de las fibras siguen al **tubérculo de Gerdy** (tubérculo del haz iliotibial). A partir de ahí, pocas fibras avanzan hasta la aponeurosis del tibial anterior. Al nivel de la base de la rótula, otras fibras prosiguen hacia el retináculo longitudinal y al borde lateral de la rótula.

**Función.** El haz iliotibial es un estabilizador importante en la región anterolateral. Con la rodilla en posición de 0° a 40°, se encuentra anterior al eje de flexión-extensión e impide la flexión. Con la flexión adicional se mueve detrás del eje y previene el desplazamiento anterior de la tibia. También impide que la meseta tibial lateral se desvíe hacia delante. De esta manera estabiliza la rotación interna.

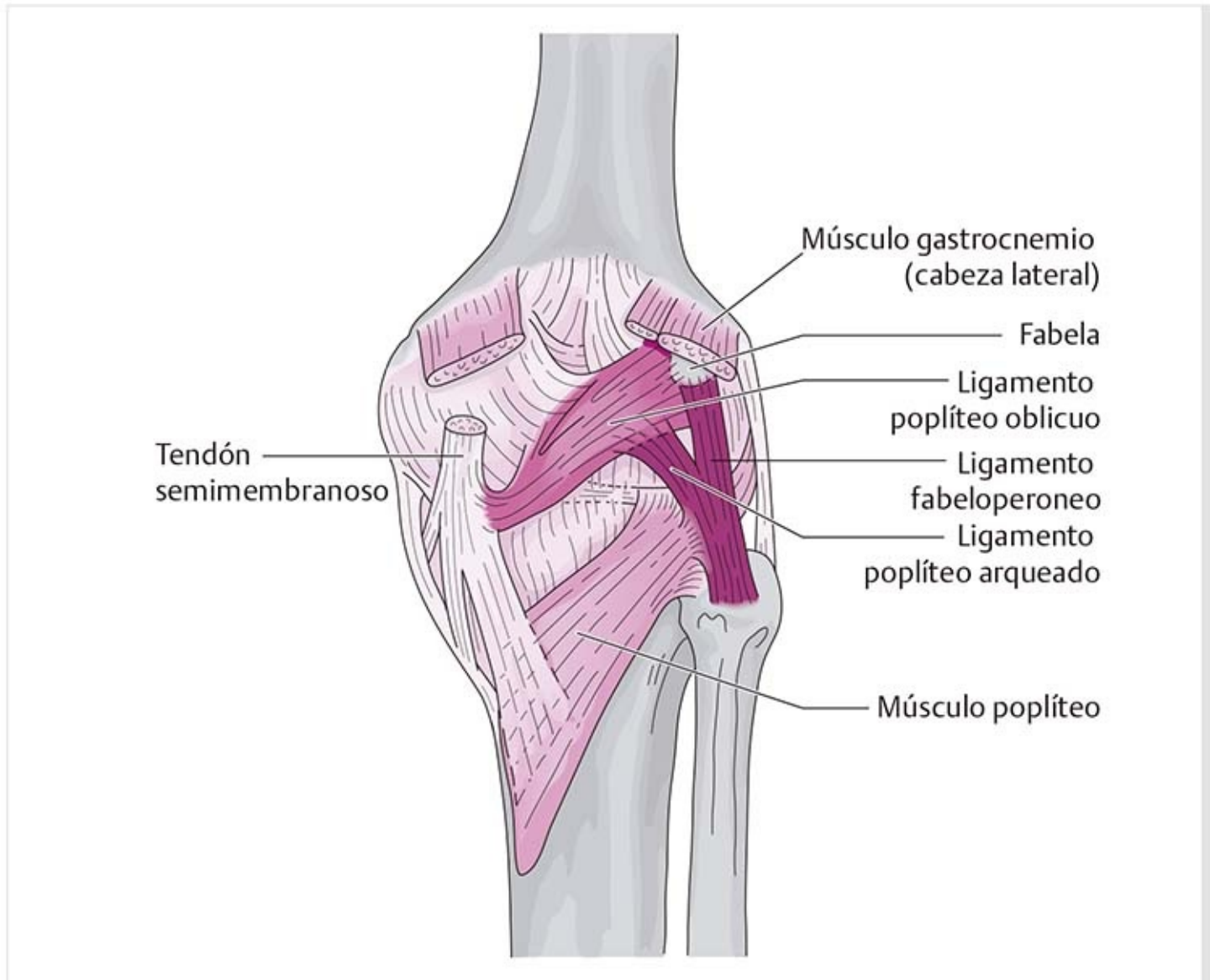
### **Músculo bíceps femoral (figura 9-101)**

- Su sitio de inserción se divide en las tres partes siguientes:
  - La principal zona de inserción de la parte superficial se inserta en la cabeza del peroné.
  - La capa intermedia discurre en dirección anterior, justo sobre el ligamento colateral y el cóndilo lateral de la tibia.
  - La capa profunda consiste en fibras cortas con dirección posteromedial del ligamento colateral a la tibia.

- El nervio peroneo común se proyecta justo en el borde medial del músculo. Véase la sección 9-4, Estructuras neurales.
- **Funciones:**
  - Actúa de manera sinérgica con el ligamento cruzado anterior, lo estabiliza la región posterolateral de la rodilla y previene el desplazamiento anterior de la tibia.
  - Inhibe la rotación interna.
  - Desde el punto de vista dinámico, produce flexión de la rodilla y rotación externa de la rodilla.
- **Inervación:** porción tibial del nervio ciático.

## 9.3.7 Complejo funcional posterior

### Ligamento poplíteo oblicuo (figura 9-102)



**Figura 9-102.** Ligamentos poplíteos oblicuo y arqueado.

Este ligamento discurre de la esquina medial de la inserción del músculo semimembranoso a la parte interna del cóndilo femoral lateral. Unas cuantas fibras avanzan en dirección oblicua superior hasta justo debajo del músculo gastrocnemio.

El ligamento tiene muchas aberturas para el paso de vasos y nervios. Es un reforzamiento importante de la cápsula posterior, con la que se une en muchos sitios. Se tensa a la extensión y se relaja en la flexión.

### Ligamento poplíteo arqueado (figura 9-102)

Este ligamento se separa en dos secciones en la zona posterolateral de la articulación, se extiende desde la cabeza del peroné sobre el tendón del músculo poplíteo hasta la cápsula posterolateral, y se entrelaza con el ligamento poplíteo oblicuo.

Si existe una fabela (hueso sesamoideo) situada en el área de origen de la cabeza lateral del músculo gastrocnemio en la cápsula condílea, una banda estrecha, el ligamento rotuloperoneo, se separa del ligamento poplíteo arqueado hacia el hueso sesamoideo y la parte capsular.

El ligamento estabiliza la zona posterolateral de la rodilla y la protege, sobre todo de la hiperextensión.

### Patología

#### *Genu recurvatum*

La hiperextensión de la rodilla ejerce una fuerza tensil sobre el aparato cápsula-ligamento posterior. En contraste, las astas anteriores de los meniscos se someten a fuerza compresiva. La causa de esto puede radicar en una debilidad general de los ligamentos.

Sin embargo, si tan sólo una de las articulaciones de la rodilla es hiperextensible, deben realizarse más pruebas de la estabilidad del ligamento cruzado posterior, ya que su rotura puede ser la causa del *genu recurvatum*.

## Músculo poplíteo (figura 9-103 y 9-104)

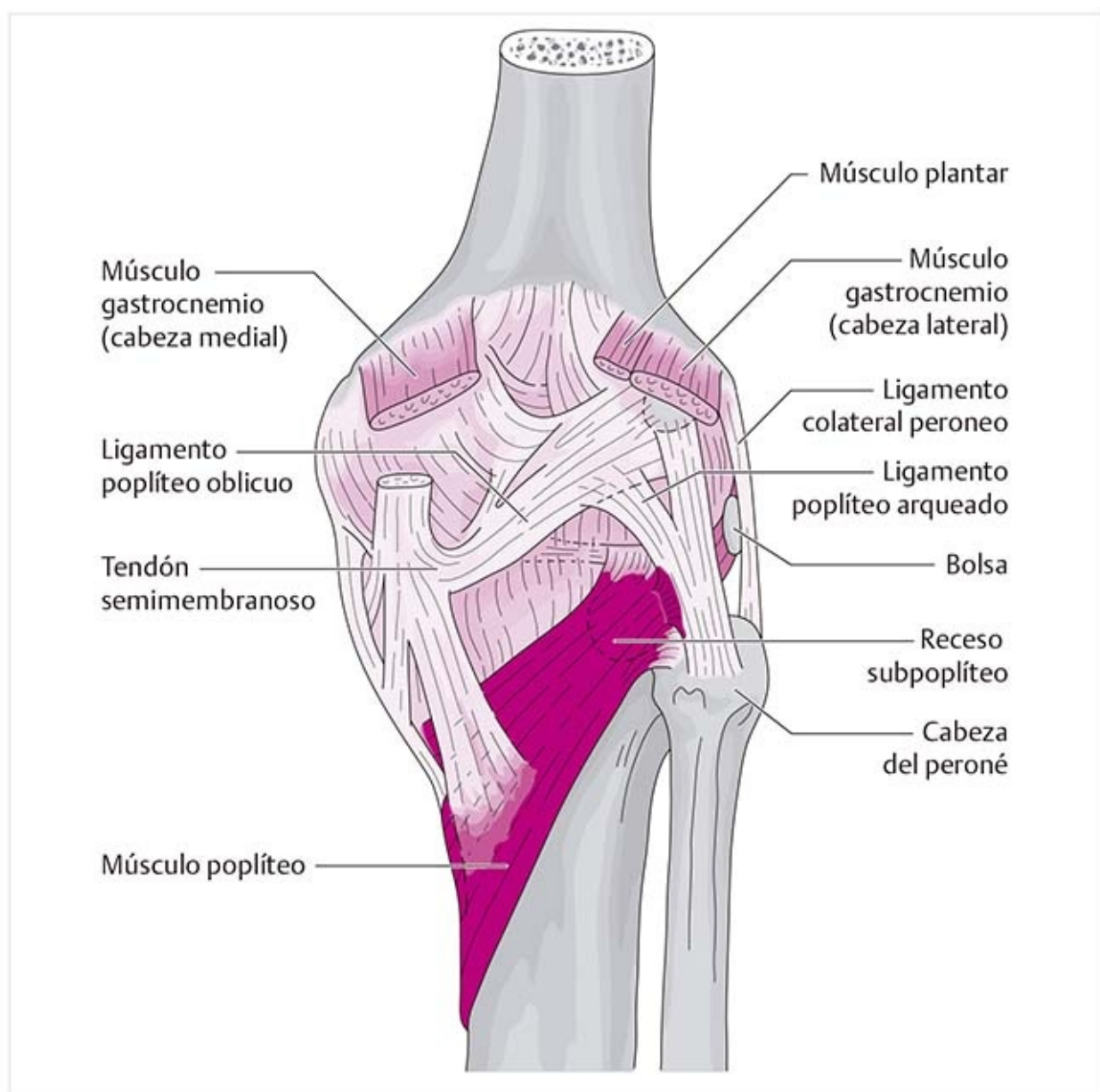
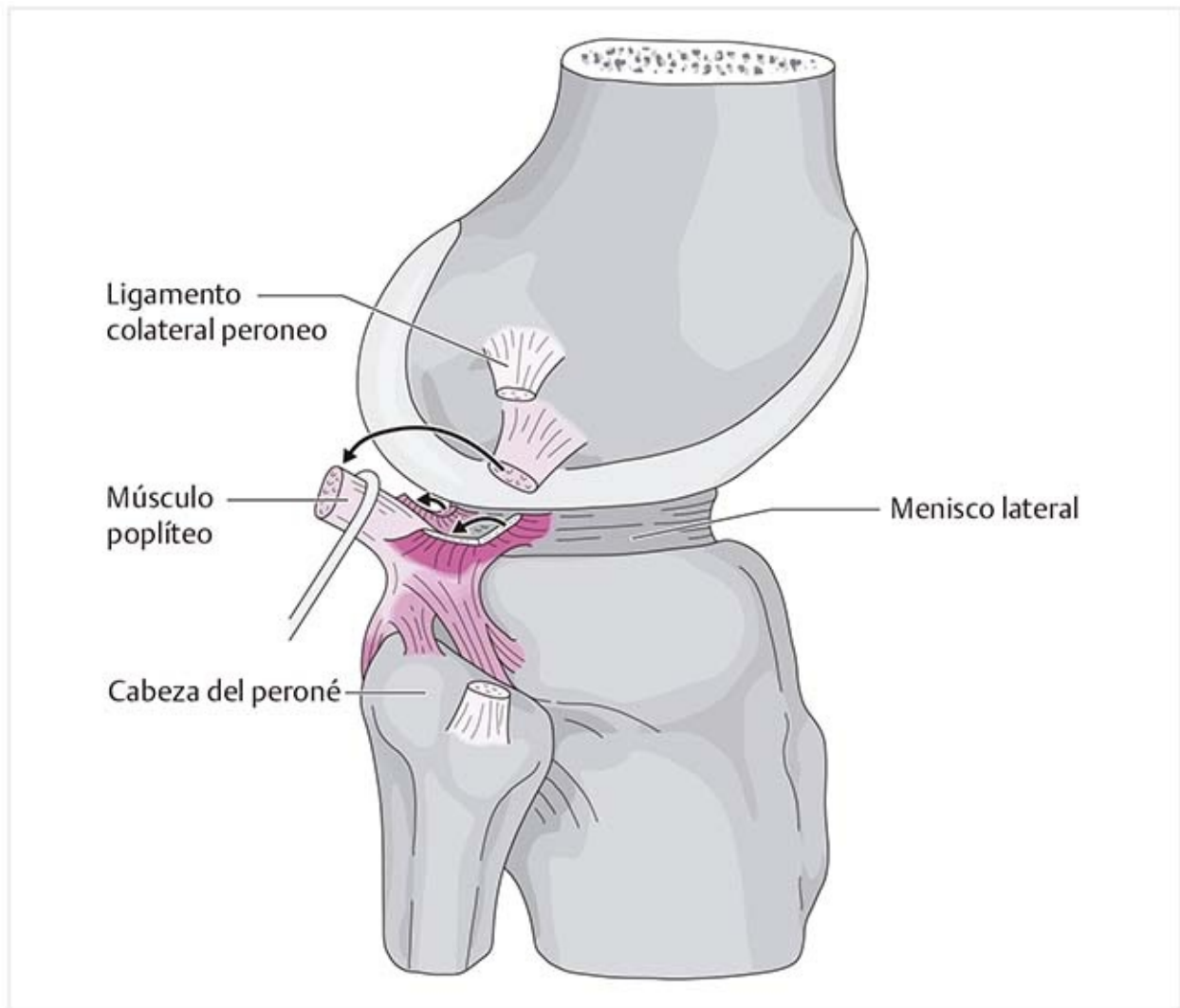


Figura 9-103. Músculo poplíteo.



**Figura 9-104.** Conexiones del músculo poplíteo en la esquina posterolateral (tendones divididos y replegados, indicados por las flechas negras).

• **Tendón poplíteo:**

- Origen: inferior y anterior a la inserción del ligamento colateral peroneo en el epicóndilo femoral.
- Conexión con la cápsula articular: parte del origen se localiza dentro de la cápsula.
- Trayecto: dentro de una hendidura alrededor del cóndilo lateral, cruza bajo el ligamento colateral peroneo. Hay una pequeña bolsa entre el ligamento y el tendón.
- Sigue en dirección inferoposterior sobre el borde de la tibia.
- Hay una pequeña bolsa, el receso subpoplíteo, entre el tendón y el cóndilo tibial, y se comunica con la articulación.

• **Fibras popliteomeniscales:**

- Forman una conexión de la aponeurosis poplíteica al menisco lateral.
- El fascículo mide 2 a 2.5 cm de ancho.
- La parte principal se extiende a la cápsula articular y el asta posterior.
- Hay una pequeña división que discurre por delante del tendón del músculo poplíteo a la base lateral del menisco.
- La conexión entre la cápsula articular y el receso subpoplíteo se encuentra entre estas dos partes.

• **Fibras popliteoperoneas:**

- Miden 2 cm de largo y ancho.
- Se divide en dos partes: una se inserta en la parte posteromedial de la cabeza del peroné y en este



punto se encuentra debajo del ligamento poplíteo arqueado.

- La parte más grande discurre en la parte anterior, se inserta en la zona medial en la cabeza del peroné y tiene unas cuantas fibras que siguen a la tibia.

• Justo distal a la articulación, el músculo poplíteo tiene una conexión con el ligamento poplíteo arqueado.

• El músculo se proyecta en sentido oblicuo distal y medial en la parte profunda de la fosa poplíteica y está cubierto por el músculo gastrocnemio.

• **Funciones:**

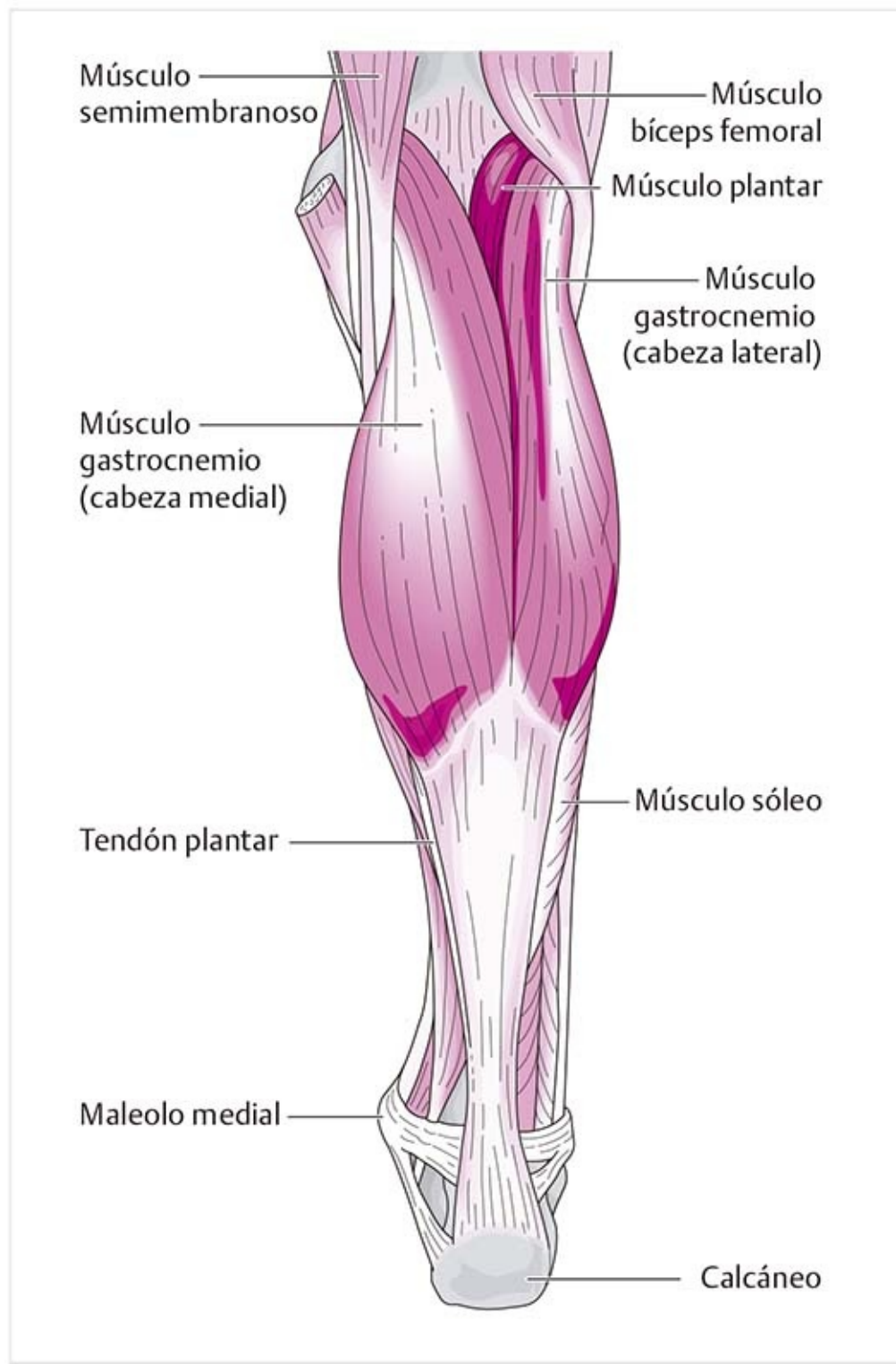
- El músculo poplíteo es el estabilizador posterolateral más importante de la articulación de la rodilla, ya que evita que el fémur se deslice hacia delante durante la flexión e impide la abertura de la articulación en varo.

- Limita la rotación externa de la tibia. Con el muslo fijo y la pierna libre, produce rotación interna de la tibia. Cuando la tibia está fijada porque el pie se halla sobre el suelo, rota el fémur hacia fuera.

- Previene la hiperextensión.

• **Inervación:** nervio tibial.

**Músculo gastrocnemio (figura 9-105)**



**Figura 9-105.** Músculo gastrocnemio.

- Este músculo tiene dos cabezas: lateral y medial.
- En su origen, se adhiere a la cápsula proximal al extremo posterior de los cóndilos femorales.
- Junto con los músculos sóleo y plantar, las dos cabezas del gastrocnemio se unen con el músculo tríceps crural y terminan en el calcáneo como el tendón de Aquiles.
- La unión musculotendinosa se localiza aproximadamente en la parte media de la pierna; la cabeza medial es un poco más profunda que la lateral.
- **Funciones:**
  - Estabilización: tensa la cápsula posterior, por lo que es un estabilizador importante de la parte posterior de la rodilla. Junto con el músculo poplíteo, previene la hiperextensión.
  - Articulación de la rodilla: flexión.

- Articulación superior del tobillo: flexión plantar; en posición de pie, con el extremo fijo en el antepié, puede elevar el talón con la ayuda del músculo sóleo.

• Éste es el músculo de referencia para el segmento del cordón espinal S1.

• **Inervación:** nervio tibial.

## **Fabela**

Es un hueso sesamoideo, justo debajo del tendón de origen de la cabeza lateral del músculo gastrocnemio, que se encuentra en la quinta parte de todas las articulaciones de la rodilla, sobre todo en mujeres con rodillas hiperextendidas. La función del músculo gastrocnemio como estabilizador de la extensión se altera por su brazo de palanca desfavorable. La fabela mejora el brazo de palanca.

## **Músculo plantar (figura 9-105)**

• Posee un vientre muscular corto y angosto que se convierte en su tendón terminal largo cuando todavía se encuentra en la fosa poplítea.

• **Funciones:**

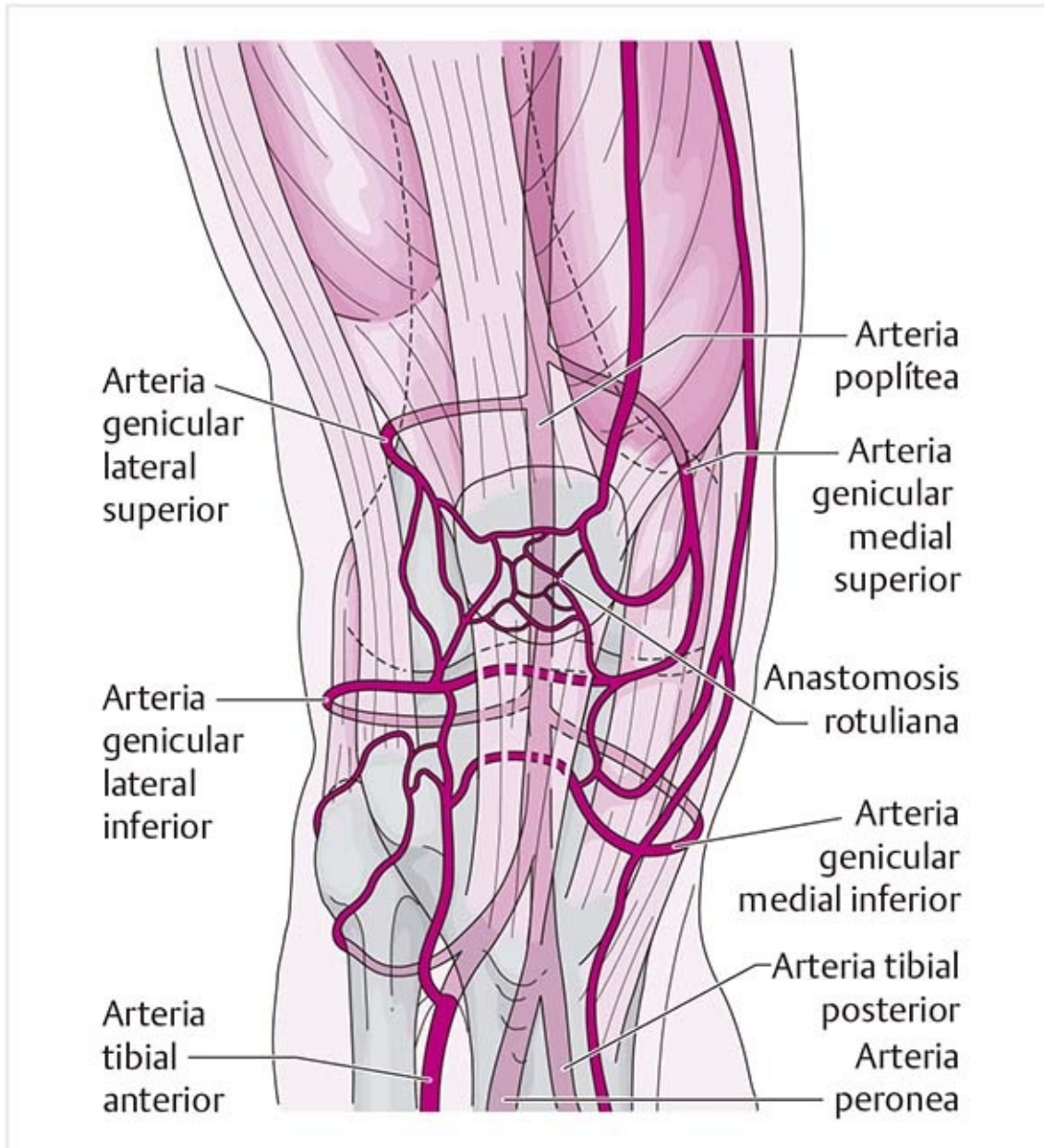
- Flexión

- Impide que los vasos queden comprimidos o demasiado plegados durante la flexión.

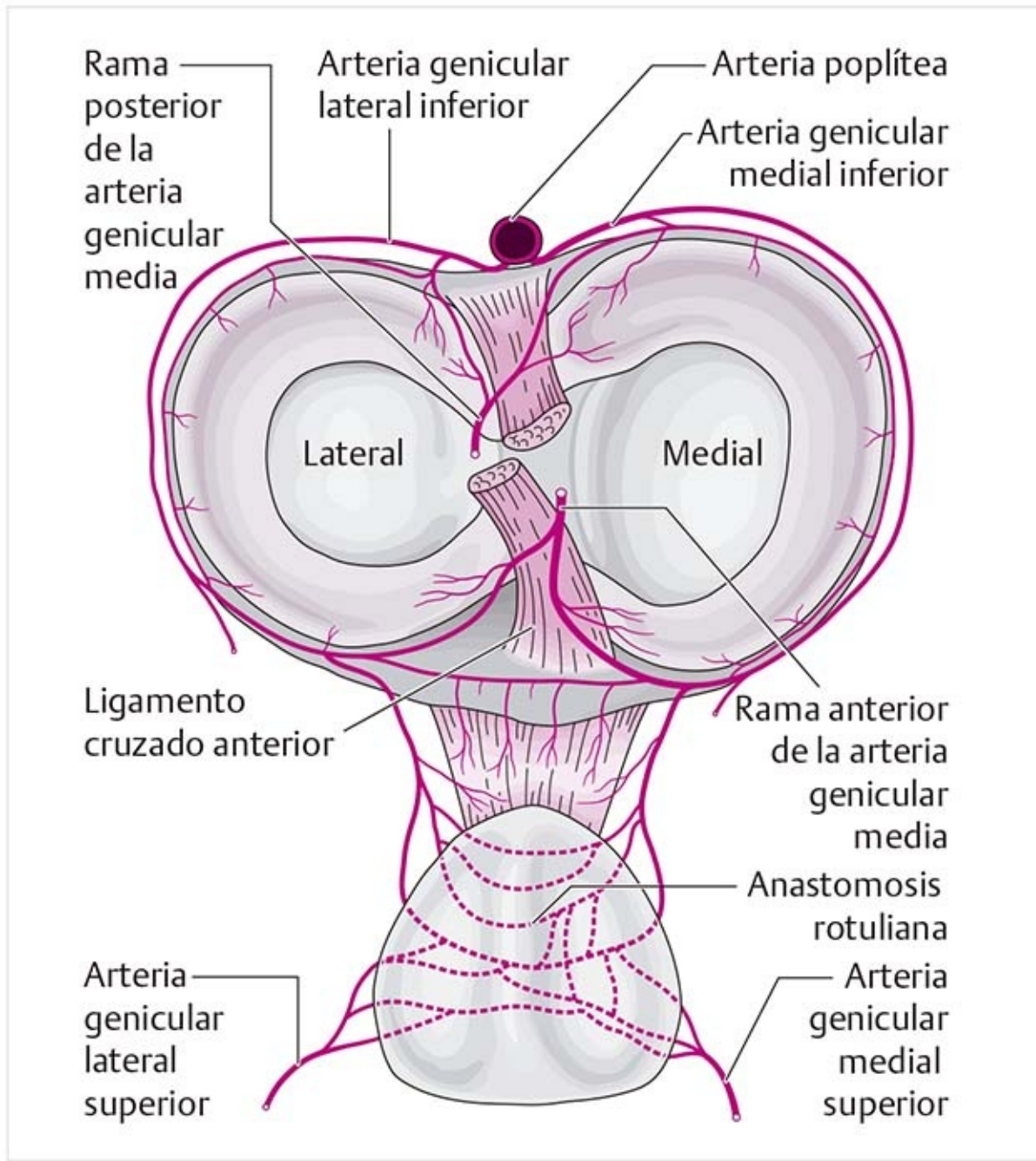
• **Inervación:** nervio tibial.

## **9.3.8 Suministro vascular**

### **Arteria poplítea (figura 9-106 y 9-107)**



**Figura 9-106.** Suministro vascular en la región de la rodilla (vista anterior).



**Figura 9-107.** Suministro vascular de la región de la rodilla (vista horizontal, rótula plegada hacia abajo).

- La arteria poplítea es la continuación de la arteria femoral debajo del hiato del aductor.
- En su trayecto a través de la fosa poplítea emite las siguientes cinco ramas principales para la articulación de la rodilla:
  - **Arterias geniculares mediales superior e inferior**
  - **Arterias geniculares laterales superior e inferior**
  - **Arteria genicular media**
- Las arterias geniculares medial y lateral forman anastomosis geniculares y rotulianas para irrigar el ligamento rotuliano y la rótula.
- La arteria genicular media se divide en ramas anterior y posterior, que llegan al interior de la articulación e irrigan las astas anterior y posterior, así como las inserciones de los meniscos y las zonas de inserción de los ligamentos cruzados en la meseta tibial.

Todos los vasos de la articulación de la rodilla se conectan mediante numerosas anastomosis. Éstas forman redes vasculares que aseguran la perfusión adecuada de las estructuras de la cápsula y ligamentos.

Por otra parte, a pesar de múltiples anastomosis pequeñas, existen muchas ramas arteriales que son arterias terminales, desde el punto de vista funcional. Eso significa un menor suministro sanguíneo y por tanto baja probabilidad de recuperación. Por ejemplo, la arteria genicular media, una arteria terminal, irriga el ligamento cruzado anterior, lo que dificulta la reparación de una lesión mediante la reconstrucción primaria del ligamento.

### Ramificación de la arteria poplítea en la fosa poplítea (figura 9-108)

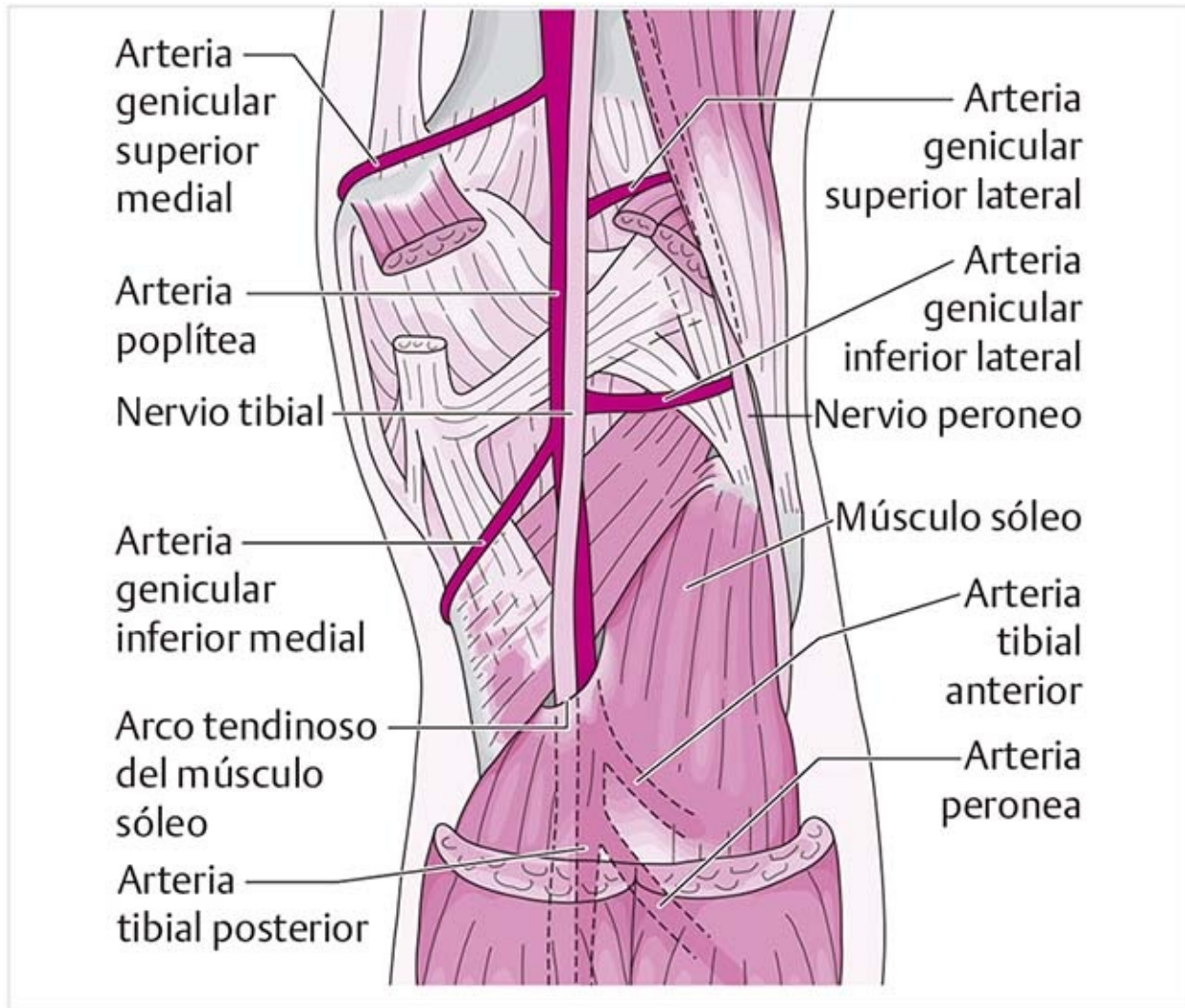


Figura 9-108. Ramificación de la arteria poplítea en la fosa poplítea.

- Trayecto: en la profundidad de la fosa poplítea sobre la cápsula, acompañado por las venas poplíteas y el músculo poplíteo.
- Se divide en la **arteria tibial anterior**, **arteria peronea** y **arteria tibial posterior** justo distal a su paso por el arco tendinoso del músculo sóleo.
- Trayecto subsiguiente de la **arteria tibial anterior** en el compartimiento del extensor: al nivel de los maleolos, cambia a la arteria dorsal del pie.
- Trayecto de la arteria peronea en el compartimiento flexor profundo hacia el pie: distal al retináculo peroneo superior se divide en sus ramas calcáneas.
- Trayecto subsiguiente de la **arteria tibial posterior** : discurre posterior a la tibia, bajo el músculo tríceps femoral, y detrás del maleolo medial; se ramifica en las arterias plantares.

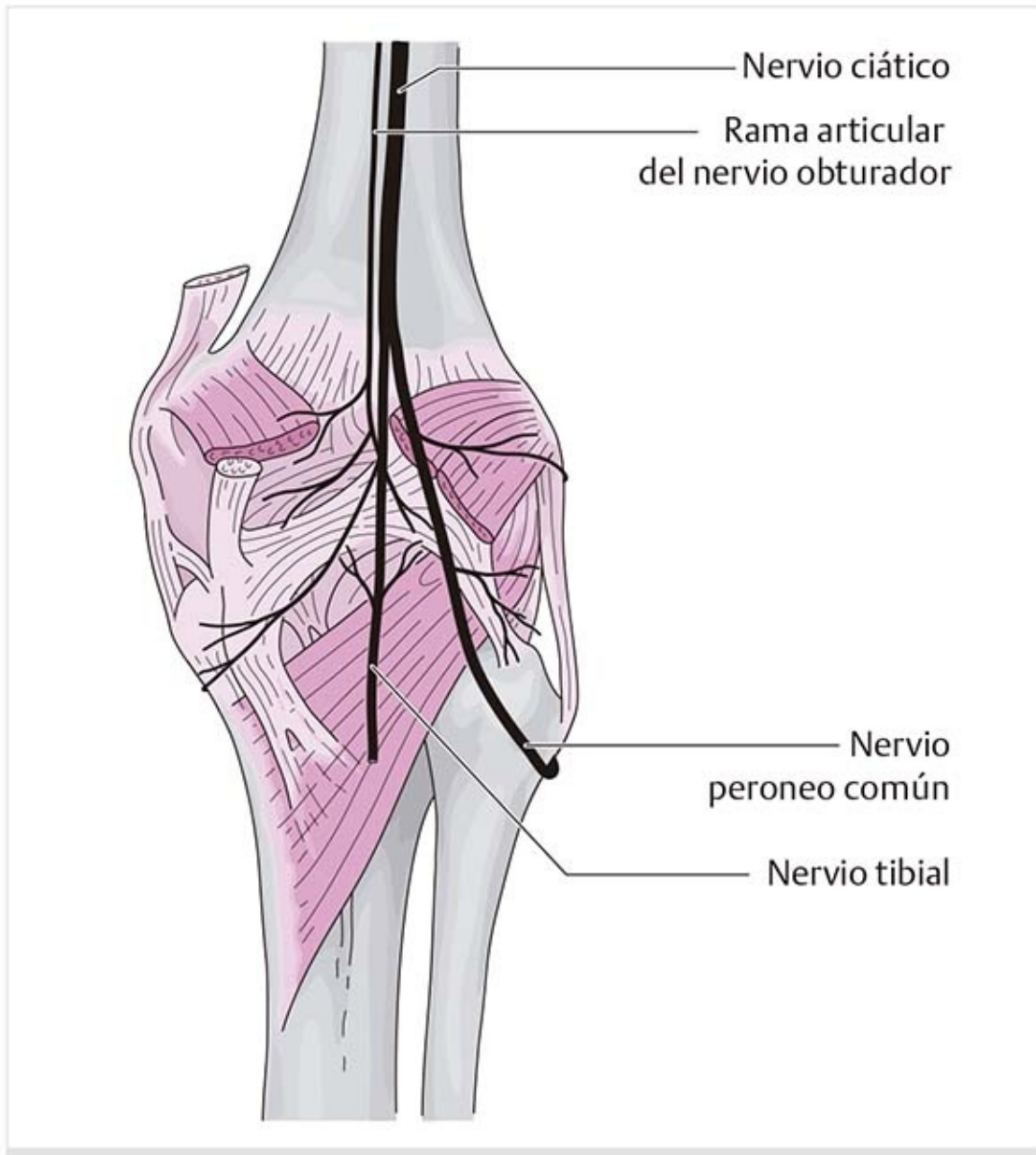
### Trayecto de los vasos y nervios en los compartimientos fasciales de la pierna (figura 9-109)



los vasos tibiales posteriores y el nervio tibial. Los músculos flexor largo y corto de los dedos y el músculo tibial posterior se hallan en este compartimiento.

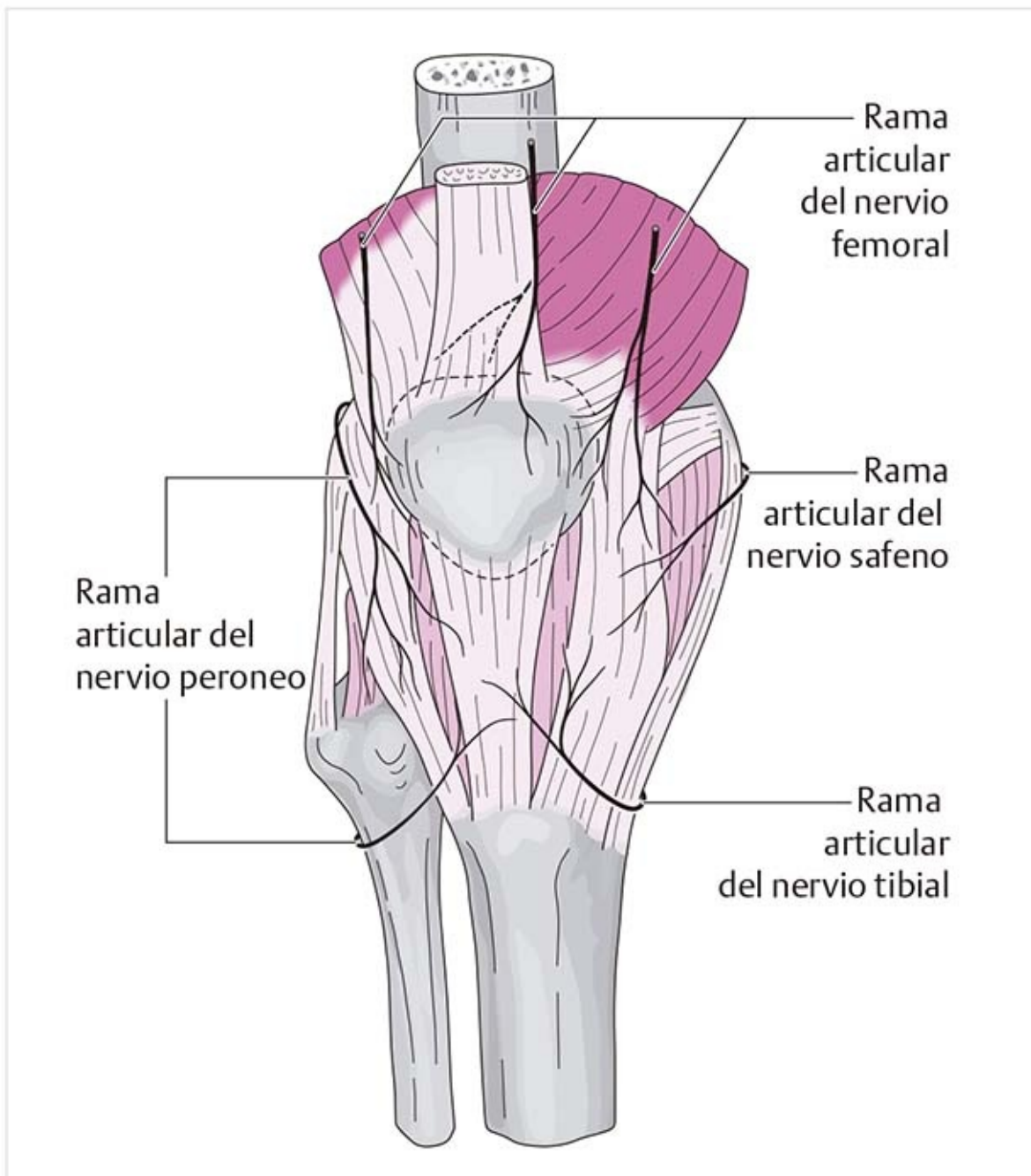
### 9.3.9 Inervación

#### Ramas articulares (figura 9-110 y 9-111)



**Figura 9-110.** Inervación de la región posterior de la rodilla.





**Figura 9-111.** Inervación de la región anterior de la rodilla.

- Rama articular de la rama posterior del nervio obturador.
- Ramas articulares del nervio tibial: varias ramas inervan la región inferomedial de la rodilla y, con dos ramas, el aparato cápsula-ligamento posterior. Las ramas semejantes a un plexo inervan la región medial de la rodilla.
- Ramas articulares del nervio peroneo común: algunas ramas inervan la zona dorsolateral de la rodilla y algunas la región anterolateral de ésta.
- Ramas articulares del nervio femoral para el periostio de la rótula y las secciones anterior, medial y lateral de la cápsula-ligamento.
- Una pequeña rama articular del nervio safeno inerva la parte medial de la cápsula.

## **Inervación sensitiva de la rodilla**

### ***Corpúsculos de Ruffini***

Estos corpúsculos emiten señales acerca de la magnitud y la velocidad de los movimientos, así como cualquier elevación de la presión intracapsular. Se localizan sobre todo en la capa fibrosa.

## ***Corpúsculos de Pacini***

Recopilan información con rapidez y la transmiten (p. ej., cuando los movimientos se retrasan o aceleran). Estos cuerpos se encuentran de modo predominante en la capa fibrosa, el cojinete adiposo y las zonas vascularizadas de los meniscos.

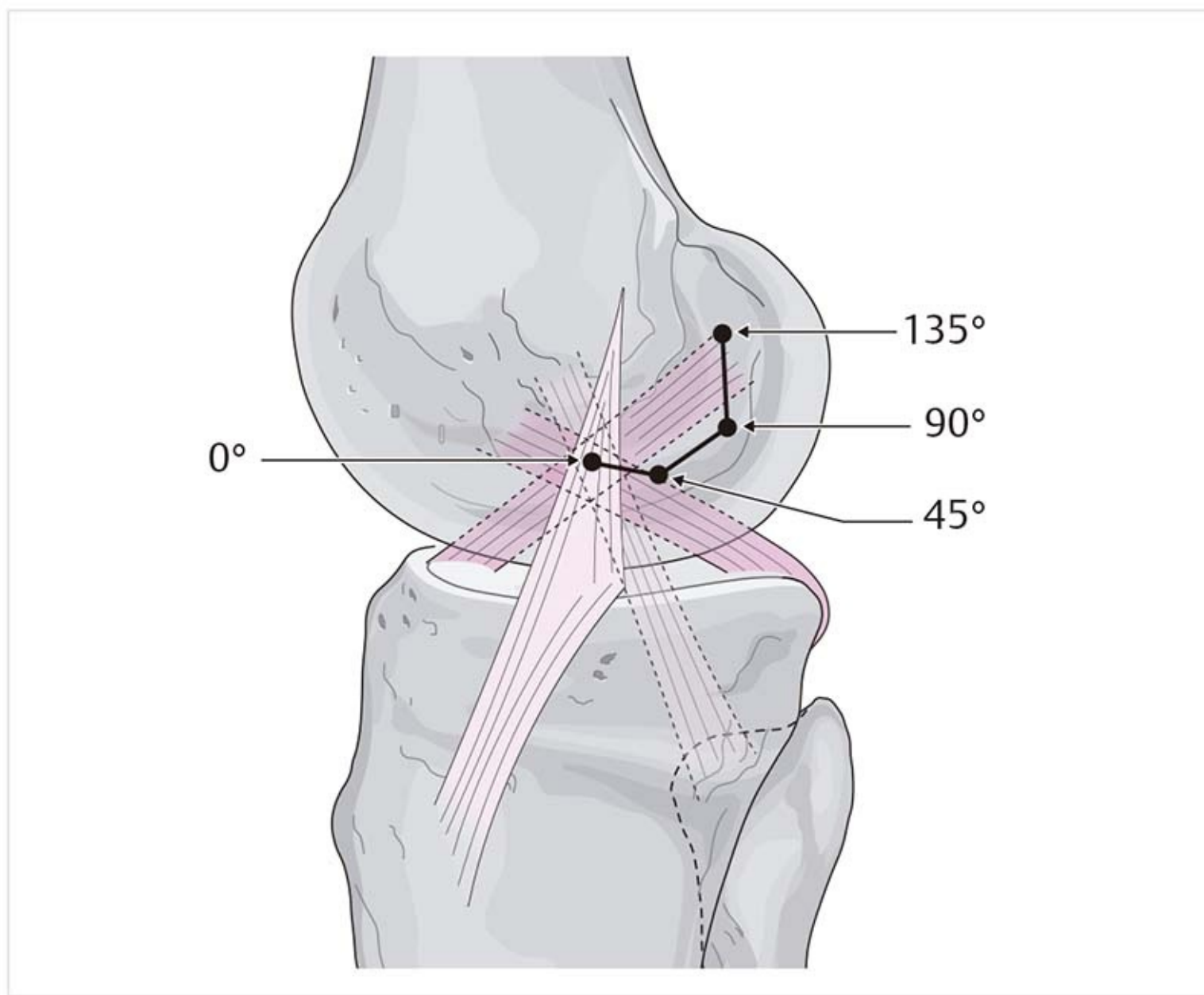
## ***Cuerpos de Golgi***

Estos cuerpos miden la tensión en los tejidos y protegen las estructuras afectadas mediante la inhibición de las neuronas motoras, lo que previene el incremento adicional de la tensión. Los cuerpos de Golgi se hallan en los meniscos y ligamentos, así como en los puntos en los que los ligamentos y tendones se conectan con la cápsula.

## **9.3.10 Ejes de movimiento y movimientos**

### **Ejes**

#### **Eje de flexión-extensión (figura 9-112)**

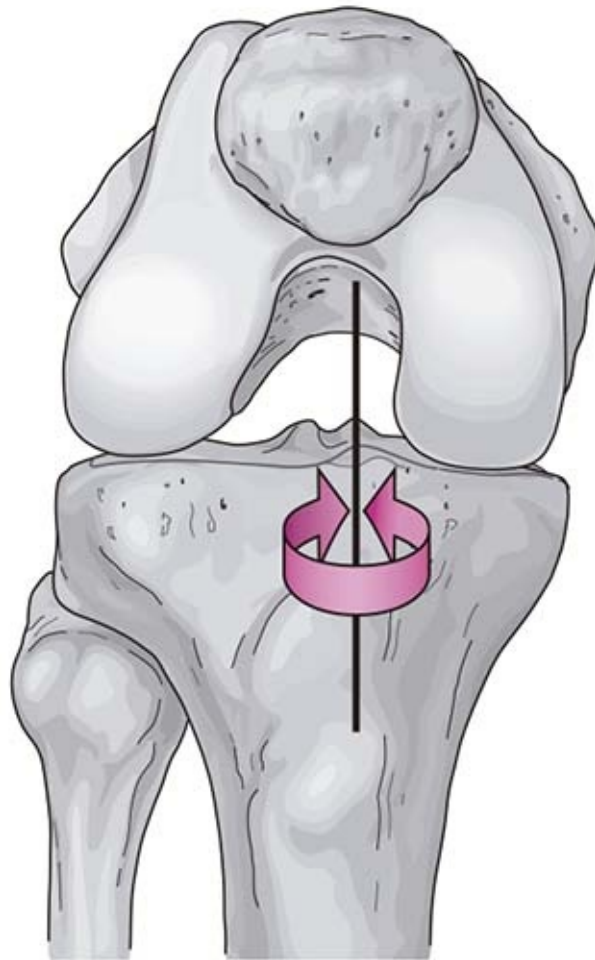


**Figura 9-112.** Eje frontal en varias posiciones de la rodilla.

Los movimientos de flexión y extensión se producen sobre el eje frontal. Esto corresponde al punto

instantáneo de intersección de los ligamentos cruzados y colaterales. No es constante, sino que cambia con el movimiento. En la extensión se encuentra a un ancho de dedo por debajo del epicóndilo femoral medial y se desplaza hacia atrás en un arco durante la flexión.

### **Eje de rotación (figura 9-113)**

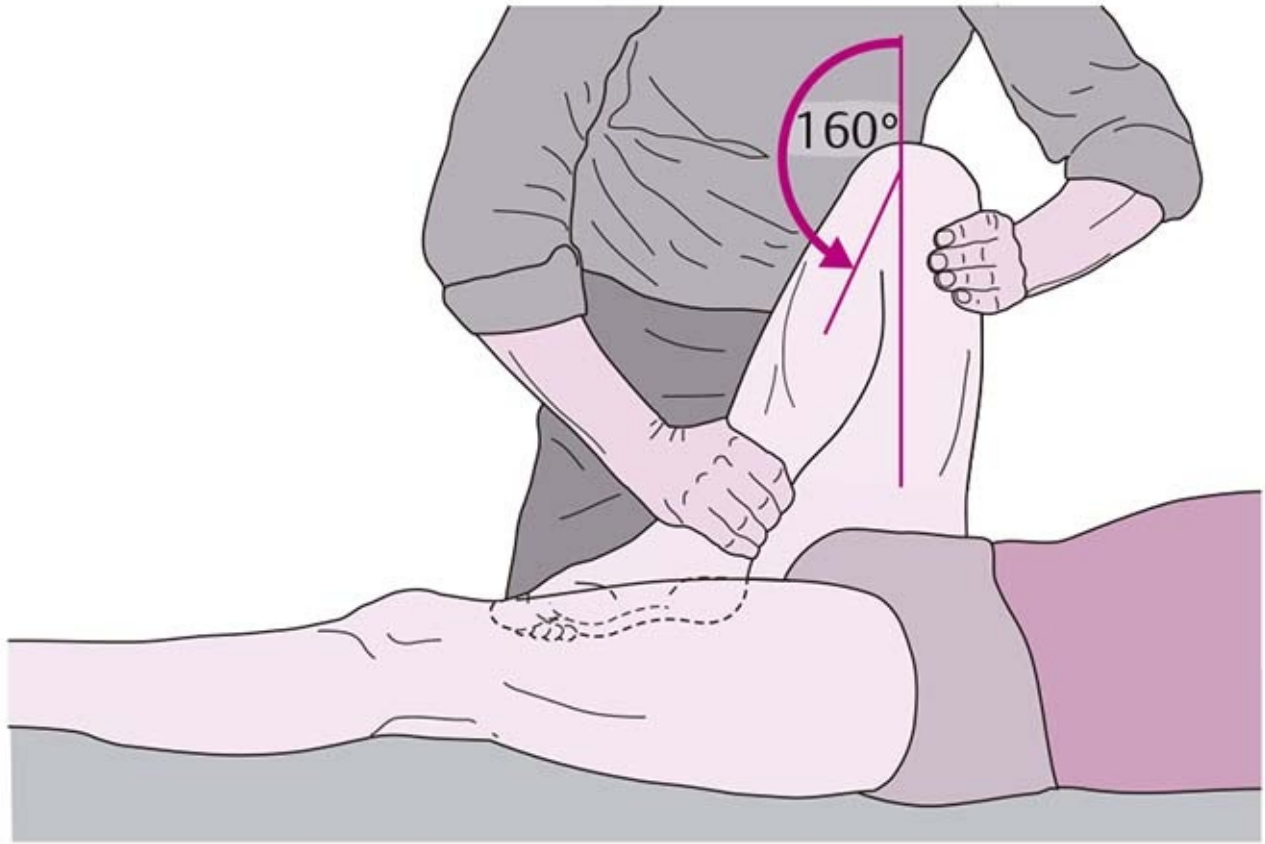


**Figura 9-113.** Eje de rotación.

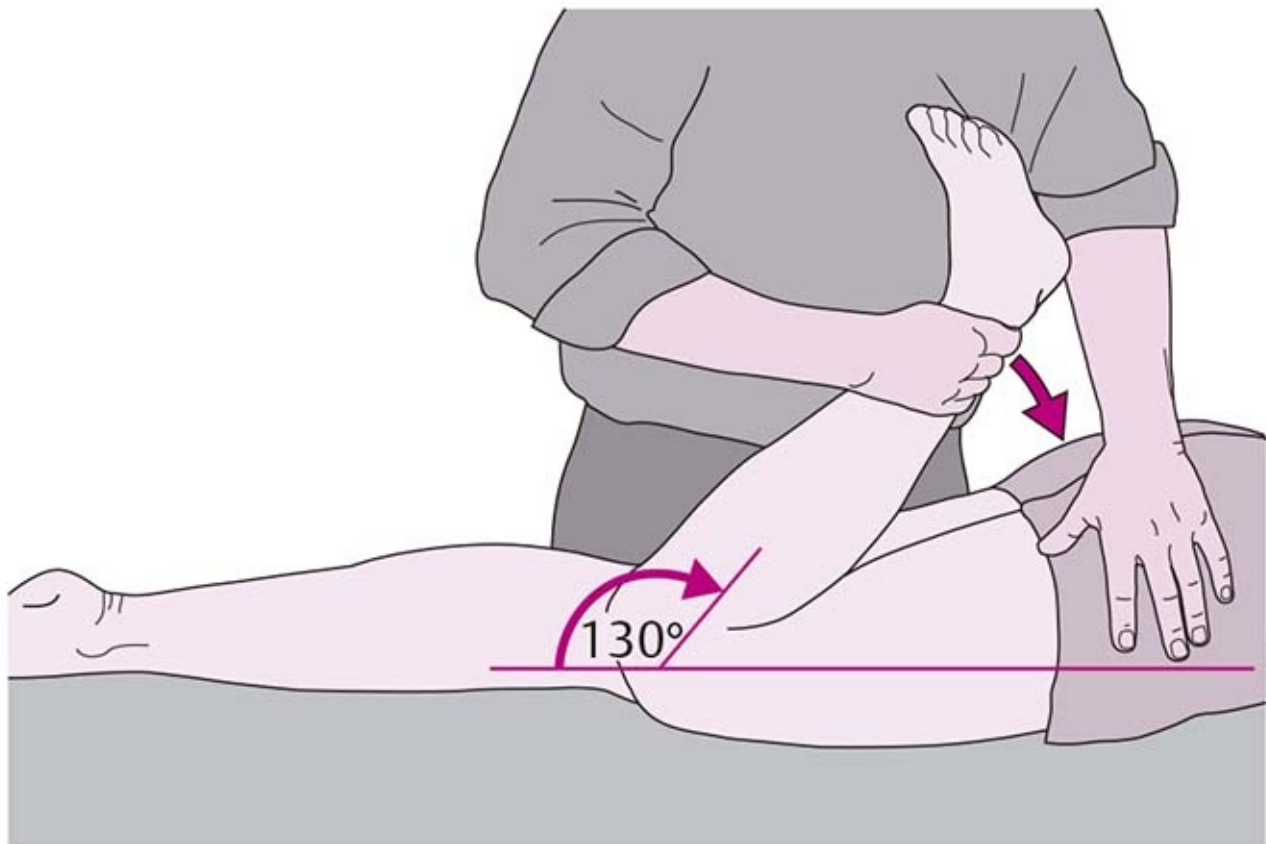
Este eje pasa por el tubérculo medial de la eminencia intercondílea.

### **Movimientos de la articulación de la rodilla**

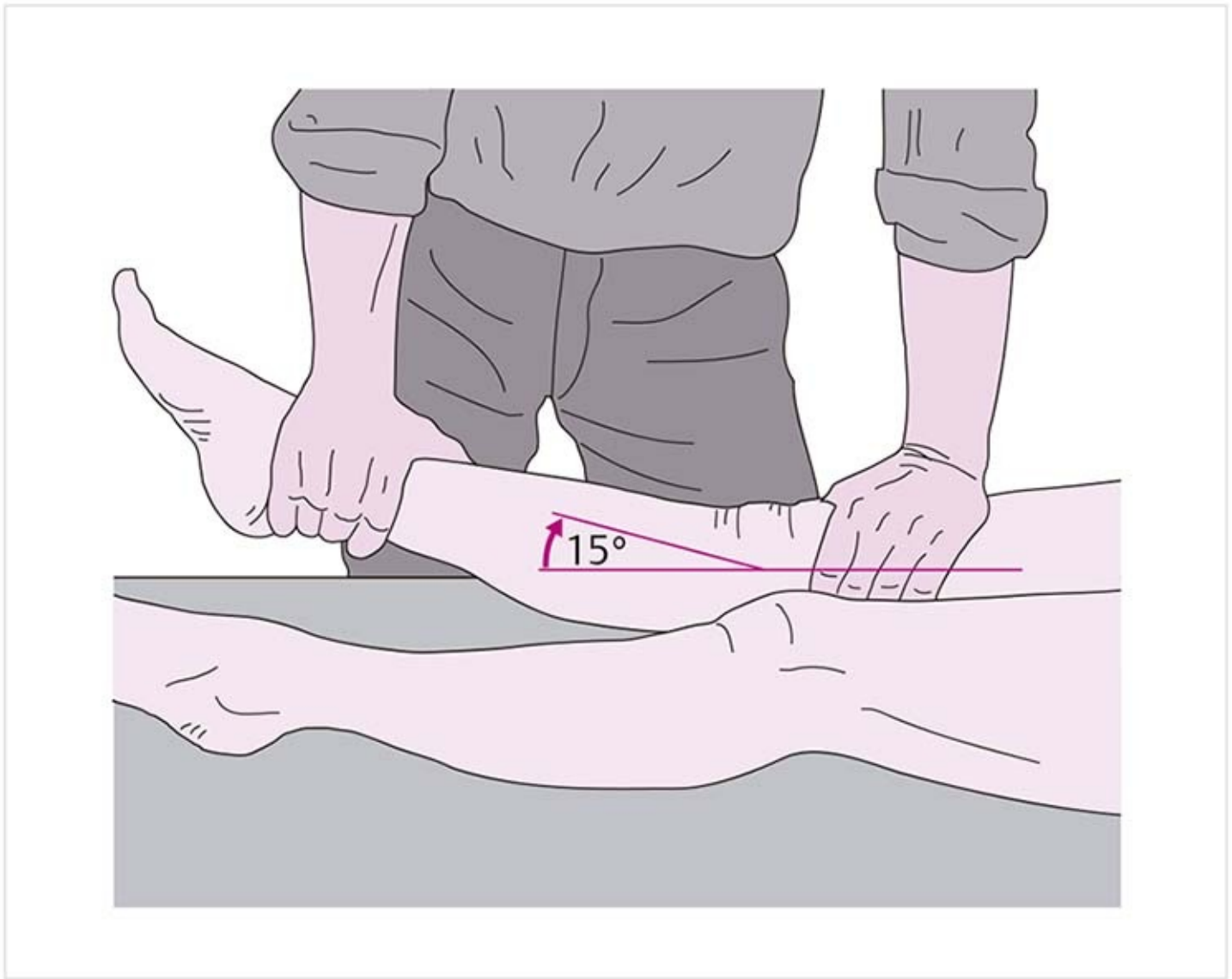
#### **Flexión/extensión (figura 9-114 a 9-116)**



**Figura 9-114.** Flexión pasiva en posición supina.



**Figura 9-115.** Flexión pasiva en la posición prona.



**Figura 9-116.** Extensión pasiva.

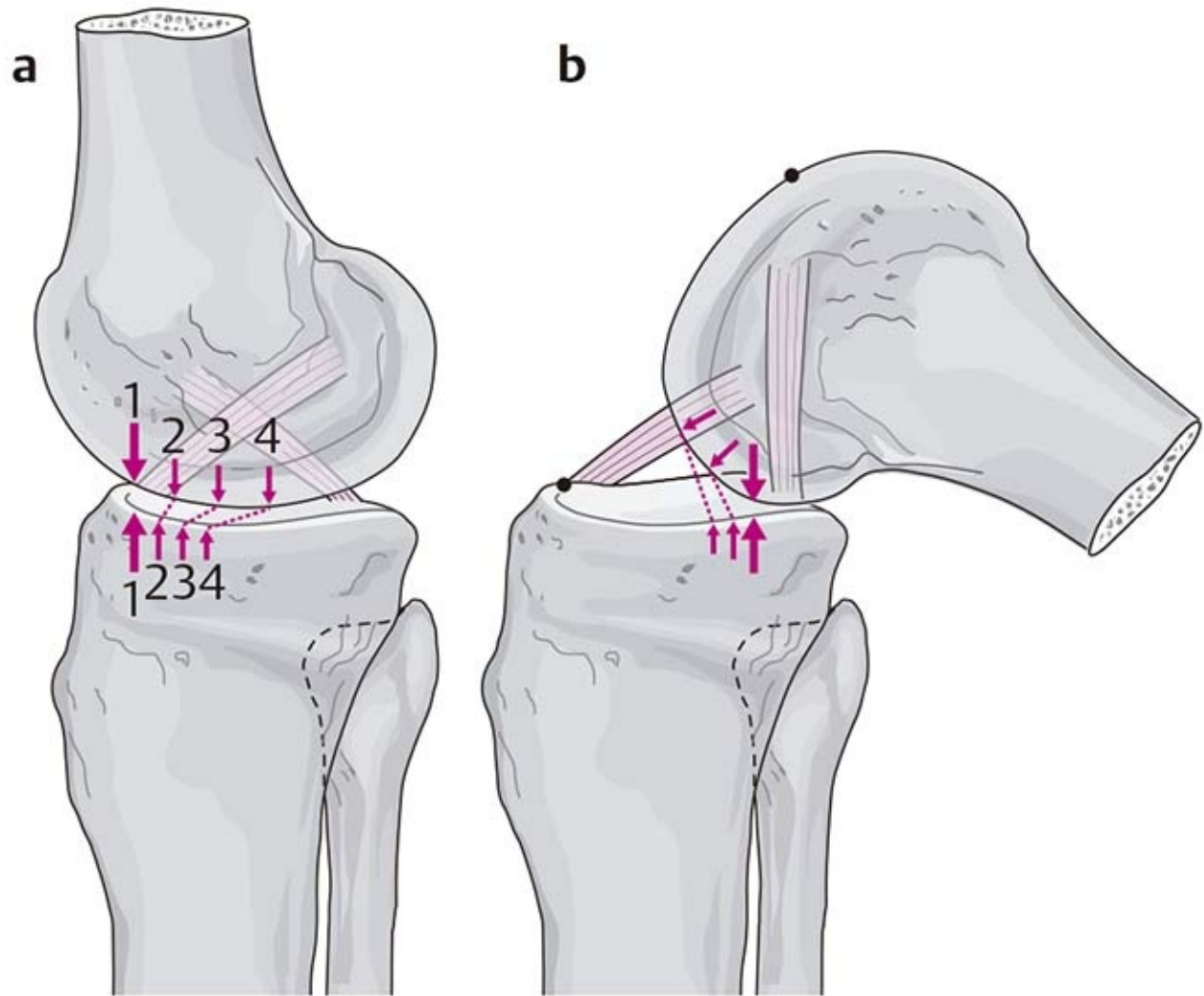
Activa: 140°/10° respectivamente desde la posición neutral.

Pasiva: 160°/15° respectivamente desde la posición neutral.

La flexión de la rodilla tiene una amplitud de movimiento mayor cuando se combina con flexión de la cadera respecto de cuando se realiza con extensión de la cadera. El músculo recto femoral se estira por la flexión de la rodilla, pero posibilita el movimiento máximo. Si el músculo se estira más por la extensión de la cadera adicional, la amplitud del movimiento de la rodilla se reduce. Durante el examen funcional para la flexión, esto significa que la amplitud esperada es distinta en las posiciones supina y prona.

Puede observarse un ligero componente rotatorio al final del movimiento, tanto en la flexión como en la extensión; la flexión siempre implica rotación interna de la pierna; la extensión conlleva rotación externa. Esto significa que para alcanzar los movimientos de flexión y extensión máximas, debe asegurarse la libertad de la rotación.

### ***Movimiento de rodamiento-deslizamiento (figura 9-117)***

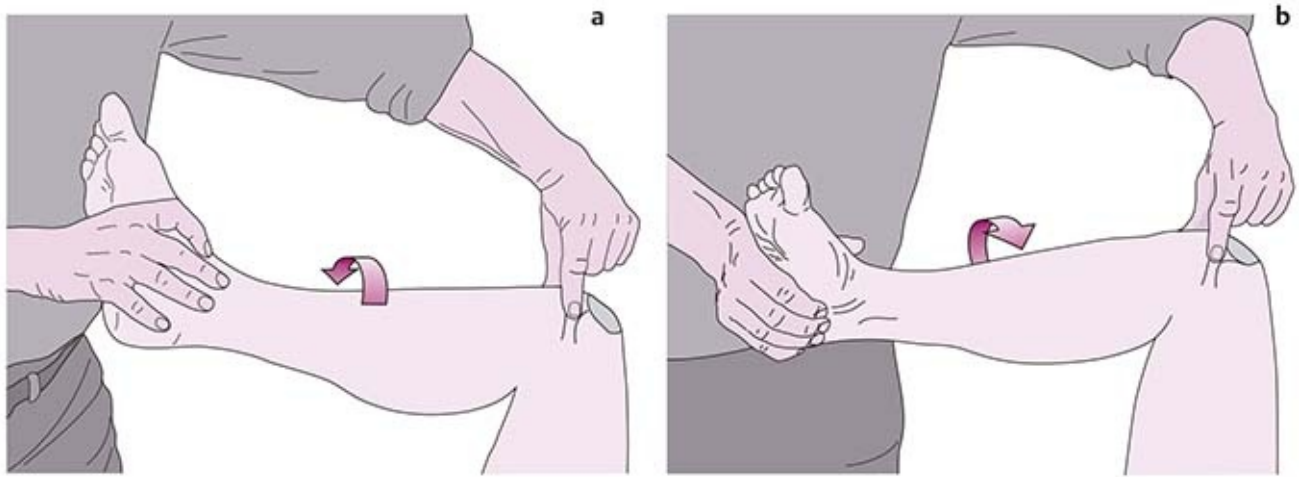


**Figura 9-117.** Movimiento de rodamiento-deslizamiento. **(a)** Al inicio de la flexión. **(b)** Al final de la flexión.

Durante los movimientos de flexión y extensión, la rodilla se somete a una secuencia de movimientos controlada por la interacción de los ligamentos cruzados y colaterales con rodamiento-deslizamiento.

En la flexión existe el mismo número de puntos de contacto en ambas superficies articulares. Conforme aumenta la flexión, estos puntos se desplazan hacia atrás. Como la distancia en el fémur es mucho mayor a la que hay en la tibia, debe haber un movimiento deslizante además del movimiento de rodamiento. Por lo tanto, las distancias entre los puntos de contacto en el fémur son mayores que en la tibia. Al inicio de la flexión, el movimiento de rodamiento-deslizamiento corresponde a un índice de 1:2, lo que significa que el trayecto sobre el fémur es casi dos veces mayor al de la tibia. Hacia el final de la flexión, el trayecto sobre el fémur es casi cuatro veces mayor que el de la tibia, lo que corresponde a un índice de 1:4.

### **Rotación externa/rotación interna (figura 9-118)**



**Figura 9-118.** Prueba de movimiento pasivo. (a) Rotación externa. (b) Rotación interna.

Activa: 45°/30° respectivamente, desde la posición neutra.

Pasiva: 50°/35° respectivamente, desde la posición neutra.

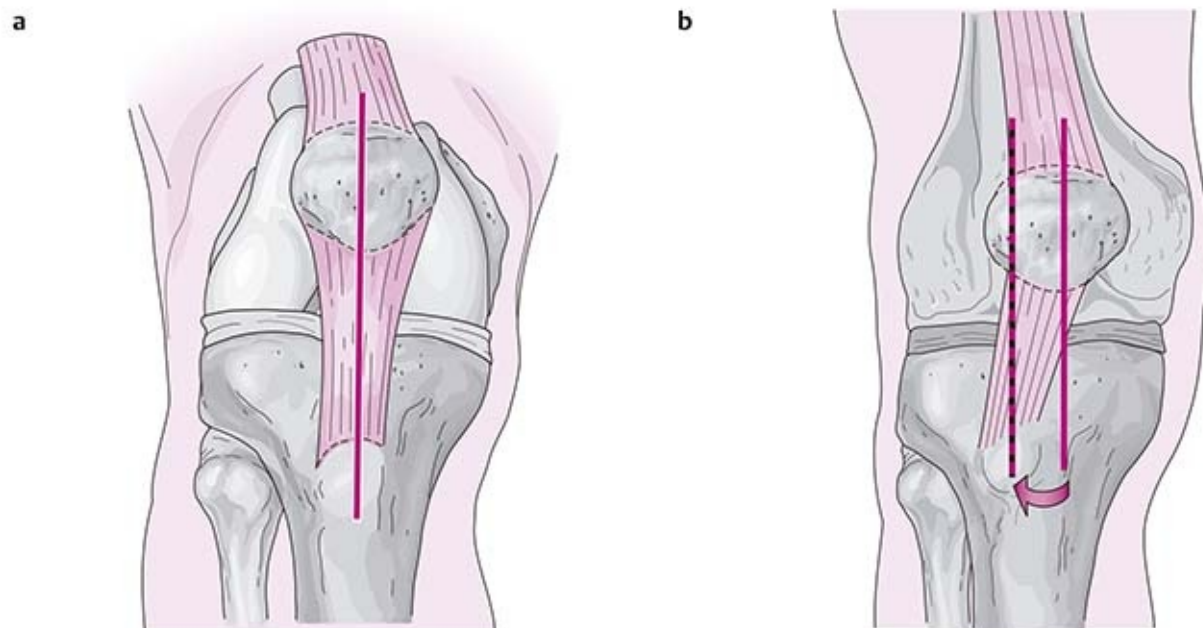
Los movimientos rotatorios en la articulación de la rodilla son posibles sólo en flexión. La razón principal de esto es la tensión de la cápsula y ligamentos en la posición extendida. La rotación ocurre sobre todo en el componente meniscotibial de la articulación. Los ligamentos colaterales inhiben el movimiento de rotación externa y el ligamento medial lo inhibe más que el lateral. Los ligamentos cruzados son los principales limitantes de la rotación interna.

El cóndilo lateral cubre más distancia durante la rotación porque el menisco lateral es más móvil. En la rotación externa, el cóndilo lateral de la tibia se mueve hacia atrás bajo el menisco. El cóndilo medial se desplaza una distancia más corta en sentido anterior. La razón de este desplazamiento menor radica en el hecho de que el tubérculo intercondíleo medial es más alto que la eminencia, por lo que representa una forma de amortiguar el movimiento del cóndilo medial.

Durante la rotación, la rótula se mantiene en su sitio dentro de su hendidura de deslizamiento, mientras que la tuberosidad tibial tiene un desplazamiento claro hacia la rotación.

La rotación es un movimiento importante para adaptarse al terreno irregular y mantener el equilibrio.

### **Rotación terminal (figura 9-119)**



**Figura 9-119.** Una línea vertical a través de la tuberosidad tibial. **(a)** En flexión. **(b)** Desplazamiento de la tuberosidad tibial en extensión = rotación terminal.

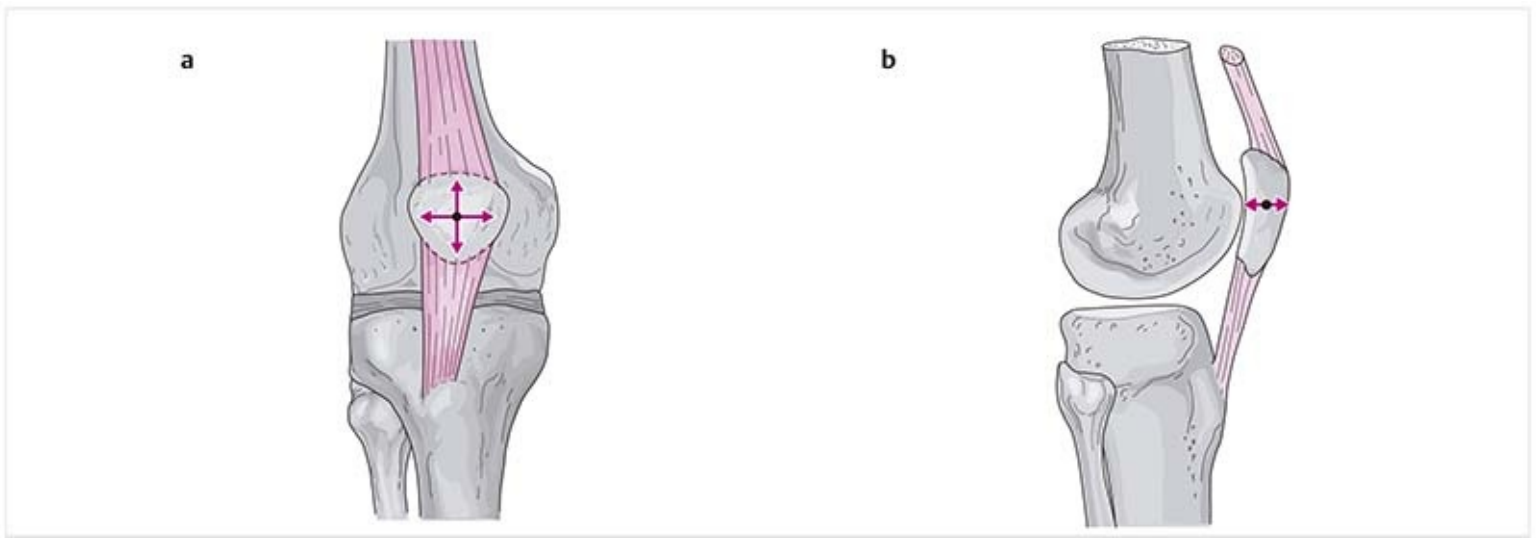
La rotación terminal se produce de manera automática al final de la extensión. En este caso, la tibia rota hacia fuera unos 5° sobre el fémur fijo. Se mueve sobre el eje de rotación que pasa casi por la inserción del ligamento cruzado anterior en la zona intercondílea medial. El cóndilo lateral de la tibia tiene un giro claro hacia atrás sobre este eje. El cóndilo medial de la tibia gira en dirección anterior sólo en grado mínimo.

La rotación terminal se debe en parte a las diferencias en la forma de las superficies articulares (el cóndilo medial es más largo que el lateral) y a la tensión del haz anteromedial del ligamento cruzado anterior. Debido a esto, la meseta tibial medial se desplaza hacia el cóndilo femoral lateral, lo que produce la rotación externa de la pierna.

### **Movimientos en la articulación rotulofemoral**

La rótula se mueve en seis grados distintos de libertad de movimiento y es el extremo móvil, mientras el fémur es el extremo fijo. Los movimientos se dividen en los de traslación y los de rotación.

### **Movimientos de traslación (figura 9-120)**



**Figura 9-120.** Movimientos de traslación de la rótula. **(a)** Desplazamiento superior-inferior y medial-lateral. **(b)** Deslizamiento anterior y posterior.

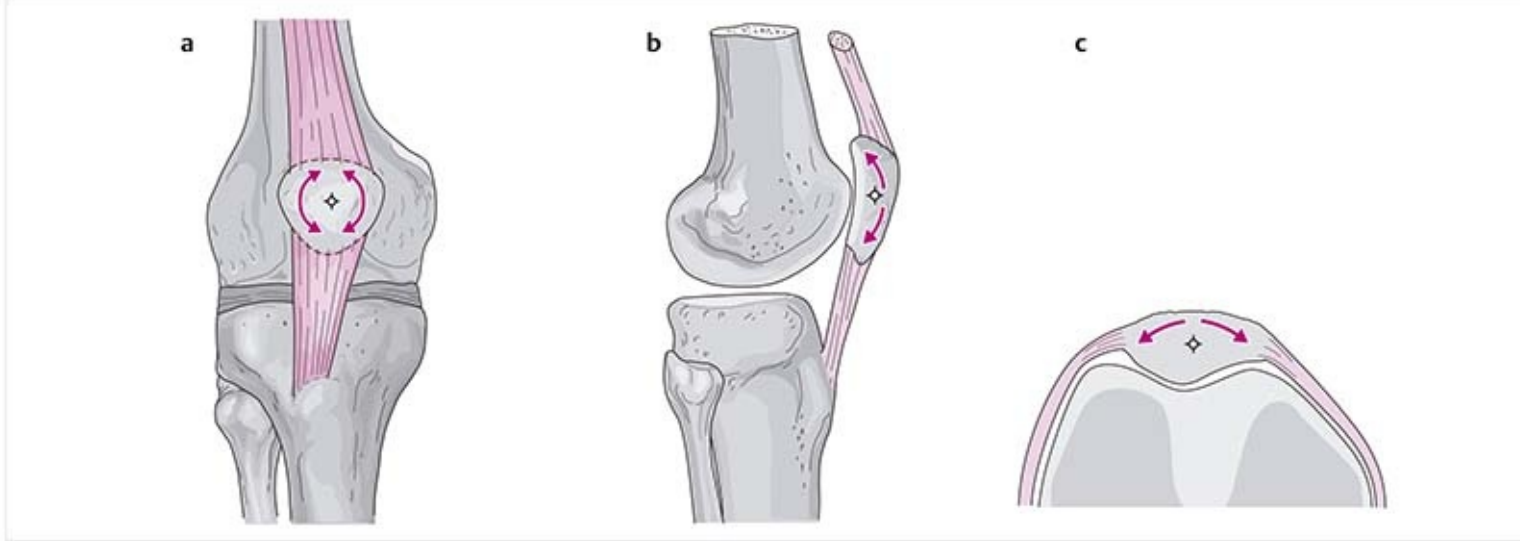
Los movimientos de traslación implican el desplazamiento en dirección superior/inferior. Por ejemplo, en la posición de pie con la rodilla extendida, la rótula se halla en un punto bajo cuando el músculo cuádriceps está relajado. Cuando éste se tensa, la rótula se mueve 1 a 1.5 cm hacia arriba.

Los otros desplazamientos rotulianos ocurren en direcciones medial/lateral y anterior/posterior.

Cuando se prueba de manera pasiva la magnitud del desplazamiento de traslación, es importante comparar los dos lados, con el lado sano como la referencia, ya que el desplazamiento varía de una persona a otra. Los valores promedio de desplazamiento son: superior, 1 cm; inferior, 2 a 3 cm; medial, 1 cm; lateral, 2 cm; y anterior, 0.5 cm. La prueba para el desplazamiento posterior se efectúa durante el movimiento o como una prueba de compresión contra la superficie rotuliana del fémur.

### **Movimientos rotacionales (figura 9-121)**





**Figura 9-121.** Movimientos de rotación de la rótula. **(a)** Eje sagital. **(b)** Eje frontal. **(c)** Eje longitudinal.

Los movimientos de rotación ocurren sobre el **eje sagital**, que pasa por la parte media de la rótula. La base de la rótula gira alrededor de éste en dirección medial, en tanto que el vértice lo hace en sentido lateral y viceversa.

El segundo eje tiene un trayecto **longitudinal**, alrededor del cual la rótula gira en dirección posterolateral y posteromedial.

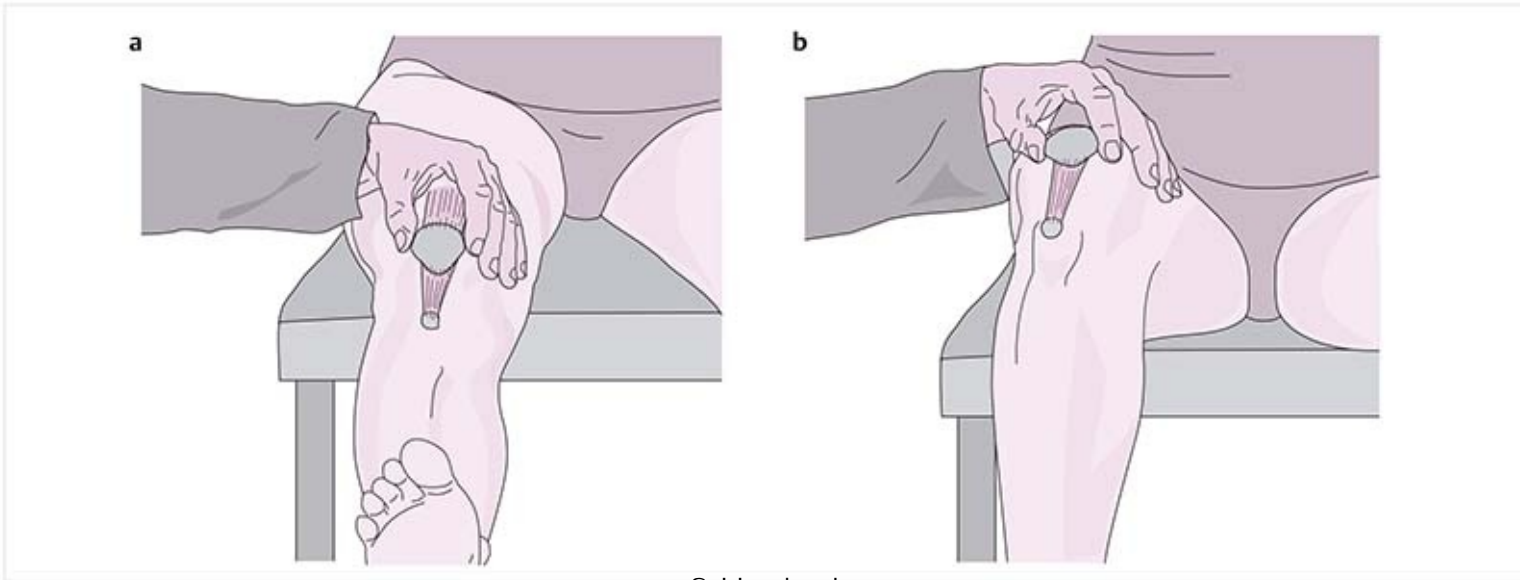
El tercer eje es el **eje frontal**, alrededor del cual la base de la rótula se mueve hacia atrás, mientras que el vértice de la rótula lo hace hacia delante y viceversa. El grado de movimiento rotatorio es mínimo. Debe realizarse la prueba de estos movimientos durante la flexión y extensión de la rodilla.

Estos movimientos no ocurren aislados, sino como movimientos acoplados. Durante la flexión, la rótula se desliza en sentido distal sobre la superficie rotuliana del fémur entre los cóndilos y se desplaza una distancia aproximada de 8 cm. Este trayecto exige que las bolsas suprarrotuliana e infrarrotuliana se desplieguen. Además, hay una lateralización y rotación mínimas alrededor del eje sagital y la base de la rótula se aproxima a los cóndilos.

### Consejo práctico

#### Valoración de la función (figura 9-122)

Deben palparse los movimientos de la rótula durante la flexión y extensión de la rodilla. Mientras tanto, se buscan movimientos evasivos, como los movimientos anormales de traslación y rotación. Hay que valorar los movimientos de traslación contra la superficie rotuliana del fémur: proximal-distal, medial-lateral y anterior-posterior. Estas pruebas revelan algo sobre la capacidad de la articulación para deslizarse y sobre el estado de tensión de los músculos y tendones unidos con la rótula, dado que pueden afectar la posición y la calidad de movimientos de ésta.



## 9.3.11 Biomecánica

### Ejes de la pierna

#### En el plano sagital

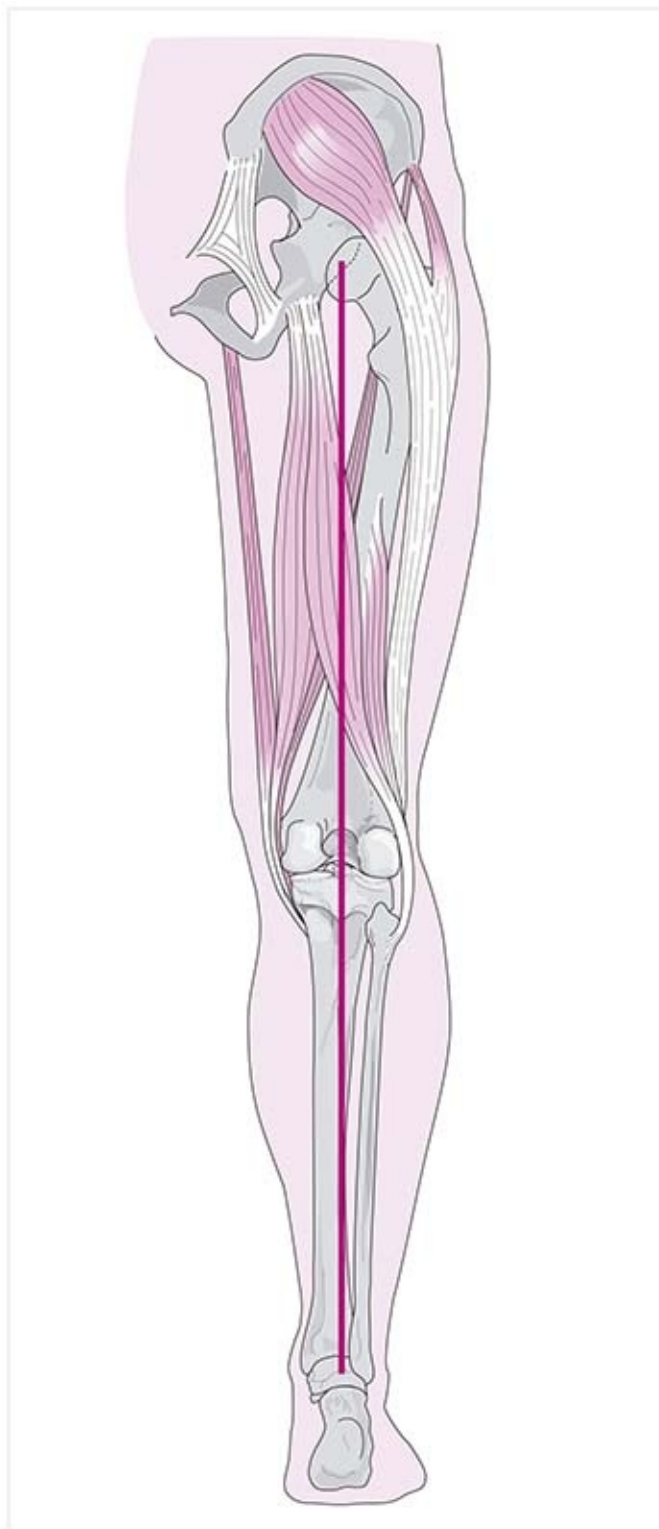
La línea de gravedad pasa por el centro del trocánter mayor (punto del trocánter), a través de una zona apenas posterior a la parte intermedia de la articulación de la rodilla, y por una zona justo anterior a la articulación superior del tobillo.

#### Patología

##### *Genu recurvatum*

La línea de gravedad se desplaza hacia delante. En la posición final, los cóndilos femorales muestran un mayor componente de deslizamiento posterior, lo que conlleva a la inestabilidad en dirección de un cajón tibial anterior.

#### En el plano frontal (figura 9-123)



**Figura 9-123.** Trayecto normal de la línea longitudinal de la extremidad inferior.

La línea mecánica longitudinal de la pierna pasa por los centros de las articulaciones de la cadera, rodilla y superior del tobillo. El eje del cuerpo femoral se desvía  $6^\circ$  en dirección lateral desde la línea longitudinal de la extremidad inferior. En la pierna, la línea longitudinal y el eje del cuerpo tibial coinciden.

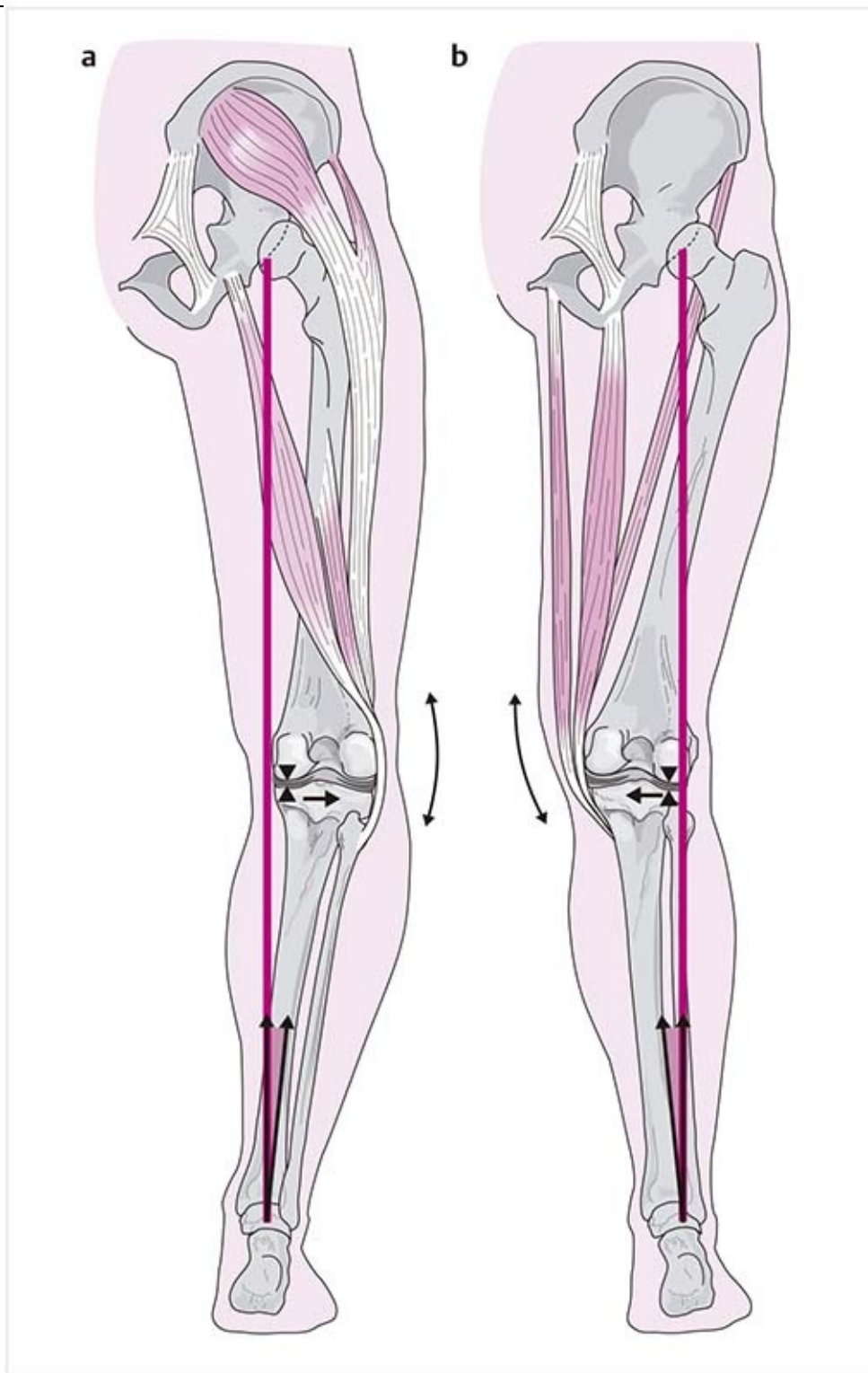
El eje del cuerpo femoral forma un ángulo (**ángulo fémur-tibia**) de  $174^\circ$  con el eje del cuerpo tibial.

Si el trayecto de la línea longitudinal de la extremidad inferior corresponde a la norma, el cartílago articular recibe una carga uniforme y la tensión en los ligamentos también es normal. Además, los músculos estabilizadores se encuentran en equilibrio.

La articulación de la rodilla queda lateral a la línea longitudinal de la extremidad inferior y el ángulo entre fémur y tibia aumenta. EL complejo articular medial se comprime, lo que destruye las superficies articulares mediales. En el complejo articular lateral, los cóndilos ya no cierran y el ligamento colateral peroneo y la parte lateral de la cápsula quedan a tensión. El haz iliotibial y el músculo bíceps femoral experimentan tensión. La línea de gravedad cae en el borde medial del pie, lo que reduce el arco del pie.

**Genu valgum (figura 9-124b)**

La articulación de la rodilla queda medial a la línea longitudinal de la pierna y el ángulo entre fémur y tibia se reduce. Hay sobrecarga del complejo articular lateral. El ligamento colateral tibial, la parte medial de la cápsula y el grupo de la pata de ganso se estiran. La línea de gravedad cae en el borde lateral del pie, que experimenta sobrecarga.

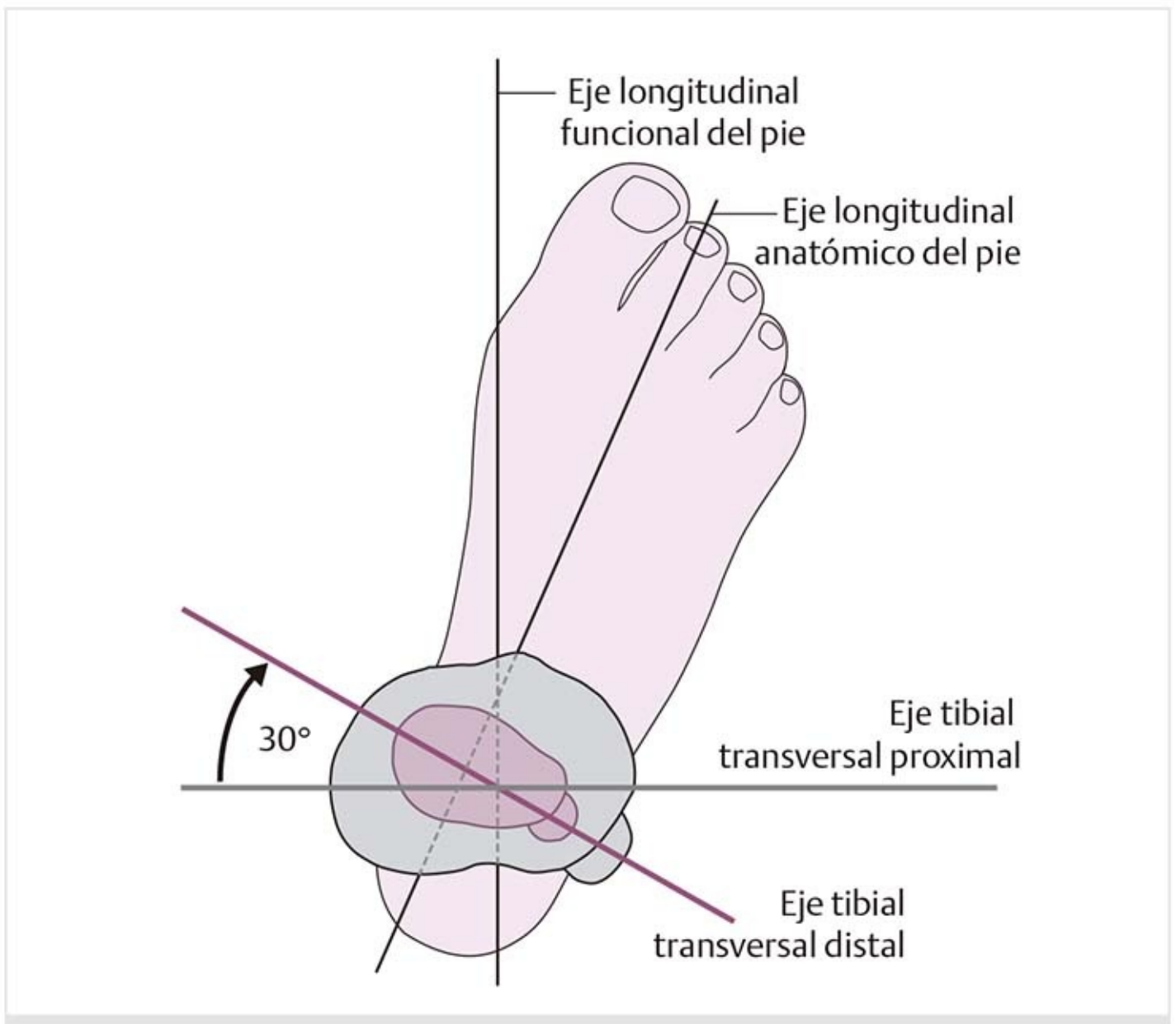


**Figura 9-124.** Desviaciones de la línea longitudinal normal. **(a)** Rodilla en varo. **(b)** Rodilla en valgo.

**Consejo práctico**

El principio central en el tratamiento de la rodilla en varo (*genu varum*) consiste en desplazar la rodilla hacia la línea media (en sentido medial) mediante un programa de entrenamiento para fortalecer los músculos tensor de la fascia lata y el bíceps femoral. Además, la alteración del arco del pie es significativa porque un aumento de la carga de la parte interna del pie ejerce más presión sobre la región medial de la rodilla. Por consiguiente, la corrección de esta deformidad se efectúa en las partes proximal y distal.

**En el plano transversal (figura 9-125)**



**Figura 9-125.** Torsi3n tibial: relación de los ejes tibiales transversales entre sí.

Los ejes transversales de la parte proximal y distal de la tibia se evalúan por su relación entre sí. Forman un ángulo de 30°. Esto puede observarse en el pie, dado que el eje longitudinal del pie se extiende unos 30° hacia fuera desde el plano sagital. Este ángulo se forma por la torsi3n tibial, que se dirige hacia fuera y ocurre de manera primaria dentro de la parte proximal de la tibia.

#### Consejo práctico

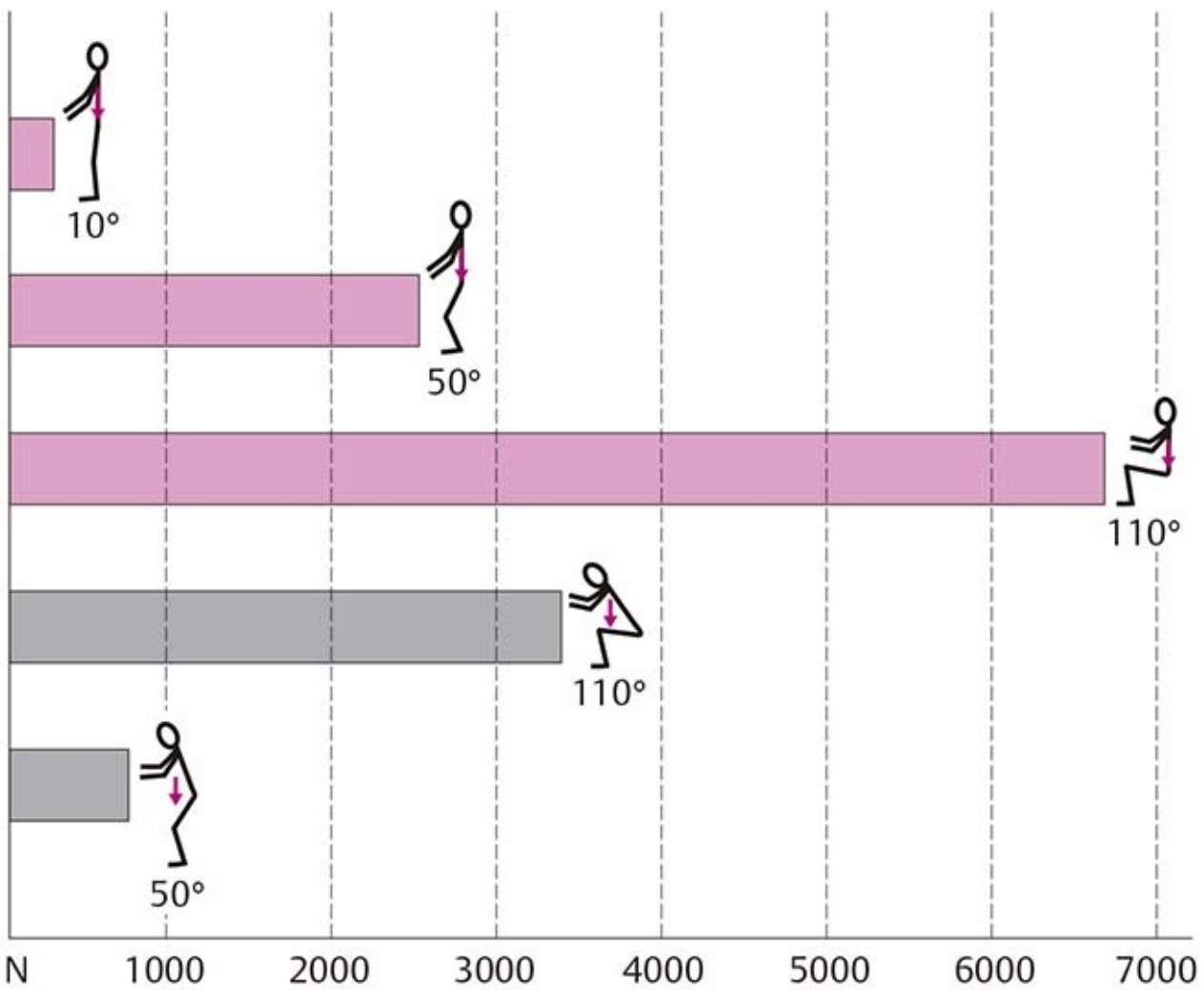
El aumento de la torsi3n tibial externa produce una marcada orientación hacia fuera del eje longitudinal funcional del pie. El patr3n de la marcha de las personas afectadas incluye una rotaci3n externa muy marcada. Si la evaluaci3n de la posici3n de la r3tula muestra que es anterior, la causa puede ser un aumento de la torsi3n tibial externa. El empuje del pie se produce sobre el borde medial del primer dedo, que experimenta con el tiempo sobreuso y dolor.

La compensaci3n casi siempre se hace mediante la rotaci3n interna de la articulaci3n de la cadera. A su vez, esto expone a la rodilla a una fuerza en cizalla, ya que el muslo gira hacia dentro y, en el largo plazo, hacia fuera. Tambi3n en este caso, los resultados son sobrecarga y dolor.

### Presi3n retrorrotuliana

La fuerza de carga sobre la articulaci3n rotulofemoral se compone del vector suma de la fuerza musculoligamentosa y la fuerza de gravedad. Eso significa que, adem3s del peso corporal, participan los brazos de palanca de las diversas fuerzas, as3 como las fuerzas tensiles vertical y horizontal. Por lo tanto, todas las estructuras que se unen a la r3tula influyen en la presi3n articular.

### Con movimiento (figura 9-126)



**Figura 9-126.** Cambios en la presión retrorrotuliana. Barras rojas, centro de gravedad con acción posterior; barras grises, centro de gravedad con acción anterior.

La presión de contacto de la rótula sobre la superficie rotuliana del fémur es mínima durante la extensión de rodilla y aumenta durante la flexión.

En la posición en cuclillas sucede lo siguiente:

- Con la flexión ligera (10°-50°) hay un aumento marcado de la fuerza retrorrotuliana, pero la presión no alcanza su valor máximo.
- A medida que aumenta la flexión, la presión se incrementa. Si el centro de gravedad queda muy lejos en dirección posterior, el brazo de carga se prolonga, se gasta una mayor fuerza y la presión puede aumentar hasta 10 veces el peso corporal.
- Esto se alivia de manera significativa con el desplazamiento anterior del centro de gravedad, que acorta el brazo de la carga.

Con una flexión de 50°, el centro de gravedad actúa en la parte posterior y la presión puede llegar a 2400 N. Conforme el centro de gravedad cambia hacia delante, se reduce a 860 N.

Una rótula sana tolera esta presión tan alta. Sin embargo, las variaciones en la forma de la rótula, los ajustes desfavorables en la altura y los cambios en la dirección de las fuerzas tensiles de las estructuras que actúan sobre la rótula pueden tener una influencia adversa en la presión.

## Patología

Síndrome de dolor rotulofemoral

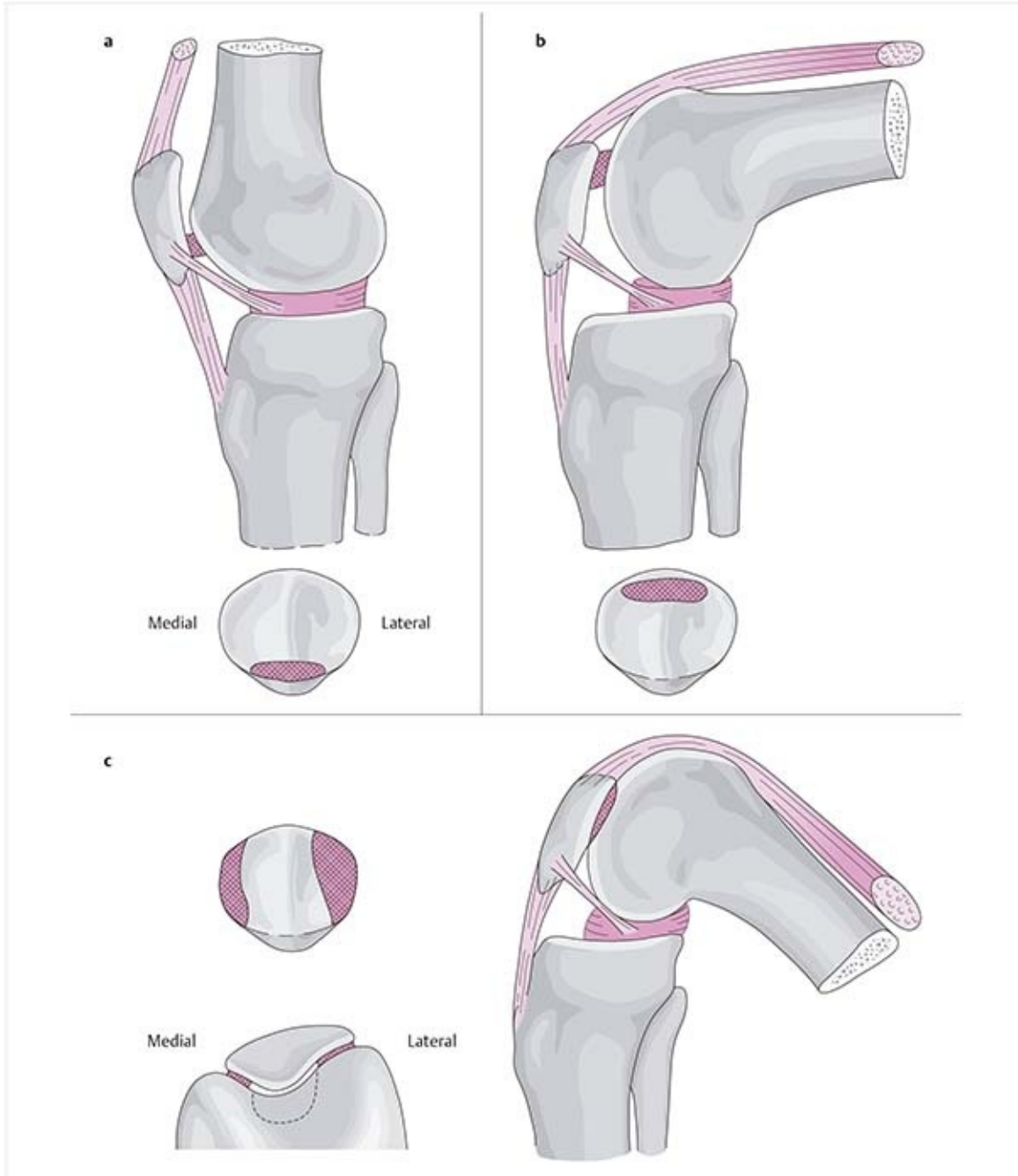
Los cambios anatómicos en la rótula, como la displasia, alineación anómala del eje de la extremidad inferior, laxitud ligamentosa y desbalance muscular, pueden generar tensión desproporcionada sobre la articulación rotulofemoral. Los síntomas son sensibilidad a la palpación de la faceta rotuliana, dolor articular profundo, sobre todo al subir escaleras, en posición en cuclillas y después de permanecer sentado por mucho tiempo, además del síntoma de “vencimiento”, en el que la rodilla se traba cuando se somete a un esfuerzo.

### Condromalacia

El desgaste del cartílago no tratado, y en el que no se anticipa una reducción de la carga, puede conducir a la condromalacia. A los síntomas del síndrome de dolor rotulofemoral ya descritos se agregan los derrames articulares recurrentes, dado que los productos de la descomposición por la necrosis del cartílago producen sinovitis. Por consiguiente, se genera el siguiente círculo vicioso: elevación desfavorable de la presión → reblandecimiento del cartílago → productos de degradación en la articulación por necrosis del cartílago → sinovitis crónica → cambios en la composición del líquido sinovial → trastorno de la nutrición del cartílago → muerte de los condrocitos.

## Superficies absorbentes de fuerza (figura 9-127)

Tanto la rótula como parte de la superficie rotuliana del fémur están disponibles para absorber fuerza. La superficie absorbente de fuerza es un poco más pequeña que el área de contacto real, y la parte de la superficie articular que se usa para la transmisión de la fuerza depende de la posición de la articulación.



**Figura 9-127.** Superficies absorbentes de fuerza retrorotuliana. Áreas rojas sombreadas, superficies de contacto. (a) Posición neutral (0°). (b) Flexión a 90°. (c) Flexión a 120°.

### Superficies de contacto durante el movimiento

- En la posición neutral, sólo una pequeña parte distal de la rótula, apenas proximal al vértice, tiene contacto con la superficie rotuliana del fémur.

- Con el aumento de la flexión, el área de contacto retrorrotuliano se desplaza hacia arriba, mientras que la superficie de contacto en el fémur cambia hacia abajo. Con la flexión a 90°, esta superficie de contacto es transversal sobre la base de la rótula y en el extremo distal de la superficie rotuliana del fémur.
- Con una flexión mayor de 90°, la rótula crea un puente sobre la fosa intercondílea. Sólo las partes más externas de las facetas rotulianas tienen contacto con los cóndilos, y la cresta se extiende dentro de la fosa intercondílea.

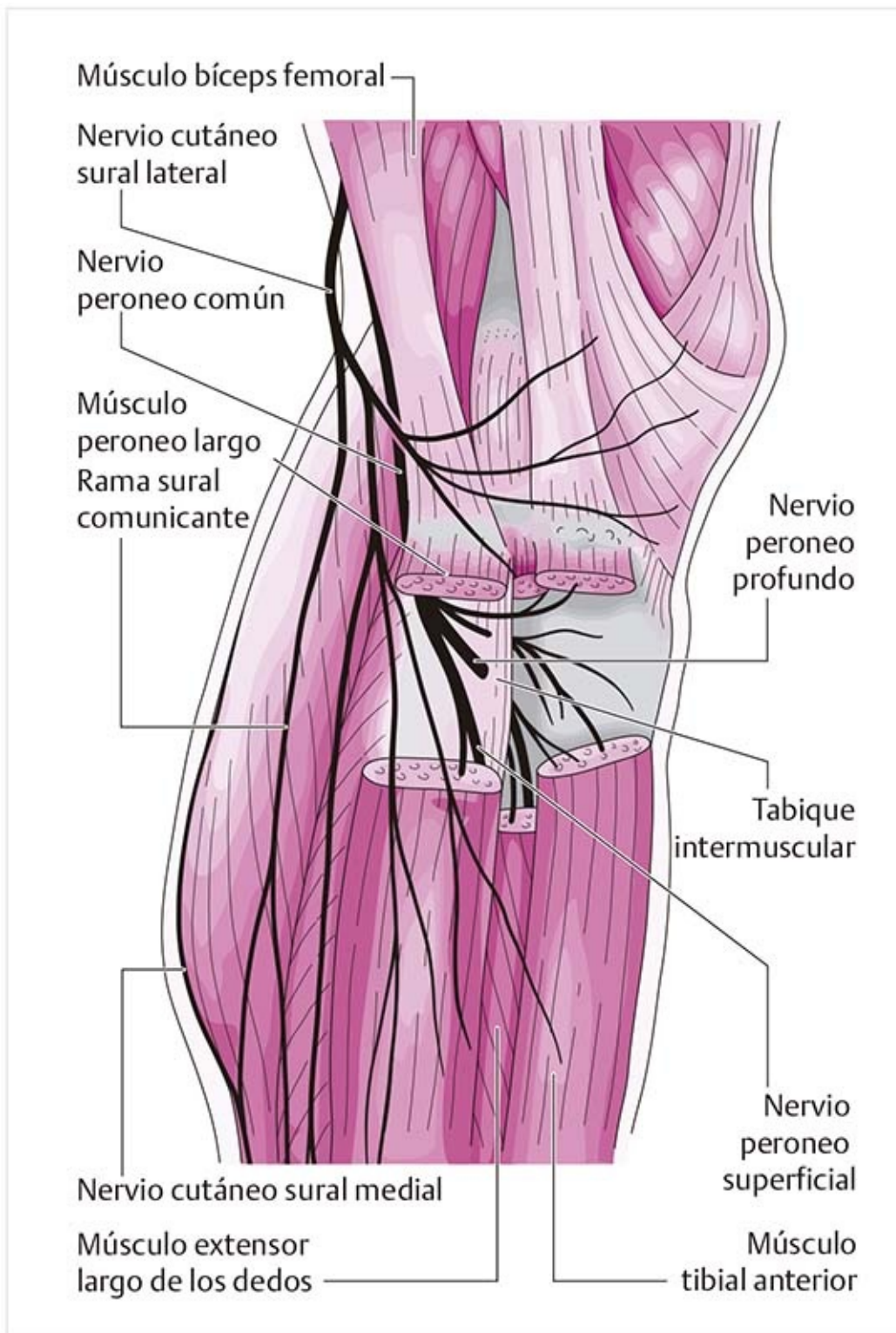
## 9.4 Estructuras nerviosas

### 9.4.1 Ramas terminales del nervio ciático

- En la región superior de la fosa poplítea, el nervio ciático discurre entre los músculos semimembranoso y bíceps.
- En la fosa, el nervio experimenta su división final en sus dos ramas terminales, el nervio peroneo común y el nervio tibial, aunque ambos ya están agrupados en un punto mucho más proximal en el tronco nervioso del nervio ciático.

#### **Nervio peroneo común (L4-S2, figura 9-128)**





**Figura 9-128.** Ramificación del nervio peroneo común.

- Este nervio se proyecta en dirección distal sobre el borde medial del músculo bíceps y en la parte superficial alrededor de la cabeza del peroné en sentido anterior.
- Después de este giro, continúa en el compartimiento lateral de la pierna, que se localiza entre los dos orígenes del músculo peroneo largo.
- Este compartimiento limita con el grupo flexor mediante el tabique intermuscular posterior de la pierna, y el grupo extensor a través del tabique intermuscular anterior.
- Dentro de este compartimiento, el nervio se divide en los nervios peroneos profundo y superficial.

## Patología

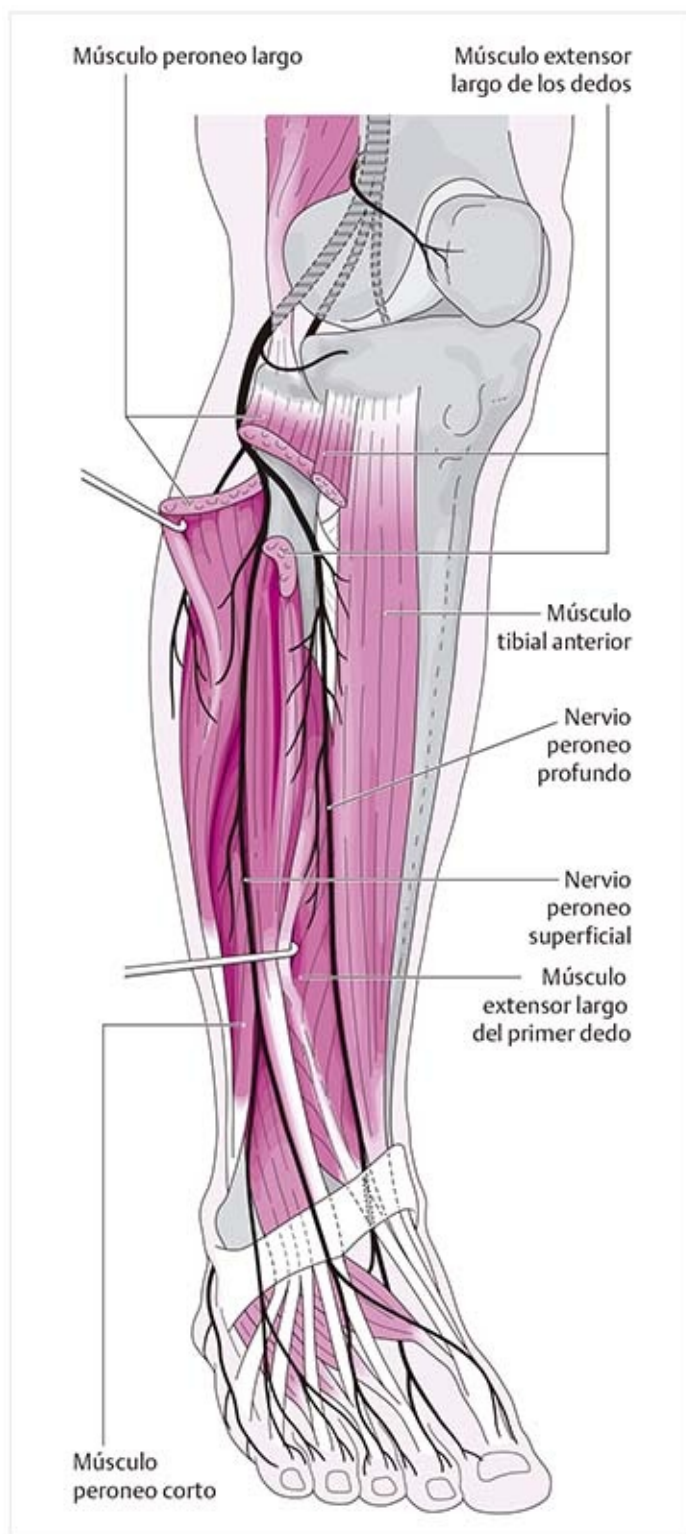
### **Paresia del nervio peroneo secundaria a daño por presión**

La causa más frecuente de parálisis peronea aislada es el daño por presión al nervio en la cabeza del peroné. En este sitio se encuentra directamente sobre el hueso, por lo que es

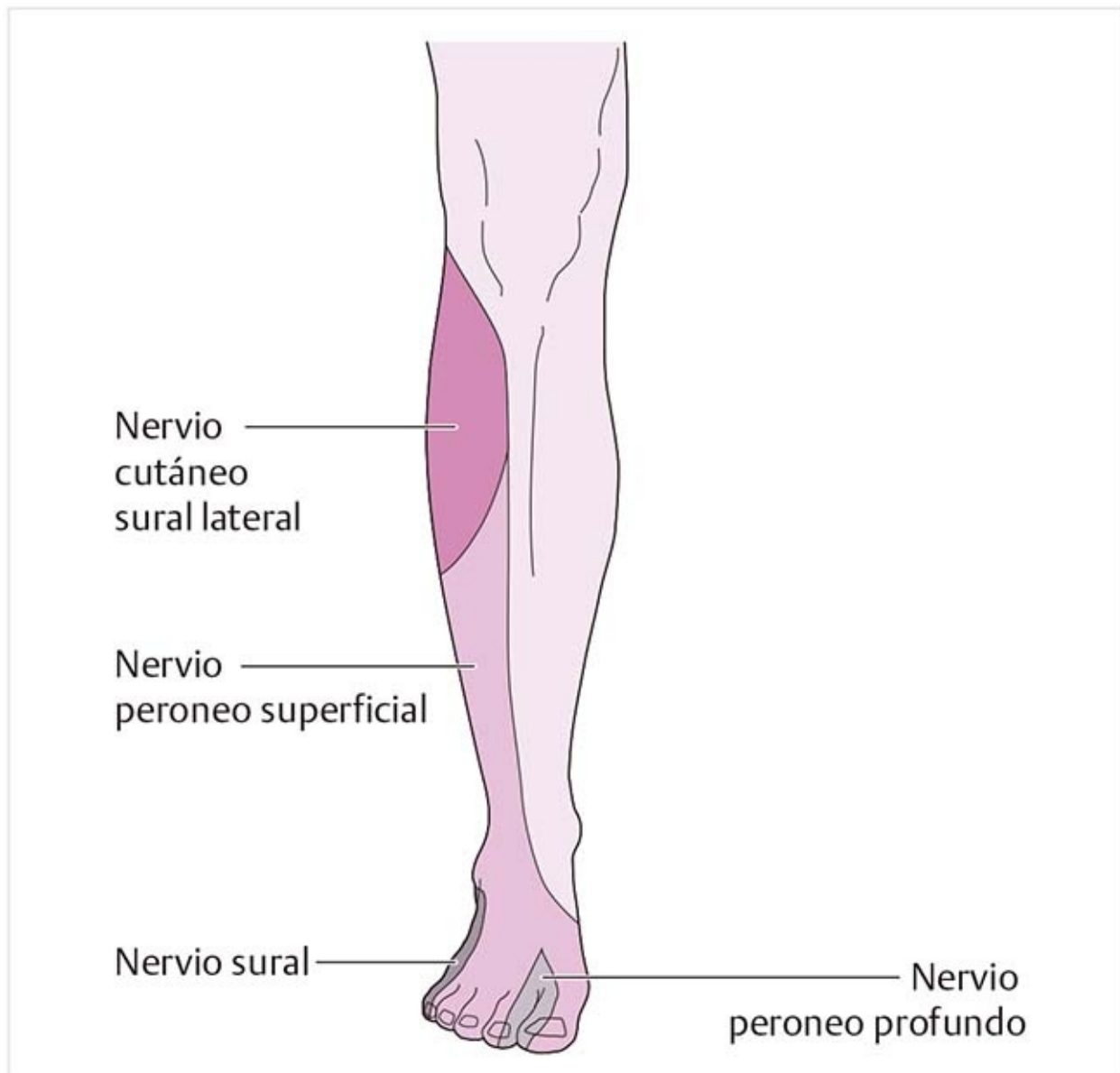
fácil que se dañe. El cruzamiento de las piernas, la posición incorrecta de una persona inconsciente o con limitaciones físicas, la posición sobre la mesa quirúrgica o la presión de una férula o aparato de yeso son suficientes para causar este daño.

En la parálisis del nervio peroneo se altera la sensibilidad de la parte lateral de la pierna y el dorso del pie. Las deficiencias motoras incluyen falla de todos los dorsiflexores del pie (caída del pie), de los extensores largos del primer dedo y de los músculos peroneos. El pie se cae y como ya no puede levantarse de manera activa, se desarrolla una **marcha con pasos altos** (marcha con caída de pie).

## Nervio peroneo profundo (figura 9-129 y 9-130)



**Figura 9-129.** Trayecto de los nervios peroneo superficial y peroneo profundo.



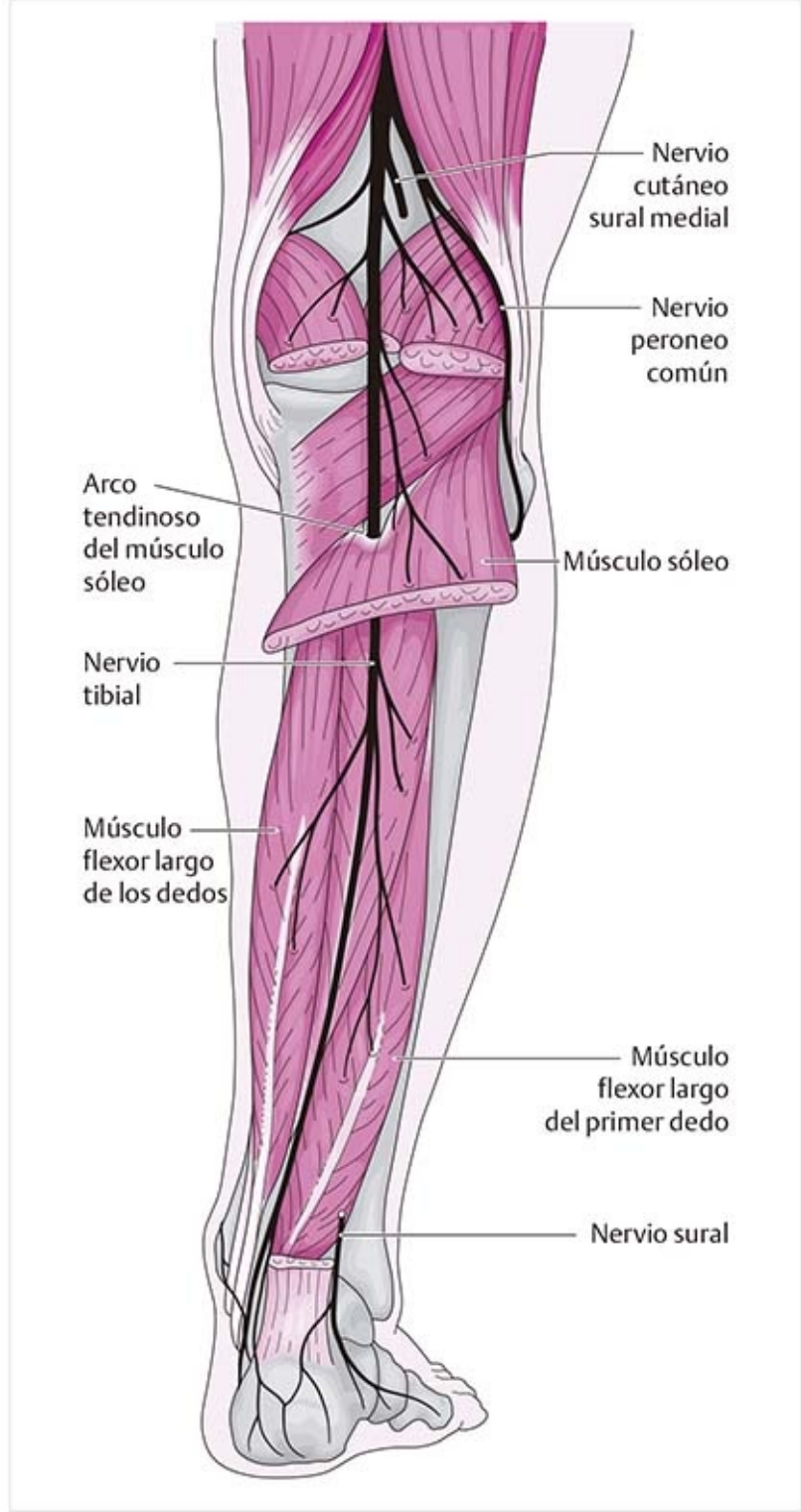
**Figura 9-130.** Inervación cutánea de los nervios peroneos.

- Éste es un nervio motor que se distribuye en el grupo muscular extensor de la pierna, a la que llega después de perforar el tabique intermuscular anterior.
- Se extiende en dirección distal sobre la membrana interósea entre los músculos tibial anterior y el extensor largo del primer dedo.
- Luego pasa bajo el retináculo extensor superior y ahí se divide en las ramas lateral y medial.
- Este nervio se distribuye en el primer dedo del pie y los extensores del pie, y sólo una pequeña zona de la piel entre el primero y el segundo dedos.

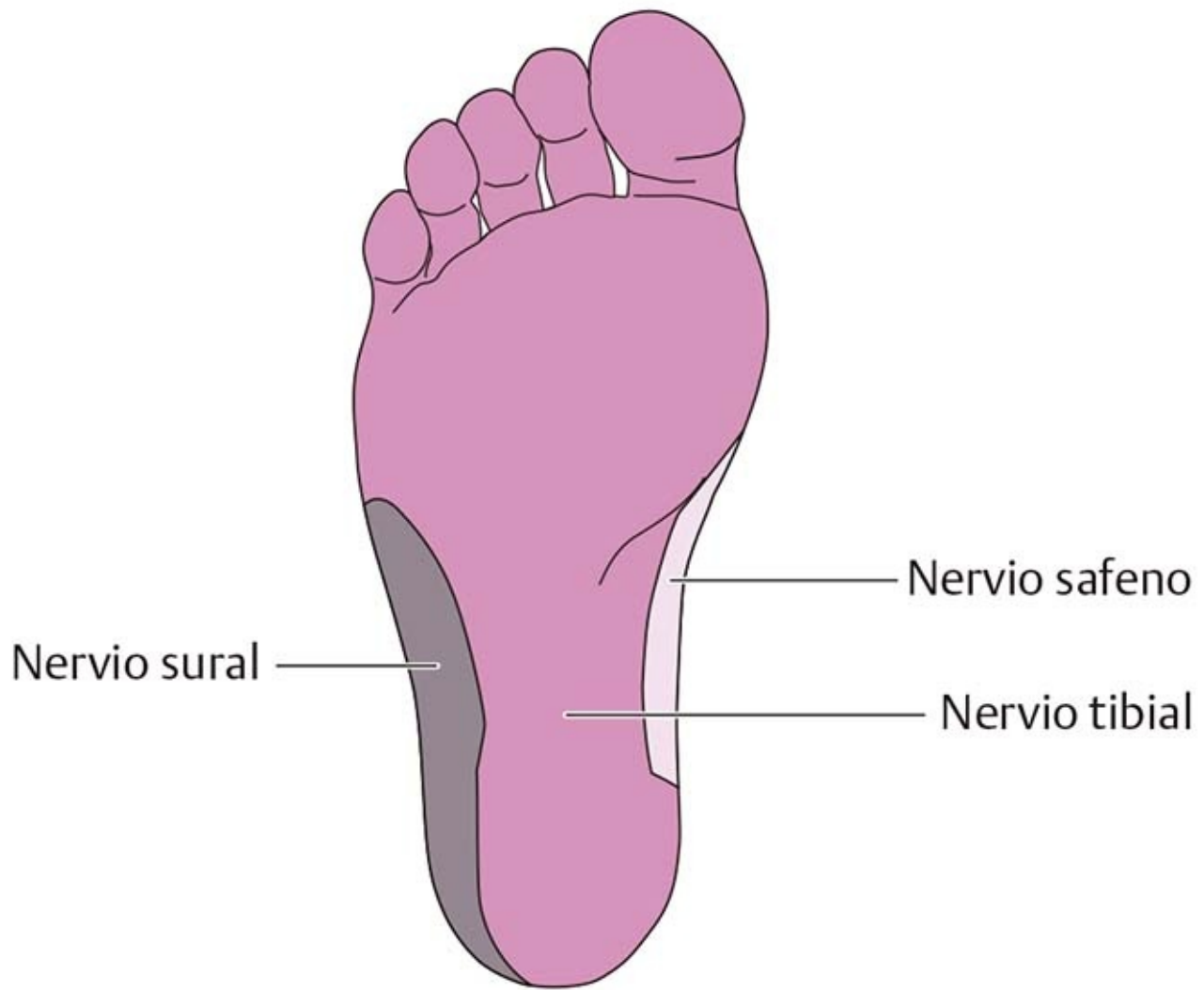
### **Nervio peroneo superficial (figura 9-129 y 9-130)**

- Este nervio pasa entre los músculos extensor largo del primer dedo y el peroneo largo.
- Un ancho de mano arriba del maleolo lateral se divide en el **nervio cutáneo dorsal medial**, que discurre hacia la parte medial del dorso del pie, y el **nervio cutáneo dorsal intermedio**, que sigue al dorso del pie.
- Inerva los músculos peroneos y grandes zonas de la piel sobre la parte anterior de la pierna y el dorso del pie.

### **Nervio tibial (L4-S3, figura 9-131 y 9-132)**



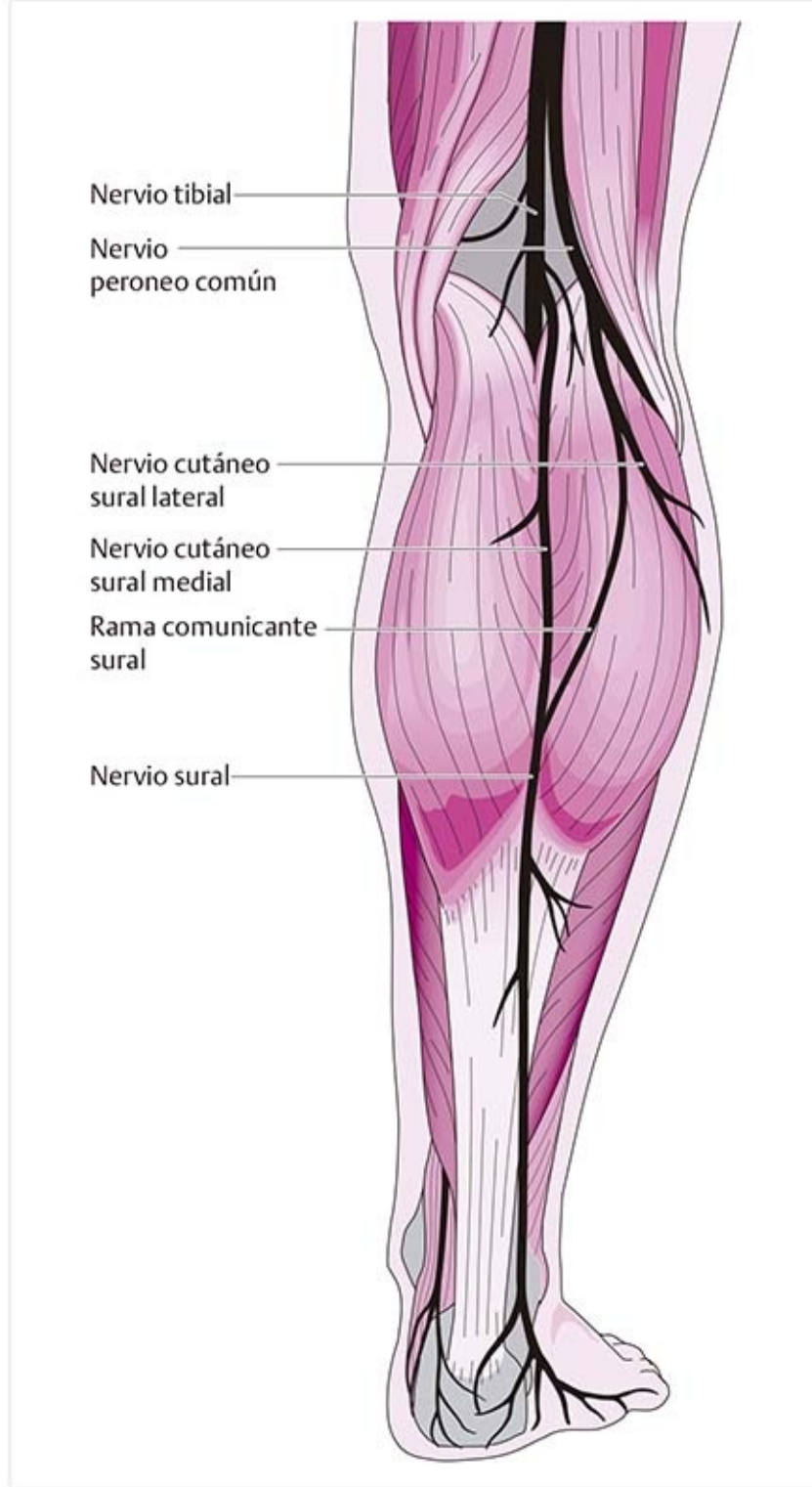
**Figura 9-131.** Trayecto del nervio tibial.



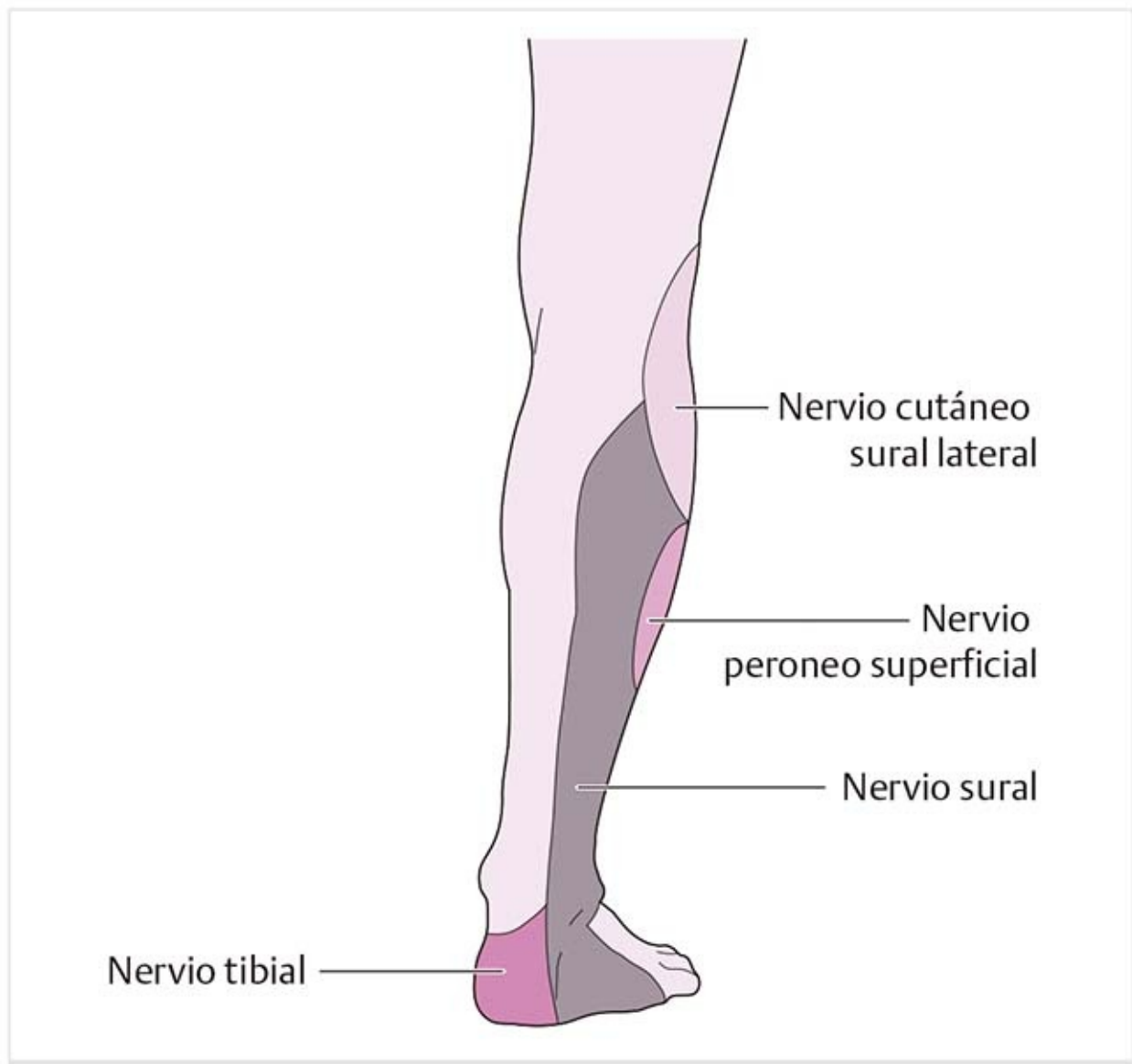
**Figura 9-132.** Inervación de la superficie plantar del pie.

- El nervio discurre en dirección longitudinal por la fosa poplítea.
- Dentro de la fosa se divide en las ramas musculares para inervar los músculos gastrocnemio y sóleo, y el nervio cutáneo sural medial.
- Su trayecto continúa bajo las cabezas del músculo gastrocnemio hasta el arco tendinoso del músculo sóleo; ahí cambia al compartimiento flexor profundo de la pierna, donde discurre entre los músculos flexor largo de los dedos y el flexor largo del primer dedo.
- Se extiende junto con estos tendones hasta el maleolo medial, alrededor del cual se desvía hacia atrás.
- Distal al maleolo, se divide en los nervios plantares medial y lateral.
- Inerva el músculo tríceps sural, el músculo tibial posterior y los dos flexores largos, así como las áreas de piel en el talón y una gran parte de la planta del pie.

### **Nervio sural (figura 9-132 a 9-134)**



**Figura 9-133.** Trayecto del nervio sural.



**Figura 9-134.** Inervación cutánea del nervio sural.

- En la fosa poplítea, el nervio tibial emite una rama sensitiva, el **nervio cutáneo sural medial**, que se proyecta en dirección distal por un plano superficial entre las dos cabezas del músculo gastrocnemio.
- En la fosa poplítea, el nervio peroneo común emite el **nervio cutáneo sural lateral**, que continúa sobre la superficie lateral de la pierna hasta el maleolo lateral.
- El nervio cutáneo sural lateral se une con el nervio cutáneo sural medial mediante la **rama comunicante sural** para formar el **nervio sural** al nivel del tendón de Aquiles.
- Luego continúa sobre el borde lateral del tendón de Aquiles hasta el borde lateral del pie.
- Inerva áreas de piel en la parte dorsolateral de la pierna y el borde lateral del pie.

## Capítulo 10

### Pie y tobillo

# 10

- [10.1 Palpación de las estructuras del pie y el tobillo](#)
- [10.2. Imagen radiográfica](#)
- [10.3 Articulación del tobillo \(articulación astragalocrural\)](#)
- [10.4 Articulación tibioperonea](#)
- [10.5 Articulación astragalotarsiana](#)
- [10.6 Estabilización de las articulaciones del tobillo](#)
- [10.7 Articulación del tobillo durante la deambulación](#)
- [10.8 Articulación calcaneocuboidea](#)
- [10.9 Articulación del tarso](#)
- [10.10 Articulaciones tarsometatarsianas e intermetatarsianas](#)
- [10.11 Articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas](#)
- [10.12 Musculatura](#)
- [10.13 Biomecánica](#)
- [10.14 Suministro vascular](#)
- [10.15 Estructuras neurales del pie y el tobillo](#)



# 10 Pie y tobillo

El estudiante advertirá que existen diferencias en la nomenclatura referente a la articulación del tobillo. Aunque, en su mayor parte, los anatomistas concuerdan en la estructura y función de las articulaciones individuales, es importante comprender que hay diferencia en la forma en que conciben al tobillo como unidad funcional. Muchos anatomistas estadounidenses consideran que la **articulación del tobillo** es sólo la **articulación astragalocrural**, que interviene en esencial en la dorsiflexión y la flexión plantar, y asumen que los otros movimientos son función de las otras articulaciones del pie (Moore et al., 2014).

En contraste, el concepto que sostienen los anatomistas alemanes, y el usado en este libro, considera desde el punto de vista funcional al tobillo como la **articulación superior del tobillo** y la **articulación inferior del tobillo** (Graumann, 2004). La **articulación superior del tobillo** es la **articulación astragalocrural**, equivalente a la propia **articulación del tobillo** señalada con anterioridad. Esto se describe en la sección 10.3. La **articulación inferior del tobillo** se conforma con sus partes posterior y anterior, la **articulación subastragalina (articulación astragalocalcánea)** y la **articulación astragalocalcaneonavicular**, respectivamente. Éstas se revisan con detalle en la sección 10.5, Articulación astragalotarsiana. Existe cierta ventaja en utilizar este modelo para examinar los complejos movimientos combinados del pie y el tobillo (Graumann, 2004; Kelikian y Sarrafian, 2011; Moore, 2014).

## 10.1 Palpación de las estructuras del pie y el tobillo

### 10.1.1 Región medial del pie y el tobillo

#### Maleolo medial

Éste es el punto óseo sobresaliente más distintivo en la zona medial del pie y sirve como una guía relevante para localizar las estructuras palpables.

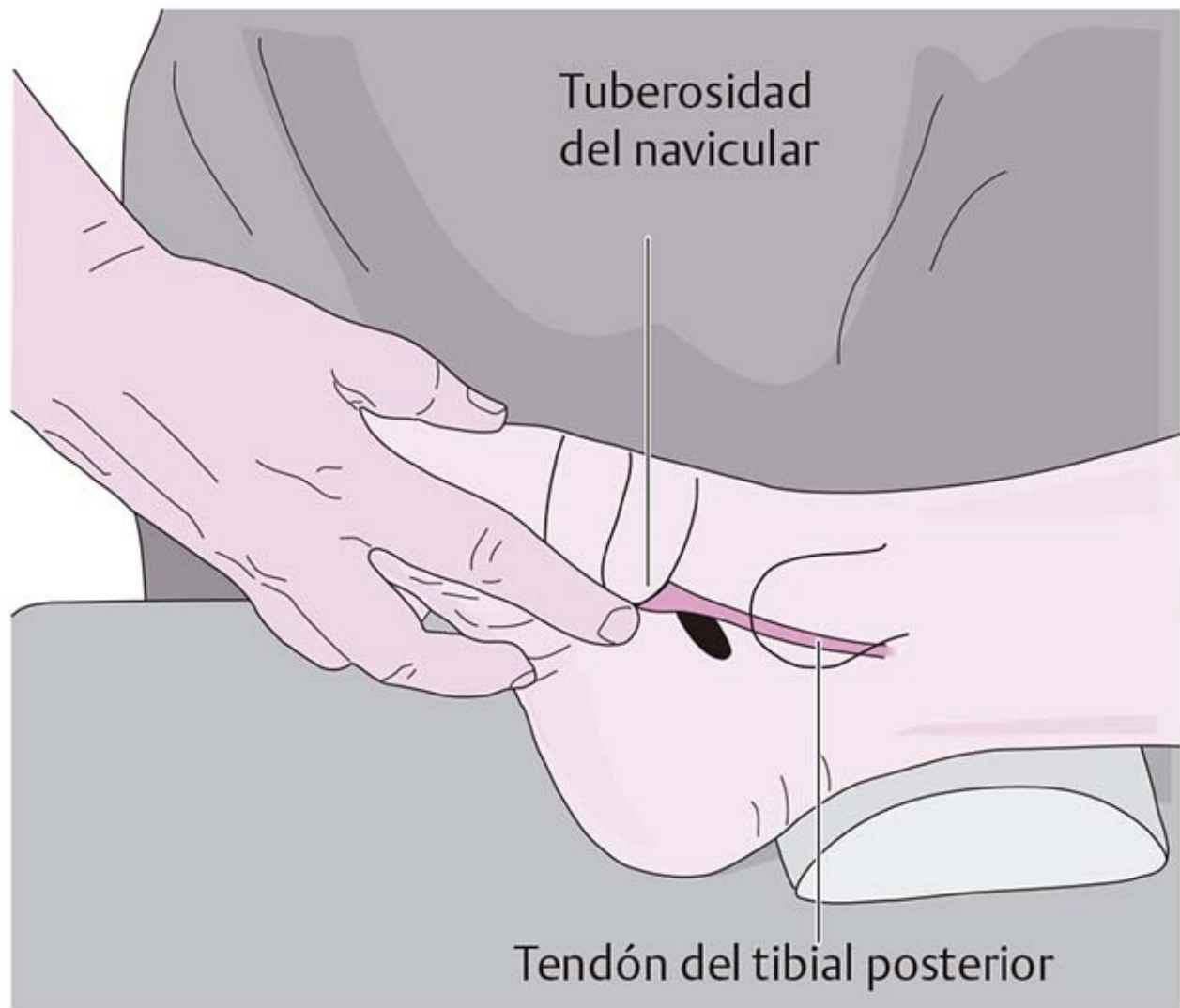
#### Sustentáculo del talón (figura 10-1)



**Figura 10-1.** Palpación del sustentáculo del astrágalo.

El sustentáculo del talón del calcáneo se localiza a 1.5 anchos de dedo debajo de la punta del maleolo. El espacio articular astragalino se encuentra en su borde superior. Con la inclinación pasiva del pie en sentido medial y lateral se puede identificar mejor el espacio articular, dado que el espacio se abre con la inclinación lateral. El sustentáculo del talón tiene una hendidura longitudinal en la que se encuentra el tendón del flexor largo de los dedos.

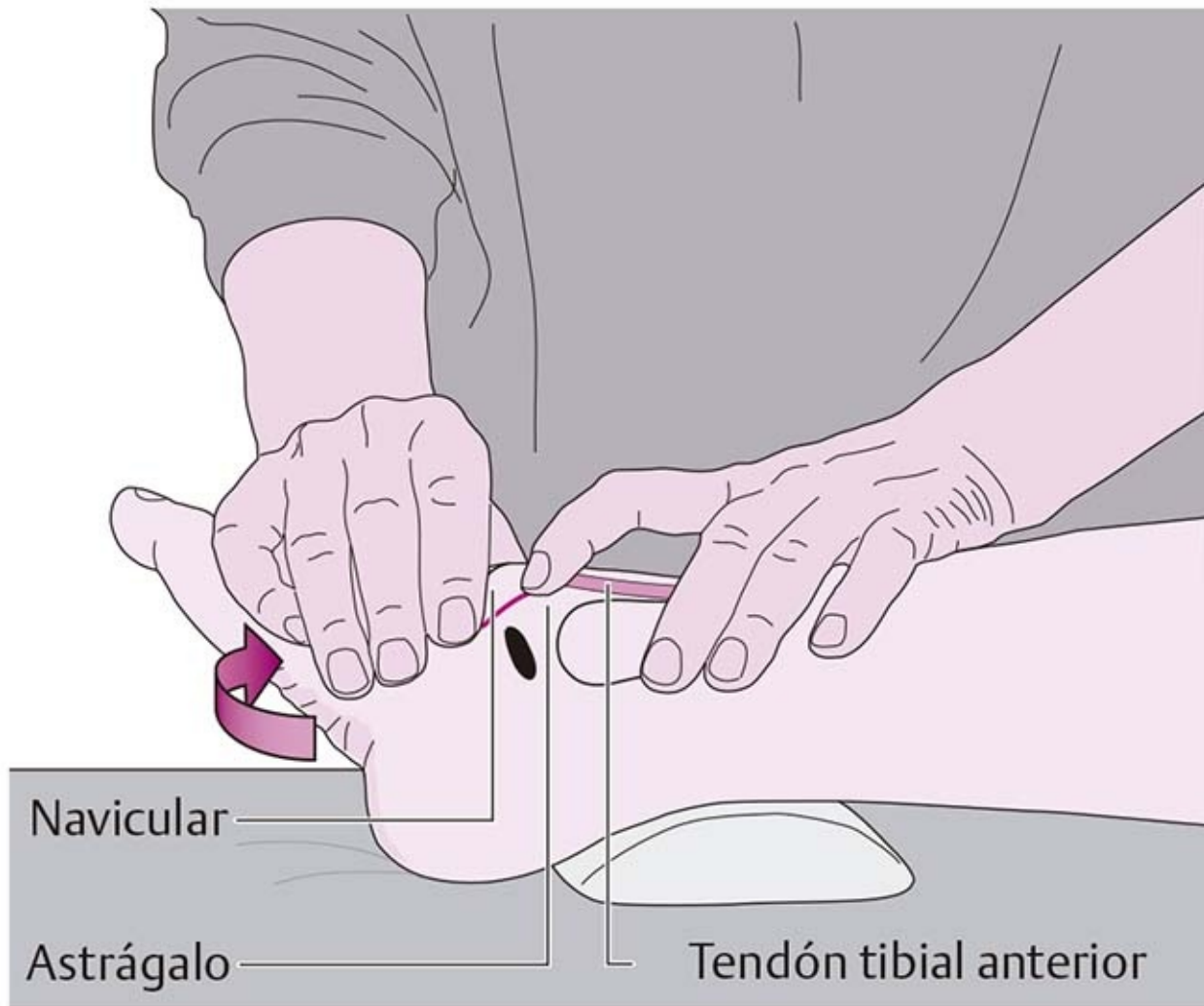
### **Hueso navicular (figura 10-2)**



**Figura 10-2.** Palpación de la tuberosidad del navicular.

A partir del sustentáculo, y en dirección distal e inferior, puede palparse un bulto distintivo, la **tuberosidad del navicular** . El tendón del músculo tibial posterior llega a ella desde la parte posterosuperior, lo que lo convierte en una guía útil. El hueso navicular mide alrededor de 2 cm de ancho.

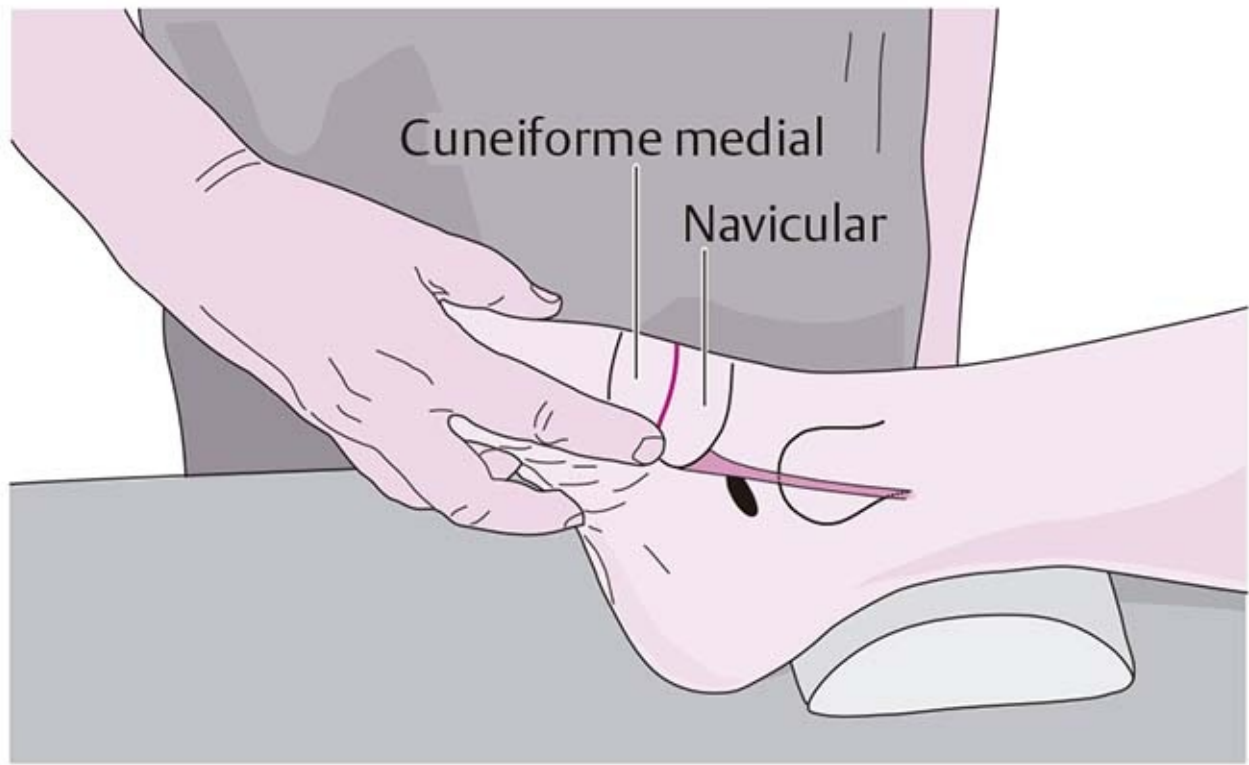
### **Articulación astragalocalcaneonavicular (figura 10-3)**



**Figura 10-3.** Palpación del espacio articular entre el hueso navicular y la cabeza del astrágalo.

Entre el tendón del músculo tibial anterior y el maleolo medial, y un ancho de dedo por delante en la parte inferior de la pierna, puede palparse el borde proximal del hueso navicular. Con movimientos pasivos de inversión y eversión, el examinador puede percibir con claridad el espacio articular.

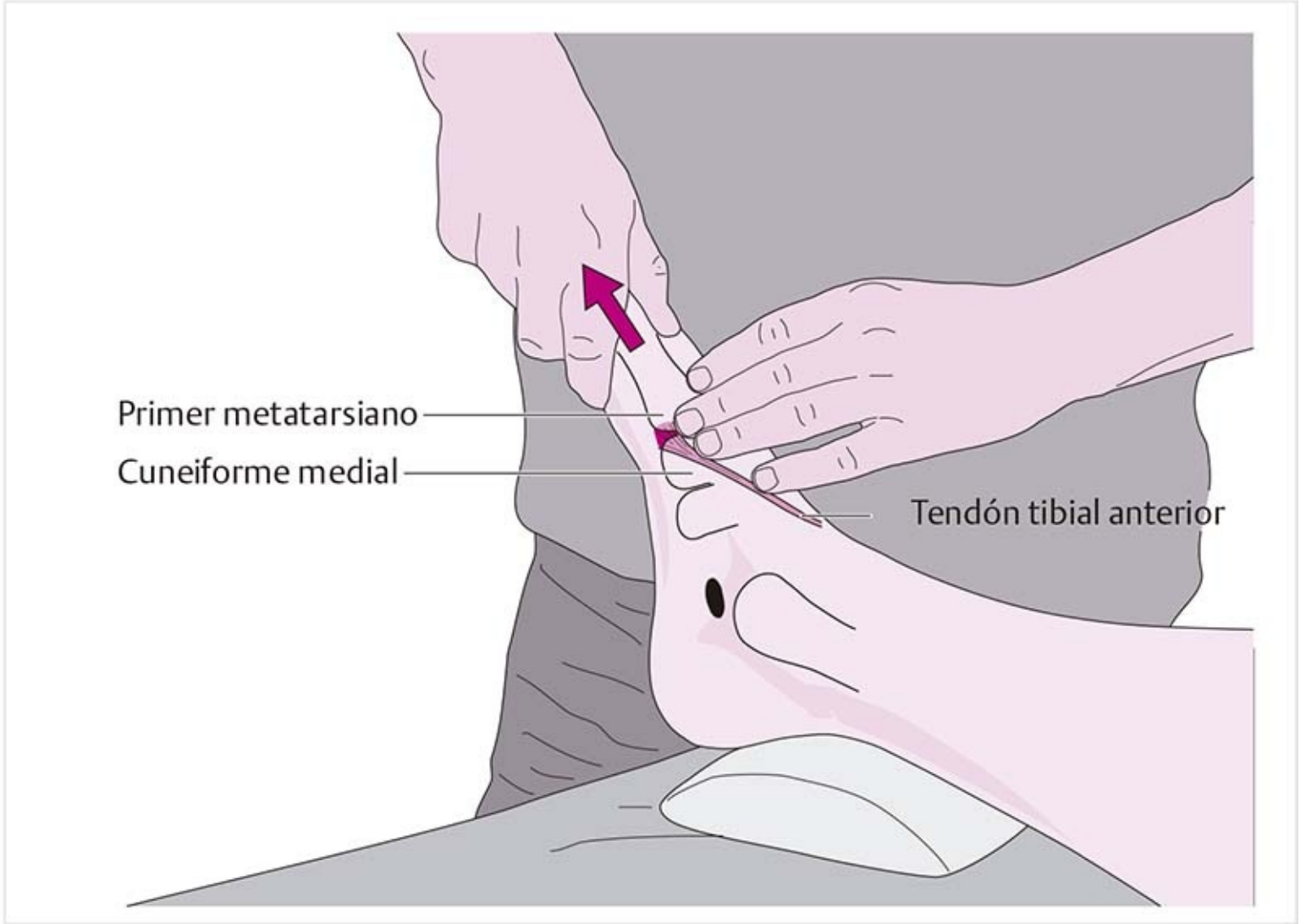
### **Articulación cuneonavicular (figura 10-4)**



**Figura 10-4.** Palpación del espacio articular entre el navicular y el cuneiforme medial.

En el borde distal del hueso navicular se halla el espacio articular con el cuneiforme medial, se palpa de mejor manera desde la parte inferomedial mientras se inclina al mismo tiempo el cuneiforme en sentido medial.

### **Primera articulación tarsometatarsiana (figura 10-5)**

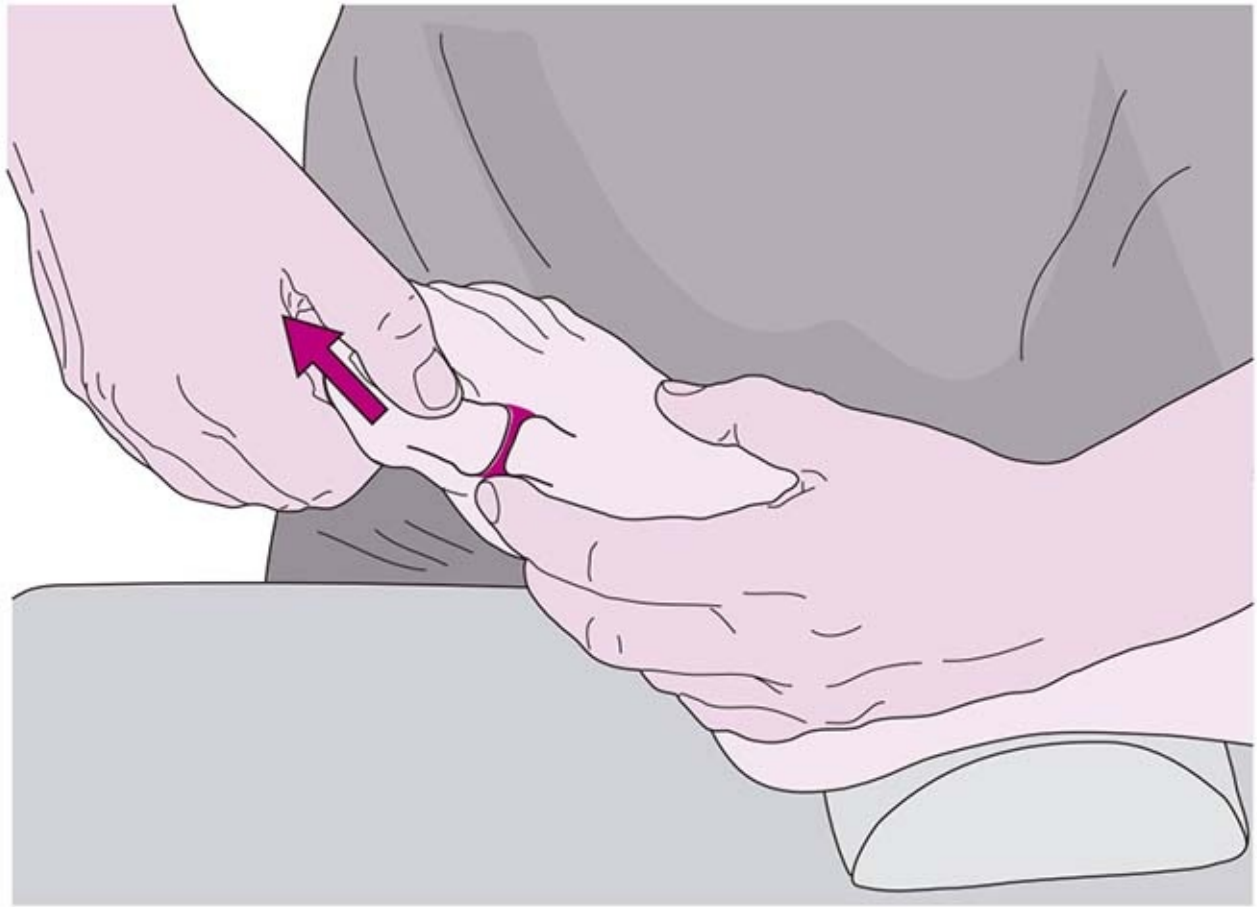


**Figura 10-5.** Palpación del espacio articular entre el cuneiforme medial y la base del primer metatarsiano.

Si se avanza en dirección distal, la base del primer metatarsiano es el siguiente punto saliente, como orientación. El espacio articular con el cuneiforme medial es proximal a dicho hueso. El espacio articular se amplía cuando se ejerce tracción en el primer metatarsiano, lo que facilita su palpación.

El trayecto del tendón del músculo tibial anterior ayuda a palpar la articulación porque el tendón se dirige justo al espacio articular.

### **Primera articulación metatarsofalángica (figura 10-6)**



**Figura 10-6.** Palpación del espacio articular entre el primer metatarsiano y la primera falange proximal.

Debe palparse el espacio articular entre el primer metatarsiano y la primera falange proximal, 1 cm proximal al pliegue del dedo que se forma con la extensión.

Si se sujeta el dedo por su parte distal y se aplica tracción, el examinador puede identificar mejor el espacio articular ensanchado entre las dos partes de la articulación.

***Guía de orientación en la región medial del tobillo (figura 10-7)***

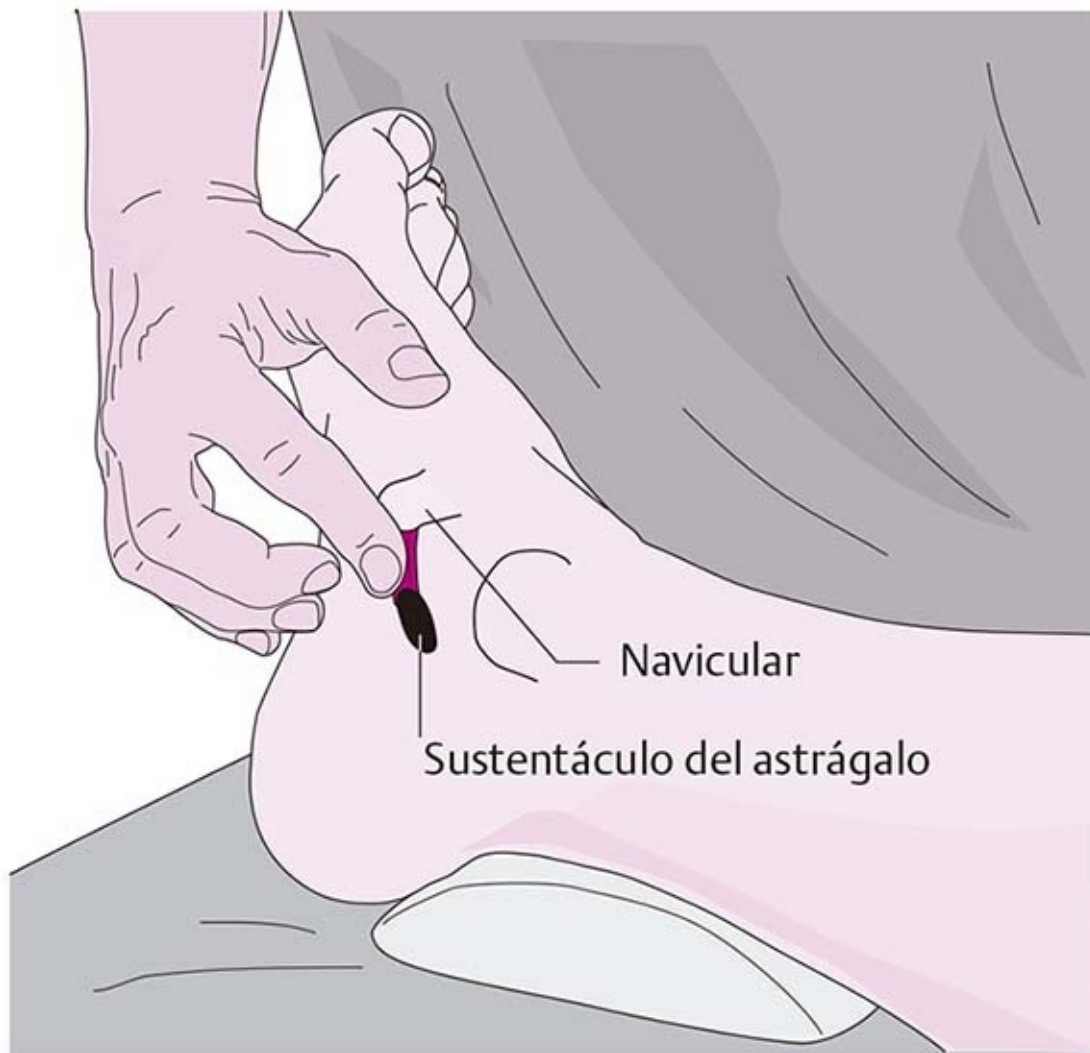


**Figura 10-7.** Guía de orientación para los huesos mediales del tarso.

Después de llevar de manera pasiva el pie hacia la dorsiflexión máxima, se colocan los dedos índice, medio y anular sobre el dorso del pie, justo frente a la mortaja del tobillo. El dedo anular corresponde a la anchura de la cabeza del astrágalo, el dedo medio al hueso navicular y el dedo índice al cuneiforme medial.

### **Ligamento calcaneonavicular plantar (figura 10-8)**

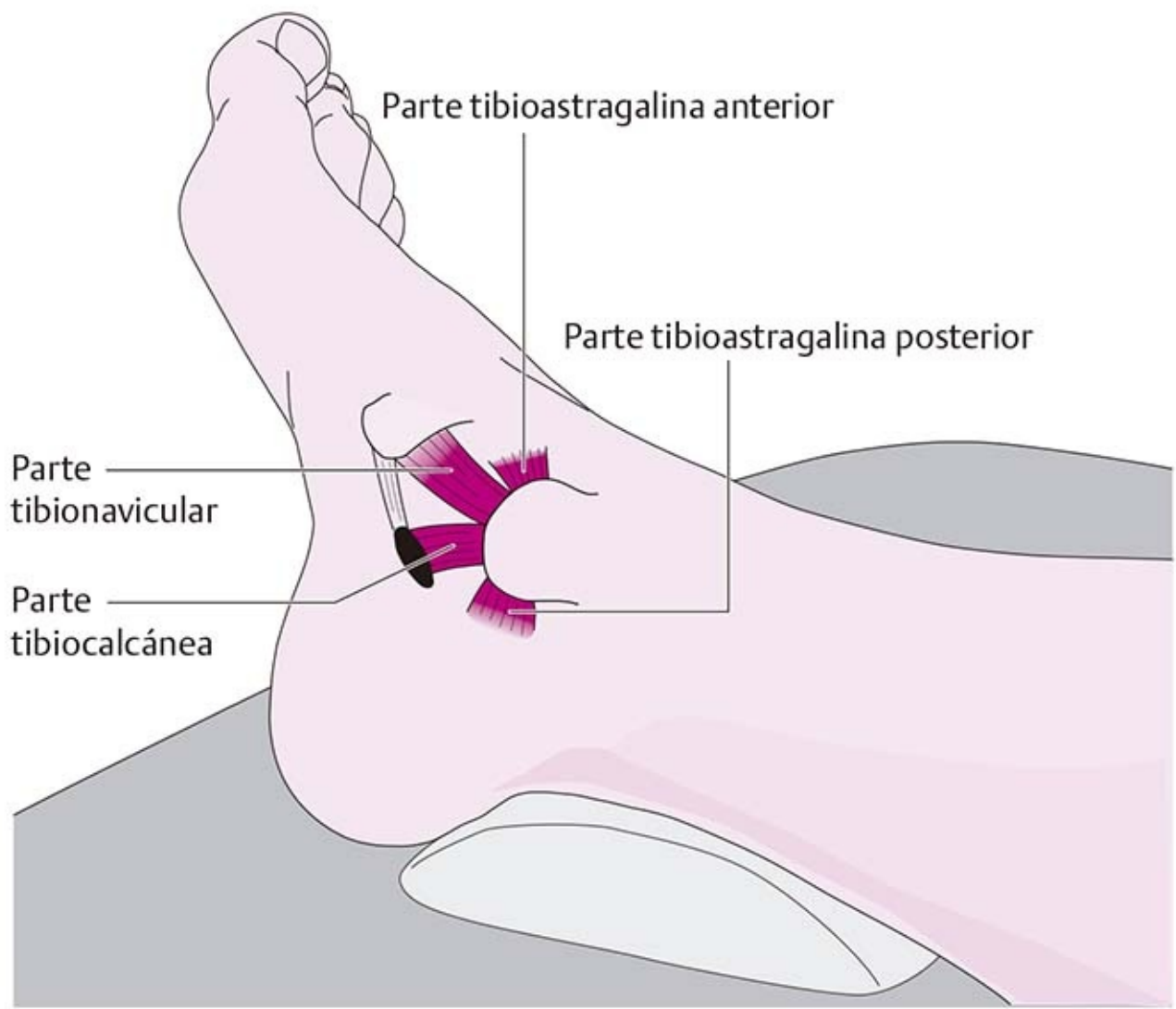




**Figura 10-8.** Palpación del ligamento calcaneonavicular plantar.

Este ligamento discurre desde el sustentáculo en la parte anterior hasta el borde inferior del hueso navicular; también se conoce como **ligamento resorte** . Sólo puede palparse su firme borde medial.

**Ligamento deltoideo (figura 10-9)**



**Figura 10-9.** Palpación del ligamento deltoideo.

Este ligamento se despliega como un abanico y puede palparse sólo en parte debido a su localización bajo el retináculo. Se integra con cuatro secciones: dos se extienden al talón, uno forma una conexión con el navicular y uno se proyecta al calcáneo.

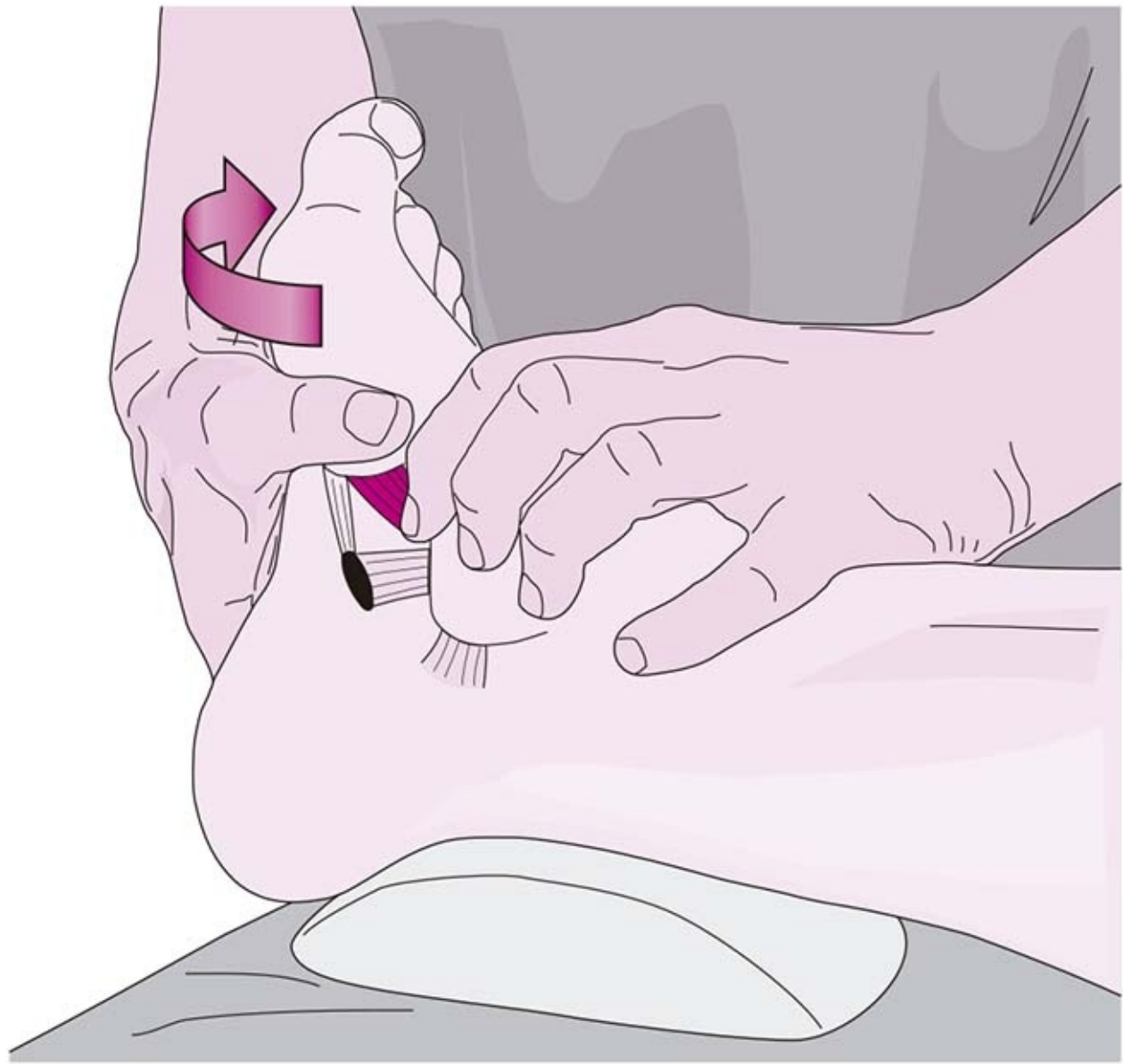
**Parte tibioastragalina anterior (figura 10-10)**



**Figura 10-10.** Palpación de la parte tibioastragalina anterior del ligamento deltoideo.

Este ligamento avanza en dirección anterior desde el maleolo hasta el cuello del astrágalo. Debe mantenerse el pie en flexión plantar pasiva para tensar el ligamento y facilitar así la palpación.

**Parte tibionavicular (figura 10-11)**



**Figura 10-11.** Palpación de la parte tibionavicular del ligamento deltoideo.

Esta parte del ligamento se proyecta hacia la superficie dorsal del navicular y la tuberosidad del navicular. Se encuentra justo por debajo del músculo tibial posterior. La palpación se facilita con la eversión pasiva, ya que el ligamento se tensa en esta posición.

### **Parte tibiocalcánea (figura 10-12)**



**Figura 10-12.** Palpación de la parte tibiocalcánea del ligamento deltoideo.

Este ligamento se dirige al sustentáculo del talón y queda cubierto del todo por el retináculo flexor. La eversión pasiva hace que se tense, lo que facilita su palpación.

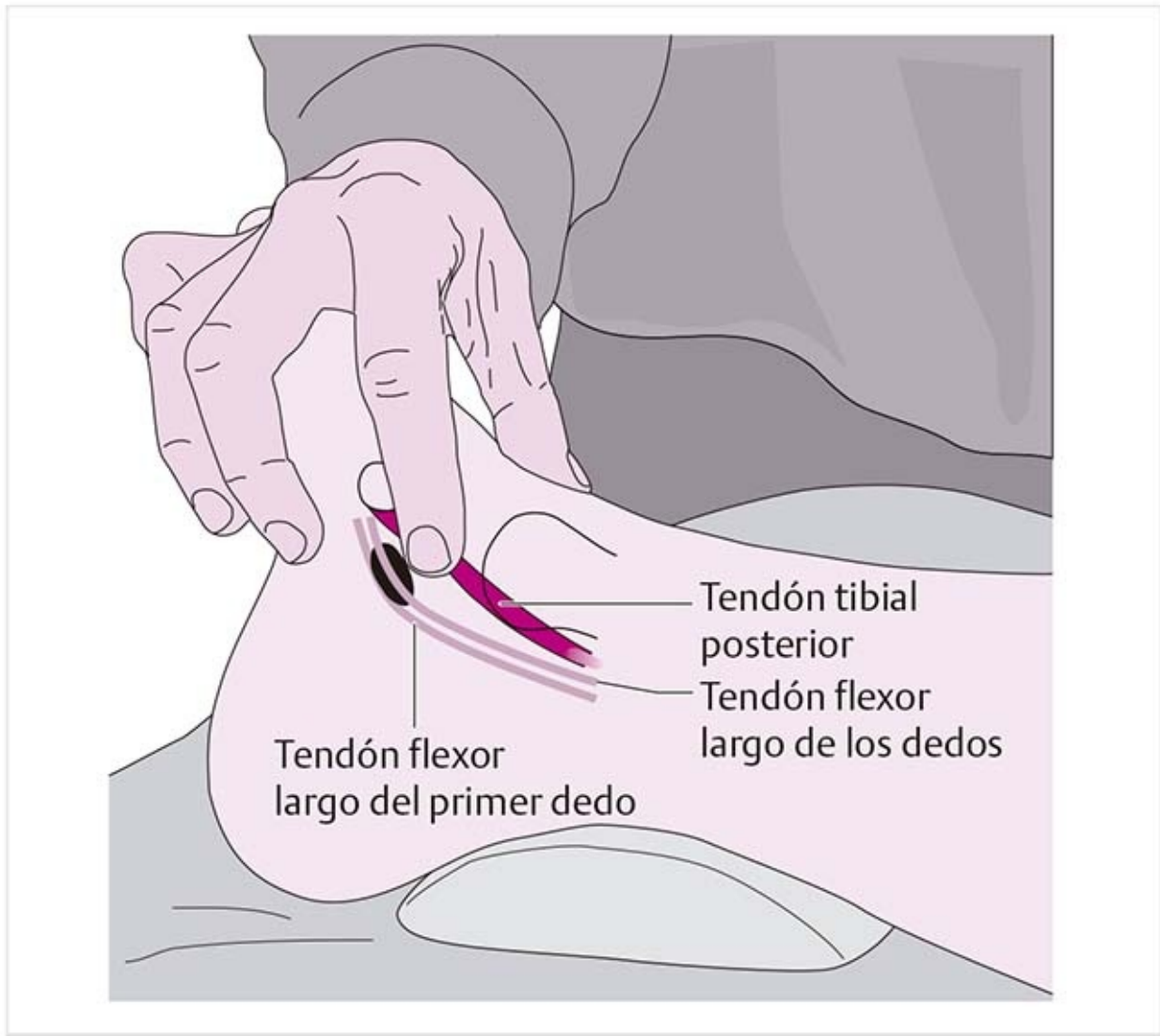
**Parte tibioastragalina posterior (figura 10-13)**



**Figura 10-13.** Palpación de la parte tibiastragalina posterior del ligamento deltoideo.

La parte posterior del ligamento deltoideo se extiende al tubérculo medial de la apófisis posterior del astrágalo. Es corto y muestra un curso casi horizontal. Se tensa con la dorsiflexión pasiva.

### **Músculo tibial posterior (figura 10-14)**

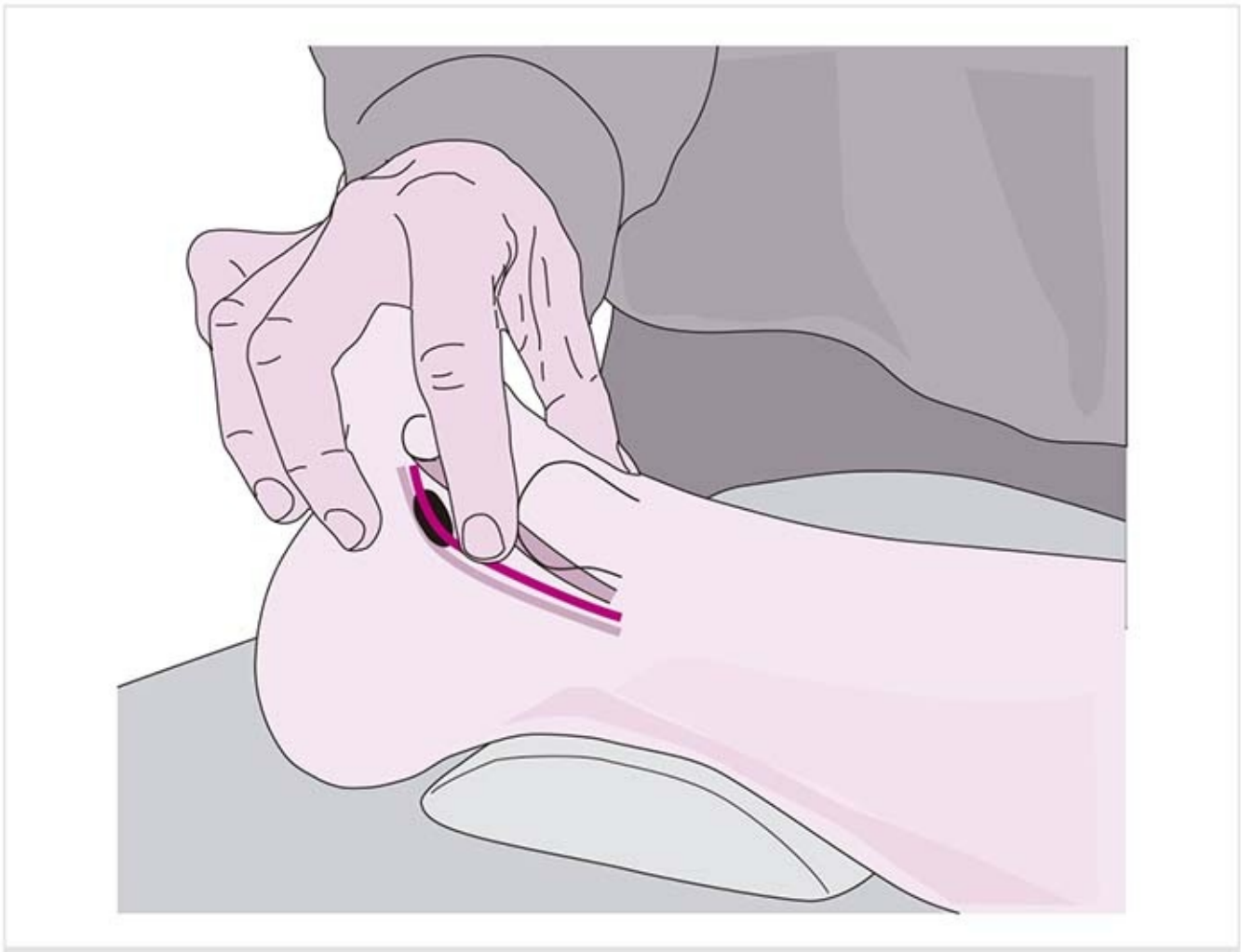


**Figura 10-14.** Palpación del músculo tibial posterior.

El tendón de este músculo se encuentra sobre la cara posterior del maleolo medial y de ahí gira en sentido anterior. Discurre sobre el sustentáculo hacia la tuberosidad navicular. Su tensión mediante la flexión plantar y supinación hace que el tendón sobresalga con claridad y lo vuelva accesible a la palpación.

Su trayecto ulterior en la planta del pie no puede seguirse por las estructuras que lo cubren.

### **Músculo flexor largo de los dedos (figura 10-15)**



**Figura 10-15.** Palpación del músculo flexor largo de los dedos.

Su tendón se proyecta detrás del maleolo y luego se desvía hacia delante por debajo de éste. El sustentáculo posee una hendidura longitudinal para el tendón. Es fácil de identificar si se tensan los dedos en flexión.

La palpación en un punto más distal no permite identificar el tendón porque su trayecto es más profundo en la planta del pie.

### **Músculo flexor largo del primer dedo**

El tendón del músculo flexor largo del primer dedo discurre en un plano profundo debajo del sustentáculo. Por lo tanto, sólo puede palparse con dificultad en esta zona.

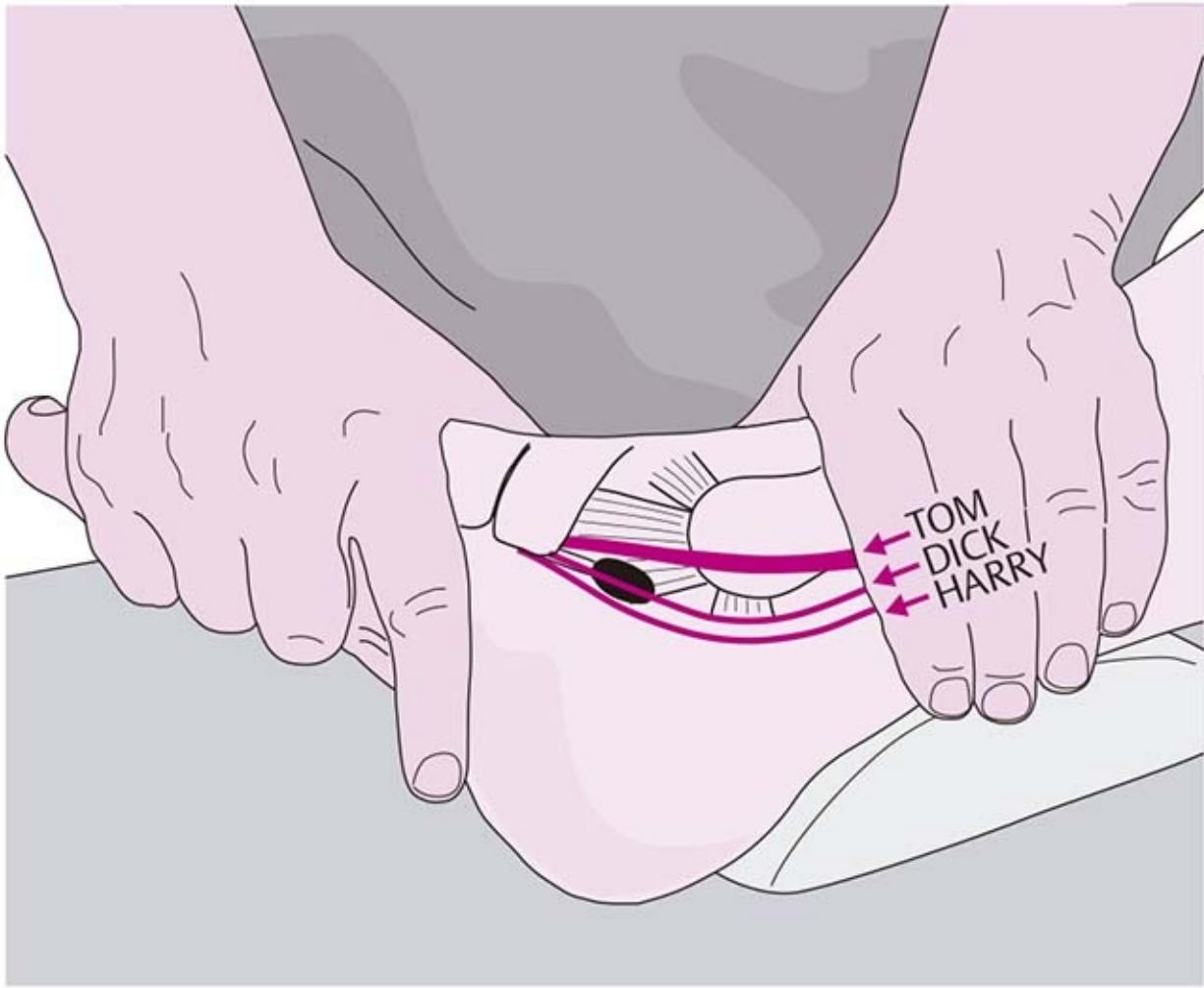
La palpación mejora al nivel del maleolo. Si se tensa el primer dedo en flexión, el tendón puede identificarse en esta parte como la estructura más posterior.

### **Arteria tibial posterior**

El examinador puede palpar el pulso de la arteria tibial posterior entre el borde posterior del maleolo y el tendón de Aquiles. La arteria avanza entre los tendones de los músculos flexor de los dedos y flexor largo del primer dedo.

Una nemotecnia que ayuda a recordar los tendones de la zona del maleolo, de adelante hacia atrás, es la siguiente (adaptada a partir de Dos Winkel, **figura 10-16**):



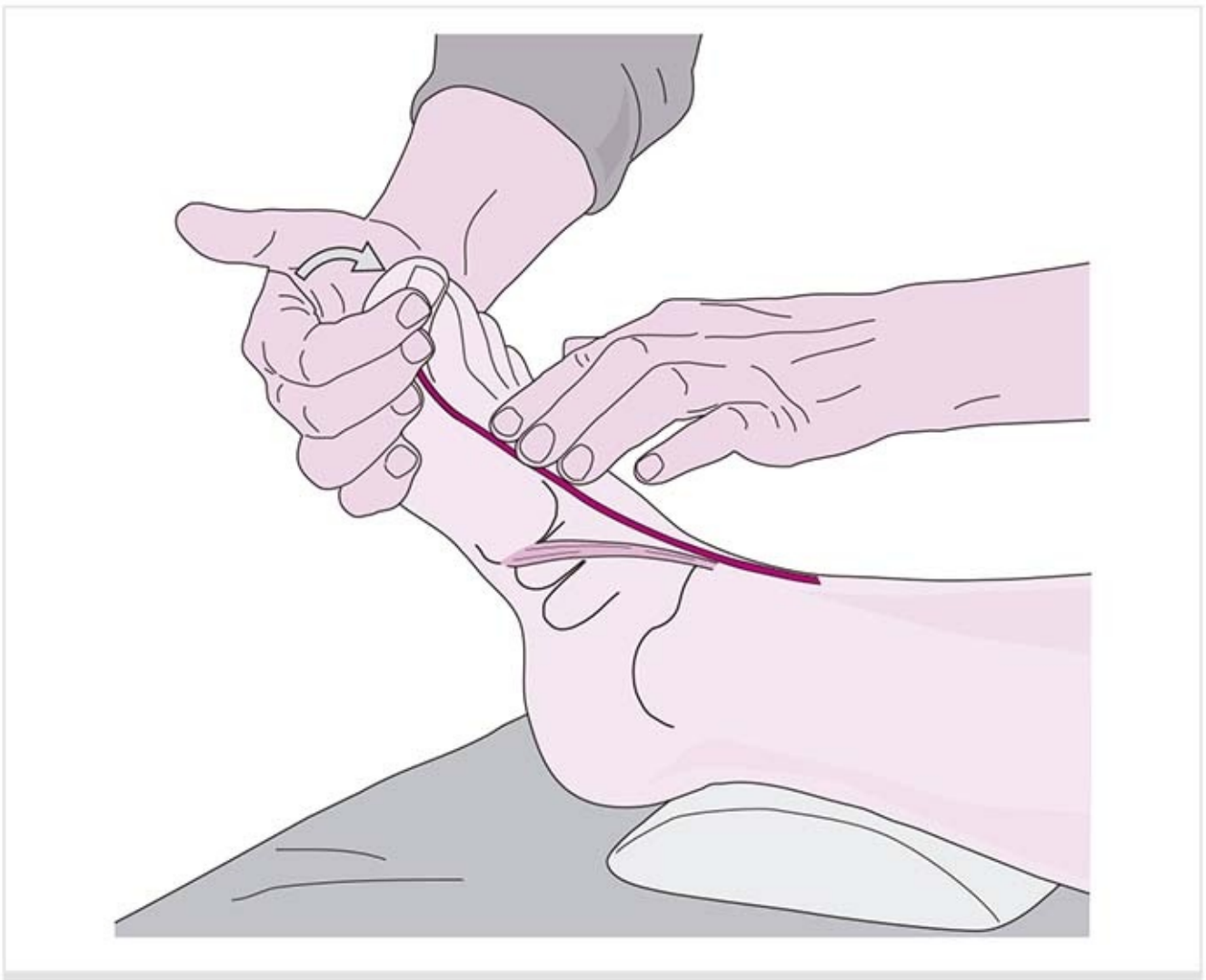


**Figura 10-16.** Palpación: nemotecnia para aprender los trayectos de los tendones en la región maleolar.

- *Tom* = **t**ibial **po**sterior, **m**úsculo
- *Dick* = flexor largo de los **d**edos, músculo
- *and (y)* = **a**rteria tibial posterior, **n**ervio tibial
- *Harry* = flexor largo del primer dedo (**h**allux), músculo.

### 10.1.2 Dorso del pie

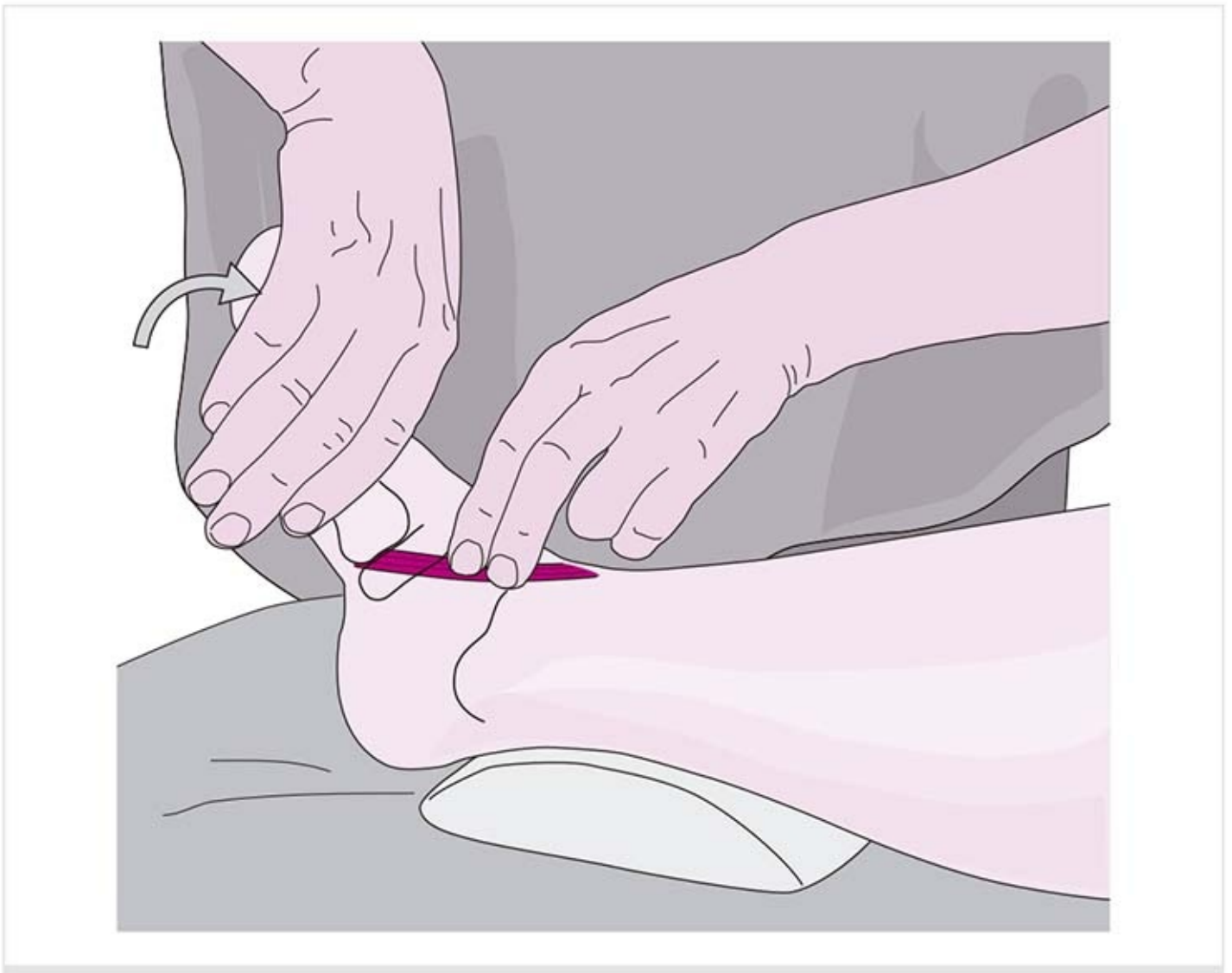
**Espacio articular de la articulación del tobillo (figura 10-17)**



**Figura 10-17.** Palpación del espacio articular de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural).

Desde la parte proximal, se colocan las puntas de los dedos frente al borde de la tibia. Mientras se mueve el pie de manera pasiva en flexión plantar, la tróclea ancha del astrágalo lo hace de manera distintiva contra el dedo que palpa, sólo para desaparecer de nueva cuenta durante la dorsiflexión.

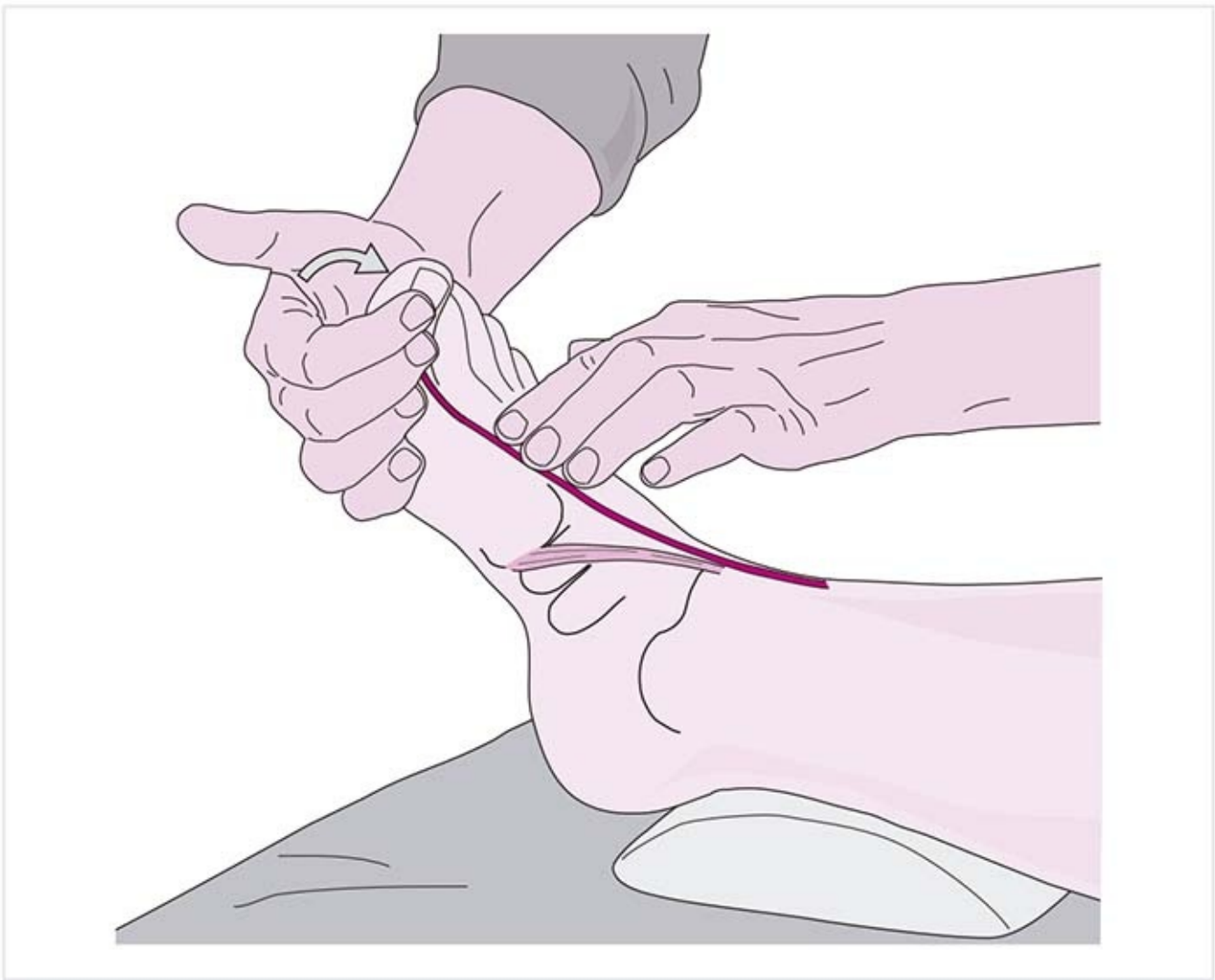
**Músculo tibial anterior (figura 10-18)**



**Figura 10-18.** Palpación del tendón tibial anterior.

Su tendón es el que sobresale de manera más clara en la parte medial del dorso del pie. Discurre hacia el espacio articular de la primera articulación tarsometatarsiana y es fácil de identificar. La tensión mediante la dorsiflexión y la supinación lo muestra con claridad para su palpación.

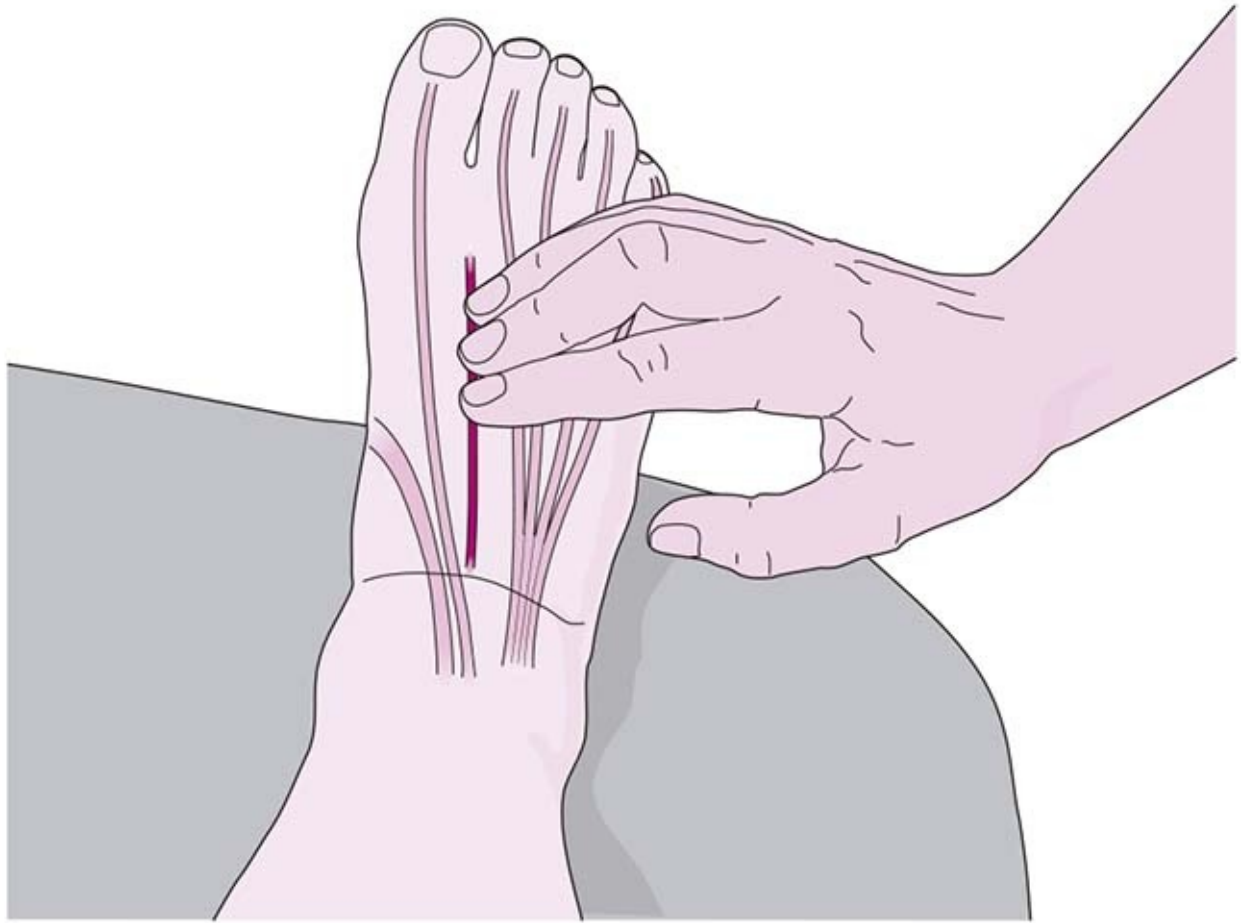
**Músculo extensor largo del primer dedo (figura 10-19)**



**Figura 10-19.** Palpación del tendón extensor largo del primer dedo.

Su tendón puede palparse justo lateral al tendón del músculo tibial anterior. Puede verse con claridad y palparse cuando se tensa con la extensión del primer dedo.

**Arteria dorsal del pie (figura 10-20)**

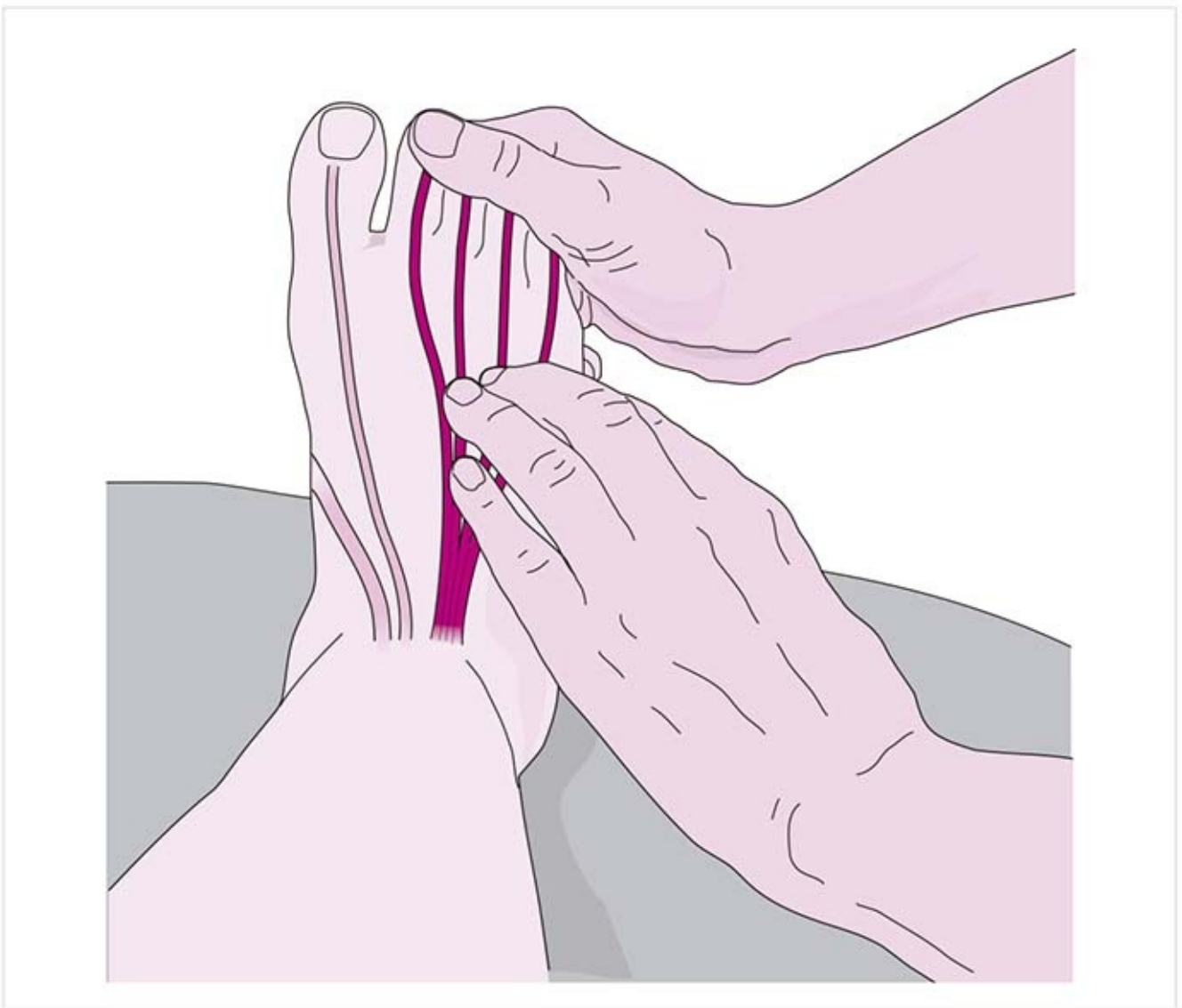


**Figura 10-20.** Palpación de la arteria dorsal del pie.

La arteria se encuentra entre los tendones de los músculos extensor largo del primer dedo y el extensor largo de los dedos. Es subcutánea, por lo que su pulso es fácil de percibir.

Puede estar ausente en 12% a 15% de las personas.

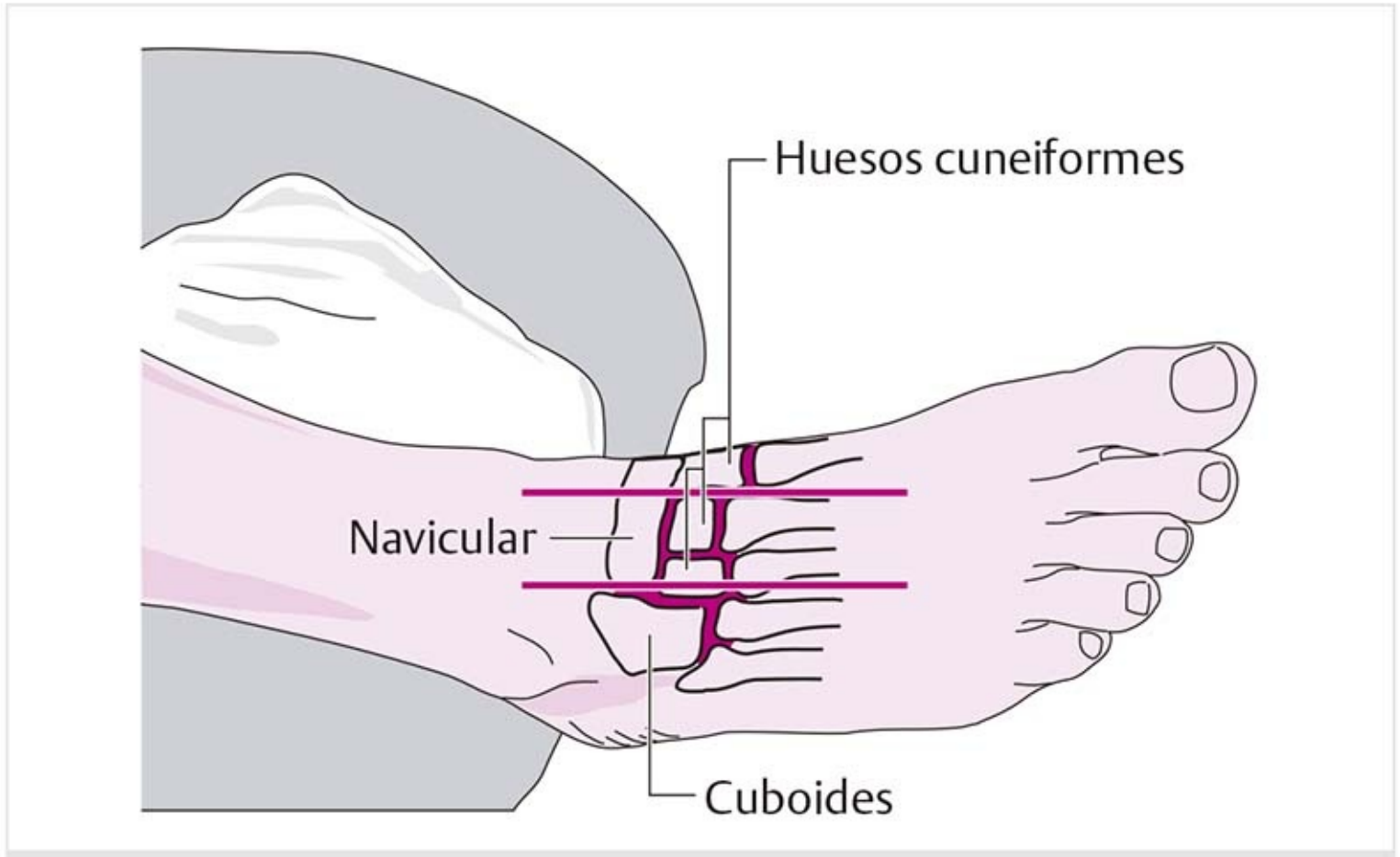
### **Músculo extensor largo de los dedos (figura 10-21)**



**Figura 10-21.** Palpación del tendón extensor largo de los dedos.

Su tendón es el de posición más lateral. En el retináculo extensor se divide en sus cuatro bandas que se dirigen a las falanges distales. Si se aplica resistencia a la extensión del dedo, los componentes individuales se resaltan con claridad.

**Otras articulaciones (figura 10-22)**



**Figura 10-22.** Palpación de las articulaciones del mediopié.

Las articulaciones en el dorso del pie son muy difíciles de palpar. Por lo tanto, es necesaria una ayuda para la orientación:

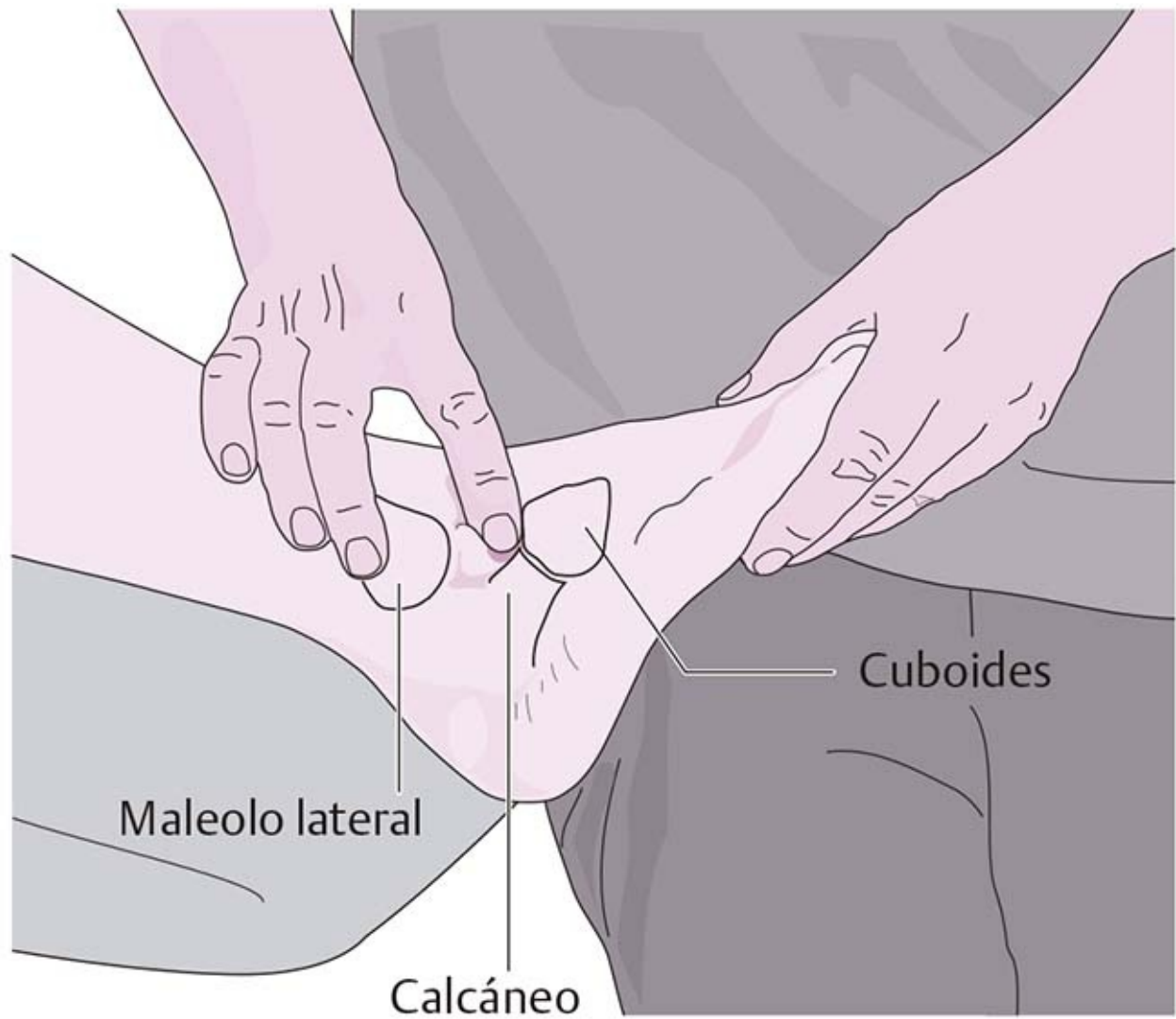
- La conexión articular entre los cuneiformes medial e intermedio puede encontrarse si se sigue el espacio entre el primero y el segundo metatarsianos en dirección proximal. El cuneiforme intermedio es mucho más pequeño que el medial o el lateral, dado que el segundo metatarsiano es más largo.
- El espacio entre el segundo y el tercer metatarsianos sirve como guía para identificar la articulación de los cuneiformes intermedio y lateral.
- Hay que extender la línea que pasa por el espacio entre el tercer y el cuarto metatarsianos para encontrar el espacio articular entre el hueso navicular y el cuboides, y el que se halla entre el cuneiforme lateral y el cuboides.
- Deben identificarse las articulaciones tarsometatarsianas mediante la palpación a lo largo de los metatarsianos desde su parte distal hasta la proximal. El espacio articular con los huesos del tarso se localiza justo proximal a las bases proyectadas de los metatarsianos. Si se aplica tracción a los metatarsianos se amplía el espacio articular y se facilita su palpación.

### 10.1.3 Región lateral del pie y el tobillo

#### Maleolo lateral

La localización del maleolo lateral es más posterior que la del medial y se extiende más en sentido distal. Por lo tanto, existe una inclinación de la mortaja del tobillo de 15° en dirección inferolateral. Esto resulta muy evidente cuando el examinador sujeta ambos maleolos entre el pulgar y el índice y traza una línea imaginaria entre ambos.

#### Seno del tarso (figura 10-23)



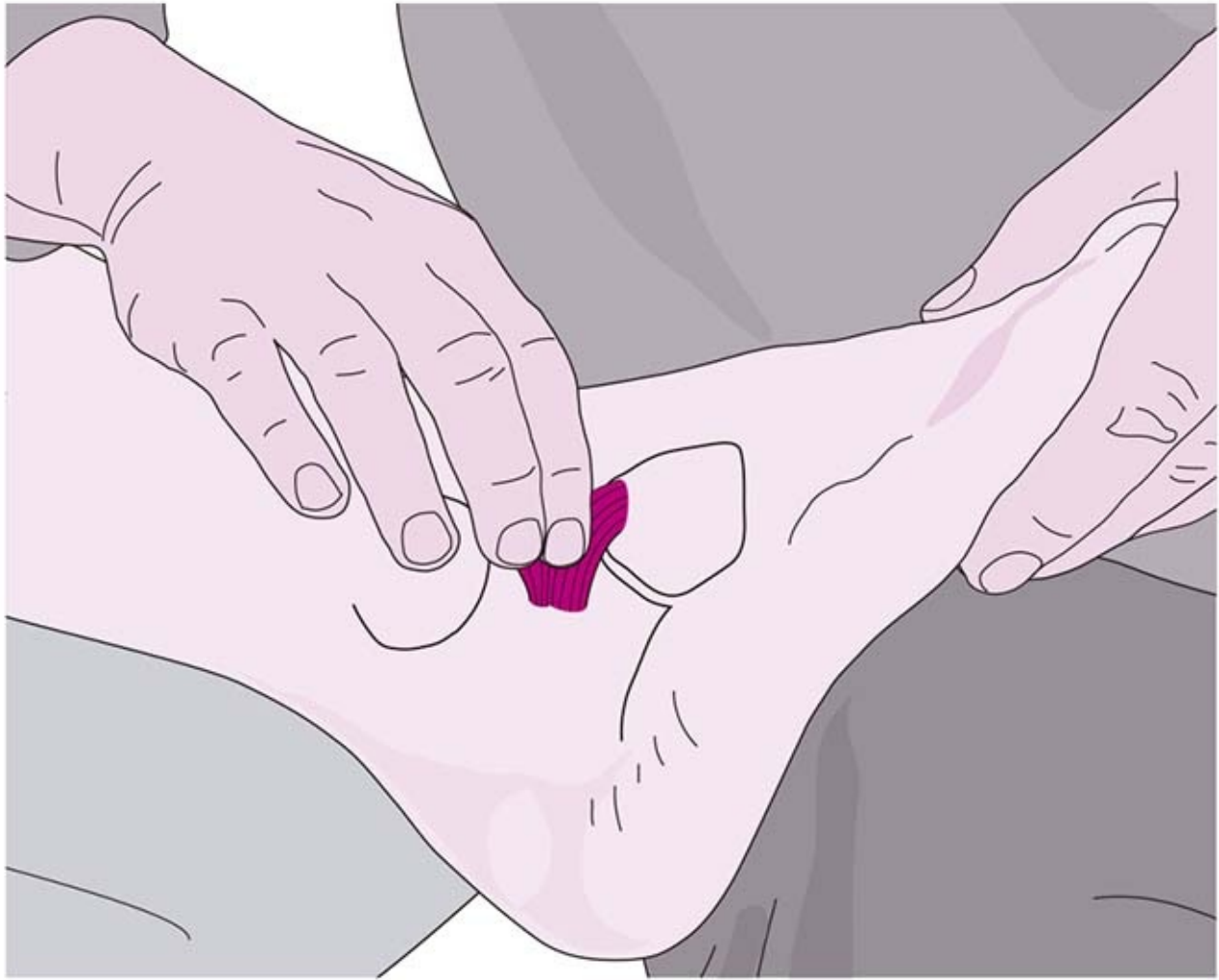
**Figura 10-23.** Palpación del seno del astrágalo.

Existe un receso anterior al maleolo y lateral al cuello del astrágalo.

En la parte distal, este seno contiene el músculo extensor corto de los dedos. En la parte proximal, el calcáneo puede palparse bien en esta zona. La línea articular entre el calcáneo y el cuboides discurre en dirección inferior y un poco distal.

Parte del ligamento bifurcado se extiende sobre la parte dorsal de este espacio articular (**figura 10-24**). El ligamento es más fácil de palpar si se tensa mediante la inclinación del cuboides hacia arriba. La otra parte del ligamento sigue al hueso navicular, por lo que el dedo que palpa sólo necesita desplazarse un poco hacia la parte medial del dorso del pie.





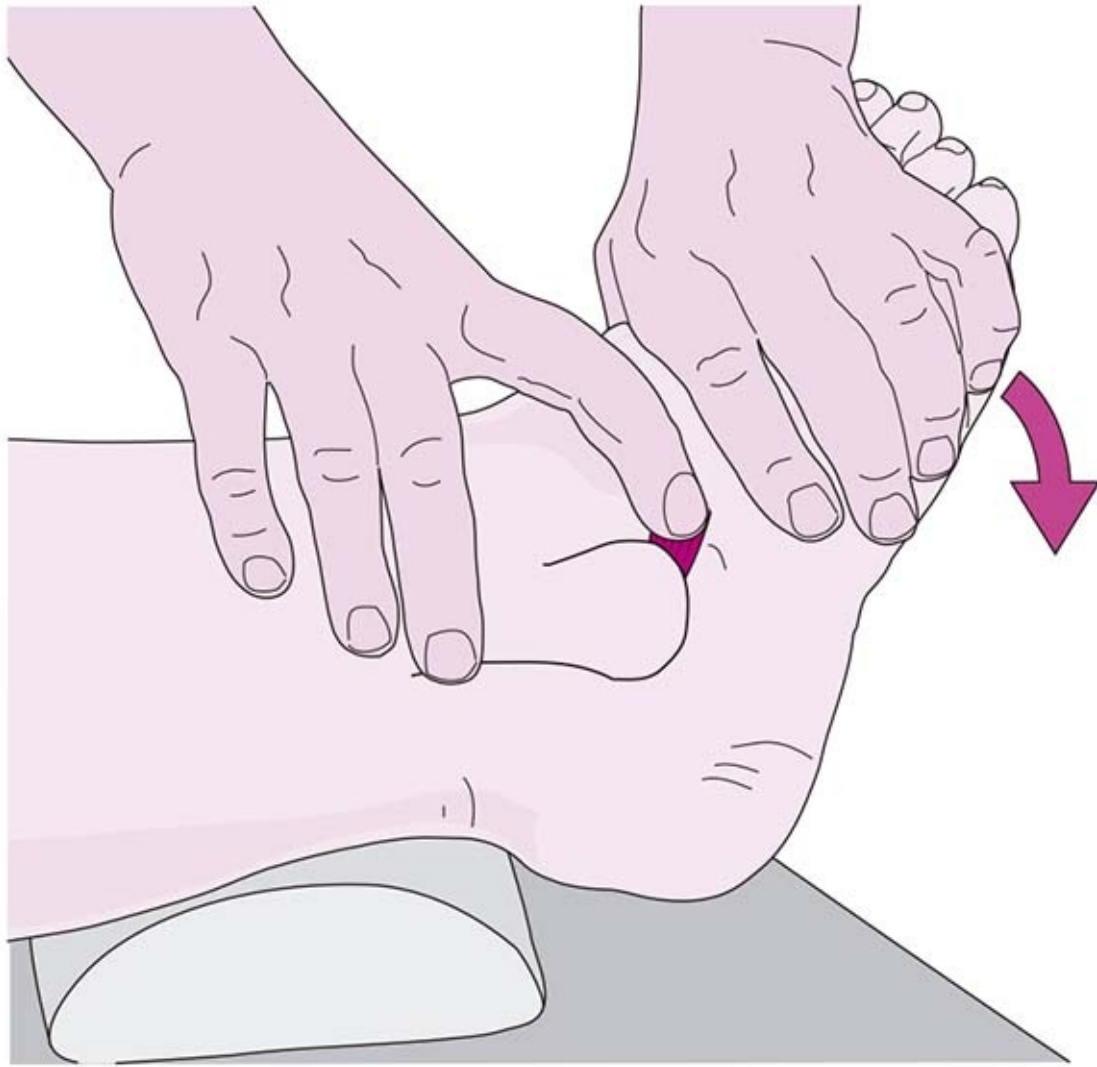
**Figura 10-24.** Palpación del ligamento bifurcado.

La parte lateral del cuello del astrágalo se localiza medial a este sitio. En un plano de esta zona se halla el ligamento interóseo astragalocalcáneo, que es muy difícil de palpar.

### **Hueso cuboides**

Hay que señalar que la base del quinto metatarsiano se extiende bastante en dirección lateral y sólo un tercio de éste tiene contacto con el cuboides. Otro auxiliar para la orientación es el extensor corto de los dedos, con su tejido deslizante que lo rodea y que se reconoce como un engrosamiento distintivo sobre la parte lateral del dorso del pie y a menudo tiene un brillo azulado. Debe palparse el hueso cuboides bajo este cojinete.

### **Ligamento astragaloperoneo anterior (figura 10-25)**



**Figura 10-25.** Palpación del ligamento astragaloperoneo anterior.

Este ligamento puede palparse justo por delante del maleolo lateral. Continúa hacia el cuello del astrágalo. Se tensa con la flexión plantar junto con inversión, lo que hace más fácil palparlo.

**Ligamento calcaneoperoneo (figura 10-26)**



**Figura 10-26.** Palpación del ligamento calcaneoperoneo.

Inferior a la punta del maleolo, el ligamento se extiende hacia atrás y un poco hacia abajo hasta el calcáneo. Se tensa con la inversión pasiva.

**Ligamento astragaloperoneo posterior (figura 10-27)**



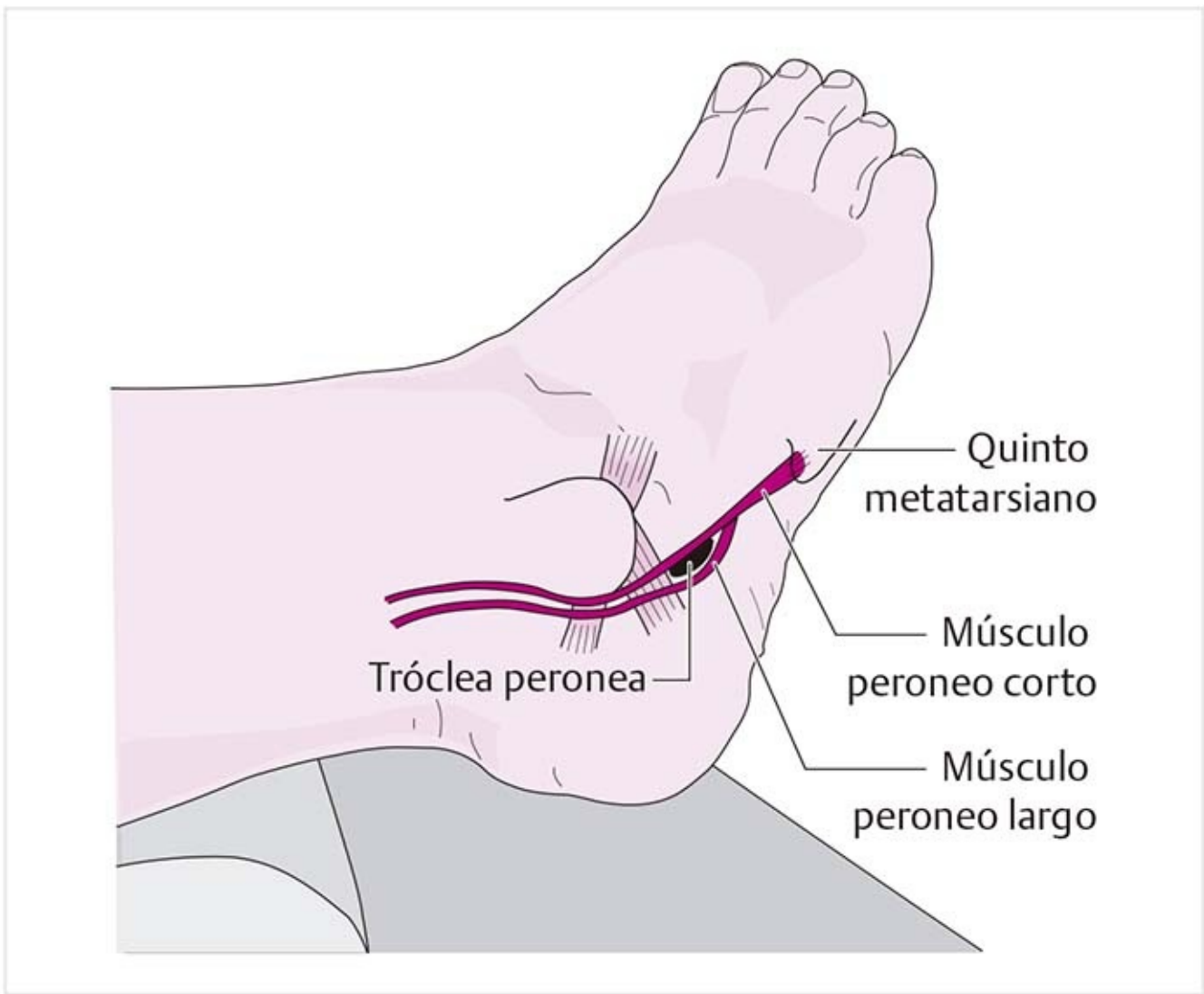
**Figura 10-27.** Palpación del ligamento astragaloperoneo posterior.

Con un trayecto horizontal, el ligamento se extiende desde el maleolo hasta el tubérculo lateral de la apófisis posterior del astrágalo. La dorsiflexión combinada con inversión pone a tensión este ligamento.

#### Consejo práctico

Al poner estas estructuras ligamentosas a tensión mientras se examinan, un ligamento inestable resulta notorio por una separación excesiva. Además, hay falta de tensión en la palpación. En contraste, cuando un ligamento se desgarró, se busca en vano una estructura que conecta el maleolo con el hueso del tarso correspondiente.

### Tróclea peronea (figura 10-28)



**Figura 10-28.** Palpación de la tróclea peronea y el trayecto de los tendones del músculo peroneo.

Puede palparse una elevación ósea en el calcáneo, abajo y un poco anterior a la punta lateral del maleolo.

Esta tróclea separa los dos tendones peroneos. El tendón del músculo peroneo corto pasa por arriba de la tróclea, mientras que el del músculo peroneo largo lo hace debajo de ésta. Un retináculo los sujeta a la tróclea y además están envueltos en una vaina tendinosa. Por lo tanto, los tendones no son fáciles de palpar en esta zona, como lo son en su trayecto antes y después de ésta.

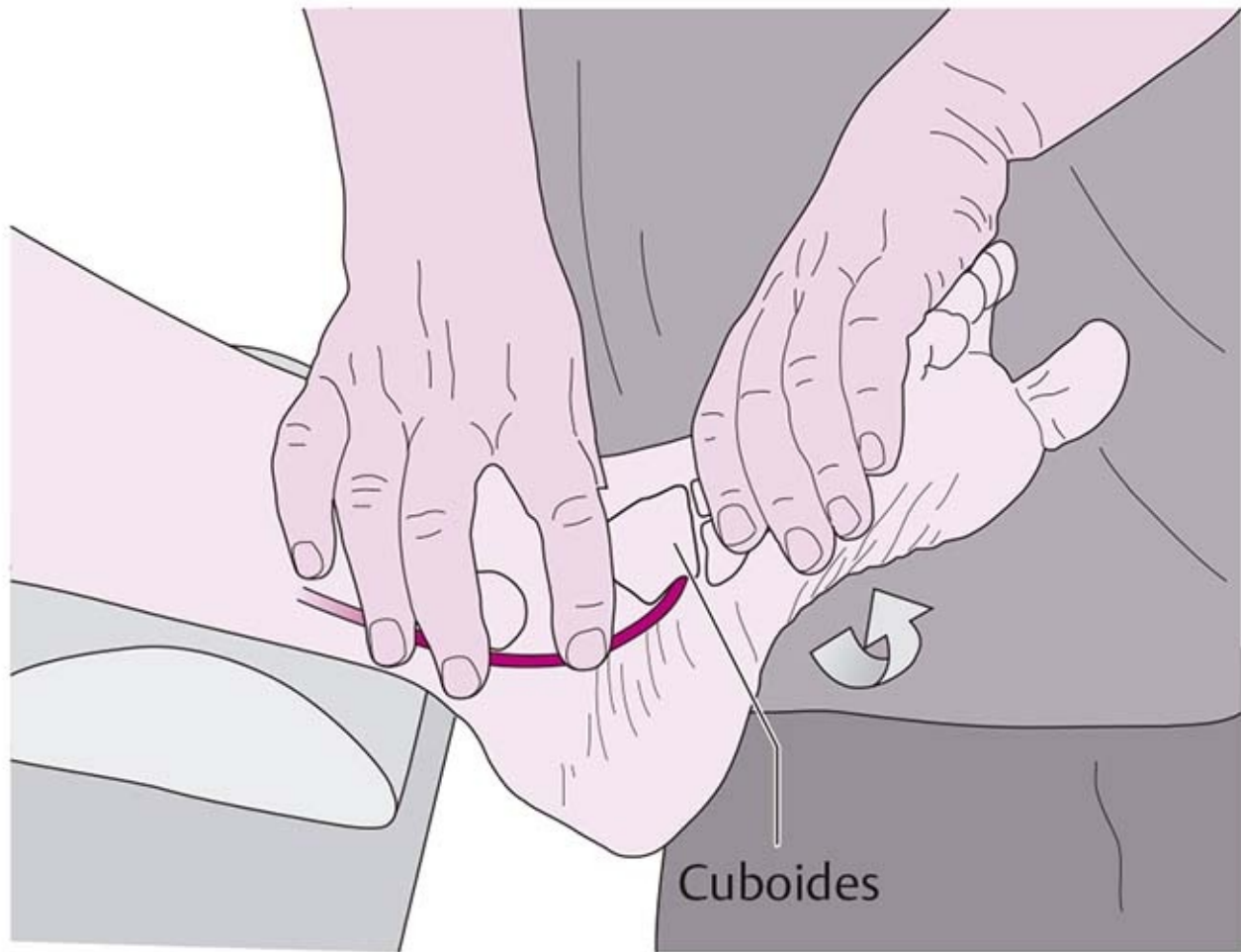
### **Músculo peroneo corto (figura 10-29)**



**Figura 10-29.** Palpación del tendón peroneo corto.

En la zona del maleolo, el tendón del músculo peroneo corto discurre en una hendidura que utiliza como punto de apoyo cuando se desvía en dirección anterior. A partir de aquí, su trayecto es superficial a medida que se dirige hacia la tuberosidad del quinto hueso metatarsiano.

**Músculo peroneo largo (figura 10-30)**



**Figura 10-30.** Palpación del tendón peroneo largo.

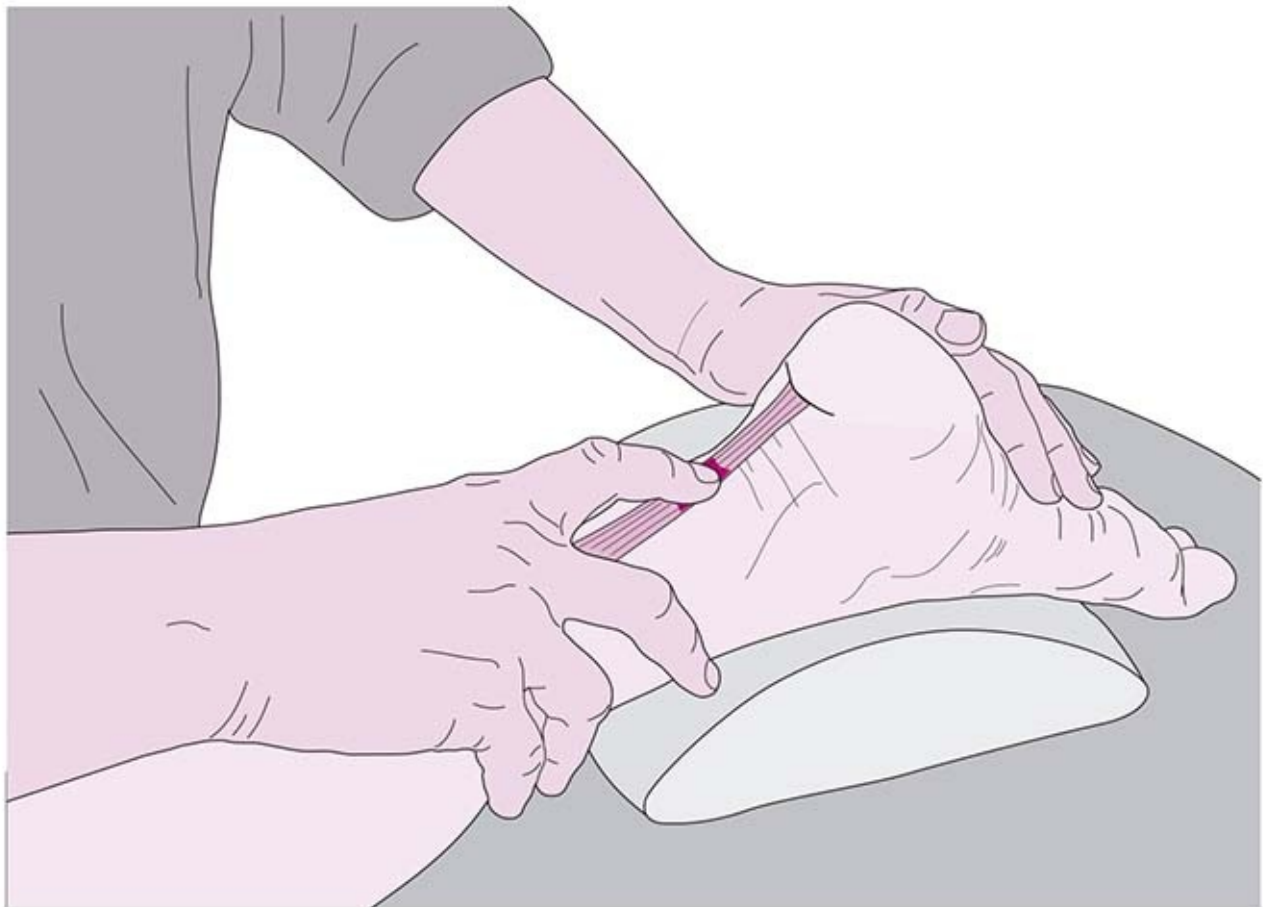
En su trayecto alrededor del maleolo, su tendón es superior al del músculo peroneo corto. Su trayecto subsiguiente inferior a la tróclea y su desviación bajo el hueso cuboides hacia la planta del pie son fáciles de palpar. No es posible palpar sus inserciones en las bases plantares de los metatarsianos y en el cuneiforme por los tejidos blandos que las cubren.

### **10.1.4 Talón**

#### **Tendón de Aquiles (figura 10-31 y 10-32)**



**Figura 10-31.** Palpación de la unión musculotendinosa del músculo gastrocnemio.

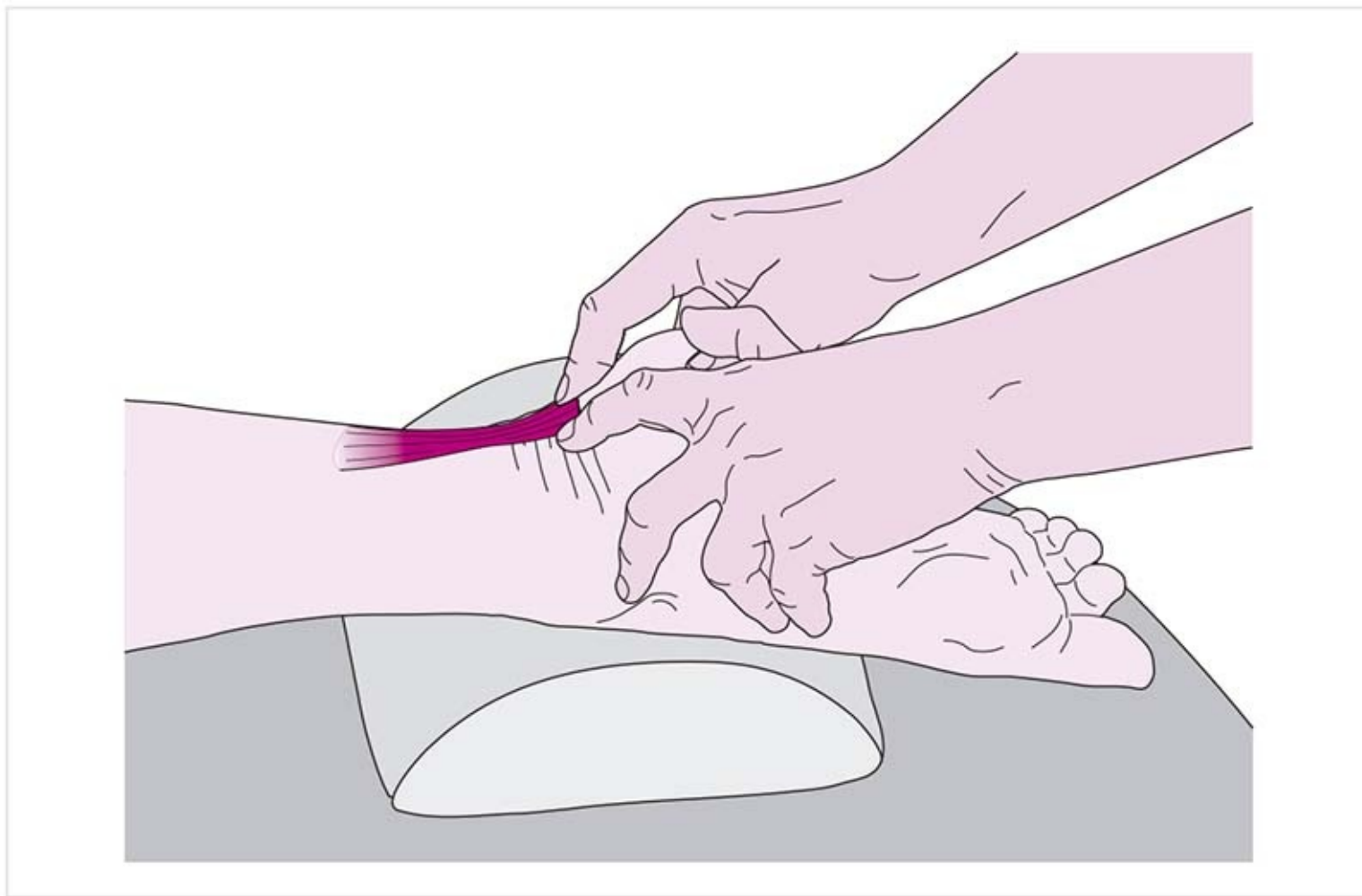


**Figura 10-32.** Palpación del área del tendón de Aquiles, que es proclive a la lesión.



El tendón de Aquiles se palpa en varias posiciones:

- La palpación inicia en la parte proximal, en la unión musculotendinosa en la parte intermedia de la pierna. Hay que palpar esta parte transversal a la orientación de las fibras. La tensión del músculo con la flexión plantar muestra con más claridad la zona de transición.
- La siguiente región a palpar se encuentra a dos o tres anchos de dedo proximal a la inserción de la tuberosidad del calcáneo. Debe examinarse esta zona transversal a la orientación de las fibras y en forma longitudinal a lo largo del tejido tendinoso, en busca de asperezas, indentaciones y puntos sensibles. Ésta es la parte del tendón de Aquiles que es proclive a los desgarros.
- Debe revisarse en dirección longitudinal a lo largo de los bordes medial y lateral del tendón de Aquiles (**figura 10-33**).



**Figura 10-33.** Palpación de los bordes medial y lateral del tendón de Aquiles.

- Sin embargo, la inserción de la tuberosidad del calcáneo debe palparse a través de la orientación de las fibras.

### Consejo práctico

#### Rotura

Cuando hay una rotura parcial o completa del tendón de Aquiles, las superficies desgarradas no son suaves a la palpación y es mucho más probable que las partes del tendón se perciban deshilachadas. Además, el defecto es doloroso a la palpación.

Los pacientes que sufren una rotura completa del tendón la describen como un golpe a la pantorrilla acompañado de dolor y un ruido seco. El defecto inmediato en el músculo de la pantorrilla es llamativo.

## Bolsas del calcáneo

Existen dos bolsas en la proximidad inmediata de la inserción. La **bolsa del tendón del calcáneo** se halla entre el tendón de Aquiles y el calcáneo. La **bolsa calcánea subcutánea** se localiza entre la piel y el

tendón.

## Patología

### Bursitis

Ambas bolsas pueden inflamarse a causa de zapatos ajustados, talón del zapato duro, lesiones por patada u otras causas similares.

## 10.1.5 Superficie plantar (figura 10-34)

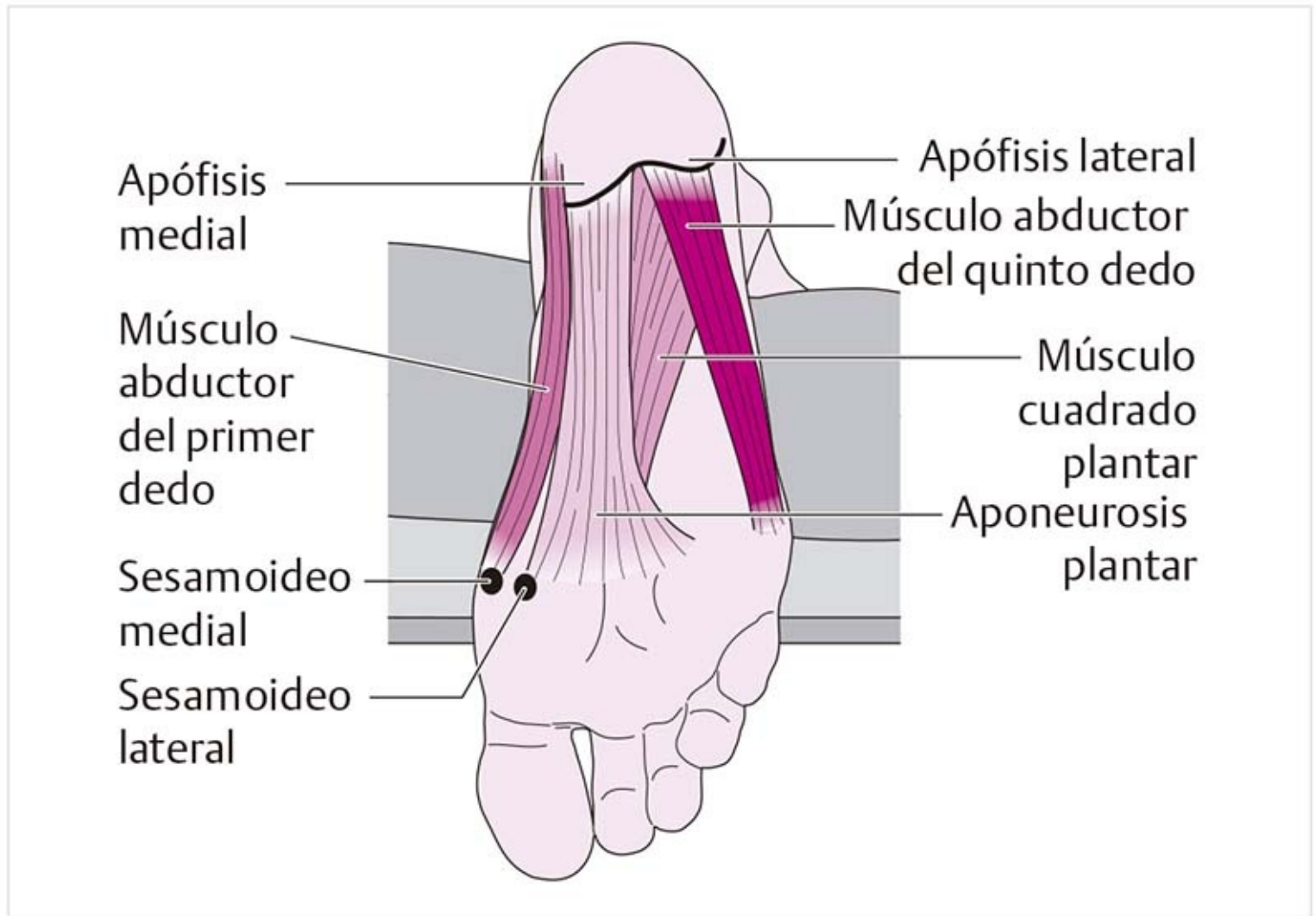


Figura 10-34. Palpación de la superficie plantar.

La formación de callos en la planta del pie indica si una persona apoya el pie de manera normal o no.

Estos callos son visibles en la inspección. En la palpación se identifican como zonas ásperas induradas de la piel.

### Tuberosidad del calcáneo

Existen dos prominencias óseas en la cara plantar de la tuberosidad del calcáneo: las apófisis medial y latera. Es importante palparlas porque los orígenes de la fascia plantar y los abductores de los dedos se localizan ahí.

### Aponeurosis plantar (figura 10-35)



**Figura 10-35.** Palpación de la aponeurosis plantar.

Ésta es una placa fascial resistente muy firme a la palpación en el centro de la superficie plantar, pero se torna más blanda conforme avanza en dirección medial y lateral. Se extiende en una forma en **V** a medida que se acerca a los dedos del pie.

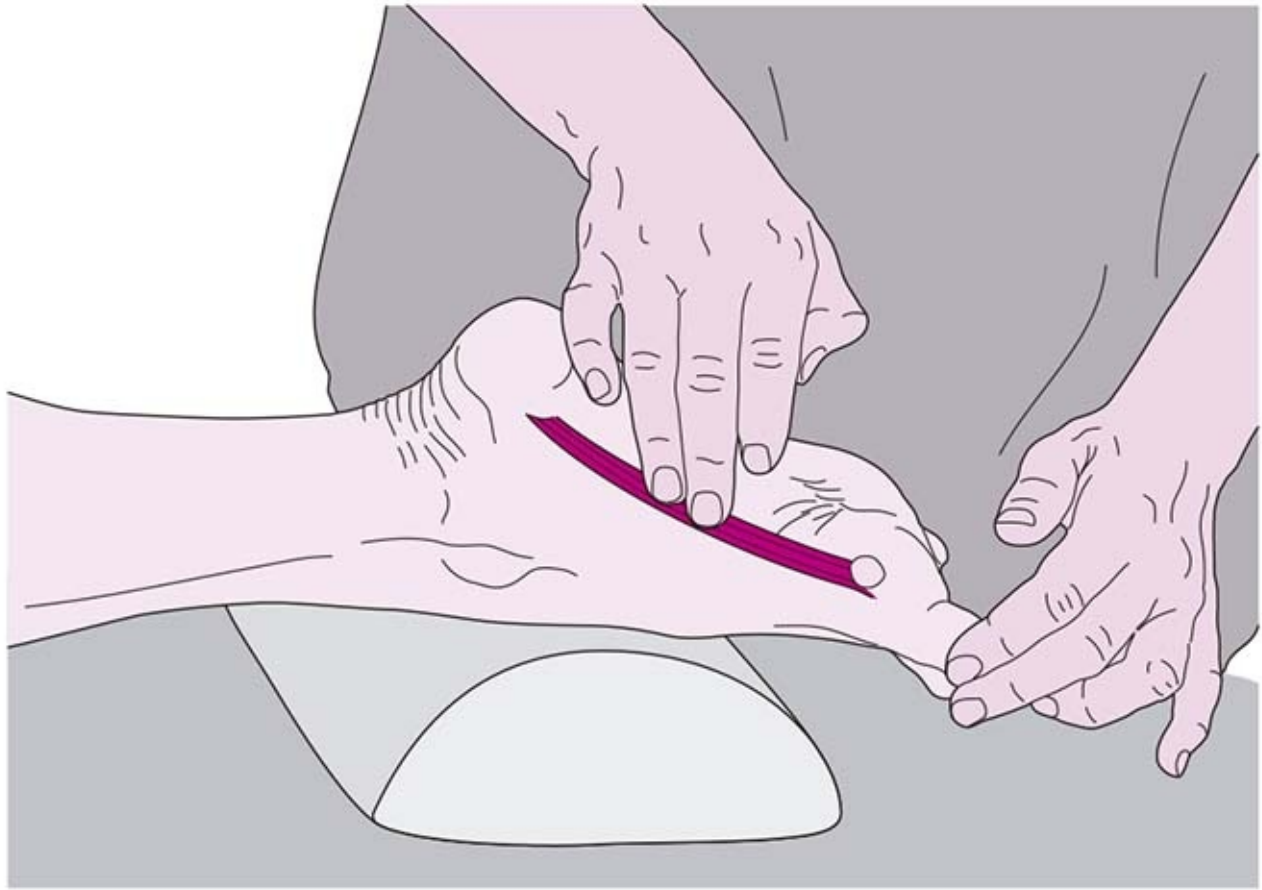
Hay que palpar toda su superficie en dirección longitudinal y transversal en busca de verrugas, nódulos y puntos sensibles. Deben buscarse también cambios en la tonicidad, tanto en estado relajado como el tenso.

#### Patología

##### Verrugas

Las verrugas plantares se palpan como pequeñas zonas circunscritas queratósicas pequeñas, del tamaño de la cabeza de un alfiler. Se desarrollan sobre todo en zonas de la planta expuestas a intensa carga de peso y son muy dolorosas con el soporte del peso.

### **Músculo abductor del primer dedo (figura 10-36)**



**Figura 10-36.** Palpación del músculo abductor del primer dedo.

El vientre del músculo puede palparse en el borde medial del pie, justo adyacente a la aponeurosis plantar, sobre todo durante la abducción del primer dedo contra resistencia.

### **Músculo abductor del meñique (figura 10-37)**



**Figura 10-37.** Palpación del músculo abductor del quinto dedo.

Este músculo limita el borde lateral del pie y es adyacente inmediato a la aponevrosis plantar. El estrecho vientre muscular es fácil de localizar si se separan los dedos entre sí.

**Cabezas de los metatarsianos (figura 10-38)**



**Figura 10-38.** Palpación de las cabezas del segundo y tercer metatarsianos.

Deben valorarse las superficies plantares de las cabezas de los metatarsianos en busca de formación de callos y puntos dolorosos.

### Patología

#### **Pie plano anterior**

En el pie plano anterior, la palpación puede demostrar engrosamiento y endurecimiento significativos sobre las cabezas del segundo y tercer metatarsianos. Como el arco transversal está caído, las cabezas metatarsianas tienen demasiado contacto con el suelo, por lo que se someten a presión excesiva y ello conduce a la formación de callos. En la zona más prominente, la cabeza del primer metatarsiano y la primera articulación metatarsofalángica (MTF), se produce el *hallux valgus*.

## Huesos sesamoideos

Estos engrosamientos en la zona plantar de la cabeza del primer metatarsiano son normales. Son los dos huesos sesamoideos incrustados en las cabezas medial y lateral del músculo flexor corto del primer dedo.

### Patología

#### **Sesamoiditis**

La sensibilidad a la presión dependiente de la carga sobre los huesos sesamoideos sugiere un trastorno causado por tensión excesiva de los tendones que provoca inflamación de los huesos sesamoideos (sesamoiditis). Para aliviar a los huesos sesamoideos durante el proceso de descarga, se lleva a cabo un inserto con un receso acojinado para la zona sensible.

#### **Pie plano anterior**

La separación de los metatarsianos puede causar inflamación de la parte medial de la cabeza del metatarsiano. Como resultado de la presión y la fricción puede haber bursitis en esa zona, que es extremadamente dolorosa.

#### **Neuroma de Morton (figura 10-39)**

Éste es un engrosamiento por tejido cicatrizal del tercer nervio digital plantar propio que queda atrapado entre las cabezas del tercero y cuarto metatarsianos. Como resultado de la presión, hay microtraumatismo del nervio. El neuroma se desarrolla como respuesta a las lesiones repetidas. Las molestias se producen sobre todo cuando se camina con zapatos ajustados porque las cabezas de los metatarsianos se presionan unas contra otras. Como prueba de provocación, se comprime el antepié desde ambos lados; esto causa un dolor penetrante.

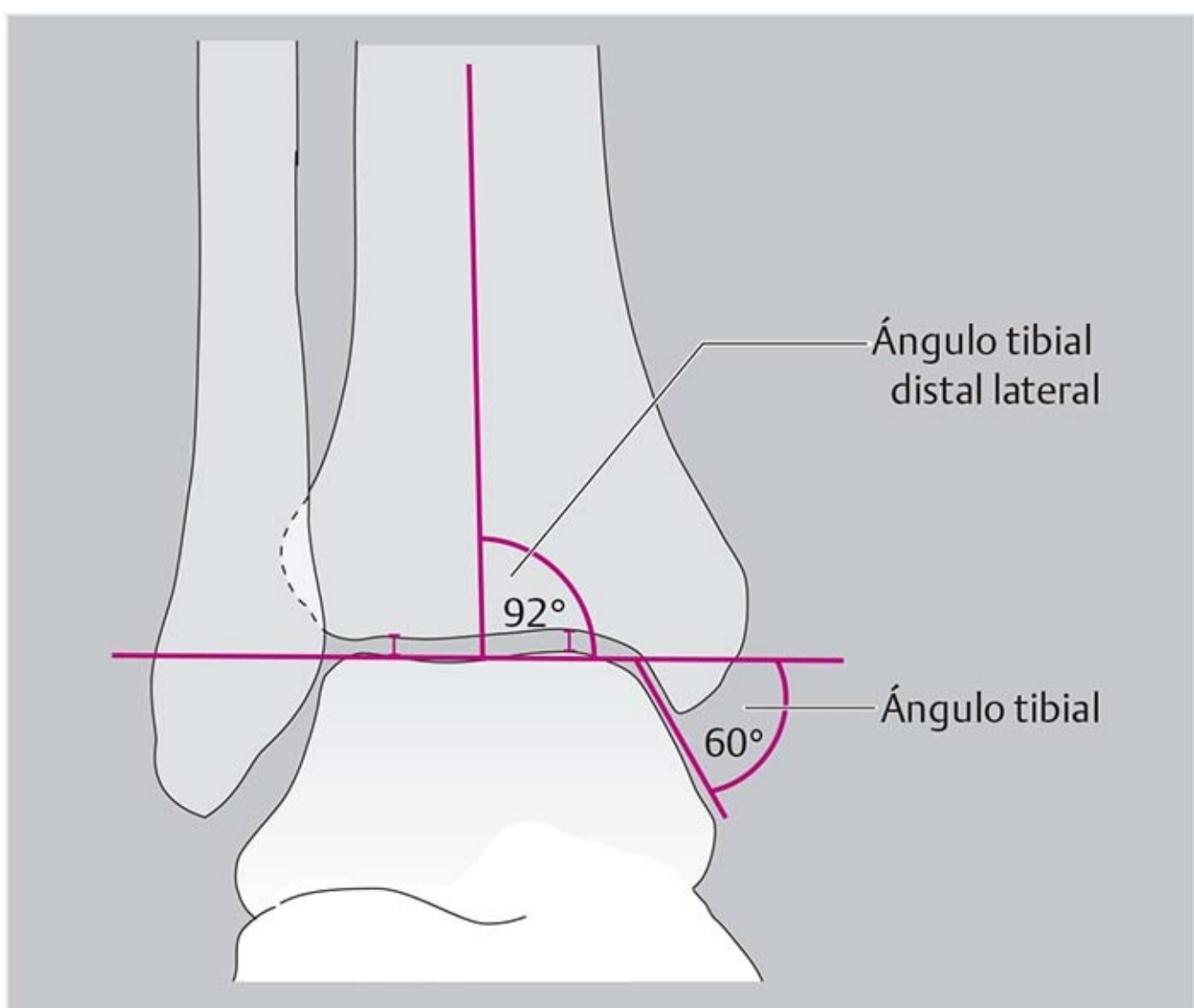
► Véase la sección 10.15, Estructuras neurales del pie y el tobillo.



**Figura 10-39.** Compresión de las cabezas de los metatarsianos para explorar la sospecha de neuroma de Morton.

## 10.2. Imagen radiográfica

### 10.2.1 Vista anteroposterior (figura 10-40)



**Figura 10-40. I** imagen radiográfica: vista anteroposterior.

Las radiografías regulares se realizan en la posición neutral, es decir, con el paciente de pie o sentado con el pie adelante sobre el piso.

Esta vista anteroposterior del tobillo permite una revisión adecuada de la posición del astrágalo en la mortaja del tobillo. Debido a la superposición de los huesos subastragalinos, no es posible la valoración de puntos más distales.

Para valorar la posición articular se miden los siguientes ángulos:

- **Ángulo tibial distal lateral:** aproximadamente de 92°. El ángulo se forma con el eje del cuerpo tibial y una línea que se sitúa sobre la parte superior de la tróclea astragalina. Se encuentra cerca del ángulo recto.
- **Ángulo tibial:** 50°-65°. La línea de la tróclea forma un ángulo con una línea que pasa sobre la superficie articular maleolar tibial, que se abre hacia abajo.

### **Valoración adicional**

- **Anchura del espacio articular** de la articulación del tobillo: anchura uniforme aproximada de 3 mm.
- **Configuración de la mortaja del tobillo:** la punta del peroné sobresale 1 a 1.5 cm más distal que la tibia.
- Las superficies articulares son lisas y bien definidas.
- Existe una disposición normal de las trabéculas.



## 10.2.2 Vista lateral (figura 10-41)

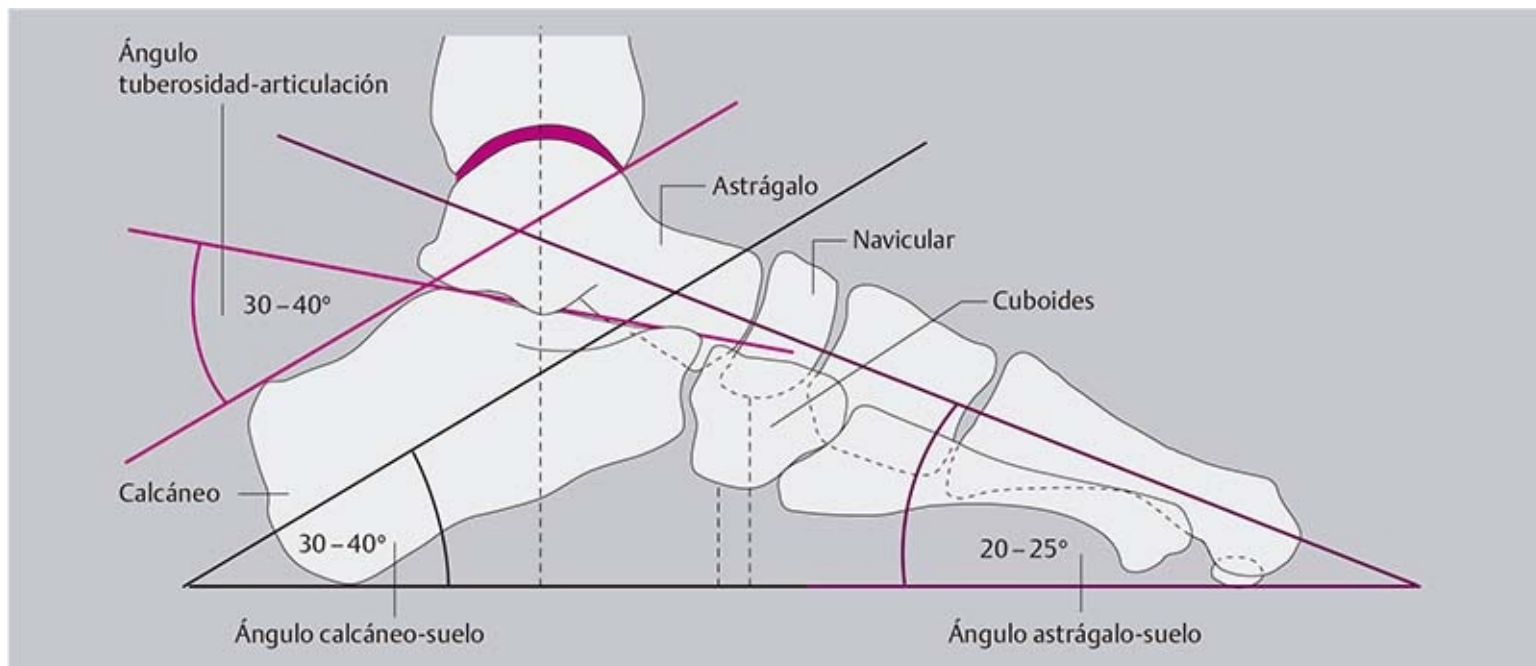
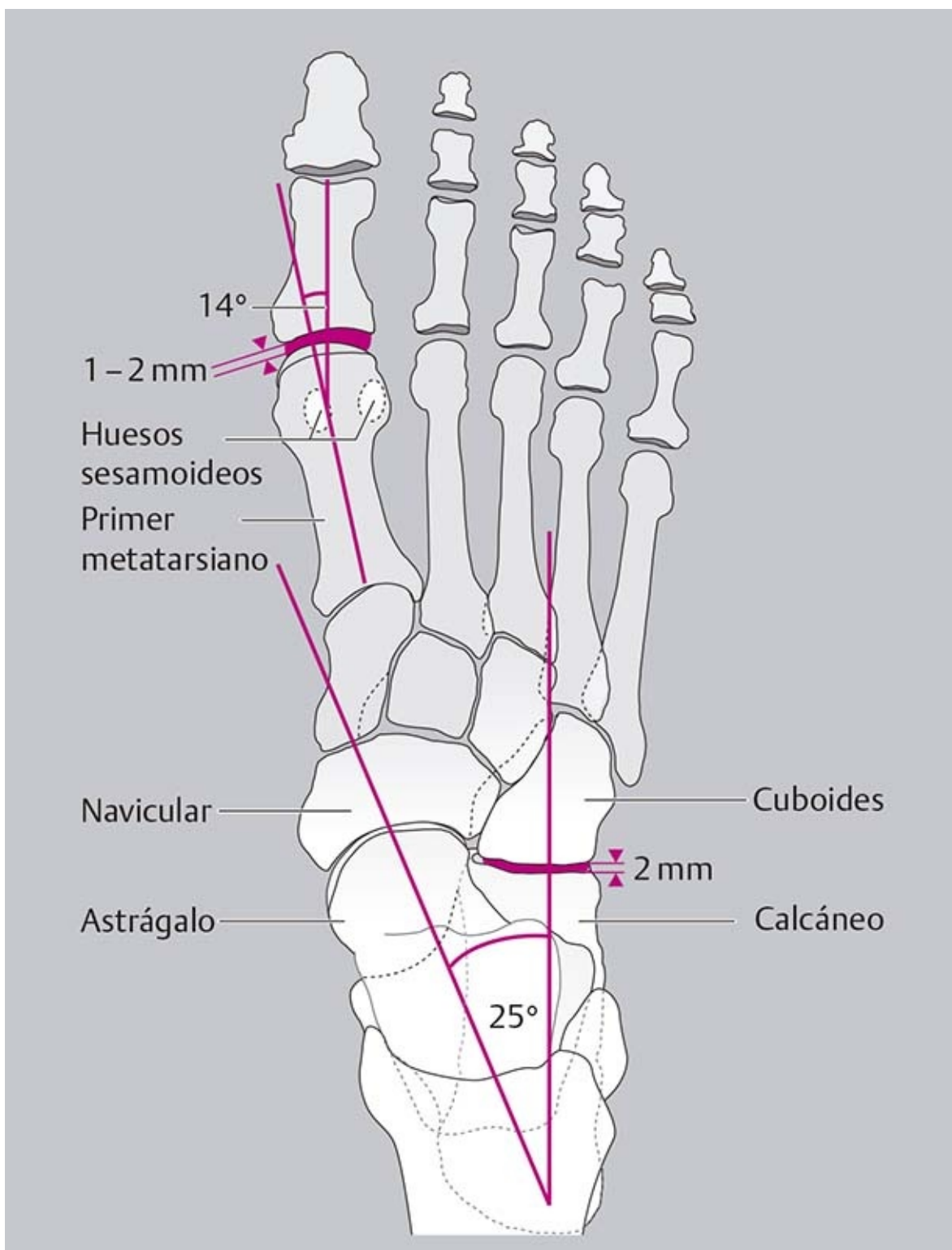


Figura 10-41. Imagen radiográfica: vista lateral.

### Valoración

- **Articulación superior del tobillo** (articulación astragalocrural):
  - Anchura del espacio articular: 3 a 4 mm.
  - Contornos de la tróclea astragalina y la tibia distal: lisa y uniforme.
- **Posición del astrágalo:** ángulo astrágalo-piso, 20° a 25°. Extender el eje longitudinal por el cuello y la cabeza del astrágalo en dirección anterior hasta el piso; el ángulo formado se abre hacia atrás.
- **Articulación inferior del tobillo** (articulaciones subastragalina y astragalocalcaneonavicular):
  - Inspección del canal del tarso: forma redonda u ovalada.
  - Espacio articular entre el astrágalo y el navicular: aproximadamente de 2 mm.
- **Posición del calcáneo:**
  - Ángulo calcáneo-piso: cercano a 40°. El eje longitudinal del calcáneo forma un ángulo con el piso que se abre hacia delante.
  - Ángulo tuberosidad-articulación: 30° a 40°. Este ángulo, abierto hacia atrás, se forma entre la tangente situada sobre el borde superior de la tuberosidad calcánea y una línea que pasa a través del espacio articular subastragalino.

## 10.2.3 Vista dorsal-plantar (figura 10-42)



**Figura 10-42.** Imagen radiográfica: vista dorsal-plantar.

Esta vista presenta muy bien las regiones intermedia del pie y la de los dedos.

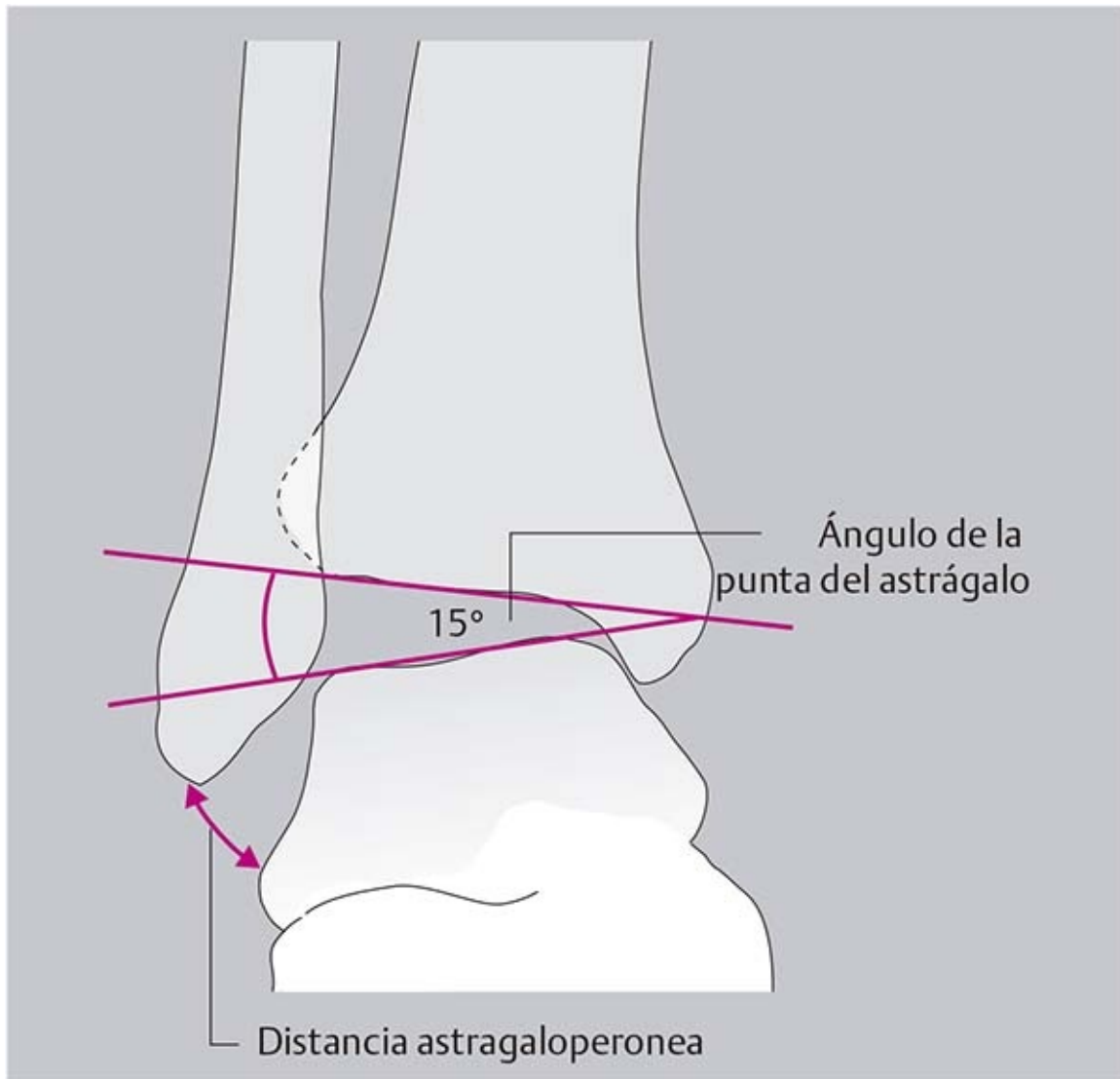
Los ángulos siguientes aportan información sobre las posiciones de los huesos en su relación entre sí:

- **Ángulo entre el eje del astrágalo y el eje del calcáneo:** 20° a 30°. El eje del cuello astragalino forma un ángulo con el eje longitudinal del calcáneo, que se abre en dirección distal.
- **Ángulo intermetatarsiano:** menor de 8°. Los ejes longitudinales del primero y segundo metatarsianos juntos forman un ángulo que no debe ser mayor de 8° (**figura 10-147**).
- **Ángulo valgo de la primera articulación metatarsofalángica (MTF):** menor de 20°. Se forma un ángulo abierto en dirección distal entre el eje longitudinal del primer metatarsiano y el eje longitudinal de la primera falange proximal.

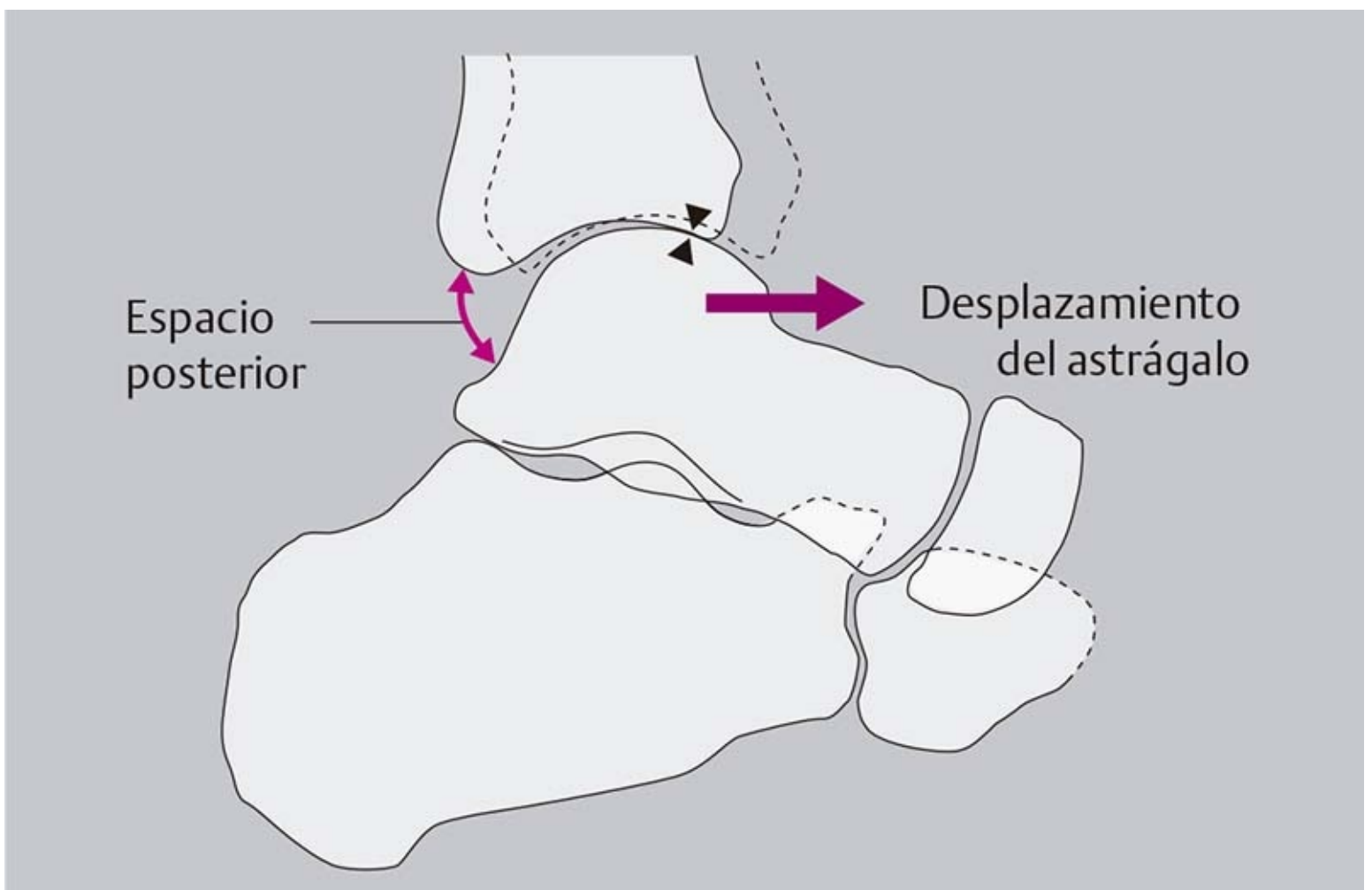
**Valoración adicional**

- **Anchura de los espacios articulares** de las articulaciones intertarsianas, metatarsianas, tarsometatarsianas, MTF e interfalángicas: 1.5 a 2.5 mm.
- Los **huesos sesamoideos** se observan como áreas ovaladas comprimidas en las cabezas de los metatarsianos. El sesamoideo medial está desplazado un poco más hacia la parte medial. El sesamoideo lateral se encuentra alejado del eje longitudinal.

#### 10.2.4 Vistas con tensión (figuras 10-43 y 10-44)



**Figura 10-43.** Imagen radiográfica: vista anteroposterior con tensión.



**Figura 10-44.** Imagen radiográfica: vista lateral con estrés.

Si se sospecha la rotura de un ligamento, la magnitud del espacio en la articulación superior del tobillo se determina en las vistas con tensión.

En fechas recientes, esta técnica se usa cada vez menos porque las imágenes por ultrasonido y resonancia magnética ejercen un estrés mucho menor en las estructuras afectadas.

### ***Valoración de la inclinación del astrágalo***

En la vista anteroposterior, la colocación de la pierna en rotación interna ligera presenta una mejor vista de la mortaja del tobillo. El examinador fija el talón y por tanto también el astrágalo en supinación; luego empuja la parte distal de la pierna en dirección lateral para observar la inclinación entre el astrágalo y la pierna.

**Ángulo normal de inclinación:** 5°. Esto aumenta con la hipermovilidad, por lo que es importante la comparación de un lado con el otro.

#### **Patología**

La magnitud del ángulo de inclinación puede informar si tan sólo está desgarrado el ligamento astragaloperoneo anterior, en cuyo caso el ángulo es cercano a 10°. Si el ángulo de inclinación es de 15° o más, el ligamento calcaneoperoneo y quizá el ligamento astragaloperoneo posterior también están lesionados. La inclinación del astrágalo resulta asimismo evidente en el aumento de la distancia peroneoastragalina.

### ***Valoración de la estabilidad anterior***

Para la vista lateral debe sostenerse el talón en un pequeño taburete y ejercer presión anterior sobre la tibia para que se mueva hacia atrás. En la radiografía se valora el avance del astrágalo en relación con la tibia en la vista lateral, con lo que se mide la distancia desde el borde posterior de la tibia a la tróclea.

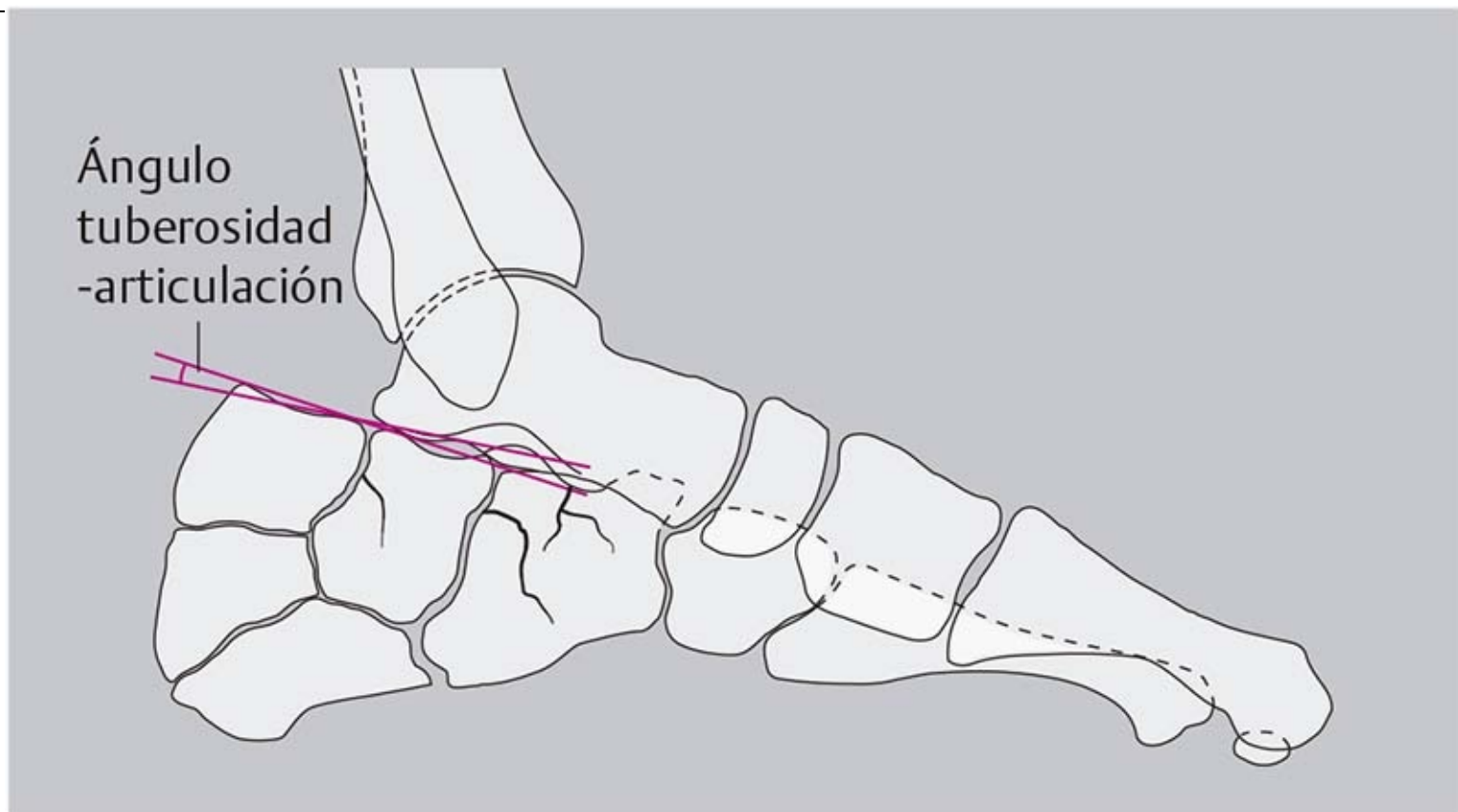
**Desplazamiento normal:** 2 a 4 mm en ambos lados. También en este caso, la separación es más

evidente si hay debilidad del tejido conectivo.

## Patología

### (Figuras 10-44 a 10-46)

1. El desplazamiento astragalino de más de 7 mm por 30 seg. con una fuerza de tensión de 150 N, sugiere rotura de un ligamento.
2. La **separación de la sindesmosis** con posible luxación medial del astrágalo es visible en la parte medial del espacio articular porque aumenta a mucho más de 3 mm.
3. **Fracturas:**
  - **Fractura del calcáneo (figura 10-45)**: cambios en el ángulo tuberosidad-articulación, que puede volverse más pequeño o negativo por el colapso del calcáneo.
  - **Clasificación de fracturas de Weber**: línea de fractura al nivel del espacio articular (Weber B); línea de fractura arriba de la sindesmosis (Weber C).
  - **Fractura del cuello del astrágalo**: línea de fractura a través del cuello del astrágalo. Debido a la irrigación deficiente, y por tanto a una mayor dificultad para la consolidación de la fractura, esta lesión tiene un pronóstico desfavorable.
  - Fractura metatarsiana como una fractura de marcha.
  - Arrancamiento de la base del quinto metatarsiano, que algunas veces puede ocurrir con lesiones por distorsión graves.
  - Fracturas de los dedos.
4. **Poliartritis crónica**. Los signos radiográficos incluyen estrechamiento del espacio articular, erosiones corticales marginales y quistes subcondrales, con hallazgos tardíos de deformidades hacia el *talipes valgus* y *hallux valgus*. Esto afecta sobre todo a las cabezas de los metatarsianos, la quinta articulación MTF y la primera articulación interfalángica.
5. **Hallux valgus (figura 10-46)**. El ángulo en valgo de la primera falange es mayor de 20°. El ángulo intermetatarsiano del primero y el segundo metatarsianos es mayor de 10°, lo que refleja su divergencia. La cabeza del primer metatarsiano se desplaza en dirección medial respecto de los huesos sesamoideos.



**Figura 10-45. I** imagen radiográfica: cambio del ángulo tuberosidad-articulación en una fractura del calcáneo.

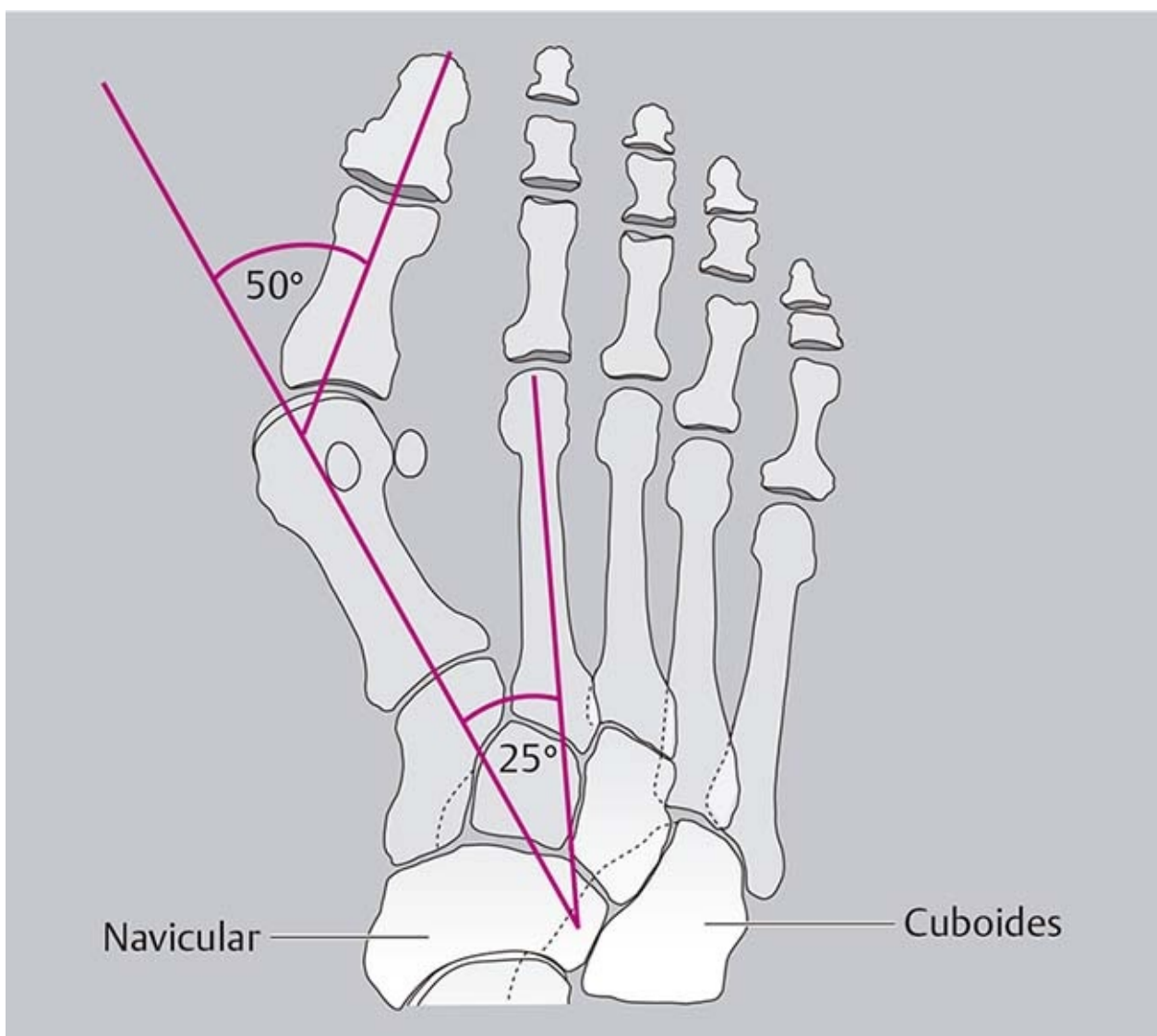


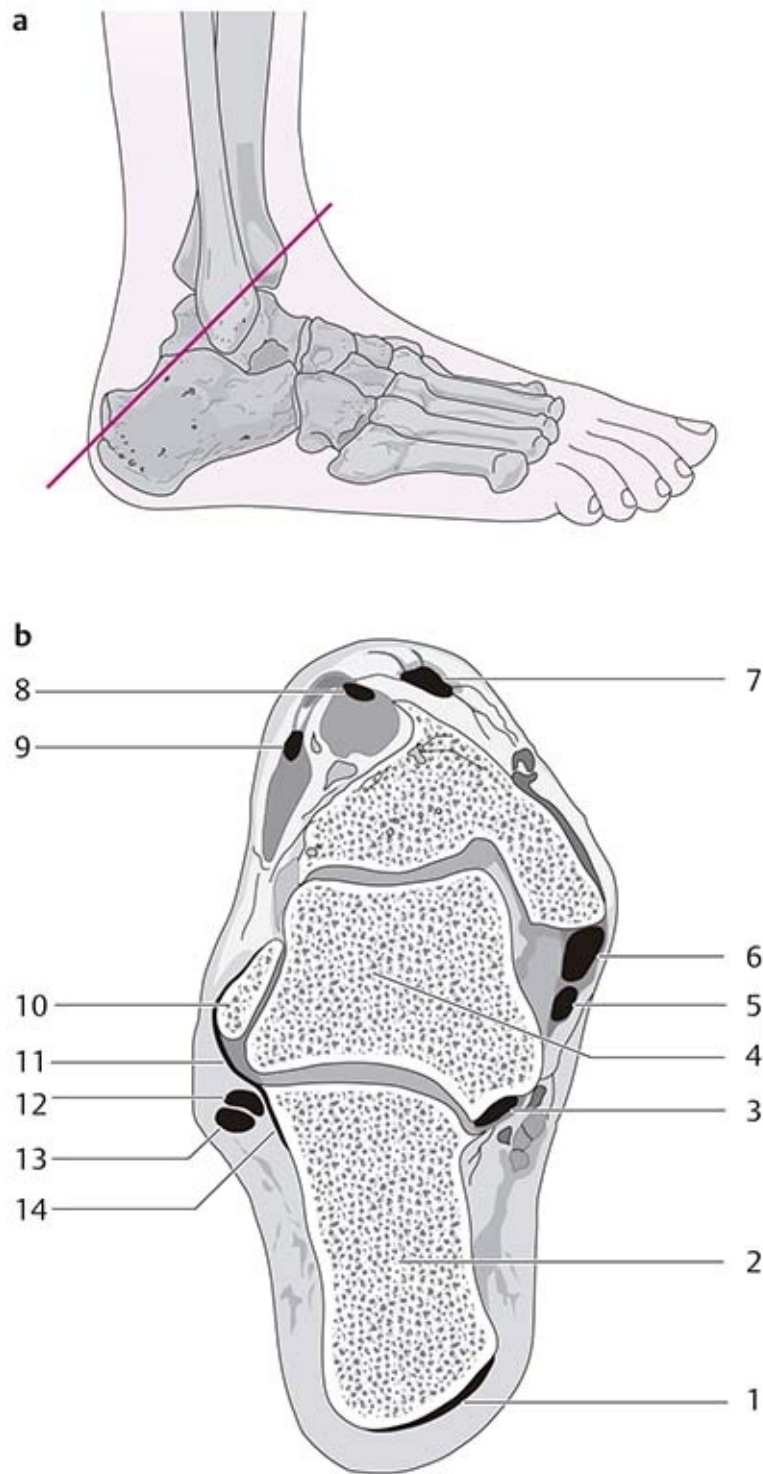
Figura 10-46. Imagen radiográfica: cambios en el *hallux valgus* .

### ***Huesos accesorios del tarso***

Por lo general se trata de centros de osificación parcialmente desarrollados. Son inconstantes y deben distinguirse de fracturas. Los ejemplos incluyen:

- Hueso navicular accesorio (o tibial externo): en la cara medial del hueso navicular.
- *Os trigonum* : en la apófisis posterior del astrágalo.
- *Os perineum* : en el borde dorsal-lateral del hueso cuboides.

### **10.2.5 Imagen por resonancia magnética (figura 10-47)**



**Figura 10-47.** Imagen por resonancia magnética. **(a)** Corte axial oblicuo. **(b)** Vista al nivel del ligamento calcaneoperoneo.

- 1 Tendón de Aquiles (calcáneo)
- 2 Calcáneo
- 3 Tendón flexor largo del primer dedo
- 4 Astrágalo
- 5 Tendón flexor largo de los dedos
- 6 Tendón tibial posterior
- 7 Tendón tibial anterior
- 8 Tendón extensor largo del primer dedo
- 9 Tendón extensor largo de los dedos
- 10 Maleolo lateral
- 11 Ligamento calcaneoperoneo (parte proximal)
- 12 Tendón del músculo peroneo corto
- 13 Tendón del músculo peroneo largo

La imagen por resonancia magnética (RM), como técnica imagenológica moderna, tiene un papel sustancial no sólo para evaluar lesiones ligamentosas, sino también para detectar lesiones osteocondrales (fracturas en hojuela), ya que no pueden demostrarse con las técnicas radiográficas convencionales.

Las lesiones en los ligamentos se observan como pérdidas de continuidad y engrosamientos, y es posible que no siempre sean visibles.

## 10.3 Articulación del tobillo (articulación astragalocrural)

### 10.3.1 Estructuras óseas y superficies articulares

#### Astrágalo (figura 10-48 a 10-50)

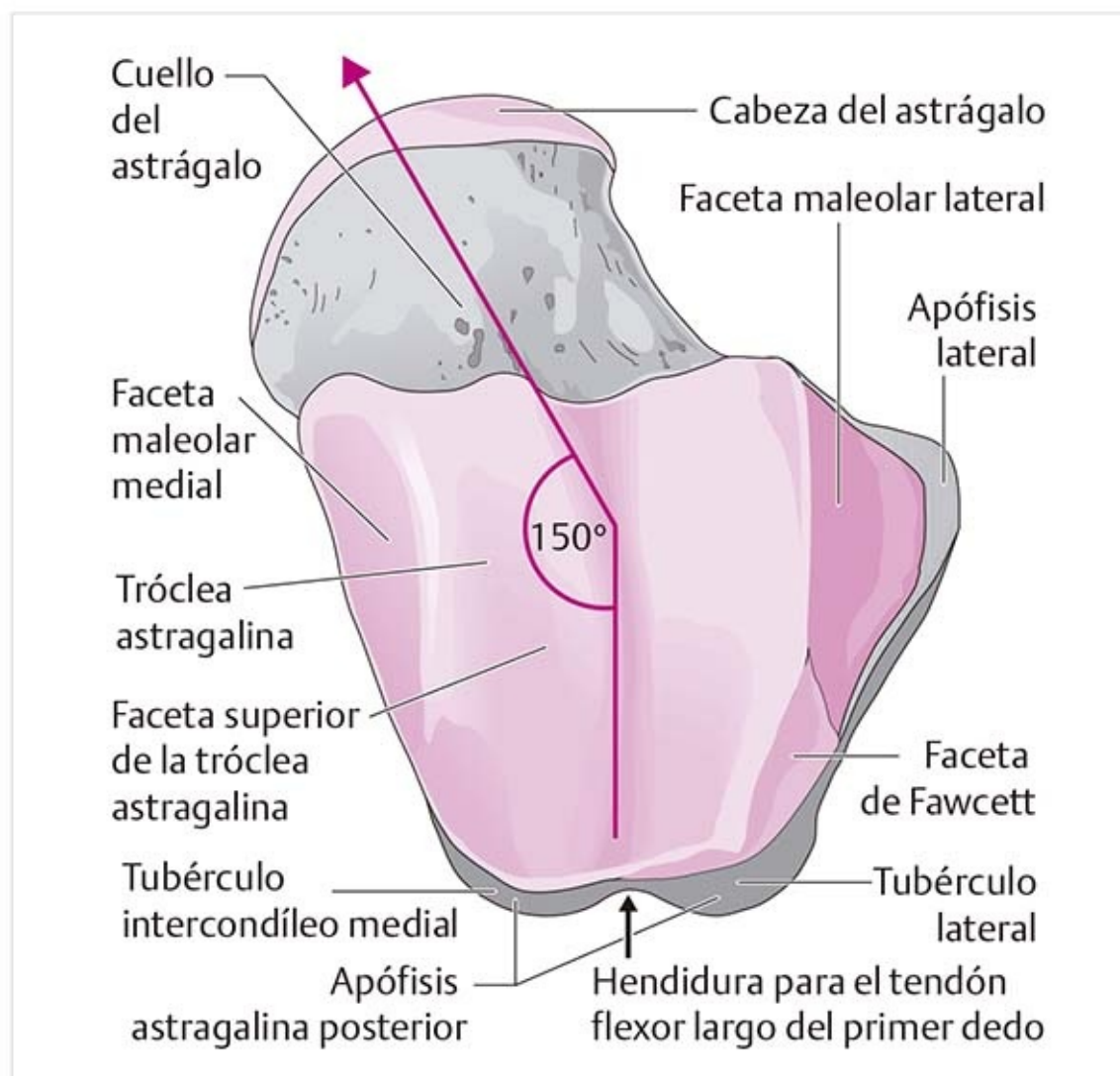
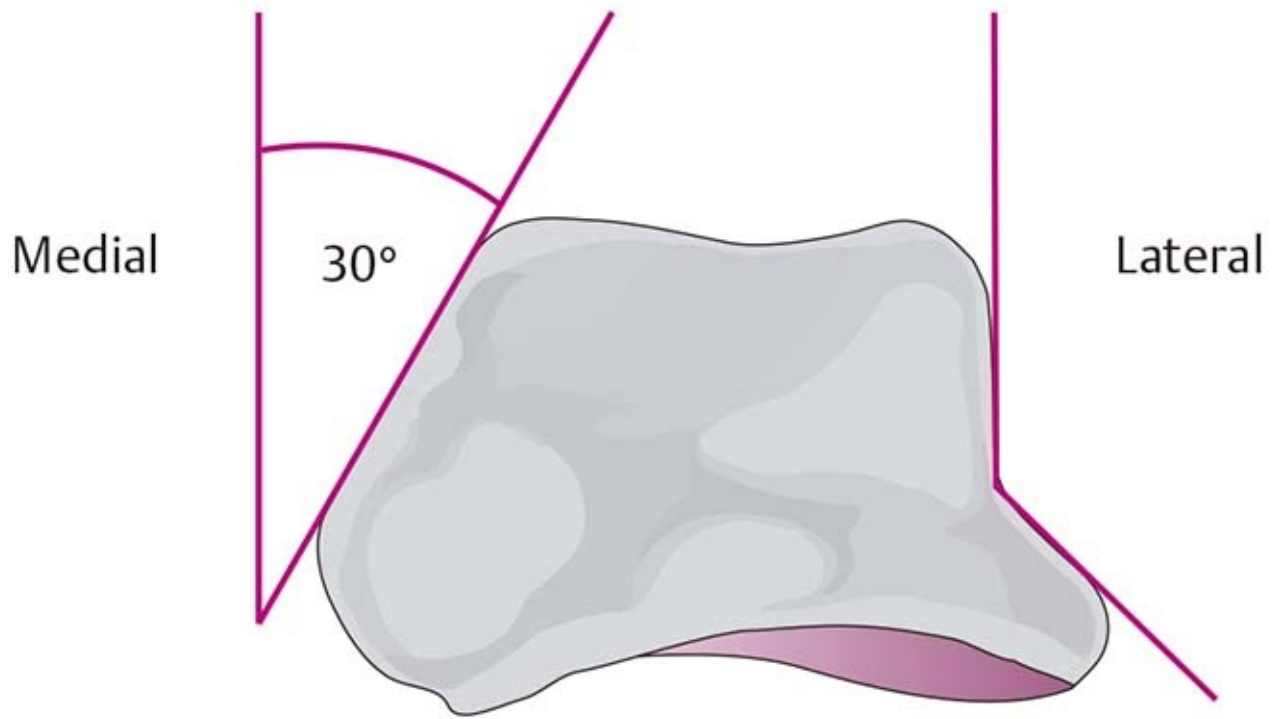
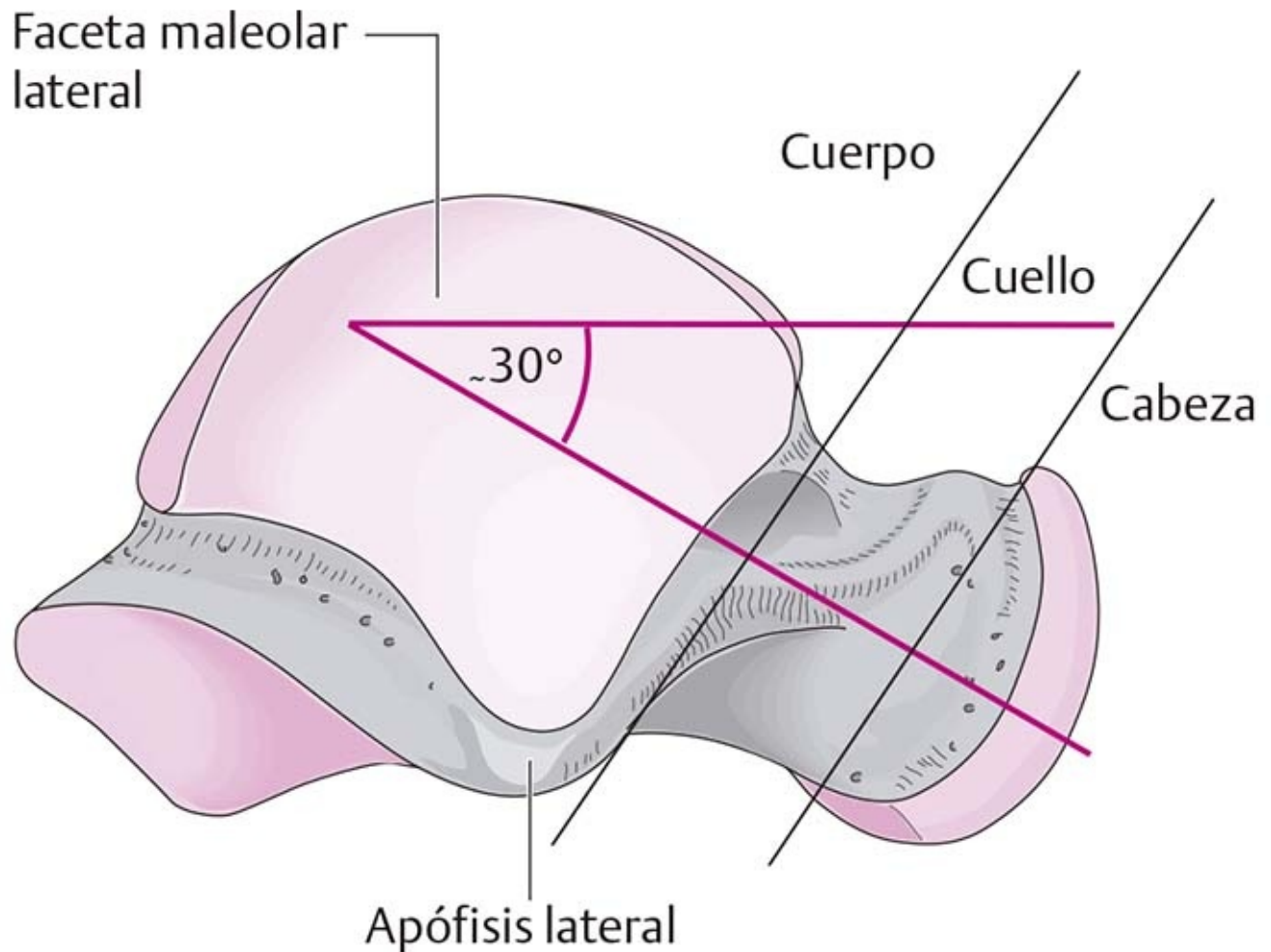


Figura 10-48. Astrágalo, ángulo del cuello astragalino (vista superior).





**Figura 10-49.** Posición de la superficie articular de la faceta maleolar del astrágalo derecho (vista posterior).



**Figura 10-50.** Ángulo astragalino de inclinación (vista lateral).

**Cuerpo del astrágalo**

- La **tróclea astragalina** se localiza en la cara superior del cuerpo del astrágalo. Es casi 0.5 cm más ancho en la parte anterior que en la posterior. Tiene tres superficies articulares:
  - La **faceta superior de la tróclea astragalina** se articula con la tibia y tiene forma convexa. En el centro tiene una hendidura que se extiende en dirección algo oblicua de posteromedial a anterolateral. El borde lateral se proyecta en la parte medial como un arco y es más largo que el borde medial.
  - La **faceta maleolar medial** es casi plana. Se articula con las superficies articulares maleolares de la tibia. El plano articular está inclinado 30° en dirección superolateral respecto del plano sagital.
  - La **faceta maleolar lateral** se articula con el peroné, es cóncava y tiene una forma triangular, con la punta hacia abajo. Orientación de la superficie articular: la sección superior se halla en el plano sagital; la inferior es casi horizontal y se encuentra en la **apófisis lateral**.
  - En el borde posterior de la faceta maleolar lateral hay una pequeña cresta que divide la superficie en otra faceta, la **faceta de Fawcett**, que se desarrolla como punto de contacto para el **ligamento tibioperoneo posterior**. Véase la sección 10.4, Articulación tibioperonea.
- **Apófisis posterior del astrágalo:** el extremo posterior del cuerpo del astrágalo. La hendidura para el tendón del flexor largo del primer dedo la divide en el tubérculo intercondíleo medial y el tubérculo lateral.

## Cuello del astrágalo

- El eje que pasa por el cuello del astrágalo tiene dirección anteromedial y forma un ángulo medial de 150° con la hendidura troclear.
- El cuello del astrágalo está inclinado 30° hacia abajo con respecto a una línea horizontal que pasa por el cuerpo (**ángulo de inclinación**).
- En su cara plantar está el surco astragalino, que junto con el surco calcáneo forma el canal del tarso (**figura 10-78**).

## Cabeza del astrágalo

Está cubierta por completo con cartílago y forma las superficies articulares para los huesos navicular y calcáneo.

- Véase la sección 10.5, Articulación astragalotarsiana

Patología
<p><b>Osteocondritis disecante (figura 10-51)</b>            El sitio más frecuente de esta lesión en el astrágalo es la periferia, sobre el margen medial. Los síntomas son inflamación, bloqueos dolorosos y crepitación en la articulación con el movimiento. En los casos más leves, el tratamiento es conservador, con inmovilización y reducción de la tensión. En las lesiones más graves, por ejemplo cuando se forman cuerpos libres, el tratamiento es quirúrgico, con excisión de la región dañada y curetaje subsiguiente del hueso subcondral.</p>

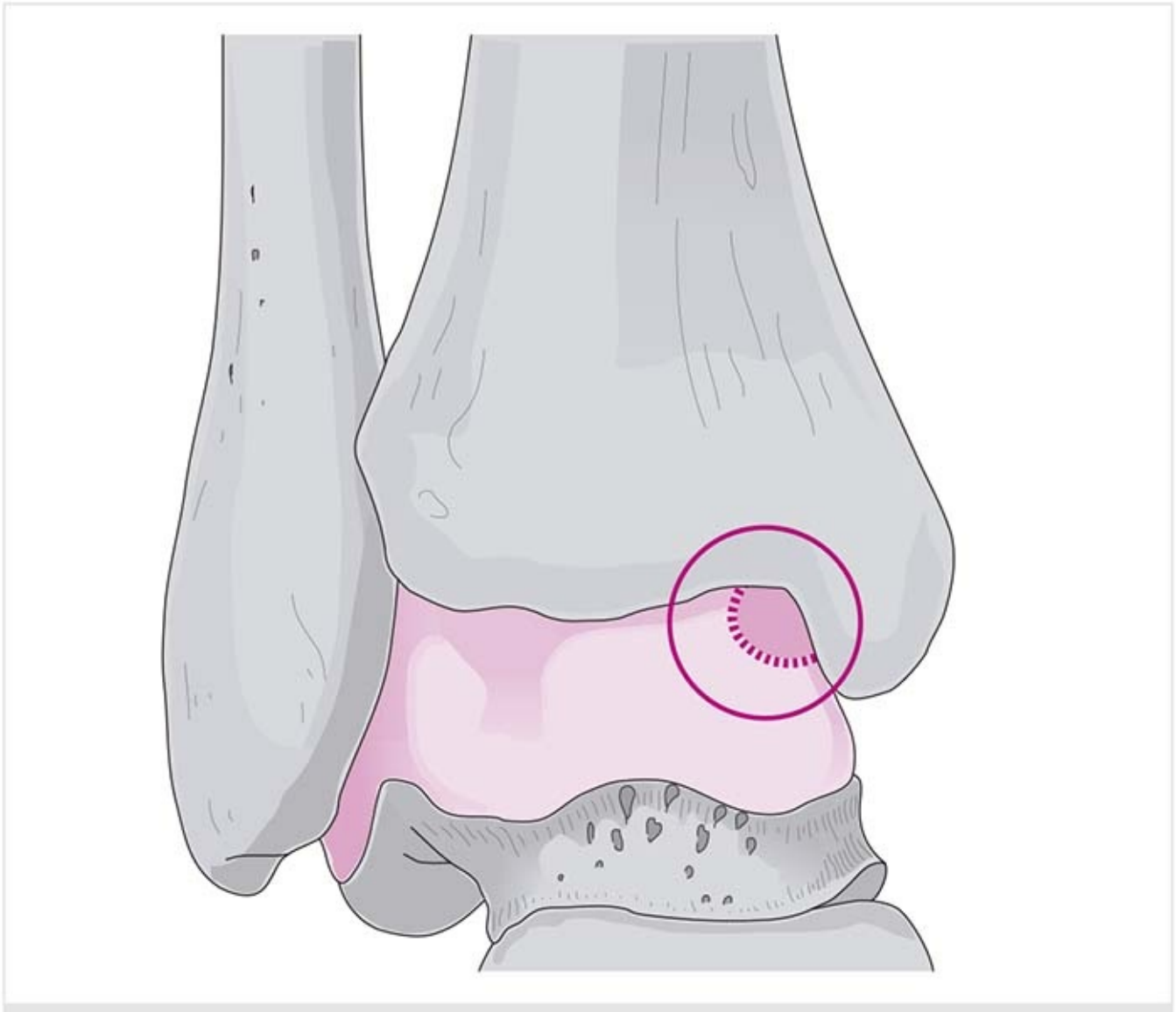
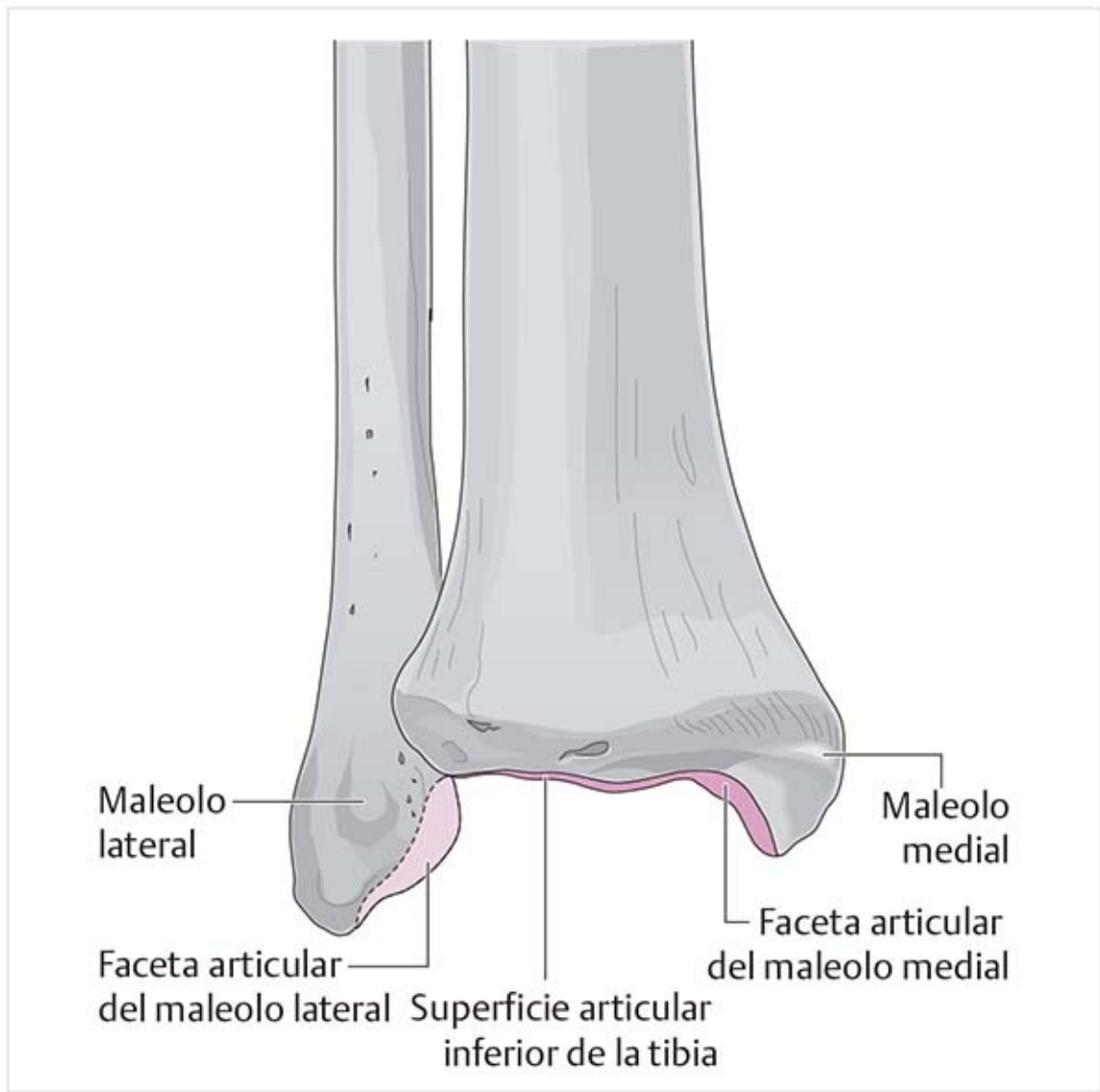
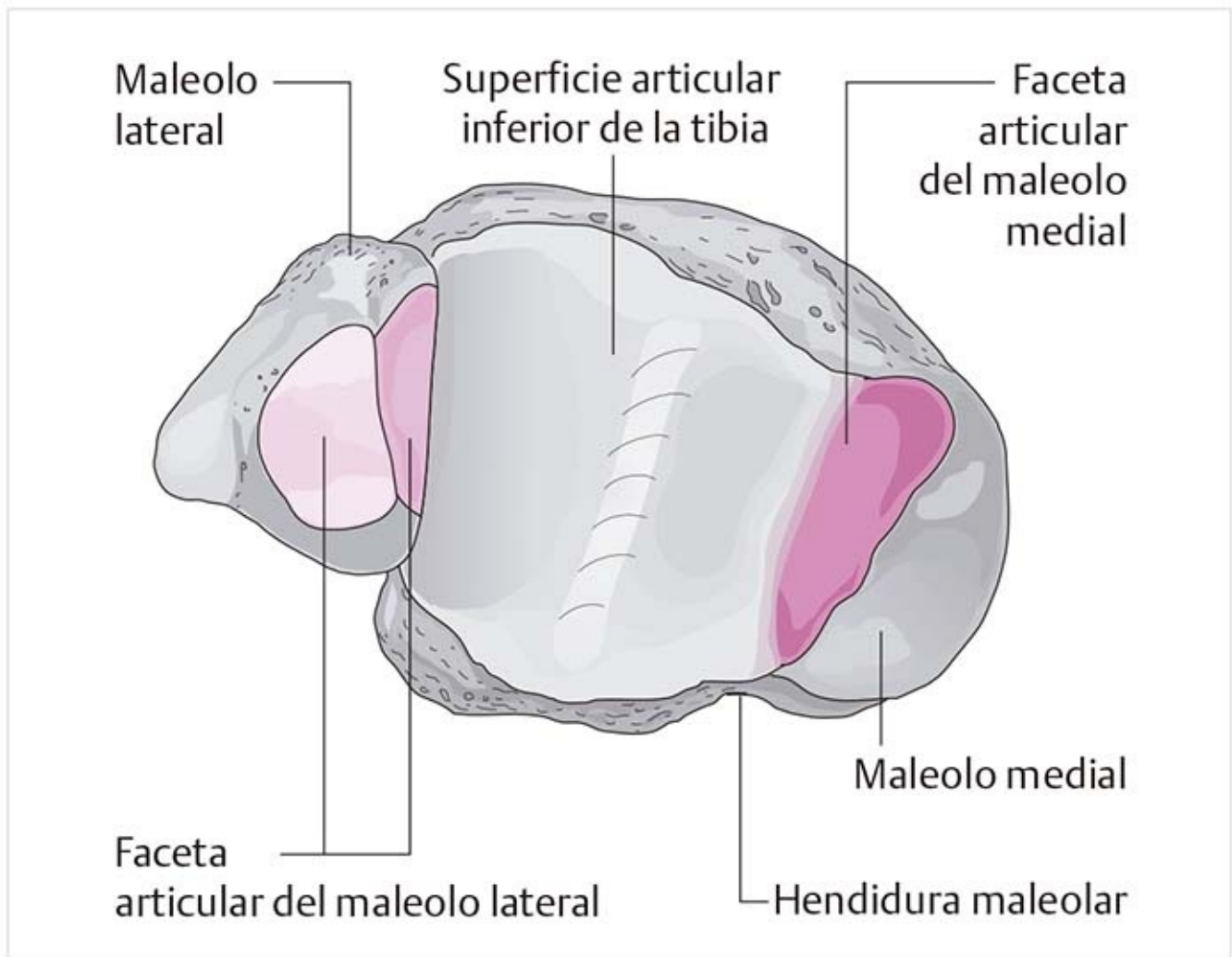


Figura 10-51. Osteocondritis disecante del astrágalo.

**Tibia (figuras 10-52 y 10-53)**



**Figura 10-52.** Extremo distal de la tibia y el peroné (vista anterior).



**Figura 10-53.** Superficies articulares en la parte distal de la tibia y el peroné (vista inferior).

### ***Faceta articular del maleolo medial***

- Se localiza en la parte interna del maleolo medial.
- Se articula con la faceta maleolar medial del astrágalo.
- Tiene una inclinación inferomedial de 30°, correspondiente a la superficie articular del astrágalo.
- La superficie articular es un poco cóncava a plana.
- En la parte superior, la faceta se fusiona con la superficie adyacente cubierta con cartílago de la tibia, sobre el astrágalo.

### ***Superficie articular inferior de la tibia***

- Se articula con la faceta superior de la tróclea astragalina y es casi un tercio más pequeña.
- Tiene forma cuadrilátera cóncava.
- Una cresta en el centro corresponde a la hendidura en la tróclea.

### ***Hendidura maleolar***

- Es una hendidura longitudinal en la parte posterior.
- Forma el piso para un canal osteofibroso en el que discurren los tendones de los músculos tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del primer dedo.

### **Peroné (figuras 10-52 y 10-53)**

#### ***Faceta articular del maleolo lateral***

- Se localiza en la parte interna del maleolo lateral -ebook.com

- Se articula con el astrágalo.
- La faceta tiene forma triangular; al principio muestra orientación sagital y en la parte inferior es casi horizontal.

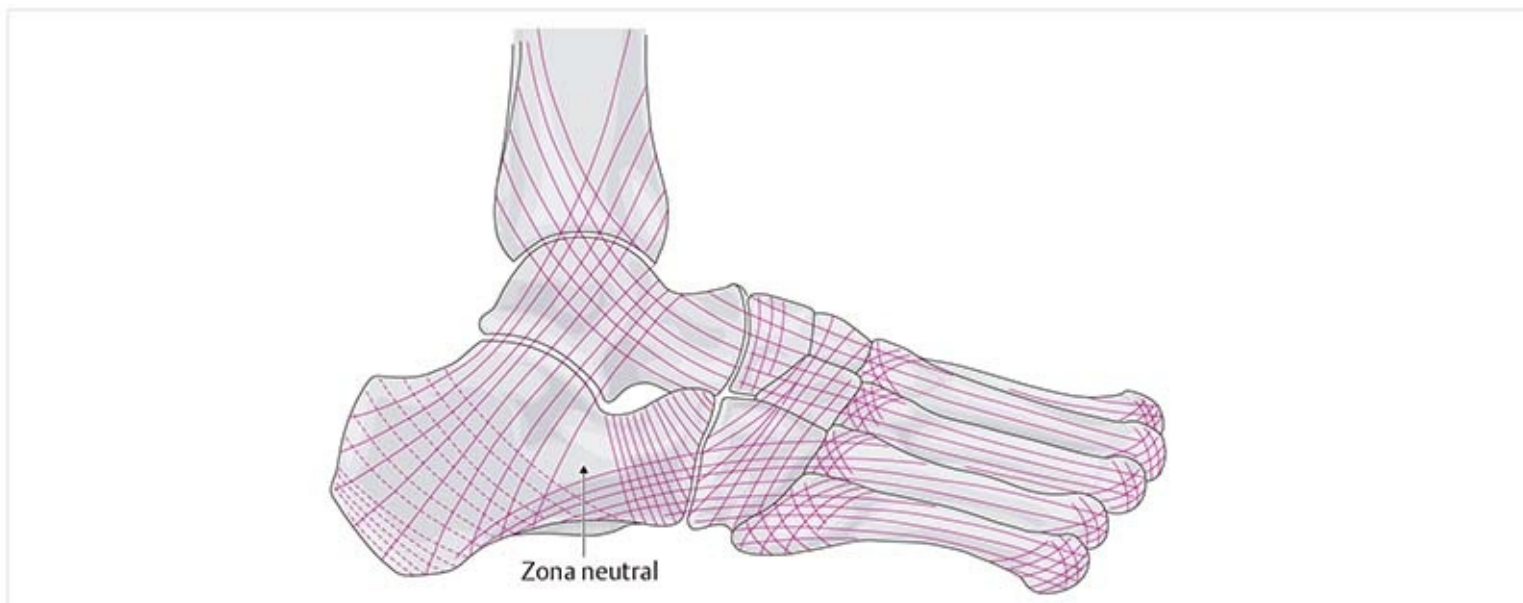
### ***Fosa maleolar lateral***

- Es una depresión posterior a la faceta articular del maleolo lateral.
- Actúa como origen del ligamento astragaloperoneo posterior y la cápsula.

### ***Hendidura para los tendones del músculo peroneo***

- Se localiza en la superficie externa del maleolo lateral y por ella pasan los tendones de los músculos peroneos.
- Tiene una superficie cubierta con cartílago en el punto donde los tendones se desvían.

## **10.3.2 Estructura del hueso esponjoso (trabecular) (figura 10-54)**



**Figura 10-54.** Trayecto de las trabéculas. Líneas continuas: trabéculas de compresión; líneas punteadas, trabéculas de tracción.

Las **trabéculas tibiales** posteriores forman un arco ligeramente cóncavo que se extiende hacia delante. El arco trabecular continúa por todo el cuerpo, cuello y cabeza del astrágalo, así como en los huesos navicular y cuneiformes, y del primero al tercero metatarsianos.

Las trabéculas tibiales anteriores siguen una curva un poco cóncava que continúa hacia la parte dorsal del cuerpo astragalino y la tuberosidad del calcáneo.

En el **calcáneo**, las trabéculas de compresión discurren del seno tarsiano en dirección oblicua anteroinferior hacia el hueso cuboides.

Las trabéculas de tracción generadas por el tendón de Aquiles surgen en la parte posteroinferior de la tuberosidad del calcáneo.

Además, debido al efecto de tracción del ligamento plantar largo, hay trayectorias resultantes que se extienden en forma oblicua posterosuperior, y desde la región plantar hay trabéculas que se proyectan en dirección anterior y un poco superior hacia el hueso cuboides y el cuarto y quinto metatarsianos.

Una pequeña zona en la región calcánea media permanece libre de trabéculas.

En el **área del mediopié**, los haces discurren en dirección lateral desde los huesos navicular y cuneiforme medial, y cruzan las bandas longitudinales.

Los **huesos metatarsianos** tienen tres vías trabeculares:

- Longitudinal.
- En las bases y cabezas de los huesos metatarsianos hay haces oblicuos cruzados que se extienden de medial-proximal a lateral-distal, y de medial-distal a proximal-lateral.
- Unas cuantas bandas transversales recorren la zona de la base.

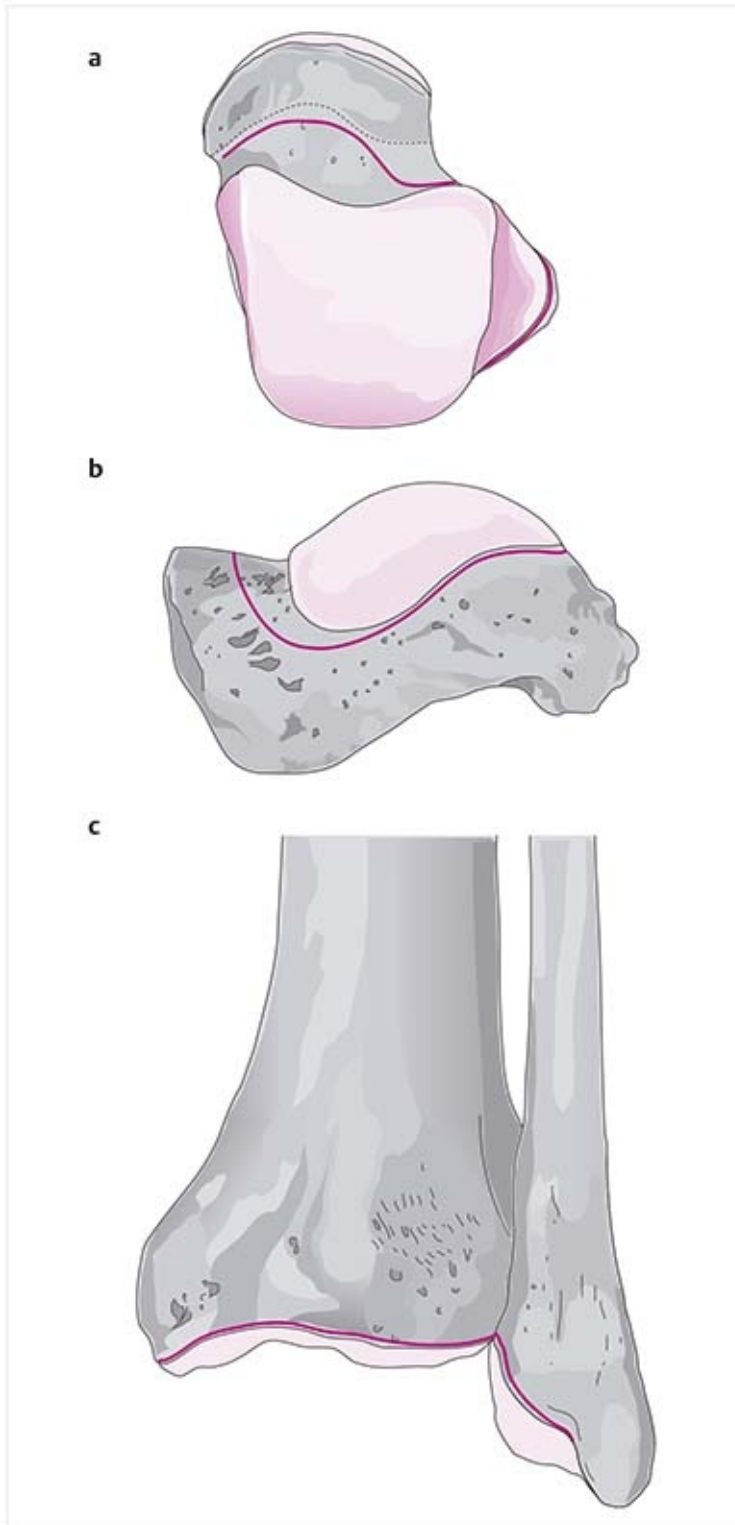
### 10.3.3 Cápsula articular (figuras 10-55 y 10-56)

Tanto la membrana sinovial como la capa fibrosa de la cápsula articular se insertan en el área de la interfaz hueso-cartílago. Una excepción es la inserción en el cuello del astrágalo, ya que ahí la inserción de ambas partes de la cápsula es un poco más distal.

En sus secciones anterior, posterior, posteromedial y dorsolateral, la membrana sinovial forma pliegues que sobresalen en la cavidad articular, los **pliegues sinoviales**.

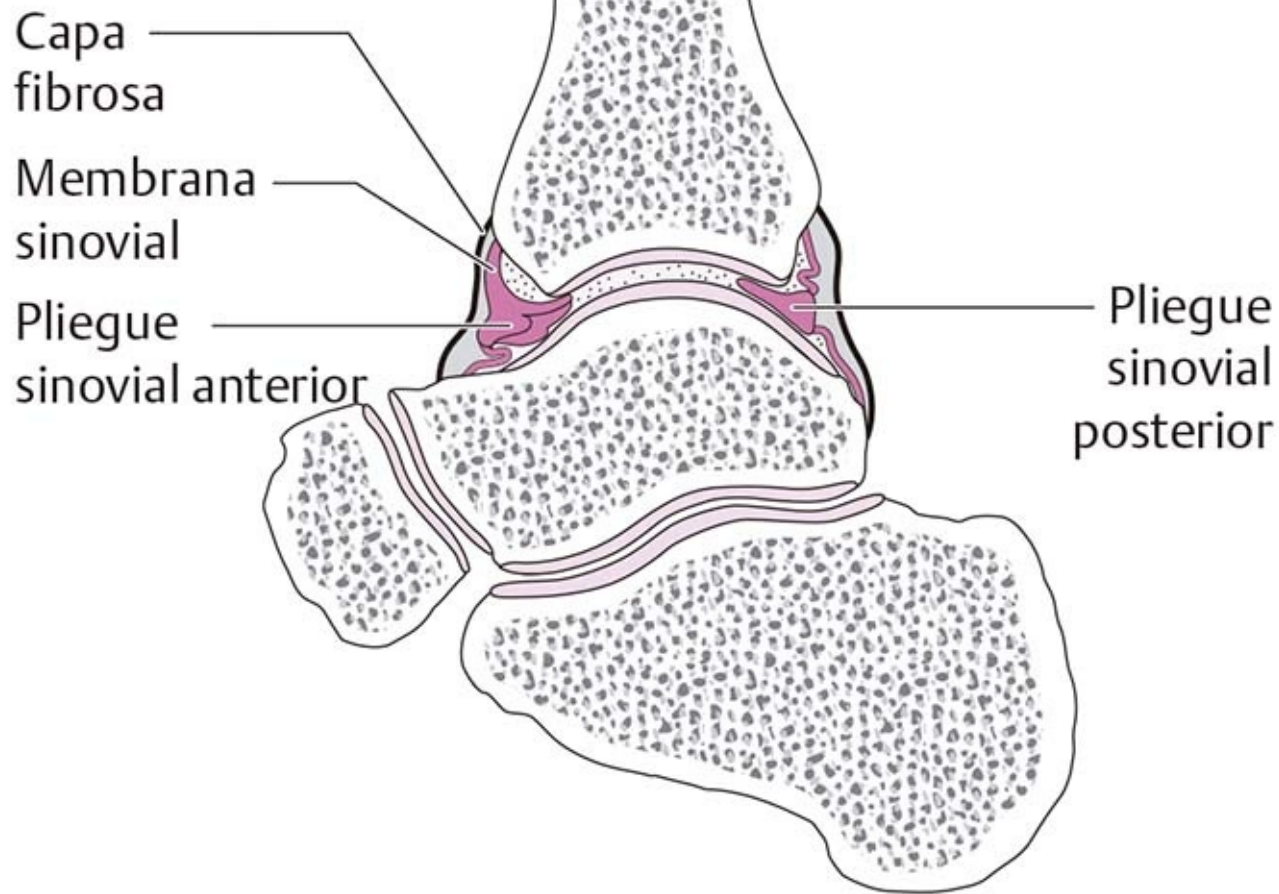
La cápsula tiene un receso, sobre todo en la zona anterior, que en su mayor parte queda cubierto por vainas tendinosas de los extensores y por el retináculo extensor inferior. La capa fibrosa es más gruesa en la parte posterior que en la anterior.

Los ligamentos colaterales discurren hacia las partes medial y lateral de la cápsula.



**Figura 10-55.** Inserciones de la cápsula articular. **(a)** Astrágalo, vista superior. **(b)** Astrágalo, vista medial. **(c)** Extremos distales de la tibia y peroné, vista posterior.





**Figura 10-56.** Pliegues sinoviales en la articulación superior del tobillo.

### Patología

#### **Derrame (figura 10-57)**

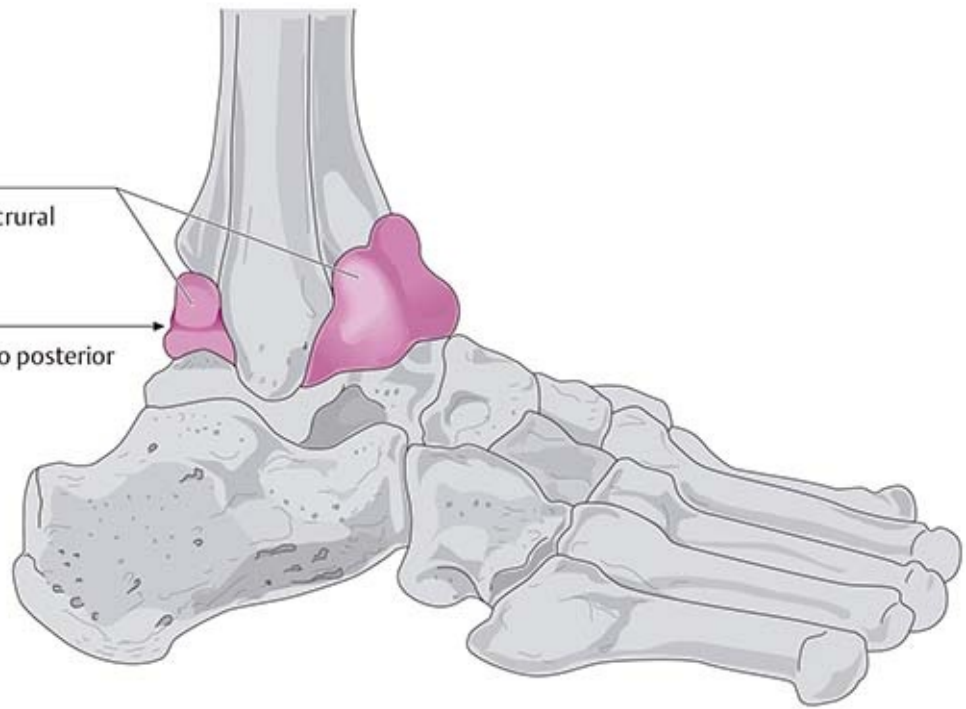
Un derrame en la parte superior del tobillo (articulación astragalocrural) puede reconocerse por el abultamiento distintivo en la región anterior adyacente a los tendones extensores. Los contornos de los maleolos no son nítidos, sino difusos.

### Consejo práctico

Un derrame llena todo el espacio articular y estira la cápsula. Debido a esto, cuando se lesiona un ligamento, la articulación puede parecer estable incluso si no lo es. Por esta razón, y también por el dolor tan intenso, la prueba de estabilidad no es factible en esta etapa. Por lo tanto, deben hacerse mediciones como la práctica de pequeños movimientos musculares y la elevación de la pierna para reducir el edema y permitir la regresión del derrame, de manera que la exploración pueda efectuarse 48 horas después.

Cápsula articular  
de la articulación astragalocrural

Indentación del  
ligamento astragaloperoneo posterior



**Figura 10-57.** Abultamiento de la cápsula articular debido a un derrame en la articulación superior del tobillo.

### 10.3.4 Ligamentos

#### Ligamento medial de la articulación del tobillo (figuras 10-58 y 10-59)

Parte tibiastragalina anterior

Astrágalo

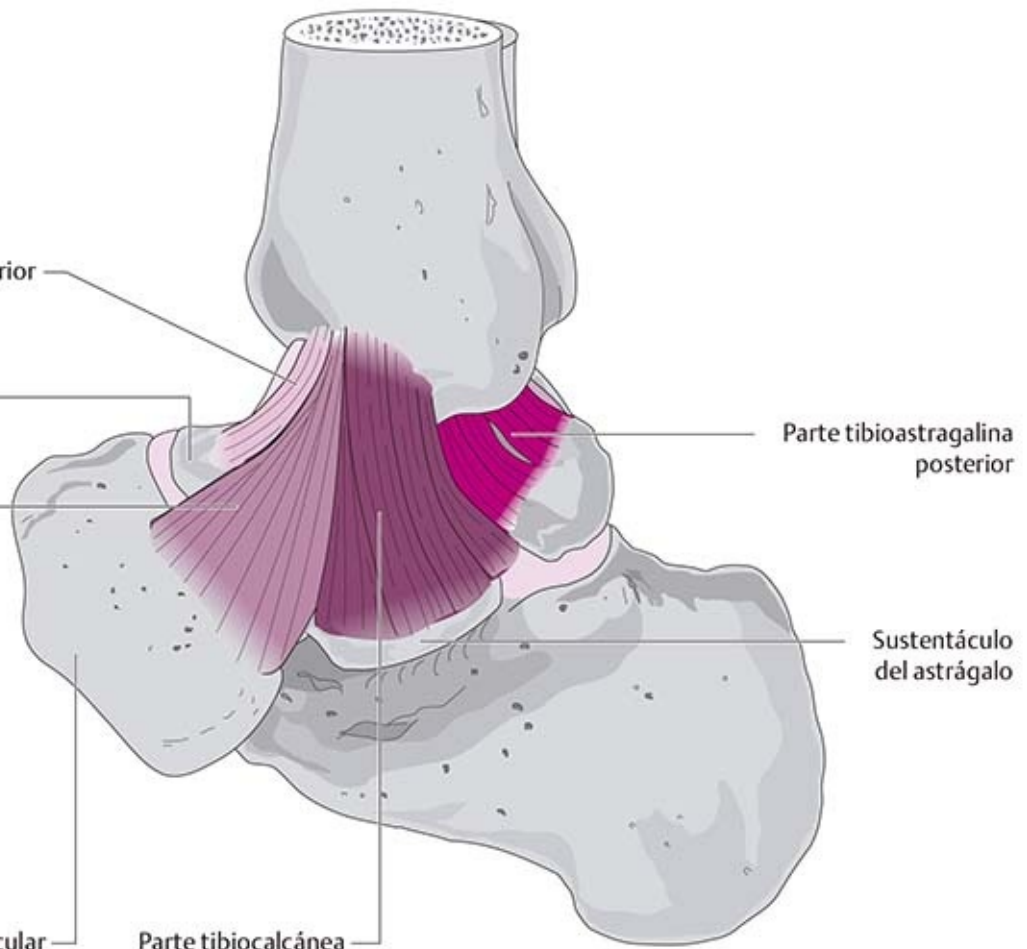
Parte tibionavicular

Navicular

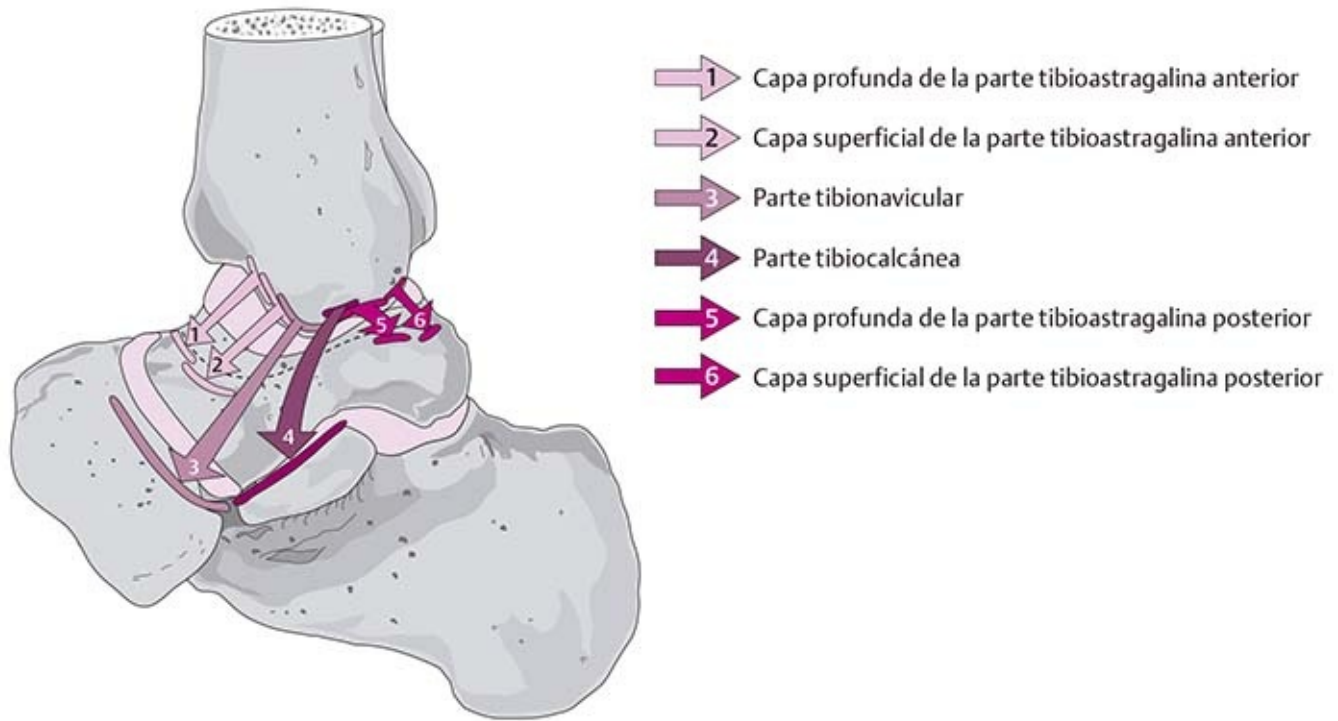
Parte tibiocalcánea

Parte tibiastragalina posterior

Sustentáculo del astrágalo



**Figura 10-58.** Ligamento colateral tibial.



**Figura 10-59.** Inserciones del ligamento colateral tibial.

Debido a su forma, este ligamento se llama **ligamento deltoideo**. Consiste en cuatro haces de fibras que se superponen de manera parcial. Las conexiones del ligamento con los huesos calcáneo y navicular pasan sobre las articulaciones superior (astragalocrural) e inferior (subastragalina y astragalocalcaneonavicular). Las conexiones tibioastragalinas sólo estabilizan la articulación superior del tobillo.

### **Parte tibiocalcánea del ligamento deltoideo**

Este ligamento se extiende desde la punta del maleolo medial al sustentáculo del astrágalo y se conecta con el ligamento calcaneonavicular plantar. Tiene un trayecto vertical y es el componente más fuerte de los ligamentos superficiales. Es más ancho en la parte inferior (1 cm en el maleolo y 1.5 cm en la inserción); mide alrededor de 2 a 3 cm de largo y 3 mm de grosor.

### **Parte tibionavicular del ligamento deltoideo**

Se extiende desde el borde anterior del maleolo medial hasta la superficie superior y medial del hueso navicular. Además, las fibras se dirigen al ligamento plantar calcaneonavicular. Las fibras componentes anteriores casi se superponen a la parte tibioastragalina anterior, más profunda.

### **Parte tibioastragalina anterior del ligamento deltoideo**

Las fibras profundas se encuentran justo sobre la cápsula y se fusionan con ella. Se extienden casi en dirección horizontal desde la parte anterior del maleolo al cuello astragalino posterior, junto a la línea de inserción de la cápsula.

En contraste, las fibras superficiales continúan un trayecto más inclinado hacia abajo, a la parte medial del cuello del astrágalo.

### **Parte tibioastragalina posterior del ligamento deltoideo**

Las fibras profundas se extienden en dirección inferoposterior desde la superficie posterior del maleolo medial y se insertan junto a la cápsula en el tubérculo medial de la apófisis astragalina posterior. Se encuentran justo sobre la cápsula y miden alrededor de 1.5 cm de largo y ancho. Con un espesor de 1 cm,

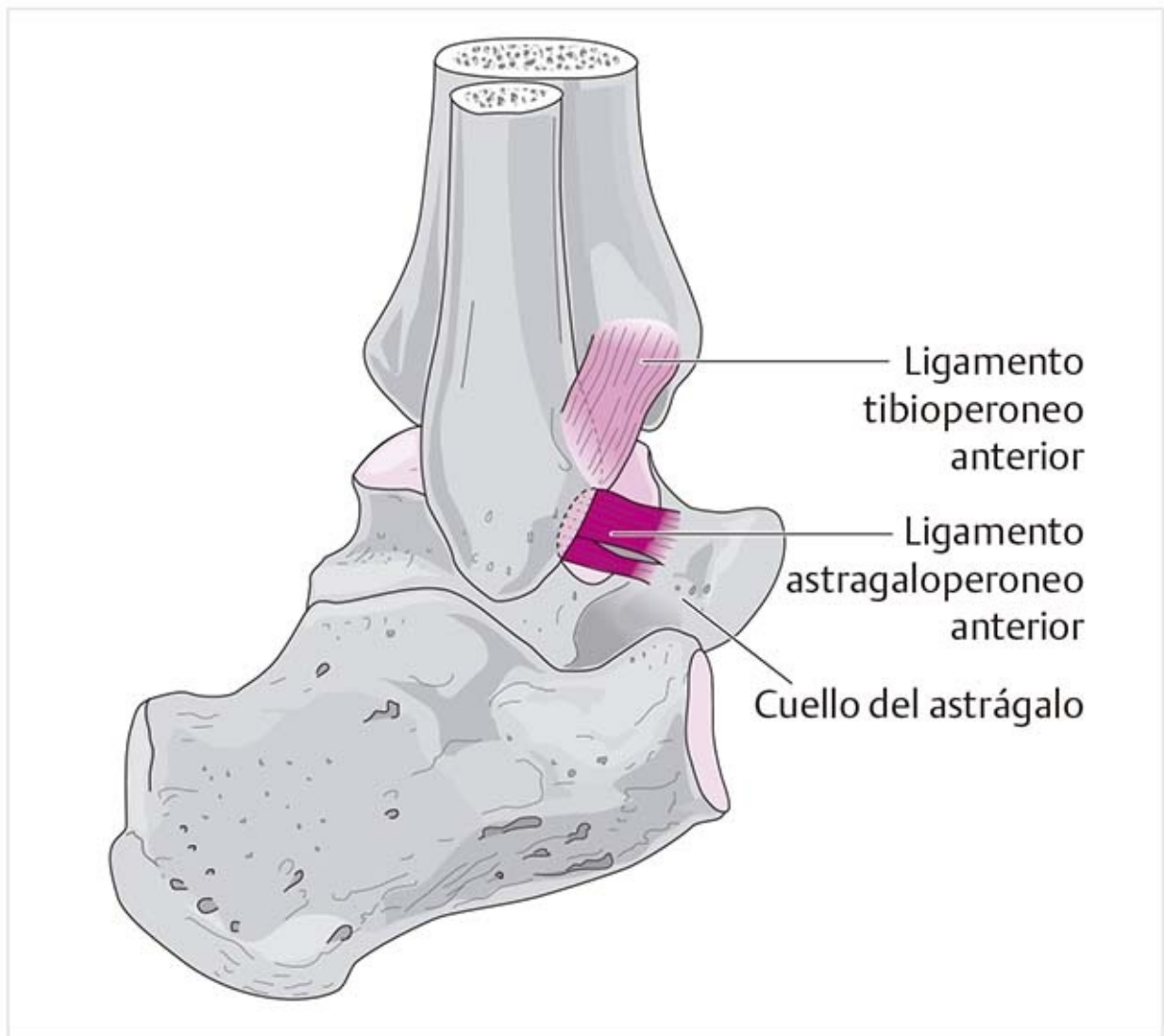
éste es el ligamento más grueso y la parte más fuerte de todo el complejo ligamentoso medial.

Por el contrario, las bandas ligamentosas superficiales no son tan gruesas, pero son más largas porque se extienden hasta el extremo posterior del tubérculo intercondíleo medial.

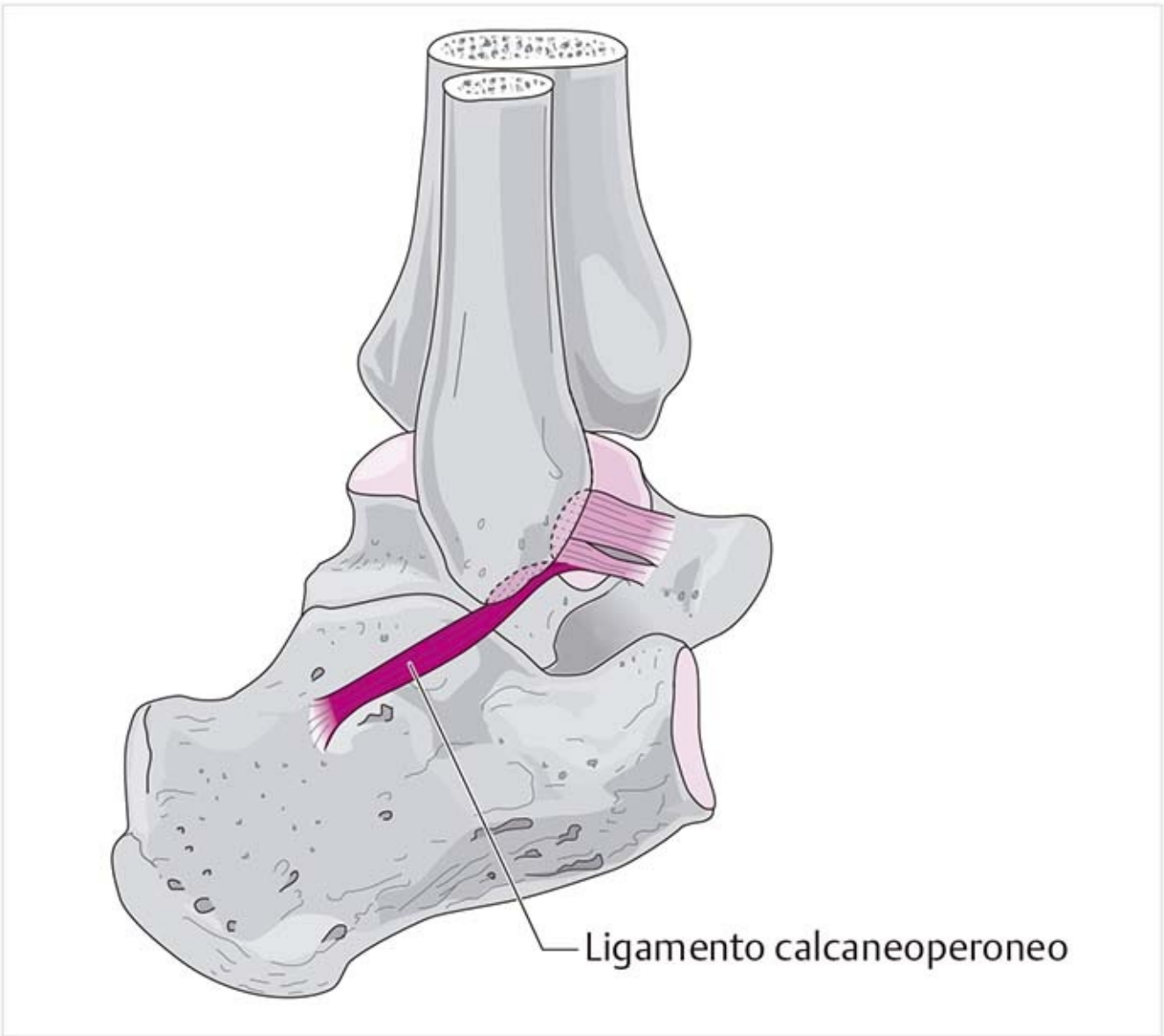
**Función de los ligamentos.** Estabilizan la parte medial y previenen un desplazamiento lateral del astrágalo. Las partes anterior y posterior de los ligamentos limitan el movimiento del astrágalo hacia delante y atrás.

Las partes profundas del ligamento tibioastragalino posterior y las partes tibiocalcáneas del ligamento deltoideo limitan la dorsiflexión. Las partes superficiales de los ligamentos tibioastragalino anterior y tibionavicular limitan la flexión plantar; y la parte tibiocalcánea del ligamento deltoideo limita la eversión del calcáneo.

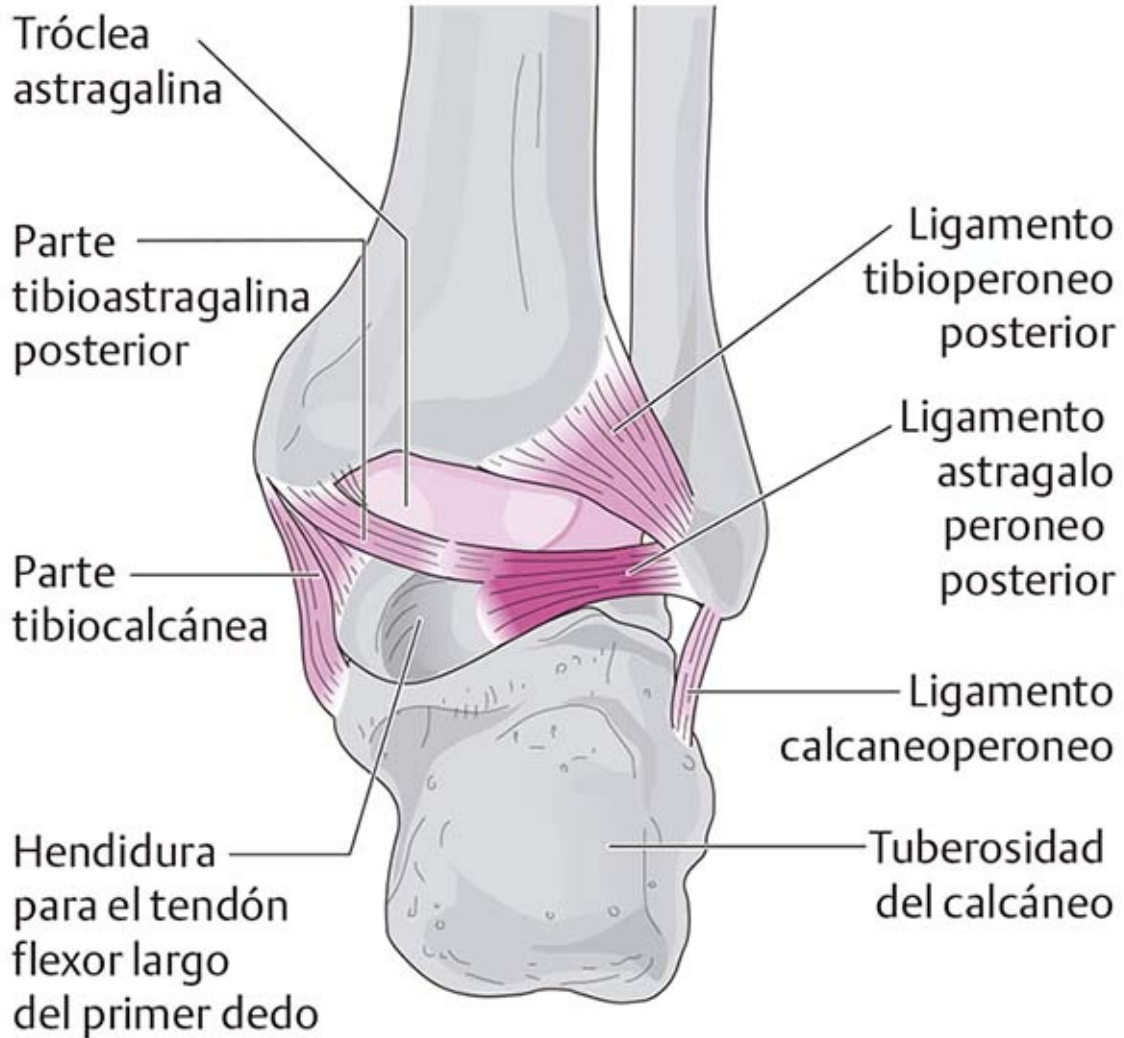
### **Ligamento lateral del tobillo (figuras 10-60 a 10-63)**



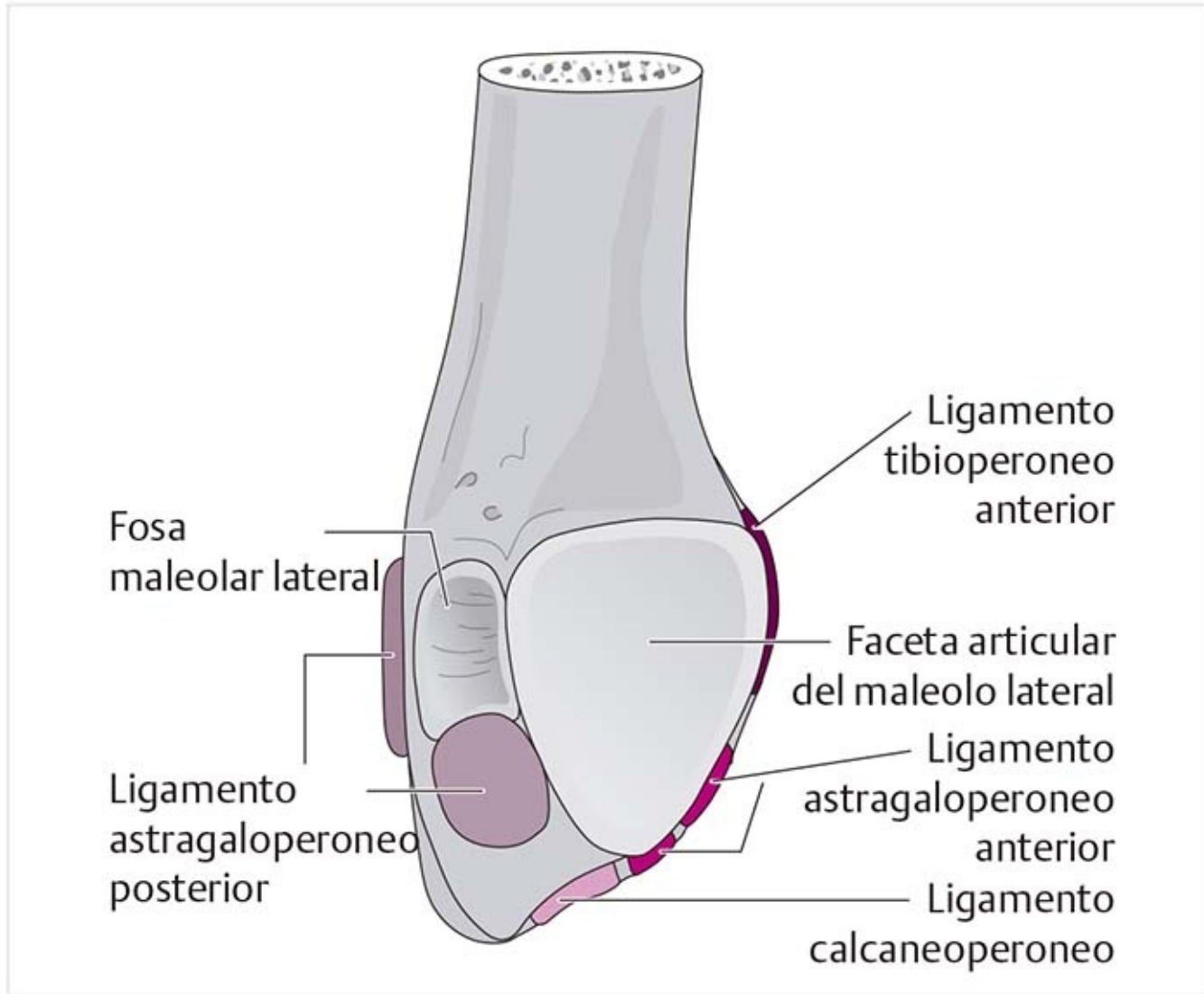
**Figura 10-60.** Ligamento astragaloperoneo anterior.



**Figura 10-61.** Ligamento calcaneoperoneo.



**Figura 10-62.** Ligamento astragalooperoneo posterior.



**Figura 10-63.** Inserciones de los ligamentos en la cara interna del peroné distal.

El ligamento lateral tiene gran interés clínico porque es muy proclive a la lesión.

### **Ligamento astragaloperoneo anterior (figura 10-60)**

El ligamento mide 1.5 a 2 cm de longitud. La banda superior de fibras es más grande y fuerte que la inferior. Pequeños vasos sanguíneos pasan por el espacio entre las dos partes.

El ligamento se origina adelante y abajo de la faceta articular del maleolo lateral. La parte superior tiene conexión con el ligamento tibioperoneo anterior y la parte inferior con el ligamento calcaneoperoneo.

La inserción del ligamento se encuentra en el cuerpo del astrágalo, justo adyacente a la inserción de la cápsula, con la que se une.

En la posición neutral tiene un trayecto casi horizontal. Se estira con la flexión plantar y asume una orientación oblicua de superior-lateral-posterior a inferior-medial-anterior.

### **Ligamento calcaneoperoneo (figura 10-61)**

El ligamento mide cerca de 3 cm de longitud y 3 mm de grosor. Se origina en el borde inferior de la faceta articular del maleolo lateral y continúa en dirección posteroinferior hasta una zona áspera en el lado externo del calcáneo (**tuberosidad del ligamento calcaneoperoneo**). Esta tuberosidad es posterior y un poco superior a la tróclea del peroné.

Los tendones de los músculos peroneos cruzan sobre el ligamento. Hay una superficie deslizante entre el músculo y el ligamento. Unas cuantas fibras se entrelazan con la vaina del tendón, razón por la que este

ligamento experimenta más tensión cuando se tensan los músculos peroneos.

El ligamento calcaneoperoneo cruza sobre la articulación astragalotarsiana y queda separada de ésta por el ligamento astragalocalcáneo lateral, que pasa sobre la articulación. Existe tejido adiposo entre los dos ligamentos.

El ligamento se tensa con una posición en valgo del calcáneo, con la eversión y la dorsiflexión.

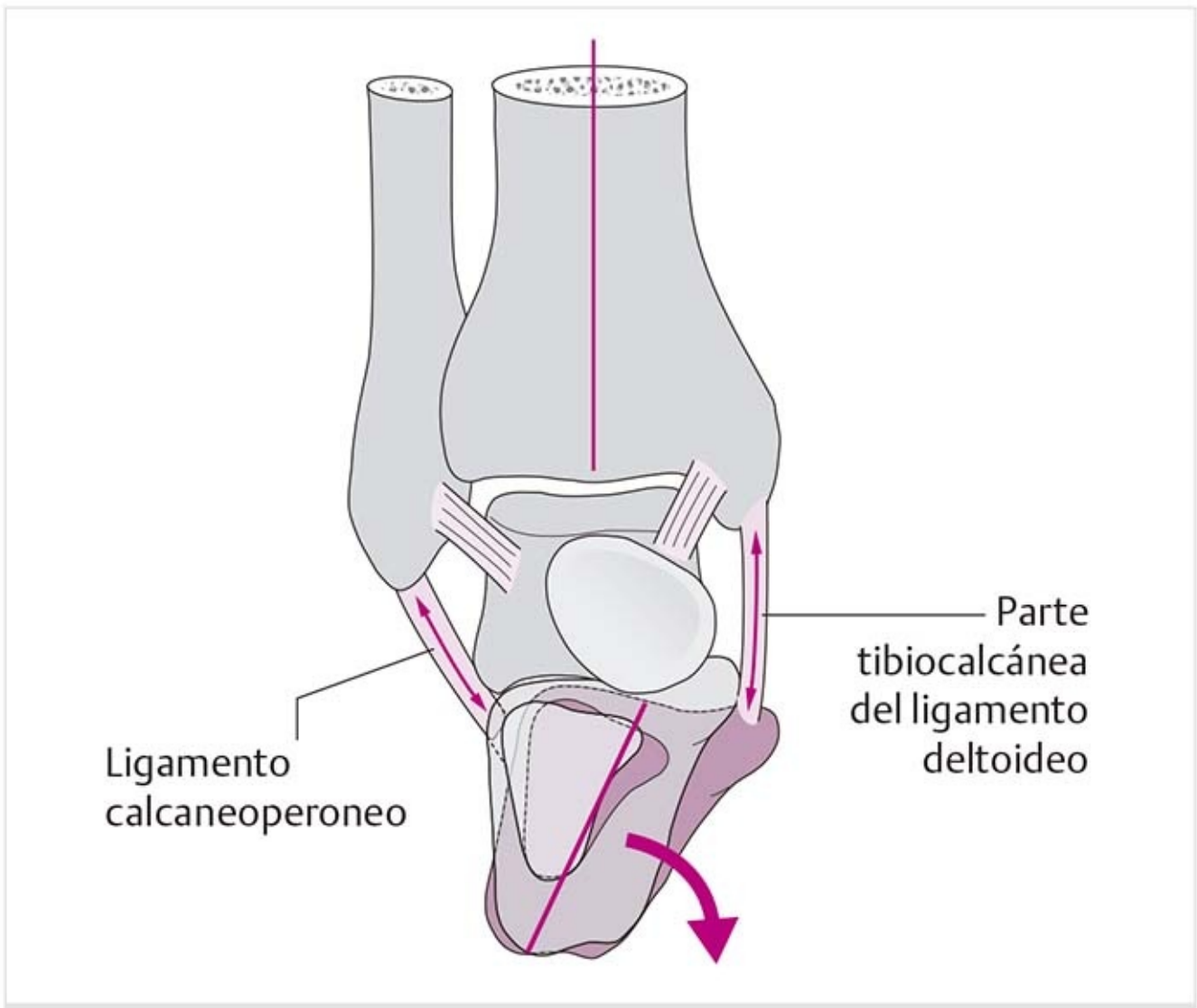
### **Ligamento astragaloperoneo posterior (figura 10-62)**

Éste es un ligamento muy fuerte que se extiende desde el peroné hasta su inserción en el astrágalo. Adopta un trayecto horizontal y mide cerca de 3 cm de longitud y 5 a 8 mm de grosor. El sitio de origen en el peroné es inferior y posterior en la fosa maleolar. Sus fibras tienen trayectos variables. Las fibras cortas se insertan en una pequeña hendidura adyacente a la faceta maleolar lateral del astrágalo. Las fibras largas se insertan en el tubérculo lateral de la apófisis posterior del astrágalo. A partir de ahí, las fibras que discurren hacia arriba se extienden hacia la cara medial del pie, se conectan con las fibras más largas de la parte tibioastragalina posterior del ligamento deltoideo para formar un tipo de cabestrillo. Las fibras inferiores forman el piso del túnel para el tendón del músculo flexor largo del primer dedo.

#### **Funciones de los ligamentos:**

- El **ligamento astragaloperoneo anterior** se tensa con la flexión plantar. En particular, estabiliza la posición ensobre las puntas de los pies, ya que impide el desplazamiento medial y el desplazamiento anterior extremo del astrágalo. Con su extremo fijo en la parte distal, previene el desplazamiento posterior y la rotación externa del peroné.
- El **ligamento astragaloperoneo posterior** se tensa en la dorsiflexión y lentifica el desplazamiento posterior del astrágalo y por tanto del desplazamiento anterior de la pierna. Además, limita la rotación interna del peroné.
- El **ligamento calcaneoperoneo** estabiliza las articulaciones superior e inferior del tobillo en la parte lateral. Se tensa con la dorsiflexión y se relaja con la flexión plantar y en la posición en varo. En la posición en valgo del calcáneo, este ligamento y la conexión medial entre la tibia y el calcáneo se tensan. Esto ocurre porque la inclinación en valgo hace que el sitio de inserción del ligamento calcaneoperoneo en el calcáneo se desplace en dirección medial y el sitio de inserción de la parte tibioalcánea del ligamento deltoideo en el sustentáculo del astrágalo se desplace hacia abajo (**figura 10-64**).





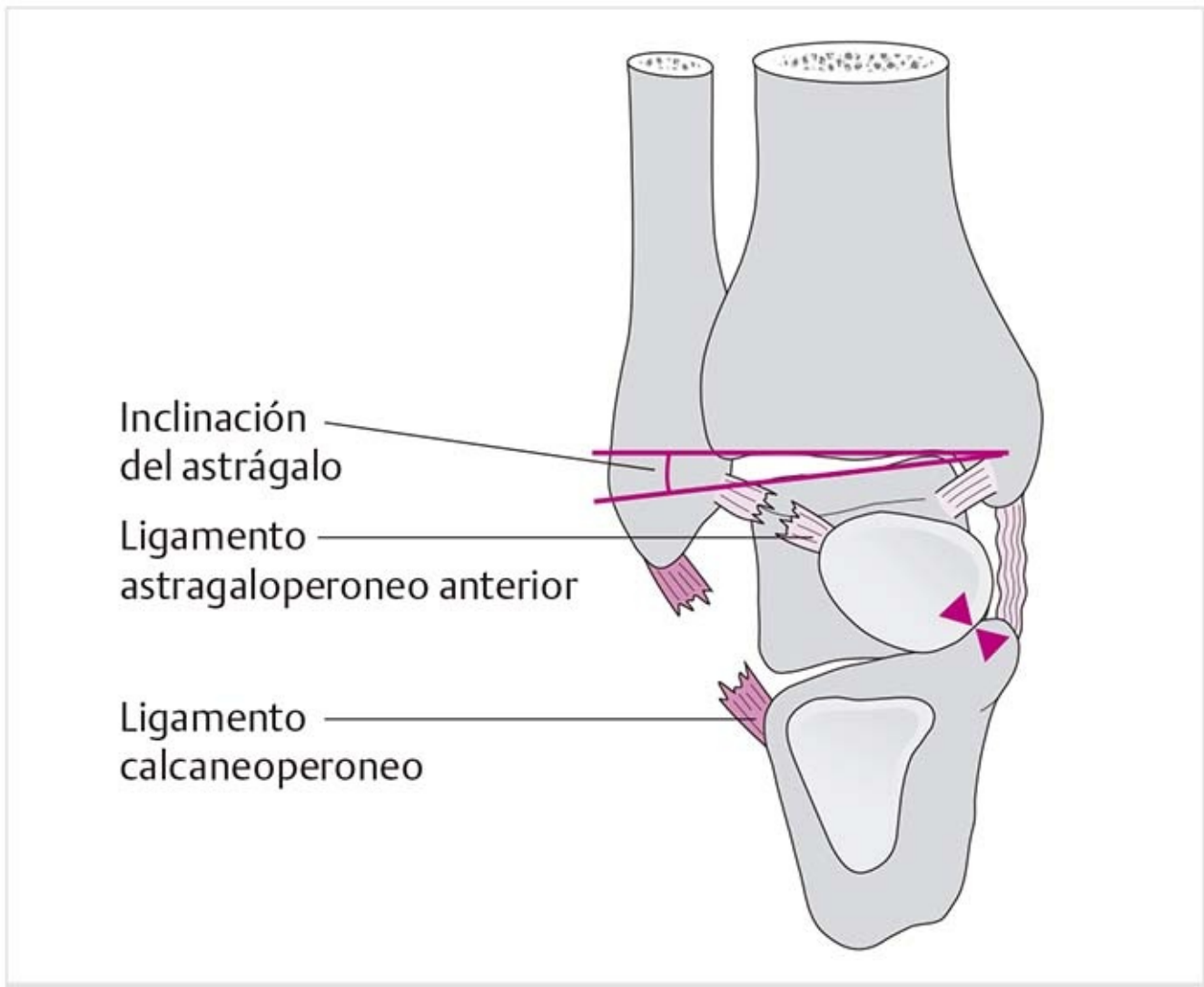
**Figura 10-64.** Tensión de los ligamentos al colocar el calcáneo en posición de valgo (vista anterior del pie derecho).

## Patología

### Traumatismo por supinación (figura 10-65)

En el traumatismo por distorsión, que casi siempre ocurre en la supinación, el ligamento astragaloperoneo anterior es el primero en desgarrarse. Cuando el estiramiento excesivo es grave, también se afecta el ligamento calcaneoperoneo, a menudo junto con desgarro de las vainas tendinosas de los peroneos. El astrágalo se inclina en dirección medial y el calcáneo se desplaza en dirección inferomedial, con lo que se separa de la punta del peroné. Además, se produce compresión entre el sustentáculo del astrágalo y el astrágalo, y esta convergencia hace que la parte tibiocalcánea del ligamento deltoideo se relaje.

El tratamiento es conservador con férula Aircast<sup>®</sup> o un zapato especial que previene la supinación y la abertura consecuencia de la articulación. En el tratamiento quirúrgico, los ligamentos pueden repararse con sutura. Si esto es imposible, puede practicarse una tenodesis con el tendón del músculo peroneo corto. Durante la reparación, el cirujano intenta replicar el trayecto natural de los ligamentos que se reemplazan.



**Figura 10-65.** Inclinación del astrágalo en la rotura de los ligamentos laterales con compresión de la región medial.

- ▶ Véase la sección 10.6, Estabilización de las articulaciones del tobillo.
- ▶ Véanse la sección 10.6, Estabilización de las articulaciones del tobillo, y la sección 10.15, Estructuras neurales del pie y el tobillo.

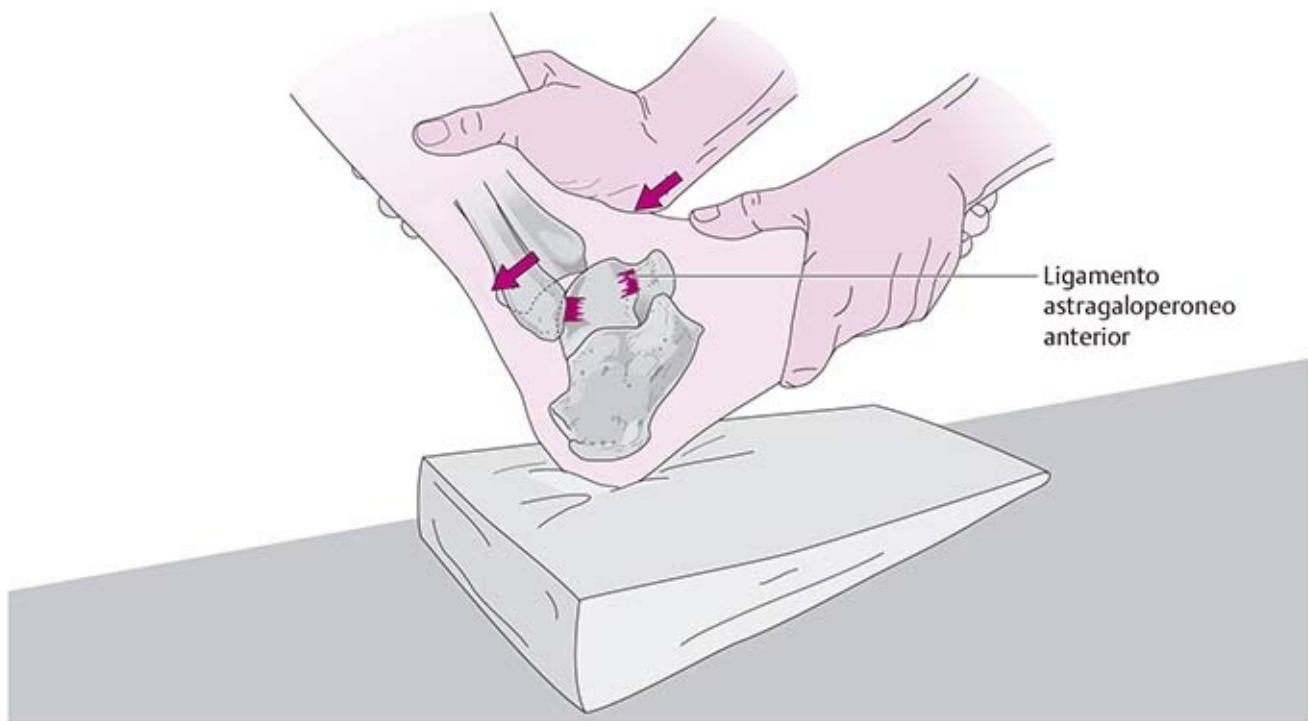
### Consejo práctico

#### Exploración de los ligamentos

En caso de rotura de tendones, para valorar la separación articular del astrágalo se fija la mortaja del tobillo y se inclina el astrágalo en sentido medial. Para realizar esta prueba es importante comparar los lados izquierdo y derecho, ya que las personas tienen grados distintos de tensión o laxitud de ligamentos y esto hace que la distancia que puede inclinarse el astrágalo sea diferente. Una prueba más aporta información sobre la capacidad del astrágalo para moverse hacia delante (o de la pierna para moverse hacia atrás). En una rotura del ligamento astragaloperoneo, la pierna puede desplazarse hacia atrás y esto puede verse muy bien cuando se comparan los lados derecho e izquierdo (**figura 10-66**).

#### Tratamiento del traumatismo por supinación

En el tratamiento de este trastorno es crucial aumentar la fuerza de los músculos peroneos porque pueden inhibir la supinación. El énfasis aquí radica en la terapia de coordinación, por ejemplo con superficies de soporte móviles, como las tablas de equilibrio.



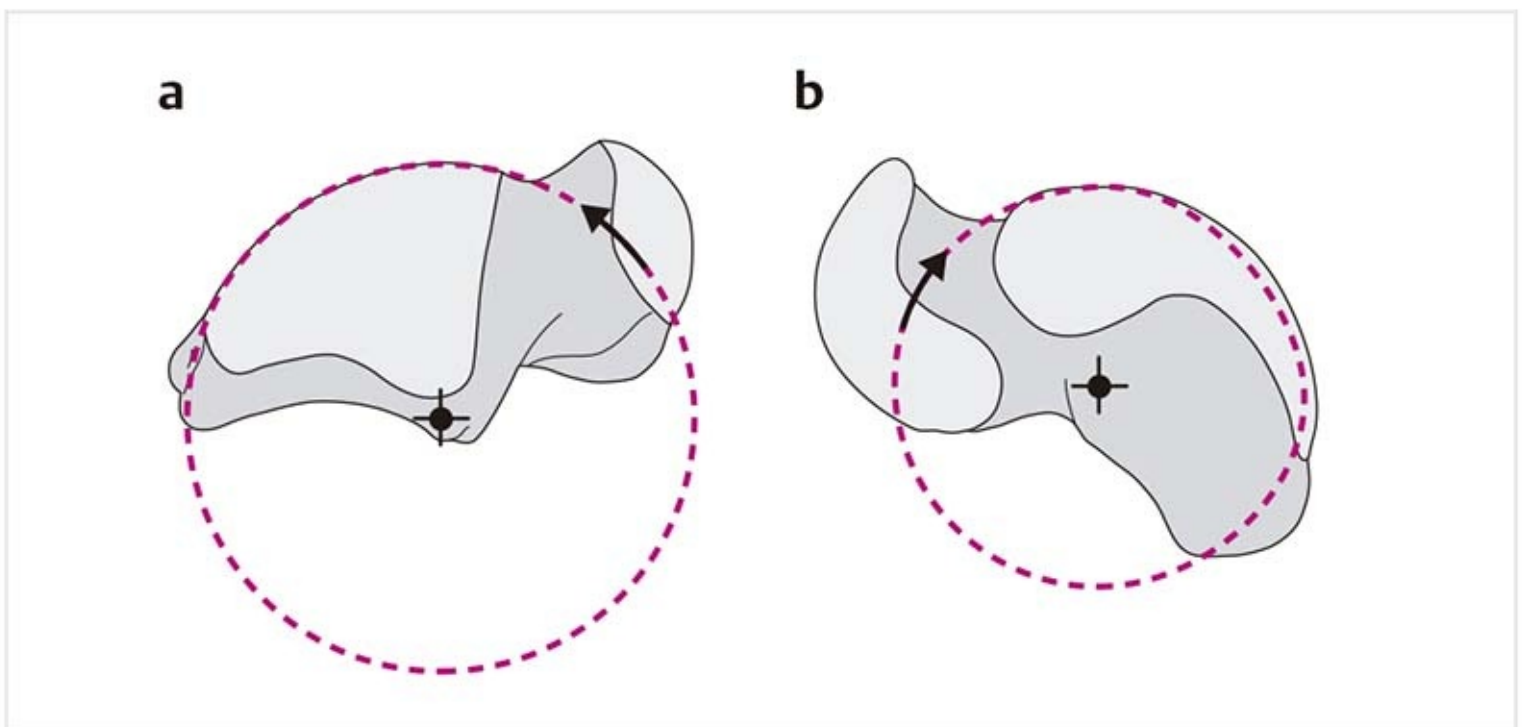
**Figura 10-66.** Prueba de estabilidad para el ligamento astragalo-peroneo anterior.

### 10.3.5 Ejes de movimiento y movimientos

#### Ejes

El movimiento en la articulación astragalocrural puede describirse con múltiples ejes momentáneos. Sin embargo, hay muchas diferencias que dependen del tipo de pie.

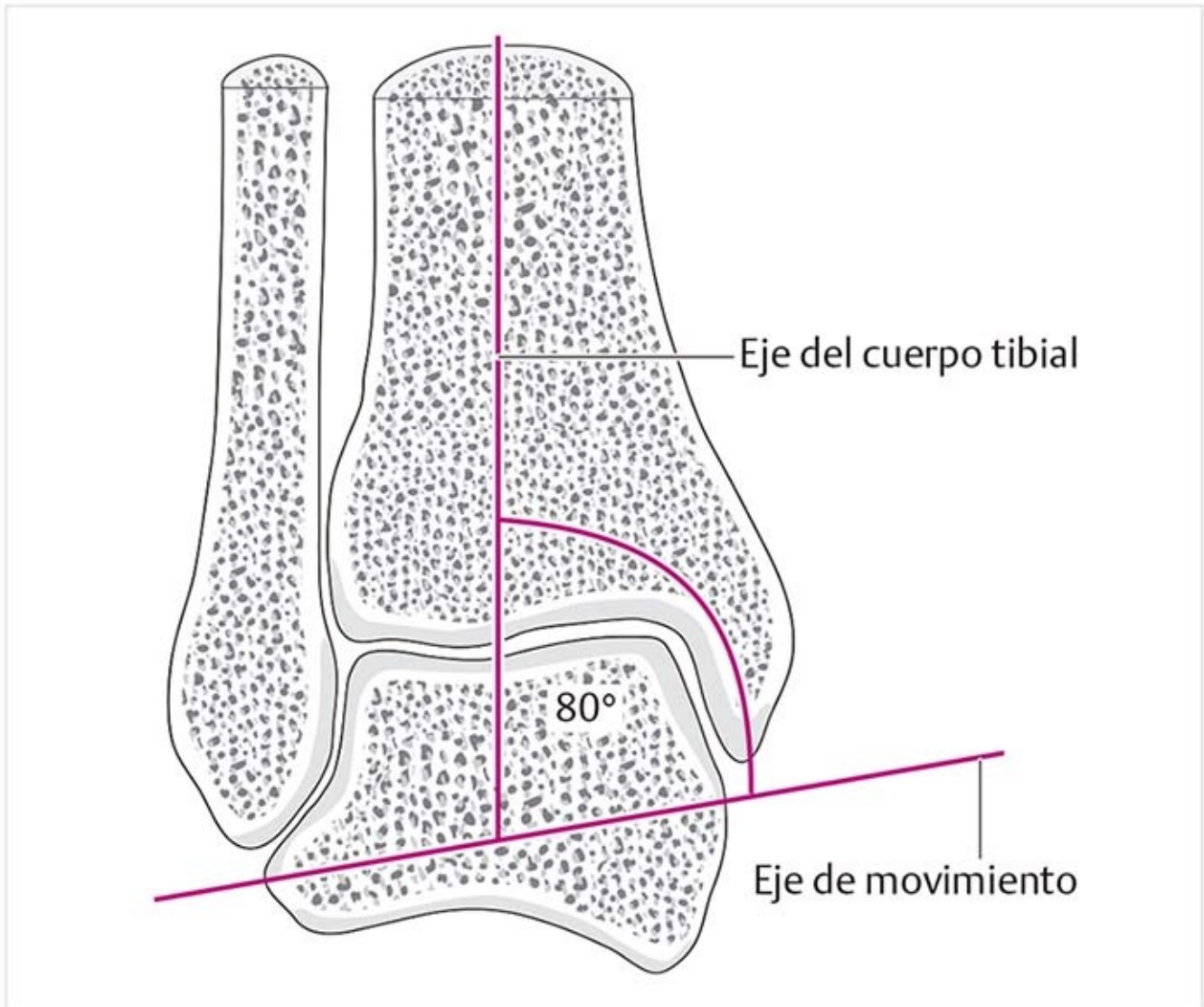
El eje de compromiso (**figura 10-67**) que basta para fines clínicos se encuentra en el astrágalo, a unos 5 mm debajo de la punta del maleolo medial, y 3 mm inferior y 8 mm anterior a la punta del maleolo lateral.



**Figura 10-67.** Eje de movimiento de la articulación astragalocrural (superior del tobillo) en el plano sagital en dorsiflexión. **(a)** Vista lateral. **(b)** Vista medial.

Se proyecta de anterior-medial-distal a posterior-lateral-distal, por lo que tiene orientación oblicua. En

el plano frontal forma un ángulo de  $80^{\circ}$  a  $82^{\circ}$  con el eje del cuerpo de la tibia (**figura 10-68**).

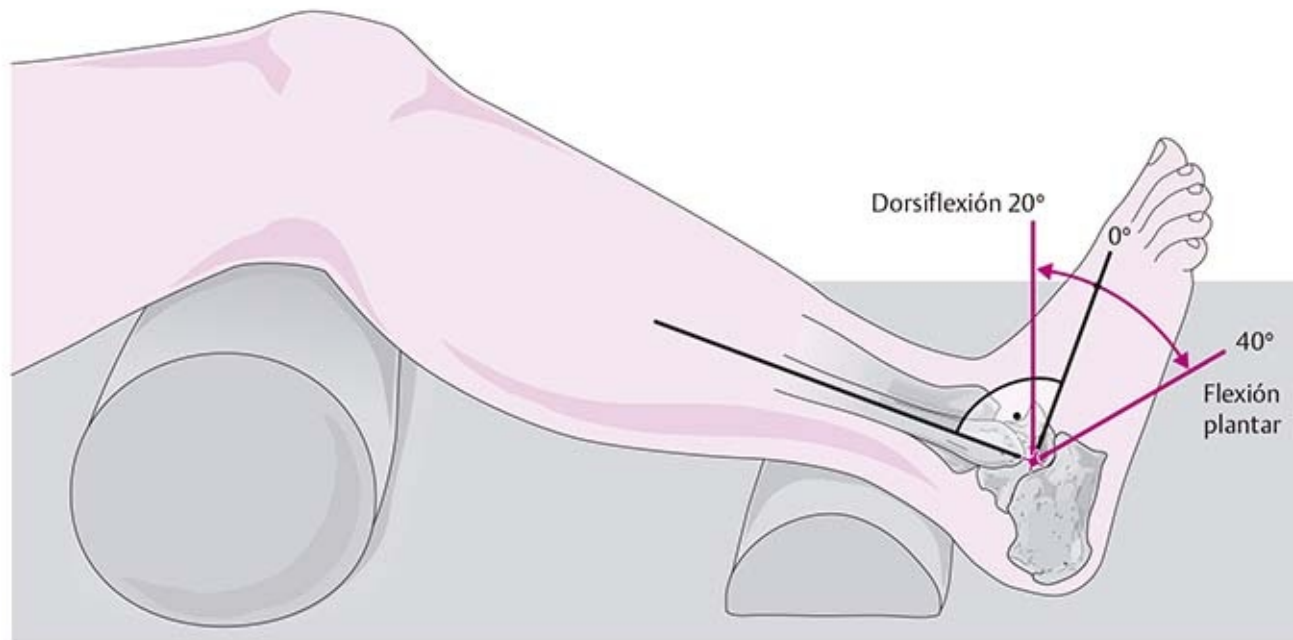


**Figura 10-68.** Orientación del eje de movimiento de la articulación astragalocrural en el plano frontal.

En la vista transversal forma un ángulo de  $20^{\circ}$  con el plano frontal que se abre en dirección medial.

## **Movimientos**

***Dorsiflexión/flexión plantar (figura 10-69)***



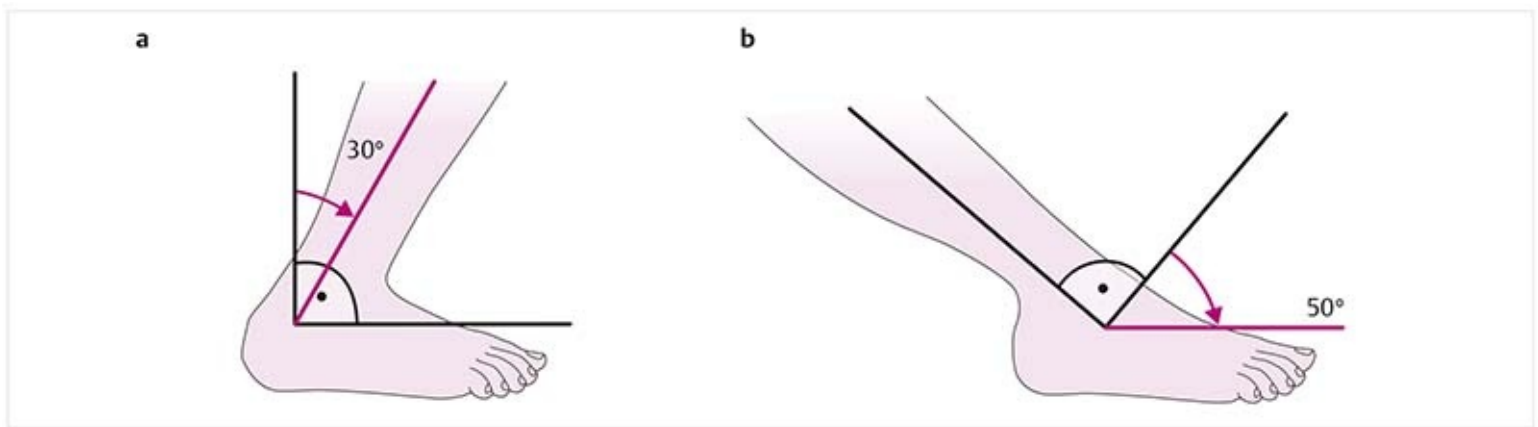
**Figura 10-69.** Movimientos de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural): dorsiflexión, flexión plantar.

Activa: 20°/40°, respectivamente, desde la posición neutral.

En dorsiflexión, el astrágalo se desliza hacia atrás en un arco; en la flexión plantar se desliza hacia delante.

Cuando se considera el pie como unidad durante la dorsiflexión y la flexión plantar, los movimientos parecen más extensos. Los valores representados aquí sólo se relacionan con los movimientos entre el astrágalo y la pierna, por lo que son significativamente menores que el movimiento combinado del pie completo.

Pasiva: 30°/50°, respectivamente, desde la posición neutral (**figura 10-70**).



**Figura 10-70.** Movimientos pasivos de la articulación astragalocrural con el extremo fijo en la parte distal. (a) Dorsiflexión. (b) Flexión plantar.

Con el extremo fijado en el pie sobre el piso, la movilidad se incrementa al menos 10° en cada dirección.

La elasticidad al final de ambos movimientos es firme porque los movimientos están limitados por los ligamentos.

### Consejo práctico

#### Medición de la dorsiflexión

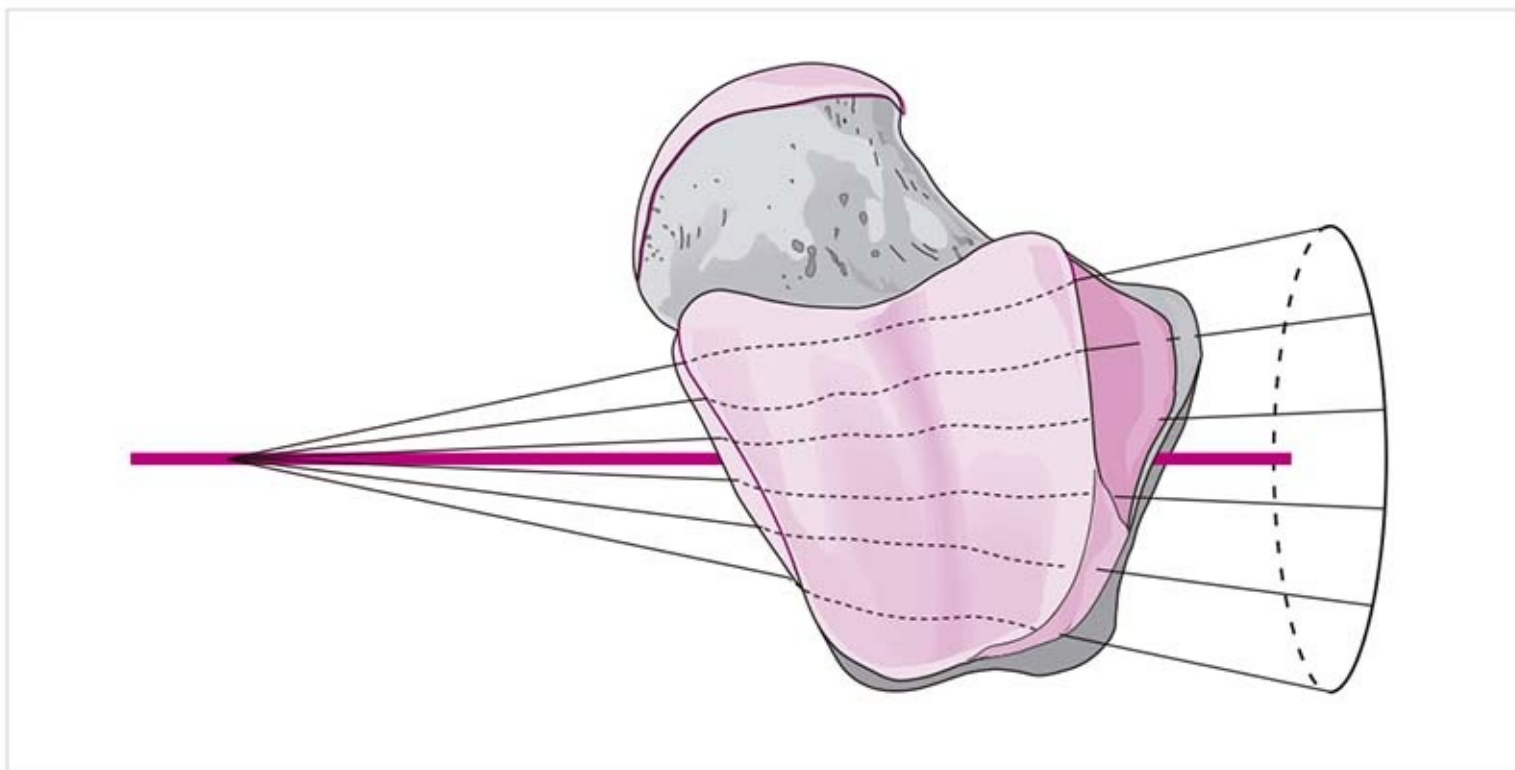
Cuando se mide la dorsiflexión, debe tomarse en cuenta la limitación de la movilidad causada por estiramiento del músculo gastrocnemio. Por lo tanto, la medición de la articulación del tobillo debe realizarse con la rodilla flexionada, lo que acorta el músculo.

#### Movimientos combinados

El radio de curvatura del margen del rollo lateral de la tróclea astragalina crea un círculo. El borde medial muestra un menor radio de curvatura en la parte anterior que en la

superior. Por consiguiente, la tróclea astragalina forma un cono con la punta en dirección medial (**figura 10-71**). Debido a su configuración anatómica, la parte lateral de la tróclea astragalina se aleja más de la zona medial.

Sin embargo, los movimientos se acoplan con un pequeño componente rotatorio. En la dorsiflexión, el astrágalo gira hacia fuera cerca de 5° en relación con la pierna. En la flexión plantar gira hacia dentro.



**Figura 10-71.** Representación de la tróclea astragalina en la forma de un cono.

### ***Posición trabada***

La **posición cerrada** es la dorsiflexión, en la cual la parte anterior ancha de la tróclea se ajusta entre los lados de la mortaja del tobillo. Con esto, los maleolos se separan y las conexiones ligamentosas con el astrágalo quedan a tensión, como el área de sindesmosis.

### ***Posición de reposo***

La posición más relajada de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural) y sus estructuras circundantes es una flexión plantar aproximada de 10°.

## **10.4 Articulación tibioperonea**

### **10.4.1 Estructuras óseas y superficies articulares de la sindesmosis tibioperonea**

- Constituye la conexión distal entre la tibia y el peroné.
- La **muesca peronea** en la tibia establece la conexión sindesmótica con el peroné. No está cubierta con cartílago y es un poco cóncava.
- Entre los dos huesos existe un pliegue sinovial de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural).
- El peroné no tiene una superficie correspondiente a la muesca peronea, que por consiguiente hace contacto con una pequeña sección de la diáfisis peronea.

### **10.4.2 Ligamentos de la sindesmosis tibioperonea (figura 10-72)**

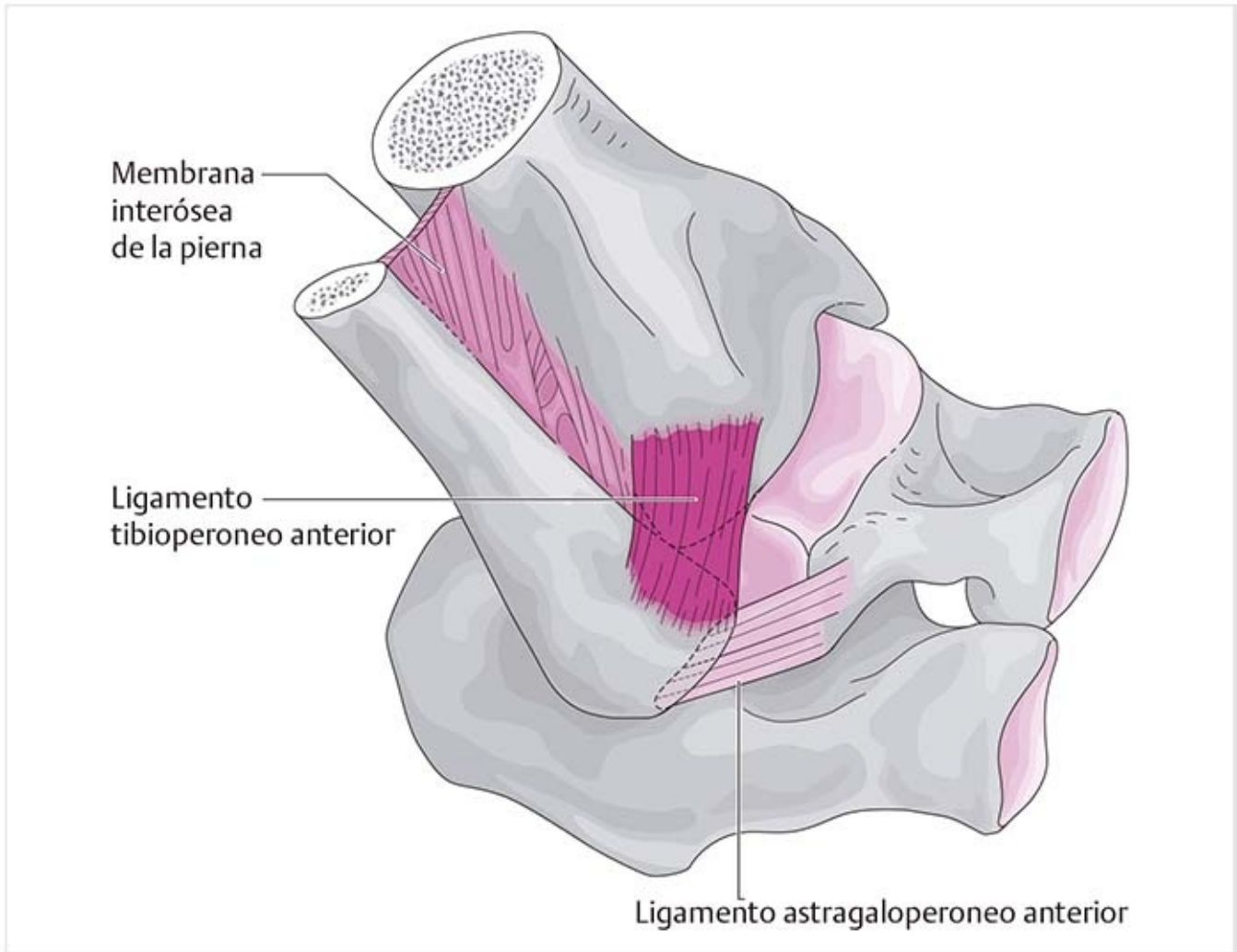
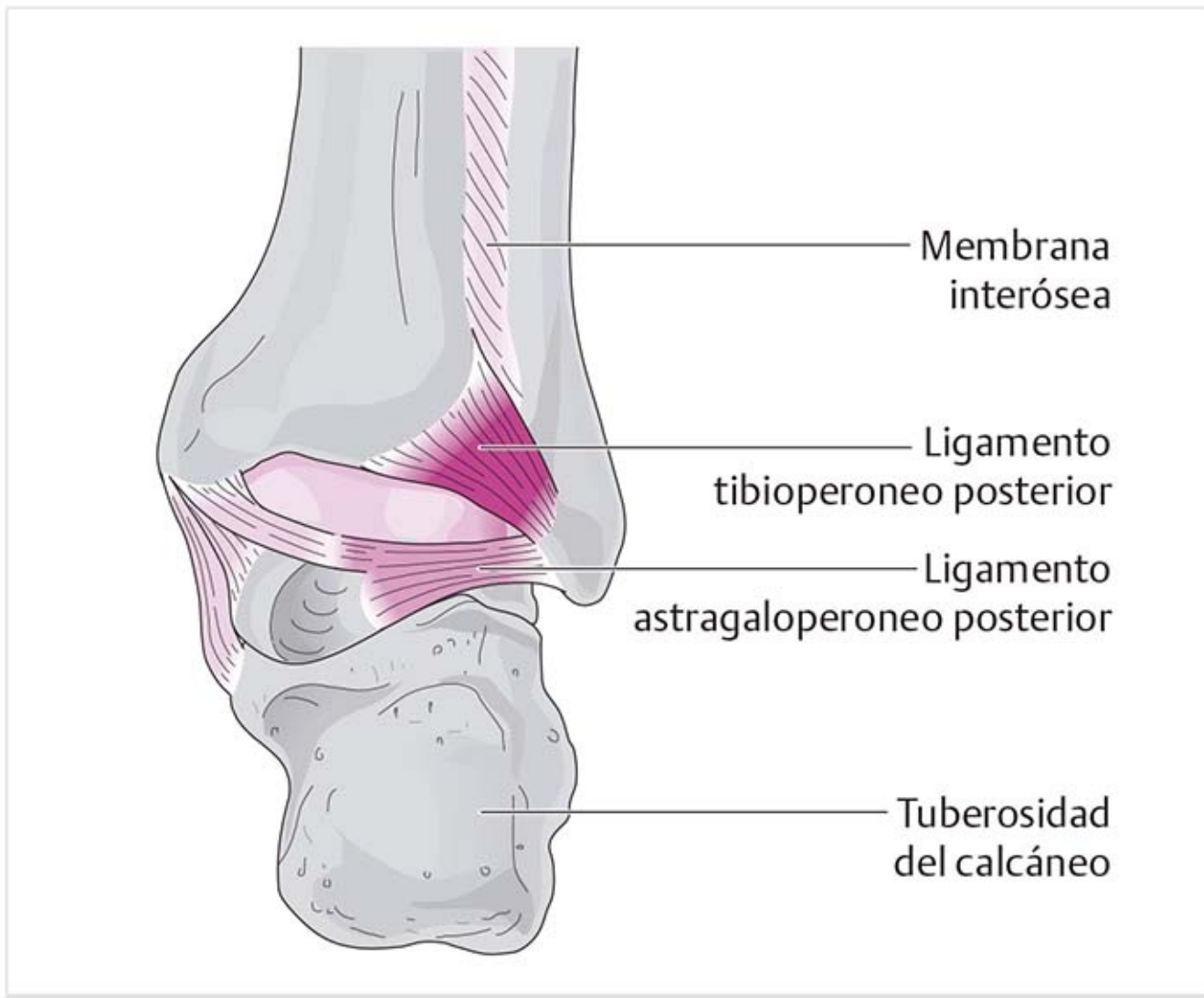


Figura 10-72. Ligamento tibioperoneo anterior (vista superolateral).

### **Ligamento tibioperoneo anterior**

Éste es un ligamento rectangular con dirección oblicua de superomedial a inferolateral. Se extiende sobre el borde anterior de la tróclea del astrágalo y quizá forme una pequeña faceta articular ahí.

### **Ligamento tibioperoneo posterior (figura 10-73)**



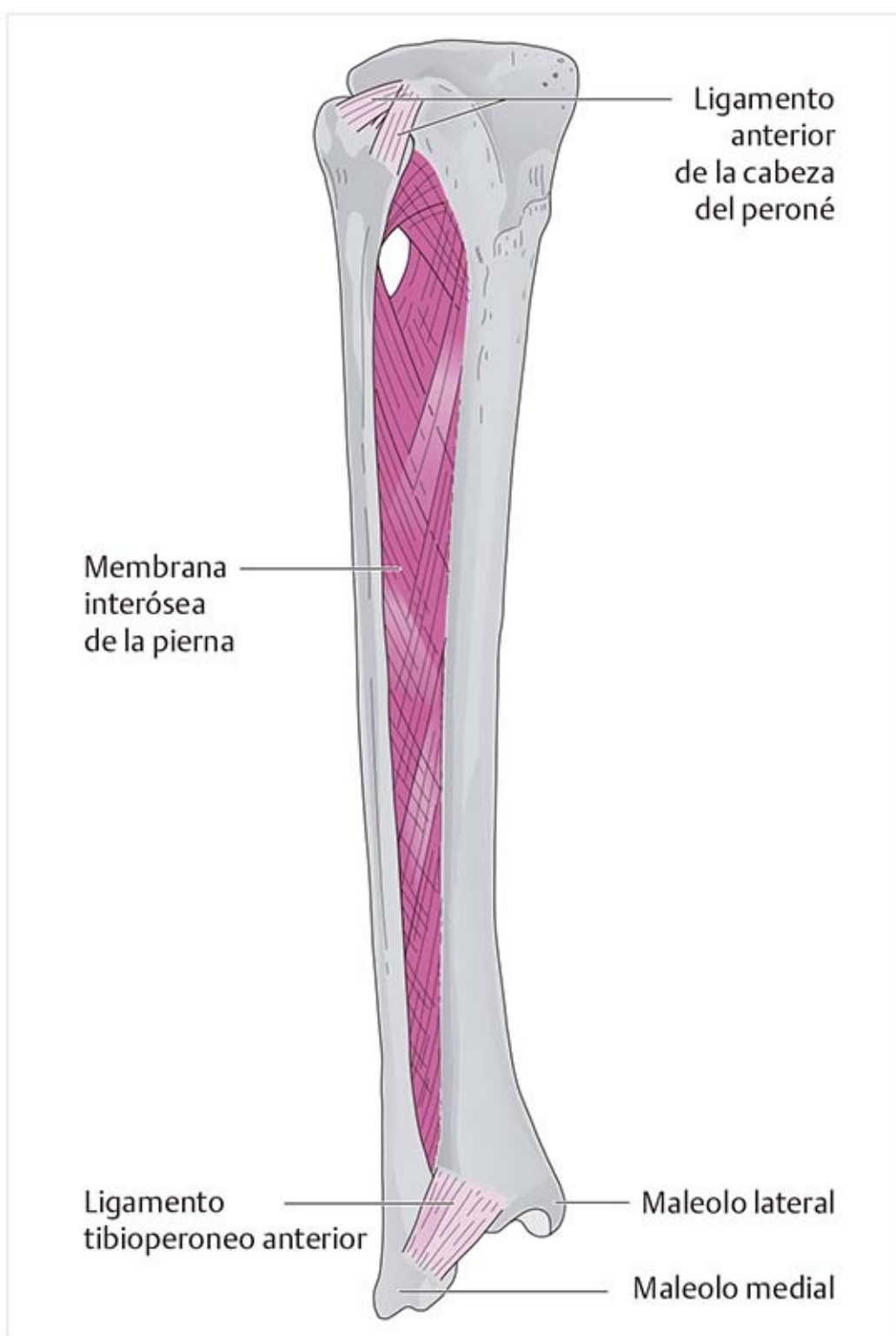
**Figura 10-73.** Ligamento tibioperoneo posterior, fibras superficiales (vista posterior).

Se divide en fibras profundas y superficiales. Algunas de las fibras profundas son horizontales, mientras que otras son oblicuas de superomedial a inferolateral o, de manera más precisa, del borde posteroinferior de la muesca peronea a la parte posteroinferior de la fosa maleolar lateral. Las partes más profundas establecen contacto con el borde posterolateral de la tróclea del astrágalo, donde existe una faceta triangular, la **faceta de Fawcett**.

Las fibras superficiales poseen un trayecto ligeramente oblicuo, del borde posterosuperior de la muesca peronea al borde posterior del maleolo lateral. Estas fibras se conectan en la parte distal con la cápsula de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural) y la parte superior del ligamento astragaloperoneo posterior.

### 10.4.3 Membrana interósea de la pierna (figura 10-74)





**Figura 10-74.** Membrana interósea de la pierna (vista anterolateral).

La membrana consiste en bandas tensas de tejido conectivo que se extienden desde el borde interóseo de la tibia con dirección oblicua distal al borde correspondiente del peroné. Otras fibras discurren a través de estas bandas en sentido contrario.

En la parte superior existe una abertura grande para los vasos tibiales anteriores, que en esta parte discurren de atrás hacia delante. Una abertura estrecha en la parte distal permite el paso de las ramas de los vasos peroneos que discurren en la parte posterior.

La membrana tiene una importante función estabilizadora, dado que mantiene juntos los dos huesos de la pierna. También sirve como sitio de origen para muchos músculos del pie.

### 10.4.4 Estructuras óseas y superficies articulares de la articulación

## tibioperonea superior (figura 10-75)

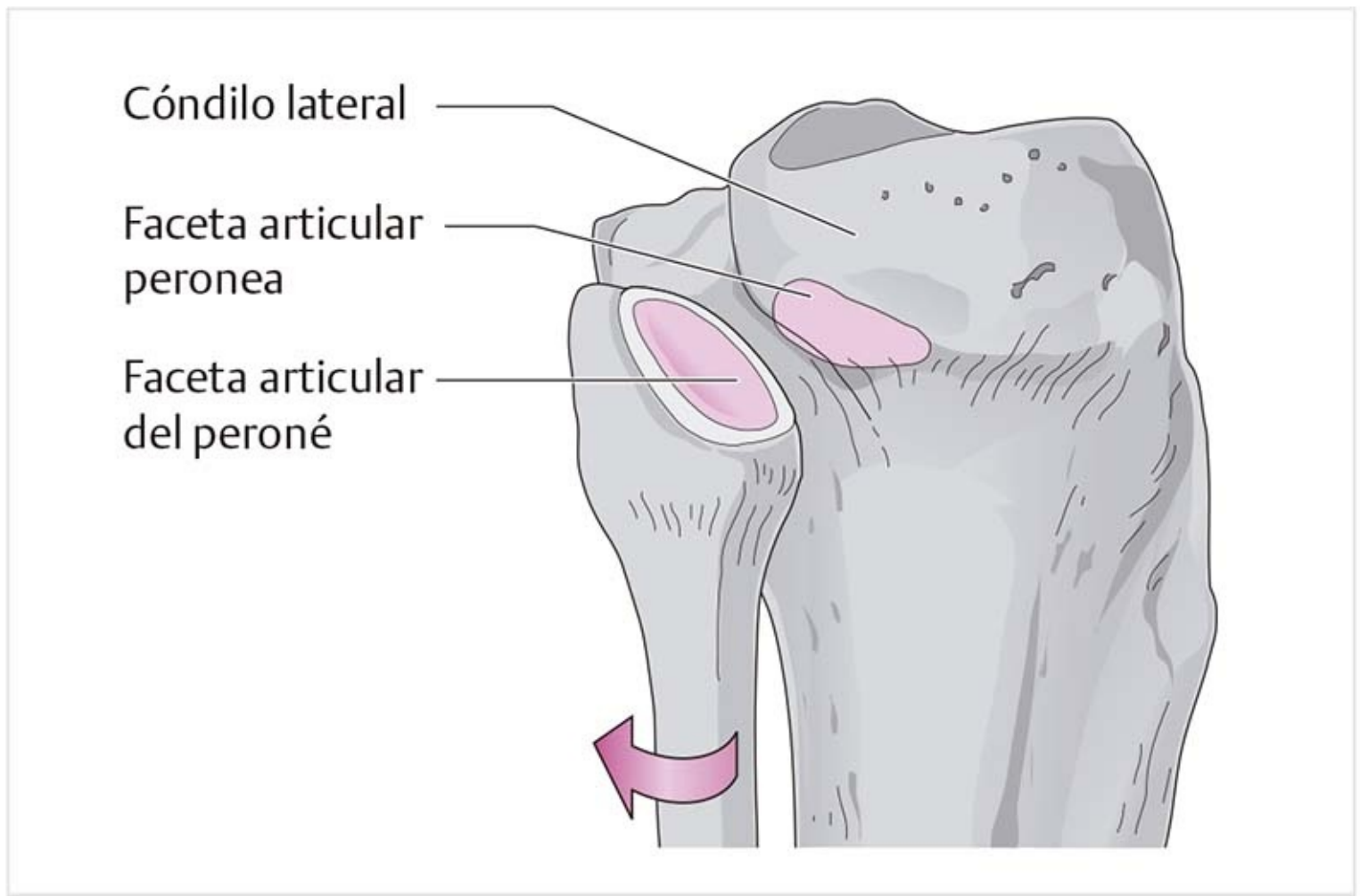


Figura 10-75. Articulación tibioperonea superior (vista posterolateral, peroné girado hacia fuera).

### Tibia proximal

- La **faceta articular peronea de la tibia** es un poco convexa.
- La superficie articular está dirigida en posición posterior-lateral-inferior.
- Se encuentra debajo de la meseta tibial lateral.

### Peroné proximal

- La **faceta articular del peroné** es un poco cóncava.
- La superficie articular tiene dirección superior-medial-anterior, por lo que las superficies articulares para los movimientos deslizantes tienen un ángulo de  $60^\circ$  con el plano sagital que se abre hacia atrás.

### 10.4.5 Cápsula articular de la articulación tibioperonea superior

La cápsula está tensa y no tiene recesos; se comunica con el receso suboplíteo, a través del cual hay una conexión con la articulación de la rodilla.

► Véase la sección 9.3, Articulación de la rodilla

### 10.4.6 Ligamentos de la articulación tibioperonea superior (figura 10-76)

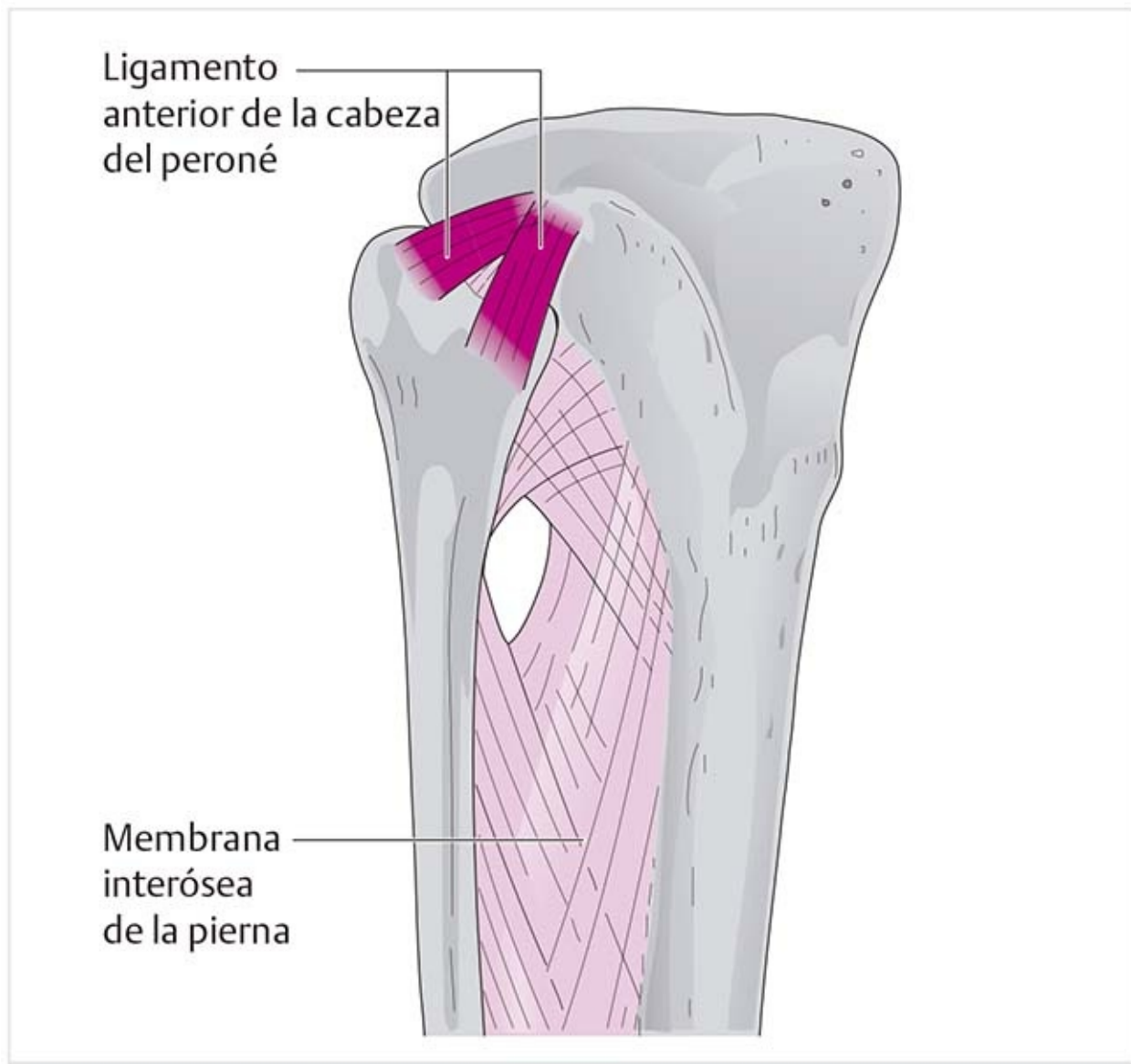


Figura 10-76. Ligamento anterior de la cabeza del peroné.

### **Ligamento anterior de la cabeza del peroné**

El ligamento se divide en dos partes. Las fibras proximales son cortas y se unen con la cápsula de la articulación de la rodilla. Se dirigen de la punta del peroné a la tibia en un trayecto casi horizontal. Unas cuantas fibras del músculo poplíteo siguen hasta la parte proximal del ligamento.

Las fibras más largas se extienden desde la tibia en dirección oblicua inferolateral y se insertan en la parte anteroinferior del peroné.

### **Ligamento posterior de la cabeza del peroné**

Este ligamento es delgado y se extiende desde la parte posterior de la cabeza del peroné en dirección oblicua superomedial hasta el cóndilo lateral de la tibia.

### **10.4.7 Eje de la articulación tibioperonea superior**

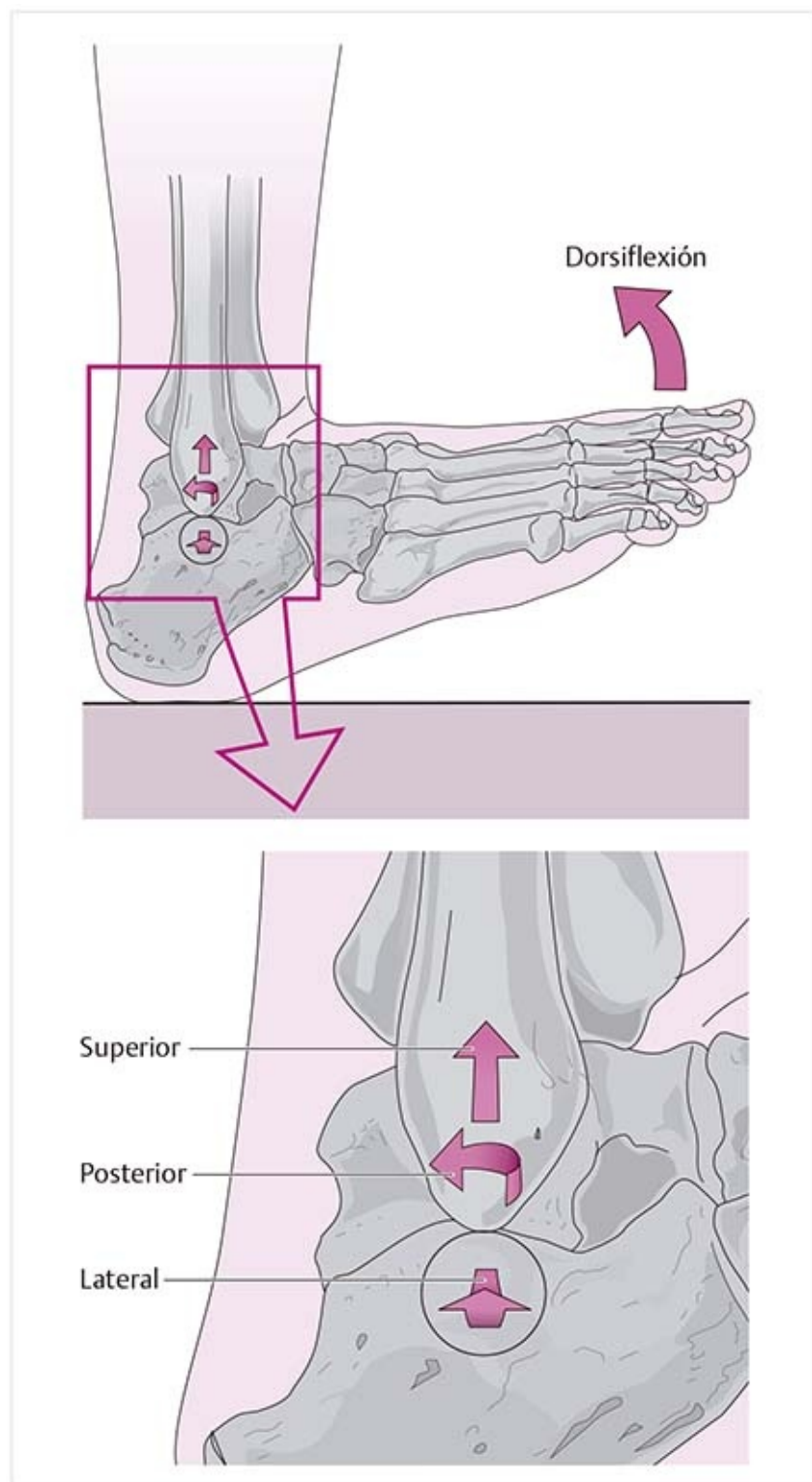
No puede determinarse un eje de movimiento en este sitio. Los movimientos de deslizamiento en esta articulación ocurren en direcciones superomedial, anterolateral, posterosuperior e inferior.

### **10.4.8 Mecánica de las conexiones tibioperoneas**

Las conexiones tibioperoneas deben considerarse un complejo articular porque el desplazamiento sólo puede ocurrir en la sindesmosis si también existe movimiento en la articulación proximal. Un movimiento

del pie produce una combinación tridimensional compulsiva de movimientos.

Durante la dorsiflexión pueden observarse los siguientes componentes en la articulación tibioperonea distal (**figura 10-77**):



**Figura 10-77.** Movimientos de traslación del peroné en la dorsiflexión.

- **Traslación peronea lateral**, ya que la forma del astrágalo abre la mortaja del tobillo.
- **Traslación peronea superior:** de igual manera, la tróclea anterior o astragalina ancha desplaza el peroné en dirección proximal. Un desplazamiento proximal puro produciría compresión en la articulación proximal porque la tibia se proyecta sobre el peroné a manera de techo. Por lo tanto, el movimiento proximal siempre ocurre en combinación con la traslación posterior.
- **Traslación peronea posterior** en forma de giro interno del peroné: como el ligamento tibioperoneo anterior se inserta en la parte externa del peroné y las partes profundas y fuertes del ligamento

tibioperoneo posterior se insertan en la parte interna, el peroné gira hacia dentro cuando los ligamentos se tensan.

La magnitud de las traslaciones peroneas es mínima, sólo de 1 a 2 mm. En comparación, el cambio en la anchura de la mortaja del tobillo es de 1.4 mm (Seiler, 1999).

En la **flexión plantar** se producen los movimientos recíprocos.

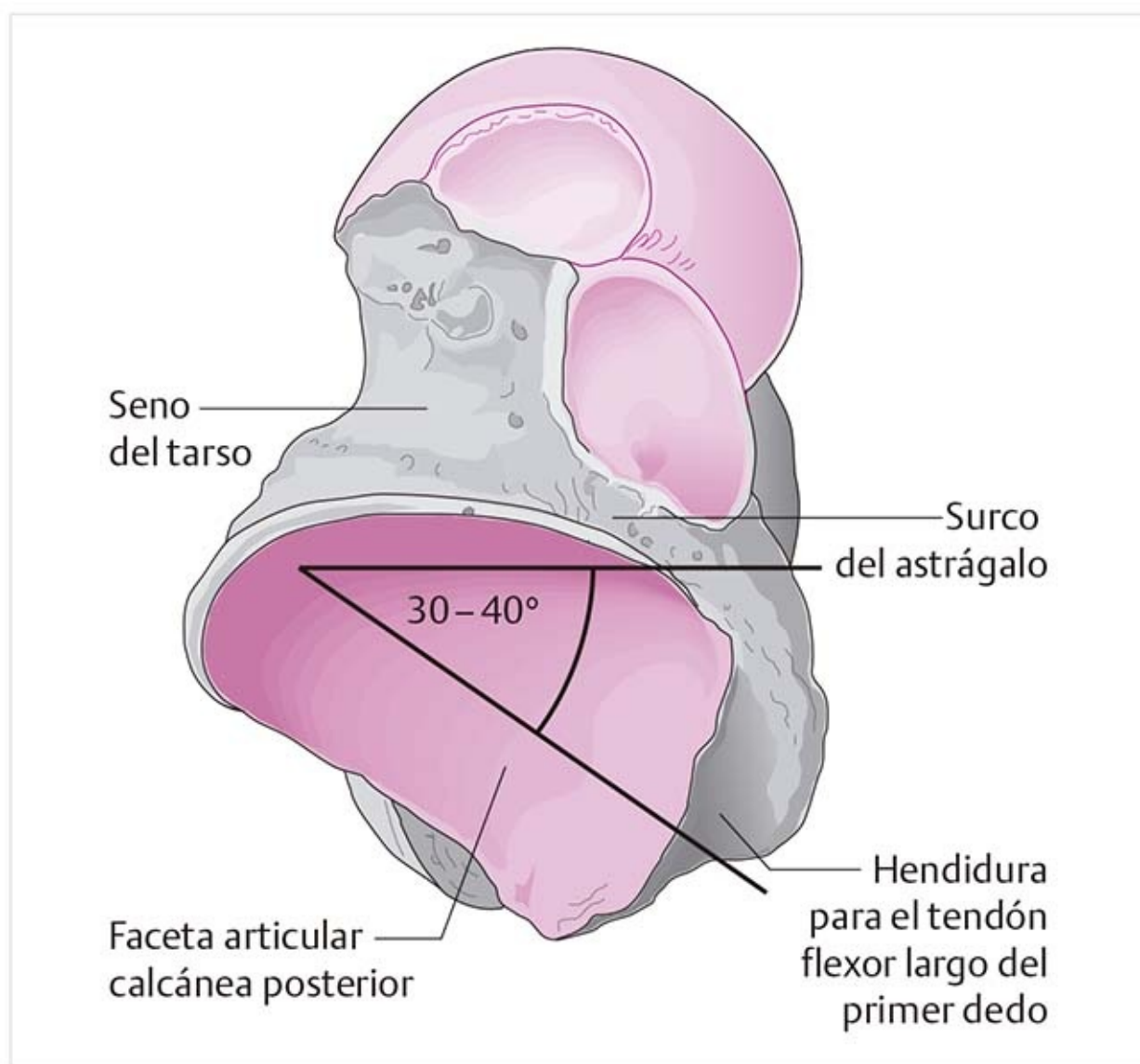
## 10.5 Articulación astragalotarsiana

Desde el punto de vista anatómico, la articulación inferior del tobillo consiste en dos articulaciones separadas, conocidas como **cámaras posterior y anterior**. Las dos cámaras están separadas entre sí por la cápsula articular, el seno tarsiano y el canal del tarso. Sin embargo, forman una unidad funcional.

### 10.5.1 Estructuras óseas y superficies articulares de la articulación subastragalina

La articulación subastragalina forma la cámara posterior de la articulación inferior del tobillo.

**Astrágalo (figura 10-78)**



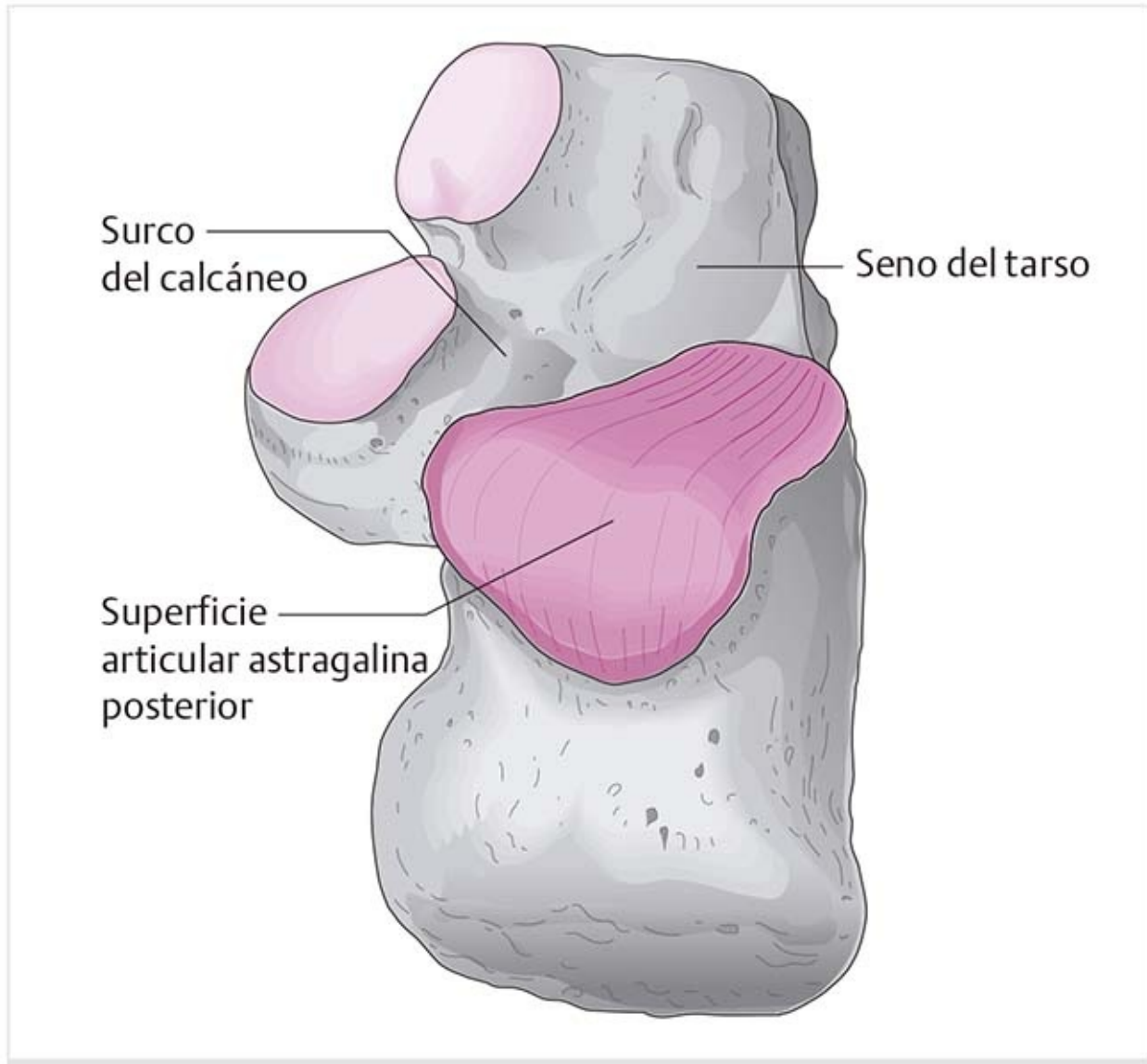
**Figura 10-78.** Articulación subastragalina: superficies articulares en el astrágalo (vista inferior del astrágalo derecho).

- La **faceta articular calcánea posterior** se localiza en el cuerpo inferior del astrágalo.
- La superficie articular tiene una forma cóncava distintiva en orientación anterior-posterior. En la

orientación medial-lateral es plana, razón por la que se parece un poco a una silla de montar.

- El eje longitudinal de la superficie articular apunta en dirección anterolateral y forma un ángulo de 30° a 40° con el borde anterior de la tróclea.
- El margen anterior de la superficie articular representa el borde posterior del surco del astrágalo.

### Calcáneo (figura 10-79)



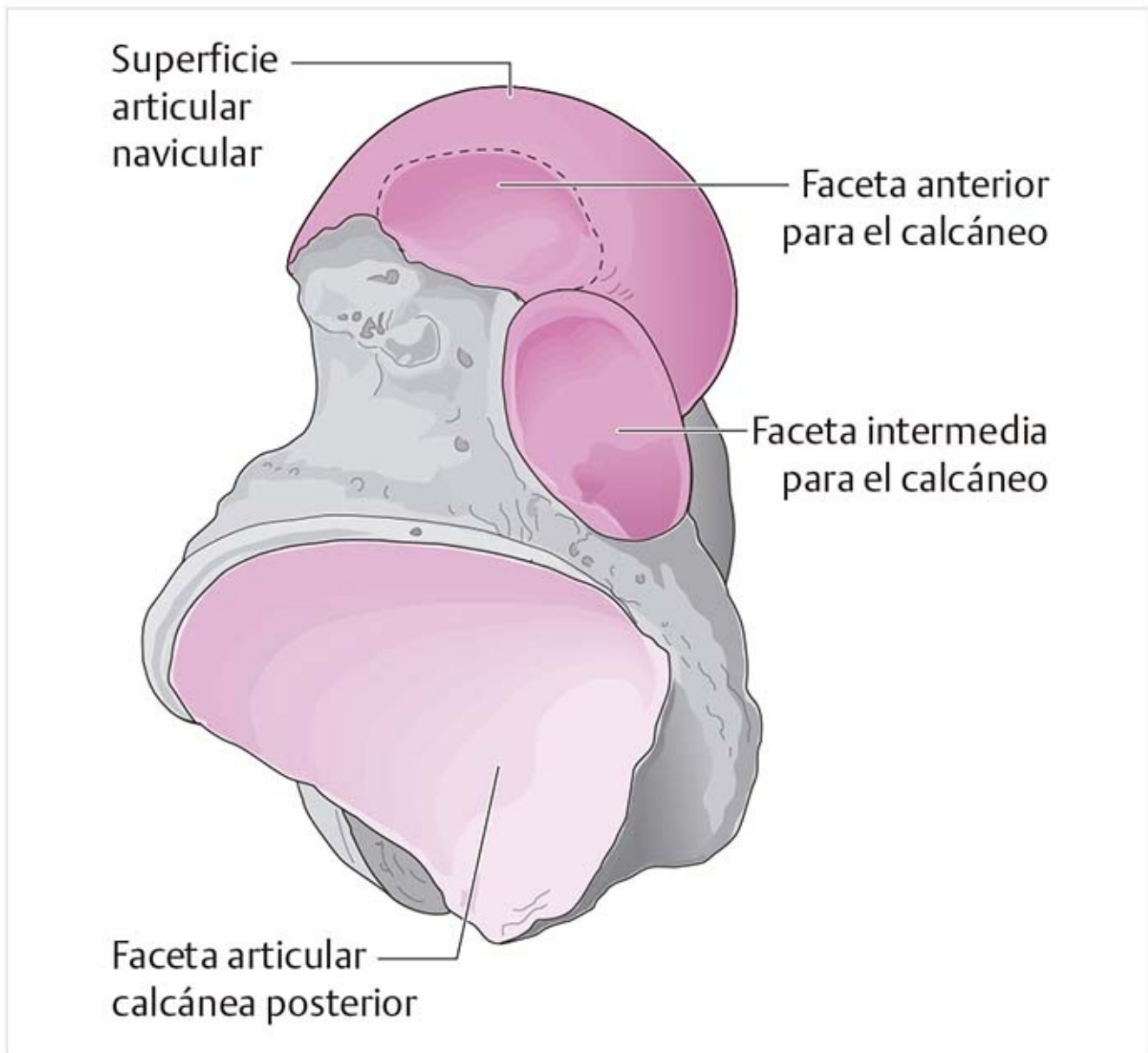
**Figura 10-79.** Articulación subastragalina: superficies articulares en el calcáneo (vista superior del calcáneo derecho).

- La **superficie articular astragalina posterior** se articula con la faceta astragalina.
- La superficie articular, con su convexidad distintiva en orientación anteroposterior, tiene forma parecida a una silla de montar.
- El eje longitudinal de la superficie articular posee la misma orientación que el del astrágalo, de posteromedial a anterolateral.
- La superficie articular posterior tiene una inclinación de 65° a 75° con la superficie superior del calcáneo (**figura 10-81**).
- Justo anterior a la superficie articular se halla el **surco calcáneo**. Se dispone en dirección oblicua anterolateral y forma el piso del canal tarsiano, que termina en la parte lateral como el **seno tarsiano**.

## 10.5.2 Estructuras óseas y superficies articulares de la articulación astragalocalcaneonavicular

Esta articulación forma la cámara anterior de la articulación inferior del tobillo. Aquí se articulan entre sí los huesos astrágalo, calcáneo y navicular, así como el ligamento calcaneonavicular plantar (ligamento resorte).

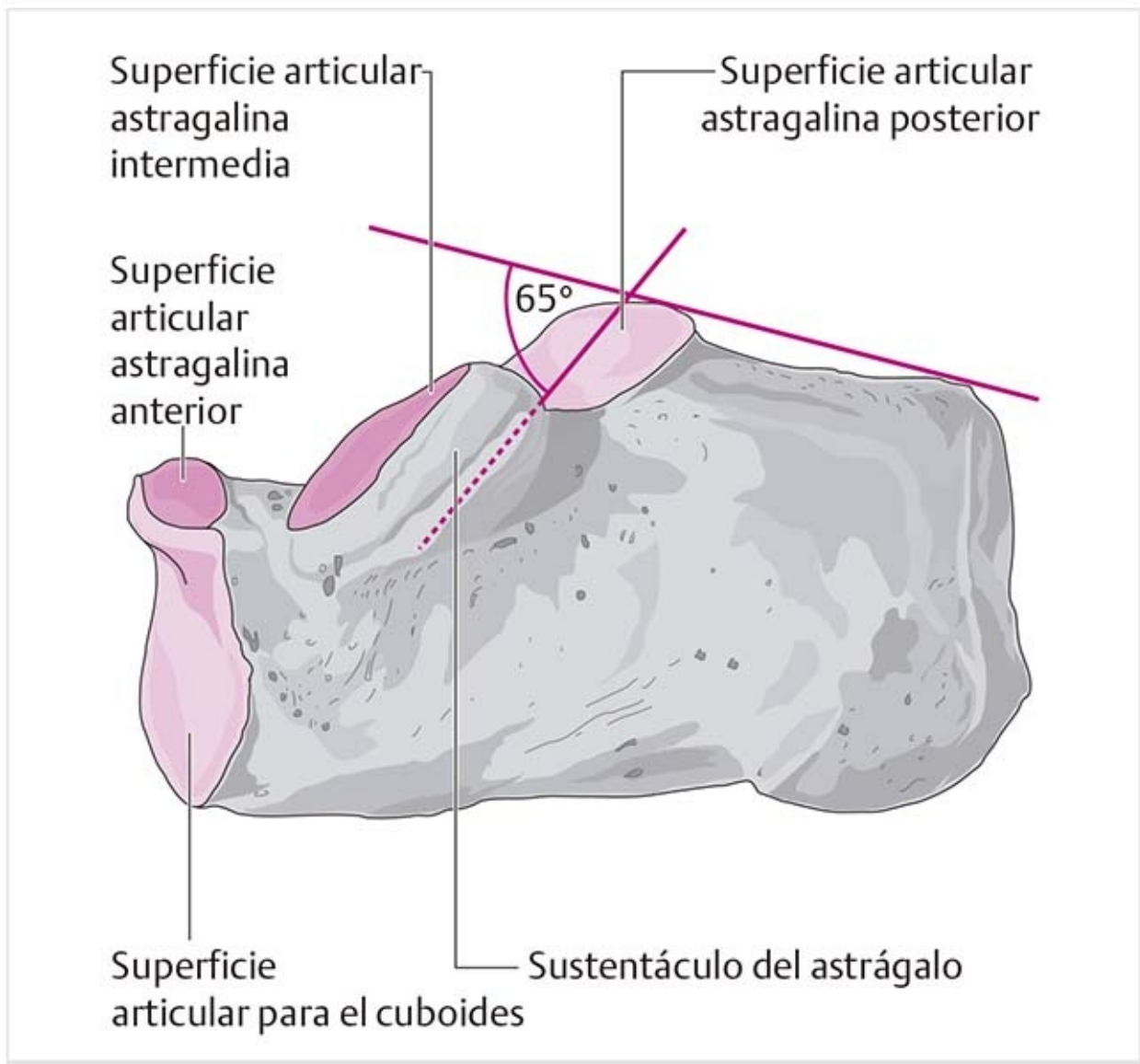
### **Astrágalo (figura 10-80)**



**Figura 10-80.** Superficies articulares en el astrágalo derecho (vista inferior).

- La **faceta media para el calcáneo** en la parte inferior del cuello del astrágalo se articula con el calcáneo y es un poco convexa.
- La **faceta anterior para el calcáneo** en la parte anteroinferior de la cabeza del astrágalo se articula con el calcáneo y es convexa en ambas orientaciones, aunque no de manera tan notoria como la superficie articular para el hueso navicular.
- La **superficie articular para el hueso navicular** se encuentra en la parte anterior de la cabeza del astrágalo. Se articula con el hueso navicular y una parte inferior se articula con el ligamento resorte. Su superficie es convexa en ambos diámetros.

### **Calcáneo (figura 10-81)**

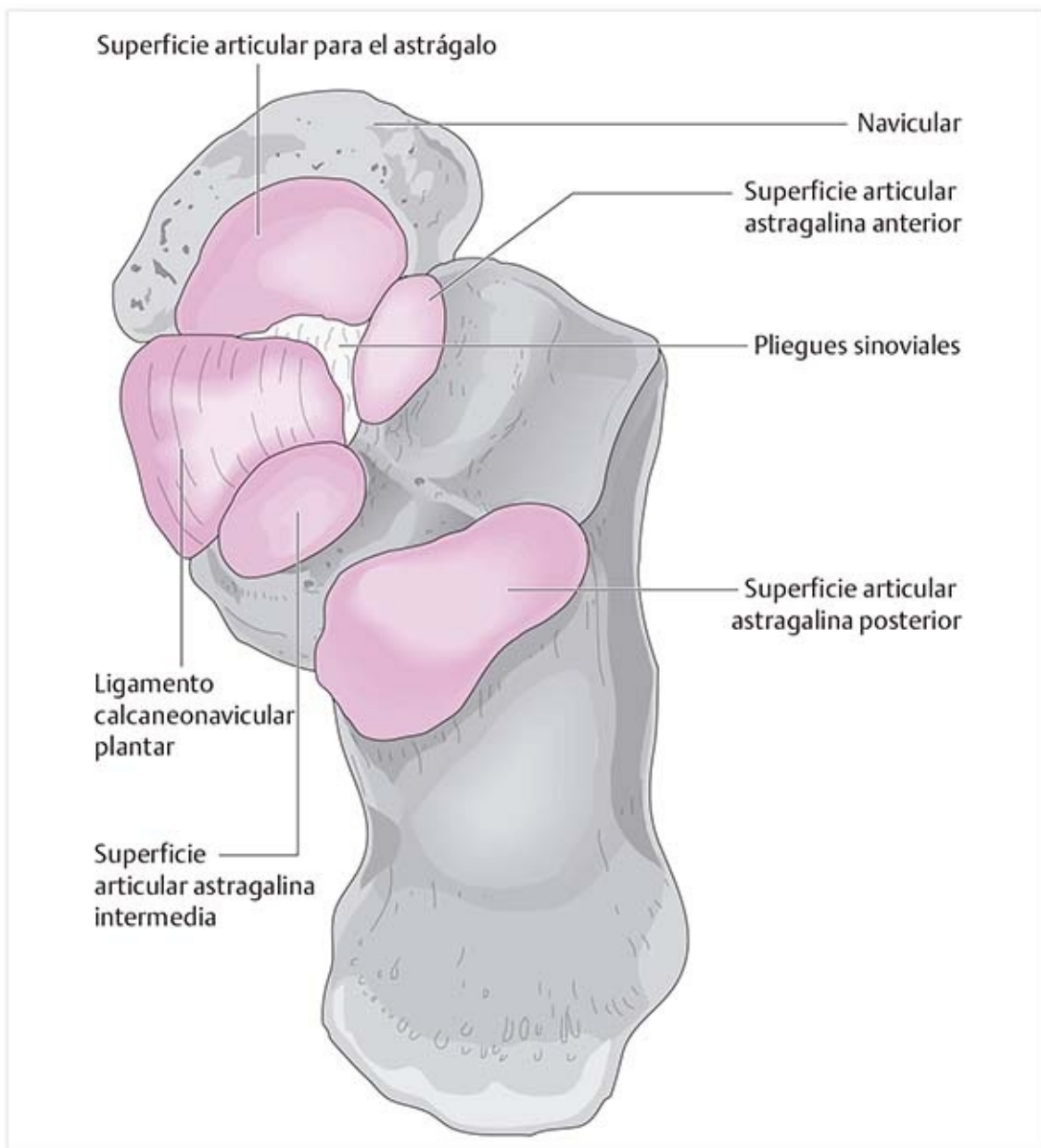


**Figura 10-81.** Superficies articulares en el calcáneo derecho y ángulo de inclinación (vista medial).

- Éste es el hueso más grande del tarso.
- Su eje longitudinal está orientado en dirección anterior y un poco superior y lateral.
- La **superficie articular astragalina anterior** se localiza en la parte anterosuperior y es cóncava.
- La **superficie articular astragalina media** en el sustentáculo del astrágalo es una proyección parecida a un balcón en la cara medial del calcáneo:
  - Es cóncava.
  - El borde posterolateral de la superficie articular forma el margen anteromedial del surco calcáneo.
- La superficie cubierta con cartílago se estrecha en la zona de transición entre estas dos superficies articulares. A menudo no existe, por lo que en la vista superior el cartílago que la cubre parece la suela de un zapato.

### **Hueso navicular (figura 10-82)**





**Figura 10-82.** Superficies articulares de la articulación inferior del tobillo derecho (vista superior, se retiró el astrágalo).

- La **tuberosidad navicular** es una proyección sobre el margen medial del hueso que se proyecta hacia abajo. Sirve como sitio de inserción para el músculo tibial posterior.
- La **superficie articular posterior del navicular** (para el astrágalo) es una superficie articular ovalada prominente, cóncava en ambos ejes. Es más estrecha que la superficie articular correspondiente en el astrágalo.

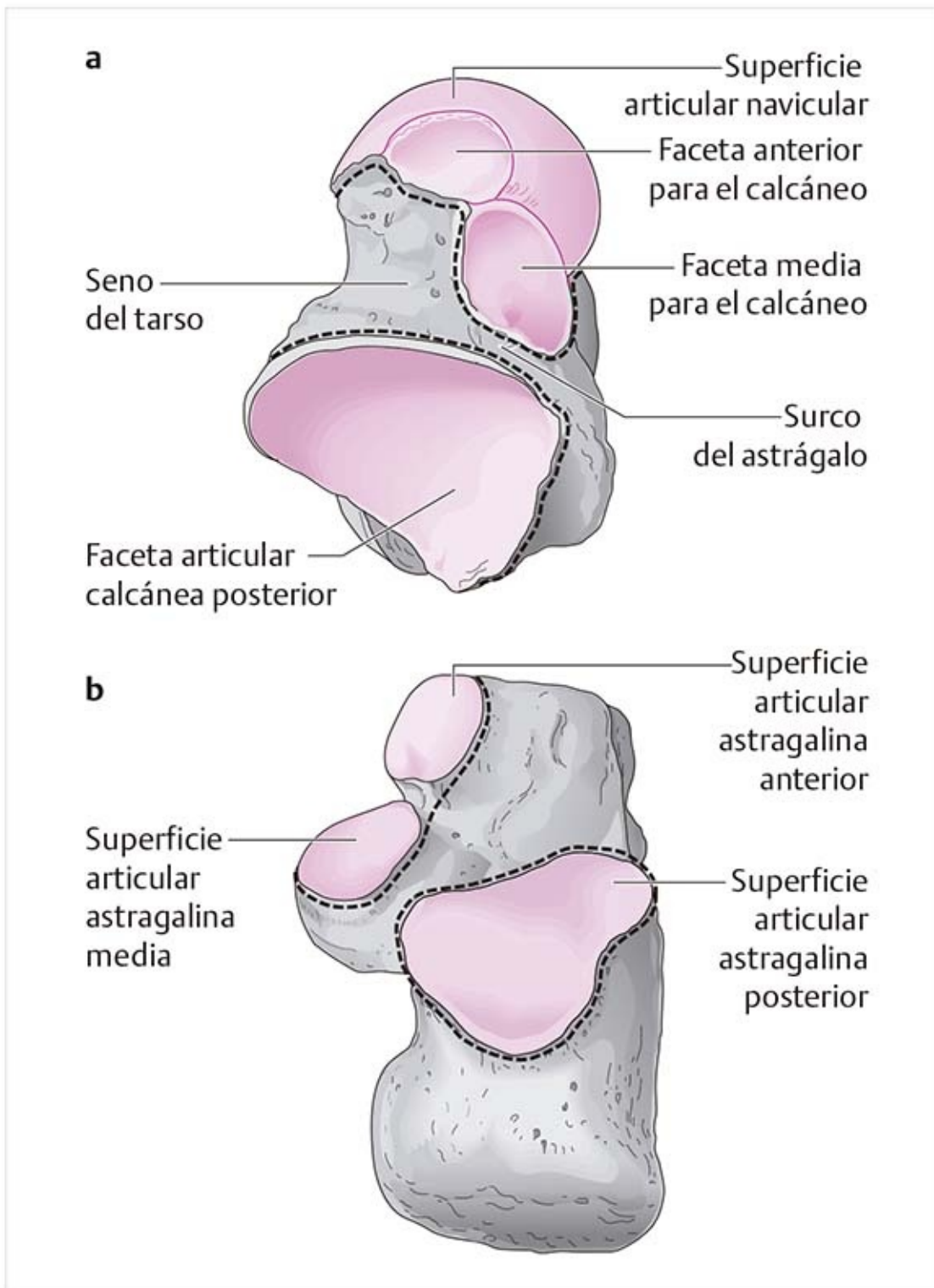
### **Ligamento calcaneonavicular plantar (ligamento resorte, figura 10-82)**

Este ligamento se extiende desde el borde anterior del sustentáculo del astrágalo hasta la superficie plantar del hueso navicular y tiene forma trapezoide. También se conoce como **ligamento resorte**. Está cubierto por una gruesa capa de cartílago que sirve como superficie articular para la parte inferior de la cabeza del astrágalo. Hay un cojinete adiposo cubierto por membrana sinovial en la parte anterolateral del ligamento.

### **10.5.3 Cápsula articular**

Las dos cámaras articulares de la articulación inferior del tobillo están separadas.

#### **Inserciones (figura 10-83)**



**Figura 10-83.** Inserciones de la cápsula. **(a)** En el astrágalo derecho (vista inferior). **(b)** En el calcáneo derecho (vista superior).

Las inserciones en el astrágalo y el hueso navicular se encuentran cerca del borde hueso-cartílago en ambos casos.

En el calcáneo, las inserciones están un poco más alejadas de la superficie articular cubierta con cartílago, pero no más de 0.5 cm.

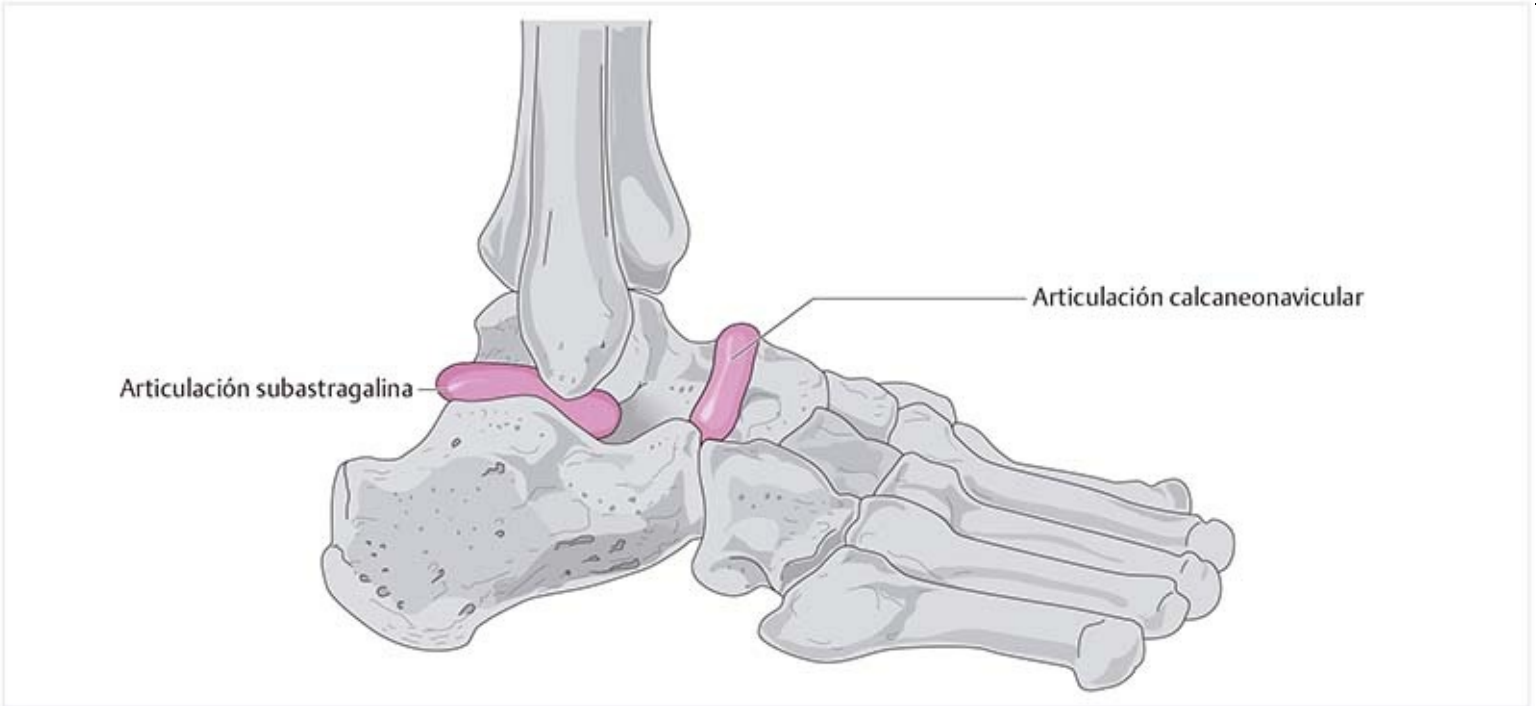
La parte cubierta con cartílago del ligamento resorte está incrustada en la cápsula articular de la cámara anterior.

La cápsula articular lateral de la cámara posterior se comunica con la de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural); la cápsula tiene evaginaciones, sobre todo en este punto de comunicación y en la parte posterior.

### Derrame (figura 10-84)

En caso de derrame en la articulación subastragalina, el edema aparece en una región posterior e inferior al maleolo lateral.

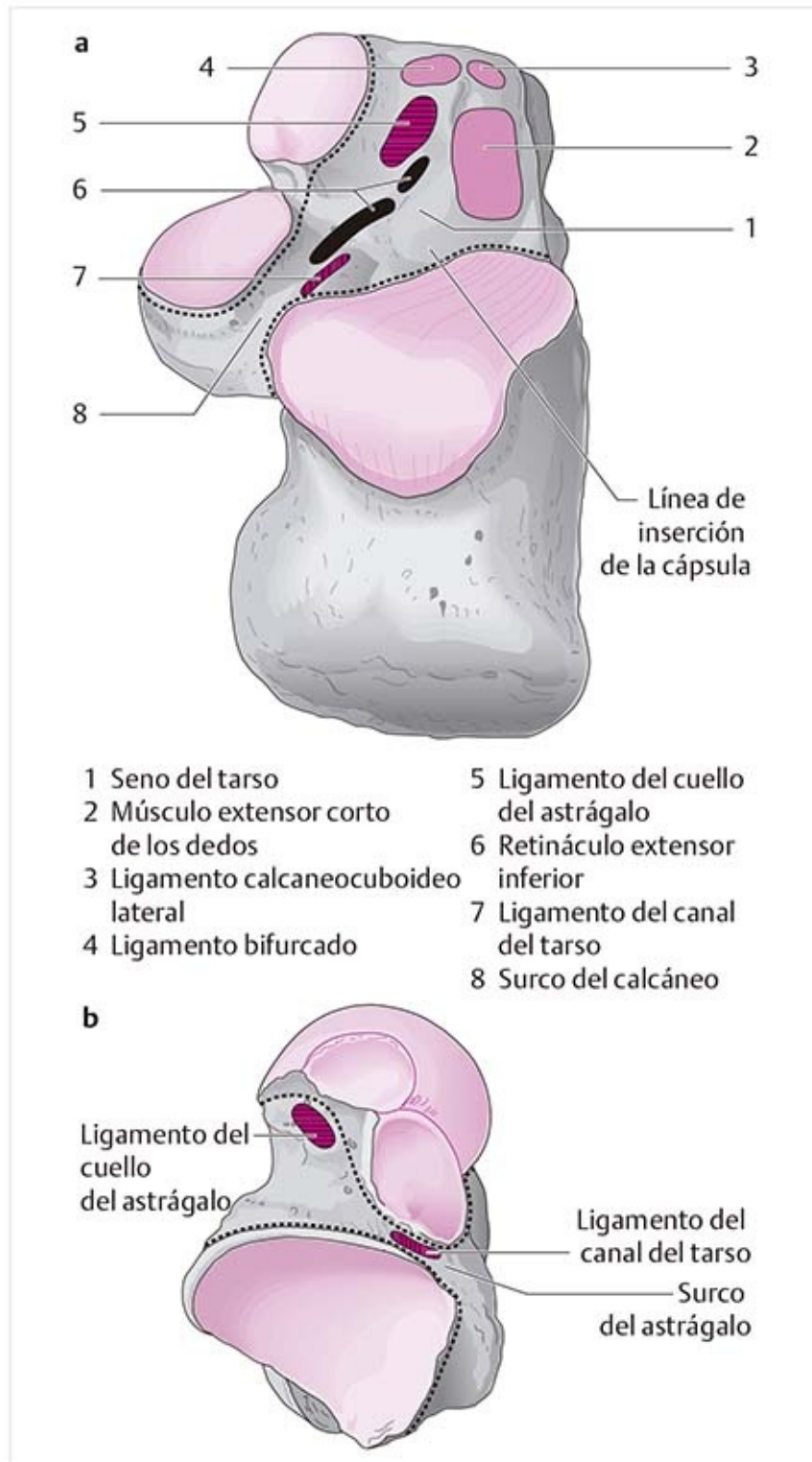
Cuando está afectada la cámara anterior aparece una franja transversal de engrosamiento proximal al navicular.



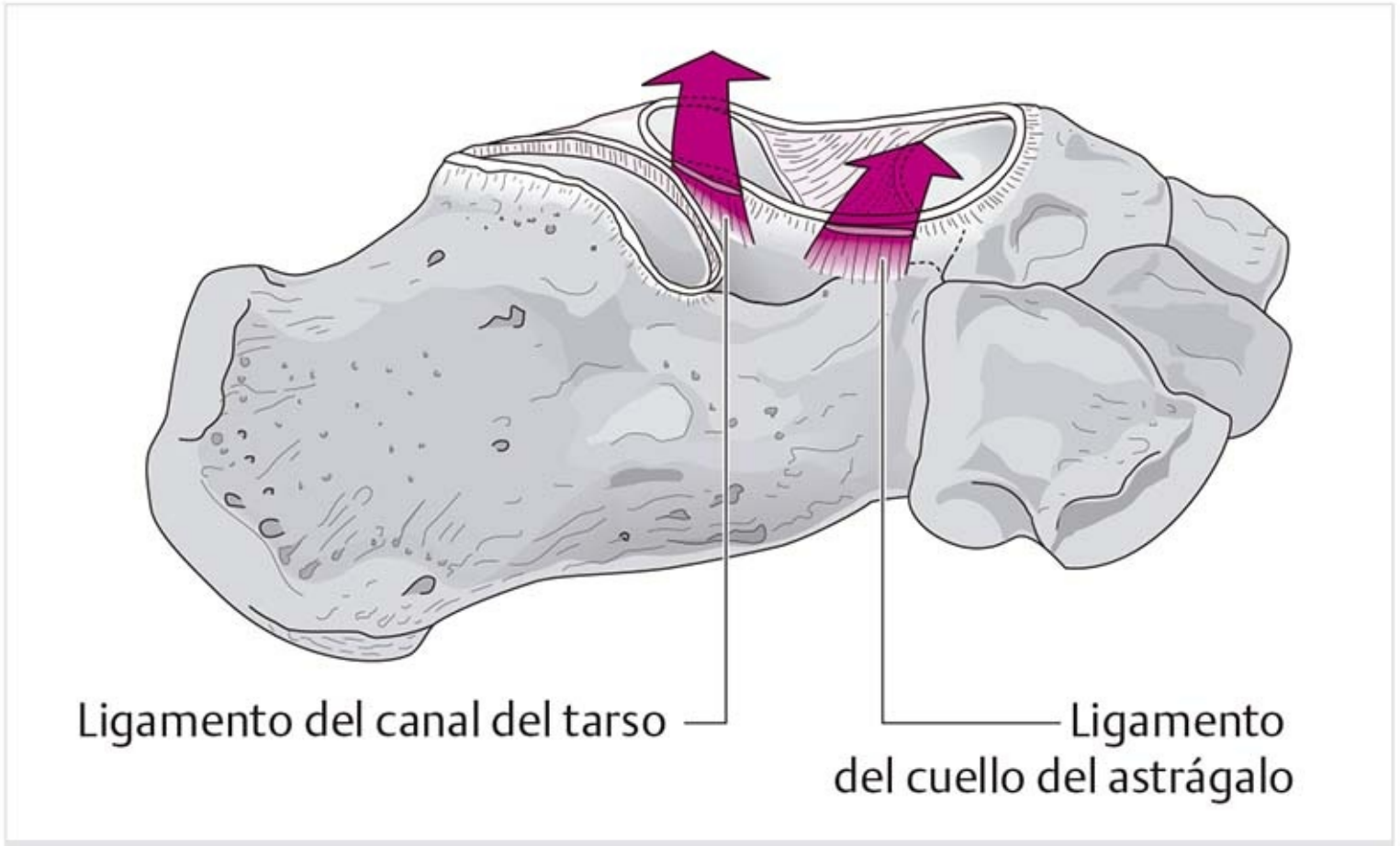
**Figura 10-84.** Abultamiento de la cápsula articular debido a un derrame en la articulación inferior del tobillo.

## 10.5.4 Ligamentos

### Ligamento interóseo astragalocalcáneo (figuras 10-85 y 10-86)



**Figura 10-85.** Inserción del ligamento interóseo astragalocalcáneo. **(a)** En el calcáneo derecho. **(b)** En el astrágalo derecho.



**Figura 10-86.** Orientación del trayecto del ligamento.

Este ligamento consiste en dos partes y es el ligamento más fuerte de la articulación inferior del tobillo. Las dos partes del ligamento se conocen como “ligamentos cruzados del pie” porque debido a su trayecto tienen un papel sustancial en la estabilización de la articulación inferior del tobillo.

### **Ligamento del canal tarsiano**

Éste es un ligamento plano. Su inserción en el calcáneo se encuentra en el surco del calcáneo, justo anterior a la inserción de la cápsula de la cámara posterior. El ligamento se extiende en dirección oblicua superomedial hasta la parte medial del astrágalo en el surco del astrágalo.

Mide 1.5 cm de longitud, 5 a 6 mm de anchura y 2 mm de grosor.

### **Ligamento del cuello del astrágalo**

Éste es un ligamento muy fuerte con una longitud de 2 cm, ancho de 1 cm y grosor de 3 mm. Su inserción en el calcáneo se localiza en el seno tarsiano anteromedial, en un pequeño tubérculo en el cuello del calcáneo, justo medial al sitio de inserción del músculo extensor corto de los dedos. Se extiende en dirección superior, anterior y medial al tubérculo del cuello astragalino en la parte anterolateral del cuello del astrágalo.

El ligamento del cuello del astrágalo y el ligamento calcaneoperoneo discurren casi en la misma dirección.

En la dorsiflexión, su trayecto es más inclinado y casi vertical. En la flexión plantar es más horizontal.

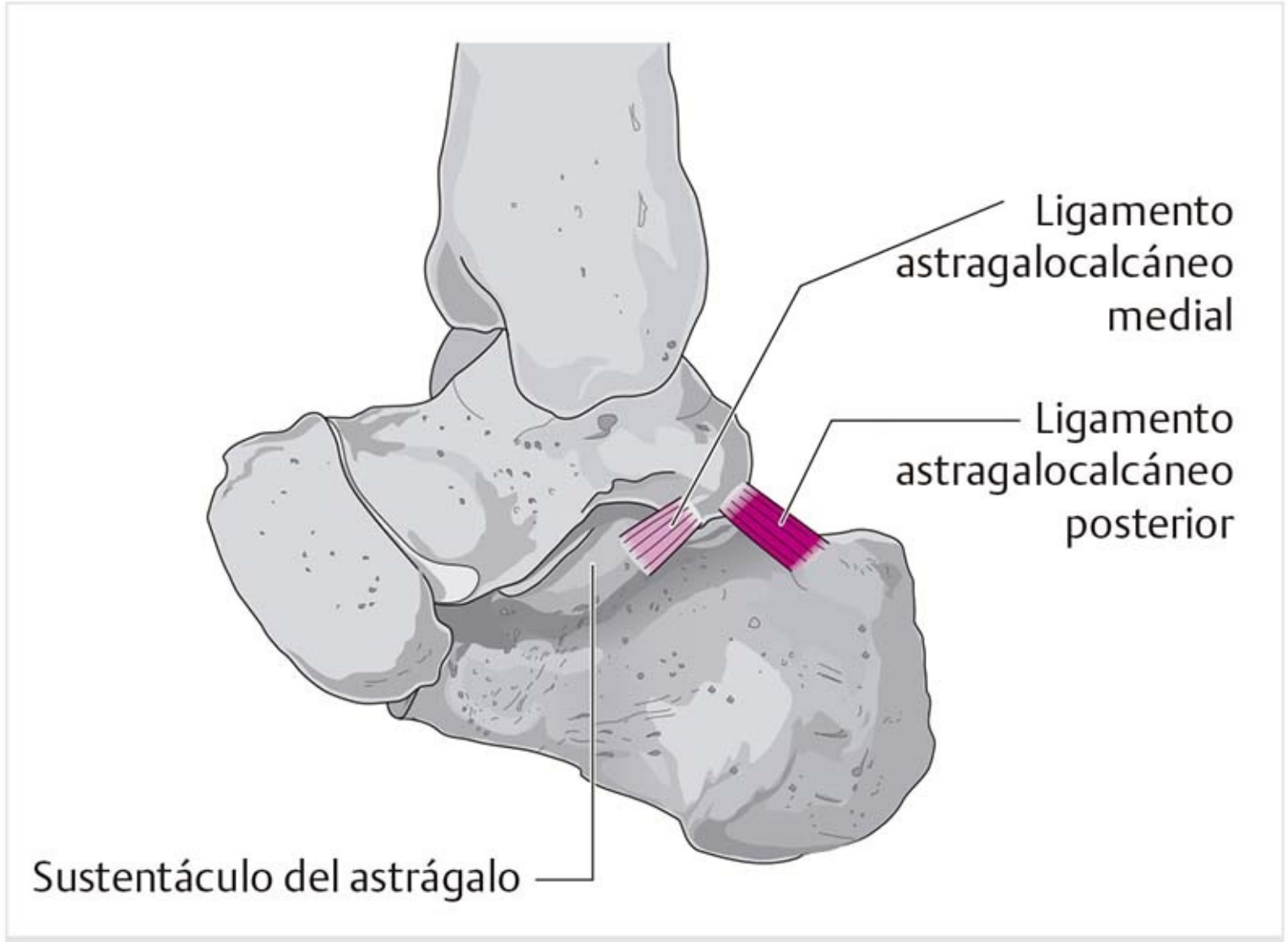
### **Ligamento astragalocalcáneo lateral (figura 10-87)**



**Figura 10-87.** Ligamento astragalocalcáneo lateral.

Este ligamento es corto y plano. Se extiende desde la apófisis lateral del astrágalo en dirección oblicua posteroinferior al lado externo del calcáneo, justo adyacente a la inserción de la cápsula, y su trayecto es casi paralelo al ligamento calcaneoperoneo.

**Ligamento astragalocalcáneo medial (figura 10-88)**



**Figura 10-88.** Ligamentos astragalocalcáneos medial y posterior.

Es un ligamento corto y fuerte que se extiende desde el tubérculo medial de la apófisis astragalina posterior en dirección anteroinferior hasta el borde superior del sustentáculo del astrágalo.

### **Ligamento astragalocalcáneo posterior (figura 10-88)**

Este ligamento corto y plano se extiende desde el tubérculo medial de la apófisis posterior del astrágalo hasta la superficie superomedial de la tuberosidad del calcáneo.

Las fibras más profundas se unen con el techo fibroso del túnel del flexor largo del primer dedo. En la inserción astragalina, las fibras se unen con el ligamento astragaloperoneo posterior.

#### **Funciones de los ligamentos:**

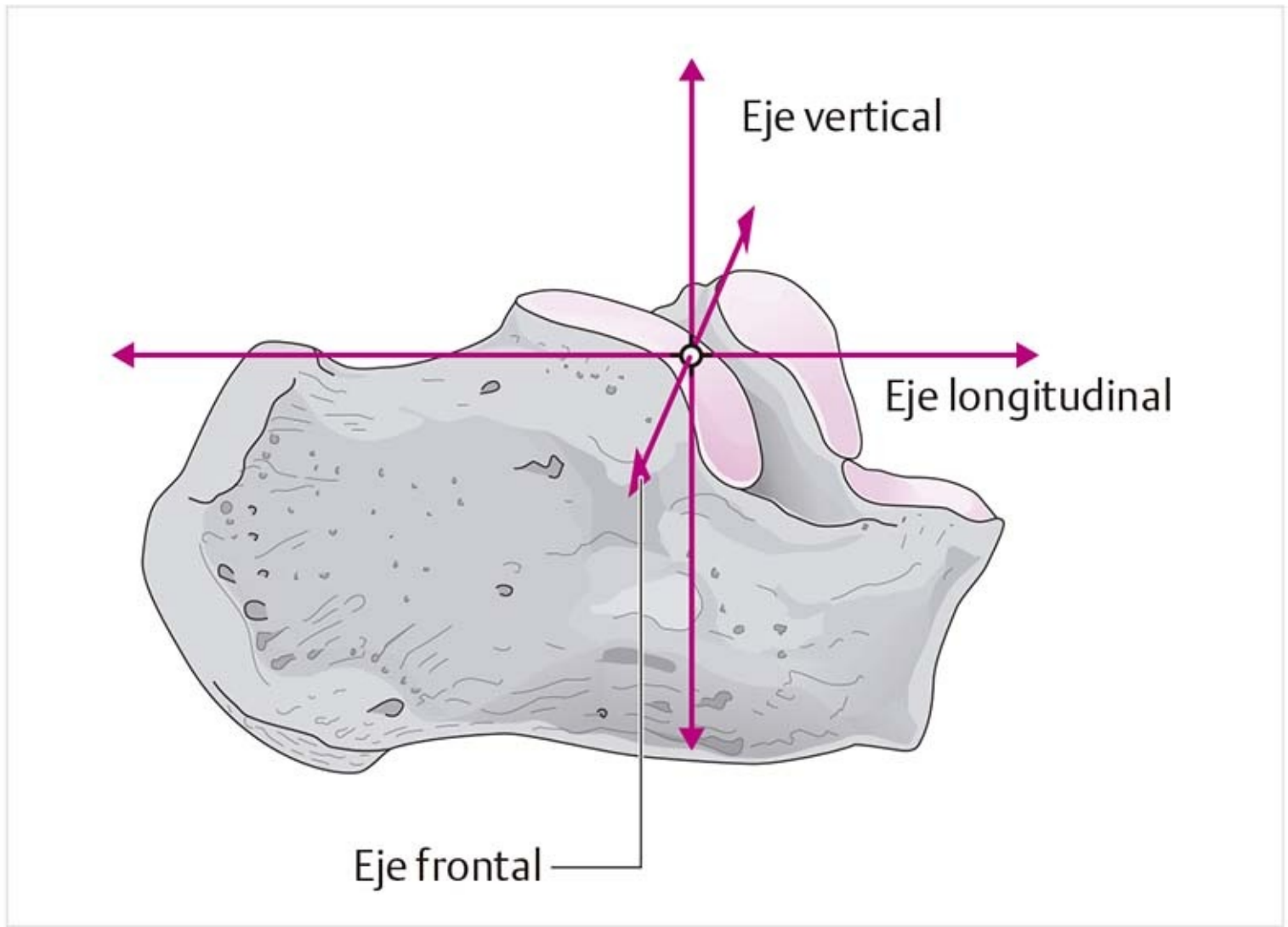
- **Ligamento interóseo astragalocalcáneo:** ambas partes se tensan en los movimientos de inversión y eversión. Durante la tensión, el ligamento del canal tarsiano limita más la eversión, mientras que el ligamento del cuello astragalino limita más la inversión.
- El ligamento **astragalocalcáneo lateral**, junto con el ligamento calcaneoperoneo, limita la inclinación lateral del calcáneo.
- El **ligamento astragalocalcáneo medial** bloquea la inclinación medial del canal del tarso.
- El **ligamento astragalocalcáneo posterior** estabiliza el complejo articular posterior y se tensa con la dorsiflexión.

## **10.5.5 Ejes y movimientos**

## Ejes

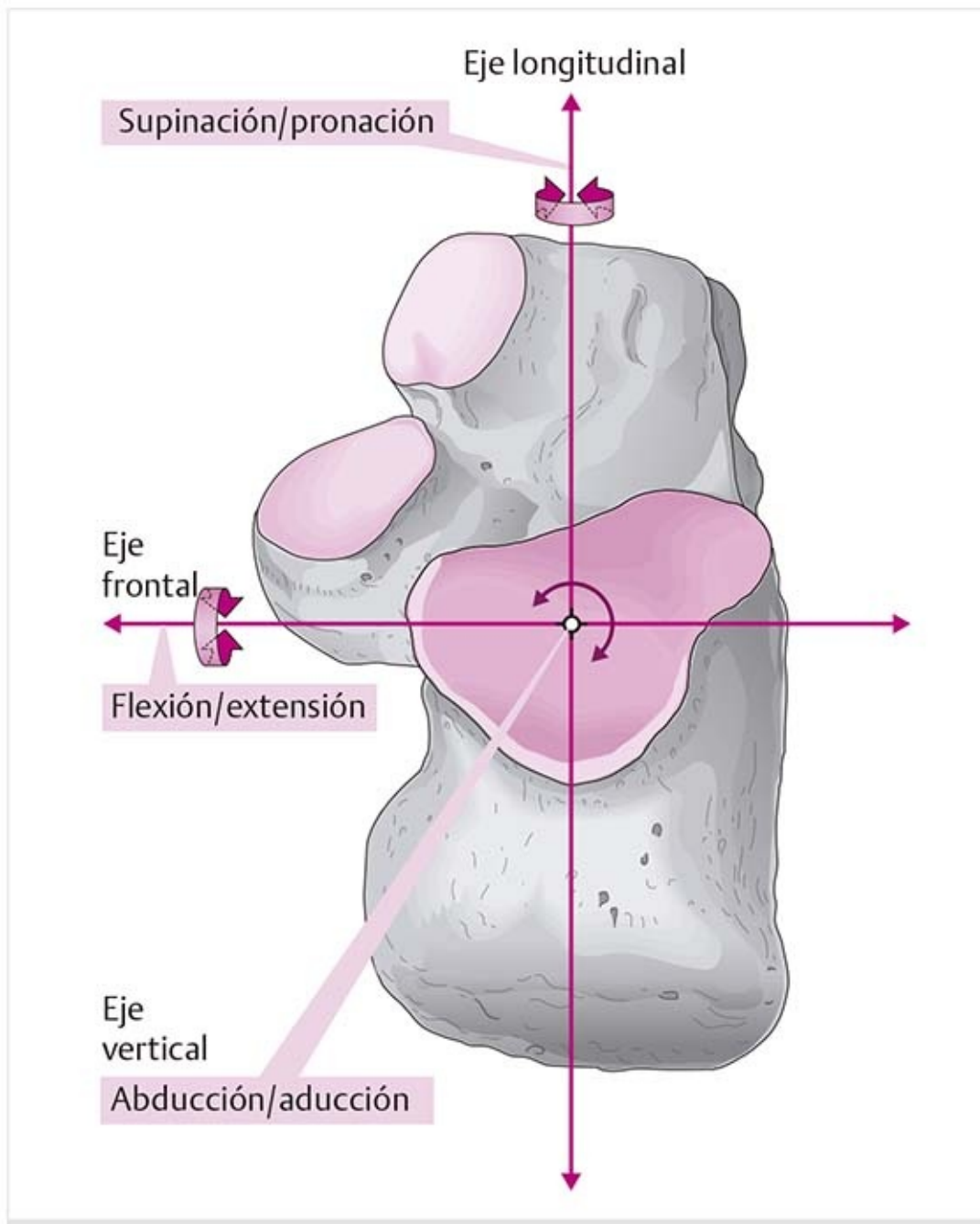
El trayecto de los ejes de movimiento en la articulación inferior del tobillo se origina en los contornos de las superficies articulares de la articulación, en su orientación y en los ligamentos estabilizadores. La localización de un eje es muy difícil debido a esta estructura articular compleja. Con un análisis más exacto de las consideraciones previas es posible establecer tres ejes secundarios:

### Eje longitudinal (figuras 10-89 y 10-90)



**Figura 10-89.** Ejes de la articulación subastragalina en la vista lateral.





**Figura 10-90.** Ejes de la articulación subastragalina en la vista superior.

Este eje es longitudinal respecto del calcáneo. Los movimientos de supinación y pronación se producen sobre éste.

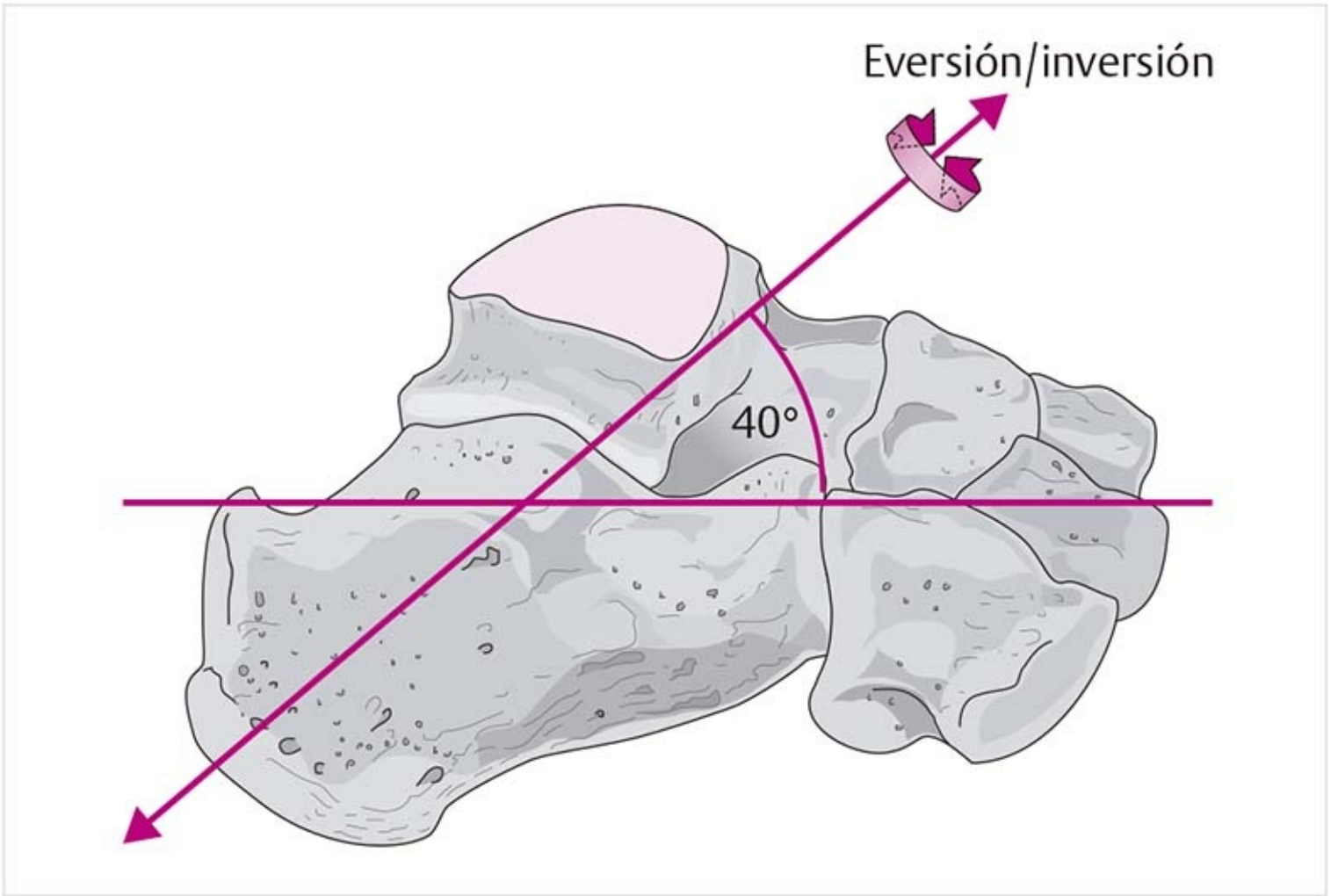
### **Eje vertical (figuras 10-89 y 10-90)**

Este eje es perpendicular a la superficie articular. Los movimientos de abducción y aducción se producen sobre éste.

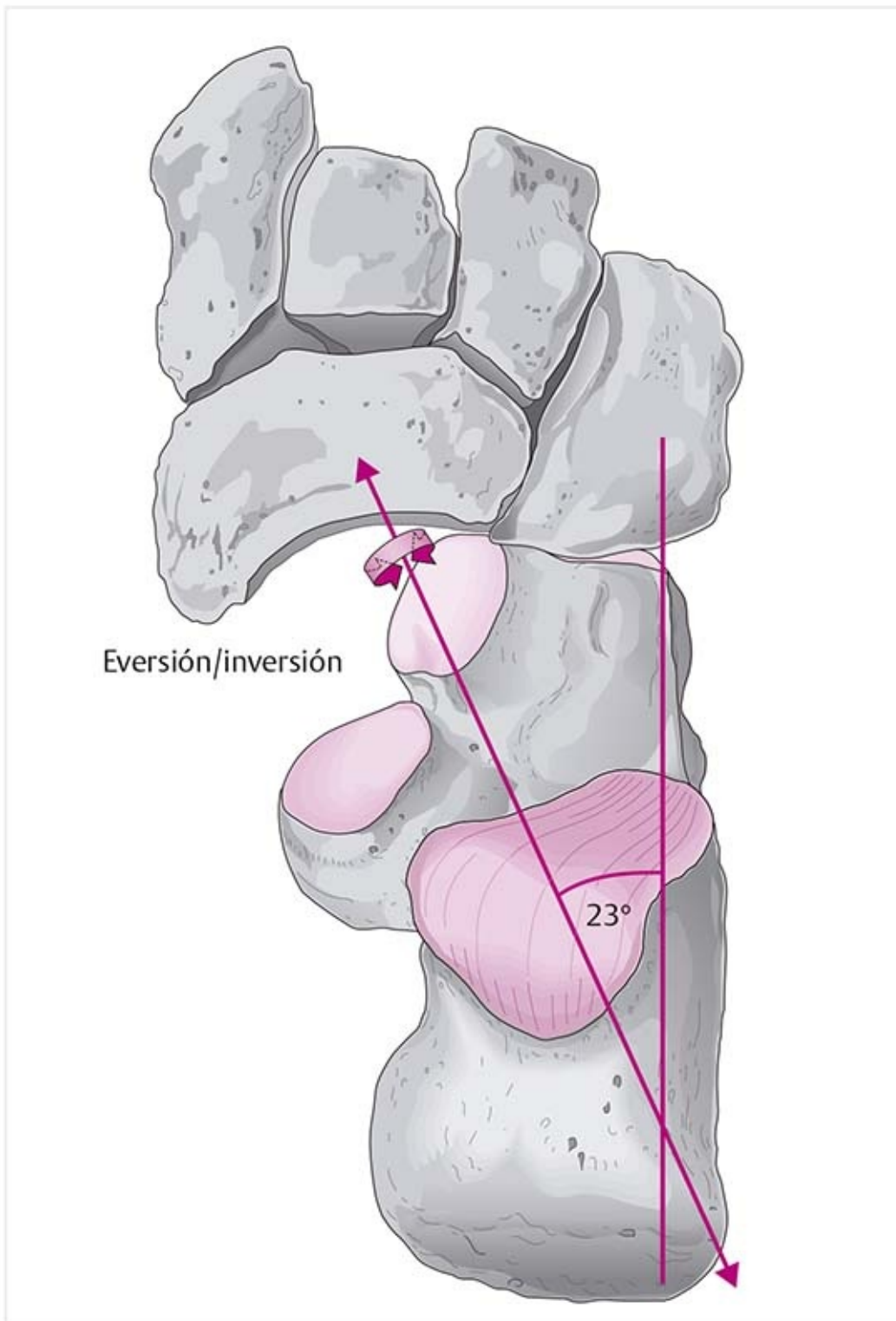
### **Eje coronal (figuras 10-89 y 10-90)**

Se extiende de medial a lateral a través del calcáneo. Los movimientos de extensión y flexión ocurren sobre este eje.

### **Eje de inversión y eversión (figuras 10-91 y 10-92)**



**Figura 10-91.** Eje primario de la articulación subastragalina (vista lateral).



**Figura 10-92.** Eje primario de la articulación subastragalina (vista lateral).

El eje básico está compuesto por una combinación de los tres ejes anteriores. Se extiende a través de la esquina posterolateral del calcáneo, cruza el canal del tarso en la parte medial y perfora el cuello del astrágalo en la región superomedial.

Por lo tanto, su trayecto es de posterior-lateral-inferior a anterior-medial superior. Forma un ángulo de  $40^\circ \pm 10^\circ$  con el plano horizontal y un ángulo de  $23^\circ \pm 10^\circ$  con el plano sagital.

Los movimientos alrededor de este eje se denominan **eversión** e **inversión**. El navicular y el calcáneo rotan alrededor del eje opuesto al astrágalo.

## Movimientos

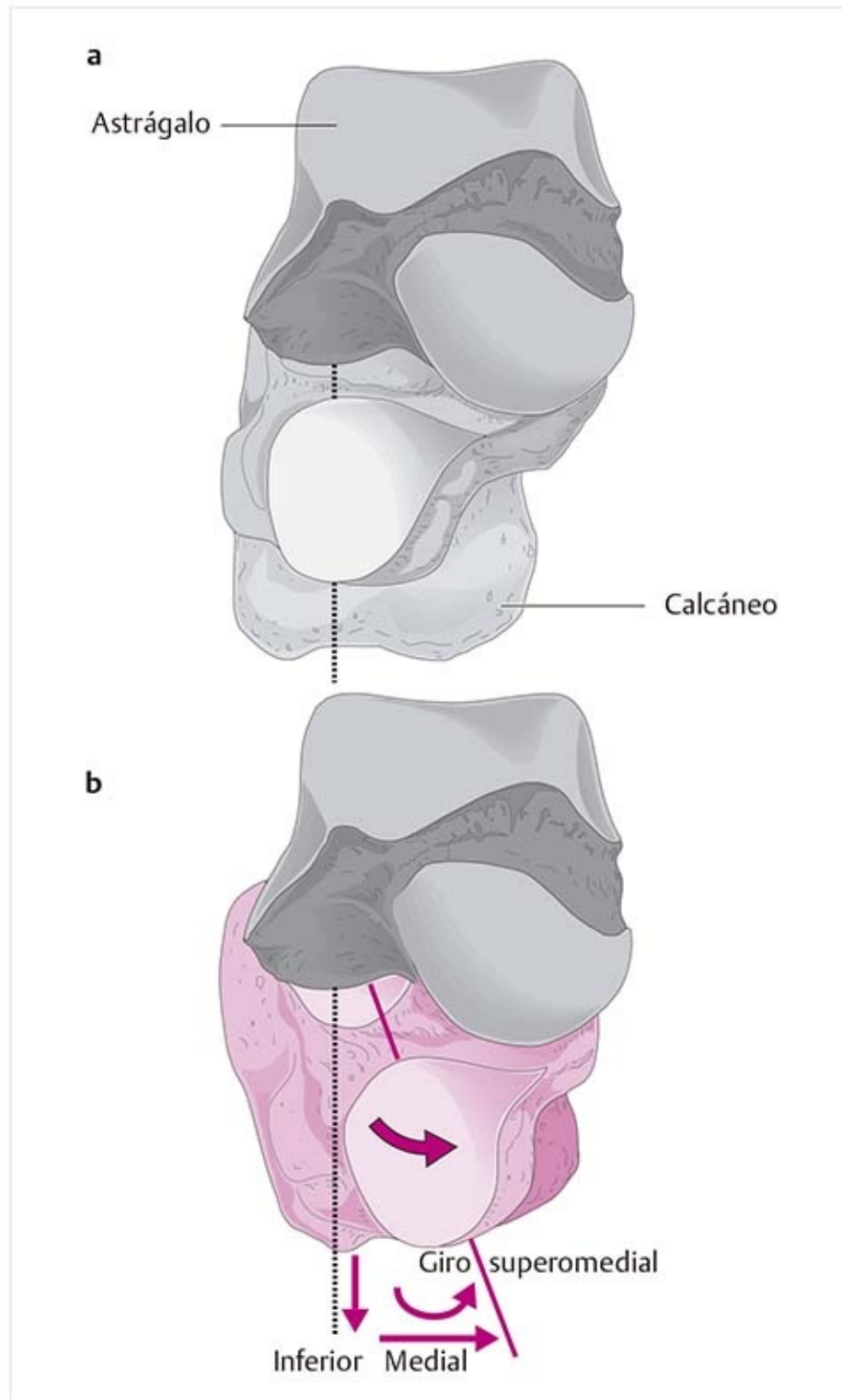
Las cámaras anterior y posterior de la parte inferior del tobillo forman una unidad funcional. Cada

movimiento es una combinación de tres componentes en la configuración siguiente:

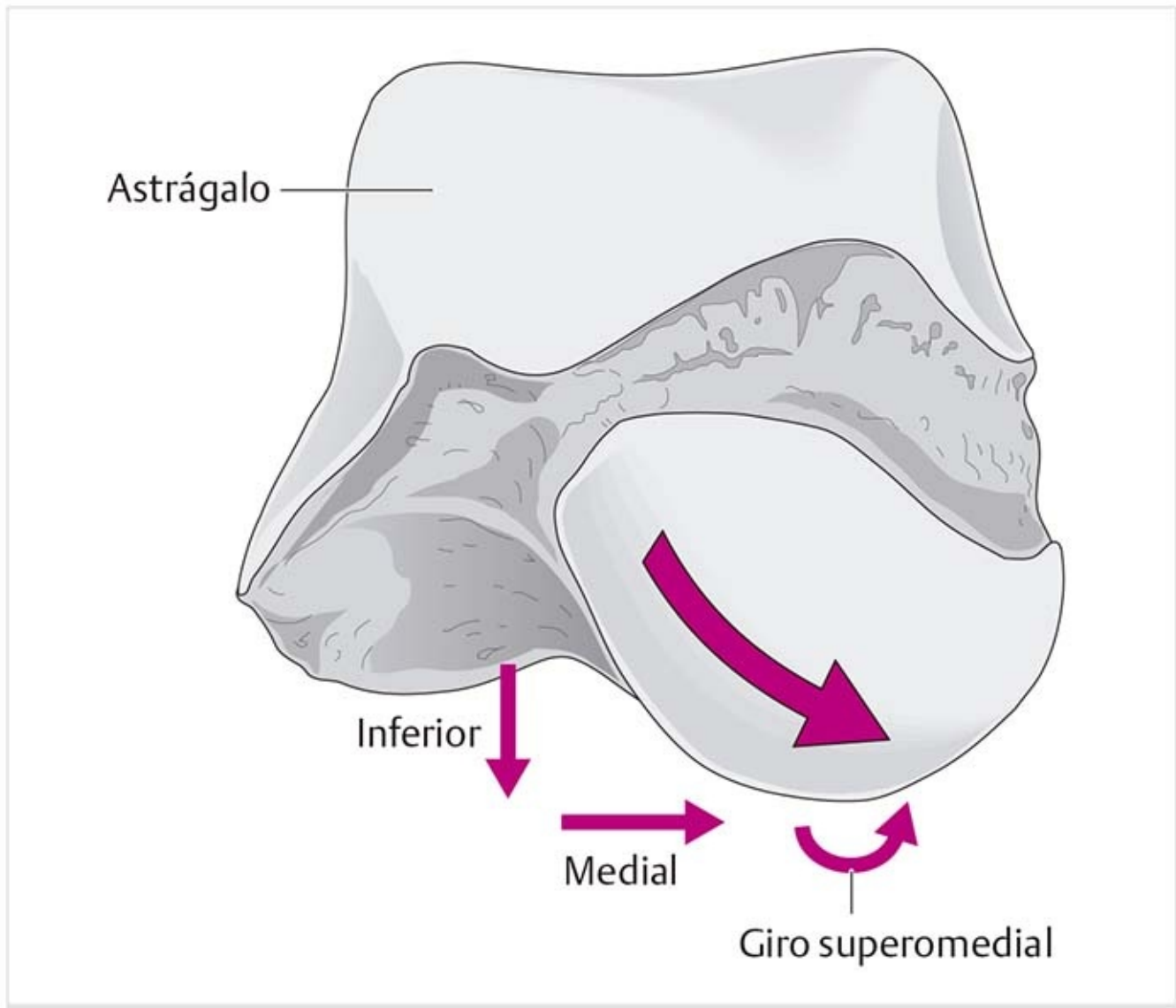
- **Flexión/aducción/supinación = inversión:** este movimiento combinado del calcáneo por un lado y del astrágalo por el otro es similar al de un tornillo dextrógiro. Equivale a la posición en varo del talón.
- **Extensión/pronación/abducción = eversión:** este movimiento combinado equivale a la posición en valgo del talón.

Estos movimientos combinados son necesarios para que el pie se adapte al suelo desigual durante la locomoción. Todas las articulaciones del pie participan en los movimientos de giro del pie.

### **Inversión (figuras 10-93 y 10-94)**



**Figura 10-93.** Posición del calcáneo opuesto al astrágalo. **(a)** En la posición neutral (0°). **(b)** En inversión.



**Figura 10-94.** Movimiento de deslizamiento del hueso navicular opuesto al astrágalo en inversión.

**Amplitud de movimiento:** 20° a 30°.

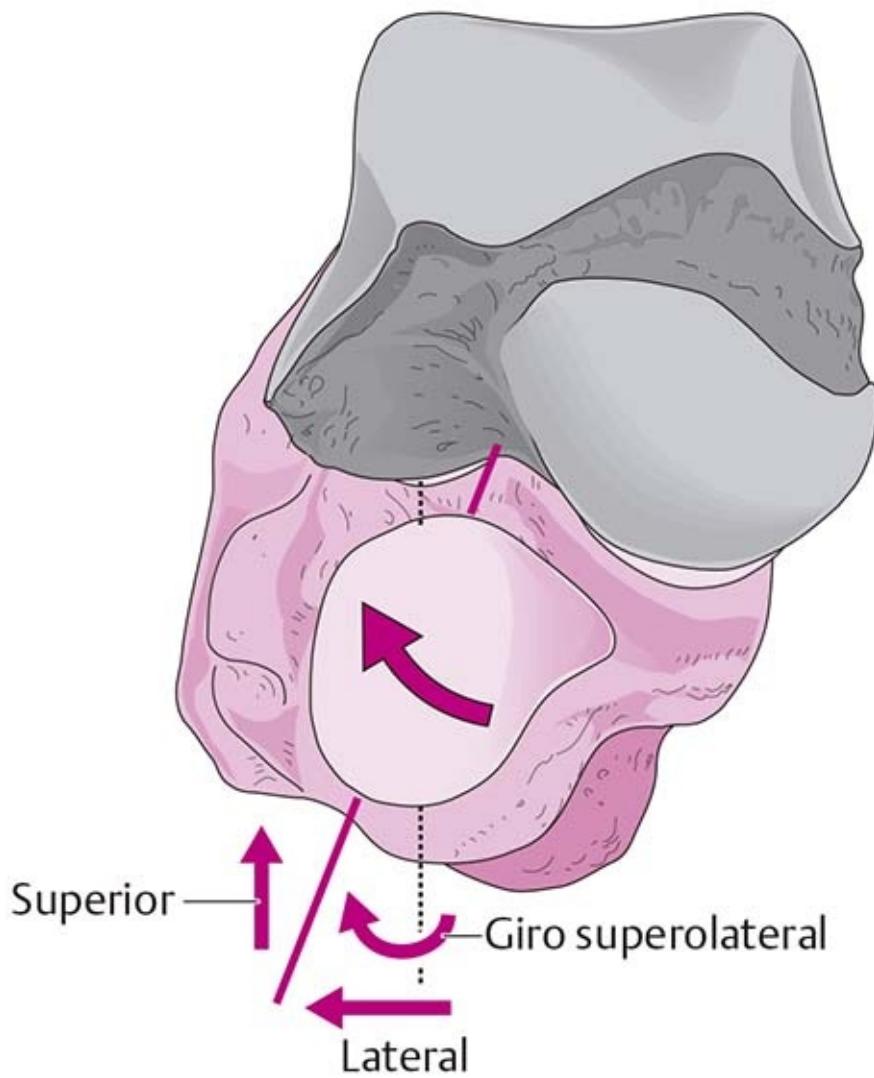
En particular se producen los siguientes componentes del movimiento:

- El calcáneo se desliza hacia delante y abajo, lo que equivale al movimiento de flexión.
- El calcáneo gira en dirección medial; equivalente a la aducción.
- El calcáneo gira hacia arriba y a la línea media y equivalente al movimiento de supinación.
- El navicular se mueve de manera similar, lo que genera un movimiento en arco en dirección inferomedial.

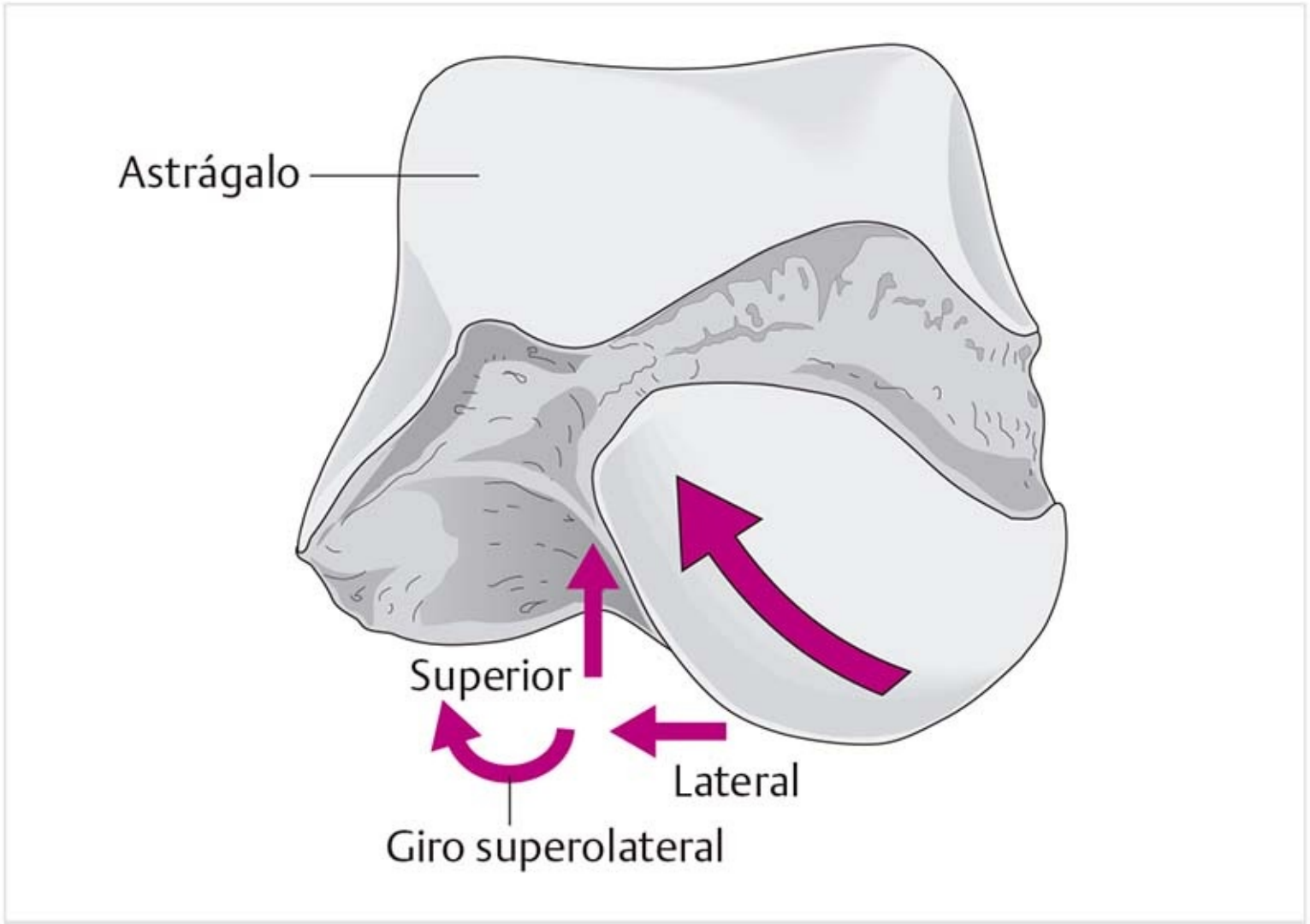
### ***Factores que limitan la inversión***

La inversión se limita por estructuras laterales al eje, como el ligamento calcaneoperoneo y la parte lateral del ligamento interóseo astragalocalcáneo.

### ***Eversión (figuras 10-95 y 10-96)***



**Figura 10-95.** Eversión del calcáneo opuesto al astrágalo.



**Figura 10-96.** Movimiento de deslizamiento del navicular opuesto al astrágalo en eversión.

**Amplitud de movimiento:** 10° a 20°.

En particular se producen los siguientes componentes del movimiento:

- El calcáneo se desliza hacia atrás y arriba, lo que equivale a la extensión.
- El calcáneo gira en dirección lateral (se abduce).
- El calcáneo gira hacia arriba y al lado; éste es el componente de pronación.
- El navicular se mueve de manera similar, lo cual crea un movimiento en arco en dirección superolateral.

### ***Factores que limitan la eversión***

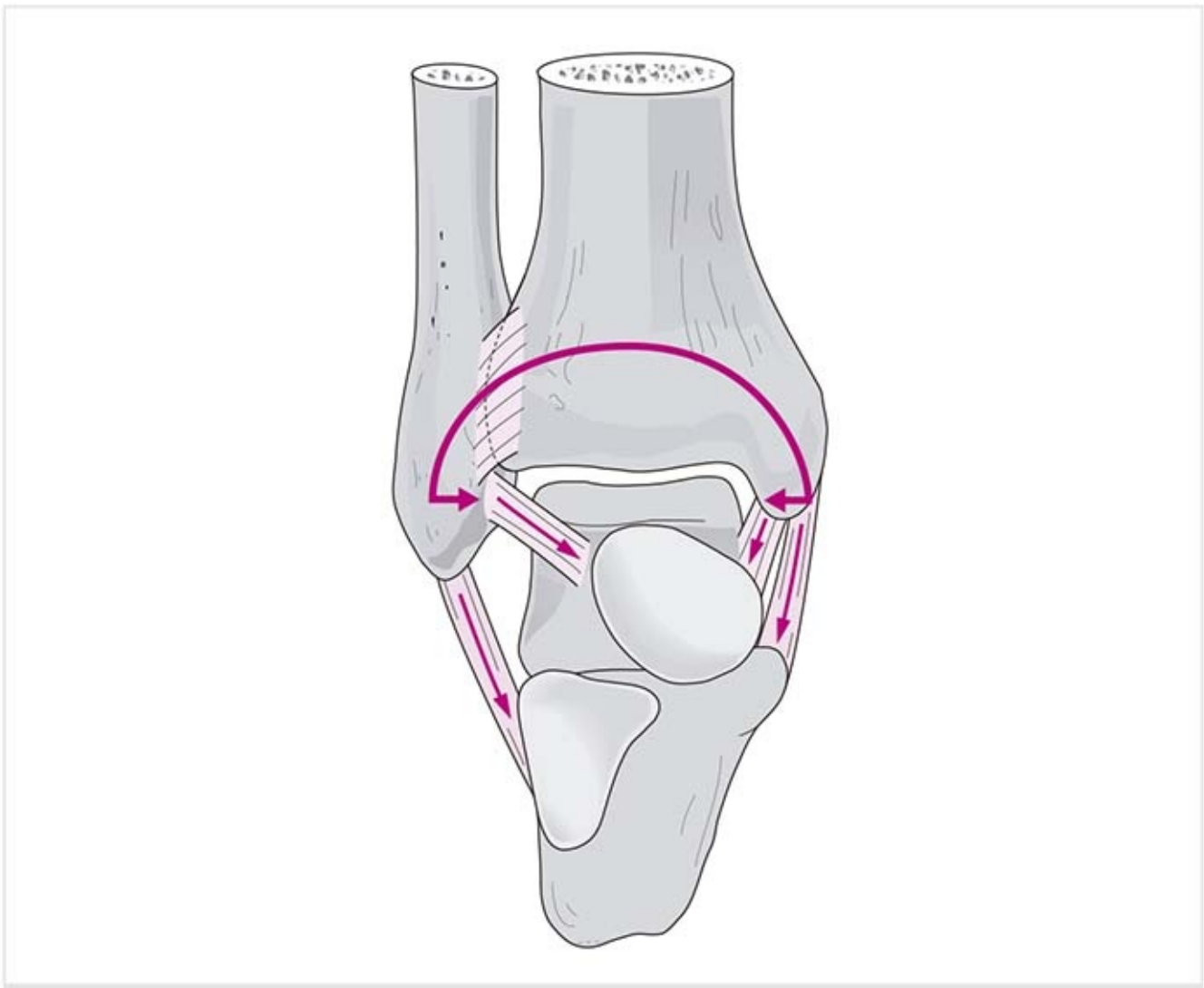
La eversión se limita por estructuras mediales al eje, como el ligamento del canal del tarso y las secciones tibionavicular y tibiocalcánea del ligamento deltoideo.

## **10.6 Estabilización de las articulaciones del tobillo**

Ambas partes de la articulación del tobillo se estabilizan con factores pasivos y dinámicos.

### **10.6.1 Estabilización pasiva**

#### **Estabilización laterolateral (figura 10-97)**



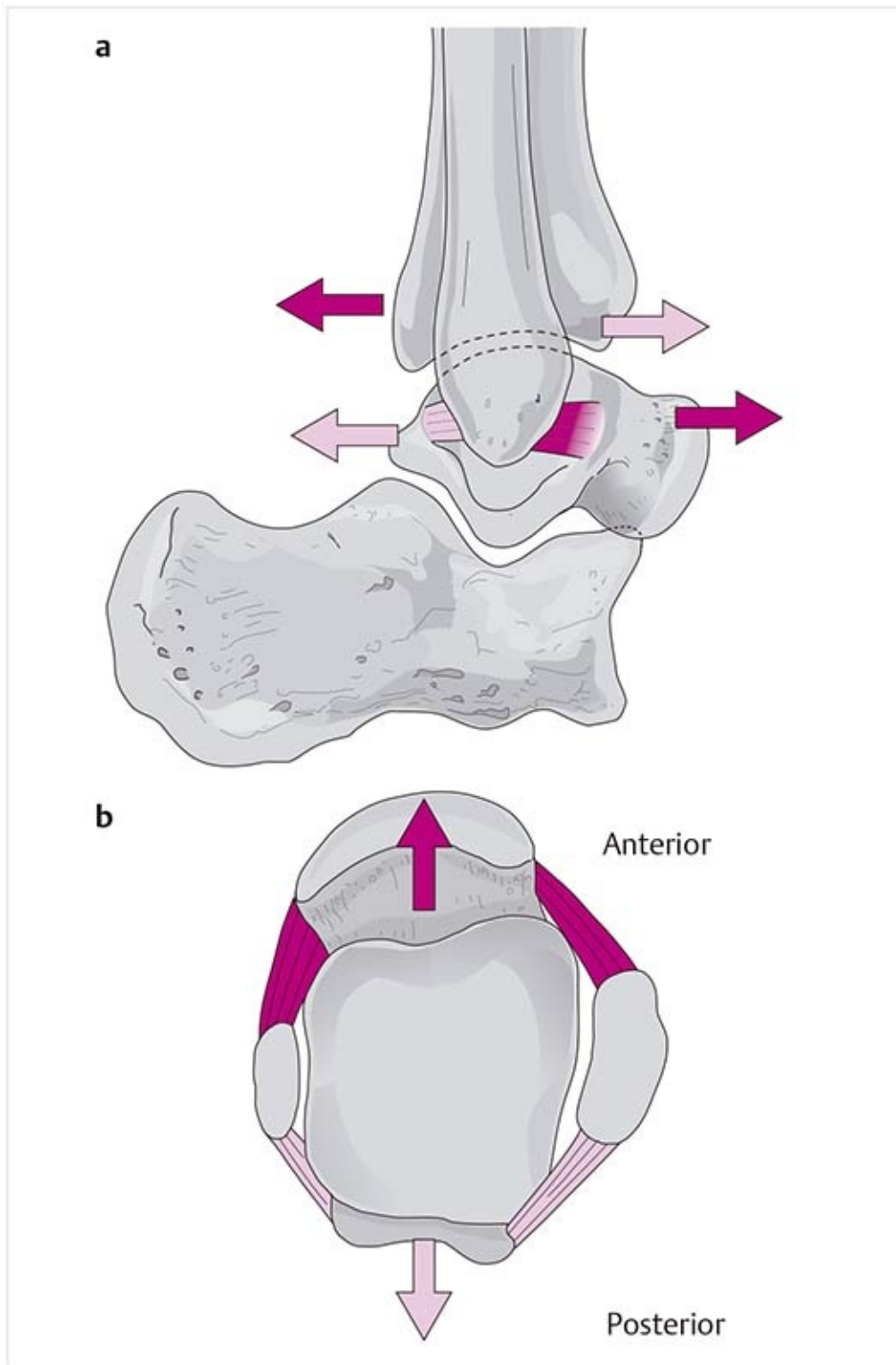
**Figura 10-97.** Estabilidad laterolateral pasiva de las articulaciones del tobillo.

La estabilidad laterolateral se asegura con la estructura ósea extensa de la mortaja del tobillo junto con los ligamentos tibioperoneos.

Los ligamentos colaterales confieren soporte efectivo, ya que las partes de los ligamentos que conectan los maleolos con el astrágalo estabilizan la articulación superior (astragalocrural) del tobillo. Las articulaciones superior e inferior del tobillo se soportan por las conexiones ligamentosas entre la tibia y el calcáneo, y las que unen el peroné con el calcáneo, además de la parte tibionavicular del ligamento deltoideo. Los ligamentos que se extienden entre el astrágalo y el calcáneo sólo estabilizan la articulación inferior del tobillo. En este aspecto, el mayor papel lo tiene el fuerte ligamento interóseo astragalocalcáneo.

### **Estabilidad anteroposterior (figura 10-98)**





**Figura 10-98.** Estabilidad de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural) en dirección anterior-posterior. **(a)** Vista lateral. **(b)** Vista posterior.

La zona más inestable en términos de desplazamiento anterior y posterior es la articulación superior del tobillo. Como no hay estructuras óseas que mantengan la estabilización, los ligamentos asumen esta función. Los ligamentos astragaloperoneos anterior y posterior y las partes tibioastragalinas anterior y posterior del ligamento deltoideo son los estabilizadores. Las conexiones maleolares anteriores con el astrágalo impiden cualquier desplazamiento anterior del astrágalo (o desplazamiento posterior de la pierna).

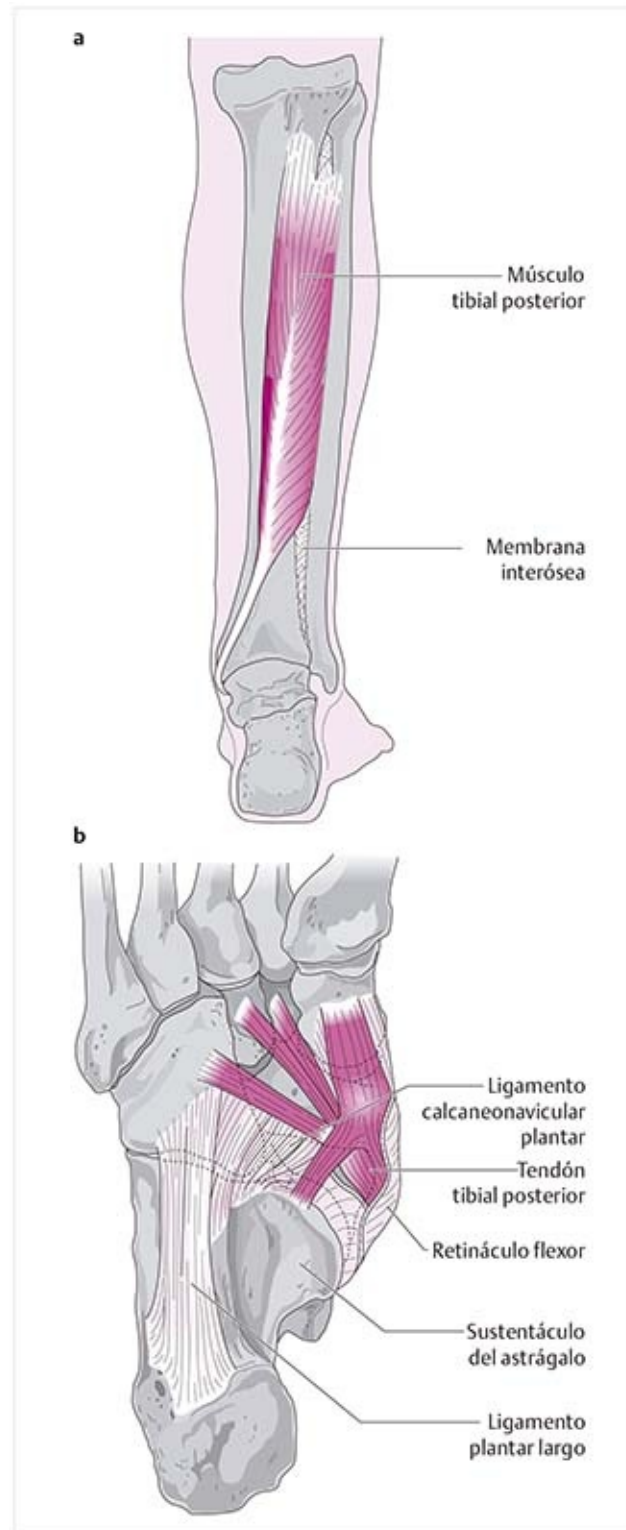
Las conexiones posteriores previenen el desplazamiento posterior del astrágalo (y el desplazamiento anterior de la pierna).

## 10.6.2 Estabilización dinámica

La estabilización dinámica de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural) se asegura por la carga (p. ej., transferencia de peso durante la marcha) y por varias actividades musculares. Sin embargo, la coordinación de la actividad muscular sólo puede funcionar si el mecanismo reflejo en la cápsula articular y los ligamentos está intacto.

## Estabilización posteromedial

### Músculo tibial posterior (figura 10-99)

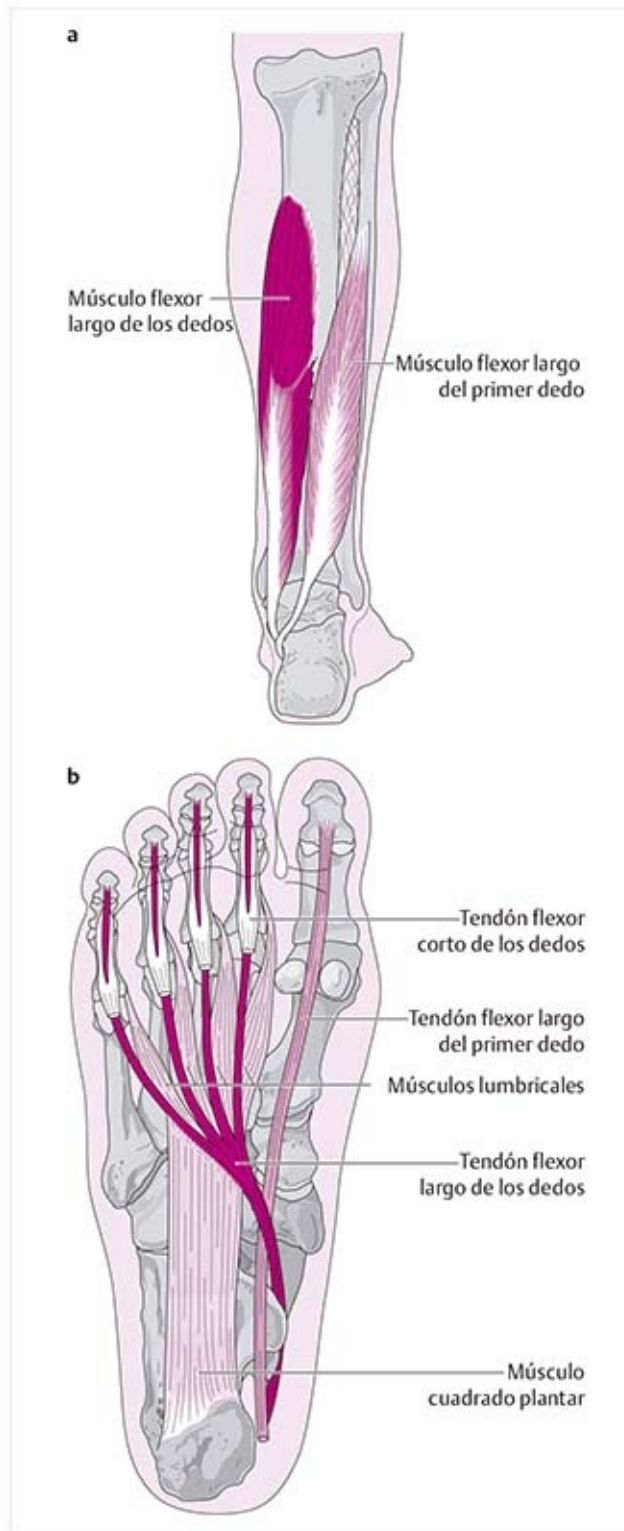


**Figura 10-99.** Trayecto del músculo tibial posterior. (a) En la región de la pierna. (b) En la región plantar.

- Este músculo discurre en dirección distal en un plano profundo dentro de la parte posterior de la pierna sobre la membrana interósea.
- Cruza bajo el músculo flexor largo de los dedos sobre el maleolo medial (**quiasma crural**).

- Su tendón pasa sobre la parte posterior del maleolo y luego se desvía en dirección anteroinferior.
- Se extiende sobre las partes tibioastragalina y tibiocalcánea del ligamento deltoideo y en un punto más distal, sobre la inserción del ligamento calcaneonavicular plantar.
- Luego pasa sobre el sustentáculo del astrágalo, donde el retináculo flexor se extiende sobre el tendón.
- Poco antes de llegar al hueso navicular se divide en sus tres inserciones:
  - Las **fibras anteriores** forman la continuación directa más fuerte del trayecto anterior del tendón y se insertan en la tuberosidad del navicular y en la cara plantar del hueso cuneiforme medial. Además, las fibras continúan hasta la cápsula de la articulación cuneonavicular.
  - Las **fibras intermedias** tienen un trayecto profundo en la planta del pie, se insertan en los huesos cuneiformes intermedio y lateral, y se extienden con unas cuantas partes hasta el hueso cuboides y quizá hasta la base del cuarto y quinto huesos metatarsianos.
  - Las **fibras posteriores se insertan** en el borde anterior del sustentáculo del astrágalo.

### **Músculo flexor largo de los dedos (figura 10-100)**



**Figura 10-100.** Trayecto de los músculos flexores largos de los dedos y del primer dedo. **(a)** En la región de la pierna. **(b)** En la región plantar.

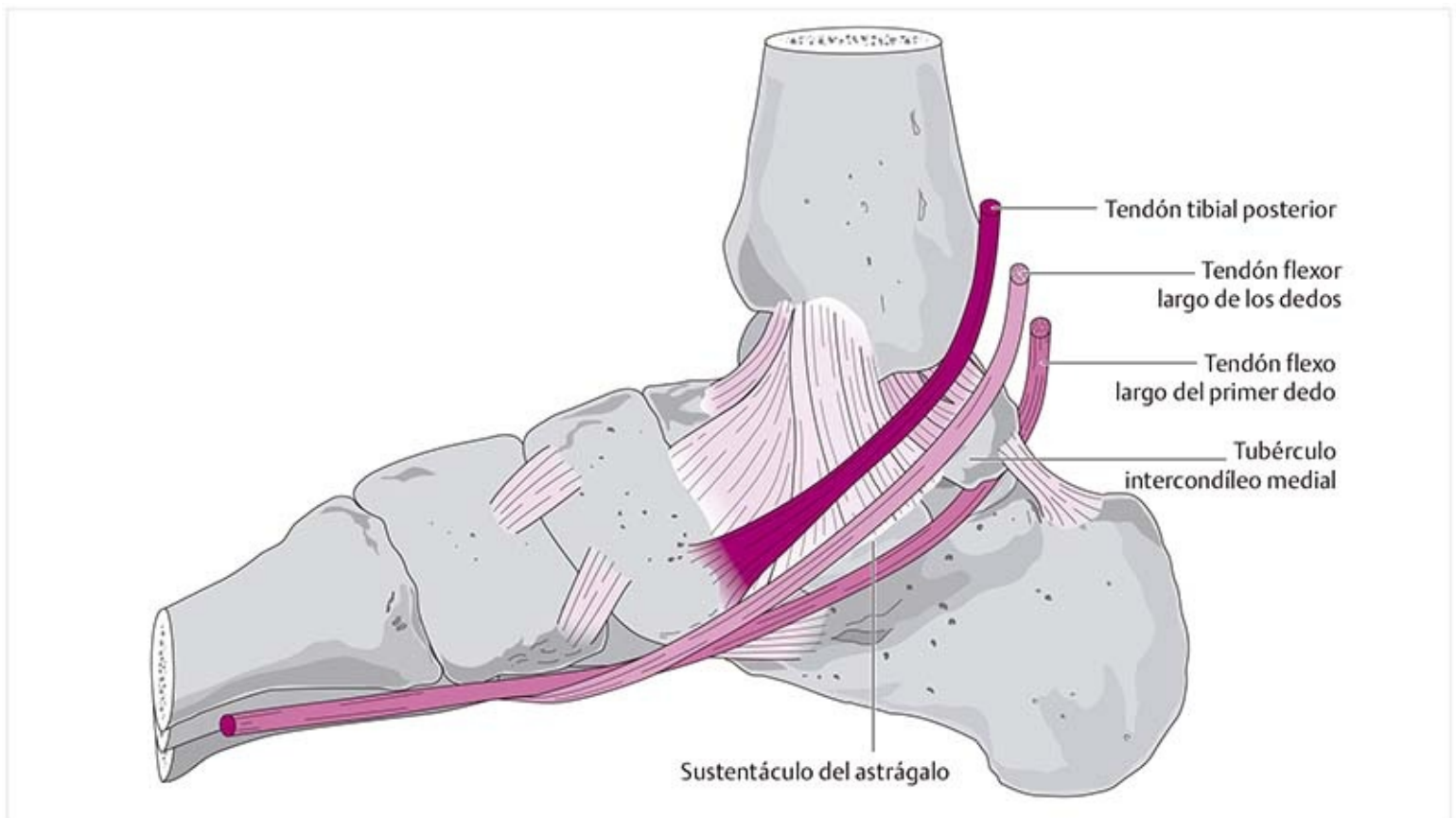
- Su tendón cruza el tendón del tibial posterior (**quiasma crural**) arriba del maleolo medial.
- Se extiende sobre la zona posterior del astrágalo y sobre la articulación subastragalina.
- Luego continúa sobre el sustentáculo del astrágalo, que tiene una hendidura aquí, y luego se desvía en dirección inferolateral hacia la planta del pie.
- En el margen medial del pie cruza sobre el tendón del músculo flexor largo del primer dedo (**quiasma plantar**).
- Poco después se divide en los cuatro tendones terminales individuales.
- En esta zona donde el tendón se separa, también se conecta con el músculo flexor largo del primer dedo (**unión tendinosa**). Por lo tanto, los movimientos de ambos músculos flexores están acoplados.

- En la zona plantar, la parte más lateral del tendón sirve como sitio de inserción para el músculo cuadrado plantar.
- En un punto más distal, los cuatro tendones funcionan como sitios de origen para los músculos lumbricales.
- En la región plantar, los tendones discurren junto con el músculo flexor corto de los dedos, que se encuentra en un plano superficial.
- A la altura de la falange proximal, los tendones del músculo flexor largo de los dedos penetran los tendones del músculo flexor corto de los dedos y se insertan en las bases de las falanges distales.

### **Músculo flexor largo del primer dedo (figura 10-100)**

- El tendón cruza la articulación subastragalina por la parte posterior y pasa bajo el sustentáculo del astrágalo.
- Poco después cruza bajo el tendón del músculo flexor de los dedos en el **quiasma plantar**.
- Se mantiene en la región plantar medial el resto de su trayecto.
- El tendón termina en la base de la falange distal.

### **Trayecto de los tendones en la zona ósea (figura 10-101)**



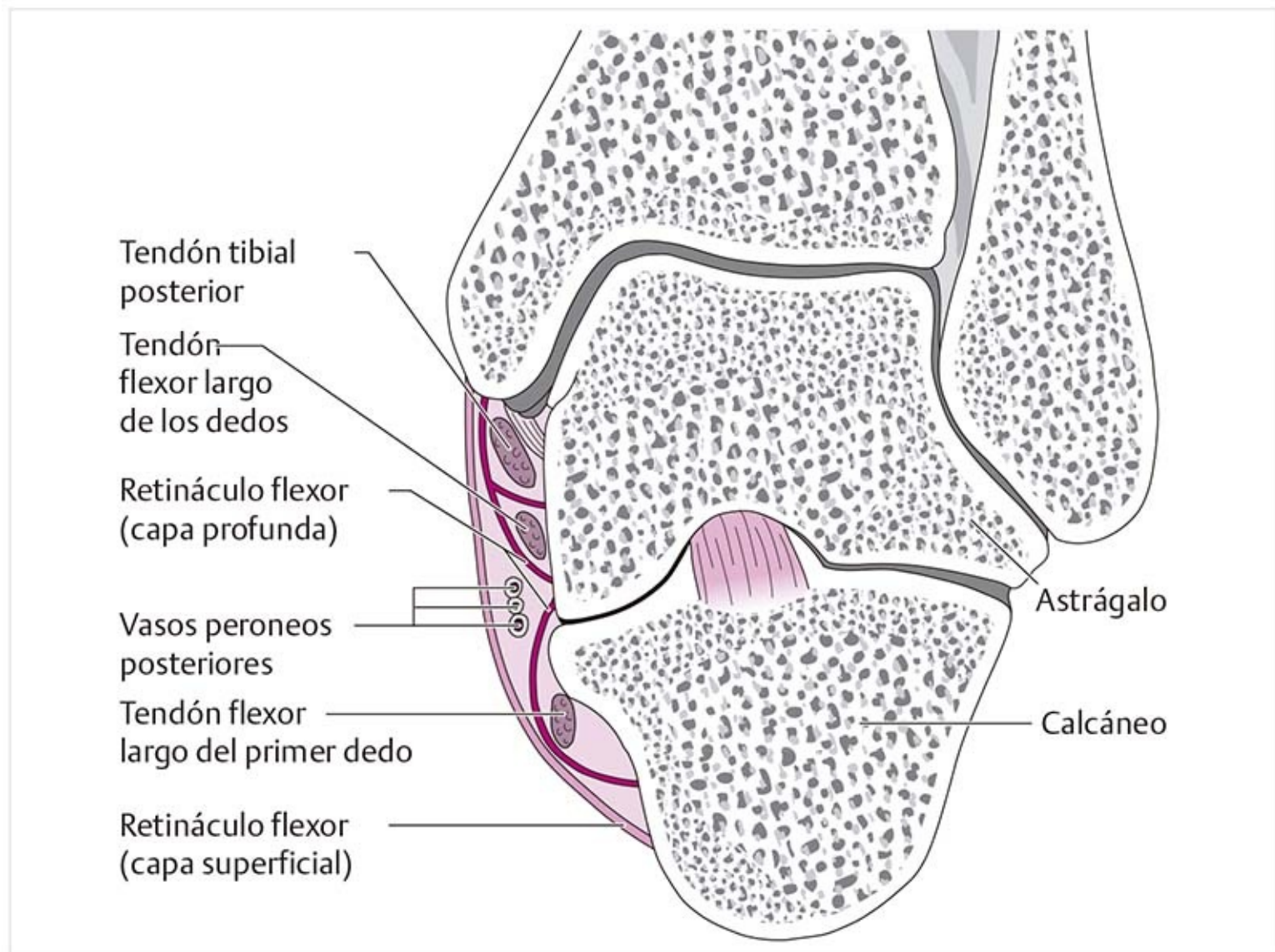
**Figura 10-101.** Trayecto de los tendones de los músculos tibial posterior, flexor largo de los dedos y flexor largo del primer dedo.

El canal maleolar se divide por tabiques de tejido conectivo en varios compartimientos, con un tendón en cada uno de ellos. La secuencia de anterior a posterior es la siguiente: músculo tibial posterior, músculo flexor largo de los dedos y músculo flexor largo del primer dedo.

El tendón del músculo tibial posterior pasa en un sitio más cercano al maleolo. El tendón del flexor del primer dedo describe el arco más grande en dirección posterior alrededor del maleolo. La hendidura para el tendón flexor largo del primer dedo se encuentra en la parte posterior del astrágalo. En este punto, el tendón tiene un trayecto anterior marcado.

Las vainas tendinosas rodean los tres tendones. La vaina tendinosa del tibial posterior comienza mucho más arriba del maleolo y termina poco antes de su inserción en la tuberosidad navicular. La vaina tendinosa del flexor largo de los dedos, como la del flexor largo del primer dedo, comienza un poco por arriba del maleolo y se extiende hasta el quiasma plantar.

### **Retináculo flexor (figura 10-102)**



**Figura 10-102.** El retináculo y el trayecto de los nervios en el canal maleolar medial.

Esta estructura es una guía para los tendones flexores, el músculo tibial posterior y el paquete neurovascular. El retináculo es un componente de la fascia profunda de la pierna. Su capa superficial está fortalecida y se extiende hacia el tendón de Aquiles entre la superficie tibial medial y la tuberosidad del calcáneo.

La capa profunda es más corta. Se extiende desde el maleolo medial a la superficie medial del astrágalo y rodea los tendones de los músculos tibial posterior y flexor largo de los dedos. Otras partes fibrosas discurren desde la superficie interna del astrágalo hasta la parte medial del calcáneo y rodean el tendón del músculo flexor largo del primer dedo.

Las dos capas forman el canal maleolar, en el que pasan con dirección distal los tendones mencionados antes, además de vasos y nervios.

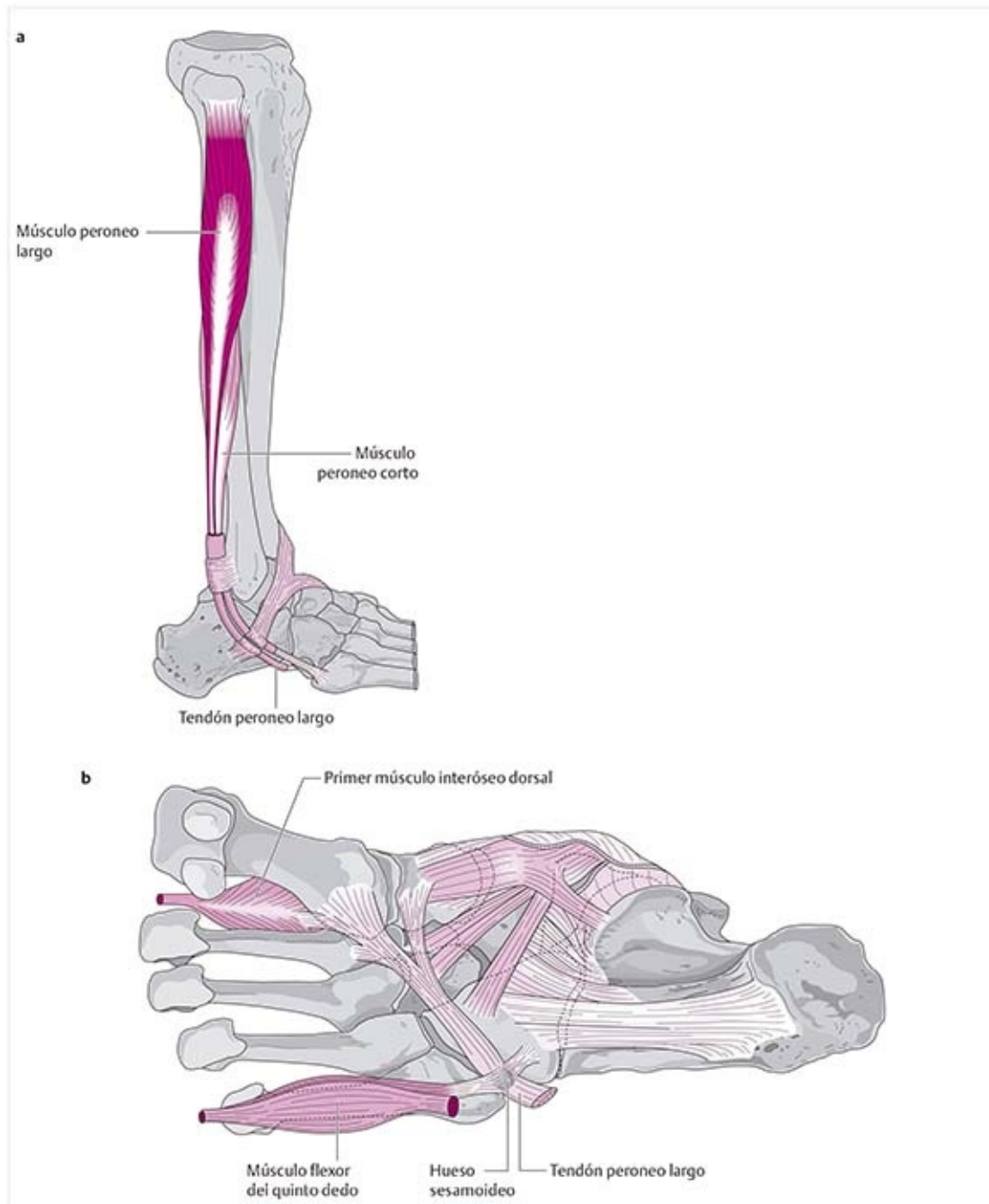
### **Funciones de los músculos:**

- Estabilización de la zona posteromedial del pie.

- Estabilización del arco del pie. Véase la sección 10.13, Biomecánica.
  - Flexión plantar.
  - Aducción y supinación del pie.
  - Flexión de los dedos en la articulación distal mediante los músculos flexores.
- Inervación** de los estabilizadores posteromediales: nervio tibial.

## Estabilización posterolateral

### Músculo peroneo largo (figura 10-103)



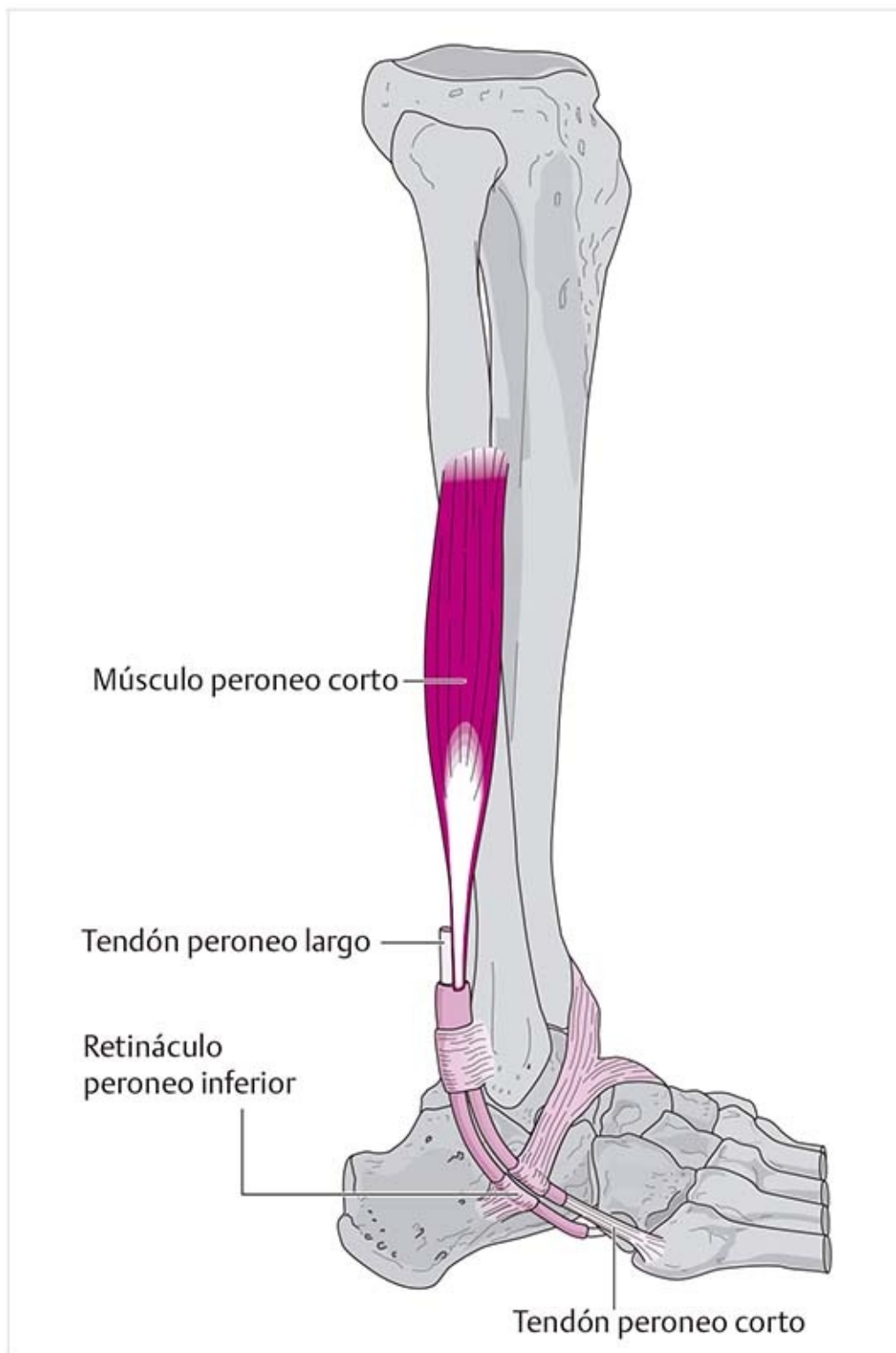
**Figura 10-103.** Trayecto del músculo peroneo largo. (a) En la pierna. (b) En la región plantar.

- Este músculo pasa por la región lateral de la pierna.
- En la transición del tercio inferior de la pierna se fusiona en su largo tendón terminal; en este punto se encuentra arriba del músculo peroneo corto.
- El primer punto estrecho se halla detrás del maleolo, ya que ahí el **retináculo peroneo superior** forma un tipo de túnel por el que pasan ambos tendones peroneos. El maleolo lateral crea una hendidura ahí que sirve como piso para el túnel.

- Poco después del retináculo, el tendón cambia primero de dirección y forma un ángulo casi recto hacia delante.
- A continuación pasa por un segundo túnel formado por el **retináculo peroneo inferior** .
- Este retináculo está fijado a la tróclea peronea, una proyección ósea en la parte lateral del calcáneo. La tróclea separa los dos músculos peroneos, por lo que el tendón del músculo peroneo largo discurre por debajo de ésta.
- A su paso por el hueso cuboides, el tendón cambia de dirección por segunda vez. Se desvía en dirección media hacia la zona plantar y discurre ahí en un surco (**hendidura para el tendón peroneo largo** ) de dirección anteromedial. En este sitio pasa por estructuras ligamentosas suprayacentes, como el ligamento plantar largo, hasta un canal osteofibrótico.
- Proximal al surco, la **tuberosidad del cuboides** , que está cubierta con una capa de cartílago, sirve como contrafuerte para el tendón.
- En el punto en que cambia de dirección existe algunas veces un hueso sesamoideo incrustado en el tendón. De ser así, el sesamoideo está fijado con pequeños ligamentos al hueso cuboides y a la base del quinto metatarsiano. Ahí se une con el músculo flexor del quinto dedo.
- Las inserciones están muy alejadas en dirección medial, sobre el hueso cuneiforme medial y en la base del primero y segundo huesos metatarsianos. Además, la parte más medial del tendón se une con el primer músculo interóseo dorsal.

### **Músculo peroneo corto (figura 10-104)**





**Figura 10-104.** Músculo peroneo corto.

- Este músculo se localiza debajo del músculo peroneo largo y forma una hendidura para su tendón.
- Su tendón terminal comienza poco antes del retináculo peroneo superior.
- Junto con el tendón del músculo peroneo largo, se desvía hacia delante alrededor del maleolo lateral, donde ambos tendones cruzan el ligamento calcaneoperoneo.
- Su tendón discurre arriba de la tróclea peronea y termina en la base del quinto metatarsiano.

**Funciones de los músculos:**

- Estabilización de las regiones posterior y lateral del pie.
- Protección dinámica contra la inversión.
- Flexión plantar, abducción y pronación.
- Tensión de los arcos longitudinal y transversal mediante el tendón del músculo peroneo largo. Véase la

**Patología**

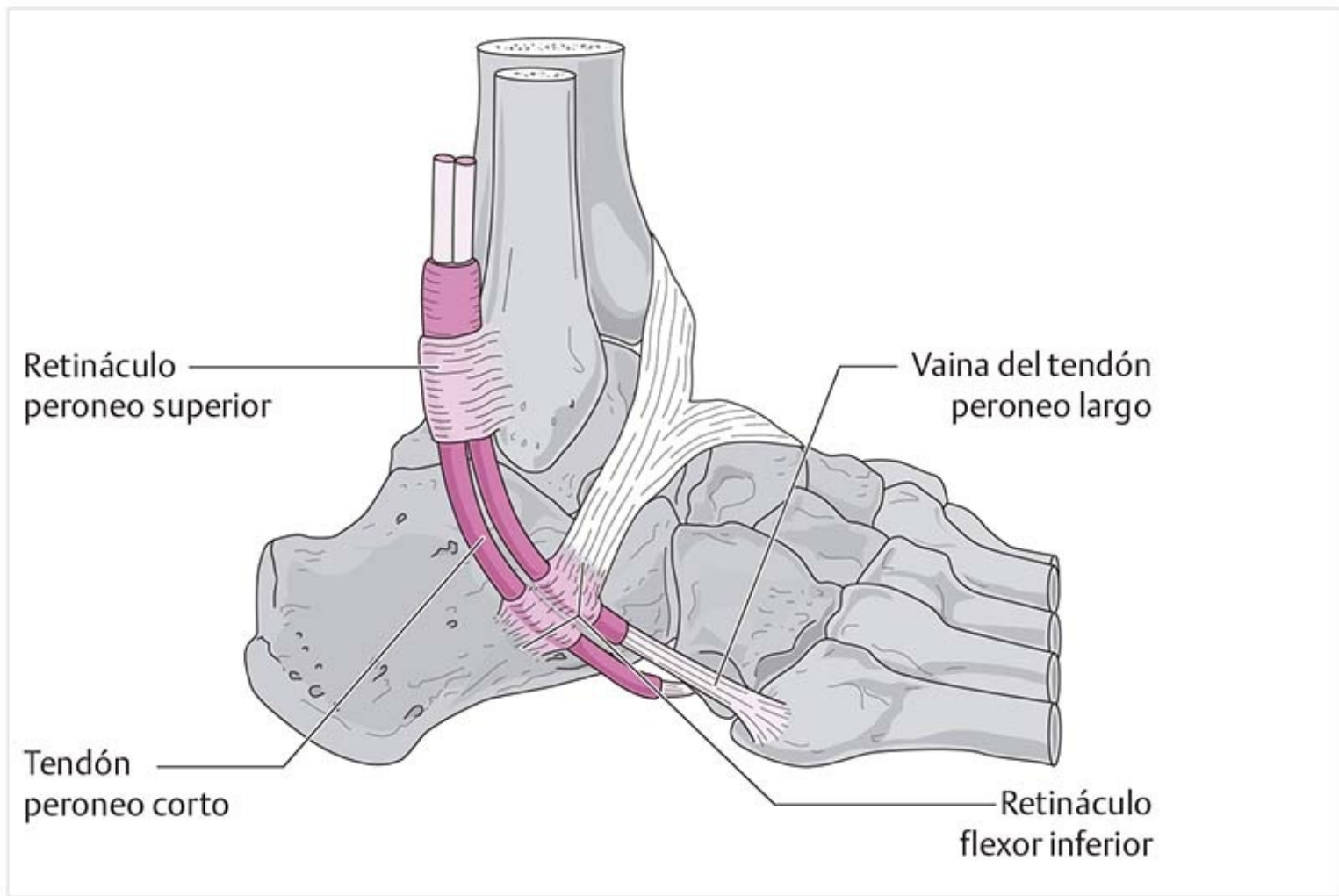
**Traumatismo por inversión**

El traumatismo por inversión daña a los receptores, lo que causa una deficiencia propioceptiva. El resultado es una articulación con inestabilidad funcional. Por lo general, el tendón peroneo protege contra la inversión súbita. El estiramiento excesivo súbito durante un traumatismo produce microtraumatismo en el tendón y en la vaina tendinosa circundante, por lo que ya no son capaces de funcionar. Por ejemplo, su tiempo de reacción se prolonga y no pueden estabilizarse cuando enfrentan el traumatismo repetido.

**Luxación de los tendones peroneos**

Esto ocurre porque la hendidura maleolar por la que pasan los tendones en la región posterior es muy poco profunda. Si se sacuden, pueden desplazarse hacia delante dentro del retináculo fijo. Por lo general, esto ocurre durante la dorsiflexión y pronación.

**Vainas tendinosas (figura 10-105)**



**Figura 10-105.** Vainas tendinosas y retináculos de los músculos peroneos.

Los dos tendones peroneos están rodeados por vainas tendinosas en la región maleolar. Proximal al maleolo, las vainas rodean ambos tendones juntos, pero se separan debajo del maleolo en dos vainas sinoviales que continúan hasta el hueso cuboides.

**Retináculos peroneos superior e inferior (figura 10-105)**

Forman canales guía para los tendones. Proximal al maleolo lateral hay una cámara común para ambos tendones. El **retináculo peroneo superior** es un anillo aponeurótico firme unido a la superficie superolateral del peroné. En la parte superior se une en ocasiones con el retináculo flexor, que proviene de la parte medial.

Distal al maleolo, el **retináculo peroneo inferior** forma dos canales tendinosos separados. En la parte posterior se fija al calcáneo, se une con la tróclea peronea entre los dos tendones peroneos y luego se inserta en el borde externo del seno tarsiano. Ahí forma una conexión con el retináculo extensor inferior,

que proviene del dorso del pie.

## Estabilización posterior

### Músculo gastrocnemio (figura 10-106)

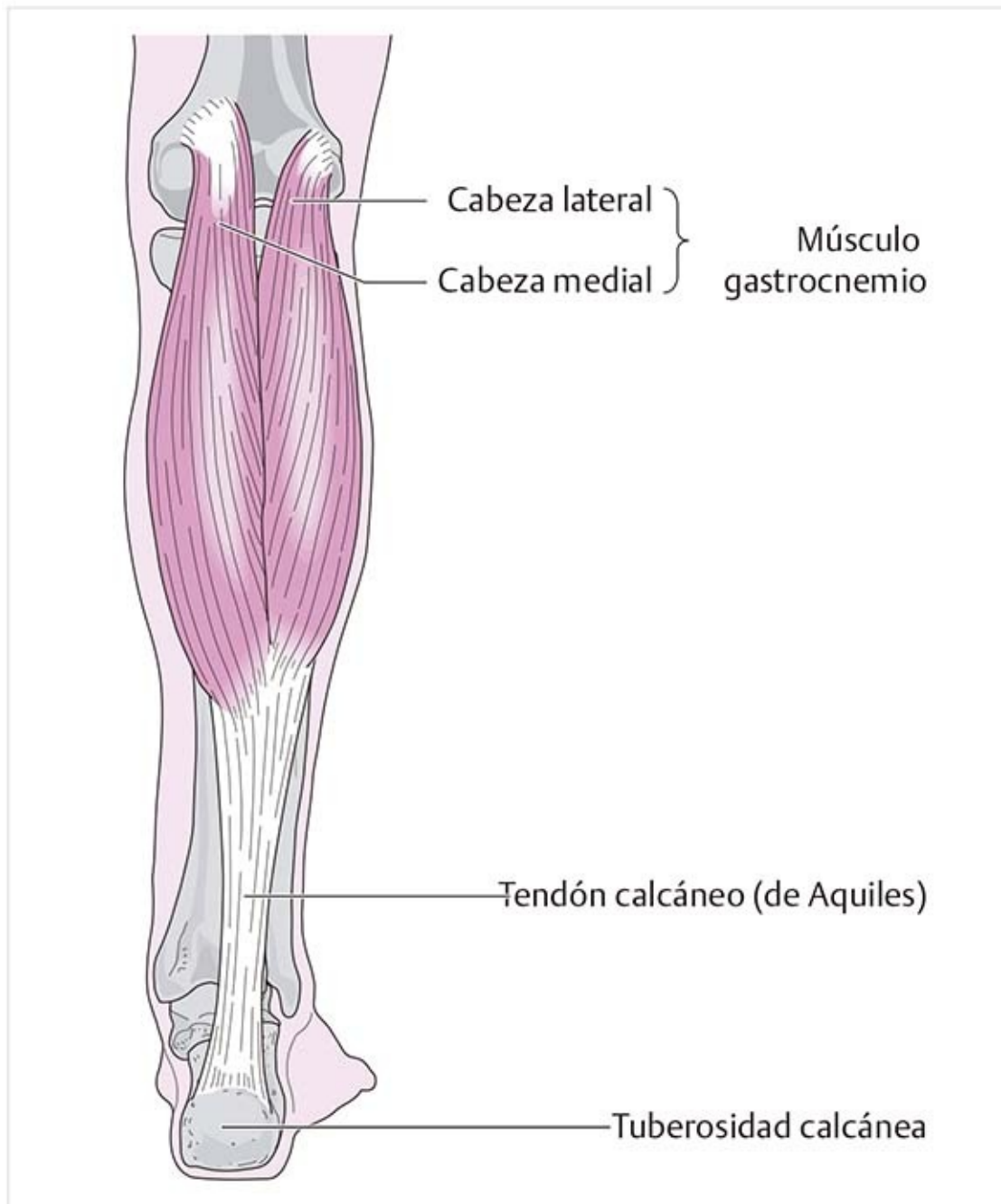
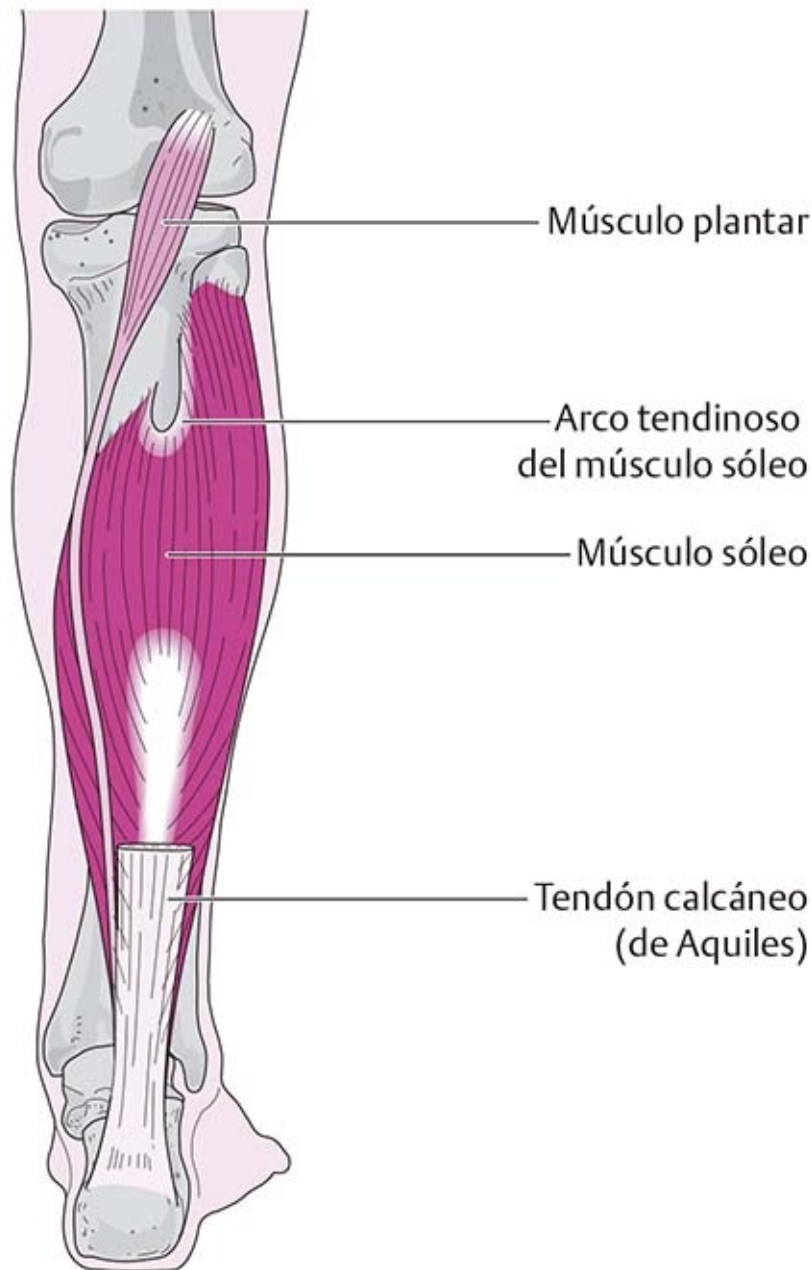


Figura 10-106. Músculo gastrocnemio.

► Véase la sección 9.3, Articulación de la rodilla.

### Músculo sóleo (figura 10-107)



**Figura 10-107.** Músculo sóleo y músculo plantar.

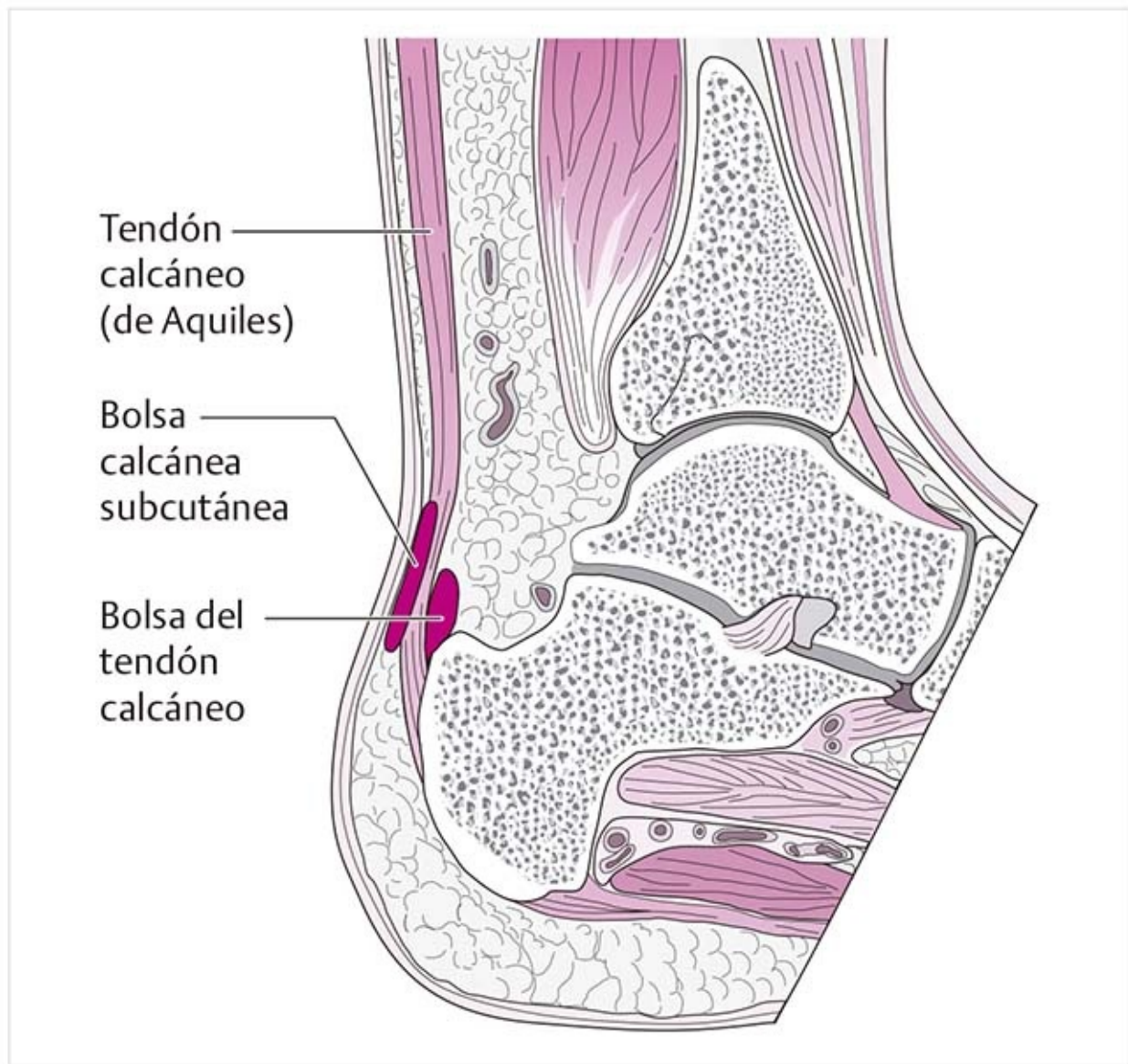
- Se encuentra debajo del músculo gastrocnemio.
- Tiene un sitio de origen ancho.
- Desde sus dos puntos de origen en la cabeza del peroné y el borde medial de la tibia, forma un arco fibroso, el **arco tendinoso del músculo sóleo**, por el cual pasan la arteria tibial posterior y el nervio tibial hacia el compartimento flexor profundo.
- En las partes medial y lateral de los músculos, la transición hacia el tendón de Aquiles ocurre en una parte mucho más distal que en la región media del músculo, es decir, a un ancho de mano arriba de la inserción del tendón de Aquiles en el calcáneo.

### **Músculo plantar (figura 10-107)**

- El tendón pasa bajo el músculo gastrocnemio y, en el tercio inferior de la pierna, medial al tendón de Aquiles.
- Junto con el tendón de Aquiles se inserta en la tuberosidad medial del calcáneo.
- ▶ Véase la sección 9.3, Articulación de la rodilla.

## ***Tendón del calcáneo (de Aquiles)***

- Éste es el tendón terminal común del músculo tríceps sural.
- Se vuelve mucho más angosto al nivel de los maleolos y después se ensancha otra vez en su inserción.
- En su sitio de inserción mide 2 cm de anchura.
- Las fibras del músculo gastrocnemio se proyectan en la parte posterior dentro del tendón, mientras que las del músculo sóleo se hallan en la parte anterior.
- En un punto 12 a 15 cm arriba de su inserción, las fibras se tuercen, por lo que las fibras mediales se insertan en la parte lateral en la tuberosidad del calcáneo, y unas cuantas fibras laterales avanzan por la parte medial. Además, en el proceso las fibras posteriores cambian a una posición anterior y viceversa.
- La **bolsa del tendón del calcáneo** se encuentra entre el lado interno del tendón y el borde superior de la tuberosidad. Otra bolsa, la **bolsa calcánea subcutánea**, se localiza en la zona de inserción entre el tendón y la piel (**figura 10-108**).



**Figura 10-108.** Bolsas calcáneas.

## **Funciones del músculo tríceps sural:**

- Con sus tres poderosas partes impide que el cuerpo se incline al frente sobre la articulación superior del tobillo.
- Flexión plantar: eleva todo el peso del cuerpo sobre las puntas de los pies.
- Produce inversión porque la mayor parte de su inserción es superomedial al eje. Véase la sección 9.3,

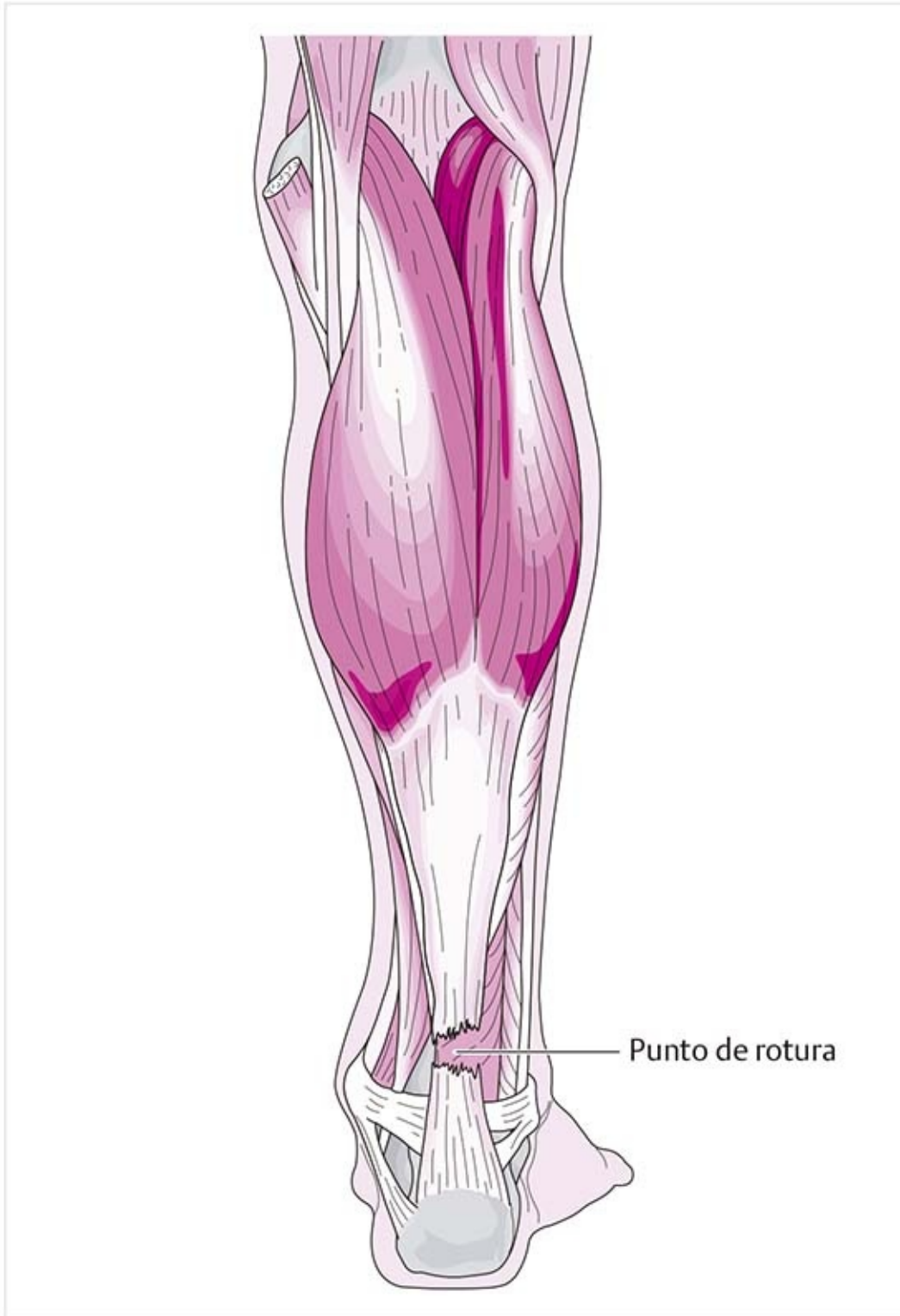
Articulación de la rodilla.

**Inervación** del músculo tríceps sural: nervio tibial.

### Patología

#### **Rotura del tendón de Aquiles (figura 10-109)**

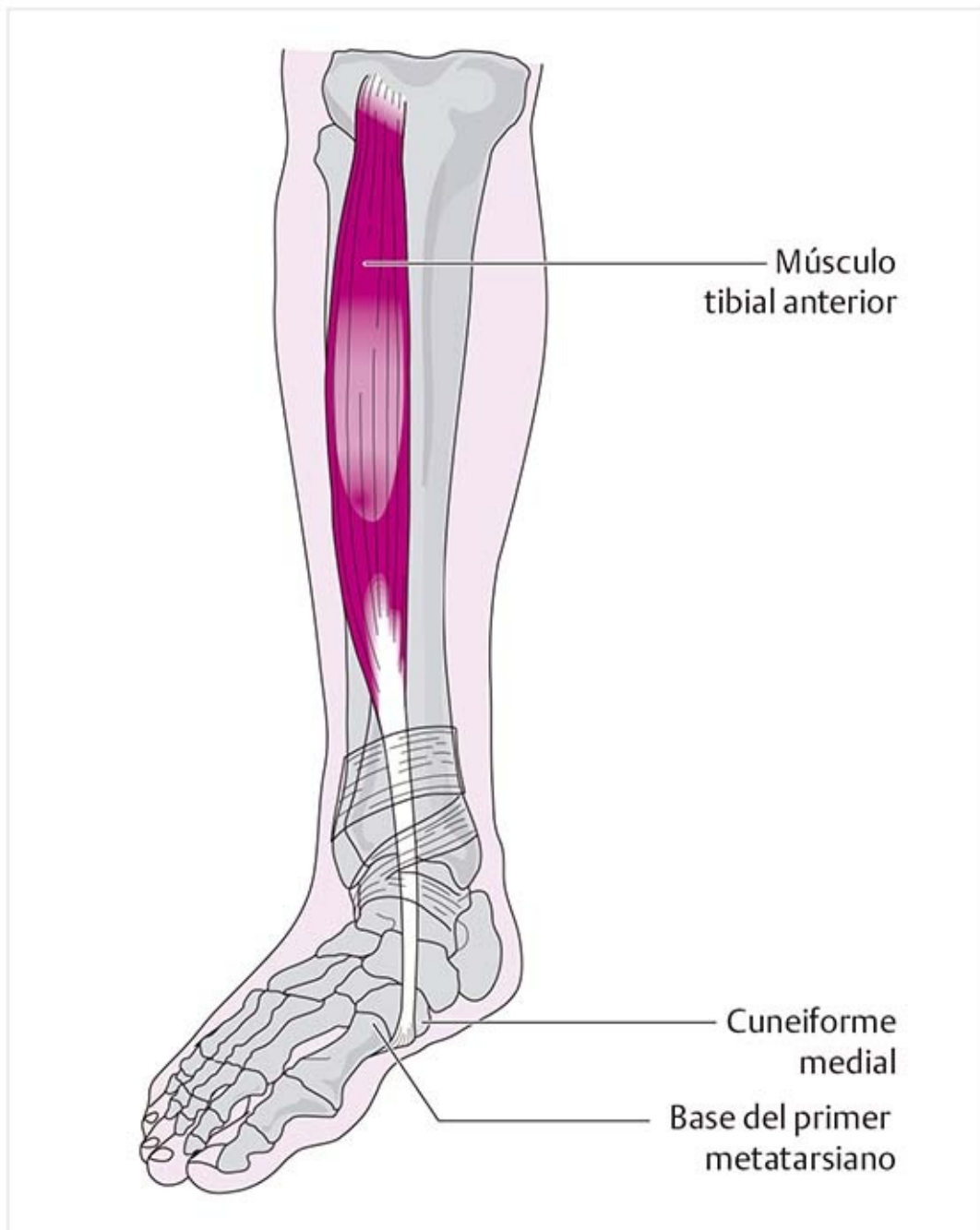
El sitio más frecuente para los desgarros se encuentra a unos 2 a 6 cm arriba de la inserción del tendón. En términos de perfusión, ésta es una zona crítica porque es la zona limítrofe entre los sistemas vasculares que provienen de arriba y abajo. Además, esta zona experimenta la mayor tensión durante la marcha. El microtraumatismo repetido causa destrucción del tejido y luego la dorsiflexión o el empuje súbitos con el pie hacen que al final el tendón se desgarre.



**Figura 10-109.** Rotura del tendón de Aquiles.

**Estabilización anterior**

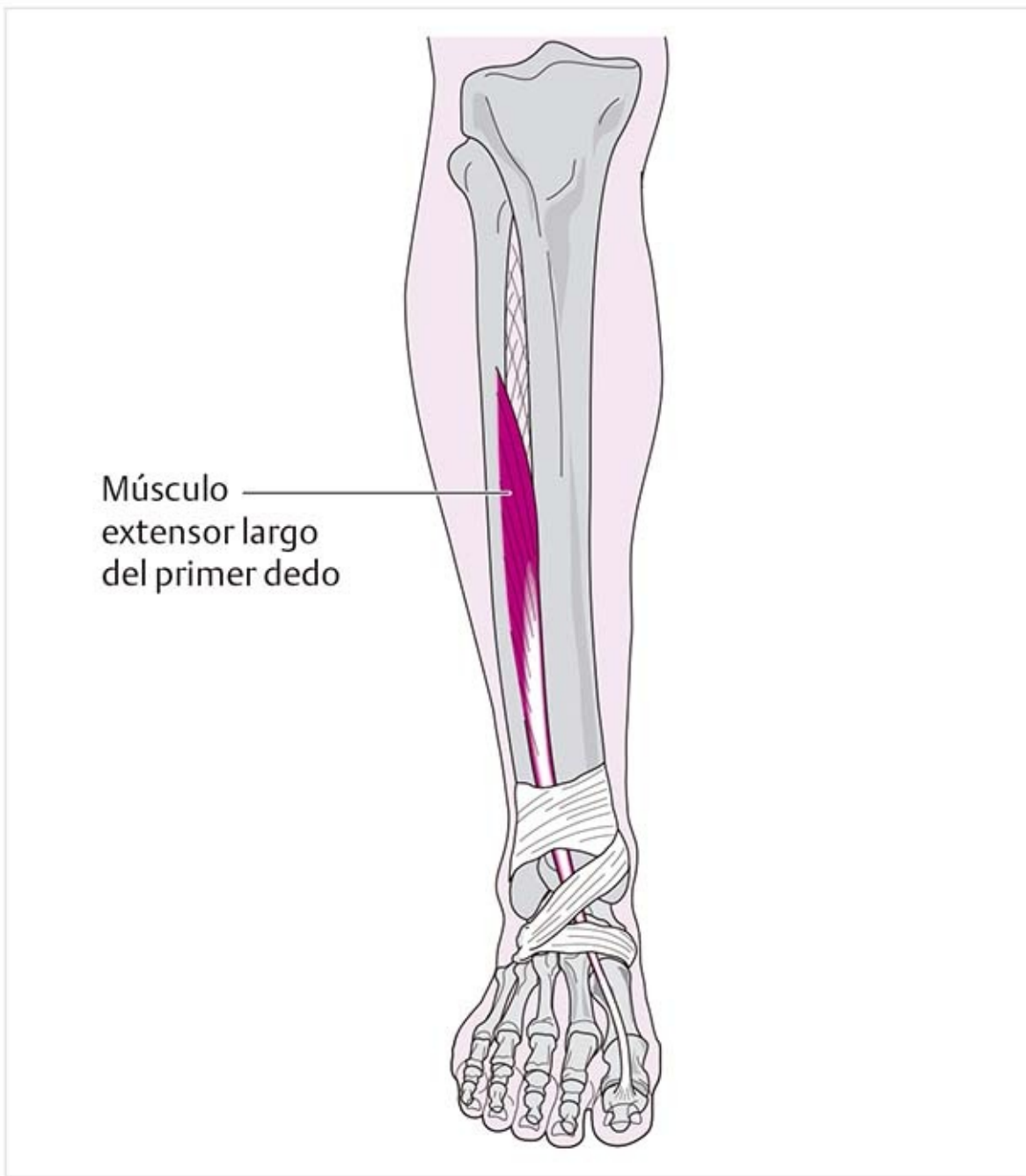
**Músculo tibial anterior (figura 10-110)**



**Figura 10-110.** Músculo tibial anterior.

- El músculo pasa bajo el retináculo extensor superior en la región medial y bajo el retináculo extensor inferior en una parte más distal.
- Se extiende en dirección distal hacia el borde medial del pie.
- En un punto 1 a 2 cm antes de la primera articulación tarsometatarsiana se divide en dos bandas tendinosas, una de las cuales continúa a las superficies medial y plantar de la base del metatarsiano y la otra a la superficie medial del hueso cuneiforme medial.
- Al llegar a la articulación, las partes del tendón se desvían en dirección casi vertical y se unen con la cápsula.

### **Músculo extensor largo del primer dedo (figura 10-111)**

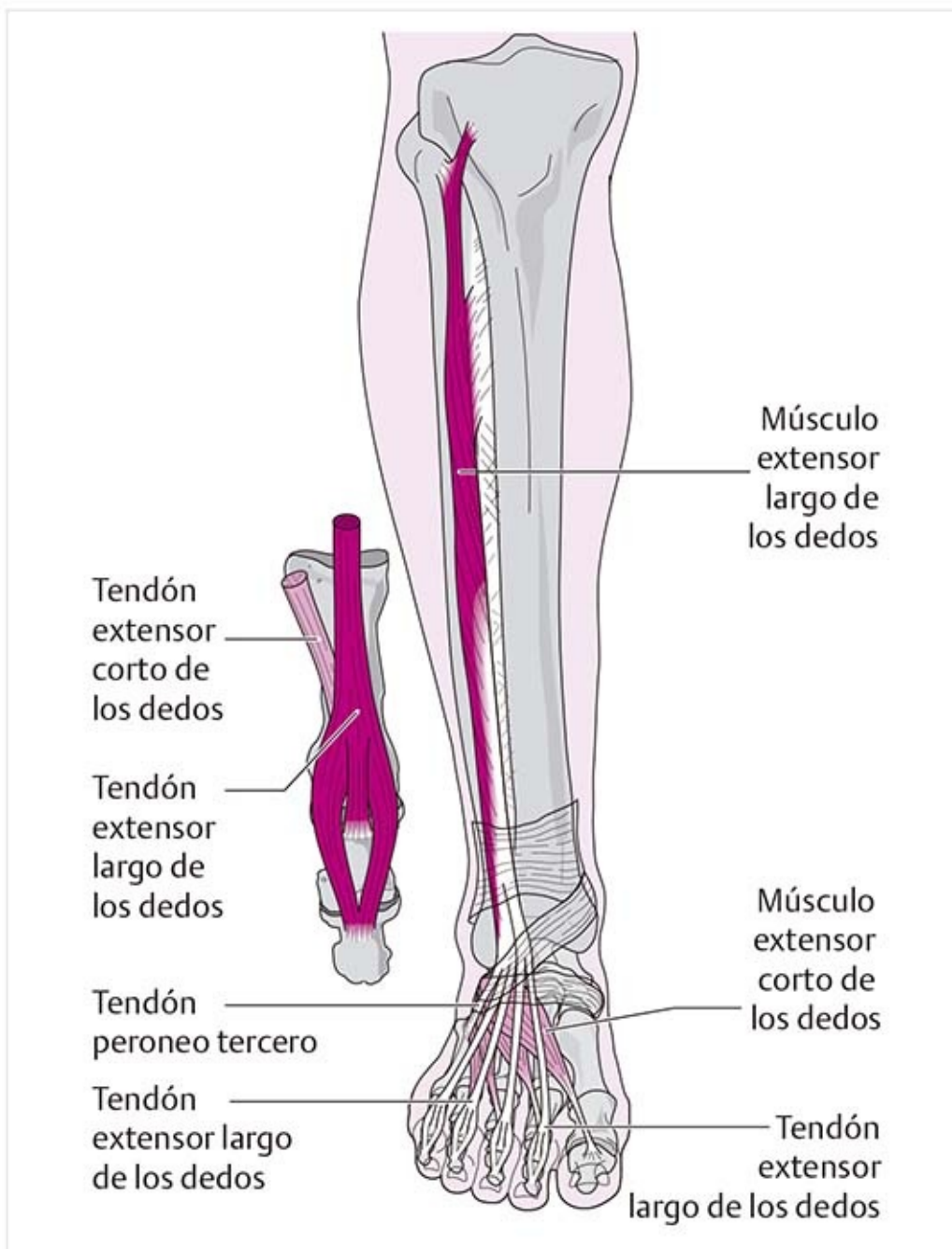


**Figura 10-111.** Músculo extensor largo del primer dedo.

- Al nivel de los maleolos, su tendón pasa por un plano profundo bajo el retináculo extensor superior y lateral al músculo tibial anterior.
- El tendón tiene su propio compartimiento separado bajo el retináculo extensor inferior.
- Después de eso se extiende en un plano superficial sobre el dorso del pie en dirección distal y medial hacia la falange distal del primer dedo.
- A menudo existe una pequeña rama medial hacia la base de la falange proximal.

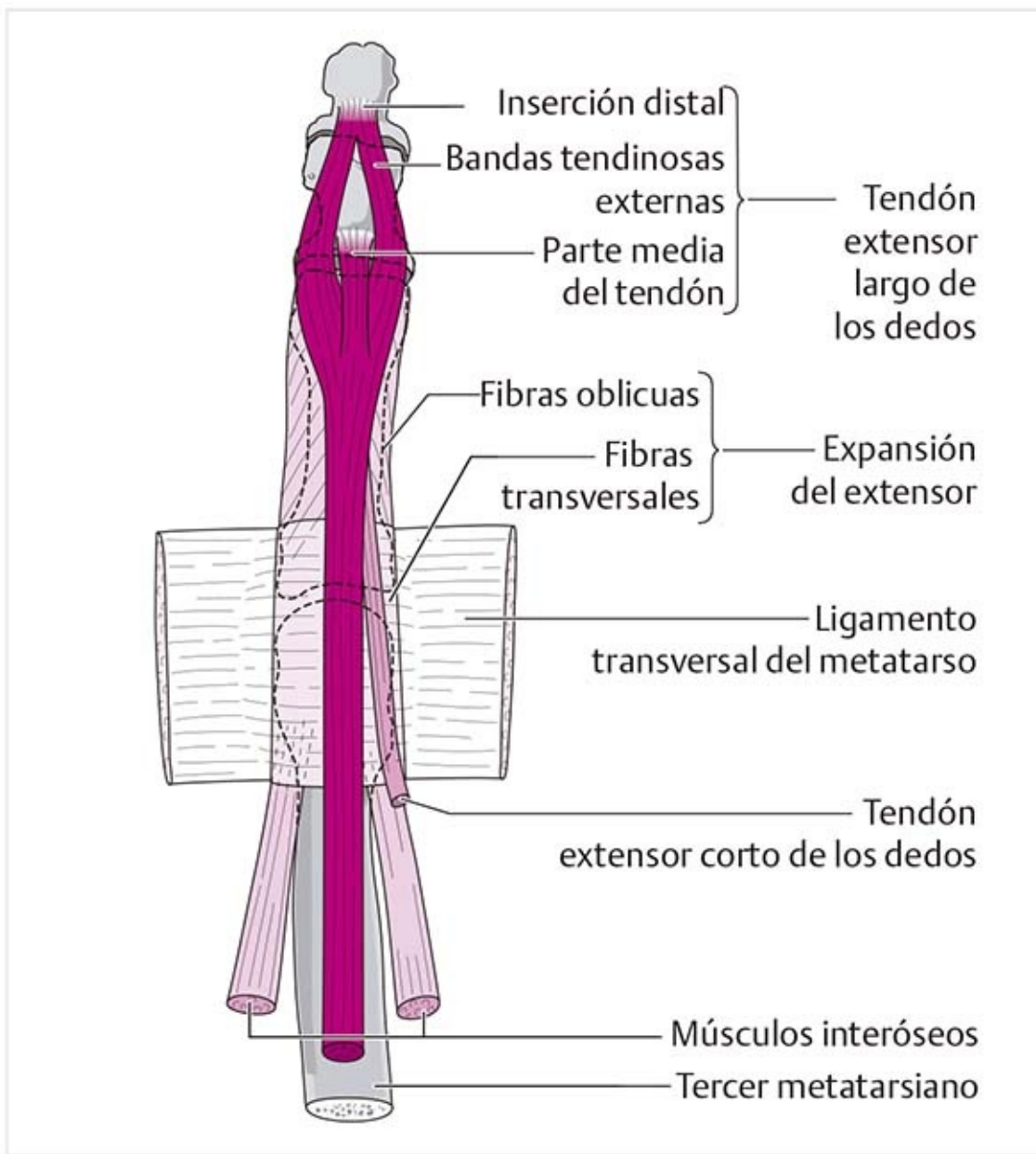
### **Músculo extensor largo de los dedos (figura 10-112)**





**Figura 10-112.** Músculo extensor largo de los dedos.

- Pasa bajo los retináculos extensores superior e inferior.
- Bajo el retináculo superior, el tendón se divide en dos partes, y a su vez cada una se divide en dos partes bajo el retináculo inferior, por lo que hay cuatro tendones terminales que identificar.
- Al llegar a la falange proximal, los tendones del músculo extensor corto de los dedos se extienden desde la parte lateral para unirse con estos tendones.
- Termina con la aponeurosis dorsal (**figura 10-113**), que cubre la falange proximal. A partir de ahí, una parte media del tendón se extiende a la falange media y dos bandas exteriores de tendón lo hacen a la parte dorsal de la base de la falange distal, donde se unen en una inserción común.



**Figura 10-113.** Tendón terminal del músculo extensor largo de los dedos.

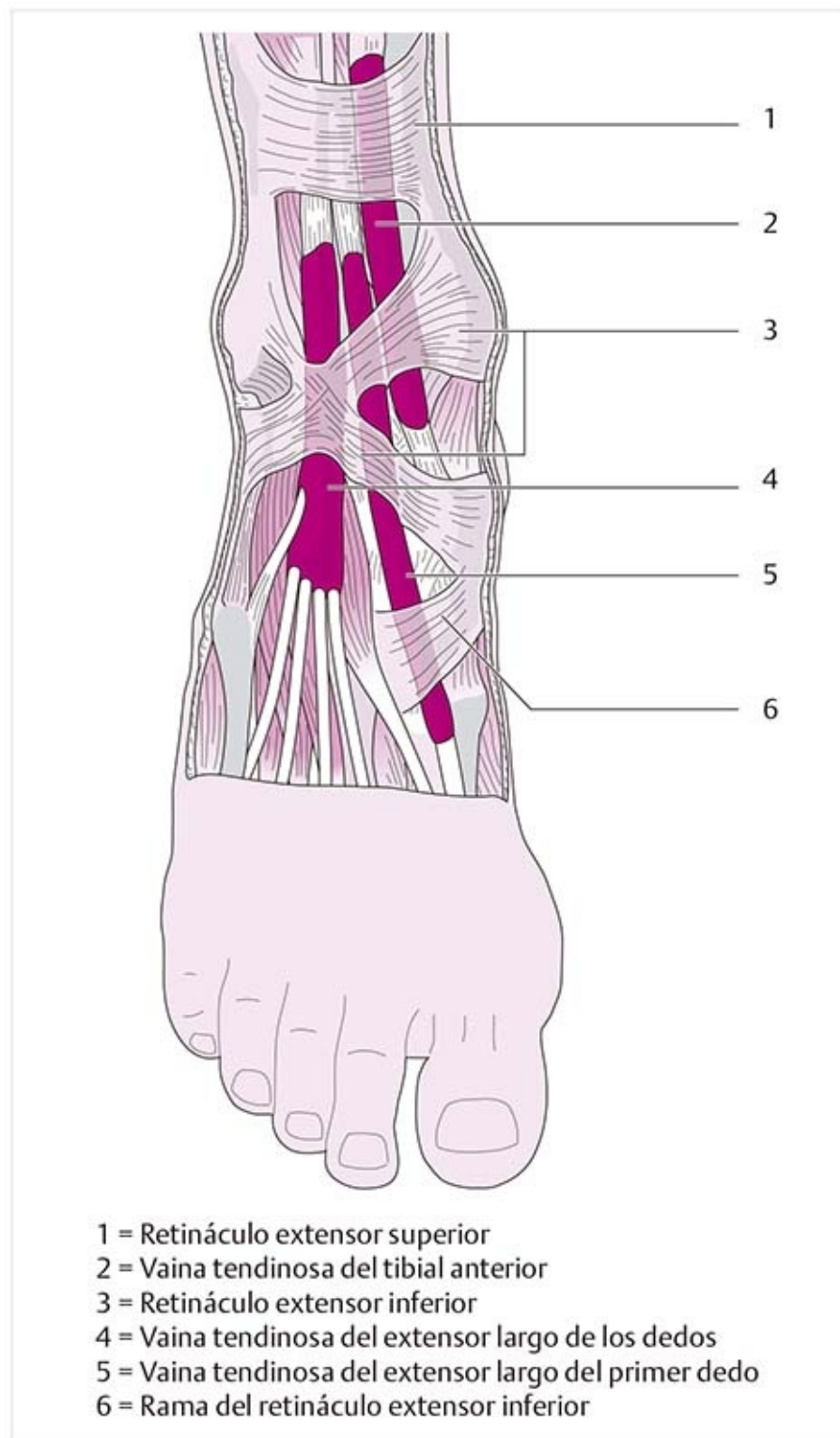
- A través de la aponeurosis dorsal, el músculo extensor largo de los dedos se conecta con los músculos interóseos.
- Puede haber una rama que se extienda como quinto tendón terminal hasta la base del quinto metatarsiano, el **músculo tercer peroneo**.

### **Funciones del grupo extensor:**

- Estos músculos sustentan a los tendones en la **estabilización anterior** de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural).
- **Dorsiflexión:** en la fase de balanceo de la marcha, por ejemplo, el extremo fijado es proximal y los músculos tiran del pie hacia la dorsiflexión. Por el contrario, en la fase de soporte, el extremo fijado está en el pie y los músculos extienden la pierna, lo que origina dorsiflexión del pie.
- Tendón tibial anterior: produce **supinación**, dado que su inserción es medial al eje longitudinal. En este caso está sustentado por el músculo extensor largo del primer dedo.
- Por otra parte, casi todas las partes del músculo extensor largo de los dedos sustentan la pronación.
- Los extensores de los dedos causan **extensión** en todas las articulaciones de los dedos. También tienen un efecto estabilizador en el arco longitudinal del pie, ya que ejercen tensión en la aponeurosis plantar mediante la extensión de los dedos. Véase la sección 10.13, Biomecánica.

**Inervación** de los extensores: nervio peroneo profundo.

**Retináculos extensores superior e inferior (figura 10-114)**



**Figura 10-114.** Retináculos y vainas tendinosas del dorso del pie.

El **retináculo extensor superior** comienza un ancho de mano proximal a los maleolos y tiene alrededor de tres anchos de dedo de anchura. Se extiende de la parte medial de la tibia a la superficie anterior del peroné. Asegura los extensores largos y el músculo tibial anterior sobre la pierna.

El **retináculo extensor inferior** se dispone a manera de cruz y tiene dos partes principales. La parte proximal proviene del maleolo medial y se extiende en dirección oblicua inferolateral hasta el seno del tarso, con una pequeña rama al maleolo lateral. La parte distal une la tuberosidad del navicular con el seno del tarso. Una pequeña parte adicional se proyecta del hueso cuneiforme medial al segundo

metatarsiano. Todas estas partes sirven como una banda de retención para los tendones.

### ***Vainas tendinosas***

Los tendones se proyectan en un compartimiento tibial, medio y peroneo bajo los retináculos y están rodeados por vainas sinoviales. Tienen longitudes variadas. Por ejemplo, el músculo tibial anterior comienza proximal al retináculo superior y termina distal a la parte superior del retináculo extensor inferior. Por otra parte, la vaina tendinosa del músculo extensor largo del primer dedo es muy largo y discurre hasta la base del quinto metatarsiano.

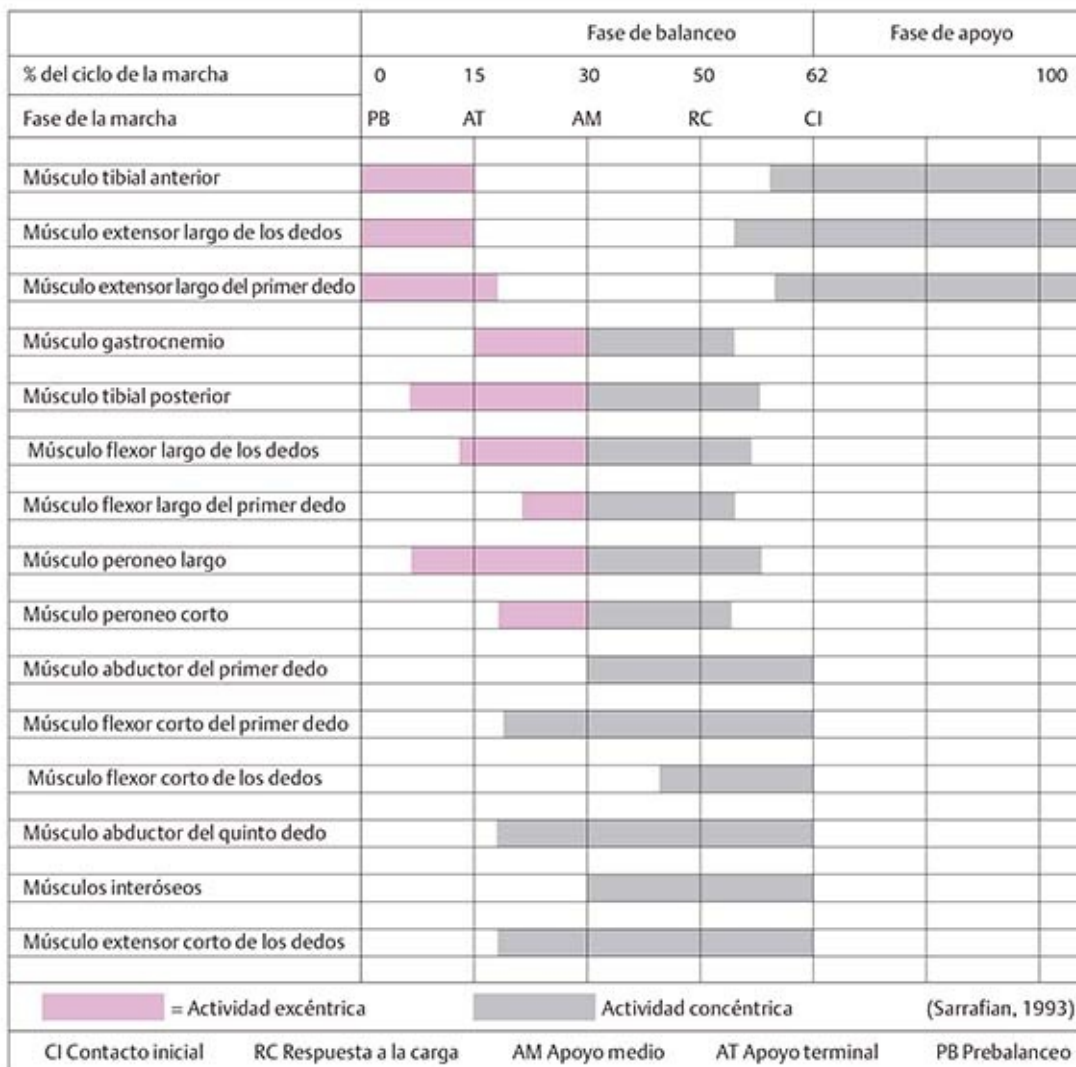
Patología
<p><b>Síndrome tibial anterior (síndrome de compartimiento anterior)</b></p> <p>Se refiere a un síndrome por compresión del compartimiento anterior, en el que pasan tendones del músculo tibial anterior. El compartimiento está limitado por huesos y el retináculo extensor, por lo que no es posible la distensión del tendón contenido. Por ejemplo, el sobreuso puede causar inflamación con desarrollo de edema. Los capilares distribuidos en esta zona pueden comprometerse, lo que provoca necrosis isquémica de los músculos en el compartimiento tibial.</p> <p>Los pacientes se quejan de dolor intenso en la región pretibial y debilidad para la dorsiflexión.</p>

## **10.7 Articulación del tobillo durante la deambulación**

### **10.7.1 Actividad electromiográfica durante la ambulación**

Los receptores mecánicos en las cápsulas y ligamentos coordinan la actividad de los músculos en la pierna y el pie, lo que estabiliza el pie sobre el suelo desigual.

La **figura 10-115** presenta las generalidades de las actividades musculares requeridas para caminar sin dificultad (Sarrafan, 1993).



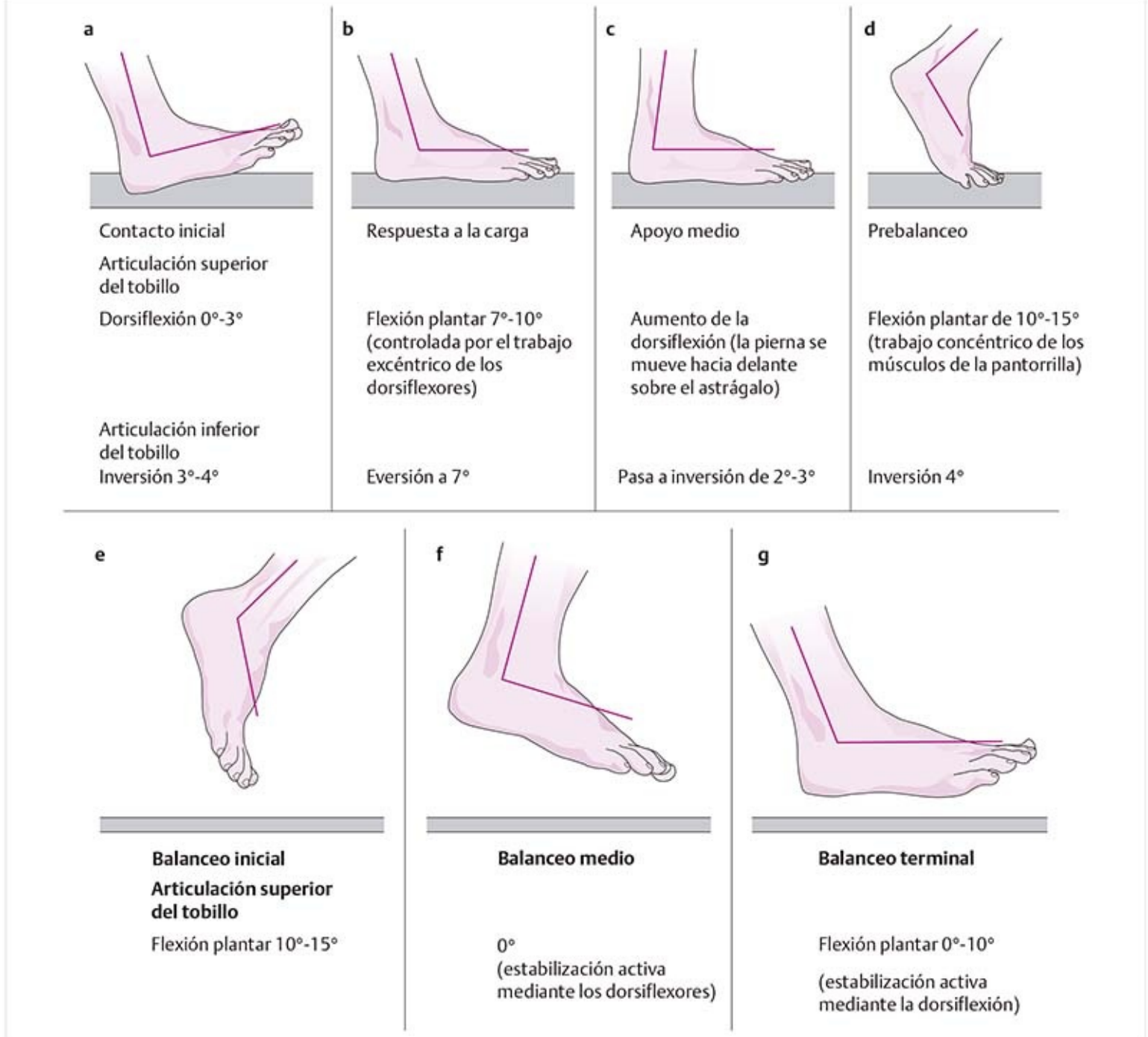
**Figura 10-115.** Actividad de los músculos de la pierna durante la marcha.

### Consejo práctico

#### Análisis de la marcha (figura 10-116)

Cuando se valora la posición de una articulación hay que tener presente que el paciente no podrá usar de inmediato las mejorías en la amplitud de movimiento, aunque la terapia intensiva haya mejorado la deficiencia significativa en el movimiento que había.

**Ejemplo:** la flexión plantar medida es de 10° y, durante la etapa de prebalanceo, el paciente usa sólo 7° a 10°. A pesar de esto, no puede realizar esta fase de manera óptima y compensa mediante el avance de la rodilla. No hay duda que las razones son multifactoriales, pero es seguro que el paciente requiere cierta tolerancia al movimiento, en este caso quizá +7°, para iniciar la amplitud de movimiento necesaria durante la marcha.



**Figura 10-116.** Amplitud de movimiento de las articulaciones del tobillo. (a-d) En la fase de apoyo. (e-g) En la fase de balanceo.

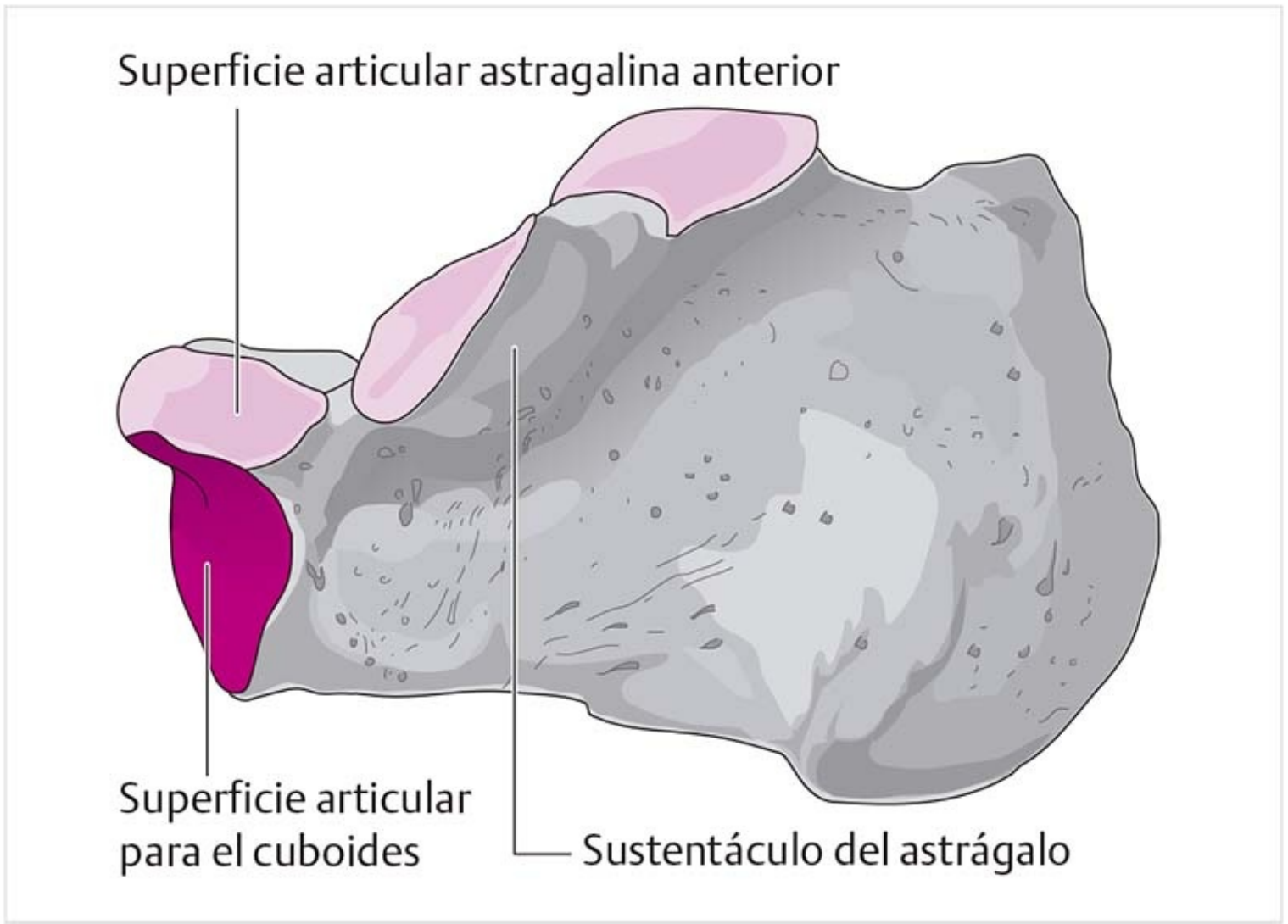
## 10.7.2 Amplitud de movimiento

La amplitud de movimiento usada al caminar no llega a los máximos movimientos posibles de la articulación. Como regla, sólo se usa el 50%.

## 10.8 Articulación calcaneocuboidea

### 10.8.1 Estructura ósea y superficies articulares

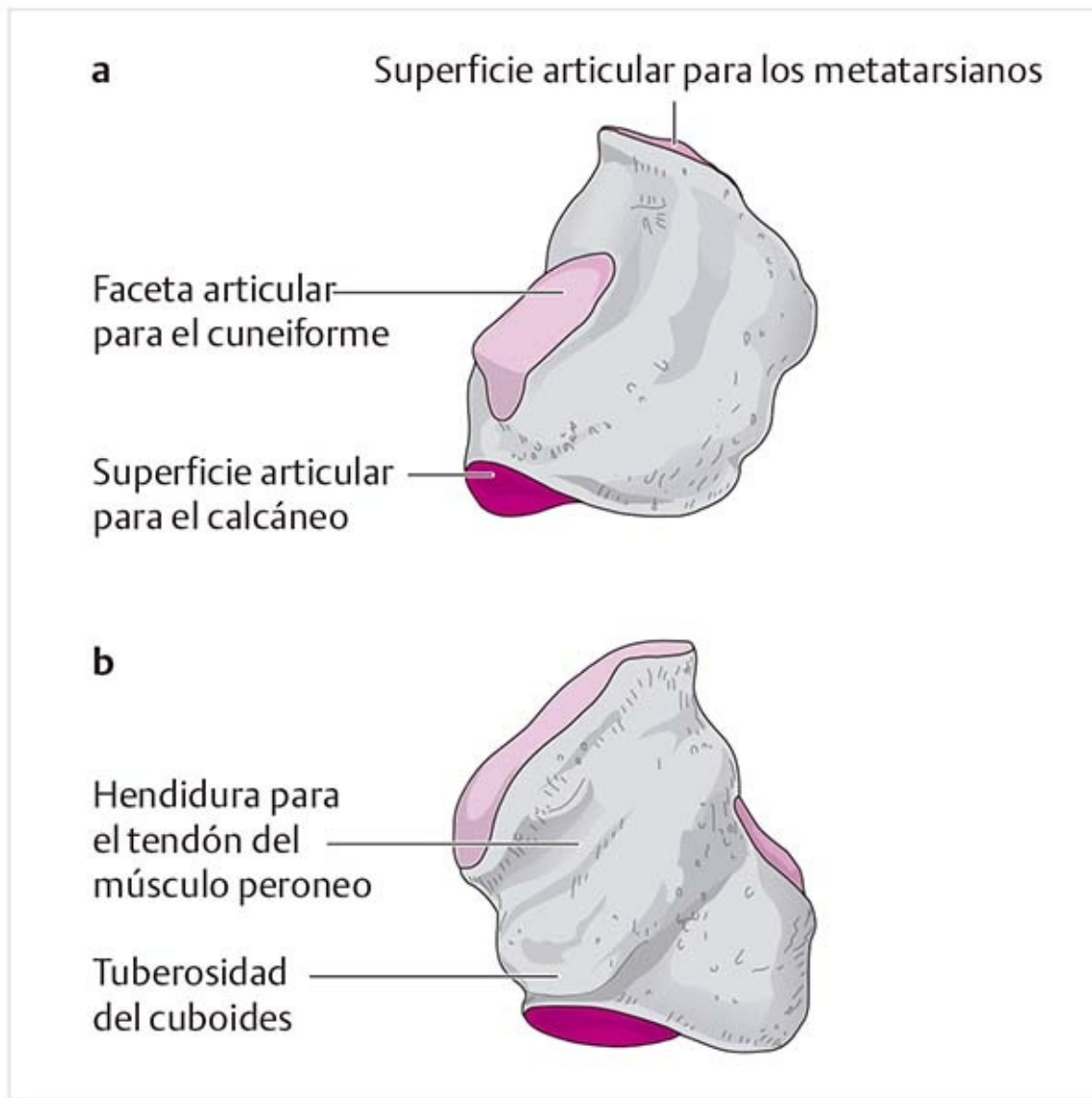
#### Calcáneo (figura 10-117)



**Figura 10-117.** Calcáneo derecho, vista medial.

- En la parte anterior, el hueso tiene forma parecida a un embudo. La parte superior sobresale en dirección distal como un techo en pendiente. Algo medial respecto a este techo se localiza la superficie articular astragalina anterior.
- La **superficie articular para el cuboides** se encuentra en la superficie anterior.
- La superficie articular tiene una forma parecida a una silla de montar, convexa en el eje medial-lateral y cóncava en el eje vertical.

### **Hueso cuboides (figura 10-118)**



**Figura 10-118.** Hueso cuboides derecho. **(a)** Vista superior. **(b)** Vista inferior.

- Se localiza en la parte lateral del pie, distal al calcáneo.
- Tiene forma triangular, con una parte medial ancha y una parte lateral corta.
- La **superficie articular del calcáneo** en la parte proximal del hueso cuboides se articula con el calcáneo.
- Esta superficie articular tiene una forma semejante a una silla de montar para concordar con la superficie articular correspondiente en el calcáneo.

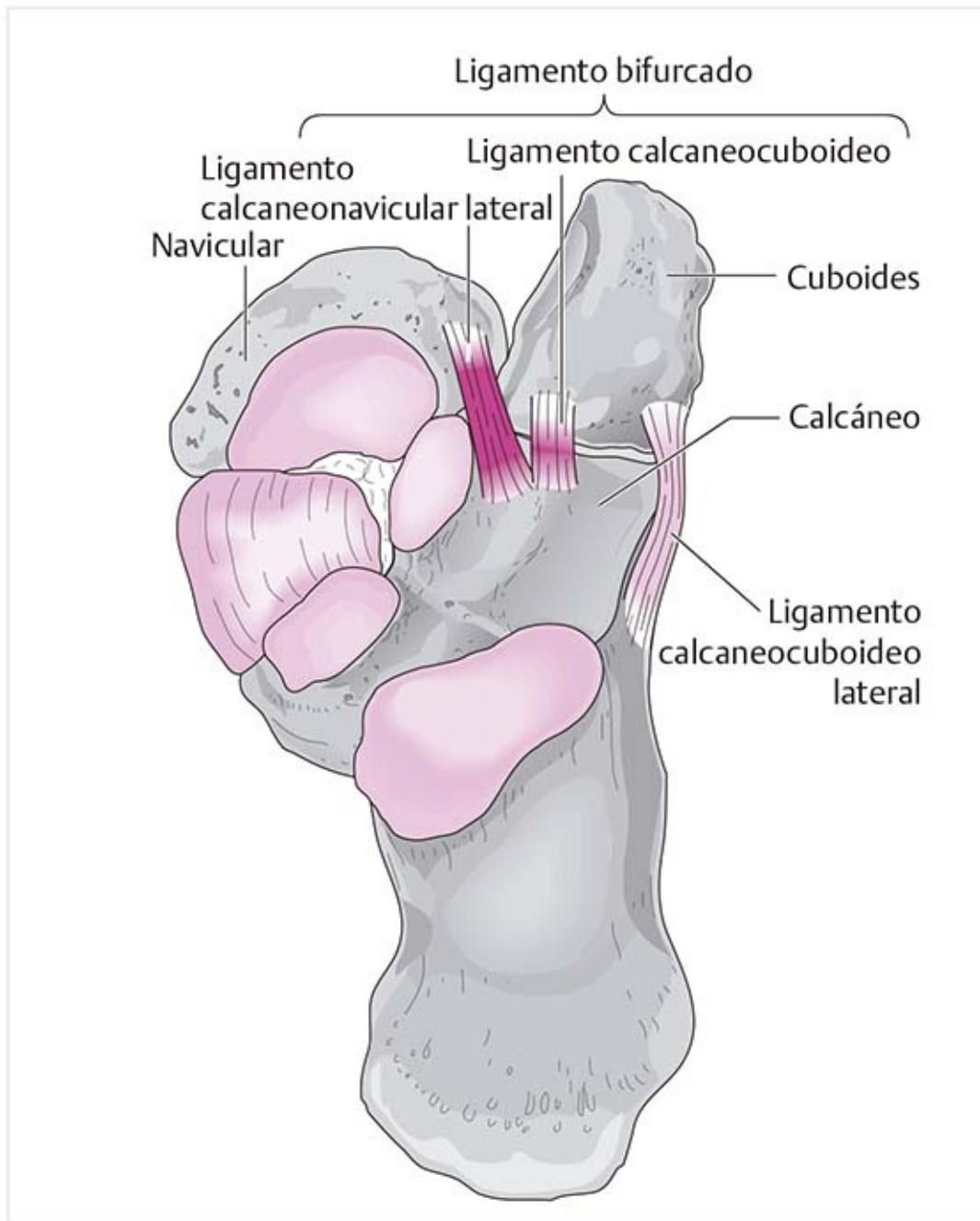
## 10.8.2 Cápsula articular

La cápsula articular se inserta justo en el borde hueso-cartílago y se une con todos los ligamentos que discurren inmediatamente sobre ella.

## 10.8.3 Ligamentos

### Ligamento bifurcado (figura 10-119)





**Figura 10-119.** Ligamento bifurcado.

Este ligamento une el hueso navicular, el hueso cuboides y el calcáneo en una unidad funcional, por lo que se lo considera el ligamento clave de la articulación de Chopart.

El ligamento consiste en las dos partes siguientes que se separan entre sí en una forma en **V** .

### **Ligamento calcaneonavicular lateral**

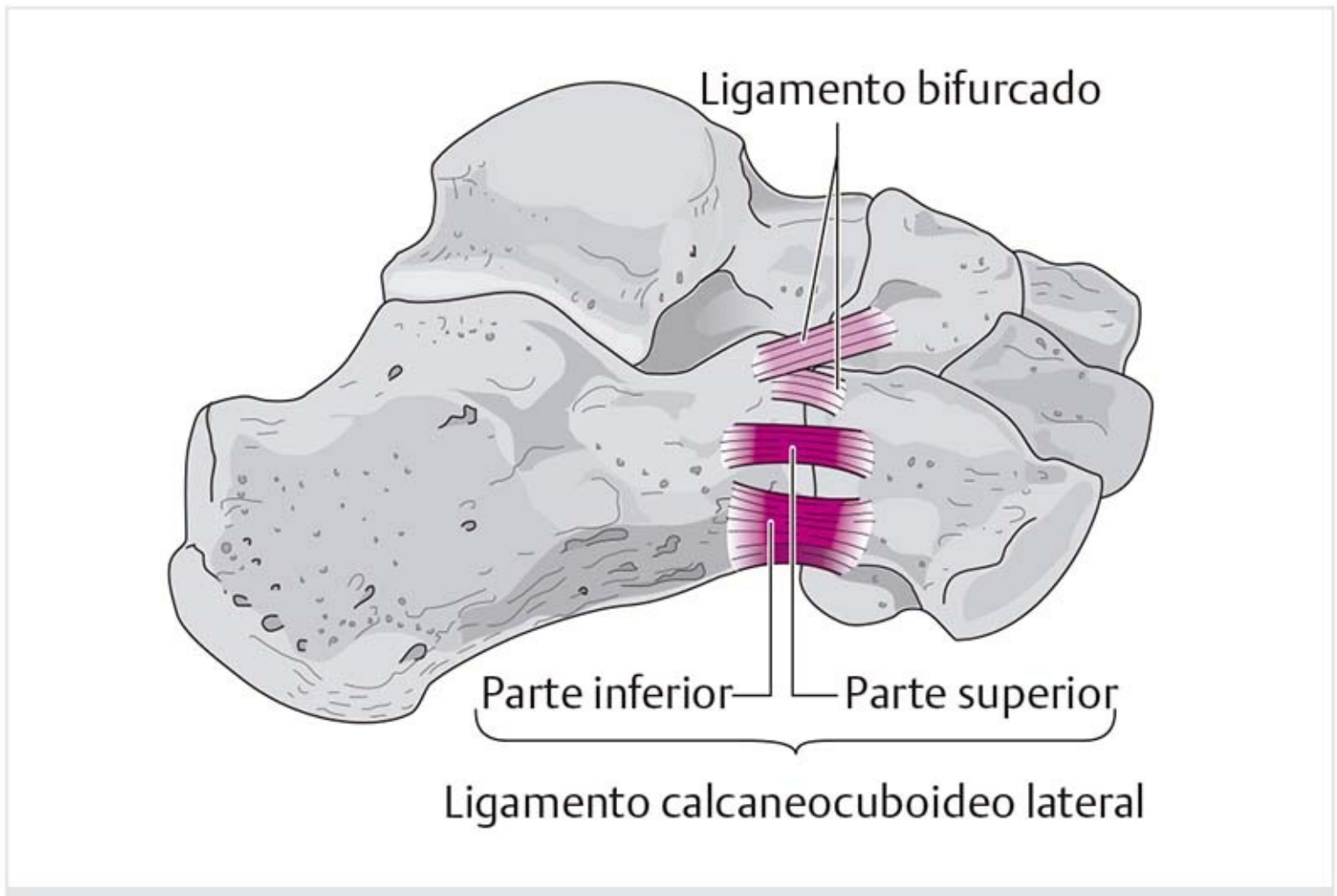
Este ligamento se origina en la esquina anteromedial del seno del tarso, justo lateral a la superficie articular astragalina anterior. La inserción mide cerca de 1 cm de ancho. Se extiende en dirección superior, anterior y medial, y se inserta en la parte posterior del navicular.

El ligamento mide 2 a 2.5 cm de largo. Las fibras más profundas son más cortas y las superficiales más largas. Tiene 1 cm de anchura.

### **Ligamento calcaneocuboideo**

Forma la rama lateral de la “**V**” . Mide 1 cm de largo y 0.5 cm de ancho. El ligamento se inserta justo lateral a la inserción del ligamento calcaneonavicular y se proyecta en dirección medial y casi horizontal hacia el hueso cuboides.

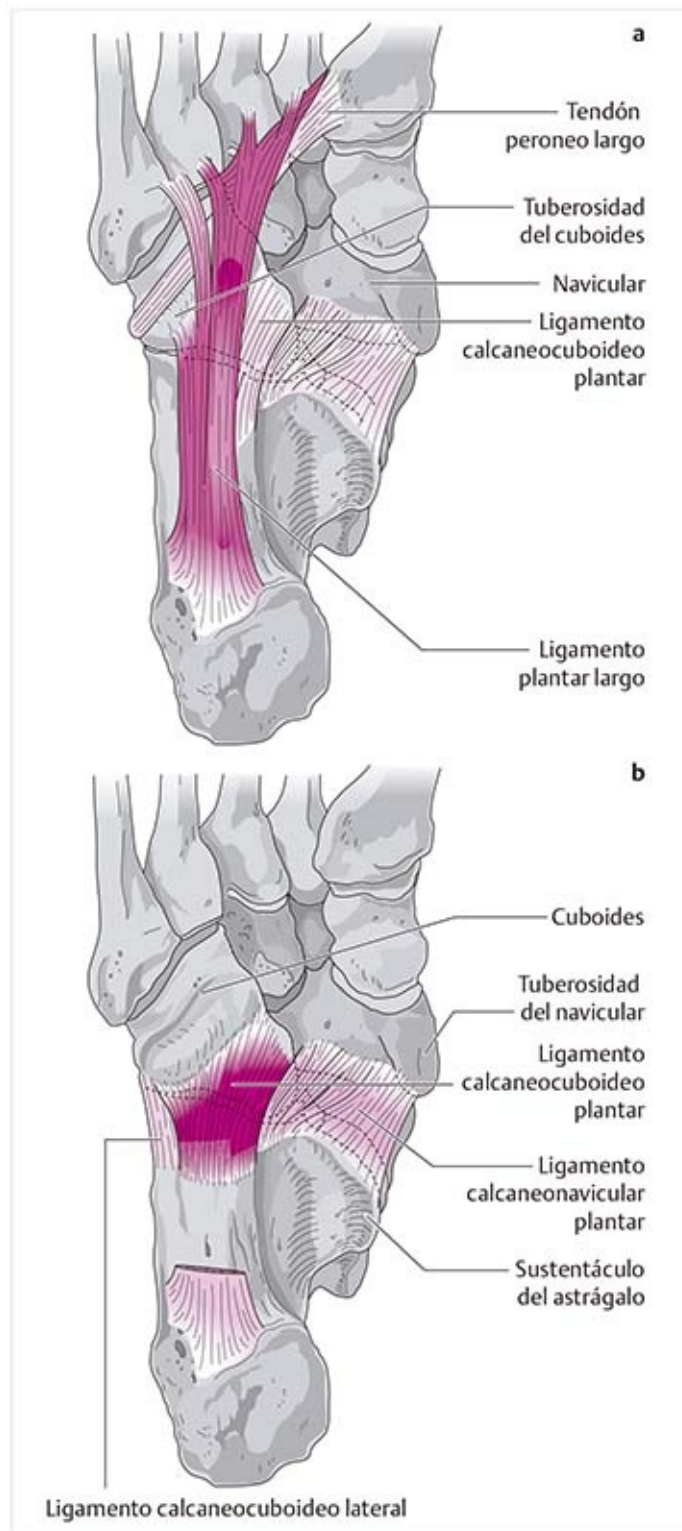
## Ligamento calcaneocuboideo lateral (figura 10-120)



**Figura 10-120.** Ligamento calcaneocuboideo lateral.

Este ligamento casi siempre se divide, por lo que pueden distinguirse dos partes, superior e inferior. La parte superior es angosta. La parte inferior es muy ancha y llega al lado plantar. El ligamento fortalece la cápsula en la parte lateral de la articulación.

## Ligamento calcaneocuboideo plantar (figura 10-121)



**Figura 10-121.** Ligamento calcaneocuboideo plantar. **(a)** Ligamento plantar largo, fibras superficiales. **(b)** Fibras profundas.

Las fibras superficiales largas se proyectan desde las apófisis medial y lateral de la tuberosidad calcánea hasta la base de los metatarsianos. Ahí continúan hasta el aparato cápsula-ligamento de la segunda a la quinta articulaciones tarsometatarsianas. Las fibras discurren rectas de posterior a anterior y en sentido distal cruzan sobre el tendón del músculo peroneo largo; se conocen como **ligamento plantar largo**.

Las fibras cortas del ligamento pasan bajo el ligamento plantar largo. Se conectan con la cápsula y avanzan directamente sobre el espacio articular entre el calcáneo y el cuboides. Esta parte se despliega como abanico de proximal a distal. Representa la continuación del ligamento calcaneonavicular plantar en dirección lateral.

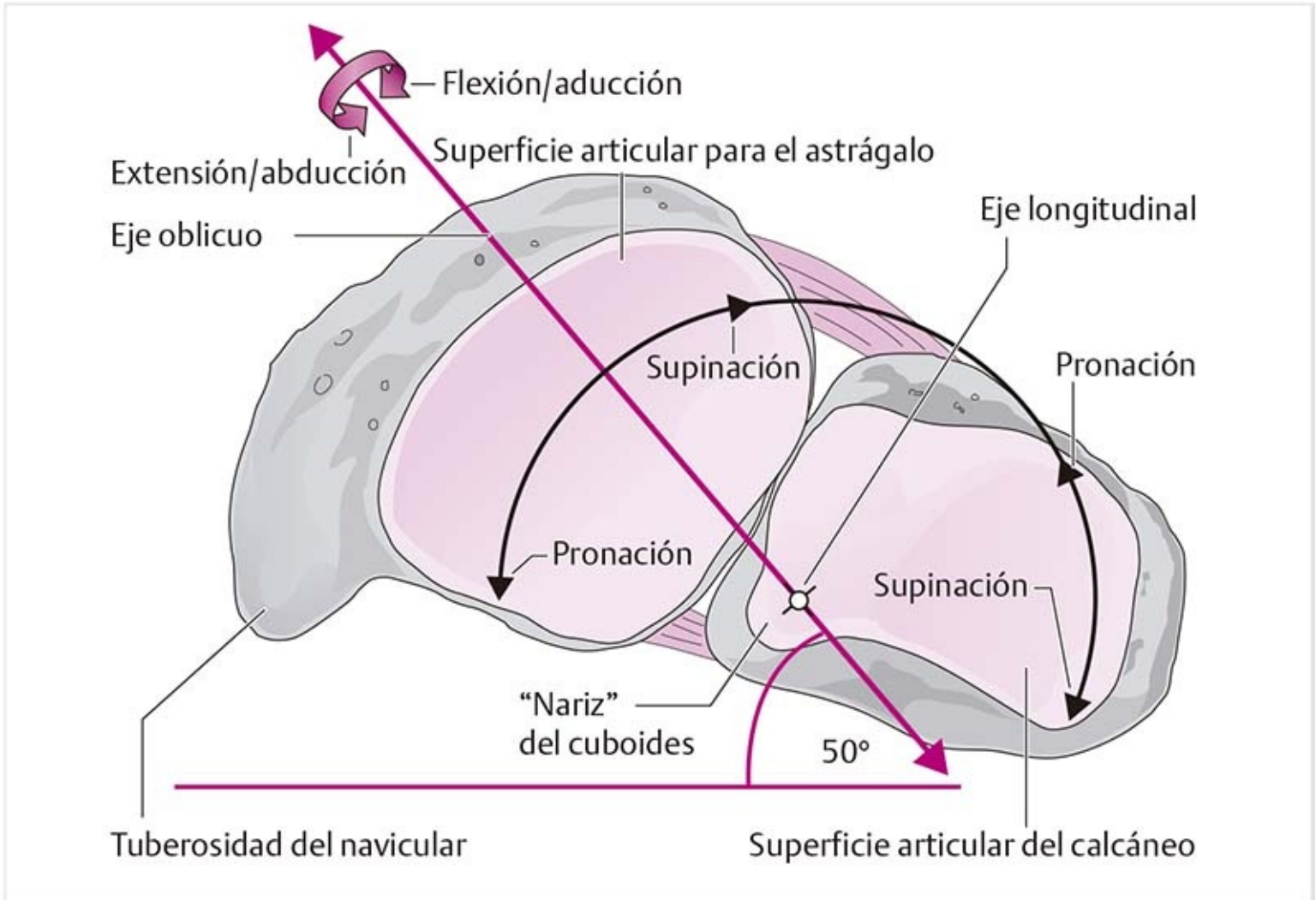
#### **Funciones de los ligamentos:**

- Los movimientos de pronación tensan el **ligamento bifurcado**.

- El **ligamento calcaneocuboideo** impide la abertura lateral de la articulación, como ocurre por ejemplo con la aducción.
- El **ligamento calcaneocuboideo plantar** se tensa con la supinación del hueso cuboides o, por el contrario, con la pronación del calcáneo. También tiene una función relevante en la estabilización del arco del pie.

### 10.8.4 Ejes y movimientos

#### Eje longitudinal (figura 10-122)



**Figura 10-122.** Ejes de movimiento y movimientos de la articulación de Chopart.

Este eje se extiende en diagonal a través del calcáneo y la “nariz” del hueso cuboides (una región sobresaliente de la cara plantar-medial del hueso). La orientación de este eje es de posterior-inferior-lateral a anterior-superior-medial, con una inclinación de  $15^\circ$  respecto del plano horizontal y de  $9^\circ$  del sagital. Los movimientos de pronación y supinación ocurren sobre este eje. La extensión del movimiento puede ser sustancial porque es ahí donde el antepié y el retropié se tuercen uno en relación con el otro (figura 10-142).

#### Eje oblicuo (figura 10-122)

Este eje tiene una disposición inclinada y oblicua, de superomedial a inferolateral, y se extiende a través del hueso navicular y la “nariz” del hueso cuboides. Forma un ángulo de casi  $50^\circ$  con la horizontal. Alrededor de éste son posibles los movimientos en extensión/abducción y flexión/aducción.

#### Movimientos

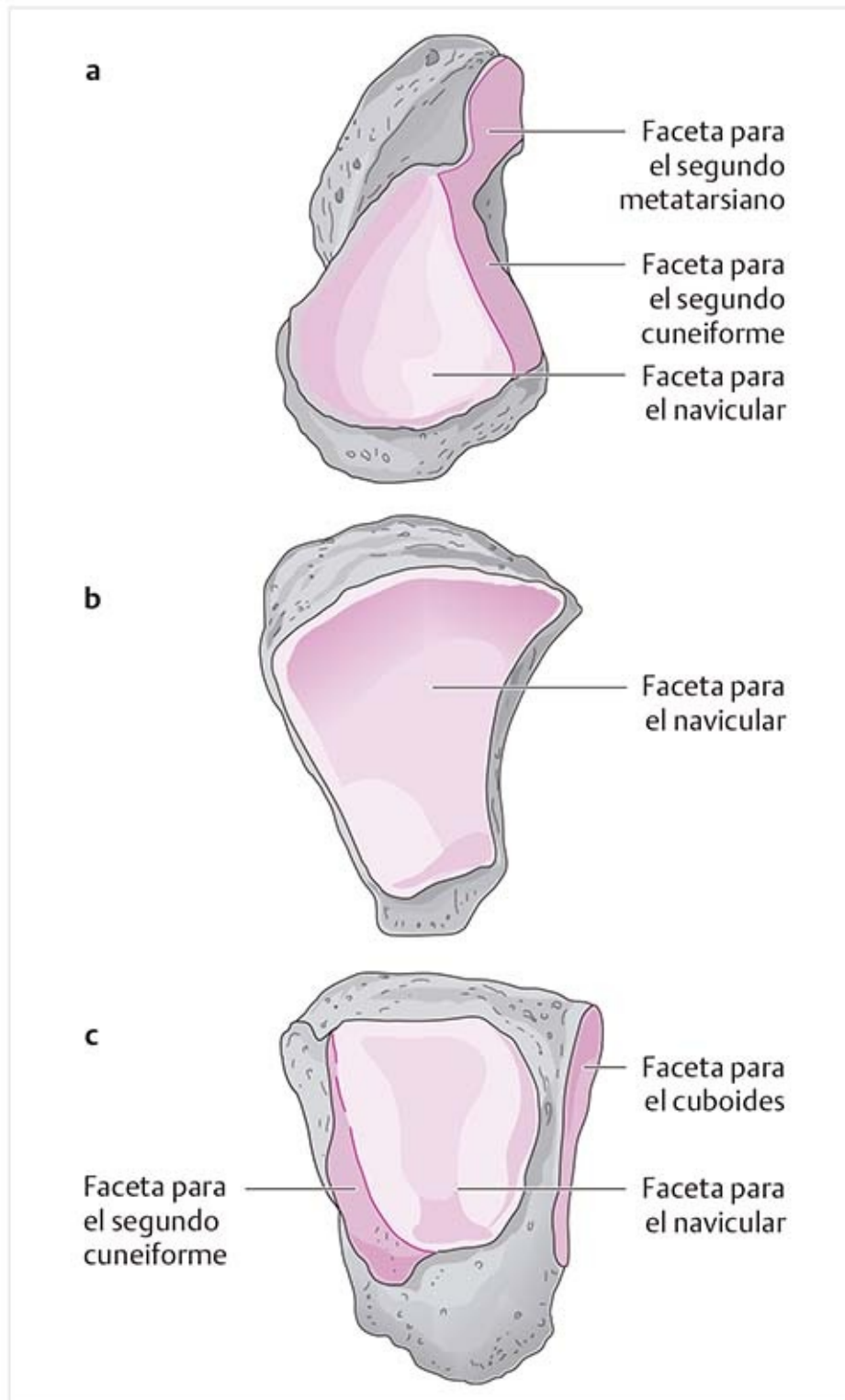
Existe un tipo de movimiento combinado espiral sobre ambos ejes, como un tornillo, pero opuesto a la articulación subastragalina. La composición del movimiento es como en las articulaciones del tobillo: extensión/abducción/pronación y flexión/aducción/supinación.

La articulación calcaneocuboidea en la parte lateral y la articulación astragalocalcaneonavicular en la parte medial forman una articulación que parece una “S ” cuando se observa desde arriba, la **articulación de Chopart** (articulación tarsiana transversal). Juntas constituyen una unidad funcional.

## **10.9 Articulación del tarso**

### **10.9.1 Estructuras óseas y superficies articulares de las articulaciones cuneonavicular y cuboideonavicular**

**Hueso cuneiforme medial (figura 10-123a)**



**Figura 10-123.** Facetas articulares proximales. (a) Primer cuneiforme. (b) Segundo cuneiforme. (c) Tercer cuneiforme.

- Sinónimo: **primer hueso cuneiforme** .
- Es el más grande de los tres huesos cuneiformes.
- Sólo tiene una forma cuneiforme ligera, con una base ancha y plana.
- En la superficie proximal muestra una faceta articular cóncava para el hueso navicular.

### **Hueso cuneiforme intermedio (figura 10-123b)**

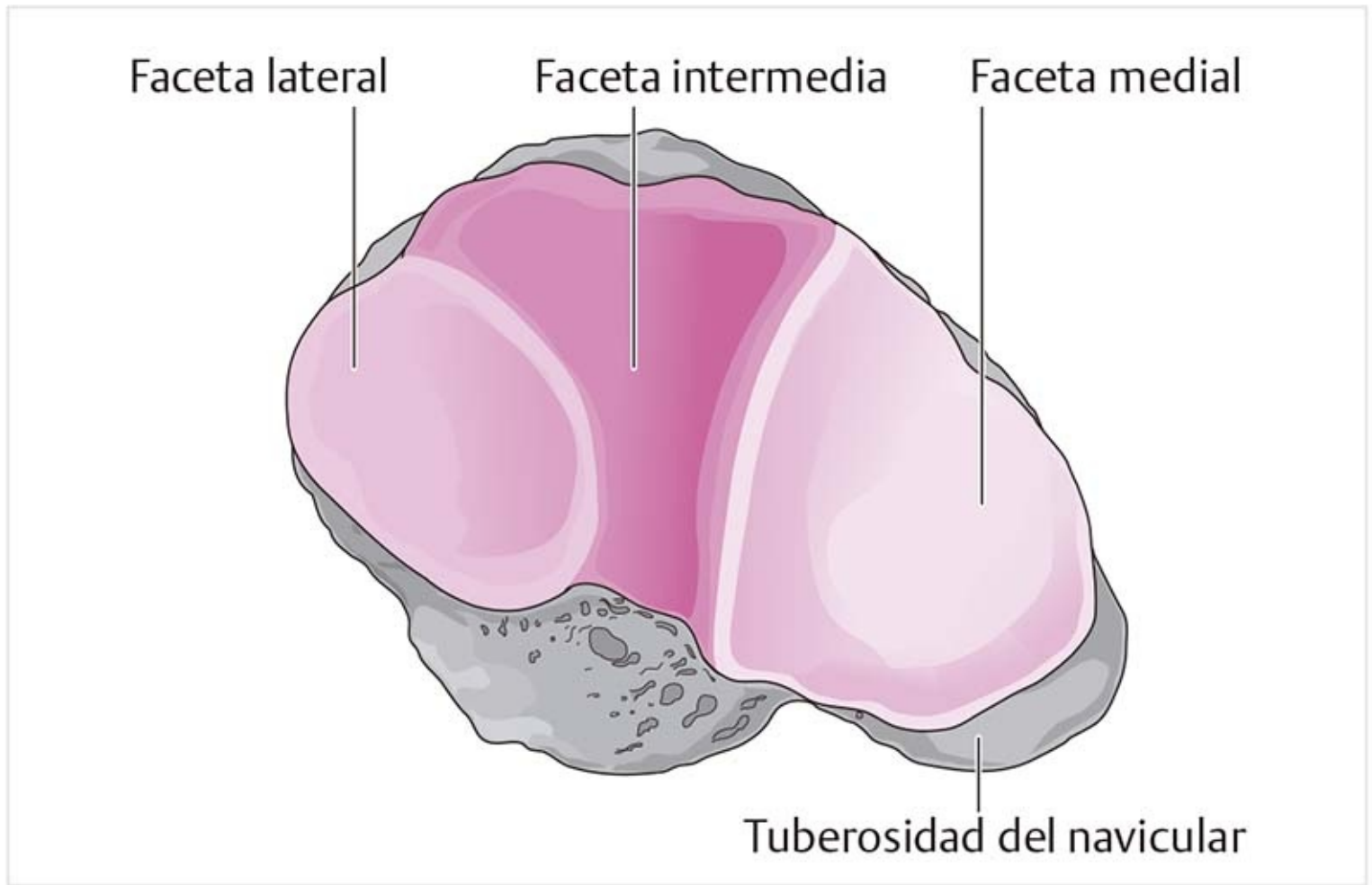
- Sinónimo: **segundo hueso cuneiforme** .
- Es el más pequeño de los tres huesos cuneiformes.
- Tiene una forma en cuña distintiva, con la base en el dorso del pie y la punta hacia la superficie plantar.
- Consistente con su forma en cuña, posee una faceta articular triangular con una superficie plantar en el

extremo proximal.

## Hueso cuneiforme lateral (figura 10-123c)

- Sinónimo: **tercer hueso cuneiforme** .
- También tiene forma de cuña.
- En la superficie proximal muestra una faceta articular cóncava para el hueso navicular.

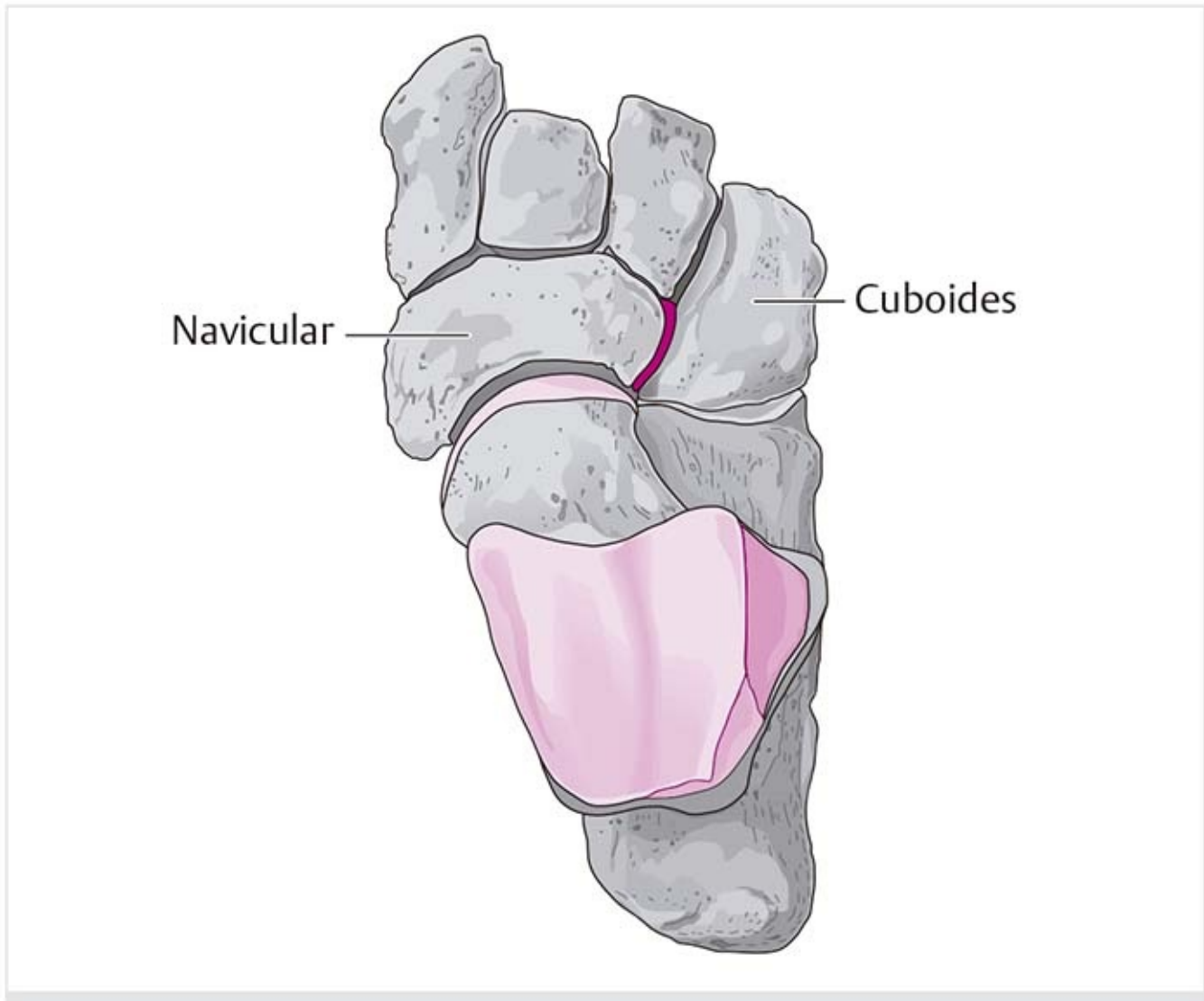
## Hueso navicular (figura 10-124)



**Figura 10-124.** Superficies articulares distales en el hueso navicular.

- En la parte distal posee tres facetas articulares divididas por crestas verticales.
- La faceta medial ocupa la mayor parte de la superficie articular. Es casi rectangular y es convexa.
- La faceta intermedia es triangular, con la punta hacia la superficie plantar. Es la menos convexa de las facetas.
- Se observa una faceta ovalada en el borde lateral y también es convexa.
- En la superficie lateral hay una pequeña faceta para el hueso cuboides.

## Hueso cuboides (figura 10-125)



**Figura 10-125.** Articulación cuboideonavicular.

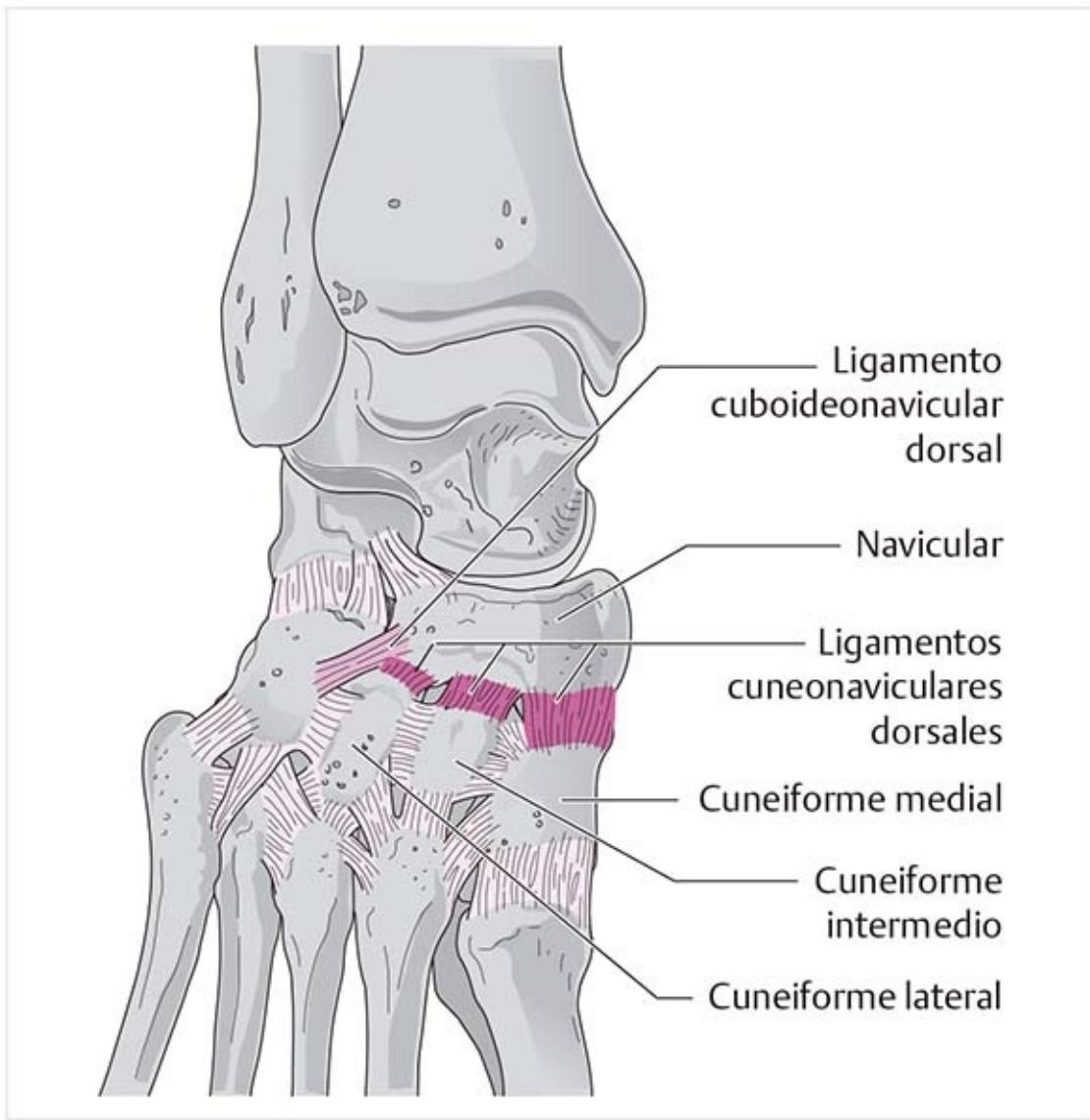
- Tiene una faceta pequeña en la cara medial proximal para el hueso navicular.
- Distal a esa se encuentra la faceta para el tercer hueso cuneiforme.

## **10.9.2 Cápsula articular y ligamentos de las articulaciones cuneonavicular y cuboideonavicular**

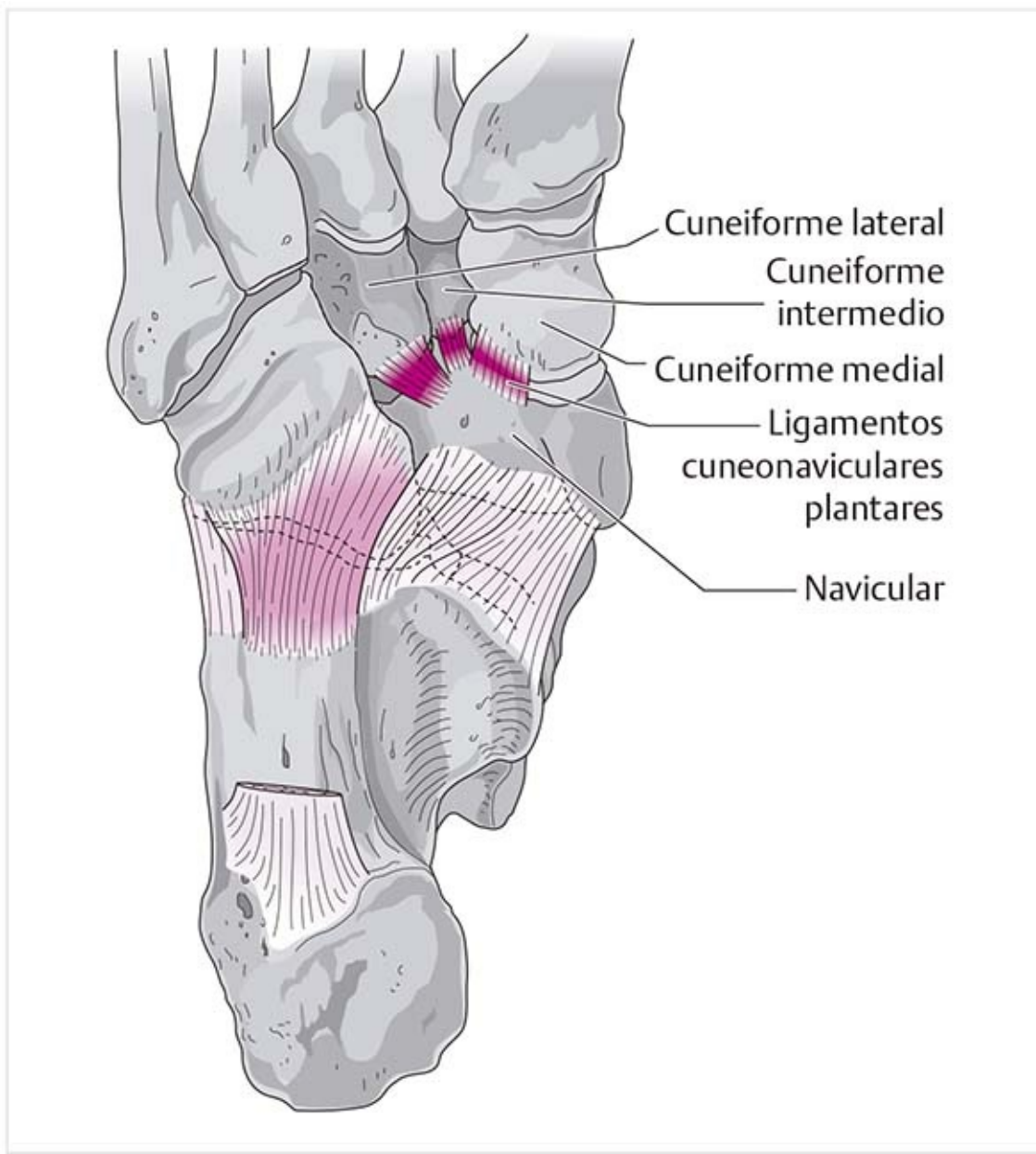
Las inserciones de la cápsula se encuentran en el borde hueso-cartílago de las superficies articulares respectivas. La cápsula está estrechamente imbricada con los ligamentos circundantes. La cavidad articular de la articulación cuneonavicular se comunica a menudo con la de las articulaciones intercuneiformes.

**Ligamentos cuneonaviculares dorsal y plantar (figuras 10-126 y 10-127)**





**Figura 10-126.** Ligamentos cuneonaviculares dorsales y ligamento cuboideonavicular dorsal.

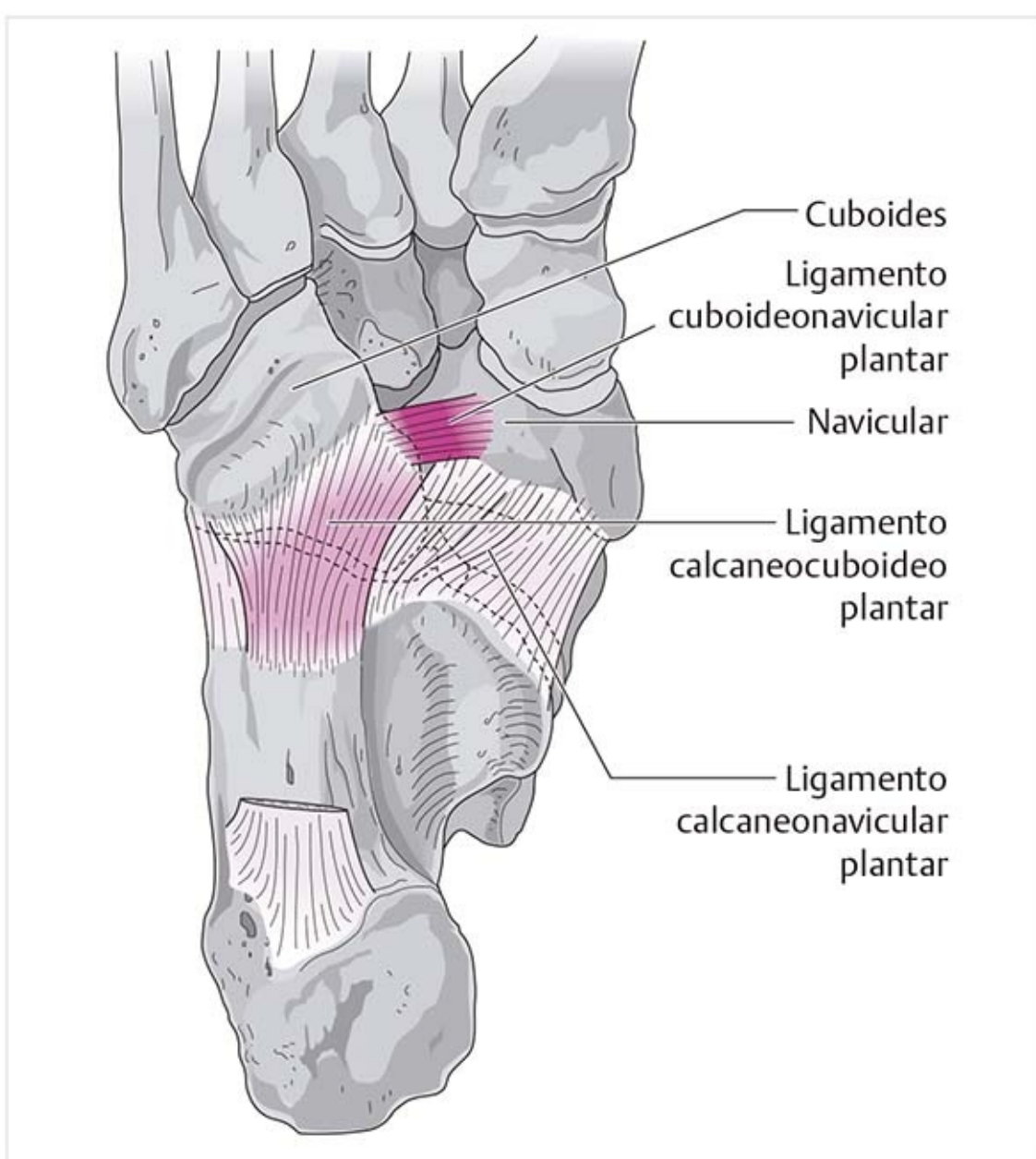


**Figura 10-127.** Ligamentos cuneonaviculares plantares.

Cada hueso cuneiforme se conecta con el hueso navicular mediante un ligamento dorsal y uno plantar, que se imbrican con la cápsula articular. Los ligamentos dorsales son muy delgados. El ligamento medial es el más fuerte de los tres.

El ligamento plantar medial tiene fibras muy cortas y también es el más fuerte. El ligamento lateral muestra un trayecto oblicuo y contiene las fibras más largas. Algunas de las fibras se combinan con el tendón del músculo tibial posterior.

**Ligamentos cuboideonaviculares dorsal y plantar (figuras 10-126 y 10-128)**



**Figura 10-128.** Ligamento cuboideonaviculare plantar.

La conexión ligamentosa dorsal es muy angosta. Se desvía en dirección anterior frente al ligamento bifurcado.

Las bandas ligamentosas plantares se despliegan casi en forma de abanico con una base ancha sobre el navicular; se estrechan conforme se aproximan al cuboides.

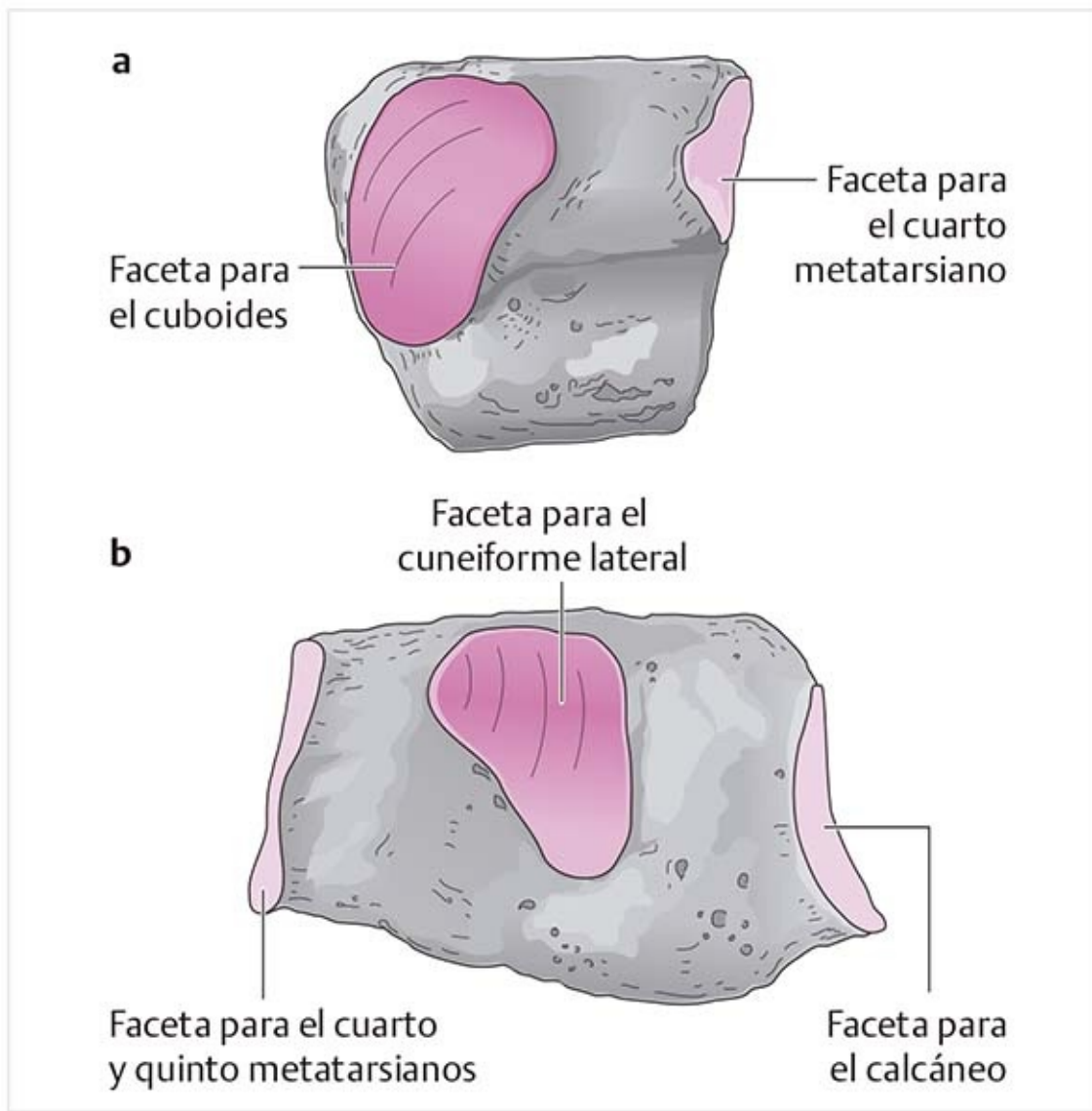
**Función de los ligamentos.** Se originan en diversas articulaciones y forman un marco estable. Al mismo tiempo, estos ligamentos, en particular los plantares, sustentan la construcción de los arcos del pie.

### 10.9.3 Ejes y movimientos de las articulaciones cuneonavicular y cuboideonaviculare

► Véase la sección 10.10, Articulaciones tarsometatarsianas e intermetatarsianas.

### 10.9.4. Estructuras óseas y superficies articulares de las articulaciones cuneocuboidea e intercuneiformes

#### Hueso cuneiforme lateral (figuras 10-129a y 10-130)



**Figura 10-129.** Superficies articulares de la articulación cuneocuboidea. **(a)** En el cuneiforme lateral. **(b)** En el hueso cuboides.

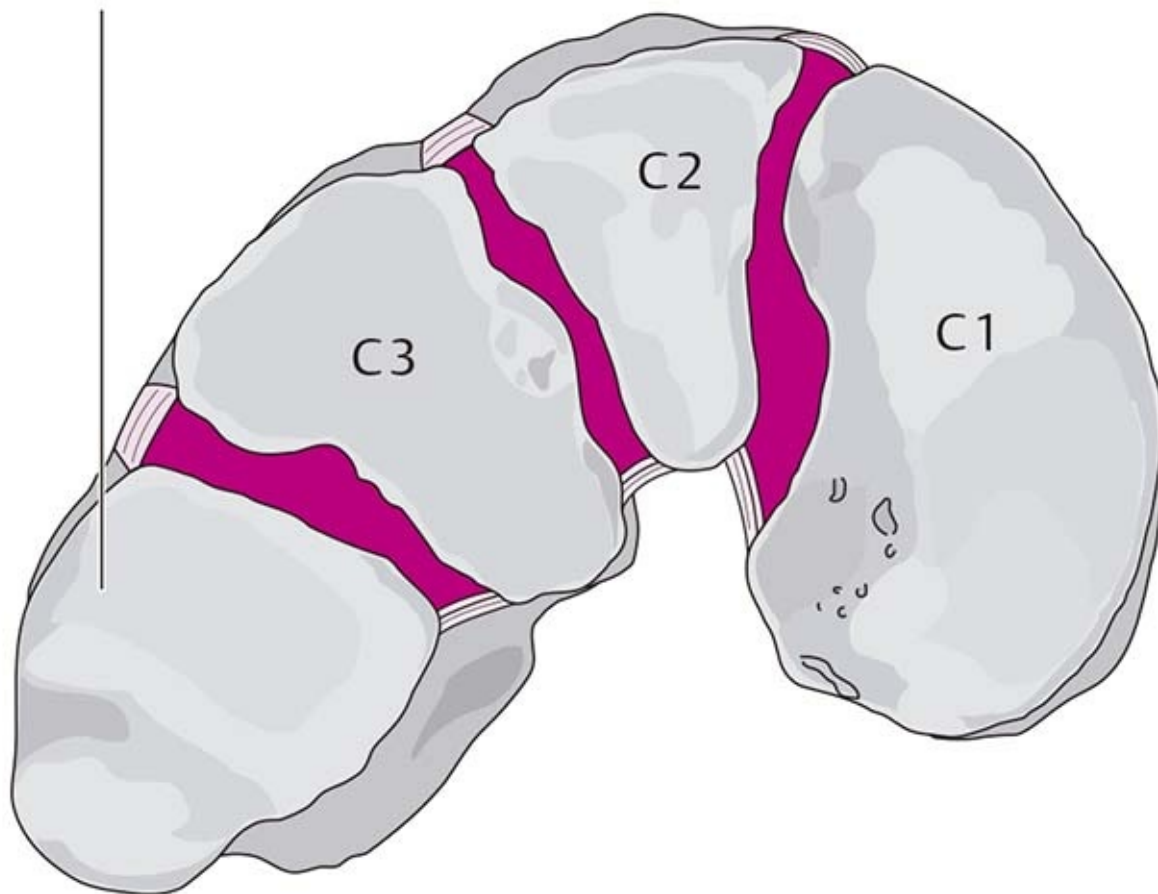
- Tiene una extensa superficie articular lateral, tres cuartas partes de la cual se articulan con el hueso cuboides y una cuarta con la base del cuarto metatarsiano.
- Debido al arco diagonal formado por los huesos del tarso, el hueso cuneiforme se encuentra arriba del cuboides, razón por la que el trayecto de la línea articular es oblicua de dorsolateral a plantar-medial.

### **Hueso cuboides (figura 10-129b)**

La faceta articular del tercer hueso cuneiforme se localiza en la parte medial.

### **Huesos cuneiformes (figura 10-130)**

Cuboides



**Figura 10-130.** Articulaciones cuneocuboidea e intercuneiformes.

- Estos huesos tienen facetas articulares cubiertas con cartílago en las superficies colindantes entre sí.
- El trayecto de las superficies articulares entre los primeros dos huesos cuneiformes muestra un sentido dorsal a plantar. Entre el segundo y tercer cuneiformes, la dirección es más oblicua por el arco transversal del pie.

#### Consejo práctico

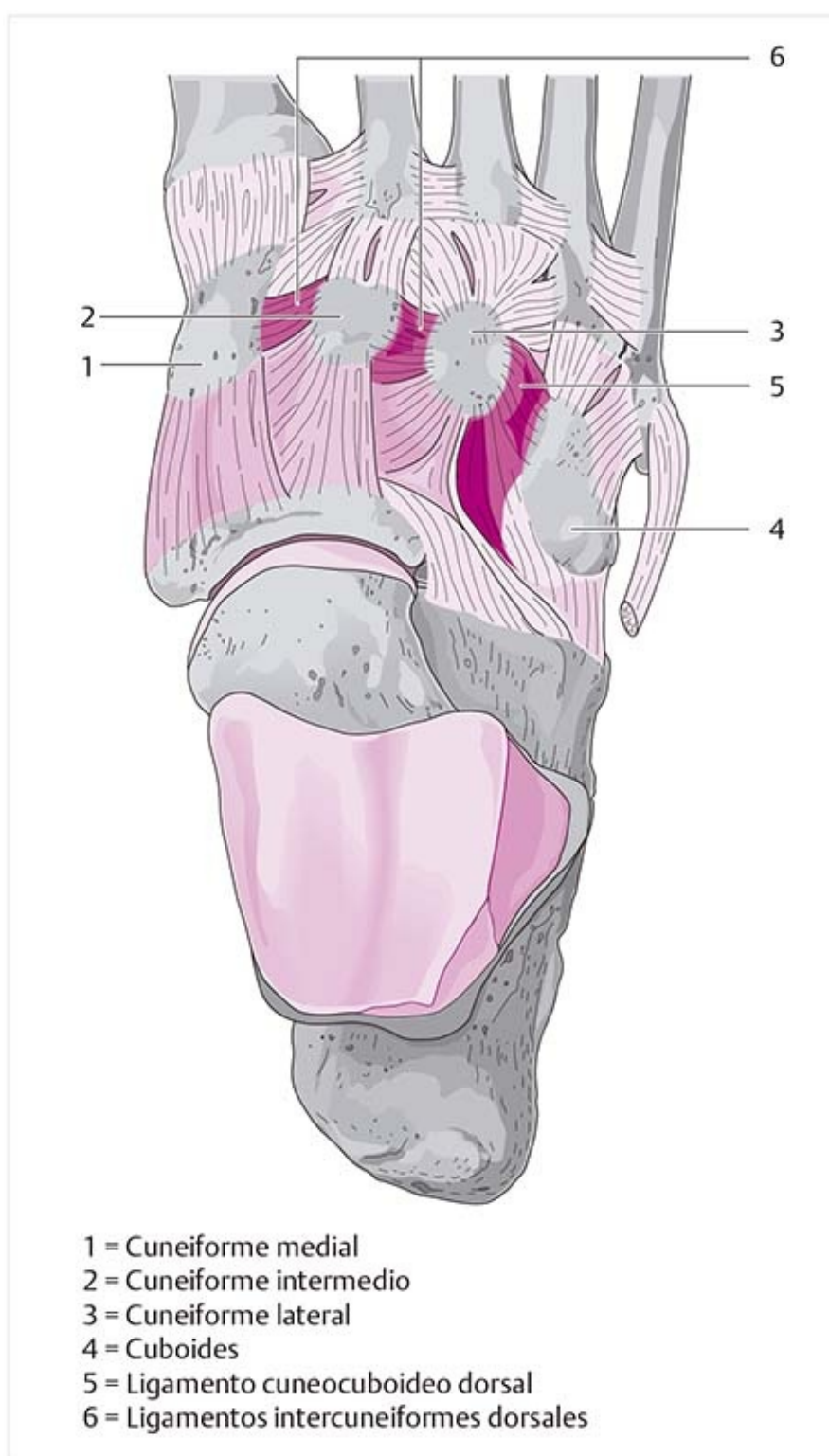
##### Movilización con deslizamiento

En la movilización del hueso cuboide sobre el navicular y el tercer cuneiforme, la dirección debe ser consistente con el trayecto de las superficies articulares. Por ejemplo, el deslizamiento en dirección plantar ocurre, en términos más exactos, en dirección plantar-medial.

## 10.9.5 Cápsulas articulares y ligamentos de las articulaciones cuneocuboidea e intercuneiformes

Las cápsulas articulares de las articulaciones intercuneiformes son muy tensas y, junto con los ligamentos, apenas permiten algún movimiento. Por lo tanto, esta unidad articular se designa como **anfiartrosis**.

**Ligamentos cuneocuboideos dorsal y plantar (figuras 10-131 y 10-137)**



**Figura 10-131.** Ligamentos cuneocuboideo dorsal e intercuneiformes.

La conexión dorsal se despliega como un abanico del hueso cuneiforme al cuboides.

El ligamento plantar refuerza la cápsula y es corto.

### **Ligamento interóseo cuneocuboideo**

Su origen es distal a la faceta articular para el hueso cuboides y se inserta en la cara medial áspera del cuboides.

### **Ligamentos intercuneiformes dorsal y plantar (figuras 10-131 y 10-137)**

Los ligamentos unen los huesos cuneiformes entre sí por las caras dorsal y plantar del pie.

### **Ligamentos interóseos intercuneiformes**

Estos ligamentos forman una conexión transversal entre los huesos cuneiformes. Se insertan justo distal y

proximal a las facetas articulares adyacentes.

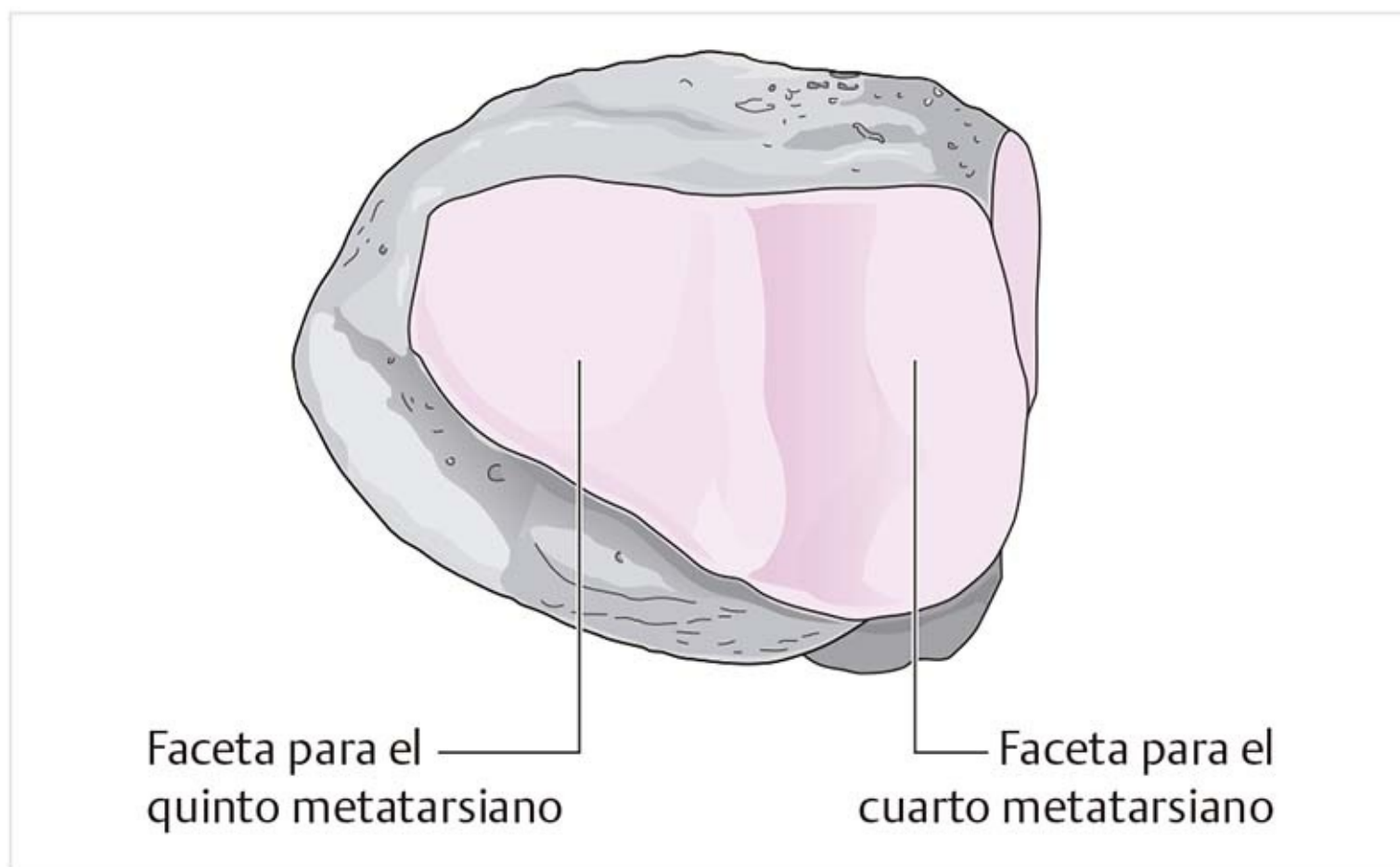
## 10.9.6 Ejes y movimientos de las articulaciones cuneocuboidea e intercuneiformes

► Véase la sección 10.10, Articulaciones tarsometatarsianas e intermetatarsianas.

## 10.10 Articulaciones tarsometatarsianas e intermetatarsianas

### 10.10.1 Estructuras óseas y superficies articulares

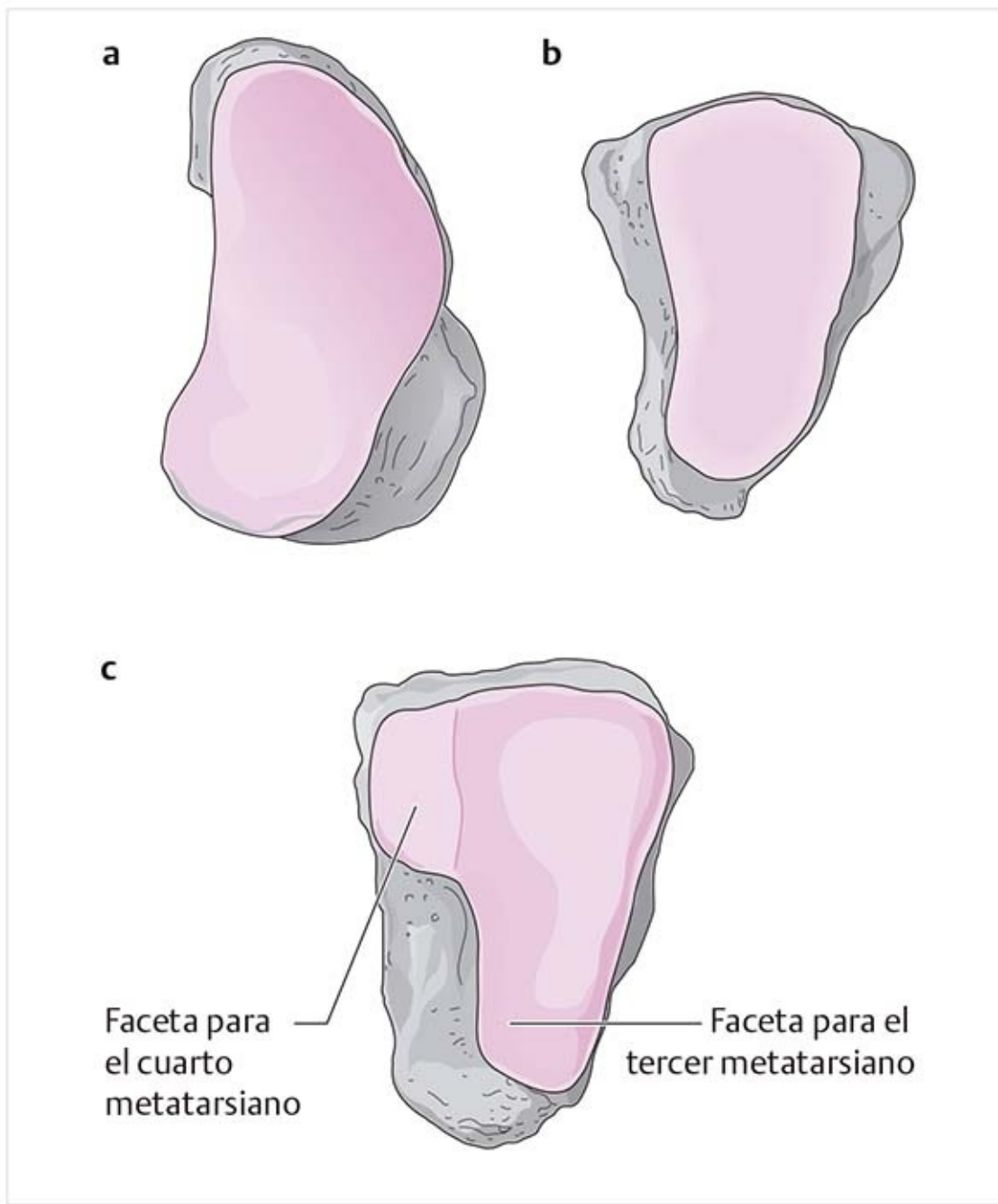
#### Hueso cuboidea (figura 10-132)



**Figura 10-132.** Superficies articulares distales en el hueso cuboidea.

- En la parte distal tiene dos facetas articulares.
- La faceta lateral posee forma triangular y es más grande que la medial. Se articula con la base del quinto metatarsiano.
- La faceta medial se articula con el cuarto metatarsiano.
- Su forma es un poco convexa.

#### Huesos cuneiformes (figura 10-133)

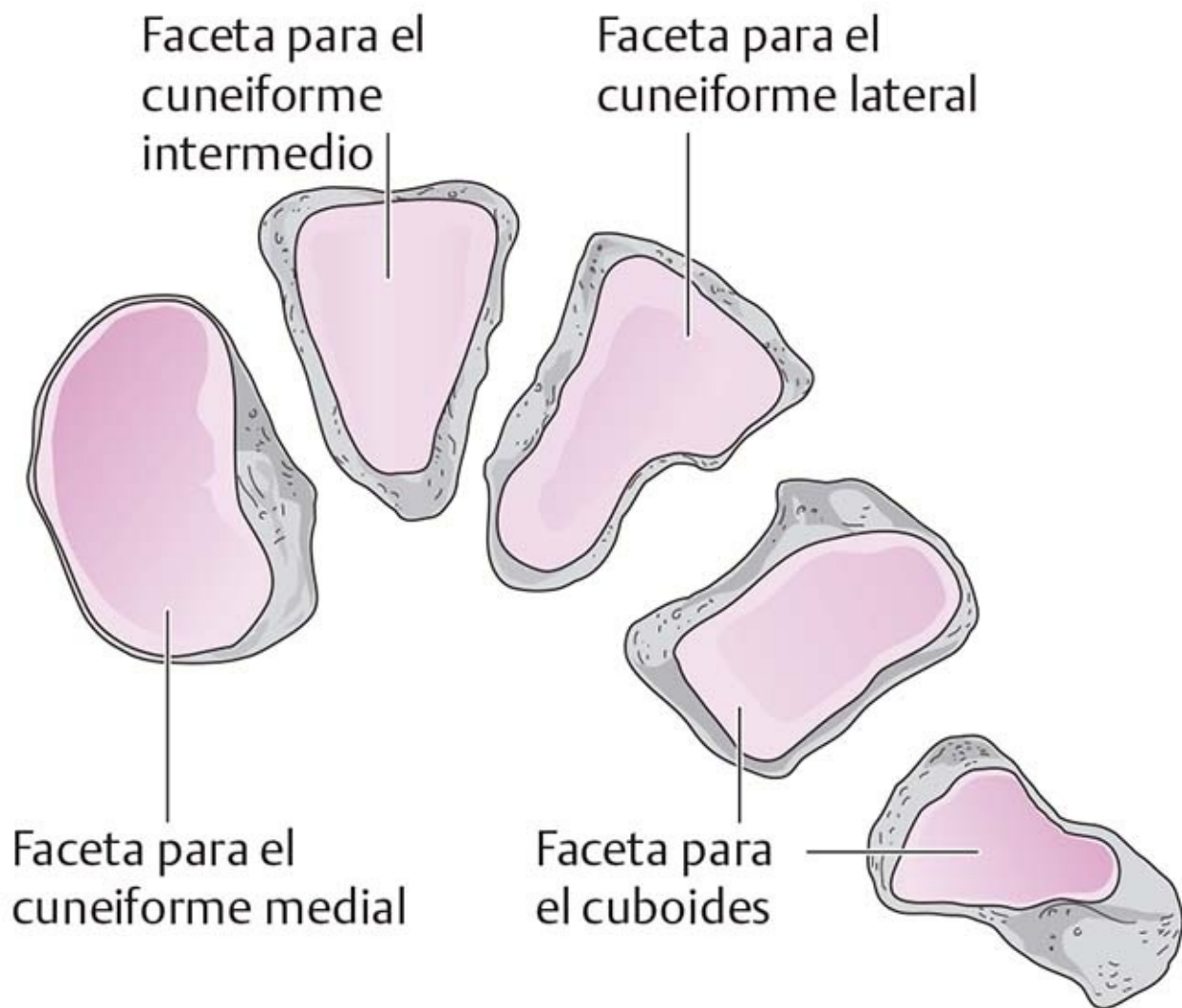


**Figura 10-133.** Superficies articulares distales. **(a)** En el cuneiforme medial. **(b)** En el cuneiforme intermedio. **(c)** En el cuneiforme lateral.

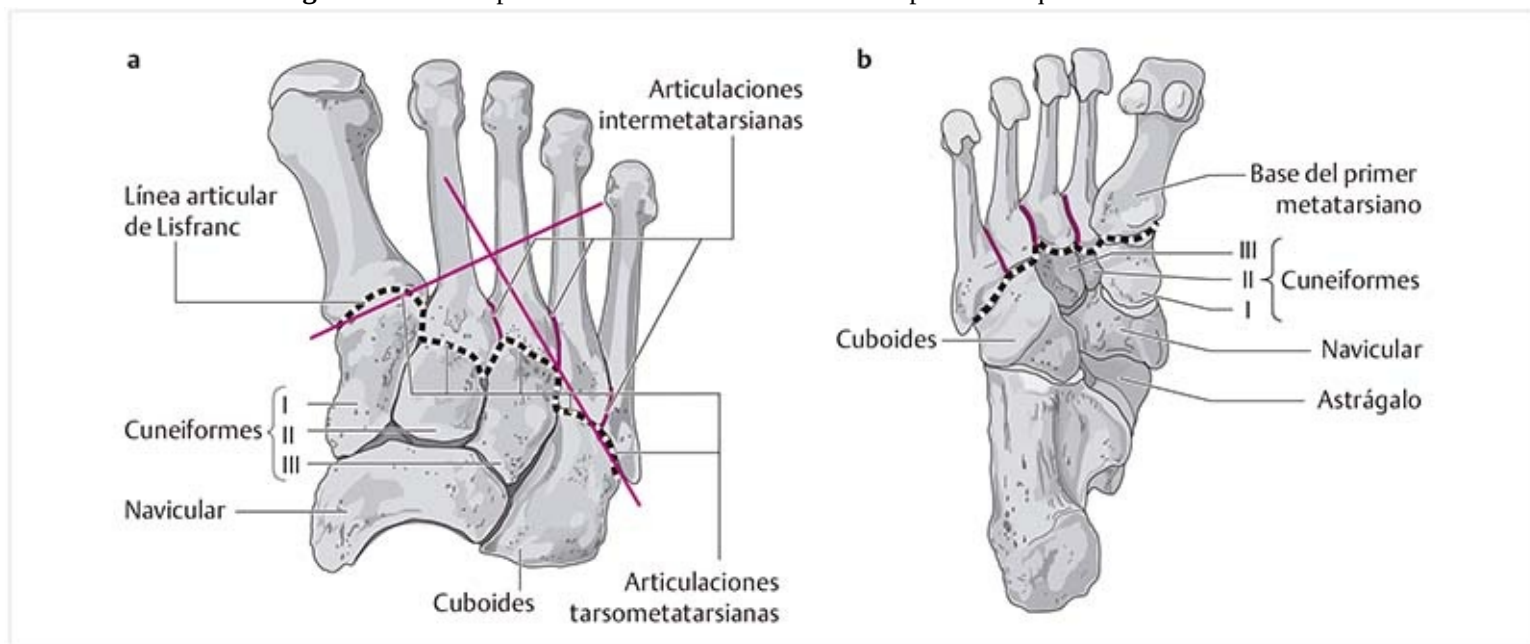
- El hueso cuneiforme medial tiene una faceta distal para el primer metatarsiano y una pequeña faceta lateral para el segundo metatarsiano.
- El cuneiforme intermedio se articula con la base del segundo metatarsiano.
- El hueso cuneiforme lateral posee una faceta distal para la base del tercer metatarsiano. La faceta lateral se halla en contacto con el cuarto metatarsiano y el hueso cuboides. La faceta medial hace contacto con el hueso cuneiforme intermedio y el segundo metatarsiano.

### **Huesos metatarsianos (figuras 10-134 y 10-135)**





**Figura 10-134.** Superficies articulares en las bases del primero al quinto metatarsianos.



**Figura 10-135.** Conexiones metatarsianas. (a) Vista dorsal. (b) Vista plantar.

- El primer hueso metatarsiano es más corto que el segundo.
- Las bases del segundo, el tercero y el cuarto metatarsianos son cuneiformes.
- El primero al tercer metatarsianos forman las superficies articulares proximales para los huesos

cuneiformes.

- El cuarto y el quinto metatarsianos se articulan con el hueso cuboides.
- La base del segundo metatarsiano está incrustada entre el cuneiforme medial por un lado, el cuneiforme lateral por el otro lado y el cuneiforme intermedio en la parte proximal.
- Debido al sistema de engranaje, el segundo metatarsiano es el más estable de los huesos del mediopié.
- En una vista superior, la línea articular entre el quinto metatarsiano y el hueso cuboides muestra un trayecto oblicuo de proximal-lateral a distal-medial.
- Si se traza una línea a lo largo de la primera articulación metatarsiana y se conecta con la línea que representa la quinta articulación metatarsiana, el punto de intersección se halla entre el segundo y el tercer metatarsianos.
- Salvo entre el primero y el segundo huesos metatarsianos, los lados de las bases de los metatarsianos tienen superficies articulares para las articulaciones intermetatarsianas.
- La base del primer metatarsiano posee un tubérculo en el borde inferomedial para la inserción del músculo tibial anterior.

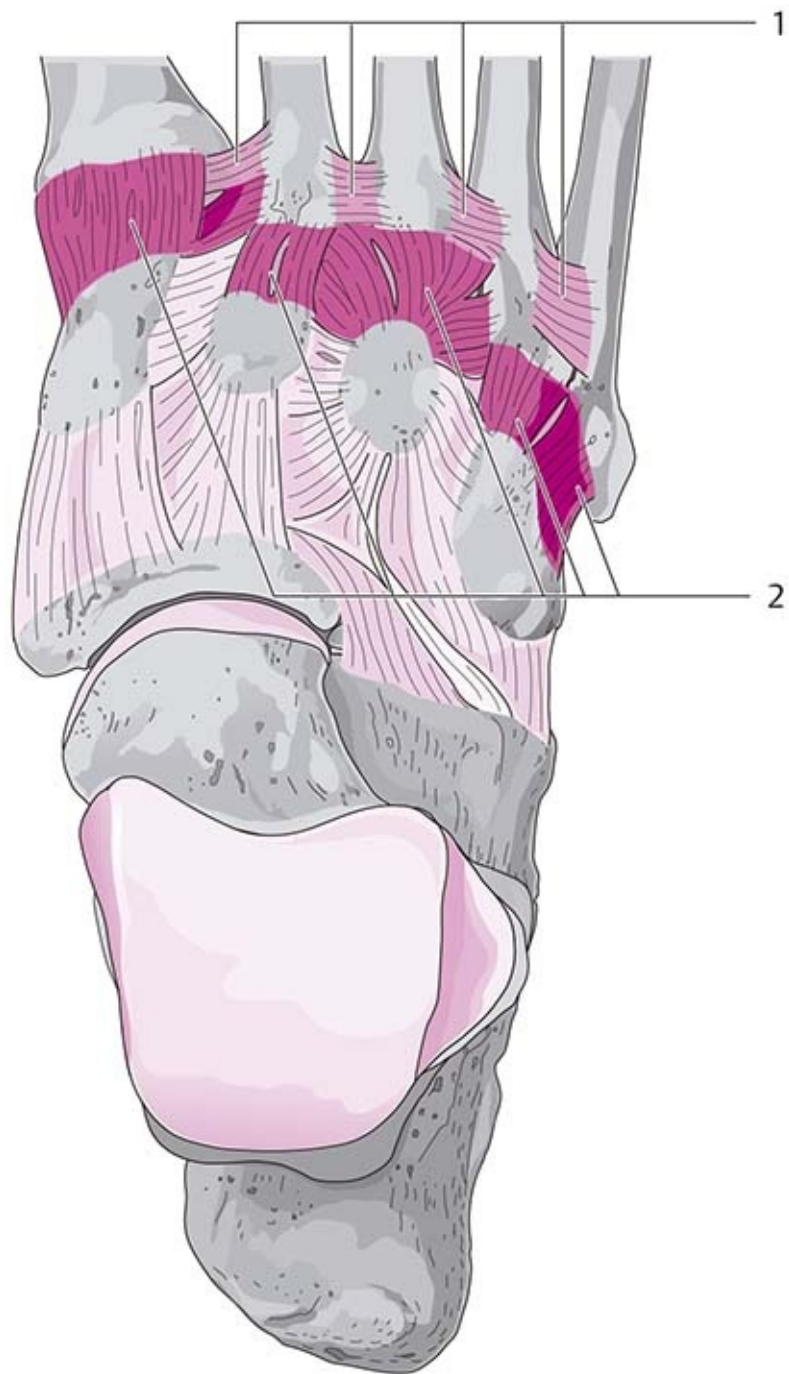
#### Consejo práctico

Cuando se aplica tracción a las articulaciones metatarsianas, debe tomarse en cuenta el trayecto oblicuo de las articulaciones. Por ejemplo, la tracción en la primera articulación tarsometatarsiana debe realizarse mediante la tracción de la base del primer metatarsiano en dirección distal-medial.

### 10.10.2 Cápsulas articulares y ligamentos

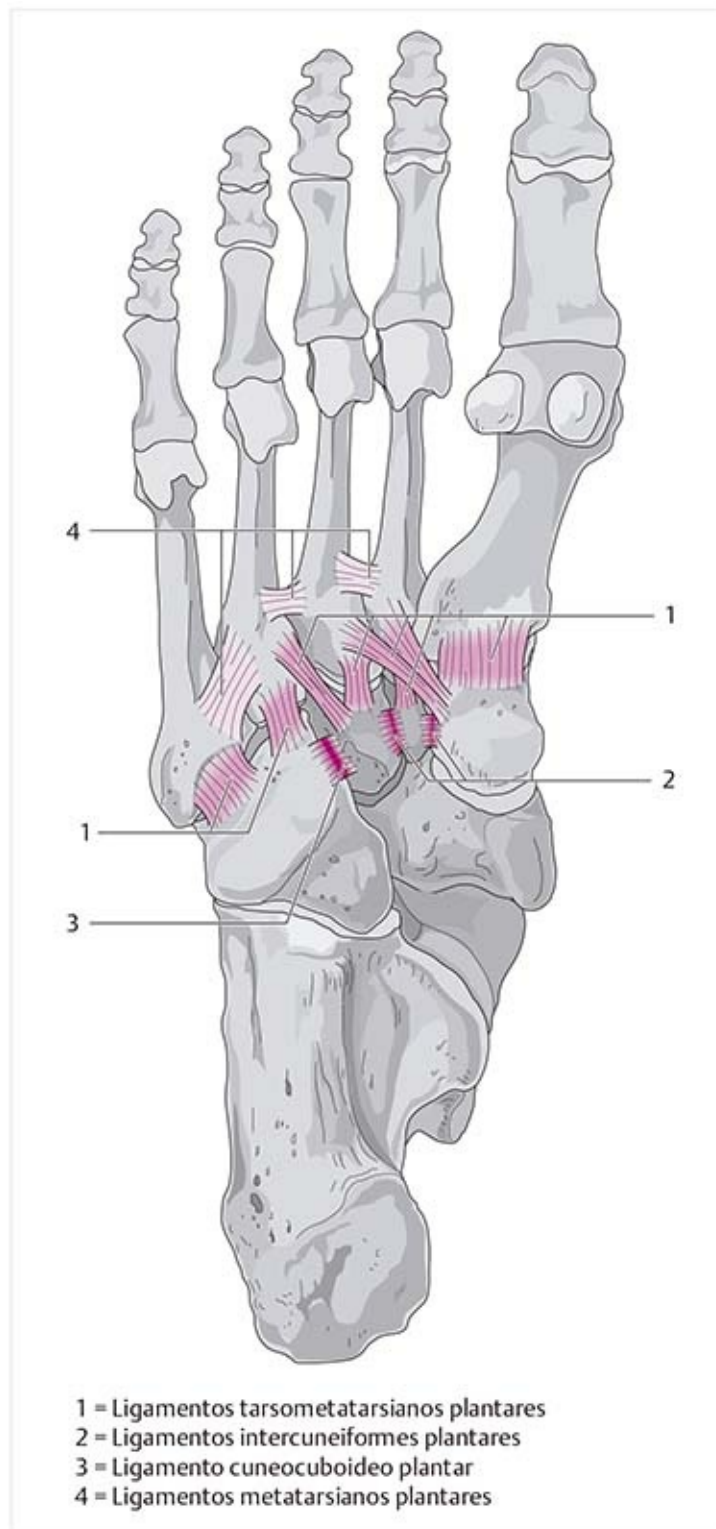
Las articulaciones tarsometatarsianas forman tres articulaciones discretas, cada una rodeada por una cápsula. De éstas, la segunda y la tercera articulaciones tarsometatarsianas forman una cavidad articular, al igual que la cuarta y la quinta. La primera, tercera y cuarta articulaciones intermetatarsianas tienen conexiones con las articulaciones tarsometatarsianas correspondientes. La cápsula que las rodea es tensa, ya que no hay movimientos distintivos posibles.

#### **Ligamentos tarsometatarsianos dorsal y plantar (figuras 10-136 y 10-137)**



1 = Ligamento metatarsiano dorsal  
2 = Ligamento tarsometatarsiano dorsal

**Figura 10-136.** Ligamentos tarsometatarsianos y metatarsianos dorsales.



**Figura 10-137.** Conexiones ligamentosas plantares en la región tarsometatarsiana.

Estas conexiones ligamentosas refuerzan las cápsulas de las caras dorsal y plantar.

La conexión ligamentosa dorsal medial es la más fuerte y la del segundo metatarsiano es la más ancha, dado que sus fibras se extienden a los huesos cuneiformes medial, intermedio y lateral. Desde el cuarto metatarsiano, partes del ligamento se proyectan al hueso cuneiforme lateral y al hueso cuboides.

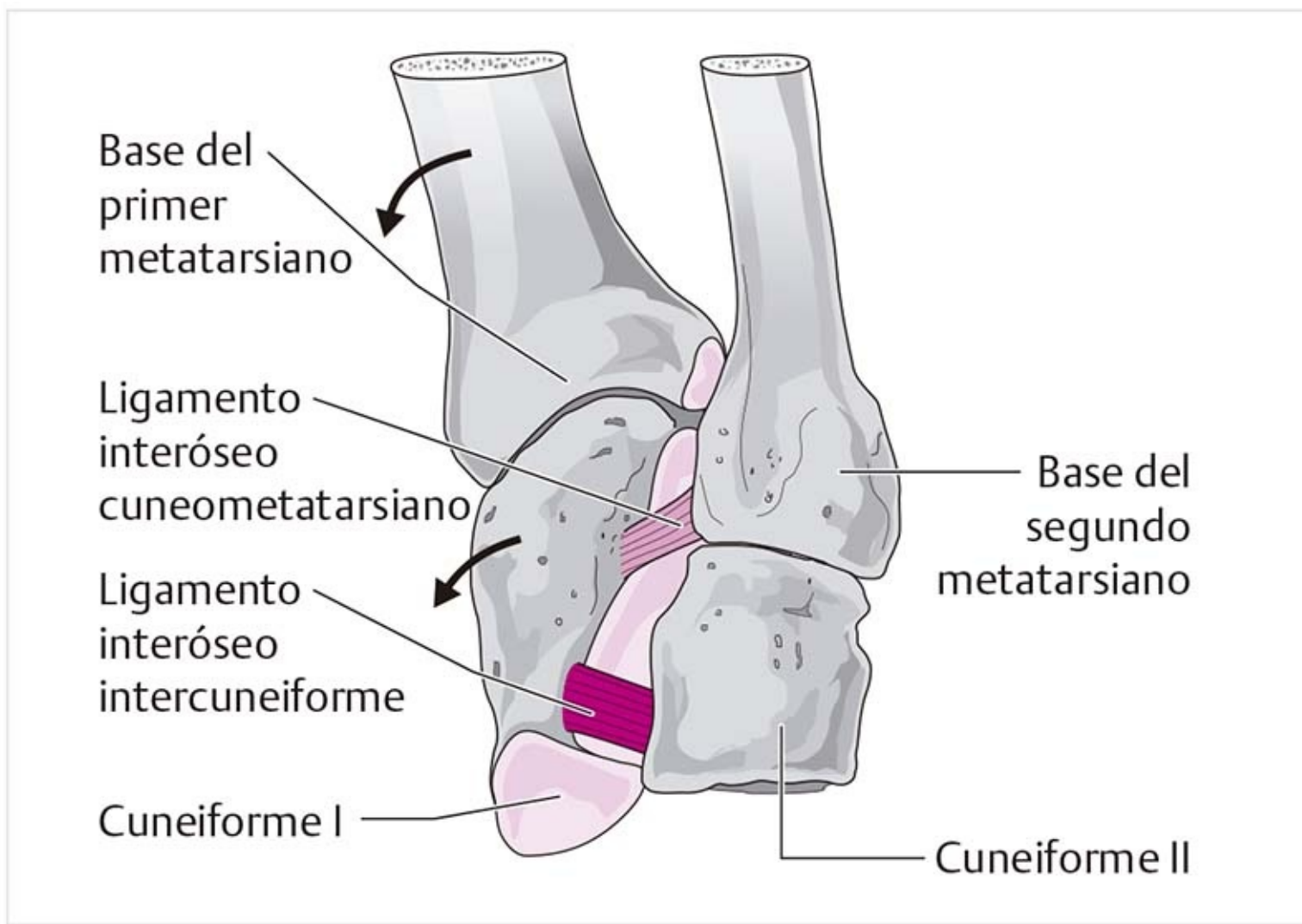
En la cara plantar, partes del tendón del músculo tibial posterior y fibras del ligamento plantar largo se combinan con los ligamentos.

### **Ligamentos metatarsianos dorsal y plantar (figuras 10-136 y 10-137)**

Las conexiones articulares entre las bases de los metatarsianos se estabilizan mediante estructuras ligamentosas plantar y dorsal. Los ligamentos plantares tienen una constitución más fuerte que los

dorsales.

## Ligamento interóseo cuneometatarsiano (figura 10-138)



**Figura 10-138.** Ligamentos cuneometatarsiano e intercuneiformes interóseos. (El primer metatarsiano y el cuneiforme medial se inclinaron hacia fuera, vista plantar.)

También se conoce como **ligamento de Lisfranc**. El primer ligamento discurre en la cara plantar entre el cuneiforme medial y el segundo metatarsiano. Las inserciones se localizan en la superficie lateral del hueso cuneiforme y en la superficie plantar del segundo metatarsiano.

Los otros ligamentos interóseos pasan entre los huesos cuneiformes intermedio y lateral y el segundo y tercer metatarsianos.

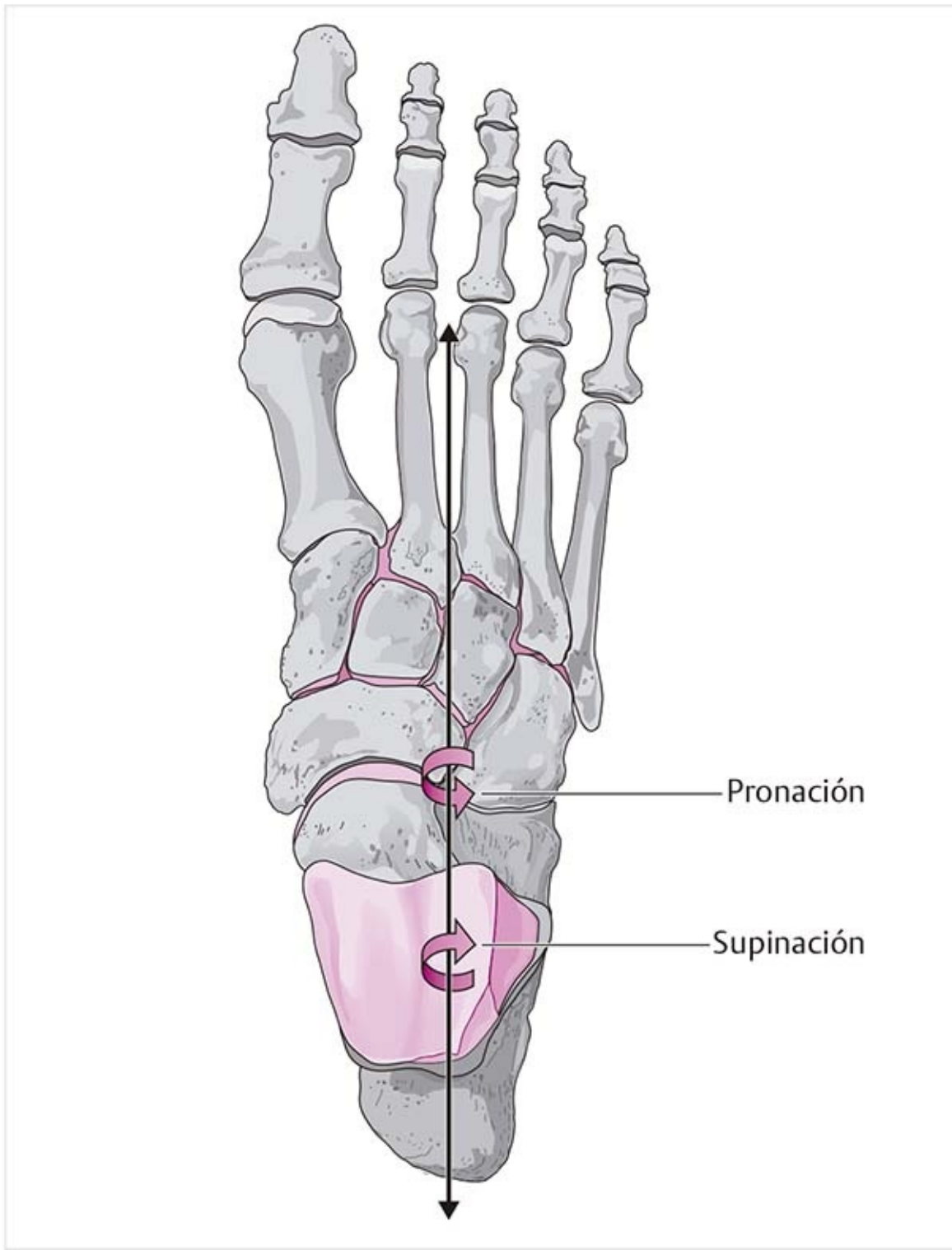
### Ligamentos interóseos metatarsianos

Éstos son tres ligamentos muy cortos que conectan los huesos metatarsianos entre sí en la zona inmediata de las superficies articulares. Son importantes para la estabilidad de las articulaciones.

### 10.10.3 Ejes y movimientos de las articulaciones tarsianas y metatarsianas

En este complejo articular, los ejes tampoco pueden establecerse con precisión. En este caso sólo pueden señalarse ejes de compromiso.

### Eje longitudinal (figura 10-139)



**Figura 10-139.** Eje de pronación y supinación.

Este eje corresponde casi a la línea media del pie y discurre entre el segundo y tercer metatarsianos. Si se extiende hacia atrás, pasa por la línea media del talón. Los movimientos de pronación y supinación ocurren sobre este eje.

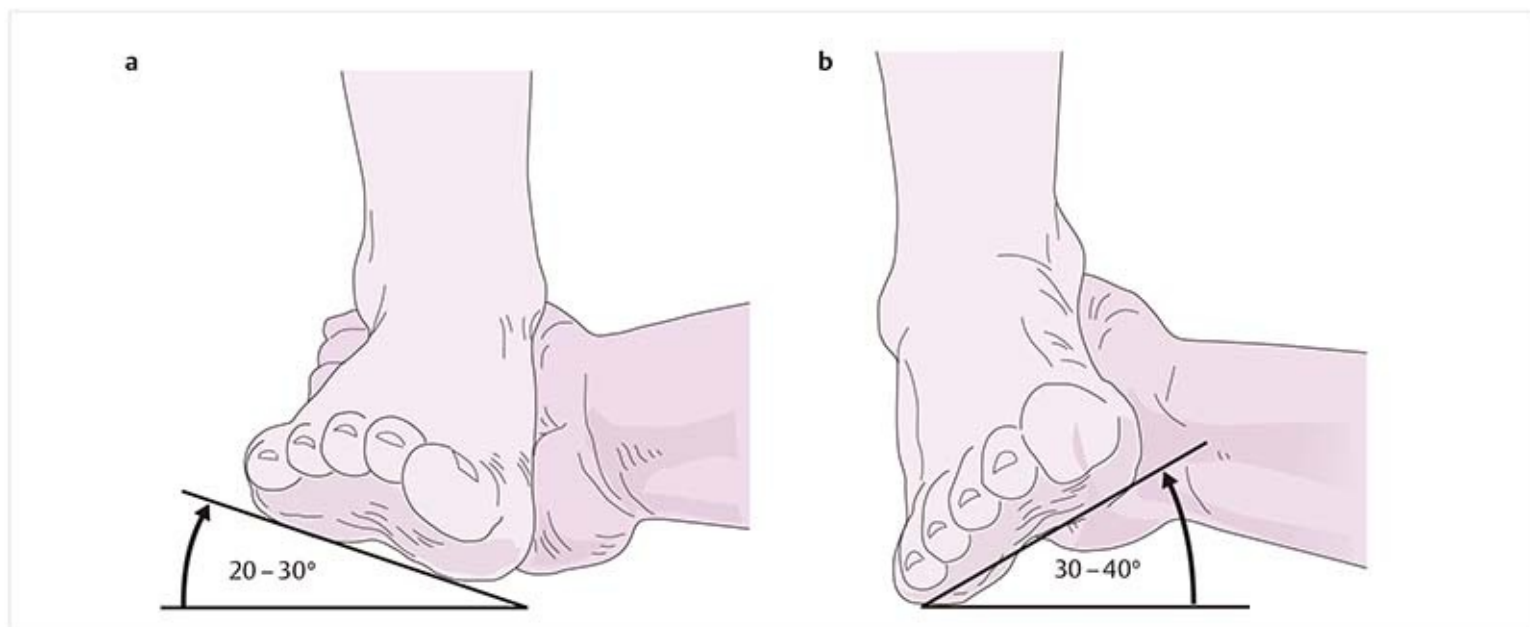
### **Ejes sagitales**

Existe un eje para cada articulación individual, sobre el cual se producen los movimientos de flexión y extensión.

A pesar de la movilidad limitada, ya que las articulaciones participantes son anfiartrósicas, la suma de los movimientos contribuye al cambio de la forma del pie hacia la supinación-aducción-flexión y pronación-abducción-extensión, lo que permite que el pie se adapte a la superficie del piso durante la

marcha.

## Supinación y pronación (figura 10-140)



**Figura 10-140.** Movimientos en las articulaciones del tarso. **(a)** Pronación activa con el calcáneo fijo. **(b)** Supinación activa con el calcáneo fijo.

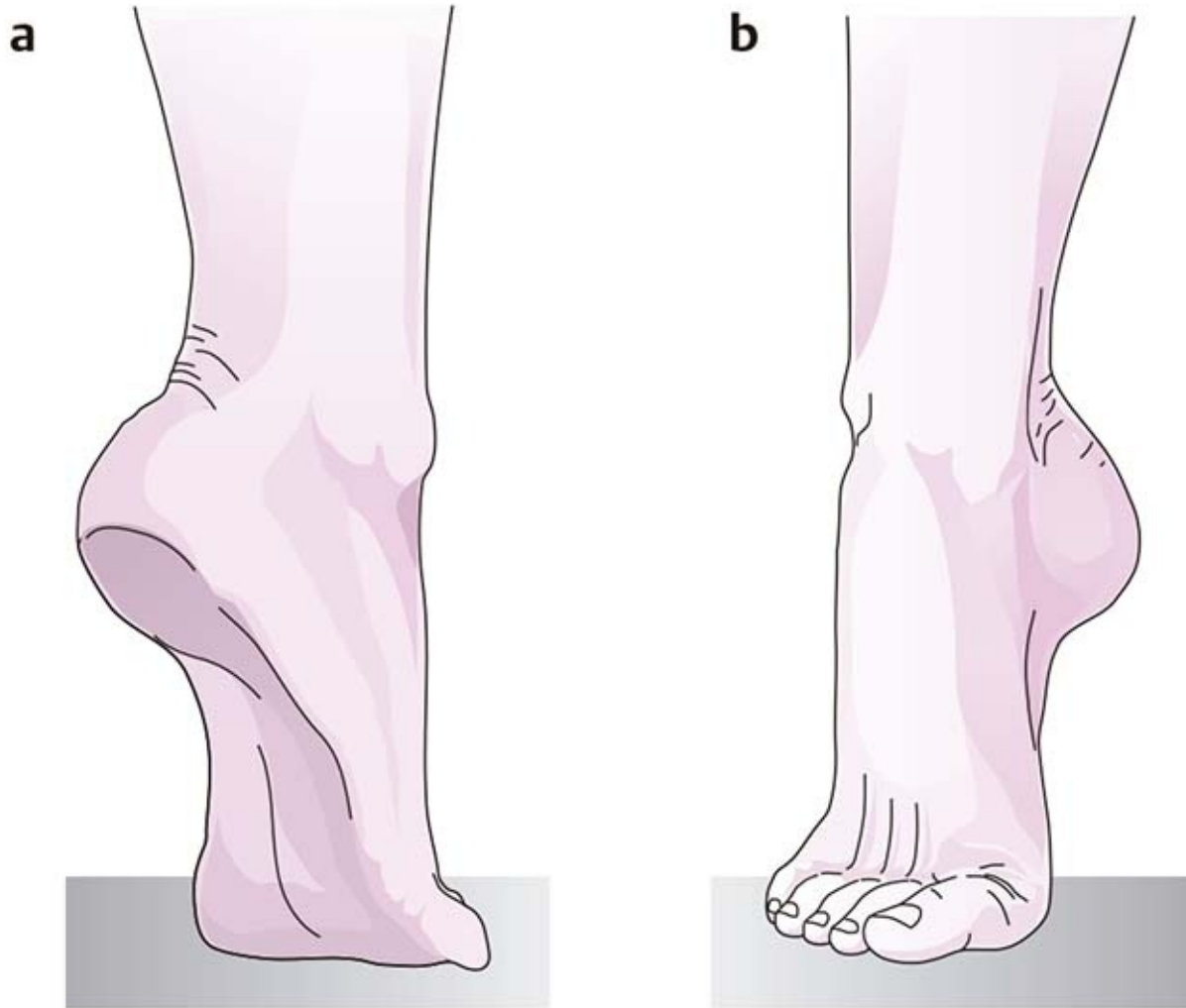
### ***Amplitud de movimiento***

Activo: 40°/25°, respectivamente, desde la posición neutral.

Pasiva: +10°

Para obtener información precisa sobre el movimiento de torsión de antepié con respecto al retropié debe fijarse el calcáneo. Se valora a continuación el movimiento de pronación y se eleva el borde externo del pie. Para valorar la supinación debe elevarse el borde interno (**figura 10-140**).

Los movimientos de torsión del pie pueden observarse muy bien si el paciente se yergue sobre las puntas de los pies. En este caso, el antepié está fijado y toda la base del pie gira sobre él, el cual se observa mejor en el calcáneo (**figura 10-141**).

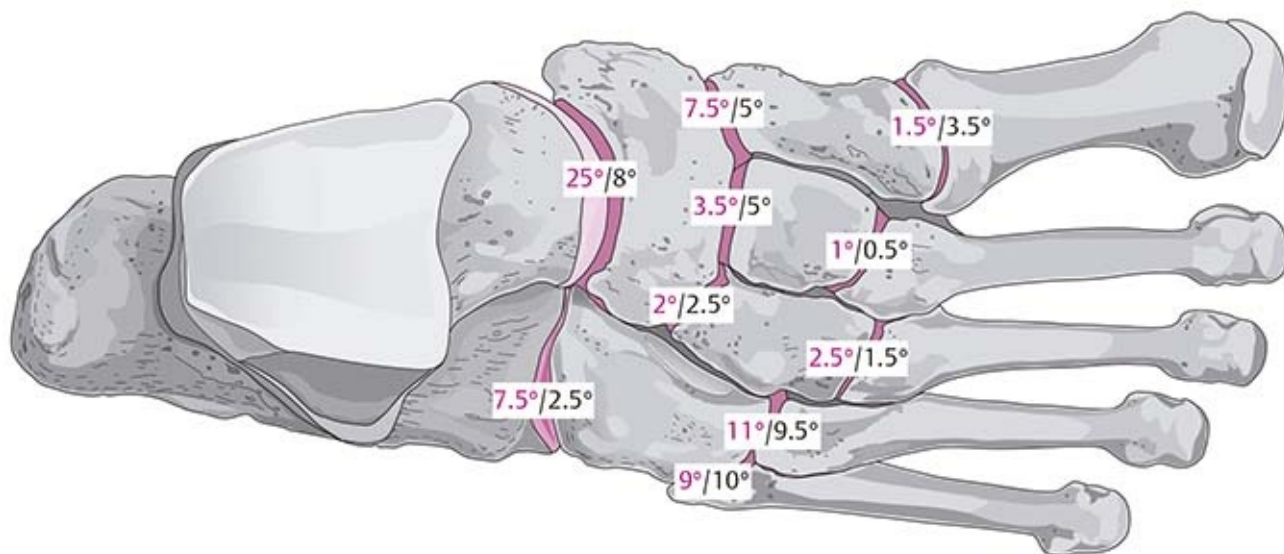


**Figura 10-141.** (a, b) Pivote del retropié sobre el antepié en posición sobre las puntas.

## Flexión y extensión

Los movimientos de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural) proceden en dirección distal y se agregan a la flexión plantar de  $80^\circ$  y la dorsiflexión de  $30^\circ$  a  $40^\circ$ .

## Amplitud de movimiento (figura 10-142)



**Figura 10-142.** Amplitud de movimiento de las articulaciones del tarso. Rojo, pronación y supinación; negro, flexión y extensión.

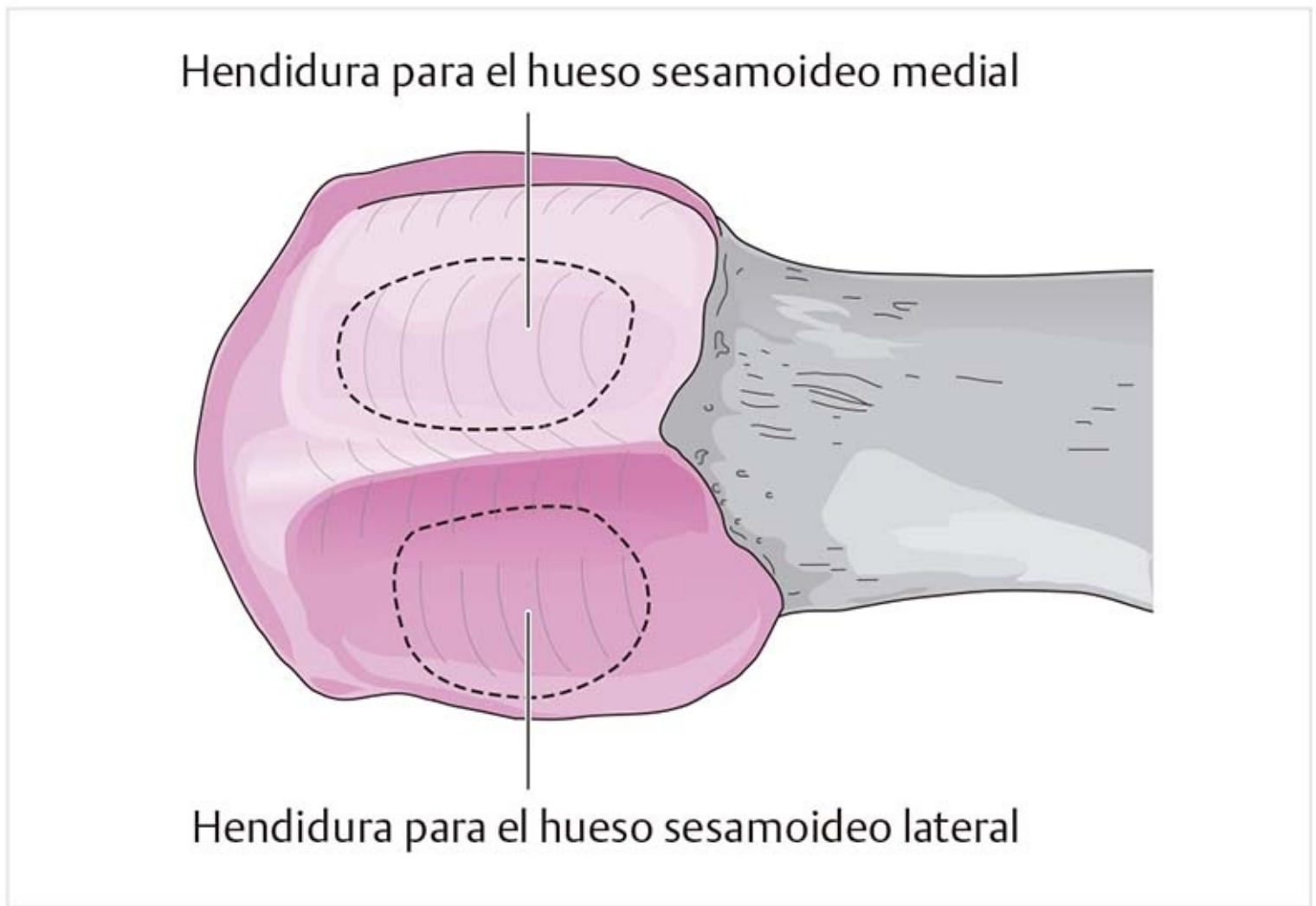


La amplitud de movimiento de cada articulación individual no es mensurable. Los datos presentados en la **figura 10-142** provienen del análisis realizado por Ouzounian y Shereff (1989). Los valores son medias obtenidas por métodos estadísticos.

## 10.11 Articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas

### 10.11.1 Estructuras óseas y superficies articulares de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas

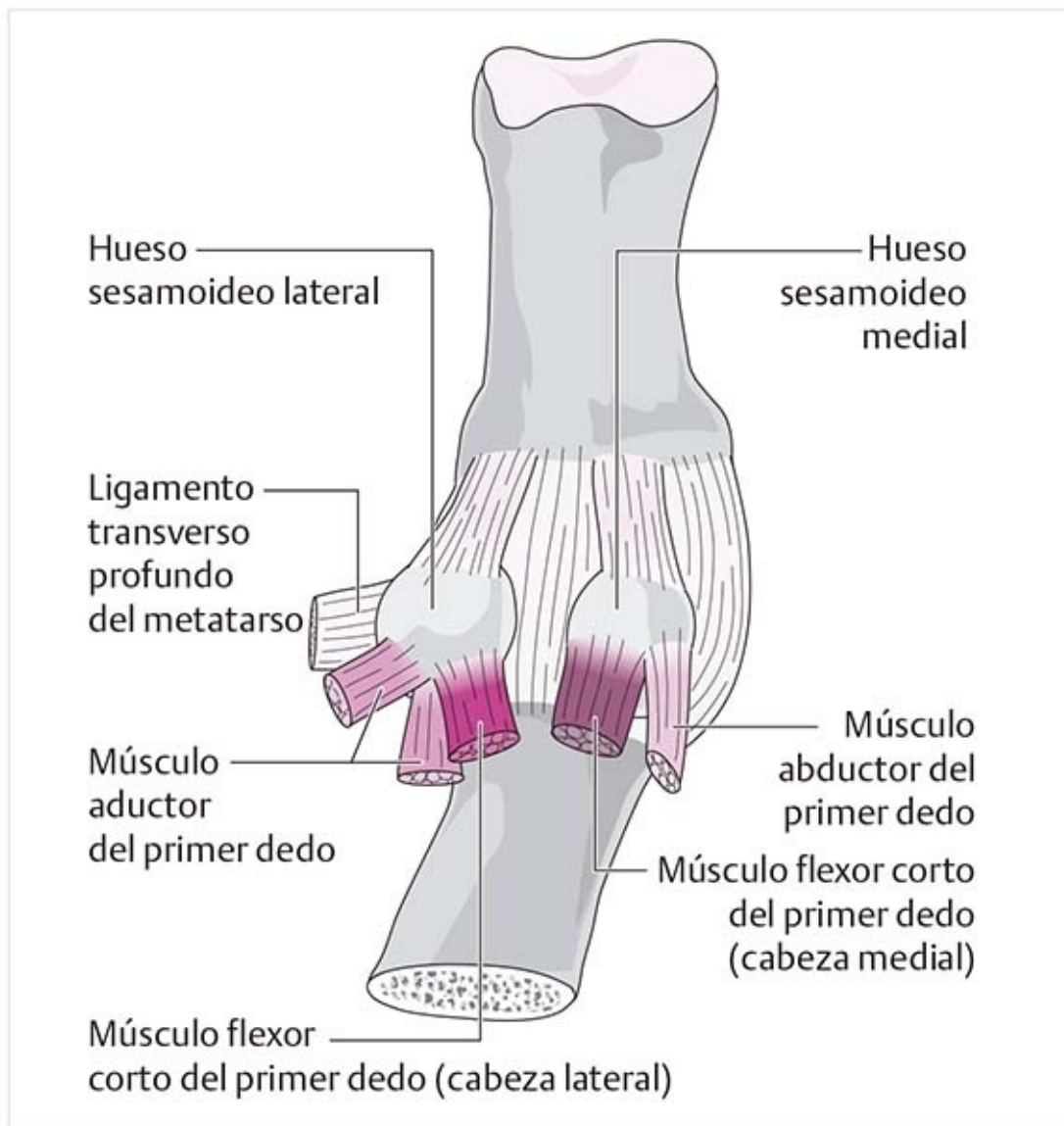
#### Huesos metatarsianos (figura 10-143)



**Figura 10-143.** Cabeza del primer metatarsiano (vista plantar).

- La cabeza del hueso metatarsiano tiene una superficie articular convexa cilíndrica que se extiende en dirección plantar.
- La cabeza del primer metatarsiano tiene dos hendiduras plantares en las que pueden deslizarse dos huesos sesamoideos.
- Entre las articulaciones MTF existen pequeñas bolsas. En el borde medial del pie existe una bolsa sobre la cabeza del primer metatarsiano.

#### Huesos sesamoideos (figura 10-144)



**Figura 10-144.** Conexiones de los huesos sesamoideos.

- Estos huesos están unidos a los lados de la cápsula articular y los ligamentos colaterales de la primera articulación MTF.
- El **hueso sesamoideo medial** está incrustado en el tendón del músculo abductor del primer dedo y la cabeza medial del músculo flexor corto del primer dedo.
- El hueso sesamoideo medial está fuera del eje longitudinal del primer hueso metatarsiano.
- La cabeza lateral del músculo flexor corto del primer dedo y el músculo aductor del primer dedo siguen hacia el **hueso sesamoideo lateral**.
- El tendón del músculo flexor largo del primer dedo pasa entre los dos huesos sesamoideos.
- Los sesamoideos describen un trayecto de casi 50° entre los movimientos de flexión y extensión, lo que corresponde a una distancia de 1 a 1.5 cm. En la flexión, los huesos sesamoideos se encuentran cerca de la transición entre la cabeza y el cuello del primer hueso metatarsiano. En la extensión se desplazan en dirección distal.

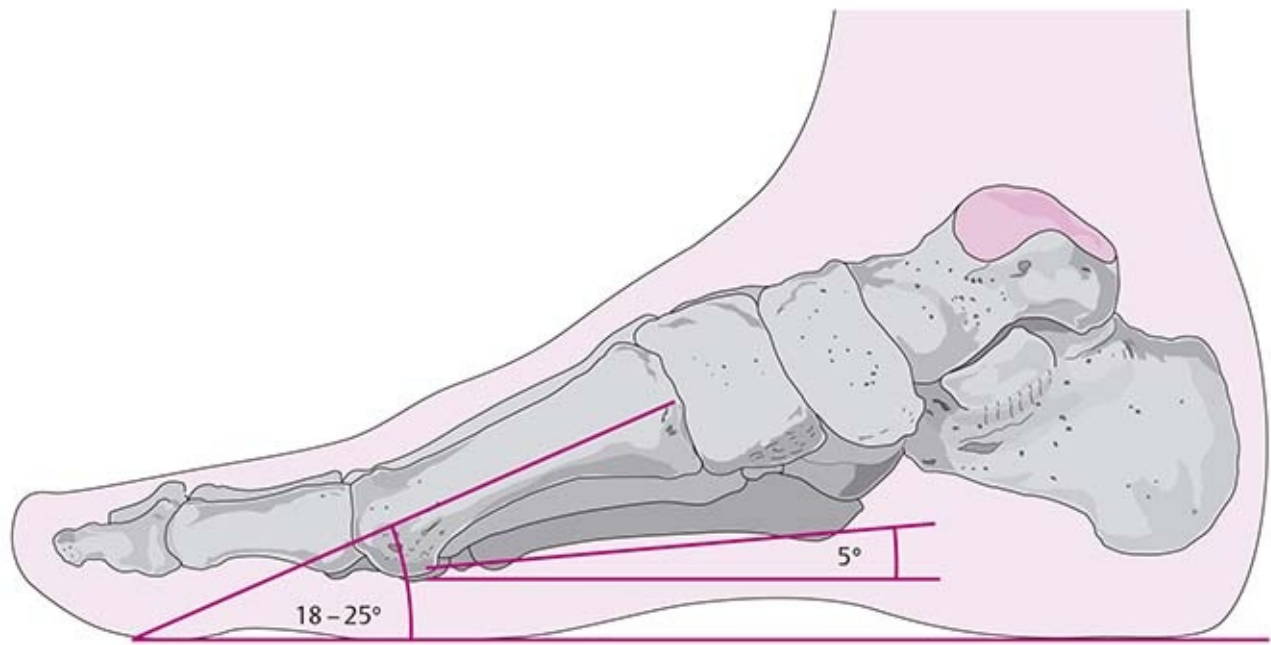
### **Falanges (figura 10-145)**



**Figura 10-145.** Superficies articulares de las articulaciones falángicas (vista plantar).

- Las bases de las falanges proximales tienen facetas articulares para las cabezas de los metatarsianos.
- Las superficies articulares poseen una forma un poco cóncava.
- Los huecos articulares ovalados de las bases de las falanges proximales se ensanchan con placas fibrocartilaginosas (**figura 10-149**).
- Las superficies articulares en forma de bobina en la cabeza de cada falange son convexas.
- Existe una ligera hendidura en la superficie plantar de la parte media de la cabeza de la falange, que en flexión tiene contacto con la base de la siguiente falange.
- En la base existe una superficie articular cuneiforme sobresaliente correspondiente que se ajusta en la hendidura y cuya forma es cóncava.
- La cabeza de la falange distal muestra un crecimiento fungiforme.
- El primer dedo sólo tiene una articulación interfalángica.

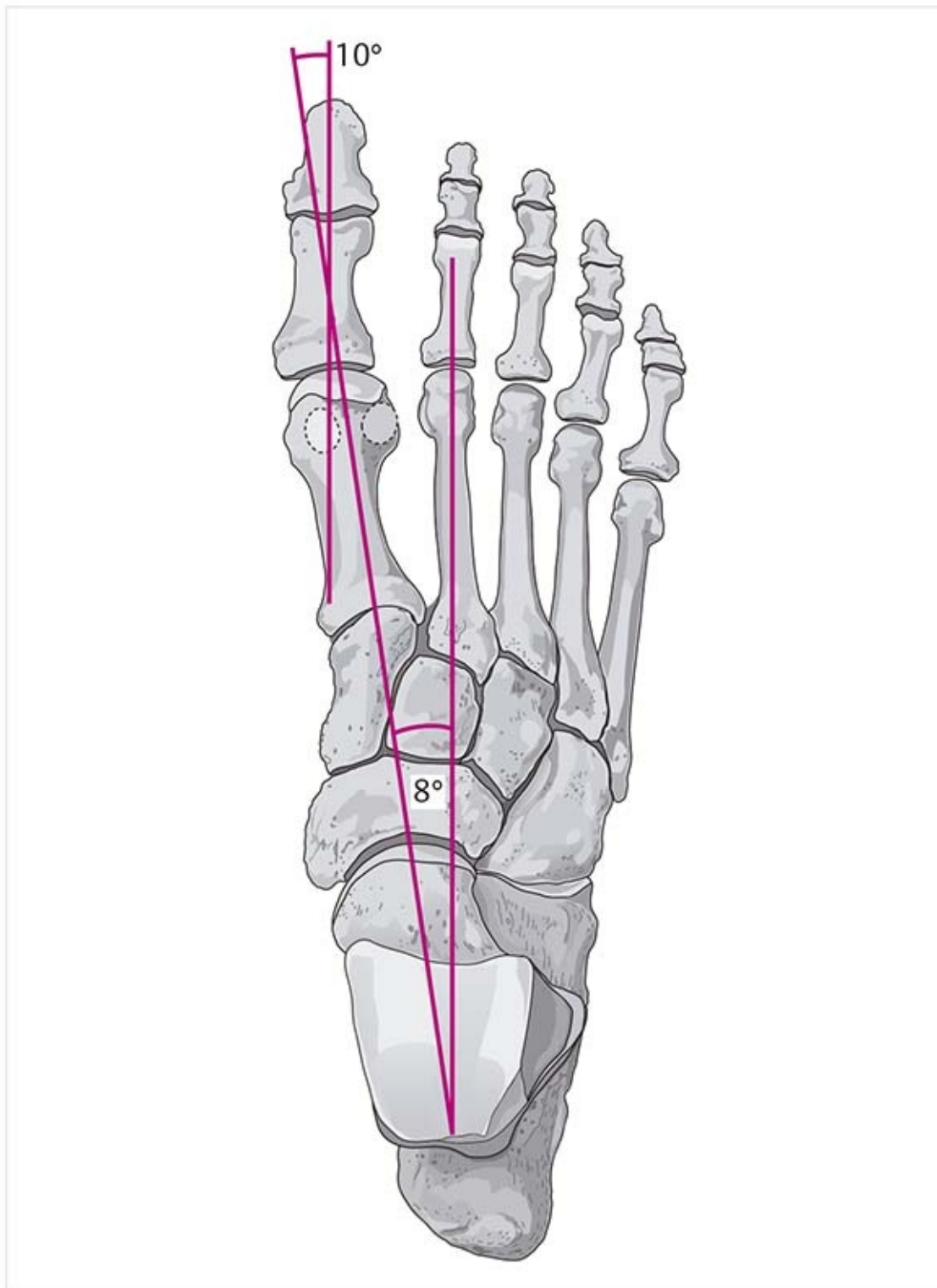
**Ángulo de inclinación (figura 10-146)**



**Figura 10-146.** Ángulo de inclinación de los huesos metatarsianos.

El eje longitudinal del primer metatarsiano forma un ángulo de  $18^{\circ}$  a  $25^{\circ}$  con el piso. La inclinación disminuye hacia el quinto metatarsiano, cuyo ángulo mide sólo  $5^{\circ}$ .

**Ángulo intermetatarsiano (figura 10-147)**



**Figura 10-147.** Ángulo intermetatarsiano y ángulo en valgo de la primera articulación metatarsofalángica.

La posición neutral del primer metatarsiano con respecto al primer dedo en el plano transversal es de vital importancia, ya que es ahí donde ocurre la alteración más frecuente del antepié, el **pie plano anterior**. Los ejes longitudinales que pasan por el primero y el segundo metatarsianos forman un ángulo que debe ser menor de 8°.

### **Ángulo valgo de la primera articulación metatarsofalángica (10-147)**

Éste se determina con base en el ángulo entre el eje longitudinal del metatarsiano y el eje longitudinal que pasa por la falange proximal. No debe ser mayor de 10° a 20°.

#### **Patología**

##### **Hallux valgus (figura 10-148)**

Esta deformidad es una desviación lateral del eje del primer dedo en forma de una subluxación de la primera articulación MTF. El diagnóstico queda claro cuando se mide el ángulo

en valgo de la primera falange, que es mayor de  $20^\circ$  en este trastorno. Véase la sección 10.13, Biomecánica.

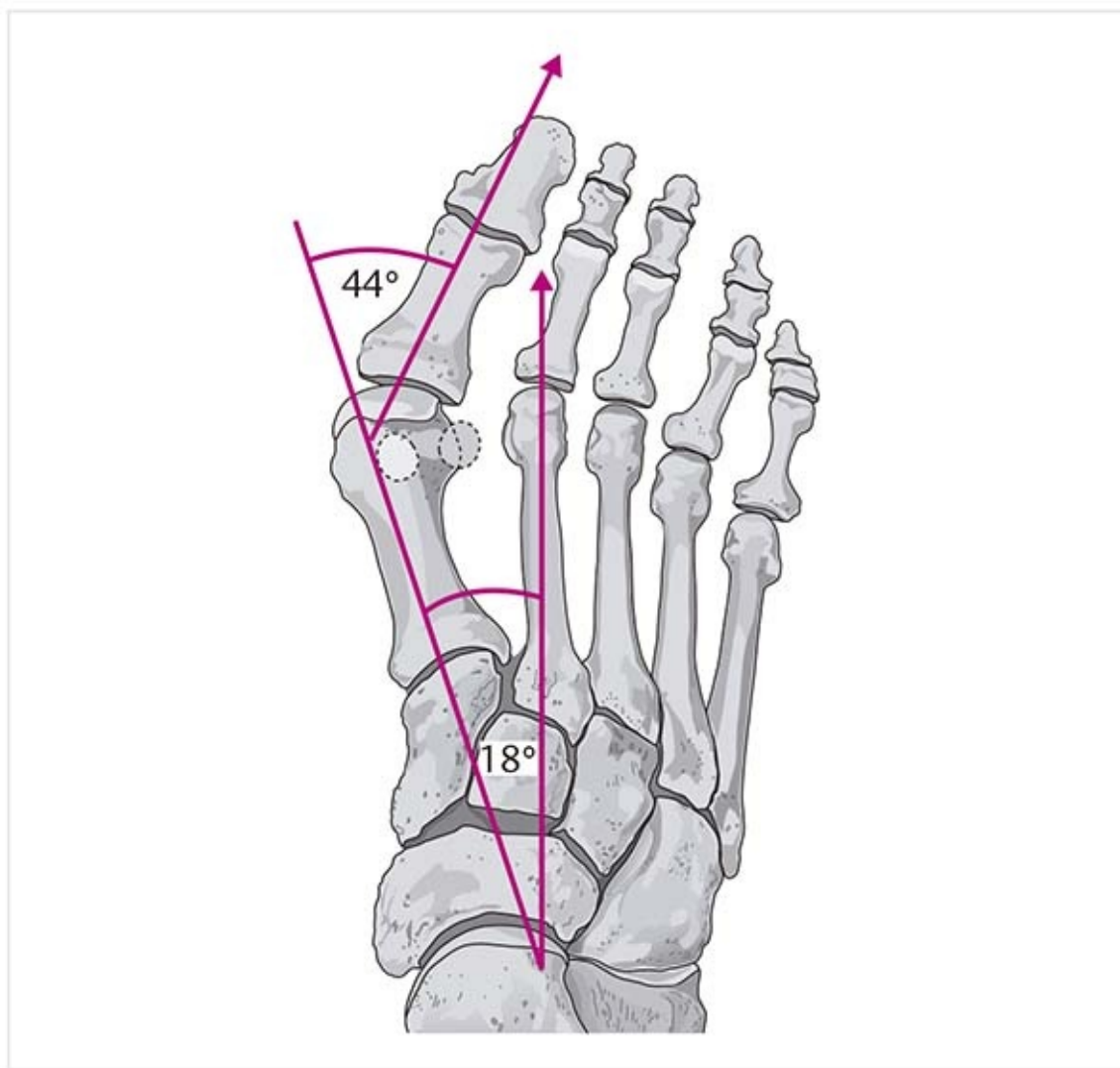
#### **Pie plano anterior**

Por otra parte, el aumento del ángulo intermetatarsiano es una expresión del pie plano anterior, que a menudo precede al *hallux valgus*.

Como los metatarsianos se separan, la cabeza del primer metatarsiano sobresale demasiado en la parte medial y queda expuesta a la presión constante del calzado. El resultado es la irritación repetida de la bolsa subcutánea de la cabeza del primer metatarsiano, que se inflama y puede ser muy dolorosa. Véase la sección 10.13, Biomecánica.

#### **Fractura por marcha o fatiga**

Esto se refiere a una grieta sutil en el cuerpo del metatarsiano que divide al hueso en dirección transversal u oblicua. El segundo metatarsiano es el que se afecta con mayor frecuencia por la marcada tensión de flexión que experimenta. Dicha fractura se reconoce después de marchas prolongadas.

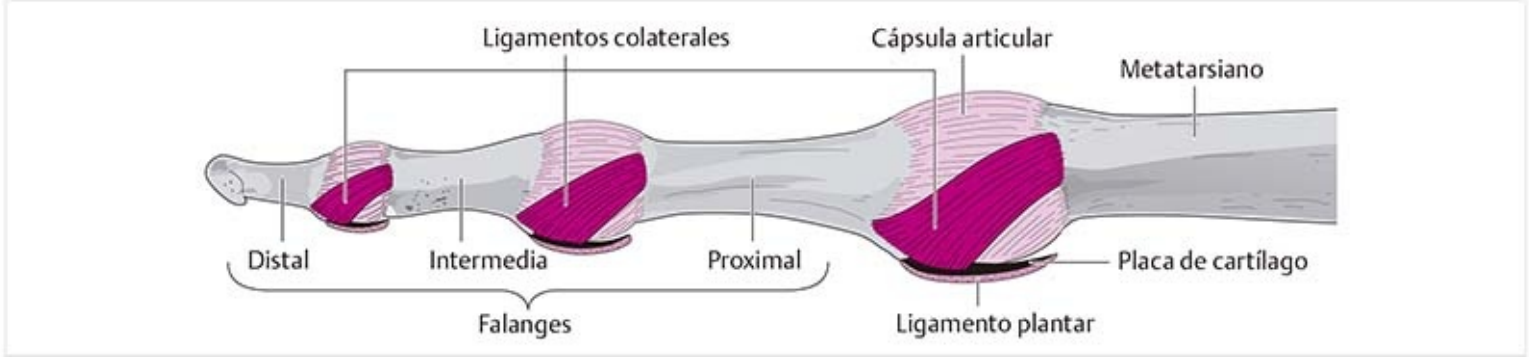


**Figura 10-148.** Cambio en el ángulo intermetatarsiano y el ángulo en valgo de la primera articulación metatarsofalángica en *hallux valgus*.

## **10.11.2 Cápsulas articulares y ligamentos de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas**

Las cápsulas articulares son relativamente amplias y permiten movimientos amplios. Se refuerzan en la cara plantar con las placas fibrocartilaginosas y en las partes dorsal y laterales con la aponeurosis digital dorsal y los ligamentos colaterales.

### **Ligamentos colaterales lateral y medial (figura 10-149)**



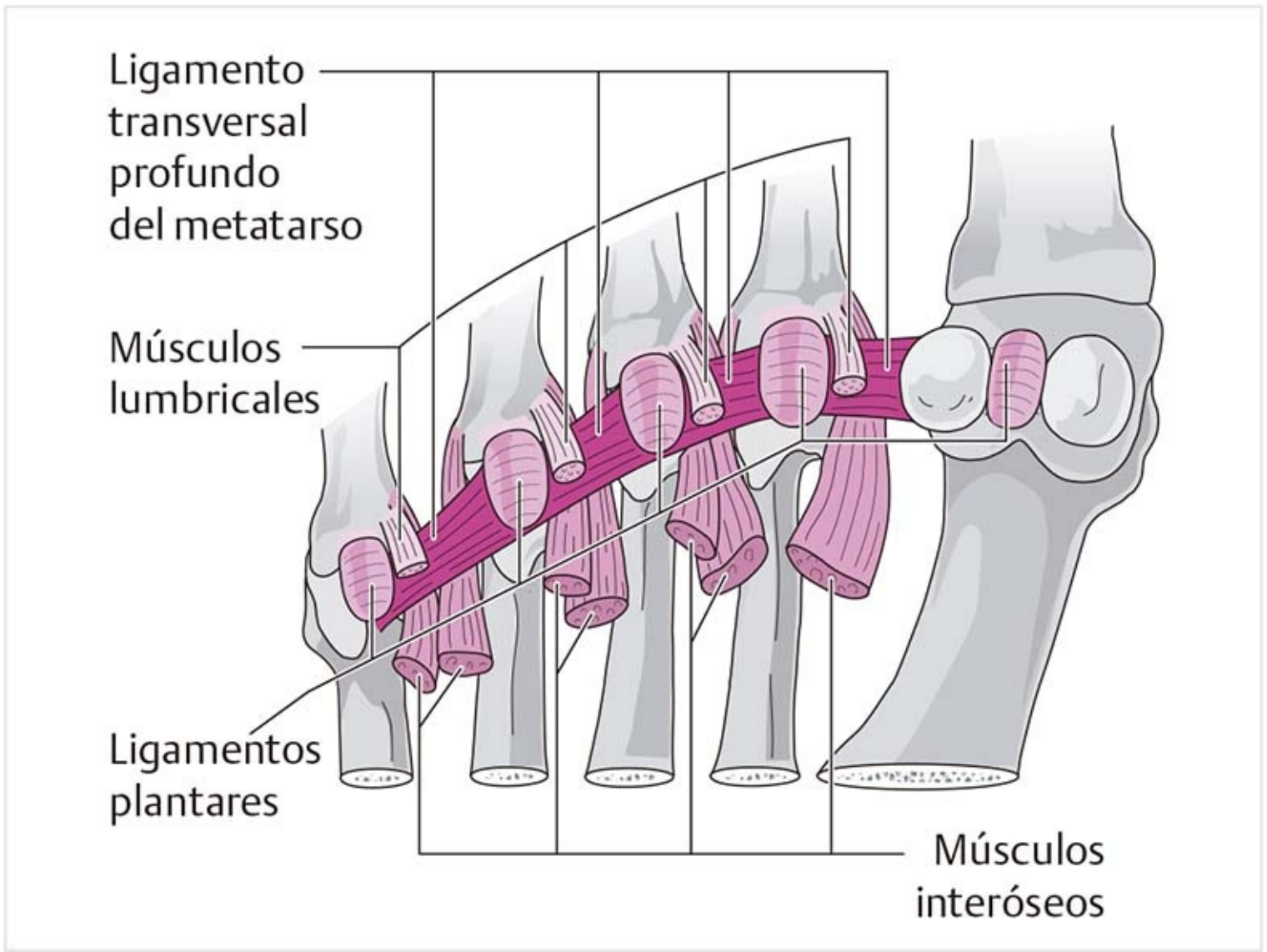
**Figura 10-149.** Ligamentos colaterales y plantares (vista medial del segundo dedo).

El trayecto de estos ligamentos es oblicuo de proximal-dorsal a distal-plantar en cada caso. Por lo tanto, se tensan en flexión y se relajan en la extensión.

### **Ligamento plantar (figuras 10-149 y 10-150)**

Este ligamento se halla en la placa fibrocartilaginosa en la cara plantar de la articulación. En cada caso, se fija a la base de la falange y se fusiona con la cápsula articular. También existe una conexión con los tendones flexores.

### **Ligamento transversal profundo del metatarso (figura 10-150)**



**Figura 10-150.** Ligamento transversal profundo del metatarso y ligamentos plantares (vista plantar).

Este fuerte ligamento discurre entre las cabezas de los metatarsianos; cada uno de sus segmentos se fija en los ligamentos plantares. La cabeza transversal de un músculo aductor del primer dedo nace en parte de

él.

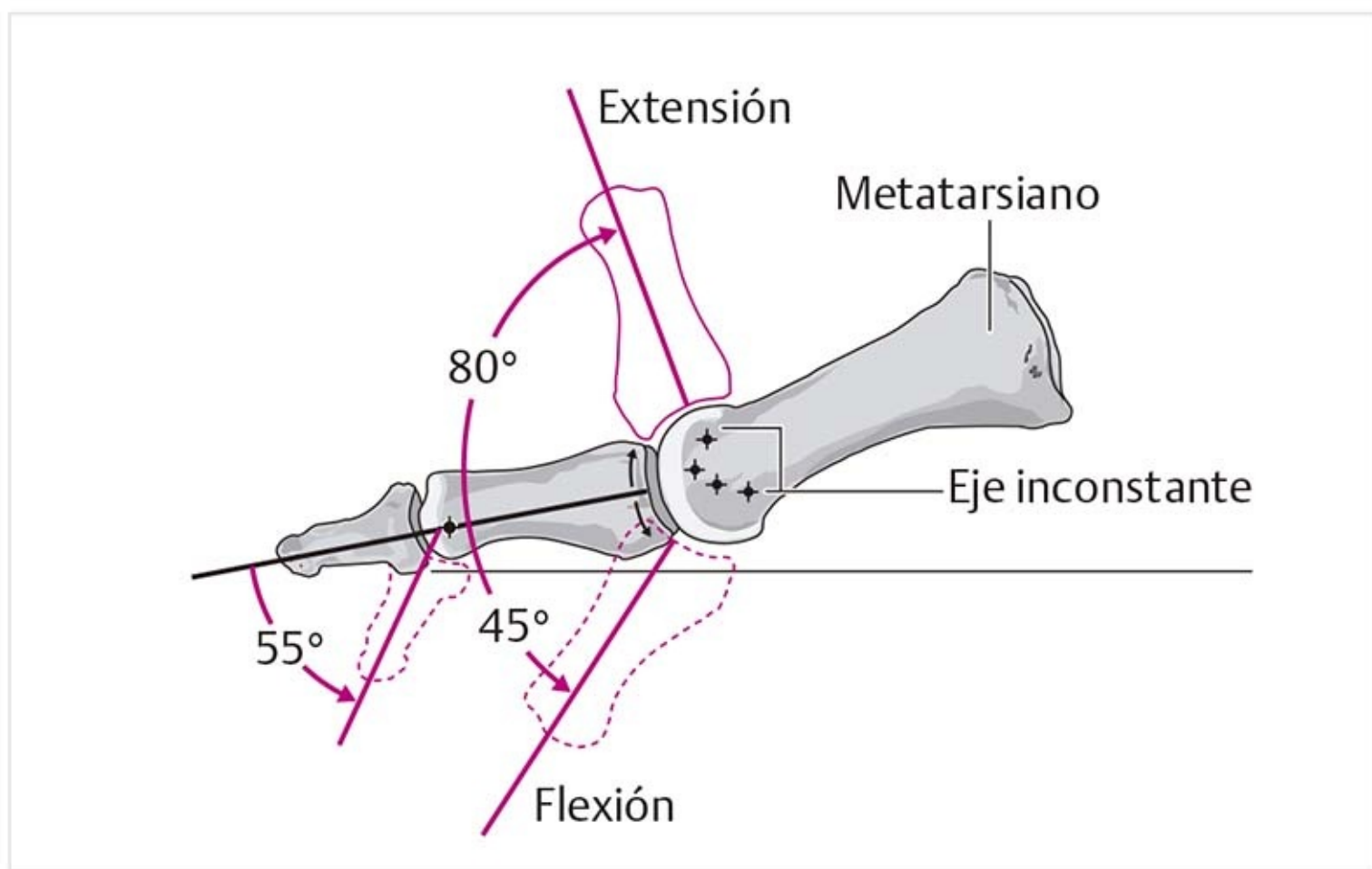
### 10.11.3 Ejes y movimientos

En cada segmento articular, los ejes de movimiento radican en la pareja articular proximal y se extienden en el plano frontal para los movimientos de flexión y extensión, y en el plano vertical para los movimientos de abducción y aducción.

En las articulaciones MTF son posibles movimientos de flexión, extensión y laterolaterales.

Las articulaciones interfalángicas son articulaciones de bisagra que sólo realizan movimientos de flexión y extensión:

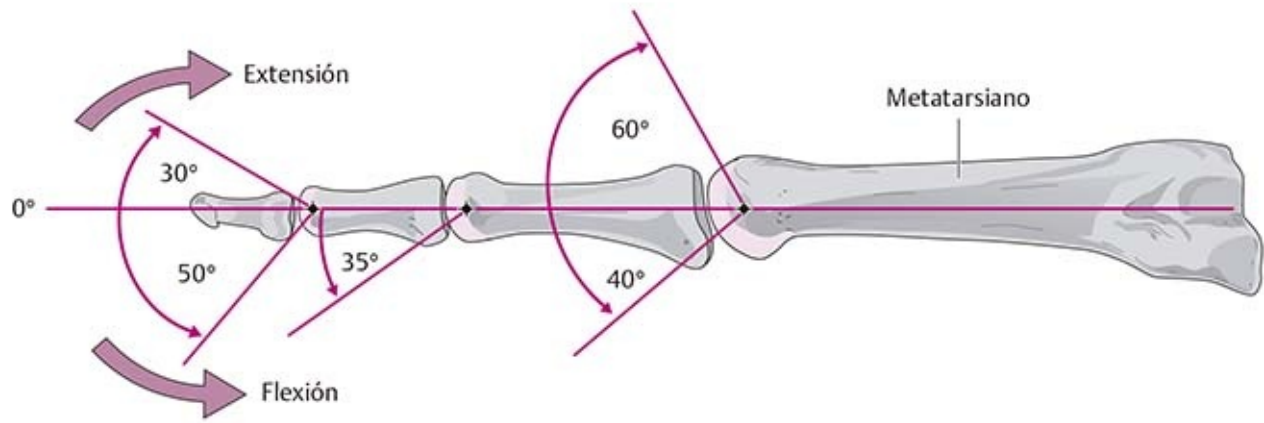
- Articulación MTF del primer dedo (**figura 10-151**):



**Figura 10-151.** Extensión de la flexión y la extensión del primer dedo.

- Flexión/extensión: 45°/70° desde la posición neutral; activa.
- Abducción/aducción: 10°/5° desde la posición neutra, activa.
- **Articulación interfalángica** (primer dedo): flexión/extensión, 60°/5°, activa.
- Articulación MTF de los otros dedos (**figura 10-152**):





**Figura 10-152.** Extensión de la flexión y extensión de los dedos.

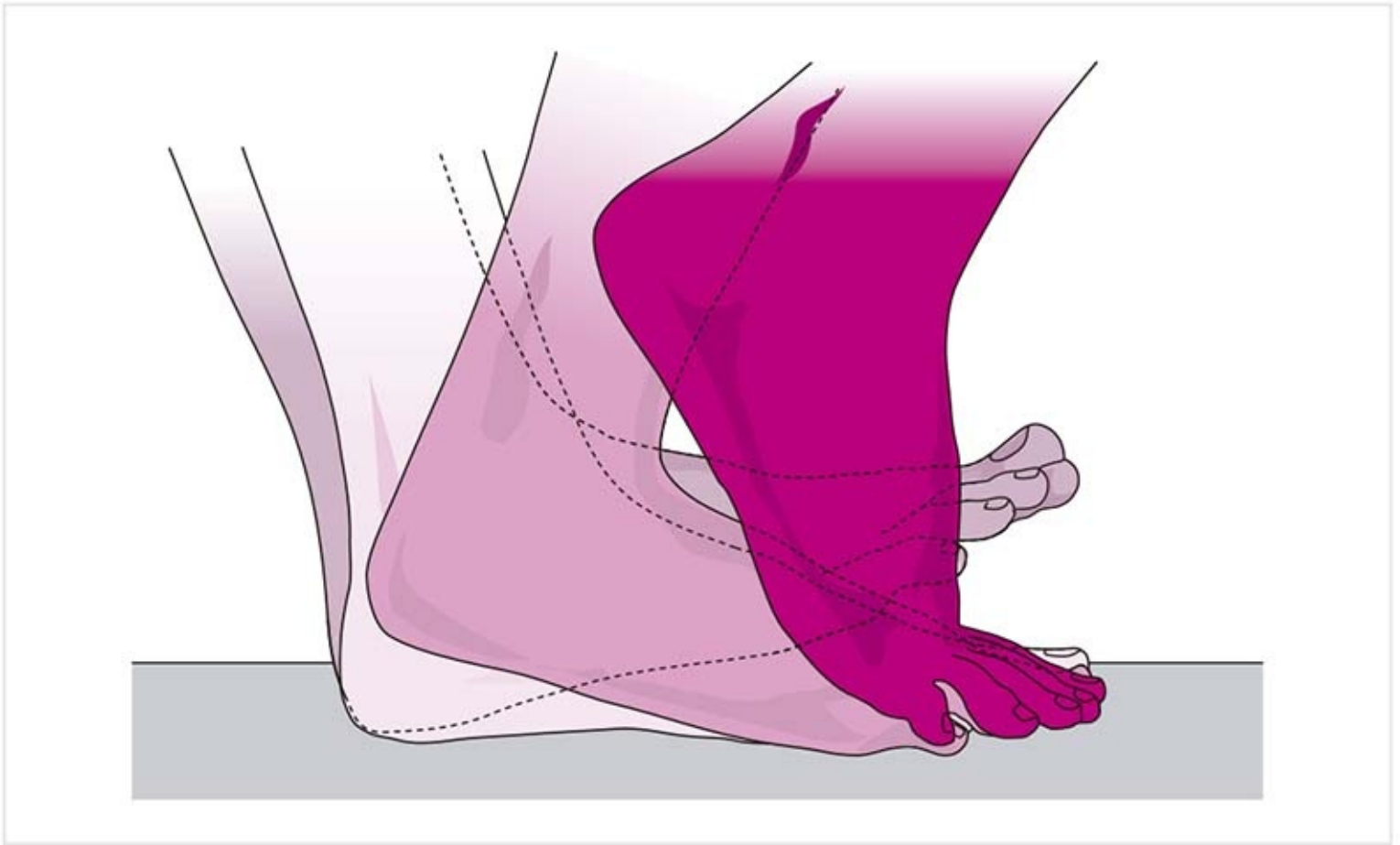
- Flexión/extensión: 40°/70°, activa.

- Abducción/aducción: mínima.

• **Articulación interfalángica proximal** : flexión/extensión, 35°/0°, activa.

• **Articulación interfalángica distal** : flexión/extensión, 60°/30°, activa.

**Movimientos de los dedos durante la marcha (figura 10-153)**

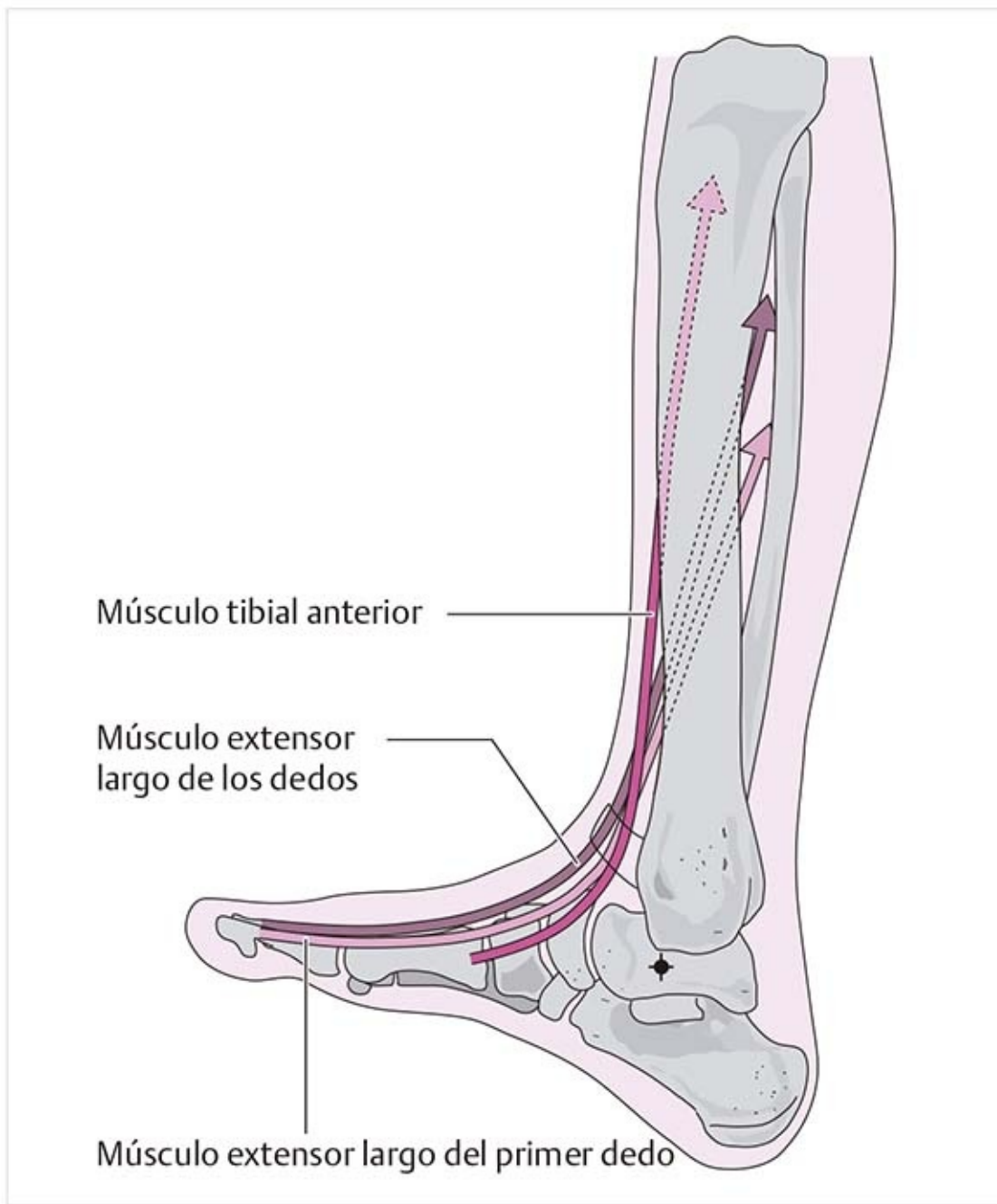


**Figura 10-153.** Movimientos de los dedos durante la marcha.

En la fase entre el despegue del talón y el despegue de los dedos, los dedos se impelen hasta su extensión máxima de proximal hacia fuera. Por lo tanto, el primer dedo alcanza su máxima amplitud de movimiento de 90°.

## 10.12 Musculatura

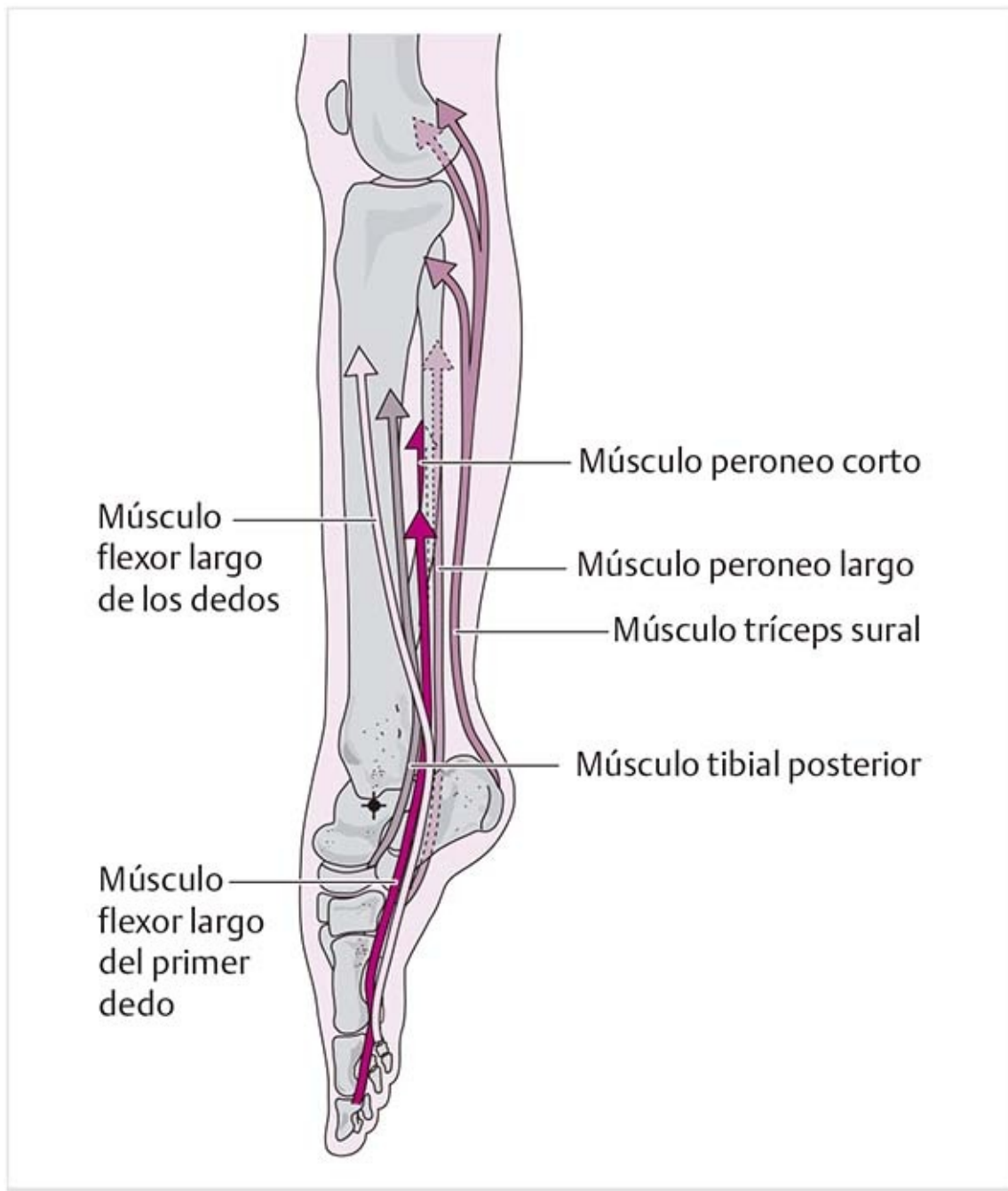
### 10.12.1 Dorsiflexores (figura 10-154)



**Figura 10-154.** Dorsiflexores.

- Músculo tibial anterior
  - Músculo extensor largo de los dedos
  - Músculo extensor largo del primer dedo
  - (Músculo peroneo tercero)
- Véase la sección 10.6, Estabilización de las articulaciones del tobillo.

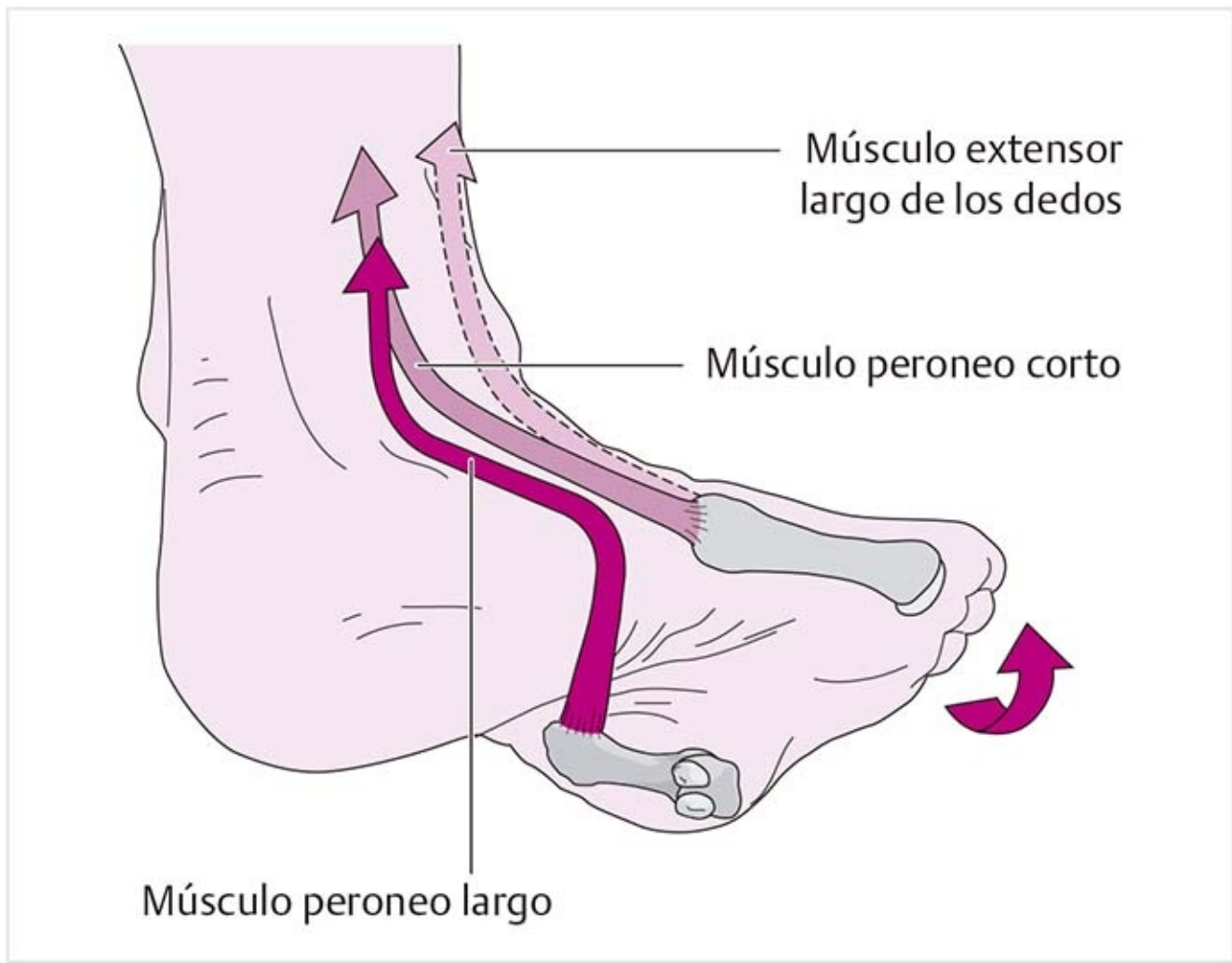
## 10.12.2 Flexores plantares (figura 10-155)



**Figura 10-155.** Flexores plantares.

- Músculo tríceps sural.
  - Músculo tibial posterior
  - Músculo flexor largo de los dedos
  - Músculo flexor largo del primer dedo
  - Músculo peroneo largo
  - Músculo peroneo corto
- Véase la sección 10.6, Estabilización de las articulaciones del tobillo.

### **10.12.3 Pronadores/abductores (figura 10-156)**



**Figura 10-156.** Pronadores/abductores del pie.

### ***Músculo peroneo corto***

El músculo peroneo corto produce abducción del antepié con elevación simultánea del quinto metatarsiano y por tanto del borde externo del pie. El quinto metatarsiano mueve al hueso cuboides con él y al final al hueso navicular y al calcáneo. El calcáneo se desvía hacia atrás, durante lo cual el seno tarsiano se estrecha.

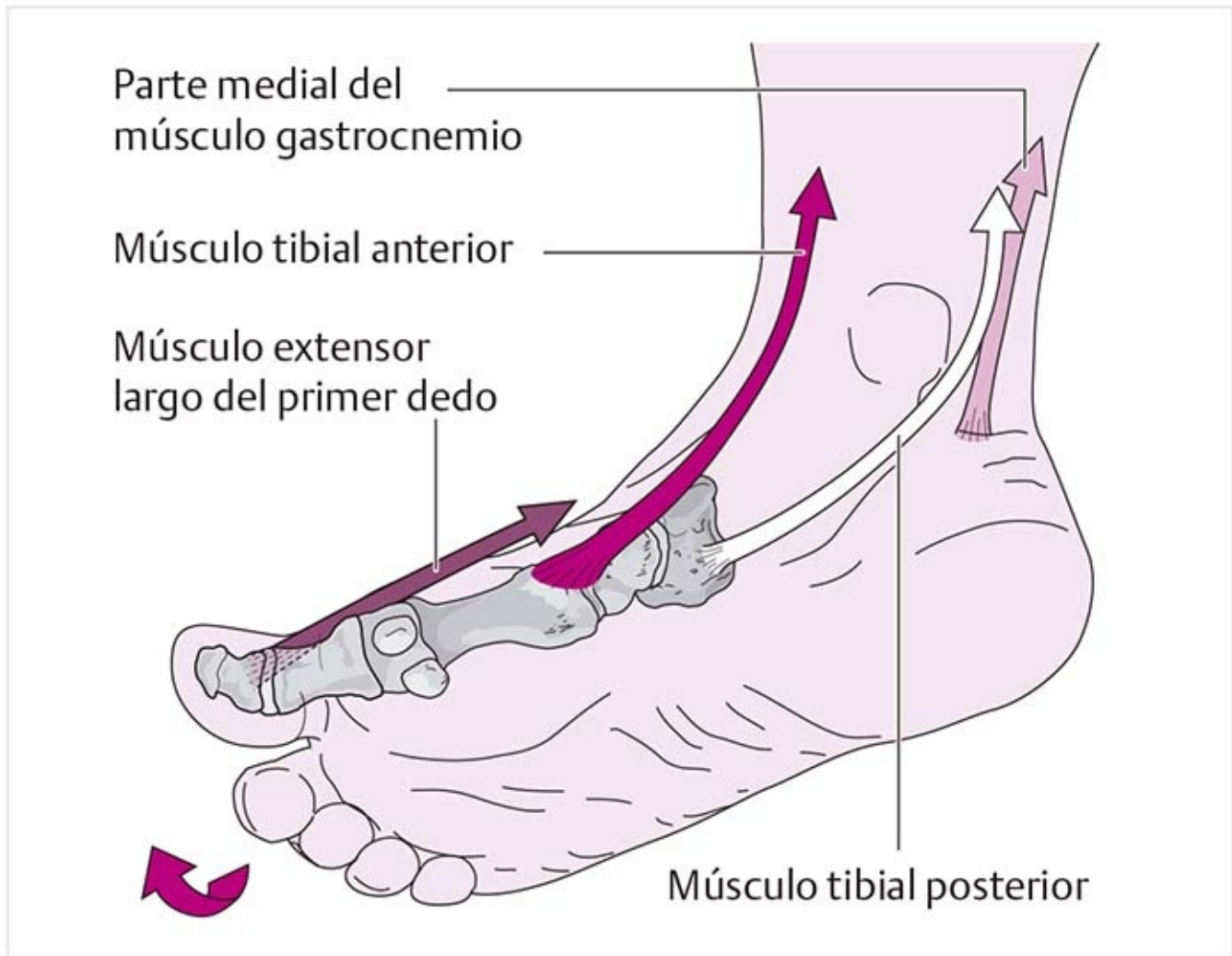
### ***Músculo peroneo largo***

El músculo peroneo largo también guía al antepié en dirección lateral y desciende el borde medial del pie mediante su conexión con el hueso cuneiforme medial y el primer metatarsiano.

### ***Músculo extensor largo de los dedos***

Los dos músculos anteriores están sostenidos en su mayor parte por el músculo extensor largo de los dedos.

## **10.12.4 Supinadores/aductores (figura 10-157)**



**Figura 10-157.** Supinadores/aductores del pie.

### ***Músculo tibial anterior***

El músculo tibial anterior produce aducción del pie y eleva el borde interno del pie mediante su conexión con el hueso cuneiforme medial y el primer metatarsiano. El antepié sigue este movimiento.

### ***Músculo tibial posterior***

El músculo tibial posterior soporta sobre todo el componente aductor, ya que lleva al hueso navicular en dirección medial. El hueso navicular lleva consigo al cuboides y al final al calcáneo, que se desplaza en dirección medial, como resultado de lo cual el seno del tarso se amplía.

### ***Músculo tríceps sural***

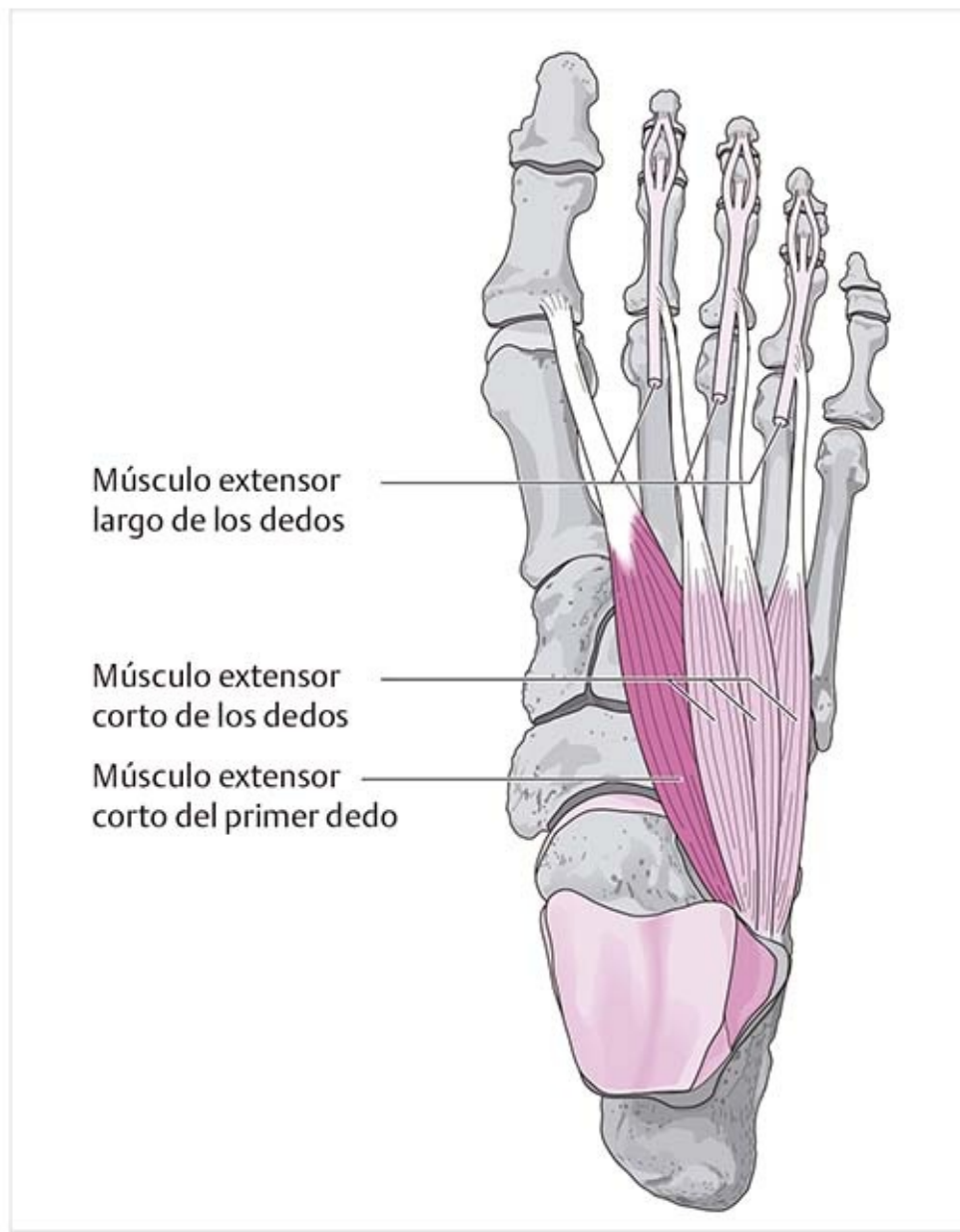
Este músculo sustenta la supinación desde el retropié. Debido a la posición en valgo ligero del talón, la mayor parte del músculo es medial al eje de supinación-pronación.

### ***Músculos flexor largo de los dedos y flexor largo del primer dedo***

Estos músculos apoyan los movimientos de aducción y supinación desde el antepié.

## **10.12.5 Músculos del dorso del pie**

### **Músculo extensor corto de los dedos (figura 10-158)**



**Figura 10-158.** Músculos extensor corto de los dedos y extensor corto del primer dedo.

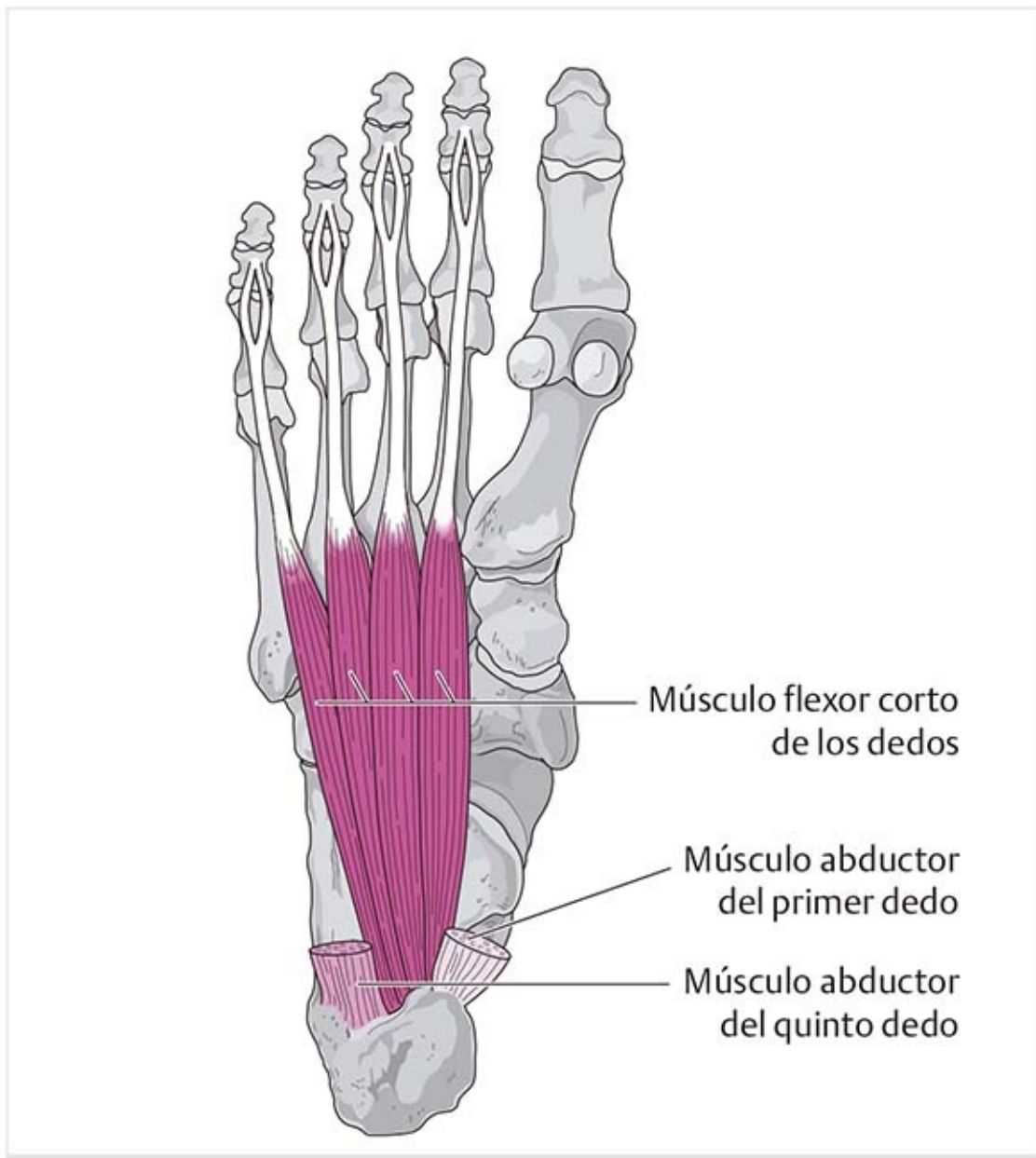
- El sitio de origen se encuentra en el seno del tarso y en estrecha relación con el de los ligamentos y el retináculo extensor inferior.
- Al avanzar hacia delante, desarrolla un potente vientre muscular que forma un arco de tejido blando sobre la zona dorsal lateral.
- Se convierte en tres tendones terminales en la región metatarsiana intermedia.
- Con aproximación desde la parte lateral, los tres tendones se irradian a los tendones del músculo extensor largo de los dedos.

### **Músculo extensor corto del primer dedo (figura 10-158)**

- Es parte del músculo extensor corto de los dedos.
- En su origen tiene una conexión con el ligamento interóseo astragalocalcáneo.
- Continúa hasta el tendón del músculo extensor largo del primer dedo y se agrega a la expansión dorsal de los dedos.
- **Función:** extiende todas las articulaciones de los dedos.
- **Inervación:** nervio peroneo profundo.

## **10.12.6 Músculos plantares del pie**

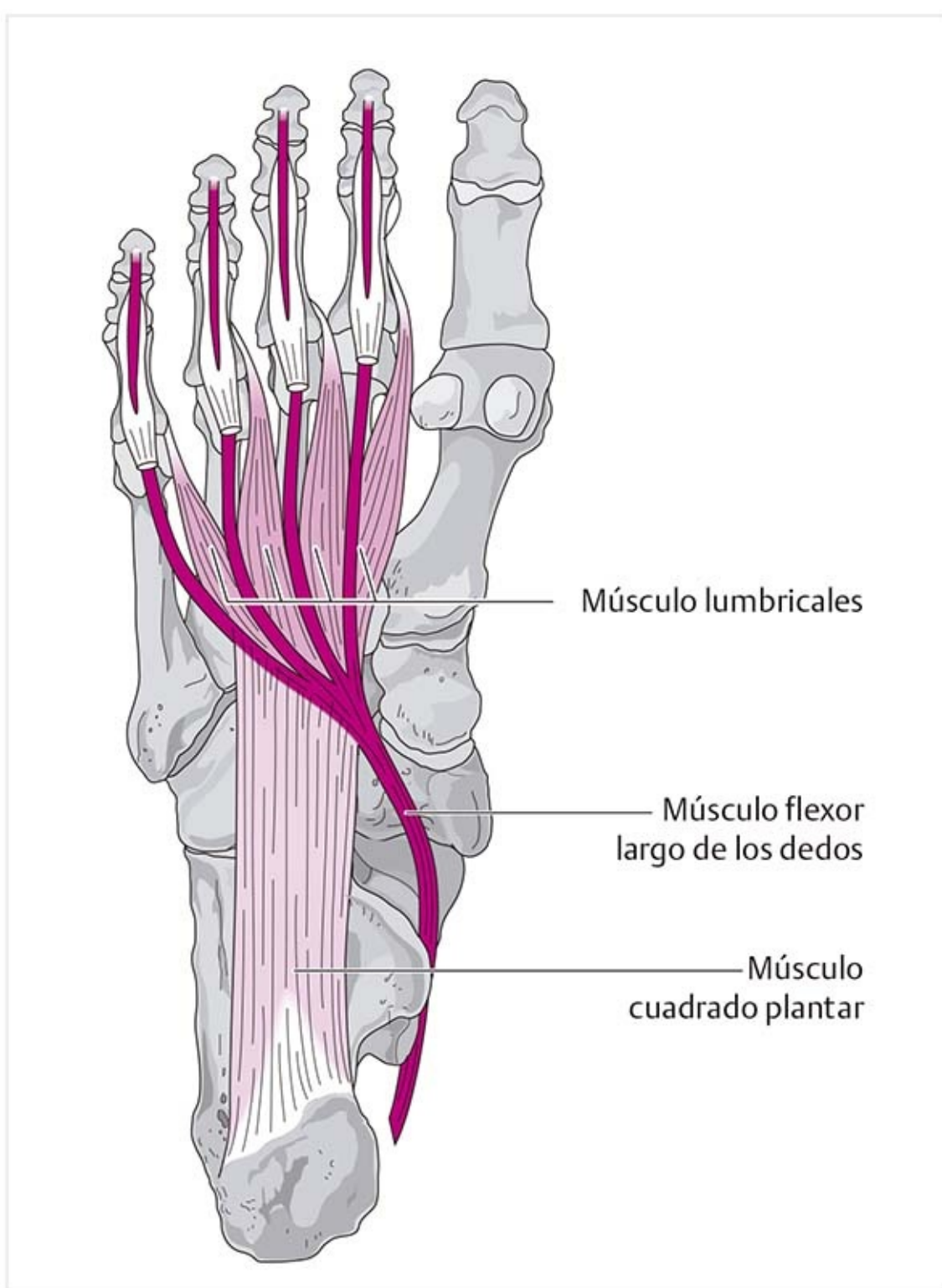
## Músculo flexor corto de los dedos (figura 10-159)



**Figura 10-159.** Músculo flexor corto de los dedos.

- Se encuentra justo bajo la aponeurosis plantar.
- Pasa por el compartimiento muscular central.
- Conecta la tuberosidad del calcáneo con las falanges intermedias.
- El músculo tiene cuatro vientres gruesos que se convierten en tendones terminales al nivel de las bases de los metatarsianos.
- Al llegar a la falange proximal, cada tendón forma una hendidura por la que pasa el tendón correspondiente de los flexores largos hacia la falange distal, mientras que a su vez continúa hasta la falange intermedia (**figura 10-100b**).
- **Función:** flexión de los dedos en las falanges proximal y media, y tensión del arco longitudinal.
- **Inervación:** nervio plantar medial.

## Músculo cuadrado plantar (figura 10-160)



**Figura 10-160.** Músculo cuadrado plantar y músculos lumbricales.

- Se encuentra bajo el músculo flexor corto de los dedos.
- Tiene un origen amplio en el calcáneo y en parte del ligamento plantar largo.
- Al no tener una inserción ósea, se une en la cara lateral de los tendones del músculo flexor largo de los dedos.
- **Función:** apoya al músculo flexor largo de los dedos en la flexión de los dedos. Con esto mejora el efecto del músculo largo al tirar de las partes oblicuas del tendón en dirección longitudinal.
- **Inervación:** nervio plantar lateral.

### **Músculos lumbricales (figura 10-160)**

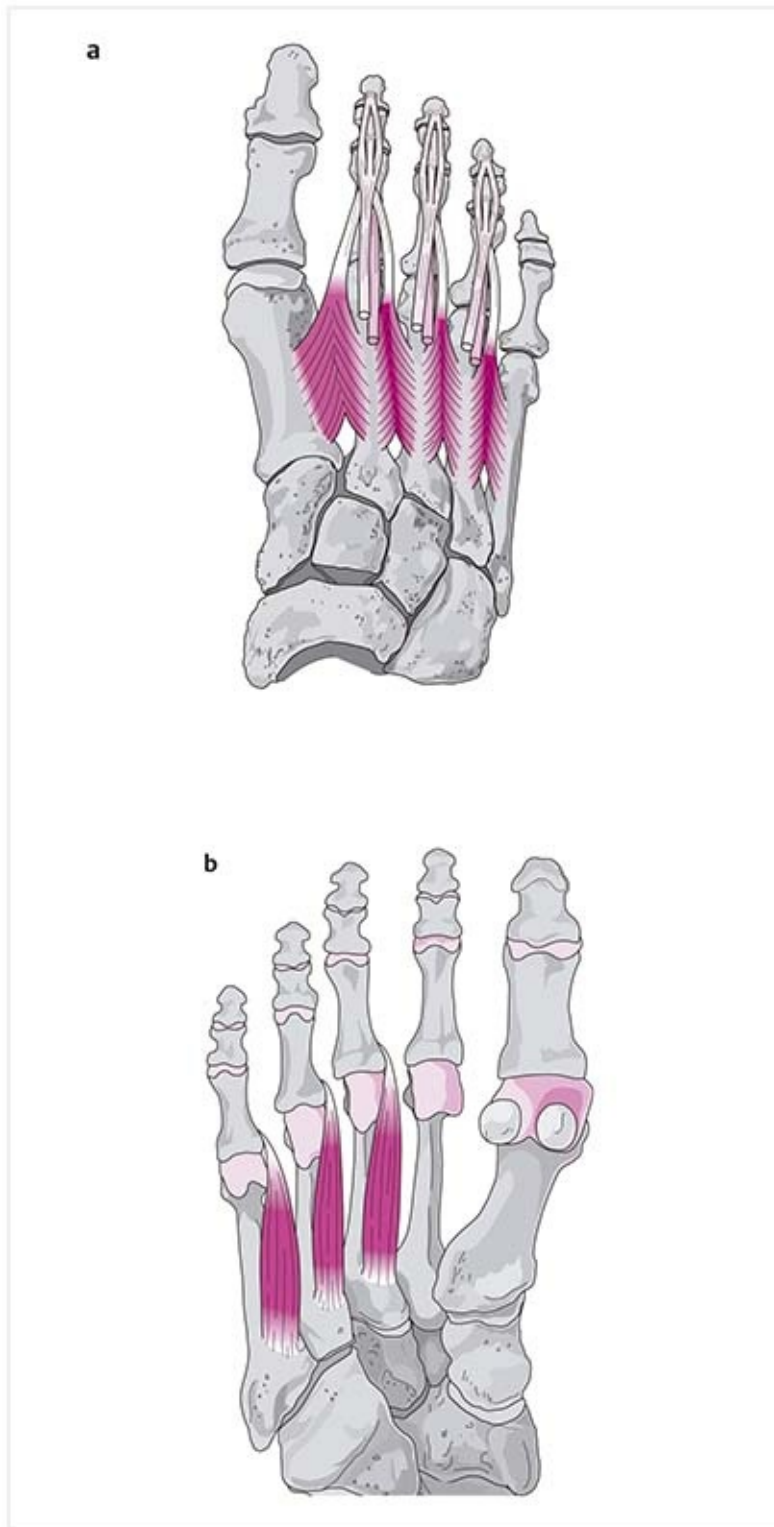
- Cuatro músculos nacen de las partes mediales de los cuatro tendones terminales del músculo flexor



largo de los dedos.

- Al nivel del ligamento transversal profundo del metatarso existen bolsas entre los ligamentos y los músculos.
- Los músculos lumbricales forman conexiones con las cápsulas articulares de las articulaciones MTF y continúan a la expansión digital dorsal.
- **Función:** flexión de las articulaciones MTF y extensión débil de las otras articulaciones de los dedos.
- **Inervación:** primero y segundo músculos lumbricales: nervio plantar medial; tercero y cuarto lumbricales: nervio plantar lateral.

### Músculos interóseos dorsales y plantares (figura 10-161)



**Figura 10-161. (a)** Músculos interóseos dorsales. **(b)** Músculos interóseos plantares.

- Estos músculos pertenecen a la capa más profunda y se encuentran en los espacios intermetatarsianos.
- Se originan en las partes laterales de los huesos metatarsianos y los ligamentos plantares, y continúan en la expansión digital dorsal y los bordes laterales de las falanges proximales.
- Hay tres cabezas musculares plantares y cuatro dorsales.
- **Función:** flexión de las articulaciones MTF: los músculos plantares guían los dedos hacia el segundo dedo (aducción). El músculo dorsal separa los dedos.
- **Inervación:** nervio plantar lateral.

## 10.12.7 Músculos del primer dedo

### Músculo abductor del primer dedo (figura 10-162)

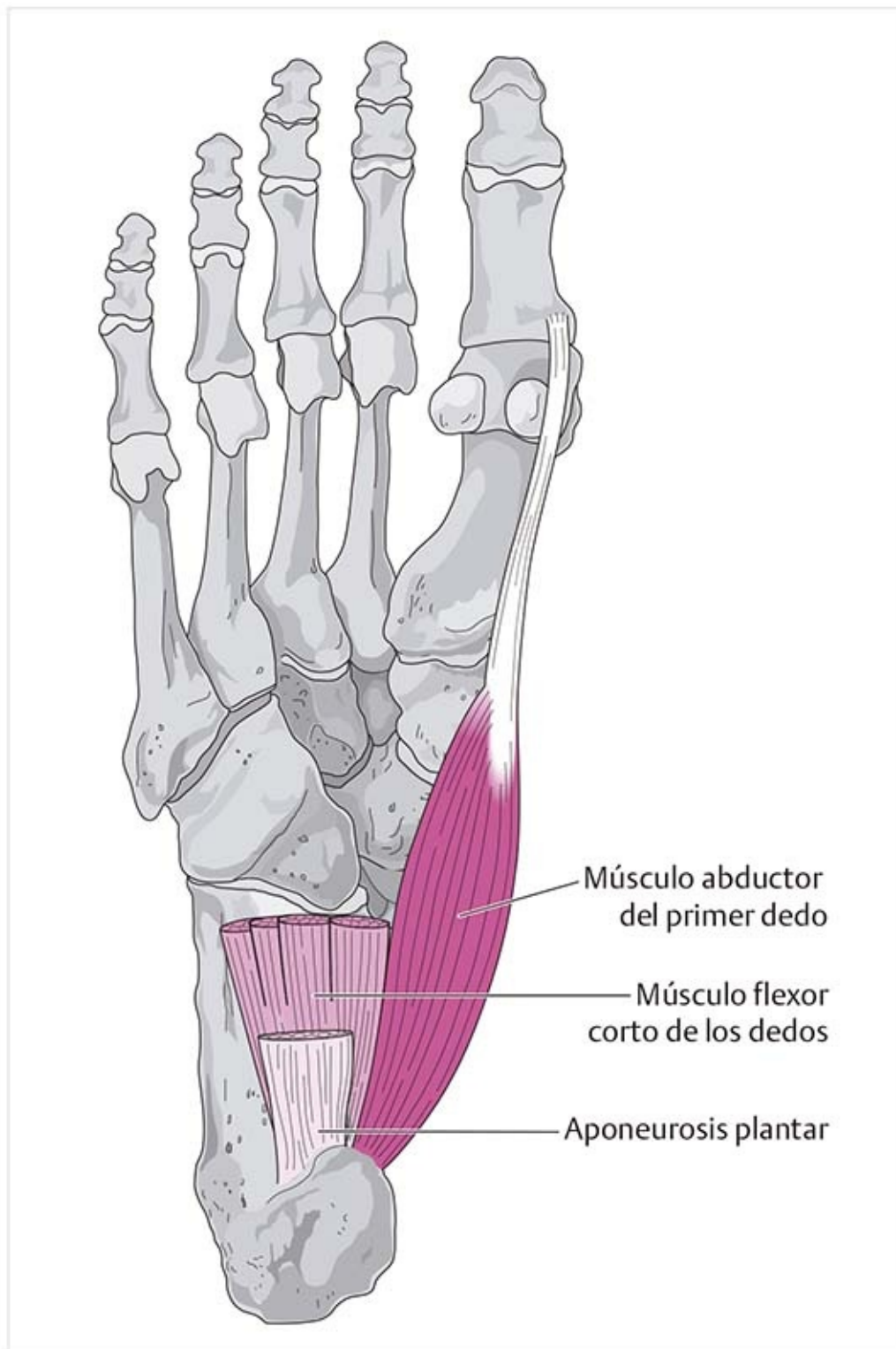
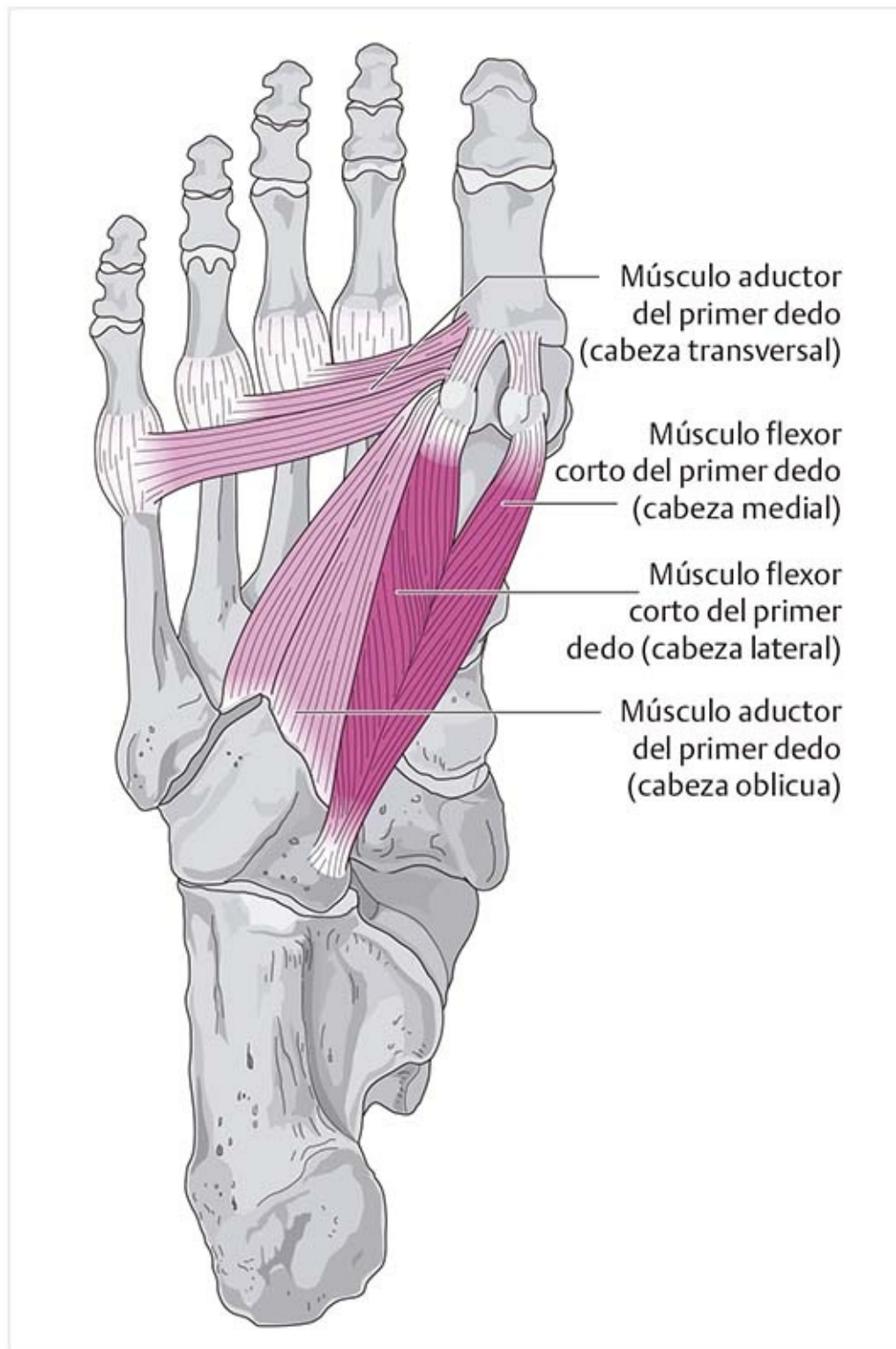


Figura 10-162. Músculo abductor del primer dedo.

- Pertenece a la capa superficial.
- Discurre por el borde medial del pie y ahí forma el borde de la aponeurosis plantar.
- El hueso sesamoideo medial está incrustado en su tendón de inserción.
- Se conecta con el aparato cápsula-ligamento de la articulación MTF del primer dedo y se inserta en la falange proximal.
- **Función:** abducción del primer dedo, flexión de la articulación MTF del primer dedo y tensión del arco longitudinal.
- **Inervación:** nervio plantar medial.

### Músculo flexor corto del primer dedo (figura 10-163)



**Figura 10-163.** Músculos flexor corto del primer dedo y aductor del primer dedo.

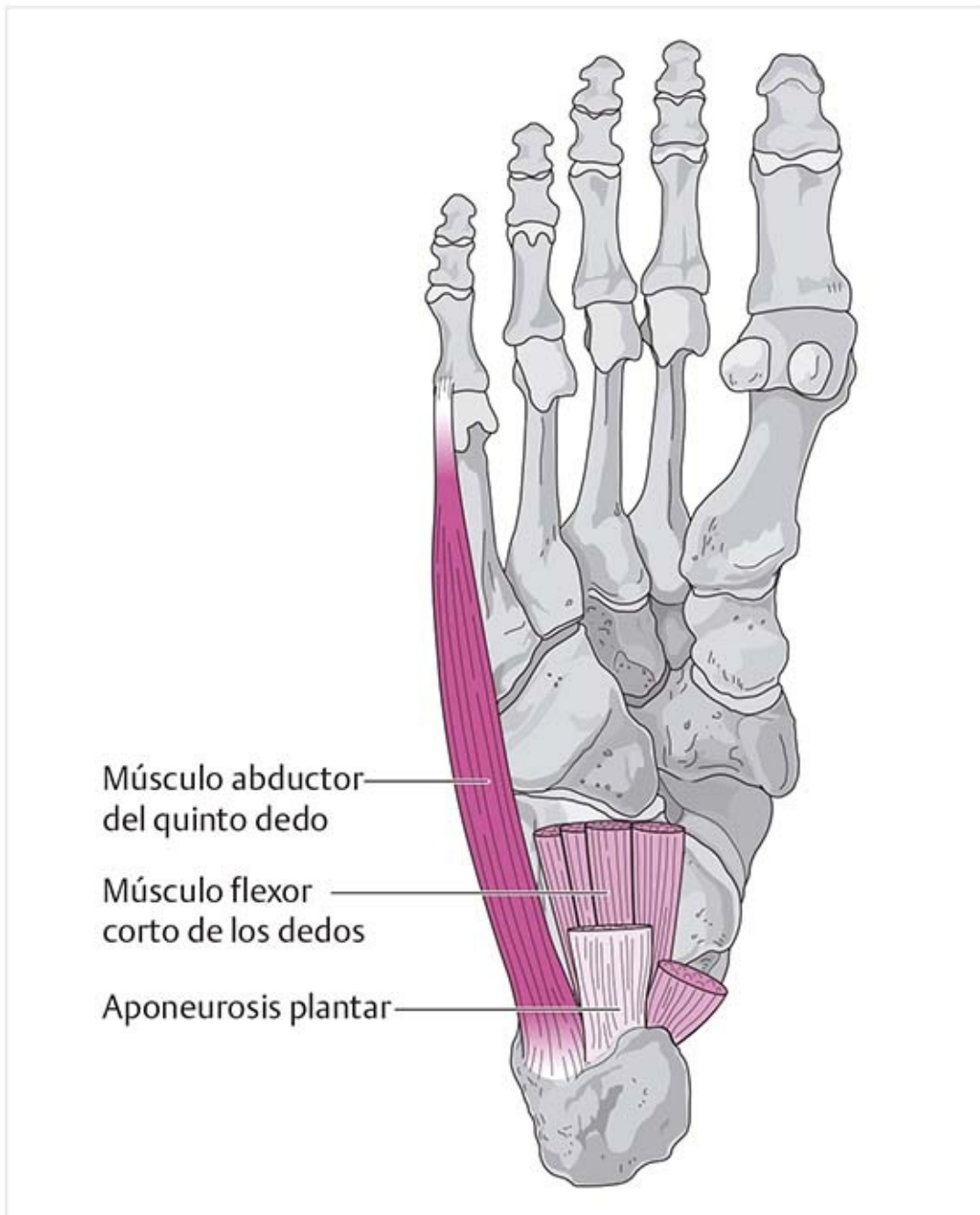
- Pertenece a la tercera capa de músculos del pie.
- Está cubierto en parte por los músculos aductor y abductor del primer dedo.
- Se divide en dos cabezas. La **cabeza medial** se extiende hasta el hueso sesamoideo medial y la **cabeza lateral** al sesamoideo lateral.
- El músculo se inserta en la falange proximal y se une con la cápsula articular de la articulación MTF del primer dedo.
- El tendón terminal del músculo flexor largo del primer dedo discurre entre los dos tendones de inserción.
- **Función:** flexión de la primera articulación MTF y tensión del arco longitudinal del pie.
- **Inervación:** cabeza medial por el nervio plantar medial y cabeza lateral por el nervio plantar lateral.

### **Músculo aductor del primer dedo (figura 10-163)**

- Se encuentra bajo los músculos flexores largo y corto de los dedos.
- Se divide en dos cabezas. La **cabeza oblicua** proviene del hueso cuboides y se proyecta en dirección longitudinal. La **cabeza transversal** establece una conexión transversal de las cabezas del tercero, cuarto y quinto metatarsianos con la articulación MTF.
- Ambas cabezas se conectan con el hueso sesamoideo lateral y el aparato cápsula-ligamento de la primera articulación MTF.
- **Función:** aducción del primer dedo. La cabeza oblicua ayuda con la flexión de la articulación MTF. La cabeza transversal tiene un papel sustancial en la tensión del arco transversal.
- **Inervación:** nervio plantar lateral.

## **10.12.8 Músculos del quinto dedo**

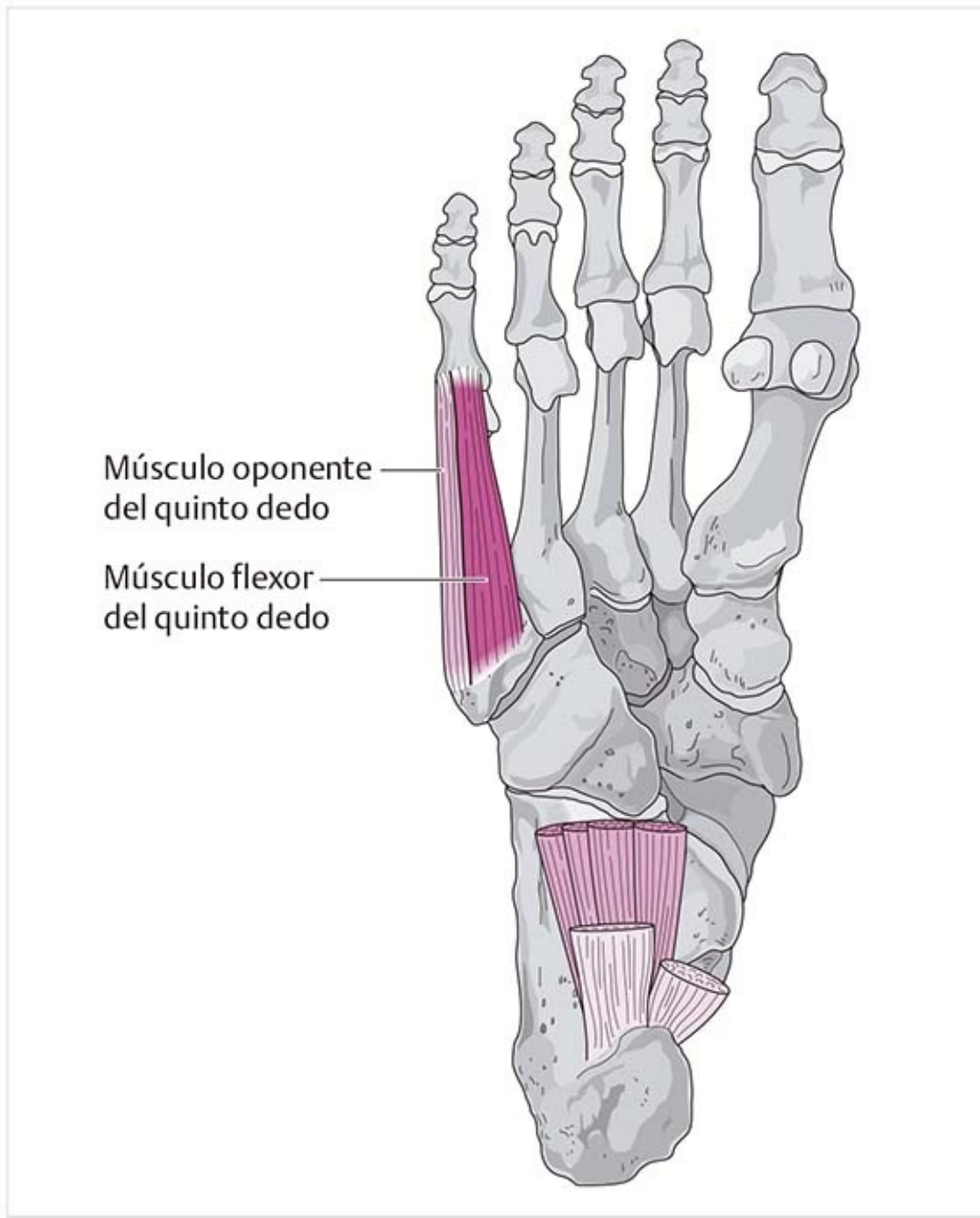
### **Músculo abductor del quinto dedo (figura 10-164)**



**Figura 10-164.** Músculo abductor del quinto dedo.

- Este músculo discurre en un plano superficial en el borde lateral del pie y ahí se combina con la aponeurosis plantar.
- Se extiende de la apófisis lateral de la tuberosidad calcánea a la base de la quinta falange proximal.
- **Función:** abducción del quinto dedo, flexión de la articulación MTF del quinto dedo y tensión del arco longitudinal.
- **Inervación:** nervio plantar lateral.

### **Músculo flexor del quinto dedo (figura 10-165)**



**Figura 10-165.** Músculos flexor del quinto dedo y oponente del quinto dedo.

- Forma una conexión entre la base del metatarsiano y la base de la quinta falange proximal.
- Tiene una conexión del ligamento plantar largo.
- **Función:** flexión de la articulación MTF del quinto dedo.
- **Inervación:** nervio plantar lateral.

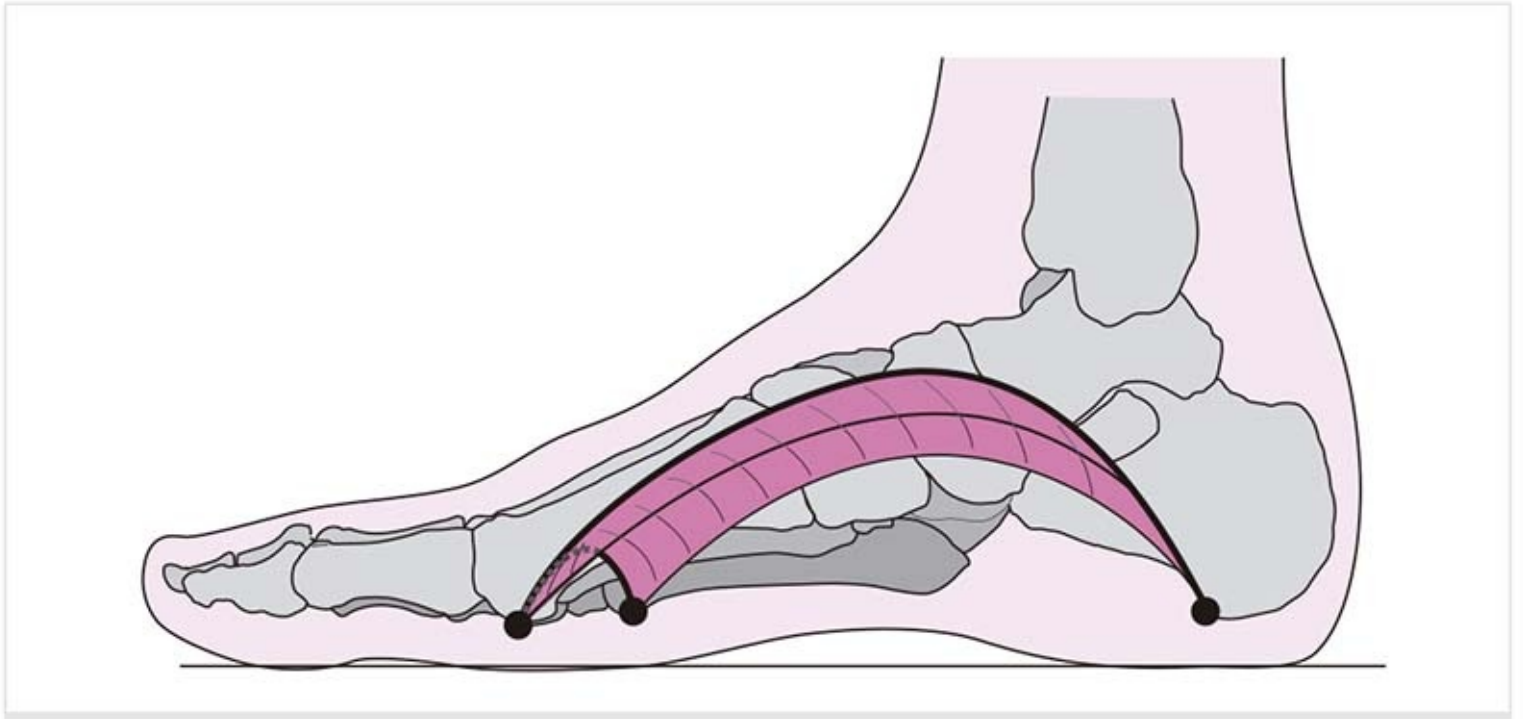
### **Músculo oponente del quinto dedo (figura 10-165)**

- Conecta la base del quinto metatarsiano con la falange proximal.
- Discurre lateral al músculo flexor del quinto dedo y se imbrica con él.
- **Función:** tira del quinto metatarsiano en dirección plantar-medial.
- **Inervación:** nervio plantar lateral.

## **10.13 Biomecánica**

### **10.13.1 Arcos del pie**

#### **Arco longitudinal (figura 10-166)**



**Figura 10-166.** Arco longitudinal del pie.

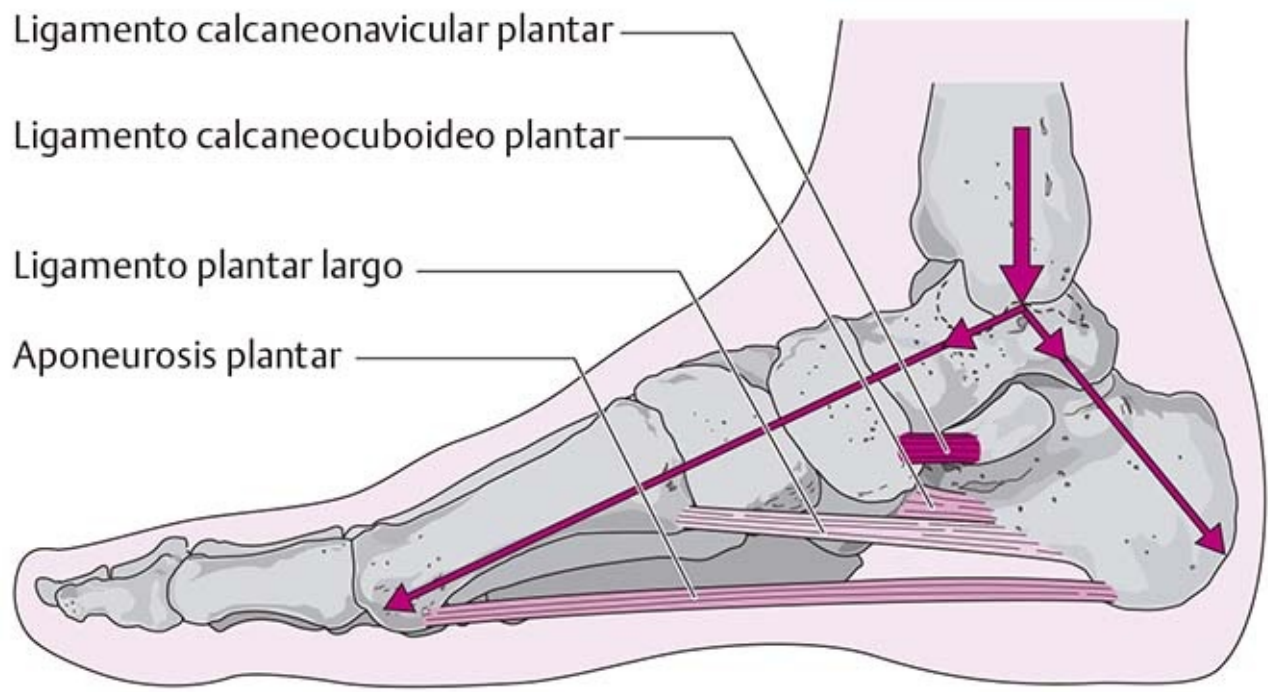
En la zona medial del arco, la cabeza del primer metatarsiano y la apófisis medial del calcáneo tienen contacto con el piso. El hueso navicular, a 1.5 o 2 cm, se halla a la mayor distancia del suelo.

El punto de contacto posterior del borde externo del pie es la apófisis lateral del calcáneo y el punto de contacto anterior son las cabezas del cuarto y quinto metatarsianos. El hueso cuboide, a unos 5 mm, se encuentra a la mayor distancia del piso. Sin embargo, este espacio se llena con tejido blando, sobre el cual se apoya el hueso.

El peso del cuerpo que ejerce presión sobre el pie tiende a separar las superficies de contacto del arco del pie unas de otras. Un aplanamiento mínimo es fisiológico. En particular, las estructuras que se encuentran bajo el arco (en el lado plantar) previenen el aplanamiento adicional del arco.

### **Tensión del arco longitudinal**

#### ***Ligamentos plantares (figura 10-167)***



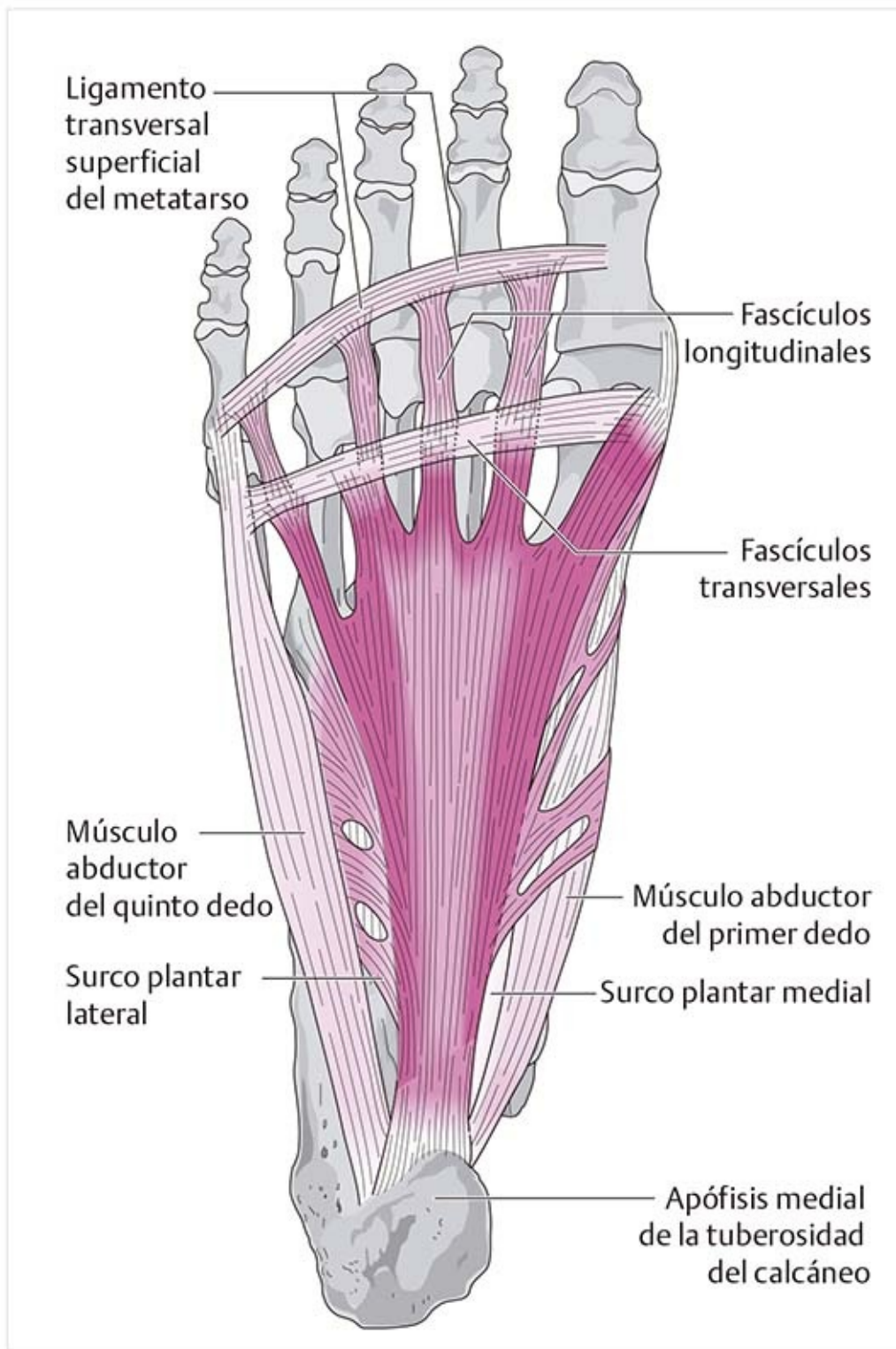
**Figura 10-167.** Ligamentos plantares.

Los ligamentos cumplen el principal papel estabilizador del arco porque sólo las estructuras ligamentosas tienen la capacidad para soportar la carga constante.

Todos los ligamentos de la zona plantar que unen los huesos del tarso participan en la tensión del arco longitudinal. El ligamento calcaneonavicular plantar y el ligamento calcaneocuboideo plantar, cuyas fibras largas (el ligamento plantar largo) tensan el arco en un segmento más largo, tienen importancia particular.

***Aponeurosis plantar (figura 10-168)***





**Figura 10-168.** Aponeurosis plantar.

Ésta es una placa fascial tensa que se divide en secciones central, medial y lateral.

La **sección central** es la más gruesa y firme. Su fijación proximal se encuentra en la apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo. La aponeurosis se ensancha conforme continúa en dirección distal. Al llegar a los metatarsianos termina en los **fascículos longitudinales**, que divergen en cuatro secciones y se extienden en el ligamento transversal superficial del metatarso. En la parte intermedia del metatarso, los **fascículos transversales** se conectan con las fibras longitudinales. Junto con unas cuantas de las partes más profundas, forman un ligamento anular para los tendones del músculo flexor largo de los dedos.

Los tabiques intermusculares se extienden en un plano profundo desde los bordes de la sección central de la aponeurosis y forman compartimientos en los que los músculos se proyectan en dirección distal. En el compartimiento central se hallan los músculos flexor corto de los dedos, cuadrado plantar y aductor

del primer dedo, así como el tendón del músculo flexor largo de los dedos.

La **sección lateral** es gruesa en la región proximal y se vuelve más delgada conforme continúa en dirección distal. En la parte lateral se origina en la apófisis medial de la tuberosidad del calcáneo, se extiende hacia el hueso cuboides y se despliega en la parte distal hacia la base del quinto hueso metatarsiano. Esta sección forma el compartimiento lateral para los músculos flexor, oponente y abductor del quinto dedo.

La **sección medial** es delgada en su parte proximal y se vuelve más gruesa en la distal. Forma la fascia que cubre el músculo abductor del primer dedo y el compartimiento medial, en el que pasan éste y el músculo flexor corto del primer dedo.

Entre las tres secciones hay hendiduras, los **surcos plantares lateral y medial**. El surco lateral es más grande y está cubierta por unas cuantas fibras superficiales de la sección central. El paquete neurovascular discurre en esta hendidura en dirección distal.

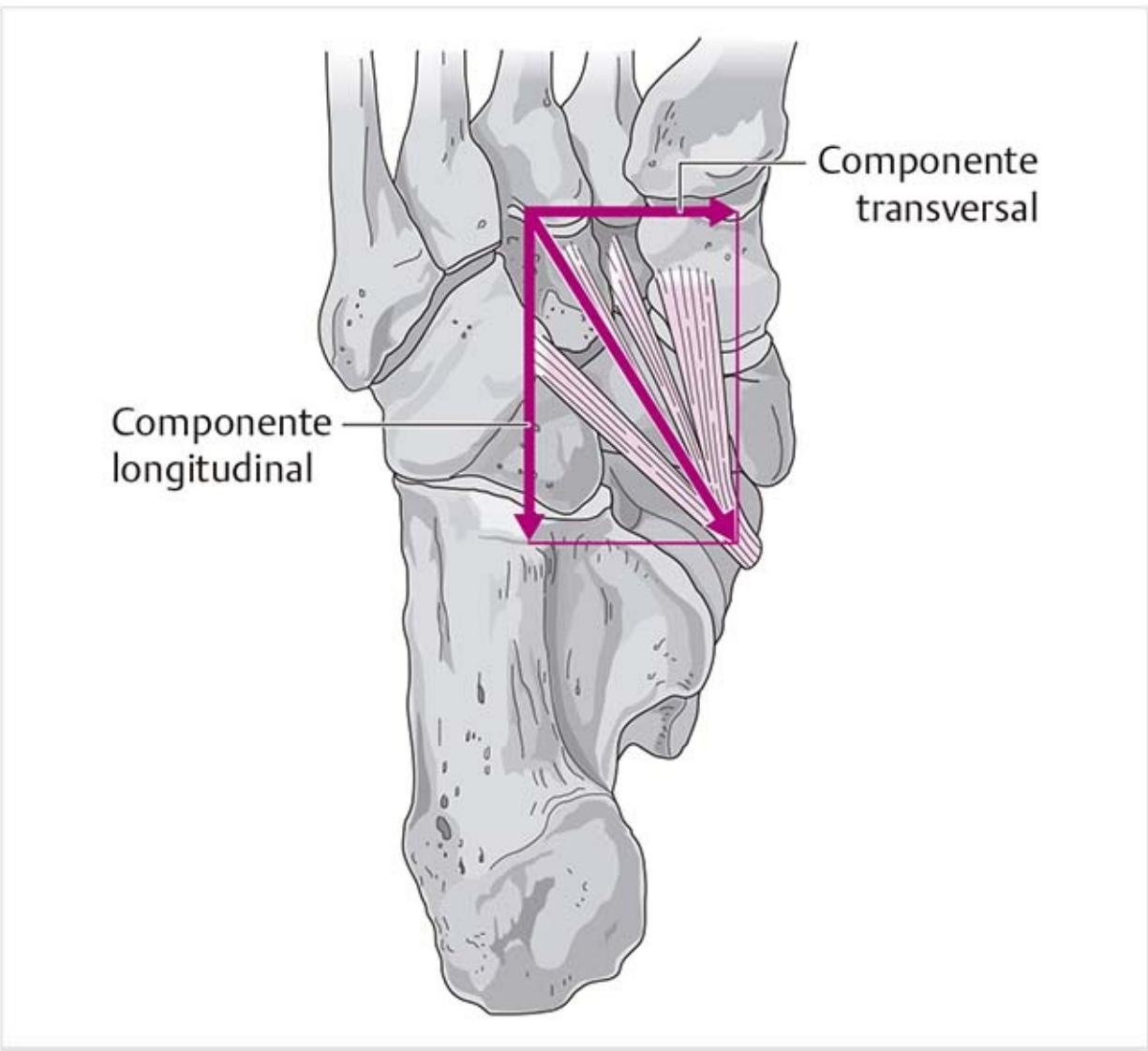
#### **Funciones:**

- Tensa el arco del pie.
- Estabiliza los cojinetes adiposos separados en la región plantar mediante la tensión de los tabiques que los rodean.
- Protege a los músculos que discurren dentro de los compartimientos.

#### **Músculos que discurren en la región plantar**

Los músculos plantares cortos (**flexor corto de los dedos, flexor corto del primer dedo, abductor del primer dedo y abductor del quinto dedo**) ayudan a tensar el arco longitudinal del pie. Los músculos tibial posterior, flexor del primer dedo y flexor largo de los dedos, así como los músculos peroneos corto y largo, también ayudan a tensar el arco.

#### **Músculo tibial posterior (figura 10-169)**

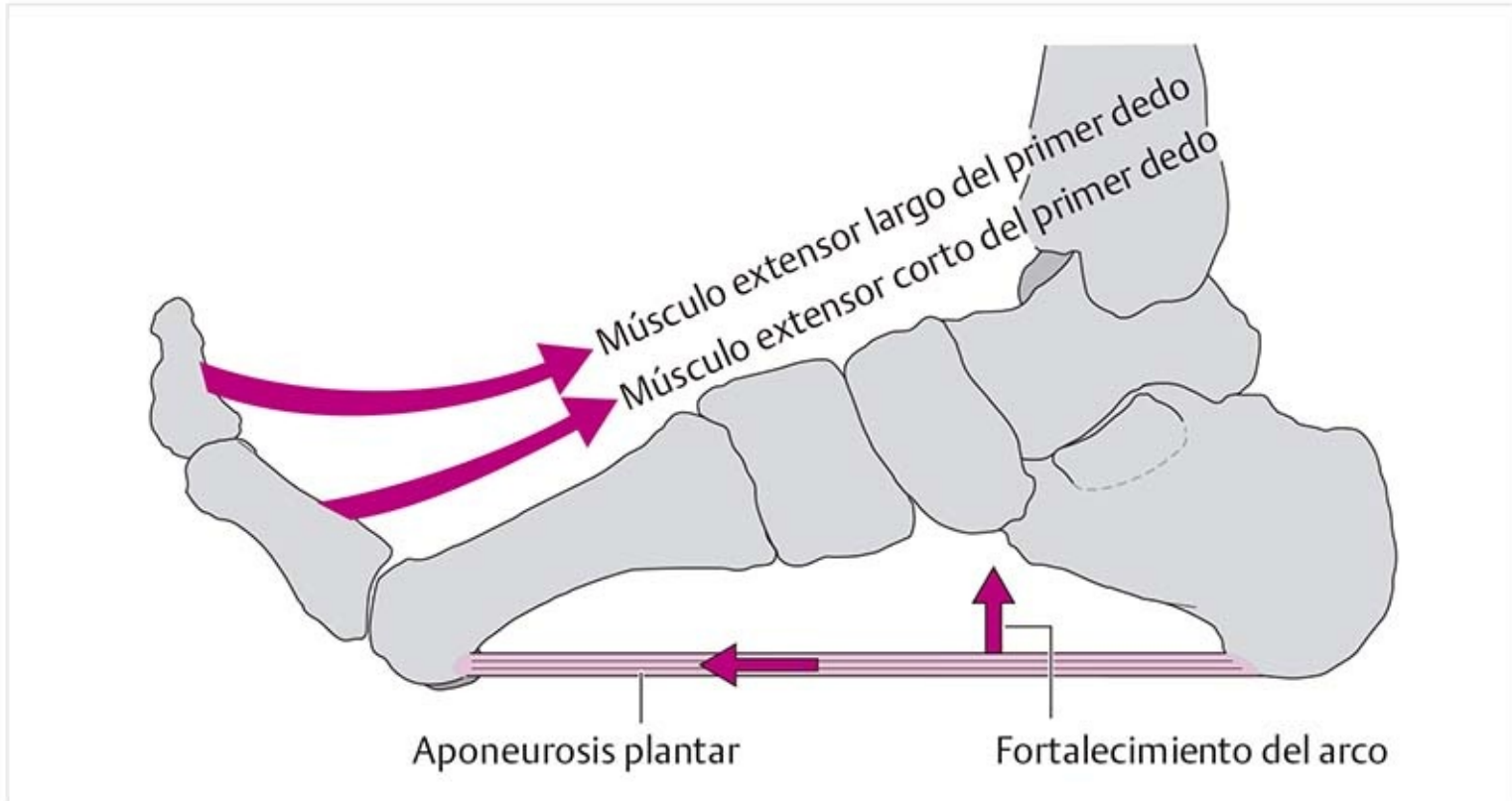


**Figura 10-169.** Desglose de fuerzas en el tendón terminal del músculo tibial posterior con base en sus componentes estabilizadores.

Este músculo se inserta en la cara plantar del hueso navicular y por tanto en el hueso tarsiano que se localiza a mayor distancia del suelo. En consecuencia, eleva la **pedra angular** del arco.

Al considerar el trayecto ulterior del tendón terminal en la región plantar, Tillmann (1977) señaló que las fuerzas de su trayecto terminal pueden dividirse en componentes longitudinal y transversal; el componente de fuerza longitudinal es mayor que el transversal.

***Extensores de los dedos (figura 10-170)***



**Figura 10-170.** Efecto de los extensores de los dedos en el arco longitudinal.

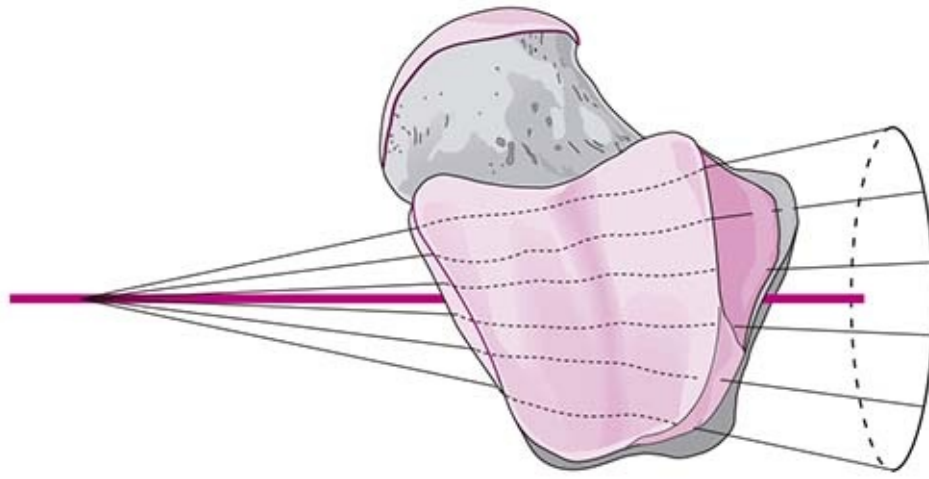
Los músculos extensor de los dedos y extensores largo y corto del primer dedo tienen un efecto indirecto en la estabilidad del arco longitudinal. Por ejemplo, los extensores del primer dedo crean una desviación: al elevar el primer dedo se ejerce tensión en la inserción metatarsiana de la aponeurosis plantar. Por consiguiente, el arco se tensa y se eleva. Debido a este efecto, el arco longitudinal se estabiliza en las fases de **apoyo terminal** y **prebalanceo**.

### Consejo práctico

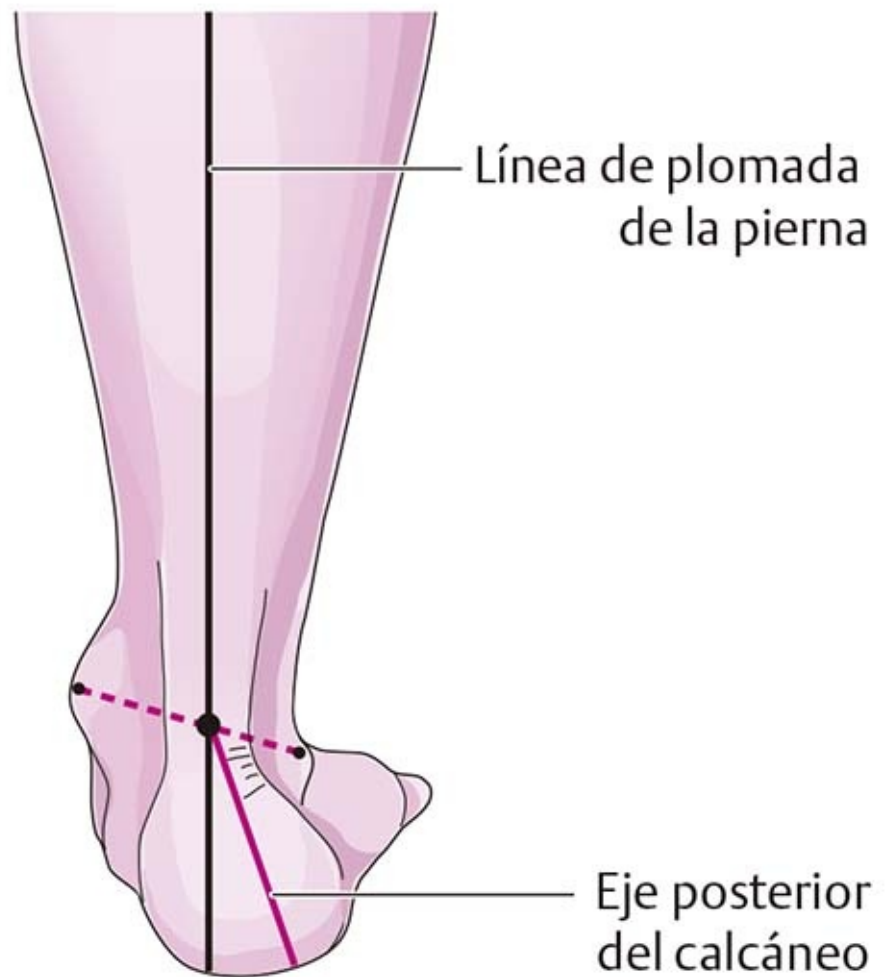
#### Arco longitudinal caído (deformidad en pie plano) (figura 10-171)

En la deformidad con pie plano se encuentra lo siguiente:

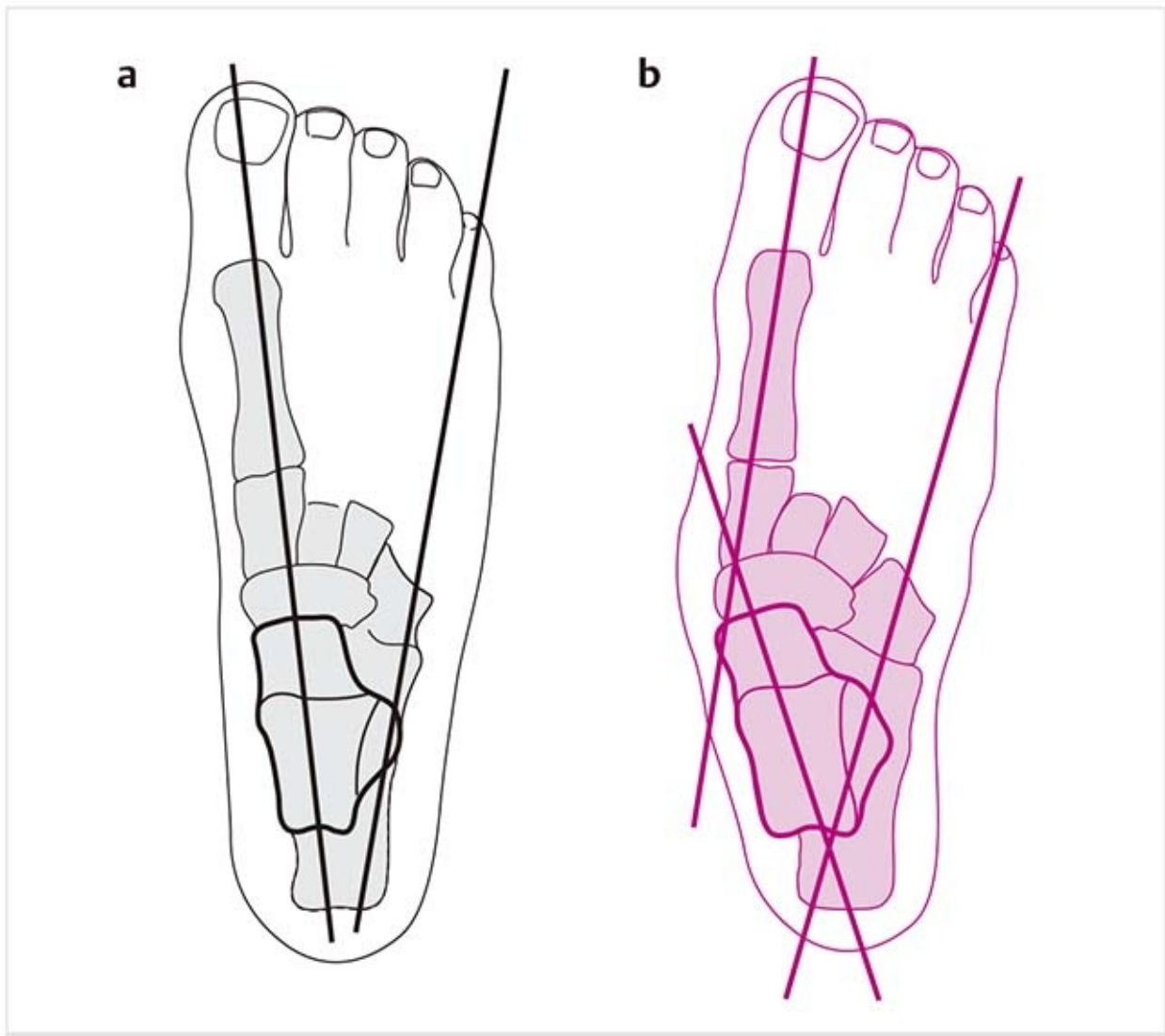
- El ángulo de inclinación del hueso metatarsiano disminuye en gran medida: en lugar de ser de 25°, es menor de 18° en la parte medial del pie (**figura 10-146**).
- El hueso navicular muestra un desplazamiento notorio en dirección plantar: en lugar de estar a dos anchos de dedo, sólo uno cabe entre el hueso y el suelo. Como el hueso navicular desciende, el calcáneo y el primer metatarsiano se separan uno del otro. El ligamento calcaneonavicular plantar, la aponeurosis plantar y el ligamento plantar largo se tensan. Se vuelven muy sensibles a la palpación.
- El astrágalo se desplaza en dirección plantar y medial. Debido a ello, el retropié asume una posición inclinada. La línea de plomada de la pierna llega al suelo en la parte medial y no en la parte intermedia del calcáneo. El retropié se encuentra en valgo (**figura 10-172**).
- Como resultado del desplazamiento del astrágalo en sentido medial, en antepié se desvía en abducción. En condiciones normales, el eje del cuello del astrágalo continúa en dirección longitudinal como una línea dentro del primer hueso metatarsiano. En el *pes abductus* existe un ángulo entre las dos líneas (**figura 10-173**).
- Como resultado de la desviación astragalina hay una rotación interna de la mortaja del tobillo en dirección proximal.



**Figura 10-171.** Arco longitudinal caído (deformidad en pie plano).



**Figura 10-172.** Posición inclinada del retropié en el pie plano valgo (vista dorsal del pie derecho).

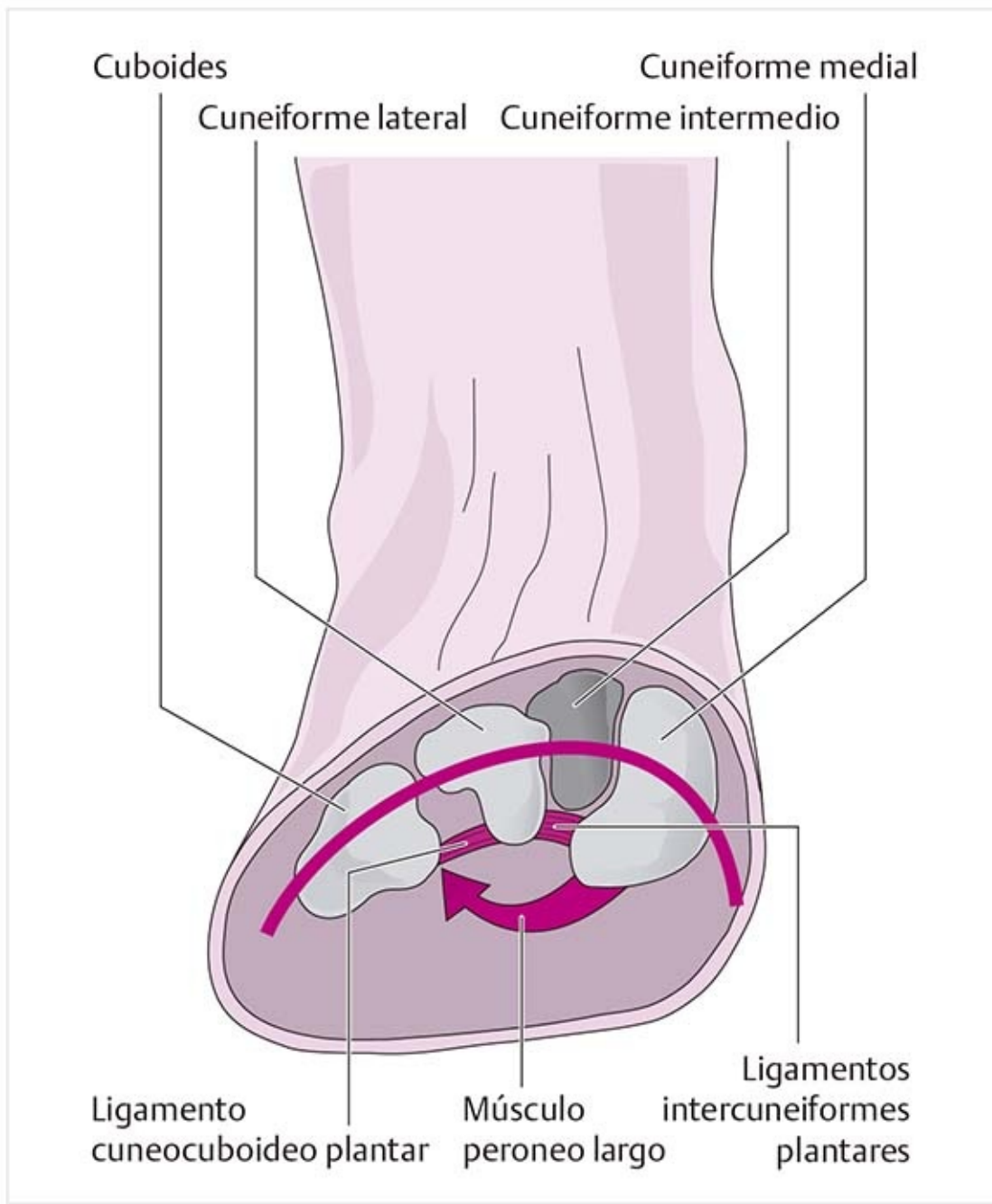


**Figura 10-173.** Posición del antepié. **(a)** Relación normal de los ejes. **(b)** Desviación en abducción en el pie valgo/pie plano.

## **Arcos transversales**

Las estructuras óseas forman arcos a manera de una construcción con travesaños segmentados. Están asegurados mediante ligamentos que se proyectan en sentidos plantar y transversal.

### **Arco del mediopié (figura 10-174)**



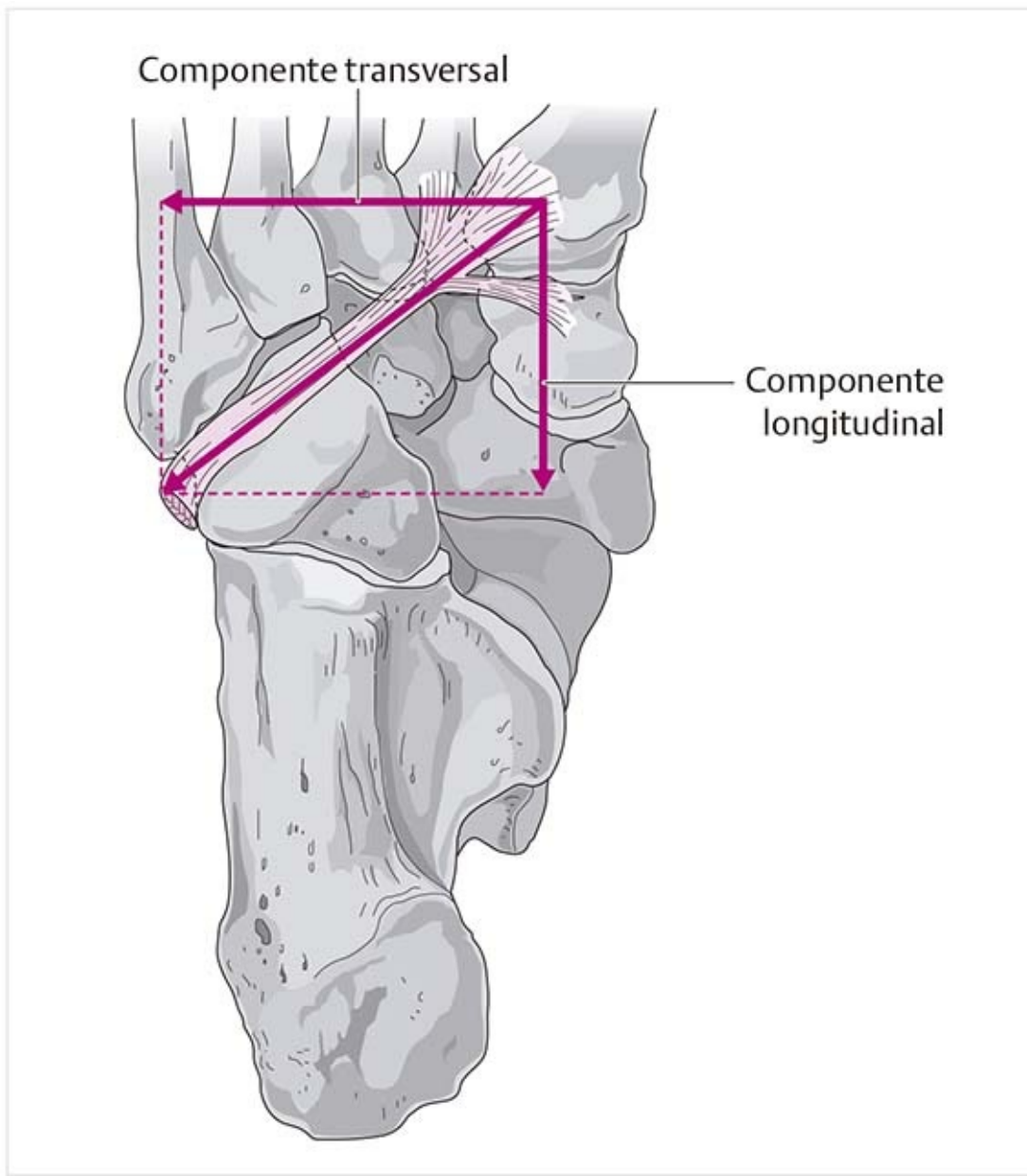
**Figura 10-174.** Arcos transversales del pie: arco del mediopie.

La construcción del arco en la región intermedia del pie puede verse con claridad en la zona de los huesos cuneiformes, dado que tienen forma de cuña y constituyen un arco real. En esta parte, la piedra angular es el hueso cuneiforme intermedio. Sin embargo, este arco hace contacto con el piso sólo en las partes laterales a través del hueso cuboide y los tejidos blandos que lo cubren.

Un poco más en dirección proximal, el hueso navicular forma la parte medial del arco, en lugar de los huesos cuneiformes.

Los ligamentos plantares (ligamento cuneocuboideo, ligamento cuboideonavicular y ligamentos intercuneiformes) tensan el arco. Los ligamentos interóseos plantares tienen un efecto estabilizador particular porque unen los huesos del tarso entre sí muy cerca de las superficies articulares, algunas veces incluso dentro de la articulación.

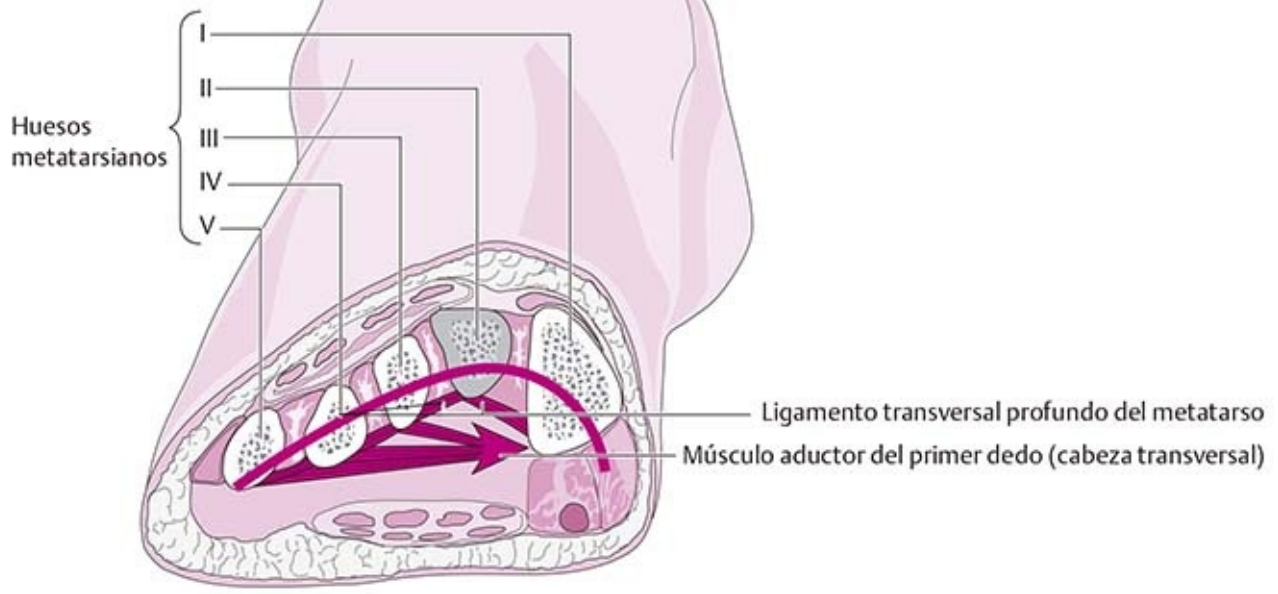
El **músculo peroneo largo** es el músculo estabilizador más importante de esta región. Tiene un componente longitudinal y otro transversal a través del trayecto de su tendón plantar terminal. Debido a la distribución de las fuerzas, el componente transversal representa una fuerza mayor que el componente longitudinal (**figura 10-175**).



**Figura 10-175.** Desglose de las fuerzas en los tendones terminales del músculo peroneo largo con base en sus componentes estabilizadores. El músculo tibial posterior, que se aproxima desde la parte medial, sostiene el arco, sobre todo al nivel del hueso navicular, pero su efecto sostiene menos la tensión transversal que la longitudinal.

### **Arco del antepié (figura 10-176)**





**Figura 10-176.** Arcos transversales del pie: arco del antepié.

En la zona del antepié, el arco ya no es tan alto como en el mediopié. Un poco más proximal a las cabezas de los metatarsianos puede verse que la cabeza del segundo metatarsiano es la más alejada del suelo. Las cabezas del primero y quinto metatarsianos acojinadas aportan soporte lateral al arco.

Los ligamentos tienen la mayor participación en la tensión de este arco, aunque no son tan fuertes como en el mediopié. En esta región, los fascículos transversales de la aponeurosis plantar sostienen el ligamento transversal profundo del metatarso.

El principal músculo estabilizador del arco transversal es la cabeza transversal del músculo aductor del primer dedo. Las fibras que tensan este arco de manera más clara son las que se extienden en dirección medial desde el quinto metatarsiano.

## Patología

### **Pie plano anterior (caída del metatarso) (figura 10-177)**

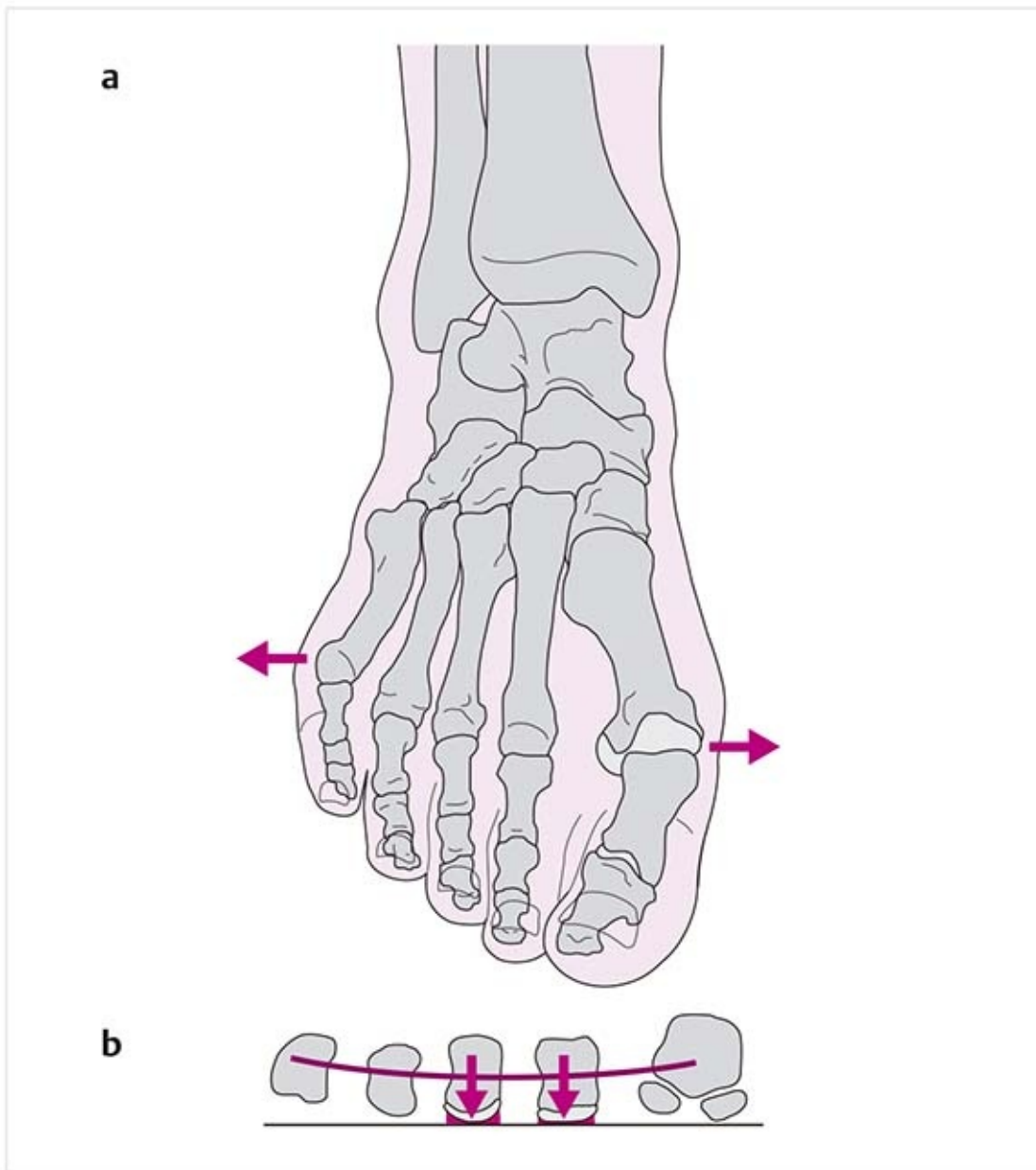
El pie plano anterior se refiere a una deformidad estática derivada de la debilidad constitucional del tejido conectivo en combinación con sobrepeso y el uso de calzado inapropiado. El arco metatarsiano transversal se cae en la zona intermedia del arco. Los metatarsianos se separan, el primero y el quinto son muy prominentes. Debido a esto, el antepié se ensancha y los zapatos ejercen presión sobre las cabezas de los metatarsianos en el exterior y el interior del pie. Se produce una mayor acumulación de callos en estos puntos y en la superficie plantar bajo las cabezas del segundo y tercer metatarsianos.

Debido a la compresión de las articulaciones MTF, se irritan e inflaman (**metatarsalgia**). El dolor por la carga de presión es muy intenso durante el despegue en la marcha.

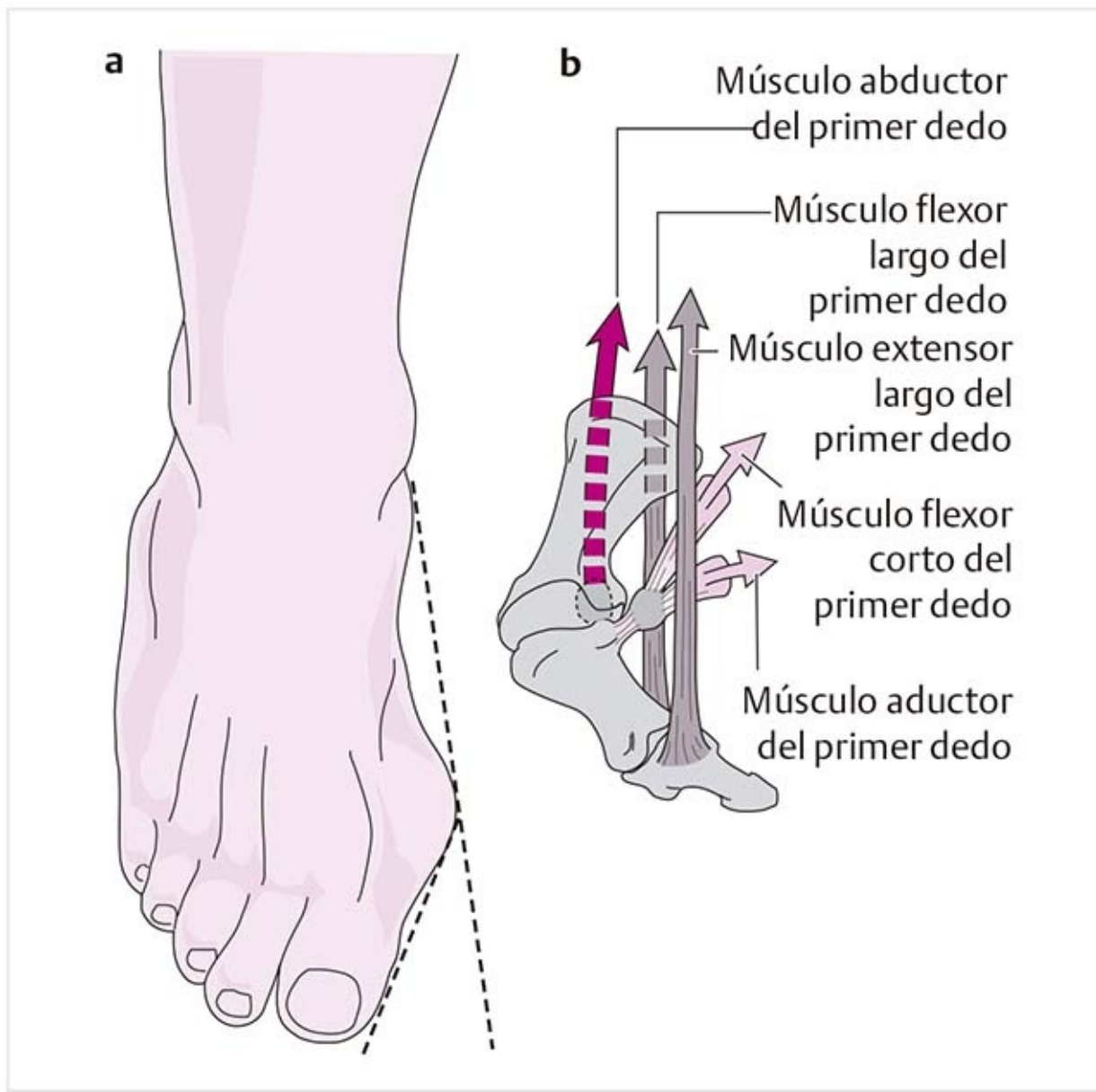
### **Hallux valgus (figura 10-178)**

Esta deformidad es la subluxación de la articulación MTF del primer dedo, casi siempre combinada con caída del metatarso.

Junto con la desviación del eje del primer metatarsiano en aducción se altera el equilibrio muscular y cambia la dirección en la que las inserciones tendinosas tiran de los dedos. El músculo abductor se desvía en sentido lateral respecto del eje de abducción y por tanto se vuelve aductor. Los tendones del flexor y el extensor se localizan en una parte mucho más lateral, por lo que refuerza el desplazamiento lateral en la articulación MTF.



**Figura 10-177.** Pie plano anterior. **(a)** Ensanchamiento del antepié. **(b)** Fuerza compresiva en las cabezas del segundo y tercer metatarsianos.



**Figura 10-178.** *Hallux valgus* . (a) Desviación lateral del primer dedo derecho. (b) Dirección alterada de la tracción de los músculos del primer dedo izquierdo.

## 10.13.2 Estática del pie

### Distribución de la presión en la posición de pie

El peso del cuerpo se distribuye en las articulaciones de los tobillos derecho e izquierdo (articulaciones astragalocrurales) y a continuación a ambos lados del astrágalo, en la parte posterior hacia la tuberosidad del calcáneo y en la parte anterior hacia el antepié. Por lo tanto, el talón recibe cerca del 60% del peso corporal, el mediopié el 8% y el antepié el 32%.

Es posible hacer una medición más precisa de la presión plantar con una plataforma para cuantificar la fuerza pedia equipada con un sensor. Con la ayuda de una computadora, la presión se representa en varios tonos de color o con líneas similares a las de un mapa topográfico. Las mediciones confirman los valores de presión elevados en el talón y el antepié (**figura 10-179**).

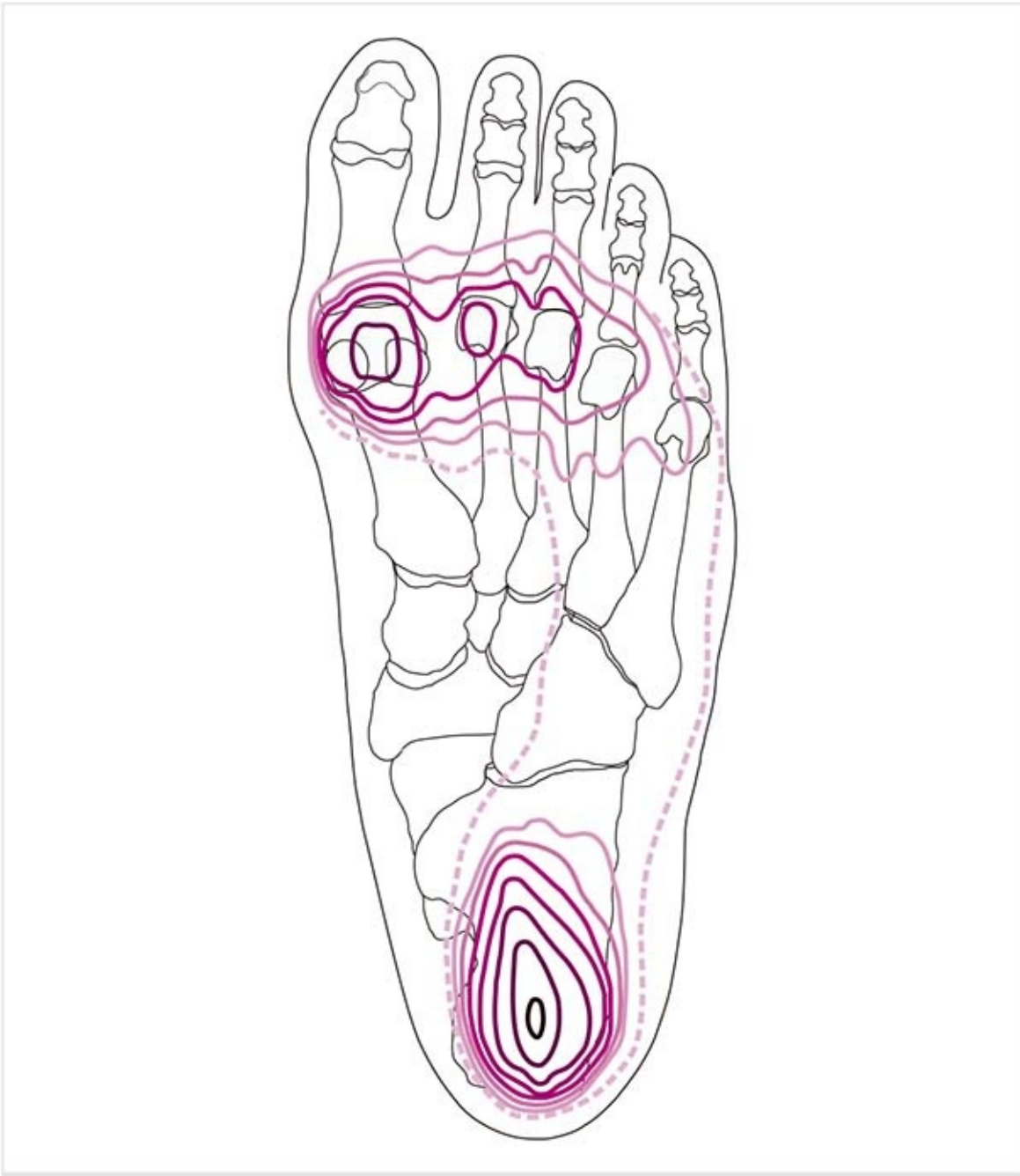
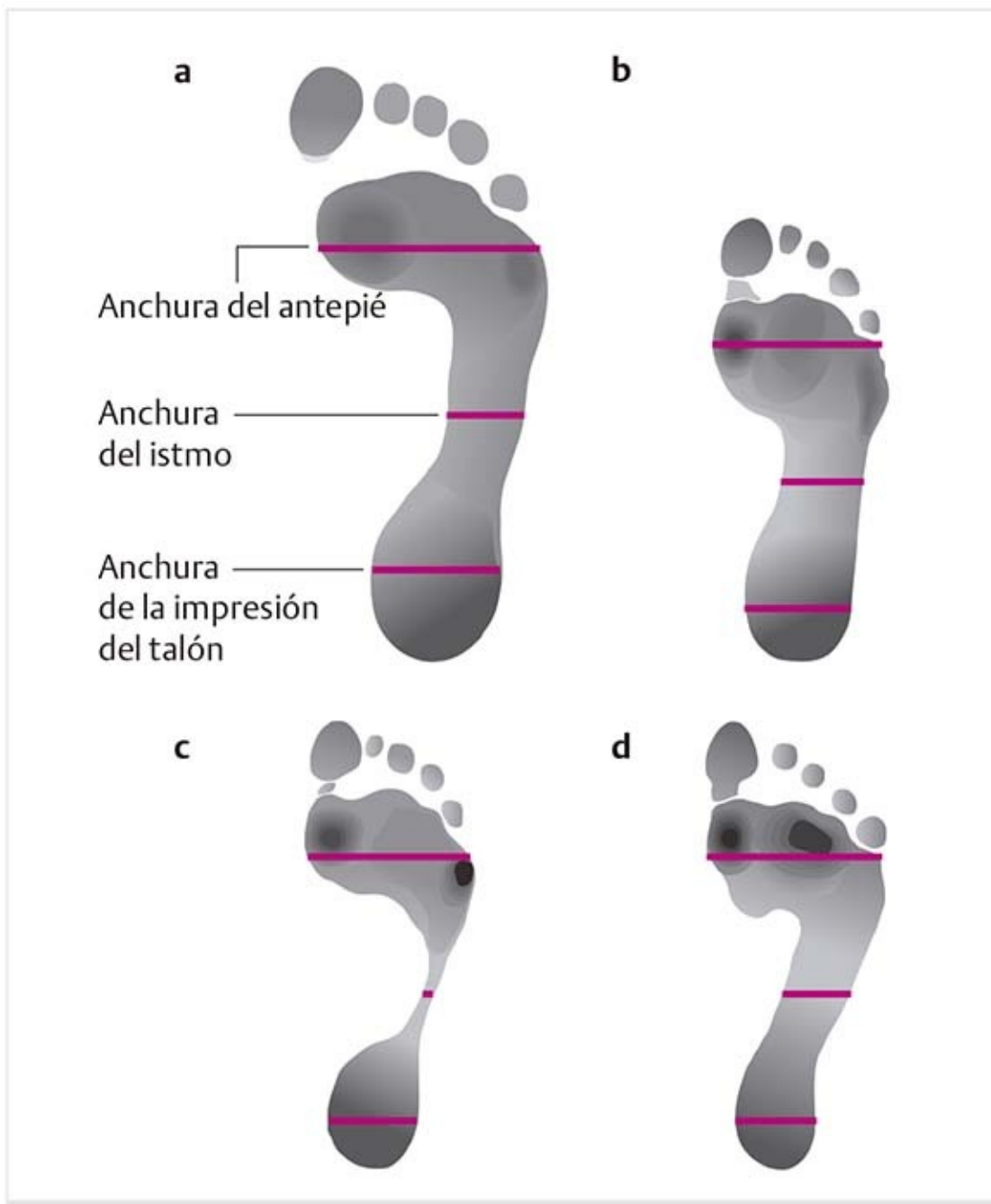


Figura 10-179. Diagrama de la carga de peso de un pie derecho normal.

### Superficies que soportan el peso (figura 10-180)

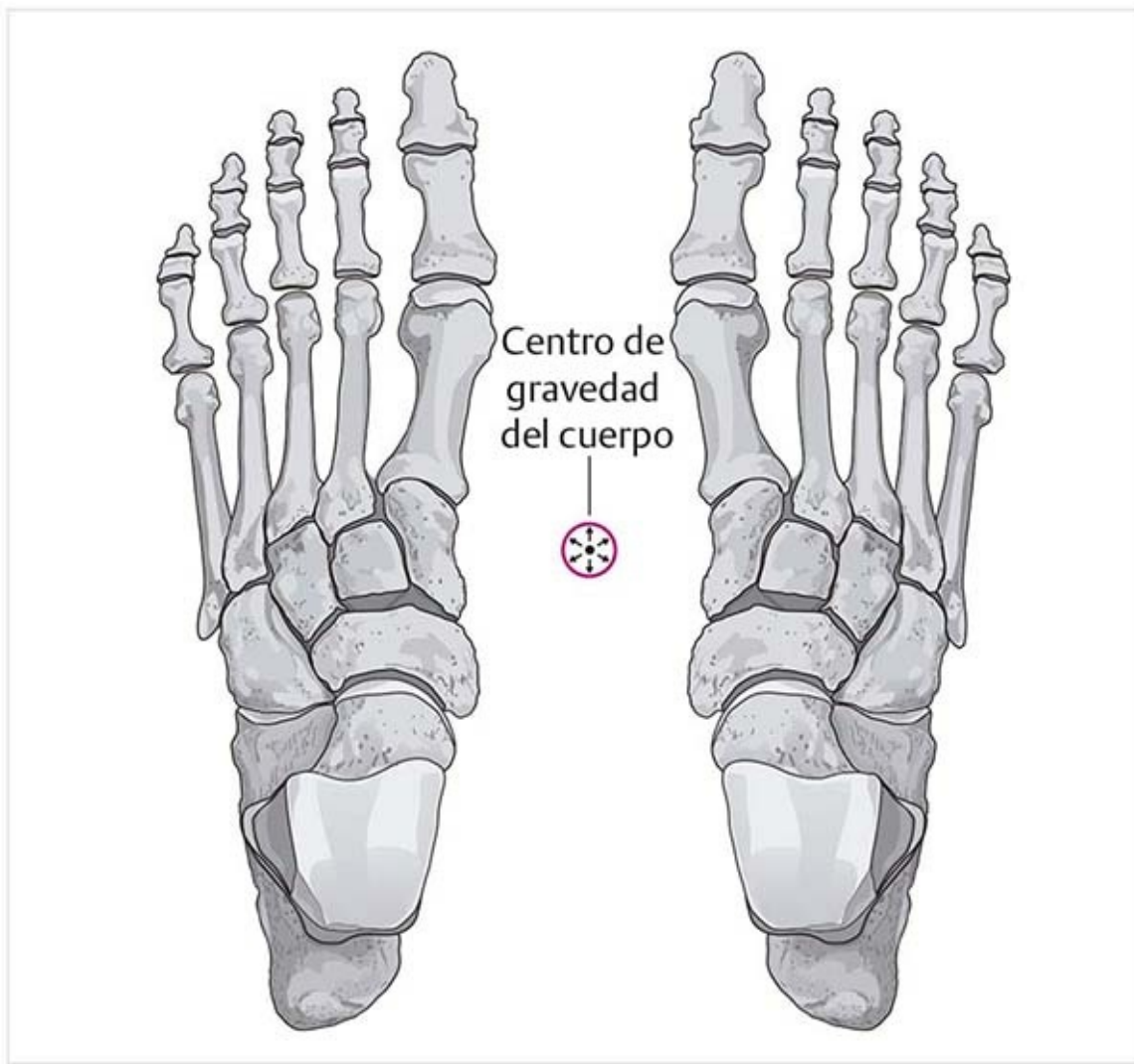


**Figura 10-180.** Podograma. (a) Pie normal. (b) Pie plano. (c) Pie con arco elevado. (d) Pie plano anterior.

Es posible obtener evidencia de la extensión de la superficie que soporta el peso en la planta del pie mediante un **podograma**, que es una representación gráfica de la carga. Un método para obtenerlo consiste en colocar la cara inferior de un tapete de hule cubierto con tinta para sellos en una hoja de papel y luego pedir al paciente que coloque el pie completo sobre ésta. Como resultado de la transferencia del peso, el papel se marca en la zona de apoyo; los puntos con mayor peso se distinguen más que aquéllos con menor peso.

El examinador puede evaluar la relación entre la anchura de la huella del talón y la anchura del antepié. La **anchura del istmo** es la zona más estrecha del pie con carga. Con la ayuda del podograma pueden diagnosticarse formas patológicas del pie. Por ejemplo, el pie plano tiene un istmo ancho, el pie con arco alto tiene un istmo muy estrecho o ausente, y el pie plano anterior muestra ensanchamiento del antepié.

### **Centro de gravedad del cuerpo (figura 10-181)**



**Figura 10-181.** Proyección del centro de gravedad del cuerpo.

En la posición de pie, la proyección vertical del centro de gravedad ocurre a 1 o 2 cm por delante del hueso navicular entre los pies. Está sujeto a vacilaciones y cambia en todas direcciones dentro de un área de 4 mm alrededor de este punto. Estas vacilaciones son evidentes al principio cuando el sujeto se pone de pie, pero luego se vuelven más pequeñas y más constantes en dirección.

Los cambios en la posición del centro de gravedad se perciben mediante los sistemas visual, vestibular y propioceptivo, que son interdependientes y se hallan bajo regulación central. Por ejemplo, la magnitud de la vacilación es mayor cuando los ojos están cerrados.

La estabilidad aumenta a partir de la infancia y disminuye de nueva cuenta en la vejez. La amplitud de la vacilación también se vuelve mayor en pacientes con paresias.

### ***Equilibrio y actividades musculares***

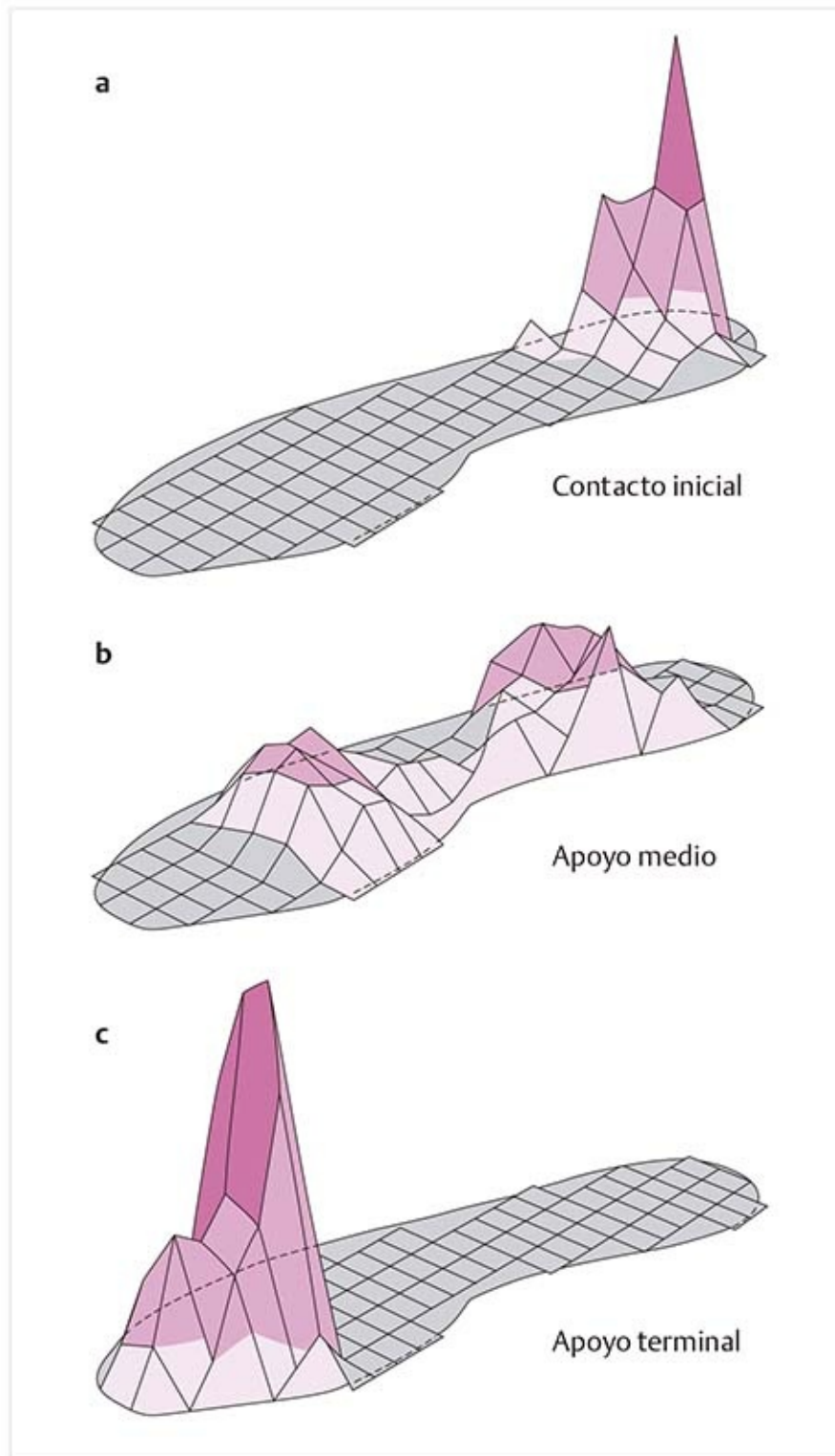
La acción muscular es necesaria para establecer un estado de equilibrio. Con un desplazamiento medial o lateral, la primera reacción ocurre en la zona de la cadera e incluye a los aductores y abductores. Sin embargo, en la región del pie participan los músculos peroneos, sobre todo el músculo peroneo corto.

Mediante mediciones electromiográficas, Okada (1983) encontró que existe interdependencia de la actividad muscular en términos de la proyección del centro de gravedad. Si el centro de gravedad se desvía hacia atrás, se activa el músculo tibial anterior. Sin embargo, si se desplaza hacia delante aumenta la actividad de los músculos gastrocnemio, sóleo y abductor del primer dedo.

### **Distribución de la fuerza durante la marcha**

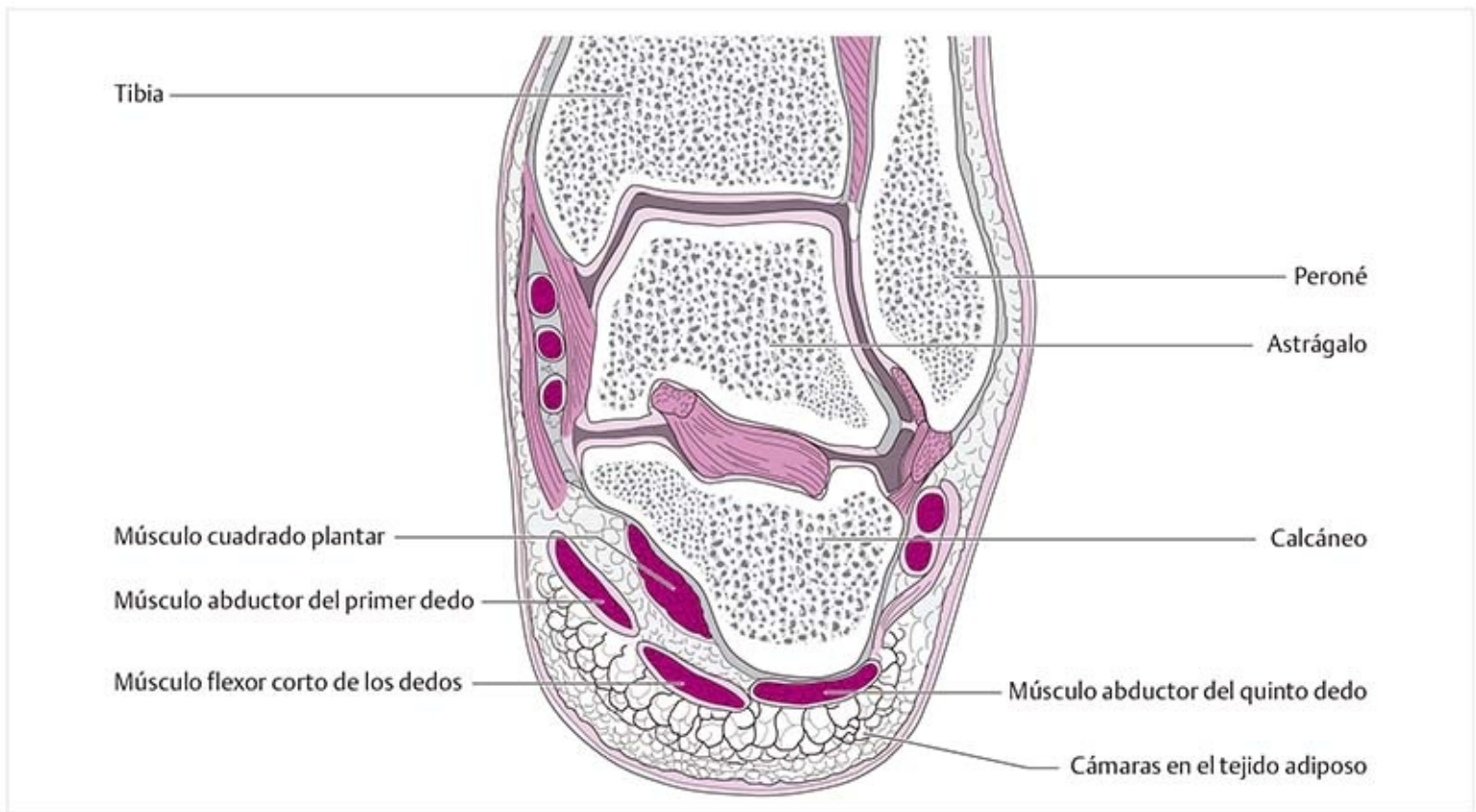
La ultrasonografía muestra que el arco longitudinal del pie sólo cambia un poco cuando soporta presión (Hennig, 1985). Como resultado de la carga, el astrágalo gira hacia el interior, lo que produce eversión y en consecuencia el arco parece disminuir.

Durante la marcha, la carga máxima puede identificarse mediante una representación gráfica. Los valores más altos medidos en el ciclo de la marcha ocurren en la zona del talón al contacto inicial y en el antepié en la fase de apoyo final (**figura 10-182**). Sin embargo, en la última fase de la marcha la presión se ejerce en el primer dedo. En esta zona, la medición de las cargas compresivas llega al 48% del peso corporal.



**Figura 10-182.** Representación gráfica de las presiones en el pie mientras se rueda del talón a los dedos. **(a)** Al contacto inicial. **(b)** En la parte media del apoyo. **(c)** Al final del apoyo.

## Conformación de la planta del pie (figura 10-183)



**Figura 10-183.** Amortiguamiento de la planta del pie en la región del talón (corte frontal a través del retropié derecho, vista posterior).

La capa subcutánea mide cerca de 1.8 a 2 cm de grosor. La capa externa es fibrosa, con muchas fibras de colágeno y una gruesa red de vasos. Hay fuertes tabiques de tejido conectivo que cruzan la capa subcutánea y forman cámaras que mantienen el tejido adiposo agrupado. Estos tabiques se disponen en parte en forma de U o en espiral. Conectan puntos fasciales y esqueléticos del pie con la piel. En una parte más interna, las cámaras se vuelven más grandes y las fibras más elásticas.

Con la presión, la planta se comprime hasta la mitad de su grosor usual; es decir, 0.9 a 1 cm. Tiene una propiedad de amortiguación especial, ya que el tejido se vuelve cada vez más firme cuando se halla bajo presión.

### **Funciones:**

- Debido a la conformación especial de la planta del pie, las fuerzas que actúan sobre un punto esquelético que soporta carga se distribuyen en una zona de contacto ampliada.
  - Las cámaras contribuyen a la absorción del choque porque se deforman y ceden de manera elástica, y porque las masas de grasa se desplazan entre ellas.
  - Como resultado de la formación de cámaras firmes, el talón alcanza una elevada estabilidad mecánica.
- En los lactantes, los cojinetes adiposos de la planta son muy pronunciados, pero desaparecen en la infancia temprana.

Los africanos que caminan descalzos tienen un cojinete muy grueso en la parte medial del pie de 2.5 a 3 cm. Debido a esto parecen tener pies planos, pero en la radiografía se observa que la construcción del arco es del todo normal.

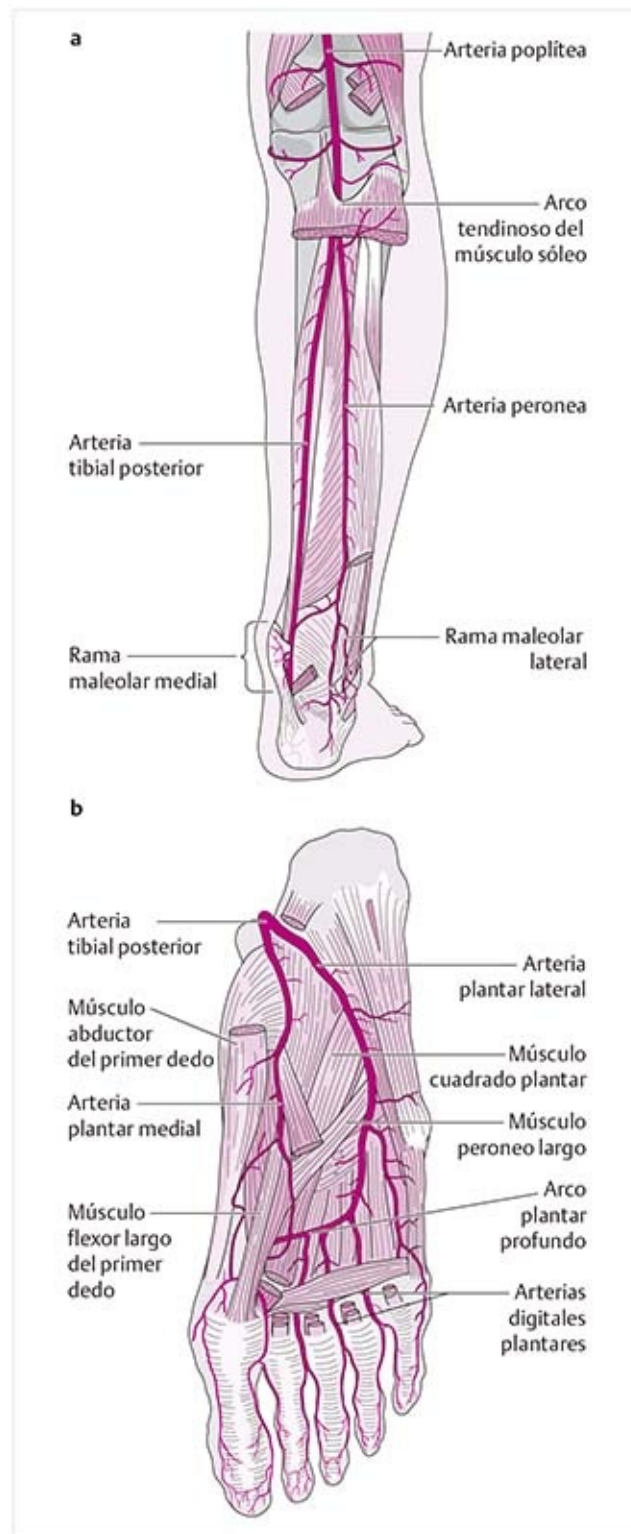
## 10.14 Suministro vascular

Inferior a la fosa poplítea, la arteria poplítea se divide en la arteria tibial posterior y la arteria tibial



anterior.

## Arteria tibial posterior (figura 10-184)



**Figura 10-184.** Arterias tibial y femoral posteriores. **(a)** Trayecto en la parte posterior de la pierna. **(b)** Trayecto en la región plantar.

- Esta arteria discurre en la parte posterior de la pierna.
- Se extiende a través del arco tendinoso del músculo sóleo hacia el compartimiento del flexor profundo.
- A continuación, la arteria pasa entre los músculos tibial posterior y flexor largo de los dedos, a lo largo de la cara posterior de la tibia.
- Al nivel del maleolo medial emite las **ramas maleolares mediales**.
- Discurre por debajo del maleolo medial hacia la superficie plantar.
- Ahí forma el **arco plantar profundo** a partir de la **arteria plantar lateral** que discurre dentro del surco

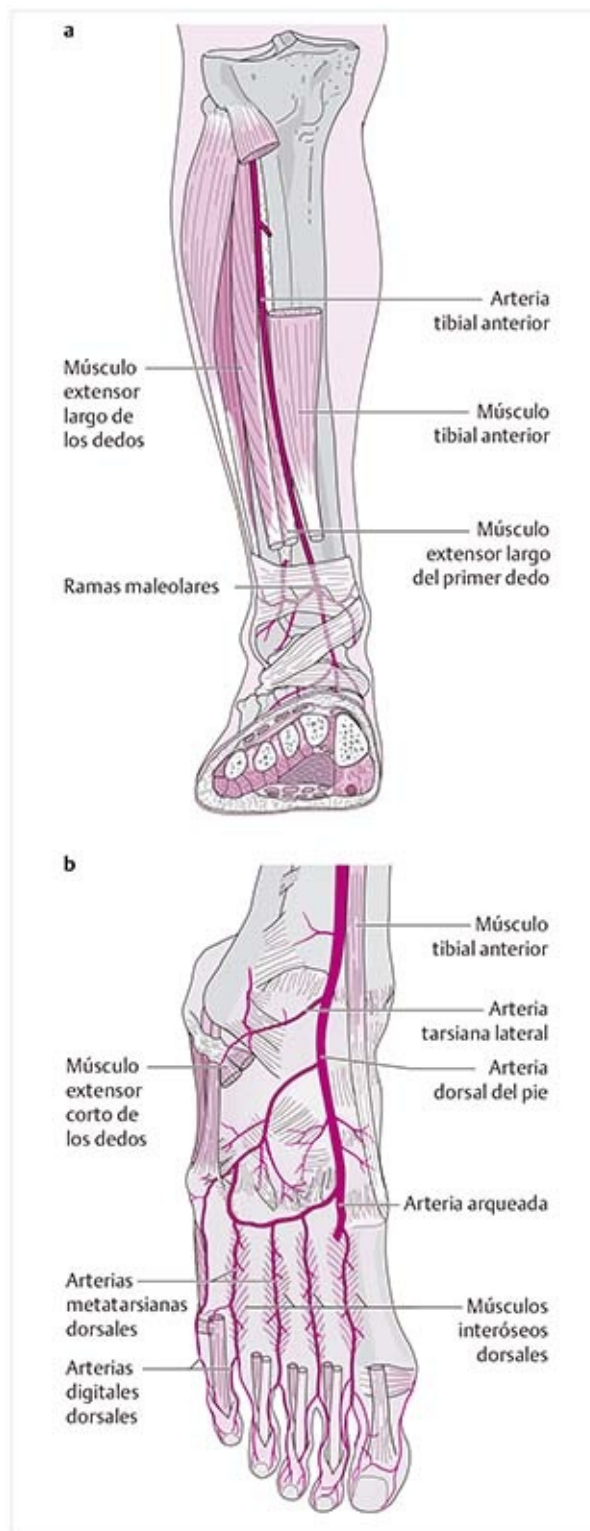
plantar lateral, y de la **arteria plantar medial** que avanza dentro del surco plantar medial.

- Termina en las **arterias digitales plantares** de los pies.
- La arteria irriga al músculo gastrocnemio y a todos los músculos de la planta del pie, así como la parte plantar de la articulación inferior del tobillo (articulaciones subastragalina y astragalocalcaneonavicular) y las otras articulaciones del pie.

### **Arteria peronea (figura 10-184)**

- Se origina en la arteria tibial posterior, a unos 10 cm aproximadamente por debajo de la fosa poplítea.
- Se proyecta por arriba de la parte posterior del peroné, entre los músculos tibial posterior y el flexor largo del primer dedo.
- Termina con la **rama maleolar lateral**, que irriga al maleolo lateral y las partes laterales de las articulaciones superior (astragalocrural) e inferior del tobillo.
- También irriga los músculos flexores profundos y peroneos.

### **Arteria tibial anterior (figura 10-185)**



**Figura 10-185.** Trayecto de la arteria tibial anterior. **(a)** En la región de la pierna. **(b)** En el dorso del pie.

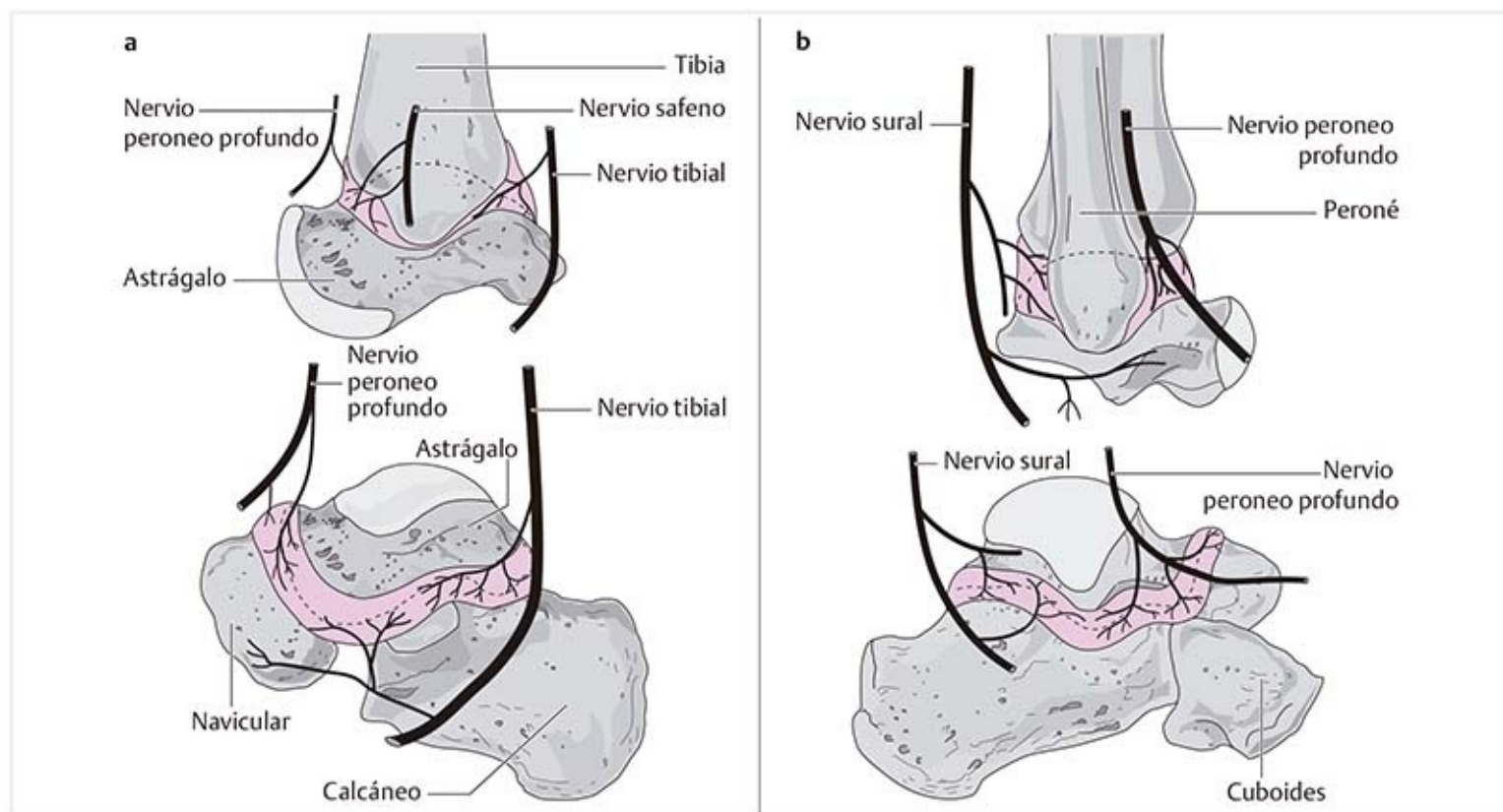
- Esta arteria pasa por el hiato proximal de la membrana interósea.
- Continúa su trayecto en dirección distal en el compartimiento extensor.
- Entre los retináculos extensores superior e inferior proyecta las **arterias maleolares anteriores** hacia los maleolos medial y lateral.
- Después de los retináculos se divide en la **arteria lateral del tarso** y la **arteria dorsal del pie**, que continúa en dirección distal en un plano superficial sobre el dorso del pie, entre los músculos extensor largo del primer dedo y tibial anterior.
- Al llegar a las bases de los metatarsianos, en el dorso del pie forma la **arteria arqueada**, que se une con la arteria lateral del tarso.
- Termina en las **arterias digitales dorsales** en los dedos.

- Irriga los extensores de la pierna y emite ramas para la parte dorsal de todas las articulaciones del pie.

## 10.15 Estructuras neurales del pie y el tobillo

### 10.15.1 Inervación de las articulaciones del pie y el tobillo

#### Articulaciones astragalocrural y astragalotarsiana (figura 10-186)



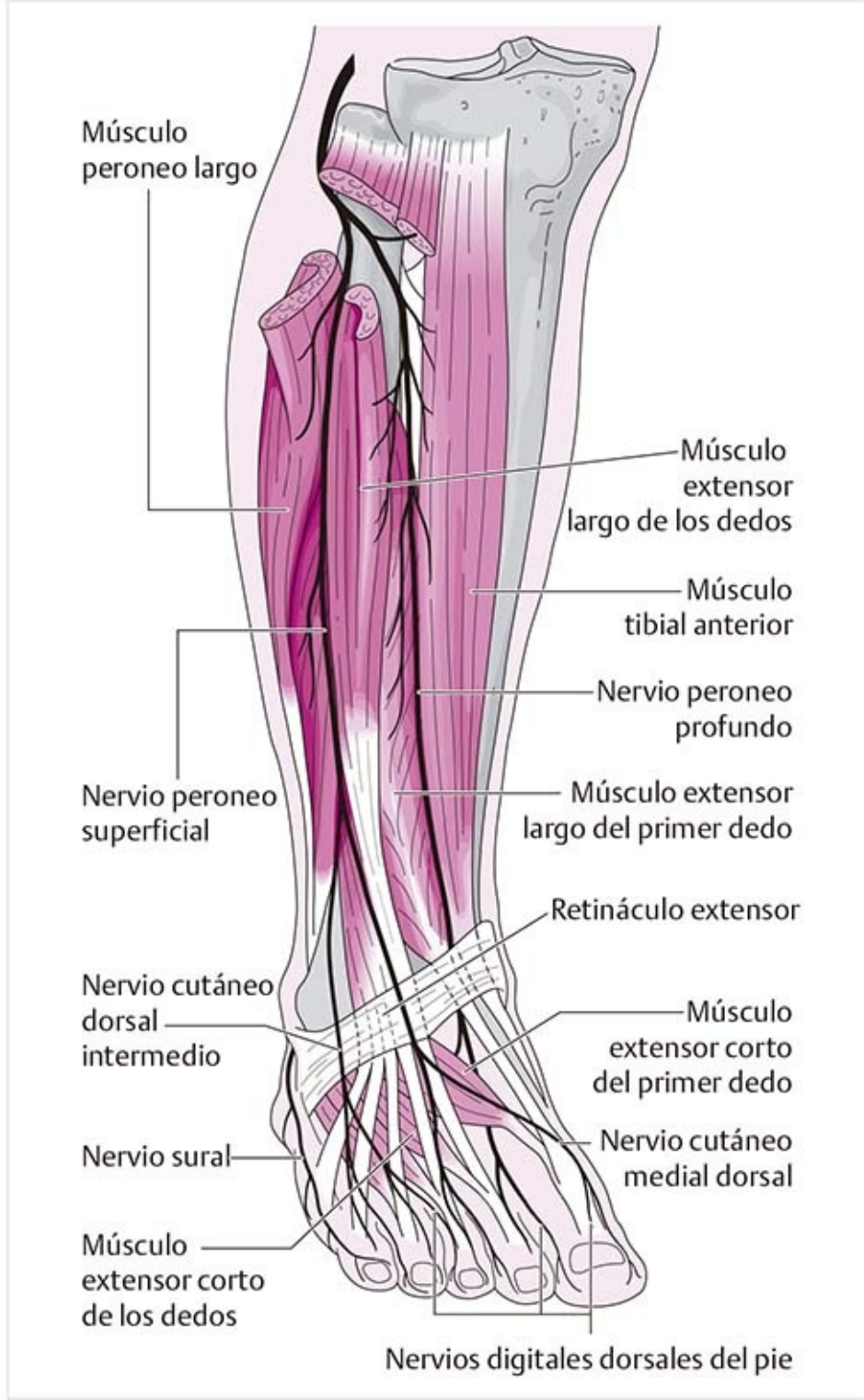
**Figura 10-186.** Inervación. (a) Articulaciones superior e inferior del tobillo (vista medial). (b) Articulaciones superior e inferior del tobillo (vista lateral).

- El **nervio safeno** inerva una parte de la cara medial de la articulación superior del tobillo (articulación astragalocrural) con sus ramas articulares.
- El **nervio sural** se extiende con sus ramas hasta las partes posteriores de la articulación, y en dirección inferolateral en sentido de la articulación inferior del tobillo (articulaciones subastragalina y astragalocalcaneonavicular). También inerva el seno del tarso.
- Al nivel de los maleolos, el nervio **peroneo profundo** se divide en sus ramas articulares y se distribuye en las partes posterior y lateral de la articulación, además de dirigirse hacia delante, al hueso navicular.
- El **nervio tibial** se divide en las ramas articulares en la parte anterior y medial.

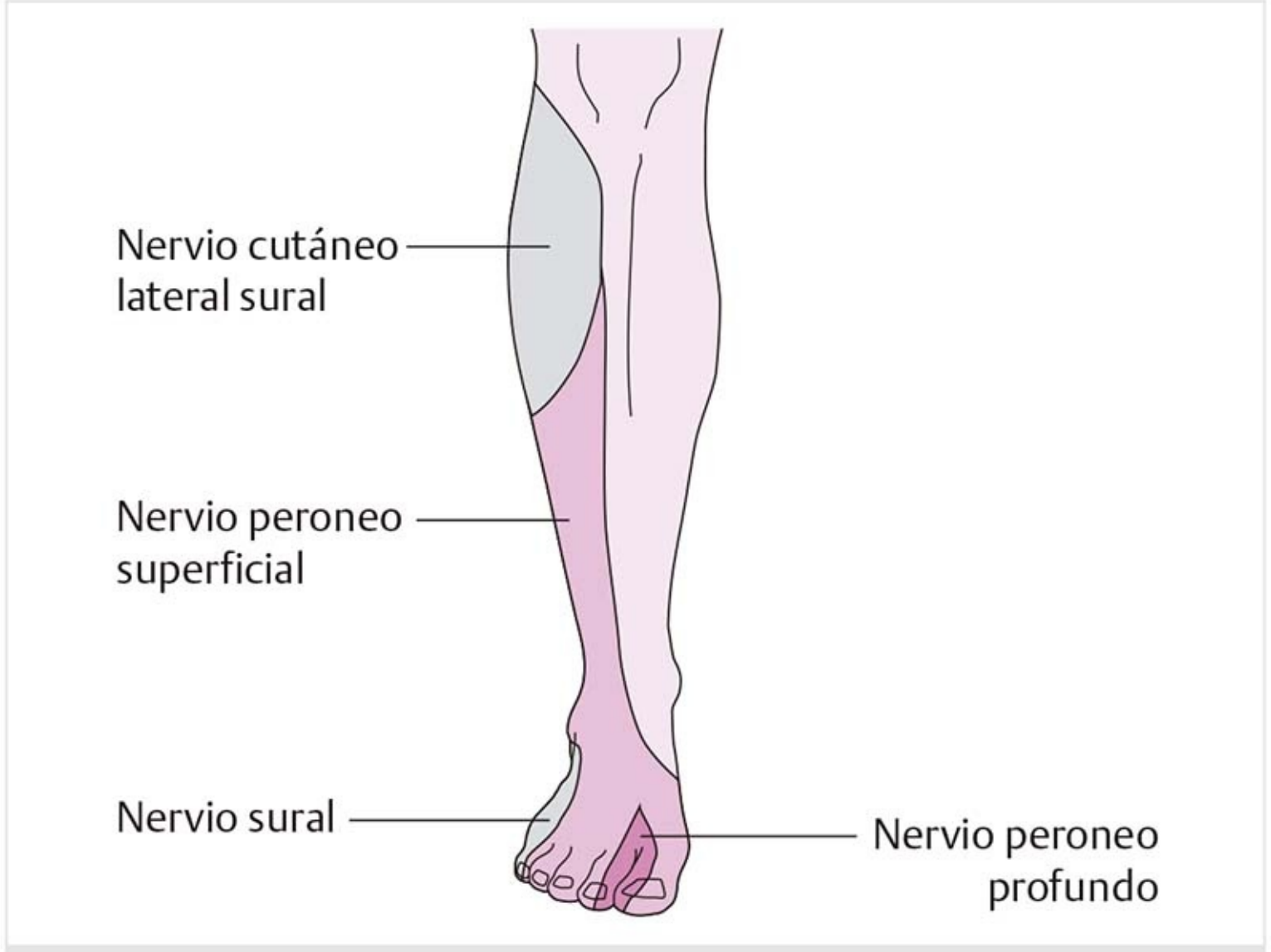
Las partes restantes de las articulaciones, incluidas las cápsulas y ligamentos del pie en la cara plantar, están inervadas por ramas de los nervios plantar medial y lateral; el dorso del pie está inervado por ramas de los nervios peroneos superficial y profundo.

### 10.15.2 Trayectos de los nervios en el pie y el tobillo

#### Nervio peroneo profundo (figuras 10-187 y 10-188)



**Figura 10-187.** Nervios peroneos profundo y superficial.



**Figura 10-188.** Inervación cutánea mediante los nervios peroneos.

- Este nervio perfora el tabique intermuscular anterior.
- Se proyecta en dirección distal entre los músculos tibial anterior y extensor largo del primer dedo en la membrana interósea.
- Su trayecto ulterior continúa hacia abajo, paralelo a la arteria tibial anterior, bajo el retináculo extensor hacia la cara medial del dorso del pie.
- Termina con las ramas para la piel que proporcionan inervación sensitiva del espacio entre el primero y el segundo dedos.
- Inerva al grupo extensor de la pierna, el músculo extensor corto del primer dedo y el músculo extensor corto de los dedos.

### **Nervio peroneo superficial (figuras 10-187 y 10-188)**

- Este nervio se localiza bajo el músculo peroneo largo.
- En una zona más distal pasa junto al borde anterior del músculo peroneo corto.
- Emite ramas musculares para los músculos peroneos y las ramas cutáneas para la pierna.
- Por arriba del maleolo lateral se divide en dos ramas:
  - El **nervio cutáneo dorsal medial** se extiende sobre el retináculo extensor hacia el dorso del pie, al que inerva, y continúa para distribuirse en la superficie medial del primer dedo y con una rama más, al espacio entre el segundo y el tercer dedos.

- El **nervio cutáneo dorsal intermedio** se extiende sobre el retináculo extensor hacia la cara lateral del dorso del pie e inerva la piel de esa zona y la mitad lateral del tercer dedo, todo el cuarto dedo y la mitad medial del quinto dedo.

## **Nervio sural**

Este nervio acompaña a la vena safena menor, lateral al tendón de Aquiles en la hendidura maleolar. A partir de ahí emite las ramas cutáneas hacia la superficie lateral del talón, el borde lateral del pie y la superficie externa del quinto dedo.

► Véase la sección 9.4, Estructuras neurales.

### **Consejo práctico**

#### **Traumatismo en supinación**

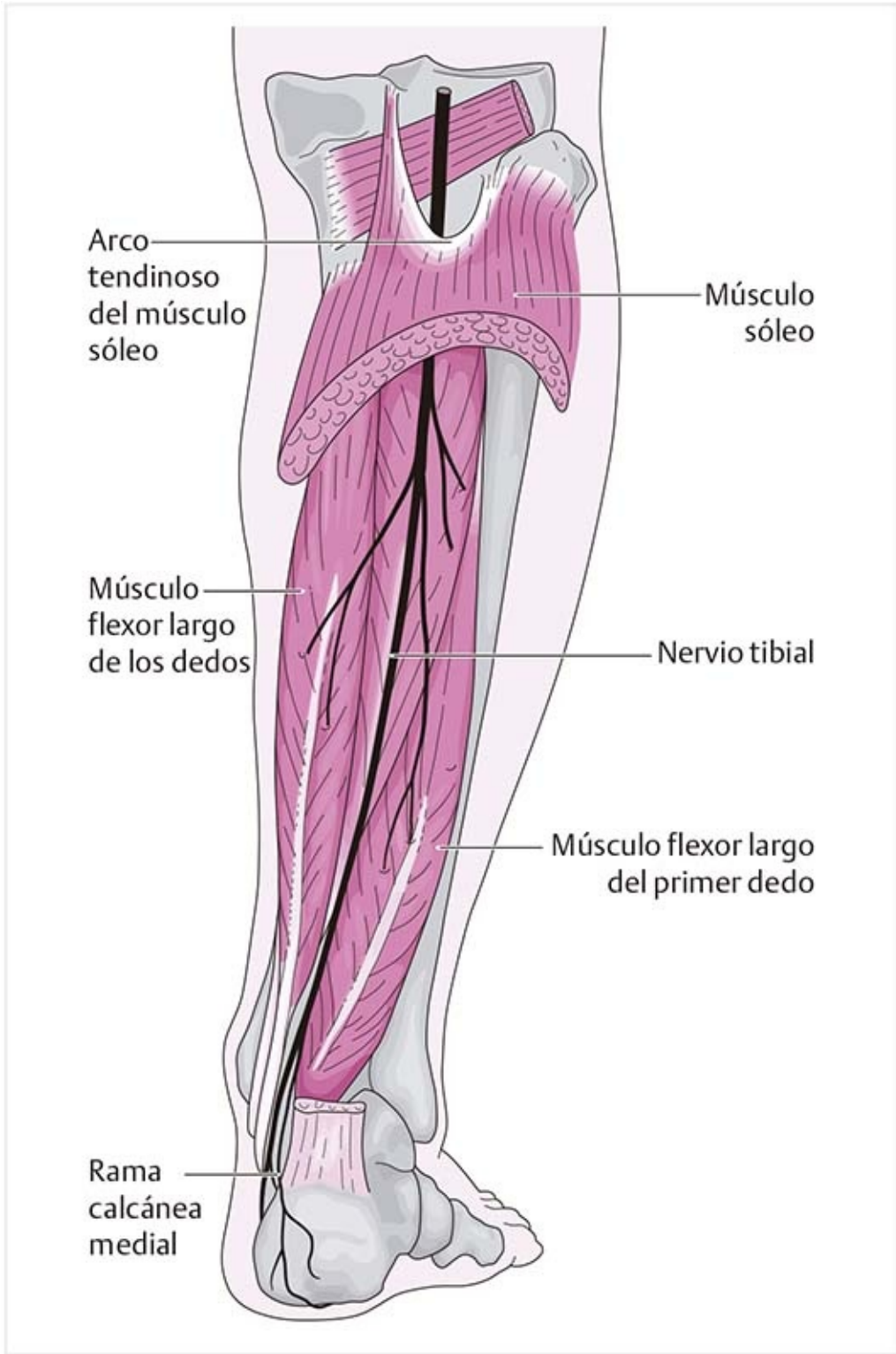
Cuando el borde lateral del pie se tuerce en dirección medial, como sucede en el traumatismo en supinación, el nervio peroneo superficial se estira demasiado y por tanto sufre un traumatismo. Esto provoca retraso en la velocidad de conducción nerviosa, lo cual debe recordarse cuando se realicen ejercicios de propiocepción. Es posible que haya lesiones por torcedura repetida, dado que la capacidad para reaccionar a la estabilización alterada se afecta demasiado. Es indispensable tomar en cuenta estos hechos durante el programa de entrenamiento.

### **Patología**

#### **Síndrome del túnel tarsiano anterior**

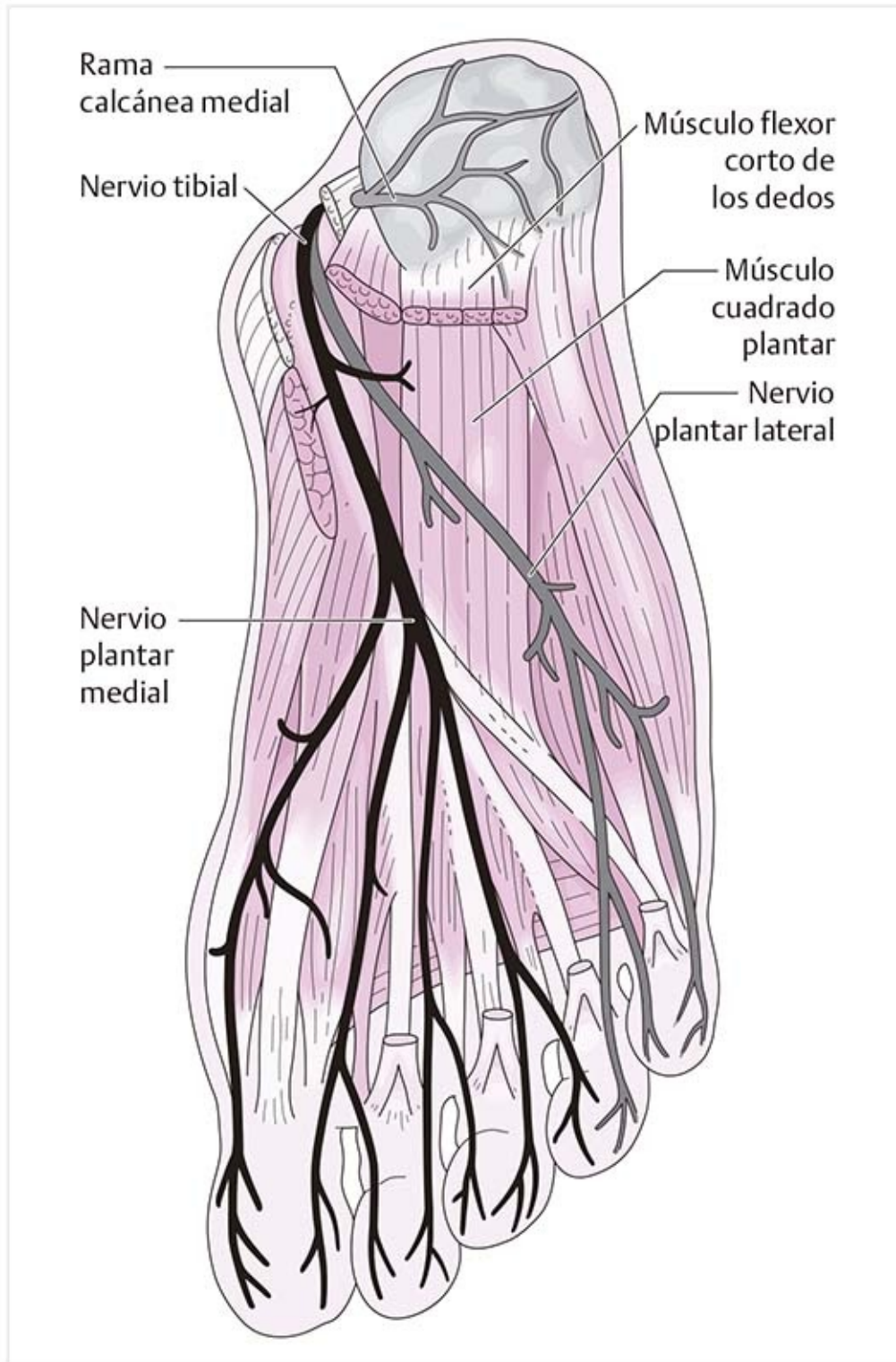
Este síndrome ocurre porque hay un punto estrecho bajo el retináculo extensor. En ese sitio, el nervio peroneo profundo discurre en dirección distal sobre el dorso del pie. Los pacientes se quejan de dolor e hiperestesia sobre el primer espacio metatarsiano interóseo. Puede haber paresia del músculo extensor corto de los dedos.

## **Nervio tibial (L4-S3, figuras 10-189 a 10-191)**

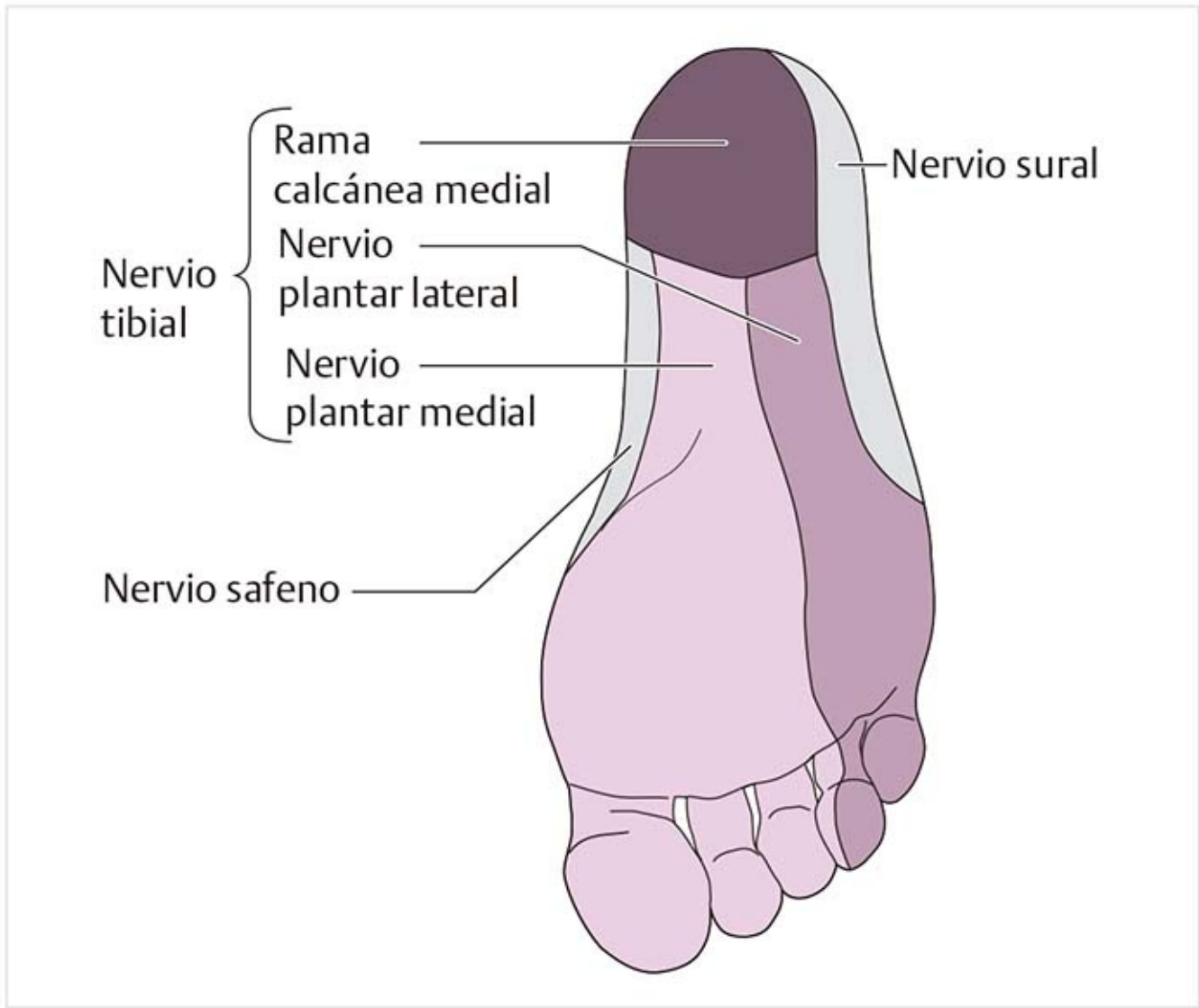


**Figura 10-189.** Trayecto del nervio tibial en la pierna.





**Figura 10-190.** Trayecto del nervio tibial en la región plantar.



**Figura 10-191.** Inervación de la piel en la región plantar.

- Este nervio discurre bajo el músculo gastrocnemio, entre los músculos flexor largo de los dedos y el flexor largo del primer dedo, e inerva estos músculos a su paso en dirección distal.
- Continúa con los tendones de estos músculos hacia el maleolo medial.
- Emite la rama calcánea medial sobre el maleolo, que aporta inervación sensitiva al talón y las partes posteriores de la planta del pie, además de la inervación motora para el flexor corto de los dedos.
- Luego pasa bajo el retináculo flexor y se desvía alrededor del maleolo medial hacia la planta del pie.
- Junto con los flexores largos de los dedos se extiende hacia la superficie plantar bajo el músculo abductor del primer dedo en un canal osteofibrótico, donde se divide en dos ramas grandes.

### ***Nervio plantar lateral (figuras 10-190 y 10-191)***

- Este nervio pasa entre el músculo flexor corto de los dedos y el músculo cuadrado plantar hacia el borde lateral del pie.
- Con su **rama profunda** inerva el tercero y cuarto músculos lumbricales y el músculo cuadrado plantar.
- Con su rama superficial inerva los músculos interóseos, el músculo aductor del primer dedo y los músculos cortos del quinto dedo.
- También suministra inervación sensitiva a la región lateral de la planta del pie y la superficie plantar de la mitad del cuarto dedo y el quinto dedo completo.

### ***Nervio plantar medial (figuras 10-190 y 10-191)***

- Este nervio pasa en dirección distal entre el músculo abductor del primer dedo y los tendones del músculo flexor largo de los dedos.
- Se divide en cuatro ramas que se extienden a los primeros cuatro dedos.
- Aporta inervación motora para el primero y segundo músculos lumbricales y los pequeños músculos del primer dedo hasta el aductor, así como la inervación sensitiva a la zona intermedia y medial de la planta y las superficies plantares del primero al cuarto dedos.

## Compartimientos

Un grupo neurovascular, consistente en la arteria y vena tibiales posteriores, y el nervio tibial, pasa en dirección distal en el compartimiento flexor profundo de la pierna, junto con los tendones. En la pierna, este paquete neurovascular se encuentra entre los músculos flexor largo del primer dedo y el flexor largo de los dedos. Su trayecto es superficial en la región retromaleolar.

Patología
<p><b>Síndrome del túnel tarsiano posterior</b></p> <p>Este síndrome ocurre por la compresión del nervio tibial detrás del maleolo bajo el retináculo flexor. La causa puede ser una lesión traumática en la zona articular, por ejemplo por un esguince. Otra posible causa es la proliferación de tejido bajo el retináculo en forma de un pseudoneuroma. Los pacientes se quejan de parestesias dolorosas en la planta del pie y disestesias en la distribución de los nervios plantares. Durante la exploración es aparente la sensibilidad a la presión en el trayecto del nervio tibial. En algunos casos, la extensión pasiva de los dedos o la pronación forzada del pie pueden inducir los síntomas. Es posible que haya paresia de los músculos plantares cortos con flexores de los dedos intactos, lo que produce una posición en garra de los dedos. En el estudio electrofisiológico hay retraso de la velocidad de conducción del nervio sensitivo y prolongación de la latencia distal. El tratamiento consiste en la división del retináculo posterior al maleolo medial.</p> <p><b>Neuroma de Morton</b></p> <p>Se produce por el daño aislado en la rama terminal sensitiva interdigital del nervio tibial. La causa más frecuente es el pie plano anterior. Los pacientes se quejan de dolor ardoroso en la sección plantar media sobre los metatarsianos, con irradiación al tercero y cuarto dedos. Al principio, esto ocurre sólo con el soporte de peso, pero más tarde se vuelve persistente. Durante la exploración, el dolor se reproduce con la compresión lateral de los metatarsianos. La sensibilidad se altera en la zona de distribución del segundo y tercer nervios digitales. En cuanto al tratamiento, se corrige el pie plano anterior con un inserto ortésico y soporte retrocapital. Es posible que sea necesario evitar la carga de peso por cierto tiempo. Si los síntomas no se alivian de esta manera, el neuroma debe extirparse. Véanse la sección 10.1.5, Superficie plantar, y la figura 10-39 .</p>

# Bibliografía

- [1] American Academy of Craniomandibular Disorders. Craniomandibular Disorders: Guidelines for Evaluation, Diagnosis and Management. Chicago, IL: Quintessence Publishing Co. Inc.; 1990
- [2] Andersson G, McNeill T. Lumbar Spine Syndromes. Heidelberg, Germany: Springer; 1989
- [3] Arlen A. Biometrische Röntgenfunktionsdiagnostik der HWS. Manuelle Medizin; vol. Heidelberg: Fischer; 1979:123
- [4] Bankart ASB. The pathology and treatment of recurrent dislocation of the shoulder joint. Br J Surg 26:23-39
- [S] Basmajian JV. Muscles Alive. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1974
- [6] Benzel EC. The Cervical Spine. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2012
- [7] Bergmann G, Deuretzbacher G, Heller M, et al. Hip contact forces and gait patterns from routine activities. J Biomech 2001 ;34:859-871
- [8] Bergmann G, Graichen F, Rohlmann A. Hip joint loading during walking and running, measured in two patients. J Biomech 1993;26:969-990
- [9] Bigliani LV, Ticker JB, Flatow EL, Soslowky LJ, Mow VC. The relationship of acromial architecture to rotator cuff disease. Clin Sport Med 1991;10:823-838
- [10] Bogduk N. Clinical and Radiological Anatomy of the Lumbar Spine. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2012
- [11] Bogduk N, Marstand A. The cervical zygapophysial joints as a source of neck pain. Spine 1988;13:610-617
- [12] Brown BJ, Tatlow WF. Radiographic studies of the vertebral arteries in cadavers. J Radial 1963;81 :80-88
- [13] Brügger A. Die Erkrankungen des Bewegungsapparates und seines Nervensystems. Munich, Germany: Urban & Fischer; 1977
- [14] Buller DS. Mobilisation of the Nervous System. Oxford, UK: Elsevier; 1991
- [15] Carl HD, Swoboda B. Effectiveness of arthroscopic synovectomy in rheumatoid arthritis. Z Rheumatol 2008;67:485-490
- [16] Chaitow L. Palpation and Assessment Skills. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2009
- [17] Chaitow L, DeLany J. The Upper Body. Edinburgh, UK: Elsevier Churchill Livingstone; 2008. Clinical Application of Neuromuscular Techniques; vol 1
- [18] Chaitow L, DeLany J, Donnerholt j. The Lower Body. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2011. Clinical Application of Neuromuscular Techniques; vol 2
- [19] Cole BJ, Sekiya JK. Surgical Techniques of the Shoulder, Elbow, and Knee in Sports Medicine. Philadelphia, PA: WB Saunders; 2013
- [20] Cook CE, Hegedus EJ. Orthopedic Physical Examination Tests: An Evidence-Based Approach. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall; 2011
- [21] Davies AM, Grainger AJ, James SJ, eds. Imaging of the Hand and Wrist. Berlin, Germany: Springer; 2013
- [22] De Klejn A, Nienwenhuyse Ae. Schwindelanfälle und Nystagmus bei einer bestimmten Stellung des

Kopfes. *Acta Otolaryngol* (Stockh) 1917;11:155

- [23] DeStefano L. *Greenman's Principles of Manual Medicine*. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven Publishers; 2010
- [24] Di Giacomo G, Pouliart N, Costantini A, de Vita A, eds. *Atlas and Functional Shoulder Anatomy*. Berlin, Germany: Springer; 2008
- [25] Doyle JR. Anatomy of the finger flexor tendon sheath and pulley system.] *Hand Surg* 1988;13:473-484
- [26] Drake R, Vogl W, Mitchell A. *Anatomy for Students*. Philadelphia, PA: Elsevier; 2005
- [27] Dvorak j, Panjabi MM. Functional anatomy of the ligaments. *Spine* 1987;12:183-189
- [28] Ellmann H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res* 1990;354:64-74
- [29] Fabrizio J, Davidsen HG, Hanset AT. Cardiac function in funnel chest. *Dan Med Bull* 1957;4:251-257
- [30] Fagerson TL. *The Hip Handbook*. Boston, MA: Butterworth-Heinemann Ltd; 1998
- [31] Fielding JW. Normal and selected abnormal motion of the cervical spine from the second to the seventh cervical vertebra based on cineroentgenography. *J Bone Joint Surg* 1964;46a:1779-1781
- [32] Fortin JD, Kissling RO, O'Connor BL, Vilensky JA. Sacroiliac joint innervation and pain. *Am J Orthop* 1999;28:687-690
- [33] Frisch H, Wagner M. *Systematic Musculoskeletal Examination*. Berlin, Germany: Springer; 2012
- [34] Froimson HJ, Keyhole tenodesis of biceps origin at the shoulder. *Clin Orthop* 1975;112:245-249
- [35] Genda E, Horii E. Theoretical stress analysis in wrist joint- neutral position and functional position. *J Hand Surg* 2000;25:292-295
- [36] Genda E, Horii E, et al. Load transmission through the wrist in the extended position. *J Hand Surg* 2008;33:182-188
- [37] Giles LGF. *Clinical Anatomy and Management of Thoracic Spine Pain*. Vol 2. Oxford, UK: Elsevier; 2000
- [38] Giles LGF, Singer K. *Clinical Anatomy and Management of Cervical Spine Pain*. Oxford, UK: Elsevier; 1998
- [39] Gobbi A, Espregueira Mendes J, Nakamura N, eds. *The Patellofemoral Joint*, Berlin, Germany: Springer; 2014
- [40] Gould JS. *The Handbook of Foot and Ankle Surgery: An Intellectual Approach to Complex Problems*. London, UK: JP Medical Ltd; 2013
- [41] Graumann W, Sasse D. *Bewegungsapparat*. Stuttgart: Schattauer; 2004. Compact Lehrbuch Anatomie in 4 Bandern: vol 2
- [42] Gray H. *Anatomy for Students*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2004
- [43] Gray H. *Gray's Anatomy of the Human Body*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2008
- [44] Greenman PE. *Principles of Manual Medicine*. 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2004
- [45] Greenspan A. *Orthopedic Imaging: A Practical Approach*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2004

- [46] Gschwend N, Raemy H, Nittner H, Ivosevic-Radovanovic D. Long-term results of endoprosthetic joint replacement and synovectomy. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1986;18:135-149
- [47] Gyor J. *Atlas of Human Limb Joints*. Berlin, Germany: Springer; 1981
- [48] Hanke P. *Das Hanke-Konzept, Physiotherapeutische Behandlung aufentwicklungsphysiologischer Grundlage*. Schwartbuck, Germany: Verlag für Vitaltherapien; 2001
- [49] Hall JE. *Guyton and Hall: Textbook of Medical Physiology*. London, UK: WB Saunders; 2010
- [50] Harden RN, Swan M, King A, Costa B, Barthel J. Treatment of complex regional pain syndrome: functional restoration. *Clin J Pain* 2006;5:420-424
- [51] Hawkins RJ, Bokor Dj. Clinical evaluation of shoulder problems. *The Shoulder* 1990;149-177
- [52] Helmsmoortel J, Hirth T, Wühl P. *Visceral Osteopathy: The Peritoneal Organs*. Seattle, WA: Eastland Press; 2010
- [53] Hicks JH. The mechanics of the foot 11. The plantar aponeurosis and the arch. *J Anat (Lond)* 1954;88:25-31
- [54] Hill HA, Sachs MD. The grooved defect of the humeral head: a frequently unrecognized complication of dislocation of the shoulder joint. *Radial* 1940;35:690-700
- [55] Hill JA. Epidemiologic perspective on shoulder injuries. *Clin Sports Med* 1983;2:241-246
- [56] Hollister A, Giurintono DJ. Thumb movements, motions and moments. *J Hand Ther* 1995;8:106-114
- [57] Hoppenfeld S. *Physical Examination of the Spine and Extremities*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall; 1976
- [58] Iannotti J, Parker R. *The Netter Collection of Medical Illustrations: Musculoskeletal System. Vol 6*. London, UK: WB Saunders; 2013
- [59] Idler RS. Anatomy and biomechanics of the digital flexor tendons. *Hand Clin* 1985;1:3-12
- [60] Inman VT. *The Joints of the Ankle*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1976
- [61] Irnich D. *Myofascial Trigger Points: Comprehensive Diagnosis and Treatment*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2013
- [62] Isberg A. *Temporomandibular Joint Dysfunction*. London, UK: Taylor & Francis Ltd; 2001
- [63] Jayson M. *The Lumbar Spine and Back Pain*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 1992
- [64] Kahle W, Frotscher M. *Nervous System and Sensory Organs*. Stuttgart: Thieme; 2010. *Color Atlas and Textbook of Human Anatomy; vol 3*
- [65] Kaltenborn F, Vollowitz E. *Extremities. Orthopedic Physical Therapy & Rehabilitation; 2014. Manual Mobilisation of the Joints: vol 1*
- [66] Kaltenborn F, Vollowitz E. *The Spine. Orthopedic Physical Therapy & Rehabilitation; 2012. Manual Mobilisation of the Joints: vol 2*
- [67] Kapandji IA. *The Spinal Column, Pelvic Girdle and Head*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2008. *Physiology of the Joints: vol 3*
- [68] Kapandji IA, Hoebke J. *Funktionelle Anatomie der Gelenke*. Stuttgart: Thieme; 2009
- [69] Kaufmann RA, Pfaeffle HJ, Blankenhorn BD, Stabile K, Robertson D, Goitz R. Kinematics of the midcarpal and radiocarpal joint in flexion and extension: an in vitro study. *J Hand Surg* 2006;31:1142-1148
- [70] Kelikian A, Sarrafian S. *Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle*. Philadelphia, PA: Lippincott,

- [71] Klein-Vogelbach S. Therapeutic Exercises in Functional Kinetics: Analysis and Instruction of Individually Adaptable Exercises. Berlin, Germany: Springer; 1991
- [72] Kostopoulos D, Rizopoulos K. The Manual of Trigger Point and Myofascial Therapy. Thorofare, NJ: Slack Inc; 2001
- [73] Krärner J. Intervertebral Disk Disease: Causes, Diagnosis, Treatment and Prophylaxis. Stuttgart: Thieme; 2008
- [74] Lang J. Clinical Anatomy of the Cervical Spine. Stuttgart: Thieme; 1993
- [75] Lefèvre S, Knedla A, Tennie C, et al. Synovial fibroblasts spread rheumatoid arthritis to unaffected joints. *Nat Med* 2009;15:1414-1420
- [76] Leroux JL, Codine P, Thomas E, Pocholle M, Mailhe D, Blotman F. Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulders and shoulders with impingement syndrome. *Clin Orthop Relat Res* 1994; (304): 108-115
- [77] Leroux JL, Thomas E, Bonnel F, Blotman F. Diagnostic value of clinical tests for shoulder impingement syndrome. *Rev Rhum Engl Ed* 1995;62:423-428
- [78] Lysell E. Motion in the cervical spine. *Acta Orthop Scand* 1969;123:5-61
- [79] Magee D. Orthopedic Physical Assessment. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2014
- [80] Mameren H van. Motion Patterns in the Cervical Spine [thesis]. Maastricht, The Netherlands: University of Maastricht; 1988
- [81] Matthews LS. Load bearing characteristics of the patella-femoral joint. *Acta Orthop Scand* 1977;48:511-516
- [82] Maquet P. Biomechanics of the Knee. Berlin, Germany: Springer; 1976
- [83] McKenzie R, May S. The Lumbar Spine: Mechanical Diagnosis and Therapy. Waikanae, New Zealand: Spinal Publications; 2003
- [84] Milne N. Composite motion in cervical disc segments. *Clin Biomech* 1993;8:193-202
- [85] Moeller T, Reif E. Pocket Atlas of Radiographic Anatomy. Stuttgart: Thieme; 2010
- [86] Moeller T, Reif E. Head and Neck. Stuttgart, Germany: Thieme; 2013. Pocket Atlas of Sectional Anatomy; vol 1
- [87] Moeller T, Reif E. Thorax, Heart, Abdomen and Pelvis. Stuttgart, Germany: Thieme; 2013. Pocket Atlas of Sectional Anatomy; vol 2
- [88] Moeller T, Reif E. Spine, Extremities, Joints. Stuttgart, Germany: Thieme; 2007. Pocket Atlas of Sectional Anatomy; vol 3
- [89] Moore K, Dalley A, Agur A. Clinically Oriented Anatomy. Baltimore, MD: Lippincott, Williams & Wilkins; 2014
- [90] Morrey BF. The Elbow and its Disorders. Oxford, UK: Elsevier Ltd; 2008
- [91] Moseley IF, Goldie 1. The arterial pattern of the rotator cuff of the shoulder. *J Bone Joint Surg* 1963;45:780-789
- [92] Müller W. The Knee: Form, Function and Ligament Reconstruction. Berlin, Germany: Springer; 2012
- [93] Mumenthaler M, Mattle M. Fundamentals of Neurology. Stuttgart, Germany: Thieme; 2006
- [94] Nachemson A. The load on lumbar discs in different positions of the body. *Clin Orthop* 1966;45:107

- [95] Nachemson A. Lumbar intradiscal pressure. In: Jayson. M. The Lumbar Spine and Back Pain. London, UK: Pitman; 1985
- [96] Nakamura R, Linscheid RL, Miura T, eds. Wrist Disorders. Berlin, Germany: Springer; 2013
- [97] Nash LL Jr, Moe JH. In vivo measurements of intradiscal pressure. J Bone Joint Surg 1964;46: 1077-1092
- [98] Nash LL Jr, Moe JH. A study of vertebral rotation. J Bone Joint Surg 1969;51 :223-229
- [99] Neer CS II. Shoulder Reconstruction. Philadelphia, PA: WB Saunders; 1990:73-77
- [100] Netter FH. Atlas of Human Anatomy. Philadelphia, PA: WB Saunders; 2014
- [101] Nordin M, Frankel V. Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health; 2014
- [102] Oatis C. Kinesiology: The Mechanics and Pathomechanics of Human Movement. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2008
- [103] Ozkaya N, Nordin, M, Goldsheyder, D., Leger, D. Fundamentals of Biomechanics. Berlin, Germany: Springer; 2012
- [104] Palmer AK, Werner FW. The triangular fibrocartilage complex of the wrist; anatomy and function. J Hand Surg 1981 ;6:153-162
- [105] Panjabi MM. Three-dimensional movements of the upper cervical spine, Spine 1988;13:726
- [106] Pauwels F. Atlas zur Biomechanik der gesunden und kranken Hüfte. Berlin, Germany: Springer 1973
- [107] Pécina M, Krmpotić-Nemanić J, Markwietz AD. Tunnel Syndromes: Peripheral Nerve Compression Syndromes. Boca Raton, FL: CRC Press Inc; 2001
- [108] Perry J. Anatomy and biomechanics of the shoulder in throwing, swimming, gymnastics, and tennis. Clin Sports Med 1983;2:247-270
- [109] Perry J. Anatomy and biomechanics of the foot and function in the sacroiliac joint in throwing, swimming, gymnastics, and tennis. Spine 1983;15:130-136
- [110] Pitkin J. Biomechanics of Life. Berlin, Germany: Springer; 2011
- [111] Platzer W. Locomotor System. Stuttgart: Thieme; 2008. Color Atlas and Textbook of Human Anatomy; vol 1
- [112] Porter RW. Lumbar Spine Disorders. Singapore: World Scientific Publishing Ltd; 1995
- [113] Rockwood CA, Matsen FA, eds. The Shoulder. Vol 1 and 2. Philadelphia, PA: Saunders; 2009
- [114] Rohlmann A, Graichen F, Weber U, Bergmann G. Monitoring in vivo implant loads with a telemeterized internal spinal fixation device. J Spine 2000;25:2981-2986
- [115] Rohlmann A, Neller S, Bergmann G, Graichen F, Claes L, Wilke HJ. Effects of an internal fixator and a bone graft on intersegmental spinal motion and intradiscal pressure in the adjacent regions. J Eur Spine 2001 ;10:301-308
- [116] Rothmann RH, Parker WW. The vascular anatomy of the rotator cuff. Clin Orthop 1965;41:176-186
- [117] Sahrman S. Movement System Impairment Syndromes of the Extremities, Cervical and Thoracic Spines. CV St. Louis, MO: Mosby Co; 2010
- [118] Schildt-Rudloff K. Thoraxschmerz. Berlin, Germany: Ullstein & Mosby; 1994
- [119] Schmidt HM, Lanz U. Chirurgische Anatomie der Hand, Stuttgart, Germany: Thieme; 2003



- [120] Schmidt HM, Lanz U. Surgical Anatomy of the Hand. Stuttgart, Germany: Thieme; 2011
- [121] Schünke M, Schulte E, Ross LM. Thieme Atlas of Anatomy. Head and Neuroanatomy. Stuttgart, Germany: Thieme; 2010
- [122] Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Ross LM. Thieme Atlas of Anatomy. General Anatomy and Musculoskeletal System. Thieme Atlas of Anatomy. General Anatomy and Musculoskeletal System. Stuttgart, Germany: Thieme; 2010
- [123] Schünke M, Schulte E, Ross LM. Thieme Atlas of Anatomy. Neck and Internal Organs. Stuttgart, Germany: Thieme; 2010
- [124] Shacklock M. Clinical Neurodynamics: A New System of Neuromusculoskeletal Treatment. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2005
- [125] Shen FH, Smartzis D, Fessler RG. Textbook of Cervical Spine. Philadelphia, PA: Saunders; 2014
- [126] Sherk H. The Cervical Spine. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven Publishers; 1994
- [127] Shibutani N. Three dimensional architecture of the acetabulum labrum - a scanning electron microscopic study. J Jpn Orthop Assoc 1988;62:321-329
- [128] Short WH, Werner FW, Green JK, Masaoka S. Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate. J Hand Surg 2002;27:991-1002
- [129] Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk J, Amadio PC. Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity. Elsevier Mosby, Philadelphia; 2011
- [130] Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ. SLAP lesions of the shoulder. Arthroscopy 1990;6:274-279
- [131] Sohier R. La Kinésithérapie de la hanche. La Hestre, Belgium: Kiné Sciences; 1974
- [132] Sokolow C, Saffar P. Anatomy and histology of the scapholunate ligament. J Hand Clin 2001;17:77-81
- [133] Stoller DW. Stoller's Orthopedics and Sports Medicine: The Shoulder. Philadelphia, PA: Lippincott William & Wilkins; 2014
- [134] Strobel M, Stedtfeld H-W. Diagnostic Evaluation of the Knee. Berlin, Germany: Springer; 1990
- [135] Taylor JR. The development and adult structure of lumbar intervertebral discs. J Man Med 1990;5:43-47
- [136] Taylor TI, Little K. Intercellular matrix of the intervertebral disk in ageing and in prolapse. Nature 1965;208-384
- [137] Thompson C, et al. Netter's Concise Orthopaedic Anatomy. Philadelphia, PA: Saunders WB; 2009
- [138] Travell J, Simons D. The Upper Extremities. Philadelphia, USA: Lippincott William & Wilkins; 1998. Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual; vol 1
- [139] Travell J, Simons D. The Lower Extremities. Philadelphia, USA: Lippincott William & Wilkins; 1998. Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual; vol 2
- [140] Trumble T, Budoff J, Cornwall R. Core Knowledge in Orthopaedics: Hand, Elbow, Shoulder. Philadelphia, PA: Mosby & Elsevier; 2006
- [141] Upledger JE, Craniosacral Therapy. Seattle, WA: Eastland Press; 1983
- [142] Van den Berg F. Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen. Stuttgart, Germany: Thieme; 1999. Angewandte Physiologie; vol 1

- [143] Vleeming A, et al. Relation between form and function in the sacroiliac joint. *Spine* 1990;15:130-136
- [144] White A, Panjabi MM. The basic kinematics of the human spine. A review of post and current knowledge. *Spine* 1978;3:12-20
- [145] White A, Panjabi MM. *Clinical Biomechanics of the Spine*. Philadelphia, PA: Lippincott-Raven Publishers; 1990
- [146] Wiberg C. Roentgenographic and anatomic studies on the patellar joint. *Acta Orthop Scand* 1974;12:319-410
- [147] Wilke HJ, et al. Biomechanical comparison of calf and human spines. *J Orthop Res* 1996;14:500-503
- [148] Wilke HJ, et al. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine* 1999;24(8):755-762