

Tobillo  
y pie

The background of the image is composed of several large, overlapping, curved shapes. A large maroon shape dominates the left and bottom-left areas. A beige shape is in the top-right corner. A grey shape is in the bottom-right area, overlapping with the maroon one. The overall effect is a modern, minimalist design.



# Anatomía y biomecánica del tobillo y el pie

Vincent James Sammarco, MD; Ross Taylor, MD

## I. Anatomía

### A. Huesos y ligamentos

#### 1. Articulación del tobillo (Figura 1).

- La articulación del tobillo está formada por la tibia, el astrágalo y el peroné.
- Se trata de una articulación en bisagra o troclear (gínglimo).
- La cúpula del astrágalo es bicóncava con un surco central.
- El radio de curvatura es mayor en la parte externa.
- Vista axialmente, la articulación tiene forma trapezoidal y es más ancha en la parte anterior que en la posterior.
- El astrágalo es el único hueso del tarso sin inserciones musculares ni ligamentosas.
- Los maléolos interno y externo tienen sendos surcos para los tendones del tibial posterior y del peroneo, respectivamente.
- Ligamentos laterales del tobillo: el complejo ligamentoso lateral del tobillo está formado por tres ligamentos:
  - Ligamento peroneoastragalino anterior: va desde la cara anterior del peroné distal al cuerpo del astrágalo. La tensión de este ligamento aumenta con la flexión plantar, la inversión y la rotación interna.
  - Ligamento peroneocalcáneo: discurre desde el extremo distal del peroné posterior

hasta su inserción en la cara externa del calcáneo. Está en situación profunda respecto a los tendones peroneos y atraviesa la articulación subastragalina. La tensión de este ligamento aumenta con la flexión dorsal y la inversión.

- Ligamento peroneoastragalino posterior: se origina en la cara posterior del peroné y se inserta en su mayoría en la tuberosidad posteroexterna del astrágalo. Es un ligamento ancho y fuerte congruente con la cápsula posterior del tobillo y la articulación subastragalina.

#### i. Ligamento deltoideo.

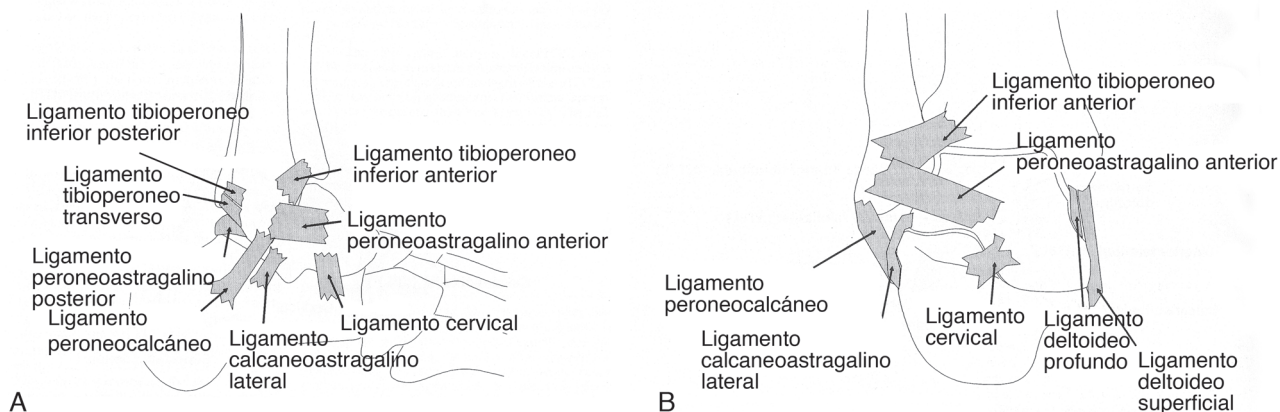
- Tiene forma triangular, con la punta en el maléolo interno y fibras que se extienden hacia el calcáneo, el astrágalo y el escafoides.
- Se divide en dos componentes, superficial y profundo. El componente superficial tiene tres partes y pasa por delante del escafoides, por debajo del sustentáculo y por detrás del cuerpo del astrágalo. El componente profundo se extiende en dos bandas desde el maléolo interno al cuerpo del astrágalo justo por debajo de la carilla articular interna.
- Sindesmosis: la articulación tibioperonea está formada por la incisura peronea de la tibia y su correspondiente carilla articular en el peroné. Tiene tres estructuras ligamentosas responsables de su sujeción en grados variables: el ligamento tibioperoneo inferior posterior (35%), el ligamento interóseo (22%) y el ligamento peroneoastragalino posterior (43%).

#### 2. Retropié y mediopié.

- La articulación subastragalina tiene tres carillas: posterior, central y anterior.
  - La carilla posterior es la más grande.
  - La carilla central se apoya en el sustentáculo del calcáneo y está en situación medial.
  - La carilla anterior se continúa con la articulación astragaloescafoidea.

*El Dr. Sammarco o algún familiar inmediato pertenecen al grupo de oradores o han hecho presentaciones científicas remuneradas para Extremity Medical; han recibido estipendios por consultoría o son empleados de Extremity Medical; y han sido miembros del comité directivo, propietarios o asesores de la American Academy of Orthopaedic Surgeons. Ni el Dr. Taylor ni ningún familiar inmediato han recibido nada de valor ni tienen acciones u opciones sobre acciones de ninguna compañía ni institución relacionadas directa o indirectamente con el tema de este capítulo.*





**Figura 1** Ilustraciones que representan los ligamentos laterales y subastragalinos del tobillo vistos lateralmente (A) y por delante (B). (Reproducida con la debida autorización de Katcherian D: Soft-tissue injuries of the ankle, in Lutter LD, Mizel MS, Pfeffer GB: *Orthopaedic Knowledge Update: Foot and Ankle*. Rosemont, IL, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1994, pp 241-253.)

- b. La articulación transversa del tarso (articulación de Chopart) está formada por las articulaciones astragaloescaloidea y calcaneocuboidea y contribuye, junto con la articulación subastragalina, a controlar la flexibilidad del pie durante la marcha.
  - La articulación astragaloescaloidea está sujeta por el complejo ligamentoso calcaneoscafoideo plantar, que tiene dos componentes separados: el superointerno y el inferior.
  - La articulación calcaneocuboidea tiene forma de silla de montar. Está soportada por debajo por los ligamentos calcaneocuboides plantares (superficial y profundo) y por arriba por el ramal lateral del ligamento bifurcado.
- c. Las articulaciones escafocuneiforme e intercuneiforme están unidas por densas estructuras ligamentosas que apenas permiten movilidad de las mismas.
- d. La articulación tarsometatarsiana está formada por las articulaciones metatarsocuneiformes primera, segunda y tercera y por las articulaciones metatarsocuboides cuarta y quinta.
  - La anatomía ósea funciona como un arco románico transversal en el plano axial, con la superficie dorsal más ancha que la plantar.
  - La base del segundo metatarsiano funciona como clave de bóveda.
  - El soporte ligamentoso de la articulación tarsometatarsiana está formado por tres capas. La más resistente es la interósea, que incluye el ligamento de Lisfranc. Este ligamento se origina en la cara plantar del

cuneiforme interno y llega hasta la base del segundo metatarsiano. La capa plantar es la siguiente en resistencia, y la más débil es la dorsal.

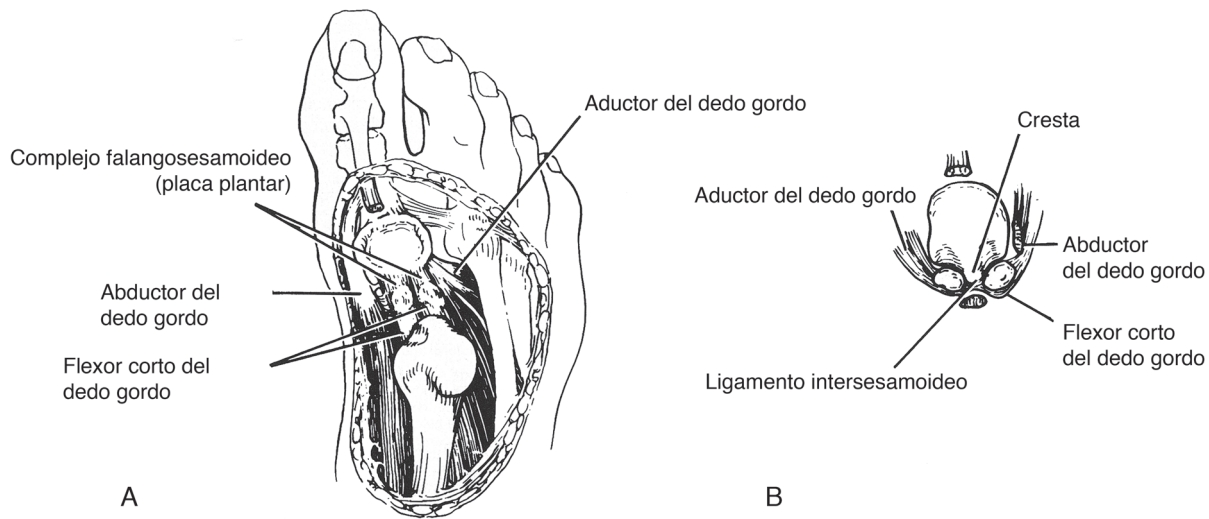
### 3. Antepié.

- a. La cara plantar de la articulación metatarsofalángica del dedo gordo está compuesta por el denso complejo falangosesamoideo o placa plantar (Figura 2).
- b. El tendón conjunto de los músculos aductores del dedo gordo tiene una amplia inserción en la cara lateral del sesamoideo externo y la cara lateral de la base de la falange proximal.
- c. La aponeurosis plantar se origina en la tuberosidad medial del calcáneo y se inserta distalmente en la base del quinto metatarsiano (cintilla lateral), así como en la placa plantar y las bases de las cinco falanges proximales.

### B. Músculos y tendones

#### 1. Compartimentos de la pierna (Tabla 1).

- a. El compartimento anterior contiene los músculos tibial anterior, extensor largo del dedo gordo, extensor común largo de los dedos y tercer peroneo, así como la arteria tibial anterior y el nervio peroneo profundo. Ambas estructuras, la arteria tibial anterior extensor y el nervio peroneo profundo, están situación más profunda respecto del retináculo del tobillo y discurren entre los tendones del tibial anterior y el extensor largo del dedo gordo.
- b. El compartimento posterior superficial contiene el conjunto de los músculos gemelo-sóleo y el plantar delgado.
  - Las dos cabezas del gemelo se originan en los cóndilos interno y externo del fémur y su acción principal es la flexión de la rodi-



**Figura 2** Ilustraciones que representan la articulación metatarsofalángica del dedo gordo vista desde arriba (A) y en una sección transversal (B). (Reproducida con la debida autorización de Mann RA, Coughlin MJ: Adult hallux valgus, in Mann RA, Coughlin, MJ, eds: *Surgery of the Foot and Ankle*, ed 6. St. Louis, MO, Mosby, 1993, vol 1, pp 167-296.)

lla; también contribuyen a la flexión plantar del tobillo.

- El sóleo se origina en la tibia y el peroné. Está más profundo que el gemelo, al que se une distalmente para formar el tendón de Aquiles.
  - Las fibras del tendón de Aquiles se retuercen medialmente 90° de tal modo que las fibras superficiales en la unión miotendinosa se insertan en la cara externa del calcáneo.
  - El 7% de las personas carecen de plantar delgado.
- c. El compartimento posterior profundo contiene el tibial posterior, el flexor común largo de los dedos y el flexor largo del dedo gordo, que se hacen enteramente tendinosos cuando alcanzan el tobillo.
- Las estructuras del compartimento posterior pasan por detrás del maléolo interno y entran al túnel osteofibroso tarsiano.
  - En el túnel tarsiano se encuentran, de delante atrás y de dentro afuera, el tendón del tibial posterior, el tendón del flexor común largo de los dedos, la arteria tibial posterior, el nervio tibial y el tendón del flexor largo del dedo gordo.
  - El flexor largo del dedo gordo y el flexor común largo de los dedos tienen interconexiones en el nudo maestro de Henry en la parte plantar del mediopié.
- d. El compartimento lateral contiene los músculos peroneo lateral largo y peroneo lateral

corto, el nervio peroneo superficial y la arteria peronea.

- Los tendones entran en una estructura de túneles osteofibrosos por detrás del peroné a nivel de su inserción.
  - El retináculo peroneo superior se localiza en los 3 cm distales del peroné; el retináculo peroneo inferior es contiguo al retináculo extensor inferior dorsalmente y se inserta en la tuberosidad peronea del calcáneo, que separa la vaina del tendón peroneo en compartimentos separados para el peroneo lateral corto (dorsal) y el peroneo lateral largo (plantar).
  - El peroneo lateral corto se inserta en la base del quinto metatarsiano.
  - El peroneo lateral largo se curva agudamente debajo del cuboides, donde se cruza plantarmente para insertarse en la base de la articulación tarsometatarsiana del dedo gordo. La cara plantar del cuboides tiene un surco para este tendón; el 5%-26% de las personas tienen un hueso peroneo accesorio.
  - También hay músculos peroneos accesorios (incluyendo un cuarto peroneo) en el 12% de las personas, que pueden contribuir a la patología.
2. Músculos de la planta del pie.
- a. Primera capa: es la más superficial. Contiene los músculos flexor común corto de los dedos, abductor del dedo gordo y abductor propio del quinto dedo.

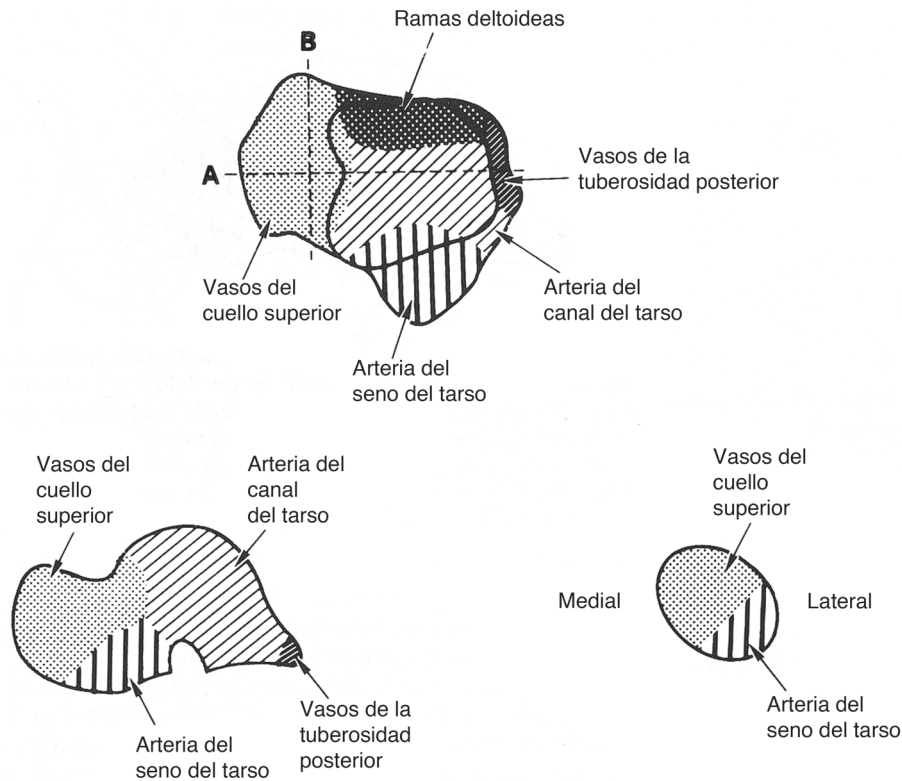
Tabla 1

## Compartimentos y músculos de la pierna

Compartimento	Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Anterior	Tibial anterior	Tibia, MIO	Cuneiforme medial y primer metatarsiano	Peroneo profundo	FD, INV
Anterior	Extensor largo del dedo gordo	Peroné, MIO	Falange distal del dedo gordo	Peroneo profundo	FD del dedo gordo
Anterior	Extensor común largo de los dedos	Tibia y peroné, MIO	Falanges media y distal de los dedos 2° a 5°	Peroneo profundo	FD de los dedos
Anterior	Tercer peroneo	Peroné	Base del quinto metatarsiano	Peroneo profundo	FD, EV
Posterior superficial	Gemelos	Cóndilos femorales interno y externo	Calcáneo en el tendón de Aquiles	Tibial	FP del tobillo, flexión de la rodilla
Posterior superficial	Sóleo	Tibia y peroné	Calcáneo en el tendón de Aquiles	Tibial	FP
Posterior superficial	Plantar delgado	Cara externa del fémur	Calcáneo	Tibial	FP
Posterior profundo	Tibial posterior	Tibia, MIO	Escafoides y cara plantar de los metatarsianos 2° a 4°, cuboides, sustentáculo del astrágalo	Tibial	FP, INV
Posterior profundo	Flexor largo del dedo gordo	Peroné, MIO	Falange distal del dedo gordo	Tibial	FP del dedo gordo
Posterior profundo	Flexor común largo de los dedos	Tibia	Falanges distales de los dedos 2° a 5°	Tibial	FP de los dedos 2° a 5°
Lateral	Peroneo lateral largo	Tibia y peroné	Cuneiforme medial y base del quinto metatarsiano	Peroneo superficial	EV, FP
Lateral	Peroneo lateral corto	Peroné	Base del quinto metatarsiano	Peroneo superficial	EV, FP

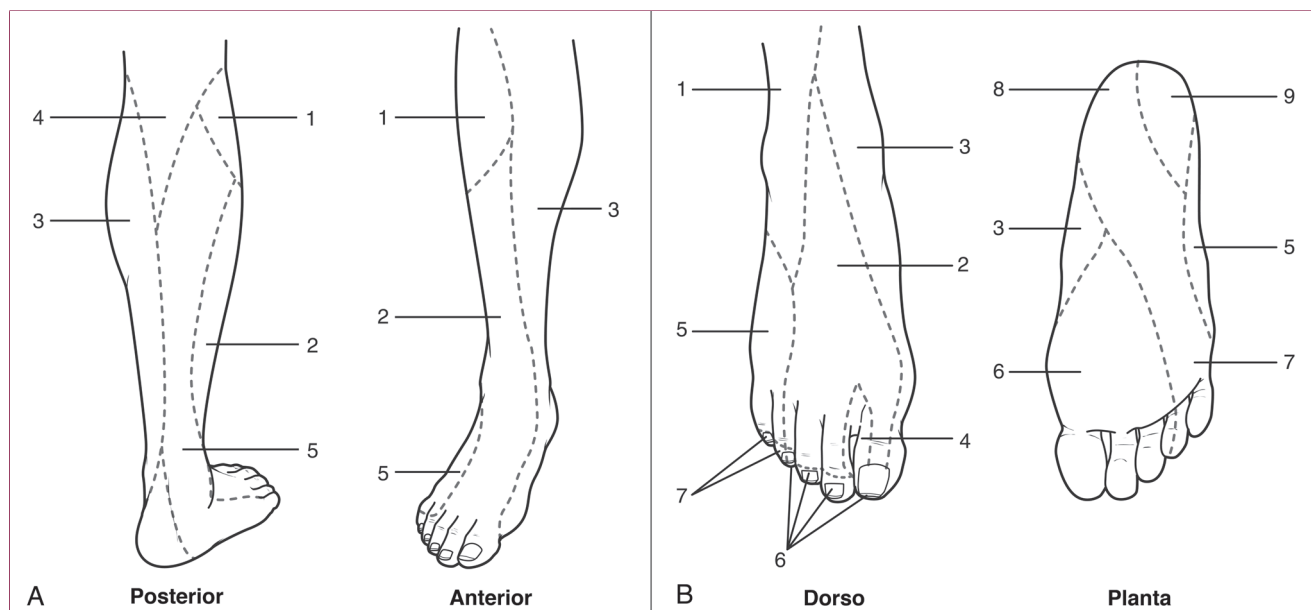
EV: eversión; FD: flexión dorsal; FP: flexión plantar; INV: inversión; MIO: membrana interósea.

- b. Segunda capa: en ella se sitúan los músculos cuadrado plantar y lumbricales, así como los tendones del flexor común largo de los dedos y el flexor largo del dedo gordo. En la superficie plantar de esta capa están las arterias y nervios mediales y laterales.
  - c. Tercera capa: contiene las cabezas oblicua y transversa del músculo aductor propio del dedo gordo, el flexor corto del dedo gordo y el flexor corto del quinto dedo.
  - d. Cuarta capa: es la más profunda. Contiene los túneles osteofibrosos por los que discurren los tendones del tibial posterior y el peroneo lateral largo hasta sus inserciones finales. También aloja los cuatro interóseos dorsales, tres interóseos plantares y cuatro músculos lumbricales.
3. Músculos del dorso del pie.
    - a. El extensor común corto de los dedos sale por fuera de la tuberosidad anterior del calcáneo.
    - b. En la parte interna está presente de forma variable el extensor corto del dedo gordo.
    - c. Cada uno de estos músculos contribuye a las vainas tendinosas de los tendones del extensor largo o se inserta directamente en la base de la correspondiente falange proximal.
    - d. Más profundamente a los músculos discurren la arteria dorsal del pie y el nervio peroneo profundo.
- C. Arterias
1. El tobillo y el pie se abastecen por tres arterias principales:
    - a. Arteria tibial posterior: se divide en las ramas plantares medial y lateral por debajo del sustentáculo.
    - b. Arteria peronea: sale del tronco tibioperoneo y forma la arteria perforante, que atraviesa la membrana interósea en el tercio distal de la pierna.



**Figura 3** Ilustraciones que representan la vascularización arterial del astrágalo. (Reproducida con la debida autorización de Gillerman RN, Mortensen WW: The arterial supply of the talus. *Foot Ankle* 1983;4:64-72.)

- c. Arteria tibial anterior: sale de la poplítea debajo de la rodilla y baja por el compartimento anterior de la pierna. Se anastomosa de modo variable con la rama perforante de la arteria peronea para formar la arteria dorsal del pie.
2. Arcadas plantares: Las arterias plantares medial y lateral se ramifican en ramas superficial y profunda, que se anastomosan distalmente en el medio-pié para formar las arcadas plantares superficial y profunda.
3. Distribuciones vasculares de interés.
  - a. Astrágalo (**Figura 3**).
    - El 60% de la superficie del astrágalo está cubierta por cartílago articular, lo que limita los posibles lugares de aporte arterial a cinco zonas del hueso: el canal tarsiano, el seno del tarso, el cuello superior, el cuerpo medial y la tuberosidad posterior.
    - Los estudios con inyección de contraste han demostrado que el cuello del astrágalo está bien vascularizado por un anillo anastomótico de arterias abastecidas dorsalmente por la arteria dorsal del pie, externamente por la arteria peronea perforante con su rama tarsiana lateral y por debajo por la arteria del canal tarsiano.
    - El cuerpo del astrágalo recibe la mayor del aporte sanguíneo retrógradamente de la arteria del canal tarsiano, lo que lo hace susceptible de osteonecrosis y no consolidación tras fracturas del cuello y luxaciones del astrágalo.
    - Estudios recientes con resonancia magnética con gadolinio han puesto de manifiesto que la mayor parte de la vascularización del astrágalo corre a cargo de la arteria tibial posterior, aportando flujo anterógrado a través de la tuberosidad posterior, lo que explica las menores tasas (30%-50%) de osteonecrosis traumática observadas en los estudios contemporáneos.
  - b. Escafoides.
    - La zona periférica está bien vascularizada, pero la central lo está algo menos.
    - El escafoides es propenso a fracturas por sobrecarga en su tercio dorsal, donde se concentran las fuerzas de compresión.
  - c. Quinto metatarsiano.
    - La principal arteria nutricia del quinto metatarsiano entra en el hueso medialmente en la unión de los tercios proximal y medio, para luego dividirse en vasos proximales y distales.



**Figura 4** Ilustraciones que representan los nervios de la pierna y del pie. **A**, Vistas posterior y anterior en las que se representa la innervación cutánea de la pierna y del tobillo. 1: nervio cutáneo sural lateral; 2: nervio peroneo superficial; 3: nervio safeno; 4: nervio femorocutáneo; 5: nervio sural. **B**, Vistas posterior y anterior en las que se representa la innervación cutánea del dorso y la planta del pie. 1: nervio peroneo cutáneo; 2: nervio safeno; 3: nervio peroneo superficial; 4: nervio peroneo profundo; 5: nervio sural; 6: nervio plantar medial; 7: nervio plantar lateral; 8: nervio calcáneo medial; 9: nervio calcáneo lateral.

- La vascularización proximal del quinto metatarsiano procede de la tuberosidad, creando una zona divisoria del flujo vascular en la unión entre metáfisis y diáfisis, zona proclive a fracturas por sobrecarga y a no consolidación.

#### D. Nervios del pie (Figura 4 y Tabla 2)

1. Nervio tibial: está situado en el compartimento posterior de la pierna y da tres ramas principales:
  - a. Nervio calcáneo medial: inerva la parte plantar interna del talón.
  - b. Nervio plantar medial: recoge la sensibilidad de la cara plantar interna del pie y las caras plantares de los tres primeros dedos y la mitad interna del cuarto. Aporta innervación motora al flexor corto del dedo gordo, el abductor del dedo gordo, el flexor común corto de los dedos y el primer lumbrical.
  - c. Nervio plantar lateral: recoge la sensibilidad de la cara plantar externa del pie y de la cara externa del cuarto dedo y el quinto dedo. La innervación motora va a los demás músculos plantares no inervados por el nervio plantar medial.
    - La primera rama del nervio plantar lateral (rama de Baxter) cursa por delante de la tuberosidad anterior interna del calcáneo entre el cuadrado plantar y el flexor común corto de los dedos, inervando terminalmente el abductor propio del quinto dedo.

- El nervio de Baxter está implicado en el dolor de talón, pero no recoge sensibilidad cutánea.

2. Nervio peroneo superficial: se divide en las ramas cutáneas medial y dorsal intermedia del pie antes de alcanzar el tobillo.
3. Nervio peroneo profundo: discurre por el compartimento anterior, donde inerva el tibial anterior, el extensor común largo de los dedos, el extensor largo del dedo gordo y el tendón del tibial posterior entre los tendones del tibial anterior y el extensor largo del dedo gordo. En el pie, inerva los músculos extensor común corto de los dedos y extensor corto del dedo gordo y recoge la sensibilidad del primer espacio intermetatarsiano dorsal.
4. Nervio sural: tiene un origen variable a partir de ramas confluentes de los nervios tibial y peroneo común. Recoge la sensibilidad de la cara dorsolateral del pie y de las caras dorsales de los dedos cuarto y quinto.
5. Nervio safeno: es la rama terminal del nervio femoral y recoge la sensibilidad de la parte interna del pie.

## II. Biomecánica

### A. Tobillo y sindesmosis

1. La articulación del tobillo está compuesta por la tibia, el peroné y el astrágalo.



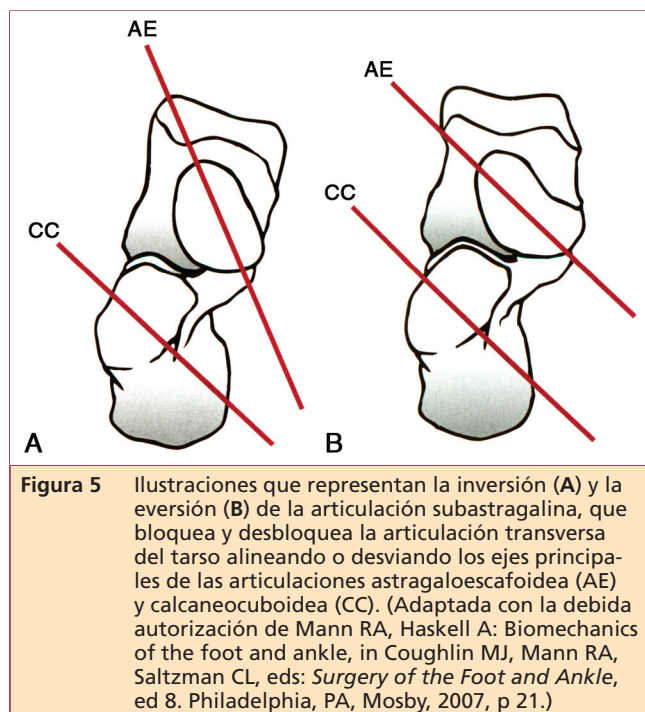
Tabla 2

## Nervios en riesgo en la cirugía del pie

Procedimiento	Nervio en riesgo	Localización anatómica
RAFI del peroné	Peroneo superficial	Atraviesa el peroné 7–11 cm proximal al extremo
Portal artroscópico anterolateral	Peroneo superficial	La flexión plantar del cuarto dedo permite visualización debajo de la piel
Portal artroscópico anteromedial, RAFI del maléolo interno	Safeno	Medial al tibial anterior
Abordaje anterior del tobillo, portal artroscópico central anterior	Peroneo profundo	Más profundo y entre el tibial anterior y el extensor largo del dedo gordo
RAFI del maléolo interno, portal artroscópico posteromedial	Tibial	Más profundo que el tibial posterior y el flexor común largo de los dedos, superficial al flexor largo del dedo gordo
Reconstrucción del peroné, RAFI del calcáneo, reconstrucción del ligamento lateral, portal artroscópico posterolateral	Sural	Anterolateral al tendón de Aquiles, a veces atraviesa el campo distal al peroné
RAFI del quinto metatarsiano	Sural	Dorsal y medial a la base del quinto metatarsiano
RAFI de esguince de Lisfranc	Peroneo profundo	Más profundo que el extensor corto del dedo gordo sobre el dorso de las bases de los metatarsianos primero y segundo, juntamente con la arteria dorsal del pie
Juanete (abordaje medial)	Cutáneo dorsal medial del dedo gordo	Tejido subcutáneo dorsal en situación medial al primer metatarsiano y la cabeza del mismo
Sesamoideos	Digital del dedo gordo	Inmediatamente plantar a los sesamoideos
Liberación de la aponeurosis plantar	Calcáneo medial	Puede atravesar la aponeurosis del abductor del dedo gordo del pie o la aponeurosis plantar al nivel de la zona de liberación

RAFI: reducción abierta y fijación interna.

- a. Su movilidad principal es la flexión dorsal y plantar.
- b. Con el pie fijo, la flexión dorsal se acompaña de rotación interna de la tibia; con la flexión plantar, hay rotación externa.
2. El eje bimaleolar está situado oblicuamente a  $82^\circ$  ( $\pm 4^\circ$ ) en el plano coronal y define la movilidad principal del tobillo.
  - a. El astrágalo es más ancho por delante que por detrás; la superficie de contacto de la cúpula del astrágalo aumenta y se desplaza hacia delante con la flexión dorsal.
  - b. En la flexión dorsal también aumenta la transmisión de cargas a los maléolos.
  - c. El peroné transmite aproximadamente el 10%-15% de la carga axial.
3. La sindesmosis tibioperonea permite la rotación y el desplazamiento proximal y distal del peroné con la tibia, pero apenas movimiento en los planos sagital o coronal.
- B. Retropié: Articulaciones subastragalina y transversa del tarso (Chopart).
  1. Estas articulaciones actúan mediante una serie de mecanismos acoplados para crear inversión y evasión del retropié y bloquear y desbloquear el mediopié.
  2. La articulación transversa del tarso está formada por las articulaciones astragaloescapóidea y calcaneocuboidea.
  3. La inversión de la articulación subastragalina bloquea la articulación transversa del tarso; la evasión la desbloquea (Figura 5).
  4. Las articulaciones son paralelas durante el apoyo del talón, cuando el calcáneo está en evasión, permitiendo la flexibilidad del mediopié para absorber el golpe al cargar el peso del cuerpo sobre el pie.
  5. Los ejes de la articulación están desviados cuando la articulación subastragalina se mueve hacia la inversión (p. ej., durante la impulsión), haciendo



que el pie no sea flexible y tenga un brazo de palanca impulsor rígido.

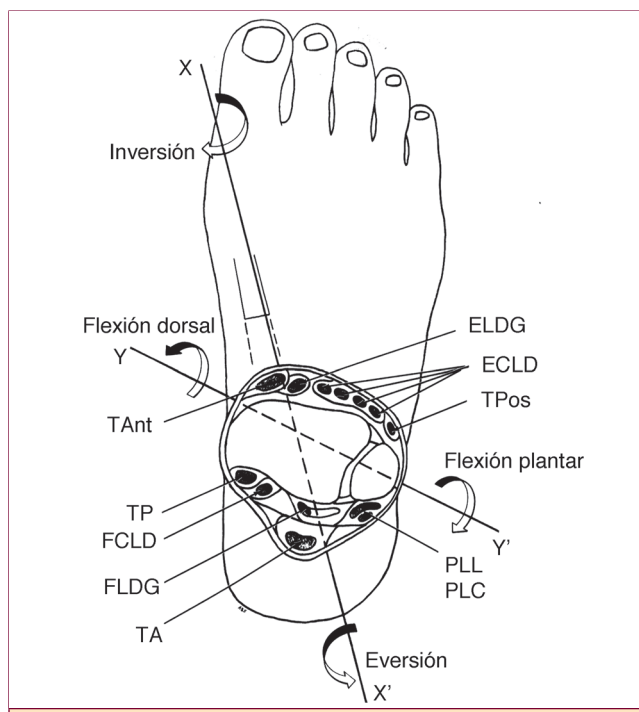
- En la **Figura 6** se muestran las relaciones de los tendones en el punto en que atraviesan las articulaciones del tobillo y subastragalina.

#### C. Articulación tarsometatarsiana y articulaciones del mediopie

- Las articulaciones intercuneiforme y escafocuneiforme apenas se mueven.
- Las articulaciones tarsometatarsianas cuarta y quinta son las más móviles, con un rango de movilidad de 5° a 17°. La segunda es la menos móvil, con 1° de movilidad.

#### D. Articulaciones metatarsofalángicas

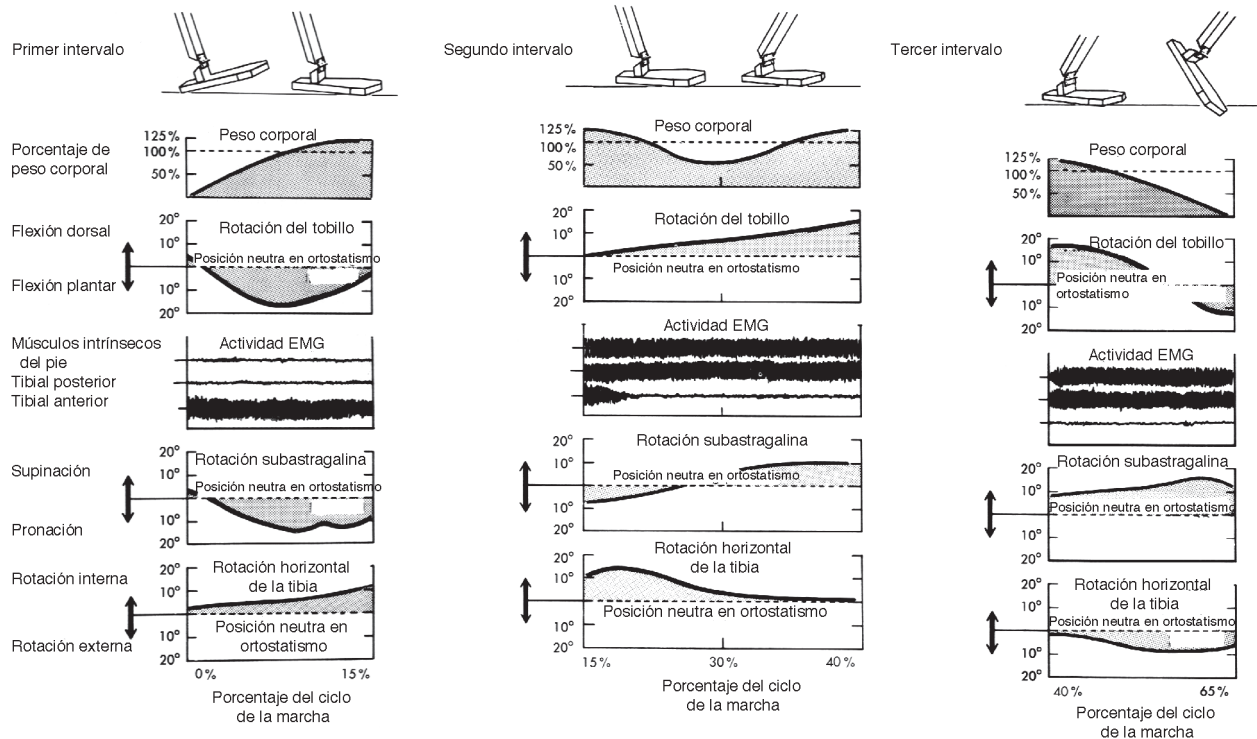
- El rango de movilidad normal de la articulación metatarsofalángica del dedo gordo es de 30° a 90°.
- La flexión dorsal de las articulaciones metatarsofalángicas durante la fase de impulsión tensa la aponeurosis plantar por un efecto de cabrestante, elevando el arco longitudinal e invirtiendo el talón.



**Figura 6** Ilustración que representa las relaciones de los tendones que atraviesan la articulación del tobillo con los ejes de las articulaciones subastragalina y tibioastragalina. Los tendones anteriores al eje del tobillo producen el movimiento de flexión dorsal, mientras que los tendones posteriores al eje del tobillo producen el movimiento de flexión plantar. Los tendones mediales al eje subastragalino causan inversión; los tendones laterales al eje subastragalino causan eversión. ELDG: extensor común largo de los dedos; ECLD: extensor común largo del dedo gordo; FCLD: flexor común largo de los dedos; FLDG: flexor largo del dedo gordo; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; TA: tendón de Aquiles; TAnt: tibial anterior; TP: tercer peroneo; TPos: tibial posterior. (Reproducida con la debida autorización de Sarrafian SK: *Anatomy of the Foot and Ankle, Descriptive, Topographic, Functional*, ed 2. Philadelphia, PA, Lippincott Williams & Wilkins, 1993, p 551.)

### III. Marcha

- Las fases de ciclo de la marcha se describen en el Capítulo 17.
- Los movimientos y la actividad de los músculos del tobillo durante los tres intervalos de la fase de balanceo se muestran en la **Figura 7**.



**Figura 7** Ilustraciones que resumen la actividad cinemática y electromiográfica durante los tres intervalos de la fase de apoyo de la marcha. EMG: electromiograma. (Reproducida con la debida autorización de Mann RA: Biomechanics of the foot and ankle, in Mann RA, Coughlin MJ, eds: *Surgery of the Foot and Ankle*, ed 6. St Louis, MO, Mosby, 1993, pp 29-31.)

## Puntos clave a recordar

1. La tensión del ligamento peroneoastragalino anterior aumenta con la flexión plantar, la inversión y la rotación interna; la del ligamento peroneocalcáneo aumenta en la flexión dorsal y la inversión.
2. El complejo ligamentoso calcaneoescafoideo plantar, que soporta la articulación astragaloescafoidea, tiene dos componentes separados, el superointerno y el inferior.
3. El ligamento de Lisfranc se origina en la cara plantar del cuneiforme interno y llega hasta la porción central de la metáfisis del segundo metatarsiano.
4. El tendón conjunto de los músculos aductores del dedo gordo se inserta en la cara lateral de la falange proximal y el sesamoideo externo.
5. Las fibras del tendón de Aquiles se retuercen medialmente 90° antes de su inserción, de tal modo que las fibras superficiales en la unión miotendinosa se insertan en la cara lateral del calcáneo.
6. El tendón del peroneo lateral corto va por encima y el del peroneo lateral largo por debajo de la tuberosidad peronea del calcáneo en el retináculo peroneo inferior.
7. El cuerpo del astrágalo recibe la mayor del aporte sanguíneo retrógradamente de la arteria del canal tarsiano, lo que lo hace susceptible de osteonecrosis y no consolidación tras fracturas del cuello.
8. Los nervios en riesgo durante la colocación de los portales para las artroscopias del tobillo son: anterolateral: nervio peroneo superficial; anteromedial: nervio safeno; central anterior: nervio peroneo profundo; postero-lateral: nervio sural; posteromedial: nervio tibial.
9. La inversión de la articulación subtalar bloquea la articulación transversa tarsiana y desvía los ejes de las articulaciones astragaloescafoidea y calcaneocuboides de la articulación transversa tarsiana (Chopart), reduciendo la movilidad y bloqueando el mediopié.
10. La articulación tarsometatarsiana que menos movilidad tiene es la segunda; las que más, la cuarta y la quinta.

## Bibliografía

Esquenazi A: Biomechanics of gait, in Vaccaro AR, ed: *Orthopaedic Knowledge Update*, ed 8. Rosemont, IL, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2005, pp 377-386.

Mann RA: Biomechanics of the foot and ankle, in Mann RA, ed: *Surgery of the Foot*, ed 7. St Louis, MO, Mosby, 1999, pp 2-35.

Miller AN, Prasarn ML, Dyke JP, Helfet DL, Lorch DG: Quantitative assessment of the vascularity of the talus with gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93(12):1116-1121.

Resch S: Functional anatomy and topography of the foot and ankle, in Myerson MS, ed: *Foot and Ankle Disorders*. Philadelphia, PA, WB Saunders, 2000, pp 25-49.

Sammarco VJ, Acevedo JJ: Clinical biomechanics of the foot and ankle, in Richardson EG, ed: *Orthopaedic Knowledge Update: Foot and Ankle*, ed 3. Rosemont, IL, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004, pp 207-218.

Sarrafian SK: *Anatomy of the Foot and Ankle*. Philadelphia, PA, JB Lippincott, 1983.

Warfel JH: *The Extremities: Muscles and Motor Points*, ed 6. Philadelphia, PA, Lea & Febiger, 1993.