

## Capítulo 8

# El sistema esquelético: el esqueleto apendicular



## El esqueleto apendicular y la homeostasis

Los huesos del esqueleto apendicular contribuyen a la homeostasis al proporcionar puntos de inserción y de palanca a los músculos que permiten el movimiento corporal; al brindar soporte y protección a diferentes órganos vitales, como también a los órganos reproductores; y al actuar como depósito de calcio.



Como se señaló en el capítulo 7, las dos principales divisiones del sistema esquelético son el esqueleto axial y el esqueleto apendicular. Se aprendió en ese mismo capítulo que la función general del esqueleto axial es la protección de los órganos internos; la función primaria del esqueleto apendicular, el tema de este capítulo, es el movimiento. El esqueleto apen-

dicular comprende los huesos de los miembros superiores e inferiores así como los huesos de las dos cinturas que unen los miembros al esqueleto axial. Los huesos del esqueleto apendicular están unidos entre sí y a los músculos esqueléticos permitiéndonos caminar, escribir, usar el ordenador, bailar, nadar y tocar un instrumento musical.

## CINTURA ESCAPULAR (HOMBRO)

### ▶ OBJETIVO

Identificar los huesos de la cintura escapular y sus principales accidentes.

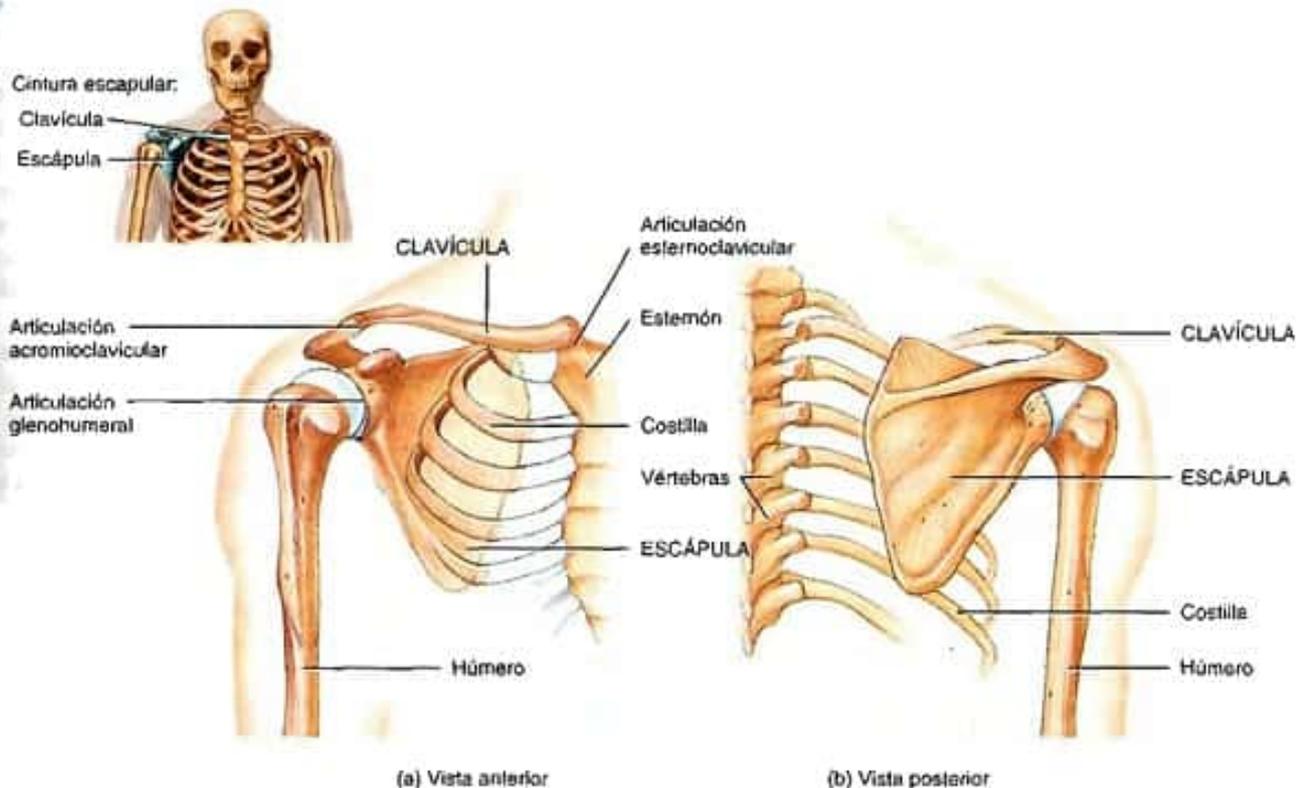
El cuerpo humano presenta dos cinturas escapulares que unen los huesos de los miembros superiores al esqueleto axial (fig. 8-1). Cada una de estas cinturas escapulares consta de una clavícula y una escápula. La clavícula se encuentra por delante y se articula con el manubrio del esternón formando la articulación esternoclavicular. La escápula se articula con la clavícula en la articulación acromioclavicular y con el húmero en la articulación glenohumeral (u hombro). La cintura escapular no se articula con la columna vertebral y se mantiene en su posición gracias a la acción de las inserciones musculares.

## Clavícula

La clavícula (de *clavicula*, llavecita), hueso fino en forma de "S", yace en forma horizontal a lo largo de la región anterior del tórax, por encima de la primera costilla (fig. 8-2). El hueso presenta forma de "S" gracias a su porción medial convexa por delante y a su porción lateral cóncava por delante. El extremo medial, llamado *extremidad esternal*, es redondeado y se articula con el manubrio del esternón para formar la *articulación esternoclavicular*. El extremo lateral ancho y plano, o *extremidad acromial*, se articula con el acromion de la escápula para formar la *articulación acromioclavicular* (véase fig. 8-1). El *tubérculo conoideo* en la cara inferior de su porción lateral es el sitio de inserción del ligamento homónimo, que une la clavícula con la escápula. Como su nombre lo indica, la *impresión del ligamento costoclavicular* en la cara inferior del extremo ester-

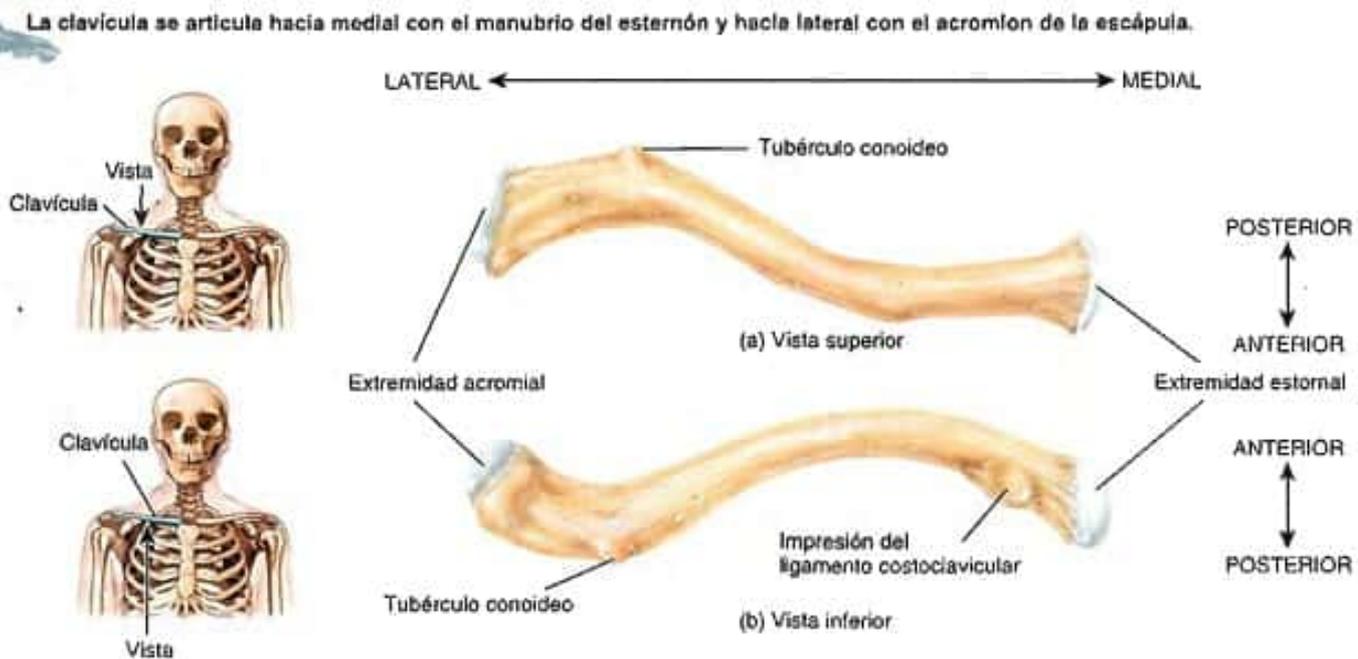
Fig. 8-1 Cintura escapular (hombro) derecha. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body*, Second Edition, Figura 3-1.)

La clavícula es el hueso anterior de la cintura escapular y la escápula es el hueso posterior.



¿Cuál es la función de la cintura escapular?

Fig. 8-2 Clavícula derecha.



¿Cuál es la parte más frágil de la clavícula?

nal ofrece la inserción del ligamento costoclavicular (véase fig. 8-2b), el cual une la clavícula con la primera costilla.

### Fractura de clavícula

La clavícula transmite la fuerza mecánica del miembro superior al tronco. Si la fuerza transmitida a la clavícula es excesiva, como cuando uno cae sobre su brazo extendido, puede provocarse una **fractura de clavícula**. Éste es uno de los huesos que se fracturan con mayor frecuencia. Como la unión de las dos curvas es la zona más frágil, la región media de la clavícula es el sitio de fractura más frecuente. Aun en ausencia de fractura, la compresión provocada en la clavícula por el cinturón de seguridad habitualmente genera daño en el nervio mediano, el cual se encuentra entre la clavícula y la segunda costilla. Una fractura de clavícula se trata habitualmente con un cabestrillo para evitar el movimiento del brazo hacia afuera. ■

### Escápula

Cada **escápula** u **omóplato** es un hueso grande, triangular y plano, situado en la parte posterior del tórax en la región comprendida entre la segunda y la séptima costilla (fig. 8-3). Una cresta denominada **espina** atraviesa diagonalmente la cara posterior del cuerpo triangular y angosto de la escápula (fig. 8-3b). El extremo lateral de la espina se continúa como una expansión plana denominada **acromion**, que puede palparse fácilmente en el extremo superior del hombro. Los sastres miden el largo del miembro superior desde el acromion. Por debajo del acromion hay una depresión poco profun-

da, la **cavidad glenoidea**, donde se articula la cabeza del húmero (hueso del brazo) para formar la **articulación glenohumeral** (véase fig. 8-1).

El extremo delgado de la escápula cercano a la columna vertebral se denomina **borde medial** (o **vertebral**). El extremo fino de la escápula próximo al brazo se llama **borde lateral** (o **axilar**). Los bordes medial y lateral se unen en el **ángulo inferior**. El extremo superior de la escápula es llamado el **borde superior**, el cual se une al borde medial en el **ángulo superior**. La **escotadura de la escápula** es una muesca que se encuentra en el borde superior por donde pasa el nervio supraescapular.

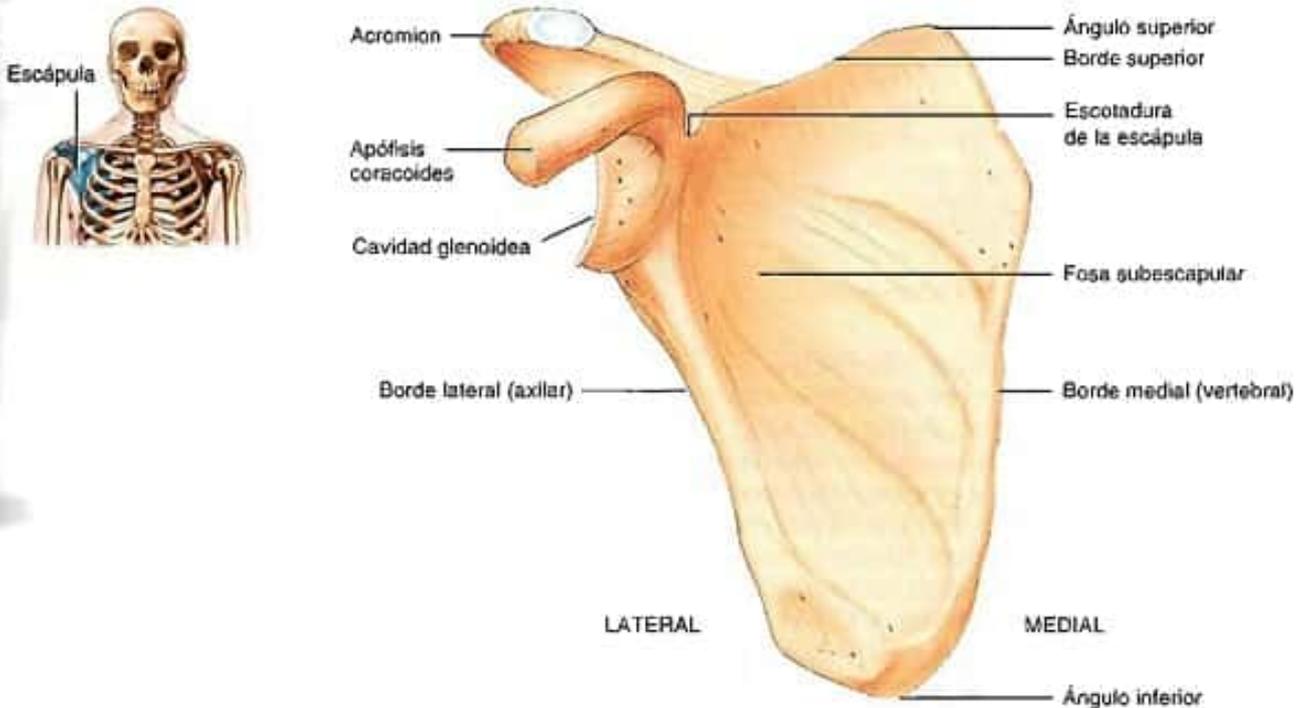
En el extremo lateral del borde superior de la escápula hay una proyección de la cara anterior denominada **apófisis coracoides**, en la cual se insertan músculos (pectoral menor, coracobraquial y bíceps braquial) y ligamentos (coracoacromial, conoide y trapecioide). Por arriba y por debajo de la espina en la cara posterior de la escápula, se ven dos fosas: la **fosa supraespinosa** y la **fosa infraespinosa**, respectivamente. Ambas actúan como sitio de inserción para los tendones de los músculos supraespinoso e infraespinoso del hombro. En la cara anterior de la escápula hay una zona levemente excavada llamada **fosa subescapular**, también es sitio de inserción para tendones de los músculos del hombro.

### ► PREGUNTAS DE REVISIÓN

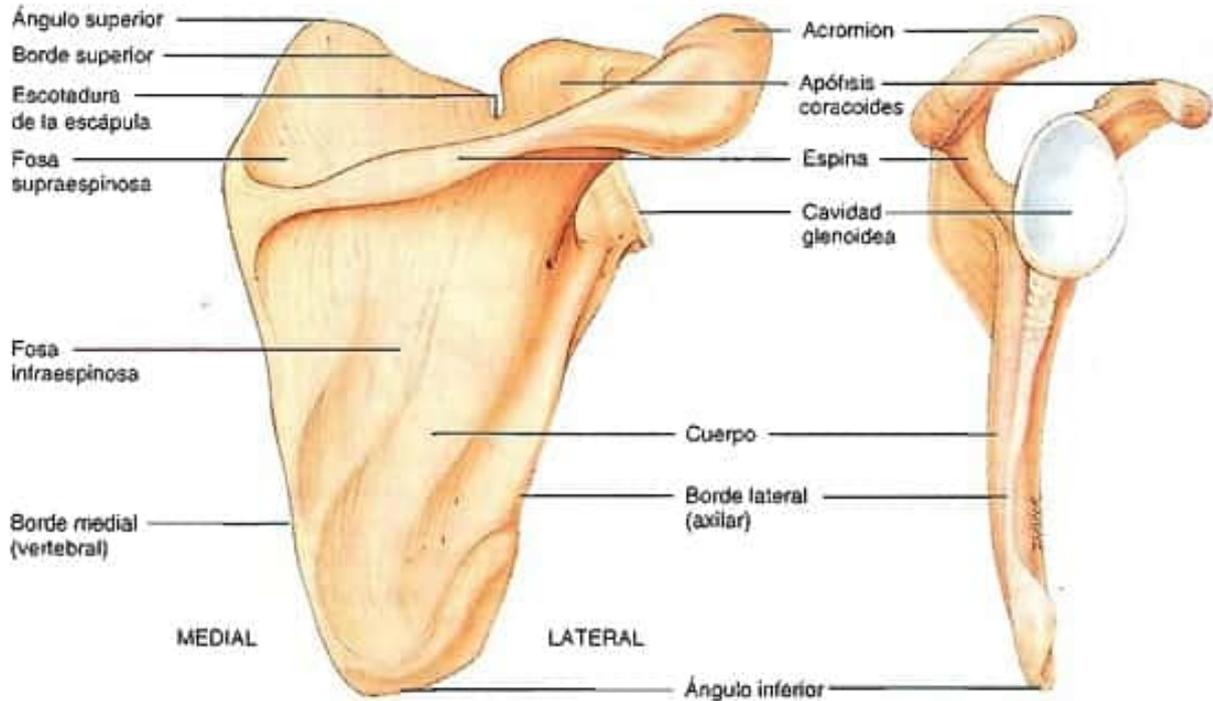
1. ¿Qué hueso o partes del hueso de la cintura escapular forman las articulaciones esternoclavicular, acromioclavicular y glenohumeral?

Fig. 8-3 Escápula derecha. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*, Figura 3-22.)

La cavidad glenoidea de la escápula se articula con la cabeza del húmero y forma la articulación glenohumeral (hombro).



(a) Vista anterior



(b) Vista posterior

(c) Vista lateral

¿Qué parte de la escápula conforma el punto más alto del hombro?

## MIEMBRO (EXTREMIDAD) SUPERIOR

### ▶ OBJETIVOS

Identificar los huesos del miembro superior y sus principales accidentes.

Describir las articulaciones entre los huesos del miembro superior.

Cada miembro superior (extremidad superior) presenta 30 huesos en tres locaciones distintas: 1) el húmero en el brazo; 2) el cúbito y el radio en el antebrazo; 3) los 8 carpianos en el carpo (muñeca), los 5 metacarpianos en el metacarpo (palma) y las 14 falanges (huesos de los dedos) en la mano (fig. 8-4).

### Húmero

El **húmero**, hueso del brazo, es el más grande y largo del miembro superior (fig. 8-5). Se articula en el extremo proximal con la escápula y a nivel distal, en el codo, con dos huesos, el cúbito y el radio.

El extremo proximal del húmero tiene una *cabeza* redondeada que se articula con la cavidad glenoidea de la escápula formando la *articulación glenohumeral*. Distal a la cabeza se encuentra el *cuello anatómico*, que tiene el aspecto de surco oblicuo. El *tubérculo mayor (troquíter)* es una proyección lateral y distal al cuello anatómico. Es el accidente óseo palpable más lateral del hombro. El *tubérculo menor (troquíln)* se proyecta hacia adelante. Entre los dos tubérculos se encuentra un canal denominado *surco intertubercular (corredera bicipital)*. El *cuello quirúrgico* es la parte estrecha, distal a los tubérculos, donde la cabeza se afina hacia el cuerpo del húmero; se denomina así debido a que es una zona frecuente de fractura.

El *cuerpo* del húmero es aproximadamente cilíndrico en su extremo proximal, pero se torna triangular en forma gradual hasta volverse plano y ancho hacia su extremo distal. Lateralmente, en la porción medial del cuerpo, se encuentra una zona rugosa en forma de "V" llamada *tuberosidad deltoides*. Esta área actúa como sitio de inserción para los tendones del músculo deltoides.

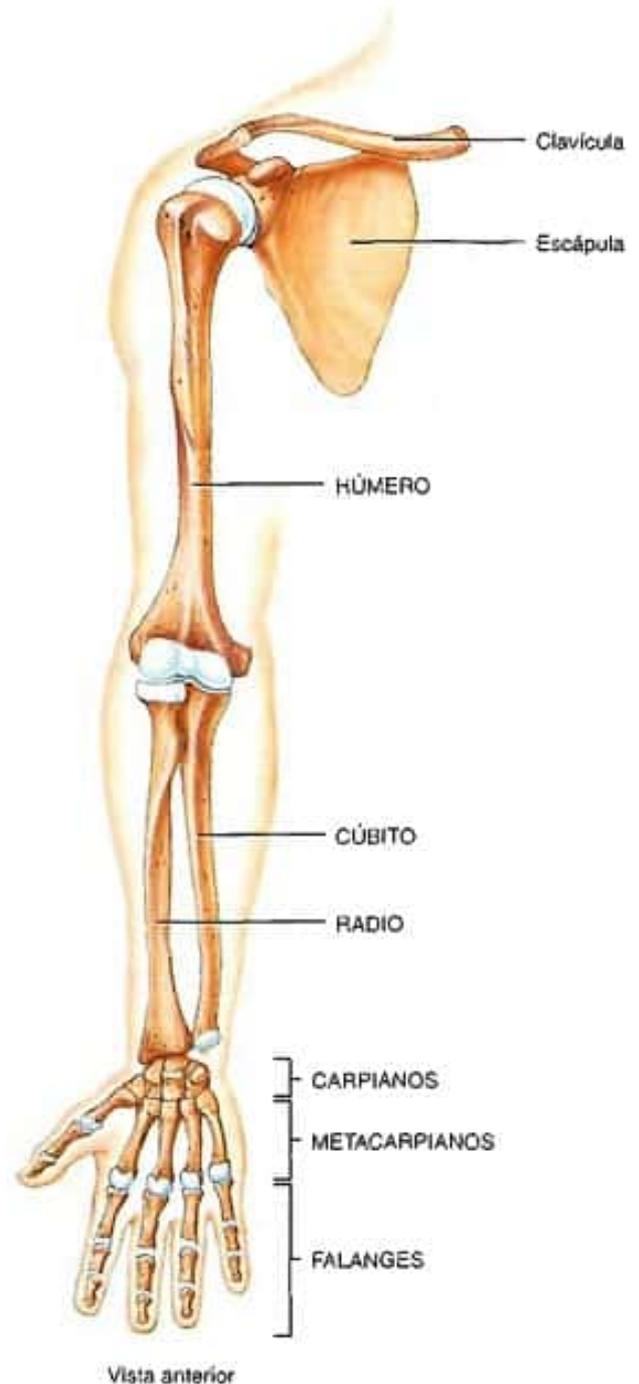
El extremo distal del húmero tiene varios accidentes. El *capítulo (cóndilo) humeral* es una prominencia redondeada en la parte lateral del hueso que se articula con la cabeza del radio. La *fosa radial* es una depresión anterior que aloja la cabeza del radio cuando el antebrazo se encuentra totalmente flexionado. La *tróclea*, de localización medial al cóndilo humeral, presenta forma de carrete y se articula con el cúbito. La *fosa coronoidea* es una depresión anterior que recibe la apófisis coronoideas del cúbito cuando el antebrazo se encuentra completamente flexionado. La *fosa olecraneana* es la depresión posterior que aloja al olécranon del cúbito cuando el antebrazo se encuentra extendido. Los *epicóndilos medial y lateral* son proyecciones presentes en ambos lados del extremo distal del húmero y proveen sitio de inserción a la mayoría de los tendones de los músculos del antebrazo. El nervio cubital, que provoca un dolor comparable al causado por una corriente eléctrica leve al golpearse el codo, puede palparse fácilmente al mover un dedo sobre la piel que cubre la superficie del epicóndilo medial o epitróclea.

### Cúbito y radio

El **cúbito** se encuentra localizado en la región medial (del lado del meñique) del antebrazo y es más largo que el radio (fig. 8-6). En

Fig. 8-4 Miembro superior derecho.

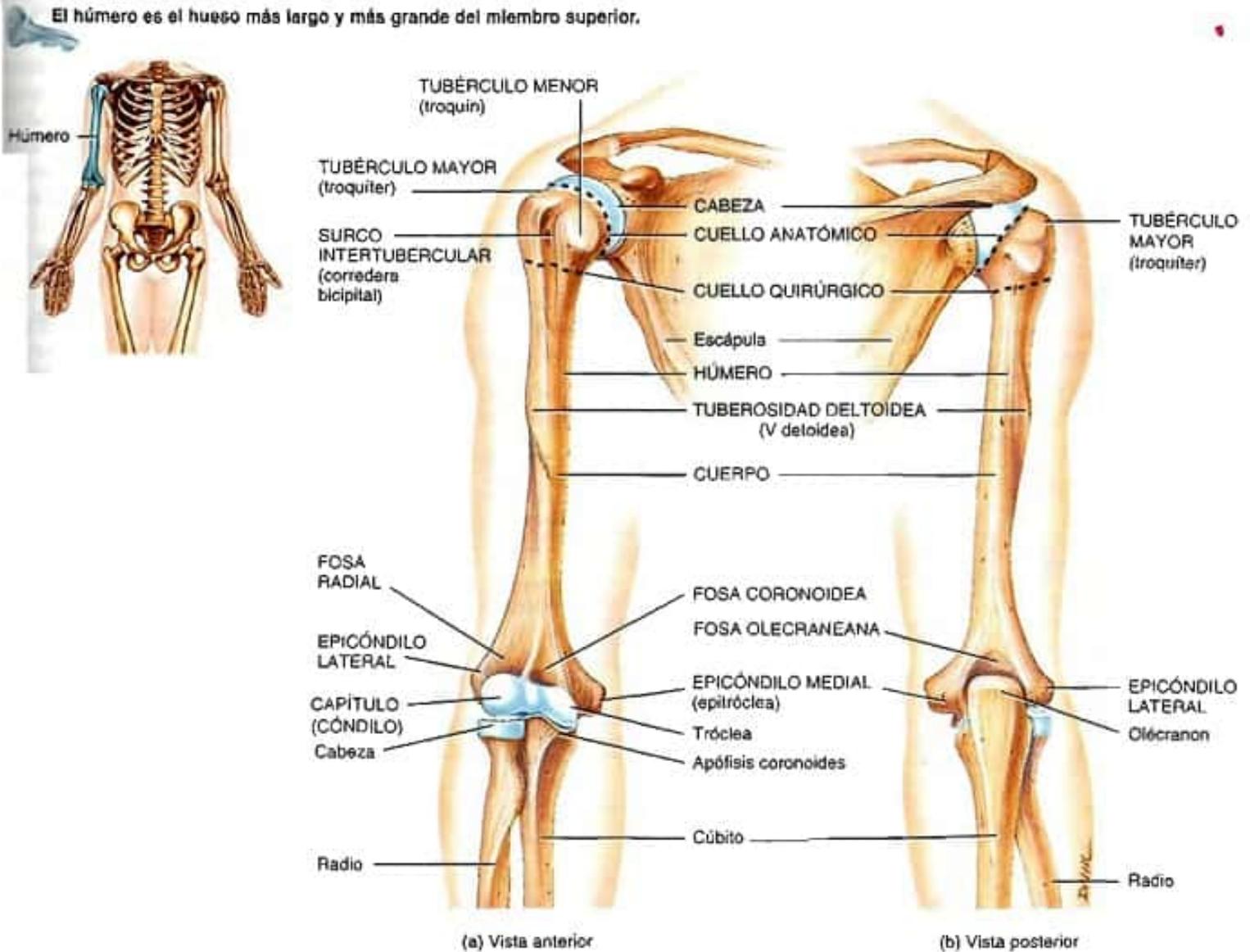
Cada miembro superior está conformado por el húmero, el cúbito, el radio y los huesos del carpo, del metacarpo, y las falanges.



¿Cuántos huesos hay en cada miembro superior?

**Fig. 8-5** El húmero derecho y sus relaciones con la escápula, el cúbito y el radio. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*, Figura 3-23.)

El húmero es el hueso más largo y más grande del miembro superior.



¿Qué parte del húmero se articula con el radio en el codo? ¿Y con el cúbito?

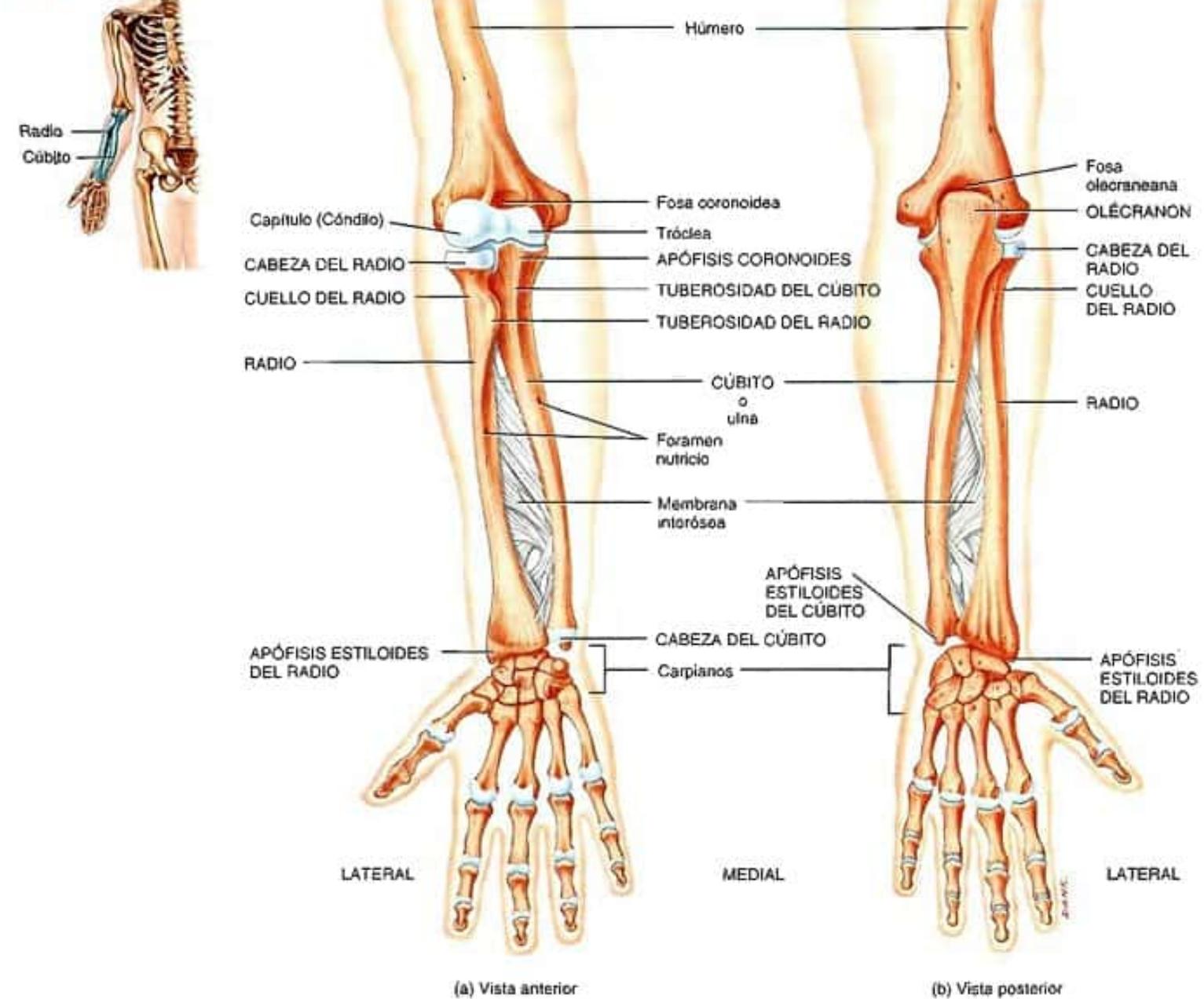
el extremo proximal del cúbito puede observarse el *olécranon* (fig. 8-6b), que forma la prominencia del codo. Junto al olécranon, el hueso presenta una proyección anterior denominada *apófisis coronoides* (fig. 8-6a) que recibe la tróclea del húmero. La *escotadura troclear* es una gran área curvada entre el olécranon y la apófisis coronoides, que forma parte de la articulación del codo (fig. 8-7b). La cara lateral de la apófisis coronoides presenta una depresión, la *escotadura radial*, que se articula con la cabeza del radio. Debajo de la apófisis coronoides se encuentra la *tuberosidad del cúbito*, donde se inserta el bíceps braquial. El extremo distal del cúbito está formado por la *cabeza*, que está separada de la muñeca por un disco fibrocartilaginoso. En la parte posterior del extremo distal del cúbito se

observa una pequeña *apófisis estiloides*. Ésta actúa como sitio de inserción para el ligamento colateral de la muñeca.

El *radio* se encuentra en la región lateral (del lado del pulgar) del antebrazo (fig. 8-6). Su extremo proximal presenta una *cabeza* con forma de disco que se articula con el capítulo (cóndilo) del húmero y con la escotadura radial del cúbito. Por debajo de la cabeza hay una región más estrecha, el *cuello*. Por debajo de éste, hacia el extremo medial del hueso, se observa un área rugosa denominada *tuberosidad del radio*, punto de inserción para los tendones del músculo bíceps braquial. El cuerpo del radio se ensancha distalmente hasta formar una *apófisis estiloides* en la porción lateral del hueso, que puede palparse cerca del pulgar. La apófisis estiloides actúa co-

**Fig. 8-6** El cúbito y el radio derechos y sus relaciones con el húmero y los huesos del carpo. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*, Figura 3-24.)

En el antebrazo, el cúbito es el hueso más largo y está en la porción medial, y el radio, más corto, en la porción lateral.



¿Qué parte del cúbito forma el codo?

mo punto de inserción tanto para el músculo braquiorradial (supinador largo) como para el ligamento colateral radial de la muñeca. La fractura del extremo distal del radio es la fractura más frecuente en adultos de más de 50 años.

El cúbito y el radio forman, junto al húmero, la *articulación del codo*. Ésta es una articulación doble formada por la cabeza del radio, que articula con el cóndilo humeral (fig. 8-7a) y por la escota-

dura troclear del cúbito, que articula con la tróclea del húmero (fig. 8-7b).

El cúbito y el radio están conectados en tres sitios. En primer lugar a través de un tejido fibroso conectivo, ancho y plano, denominado *membrana interósea* (inter-, de *inter*, entre, y ósea, de *os*, hueso), que une los bordes de ambos huesos. Esta membrana actúa además como sitio de inserción para algunos de los tendones de los

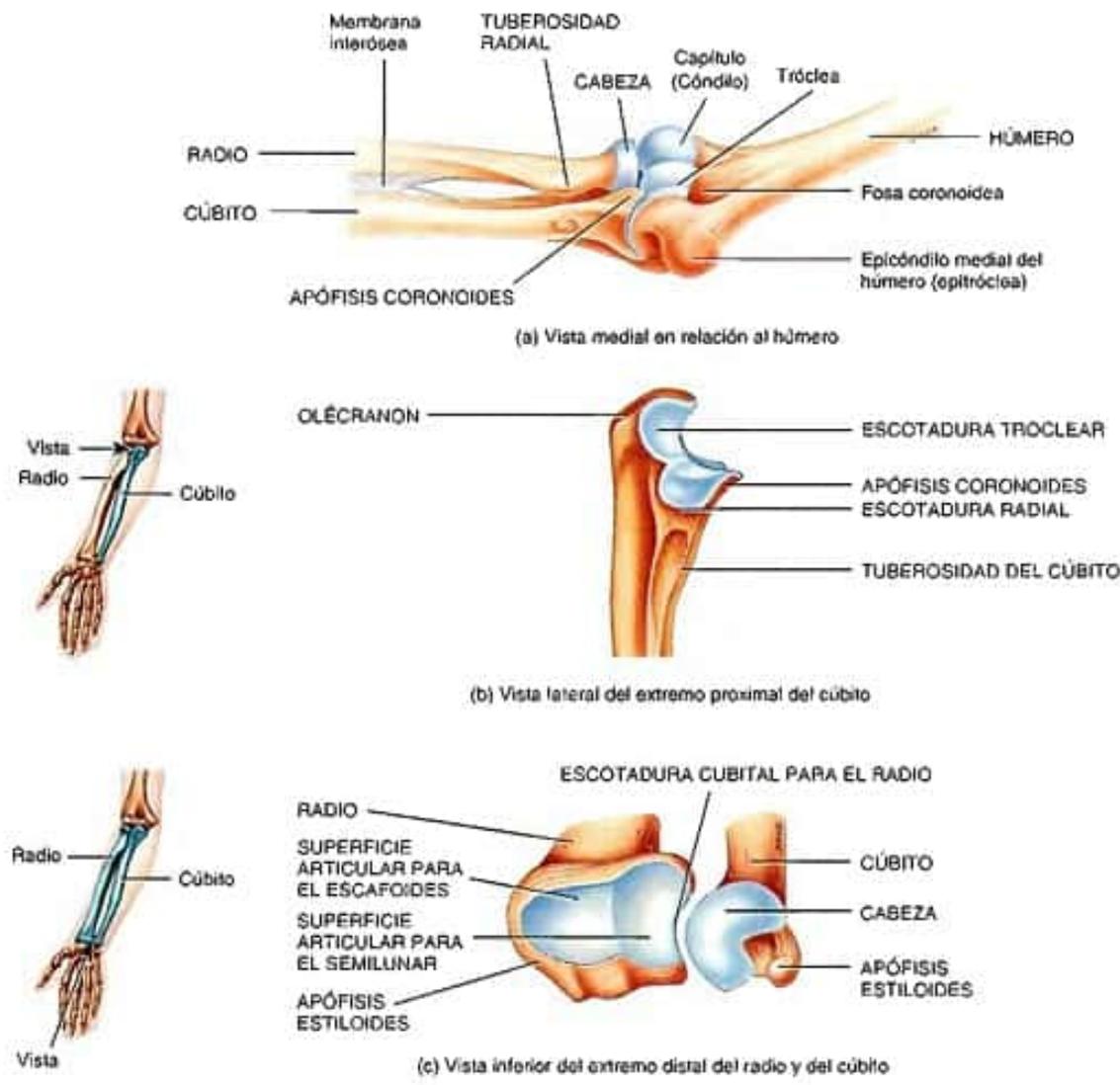
Músculos esqueléticos más profundos del antebrazo. En sus extremos distal y proximal, el cúbito y el radio se articulan directamente. Proximalmente, la cabeza del radio se articula con la *escotadura radial* del cúbito, una depresión lateral e inferior a la *escotadura troclear* (fig. 8-7b). Esta articulación es la *articulación radiocubital proximal*. Distalmente, la cabeza del cúbito se articula con la *escotadura cubital* del radio (fig. 8-7c). Ésta es la *articulación radiocubital distal*. Por último, el extremo distal del radio se articula con tres huesos de la muñeca —el semilunar, el escafoides y el trapecio— para formar la *articulación radiocarpiana (de la muñeca)*.

### Carpianos, metacarpianos y falanges

El *carpo* (muñeca) es la región proximal de la mano y se encuentra formada por ocho pequeños huesos, denominados *carpianos*, unidos entre sí a través de diversos ligamentos (fig. 8-8). Las articulaciones entre los huesos carpianos se denominan *intercarpianas*. Los huesos carpianos se disponen en dos filas de cuatro huesos cada una. Sus nombres reflejan su forma. En la fila proximal se encuentran, de lateral a medial, el *escafoides* (con forma de barco), el *semilunar* (con forma de medialuna), el *piramidal* y el *pisiforme*.

**Fig. 8-7** Articulaciones formadas entre el cúbito y el radio. (a) Articulación del codo. (b) Superficies articulares del extremo proximal del cúbito. (c) Superficies articulares de los extremos distales del radio y del cúbito. El cúbito y el radio también se encuentran unidos por la membrana interósea.

La articulación del codo es una articulación doble formada por la unión entre: 1) la escotadura troclear del cúbito con la tróclea del húmero y 2) la cabeza del radio con el cóndilo del húmero.



¿Cuántos sitios de unión hay entre el radio y el cúbito?

(se asemeja a un guisante). Los que pertenecen a la fila distal son, también de lateral a medial, el **trapezio** (figura de 4 lados con 2 de ellos no paralelos), el **trapezoide** (figura de 4 lados con 2 de ellos paralelos), el **grande** y el **ganchoso**.

El hueso grande, el más grande de todos los huesos del carpo, se articula con el semilunar. El ganchoso se denomina de esta forma por la protuberancia en forma de gancho de su cara anterior. En cerca del 70% de las fracturas de muñeca, sólo el escafoides se fractura. Esto se debe a que la fuerza de una caída sobre una mano estirada se transmite desde el hueso grande al radio a través del escafoides.

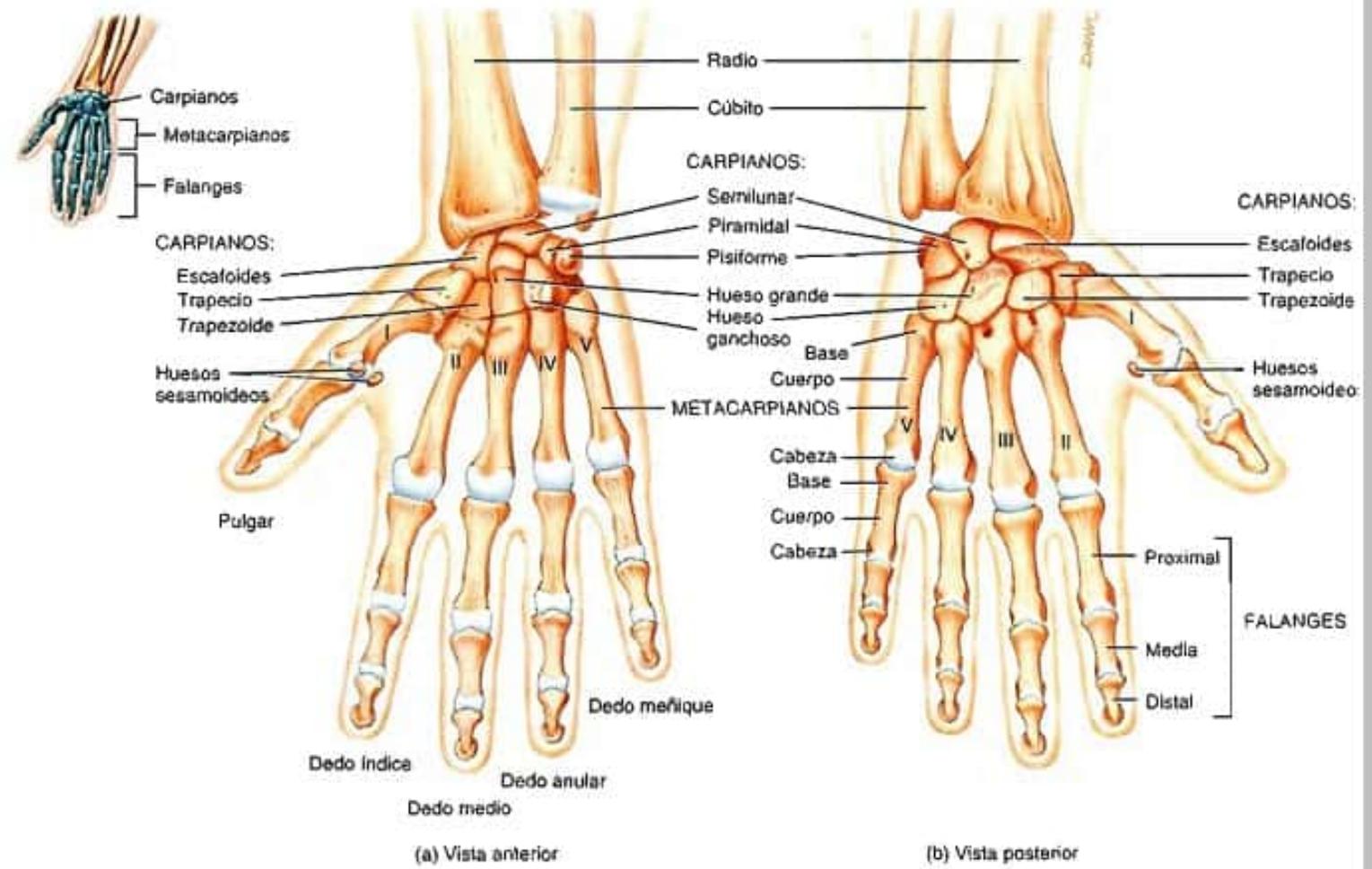
El espacio cóncavo formado por los huesos pisiforme y ganchoso (en el lado cubital de la muñeca) y por el escafoides y el trapezio

(en el lado de la región radial) junto al *retináculo flexor* (bandas fibrosas de la fascia profunda) se denomina **túnel carpiano**. Los tendones de los músculos flexores largos de los dedos y del pulgar, atraviesan el túnel carpiano junto con el nervio mediano. La reducción significativa del tamaño del túnel carpiano, como la que ocurre por procesos inflamatorios, pueden causar el síndrome del túnel carpiano (descrito en la p. 378).

El **metacarpo** (meta-, de *metá*, después de) o palma, es la región intermedia de la mano y está constituida por cinco huesos denominados **metacarpianos**. Cada hueso metacarpiano presenta una *base* proximal, un *cuerpo* intermedio, y una *cabeza* distal (fig. 8-8b). Los huesos metacarpianos se numeran de I a V (o de I a 5), desde el

**Fig. 8-8 Muñeca y mano derechas y sus relaciones con el cúbito y el radio.**

El esqueleto de la mano está formado por los huesos del carpo (proximales), los huesos del metacarpo (intermedios), y las falanges (distales)



¿Cuál es el hueso de la muñeca que se fractura con mayor frecuencia?

pulgar, de lateral a medial. Sus bases se articulan con los huesos de la fila distal del carpo formando las *articulaciones carpometacarpianas*. Sus cabezas se unen a las falanges proximales formando las *articulaciones metacarpofalángicas*. Las cabezas de los metacarpianos, vulgarmente denominadas "nudillos", se pueden observar fácilmente en un puño cerrado.

Las **falanges** (de *phalanx*, línea de combate), huesos de los dedos, conforman la parte distal de la mano. Hay catorce falanges en cada mano, y, al igual que los huesos metacarpianos, se enumeran de primera a quinta, comenzando por el pulgar, de lateral a medial. Cada hueso del dedo se denomina falange. Cada una presenta una *base* proximal, un *cuerpo* intermedio y una *cabeza* distal. El pulgar consta de dos falanges, mientras que los cuatro dedos restantes presentan tres falanges cada uno. Partiendo desde el pulgar hacia la región lateral, los dedos se denominan índice, medio, anular y meñique. La primera fila de falanges, o *fila proximal*, se articula con los huesos del metacarpo y con la segunda fila de falanges. La segunda fila de falanges, o *fila media*, se articula con la primera y con la tercera filas, la tercera es la *fila distal*. Las articulaciones entre las falanges se denominan *interfalángicas*.

### ► PREGUNTAS DE REVISIÓN

- Nombre los huesos del miembro superior, de proximal a distal.
- Describa las articulaciones del miembro superior.

## CINTURA PELVIANA (CADERA)

### ► OBJETIVOS

- Identificar los huesos de la cintura pelviana y sus principales accidentes.
- Describir la división de la cintura pelviana en pelvis falsa y verdadera.

La **cintura pelviana** (o **cadera**) consta de dos huesos de la **cadera** o **coxales** (fig. 8-9). Los dos huesos coxales se unen por delante a través de la **sínfisis del pubis**. Por detrás se unen al sacro y forman la **articulación sacroiliaca**. Este anillo completo formado por los huesos coxales, la sínfisis del pubis y el sacro forman la **pelvis** (de *pelvis*, lebrillo) **ósea**. Ésta provee un soporte sólido y estable a la columna vertebral y a los órganos de la pelvis. Además, la cintura de la pelvis ósea conecta el esqueleto axial con los huesos del miembro inferior.

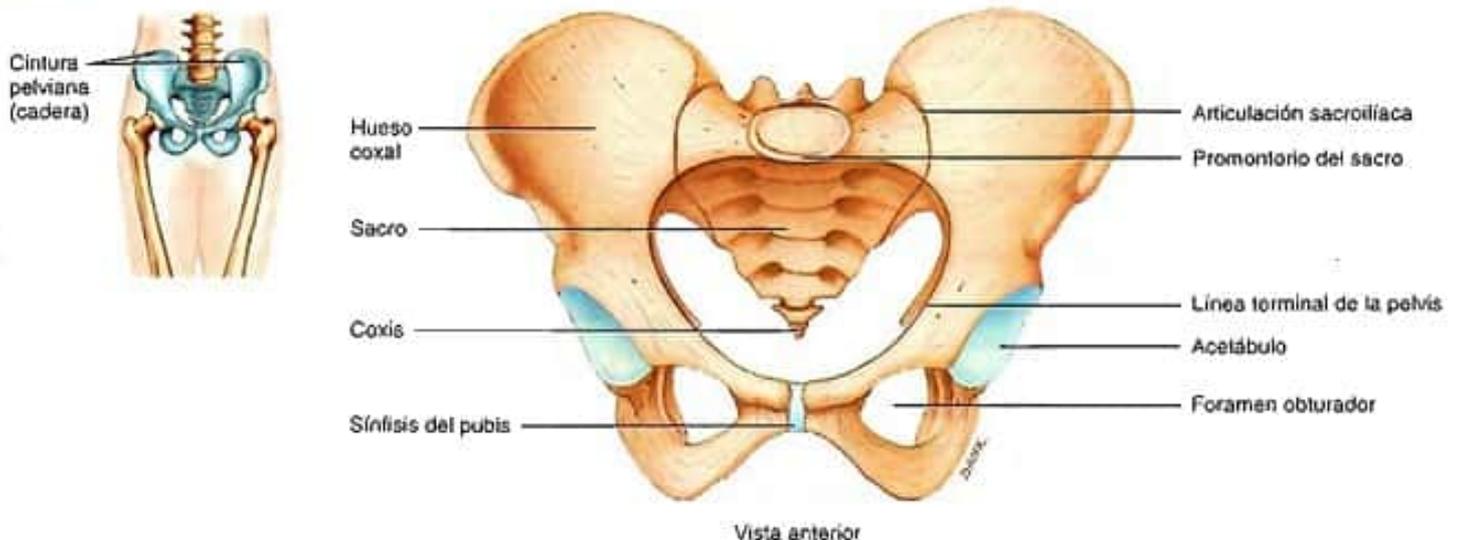
Cada uno de los huesos coxales está formado, en el recién nacido, por tres huesos separados por cartílago: la porción superior es el **ilion**, la inferior y anterior es el **pubis**, y la inferior y posterior es el **isquion**. Hacia los 23 años estos huesos terminan de fusionarse (fig. 8-10a). A pesar de funcionar como una unidad, los anatomistas generalmente estudian los tres huesos por separado.

### Ilion

El **ilion** (de *ilium*, flanco) es el más grande de los componentes del hueso coxal (fig. 8-10b, c), está formado por un *ala* superior y

**Fig. 8-9 Pelvis ósea.** Se muestra la pelvis ósea femenina. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*, Figura 3-27.)

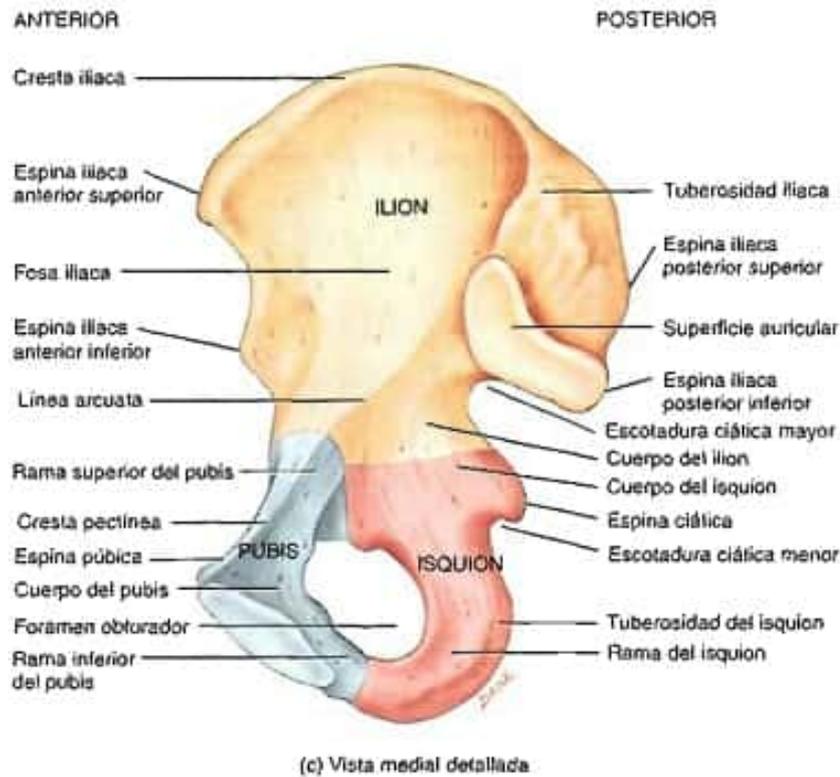
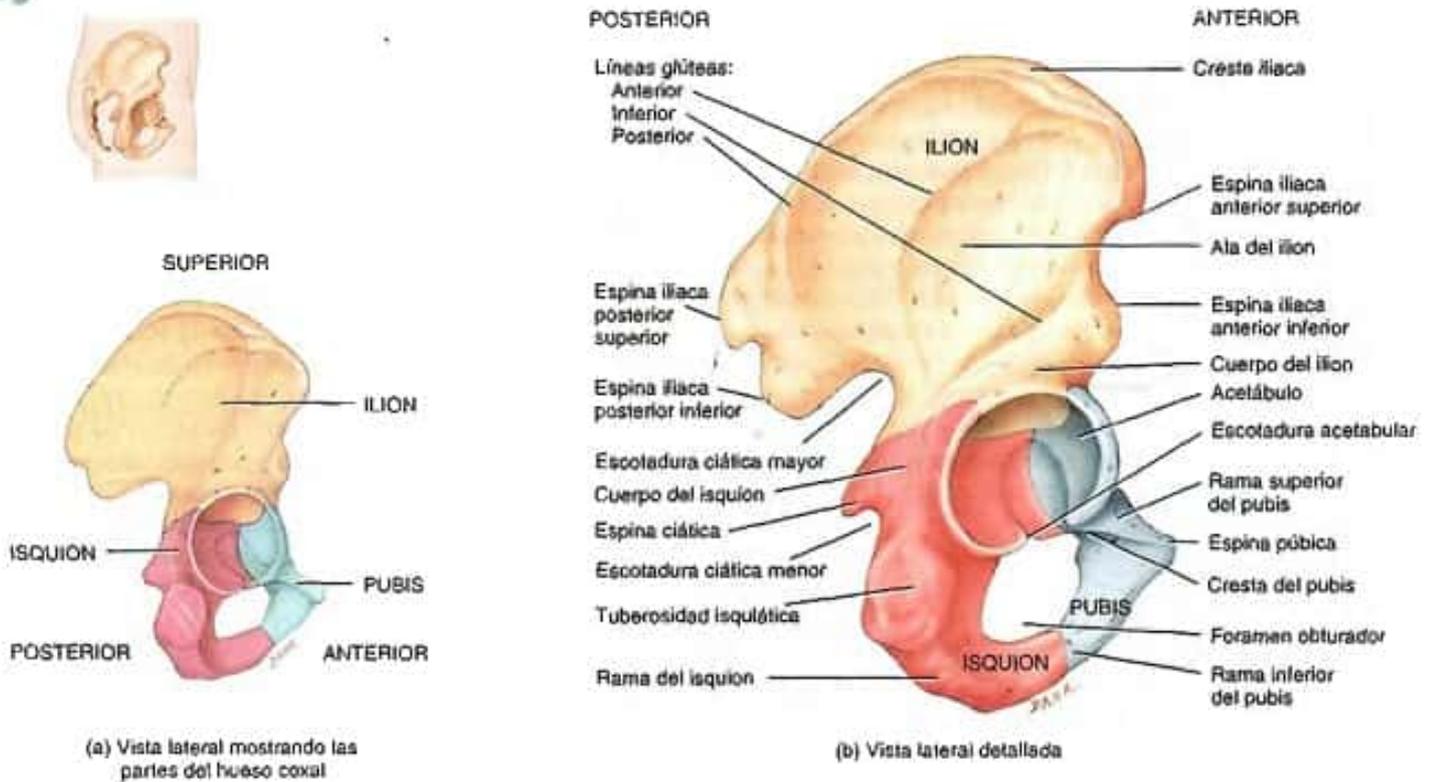
Los huesos coxales se unen por delante en la sínfisis del pubis y por detrás se articulan con el sacro, formando la pelvis ósea.



¿Cuáles son las funciones de la pelvis ósea?

**Fig. 8-10** Hueso coxal derecho. Las líneas de unión entre el ilion, isquion y pubis no son siempre visibles en el adulto. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, Figura 3-26.*)

El acetábulo es la concavidad formada por la convergencia de las tres partes del hueso coxal.



¿Qué parte del hueso coxal se articula con el fémur? ¿Y con el sacro?



un cuerpo inferior. El cuerpo ayuda a conformar el *acetábulo*, cavidad donde se articula la cabeza del fémur. La *cresta iliaca*, el borde superior del ilion, termina hacia adelante presentando una saliente, la *espina iliaca anterior superior*. Por debajo de ésta se encuentra la espina iliaca anterior inferior. De la misma manera, el ángulo posterior de la cresta iliaca presenta la *espina iliaca posterior superior*. Los hematomas en la espina iliaca anterior superior y tejidos blandos son típicos de los deportes de contacto. Debajo de la espina iliaca anterosuperior se observa la *espina iliaca posterior inferior*. Las espinas sirven como sitio de inserción a numerosos tendones de músculos del tronco, la cadera y los muslos. Por debajo de la espina iliaca posterior inferior, la *escotadura ciática mayor* permite el pasaje del nervio ciático, el nervio más largo del cuerpo.

La cara interna del ilion presenta una porción cóncava, la *fosa iliaca*, sitio de inserción para los tendones de los músculos ilíacos. Posterior a la fosa iliaca se encuentran la *tuberosidad del ilion*, donde se fija el ligamento sacroiliaco y la *cara auricular*, que junto al sacro forma la *articulación sacroiliaca* (véase fig. 8-9). Proyectándose en sentido anterior e inferior desde la cara auricular se encuentra la *línea arcuata redonda*.

La cara externa del ilion presenta otras tres marcas llamativas denominadas *líneas glúteas anterior, posterior e inferior*, entre las que se insertan los tendones de los músculos glúteos.

## Isquion

El *isquion* (de *ischion*, cadera) comprende la porción inferior y posterior del hueso coxal (fig. 8-10b, c); está compuesto por el *cuerpo superior*, y la *rama inferior*, que se fusiona con el pubis. Los accidentes del isquion incluyen la prominente *espina ciática*, la *escotadura ciática menor* por debajo de la espina ciática; y una *tuberosidad isquiótica* rugosa y engrosada. Esta tuberosidad prominente puede lastimar el muslo de una persona cuando uno se sienta sobre su regazo. En su conjunto, el ramo del isquion y el pubis rodean el *foramen obturador* (u orificio isquiopúbico), el mayor foramen del esqueleto. Éste es atravesado por vasos sanguíneos y nervios, y el resto se encuentra casi completamente cubierto por la *membrana obturatriz*.

## Pubis

El *pubis* se encuentra en la parte inferior y anterior del hueso coxal (fig. 8-10b, c). Se divide en dos *ramas superior e inferior*, unidas por el *cuerpo*. El borde anterior del cuerpo del pubis se denomina *cresta del pubis* y su extremo lateral presenta una proyección denominada *espina púbica*. Esta espina es el inicio de una línea elevada, la *cresta pectínea*, que se extiende en sentido superolateral a lo largo de la rama superior para continuarse con la línea arcuata del ilion. Estas líneas, como se verá en breve, son referencias importantes para distinguir entre las porciones superior e inferior de la pelvis ósea.

La *sífnisis del pubis* es la articulación de los dos huesos coxales (véase fig. 8-9). Está formada por un disco fibrocartilaginoso. Por debajo de esta unión, las ramas inferiores de los dos huesos púbicos convergen formando el *arco del pubis*. Durante las últimas etapas del embarazo, la hormona relaxina (producida por los ovarios y

por la placenta) aumenta la flexibilidad de la sífnisis del pubis y facilita el parto. La debilidad de la articulación, junto con el desplazamiento del centro de gravedad producida por el útero agrandado, provocan además cambios en el andar durante el embarazo.

El *acetábulo* es una fosa profunda formada por el ilion, el isquion y el pubis. Funciona como un receptáculo que aloja la cabeza redondeada del fémur. La unión de ambos, el acetábulo y la cabeza del fémur, forma la *articulación de la cadera* (o *coxo femoral*). La porción inferior del acetábulo es una indentación profunda, la *escotadura acetabular*. Éste es atravesado por vasos sanguíneos y nervios, y permite la inserción a diversos ligamentos del fémur (entre ellos al ligamento de la cabeza del fémur).

## Pelvis mayor y pelvis menor

La pelvis ósea se divide en una porción superior y una inferior a través del límite marcado por la *línea terminal* (fig. 8-11a). Ésta puede trazarse siguiendo los accidentes de las diferentes porciones de ambos huesos coxales, que forman el contorno de un plano oblicuo. Comienza por detrás en el *promontorio del sacro* en el hueso sacro y continúa hacia afuera y abajo por la *línea arcuata* del ilion. Sigue hacia abajo por la *eminencia iliopúbica* y la *cresta pectínea*. Finalmente, se dirige hacia adelante por la porción superior de la sífnisis del pubis. Estos puntos forman todos juntos un plano oblicuo que es más alto por detrás que por adelante. La circunferencia que rodea este plano es el anillo pelviano.

La porción de la pelvis ósea superior al estrecho superior se conoce como *pelvis mayor* o *pelvis falsa* (fig. 8-11b). Se encuentra delimitada por la porción lumbar de la *columna vertebral* por detrás, por la porción superior de los huesos coxales hacia lateral y por la pared abdominal hacia adelante. El espacio comprendido por la pelvis mayor es parte del abdomen; no contiene órganos pélvicos, excepto por la vejiga urinaria (cuando está llena) y por el útero durante el embarazo.

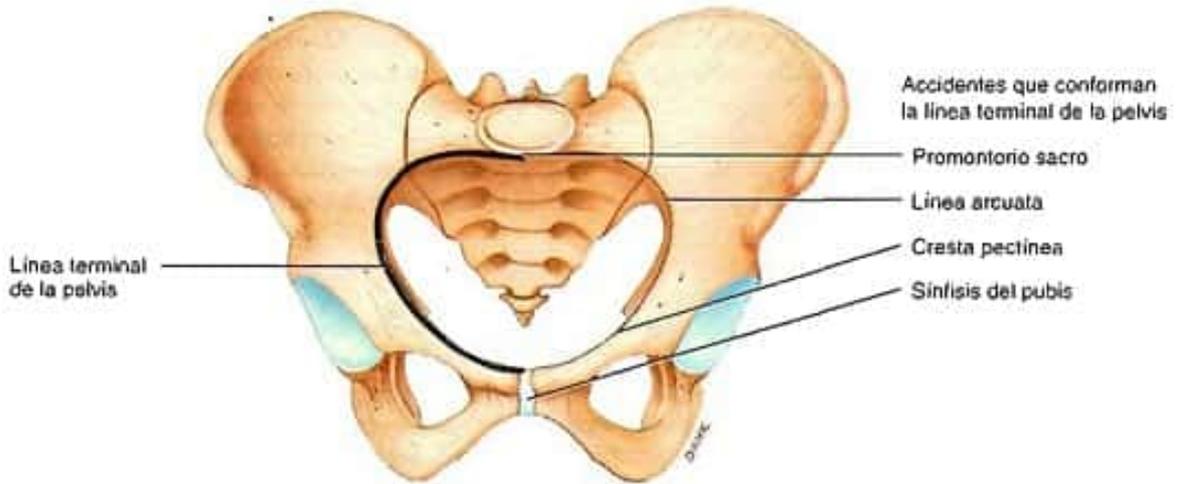
La porción de la pelvis ósea inferior al anillo pelviano se denomina *pelvis menor* o *pelvis verdadera* (fig. 8-11b). Se encuentra delimitada por el sacro y el coxis por detrás, por las porciones inferiores de los isquiones e iliones lateralmente y por el pubis por delante. La pelvis menor rodea la cavidad pelviana (véase fig. 1-9 en la p. 17). La apertura superior de la pelvis menor, circunscrita por el anillo pélvico se denomina *estrecho superior*; la apertura inferior de la pelvis menor es el *estrecho inferior*. El *eje de la pelvis* es una línea imaginaria que atraviesa la pelvis menor desde el centro del plano del estrecho superior hasta el centro del plano del estrecho inferior. Es la vía por donde pasa la cabeza del bebé a medida que desciende por la pelvis durante el parto.

## Pelvimetría

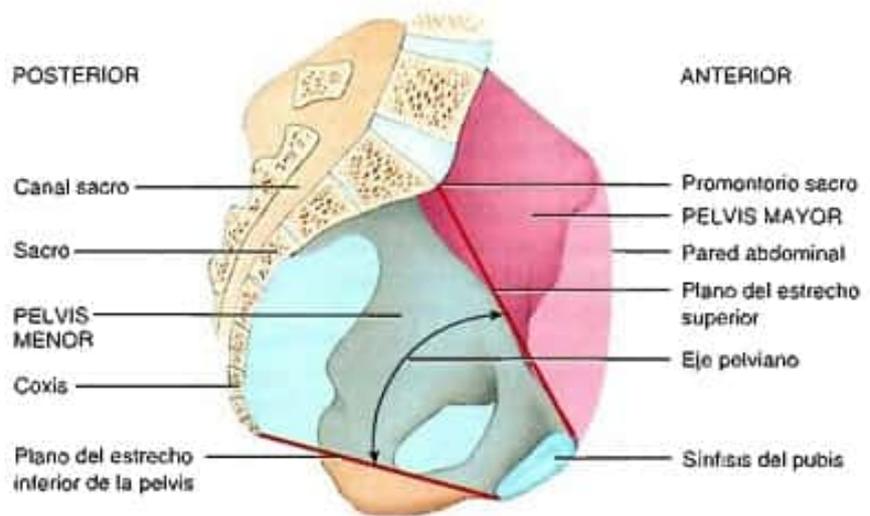
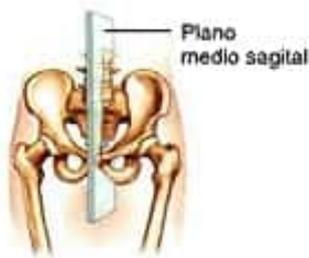
La *pelvimetría* es la medición de las dimensiones de la entrada y salida del canal del parto, las cuales se realizan mediante ecografía o a través del examen físico. Las mediciones de la cavidad pelviana son de suma importancia debido a que el feto debe atravesar la estrecha apertura de la pelvis durante el parto. Cuando se determina que la cavidad pelviana es demasiado pequeña para el pasaje del bebé, suele programarse una cesárea. ■

**Fig. 8-11 Pelvis mayor y pelvis menor. Pelvis femenina.** Con líneas didácticas, en la parte (a) se muestran los accidentes que conforman la línea terminal de la pelvis en la porción izquierda de la cadera, y se marca la línea terminal en la porción derecha. La línea terminal puede verse en su totalidad en la fig. 8-9. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*, Figura 3-27.)

La pelvis mayor y la menor están separadas por el estrecho superior de la pelvis limitado por la línea terminal.



(a) Vista anterior de la línea terminal de la pelvis



(b) Corte medio sagital donde se indica la localización de la pelvis mayor y menor

¿Cuál es la importancia del eje de la pelvis?

► PREGUNTAS DE REVISIÓN

4. Describa las características más distintivas de cada hueso de la cintura pelviana.
5. Distinga las diferencias entre la pelvis mayor y menor.

## COMPARACIÓN ENTRE LA PELVIS FEMENINA Y MASCULINA

► OBJETIVO

Comparar las principales diferencias estructurales entre la pelvis femenina y masculina.

Los huesos del hombre suelen ser más grandes, más pesados y presentan rugosidades superficiales más grandes que los de mujeres de la misma edad y estatura. Al comparar la pelvis femenina y la masculina encontramos diferencias muy evidentes en las características de los huesos en relación al sexo. La mayoría se debe a adaptaciones relacionadas con el embarazo y el parto. La pelvis femenina es más ancha y menos profunda que la masculina. Consecuentemente, hay más espacio en la pelvis menor femenina, especialmente en los estrechos superior e inferior, para facilitar el pasaje de la cabeza del niño durante el parto. Otras diferencias estructurales entre la pelvis masculina y femenina se presentan e ilustran en el cuadro 8-1.

► PREGUNTAS DE REVISIÓN

6. ¿Por qué son importantes las diferencias estructurales de la pelvis masculina y femenina?

## MIEMBRO (EXTREMIDAD) INFERIOR

► OBJETIVO

Identificar los huesos del miembro inferior y sus principales accidentes.

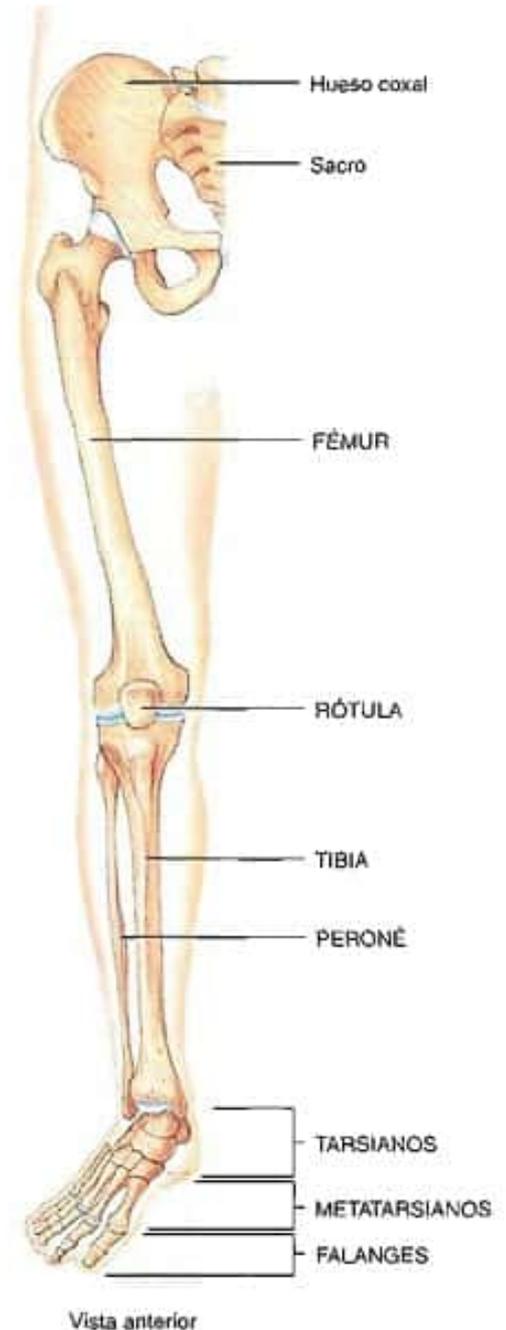
Cada miembro (extremidad) inferior presenta 30 huesos en cuatro sitios: 1) el fémur en el muslo; 2) la rótula; 3) la tibia y el peroné en la pierna; y 4) los 7 tarsianos del tarso (tobillo), los 5 metatarsianos en el metatarso y las 14 falanges (huesos de los dedos) en el pie (fig. 8-12).

### Fémur

El fémur, el hueso del muslo, es el más largo, más pesado y más resistente de todos los huesos del cuerpo (fig. 8-13). Su extremo proximal se articula con el acetábulo formando la articulación de la cadera. Su extremo distal se articula con la tibia y la rótula. El cuerpo (diáfisis) del fémur se inclina hacia medial, por lo que las rodillas se encuentran cerca de la línea media del cuerpo. La inclinación es mayor en las mujeres ya que su pelvis es más ancha.

Fig. 8-12 Miembro inferior derecho.

Cada miembro inferior presenta los huesos fémur, rótula, tibia, peroné, tarsianos (huesos del tobillo), metatarsianos, y falanges (huesos de los dedos).

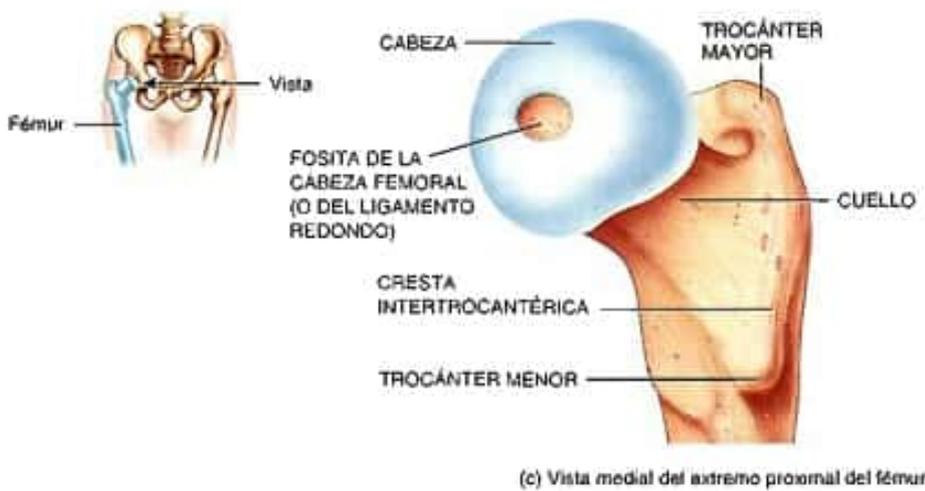
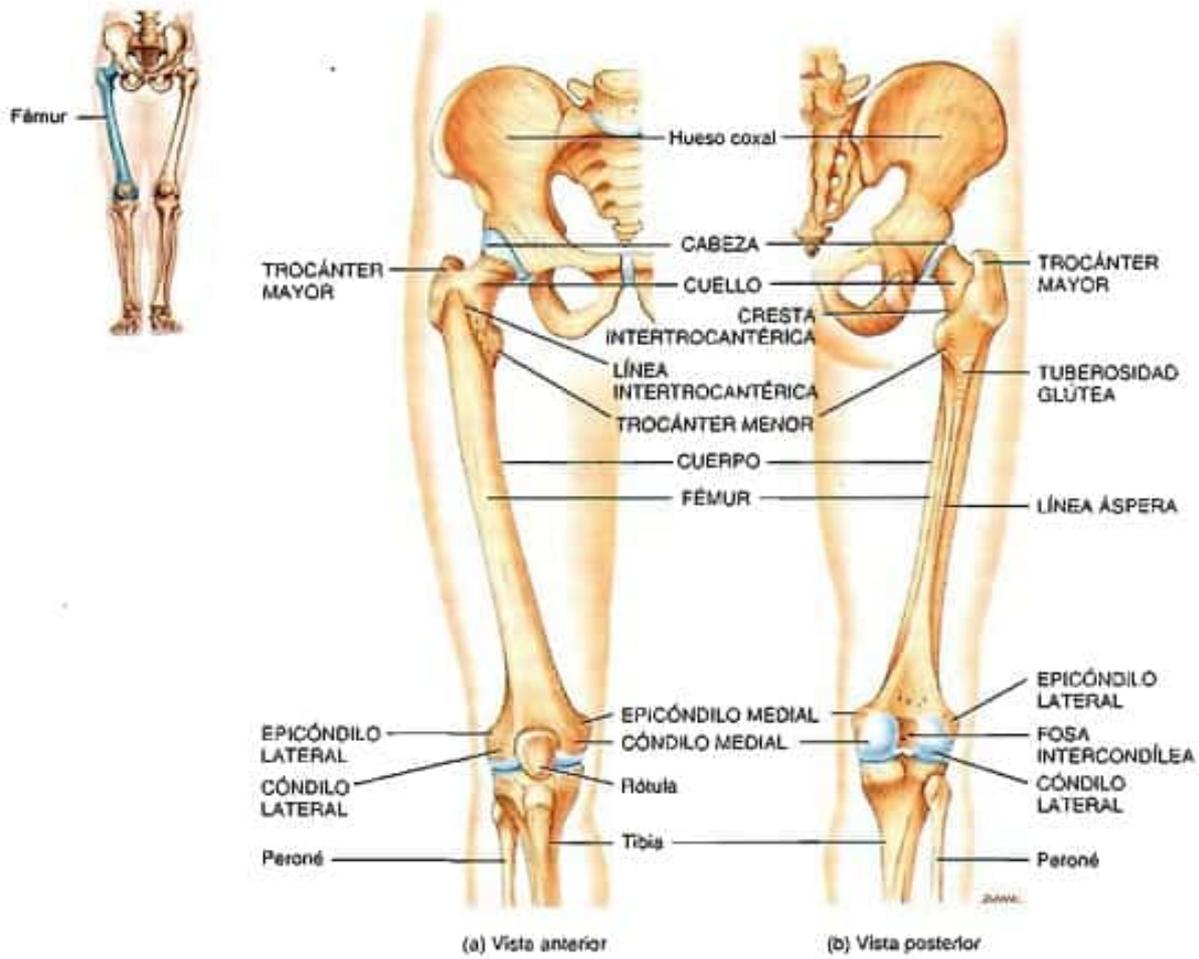


Vista anterior

¿Cuántos huesos conforman cada uno de los miembros inferiores?

**Fig. 8-13** Fémur derecho y su relación con los huesos coxal, rótula, tibia y peroné. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition, Figura 3-28.*)

El acetábulo del hueso coxal y la cabeza del fémur se articula y forma la articulación de la cadera.



¿Por qué el ángulo de convergencia del fémur es mayor en las mujeres que en los hombres?

El extremo proximal del fémur tiene la forma de una *cabeza* redondeada, que se articula con el acetábulo del hueso coxal, formando la *articulación de la cadera* (o *coxafemoral*). La cabeza presenta una depresión central denominada *fosa de la cabeza femoral* o *del ligamento redondo*. Este ligamento conecta la cabeza del fémur con el acetábulo. El *cuello* del fémur es una zona de constricción distal a la cabeza. En la "fractura de cadera" se ve comprometido más frecuentemente el cuello del fémur que el hueso coxal. El *trocánter mayor* y el *trocánter menor* son proyecciones surgidas de la zona de unión del cuello con el cuerpo y actúan como sitio de inserción para diferentes tendones de músculos del muslo y de la región glútea. El trocánter mayor puede palparse y verse por delante de la depresión en los costados de la cadera. Es un punto de referencia utilizado para localizar el sitio para las inyecciones intramusculares en la superficie lateral del muslo. El trocánter menor es inferior y medial al trocánter mayor. En la porción anterior comprendida entre los dos trocánteres se encuentra la angosta *línea intertrocantérica* (fig. 8-13a). En la región posterior comprendida entre los dos trocánteres se ve la *cresta intertrocantérica* (fig. 8-13b).

Por debajo a la cresta intertrocantérica, en la superficie posterior del cuerpo del fémur, se ve una cresta denominada *tuberosidad glútea*. Se funde hacia abajo con la *línea áspera*. En ambas se insertan tendones de diferentes músculos del muslo.

El extremo inferior del fémur contiene al *cóndilo medial* y al *cóndilo lateral*. Éstos se articulan con los cóndilos medial y lateral de la tibia. Por encima de los cóndilos se encuentran los *epicóndilos medial y lateral*, en los que se insertan ligamentos de la rodilla. Entre los cóndilos, en la parte posterior del extremo del fémur, se encuentra un área deprimida, la *fosa intercondílea*. La *carilla rotuliana* se localiza entre ambos cóndilos, en la porción anterior.

## Rótula

La *rótula* (de *rotula*, ruedecilla) es un hueso pequeño, triangular y aplanado, situado en la parte anterior de la rodilla (fig. 8-14). El ancho borde superior de este hueso sesamoideo, que se desarrolla a partir del tendón del músculo cuádriceps femoral, se llama *base*; el angostado extremo inferior se denomina *vértice*. La cara posterior del hueso presenta dos *carillas articulares*, una para el cóndilo medial del fémur y otra para el cóndilo lateral. El ligamento rotuliano une la rótula a la tuberosidad de la tibia. La *articulación femororrotuliana*, entre la cara posterior de la rótula y la cara rotuliana del fémur, es el componente intermedio de la *articulación tibiofemoral* (o *rodilla*). La rótula mejora la acción de palanca por parte del tendón del músculo cuádriceps femoral, mantiene la posición del tendón cuando la rodilla se encuentra flexionada y protege a la rodilla.

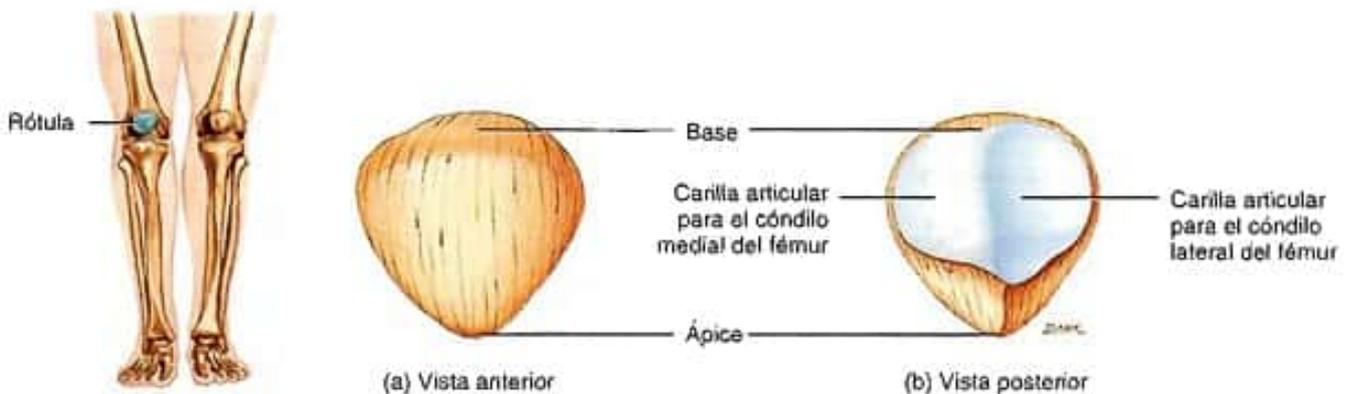


### Síndrome de estrés femororrotuliano

El *síndrome de estrés femororrotuliano* (rodilla del corredor) es uno de los problemas más comunes que experimentan los corredores. Durante los movimientos de flexión y extensión de la rodilla, la rótula se desplaza (desliza) hacia arriba y hacia abajo a través del surco entre los cóndilos del fémur. En el síndrome de estrés femororrotuliano, no se produce este desplazamiento normal sino que la rótula se desplaza en sentido lateral, además de hacia arriba y hacia abajo y el aumento de la presión en la articulación provoca dolor alrededor y debajo de la rótula. El dolor se presenta típicamente después de que la persona ha estado sentada un tiempo prolongado especialmente después del ejercicio. Empeora al agachar-

Fig. 8-14 Rótula derecha.

La rótula se articula con los cóndilos lateral y medial del fémur.



¿Como qué tipo de hueso se clasifica a la rótula? ¿Por qué?

se o al bajar las escaleras. Una de las causas de este síndrome es caminar, correr o trotar siempre por el mismo lado de la calle. Esto se debe a que las calles presentan declive hacia los lados, y la rodilla que se encuentra más cercana al centro de la calle presenta un estrés mecánico mayor ya que no se extiende por completo. Otros factores predisponentes son trotar en colinas o largas distancias y una deformidad anatómica denominada "knock knee" (piernas en X; véase p. 255). ■

## Tibia y peroné

La **tibia** o hueso de la canilla es el más largo, el medial y el que soporta el peso de los dos huesos de la pierna (fig. 8-15). La tibia se articula por su extremo proximal con el fémur y con el peroné y por su extremo distal con el peroné y con el astrágalo del tobillo. La tibia y el peroné, así como el codo y el radio, están unidos por una membrana interósea.

El extremo proximal lateral de la tibia presenta un *cóndilo medial* y un *cóndilo lateral*. Éstos se articulan con los cóndilos del fémur para formar las *articulaciones tibiofemorales* (de la rodilla). La superficie inferior del cóndilo lateral se articula con la cabeza del peroné. Los cóndilos levemente cóncavos se encuentran separados por una proyección ascendente, la *eminencia intercondílea* (fig. 8-15b). La *tuberosidad tibial* en el borde anterior es el sitio de inserción del ligamento rotuliano. La tuberosidad tibial se continúa hacia abajo a través de un borde afilado, que puede sentirse por debajo de la piel, denominado *borde (o cresta) anterior*, también conocido como *espina o canilla*.

La superficie medial del extremo distal de la tibia presenta el *maléolo interno*. Éste se articula con el astrágalo en el tobillo y juntos forman una prominencia que puede palparse en la cara medial del tobillo. La *escotadura peroneal* (fig. 8-15c) se articula con el extremo distal del peroné formando la *articulación tibioperonea distal*. De todos los huesos largos del cuerpo, la tibia es el que se fractura con mayor reiteración y, además, es el que presenta con mayor frecuencia fractura expuesta.

El **peroné** es paralelo y lateral a la tibia, pero es considerablemente más pequeño (véase fig. 8-15). La *cabeza* del peroné, su extremo proximal, se articula con la superficie inferior del cóndilo lateral de la tibia por debajo del nivel de la rodilla, formando la *articulación tibioperonea proximal*. El extremo distal presenta forma de punta de flecha y presenta una proyección llamada *maléolo externo* que se articula con el astrágalo del tobillo. Entre ambos forman la prominencia en la superficie lateral del tobillo. Como se ha dicho anteriormente, el peroné también se articula con la escotadura peroneal de la tibia, formando la *articulación tibioperonea distal*.

## Injertos óseos

El injerto de hueso generalmente consiste en tomar un trozo de hueso junto con su periostio y arteria nutricia de una parte del cuerpo para reemplazar el hueso ausente en otra parte. El hueso trasplantado restaura la irrigación al sitio trasplantado y eso permite la curación, por ejemplo, de una fractura. El peroné es una fuente común de hueso para trasplante, ya que aunque parte del hueso haya sido removido, se puede caminar, trotar y saltar normalmente. Hay que

recordar que la tibia es el hueso de la pierna que soporta el peso del cuerpo. ■

## Huesos del tarso, metatarsianos y falanges

El **tarso** (tobillo) es la región proximal del pie y está compuesto por los siete **huesos tarsianos** (fig. 8-16 de la p. 253). Éstos incluyen al **astrágalo** (de *astrágalos*, talón) y al **calcáneo**, en la parte posterior del pie. El calcáneo es el más grande y fuerte de los huesos del pie. Los huesos tarsianos anteriores son el **navicular escafoides** (forma de bote pequeño), tres **huesos cuneiformes** (forma de cuña), denominadas **cuñas tercera (medial)**, **segunda (intermedia)** y **primera (lateral)**, y el hueso **cuboides** (forma de cubo). Las articulaciones entre los huesos del tarso se denominan *intertarsianas*. El astrágalo, el más superior de los huesos del tarso, es el único hueso del pie que se articula con la tibia y el peroné. Se articula por un lado con el maléolo interno de la tibia y por el otro con el maléolo externo del peroné. Estas uniones forman la *articulación tibioastragalina* (tobillo). Al caminar, el astrágalo transmite aproximadamente la mitad del peso del cuerpo al calcáneo, el resto se distribuye entre los otros huesos del tarso.

El **metatarso**, la región intermedia del pie, se encuentra conformada por los cinco **huesos metatarsianos** que se numeran de I a V (o de 1 a 5), de medial a lateral (véase fig. 8-16, p. 253). Como los metacarpianos en la palma de la mano, cada metatarsiano presenta una *base* proximal, un *cuerpo* intermedio y una *cabeza* distal. Los metatarsianos se articulan proximalmente con las tres cuñas y con el hueso cuboides, conformando la *articulación tarsometatarsiana*. Distalmente, se articulan con las falanges proximales para formar las *articulaciones metatarsofalángicas*. El primer metatarsiano es más grueso que el resto ya que soporta mayor peso.

## Fracturas de los metatarsianos

Las **fracturas de los huesos metatarsianos** se producen cuando cae un objeto pesado sobre el pie o pasa un objeto pesado por encima de éste. Este tipo de fractura suele ser frecuente en bailarines, especialmente bailarinas de ballet. Cuando un bailarín de ballet que se encuentra bailando sobre la punta de sus dedos pierde el equilibrio, todo el peso del cuerpo se desplaza a los metatarsianos, provocando una o varias fracturas en éstos. ■

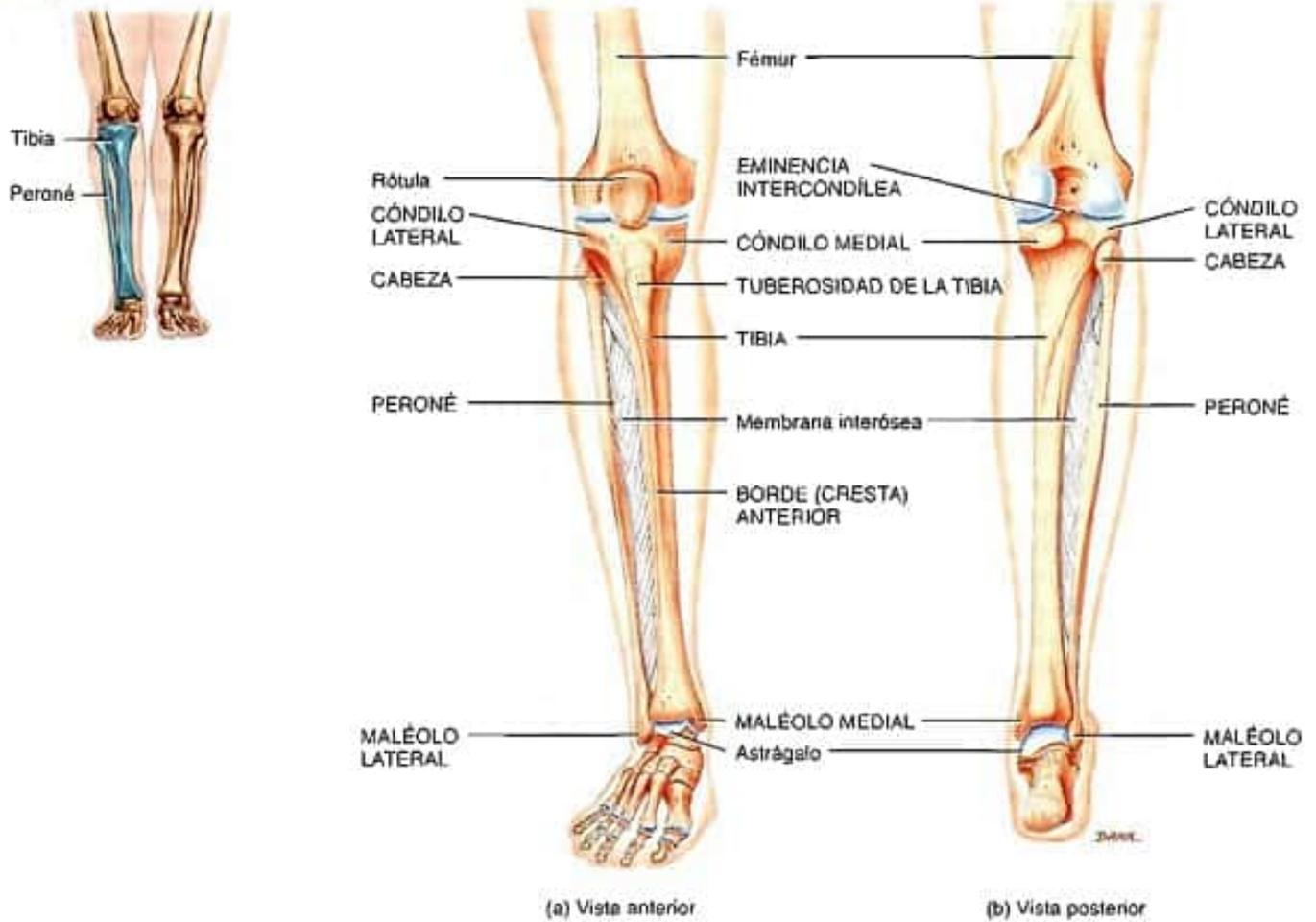
Las **falanges** comprenden la porción distal del pie y recuerdan a las de las manos, tanto por su número como por su disposición. Los dedos del pie se numeran de I a V (o de 1 a 5) comenzando por el dedo gordo, de medial a lateral. Cada falange presenta una *base* proximal, un *cuerpo* intermedio y una *cabeza* distal. El primer dedo o dedo gordo (hallux) presenta dos falanges grandes y gruesas, denominadas *distal* y *proximal*. Los otros cuatro dedos del pie presentan tres falanges cada uno, *proximal*, *media* y *distal*. Las articulaciones entre las falanges del pie se denominan, como las de la mano, *interfalángicas*.

## Arcos del pie

Los huesos del pie se disponen de forma tal que conforman dos arcos que se mantienen en su posición gracias a la acción de liga-

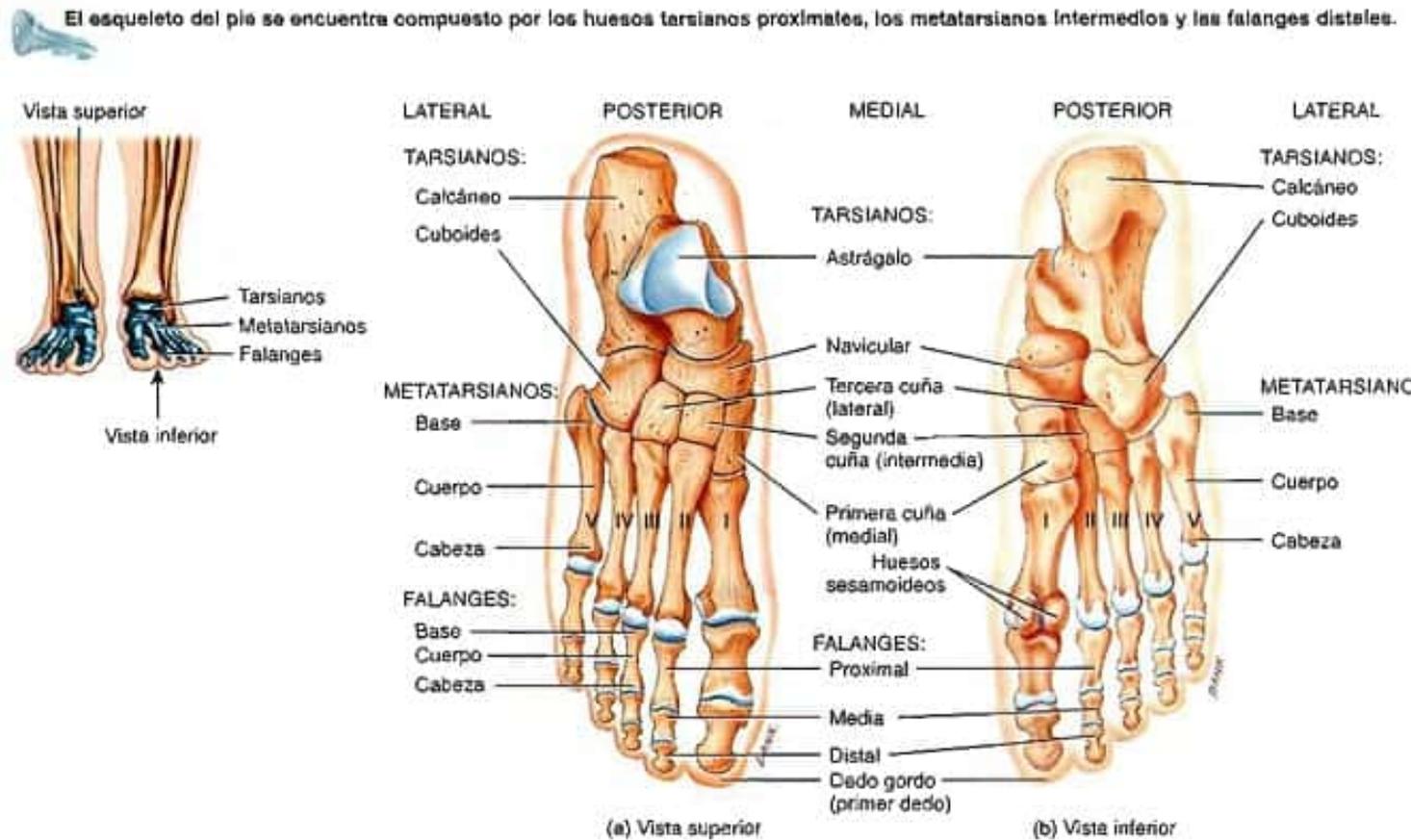
**Fig. 8-15** Tibia y peroné derechos, y su relación con el fémur, la rótula y el astrágalo. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*, Figura 3-30.)

La tibia articula con el fémur y con el peroné a proximal y con el peroné y el astrágalo a distal.



¿Cuál de los huesos de la pierna soporta el peso del cuerpo?

**Fig. 8-16** Pie derecho. (Véase Tortora, *A Photographic Atlas of the Human Body, Second Edition*, Figura 3-31.)



¿Qué hueso del tarso articula con la tibia y el peroné?

mentos y tendones (fig. 8-17). Estos arcos permiten que el pie soporte el peso del cuerpo, brindando una distribución ideal del peso corporal sobre los tejidos blandos y duros del pie, y facilitando la acción de palanca al caminar. Los arcos no son estáticos, ceden frente al peso y vuelven a su posición original cuando el peso es retirado y de este modo almacenan energía para el siguiente paso y ayudan a absorber los choques. En general, los arcos se desarrollan por completo hacia los 12 o 13 años.

El arco longitudinal presenta dos partes, ambas formadas por huesos del tarso y del metatarso dispuestos en forma de arco desde la región anterior a la posterior del pie. La *porción medial* del arco longitudinal, que comienza en el calcáneo, se eleva por el astrágalo y luego desciende a través del hueso navicular, de las tres cuñas y de la cabeza de los tres metatarsianos mediales. La *porción lateral* del arco longitudinal también comienza en el calcáneo. Ascende por el cuboides y desciende por la cabeza de los dos metatarsianos laterales. La porción medial del arco longitudinal se encuentra tan elevada que la parte medial del pie entre el talón y el punto de apoyo anterior no toca el piso al caminar sobre una superficie dura.

El arco transversal atraviesa el pie de medial a lateral y está formado por el navicular, las tres cuñas y la base de los cinco metatarsianos.

Como se mencionó, una de las funciones de los arcos es la de distribuir el peso del cuerpo sobre los tejidos blandos y duros del pie. Normalmente los metatarsianos soportan el 40% del peso del cuerpo, y el talón el 60%. El punto de apoyo anterior del pie es la porción de la planta del pie correspondiente a la cabeza de los metatarsianos. Sin embargo, cuando una persona usa tacos la distribución del peso varía de manera que el punto de apoyo anterior puede soportar hasta un 80% y el talón soporta el 20% restante. A raíz de esto, las almohadillas gruesas del punto de apoyo anterior del pie se lesionan, provocan dolor en las articulaciones y pueden llegar a producir cambios estructurales en los huesos del pie.

### Pie plano y pie en garra

Los huesos que conforman los arcos del pie se mantienen en su posición gracias a la acción de los ligamentos y tendones. Si estos ligamentos o tendones se encuentran debilitados, la altura del