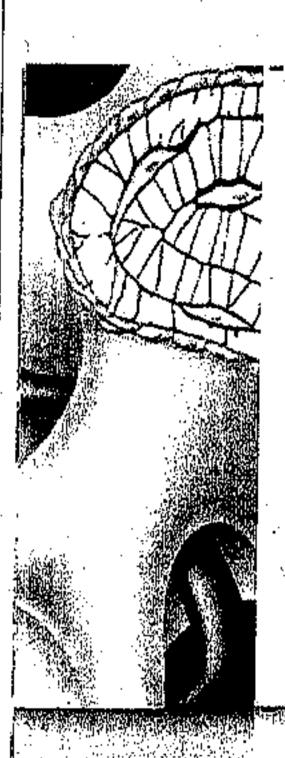
Huesos y articulaciones



Temas principales

- Para mantenerse sanos, los huesos necesitan ciertas hormonas y nutrientes, además de las tensiones mecánicas diarias.
- Los huesos participan activamente en la regulación del calcio sanguíneo.
- Los huesos no sanos no crecen normalmente y sufren fracturas con mucha facilidad, que además tardan en consolidar.
- Algunas articulaciones permiten movimientos, otras no.
- Las articulaciones que tienen movimiento libre son inestables por naturaleza.

Objetivos del capítulo

Huesos y tejido óseo 166

- 1. Enumerar cinco funciones de los huesos y dos funciones del tejido óseo.
- 2. Poner algunos ejemplos de huesos largos, cortos, planos e irregulares.
- 3. Describir la estructura de un hueso largo en un esquema.
- 4. Mencionar los tres tipos de células óseas y explicar la función de cada uno.
- 5. Comparar y contrastar la estructura de los tejidos óseos compacto y esponjoso.
- 6. Conocer las etapas de la osificación endocondral e intramembranosa, y analizar el papel de esos procesos en la reparación de las fracturas.

- 7. Comentar el papel que desempeñan los condroblastos, los osteoclastos y los osteoblastos en el crecimiento aposicional y longitudinal.
- 8. Mencionar algunos de los factores que contribuyen a la buena salud de los huese

Hiperparatiroidismo: el caso de Maggie H. 18:

9. Utilizar el caso práctico para explicar la función de la paratirina (PTH) en la homeostasis del calcio.

Articulaciones 184

10. Clasificar las articulaciones según su estructura y función, y poner algunos ejemplos de ellas. dilizando el propio cuerpo, demostrar cada uno de los siguientes movimientos: deslizamiento, pración, flexión, extensión, abducción, aducción, elevación, protracción, retracción, reversión, eversión, flexión dorsal, flexión plantar, comación y pronación.

mina de los huesos y de las articulaciones: queleto axial 192

numerar los huesos del esqueleto axial nel esqueleto apendicular.

enticar los huesos del cráneo centar sus características, y explicar cómo central para formar la articulación enperomandibular, las suturas y (durante miez) las fontanelas.

r los

- 15. Comparar y contrastar las vértebras cervicales, torácicas, lumbares, sacras y coccígeas, y analizar las distintas articulaciones entre vértebras adyacentes.
- 6. Indicar en un esquema los nombres de los huesos del tórax, sus características y sus articulaciones.

Anatomía de los huesos y de las articulaciones: el esqueleto apendicular 210

- 17. Indicar en un esquema los nombres de los huesos de la cintura escapular, sus características y sus articulaciones.
- 18. Indicar en un esquema los nombres de los huesos de los miembros superiores, sus características y sus articulaciones.
- 19. Indicar en un esquema los nombres de los huesos de la cintura pélvica, sus características y sus articulaciones, y señalar las diferencias entre la pelvis femenina y la masculina.
- 20. Indicar en un esquema los nombres de los huesos de los miembros inferiores, sus características y sus articulaciones.

Caso práctico: «¡Cualquiera diría que me estrellé con una moto!»

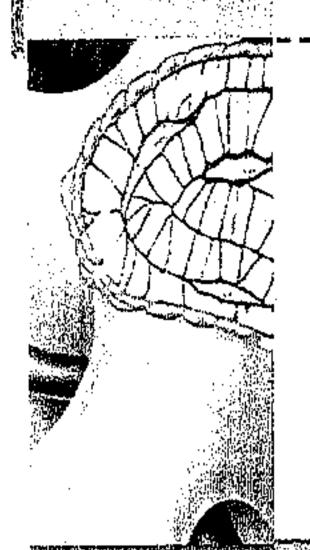
Mentras lee el siguiente caso práctico, haga una lista de los términos y conceptos que debe aprender para comprender el caso de Maggie. Anote sus signos (como la inflamación) y síntemas (como el dolor) y, después de estudiar el capítulo, trate de encontrar sus causas.

Anamnesis: Maggie H., una abuela de 57 años, estaba entrenándose para correr su 10.° maratón. Le resultaba más difícil que en años anteriores a causa de cierto dolor y rigidez en las rodilas, y de una debilidad muscular generalizada, cambios que atribuyó a su edad. Durante una carrera preparatoria de unos 16 km, dio un mal paso que la obligó a recuperar el equilibrio compemente sobre el borde lateral del pie izquierdo, con la planta hacia dentro. Al caer, trató de atenuar el golpe con ambas manos, y se apoyó principalmente sobre la base de la palma de la mano izquierda.

Se fracturó el tobillo y la muñeca. «Pude escuchar el ruido seco que hizo el tobillo –explicaba Maggie–, pero la muñeca. «Pude escuchar el ruido seco que hizo el tobillo –explicaba Maggie–, pero la muñeca fue una sorpresa. Pensé que era sólo un esguince. Parece increíble que algo tan sencillo dieda romper tantos huesos ¡Miren cómo he quedado! ¡Cualquiera diría que me estrellé con una moto!

Y y sólo trataba de hacer un poco de ejercicio!»

Exploración física y otros datos: las constantes vitales eran normales. La fractura se produjo apreximadamente 5 cm por encima de la prominencia interna del tobillo izquierdo (el hueso del tobillo), alpunto donde el pie y la pierna se torcieron en un ángulo anómalo. La sangre se acumuló en el lugar y formó un metatoma de gran tamaño. Su muñeca izquierda estaba inflamada y dolorida, en especial sobre el extremo distal del radio. Tenía también hematomas en la cadera izquierda y en el lado izquierdo de la cara. El informe de las radiografías de cráneo, columna vertebral, cadera, tobillo y muñeca elaborado por el radiólogo describía una fractura completa de la tibia y del peroné, en un área de la tibia donde el hueso parecía estar «ahuecado»



Conocimientos necesarios

Antes de adentrarse por primera vez en este capítulo, es importante comprender los siguientes términos y conceptos.

- Retroalimentación negativa y terminología anatómica (cap. 1)
- Tejido conectivo (cap. 3)

en un quiste. Asimismo, podía observarse una fina línea de fractura a través de la cabeza del radio, unos 3 cm por encima de la articulación de la muñeca. La exploración radiológica también reveló que los huesos «tenían poca densidad y estaban moteados, con otras áreas de cambios quísticos». Por otro lado, el radiólogo observó cambios degenerativos en la articulación de la rodilla y una osteoporosis generalizada, más acusada en las vértebras, donde detectó una antigua fractura. El diagnóstico final fue: a) fractura completa de tibia y peroné, b) fractura lineal en el extremo distal del radio izquierdo, c) extensos cambios quísticos y adelgazamiento óseo, así como posibilidad de hiperparatiroidismo, y d) osteoporosis generalizada con fractura antigua en la segunda vértebra torácica.

Evolución clínica: se realinearon los huesos y se escayolaron los dos miembros. Los resultados de los análisis de sangre indicaron que el calcio estaba en 11,9 mg/dl (valores normales, de 8,5 a 10,3) y la paratirina en 101 pg/ml (normal, de 11 a 54).

Los estudios radiológicos del cuello revelaron un tumor pequeño cerca del cuadrante superior izquierdo de la glándula tiroides, benigno, que fue extirpado quirúrgicamente. Las fracturas consolidaron con lentitud, pero Maggie notó que la debilidad muscular había desaparecido. Para prevenir nuevas fracturas, se le recomendó que hiciera caminatas rápidas como ejercicio y se le prescribió un régimen de tratamiento para la osteoporosis que incluía un complemento de calcio, vitamina D y otros fármacos.

La frase inglesa bred-in-the-bone («lo lleva en los huesos») transmite la idea universal de que las influencias hereditaria y de la primera infancia están tan arraigadas en nuestro ser que pasan a ser parte de nuestros huesos. Este dicho reflesa el conocimiento común de que los huesos son las partes más duraderas de nuestro cuerpo. En realidad, la mayoría de nuestros conocimientos sobre la evolución de la humanidad es una historia escrita en los huesos dispersos de nuestros ancestros simiescos, que han perdurado cientos de miles de años. ¿Cuál es el material imperecedero de los huesos? ¿Cómo se forman y crecen? ¿Por qué los huesos de Maggie se fracturan con tanta facilidad? Por último, ¿cuáles son los huesos las articulaciones del esqueleto humano? En este capítulo estudiaremos estas cuestiones y algunas más.

La que se lleva en los huesos nunca sale de la came

Del *Panchatantra*, una colección de fábulas de animales del subcontinente indio, escritas alrededor del año 200 a.C. y conocidas en Occidente como *Fábulas de Bidpai*, una saga india.

Huesos y tejido óseo

La palabra hueso tiene dos significados: un tipo de tejido (el tejido óseo) o una estructura anatómica. La siguiente oración se refiere a la estructura anatómica: «La tibia es un hueso». Por el contrario, en ésta se hace referencia al tejido: «En el lugar de la fractura creció nuevo hueso». El término cartílago también puede referirse a una estructura anató-

mica o a un tipo de tejido. De hecho, tal vez recuerde que en el capítulo 3 se comentaba que tanto el tejido óses como el cartilaginoso son tejidos conectivos especializados. En cierto modo, la mayor parte del tejido óseo «emerge» del cartilaginoso: como se explicará en este capítulo, los «hues sos» de los miembros iniciales en desarrollo del feto están formados por cartílago, y el crecimiento de nuevo tejido cartilaginoso desempeña un papel importante en la consolidación de los huesos fracturados.

Figura

nacid

huesc

Hueso

(2 hues

sin fusi

Mandil

(2 hue:

sin fus

Lc (fig. (a 206 frent fusio

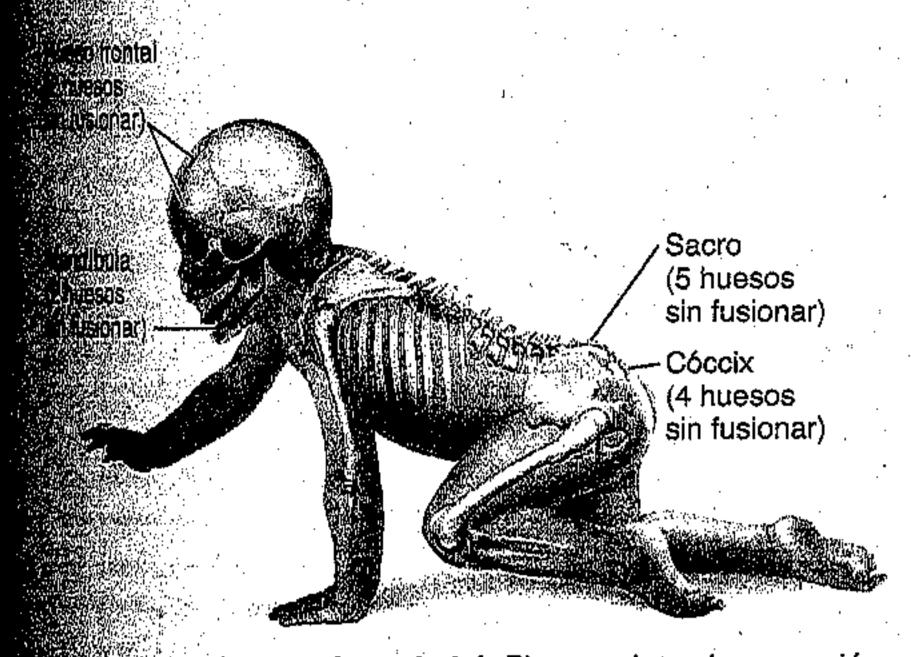
bral, el có única El pequ límet que e gitud

secadobla dobla una no es el ho come

balea trol j otorg posti nues bana

entre

iR el de Au



trans la Los huesos de un bebé. El esqueleto de un recién de lene más de 300 huesos. A medida que crecemos, los esps se fusionan en algunas zonas. Señale algunas de ellas.

de seres humanos nacemos con más de 300 huesos Al crecer, algunos se fusionan y ese número baja aley la mandíbula, separados en el recién nacido, están receados en los adultos. En la base de la columna vertede l'el sacro consta de cinco huesos al nacer, mientras que receix (rabadilla) sólo tiene cuatro, pero ambos son un la lucio en la mayoría de los adultos.

cap. 9) tienen sólo unos mide largo y pesan unos pocos miligramos, mientras de l'enur (el hueso del muslo) tiene unos 45 cm de londe gramos.

atorma de nuestro esqueleto (del griego skeletós = «dede lestá intimamente ligada a las funciones más báde la vida. Por ejemplo, no es accidental que sólo con la el brazo por el codo la mano se acerque a la cara, region que forma parte del acto de comer. Si el codo innera, con independencia de que la distancia desde de los dedos fuera larga o corta, marros costaría mucho más esfuerzo.

de nuesos son ligeros, fuertes y escasamente flexibles. an apilados de forma vertical en el esqueleto, unidos en si por ligamentos en un conjunto que debería tamde la se sin embargo, esta característica, sumada al conde la preciso del cerebro sobre los músculos esqueléticos, raalos seres humanos la ventaja de poder adoptar la dua vertical, que permitió a los primeros ejemplares de la especie ver más allá de las altas hierbas de la saanicana.

Si intenta comer un bocado con de la la importancia de la importancia Endopara comer. ¡Es imposible hacerlo! deque su brazo sea muy corto, es un intento en la consultation de la consult

Los huesos y el tejido óseo tienen distintas funciones

Los huesos tienen muchas más funciones de las que podemos imaginar, entre ellas proporcionar:

- Soporte y estabilidad. Así como el hormigón armado es el armazón de una casa, los huesos forman el armazón del cuerpo humano. Los huesos nos dan forma y mantienen nuestra estabilidad.
- Movimientos controlados. Sin la estabilidad y el soporte de los huesos, sería imposible realizar las actividades sofisticadas que son propias de los seres humanos. Seríamos más semejantes a las lombrices.
- Protección. Los tejidos que forman el cerebro y la médula son vulnerables, pero los huesos los protegen contra traumatismos: el cerebro está encerrado en el cráneo y la médula espinal está enhebrada en una cadena de vértebras gruesas. De forma similar, las costillas encierran el corazón y los pulmones; además, protegen parcialmente el hígado, el bazo y otros órganos del cuadrante superior del abdomen.
- Almacenamiento. La cavidad central y hueca de los huesos largos de los miembros almacena lípidos en forma de médula ósea amarilla.
- Producción de glóbulos sanguíneos. Muchos huesos, incluidos los de los miembros, contienen un «panal» formado por espacios minúsculos donde se aloja la médula ósea roja, que produce los glóbulos sanguíneos.

Además de las funciones antes descritas, el tejido óseo tiene otras dos:

- Mantener y reparar los huesos.
- Actuar como reserva de calcio, magnesio y fósforo. La concentración en sangre de estos minerales debe mantenerse constante; en caso contrario podrían alterarse algunas funciones vitales, como las contracciones musculares, la coagulación sanguínea y la transmisión de señales eléctricas.

Apuntes sobre el caso.

Maggie se fracturó dos huesos de la pantomilla. ¿Cuál de las funciones antes mencionadas realizan normalmente esos huesos?

Los huesos y el tejido óseo se clasifican dependiendo de que su estructura sea macroscópica o microscópica

El tejido óseo maduro y sano adopta dos formas. El hueso compacto es denso, su estructura es microscópicamente ordenada, con aspecto terso y sin espacios visibles (no obstante, tiene «poros» microscópicos).

El hueso esponjoso, como su nombre indica, tiene muchos pequeños espacios abiertos que le otorgan el aspecto de una esponja. Esos espacios hacen que el esqueleto sea más liviano que si estuviera formado totalmente por hue-

onde ı el

is de

ggie

heredita licho re mayorla de nuestra sos? ¿Com

os huese.

cuerde. tejido ecial emerge o, los with

el feto esta

uevo terior

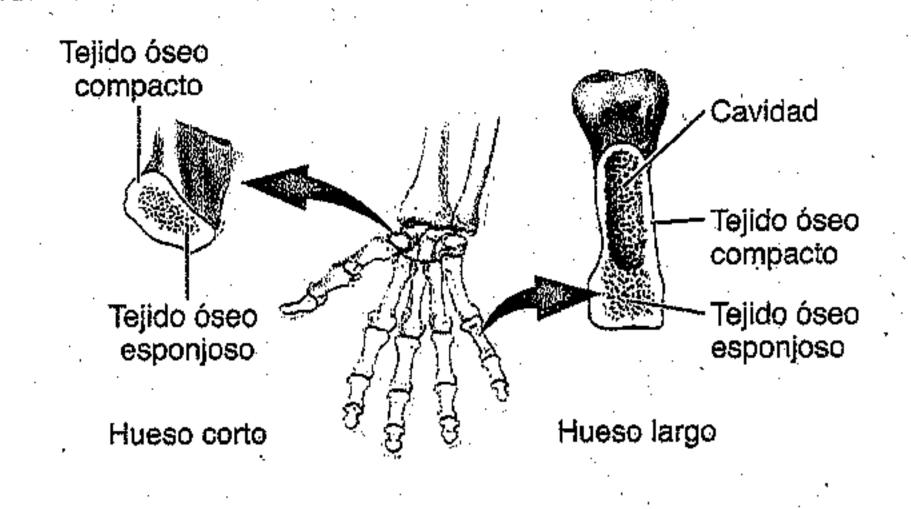




Figura 6-2. Formas de los huesos. Todos los huesos tienen una capa externa de tejido óseo compacto y una capa interna de tejido óseo esponjoso. ¿Qué tipo de hueso contiene una cavidad central?

so compacto. Cada uno de estos tipos de tejido óseo se encuentra en la mayoría de los huesos: una capa externa de tejido óseo compacto y una capa interna de tejido óseo esponjoso.

Los huesos tienen distintas formas, según su papel en la estructura del esqueleto. Hay cinco tipos de huesos (de los cuales se muestran cuatro en la fig. 6-2). Cada uno contiene distintas proporciones de tejido óseo compacto y esponjoso:

- Los **huesos largos** son más largos que anchos. Constan de un eje central con una protuberancia en cada extremo que forma la articulación con otro hueso. Todos los huesos de los miembros son largos, salvo los de las muñecas y los tobillos. Su longitud hace que sean idóneos para actuar como palancas y soportar peso. Los huesos largos están compuestos por una capa externa de hueso compacto. Sus extremos tienen un núcleo interior de hueso esponjoso, pero el eje contiene una capa delgada interior de tejido óseo esponjoso que rodea una cavidad grande.
- Los huesos cortos son cuadrangulares, ligeros y no soportan peso. Están formados por tejido óseo esponjoso con una capa delgada de hueso compacto, y son los que forman la muñeca y el tobillo. Su pequeño tamaño y sus superficies planas aumentan su utilidad en estas articulaciones complejas: muchos huesos pequeños pueden deslizarse fácilmente unos sobre otros y permitir el movimiento en distintas direcciones.
- Los huesos planos son delgados, planos y generalmente se curvan para moldearse y proteger algunas estructuras

anatómicas vulnerables. Están formados por dos con da interna de tejido óseo esponjoso. Los huesos del neo, la mandíbula, las costillas y el esternón son hu planos.

Los huesos sesamoideos (no se muestran) son hue pequeños que se forman entre los tendones o los mentos (tejidos resistentes que unen otros tejidos sí). El sesamoideo más importante es la rótula.

Los huesos irregulares son todos los que no puede clasificarse en las categorías anteriores. Sin embre también todos ellos están compuestos por una capacidad terna de hueso compacto que rodea un núcleo cental hueso esponjoso. Las vértebras y los huesos de la person huesos irregulares.

Aguntes sobre el Caso

La tibia lesionada de Maggie se extiende desde rodilla hasta el tobillo, mientras que el radio va del con a la muñeca. Si los clasificamos por su forma, ¿qué tipo de huesos se lesionó?

Los huesos largos tienen una diáfisis y dos epífisis

Como ya se ha comentado, los huesos largos se encuentado. en los miembros. El húmero (el único hueso del brazo) un buen ejemplo. Los huesos largos tienen un eje prince pal llamado diáfisis, que se ensancha en un área confort de embudo llamada metáfisis (fig. 6-3 A). La epífisis e parte más ancha de los huesos largos, en cada uno de extremos. La mayor parte del hueso está cubierta por membrana fibrosa y densa, llamada periostio. En los periostio tos donde se unen dos huesos para formar una articulado el periostio es reemplazado por una capa de cartílago terarticular (cartílago relacionado con la articulación) tá compuesto por un cartílago hialino que proporciona capa tisular lubricante de protección que asegura el m miento suave de las articulaciones.

Debajo del periostio yace una capa gruesa de tejido compacto que rodea un retículo de tejido óseo espon so (fig. 6-3 B). Los espacios de ese retículo contienen dula ósea roja, que sintetiza los glóbulos sanguíneos metáfisis y las epífisis retienen su hueso esponjoso. el contrario, en la diáfisis desaparece la mayor parte hueso esponjoso para formar la cavidad medular inten (fig. 6-3 C). Esta cavidad, en los huesos adultos, se reliente de la diát con médula ósea amarilla, compuesta principalmente lípidos. El endostio es una capa de osteoblastos y célulo del tejido conectivo que recubren la cavidad medular.

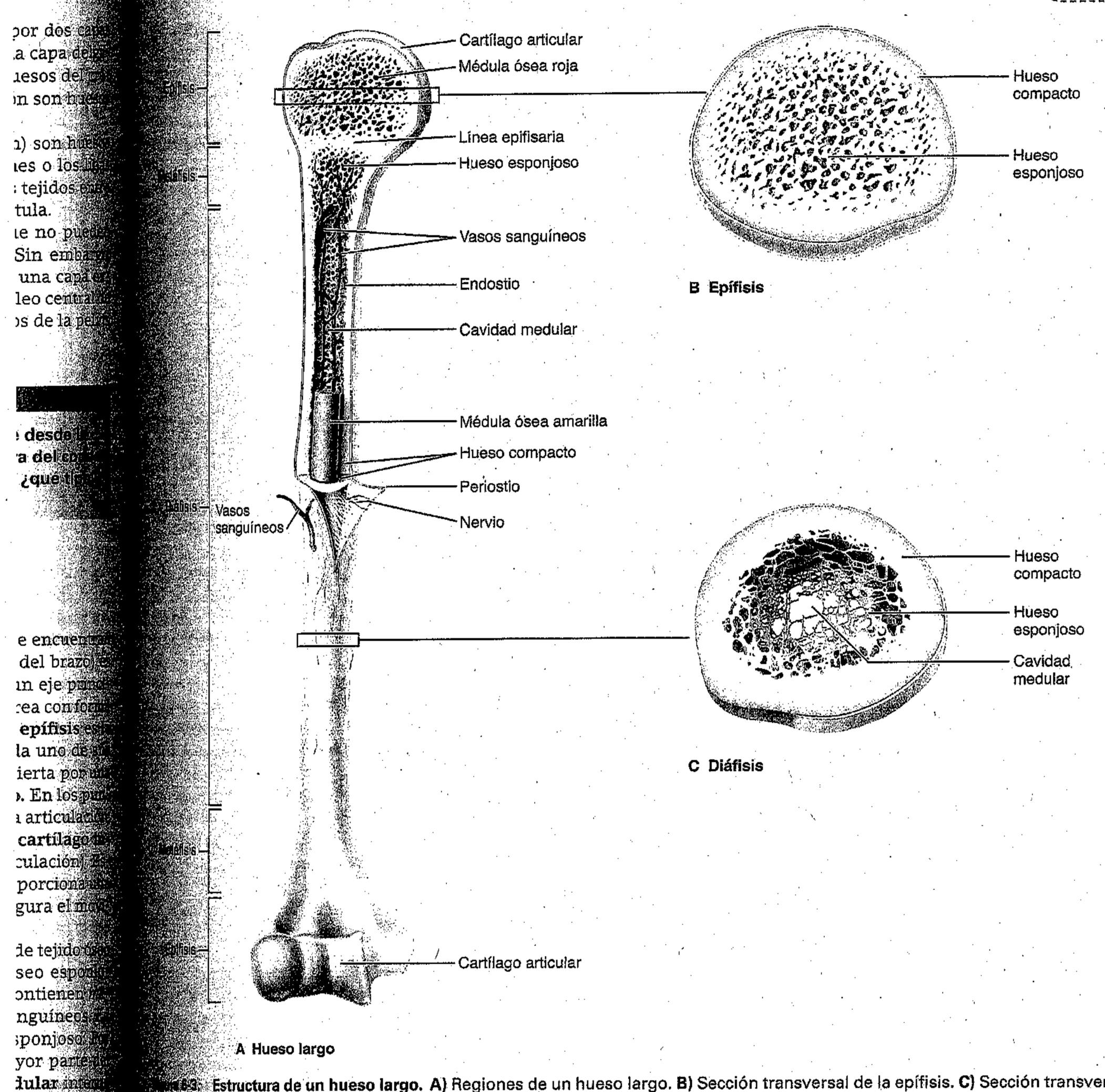
Si miramos con más detenimiento el extremo del hue de la figura 6-3 A, puede percibirse una línea borrosa nea epifisaria) que separa la epífisis de la metáfisis. Is línea está formada por tejido compacto y nos indicago ese hueso es de un adulto. Los huesos de niños y jóven

Metafisis –

Epifisis —

Figura 6-3.

na de crecir capa de ca: de longituc da madurez Los hue: un amplio : dancia de v



Estructura de un hueso largo. A) Regiones de un hueso largo. B) Sección transversal de la epífisis. C) Sección transver-Le adjetisis. ¿Cómo se denomina el recubrimiento de la cavidad medular?

de decimiento epifisario (v. fig. 6-6 en la pág. 174), una decartilago y tejido óseo recién formado que añalogitud a los huesos año tras año, hasta que llegan a diffiez.

os, se read

palmenta

stos y celi

medulár

mo del hu

a borrosa de la

cetáfisis B

s indicate

ios y joven

.amada

de nuesos están metabólicamente activos y necesitan mulio acceso a la sangre, proporcionado por la abunda de vasos que atraviesan la dura superficie que los recubre. Y como puede confirmar cualquiera que se haya rotó un hueso, una fractura es dolorosa porque los huesos también están muy inervados.

Los huesos tienen distintas características anatómicas: apófisis, superficies, crestas, hendiduras, orificios, depresiones y otras más que tienen nombres específicos. Véase la tabla 6-1 para repasar estas características.

la 6-1. Marcadores óseos		
cador óseo	Descripción	Ejemplos
fisis: lugares de formación de las artic	ulaciones o de inserción de un músculo o ligamento	A ACTOR SIDE THAN
eza	Redondeada, con extremo en forma de pomo adosado a un cuello delgado; forma las articulaciones	——Cabeza
dilo	Apófisis redondeada en el extremo del hueso; forma las articulaciones	
lla articular	Superficie lisa y plana; forma las articulaciones	Tuberosidad —
óndilo	Pequeña apófisis encima de o en un cóndilo; punto de inserción	
erosidad	Apófisis redondeada y grande	Epicóndilo —
		Cóndilo Carlla articula.
na	Apófisis delgada y afilada	Apófisis
fisis	Área prominente del hueso	
		Espina
ta	Marcada cresta a lo largo del hueso	Cresta
æ	Borde sobresaliente delgado a lo largo del hueso; más pequeño que una cresta	
		Línea
esiones y agujeros		
ero (foramen)	Abertura por donde pasan los vasos o los nervios	<u>΄</u>
	Depresión poco profunda; puede ser parte de una articulación	Meato
:o	Abertura de un canal corto	
		Agujero
	Espacio que contiene aire en el interior del hueso	
		Seno
		(esfenoidal)

untes sobre el caso

inggie se fracturó las diáfisis de la tibia perpné, y el extremo distal del radio. ¿Cuái de la fracturas puede describirse como epifisaria? seno diafisaria?

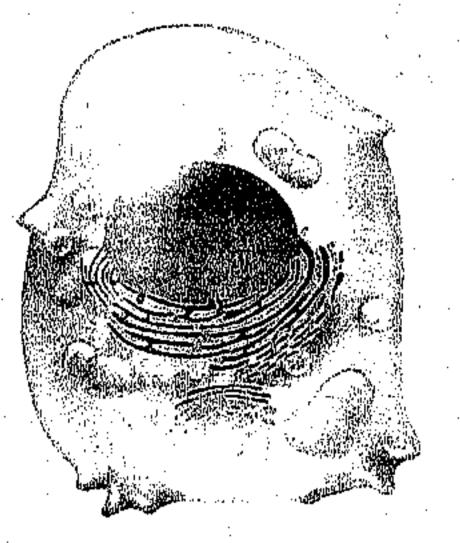
rido óseo está compuesto ria matriz extracelular y las especializadas

pose comentó en el capítulo 3, el hueso es un tejido envo que, como todos los tejidos conectivos, contiene uvamente pocas células y una gran cantidad de matriz negliar. En el hueso se encuentran tres tipos de células acuiferenciadas; hay una regla nemotécnica en inglés coermite recordarlos: los osteoblastos forman (build) pleso; los osteocitos cuidan (care) del hueso y los ostassos degradan (cleave) y reabsorben (recycle) el huello, 6-4). Estas células se encuentran en todos los tipos midos óseos.

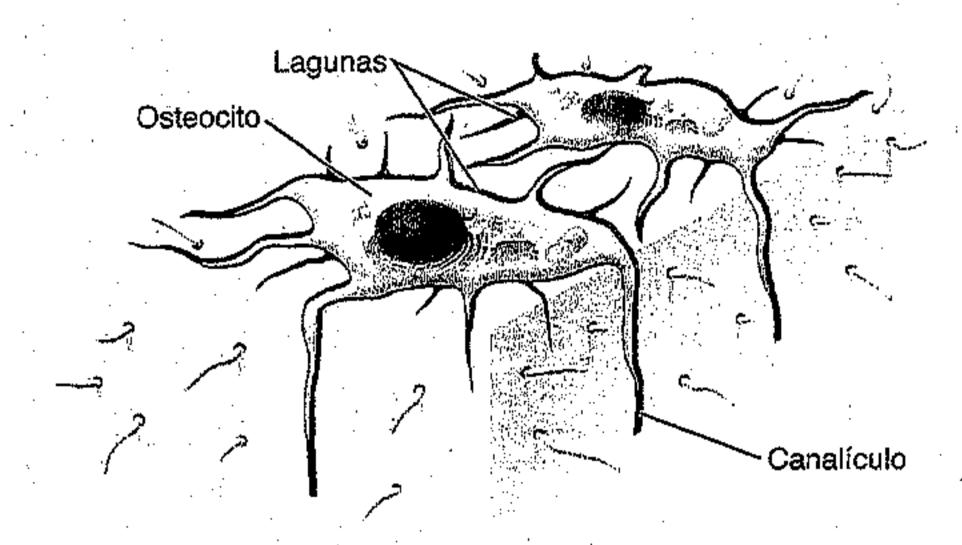
cypsteoblastos (del griego osteon = «hueso» y blastós emen» o «retoño») son células formadoras de tejido (fig. 6-4 A). Derivan de un cuarto tipo de células óseas, cheblastos osteógenos (del griego osteon = «hueso» y mu= «producir»). En el hueso adulto, se encuentran en figuestio y el endostio.

Cos esteoblastos producen un tipo especial de colágeno iflamado osteoide. En el capítulo 3 se comentó el as fibras de colágeno pueden resistir un alto grado de cológeno pueden resistir un alto grado

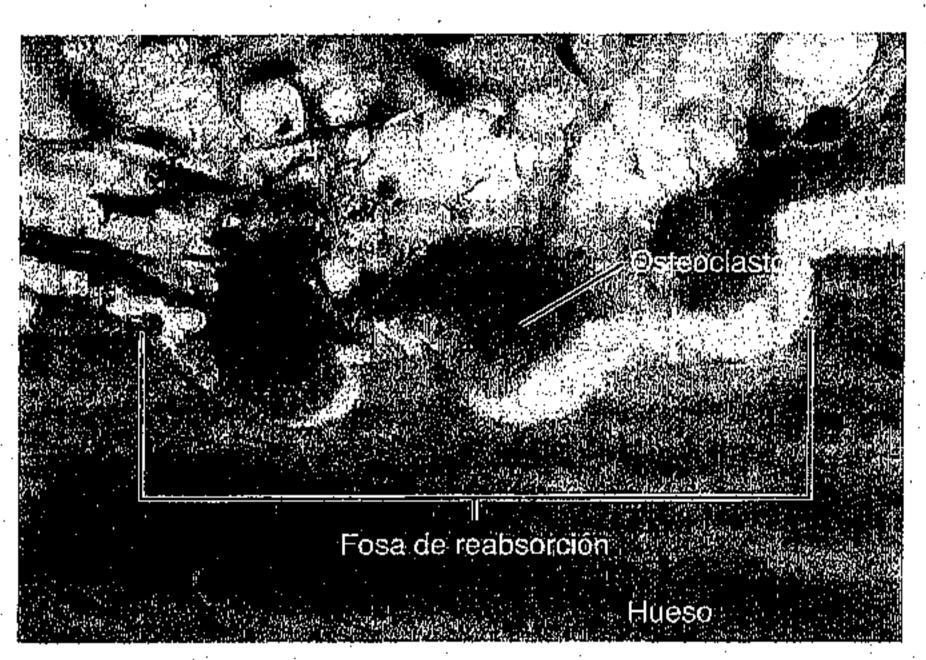
medida que forman nuevo hueso, los osteoblastos mados lagunas, donde maduran y se convierten en ostatios, que a su vez nutren y cuidan al hueso (fig. 6-4 B). de steocitos se conectan entre sí por medio de prolongade un laberinto iminutos túneles llamados canalículos, que se extiende las lagunas. Los canala la figura 6-5. Les osteoclastos (del griego osteon = «hueso» y klao mirer quebrar») son células muy grandes con varios trees (fig. 6-4 C). Son los «descendientes» de los mode la completa de la completa del completa de la completa del completa de la completa del completa de la completa del completa de la completa del completa del completa de la completa de la completa del completa de la completa del compl minadas macrófagos 🖚 (cap. 10). Los osteoclastos region el hueso y liberan calcio, fósforo y otros commentes en el torrente circulatorio, para su reciclaje. Se de los bordes del de do ésec y trabajan junto con los osteoblastos en un reso continuo de destrucción y reconstrucción, conrente en resorción, renovación, remodelación y repadel hueso.



A Los osteoblastos forman el hueso



B Los osteocitos cuidan del hueso



C Los osteoclastos degradan o reabsorben el hueso

Figura 6-4. Células óseas. Los osteoblastos (A), que forman el hueso, se transforman en osteocitos (B), que cuidan del hueso. Los osteoclastos (C) reabsorben, o degradan, el hueso. Si los osteoblastos son más activos que los osteoclastos, ¿el tejido óseo aumenta o disminuye?

6-4 El trastorno de Maggie provoca un exceso de destrucción del hueso. Señale el tipo de célula ósea anómalamente activa.

El tejido óseo tiene una estructura precisa

La actividad de los osteocitos es la causa de la intrincada anatomía microscópica de los huesos largos, como se muestra en la figura 6-5. Recuerde que los huesos largos tienen una cavidad medular central tapizada por una capa de células, el **endostio** (no se muestra). Alrededor de la cavidad medular hay una capa delgada de hueso esponjoso y una capa más gruesa de hueso compacto.

El tejido compacto se forma en capas concéntricas denominadas laminillas, que como los anillos del tronco de un

árbol rodean el canal central, que discurre a lo largo del El canal centr so y sirve de alojamiento para los nervios y los vasos a lumna cilíndrica guíneos (fig. 6-5, centro). Las laminillas están separada llamada osteona anillos de osteocitos en sus diminutas lagunas, que se to de los huesos nectan entre sí por medio de los canalículos (fig. 6-5, puestas en hace inferior derecha). Observe que los canales centrales son que le dan fuerz ferentes de la cavidad medular: cada hueso largo tiene de ramas. cavidad medular grande, pero muchos canales centrales. Sin embargo croscópicos paralelos. Desde cada canal central y en ándillas del tejido es recto irradian pequeños túneles llamados canales per fig. 6-5, parte i rantes, que se comunican entre los canales centrales la aún son visibles van pequeños ramos de nervios y vasos sanguíneos.

pueden pasar li del hueso espoi aleatoria, los re béculas, se ori oseo. Los osteol culas y particip ido óseo.

(esponjoso) laminillas, p en osteonas

El resultado microscópica (dentemente li macroscópico: tiempo, los cri rabilidad y r∈ duros como e óseo no es qu las fibras de 🤇 Los huesos sc y al mismo ti∈ sis es una en huesos extre: la facilidad co

ADUMUES

6-5 La fract por la diáfisis encontrará c o ninguno de

La osific el crecim y la repa

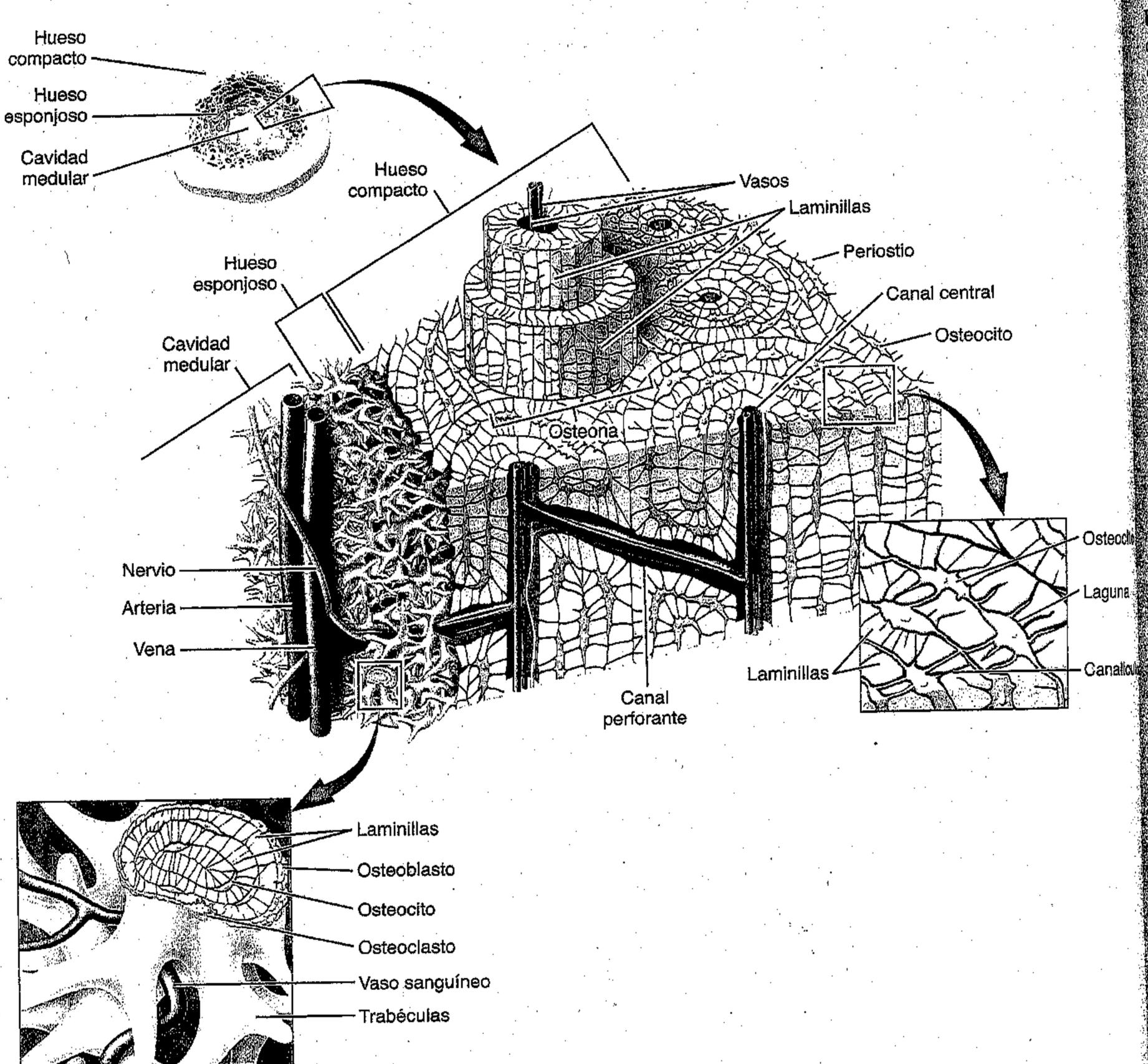


Figura 6-5. Estructura microscópica de un hueso largo. Esta figura muestra una sección de la diáfisis, con el canal central rode. La formació por una capa delgada de hueso esponjoso y una capa más gruesa de hueso compacto. El hueso compacto está organizado en producirse teonas, cada una de las cuales contiene anillos de tejido óseo y osteocitos que rodean un canal central. El hueso esponjoso espondos espon organizado en un retículo de espículas óseas llamadas trabéculas. ¿Los osteocitos se encuentran en las lagunas o en los canalícula la forma

a lo la constant y los (fig. 6).
Centrales de la constant y entral y entral

intentral y el hueso que lo rodea forman una coludrica ósea tan delgada como una mina de lápiz, osteona (fig. 6-5, centro). El tejido óseo compaclesos largos está compuesto por osteonas disinhaces paralelos al eje longitudinal del hueso, la fuerza y flexibilidad, como si fueran un mano-

enpargo el patrón microscópico de las laminiendoresponjoso es irregular y carece de osteonas conte inferior izquierda). Aunque las laminillas consibles, no hay canales centrales porque los vasos consar libremente a través de los espacios abiertos do esponjoso. A pesar de su aparente distribución ir los retículos de hueso esponjoso, llamados tracise orientan para maximizar la fuerza del tejido prosteoblastos y los osteocitos recubren las trabéparticipan activamente en la remodelación del te-

resultado final de esta organización macroscópica y opica del tejido óseo es que los huesos son sorprensente livianos y fuertes. Los innumerables espacios sobjetos y microscópicos reducen su peso. Al mismo elos cristales minerales proporcionan una gran dudid y resistencia, a pesar de no ser ni siquiera tan somo el esmalte dental. Aunque es duro, el tejido des quebradizo porque las propiedades elásticas de tras de colágeno que contiene le otorgan flexibilidad. Esos son difíciles de romper justo porque son rígidos espectiempo algo flexibles. Por ejemplo, la osteopetrotra enfermedad hereditaria caracterizada por unos extremadamente densos, duros e inflexibles, y por lidad con que se fracturan.

entes sobre el caso

La fractura de muñeca de Maggie se extendía La difísis distal del radio. ¿La línea de fractura se chará con un canal medular, un canal central auno de los dos?

desificación consiste en la formación, decimiento, la remodelación deparación del hueso

minación de hueso se denomina osificación y puede morse en cuatro situaciones:

immación inicial de los huesos en el embrión y el feto.

- El crecimiento óseo de los niños y adolescentes.
- La remodelación (dar nueva forma) de los huesos en respuesta a tensiones prolongadas infrecuentes o a las normales de la vida diaria.
- La reparación del hueso dañado, normalmente por una fractura.

El hueso fetal se forma por la osificación endocondral o membranosa

El esqueleto fetal aparece por primera vez en el embrión a las 6 semanas de gestación. En el lugar donde se formarán las clavículas y el cráneo aparecen membranas fibrosas delgadas; en el resto del cuerpo, se observan islas de cartílago primitivo con la forma de los huesos. El tejido óseo que se desarrolla a partir del cartílago se llama endocondral, y el que proviene de las membranas fibrosas se llama membranoso.

Osificación endocondral

La mayoría de los huesos se forman por un proceso llamado osificación endocondral, que consiste en la formación del cartílago que luego es reemplazado por hueso (fig. 6-6). Como se comentó anteriormente al hablar de la anatomía ósea, los huesos largos son un buen ejemplo de crecimiento óseo por osificación endocondral. La síntesis de hueso comienza en medio de la diáfisis, el centro primario de osificación. La secuencia del proceso es la siguiente:

- 1. Los condroblastos preparan un molde para el cartílago. Como un artista prepara un vaciado de yeso antes de crear una estatua, la mayoría de los huesos necesitan un molde en cartílago que, como el yeso, es mucho más maleable que el hueso (¡o el mármol!). Este primer prototipo de cartílago está formado por células de tejido conectivo llamadas condroblastos (del griego chondros = "cartílago" y blastós = "germen"), que secretan la matriz extracelular fibrosa que proporciona resistencia y flexibilidad al cartílago. En el borde del molde se condensa una capa de células que forma un recubrimiento llamado pericondrio. Este cartílago, como todos los cartílagos, incluso en los adultos, es avascular, es decir, no tiene su propio suministro de sangre y obtiene el oxígeno por difusión desde los tejidos circundantes.
- 2. Se forma un anillo óseo y el molde se agranda. Los vasos invaden el pericondrio hasta la mitad de la diáfisis del molde. Esta súbita afluencia de nutrientes estimula la diferenciación de los citoblastos osteógenos en osteocitoblastos. Los osteoblastos forman un anillo de hueso esponjoso que estabiliza el molde, hasta que la formación del hueso avanza lo suficiente. La membrana que cubre el anillo óseo pasa de pericondrio (que recubre el cartílago) a periostio (que recubre el hueso).

Los condroblastos producen más cartílago, el cual a su vez agranda el molde. Las células ubicadas en el centro del molde, ahora llamadas condrocitos, agrandan y estimulan el depósito de sales de calcio en la matriz extracelular próxima. Los condrocitos quedan atrapados en la laguna calcificada y, aislados de su suministro de



ntral rouge

nizado e

spon joses

s canalle

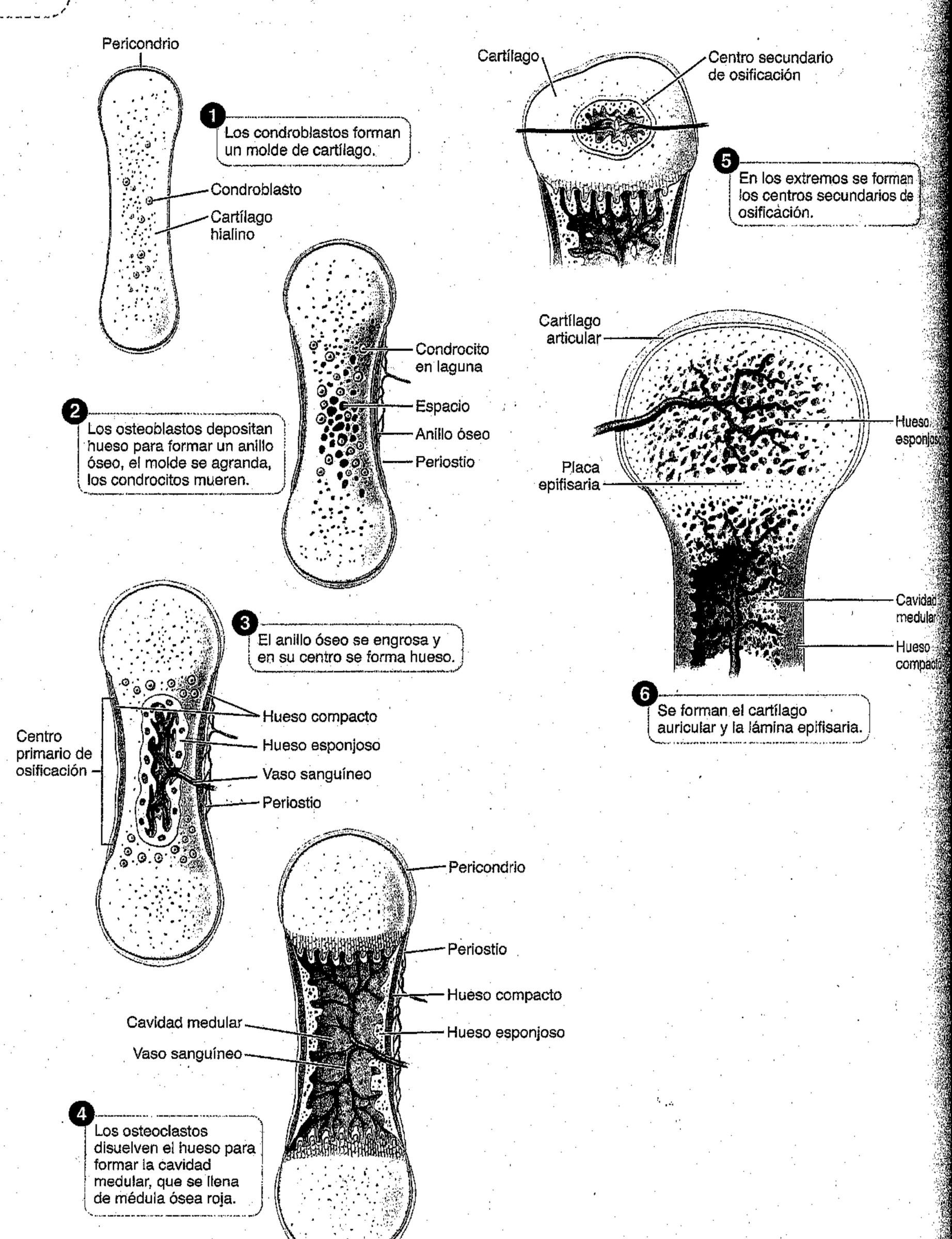


Figura 6-6. Osificación endocondral. ¿Dónde se encuentran los centros secundarios de osificación, en la epífisis o en la diátila de came

inutrientes forman pe Comienza zaostio inv www.wasos san; esteoblast go calcific oseo espo: El espacio Los osteoc descompo crear la ca al centro c tos, rellena continúan remanent **A**parecen extremo d miento, lo orros cent nes de cre osificació de recient cio medul ne esponj Se formar los extrer ciones co cartílago tros prim cen sepai remanen producirs crecimien ofisaria sig el cartila, se explica

Apuntes

6-6 ¿Media de Maggie?

Csificación
Los buesos j
lase formar
medio de la
preducto fin
ción endoco
compacto, y
Al princi
de hueso. E
tos comienz
bras de colá
de tejido óso
videstaca su
picamente c

nimentes, acaban muriendo. Las lagunas se fusionan y niman pequeños espacios huecos.

osho invaden el centro primario de osificación. Estos visos sanguíneos van acompañados de osteoclastos y treoblastos. Los osteoclastos descomponen el cartíla-intalcificado y los osteoblastos depositan nuevo tejido represponjoso.

espacio medular se agranda y aparece la médula ósea. es estecclastos continúan su destrucción constructiva descomponiendo parte del nuevo hueso esponjoso para da la cavidad medular. La médula ósea roja, que llega reputo de osificación junto con los vasos y los osteocide reliena el espacio. Los osteoclastos y los osteoblastos minuan su remodelación y sustituyen gran parte del de la compacto. Carecen los centros secundarios de osificación (en cada tremo de los huesos largos). Poco después del nacidento los vasos invaden las epífisis óseas y aparecen de osificación. Estas regioes de crecimiento son semejantes al centro primario de ilitación la única excepción es que el tejido esponjoso regente formación no se degrada para crear el espade la comparte de ese tejido se mantieesponjoso y no se convierte en hueso compacto.

forman el cartílago auricular y la lámina epifisaria. En servemos de los huesos que constituyen las articulaples con otros huesos, el pericondrio se transforma en rolago articular. Como ya se ha comentado, los cencaptimarios y secundarios de osificación permanereseparados por cartílago hasta la edad adulta. Este
comente de cartílago es el único lugar donde puede
restense crecimiento óseo, y se denomina lámina de
capiento epifisario. El crecimiento óseo y la placa epiressiguen los mismos principios de crecimiento que
cartílago, seguido de la sustitución por hueso, según
policamás adelante.

entes sobre el caso

-Hueso

Mediante qué proceso se formó la tibia

econ intramembranosa

cos planos del cráneo, las clavículas y la mandíbucrán a partir de membranas de tejido fibroso por le a osificación intramembranosa. No obstante, el continal es semejante al hueso formado por osificale condral, una capa externa de tejido óseo denso y las yuna capa interna de hueso esponjoso.

depie aparece una membrana fibrosa con forma con fibrosa con fibrosa con forma depositar un retículo desordenado de fibrosa en fibrosa de fibrosa de fibrosa y tejido óseo, respectivamente. Este tipo fibroseo provisional se denomina hueso trabecular, con fibrosa con fibrosa con fibrosa con forma fibrosa con fibrosa

crecimiento avanza, el hueso compacto se desarrolla en las superficies de la membrana y el hueso esponjoso en el centro. El resultado es una capa de hueso esponjoso entre dos capas de hueso compacto.

La formación de nuevo tejido óseo por osificación intramembranosa difiere de la osificación endocondral en dos aspectos: a) no incluye una etapa de cartílago intermedio y b) la osificación intramembranosa pasa por una etapa caracterizada por la presencia de hueso trabecular. El desarrollo fetal de los huesos planos es la única circunstancia de salud en que aparece hueso trabecular. En todos los otros casos, este tipo de hueso se produce como reacción reparadora ante una lesión o una enfermedad ósea.

Apuntes sobre el caso

6-7 ¿Qué hueso de Maggie se habrá desarrollado primero como membrana fibrosa? ¿Los huesos faciales que se lesionó o el radio que se fracturó?

Los huesos crecen hasta principios de la edad adulta

Bajo la influencia de la somatotropina, del factor de crecimiento similar a la insulina y de otras hormonas (tabla 6-2), los huesos del recién nacido continúan su crecimiento durante la infancia y la adolescencia. Algunos, como los de la pelvis, alcanzan su desarrollo completo al llegar a la edad adulta.

Crecimiento longitudinal de los huesos largos

Desde el nacimiento hasta que alcanzan el tamaño adulto, los huesos largos crecen a lo largo (crecimiento longitudinal) y a lo ancho (crecimiento aposicional) (fig. 6-7).

El crecimiento longitudinal se produce en las láminas epifisarias, de forma semejante a una multitud que marcha por una avenida y aumenta a medida que se suman nuevos manifestantes. Continuando con el proceso que comienza en el feto, los condrocitos siguen multiplicándose y añaden más cartílago al lado de la lámina epifisaria, cerca del extremo del hueso, con lo que aumentan su longitud. Mientras tanto, en el lado diafisario de la lámina los osteoblastos sustituyen el nuevo cartílago por hueso y dejan atrás algunos miembros de la multitud, que son retenidos por el tejido óseo y se convierten en osteocitos. Antes de la pubertad, los osteoblastos no pueden alcanzar a los condrocitos; por eso, el hueso continúa alargándose y la lámina epifisaria es impulsada hacia fuera. Sin embargo, la actividad osteoblástica es estimulada por las hormonas puberales, de modo que cuando se inicia la pubertad los osteoblastos sustituyen a las células del cartílago más rápidamente.

Al final, aproximadamente entre los 17 y los 21 años de edad (antes en las mujeres que en los hombres), los osteoblastos superan a los condrocitos y reemplazan todo el cartílago por hueso, por lo que el crecimiento óseo se detiene. Todo lo que queda de la lámina epifisaria es la *línea epifi*-

saria, que aparece como una delgada capa de tejido óseo denso a través del hueso esponjoso de la epífisis.

duces sobre el caso.

6-8 ¿Qué se verá en las radiografías de Maggie, una línea o una lámina epifisaria?

Crecimiento aposicional de los huesos largos y de los huesos intramembranosos

Mientras el hueso se alarga por osificación endocondral, también se ensancha mediante el crecimiento aposicional (fig. 6-7). En toda la longitud del hueso, los osteoblastos ubicados debajo del periostio añaden capas de nuevo hueso compacto, en cierto modo como los árboles añaden nuevos anillos en el tronco. Entretanto, aunque a menor velocidad, los osteoclastos del borde del espacio medular están disolviendo y reciclando los minerales óseos para ampliar la cavidad medular y crear espacio para la médula ósea. Como consecuencia de ello, el hueso se ensancha, la cavidad medular se agranda y la corteza se torna algo más gruesa.

Los huesos intramembranosos también crecendo do aposicional. Los osteoblastos situados bajo el 🛍 tio agrandan y engrosan el hueso al depositar nueva óseo compacto, mientras que los osteoclastos agai las cavidades en los centros de tejido óseo esponjos mantener el hueso relativamente liviano.

Apuntes sobre el caso

6-9 Maggie sufre una actividad osteoclástica excess. ¿Esos osteoclastos eliminan el hueso situado deba periostio o del endostio?

La remodelación ósea consiste en la continua sustitución de hueso viejo por hueso nuevo

La remodelación es la «destrucción creativa» normal huesos en un proceso diario de destrucción (resort remodelado, siempre de forma ligera. Cada año se re truye aproximadamente el 5 % de la masa ósea. En una la comparte de la masa ósea. En una la comparte de la masa ósea. de delicado equilibrio, los osteoclastos se dedican si

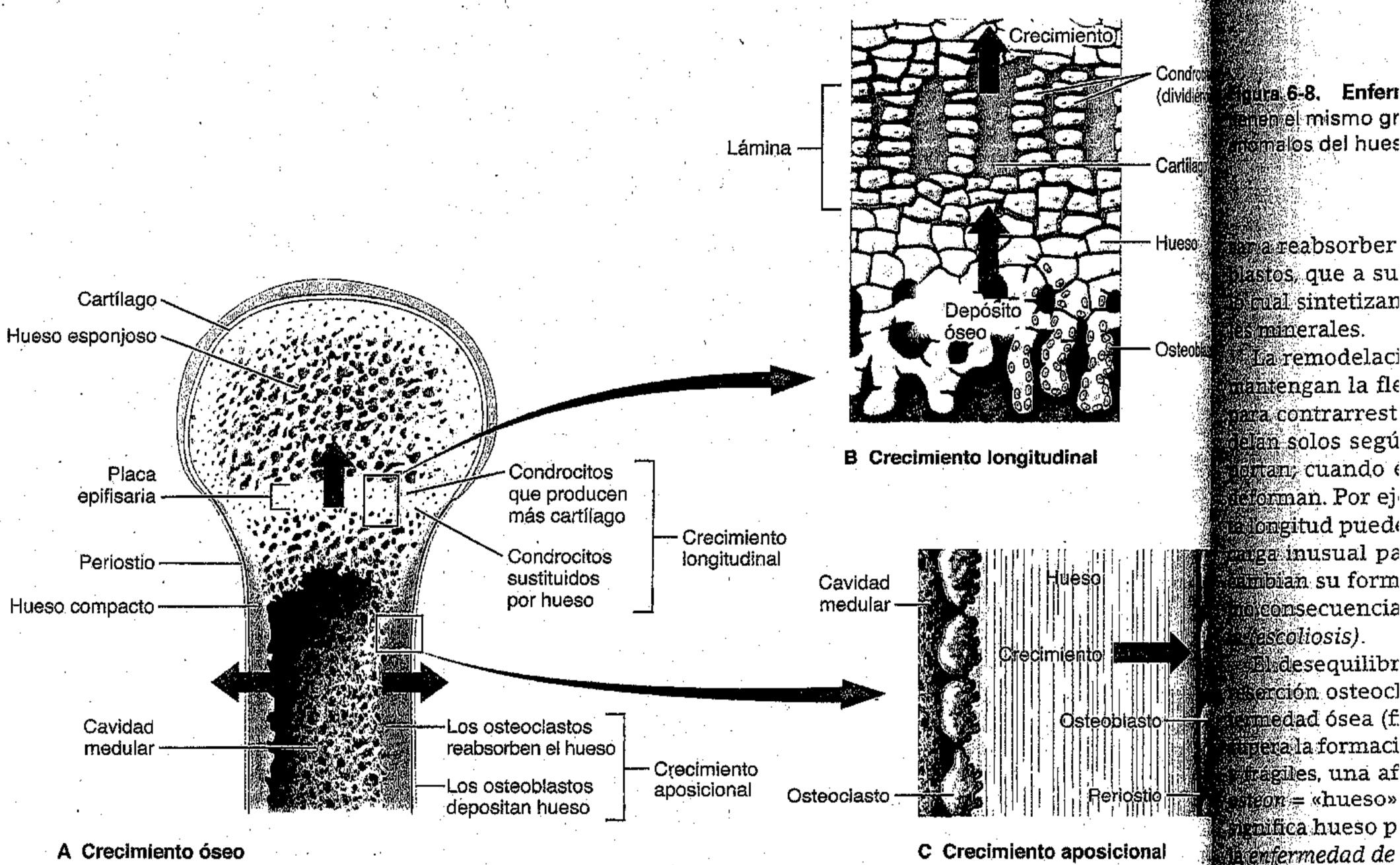


Figura 6-7. Crecimiento óseo. A) Los huesos crecen longitudinalmente en la lámina epifisaria y por aposición en la diáfisis crecimiento longitudinal alarga la diáfisis. C) El crecimiento aposicional engrosa la capa de hueso compacto y agranda la capa **Mensos**, se deforn medular. Los osteoblastos situados debajo del periostio, ¿participan en el crecimiento longitudinal o en el aposicional?

(divided 6-8. Enfert enenel mismo gr momalos del hues

> lastos, que a su i gual sintetizan des minerales. La remodelaci mantengan la fl€ tara contrarrest delan solos segú iciian, cuando (deforman. Por ej ra longitud puede **miga** inusual pa ambian su form noiconsecuencia (escoliosis) Budesequilibr **escr**ción osteocl armedad ósea (f. rrera la formaci fragiles, una af m = whueso**Pir**nifica hueso p

ambio óseo car:

ién crecent os bajo el ositar nuev clastos as eo esponjos

stica exc ado deba

o viejo

a» normali ón (resoncia i año se im osea. En i dedican si



- Carillag

- Hueson

_ 0---

liáfisis **e.** a la caye



8

Enfermedad ósea. A) Secciones de un hueso normal (izquierda) y de uno con osteoporosis (derecha). Las secciones de un fémur de un paciente con enfermedad de Paget. Observe el grosor y el aspecto de la compacto en la diáfisis. En la osteoporosis, ¿qué proceso es hiperactivo, la resorción o la formación de hueso?

remodelación ósea es esencial para que los huesos capan la flexibilidad y la resistencia que necesitan contrarrestar las sobrecargas. Los huesos se remosolos según las tensiones físicas (fuerzas) que sociamo éstas son extraordinarias, los huesos se nan Por ejemplo, un niño con las piernas de distincidad puede caminar de modo que ello suponga una nusual para su columna vertebral. Las vértebras in su forma para responder a esa sobrecarga y, co-cecuencia, la columna se curva de manera anóma-

deseguilibrio entre la producción osteoblástica y la con osteoclástica de hueso puede provocar una entadósea (fig. 6-8). En el caso de Maggie, la resorción ellaformación de hueso. Sus huesos son ahora débiles eles una afección llamada osteoporosis (del griego eles una afección llamada osteoporosis (del griego eles una afección llamada osteoporosis (del griego eles una evía, pasaje»), que literalmente elabueso poroso (de baja densidad). Por el contrario, eledad de Paget es una aceleración anómala del resolvoseo caracterizada por un exceso de formación y nonde hueso. Como resultado, los huesos se vuelven ese deforman y se fracturan con facilidad.

Distintos factores afectan a la salud y el crecimiento del hueso

El crecimiento óseo de los niños, la remodelación de los huesos adultos y la reparación ósea a cualquier edad dependen de la buena salud de los huesos, que a su vez se encuentra bajo la influencia de muchos otros factores (tabla 6-2), entre los que destacan:

- Carga física. Un hueso que no está sujeto a tensiones no es un hueso sano; por lo tanto, no es duradero y no se repara correctamente. Por ejemplo, las personas que no pueden moverse a causa de parálisis, demencia, enfermedades de los miembros inferiores u otros problemas, muchas veces no realizan el ejercicio físico necesario para mantener la salud de los huesos.
- Suministro adecuado de vitaminas y minerales. Tanto las vitaminas A, C y D como el aporte adecuado de calcio, fósforo y magnesio son necesarios para la salud ósea. Por ejemplo, las enfermedades intestinales pueden impedir la absorción normal de cualquiera de estos nutrientes esenciales en el intestino, aun cuando el consumo diario sea normal; esto puede debilitar y deformar los huesos.
- Mormonas. El estirón de la pubertad se debe a un aumento súbito de la cantidad de hormonas: estrógenos de los ovarios y testosterona de los testículos. Los estrógenos son especialmente importantes en la mineralización

	determinan la salud ósea					
Componentes	Función					
Alimentarios						
Calcio (Ca) y fósforo (P)	Los cristales de fosfato cálcico depositados sobre el osteoide endurecen el hueso					
Magnesio	Necesario para la actividad normal de los osteoclastos					
/itamina D	Necesaria para la absorción normal de calcio en el intestino delgado					
/itamina A	Necesaria para la actividad normal de los osteoclastos					
/itamina C	Necesaria para la producción normal de colágeno					
/itamina K	Participa en la producción de osteocalcina, una proteína que contribuye a la formación de tejido					
Fluoruro	Puede contribuir a la mineralización ósea y estimular el crecimiento y la reparación de los hueso					
Del estilo de vida						
Ejercicio físico entrenamiento con pesas o de fortalecimiento muscular)	Los huesos sujetos a cargas se fortalecen; los que no lo están se tornan más débiles					
Peso saludable	Un peso corporal bajo deriva en menos carga sobre los huesos, que así se debilitan					
lormonas						
Calcitriol (forma activa le la vitamina D corporal)	Necesario para la absorción normal de calcio en el intestino delgado					
aratirina (PTH)	Estimula la actividad osteoclástica (resorción ósea) y la activación de la vitamina D					
alcitonina	Estimula la actividad osteoblástica y el depósito óseo					
actor de crecimiento imilar a la insulina de tipo l IGF-I)	Estimula el crecimiento óseo					
omatotropina	Estimula el crecimiento óseo, de forma directa y al estimular la producción de IGF-I					
ormonas tiroideas	Necesarias para el crecimiento normal del tejido óseo					
sulina	Impulsa el crecimiento normal del tejido óseo					
strógenos, testosterona	Preservan la masa ósea al prolongar la vida de los osteocitos y los osteoblastos; inhiben la activosteoclástica					

del tejido óseo nuevo en mujeres adultas; la testosterona no es un factor tan importante en la salud ósea de los hombres adultos. La somatotropina y las hormonas tiroideas también estimulan el desarrollo y el crecimiento óseos. Estas hormonas se analizan detalladamente en el capítulo 15.

Edad. Desde el nacimiento hasta el final de la adolescencia, la masa ósea total aumenta porque los osteoblastos elaboran más tejido óseo del que pueden degradar los osteoclastos. Durante la edad adulta, la masa ósea se estabiliza; sin embargo, a medida que las hormonas sexuales declinan en la madurez, especialmente después de la

menopausia en el caso de las mujeres, la masa ésen de la prolongado e mienza a reducirse de forma lenta y prolongada, tras los huesos poco a poco se van desmineralizado de constante, las : osteoporosis (baja densidad ósea) es más problemit de malmente para las mujeres que para los hombres, porque los esta compara de ron genos desempeñan un papel mucho más importante de mactura pato la testosterona en la mineralización del hueso nueva la que ocurre de por sí, los huesos de las mujeres son más livianos de la diaria nori los de los hombres. Además, durante la infancia y la les huesos qu lescencia, cuando la densidad ósea está en formado de minento loca las niñas son menos proclives que los niños a partir de la clasificac en actividades deportivas que suponen una sobrem de la clínica i

para los l **d**eclina hombres Dicho est **el ries**go de 1 parte a la dis estimula la p

la edad. Con

Me para la re

hivesos se vi

Recuei **map**oco t

Las condi ración ósea **E**wipea insufi **Lac**ia un mie ración de los a ateroescle una reducció las piernas. E **Stra**stornos lo

Apuntes

6:10 Maggi nuesos. Recu Que hormor **áse**a, estróge

6 la El régir : haggie, ¿ha huesos?

Una fracti es un mod

Los huesos s ria que estin para reconst. a como suce parcialmente

os huesos. La masa ósea de las mujeres comienza cluar alrededor de los 30 años; en cambio, en los mas comienza a los 60 años.

Terde! Un hueso que no soporta carga de l'ene buena salud.

condiciones que afectan al crecimiento o a la repalossea también son importantes. La circulación sanlos suficiente hacia una parte del cuerpo, por ejemplo los membro inferior, retrasa el crecimiento o la repade los huesos afectados. La diabetes (cap. 15) y losselerosis (cap. 11) son causas importantes de classión de la circulación sanguínea hacia los pies y los locales, como infecciones o inflamaciones.

mates sobre el caso

Miggie debe lograr la reparación de sus frágiles de Recuerde que tiene 57 años de edad. Homona debería tomar para mejorar su salud entrogenos o testosterona?

L'régimen de ejercicio físico intenso que lleva ha sido beneficioso o perjudicial para sus

Mactura consolidada mmodelo de reparación ósea

de la vida diade estimula la actividad osteoblástica y osteoclástica reconstruir y renovar el tejido óseo. La falta de carora sucede durante los vuelos espaciales o el reposo engado en cama, provoca que los huesos se disuelvan limente y se vuelvan más débiles y quebradizos. No le las fuerzas desde direcciones inusuales o excepdimente fuertes pueden tensionar el hueso hasta el de comperlo. Una fractura es un hueso roto. Una **Transpatológica** (fractura espontánea secundaria) es curre mientras el hueso está sometido a una carmanormal. Las fracturas patológicas se producen en les sique padecen una afección que provoca debilimolocal, por ejemplo un tumor óseo. La prevención de la Instanalma incluida en este capítulo, titulada «Fracturas».

La figura 6-9 muestra el proceso necesario para consolidar los huesos fracturados de Maggie:

- 1. La fractura rasga algunos vasos y un coágulo de sangre (hematoma) se acumula en el lugar. El suministro de sangre se interrumpe y el hueso próximo a la fractura muere.
- 2. Al final de la primera semana, el coágulo es reemplazado parcialmente por tejido de granulación, que está formado por fibras de colágeno y otros componentes de la matriz extracelular secretados por los fibroblastos, los nuevos vasos y los leucocitos que actúan de forma invasiva. La reparación avanza con el aspecto de un hueso trabecular, que se osifica mediante osificación intramembranosa. Esta mezcla, rica en tejido de granulación, cartílago y hueso trabecular, que se llama callo de reparación o de fractura, une ligeramente los extremos del hueso roto, que aún no puede soportar peso. La reparación continúa a medida que los osteoclastos reabsorben el hueso muerto y los bordes de la fractura se suavizan.
- 3. Después de un par de semanas, el callo de reparación madura y se convierte en un callo óseo, a medida que aumenta el depósito de tejido óseo y se intensifica el reemplazo del hueso trabecular y el cartílago por el hueso esponjoso. El callo óseo une el hueso con más firmeza, que ahora puede soportar cierto peso.
- 4. Finalmente, el exceso de tejido esponjoso y el callo se reabsorben y son reemplazados por hueso compacto y denso, que recupera su forma anatómica anterior con la ayuda de las fuerzas mecánicas locales.

Apuntes sobre el caso

6-12 La reparación ósea de Maggie fue muy lenta.

Dos semanas después del accidente, airededor de los huesos fracturados se formó un callo de reparación.

¿Qué contenía ese callo de reparación?

6-13 ¿Por qué el médico de Maggie considera su fractura de tobillo como patológica?

La homeostasis del calcio es esencial para el funcionamiento del cuerpo

Como dijimos en el acapítulo 1, la homeostasis es el conjunto de «las tareas colectivas de comunicación y control que el cuerpo realiza para mantener los parámetros fisiológicos dentro de límites estrictos y fisiológicamente estables». La concentración de calcio en sangre, como la de muchos otros iones, es regulada por un circuito cerrado de retroalimentación negativa; si se eleva demasiado, el cuerpo reacciona para reducirla, y viceversa. Los valores demasiado altos de calcio en sangre pueden provocar confusión, cálculos renales, debilidad muscular y otros problemas. Los valores demasiado bajos afectan a la transmisión de impulsos nerviosos y causan espasmos musculares y sensación de hormigueo. Como puede observarse, para que el funcionamiento sea normal es esencial que la concentración

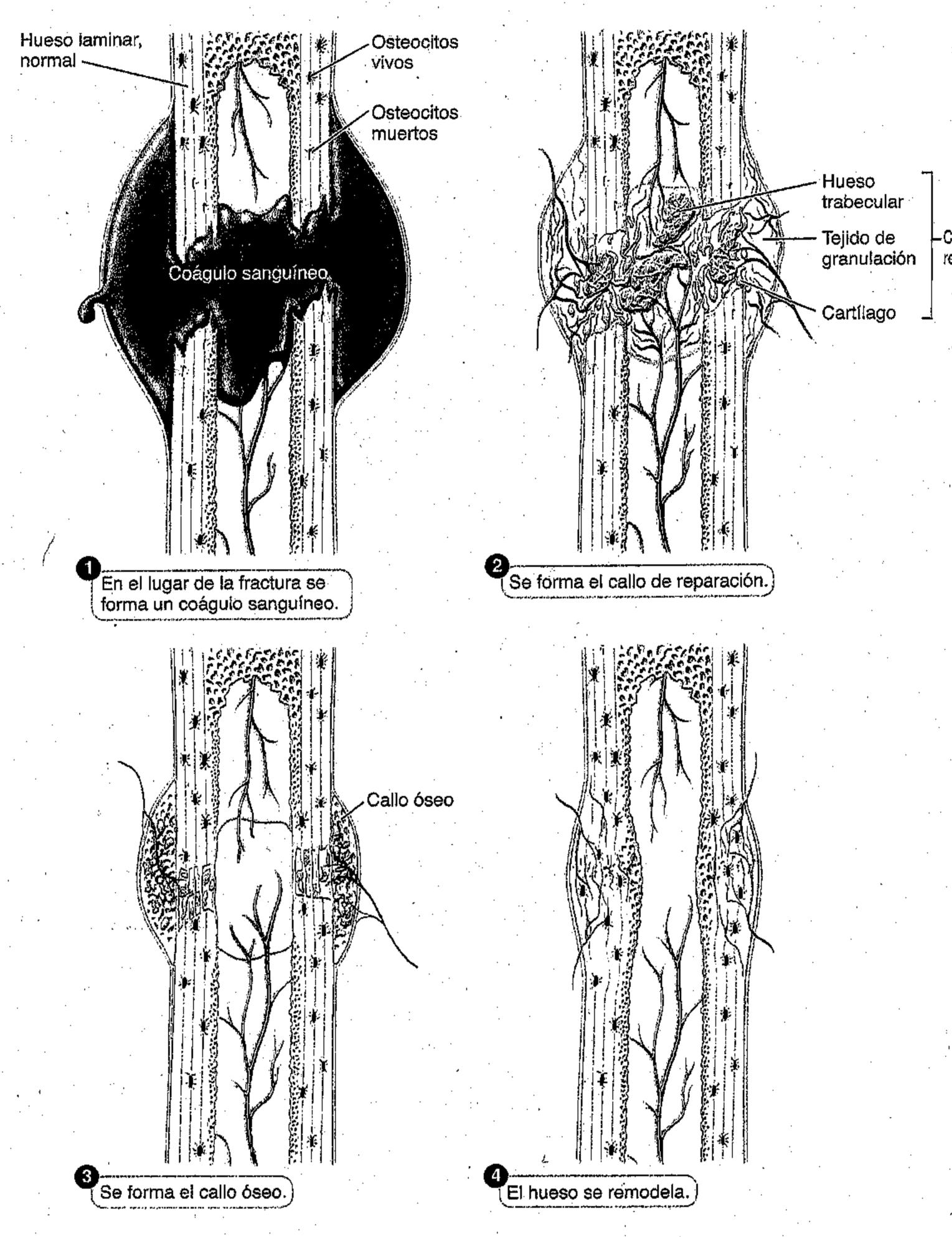
la activi

de tejido a

os nuesos

nasa ostingada in eralization problem que loste portante eso mueros livianos neia y la naforma sa paren

a sobrec



Reparación de una fractura. ¿Qué se forma primero, el callo de reparación o el callo óseo?

sanguínea de calcio sea estable, y el cuerpo utiliza diversos mecanismos para mantenerla.

Ligintes sobre el caso

6-14 Revise la presentación del caso para comprobar la concentración de calcio en sangre de Maggie. ¿Es demasiado alta o baja? ¿Cuál de sus síntomas está directamente relacionado con este cambio anómalo?

El tejido óseo es importante en la homeostasis del calcio

El tejido óseo, que almacena el 99 % del calcio cor está muy involucrado en la homeostasis del calcio. como un «banco de calcio», donde el cuerpo lo de la cractura en espiral, como ahorro cuando su concentración sanguínea masiado alta, y lo retira cuando es necesaria su re ción en la sangre. La síntesis de tejido óseo, a cargo osteoblastos, reduce la concentración sanguínea de la concentración de la concentració



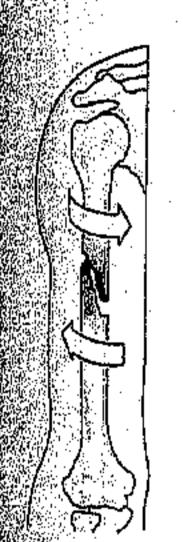
racturas

na fractura es un l rando la carga exc weso. Los huesos € malcaso clínico de ansibles a las fracti nsideran más san eden fracturarse: graordinaria, com automóvil.

Dado que los hu∈ edad, las fractura: saud de las pers **es** importantes se stacar que muchc ecuencia en las po

Edad superior a 8 Reso inferior a 59 Uso de benzodia: como sedantes). Falta de ejercicio Perdida de visión rastorno cerebra v a capacidad m

Las facturas se ci hueso haya perfo atrón (la figura al p acturas cerradas se actura sobresale d empuesta.



cerrada, completa

INSTANTÁNEA CLÍNICA

ar

dectura es un hueso roto. Las fracturas se producen de la carga excede la capacidad de resistencia del Los huesos enfermizos, como los de Maggie raso clínico de este capítulo, son particularmente besa las fracturas; pero incluso los que se de los jóvenes, racturarse si se les somete a un fuerza pardinaria, como por ejemplo una caída o un accidente utomovil.

de que los huesos se desmineralizan y debilitan con at las fracturas son uno de los principales problemas de las personas mayores. Los factores de riesgo inportantes se indican a continuación. Es interesante eter que muchos de ellos se observan con mayor encia en las poblaciones de mayor edad.

ted superior a 80 años. med inferior a 59 kg.

de benzodiazepinas (se utilizan ampliamente seno sedantes).

elle de ejercicio por no caminar.

erdida de visión.

destorno cerebral que afecte a la estabilidad física y la capacidad mental.

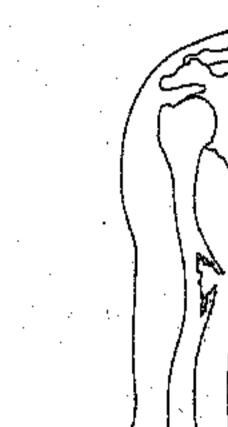
Le facturas se clasifican dependiendo de que queso haya perforado o no la piel, y según su propio de la figura al pie muestra algunos ejemplos). Las tras cerradas son las que no atraviesan la piel. Si la dura sobresale de la piel, se dice que es abierta o mpuesta.

El patrón de las fracturas es más variable:

- Una línea de fractura única es una fractura simple,
- Una línea de fractura simple que abarca todo el espesor del hueso es una fractura completa; en caso contrario, la fractura es incompleta.
- Varias fracturas en un solo lugar forman una fractura conminuta.
- Los huesos infantiles son más flexibles que los adultos y tienden a romperse o curvarse parcialmente (de forma incompleta); se habla entonces de fracturas en tallo verde.
- Las fuerzas de torsión pueden causar una fractura en *espiral*.
- Las fuerzas que actúan sobre el hueso en la misma dirección, pero en sentido contrario, hacen que el hueso se colapse sobre sí mismo y provocan fracturas por impacto, también conocidas como fracturas por compresión (en especial en las vértebras).

La mayoría de las fracturas se producen de formasúbita, pero las fracturas por sobrecarga aparecen lentamente, como resultado de microfracturas repetidas provocadas por cargas repetitivas importantes; por ejemplo, en el pie de un corredor de fondo.

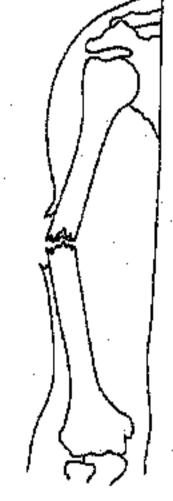
Una carga lo bastante fuerte como para romper un hueso también puede dañar el tejido circundante. Las fracturas suelen acompañarse de lesiones en los músculos, vasos, nervios y ligamentos, de modo que la importancia del sangrado y de las lesiones suele ser mayor de lo previsto en una vista rápida de una radiografía.



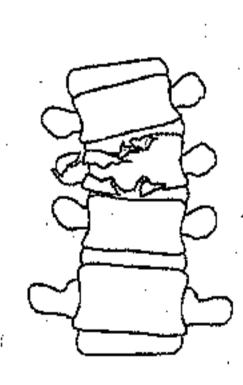
ecura en espiral, completa



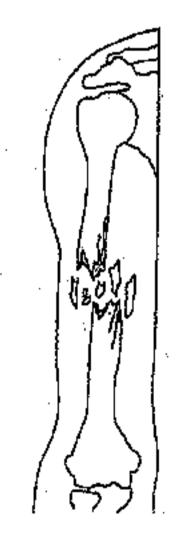
B Fractura en tallo verde, cerrada, incompleta



C Fractura simple, abierta, completa



D Fractura por impacto (por compresión), cerrada, incompleta



E Fractura conminuta, cerrada, completa

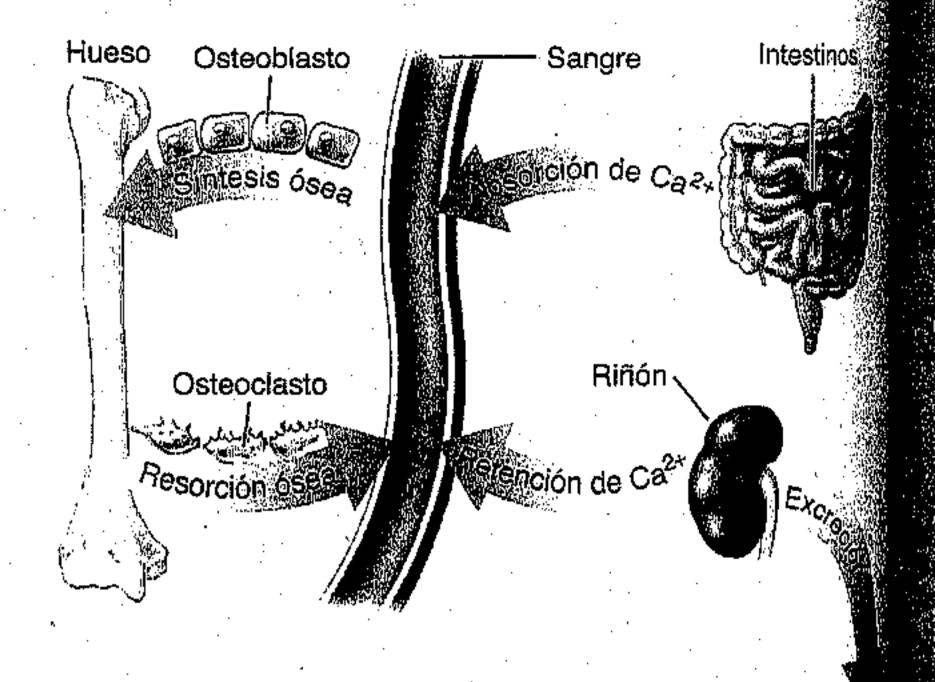
OPPORT lcio. Act o depos nea es su repo urgo de ea de c

cio, mientras que la resorción de tejido óseo por parte de los osteoclastos la eleva (fig. 6-10, a la izquierda). Los osteoclastos degradan el hueso para mantener la homeostasis del calcio, aun cuando su salud se deteriore en el proceso.

Los intestinos y los riñones son importantes en la homeostasis del calcio

La homeostasis del calcio también necesita que otros dos sistemas, el digestivo y el urinario, funcionen normalmente. El calcio es un elemento y, por supuesto, el cuerpo no puede sintetizarlo. En cambio, debe consumirse con la dieta y se absorbe en el intestino. Los trastornos de malabsorción, como la enfermedad celíaca, pueden reducir notablemente la absorción intestinal de calcio. Además, la absorción inadecuada del calcio en el intestino depende de una señal química, el colecalciferol, conocido más comúnmente como vitamina D, que se obtiene de los productos lácteos enriquecidos y del aceite de pescado, o bien por síntesis en la piel, como respuesta a las radiaciones ultravioleta de los rayos solares. Sin importar su fuente, el hígado y los riñones convierten el colecalciferol en su forma activa, conocida como calcitriol o 1,25-dihidroxivitamina D_3 . El calcitriol estimula la captación de calcio por las células intestinales. En los niños, la insuficiencia de vitamina D es una enfermedad característica llamada raquitismo, que se describe con más detalle en nuestra página web http://thePoint.lww.com/ espanol-McConnellandHull.

Además, toda la sangre (incluido el calcio disuelto en ella) es filtrada por los riñones, órganos pares del sistema urinario. Los riñones «determinan» la cantidad de calcio que se envía nuevamente a la sangre, es decir, cuánto calcio retendrá el cuerpo y cuánto será excretado en la orina.



Aumenta la concentración sanguínea de Ca²⁺

Reduce la concentración sanguínea de Ca²⁺

Figura 6-10. Homeostasis del calcio. El cuerpo mantiento concentración sanguínea constante de calcio modificando procesos: la absorción intestinal de calcio, la excreción ofición renal de calcio, y la resorción o síntesis ósea. ¿Los o

Las hormonas son importantes en la homeostasis del calcio

blastos extraen o depositan calcio en la sangre?

Decíamos antes que la acción de los huesos, los intesti y los riñones influye en la concentración sanguínea dec cio; sin embargo, ¿qué es lo que controla sus actividad Como dijimos en el — capítulo 4 hablando de las seia

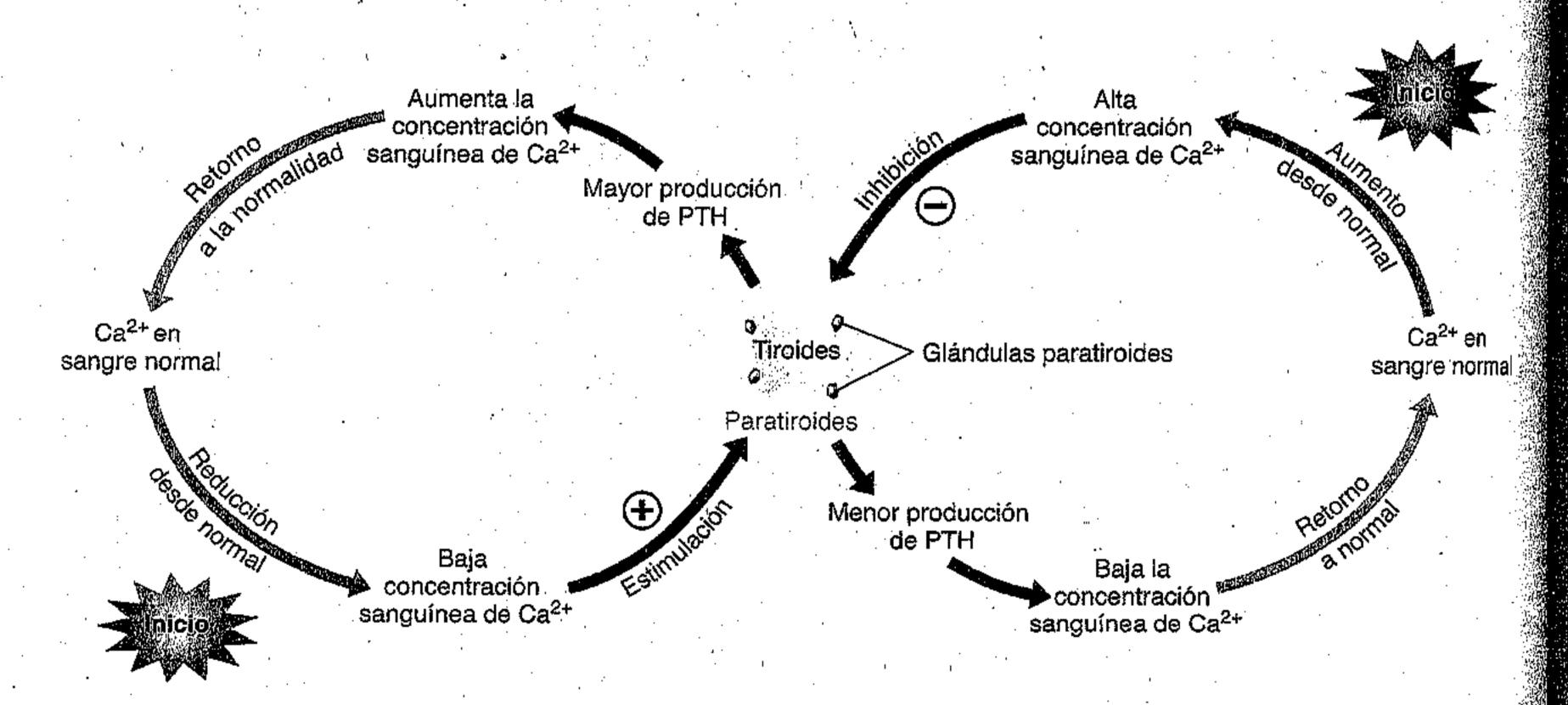


Figura 6-11. La paratirina (PTH) regula la concentración de calcio en la sangre. Las flechas rojas muestran una alteración de las los valor homeostasis, las azules indican la regulación y la respuesta de las glándulas paratiroides, y las verdes muestran el retorno pudieron homeostasis. Una alta concentración de calcio en la sangre, ¿inhibe o estimula la secreción de PTH por parte de las glándulas dirigiles y los ratiroides?

> Estudio Liperpa el caso (

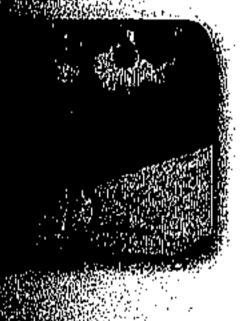
1 Estimula
osteoclás
2 Estimula
infones.
intestina
3 Aumenta
la cantida
orina.

Los osteo dinaria, degi producían h cio liberado: meorar las c calcio prove suficiente er ban patológi rejido óseo. Por qué homeostasis **g**uinea de ca la secreción obstante, en de un tumor, cualquier fo: inición, un **células**, que **pueden** cont la secreción

de calcio sanguíneo sea una hormona, la para-ME), secretada por las glándulas paratiroides. Se lació glándulas del tamaño de un guisante, poslaglándula tiroides, que se encuentra en la bareganta (fig. 6-11). El efecto neto de la acción de sel aumento de la concentración de calcio en la la setambién puede suceder lo contrario: si el callibreo excede el valor de referencia, las paratiroilas menos PTH y la concentración de ésta vuelve las establecidos. Para entender cómo la PTH conmicostasis del calcio, volvemos al caso de Maggie.

edio del caso

eparatiroidismo: sode Maggie H.



rpo mana

) modifice

os, los inte

inguínear

us actividad

o de las se

teración

el retor

glándura

ósea.

El diagnóstico de Maggie fue hiperparatiroidismo; es decir, sus
glándulas paratiroides estaban
secretando cantidades demasiado
altas de hormonas. La PTH actúa
en tres lugares diferentes para aumentar la concentración de calcio
en la sangre (fig. 6-12):

dinula la degradación ósea al aumentar la actividad no la stica.

mula la activación de vitamina D por parte de los mes La vitamina D, a su vez, aumenta la absorción sinal de calcio.

denta la retención de calcio en los riñones y reduce candad de calcio que se elimina normalmente en la

degradaban cantidades excesivas de tejido óseo y dinhuesos débiles y muy frágiles. Los iones de calcuados pasaban a su torrente circulatorio. Para emproveniente de su dieta y no excretaba la cantidad de la cantidad en la orina. En conjunto, estos procesos elevatologicamente la concentración de calcio a costa del

stasis? Normalmente, la alta concentración sande calcio observada en Maggie hubiera inhibido reción de PTH por retroalimentación negativa. No resenel caso de Maggie, la PTH era secretada desnumor y los tumores son sumamente insensibles a pierforma de retroalimentación negativa. Por denum tumor es una proliferación incontrolada de logue a veces ni siquiera los tratamientos médicos a controlar. Una vez extirpado el tumor de Maggie, eción de PTH y su actividad volvieron rápidamenvalores normales. Sin embargo, las lesiones óseas depondurarse. Los huesos de Maggie serán siempre en los días en que podía correr son cosa del pasado.

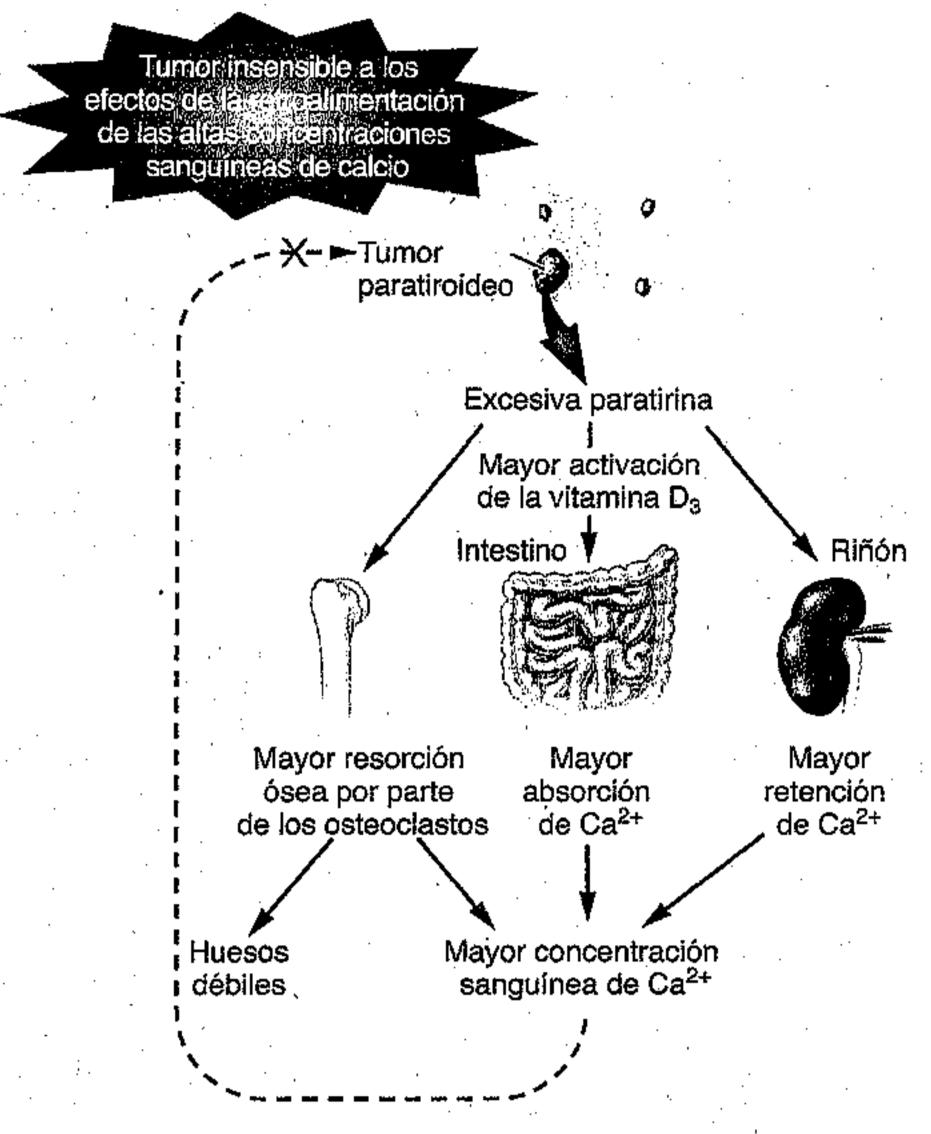


Figura 6-12. Homeostasis y el caso de Maggie H. El tumor paratiroideo de Maggie secretaba grandes cantidades de PTH, lo que provocó la formación de cálculos renales, una elevada concentración de calcio en la sangre y degradación ósea. A diferencia de las glándulas paratiroides normales, la respuesta del tumor ante esa alta concentración no fue secretar menos PTH. Verdadero o falso: la PTH estimula la absorción de calcio por las células intestinales.

Apuntes sobre el caso

6-15 Antes de la cirugía, los complementos de vitamina D, ¿hubieran mejorado o empeorado la situación de Maggie? ¿De qué forma el hiperparatiroidismo debilitó los huesos de Maggie?



- 6-1 Los recién nacidos tienen más de 300 huesos, pero los adultos sólo 206. ¿Qué sucede con los huesos que faltan?
- 6-2 ¿Qué forma tiene el hueso frontal del cráneo, plana o irregular?
- 6-3 ¿Qué parte ósea sobresale del hueso, un agujero o un cóndilo?
- 6-4 ¿Qué deben hacer los huesos con los glóbulos sanguíneos?
- 6-5 ¿Cómo se denomina la membrana fibrosa que recubre la diáfisis de los huesos?

- 6-6 Si usted quisiera extraer algunos blastocitos para crear tejido óseo, ¿dónde los buscaría?
- 6-7 ¿Cómo se denomina la célula ósea que madura en un osteocito?
- 6-8 ¿Qué sucede con el calcio eliminado del tejido óseo por los osteoclastos?
- 6-9 ¿Qué tipo de canal atraviesa longitudinalmente un hueso, el perforante o el central?
- 6-10 ¿Qué es un osteón?
- 6-11 ¿Dónde se encuentran las trabéculas, en el tejido óseo esponjoso o en el compacto?
- 6-12 ¿Qué tipo de tejido óseo se desarrolla a partir de un molde en cartílago, el membranoso o el endocondral?
- 6-13 ¿Cuál es el primer lugar de depósito óseo en la osificación endocondral?
- 6-14 ¿El cartilago articular se desarrolla a partir del pericondrio o del periostio?
- 6-15 ¿Dónde se produce el crecimiento óseo longitudinal, en la epífisis o en la diáfisis?
- 6-16 ¿Sirve una medicación que estimula la actividad osteoblástica para tratar la osteoporosis o la enfermedad de Paget?
- 6-17 Durante la consolidación de una fractura, ¿qué tipo de callo se forma primero?
- 6-18 Señale los componentes del tejido de granulación.
- 6-19 ¿La paratirina estimula la actividad de los osteoblastos o de los osteoclastos?
- 6-20 Una inyección intravenosa de calcio, ¿aumentaría o reduciría la secreción de paratirina?

Articulaciones

Salvo el hioides del cuello y los sesamoideos (como la rótula), cada hueso del cuerpo se articula (se une) con otro. El lugar donde se juntan los huesos se llama **articulación**, o *artrosis* (del griego *arthron* = «articulación»). Aunque todas las articulaciones sirven para mantener los huesos juntos, algunas no permiten el movimiento o incluso son casi o totalmente inmóviles. Por ejemplo, los huesos del cráneo están fusionados como si fueran uno, una característica esencial para proteger el cerebro.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, las articulaciones se comportan de modo que permiten el movimiento de las distintas partes del cuerpo. Por ejemplo, las maravillosas actividades que podemos realizar con nuestras manos reflejan los movimientos coordinados de casi todas las articulaciones de los miembros superiores. Para darse una idea, agáchese para desatar y atar los cordones de sus zapatos y preste atención al trabajo de las articulaciones que

participan en ese movimiento. Son tantos los movimiento que se producen al mismo tiempo, que probablemente de cesitará verlo varias veces para apreciar del todo cómo hombro, el codo, la muñeca y cada articulación de la mano trabajan en conjunto para hacerlo posible. Una sola articulación lesionada puede dificultar mucho una actividad un sencilla como ésta.

Las articulaciones pueden clasificarse según su forma o su función

Las articulaciones pueden clasificarse según su forma (is tructura) o su función (amplitud de movimiento permitida (fig. 6-13). En cuanto a la clasificación estructural, hay do variables importantes: a) la presencia o ausencia de espicio entre los huesos y b) si no existe ningún espacio, el tipo de tejido conectivo que une los huesos entre sí. Atendien do a su estructura, las articulaciones se clasifican de las guiente manera:

- Fibrosas: articulaciones sin espacio; los huesos estrunidos por tejido fibroso. Las articulaciones entre la huesos craneales (llamadas suturas) son fibrosas, innoviles y estrechas.
- Cartilaginosas: articulaciones sin espacio; los hueste están unidos por cartílago. Las articulaciones entre exértebras entran en esta categoría.
- Sinoviales: articulaciones con espacio, la cavidad sinovial, que separa los extremos de los huesos. Las attributaciones sinoviales tienen otras características que describen a continuación. Casi todas las articulaciones de los miembros son sinoviales.

Según su amplitud de movimiento, se clasifican com

- Sinartrosis (del griego syn = «con, junto con»): article lación fija que no permite movimiento alguno. En est categoría entran las suturas entre los huesos craneales que so categoría entran las suturas entre los huesos craneales que so categoría.
- Anfiartrosis (del griego amphi = «a ambos lados») a ticulación que permite ligeros movimientos. Las articlaciones entre las vértebras de la columna y entre huesos de la muñeca son anfiartrosis.
- Diartrosis (del griego diá = «entre, a través»): articula ción con movimiento libre. El hombro y las articulado nes de los dedos son de movimiento libre.

Como era de esperar, forma y función van siempre la par, de modo que la función de las articulaciones van según su forma. Por lo tanto, la mayoría de las articulaciones fibrosas son sinartrosis, la mayoría de las cartilaginosas son anfiartrosis y la mayoría de las sinoviales son diartrosis. Analicemos detalladamente cada uno de esta tres tipos.

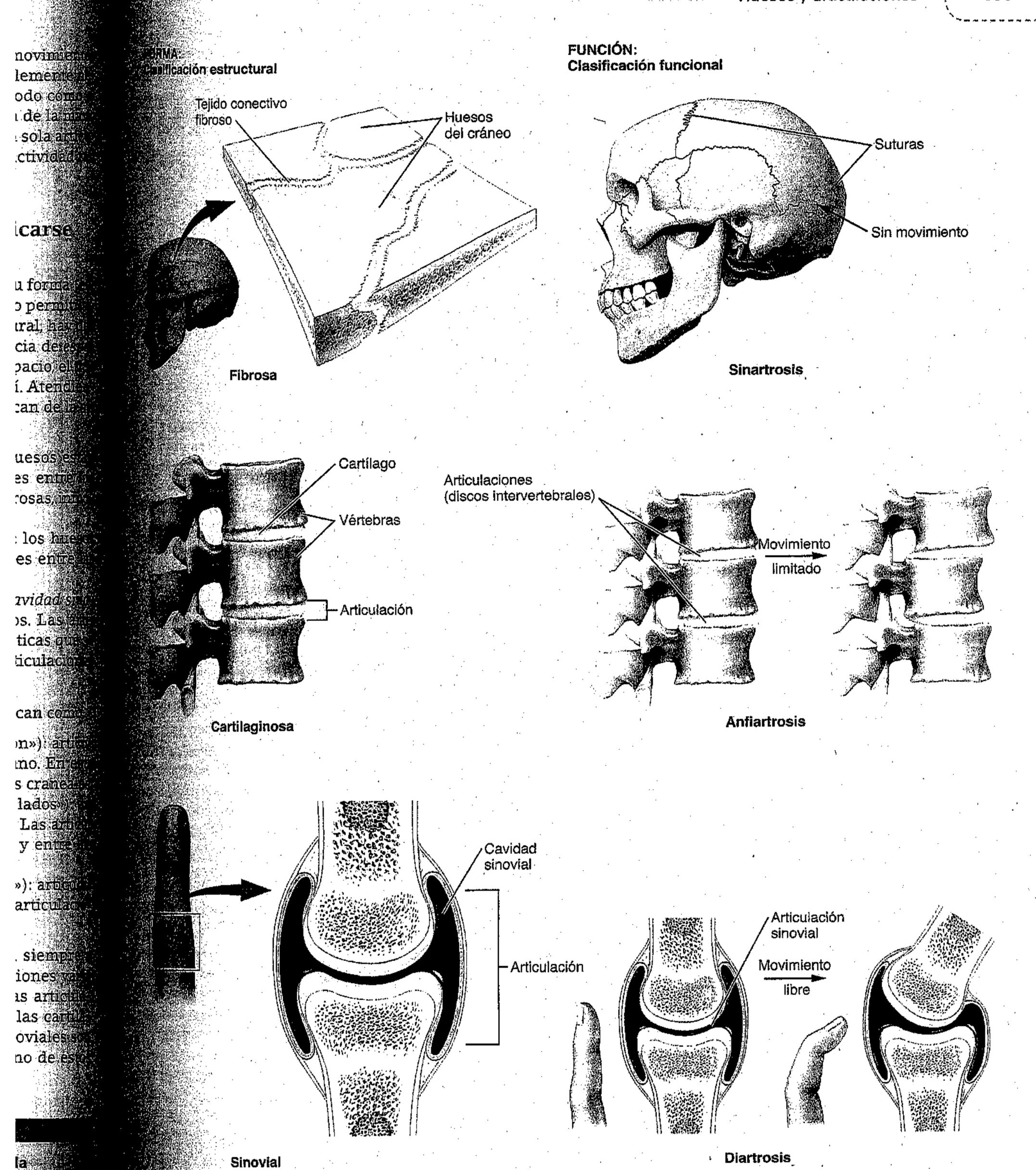
Apuntes sobre e caso.

6-16 Maggie siente dolor en la articulación de la rodilla, que tiene movimiento libre. ¿Esta articulación es una diartrosis o una sinartrosis?

Figura 6-1 clasificacio

FOR

Clas



Clasificación de las articulaciones. Las articulaciones pueden clasificarse según su forma o su función. ¿Cuál es la función estructural y funcional de las suturas del cráneo?

Las articulaciones fibrosas son suturas y sindesmosis

Las articulaciones fibrosas permiten muy poco o ningún movimiento. Son de dos tipos: suturas y sindesmosis.

Una sutura es la más estrecha de todas las articulaciones. Las suturas unen los huesos del cráneo y consisten en una capa delgada de tejido fibroso extremadamente denso, que no permite ningún movimiento (fig. 6-13, fila superior). Más aún, los huesos de una sutura encajan entre sí como los bordes de un puzzle, lo que añade resistencia y estabilidad a la unión. Dado que no permiten movimiento, todas las suturas son sinartrosis.

Una **sindesmosis** (del griego *syndesmos* = «unión») es una articulación fibrosa que permite un movimiento muy limitado (anfiartrosis). La distancia entre los huesos es mayor en una articulación que en una sutura, y el espacio se rellena con más cantidad de tejido fibroso. Los dos huesos del antebrazo (el radio y el cúbito) se unen longitudinalmente en una sindesmosis (v. fig. 6-37).

¡Recuerde! Las sindesmosis permiten un movimiento limitado; las suturas no.

Las articulaciones cartilaginosas no permiten casi ningún movimiento

Generalmente, las articulaciones cartilaginosas permiten muy poco o ningún movimiento. Los huesos están unidos por cartílago. Aunque habitualmente no se consideran articulaciones, las láminas de crecimiento epifisario de los huesos largos en crecimiento forman una unión cartilaginosa entre piezas de hueso que técnicamente puede considerarse una articulación. Son sinartrosis, no permiten ningún movimiento; esto, por supuesto, desaparece cuando finaliza el crecimiento óseo.

No obstante, a efectos prácticos, el único tipo de articulación cartilaginosa es la sínfisis, cuyos huesos están unidos por una combinación de tejido fibroso y cartílago. Un ejemplo es la sínfisis del pubis, el punto de unión anterior entre los huesos pélvicos (v. fig. 6-39). Normalmente no permite casi ningún movimiento, pero durante el embarazo el tejido fibroso se relaja y permite que la unión se expanda y la pelvis se agrande para dar cabida al útero y facilitar el paso del feto durante el parto. Las articulaciones entre los cuerpos vertebrales también son sínfisis, las cuales están formadas por los discos intervertebrales de tejido fibroso y cartílago (fig. 6-13, fila central).

Los huesos lesionados de Maggie se unen longitudinalmente por una membrana fibrosa, y el movimiento de cada uno respecto al otro es muy limitado. Describa este tipo de articulación con tres términos.

Las articulaciones sinoviales permiter una gran amplitud de movimientos

Las articulaciones sinoviales permiten una gran van y amplitud de movimientos porque los huesos están rados por una cavidad (fig. 6-14). Presentan las siguir características:

- Una cápsula articular, que rodea y refuerza la articulacio ción. La cápsula fibrosa está compuesta de tejido con lestaba comp tivo duro, que se adhiere a la superficie de los his la collection de la a cada lado de la articulación. Algunas de las fibril de importante q esos tejidos conectivos se organizan en haces gri llamados *ligamentos* (se describen más adelante). 🎉 pa interior de la cápsula articular está tapizada por membrana especial, la membrana sinovial (se com más adelante).
- Un ligamento, que es una banda gruesa de tejidofic**a de la a**rticulació que se extiende entre dos huesos de una articula de le en la artic Algunos ligamentos forman parte de la cápsula artir de la capsula que rodea la articulación; otros se encuentran fuera la la artritis es cápsula articular, y otros incluso dentro del espacio de la contacticulación articulación. Los ligamentos más importantes general actionas egipcia mente llevan nombres distintivos, como los ligamente llevan nombres distintivos, como los ligamente llevan nombres distintivos, como los ligamentes desencia. Ader cruzados de la rodilla.

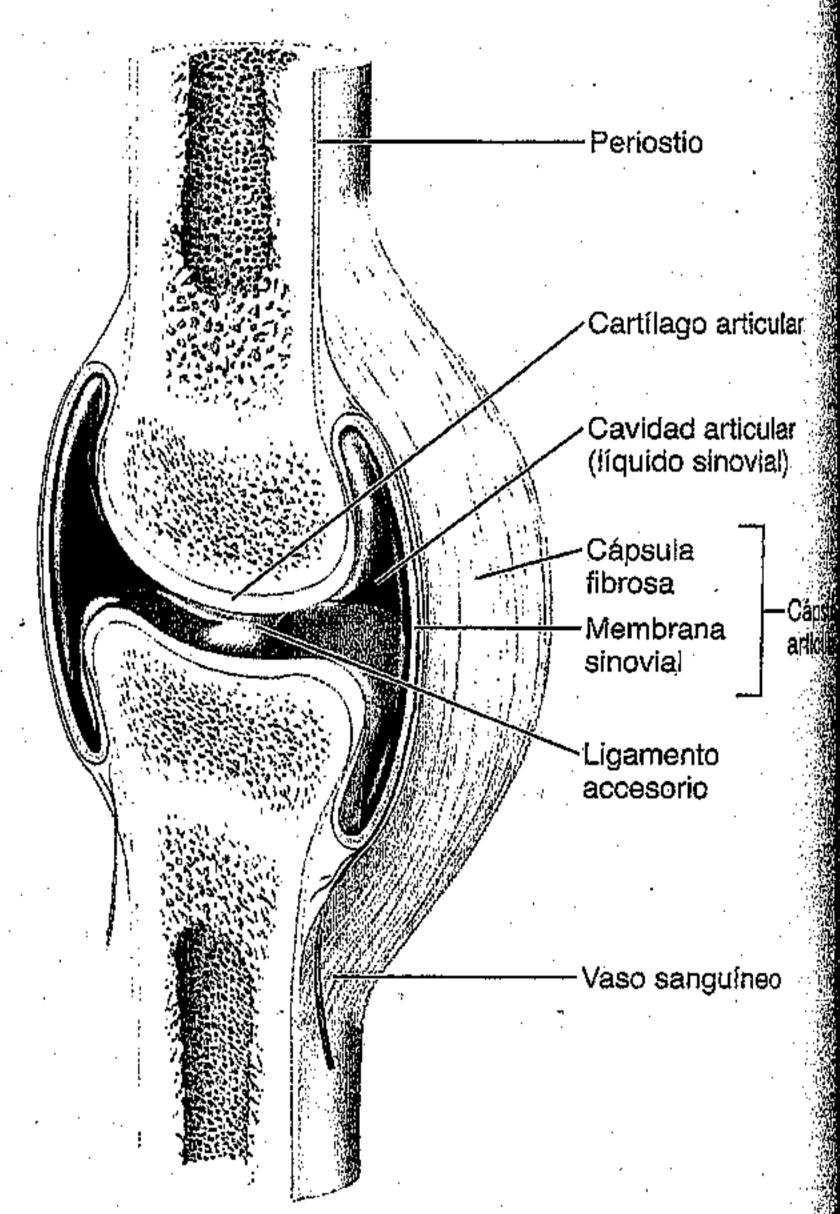


Figura 6-14. Estructura de una articulación sinovial. Obia que los ligamentos ayudan a formar la cápsula articular encuentran también en el interior de la cavidad articular. cubre los extremos de los huesos en la articulación, la men na sinovial o el cartílago articular?



Artritis

awin Moses (na emadounidense, revolver a com

en sentido estri tas afecciones (la consulta m La inflamacio ma lesión; esto in amada ha sı ariculación pur las más frecuer enfermedades La artrosis e uson que gener **fisica** prolongac deporte no pare os atletas desta tesgo de padec eurintenso entre competiciones. articular repetit **ches**idad mórb malacablemen codilas, las cac **En es**e punto, c ceriostio de un parque el perio nerviosas. La a con la edad, y r población may en técnicas de prevenir la disc de dolor es un matamiento, y r no esteroideos Otra varieda

palabra *reuma*

rmiten tos

ran vanie s estánts as signier

tejido com le los inucional las fibras aces grite lante): lla zada por (se come

tejido film articulado sula articulado an fuera do l espacio do ntes gene os ligamen

) articular

articular sinovial)

.

inovial. 6 lla amicula d articular ción, la rei

INSTANTÁNEA CLÍNICA

unticulación ya no se lubricaba como cuando etaba compitiendo, y decidí que evitar la artritis refreumatismo el resto de mi vida era mucho más montante que volver a las pistas.

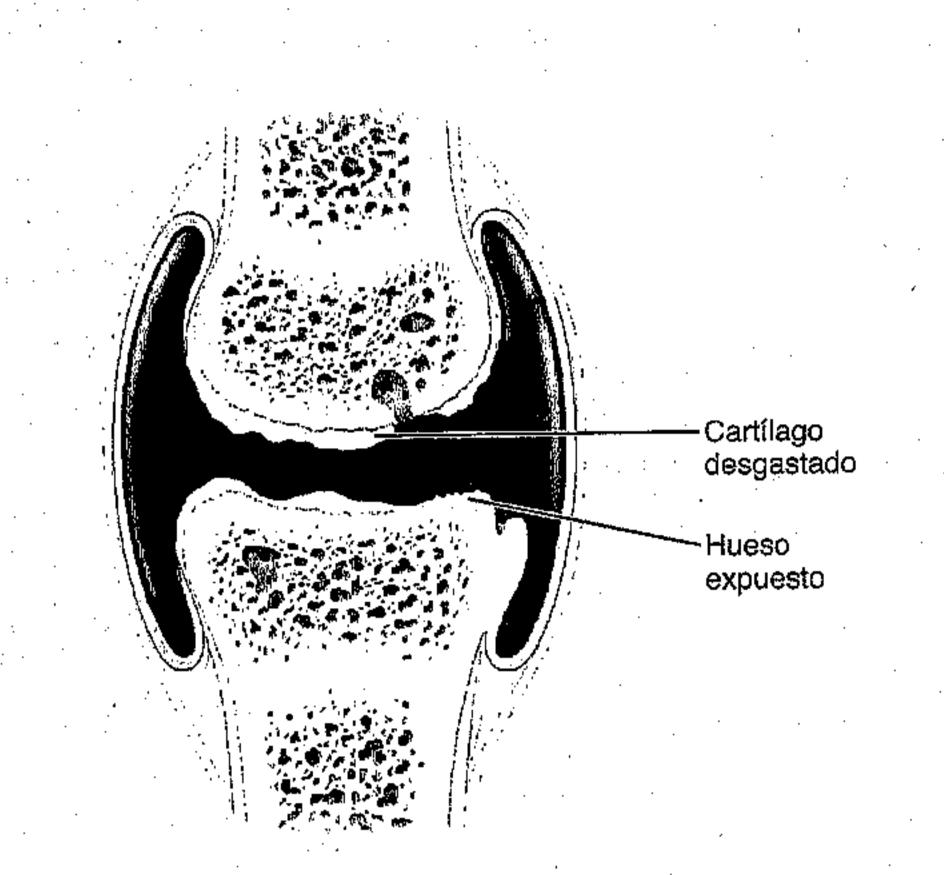
n Moses (nacido en 1955), legendario atleta dibunidense, al explicar por qué había decidido diver a competir.

enido estricto, la palabra *artritis* significa inflamación en conculación, pero en términos coloquiales significa inflamación en la artritica en la artritica en la artritica en la artritica es dolorosa.

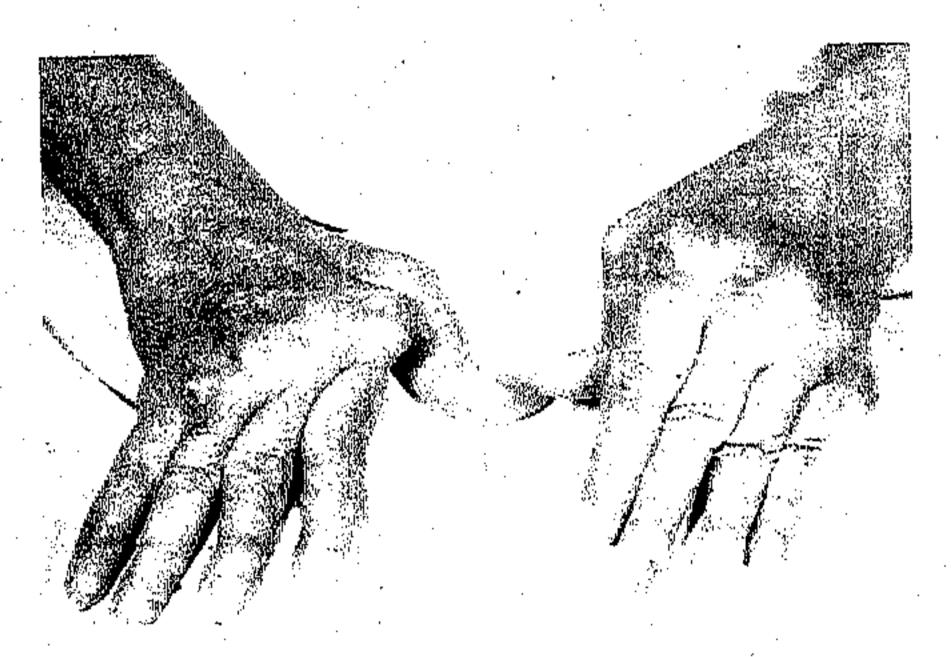
Latritis es una antigua enfermedad de los animales iticulaciones: los huesos de los dinosaurios y de las las egipcias muestran pruebas inconfundibles de su esta. Además, es muy corriente; se trata de una de lecciones que con mayor frecuencia llevan al paciente consulta médica.

esto lleva a suponer que una articulación para ha sufrido algún tipo de lesión. Aunque una historio puede lesionarse de muy distintas maneras, esto frecuentes son el desgaste mecánico y las medades autoinmunitarias.

annosis es una enfermedad debida al «desgaste por rue generalmente aparece en respuesta a una carga prolongada sobre las articulaciones. Aunque el teno parece aumentar el riesgo de artrosis en general, destacados como Edwin Moses tienen mayor repadecer la enfermedad en las rodillas a causa de recentrenamiento y participación en las de lones. Una causa mucho más frecuente de tensión repetitiva en la población estadounidense es la de mórbida: el peso excesivo del cuerpo oprime aplemente los cartílagos amortiguadores de las las caderas y los tobillos, hasta que los destruye. caminar sólo es posible haciendo crepitar el podeun hueso sobre otro, una opción dolorosa, de liperiostio contiene una gran cantidad de fibras a artrosis se va haciendo también más frecuente de la companyor de 65 años. El tratamiento debe centrarse des de fisioterapia y rehabilitación orientadas a adiscapacidad. La farmacoterapia para el alivio des un aspecto relativamente menor del no y normalmente consiste en antiinflamatorios dideos (AINE) o compuestos relacionados. de la artritis es la artritis reumatoide. La reumatoide (del griego rheuma = «flujo» y eidos =



A Artrosis



B Artritis reumatoide

A) Articulación de un paciente con artrosis. Observe las superficies del hueso expuesto. B) La artritis reumatoide causa una notable inflamación en la articulación.

«aspecto») hace referencia al líquido acuoso que fluye en las articulaciones de los pacientes con esta forma de artritis. Se trata de una enfermedad autoinmunitaria, en la que el sistema inmunitario del cuerpo ataca a los tejidos del propio huésped. Como veremos en el capítulo 12, el sistema inmunitario normalmente sólo ataca a las proteínas extrañas (no propias), por ejemplo de virus o bacterias; sin embargo, en la artritis reumatoide ataca también a las propias, la membrana

Artritis (cont.)

sinovial que recubre las articulaciones sinoviales. No se sabe con certeza por qué ocurre, pero parece ser un tipo de error de identidad molecular. Es posible que una infección estimule inicialmente una reacción inmunitaria que ataca al virus, pero como ciertas proteínas víricas son semejantes a las de la membrana sinovial, el sistema inmunitario ataca a ésta. Además de rigidez, inflamación y dolor en las articulaciones, el paciente también siente fatiga y debilidad.

Los síntomas pueden mantenerse moderados o avanta hasta la discapacidad total. El tratamiento de la artrita reumatoide incluye distintas variedades de medicamentos: AINE, corticoesteroides, inmunosupresores y oro. La mayoría de ellos se prescribe para atenuar la reacción autoinmunitaria; a veces es necesario el tratamiento quirúrgico para la rehabilitación de una articulación gravemente inflamar

- Los cartílagos articulares que cubren los extremos de los huesos, los amortiguan, los protegen contra los efectos de la fricción y la compresión, y ayudan a preservar su forma y posición para que puedan mantener la alineación ósea. Este cartílago puede desgastarse con el tiempo y provocar artrosis (v. la Instantánea clínica titulada «Artritis»).
- Un espacio articular tapizado por una capa de células sinoviales especializadas, que forman la membrana sinovial. Esta membrana se fija a los bordes del cartílago articular y se pliega sobre sí misma varias veces para aumentar su superficie. Por ejemplo, en la articulación de la rodilla, la membrana sinovial desplegada totalmente mediría 100 m². Las células sinoviales secretan un líquido sinovial lubricante, que recubre el interior de la articulación. Esta delgada película de líquido muy resbaladizo tiene un aspecto y una textura que recuerdan a la clara de huevo cruda.

Aunque la membrana sinovial está bien irrigada por vasos sanguíneos, el cartílago articular, el espacio de la articulación y los ligamentos asociados no lo están. Es el líquido sinovial el que transporta el oxígeno y los nutrientes a los cartílagos y ligamentos. No obstante, en algunos tipos de artitis, especialmente la reumatoide (v. la Instantánea clínica titulada «Artritis»), la respuesta a la inflamación es formar vasos que llevan consigo enzimas destructivas que desgastan el cartílago.

Alrededor de las articulaciones sinoviales trabajan también otras estructuras (v. fig. 6-36). Los **tendones** son bandas densas de tejido conectivo fibroso, a veces muy largas, que fijan los extremos de los músculos al hueso y se deslizan hacia atrás y adelante entre los tejidos mientras se produce el movimiento. Para dar cabida a la compleja interacción de los músculos, los tendones y los tejidos circundantes que participan en el movimiento de la articulación, hay unas estructuras especiales en los tejidos blandos que la rodean. Las **bolsas sinoviales** (del latín *bursa* = «saco o bolsa») son sacos fibrosos pequeños con paredes delgadas parecidos a balones colapsados, que contienen una pequeña cantidad de líquido sinovial. Están situados entre la piel y el hueso, rodeados por otras partes de tejido blando alrededor de las articulaciones, donde ruedan hacia atrás y

hacia delante con el movimiento tisular asociado a la vidad de la articulación. Las vainas tendinosas sons alargados semejantes a las bolsas que envuelven los dones para suavizar sus movimientos hacia atrás y la delante.

Apintes sobre el caso

6-18 Las radiografías de Maggie revelaron que parte del cartilago que cubría los extremos de sus huesos estaba desgastado. ¿Cómo se llama ese cartilago?

6-19 La lesión de su muñeca también desgarró parte del tejido conectivo que une los huesos de esa articulación. ¿Qué tipo de tejido conectivo une los huesos?

Las articulaciones sinoviales permiten cuatro tipos principales de movimientos

El lenguaje descriptivo especializado es importanter cada campo del conocimiento, incluidos los movimientos articulares, que se dividen en cuatro categorías principal deslizamiento, rotación, angular y especial.

El deslizamiento es el movimiento de una superiorida plana sobre otra. El movimiento puede producirse en quier dirección y generalmente en una distancia cortal movimientos entre los huesos cortos de la muñeca y del billo son de deslizamiento.

La rotación es el movimiento de un hueso alreded aducción es eje longitudinal. Por ejemplo, cuando usted mues la línea cer cabeza hacia ambos lados para decir «no», está rotand que el hue vértebra superior alrededor de su eje.

El movimiento angular es el incremento o la rección en el ángulo entre los huesos de una articulación ra describir el movimiento angular, recuerde que toda movimientos se inician en la posición anatómica están (fig. 6-15 A). El incremento o la disminución se refiere ángulo en relación con el frente del cuerpo. Por ejempla ángulo formado por el muslo y el torso en la articulación la cadera es de 180°. Al mover el muslo hacia arriba y la cadera es de 180°. Al mover el muslo hacia arriba y la cadera es de 180°. Al mover el muslo hacia arriba y la cadera es de 180°. Al mover el muslo hacia arriba y la cadera es de 180°.

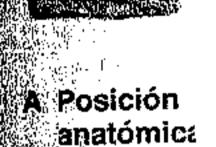
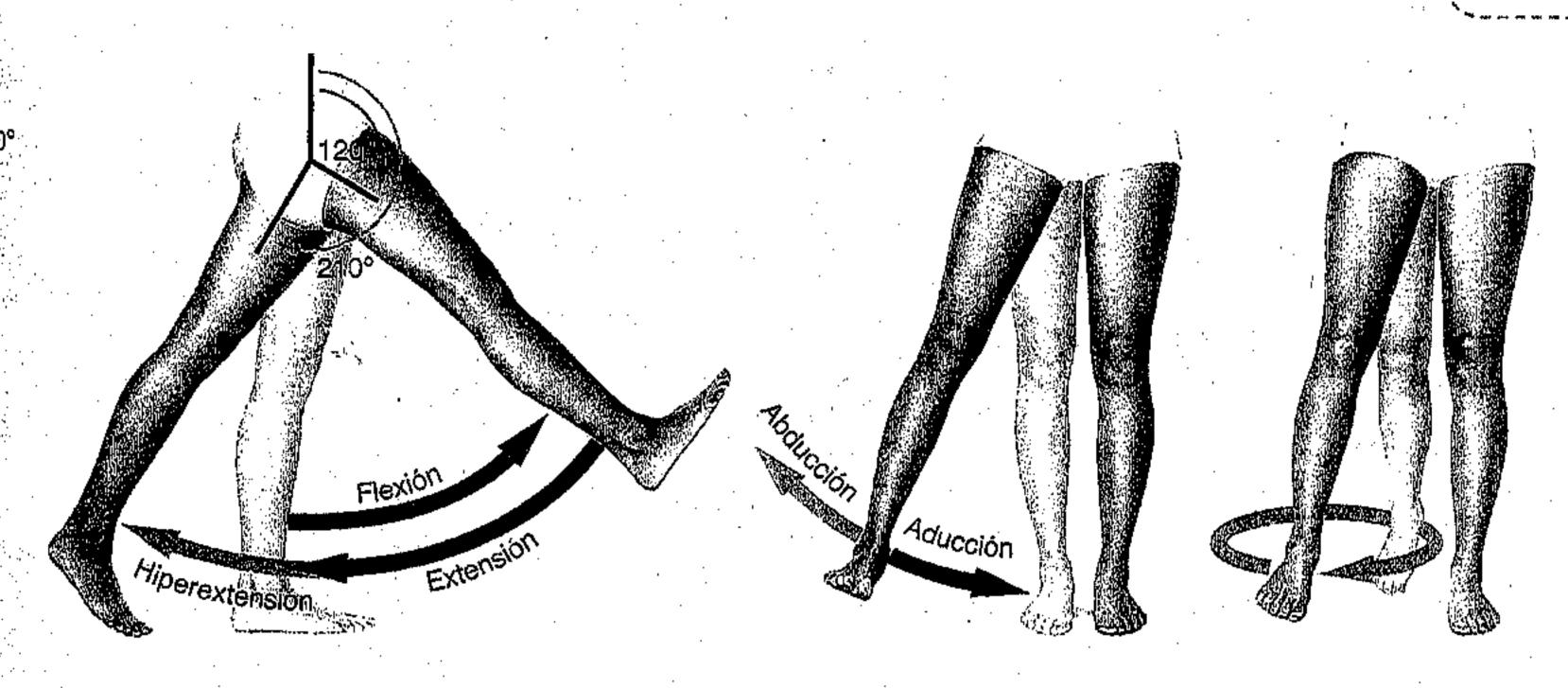


Figura 6-15. IV lación de la cac

delante del cu Por el contrar: rior a 180°.

Hay cinco i continuación ejemplo.

La flexión langulo de la hacia delar miento ang ción. Se dic en extensió refiere hab previa a la extensión (arriba. La 🏄 sión más a el muslo ha de la articu se muestra La abducci cia fuera de auna «abd aducción (la línea cer po). Amba: El movimie es la abduc miento par estándar e La circunc del hueso liza una li pie traza u



iado adei delejón sas somes dialómica

B Flexión/extensión

C Abducción/aducción

D Circunducción

il 15 Movimientos angulares de las articulaciones sinoviales. Los movimientos que se muestran corresponden a la articude acadera. ¿Qué movimiento lleva la pierna hacia un lado, alejándola de la línea central?

ne del cuerpo, el ángulo se reduce a 120° (fig. 6-15 B). L'ontrario, al moverlo hacia atrás, el ángulo es supe-

rigidades movimientos angulares, que se describen a muzican utilizando la articulación de la cadera como

descrión es un movimiento angular que disminuye el milo de la articulación, por ejemplo al doblar el muslo tra delante y hacia arriba. La extensión es un movimiento angular que incrementa el ángulo de la articulator berdice que un cuerpo en posición anatómica está descensión total, de modo que el término extensión se dere habitualmente al movimiento desde una flexión extensión es bajar el muslo después de moverlo hacia puba La hiperextensión es la continuación de la extensión de la posición anatómica estándar. Mover la la la parte posterior del cuerpo hiperextienta la parte posterior del cuerpo hiperextienta la refigura 6-15 B.

dificción es el movimiento angular de un hueso habitera de la línea central; es decir, el hueso se somete distablección» (secuestro) que lo aleja del cuerpo. La leción es el movimiento angular de un hueso hacia linea central (como regla nemotécnica, podemos decir sel hueso vuelve a acercarse y a «adosarse» al cuerto ambas posiciones se muestran en la figura 6-15 C. lecyimiento lateral del muslo, llevándolo hacia arriba, diabetección de la articulación de la cadera. El movimiento para volver a colocarlo en la posición anatómica andar es la aducción.

dicinducción es el movimiento circular del extremo lueso (fig. 6-15 D). La articulación de la cadera reacuna ligera circunducción cuando el dedo gordo del maza un círculo sobre el suelo.

¡Recuerde! Los movimientos de la articulación del hombro pueden ser difíciles de describir. En posición anatómica, todas las partes del cuerpo están en extensión completa. Levantar el brazo para señalar al cielo es una flexión; bajarlo para colocarlo en posición anatómica es una extensión.

Los movimientos especiales son los que no se han descrito anteriormente, y suelen ser específicos de una o algunas articulaciones (fig. 6-16).

- Protracción y retracción. La protracción es el desplazamiento hacia delante (anterior) de una estructura ósea, como el movimiento de la mandíbula hacia fuera. La retracción es el movimiento opuesto.
- Depresión y elevación. La depresión es un movimiento hacia abajo (inferior), por ejemplo bajar la mandíbula para abrir la boca. La elevación es el movimiento opuesto.
- ** Flexión dorsal, flexión plantar, inversión y eversión son todos ellos movimientos del pie. La flexión dorsal es la flexión del pie hacia arriba (superior), como cuando nos apoyamos sobre el talón La flexión plantar es lo opuesto, como cuando nos ponemos de puntillas: el pie está flexionado en dirección a su superficie plantar (la parte de abajo del pie). La inversión es la rotación interna del pie de modo que las plantas miren hacia dentro. La eversión es el movimiento opuesto.
- La supinación y la pronación son movimientos rotatorios del antebrazo que hacen girar la mano. En la posición anatómica estándar del cuerpo, la mano está en posición supina (palma hacia arriba). La pronación es el movimiento para llevar la palma de la mano hacia atrás, y con la supinación se lleva hacia delante.

a e los

ago/

ortanie movimie s princie

na super cirse en au cia coma neca vulc

alreder ed mus tá rotau

culación
que todi
nica est
se remen
r ejemen

rriba

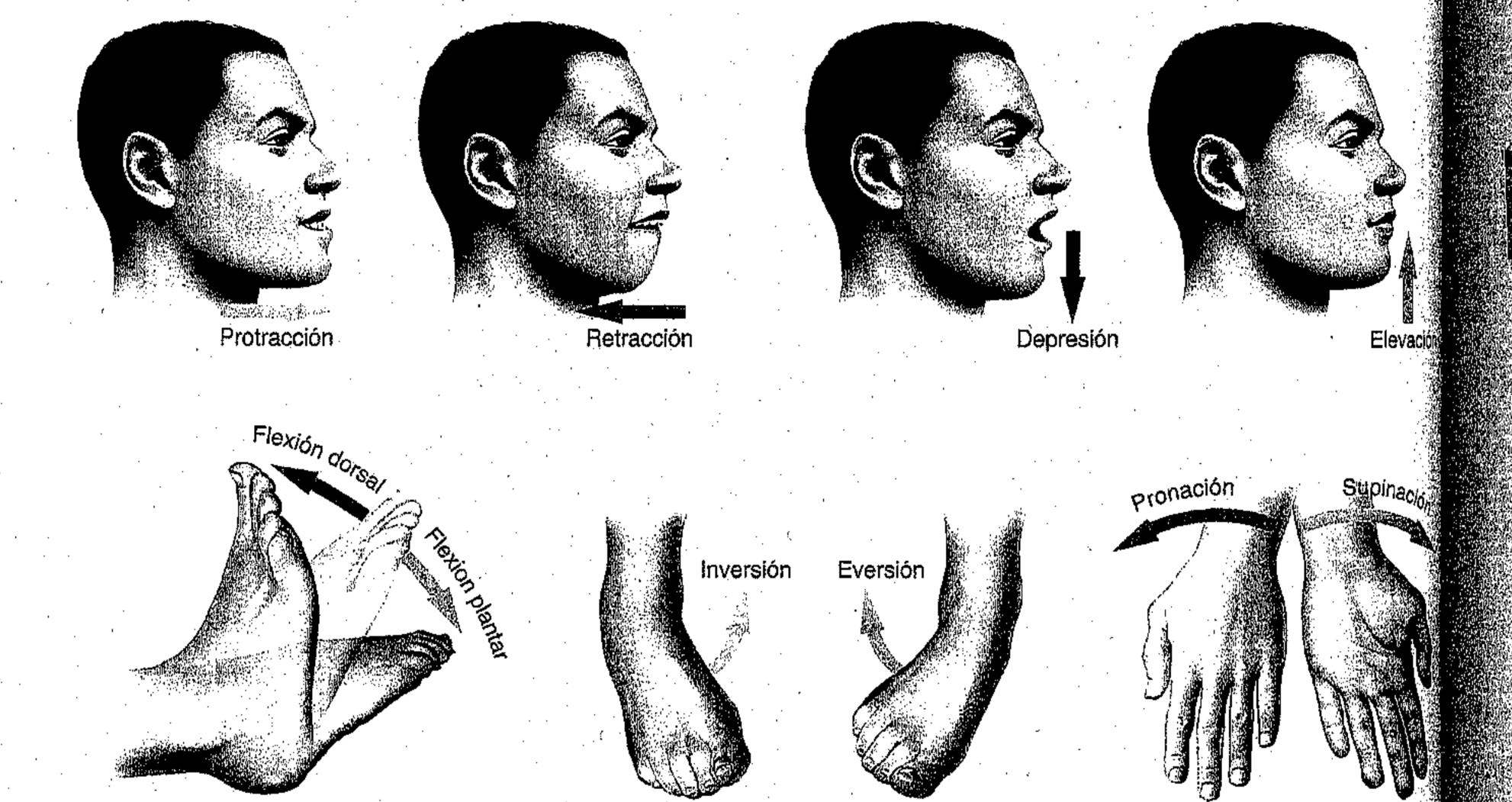


Figura 6-16. Movimientos especiales en las articulaciones sinoviales. ¿Qué movimiento permite ponerse de puntillas?

Estos movimientos se muestran nuevamente en distintas articulaciones sinoviales en las láminas 7-1 a 7-9, donde se identifican los músculos que realizan cada movimiento.

William Strong Case MC as en

- 6-20 Durante la exploración posquirúrgica se pidió a Maggie que flexionara el miembro inferior por la rodilla, lo que redujo el ángulo entre el muslo y la pierna. ¿Qué movimiento es éste?
- 8-21 Cuando Maggie se cayó, se apoyó sobre la superficie lateral del pie, con la planta hacia dentro. ¿Qué movimiento es éste, eversión o inversión?

En términos mecánicos, hay seis tipos de articulaciones sinoviales.

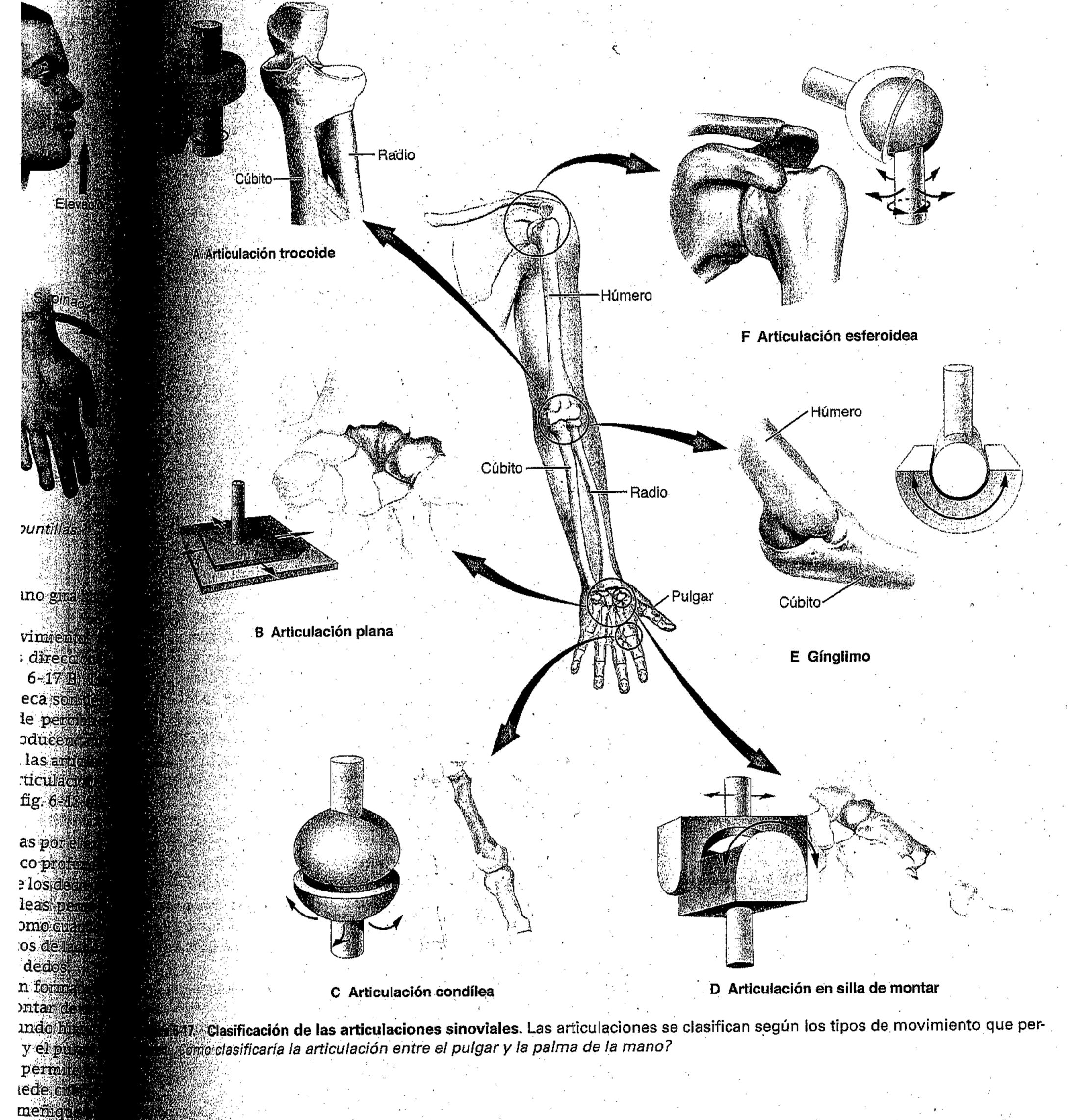
Una vez más, la forma y la función van de la mano: las articulaciones sinoviales son necesarias para realizar una gran variedad de movimientos, para lo cual poseen un diseño característico. Se clasifican según el tipo de movimiento que permiten (fig. 6-17):

Las articulaciones trocoides están formadas por el extremo redondeado de un hueso y una cavidad cilíndrica formada por tejido óseo y ligamentos (fig. 6-17 A). Por ejemplo, la articulación de los dos huesos del antebrazo (radio y cúbito) en el codo, que permite la rotación

- del eje longitudinal del radio cuando la mano girali dentro y hacia fuera.
- Las articulaciones planas permiten movimientos deslizamiento, generalmente en todas las dirección sin que se produzca ninguna rotación (fig. 6-17 B) articulaciones entre los huesos de la muñeca son lizantes, pero sus acciones son difíciles de percit causa de los otros movimientos que se producento bién en la rodilla. El movimiento asociado a las articles ciones planas puede palparse en algunas articulación cartilaginosas, como las de las vértebras (v. fig. 6-13 central).
- Las articulaciones condíleas están formadas por el tremo ovalado de un hueso y una cavidad poco profu del otro (fig. 6-17 C). Las articulaciones entre los ded la palma de la mano son articulaciones condileas: per ten los movimientos de flexión y extensión, como cua cerramos y abrimos el puño, y los movimientos de la lado, como la aducción y la abducción de los dedos
- Las articulaciones en silla de montar están forma por una depresión con forma de silla de montar de hueso y una depresión semejante de un segundo ha ligura 6-17. Cla (fig. 6-17 D). La articulación entre la muñeca y el pula de liten. ¿Cómo ci movimiento en dos direcciones: el pulgar puede cur la palma de la mano para tocar la punta del meñique la puede moverse hacia arriba y hacia abajo, como lo la coincidente para pulsar la barra espaciadora del teclado.
- Un gínglimo (articulación en bisagra) se forma en la flexión y l la superficie cilíndrica de un hueso y una concavit se abre o se

A Arti

rodilla son a



modente en el hueso opuesto (fig. 6-17 E). El codo y la la la son articulaciones en bisagra; ambas permiten desión y la extensión en una dirección, como cuando abreo se cierra una puerta.

mo lo il

Las articulaciones esferoideas se forman entre la cabeza esférica y la concavidad esférica de dos huesos (fig. 6-17 F). Las articulaciones del hombro y la cadera son esferoideas: ambas pueden girar sobre el eje longitudinal del miembro, y ambas pueden realizar una gran cantidad de movimientos de flexión y extensión.

Alguntes sobre el caso

- 6-22 Maggie se fracturó el tobillo y la muñeca.
 Los huesos pequeños del tobillo y la muñeca se
 deslizan unos sobre otros, pero no permiten la rotación.
 Según los tipos de movimiento que permiten,
 ¿qué clase de articulaciones son?
- 6 23 Los huesos del brazo y de la pierna de Maggie que resultaron lesionados, ¿son parte del esqueleto axial o del esqueleto apendicular?



- 6-21 La sínfisis del pubis permite algunos movimientos durante el embarazo. ¿Cuál es su clasificación estructural y funcional?
- 6-22 ¿Cuál es la diferencia entre una sutura y una sindesmosis?
- 6-23 ¿Cómo se llaman las dos partes de la cápsula articular?
- 6-24 ¿Con qué nombre se conocen los sacos pequeños llenos de líquido que se encuentran alrededor y dentro de algunas articulaciones?
- 6-25 ¿Qué movimiento del pie realiza una bailarina cuando baila de puntas?
- 6-26 Si usted levanta el brazo verticalmente para llegar a un armario alto, ¿está flexionándolo o extendiéndolo en la articulación del hombro?
- 6-27 Los dogos falderos son perros pequeños con prognatismo. Debido a sus mandíbulas prominentes, las piezas dentarias inferiores a veces sobresalen del labio superior. La mandíbula, ¿está en retracción o en protracción?
- 6-28 ¿Qué tipo de articulación permite la abducción, el gínglimo o la articulación condílea?

Anatomía de los huesos y de las articulaciones: el esqueleto axial

Los huesos del esqueleto humano están dispuestos en dos grupos principales (fig. 6-18). El **esqueleto axial** (que se muestra en verde) son el cráneo, la columna vertebral, el esternón y las costillas; es decir, son los huesos que constituyen el eje del cuerpo. El **esqueleto apendicular** incluyen los huesos de los hombros, las caderas y los

miembros, que penden del esqueleto axial. En esta se ción localizaremos y describiremos los 206 huesos dels queleto adulto.

Salvo la rótula, los otros sesamoideos y el hioides, tollos huesos se articulan con otros huesos. Estas articulado nes se resumen en la tabla 6-3, y otras más representativos se analizan con mayor detalle en el texto que se encuenta a continuación.

Los radiólogos utilizan técnicas de imagen para da nosticar y, a veces, tratar las enfermedades. En gener emplean rayos X para visualizar los huesos y las articlaciones. En el cuadro Historia de la ciencia, titulado de huesos y el descubrimiento de los rayos X», se habíad primer radiólogo y se comenta el descubrimiento de revolucionario avance técnico.

El cráneo y el hioides

El **cráneo** es el ápice del esqueleto axial y contiene 22 lins sos en dos grupos diferentes (fig. 6-18):

- Los 8 huesos craneales que forman el cránco, y que rodean el cerebro.
- Los 14 huesos faciales, incluida la mandíbula (maximation), que sostienen el rostro.

Las vértebras de la columna vertebral aguantan el meo y éste, a su vez, sirve de soporte para los huesos fau les. En conjunto, el cráneo y los huesos faciales sostiem y protegen los delicados órganos de los sentidos que permiten ver (los ojos), oler (la nariz), oír y mantener equilibrio (el oído externo, medio e interno), y saborear lengua), así como también los nervios correspondientes

Los huesos que cruzan la línea central son impares de que no lo hacen son pares y se encuentran uno a cadallo do de la línea, como imágenes especulares los unos del otros. Por ejemplo, la mandíbula y el hueso frontal (de frente) cruzan la línea central y son únicos, mientras los huesos maxilares (que forman parte de las mejillas) encuentran a derecha e izquierda.

El hioides es un hueso en forma de U que se apoyar los tejidos blandos del cuello anterior (fig. 6-18). No sez ticula con ningún otro hueso, pero está fijado a la based cráneo por un ligamento, en la apófisis estiloides del hue temporal (v. más abajo). La laringe (caja acústica) es interior al hioides, al cual se fija mediante una membranado va desde el borde inferior del hioides hasta el borde superior de la laringe.

El hioides sirve de soporte a la lengua por arribaya anclaje para la laringe por abajo. Hay muchos músculos cuello que también se fijan al hioides. Es el punto fijoi equilibro de las fuerzas musculares que generan los muculos del cuello, la lengua y la laringe, y como tal, nos pumite tragar con suavidad.

A menudo, el hioides es objeto de un profundo analis en las investigaciones medicolegales ante la sospechal estrangulamiento como causa de una muerte. Si la autopi determina que el hioides está roto, puede afirmarse que habido estrangulamiento.

Figura 6-18. El equeleto a muestra en c de los mie ial. En esta 6 huesos de

el hioides stas articul repressió ue se entre

agen parasides. En gas los y las a la, titulado K», se hab imiento d

ontiene 2

L cráneo, w

líbula (ma

s huesos
lales sost
ales sost
atidos qui
y mante
y mante
y saboreu
spondieri
n impare
uno a call
os unos
fronta

e se apo, de 18). No si des del hi stica) est del embrana

mientra

as megillas.

r arriba músculos punto lije

l borde si

ran los mu

tal, nos

indo anal sospecia Si la autor

narse qu

Cráneo Cráneo-Huesos faciales Hueso hioides Cintura escapular (del hombro) -Clavícula-Escápula-Caja torácica Esternón Costillas -Columna vertebral Miembro superior Húmero -Vértebra Sacro Radio-Cóccix Cúbito -Hueso coxal (pélvico) Huesos del carpo-Metacarpianos --Falanges-Hueso coxal Miembro inferior Fémur Rótula Tibia Peroné: Huesos. del tarso Huesosmetatarsianos Falanges **B** Vista posterior A Vista anterior

Esqueletos axial y apendicular. Los huesos del esqueleto axial son el cráneo, la columna vertebral y la caja torácica. Indian la caja torácica y los de los miembros inferiores y superiores. El cartílago se relativa posterior de los miembros superiores y superiores y superiores superio

Nombre de la articulación	Huesos de la articulación	Clasificación estructural	Clasificación funcional	Movimientos permitidos	religion (constitution)
Esqueleto axial					UEsque leto apen
Suturas del cráneo	Huesos craneales	Fibrosa	Sinartrosis	Ninguno	vilembro super
Articulación temporomandibular	Hueso temporal/mandibula	Sinovial	Diartrosis (gínglimo)	Elevación, depresión, retracción, protracción y movimiento lateral	Artic ulación de
Articulación occipitovertebral	Atlas/hueso occipital	Sinovial	Diartrosis (gínglimo)	Flexión y extensión de la cabeza	Aniculaciones d
Articulaciones intervertebrales	Cuerpos vertebrales (no C1 y C2)	Cartilaginosa (discos intervertebrales)	Anfiartrosis	Ligero movimiento hacia los lados	carpometacarpi (pulgar) onticulaciones
	Apófisis articulares de las vértebras	Sinovial	Diartrosis (plana)	Rotación, movimiento lateral	carpometacarpi (cedos)
	Atlas/axis	Sinovial	Diartrosis (trocoide)	Rotación parcial	Articulaciones rictacarpofalán
Articulaciones costovertebrales	Costillas/vértebras torácicas (apófisis transversas)	Sinovial	Diartrosis (plana)	Deslizante	Aniculaciones Interfalángicas
Articulaciones esternocostales	Primera costilla (cartílago costal)/manubrio del esternón	Cartilaginosa	Sinartrosis	Articulación fusionada en los adultos	Eintura pélvica Ameulación sac
	Segunda a séptima costillas (cartílago costal)/esternón	Sinovial	Diartrosis (plana)	(durante la respiración)	Sinfisis del pubi
Esqueleto apendicular		· .			Miembro inferio
Cintura escapular					antibulación de l
Articulación esternoclavicular	Esternón (manubrio), clavícula	Sinovial	Diartrosis (plana)	Deslizante	Anticul ación de l
Articulación acromioclavicular	Ciavícula/escápula (acromion)	Sinovial	Diartrosis (plana)	Deslizante	Articulación tibio
Miembro superior		·			(brosa
Hombro	Húmero (cabeza)/escápula (cavidad glenoidea)	Sinovial	Diartrosis (esferoidea)	Flexión, extensión, abducción, aducción, rotación y circundución	
Codo	Húmero (tróclea)/cúbito (escotadura troclear) y húmero (capítulo)	Sinovial	Diartrosis (gínglimo)	Flexión, extensión	ig ric⊔laciones ta
Articulación radiocubital proximal	y radio (cabeza) Cabeza radial, escotadura radial del cúbito	Sinovial	Diartrosis (trocoide)	Supinación y pronación (antebrazo)	Anticulaciones Naisometatarsiar
Articulación radiocubital distal	Cabeza radial, escotadura cubital del radio	Sinovial	Diartrosis (trocoide)	Supinación y pronación (antebrazo)	Articulaciones metatarsofaláng Articulaciones
Articulación radiocubital fibrosa	Radio/cúbito	Fibrosa (sindesmosis)	Anfiartrosis		interfalángicas

13.04					
	-3. Articulacio	nes específicas			
		Huesos de la articulación	Clasificación estructural	Clasificación funcional	Movimientos permitidos
	e apendicular				
	a superior				
epresion rotracol	ion de la muneca	Radio, huesos del carpo	Sinovial	Diartrosis (condílea)	Flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción
o latenal	antipres carpianas	Entre los huesos del carpo	Sinovial	Diartrosis (plana)	Deslizante
ension		Huesos del carpo,	Sinovia!	Diartrosis	Flexión, extensión,
niento os	muscarpiana	primer metacarpiano		(en silla de montar)	abducción, aducción, circunducción y oposición
viment	Mijones Melecarpianas	Huesos del carpo, del segundo al quinto metacarpianos	Sinovial	Diartrosis (condílea)	Flexión, extensión, limitadas abducción y aducción
ial	niches rectalangicas	Huesos metacarpianos/ falanges proximales	Sinovial	Diartrosis (condílea)	Flexión, extensión, abducción, aducción γ circunducción
	uniones. Vilagioasi	Entre las falanges	Sinovial	Diartrosis (gínglimo)	Flexión, extensión de los dedos
usionales:	TO THUGA			·	
	Maion sacroilíaca	Sacro/ilion	Sinovial	Anfiartrosis	Mínimo movimiento
piraci()	A SIBILIDUDIS	Huesos púbicos	Cartilaginosa	Anfiartrosis	Ligero movimiento (embarazo)
	ention de la cadera	Fémur (cabeza)/hueso coxal (acetábulo)	Sinovial	Diartrosis (esferoidea)	Flexión, extensión, abducción, aducción, rotación y circunducción
	ijaclonrde la rodilla	Fémur, tibia	Sinovial	Diartrosis (gínglimo)	Flexión, extensión y pequeño grado de rotación
	cuation tibioperonea	Tibia/peroné	Fibrosa (sindesmosis)	Anfiartrosis	Ninguno
ión, cción	ujación tibioperonea	Tibia/peroné	Sinovial	Diartrosis (plana)	Deslizante
induceji) ión		Tibia y peroné/astrágalo	Sinovial	Diartrosis (gínglimo)	Flexión dorsal y plantar
	d Bolones tarsianas	Entre los huesos del tarso	Sinovial	Diartrosis (plana)	Inversión, eversión
onacio I	uteclones Smetatarsianas	Huesos del tarso/ metatarsianos	Sinovial	Diartrosis (plana)	Deslizante
ronacio	ileciones Marsofelángicas	Huesos metatarsianos/ falanges	Sinovial	Diartrosis (gínglimo)	Flexión, extensión, cierta abducción y aducción
	I lengicas	Entre las falanges.	Sinovial	Diartrosis (gínglimo)	Flexión, extensión



HISTORIA DE LA CIENCIA

Los huesos y el descubrimiento de los rayos X

Las antiguas civilizaciones tenían amplios conocimientos de anatomía humana, especialmente de los huesos, algo que entendían muy bien por la duración de éstos después de la muerte. Hace tres mil años, los egipcios sabían suficiente anatomía como para preparar los cuerpos para momificarlos extrayendo el cerebro a través de la nariz. Y, como hemos visto en el capítulo 1, los anatomistas han utilizado cadáveres para estudiar las estructuras internas del cuerpo humano desde hace siglos.

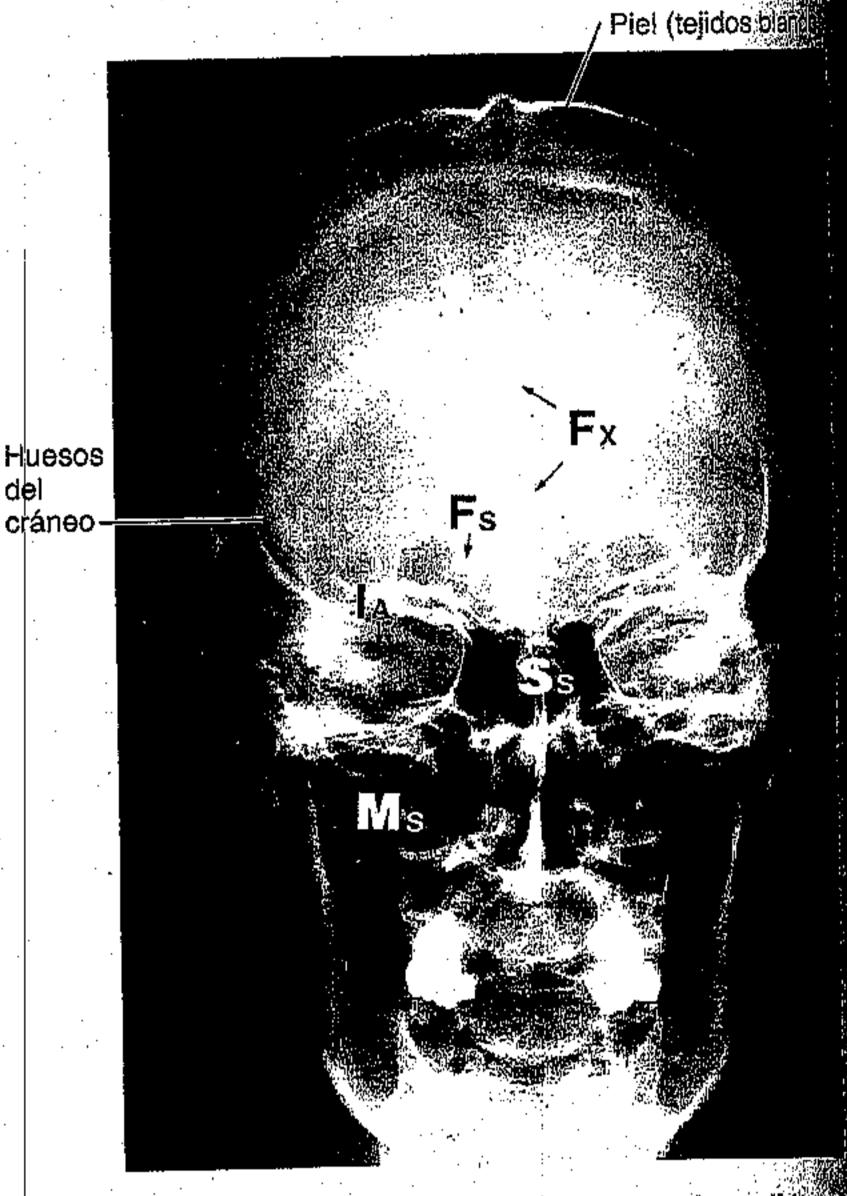
El principal problema de aprender a través de los huesos es que ello requiere la muerte del sujeto. Por lo tanto, es fácil imaginar que, frente a un problema en lo más profundo del cuerpo de un paciente vivo, el mayor anhelo de los médicos de la antigüedad fuera poder ver debajo de la piel. Hoy en día damos por descontado que cada milímetro cúbico de nuestros huesos y órganos internos puede explorarse sin derramar una gota de sangre, para lo cual el primer paso fueron los

rayos X.

Este extraordinario hecho se debe a Wilhelm Roentgen, un médico holandés. Roentgen descubrió los rayos X cuando experimentaba con electricidad, pasando una corriente eléctrica de un polo metálico a otro en un tubo vacío (algo así como una bombilla moderna). Cuando la corriente eléctrica era de baja potencia, el aparato producía la luz ordinaria y además otros misteriosos rayos. Cuando Roentgen concentró esos rayos en un panel cubierto con bario (un metal) que había colocado en toda la habitación, descubrió que los rayos hacían brillar el bario.

El viernes 8 de noviembre de 1895, por la tarde, realizó un experimento que inicialmente requería que el tubo vacío estuviera completamente cubierto con papel de aluminio y cartón, para que ni la luz ni los rayos misteriosos pudieran escapar. Para asegurarse de que ningún rayo pasara al exterior, dejó la habitación a oscuras antes de conectar la corriente. Por supuesto, el aparato permaneció oscuro; ninguna luz podía escaparse. Cuando estaba a punto de apagarlo y encender las luces, vio un brillo a los lejos en la habitación: el panel de bario estaba brillando a pesar de que ninguna luz había salido del aparato. Roentgen reconoció inmediatamente que los misteriosos rayos —que luego llamó rayos X— estaban pasando desde el tubo a través del aluminio y el cartón, y llegaban al panel de bario al que hacían brillar.

Al inspeccionar el panel brillante con más detalle, Roentgen observó una línea negra plana a través de él. Observó cuidadosamente la trayectoria de los rayos



Radiografía en la que se observan el hueso y los tejidos.

y descubrió un cable que estaba absorbiendo algunes de los rayos. Se preguntó qué más podía bloqueardes rayos, y puso una hoja de papel en la trayectoria del haz. No tuvo ningún efecto y el panel siguió brillando. Probó entonces con un naipe, luego con un libro, que atenuó ligeramente el haz. Finalmente, sostuvolu pequeño disco de plomo en el haz. Para hacerlo tuvo que colocar su mano en el haz, un simple acto que le permitió ganar el primer premio Nobel otorgado en el campo de la física. El plomo detuvo por completo lo extraños rayos y, en un momento que literalmente cambió el mundo, Roentgen observó en el panel brillante la fantasmagórica pero inconfundible imagen de sus dedos, con los huesos claramente visibles baja el vago contorno de su piel.

cuesales, a fi mosfera. Da cesson vuli cessos senos cap. 13), c cesso («resfr cesos la infl cesos facilme cestados c

eraneo c

zaneo forn

superficie :

Plobos ocul

ma parte po

rantidad

o de los ne

ree Tambi

menudo lla

rejido ósec

adhasal a t

mueso en q

se analiz

aire se n

Ratura 6-19. Rental B) Vista distintas proyecciones, aquí nos referiremos sólo a las vistas que permiten observarlos mejor.

La superficie externa del cráneo sirve como punto de fijación de los músculos que mueven la cabeza, y es también el marco de apoyo para los huesos faciales. Los ocho huesos del cráneo son los parietales y los temporales (pares), el occipital, el frontal, el esfenoides y el etmoides.

Huesos parietales

En la parte posterior del hueso frontal se fijan los huesos parietales, que son pares (fig. 6-20). Estos tres huesos se conectan entre sí en el bregma del cráneo. Desde ese punto, cada parietal se curva en sentido inferior, lateral y posterior, y forma así la parte más grande de la bóveda y los lados del cráneo.

Huesos temporales

Los lados inferiores del cráneo y parte de su base están formados por los **huesos temporales** (inferiores a las sienes). Estos huesos tienen varias características anatómicas importantes, que pueden observarse en la figura 6-21:

La apófisis cigomática, un arco delgado del hueso temporal que se conecta en sentido anterior con la apófisis

- temporal del hueso cigomático para formar el arcongomático.
- El meato auditivo externo, que va hacia dentro (internamente) desde el oído externo hasta la membrana de tímpano y el oído medio.
- La apófisis estiloides, una prominencia estrecha y mica orientada hacia abajo, en la que se fijan los músullos del cuello.
- La apófisis mastoides, una prominencia ósea grussi detrás de las orejas en la que se fijan los músculos de cuello. Se encuentra posteroinferior al meato auditivo externo y tiene forma de panal con pequeños espacio de aire llamados celdillas mastoideas. Aunque esta celdillas a veces se denominan senos mastoideos a son senos paranasales porque no se conectan con cavidad nasal, sino con el aire que contiene el oldo medio (cap. 9). Las infecciones pueden propagaro desde el oído medio hasta las celdillas y causar más toiditis, y desde las celdillas hasta el tejido cerebro circundante.
- La **fosa mandibular** es una hendidura situada en el la inferior de la apófisis cigomática, que se articula con mandíbula para formar la articulación temporomandida lar (se describe más adelante).

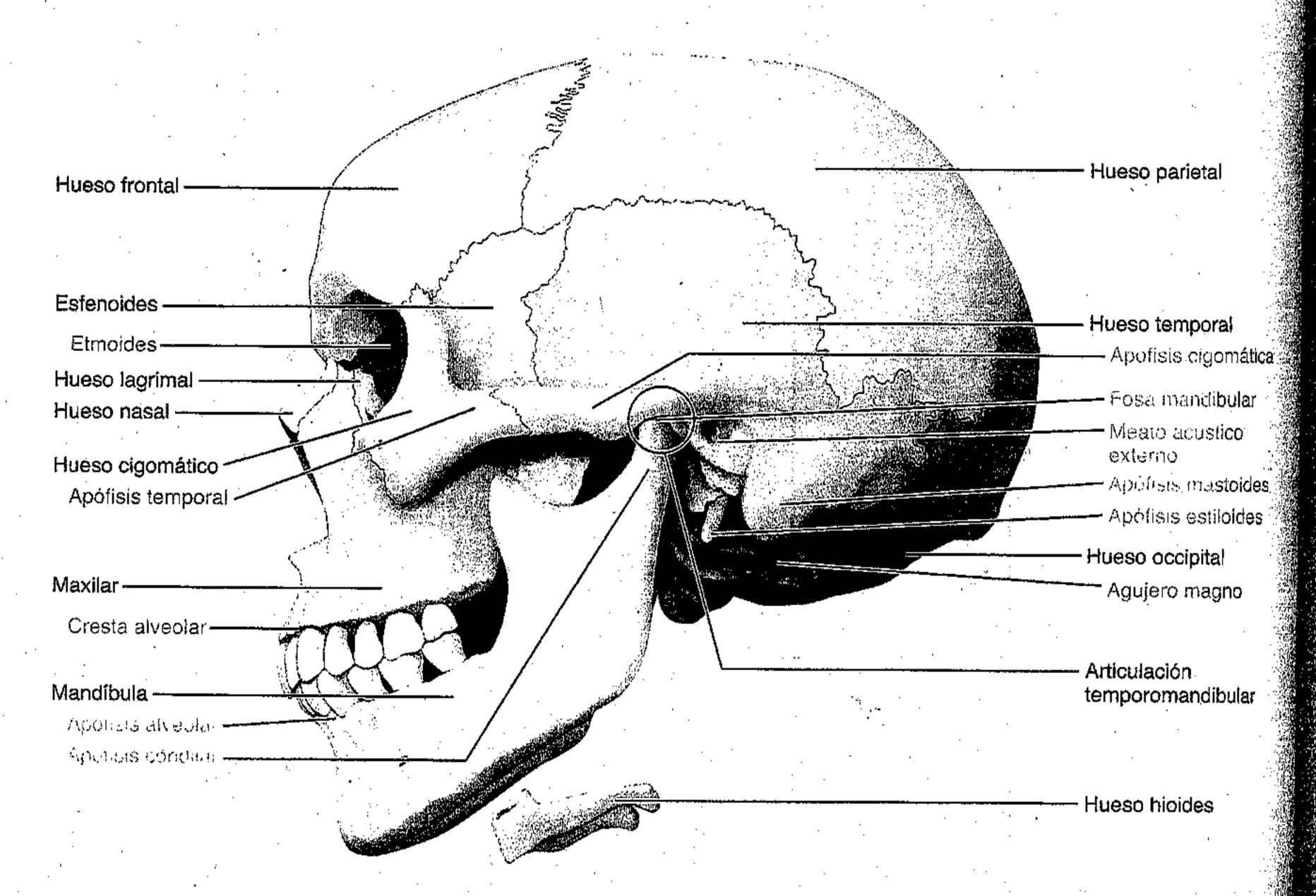


Figura 6-20. Cráneo e hioides, vista lateral. Los nombres de los huesos aparecen en negro; los nombres de las características e pecíficas de cada uno de ellos aparecen bajo el hueso al cual pertenecen y en el mismo color que en la ilustración. ¿Qué hues par contiene la apófisis condilar?

Maxilar -Hueso vómer strecha Hueso cigomático n los m Esfenoides Apófisis temporal ósea em Agujero oval núsculo Hueso temporal ato augus Hueso temporal Apófisis cigomática ños esper Fosa mandibular unque es Meato acústico stoideo Conducto carotideo externo ectan ect · Agujero yugular 🤇 iene el Apófisis estiloides 1 propaga Apófisis mastoides causar Hueso occipital ido cene Cóndilo occipital Agujero magno

El c paso yor El a tem lar i

Hueso
Elhue
graneo
7 6-21)
Hgujer
la colur
cuentra
occipit
tan con
puntos

Thesfer

ton es l

guna m

tene ur

encuen

vecta co

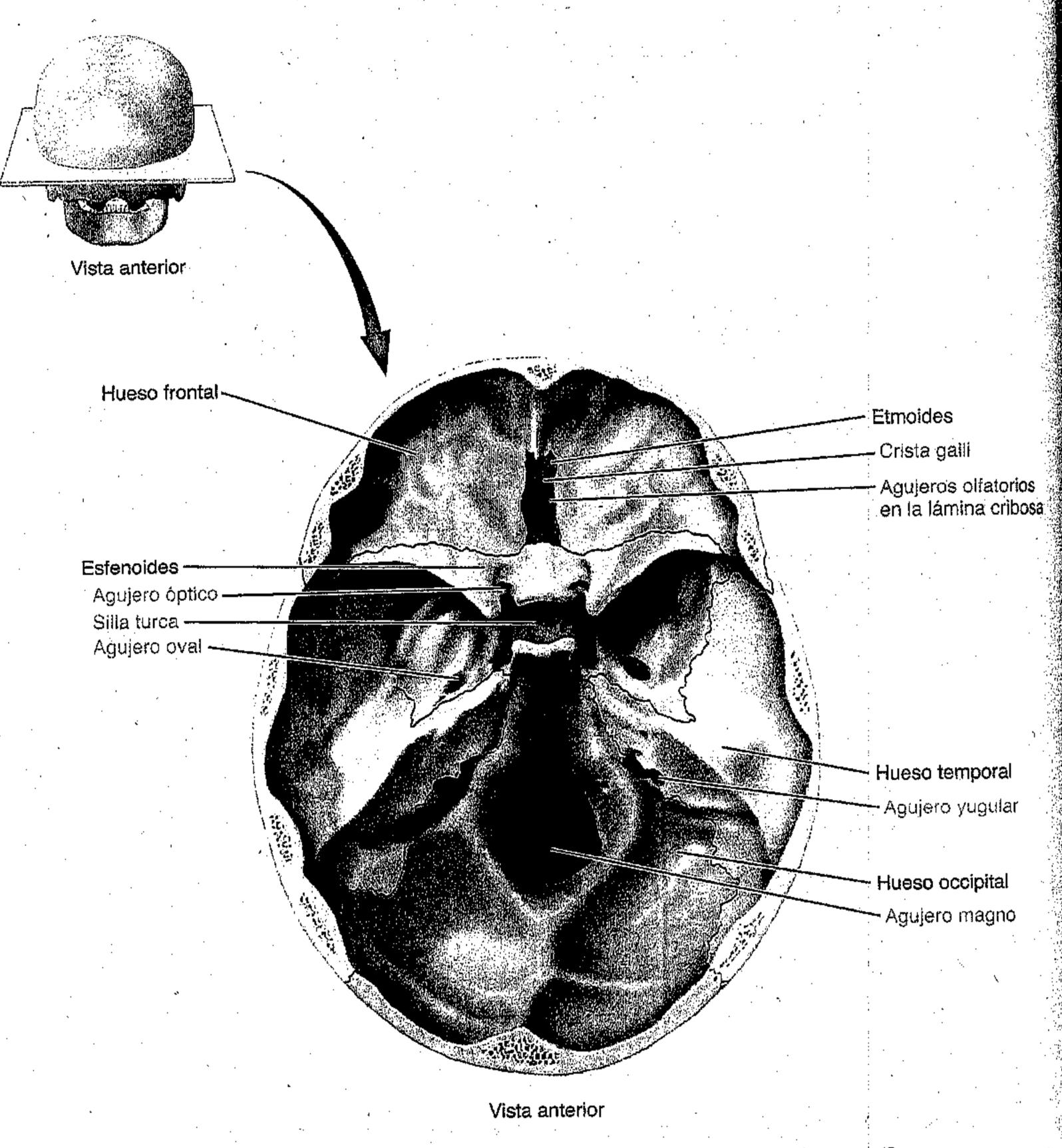


Figura 6-22. Cráneo, cavidad craneal. ¿Qué hueso contiene el agujero oval?

to»; y es que realmente el etmoides está lleno de pequeñas celdillas con aire, que forman los senos etmoidales, situados frente a los senos esfenoidales y sobre la parte posterior de las fosas nasales.

El borde superior del etmoides también tiene dos láminas horizontales delgadas, una a cada lado de la lámina perpendicular. Estas láminas horizontales, llamadas láminas cribosas (del latín dribrum = «criba»), tienen múltiples perforaciones (los agujeros olfatorios) que conducen las fibras del nervio olfatorio a las fosas nasales (fig. 6-23). La crista galli se extiende en sentido superior entre las láminas cribosas. Sirve como punto de fijación de las meninges (membranas que recubren el cerebro). Una lámina ósea vertical grande, la lámina perpendicular, se extiende en

sentido inferior hacia la línea media de la cavidada forma la parte superior del tabique nasal óseo, que el interior de la nariz en las dos fosas nasales, izque y derecha (la parte inferior del tabique nasal esta la da por el vómer, descrito más adelante.) En el intent la cavidad nasal, esta lámina soporta dos laminillas curvas y frágiles, el cornete nasal superior y el cornete nasal medio. El cornete nasal inferior es un hueson pendiente que se describe más adelante. Los comens de fontanel: y cuando inhalamos aire provocan turbulencias que la cráneo lientan y humedecen a su paso por la membrana, den la membrana, den la membrana, den la membrana de la membrana que las partículas inhaladas quedan adheridas al mon sal antes de que puedan penetrar en los pulmones

meso fronta manieso fron ente v las cav essenos fror

6-23)

Hueso frontal —

Emoides

Seno frontal ~

Grista galli —

camina cribos

(agujeros olfa

Lamina perp∈

Hueso nasal -

Estenoides ---

Cornete nasal

Hueso palating

Arco alveola

Mandibula —

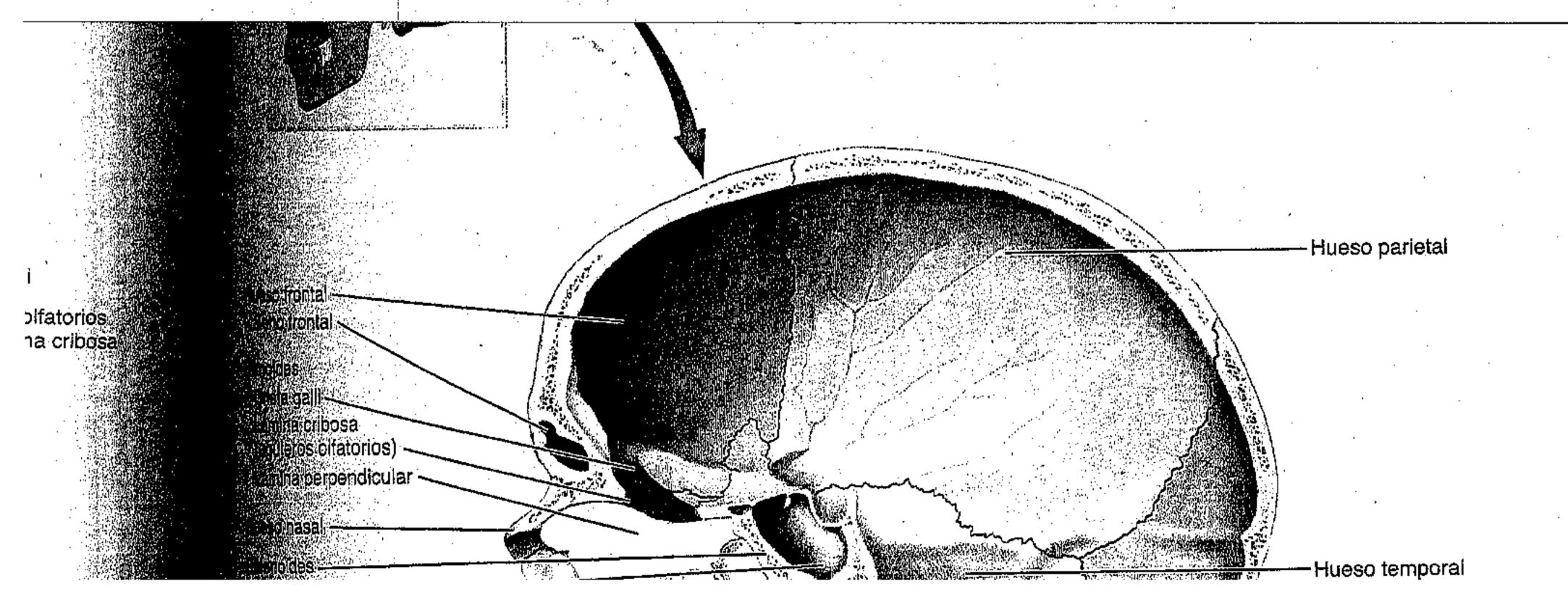
Arco alveola

vomer –

Maxilar --

Seno esfenci

wintes y sin



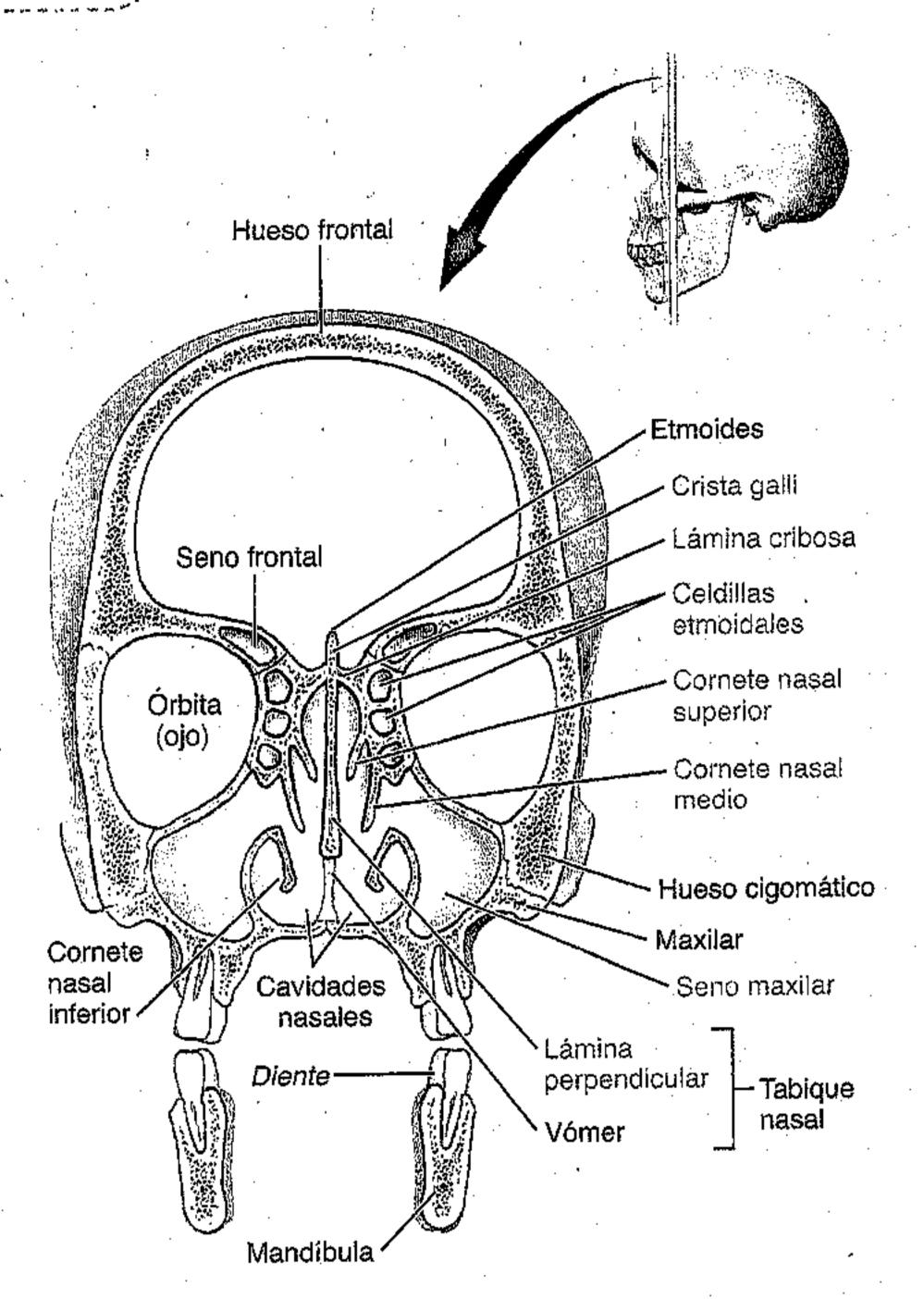


Figura 6-24. Cerebro, corte frontal. Este esquema del cerebro muestra cómo el etmoides, el vómer y los cornetes nasales inferiores se articulan para formar la estructura ósea de la nariz. ¿Cuáles son los dos huesos que forman el tabique nasal?

están fusionados por suturas fijas. El cráneo conten merosas suturas, pero solamente cuatro merecen un ción aparte porque son puntos de referencia anal (fig. 6-26):

- La sutura sagital se encuentra en el punto de ma los dos huesos parietales. Se extiende por la línea del cráneo, desde la posición anterior del bregni posterior del occipital.
- La sutura coronal se encuentra en el punto de la los dos huesos parietales y el hueso frontal. Con diadema, se extiende sobre la parte superior del de una oreja a otra.
- La sutura lambdoidea se encuentra en el pur unión del occipital y los dos huesos parietales tiende de un lado a otro en la parte posterior del de forma aproximadamente horizontal.
- La sutura escamosa se encuentra en el punto de de cada temporal con el parietal y los esfenois términos generales, traza un arco encima de cada

¡Recuerde! Las fontanelas fetales e infantiles se osifican y forman las suturas.

Los huesos faciales sostienen el rostro

Los 14 huesos faciales sostienen los tejidos blandos tro y sirven como puntos de fijación de los múscul animan nuestras expresiones. Todos ellos, a excepción mandíbula, están firmemente fusionados al cránco

Maxilar

Los huesos más importantes del rostro son los ma pares, puntos de fijación de todos los huesos faciales

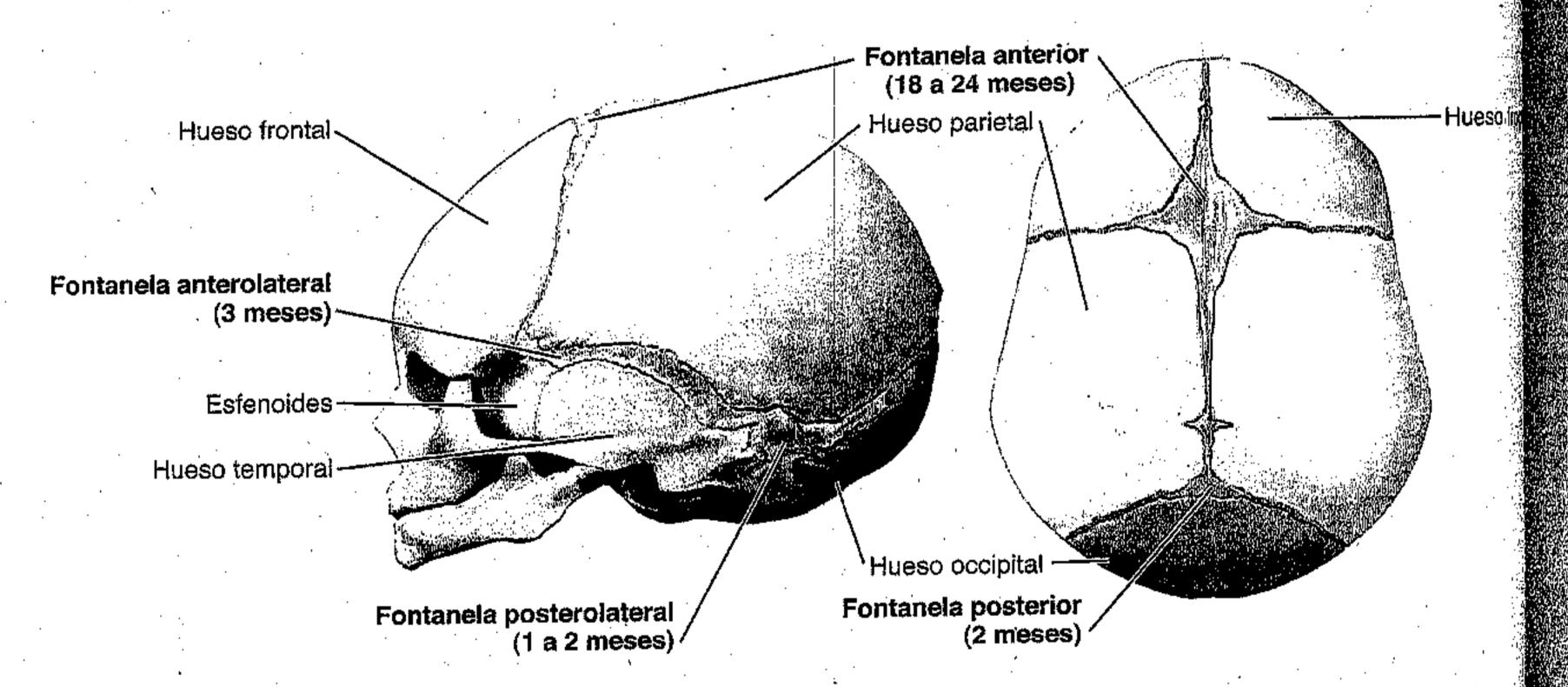


Figura 6-25. Fontanelas. Cerebro de un recién nacido en el que pueden observarse las fontanelas, que se cierran a las el ligura 6-27. Cráneo, dicadas entre paréntesis. ¿Qué fontanela se cierra en último lugar?

mandíbula (fig. 6 cen los maxilares es dos senos max ca lado de la nari Larco alveolar es donde se inser ca de cada maxi une a su par en la

HUESOS
Huesc
Huesc
Cigor
Corne
Vómer
Maxila
Arcc
Mandí

Arco.

Alvé

s. El cráneo com cuatro merecen le referencia ac

a en el punto de ctiende por la lla canterior del bis

ncuentra en el nuesos parietal:
parte posterior i prizontal.
ntra en el punto etal y los esten

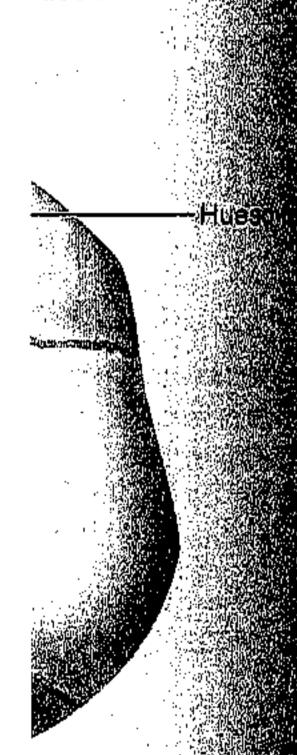
rco encima de c

las fetales an las suturis

ien el rostro

os tejidos blanda rión de los mas los ellos, a excepti ionados al cran

rostro son los ... los huesos fac



se cierran a l**as**

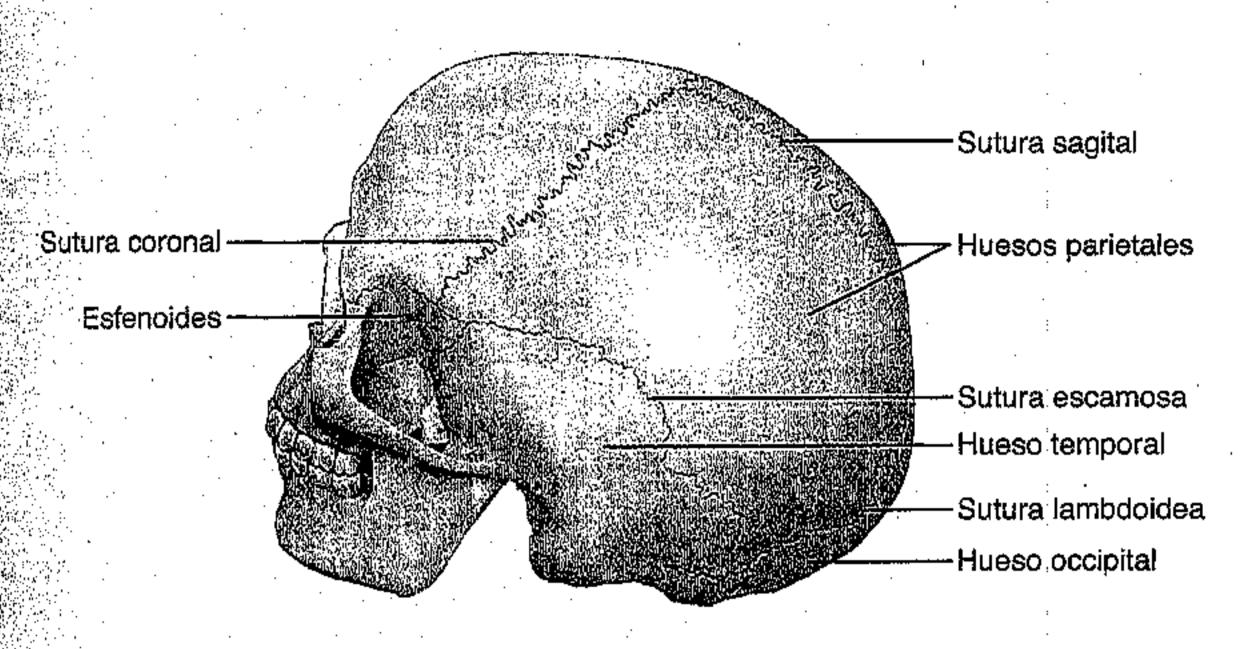


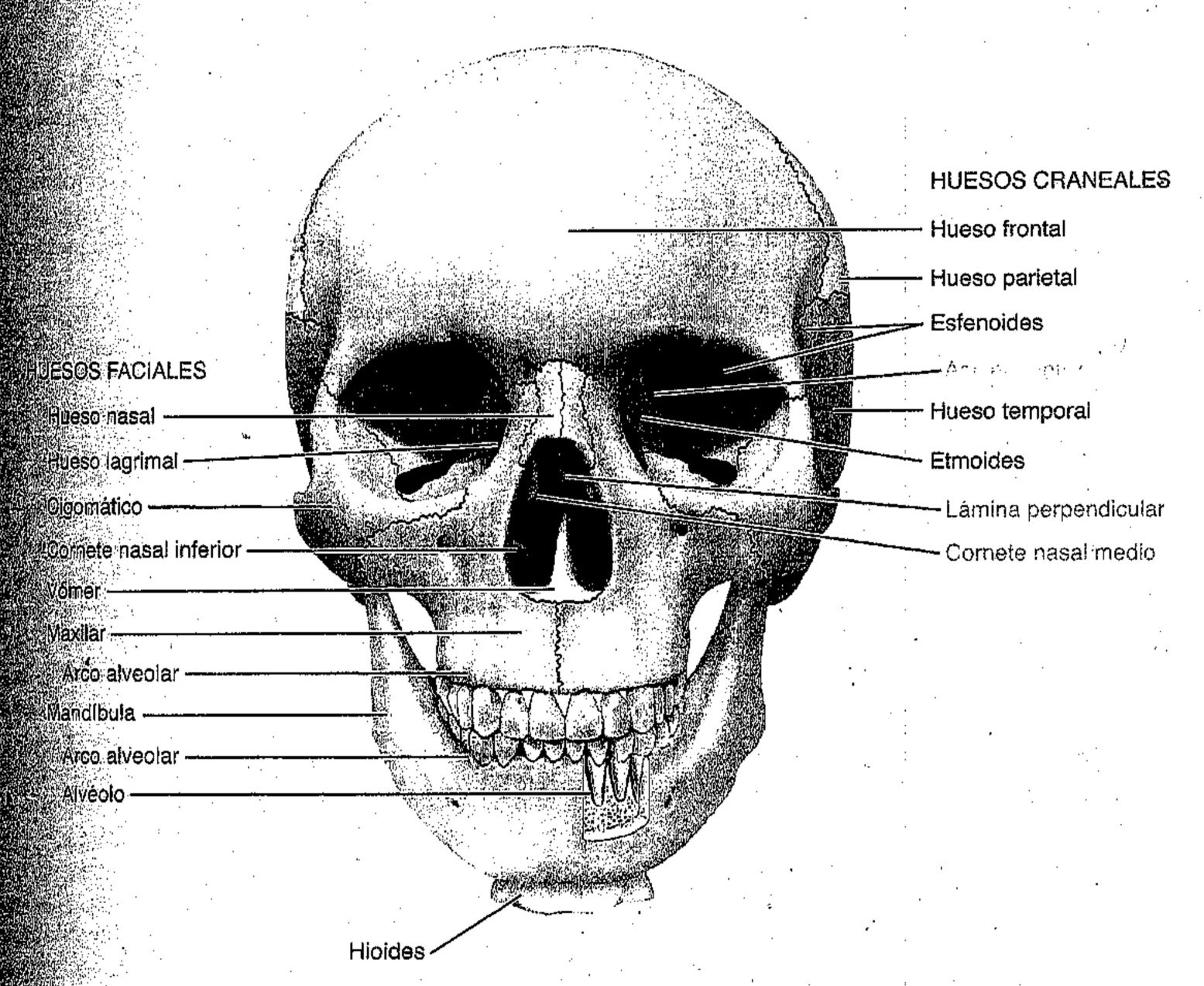
Figura 6-26. Suturas craneales. ¿Qué sutura perfila el hueso temporal?

clastig 6:27). En el centro del rostro, donde se militres forman los bordes de la cavidad nasal. Los maxilares son los situados más adelante, a clananz y detrás de las mejillas.

L'Iveolar inferior contiene los alvéolos (bolsi-L'SE INSERTAN las piezas dentarias. La apófisis pa-L'IVE Maxilar es una prominencia horizontal que l'IVE PER la línea central para formar la parte anterior del **paladar duro** (la pared superior de la cavidad bucal) (v. fig. 6-21). La parte superior de cada maxilar forma la pared inferomedial de cada órbita (v. fig. 6-24).

Huesos palatinos

Los huesos palatinos pares se fijan al borde posterior de la apófisis palatina del maxilar (v. fig. 6-21). Su nombre refleja el hecho de que forman la cara posterior del paladar



Craneo, vista lateral que muestra los huesos faciales. ¿Qué hueso forma la pared superior de la cavidad orbitaria?

duro. Cualquier fallo embriológico que impida el desarrollo completo y la unión en la línea central de los huesos palatinos causa una fisura palatina, que a veces produce el labio leporino.

Huesos cigomáticos

Los huesos cigomáticos se encuentran en la superficie lateral de cada maxilar y forman la protuberancia ósea de cada mejilla (el hueso malar) (fig. 6-27). Forman también la base inferolateral de la cavidad orbitaria.

Huesos lagrimales

Los huesos lagrimales pares son láminas óseas del tamaño de una uña, insertadas en la superficie anteromedial de la órbita (fig. 6-27). Tienen un espacio por donde pasa el conducto lagrimal, que transporta las lágrimas desde los ojos hasta la nariz.

Vómer

El **vómer** (del latín *vomer* = «reja de arado») es el único de los huesos faciales superiores situado en la línea media (fig. 6-27). Es una lámina ósea aproximadamente triangular que forma la parte inferior de la porción ósea del tabique nasal, conectada con la lámina perpendicular del etmoides, que forma la parte superior (v. fig. 6-24). El extremo anterior del tabique nasal no está formado por tejido óseo sino por una lámina de cartílago hialino, el cartílago nasal, que se extiende hasta la punta de la nariz (v. fig. 6-23).

Huesos nasales

Los **huesos nasales** son dos huesos pequeños en forma de cuña, situados entre los bordes superiores de los huesos maxilares (fig. 6-27). Forman el «puente» óseo de la nariz. El resto está compuesto por láminas cartilaginosas llamadas alas, a ambos lados, y el cartílago nasal en la línea media.

Cornetes nasales inferiores

Cada cornete nasal inferior se fija en el borde interno del hueso maxilar, en la cavidad nasal (v. fig. 6-24). Junto con los cornetes medio y superior del etmoides, aumentan la superficie de la mucosa nasal.

WOLLDES SOUTH ENGISE

Maggie presentaba un moratón encima de los dos huesos que forman la cara externa de la órbita. ¿Cuál es el nombre de los huesos subyacentes al moratón?

Mandíbula

La mandíbula tiene forma de herradura y se articula posteriormente con los huesos temporales. Como el maxilar, contiene un arco alveolar óseo donde se insertan las piezas

dentarias inferiores. Cada extremo posterosuperco mandíbula termina en un extremo articular, la aporte dilar, también denominada rama mandibular (v. f.

La articulación temporomandibular (ATM), con comúnmente como articulación mandibular, está lun por la apófisis condilar de la mandíbula y la fosant bular del temporal (v. fig. 6-20). Puede realizar cinc vimientos:

- 👳 Elevación: permite cerrar la boca.
- Depresión: permite abrir la boca.
- Protracción: permite mover la mandíbula hacia
- Retracción: permite mover la mandíbula hacia al Lateral: permite mover la mandíbula de un lado

Como cualquier otra articulación, puede sufrir riedad de problemas: desgarro de ligamentos, ale interna de sus componentes, artritis o espasmo de los culos mandibulares. El dolor recurrente en ella se ce como síndrome de la articulación temporomando que puede causar jaquecas, un sonido como de «crij abrir la mandíbula y una limitación en la amplitudo vimientos. Este problema -muy complejo- puede prodel uso excesivo de la mandíbula (p. ej., al mascard siado chicle), o por otras lesiones, bruxismo (rechin dientes) o problemas dentales.

La columna vertebral

La columna vertebral es un conjunto de huesos mas nos circulares, las vértebras, cada una de las cuales. un agujero central por el que pasan la médula espini nervios raquídeos. Las vértebras se mantienen unid medio de ligamentos, y se articulan unas con otras ma tal que confieren estabilidad y resistencia a la confierencia a na vertebral.

Durante el desarrollo fetal y la infancia, la columna tebral tiene normalmente 33 huesos; la fusión del para formar el sacro y del 30 al 33 para formar el com duce en general esa cantidad a un total de 26 hueses adultos (24 vértebras, 1 sacro y 1 cóccix). A veces, los huesos inferiores no se fusionan por completo y pue ber entre 27 y 29 vértebras. La columna sostiene e el contenido del tórax y el abdomen, y los miembros riores; es además el eje sobre el que giran todos los mientos del cuerpo.

La columna vertebral tiene cinco regiones

De arriba abajo, la columna vertebral se divide en circ giones (fig. 6-28):

- La región cervical (el cuello) contiene 7 vértebra
- Da región torácica (el tórax) contiene 12 vértebras
- Da región lumbar (la zona inferior de la espalda) tiene 5 vértebras especialmente fuertes.
- La región sacra contiene 5 vértebras en los niños un solo sacro en los adultos.

erosupeman lar, la apofici ular (v.fig (ATM) con ilar, esta y la fosa ealizar con

ıla hacıa dı la hacıa anı e un ladol

le sufnir in entos, alter ismo de los en ella se poromana o de «ciniti implitude» puede più l mascaria no (rechin

esos mas las cuale ila espina nen umi on otras cia a la

a columbia ión del 2 ar el con

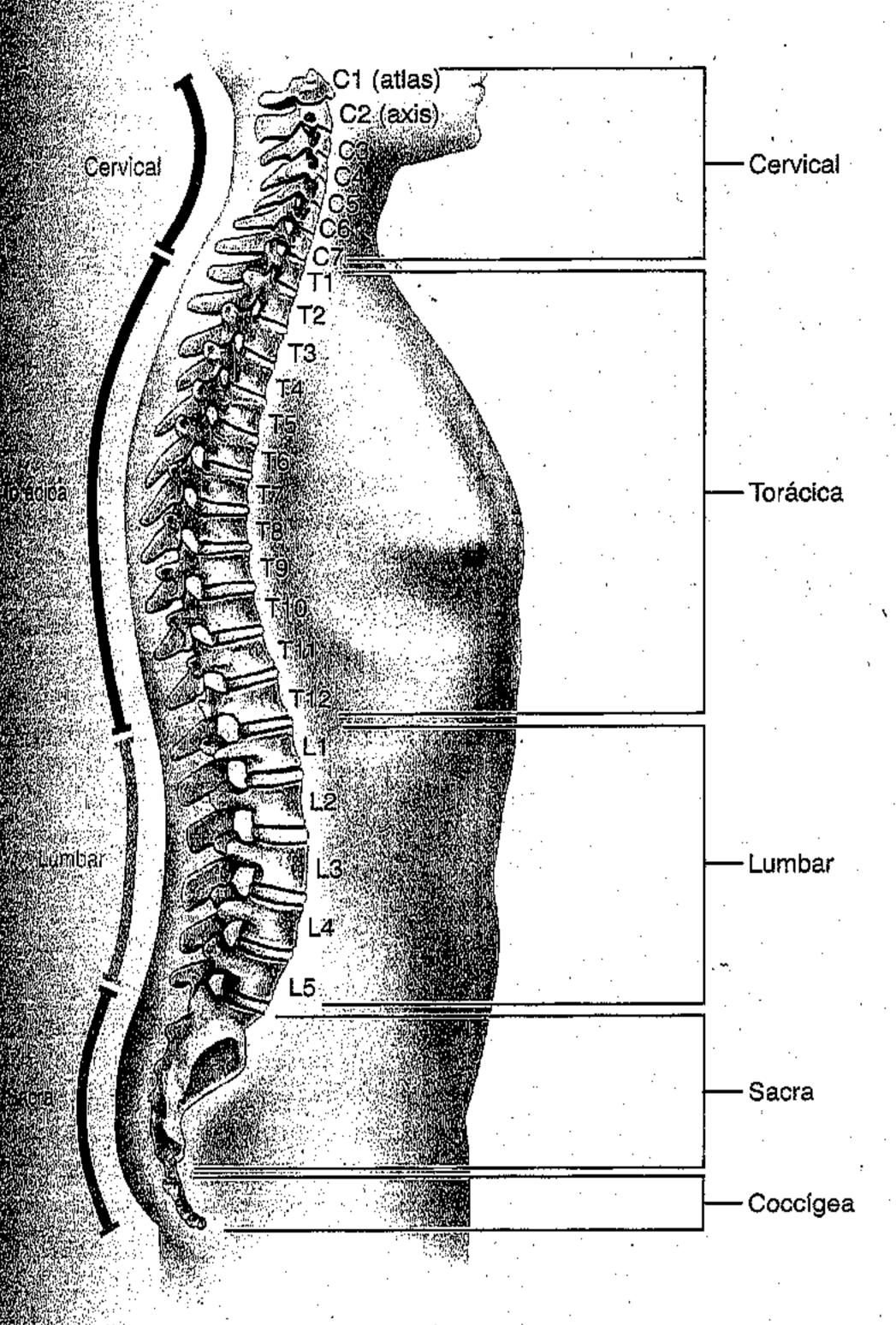
5 huesos eces, losa to y pued iene ell a

iembros odos les

le en di

értebra: 'értebra: espalda

)S mings



B Curvas infantiles

Columna vertebral, vista lateral. A) Adulta. B) Infantil. Se usan los mismos colores para las regiones vertebrales adul-Unites. ¿Cuántas vértebras torácicas hay en la columna vertebral adulta?

rem coccigea contiene varias vértebras en los nicem generalmente un solo *cóccix* en los adultos.

Curvas adultas

re que las vértebras se nombran según la región se encuentran (p. ej., «C» significa cervical), y están das de arriba abajo. Así, la última vértebra cervical

mopuede verse en la figura 6-28 A, cada región de la mayertebral adulta está ligeramente curvada en forma la columna cervical se curva hacia delante, la liacia atrás, la lumbar hacia delante, y el sacro y el lacia atrás.

Proptrario, en el feto y el recién nacido, la columna de la marde C (fig. 6-28 B). La curva cervical, un elementation para el desarrollo humano de la bipedestación de

bebé es capaz de mantener la cabeza erguida (alrededor de los 3 meses de edad). La curva lumbar es necesaria para el movimiento erguido y se desarrolla cuando el niño aprende a ponerse de pie y caminar (alrededor de 1 año de edad). Dado que la mayor parte del peso torácico y abdominal es anterior a la columna, el desarrollo de la curva lumbar es necesario para desplazar ese peso a la parte posterior del torso, de modo que se mantenga en una alineación vertical neutra sobre los pies.

Apuntes sobre el caso

6-26 La radiografía de columna de Maggie reveló una antigua fractura en la vértebra T2. ¿La fractura es superior o inferior a las vértebras lumbares?

A veces, la columna se curva de forma anómala. La escoliosis es una curvatura anómala de lado a lado, que generalmente se inicia durante la infancia y la adolescencia. La lordosis es una curvatura lumbar exagerada que aparece temporalmente durante el embarazo, cuando el peso del feto por delante de la columna desplaza el centro de gravedad de la mujer. Es también común entre las personas con un exceso de grasa abdominal. La cifosis es la curvatura excesiva hacia delante de la columna; es especialmente habitual en las personas mayores que padecen osteoporosis y se caracteriza por una postura inclinada hacia delante.

¡Recuerde! La curvatura lumbar de la espalda puede adaptarse en cualquier momento para mantener el peso corporal equilibrado sobre los pies. Trate de llevar una carga pesada de tres formas distintas: en una mochila colgada a la espalda, en una bolsa sujeta al pecho y finalmente sobre la cabeza. Observe cómo el lugar de la carga altera su curvatura lumbar. Al transportar la carga colocada delante o detrás, la curvatura lumbar se agranda o disminuye, respectivamente, ya que su esqueleto se adapta para mantener el equilibrio. La carga sobre la cabeza no debería alterar la curvatura, porque está alineada con el eje vertical.

Una vértebra típica es un círculo de hueso

Cada vértebra consiste en un círculo de hueso que rodea la médula espinal. Estos círculos vertebrales se forman en el embrión, cuando los bordes de una concentración de tejido crecen alrededor de la médula espinal y se unen en la mitad. A veces, este proceso no se completa y el arco vertebral queda abierto dorsalmente, afección que se conoce como espina bifida. Los casos leves de este trastorno son muy comunes, generalmente desconocidos para el paciente, y no se relacionan con ninguna enfermedad neurológica. Sin embargo, los casos graves pueden causar parálisis e infecciones.

Casi todas las vértebras tienen las mismas características básicas, que se muestran en la figura 6-29 A y B:

Un cuerpo grueso en forma de disco. Los cuerpos de todas las vértebras, menos C1 y C2, están unidos por los discos intervertebrales (fig. 6-29 F): amortiguadores redondeados, resistentes y flexibles, que forman las articulaciones cartilaginosas. Constan de un anillo de tejido fibroso denso que rodea un núcleo pulposo central cartilaginoso y semisólido. Amortiguan los choques y permiten el movimiento de oscilación y giro de la columna vertebral. Se clasifican funcionalmente como anfiartrosis (v. fig. 6-13).

- Un arco vertebral que se extiende horizontalmen un lado a otro del cuerpo y completa el círculo del óseo. Está dividido en dos **pedículos** pequeños y gue que se extienden en dirección posterolateral desl cuerpo, y dos **láminas** que salen de los pedículos unen en el ápice del arco.
- Un orificio central en el círculo de hueso, que sel agujero vertebral. Los agujeros alineados forma conducto raquídeo.

Desde el arco vertebral sobresalen siete apófisis que forman cuatro articulaciones más tres puntos de ción de los músculos vertebrales:

- Una prominencia ósea dorsal impar en la línea med apófisis espinosa, que surge del arco vertebral do se unen las láminas). Cuando recorremos el centrol espalda con el dedo índice, podemos palpar las prode las apófisis espinosas. Estas apófisis sirven tamicomo lugares de fijación de los músculos.
- Dos prominencias óseas, las apófisis transversas se extienden lateralmente desde los lados del arco tebral y también son puntos de fijación de los mulos.
- Cuatro láminas óseas, pequeñas y gruesas, que sol salen del arco vertebral y sirven para conectar las tebras por encima o debajo. Estas apófisis articula son pares, una a la derecha y otra a la izquierda está equipada con cartílago y se articula con las apól articulares correspondientes de las vértebras inmetamente superior o inferior, para formar cuatro articulaciones sinoviales completas con cartílago articular un pequeño espacio para la articulación (fig. 6-1). Estas articulaciones son planas, de modo que perma a la columna rotar e inclinarse hacia atrás y adelante la derecha y la izquierda.

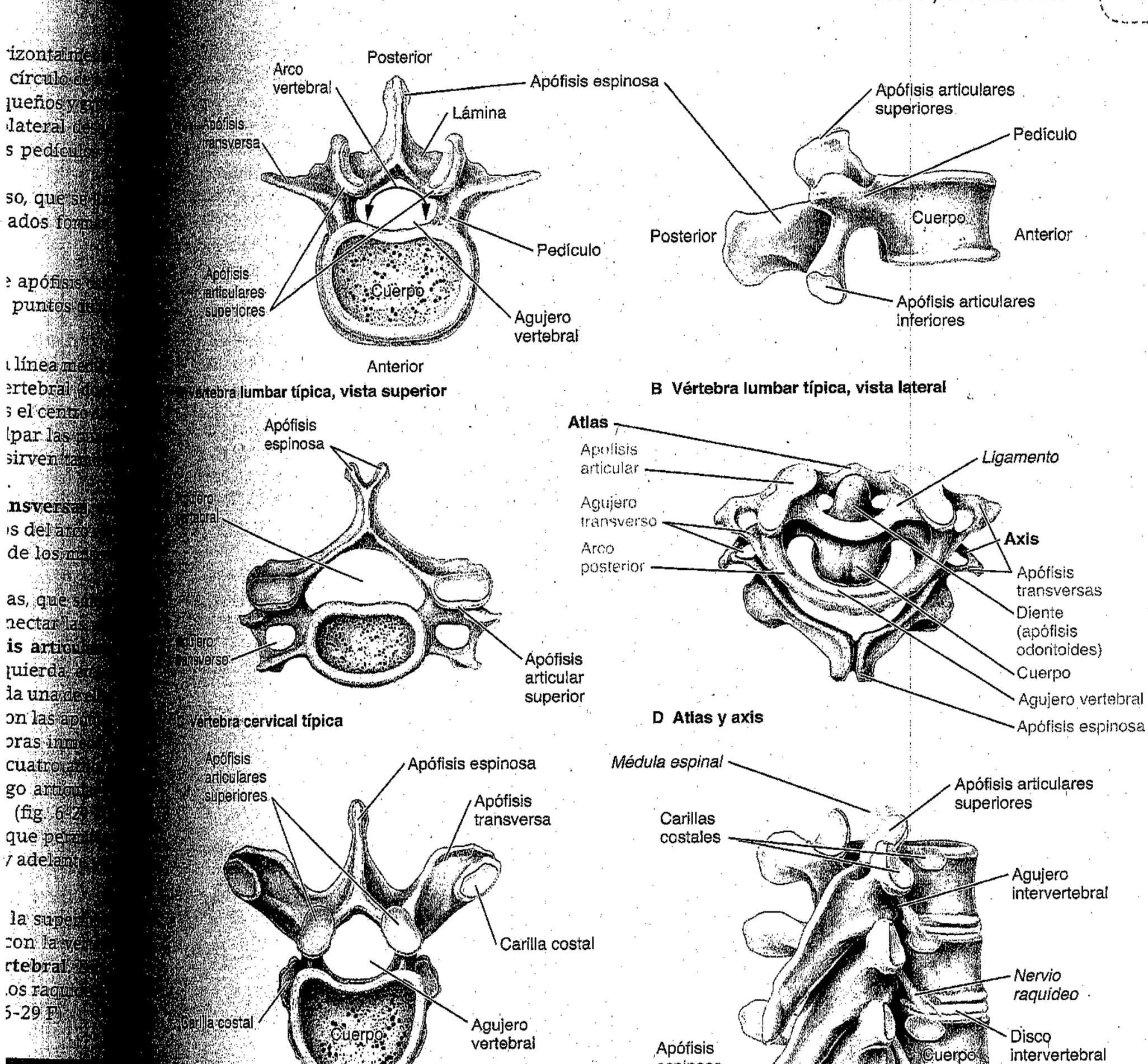
Por último, cada vértebra tiene surcos en la superinferior de cada pedículo, que interactúan con la verbra inferior para formar el **agujero intervertebra**l pequeña abertura permite el paso de los nervios raquidesde la médula espinal hacia el cuerpo (fig. 6-29 F)

Apuntes sobre el caso.

6-27 El médico de urgencias palpó suavemente los bultos en el centro de la espalda de Maggie, tratando de detectar algún dolor. ¿Qué región vertebral estuvo tocando?

Las vértebras cervicales son siete

Además de las características ya mencionadas, cada verbra cervical contiene dos agujeros adicionales, uno encapófisis transversa, por los que pasan los vasos sangua (fig. 6-29 C). Las apófisis espinosas dorsales de las verbras cervicales son cortas y a menudo están divididad dos ramas.



F Vértebras torácicas articuladas

Apófisis articular

inferior

cada uno en c sanguia e las vers ivididas

te los

atantion

estuve

Wertebra torácica típica

Estructura vertebral. Características básicas de una vértebra lumbar, A) vista superior y B) vista lateral derecha. Interal cervical típica, como se ven de C3 a C7. D) El atlas (C1) gira alrededor de un soporte proporcionado por el axis (C2). Interal cervical típica. Observe la apófisis transversa modificada, que se articula con una costilla. F) Las vértebras se apilan una electrar forman la columna vertebral. En todas las imágenes, el cartilago aparece sombreado en azul claro. Diga cuál es la estrague conecta el cuerpo vertebral con la apófisis transversa.

espinosa

Las dos primeras vértebras cervicales son anatómicamente distintas del resto y realizan funciones diferentes (fig. 6-29 D). El atlas, C1, es la más alta y debe su nombre al héroe mitológico griego condenado por Zeus a sostener la bóveda celeste sobre sus hombros. En la parte superior de su superficie hay dos carillas articulares que coinciden con los cóndilos del hueso occipital. La articulación sinovial que se forma (gínglimo) entre el cráneo y la columna vertebral permite movimientos laterales y de flexión, extensión y rotación limitada.

El atlas no tiene cuerpo; en cambio, posee un arco anterior delgado que rodea una prominencia vertical, el diente (o apófisis odontoides), del cuerpo de la vértebra C2 que le sigue. Esta última se llama axis, porque el atlas gira alrededor del eje (axis) del diente, como la tierra gira sobre su eje polar.

Las vértebras torácicas son doce y las lumbares cinco

Hay doce *vértebras torácicas*, T1 a T12, más grandes y mucho más fuertes que sus compañeras cervicales, que se encuentran por encima de ellas. Cada una tiene cuatro carillas costales que se articulan con las costillas, una en la punta de cada apófisis transversa y una a cada lado del cuerpo (fig. 6-29 E y F). La columna torácica no es tan flexible como la cervical superior o la lumbar inferior, porque las costillas limitan su movimiento. La figura 6-29 F muestra las vértebras torácicas articuladas.

Hay cinco *vértebras lumbares*, L1 a L5, las más grandes y gruesas de todas las vértebras (fig. 6-29 A y B). Soportan gran parte del peso del cuerpo cuando realizamos actividades como inclinarnos, transportar cargas o incluso simplemente mantenernos erguidos, ya sea sentados o de pie.

Apunies sobre el Caso

6-28 ¿Qué apófisis de la vértebra (T2) fracturada de Maggie se articula con las costillas, la articular superior o la transversa?

¡Recuerde! Sólo las vértebras torácicas se articulan con las costillas.

El sacro y el cóccix están fusionados

El sacro es un hueso triangular impar que se forma a partir de la fusión gradual de cinco vértebras fetales, un proceso que comienza en la adolescencia y finaliza aproximadamente a los 30 años de edad (fig. 6-30). Es un hueso resistente, al cual se fijan los músculos grandes de la cadera y los muslos. Aunque es un solo hueso, tiene cinco regiones, S1 a S5, una por cada vértebra sacra original.

Como sucede con las otras vértebras, las apófisis articulares superiores en la parte de arriba del sacro se articulan con la quinta vértebra lumbar. En el centro se encuenta conducto sacro, continuación del conducto raquídeo. El tremo inferior del sacro es una abertura llamada hiato sa que constituye el final del conducto raquídeo. Desde el la contral del conducto salen dos alas de hueso, cada de las cuales tiene cuatro agujeros que permiten el passilos nervios raquídeos sacros S1 a S4 (cap. 8). El ner raquídeo S5 sale a través del hiato sacro.

El cóccix (del griego kókkyx = «cuco») es un peque hueso triangular semejante al pico de un pájaro (fig. 63) que forma el extremo inferior del esqueleto axial. A veo los tres a cinco huesos coccígeos fetales originales no ses sionan por completo, con lo cual el cóccix puede tenerent dos y cuatro huesos. Desde la punta superior hacia aba el cóccix se fusiona con el extremo inferior del sacro. Es efecto, como un rabo humano, recuerdo anatómico de nuo tros ancestros comunes con los animales de cola.

El tórax

La palabra **tórax** (del griego *thorax* = «pecho») se refisal pecho completo, es decir, las costillas y los otros hues torácicos más el corazón y los pulmones. La **caja torác** (tórax óseo) es parte del esqueleto axial; se refiere a lasor tillas, el esternón y las vértebras torácicas (fig. 6-31).

Esternón

El **esternón** (del griego *sternon* = «hueso del pecho») es hueso delgado y plano, situado verticalmente en el cen

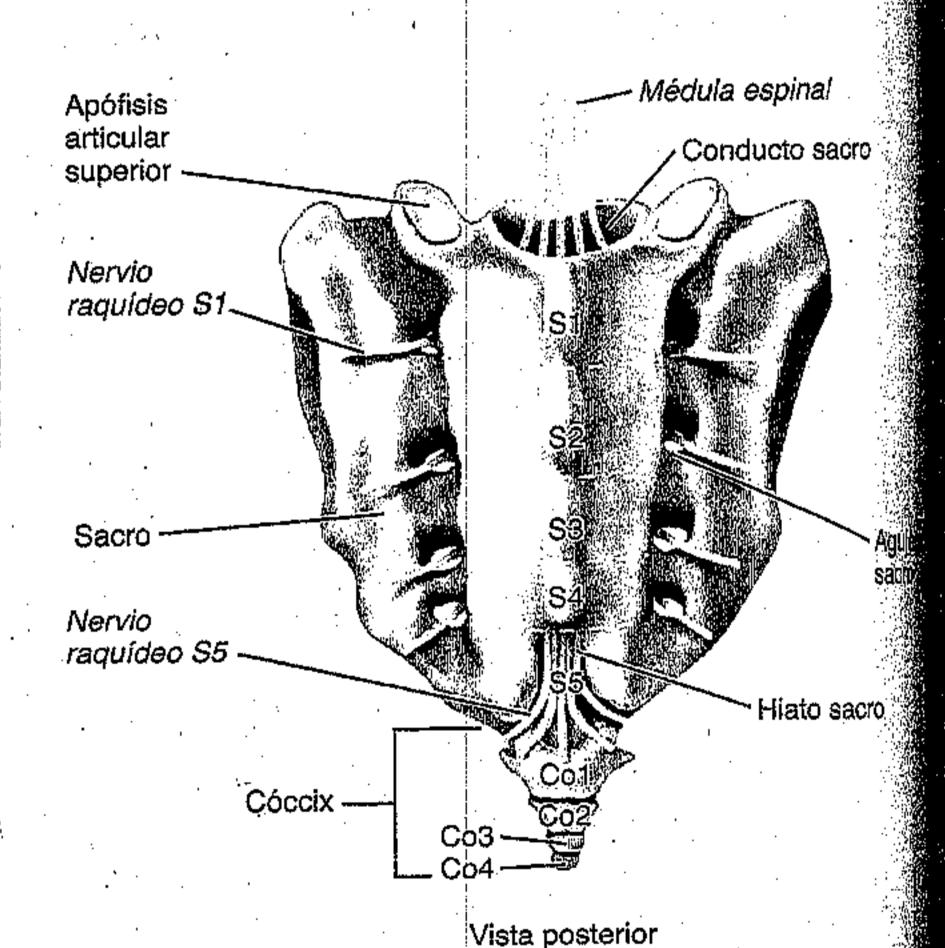


Figura 6-30. Sacro y cóccix. El sacro adulto consta de con huesos fusionados (S1 a S5); el cóccix está formado por cua huesos que sólo pueden fusionarse parcialmente (Co1 a Co ¿Cuál es el nombre de la abertura del sacro por la que salen nervios raquídeos?

) se english ap. 8) E

ijaro (fig.) axial A inales no all ede tener or hacian el sacro imico de a cola.

otros ha caja tora: iere a las g. 6-340

echonic l en el ce

de l'oracica anterior. Consta de tres partes, que en man separadas, y que de arriba abajo son el manuraquideo muerpo y la apófisis xifoides (fig. 6-31). El manubrio nada *hiatsi* ue está en la posición más alta y se fusiona al cuerpo o. Desde e degulo esternal, una cresta ósea transversa perfecnueso, care de dentificable, muy útil como punto de referencia niten el pare durante las exploraciones médicas del pecho. ossis xifoides (del griego xiphos = «espada») es un de diferior del esternón. es un peg

rescotaduras claviculares son unos huecos a cada de extremo superior del manubrio, que se articula lavicula para formar la articulación esternoclavicusemuestra). Entre las dos escotaduras claviculares sientala escotadura supraesternal (yugular), una mua en V en el extremo superior del manubrio, en la anenor del cuello.

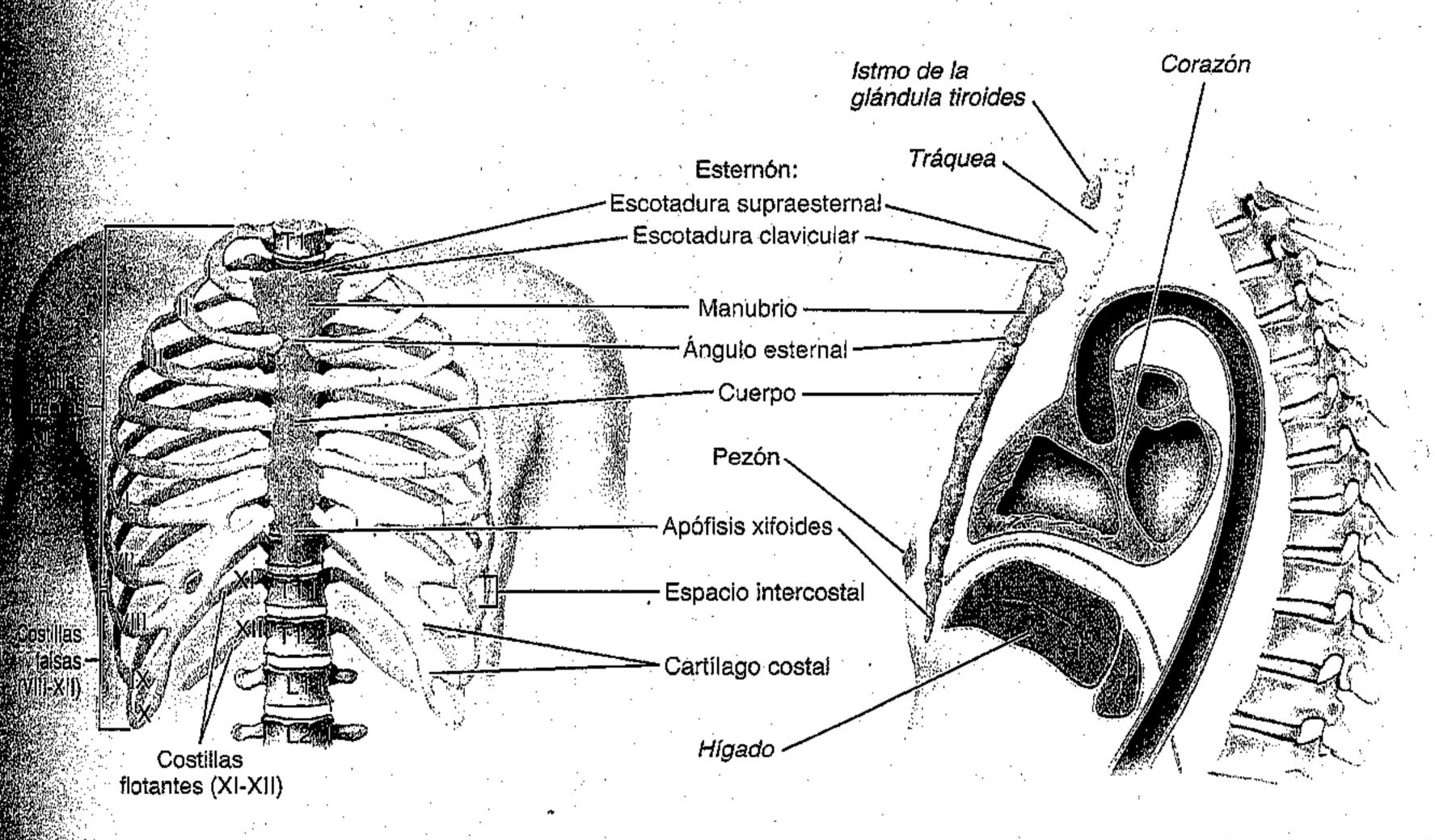
si posición subyacente a la piel, su forma plana y merido habitual de médula ósea roja, el esternón es de la para obtener muestras de médula. La técnideste en introducir una aguja corta que tiene un corector para impedir una penetración profunda que de l'anzar el corazón o los grandes vasos subyacentes B) Con anestesia local, se inserta la aguja en la medular a través del tejido óseo compacto, se aspimedula ósea en una jeringa y luego se extiende en un di jetos para su análisis microscópico.

dimente, durante la reanimación cardiopulmonar, las stelreanimador deben mantenerse en la parte infedicuerpo esternal, no en la apófisis xifoides. En caso and la presión podría fracturar la apófisis y empujarla hacia el hígado, que posiblemente resultaría lesionado (fig. 6-31 B).

¡Recuerde! El esternón puede palparse con facilidad y es un importante punto de referencia anatómico. Las escotaduras claviculares pueden palparse en la unión del manubrio con cada clavícula, y la escotadura supraesternal en forma de V entre y sobre ellas. Por encima de la escotadura supraesternal se encuentra la glándula tiroides. Aproximadamente 4 cm por debajo de esta escotadura se halla el ángulo esternal, que puede palparse como una pequeña cresta horizontal. La segunda costilla une el esternón al ángulo esternal. Este punto de referencia anatómico indica el lugar donde la tráquea se divide en dos bronquios.

Costillas

La pared de la caja torácica está formada por doce pares de costillas (fig. 6-31 A). A pesar del mito bíblico, las mujeres no tienen una costilla menos que los hombres. Cada costilla se une posteriormente a las apófisis transversas de las vértebras torácicas. Forman así las articulaciones costovertebrales, que son sinoviales planas. Entre las costillas se encuentran los espacios intercostales. Por convención, las costillas se numeran de arriba abajo: la más alta es la



uesos del tórax

B Puntos de referencia anatómicos del esternón

Tórax. A) Huesos del tórax. B) Puntos de referencia anatómicos del esternón. ¿Cómo se llama la parte inferior del es-

costilla I y la más baja la XII. La costilla VII es la más larga; las restantes se acortan gradualmente hacia arriba y hacia abajo dentro de la caja torácica. Se describen de la siguiente forma:

Las costillas I a VII se llaman **verdaderas** porque se conectan al lado del esternón por medio de bastones cartilaginosos individuales llamados **cartílagos costales**.

Las costillas VIII, IX y X comparten un cartilago costal en forma de horquilla que se funde con el cartilago costal de la costilla VII. A veces se las llama costillas falsas porque no se conectan individualmente con el esternón.

Las costillas XI y XII, llamadas **flotantes**, no tienen cartilago y son también falsas porque no están conectadas al esternón.



6-29 ¿La mandíbula es un hueso craneal o facial?

6-30 ¿Qué hueso se articula con todos los demás huesos craneales?

6-31 ¿Cómo se llama la sutura que se forma en el punto de unión de los dos huesos parietales y el hueso frontal?

6-32 Diga qué huesos contienen los dientes.

6-33 Nombre los cuatro huesos del cráneo que contienen senos.

6-34 ¿Cuál es la última curva vertebral que se desarrolla tras el nacimiento?

6-35 Diga cuáles son las tres apófisis vertebrales que se unen a los músculos.

6-36 ¿Qué vértebra se articula con el cráneo?

6-37 ¿Qué vértebras son más fuertes, las lumbares o las cervicales?

6-38 ¿Cómo se llama la abertura del extremo inferior del sacro?

6-39 ¿Qué nombre tiene la estructura que separa los cuerpos de las vértebras adyacentes?

6-40 ¿Qué nombre reciben las tres partes del esternón?

6-41 ¿Qué conecta las costillas verdaderas con el esternón?

6-42 Diga cuál es la articulación que conecta una costilla con una vértebra.

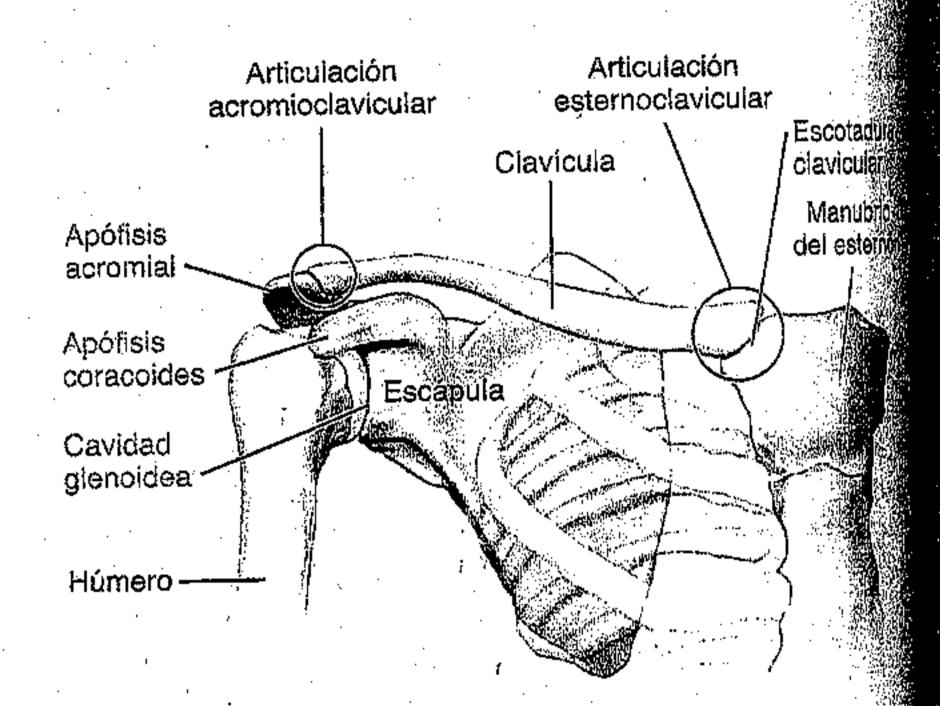
Anatomía de los huesos y de las articulaciones: el esqueleto apendicular

Después de analizar el esqueleto axial –cráneo, columna vertebral y caja torácica–, es hora de estudiar el esqueleto apendicular.

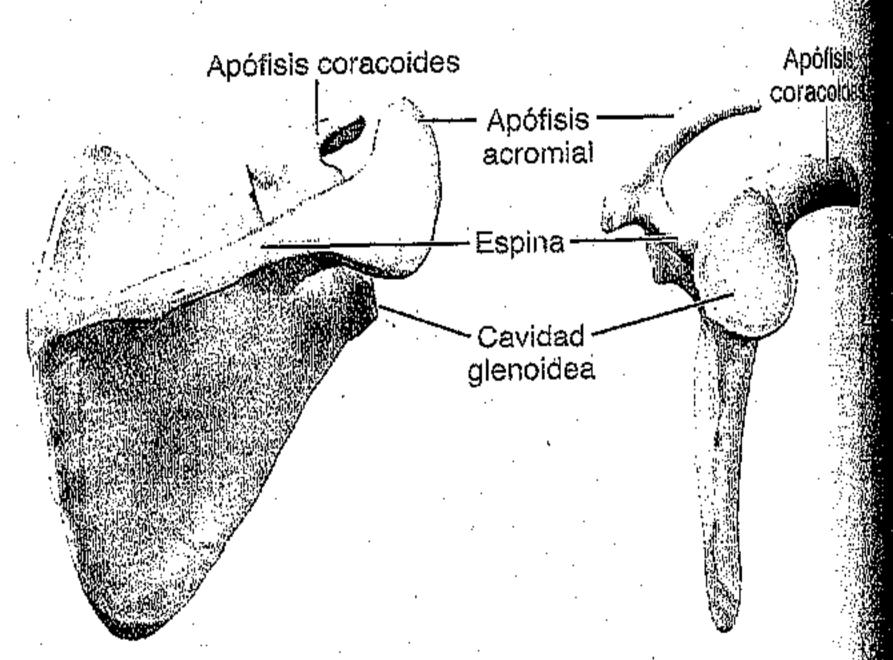
Cintura escapular (del hombro)

Su parte más alta son las dos cinturas escapulares de unen los huesos de los miembros superiores con el escapulares de leto axial. Cada una de ellas tiene dos huesos: la clavid (el hueso del cuello) en el tórax anterosuperior, y la escapula (el omóplato) en el tórax posterosuperior (fig. 6-32). Sólo la clavícula se une directamente al tórax, hueso hueso; en el punto de unión con el borde superior la del esternón forma la articulación esternoclavicular. La cápula se conecta directamente con el tórax sólo por dio de músculos.

La clavícula recorre horizontalmente la parte super del tórax, desde la escotadura clavicular del esternón la parte superior del hombro, donde se articula con la superior de la escápula (fig. 6-32 A). Los músculos pesad fijan la cintura escapular al tórax, apuntalándola contral



A Cintura escapular, vista anterior



B Escápula, vista posterior

C Escápula, vista alu

Figura 6-32. Huesos de la cintura escapular (del hombre A) La vista anterior muestra que la cintura escapular está forma da por la escápula y la clavícula. B) Escápula, vista poster C) Escápula, vista lateral. ¿Qué parte de la escápula se articicon la clavícula?

de provienen del exterior (como cuando alguien de orazo), de otro modo, estas fuerzas podrían des-la ciavidad del esqueleto axial. La clavícula protege adenor del hombro e impide que los músculos totemes tiren del hombro hacia el esternón. Muchas de clavícula se producen a consecuencia de una presel brazo extendido, ya que la fuerza de la caítemes al brazo hasta un punto débil situado en el la caíteral de la clavícula.

ápula es un hueso triangular largo que yace plaala cara superoposterior del tórax. Consta de un manoyuna cresta ósea dorsal, la espina escapular B) que termina en una prominencia ósea, llamais sacromial. El acromion forma un saliente óseo estesuperior del hombro, donde se articula con la apara formar la articulación acromioclavicular. cara apófisis coracoides (del griego korax = «cuerde debe su nombre a su forma semejante al pico de vo sirve de punto de fijación para ciertos múscutionero y el tórax. En la cara lateral de la escápula una carala cavidad glenoidea (o fosa glenoidea), una on poco profunda donde el hueso del brazo, el húgune a la escápula para formar la articulación del ly más abajo).

nes sobre el caso

avicular

stá tom

poster

Laggie se protegió con las manos cuando cayó. Deso tiende a romperse en esta situación porque La fuerza de la caída a los huesos del esqueleto

membros superiores

membros superiores están formados por el brazo (el tramo entre fromencima del codo), el antebrazo (el tramo entre via muñeca) y la mano, formada por la muñeca, la cos dedos (fig. 6-33).

reso del brazo es el húmero

meroles el hueso más largo y pesado de los miembros los (fig. 6-34). En su extremo proximal tiene una cadilbosa, que se apoya en la pequeña depresión de la liglenoidea de la escápula. A su alrededor se extiensireo poco profundo, el cuello anatómico, situado ligar de la antigua placa epifisaria. Hacía abajo y parente paralela a la diáfisis, se encuentra una pequeña ligencia llamada tuberosidad deltoidea, el punto de o idel músculo deltoides grande que cubre la articula-

elextremo distal del húmero hay dos apófisis que se la con los huesos del antebrazo y forman la articudel codo. El capítulo lateral se articula con el hueso libel antebrazo (el radio); la tróclea medial se articudel pueso medial del antebrazo (el cúbito). En la parte lor del capítulo y la tróclea se encuentran los epicónarieral y medial, respectivamente, donde se fijan los

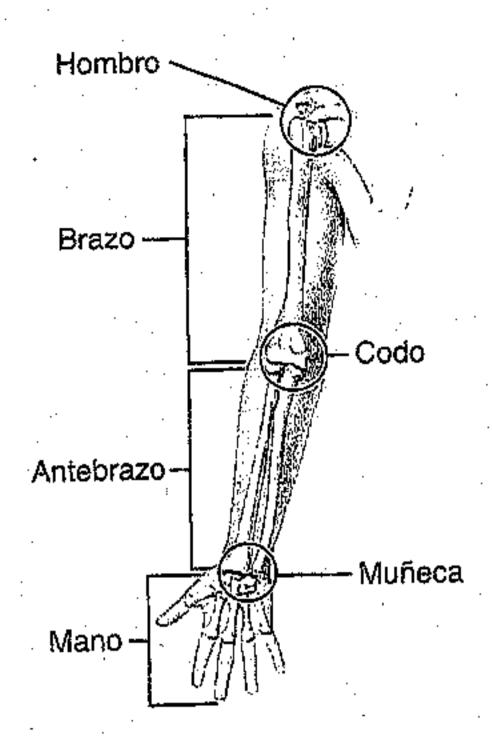
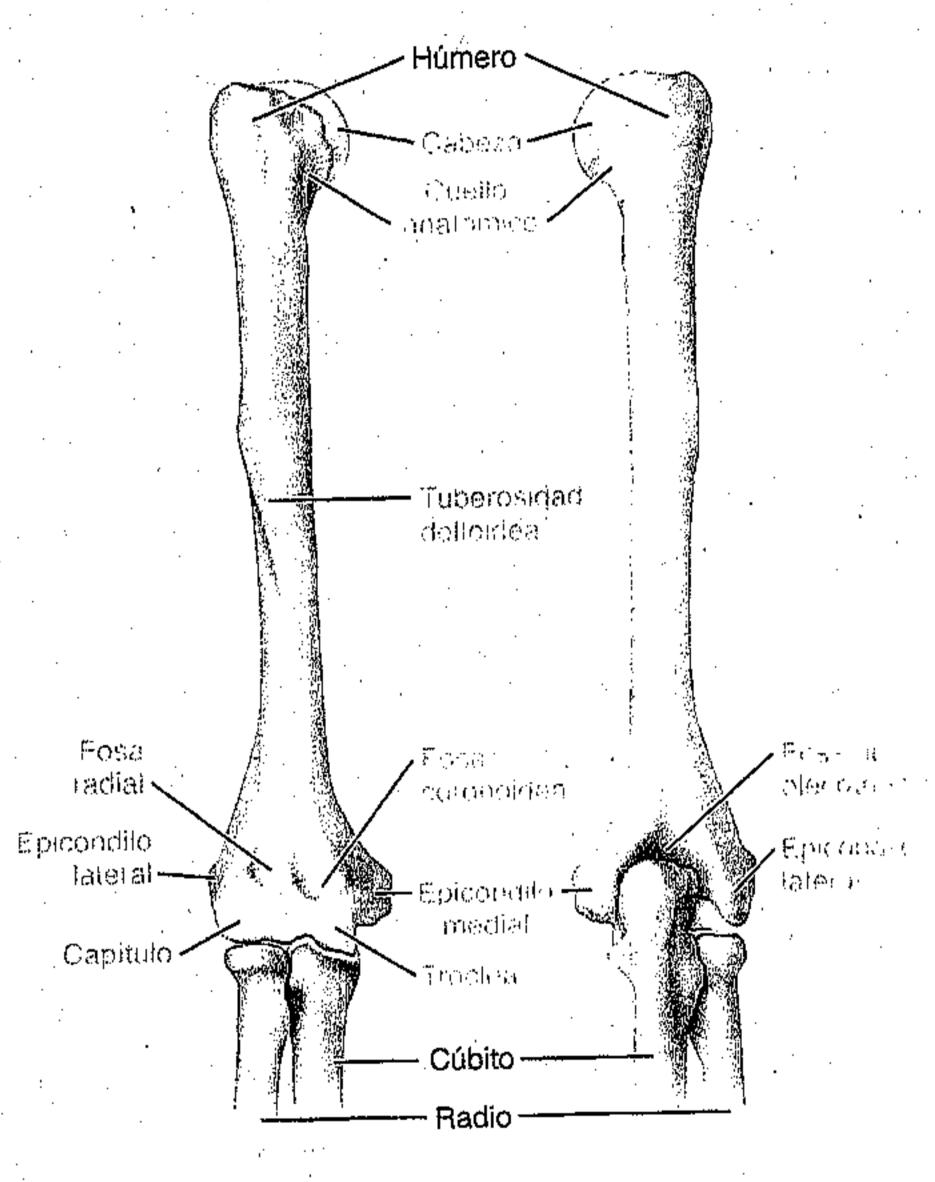


Figura 6-33. Miembro superior. El miembro superior se extiende desde el hombro hasta las puntas de los dedos. ¿Qué término se utiliza para describir el miembro superior entre el codo y la muñeca?

tendones de los músculos del antebrazo. Los tendones de los músculos posteriores del antebrazo se fijan en el epicóndilo lateral. La utilización excesiva de estos músculos, como en la hiperextensión de la muñeca que prepara el



A Vista anterior B Vista posterior

Figura 6-34. Húmero. A) Vista anterior B) Vista posterior. Señale la cresta que se encuentra sobre la diáfisis del húmero.

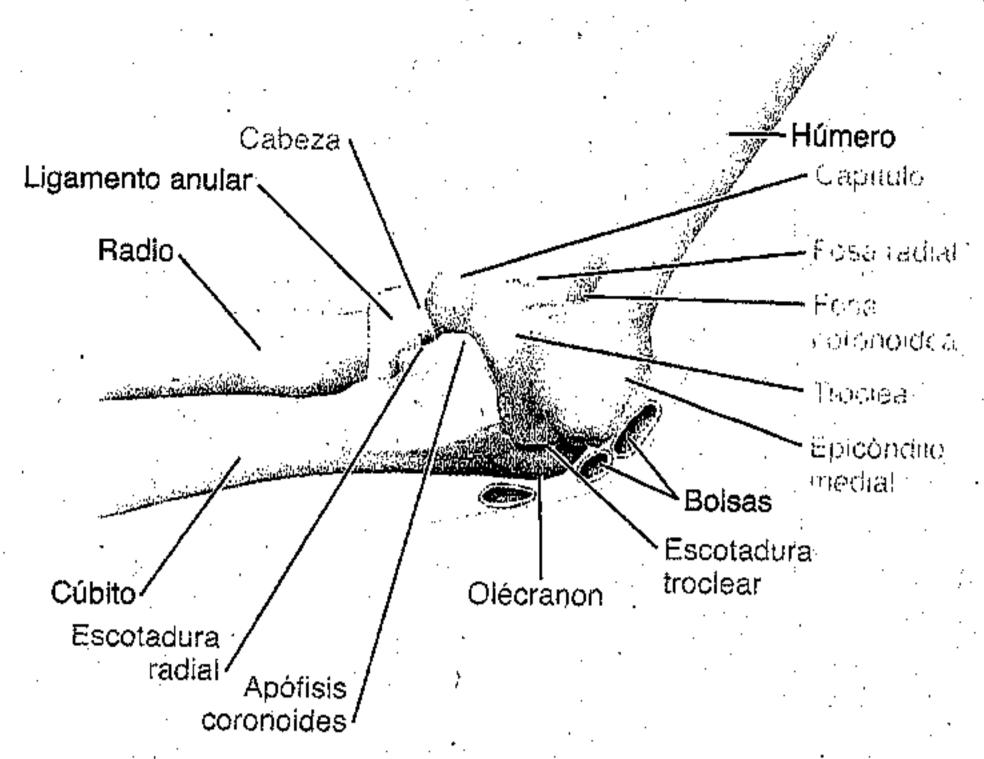


Figura 6-35. Articulación del codo, vista medial. Se muestra el codo derecho en posición flexionada. Diga cuál es el ligamento que envuelve al radio.

brazo para el golpe con la raqueta de tenis, puede causar inflamación y dolor en los tendones unidos al epicóndilo lateral, una afección llamada «codo de tenista».

Inmediatamente por encima de la tróclea, en el lado anterior, se encuentra la fosa radial, una depresión que da cabida a la apófisis del radio cuando se flexiona la articulación del codo (fig. 6-35). Encima del capítulo hay una segunda depresión, la fosa coracoides, que recibe al cúbito cuando la articulación del codo está flexionada. De forma similar, el lado posterior contiene la fosa del olécranon, una depresión que da cabida a la apófisis del cúbito cuando se extiende la articulación del codo.

¡Recuerde! Encuentre algunos de estos huesos en su propio cuerpo. Mantenga el antebrazo extendido con la palma de la mano hacia arriba. Coloque la mano izquierda debajo del codo y sujételo con el pulgar y el índice. Ahora, flexione el antebrazo. Debería sentir el epicóndilo medial del húmero bajo el pulgar y el lateral bajo el índice. El nervio cubital pasa sobre el epicóndilo medial. Los golpes en esta región producen una sensación incómoda de hormigueo y cosquilleo; de ahí que se le llame el «hueso de la risa».

El húmero y la escápula forman la articulación del hombro

La cabeza del húmero y la cavidad glenoidea de la escápula se articulan para formar la articulación esferoidea del hombro (fig. 6-36). La poca profundidad de la cavidad glenoidea contribuye a la gran amplitud de movimientos de esta articulación, mucho mayor que la de la cadera, una articula-

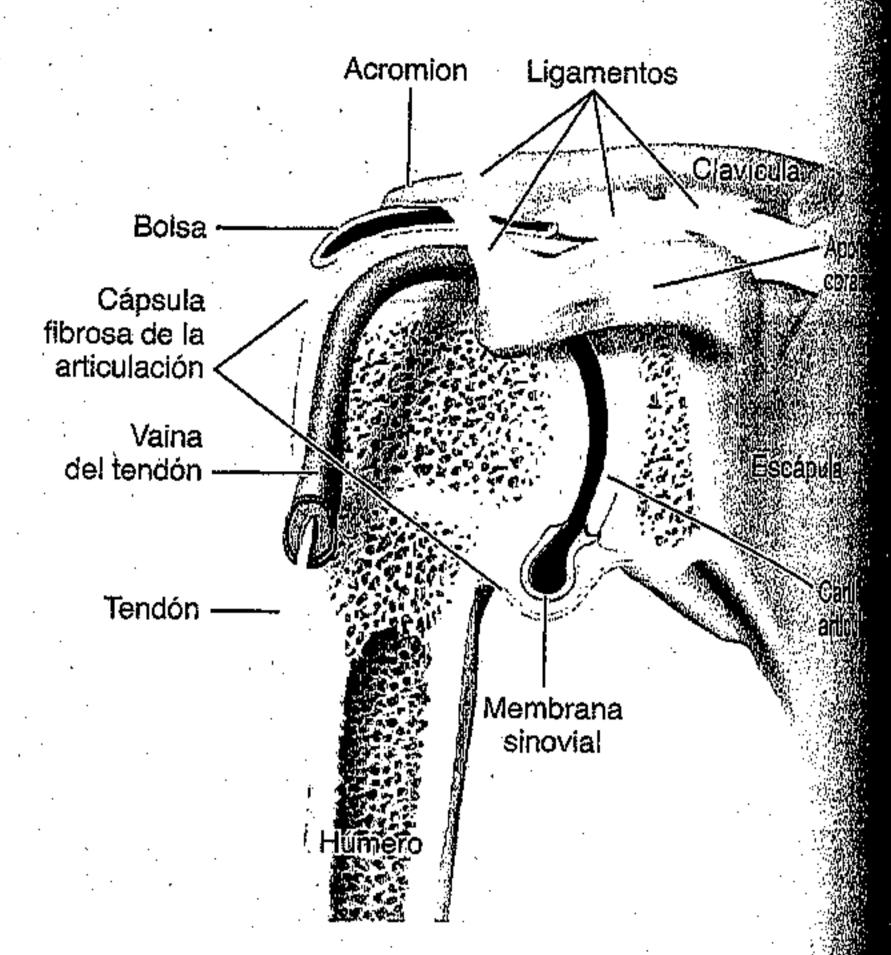


Figura 6-36. Articulación del hombro derecho, sección in versal (vista anterior). ¿Qué estructura es continuación membrana sinovial, los ligamentos o la vaina tendinosa.

ción también esferoidea pero con una cavidad mucho profunda (descrita más adelante). El hecho de ser la culación que con más frecuencia se disloca destaca la prometida relación entre la estabilidad de una articular y su amplitud de movimiento.

La articulación completa se halla envuelta por unal sula fibrosa dura, pero la gruesa capa de músculos cundantes desempeña el papel más importante el estabilización del hombro. La cápsula fibrosa es unad nuación de algunos ligamentos accesorios (no se muesto en la fig. 6-36) y de los tendones musculares (se miento). La membrana sinovial no sólo tapiza la cavidad la articulación, sino que también se extiende para for una vaina protectora alrededor del tendón, donde se filo músculo bíceps (recuerde que las vainas de los tendos son bolsas modificadas). Hay otras bolsas que reduce fricción entre los músculos del hombro, el húmero la vícula y la escápula.

¡Recuerde! Los ligamentos y tendones son a menudo prolongaciones de la cápsula fibrosa articular. Las bolsas y las vainas de los tendones son a menudo prolongaciones de la membrana sinovial.

El antebrazo contiene el cúbito y el radio

El antebrazo tiene dos huesos: el *cúbito* y el *radio*. Como hemos dicho, en la posición anatómica estándar, la pade la mano se encuentra en sentido anterior con el pul.

t Movin Iradio

Figura 6-:

dosición a

comica. C

24C12

mdesi

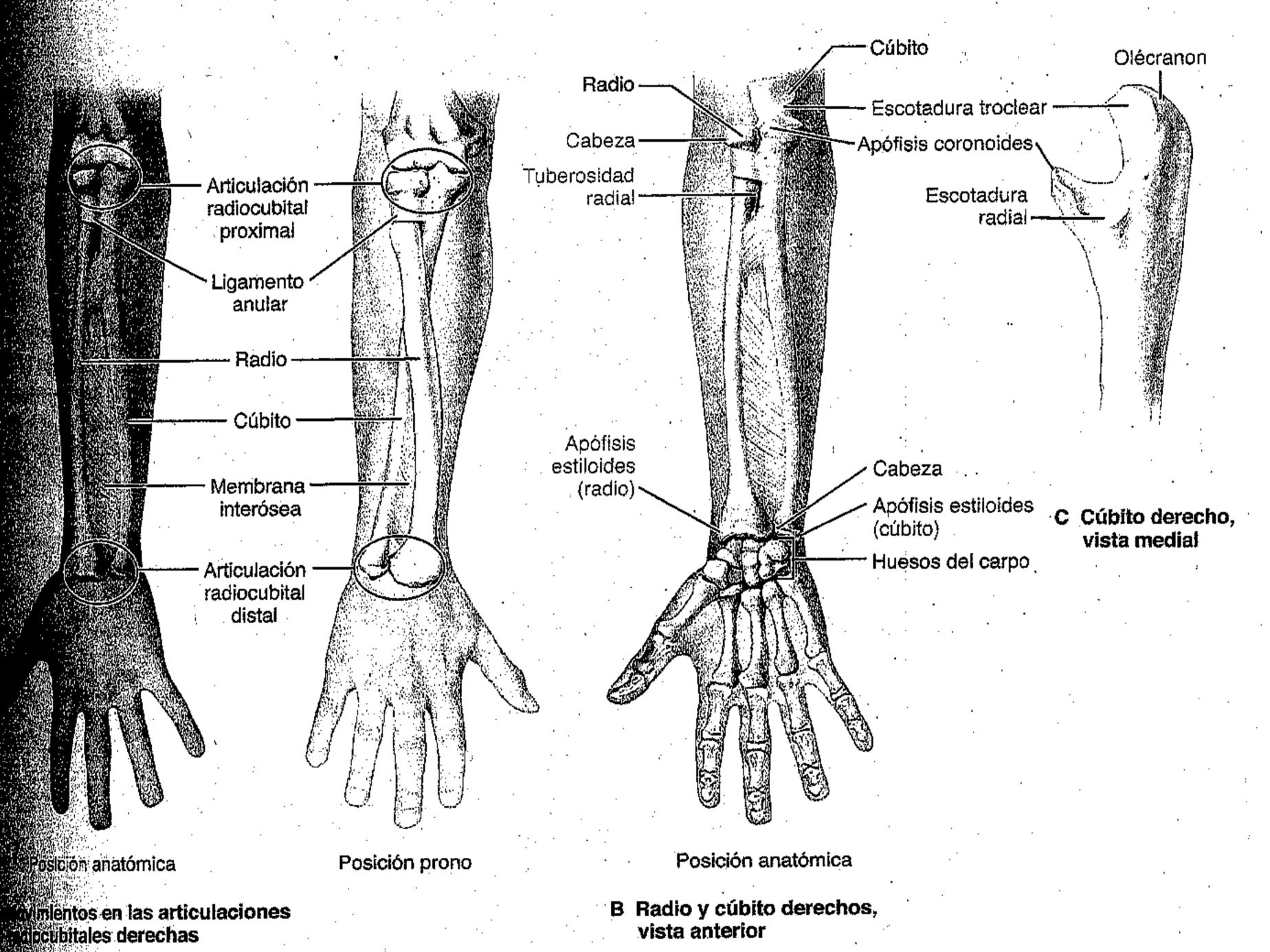
En esta posición, el radio está lateral (en el lalear) y el cúbito hacia dentro (fig. 6-37 A). No obsundo el antebrazo está en pronación con la palma has y el pulgar hacia dentro, el radio se cruza sounto con el que forma una X alargada. El radio y destán conectados y estabilizados por una lámina incorectivo, la membrana interósea, y forman una

dito es más largo que el radio y se superpone al citado el codo está extendido. La base proximal fines cuadrangular y forma el olécranon, la apófisis mada bajo la piel del codo, que sirve de punto de finalos músculos posteriores del brazo (fig. 6-37 C). Legilos anteriores del brazo se fijan en una apófisis el olfo lado del cúbito, llamada apófisis coronoisuperficie articular en forma de C inmediatamente lolécranon, la escotadura troclear, se articula con coopara formar la articulación del codo (fig. 6-37 B escotadura radial, por el contrario, se articula con legara formar la articulación radiocubital proxi6-37 A). El ligamento anular se extiende desde a venyuelve firmemente la cabeza radial, para que

pueda mantenerse cómodamente dentro de la escotadura radial del cúbito y permitir así la rotación estable del radio durante la pronación y la supinación del antebrazo. En el extremo distal del antebrazo hay una segunda articulación radiocubital, donde vuelven a unirse el cúbito y el radio. En el extremo distal del cúbito se encuentra una cabeza plana y redonda que se articula con los huesos de la muñeca (fig. 6-37 B). En el lado medial de la cabeza se encuentra la apófisis estiloides del cúbito, en la cual se fijan los ligamentos mediales de la muñeca.

El radio se orienta en dirección opuesta al cúbito, y la cabeza radial se articula con el húmero (fig. 6-37 B). La cabeza radial también se articula con la escotadura radial del cúbito para formar la articulación radiocubital proximal. Debajo de la cabeza, sobre la superficie anterior, hay una zona áspera ligeramente elevada, la tuberosidad radial, que marca el punto de fijación del músculo bíceps del brazo.

El extremo distal del radio se articula con los pequeños huesos de la muñeca. En el lado lateral del extremo distal se encuentra la **apófisis estiloides del radio**, en la que se fijan los ligamentos laterales de la muñeca.



Apuntes sobre el caso

6-30 Maggie tiene el brazo en cabestrillo, con la palma de la mano hacia arriba y el brazo sujeto contra el abdomen. ¿Dónde se encuentra el radio lesionado, más cerca del abdomen o en el lado opuesto del brazo?

El húmero, el radio y el cúbito forman la articulación del codo

La figura 6-35 muestra que la articulación del codo está formada por articulaciones entre la tróclea del húmero y la escotadura troclear del cúbito, así como también entre la cabeza del radio y el capítulo del húmero. El codo es una articulación en bisagra (gínglimo) que sólo puede realizar movimientos de flexión y extensión. Los ligamentos (no se muestran en la fig. 6-35) limitan todos los demás movimientos.

El codo está rodeado por múltiples bolsas. La bolsa del olécranon se apoya sobre la punta del olécranon y puede

inflamarse a causa de golpes directos o por el uso exede de la articulación; esto constituye otra forma de codo nista (por la flexión y extensión repetitivas de la articulación) o codo de estudiante (por apoyarse demasiado tensobre el codo para leer o escribir).

La mano está formada por la muñeca, la palma y los dedos

La mano está formada por la muñeca, la palma y los dos (fig. 6-38). La muñeca comprende dos filas irregula con cuatro huesos cada una, los huesos del carpo dos firmemente entre sí por ligamentos que les permiserto deslizamiento y giro. Los carpianos están en la se de la mano, como si fueran un «reloj de muñeca» dedor de los extremos distales del radio y el cúbito. De que la «muñeca» rota de Maggie indique una fractural cabeza del radio, que se articula con los huesos del para formar la articulación de la muñeca. En realidad se ha fracturado los huesos de la muñeca (del carpo) huesos de la palma son los metacarpianos, que se nu

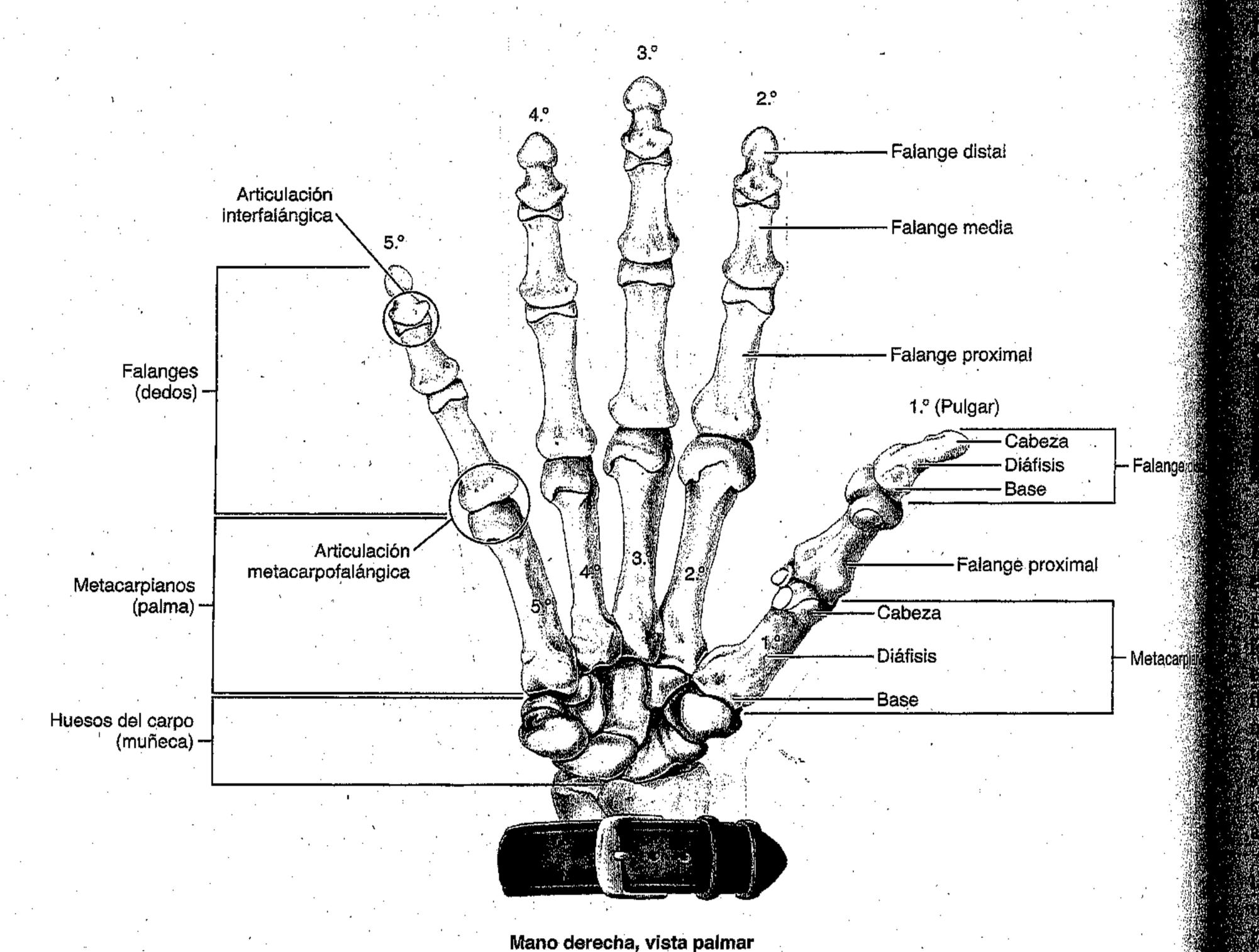


Figura 6-38. Mano. ¿Cuántas falanges tiene el pulgar?

uso de la la la la la la partir del metacarpiano que une el pul-

IS IT IS THE L carro les por tán en ka

uñeca ractuta sos de

de code de la companie de la companie de code de code de la code de code de la code dela code de la code dela code de la code de la code de la code de la code dela cod e la antida de la comuna diáfisis central, una base proximal y siado la la cabeza metacarpiana interactúa con en las articulaciones metacarpofalángicas, nor-de la contra de la cabezas metacarpianas de esa destuciones. de la consestán numerados del 1.º al 5.º, a partir del pul-

The series que forman los dedos son las falanges. Caderre es un hueso largo con una base proximal, una de la grandica di de la compania di describir de la compania de la compania di describir della compania di della compania di describir della compania di della compania di a proximal y la distal, pero el resto de los dedos res proximal, media y distal. Entre las falanges se

e sobre el caso

Maggie se apoyó sobre la base pens Qué huesos forman esta región?

de la cadera)

properties de fijación de los miembros inin sta de un par de huesos coxales (huesos de la Los huesos coxales se articulan entre sí anteriorde la conclusacro en dirección posterior, para formar la sea semejante a un cuenco (fig. 6-39).

de la composition de la constante del esproporciona la base estable para los movimientos de l'algrerpo, y también protege los órganos pélvicos.

Observe que el término cintura de la comprende solamente los huesos coxales, de la cue el término pelvis ósea incluye (C) (O) (V) (F)

de la pélvica comprende el ilion, vel hueso púbico

les de edad, cada hueso coxal está de la fusión de tres huesos: el ilion, el isquion y Les tres huesos originales con-para formar la articulación del miembro in-ente a lo largo del sacro y de los huesos ilion y púbi-La importancia de este punto de referencia se comenta más adelante.

de los tres y el que está en Cada ilion es un hueso alado que se de la comparte al sacro en la articulación sacroilíaca La borde superior de cada ala es la cresta de de vez en cuando apoyamos naturalmente La cresta ilíaca comienza desde atrás como una prominencia ósea, la espina ilíaca posterosuperior, donde se unen el ilion y el sacro, y termina delante en un segundo saliente óseo, la espina ilíaca anterosuperior (fig. 6-39 B). Sirve como punto de fijación para los tendones de los músculos y es un importante punto de referencia anatómico en distintos procedimientos médicos.

El isquion, en forma de arco, constituye la parte inferoposterior de cada hueso coxal. Tiene una protuberancia inferior grande, la tuberosidad isquial, en la que se fijan los músculos y ligamentos grandes; además, soporta el peso de nuestro cuerpo cuando estamos sentados. Como se muestra en la figura 6-39 B, el hueso púbico anterior es prácticamente la imagen opuesta del isquion. En ambos lados, el isquion y el pubis se unen por arriba y por abajo para formar un orificio grande en cada hueso coxal, el agujero obturador, por el que pasan los vasos y los nervios que llegan al muslo anterior. Los dos huesos púbicos se unen anteriormente en la sínfisis del pubis para formar una prominencia ósea en posición central, sobre los genitales. La sínfisis púbica, generalmente inmóvil, se clasifica como anfiartrosis porque el tejido conectivo que forma la articulación se vuelve más flexible en respuesta a las hormonas del embarazo. Como resultado, los huesos púbicos pueden separarse ligeramente para facilitar el paso del bebé a través de la pelvis.

Vista desde arriba, la cintura pélvica tiene el aspecto de un cuello de camisa «doblado hacia arriba». El borde pélvico sería el borde ajustado del cuello, y las alas ilíacas serían la parte doblada hacia arriba (fig. 6-39 A). Los «botones» del cuello estarían en la sínfisis del pubis.

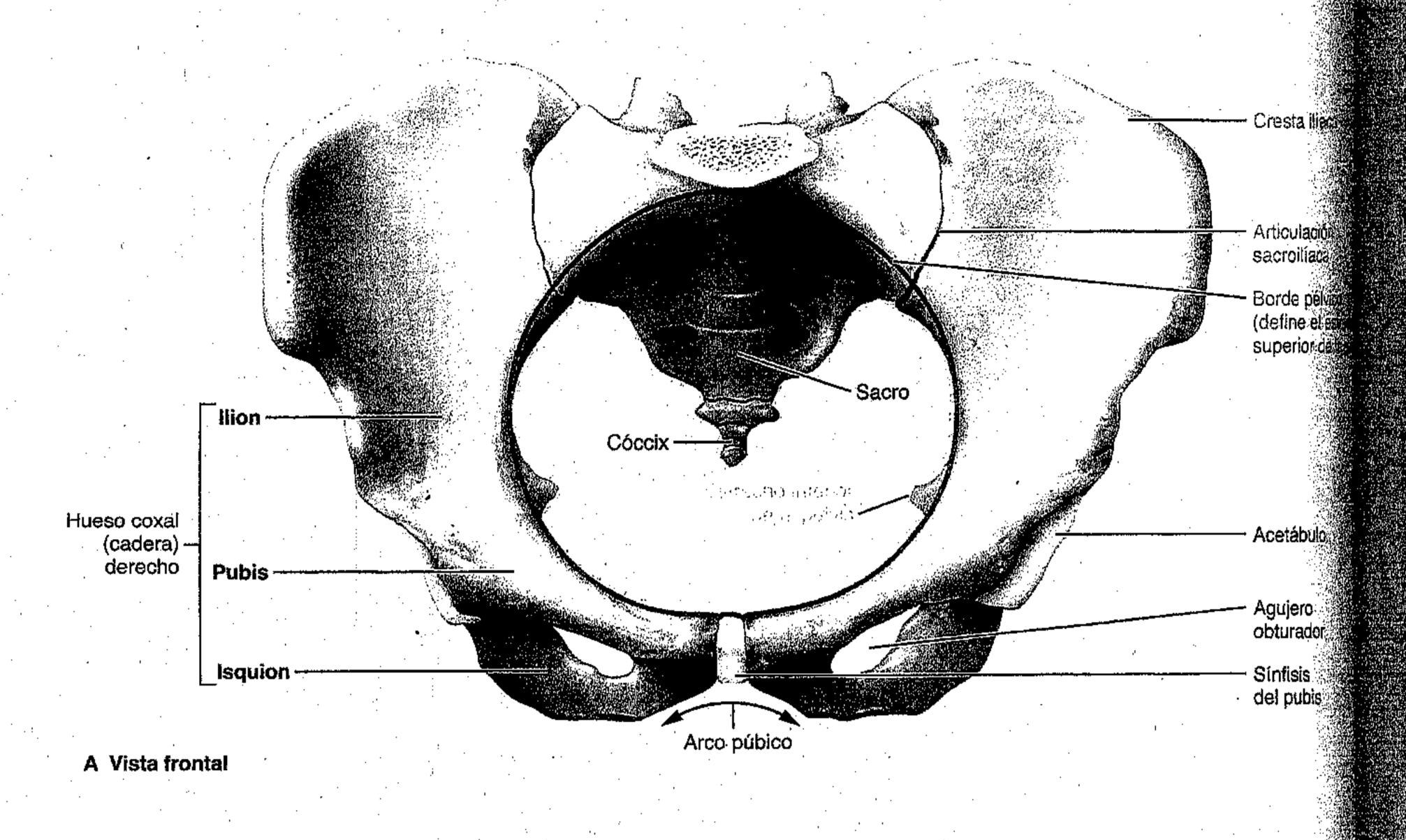
ADDITES SODIE C. CESO.

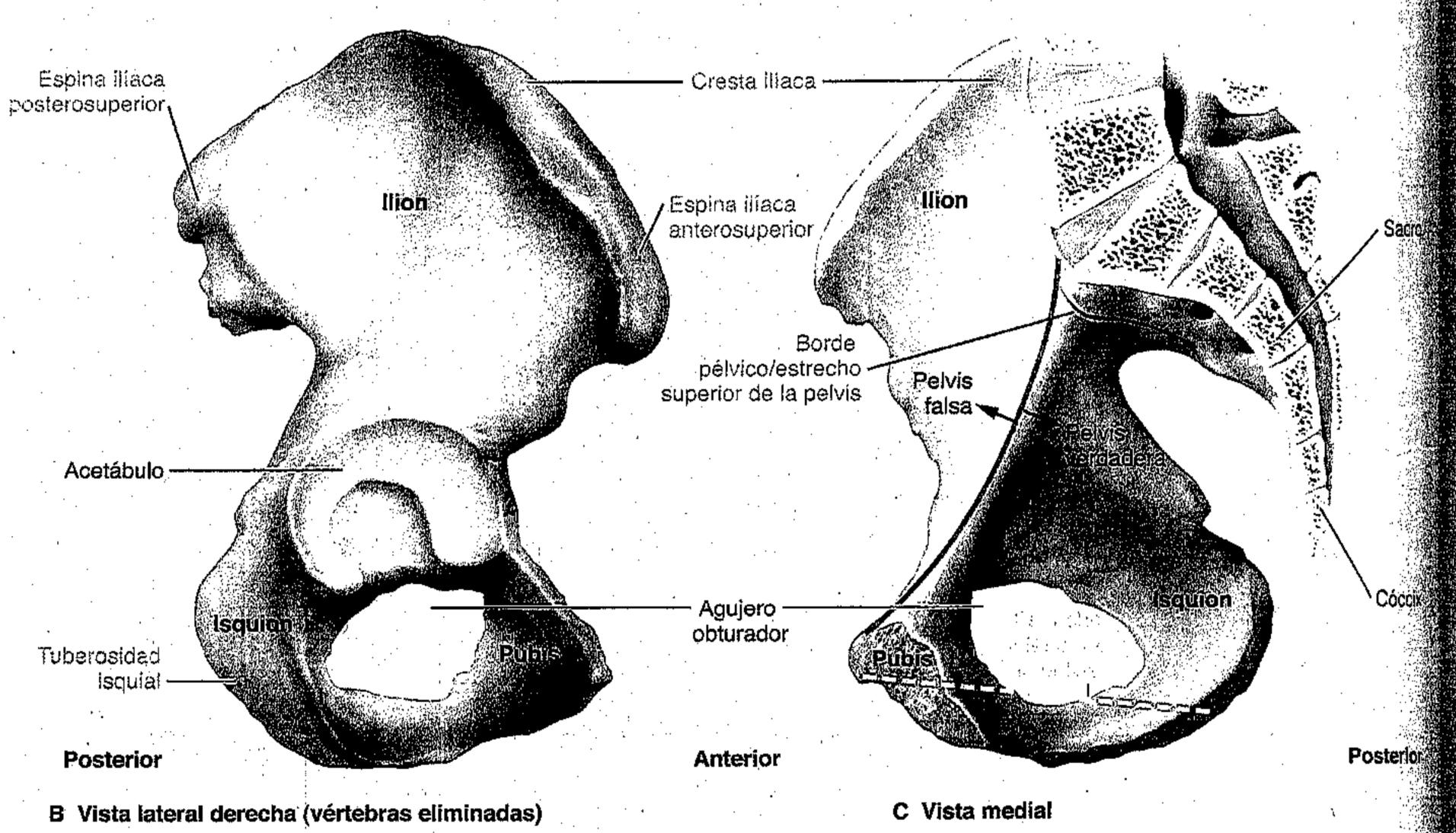
6-32 El hematoma de la cadera izquierda de Maggie estaba situado sólo un poco por debajo de la cinturilla de sus pantalones deportivos. ¿Se había golpeado el ilion, el pubis o el isquion?

La pelvis verdadera es inferior al borde pélvico

El borde pélvico es un importante punto de referencia anatómico. En el 🗪 capítulo 1 (v. fig. 1-13) dijimos que el borde superior de la cintura pélvica divide las cavidades abdominal y pélvica. Sin embargo, es importante hacer una diferenciación anatómica adicional. La parte de la pelvis situada encima del borde pélvico, pero debajo de los bordes superiores de las alas ilíacas, se encuentra realmente en la cavidad abdominal; por eso se la llama pelvis falsa (fig. 6-39 C). La pelvis verdadera está situada debajo del borde pélvico y da cabida al útero, a otros órganos reproductores internos y a la vejiga urinaria.

La entrada a la pelvis verdadera es el estrecho superior de la pelvis, la abertura rodeada por el borde pélvico (fig. 6-39 A y C). Por abajo hay otra abertura, el estrecho inferior de la pelvis, formado por los márgenes del sacro y el cóccix y por los huesos coxales. Los tractos urinarios





WHILL

arii erak

III hu

macic.

ies for

ee cud

and the late

emne

Figura 6-39. Huesos de la cintura pélvica. La cintura pélvica la constituye la fusión de los dos huesos coxales. Cada uno de consta de un ilion, un isquion y un pubis fusionados. A) Vista frontal. B) Vista lateral derecha. C) Vista medial. ¿Qué hueso no los parte del borde pélvico?

consuperior y salen por el estrecho inferior hacia consuperior y salen por el estrecho inferior hacia cades y el ano. El feto también debe pasar por los esperior e inferior de la pelvis durante el parto. com 6-39 C se observa que esta ruta no está en líel estrecho inferior está en posición más vertical peror de modo que el feto debe inclinarse para

La espina ilíaca anterior

pela cadera) puede palparse colocando

pesabre las caderas. En muchas personas,

la laca posterior está marcada por

pesa piel, justo encima de las nalgas.

magnaria entre los puntos más altos

mesas ilíacas derecha e izquierda marca

menudo como punto

mesas ilíacas derecha e inquierda marca

menudo como punto

mesas ilíacas a menudo como punto

mesas intiliza a menudo como punto

mesas matomica para realizar un

lento llamado punción lumbar,

meses insertar una aguja en la parte

lida espalda, a través de las vértebras

minimos raquideo, para obtener líquido

made con fines diagnósticos.

rembros inferiores

moros inferiores están formados por el muslo (la mida encima de la rodilla), la pierna (la parte enla y el tobillo) y el pie (fig. 6-40).

mentes inferiores soportan todo el peso corporal mentes fuerzas originadas por estar de pie, cacompositiones fuerzas fuerzas

de del muslo es el fémur

Les muslo es el fémur, el más largo y pesado del 16.41). El extremo proximal del fémur está forco colindro corto y grueso, el cuello, en ángulo la la cabeza esférica que encaja en el acetábute de coxal para formar la articulación de la cadera más adelante). El cuello es la parte más débil la carriculación de la cadera habitual de fracturas en los ancianos, una se conoce más frecuentemente como «fractura

ists femoral se extiende en sentido descendenbrodila. Está ligeramente en ángulo e inclinada
cor para que las articulaciones de la rodilla escora de la línea media que las articulaciones de
ligitas mujeres, el ángulo es levemente mayor
ligitas femenina es un poco más ancha. En la
coremo superior de la diáfisis y el cuello hay dos
le ligitas mayor lateral y el trocánter me-

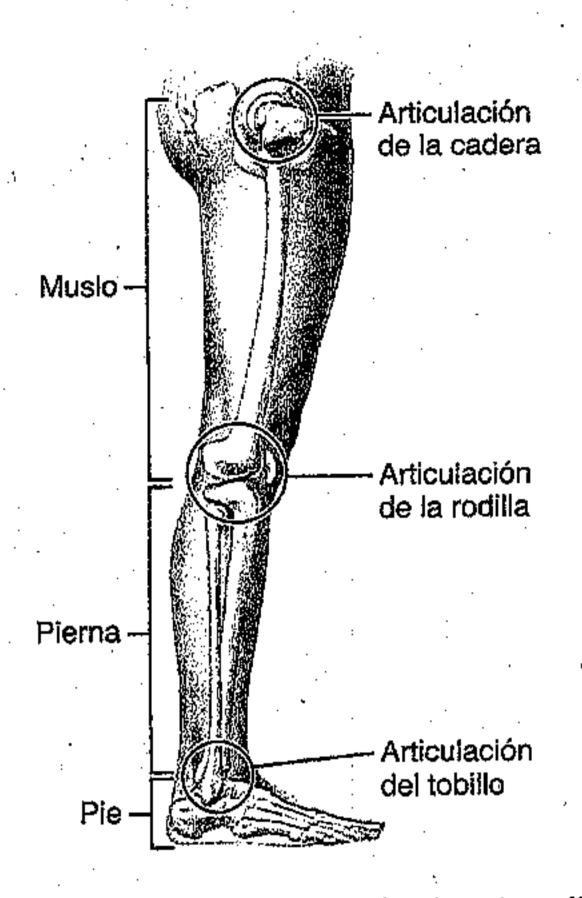


Figura 6-40. Miembro inferior. ¿Qué término describe la región entre la cadera y la rodilla?

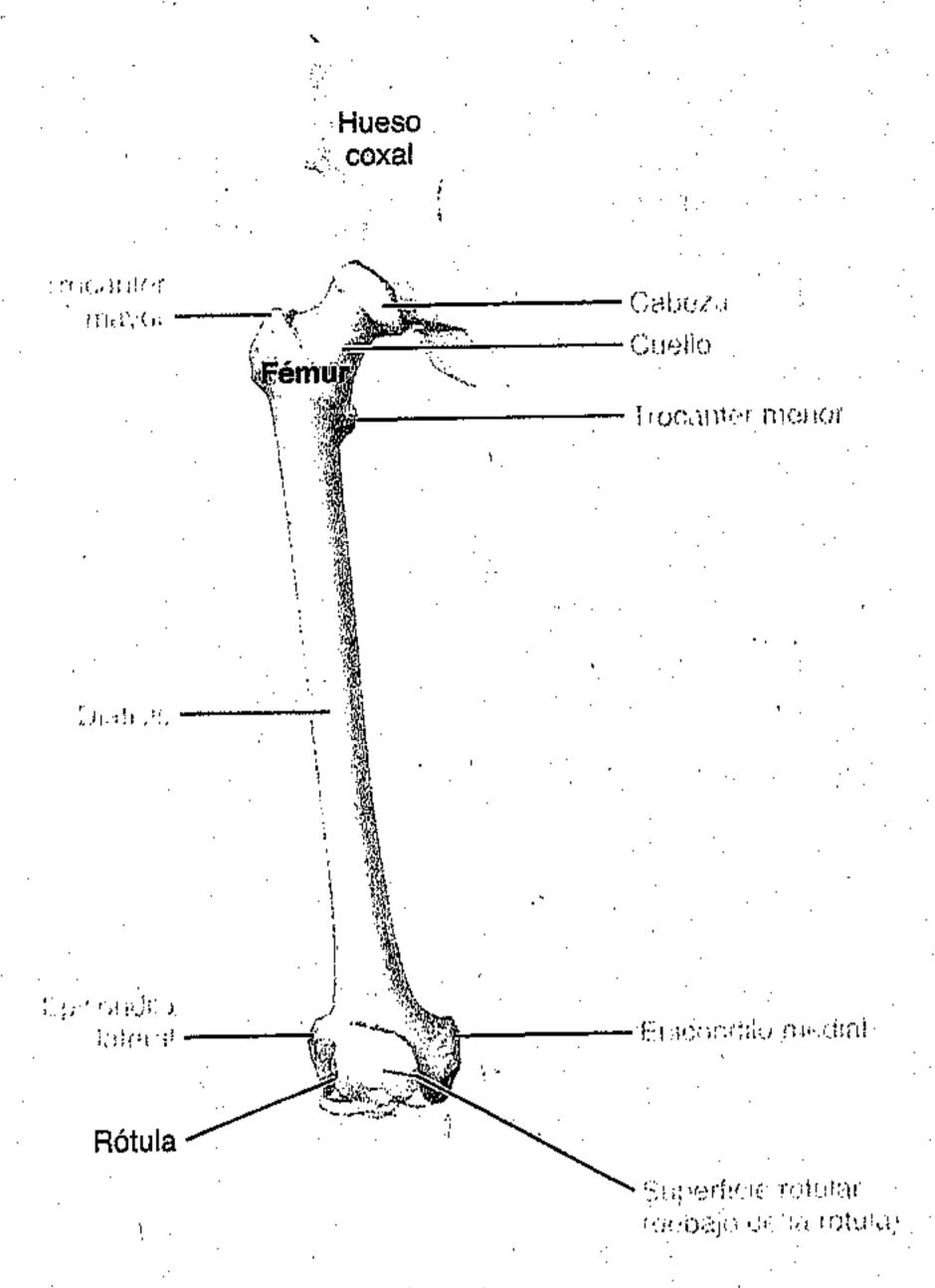
nor medial, que son puntos de inserción para los músculos y ligamentos.

El extremo distal del fémur termina en dos eminencias semejantes a nudillos, los **cóndilos lateral y medial** (fig. 6-41 B). Estos «nudillos» de los extremos encajan en la superficie superior de la tibia, ligeramente cóncava, para formar la articulación de la rodilla. Ambos cóndilos están separados en la parte de atrás por una depresión profunda, la **fosa intercondílea**. Por delante se encuentra una zona lisa y ligeramente cóncava, conocida como superficie rotuliana, que aloja un hueso rodeado por tendones, la *rótula* (fig. 6-41 A).

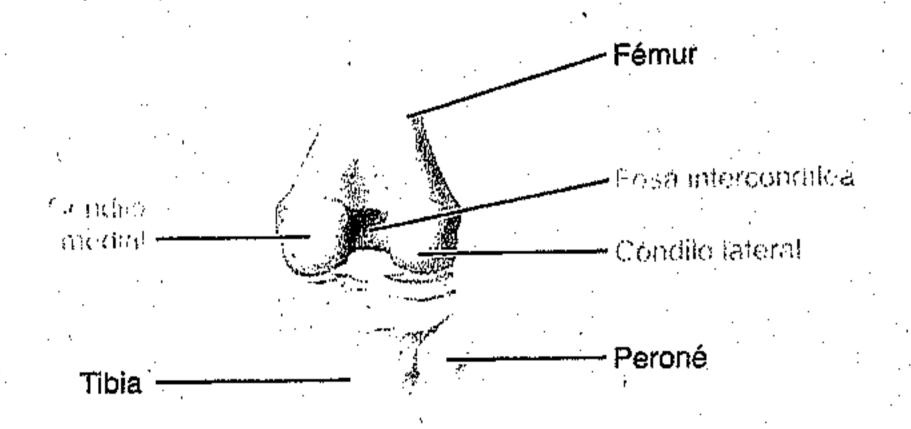
¡Recuerde! Para sentir el trocánter mayor del fémur, apóyese sobre una pierna y deje que la otra se aproxime pasivamente. Esta parte del hueso puede sentirse en la superficie lateral de la cadera.

El fémur y el hueso coxal forman la articulación de la cadera

La articulación de la cadera está formada por la cabeza del fémur, que encaja en el acetábulo del hueso coxal (fig. 6-42). Es el mejor ejemplo de una cápsula articular, porque envuelve completamente la articulación de la cadera y es muy resistente. La cápsula articular está reforzada por ligamentos accesorios que se originan en las tres regiones del hueso coxal (fig. 6-42 B). La articulación está todavía más estabilizada por los fuertes músculos que la rodean.



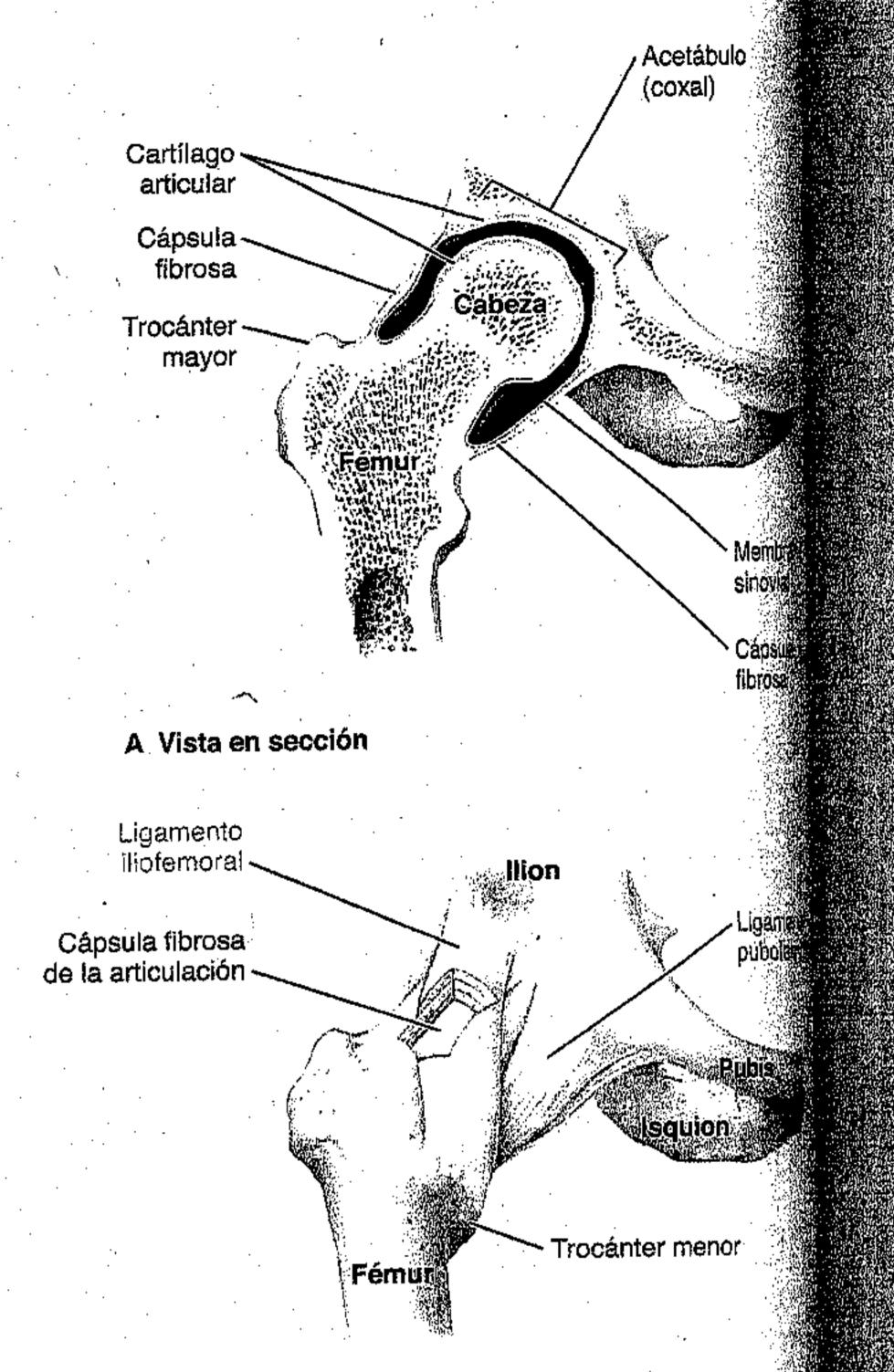
A Fémur derecho, vista anterior



B Rodilla derecha, vista posterior

Figura 6-41. Fémur. A) Fémur derecho, vista anterior. B) Porción distal del fémur derecho, vista posterior. ¿El cóndilo medial del fémur se encuentra en la zona de la rodilla o en la zona de la cadera?

La construcción tipo esfera-cavidad de la articulación de la cadera permite una amplia variedad de movimientos: flexión, extensión, aducción, abducción y rotación (v. fig. 6-16). No obstante, la amplitud total de su movimiento es menor que la de la articulación del hombro, que es menos estable.



B Vista anterior

Figura 6-42. Articulación de la cadera derecha. A) Vista en ción. B) Vista anterior. ¿Cómo se llama la cavidad donde en la bola de la cabeza del fémur?

Los huesos de la pierna son la tibia y el peroné

La pierna tiene dos huesos, la *tibia* medial o espinillati puede soportar peso, y el *peroné* lateral, que estabilizata ticulación del tobillo (fig. 6-43). Los dos huesos estáncos tados longitudinalmente por una lámina de tejido conesta la *membrana interósea*, que forma una sindesmosis:

El extremo proximal de la tibia se expande para los conditos superficies articulares, los cóndilos medial y lateral sobre los que descansan los cóndilos femorales. Entre cóndilos se encuentra una prominencia ósea, la tuben dad tibial anterior, que sirve de punto de inserción par tendón rotuliano (descrito más adelante).

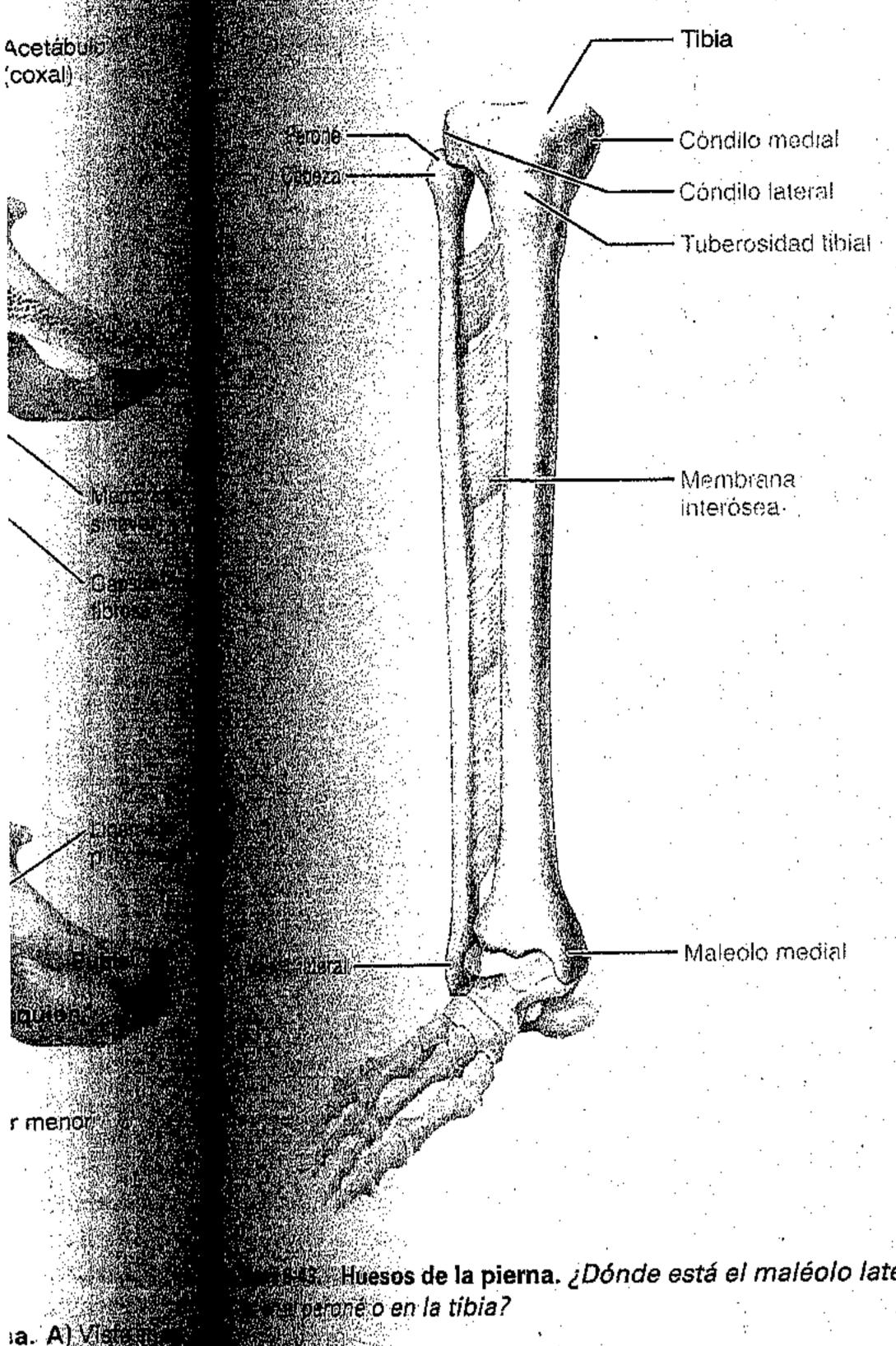
El extremo distal de la tibia se articula con el astrollo, el más alto de los huesos del tobillo. Medialmente parte ensanchada de la tibia se superpone a la articula.

e Meigura 6

del tobi

maleol
El p
Lola p
Local a
Loc

is pron



Huesos de la pierna. ¿Dónde está el maléolo late-

de para formar la prominencia medial del tobillo, el de la compredial (del latín malleus = «martillo»).

de la leg desplazado en sentido inferior. Se prolonga canasta una cabeza superior, que se articula con ιe establication de la rodilla. No obstante, el peroné se extiende la tibia y se expane tejide de la conecta con de la tibia se

sobre el caso

idad donue

esos estat

desmos

medial

sea, la

inserce

a con els distant

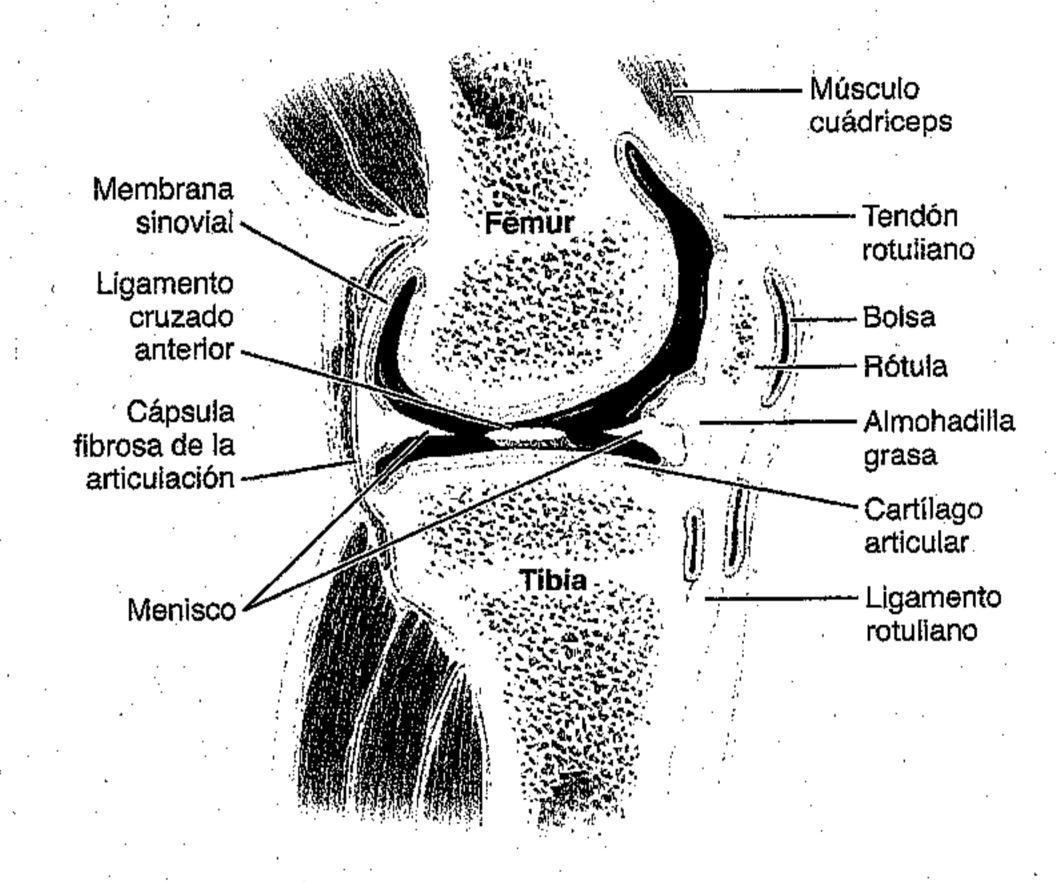
Aedialmica.

e a la a di di

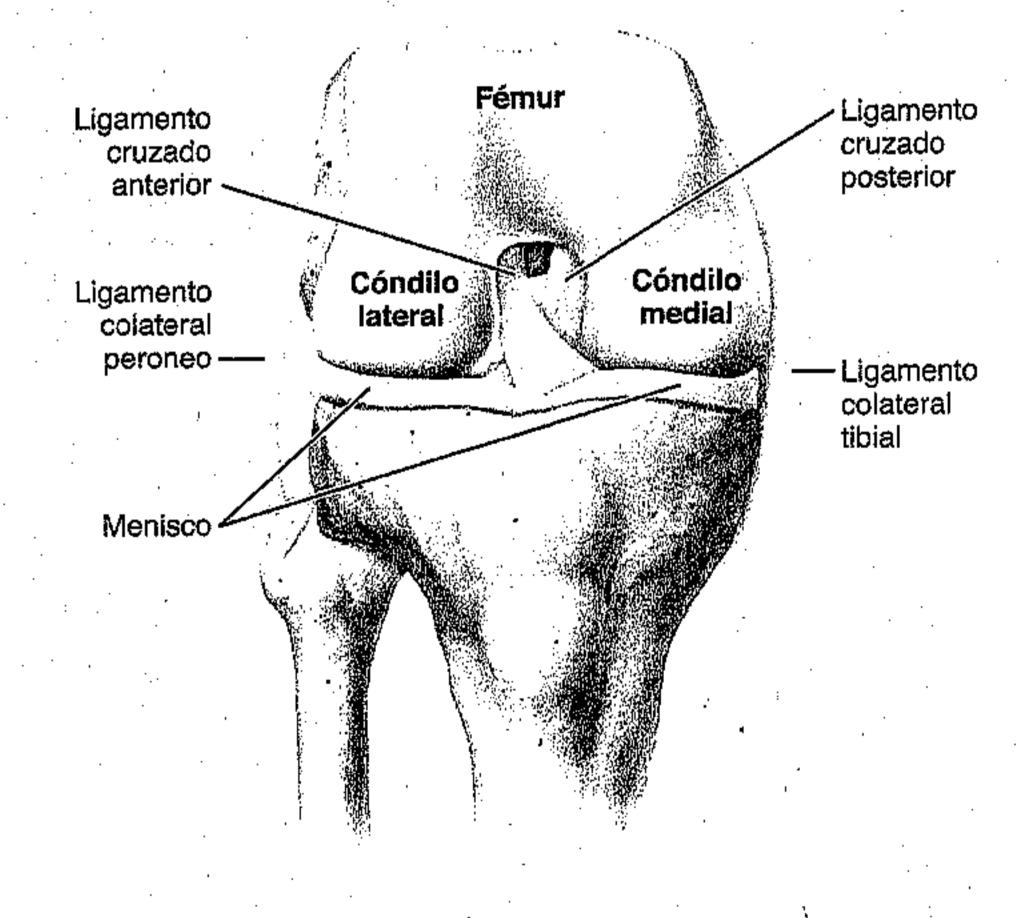
de Maggie estaba localizada justo sobre de la company de de prominencia y cuál es su nombre anatómico?

La rótula es la cara anterior de la rodilla

La **rótula** es un hueso sesamoideo que se desarrolla en el tendón rotuliano y conecta el músculo cuádriceps con la tibia (fig. 6-44 A). En la práctica, dado que los tendones fijan músculos con huesos pero los ligamentos fijan huesos



A Sección sagital



B Rodilla derecha flexionada, vista anterior

Figura 6-44. Articulación de la rodilla. A) Sección sagital. B) Rodilla derecha flexionada, vista anterior. La rótula y otras estructuras anteriores se han eliminado. ¿Cuáles son los dos ligamentos que se encuentran en la cavidad sinovial?

con huesos, la parte de este tendón comprendida entre la rótula y la tibia se denomina ligamento rotuliano. Cuando la articulación de la rodilla se flexiona hacia atrás y adelante, el tendón rotuliano se desliza hacia arriba y hacia abajo sobre la superficie de la tibia, entre los extremos anteriores de los cóndilos.

El fémur se articula con la tibia y la rótula .

Falanges -

Huesos

metatarsianos -

Cuneiformes

Huesos

del tarso -

La articulación de la rodilla, entre el fémur y la tibia, soporta cargas muy grandes provenientes del peso total del cuerpo en posición de pie, que descansa sobre la rodilla, y de otras fuerzas extraordinarias que realizamos constan-

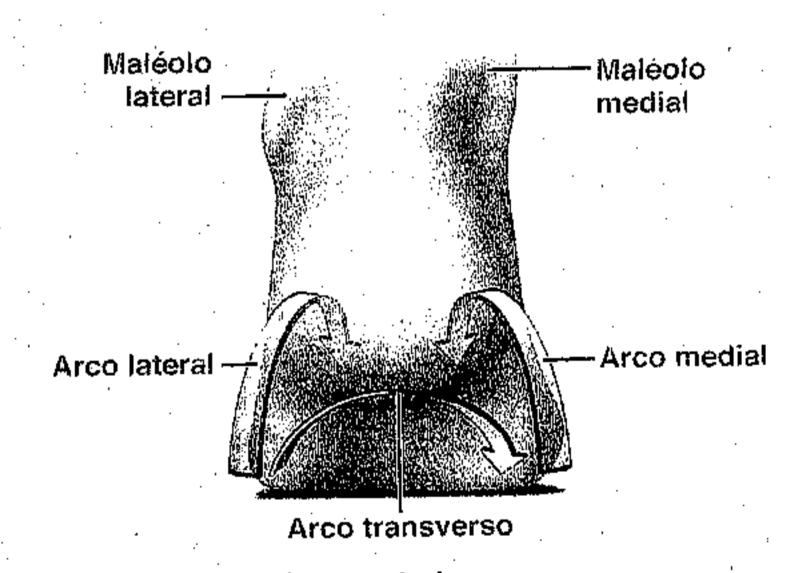
A Pie derecho, vista superior

temente durante los movimientos en posición vertical de Algunas bo presencia de músculos resistentes encima y debando dad articula la rodilla no impide que en cierta medida esté despois de Seis fuertes da y sufra frecuentes lesiones. A continuación se exportable el fémur a la algunos aspectos importantes de esta articulación:

- La cápsula fibrosa de la rodilla no la rodea por 🗰 pleto, pero se suplementa con los gruesos tendones los músculos pesados (fig. 6-44 A). Entre éstos, e importante es el tendón del músculo cuádriceps (que extiende hacia abajo como ligamento rotuliano), el refuerza la cara anterior de la articulación.
- Las almohadillas grasas y las 13 bolsas se distribu alrededor de la rodilla para reducir la fricción entre

ligamento (roneo tamb ligamentos posterior de teral interno A cada lado co, una almo tejidos que se cruzan entre sí cuando la rodilla se mi remorales y La organiza es movimient montanto es ur Astrágalo Tibia Npie tiene Navicular os metatar: Arco transverso **El pie está for** Metatarsos Falanges tiobillo), cinco hTabla 6-4. **eracte**rística Generales Cuboides Calcáneo Arco medial Arco lateral

B Pie derecho, vista lateral



C Pie izquierdo, vista posterior

Figura 6-45. Pie. A) Pie derecho, vista superior. B) Pie derecho, vista lateral. C). Pie izquierdo, vista posterior. En B y C se musica coccix los arcos del pie, que ayudan a distribuir el peso corporal en posición erguida. ¿Qué nombre reciben los huesos del tarso articulan con el quinto hueso metatarsiano?

Maléolo

(peroné)

lateral

Falange

Falange

media

Falange

proximal

Cabeza

-Diáfisis

Base

Navicular

Cuboides

Astrágalo

Calcáneo

distal

se cruzan e:

e impiden q

cen hacia de

es bolsas constituyen prolongaciones de la cavi-

interios ligamentos atraviesan la articulación y fijan intra la tibia y el peroné. Los ligamentos cruzados u antenire sí dentro del espacio de la articulación interior que los cóndilos del fémur y la tibia se deslinaria delante y atrás unos con otros (fig. 6-44 B). El fonto colateral tibial y el ligamento colateral pero colateral tibial y el ligamento colateral pero tembre impiden la rotación lateral interna. Dos mentos poplíteos (no se muestran) cruzan la parte enor de la rodilla para impedir el deslizamiento la interno.

nalado de la meseta tibial se encuentra un menismalmohadilla cartilaginosa que tapiza los cóndilos males y cuya misión es suavizar la articulación.

manización de los ligamentos limita la amplitud de vinientos de flexión y extensión de la rodilla, que in es una articulación en bisagra (gínglimo).

etiene los huesos del tarso, etotarsianos y las falanges

sta formado por siete huesos del tarso (huesos del unco huesos metatarsianos elongados que conectan los huesos del tobillo (huesos del arco) a los dedos del pie, y las falanges, que son los huesos de los dedos (fig. 6-45).

La región del miembro inferior que comúnmente se considera «tobillo» es realmente la unión de los extremos distales de la tibia y el peroné, que sobresalen hacia fuera y hacia dentro en forma de maléolos medial y lateral. Los huesos del tarso están unidos por ligamentos que forman un arco, característica que permite cierta flexión al pie para amortiguar las cargas generadas al caminar, correr o saltar. El hueso del tarso más fuerte y grande es el calcáneo, el hueso del talón. El más alto es el astrágalo, que se articula con la tibia y el peroné para formar la articulación del tobillo. Los cinco huesos restantes son pequeños y forman un conjunto que se articula con los metatarsianos.

Los metatarsianos están numerados, del 1.º al 5.º, a partir del metatarsiano que se une al dedo gordo. Todos los metatarsianos son similares (salvo el primero, que es sustancialmente más grueso que el resto): todos son huesos largos con una diáfisis central, una base proximal y una cabeza distal.

Al igual que los metatarsianos, los dedos están numerados del 1.º al 5.º, a partir del gordo. Los huesos que forman los dedos son las **falanges** y se parecen a los de las manos. Cada dedo consta de tres huesos, salvo el dedo gordo que

Diferencias entre los huesos del hombre y de la mujer

Hombre

Huesos más pesados y gruesos

Puntos de fijación de los músculos más grandes

Superficies articulares más grandes

Area facial más grande

Apófisis más pronunciadas

Maxilar y mandíbula relativamente más grandes

Mujer

Huesos más delgados y ligeros

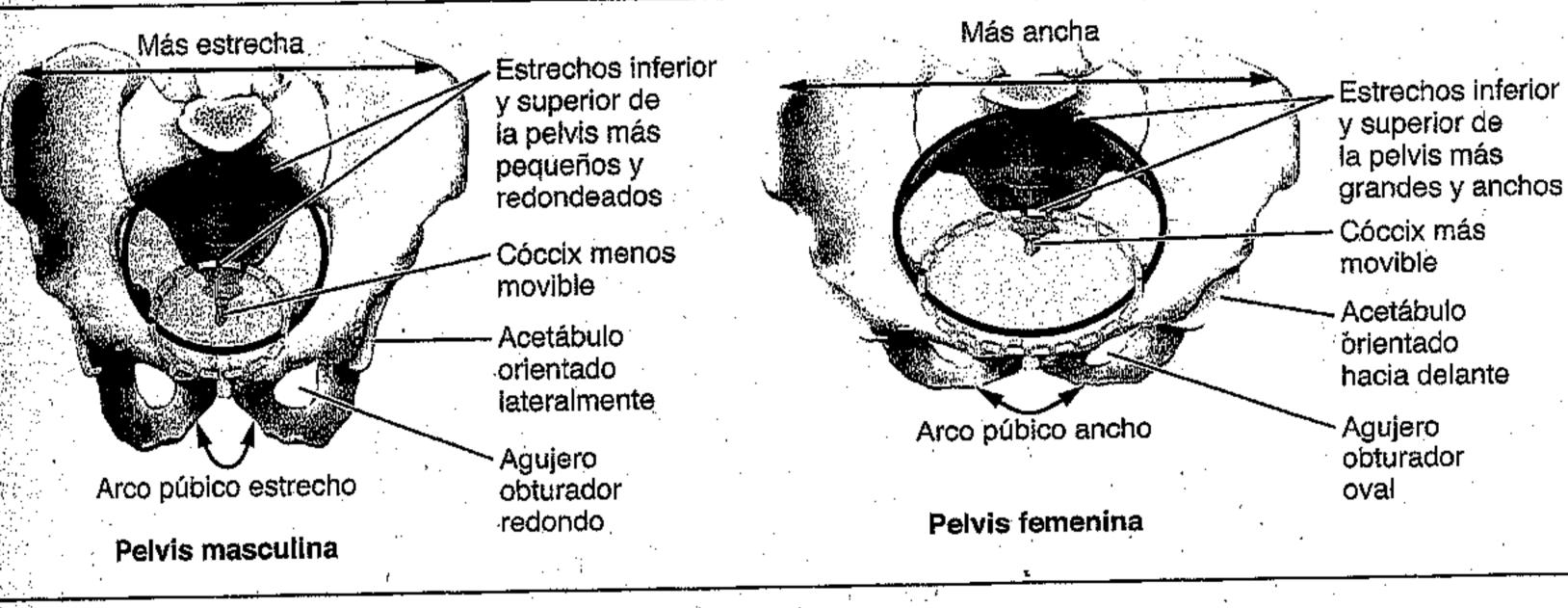
Puntos de fijación de los músculos más pequeños

Superficies articulares más pequeñas

Área facial más pequeña

Apófisis más sutiles

Maxilar y mandíbula relativamente más pequeños



Menos movible

Más movible

sólo tiene dos, más grandes y pesados que los de los otros dedos. Como las falanges de la mano, están formados por una base proximal, una cabeza distal y una diáfisis central.

Los huesos del pie están dispuestos en tres arcos: dos longitudinales y uno transversal (fig. 6-45 B y C). El arco longitudinal medial se extiende desde el talón hasta la base del dedo gordo; el arco longitudinal lateral se extiende desde el talón hasta la base del quinto dedo. El arco transversal está compuesto por cinco pequeños huesos del tarso, situados contra los extremos proximales de los metatarsianos.

Los huesos del hombre y la mujer son diferentes

Debido a las características del cuerpo masculino, habitualmente más pesado, los huesos del hombre son por lo general más grandes y robustos que los de las mujeres, los extremos articulares son más grandes en comparación con el tamaño de la diáfisis, y muchos de los marcadores óseos (crestas, tuberosidades y líneas) son más prominentes porque actúan como punto de fijación de músculos más fuertes.

De acuerdo con el distinto papel que desempeñan en la reproducción, la estructura pélvica del hombre y la mujer también es diferente. La pelvis femenina es más ancha y menos profunda que la masculina, y el espacio pélvico de la mujer es más amplio: su diámetro es mayor para permitir el paso de la cabeza del feto durante el parto.

En la tabla 6-4 se señalan otras diferencias entre los huesos masculinos y femeninos. En conjunto, estas diferencias permiten a los arqueólogos identificar con facilidad el sexo de un esqueleto.



6-43 ¿Qué parte de la escápula puede palparse como una protuberancia óse en la parte superior del hombro?

Etimo

BEVIS

2. El e

Ord

de l

6-44 ¿Qué hueso contiene la trócles y el capítulo?

6-45 ¿Qué parte de la escápula se articula con el húme

6-46 ¿Dónde se encuentra la escotadura radial, en el radio o en el cúbito?

6-47 ¿Qué parte del húmero se articula con el cúbito sinov-

6-48 ¿Qué huesos forman las articulaciones metacarpofalángicas?

6-49 ¿Cómo se llama la articulación entre los dos hum púbicos?

6-50 ¿Cómo se llaman las partes del hueso coxal y el fémur que forman la articulación de la cadera?

6-51 Complete esta oración: El húmero es en el miembre superior lo que _____ es en el miembro inferior.

6-52 Diga cuáles son los huesos que al rozar entre sí producen dolor en un paciente con artrosis de la rod

6-53 ¿Qué hueso del tarso se articula con la tibia y el peroné?

6-54 ¿Quién tendrá una pelvis menos profunda, Juan o María?

Etimología		
Raíces latinas/griegas	Equivalentes en español	Ejemplos
ab-/a-	Fuera de	Abducción: movimiento hacia fuera de la línea media
ad-	Hacia (fijar algo a)	Aducción: movimiento hacia la línea media (fija el miembro al cuerpo)
artr-/artro-, articul-	Articular	Artrosis: articulación
-blasto	Germen	Osteoblasto: célula que crea nuevo tejido óseo
carp-/carpo-	Muñeca	Huesos del carpo: huesos de la muñeca
circum-	Alrededor de	Circunducción: rotación de un miembro alrededor de su origen
-clasto	Romper, fragmentar	Osteoclasto: célula que descompone el tejido óseo
condr-/condro-	Cartílago	Condrocito: célula cartilaginosa
cost-/costo-	Costilla	Cartílago costal: cartílago de las costillas

s stort with the story of the story	Section of the Control of the Contro		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
:ápula pu	ologia		
erancia de	din s/gilegas	Equivalentes en español	Ejemplos
mbre e la trock		Sobre, encima	Epicóndilo: prominencia sobre el cóndilo
		Hueso	Osificación: proceso de transformación en hueso
con ethan		Hueso	Osteocito: célula ósea
adial, i.i.		Con, junto con	Sinartrosis: articulación estrechamente cerrada, articulación inmóvil
n el culcla es		Sinovia, líquido sinovial	Articulación sinovial. Observe que este término utiliza la raíz «sinovia», no el prefijo «sin»
		Arco del pie	Huesos del tarso: huesos del arco del pie
los des			

lestionario del capítulo

ON DEL CAPÍTULO

Meso esponjoso

e e organizado en osteonas.

sa organizado en laminillas.

e encuentra sólo en los huesos cortos

planos.

en el m

ıferior

zar entre

is de la m

la tibia

das las respuestas anteriores.

erdostio-

dire la superficie exterior del hueso.

dependente osteocitos.

contiene osteoblastos.

sta compuesto principalmente por lípidos.

dine correctamente los distintos pasos

a osificación endocondral:

Se forma la línea epifisaria.

de forma el hueso esponjoso.

Su forma el cartilago.

se forma el hueso compacto.

%4.°, 3

4°, 1.°

4° 1.° 3.°

4. La osificación intramembranosa

- a. puede darse en adultos.
- c. nunca se produce en los huesos planos.
- c. nunca se produce en los huesos largos.
- d. implica la formación de un molde óseo en cartílago.

5. La paratirina

- a. inhibe la degradación ósea.
- b. es liberada por la glándula tiroides.
- c. inhibe la activación de la vitamina D.
- d. estimula la retención de calcio por los riñones.

6. Una articulación con movimiento libre se llama

- a. diartrosis.
- b. sinartrosis.
- c. anfiartrosis.
- d. sindesmosis.

7. Una articulación que sólo permite los movimientos de flexión y extensión se describe como

- a. esferoidea..
- b. condílea.
- c. gínglimo.
- d. trocoide.

8. El hueso malar está formado por

- a. el hueso frontal.
- b. el hueso maxilar.
- c. el hueso cigomático.
- d. el hueso vómer.

9. ¿Qué sutura está formada por la línea que se extiende entre las fontanelas anterior y posterior?

- a. La coronal.
- b. La escamosa.
- c. La lambdoidea.
- d. La sagital.

10. Las proyecciones óseas redondeadas que pueden palparse en la mitad de la espalda se llaman

- a. apófisis articulares.
- b. apófisis espinosas.
- c. pedículos.
- d. apófisis transversas.

11. Los discos intervertebrales

- a. son anfiartrosis.
- b. unen entre sí las dos primeras vértebras cervicales.
- c. son articulaciones en bisagra (gínglimo).
- d. son articulaciones sinoviales.

12. La parte más alta del esternón es

- a. la apófisis xifoides.
- b. el ángulo esternal.
- c. el cuerpo.
- d. el manubrio.

13. La cintura escapular está formada por

- a. el esternón y la clavícula.
- b. la escápula y la clavícula.
- c. el húmero, la escápula y la clavícula.
- d. el húmero, el esternón y la clavícula.

14. Los tendones del antebrazo se fijan en la parte del húmero llamada

- a. tróclea.
- b. capítulo.
- c. epicóndilos.
- d. fosa coronoidea.

15. Las estructuras más importantes que estabilizan la articulación del hombro son

- a. las cápsulas articulares.
- b. las vainas de los tendones.
- c. las bolsas.
- d. los músculos circundantes.

16. Las articulaciones radiocubitales proximal y distal son

- a. articulaciones trocoides.
- b. articulaciones condíleas.
- c. articulaciones cartilaginosas.
- d. articulaciones en silla de montar.

17. La muñeca verdadera está formada por

- a. los huesos del tarso.
- b. los huesos del carpo.
- c. los huesos metacarpianos.
- d. los huesos metatarsianos.

18. El agujero obturador de los huesos coxales

- a. forma un gran hueco para dar cabida al fémur.
- b. define el estrecho superior de la pelvis.
- c. define el estrecho inferior de la pelvis.
- d. es un agujero grande formado por los huesos isquion y púbico.

19. El fémur se articula con la tibia en

- a. el trocánter mayor.
- b. la cabeza del fémur.
- c. los cóndilos lateral y medial.
- d. la tróclea.

20. El maléolo lateral del tobillo está formado por

- a. el calcáneo.
- b. el peroné.
- c. la tibia.
- d. el astrágalo.

21. Los ligamentos cruzados

- a. aseguran que la rodilla funcione como una articulación en silla de montar.
- b. se encuentran en la cápsula articular.
- c. ayudan a formar la cápsula articular.
- d. unen la rótula al fémur, la tibia y el peroné.

22. ¿Cuál de los siguientes es un hueso del tarso?

- a. El calcáneo.
- b. El hallux.
- c. Las falanges.
- d. Ninguno de los anteriores.

COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS

- 23. Compare cada uno de los marcadores óseos en los siguientes pares:
 - a. columna y línea.
 - b. cóndilo y cabeza.
 - c. agujero y seno.
- 24. Compare los siguientes términos que describen la pelvis: borde pélvico, estrecho superior de la pelvis, estrecho inferior de la pelvis, pelvis verdadera y pelvis falsa.

APLICA

Enum que de se llev

a. Un atrá

trae de s

b Un de e en c

c. Un suel con

d. Un i haci lueg

Respoi a la art

a. Clas grac b. Clas

a los

APLICACIÓN

- 25. Enumere en orden los movimientos (p. ej., abducción) que deben producirse para que las siguientes acciones se lleven a cabo:
 - a. Un jugador de fútbol lleva la pierna hacia atrás y luego da una patada al balón; al hacerlo, trae la pierna nuevamente hacia delante de su propio cuerpo.
 - b. Un observador de pájaros oye cantar a uno de ellos y vuelve la cabeza hacia la derecha, en dirección al sonido.
 - c. Un jardinero toma con la mano un puñado de tierra suelta, lo pone en un semillero y aprieta la tierra con la palma de la mano.
 - d. Un niño tumbado sobre la nieve mueve los brazos hacia arriba para formar un «ángel de la nieve» y luego vuelve a ponerlos junto a su cuerpo.
- 26. Responda a las siguientes cuestiones relativas a la articulación de la cadera.
 - a. Clasifique la articulación de la cadera según el grado de movimiento permitido.
 - b. Clasifique la articulación de la cadera con arreglo a los tipos de movimiento permitidos.

- c. Clasifique la articulación de la cadera según el material que se encuentra entre los huesos adyacentes.
- d. Identifique los huesos que se articulan con la cápsula de la articulación de la cadera, y sus características específicas.
- e. Mencione los tipos de movimiento que pueden producirse en la articulación de la cadera.
- f. Nombre las características de la articulación de la cadera que ayudan a estabilizarla.
- 27. Como científico forense, usted está evaluando un esqueleto recién recuperado de un yacimiento arqueológico. Observa las siguientes características en los huesos: agujero obturador redondo, estrecho superior de la pelvis pequeño, huesos coxales fusionados.
 - a. ¿El esqueleto es de una mujer o un hombre? Explique por qué.
 - b. ¿El esqueleto es de un adulto o de un niño?
 Explique por qué.

Puede encontrar las respuestas a estas preguntas en el apartado de recursos para estudiantes en: http://thepoint.lww.com/espanol-McConnellandHull