I

Generalidades concernientes al esqueleto, las articulaciones y los músculos

Colección Latarjet. Anatomía Humana ©2004. Editorial Médica Panamericana

Colección Latarjet. Anatomía Humana ©2004. Editorial Médica Panamericana

1 Generalidades sobre el sistema esquelético

El esqueleto está constituido por un conjunto de huesos unidos entre sí. En el ser vivo es frecuente su exploración clínica mediante radiografías o palpación de referencias óseas de interés.

El esqueleto del hombre es osteocartilaginoso. Durante la vida fetal, el esqueleto osteocartilaginoso que se forma es reemplazado luego por **hueso de sustitución**. En el adulto, el esqueleto cartilaginoso persiste en forma limitada: cartílagos costales, articulares, tabique nasal, etcétera.

Los **huesos** son piezas duras, resistentes, que sirven de sostén a los músculos que los rodean. Pueden presentarse como:

- **Elementos protectores:** un conjunto de huesos se conectan entre sí y forman cavidades que alojan sistemas y sentidos (cráneo, órbitas, etc.).
- **Elementos articulares:** en las articulaciones móviles, los huesos están unidos entre sí por cápsulas, ligamentos y músculos. Estos últimos forman los ligamentos activos y los cartílagos participan como piezas pasivas.

ASPECTO GENERAL DEL ESQUELETO

En la región medial el esqueleto está constituido (fig. 1-1) por la superposición de una serie de piezas óseas cuyo conjunto forma la columna vertebral, que se halla situada en el eje longitudinal del cuerpo y constituye el **eje vertical del esqueleto**. Su parte superior sostiene el cráneo. En su extremo inferior, las vértebras se sueldan y adelgazan, formando dos huesos: el sacro y el cóccix.

El **conjunto craneovertebral** o **esqueleto axial** presenta en su interior una cavidad donde se aloja el sistema nervioso central, con las raíces de los nervios espinales y sus envolturas.

De la parte mediana de la columna vertebral se separa a ambos lados una serie regular de arcos óseos: las **costillas**, en número de doce para cada lado. Éstas se articulan por delante con el esternón, por intermedio de los cartílagos costales, excepto las dos últimas, que quedan libres (costillas flotantes). El conjunto de columna vertebral, costillas, cartílagos, esternón y espacios intercostocondrales se integra en una caja de constitución especial: el **tórax**.

La **cintura escapular** (*cingulum pectorale*) está formada por la escápula y la clavícula; su función es unir los miembros superiores al tórax.

La **cintura pélvica** (*cingulum pelvicum*) se encuentra situada en el extremo inferior de la columna vertebral y está constituida por los huesos coxales y el sacro. Éstos sirven para que se conecten los miembros inferiores.

Los huesos coxales, el sacro y el cóccix delimitan un espacio: la **cavidad pelviana**.

El **miembro superior** comprende tres segmentos con sus respectivos huesos: el brazo, con el húmero; el antebrazo, con el cúbito (*ulna*) y el radio, y la mano, con los huesos del carpo, el metacarpo y las falanges.

El **miembro inferior** también presenta tres segmentos: el muslo, con el fémur; la pierna, con la tibia y el peroné (*fibula*), y el pie, con el tarso, el metatarso y las falanges.

Existe un único hueso, situado en el cuello, que no presenta conexiones directas con el resto del esqueleto: se trata del hueso hioides.

NÚMERO DE HUESOS

En el adulto se cuentan **206 huesos**. No se consideran los **huesos suturales** [wormianos] del cráneo ni los **sesamoideos**. La variabilidad de su presencia los convierte en inconstantes. En el caso de que estén presentes, se los considera supernumerarios. El número de las piezas óseas varía con la edad. En el niño, el **hueso frontal** comprende dos piezas: derecha e izquierda, que luego se fusionan. Asimismo el **hueso coxal** está formado por tres huesos diferentes: **isquion**, **ilion** y **pubis**, que posteriormente se sueldan entre sí. En la vejez, los huesos pueden soldarse, en especial los del cráneo, lo que disminuye su número.

CONFIGURACIÓN EXTERNA DE LOS HUESOS

Forma

Los huesos se presentan en tres **formas** principales (fig. 1-2):

A. Huesos largos: predomina la longitud sobre el espesor y el ancho. Constan de un cuerpo o diáfisis y de dos extremos o epífisis. La unión de la diáfisis con la epífisis se llama metáfisis. A este grupo corresponden los huesos de los dos primeros segmentos de los miembros.

B. Huesos cortos: de volumen restringido, sus tres ejes son semejantes. Su forma es variable, por lo general cuboidea; se los encuentra en el carpo y el tarso.

C. Huesos planos: el espesor es reducido, con predominio de la longitud y el ancho. Constituyen las paredes de las cavidades craneal, nasales, orbitarias y pelviana. Pueden formar amplias superficies de inserción muscular: escápula, coxal, occipital.

Colección Latarjet. Anatomía Humana ©2004. Editorial Médica Panamericana

Fig. 1-1.
Esqueleto humano, vista anterior.

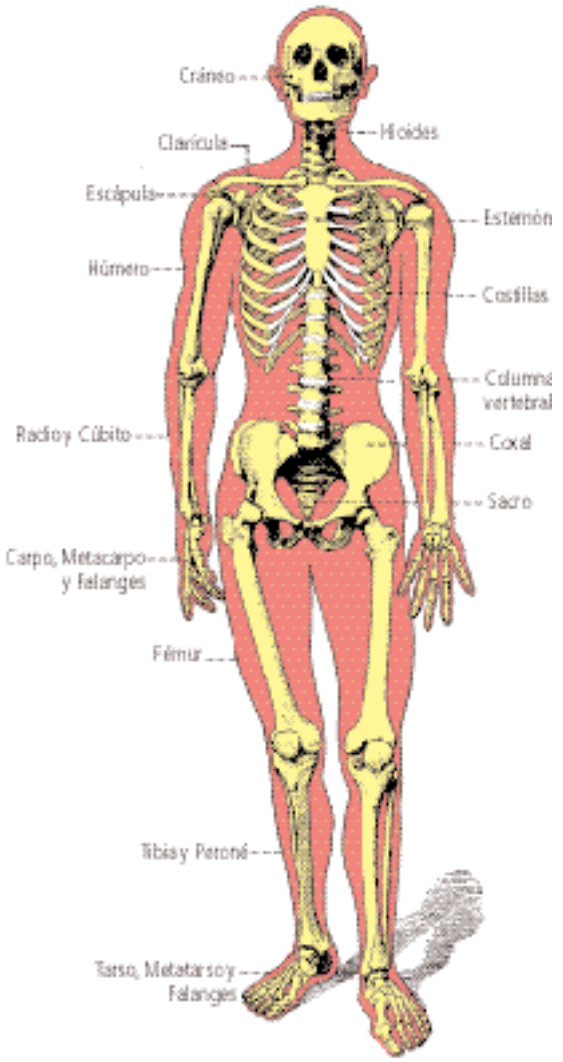
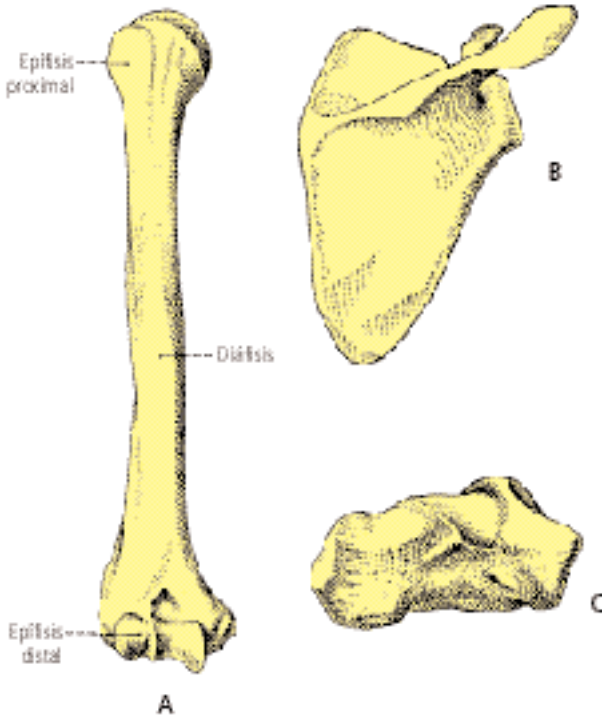


Fig. 1-2.
Las tres formas de los huesos. ***A.*** *Hueso largo (húmero, vista anterior).* ***B.*** *Hueso plano (escápula, vista posterior).* ***C.*** *Hueso corto (calcáneo, vista lateral).*



Pueden distinguirse, además:

- **Huesos neumáticos:** algunos huesos de la cara y del cráneo presentan cavidades rellenas de aire. Estas cavidades neumáticas pueden tener dimensiones reducidas, y entonces se las designa **celdas** (etmoidales, mastoideas). Cuando adquieren un tamaño mayor, se las denomina **senos** (maxilar, esfenoides, frontal).
- **Huesos sesamoideos:** deben su nombre a sus reducidas dimensiones (semilla de sésamo). Pueden ser inconstantes. Se los encuentra en la articulación metacarpofalángica del pulgar y metatarsofalángica del hallux (dedo gordo), en la porción medial del gastrocnemio y en el tendón del peroneo largo. Con menor frecuencia se encuentran en el tibial posterior y en el tríceps braquial. Anexos a un tendón o ligamento, se articulan con un hueso de la vecindad, hueso de sostén o de soporte, al que por lo general no se sueldan. La rótula (*patella*), situada en el tendón del cuádriceps, puede considerarse, por su ubicación, como un hueso de tipo sesamoideo; se diferencia de éstos por su tamaño y porque siempre se osifica.

Superficie

En la **superficie** de los huesos existen irregularidades, como salientes, entrantes y superficies ásperas.

Las **eminencias** y las **salientes** adoptan formas variables:

- **Eminencias articulares:** son regulares, como la cabeza del húmero y los cóndilos del fémur.

– **Eminencias extraarticulares:** muy variables, irregulares y rugosas, por lo común destinadas a inserciones musculares o ligamentosas. Su desarrollo varía según la potencia que ejerce el músculo que se inserta en ellas. Se las denomina apófisis, protuberancias, tuberosidades, espinas, crestas, líneas.

Los huesos pueden presentar **cavidades** que se dividen en:

– **Cavidades articulares:** son depresiones esferoidales, elipsoidales o cupuliformes que encajan en una saliente del hueso articular, como las cavidades cotiloideas y glenoideas y los platillos tibiales.
– **Cavidades no articulares:** de forma variable, se distinguen:

A. Cavidades de inserción: en ellas se fijan determinados músculos.

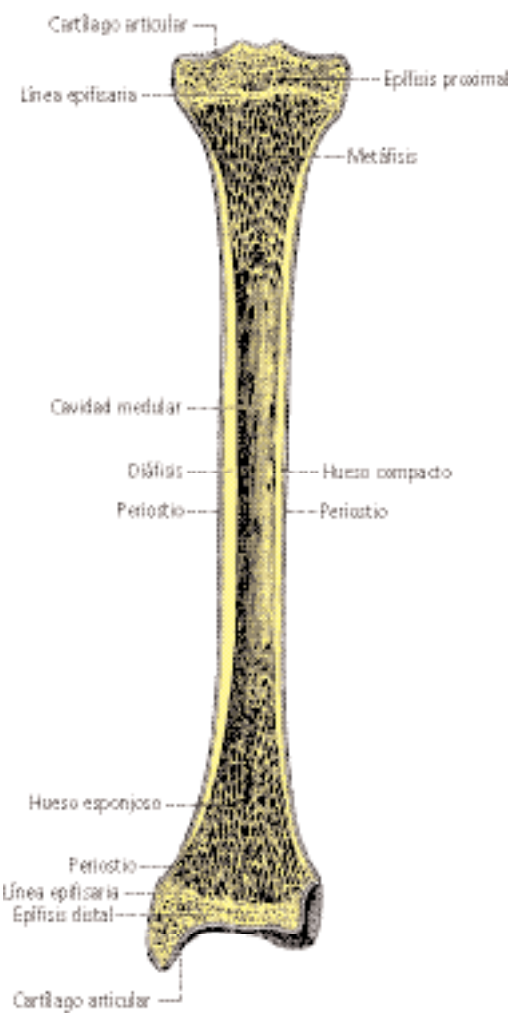
B. Cavidades de recepción: por ellas pasan tendones, arterias, venas y nervios. Se presentan en forma de canales, surcos, incisuras, conductos, pero pueden observarse otras disposiciones en las cuales los huesos adoptan una conformación que constituye una fosa: cerebral, cerebelosa, hipofisaria.

C. Cavidades de ampliación: son divertículos, celdas o senos intraóseos, situados por lo general en la vecindad de las cavidades de la cara (senos maxilar, frontal, etc.) o en el hueso temporal (aparato de la audición, células mastoideas).

Todos los huesos están perforados por **forámenes nutricios**, por los cuales penetran los vasos encargados de su nutrición.

Algunos huesos están perforados por orificios que se denominan **forámenes** o **conductos de transmisión**, que comunican una de las caras del hueso con la cara opuesta, lo que permite el pasaje de órganos muy diversos. Esto ocurre, por ejemplo, en el foramen magno del hueso occipital, el cual aloja la transición del bulbo raquídeo con la médula espinal, que pasa del cráneo al conducto vertebral. Otros orificios son mucho más pequeños, como el foramen espinoso del hueso esfenoides, atravesado por la arteria meníngea media. Estos orificios son particularmente numerosos en las paredes de las cavidades cerradas y, por su intermedio, esas cavidades se comunican con el exterior.

Fig. 1-3.
Corte longitudinal de un hueso largo (tibia).



CONFIGURACIÓN INTERNA DE LOS HUESOS

En el hueso del adulto, al corte se reconocen dos porciones: el **hueso compacto** y el **hueso esponjoso** o trabecular. El hueso compacto forma una capa periférica y continua. El hueso esponjoso está constituido por una serie de laminillas o trabéculas que delimitan espacios comunicantes entre sí, ocupados por la **médula ósea**. El tejido compacto le forma al esponjoso un estuche de contención. Las trabéculas del hueso esponjoso tienen una orientación que permite al hueso una mayor resistencia a las presiones o a las tracciones que debe soportar utilizando el mínimo de material.

Fig. 1-4.
Corte de un hueso plano de la calvaria.

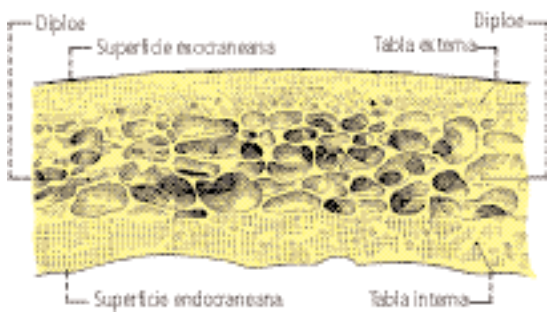


Fig. 1-5.
Corte de un hueso corto: astrágalo.

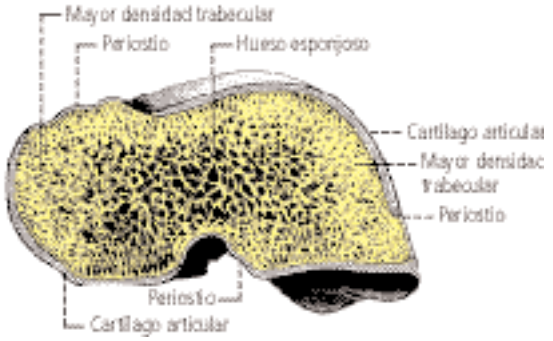
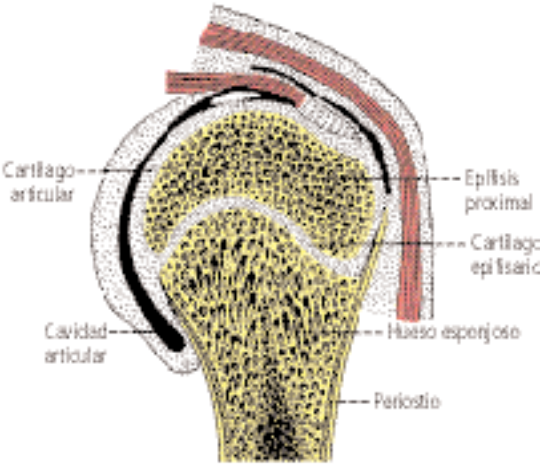


Fig. 1-6.
Corte coronal de la epífisis proximal del húmero para mostrar el cartílago epifisario (niño de 11 años).



En los **huesos largos** (fig. 1-3), la **diáfisis** está constituida por hueso compacto por fuera de la cavidad medular, y las **epífisis**, por hueso esponjoso, y se encuentran rodeadas por una delgada lámina de hueso compacto.

En los **huesos planos** (fig. 1-4) el hueso esponjoso se dispone entre dos láminas de hueso compacto. En los huesos de la bóveda del cráneo se denomina **diploe** al hueso esponjoso y **tablas interna** y **externa** a las láminas de hueso compacto.

Los **huesos cortos** (fig. 1-5) están formados por hueso esponjoso rodeado por una lámina de hueso compacto, a semejanza de lo que ocurre en las epífisis de los huesos largos.

La **médula ósea** se encuentra en la cavidad medular de los huesos largos y en las cavidades del hueso esponjoso, y participa en la formación y renovación de las células de la sangre (hematopoyesis). Constituye un tejido por sí misma y puede considerársela un órgano aparte. El hueso seco carece de médula ósea.

El **periostio** es una membrana fibroelástica que rodea la superficie exterior de los huesos, con exclusión de las partes revestidas por cartílago articular y los lugares en los que se insertan tendones y ligamentos. Está ricamente vascularizado e inervado, se adhiere de modo variable al hueso que reviste. Se lo libera más fácilmente de las diáfisis que de las crestas e irregularidades. Participa en forma activa en el crecimiento del hueso y en su vascularización.

Los **cartílagos epifisarios** (fig. 1-6), que existen en los huesos largos de los jóvenes, permiten el crecimiento en longitud del hueso. Son visibles en las radiografías, y no deben confundirse con trazos de fracturas.

VASCULARIZACIÓN DE LOS HUESOS

Su estudio permite comprender la estructura ósea e interpretar la consolidación de las fracturas, sus retardos y sus defectos.

En la superficie del hueso se presentan numerosos orificios: los **forámenes nutricios**, que se profundizan como canales nutricios. Según sus dimensiones, se los divide en tres **órdenes**:

A. Forámenes de primer orden: pertenecen a la diáfisis de los huesos largos y a las caras de los huesos planos. Por ellos transitan los vasos principales del hueso que se dirigen al canal medular, donde terminan.
B. Forámenes de segundo orden: se los encuentra en las epífisis de los huesos largos, en los bordes de los ángulos de los huesos planos, así como en las superficies no articulares de los huesos cortos.
C. Forámenes de tercer orden: son los más pequeños. Se los halla en todas las superficies no articulares del hueso. Se pueden contar hasta 50 por mm^2.

Todos estos forámenes y canales denotan la riqueza vascular del hueso.

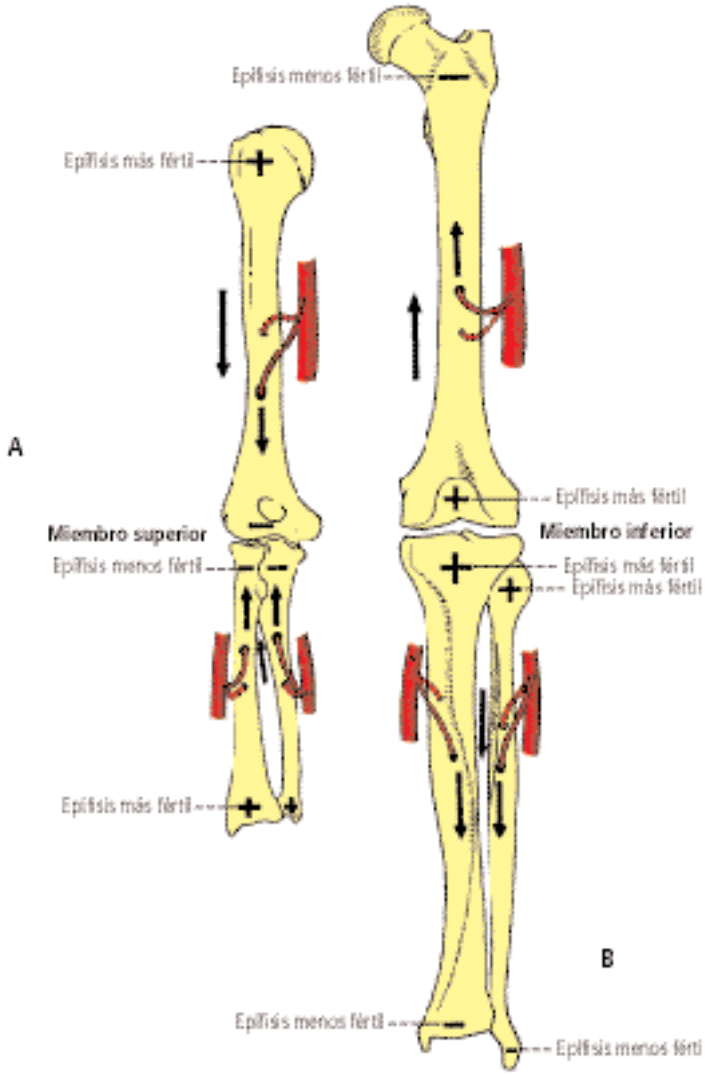
Arterias

La arterias son numerosas y varían según el tipo de hueso que se considere.

En los **huesos largos**, pueden clasificarse en tres **sistemas**:

A. Diafisario: la arteria principal del hueso penetra por el foramen nutricio de mayor calibre. En el miembro superior se dirigen hacia el codo. En el miembro inferior, en cambio, se alejan de la rodilla (fig. 1-7). La explicación se hallaría en relación con el crecimiento en longitud del hueso: la orientación del canal parece "huir" de la extremidad más fértil (mayor velocidad de crecimiento). La **arteria nutricia** se distribuye en el tejido óseo propiamente dicho y en la médula ósea.

Fig. 1-7.
Dirección de las arterias nutricias de las diáfisis de los huesos largos. ***A.*** *Miembro superior.* ***B.*** *Miembro inferior. Las arterias nutricias "se dirigen hacia el codo" y "se alejan de la rodilla".*



Las innumerables arterias que se distribuyen en el tejido óseo cursan por los sistemas de laminillas y conductos centrales de la osteona [de Havers].

B. Perióstico: el periostio que recubre la diáfisis se encuentra ricamente vascularizado por arterias de la proximidad (músculos, ligamentos) que dan origen a una abundante red vascular arterial. Cuando se separa el periostio, se produce una abundante hemorragia en superficie. Los vasos periósticos se introducen por forámenes de tercer orden hacia los canales nutricios, donde se ramifican y capilarizan, anastomosándose con las arterias endósticas originadas en el sistema precedente.

C. Epifisometafisario: se origina en las arterias articulares, las musculotendinosas vecinas y algunas propias para la epífisis y metáfisis.

Arterias de la médula ósea: proceden de la arteria nutricia diafisaria. Estas arterias se capilarizan, para continuarse en los sinusoides, que las conectan con el seno venoso central. Las arterias metafisarias estarían encargadas de irrigar a la médula osteogénica, y la arteria nutricia principal, a la médula metafisaria.

Los tres sistemas que irrigan los huesos largos y las arterias que irrigan la médula ósea se anastomosan entre sí.

Los **huesos planos** se irrigan por dos tipos de arterias:

A. Arterias perióstica: constituyen una red perióstica de donde nacen ramas que penetran en el hueso por forámenes de segundo y tercer orden.

B. Arterias orificiales: penetran en el hueso por orificios de mayor tamaño, describiendo un trayecto oblicuo.

La irrigación de los **huesos cortos** procede de dos fuentes:

A. **Arterias perióstica:** se originan en las arterias de la vecindad y pueden formar una red anastomótica perióstica cuyas ramas atraviesan el hueso cortical.
B. **Arterias orificiales:** se originan también en las arterias de la vecindad, como arterias propias del hueso, y penetran por forámenes vasculares extraarticulares. Pueden originarse en arterias musculotendinosas y ligamentosas.

En algunos huesos cortos se jerarquizan ciertas arterias constituyentes de pedículos bien definidos que se distribuyen en el hueso esponjoso en múltiples ramificaciones según la estructura del hueso. Como se comprende, su integridad tiene importancia fundamental para mantener una correcta nutrición ósea.

Venas

La arteria nutricia está acompañada por una o dos venas que emergen de la profundidad del hueso. El origen del sistema venoso lo constituye un conjunto de colectores avalvulados encargados de drenar el hueso. La circulación venosa de un hueso se inicia en un centro cavitario único o ramificado y ensanchado. En los huesos largos, las venas se originan en el seno venoso medular o central, y gradualmente se ordenan y llegan al periostio. Esta circulación de retorno se encuentra muy desarrollada en la epífisis, donde existen verdaderos conductos o lagos. En los **huesos planos** se las denomina **venas diploicas**. Poseen un trayecto sinuoso de volumen variable o bien adoptan una disposición en conductos finos muy ramificados. En los **huesos cortos** se originan a partir de lagos centrales o sinusoides dilatados que confluyen hacia una o dos venas que emergen en el periostio.

La circulación sanguínea de los huesos es abundante. Ello explica que en una fractura la sangre proceda de la cavidad medular y de la médula dilacerada, del tejido compacto y del periostio. Esta profusa vascularización arterial y venosa en el hueso demuestra la importancia que reviste para la vida de este tejido y los profundos cambios químicos y citológicos que durante la vida se producen en su interior, así como la relevancia de su integridad.

INERVACIÓN DE LOS HUESOS

Los nervios que llegan al hueso penetran en su interior acompañando a las arterias (nervios perivasculares), fundamentalmente a la arteria nutricia principal. Son fibras sensitivas responsables del dolor óseo. Las fibras nerviosas del hueso y del periostio proceden de los nervios musculares. Forman en el periostio un plexo denso que se ramifica para finalizar en glomérulos terminales (esto explica el dolor en la periostitis). Se trata de fibras que provienen de nervios craneales o espinales. Desde este plexo nervioso se originan fibras que llegan al hueso cortical, en forma independiente, sin acompañar a los vasos sanguíneos. En la médula ósea, las fibras nerviosas autónomas se disponen alrededor de los vasos, formando plexos perivasculares vasomotores que terminan en las capas musculares lisas de los vasos.

La irrigación y la inervación tienen fundamental importancia en el crecimiento y en la osificación. El hueso vivo posee una extraordinaria sensibilidad, como lo atestiguan los dolores que acompañan a las fracturas, así como a los procesos inflamatorios o a algunos tumores.

OSIFICACIÓN Y CRECIMIENTO DE LOS HUESOS

La osificación, proceso general de los huesos, interviene en la formación de las múltiples piezas óseas. Su desarrollo y su crecimiento están regidos por diversos factores.

Generalidades

El tejido óseo es una forma del tejido conjuntivo. Se caracteriza porque su sustancia fundamental está impregnada de sales cálcicas. La osificación resulta de un conjunto de fenómenos anatómicos, histológicos y fisiológicos que transforman un tejido conjuntivo diferenciado en tejido óseo. El tejido mesenquimatoso del embrión es el punto de partida de ciertas formas de hueso. Los demás tejidos conjuntivos son susceptibles de osificarse en determinadas condiciones, como ocurre en los tejidos fibroso y cartilaginoso, los ligamentos articulares, las paredes arteriales, etc. En el organismo pueden observarse osificaciones "heterotópicas".

En la osteogénesis deben considerarse períodos esenciales:

- **Preosificación:** se caracteriza por la aparición de una distensión edematosa en el tejido embrionario entre cuyas fibrillas colágenas aparece una sustancia preósea de origen no bien definido.
- **Impregnación cálcica:** mediante un fenómeno esencialmente vascular, la sustancia preósea se transforma en oseína. Las sales de calcio aportadas por los vasos sanguíneos del medio se depositan en el interior de la sustancia fundamental. Las sales minerales, fosfatos y carbonatos de calcio impregnan los espacios conjuntivos, uniéndose a la oseína. El resultado es la formación de un tejido sólido y resistente que en ciertas condiciones (acción de la hormona de crecimiento, la luz y la vitamina D) adquiere homogeneidad. Este proceso de calcificación invade de manera progresiva las trabéculas directrices. Nuevas trabéculas se yuxtaponen a las trabéculas precedentes, asegurando así el proceso de osificación por aposición.
- **Destrucción ósea:** las trabéculas así organizadas siguen, en general, el eje de los vasos sanguíneos, pero sufren un proceso de destrucción, exteriorizado en el hueso compacto por la aparición de los conductos centrales [de Havers] y de las cavidades medulares (hueso esponjoso). El proceso de destrucción depende de la circulación local y de la acción de células: los osteoclastos.

Histogénesis de las piezas óseas. Crecimiento óseo

En el embrión, el esqueleto está representado por modelos primitivos cartilaginosos y fibrosos que darán origen respectivamente a los huesos de cartílago y a los huesos de membrana.

Osificación y crecimiento de un hueso de cartílago

El elemento inicial es una placa o tallo cartilaginoso que reproduce en escala menor al hueso que ha de formar y en la que se establecen dos tipos de osificación: central y periférica. Ambas dependen del régimen circulatorio local que, en suma, aporta los elementos necesarios para la osificación.

La acción del periostio, conocida desde el siglo XVIII, es fundamental y se exterioriza en la regeneración ósea, luego de la supresión de un segmento óseo (Ollier). El periostio ofrece durante toda la vida un medio eficaz para la osificación.

El cartílago, punto de partida de la **osificación encondral**, es progresivamente destruido y reemplazado por tejido óseo. Para que el hueso se desarrolle, es necesario que el tejido cartilaginoso se multiplique con el fin de ser útil y ofrecer material al proceso de osificación.

En la adolescencia, la osificación encondral se detiene; por el contrario, la osificación perióstica puede durar toda la vida.

En un **hueso largo** el modelo cartilaginoso presenta dos extremos engrosados (futuras epífisis) y una parte media (futura diáfisis).

En la **diáfisis**, se observa la evolución simultánea de las osificaciones encondral y pericondral. El hueso perióstico avanza hacia el centro de la diáfisis, donde encuentra al hueso encondral que se dirige hacia la epífisis. A medida que llega a los extremos de la diáfisis, el hueso encondral es reemplazado en el centro por hueso perióstico, con lo cual se genera en el hueso primitivo una cavidad: la cavidad medular, originada por la destrucción de las capas más profundas del hueso encondral. Así se detiene el progreso de las laminillas provenientes del periostio que, luego de haber ocupado el lugar que quedaba entre la periferia del hueso y la cavidad medular, desaparecen. Aparecen entonces células hematógenas que constituirán la médula ósea. La diáfisis ha sido construida por una abrazadera de hueso perióstico entre dos partes de hueso encondral (epífisis), que progresa hacia los dos extremos, en la proximidad de las epífisis.

En las **epífisis**, aparece un punto de osificación encondral en el modelo cartilaginoso inicial, a partir del cual la osificación progresa del centro a la periferia. En las epífisis domina la osificación encondral, mientras que el hueso perióstico se manifiesta por una delgada capa de hueso compacto, en la periferia.

En la **unión diafisoepifisaria** (metáfisis), persiste como una lámina cartilaginosa hasta el final del crecimiento. Este **cartílago epifisario** proporciona a la diáfisis los elementos necesarios para la osificación encondral. El periostio diafisario tiene una acción importante en el crecimiento, canalizando al hueso encondral, asegurando los procesos de formación y destrucción que ocurren en las epífisis. A causa de las funciones que desempeña durante el crecimiento, la metáfisis es un punto débil, sensible y delicado del hueso.

En un **hueso corto**, la osificación y el crecimiento son comparables a los de una epífisis. Predomina la osificación encondral, y el tejido óseo evoluciona hacia el esponjoso, formándose grandes lagunas en el hueso encondral.

Osificación y crecimiento de un hueso de membrana

Este proceso se observa en los huesos del cráneo y de la cara. Sobre un modelo conjuntivo membranoso se forman trabéculas directrices de la osificación que parten de la cara profunda del periostio. Los fenómenos generales son semejantes a los descritos para los huesos precedentes.

Las porciones que facilitan el crecimiento se encuentran en la periferia del hueso: placas fibrosas que se mantienen durante el crecimiento, formando en el cráneo los espacios fontanelares.

Morfogénesis ósea. El hueso vivo

El hueso crece en longitud y en espesor, y con los años adquiere su forma definitiva. Ésta depende de la incidencia de una serie de factores, unos hereditarios o genéticos y otros puramente locales. Además, el tejido óseo vivo es muy maleable.

Durante el crecimiento se produce una serie de renovaciones de las capas óseas, especialmente en el hueso perióstico que denota las reacciones a los esfuerzos o las tracciones a las que está sometido. De este modo se originan los canales, por los que transitan elementos vasculares o nerviosos, así como las salientes óseas y las irregularidades, expresiones de inserciones musculares. Estas influencias extremas repercuten en la **arquitectura del hueso**.

Cuando el tejido óseo compacto se espesa por la acción de una presión o tracción importante, el tejido óseo esponjoso orienta sus trabéculas en el sentido de la presión que soporta. En los huesos sometidos a esfuerzos complejos (cuello del fémur, astrágalo, calcáneo), la orientación de las trabéculas depende de la transmisión de las fuerzas, y se adapta a las funciones propias de la estática y de la locomoción.

El crecimiento no detiene las modificaciones de la forma del hueso vivo. El hueso es asiento de constantes transformaciones. Los fenómenos de destrucción y formación ósea ocurren durante toda la vida y tienden a equilibrarse en el adulto. En la vejez predominan los procesos de destrucción. El tejido óseo se enrarece y el esqueleto se vuelve más frágil.

Así, el esqueleto vivo funciona como un verdadero órgano, ricamente vascularizado, en el que se producen modificaciones fisicoquímicas de enorme repercusión y estrechamente relacionadas con la nutrición.

Aspectos particulares de la actividad de los huesos

Función de la alimentación: la alimentación proporciona los elementos necesarios para la osificación. Las carencias alimentarias proteicas o cálcicas se manifiestan, sobre todo en el niño en el desarrollo del esqueleto.

Función de las hormonas: las glándulas de secreción interna que producen hormonas del crecimiento repercuten,

unas sobre la utilización de las sales minerales (las paratiroides), y otras sobre los procesos generales del crecimiento óseo (la hipófisis, la tiroides y las glándulas genitales).

Función de la reparación ósea: un hueso fracturado, destruido o extirpado puede consolidarse o reconstruirse por un proceso de osteogénesis local que se traduce por un "callo" de consolidación de fractura o por la aparición de una pieza ósea, siempre que las condiciones para la osificación sean propicias. Sobre estos fenómenos asienta el concepto de los injertos óseos para corregir la pérdida de sustancia o reemplazar un segmento óseo.

Osteólisis: cuando predomina el proceso de destrucción ósea se produce una rarefacción: la osteoporosis. En las radiografías, el hueso aparece transparente y presenta una fragilidad particular frente a los traumatismos.

EXPLORACIÓN DEL ESQUELETO EN EL SER VIVO

Examen clínico: algunos de los huesos son superficiales y se los percibe con facilidad debajo de los tegumentos. En la mayor parte de los casos se ven algunas salientes superficiales (p. ej. apófisis espinosas vertebrales) que constituyen referencias precisas en la anatomía de su superficie. Los huesos contribuyen a dar la forma a la región que ocupan, y toda alteración esquelética la modifica. La semiología de las fracturas, por ejemplo, tiene en cuenta las alteraciones de la forma.

Radiología: descubierta por Roentgen en 1896, revolucionó la exploración del esqueleto en el ser vivo "fotografiándolo" a través de las partes blandas. A la radiografía simple, bajo incidencias diversas, se puede agregar la tomografía, que puede "cortar" una pieza o un conjunto óseo en numerosos planos (coronales, oblicuos, transversales). Por último, la arteriografía puede precisar ciertas alteraciones patológicas del tejido óseo (tumores malignos).

Centellografía: permite la exploración del esqueleto en su totalidad. Moléculas de pirofosfato de calcio marcadas con **tecnecio-99m** objetivan las actividades metabólicas del calcio en el tejido óseo. Se le reconoce a este método un gran valor en la investigación de localizaciones múltiples (y ocultas) de las neoplasias óseas malignas (mielomas, metástasis).

Colección Latarjet. Anatomía Humana ©2004. Editorial Médica Panamericana