



## UDS CAMPUS COMITÁN

02/11/2024

**MATERIA:** MICROANATOMIA

**TAREA:** RESUMEN DE T. OSEO

**ALUMNA:** MARIA FLOR LÓPEZ RUIZ

**DOCENTE:** DRA. RUIZ CORDOVA LIZBETH  
ANAHI

**CARRERA:** MEDICINA HUMANA

**GRUPO:** 1-° D

# TEJIDO OSEO

El tejido óseo es un tejido conjuntivo que se caracteriza por una matriz extracelular mineralizada, tiene una característica que lo ase distingue de otros tejidos conjuntivos, que es la mineralización de su matriz y que produce un tejido muy duro capaz de proporcionar sostén y protección. Su componente estructural de la matriz ósea se compone principalmente de **colágeno tipo I** y de poca cantidad de **colágeno tipo V** y se encuentra otros tipos de colágeno como los tipos III, XI, XIII, que todas sus moléculas constituyen el 90% del peso total de las proteínas de la matriz extracelular.

También contiene otras proteínas (no colágenas) que son sustancias fundamentales del tejido óseo, que constituye el 10% de la matriz ósea, que es esencial para el desarrollo, crecimiento y la reparación ósea.

Los 4 principales de proteínas no colágenas que se encuentra en la matriz ósea son:

- **Macromoléculas de proteoglicanos** (contribuyen que el hueso ofrezca resistencia a la compresión y fijación de crecimiento)
- **Glucoproteínas multiadhesivas** (que intervienen en la adhesión de las células óseas y las fibras de colágena a la sustancia fundamental mineralizada)
- **Proteínas dependientes de vitamina K osteoespecíficas, incluida la osteocalcina**, que captura el calcio de la circulación y atrae y estimula los osteoclastos en el remodelado óseo

En matriz ósea existe espacios llamados lagunas, que contiene células ósea o osteocito (tiene una gran cantidad de evaginaciones de pequeños túneles llamados **canalículos**). El tejido óseo depende de los osteocitos para mantener su viabilidad y existe otros 4 tipos de celulares:

- Células osteoprogenitoras
- Osteoblastos
- Células de revestimiento óseo
- Osteoclastos

## ESTRUCTURA GENERAL DE LOS HUESOS

Los huesos son los órganos del sistema esquelético; el tejido óseo es el componente estructural de los huesos y otros tejidos conjuntivos, incluido el tejido hematopoyético, adiposo, los vasos sanguíneos y los nervios. Para llevar a cabo su función esquelética se debe al tejido óseo. Los ligamentos.

El tejido óseo se clasifica en una capa densa, compacta que forma la superficie ósea externa y una malla de aspecto esponjoso que está compuesta por cordones que forma el interior del hueso

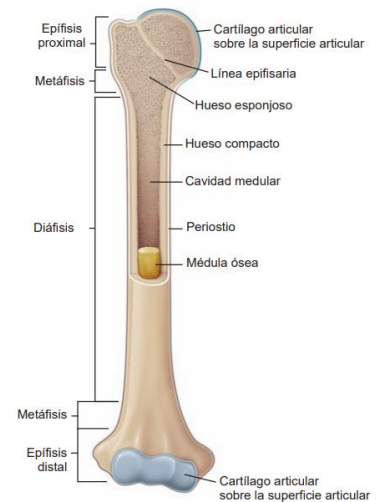
Los huesos se clasifican según su forma; la ubicación de los tejidos óseos compacto y esponjoso varía de acuerdo con la forma del hueso

- Huesos largos
- Huesos cortos
- Huesos planos
- Huesos irregulares

Los huesos largos contienen cuerpos llamados **diáfisis** y dos extremos llamados **epífisis** y la porción dilatada entre la diáfisis y la epífisis se le denomina **metáfisis** y una cavidad llamada **cavidad medular** que forma la parte interna de hueso.

Los huesos cortos poseen una corteza de tejido óseo compacto y en su interior tejido óseo esponjoso.

El resto de la superficie externa del hueso está cubierto por una capsula de tejido conjuntivo fibroso, el **periostio**



Los huesos están revestidos por el periostio excepto en las regiones donde se articulan con otro hueso. una vaina de tejido conjuntivo fibroso que contiene células osteoprogenitoras.

En las articulaciones móviles (sinoviales) el hueso se protege con cartílago, cuando un hueso se une con otro, como en las articulaciones sinoviales, las superficies óseas de contacto se llaman superficies articulares por su ubicación y función; el cartílago articular está expuesto en la cavidad articular y no está revestido por pericondrio

## CAVIDAD OSEA

La cavidad interna se encuentra revestida por el endostio, que consiste de células osteoprogenitoras que pueden diferenciarse en células secretoras de matriz ósea, los osteoblastos y células de revestimiento óseo.

La cavidad medular contiene la médula ósea roja que compone de células sanguíneas en diferentes etapas de diferenciación, esta no crece junto con el crecimiento óseo, disminuye con la edad y el espacio que deja es ocupado por tejido adiposo (médula ósea amarilla)

## TIPOS DE TEJIDO ÓSEO

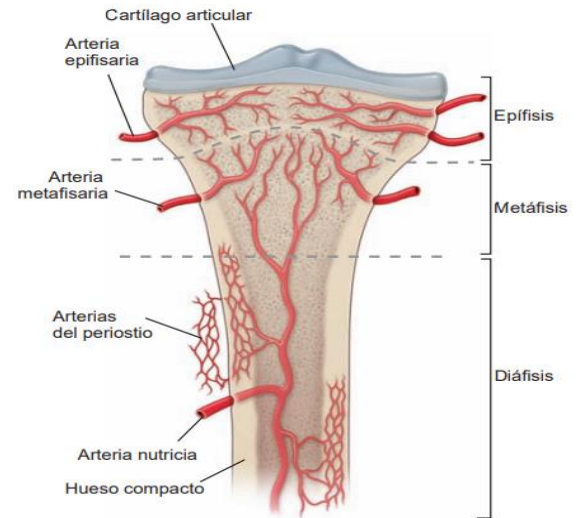
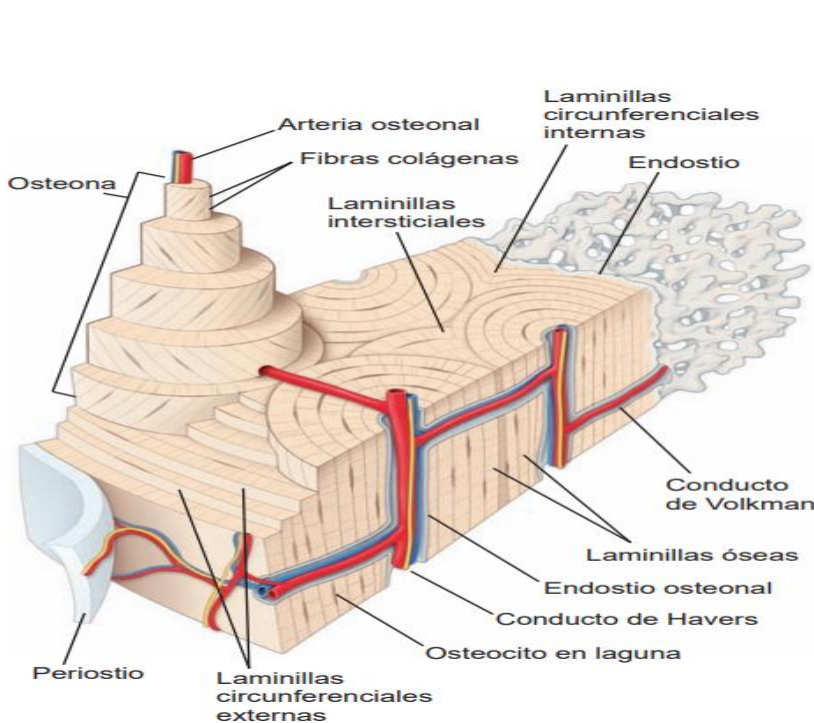
### Huesos maduros

Compuestos por unidades cilíndricas llamadas osteonas, las cuales se componen de laminillas concéntricas que rodean un conducto central (conducto de Havers), que contiene suministros vasculares y nervioso, entre las osteonas hay laminillas intersticiales. Los conductos Volkmann son túneles donde pasan los vasos sanguíneos y nervios, desde la superficie del periostio y endostio para alcanzar el conducto de Havers

La irrigación sanguínea de la diáfisis de los huesos largos está dada principalmente por arterias que entran en la cavidad medular a través del foramen. El foramen nutricio es un orificio en el hueso a través del cual pasan los vasos sanguíneos para alcanzar la médula ósea. La mayor cantidad de éstos se encuentra en la diáfisis y las epífisis.

La irrigación sanguínea del tejido óseo es esencialmente centrífuga ya que la sangre que nutre el tejido óseo sale de la cavidad medular hacia el hueso y después lo abandona a través de las venas del periostio

Los vasos sanguíneos más pequeños se introducen en los conductos de Havers, que contienen una arteriola y una vénula o un solo capilar. Una menor irrigación proviene de los vasos del periostio, que suelen irrigar sólo la porción más externa del tejido óseo compacto (v. fig. 8-5). El tejido óseo carece de vasos linfáticos; solo el periostio posee drenaje linfático



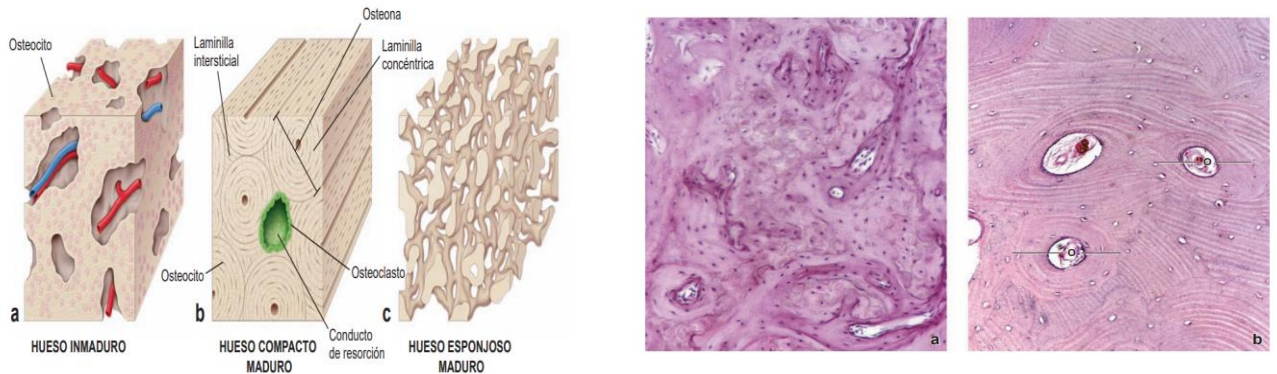
**FIGURA 8-5 ▲ Diagrama de la irrigación de un hueso largo maduro.** La arteria nutricia y las arterias epifisarias se introducen en el hueso a través de agujeros nutricios que aparecen durante la embriogénesis como las vías de acceso para los vasos principales de los brotes del periostio. Las arterias metafisarias tienen su origen en los vasos del periostio que quedan incorporados en la metáfisis conforme el hueso aumenta su diámetro.

## Hueso inmaduro

El hueso inmaduro se forma en el esqueleto de un feto en desarrollo.

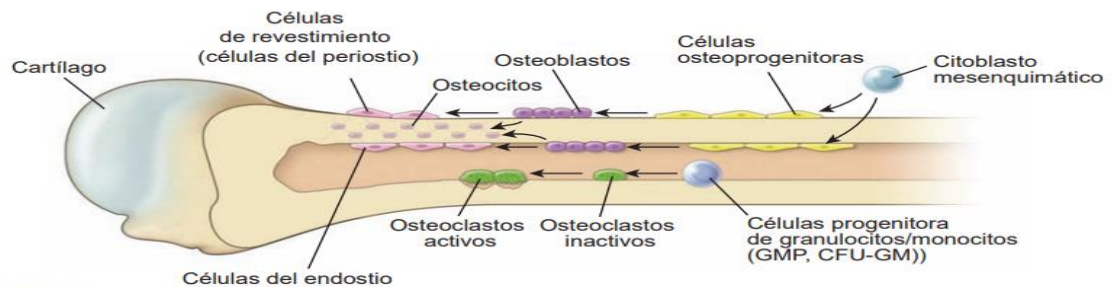
- No muestra un aspecto laminillas organizadas
- Contiene una cantidad relativamente mayor de células por unidad de volumen que el hueso maduro
- Posee mas sustancias fundamentales que el hueso maduro
- Se forma con mayor rapidez

En estas imágenes podemos observar la diferencia de un hueso maduro y un hueso inmaduro



## CÉLULAS DEL TEJIDO ÓSEO

Los tipos celulares que existen en el tejido óseo son cinco: células osteoprogenitoras, osteoblastos, osteocitos, células de revestimiento óseo y osteoclastos.



**FIGURA 8-8 ▲ Representación esquemática de las células asociadas con el hueso.** Todas las células, excepto los osteoclastos, se originan en las células madre mesenquimatosas, que se diferencian en células osteoprogenitoras, osteoblastos, osteocitos y, finalmente, células de revestimiento óseo. Las células de revestimiento óseo que están sobre las superficies externas del hueso son parte del periostio, de ahí la denominación de *células del periostio*. Las células de revestimiento óseo ubicadas en las superficies internas en general se denominan células del endostio.

## CÉLULAS OSTEOPROGENITORAS

Derivan de las células madre mesenquimatosas de la médula ósea, que tiene el potencial de diferenciarse en diferentes tipos celulares, incluido fibroblastos, osteoblastos, condrocitos y células musculares.

El factor clave que desencadena la diferenciación de las células osteoprogenitoras es un factor de transcripción llamado factor fijador central alfa 1 (CBFA1) o factor de transcripción 2 relacionado con runt (RUNX2). Estas proteínas impulsan la expresión de genes IGF-1 e IGF-2 que estimula la proliferación de las células osteoprogenitoras y la diferenciación en los osteoblastos

Las células osteoprogenitoras se encuentran en las superficies externa e interna de los huesos y también pueden residir en el sistema microvascular que irriga el tejido óseo. Comprenden las células del periostio y las del endostio

## OSTEOBLASTOS

Secretan tanto el colágeno tipo I como las proteínas de la matriz ósea, que constituyen la matriz no mineralizada inicial llamadas osteoides. Los osteoblastos se reconocen con el microscopio óptico por su forma cuboide o poliédrica y su distribución mono estratificada en la superficie donde se está formando tejido óseo. La matriz recién sintetizada no es inmediatamente calcificada.

El osteoblasto también es responsable de la calcificación de la matriz ósea mediante la secreción de vesículas matriciales.

Los osteoblastos responden a estímulos mecánicos para medir cambios en el crecimiento óseo y el remodelado de los huesos. A medida que se deposita la matriz osteoide, el osteoblasto queda rodeado por ella y se convierte en osteocito. Otros se transforman en células inactivas y se convierte en células de revestimiento del endostio o periostio, no obstante, la mayoría de los osteoblastos sufren apoptosis.

También poseen evaginaciones citoplasmáticas que se introducen en el osteoide producido por células y entran en contacto en la evaginación de osteocitos u osteoblastos vecinos mediante uniones de hendidura permitiendo que se comuniquen.

El citoplasma del osteoblasto se caracteriza por una gran cantidad de RER y de ribosomas libre, lo que concuerda con su función en la síntesis de colágeno y otras proteínas para la matriz extracelular.

## OSTEOCITOS

Es la célula ósea madura y está rodeado por la matriz que secretó previamente como osteoblasto. El proceso de transformación de los osteoblastos en osteocitos abarca unos 3 días.

Después de la mineralización, cada osteocito ocupa una laguna que se adapta a la forma de célula.

Los osteocitos pueden comunicarse en forma indirecta con los osteoblastos, las células endoteliales del sistema vascular de la médula ósea, los pericitos de los vasos sanguíneos y con otras células distantes a través de la expresión de diversas moléculas de señal, como óxido nítrico y los transportadores de glutamato. Por medio de hemiconductos, los osteocitos establecen comunicación con la matriz extracelular.

Intervienen en el proceso de mecano traducción, en cual responden a las fuerzas mecánicas aplicadas al hueso. La disminución de los estímulos mecánicos (inmovilidad, debilidad muscular) provoca la pérdida ósea, mientras que el aumento de estos estímulos promueve la formación de huesos.

Debido a la poca flexibilidad ósea, las fuerzas mecánicas aplicadas causan el flujo de líquido intersticial de los canalículos y lagunas hacia el lado comprimido del hueso, este movimiento genera un potencial eléctrico (potencial de flujo) en el momento que se aplica la fuerza, el potencial de flujo abre los conductos del calcio dependiente del voltaje en las membranas del osteocito, sobre las que fluye el líquido tisular. Los aumentos resultantes en el calcio intracelular, la concentración de óxido nítrico y las síntesis de prostaglandinas E2 (PGE2), alteran la expresión de los genes c-fos y cox-2 responsables de la formación de hueso, además de la expresión del gen IGF-1 genera un aumento en la producción de sí mismo, promoviendo la conversión de células.



osteoprogenitoras en osteoblastos. Por lo tanto, las regiones óseas sobre la que se aplica mas fuerza, son las que tendrán una mayor deposición de hueso nuevo.

**Remodelado osteocito:** un osteocito responde a una fuerza mecánica reducida al secretar metaloproteinasas de la matriz (MMP). Por lo tanto, son responsables del remodelado reversible de su matriz ósea pericanicular y perilagunar.

**Estados funcionales de los osteocitos:**

**Osteocitos formativos:** son los que muestran indicios de formación de matriz, con características similares a los osteoblastos

**Osteocitos resorptivos:** estos contiene lisosomas y participan en la degradación de la matriz ósea a través de la secreción de metaloproteinasas.

**Osteocitos latentes:** que tienen escasez de RER y un aparato de Golgi muy reducido, representa la matriz madura calcificada es vista cercanamente opuesta a la membrana celular. Y **su vida media natural de los osteocitos son de 10 a 20 años**

## CÉLULAS DE REVESTIMIENTO ÓSEO

Deriva de los osteoblastos y tapizan el tejido óseo que no se esta remodelando

**células del periostio:** células ubicadas en las superficies externas del hueso.

**Células del endostio:** células que tapizan las superficies internas del hueso.

Se cree que intervienen en el mantenimiento y en el soporte nutricional de los osteocitos y que regulan el movimiento del calcio y el fosfato des y hacia del hueso.

## OSTEOCLASTOS

Células multinucleadas que aparecen en los sitios donde ocurre la resorción ósea, Como resultado de la actividad de los osteoclastos, se forma una excavación llamada laguna de re sorción (laguna de Howship) que se puede observar en el hueso directamente bajo el osteoclasto.

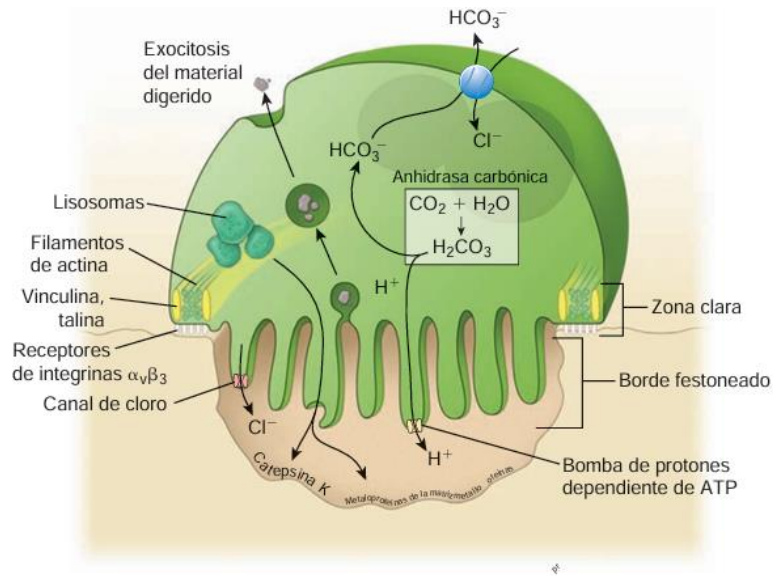
Los osteoclastos derivan de la fusión de células progenitoras hematopoyéticas mononucleares bajo el efecto de múltiples citocinas.

- células progenitoras de granulocitos/macrófagos (GMP, CFU-GM) que dan origen a los linajes de granulocitos y de monocitos
- las células predestinadas a convertirse en osteoclastos expresan los factores de transcripción c-fos y NF $\kappa$ b
- el receptor RANK interactúa con las moléculas ligando de RANK (RANKL), producida y expresada en la superficie celular del estroma. Este mecanismo de señalización RANK.RANKL es esencial para la diferenciación de osteoclastos. Este mecanismo de señalización puede ser bloqueada por los osteoprogenitoras (OPG), que funciona como receptor señuelo para RANKL, actuando como inhibidor de la formación de osteoclastos

el osteoclasto recién formado tiene que activarse para convertirse en células capaces de realizar la resorción ósea. Cuando resorben hueso en forma activa, los osteoclastos exhiben tres regiones especializadas:

1. **Borde festoneado:** porción de células en contacto directo con el hueso, contiene abundantes pliegues profundos de la membrana plasmática que forman estructuras del tipo microvellosidades y son responsables de la exocitosis de enzimas hidrolíticas y la secreción de protones para las bombas dependientes de ATP, al igual que para la endocitosis de los productos de degradación y los detritos óseo
2. **Zona clara:** delimita la superficie ósea en resorción
3. **Región basolateral:** interviene en la exocitosis de material digerido dentro de las vesículas de transporte se ha encontrado TRAP, por lo que es utilizado como un indicador de actividades de los osteoclastos

**FIGURA 8-17** ▲ **Representación esquemática de un osteoclasto.** En este diagrama se ilustra la estructura del osteoclasto con sus tres regiones: borde festoneado, zona clara y región basolateral. Debe observarse que la zona clara contiene una abundancia de microfilamentos organizados en una estructura anular rodeada en ambos lados por proteínas ligadoras de actina, como la vinculina y la talina. La membrana celular en la región de la zona clara contiene moléculas de adhesión células-matriz extracelular (integrinas) que forman un sello apretado entre la membrana plasmática y la matriz ósea mineralizada. En el texto se describen los mecanismos para el transporte de protones y cloro.



**TABLA 8-1** Reseña de las características de osteoblastos, osteocitos y osteoclastos.

Características	Osteoblasto	Osteocito	Osteoclasto
<b>Ubicación</b>	Superficie ósea; cono de cierre de los conductos de resorción	Lagunas y canaliculos de la matriz ósea	Superficie ósea; cono de corte de conductos de resorción
<b>Porcentaje celular total en el hueso</b>	> 5 %	~95 %	> 1 %
<b>Función</b>	Depósitos de la matriz ósea; inicia la mineralización mediante la liberación de vesículas matriciales	Mantiene la matriz ósea; detecta la tensión mecánica; regula la homeostasis de calcio y fosfato	Resorción ósea por hidrólisis enzimática de la matriz ósea mineralizada
<b>Morfología celular</b>	Células mononucleares, cúbicas o poligonales; citoplasma basófilo; Golgi negativo	Célula mononuclear pequeña y ovalada; citoplasma pálido; procesos celulares extensos	Célula multinuclear grande; citoplasma pálido; borde festoneado; laguna de Howship subyacente
<b>Células precursoras</b>	Célula osteoprogenitora	Osteoblasto	Células hematopoyéticas (GMP, CFU-GM)
<b>Procesos de diferenciación/factores de transcripción</b>	CBFA1 (RUNX2); IGF-1	Se desconocen los procesos de selección desde los osteoblastos	c-fos; NF-κB; señalización RANK-RANKL
<b>Principales receptores hormonales/reguladores</b>	RANKL, receptores de PTH	RANKL, receptores de PTH	RANK, receptores de calcitonina; receptores de fosfatasa resistente al tartrato (TRAP)
<b>Expectativa de vida</b>	Semanas (~12 d)	Años (~10–20 a)	Días (~3 d)
<b>Marcadores bioquímicos</b>	Osteocalcina; sialoproteína ósea (BSP-2)	Proteína de la matriz de dentina 1 (DMP-1); podoplanina (proteína E11); esclerostina; factor de crecimiento fibroblástico 23 (FGF-23)	Fosfatasa resistente al tartrato (TRAP); catepsina K; metaloproteínasa matricial 9 (MMP-9)

CBFA1, factor fijador central alfa 1; GMP/CFU-GM, célula progenitora de granulocitos/macrófagos; IGF-1, factor de crecimiento similar a la insulina 1; HPT, hormona paratiroide; RANK, receptor activador del factor nuclear κB; RANKL, molécula ligando de RANK; RUNX2, factor de transcripción 2 relacionado con runt.



# FORMACIÓN DEL HUESO

- ▶ El desarrollo de hueso se clasifica como endocondral (un modelo cartilaginoso sirve como precursor óseo) u osificación intramembranosa (sin la participación de un precursor cartilaginoso).
- ▶ Los huesos planos del cráneo, mandíbula y clavícula se desarrollan por osificación intramembranosa; todos los otros huesos se desarrollan por osificación endocondral.

## OSIFICACIÓN INTRAMEMBRANOSA

Alrededor de la 8va semana de gestación, las células mesenquimatosas forman los centros de osificación. Estas células se diferencian en células progenitoras, las cuales expresan el factor de transcripción CBFA1, esencial para la diferenciación a osteoblastos. El osteoblasto diferenciado secreta colágeno tipo I y el resto de las proteínas de la matriz ósea (osteóide). El osteóide se somete a mineralización y los osteoblastos envueltos en matriz se convierten en osteocitos, con mayor crecimiento y remodelado posteriores, se produce la situación de hueso inmaduro por hueso compacto en la periferia y hueso esponjoso en el centro del hueso recientemente formado

## OSIFICACIÓN ENDOCONDRALE

Comienza con la proliferación y acumulación de células mesenquimatosas en el sitio donde se desarrolla el futuro hueso. Factores de crecimiento de fibroblasto (FGF) y diferentes proteínas morfogénicas óseas (BMP) impulsan a las células mesenquimatosas que expresen inicialmente colágeno tipo II y se diferencian en condroblastos que a su vez, producen matriz cartilaginosa.

Una vez establecido, el modelo cartilaginoso experimenta crecimiento intersticial y por oposición las células del pericondrio en la región media del modelo cartilaginoso dejan de producir condrocitos en su lugar se originan osteoblastos. Por lo que el pericondrio pasa a ser periostio, como consecuencia de esta modificación se forma una delgada capa de tejido óseo alrededor del modelo cartilaginoso

**Collar óseo;** cubierta distintiva de tejido óseo subperióstico formado en el modelo cartilaginoso de un hueso largo, a la altura de su diáfisis

Con el establecimiento del collar óseo perióstico, los condrocitos en la región media del modelo cartilaginoso se hipertrofian, por lo que la matriz cartilaginosa circundante se resorbe. Estas células comienzan a sintetizar fosfatasa alcalina y al mismo tiempo, la matriz cartilaginosa circundante se calcifica, la matriz cartilaginosa calcificada impide la difusión de las sustancias nutritivas y causan la muerte de los condrocitos en el modelo cartilaginoso, con la muerte de estos, gran parte de la matriz se degrada y se forma una cavidad cada vez más grande y al mismo tiempo vasos sanguíneos proliferan a través del collar óseo en las diáfisis para vascularizar la cavidad

El cartílago calcificado se degrada y quedan restos con el aspecto de espículas irregulares. Las células osteoprogenitoras se adhieren en forma oposicional a estas espículas, se convierten en osteoblastos y comienzan a sintetizar osteóide que formará el hueso esponjoso

El hueso formado de esta manera recibe el nombre de hueso endocondral.

Centro primario de osificación: primer sitio donde comienza a formarse tejido óseo y corresponde

a la diáfisis en un hueso largo  
 espícula mixta: combinación del tejido óseo con el cartílago calcificado subyacente.

**Crecimiento del hueso endocondral**

inicia en el segundo trimestre de la vida fetal (alrededor de la 12 semana de gestación) y continua después del nacimiento hasta el principio de la vida adulta.

**Factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF):** induce que el cartílago avascular sea reemplazado por tejido óseo vascularizado

**cartilaginoso epifisario:** remanente de cartílago en un hueso largo.

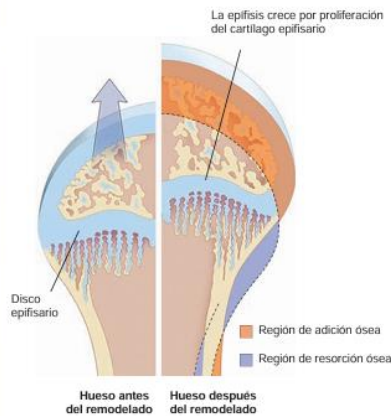
Comenzando de la parte mas distal al centro de osificación primario y prosiguiendo hacia el centro, las zonas de este son

- Zona de cartílago de reserva
- Zona de proliferación:
- Zona de hipertrofia:
- Zona de calcificación de cartílago:
- Zona de resorción:

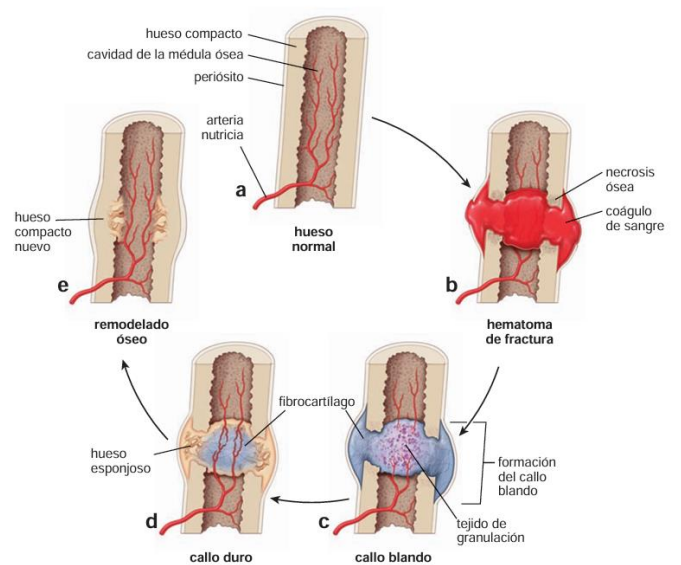
**Centro secundario de osificación:** aparecen en la epífisis proximal inmediatamente después del nacimiento mas tarde aparece en la epífisis distal

Disco epifisario: cartílago en los extremos de los huesos, el cual separa la epífisis. La zona de proliferación de este será la encargada del cartílago sobre el cual se desarrollará el hueso más adelante

Tras el cierre epifisario, el sitio donde estaba el disco epifisario perdura como vestigio conocido como línea epifisaria, compuesto por tejido óseo



**FIGURA 8-23** ▲ Diagrama del remodelado externo de un hueso. Este diagrama muestra dos periodos en el proceso de crecimiento óseo. A la derecha un corte longitudinal del hueso más joven (antes del remodelado), a la izquierda se muestra uno de hueso más viejo (después del remodelado). Superpuesta en el lado izquierdo de la figura está la silueta del hueso (solo la mitad izquierda) como era antes. El hueso ahora es más largo pero ha retenido su forma general. Para que un hueso crezca en largo y retenga su forma general, es necesario que se resorba tejido óseo en algunas superficies y que se forme en otras, como se indica en este diagrama (basado en Ham Aw. *Some histophysiological problems peculiar to calcified tissues.* J. Bone Joint Surg. Am 1952;34:701-728).



## DESARROLLO DEL SISTEMA OSTEONAL (DE HAVERS)

Remodelado interno: proceso en el cual se forman nuevas osteonas. Se forman normalmente en el hueso compacto preexistente

Los osteoclastos perforan un túnel a través del hueso compacto, que posteriormente es ocupado por vasos sanguíneos junto con su tejido conjuntivo circundante, después los osteoblastos comienzan a llenar el conducto mediante el depósito de matriz orgánica del hueso (osteóide). Con el tiempo esta matriz ósea se mineraliza y se forma el conducto osteonal maduro (de Havers).

Los sistemas de Havers se someten a una mineralización secundaria progresiva que continúa (hasta el cierto punto) incluso después de que la osteona ha completado su formación

## MINERALIZACIÓN BIOLÓGICA Y VESÍCULAS MATRICIALES

El proceso de mineralización biológica: la mineralización es un fenómeno que ocurre en la matriz extracelular y es regulado por células específicas aunque ocurren en el espacio extracelular, es controlada por factores celulares

Vesículas matriciales: estas vesículas, liberada por osteoblastos, contiene altas concentraciones de iones de calcio y fosfato que es esencial para iniciar el proceso de mineralización y actúa como sitio de nucleación donde se forma el fosfato del calcio que luego se deposita en la matriz extracelular para formar cristales de hidroxiapatita, que es el mineral principal del hueso

## ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL TEJIDO ÓSEO

El hueso actúa como un reservorio de calcio para el cuerpo y la concentración de este mineral es crucial para la salud general. La homeostasis del calcio está regulada por varias hormonas, como la hormona paratiroidea y la calcitonina, que controlan los niveles de calcio en la sangre.

Hormonas involucradas:

- **PTH:** estimulan la liberación del calcio del hueso a la sangre y regula el crecimiento óseo
- **Calcitonina:** inhibe la reabsorción ósea ayudando a disminuir los niveles de calcio en la sangre
- **Factores de crecimiento de fibroblastos (FGF-23)** y otros factores de crecimiento también están involucrados en el mantenimiento del tejido óseo, regulando el equilibrio de fosfato y estimulando la formación de osteoblastos.

## BIOLOGÍA DE LA REPARACIÓN ÓSEA

El hueso puede repararse a sí mismo después de la lesión, ya sea por un proceso de curación ósea directa (primaria) o indirecta (secundaria).

**CURACION OSEA DIRECTA (PRIMARIA):** estabilizados por placas de compresión y restringiendo el movimiento. Se da un remodelado interno como el hueso maduro (los conos de corte cruzan la línea de fractura y genera conductos de resorción longitudinales que se llenan de osteoblastos que residen en conos de cierre)

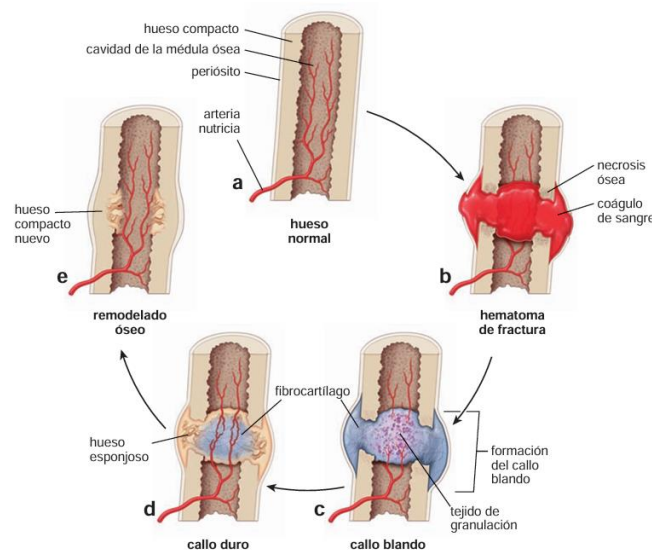
Unión ósea y restauración de sistemas de Havers simultaneas

**CURACION OSEA INDIRECTA (SECUNDARIA):** respuesta de periostio, formación de hueso endocondral e intramembranosa.

Fijación no rígida

De 6 a 12 semanas.

- Se forma un hematoma de fractura y necrosis en los extremos de la fractura: la desgranulación de plaquetas en el coágulo secreta citocinas e inflama (durante una semana)
- Se filtran neutrófilos y luego macrófagos
- Los fibroblastos y capilares proliferan
- Los eritrocitos en la red fibrina del hematoma de fractura se reemplazan por tejido de granulación
- El tejido de granulación se transforma en callo blando (dura 2-3semanas) (tejido conjuntivo denso y cartílago que cubre el sitio de fractura)
- El callo óseo reemplaza el fibrocartilago: los osteoblastos depositan osteoides en la superficie formado un callo fibrocartilaginoso. Los brotes osteogénicos invaden el callo fibrocartilaginoso y es reemplazado por el callo duro (requiere 3-fi meses para desarrollarse). El hueso crece desde ambos extremos de la fractura hacia el centro, la unión se da por osteoblastos y es hueso esponjoso.
- El hueso esponjoso se reemplazará por tejido óseo
- El calo duro se somete a remodelado óseo para formar hueso maduro.



**BIBLIOGRAFÍA:** RESCATADO DEL LIBRO DE ROSS DE HISTOLOGIA TEXTO Y ATLAS DE 7VA EDICION