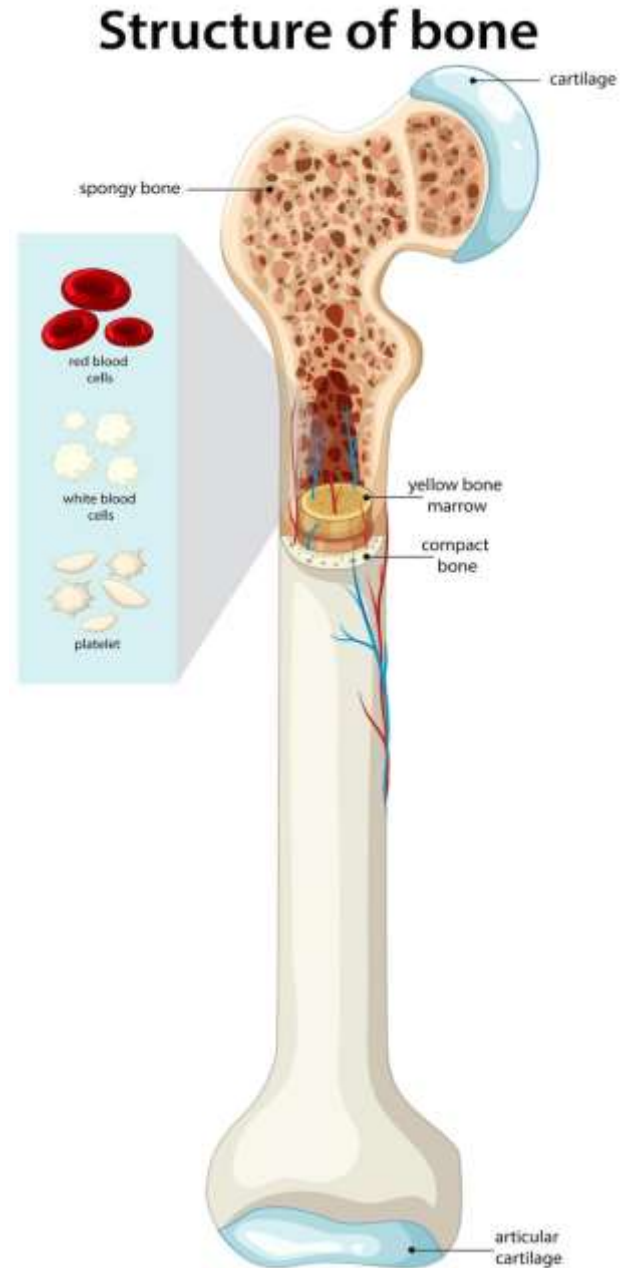


SISTEMA ESQUELÉTICO: TEJIDO ÓSEO



FUNCIONES DEL HUESO Y EL SISTEMA ESQUELÉTICO

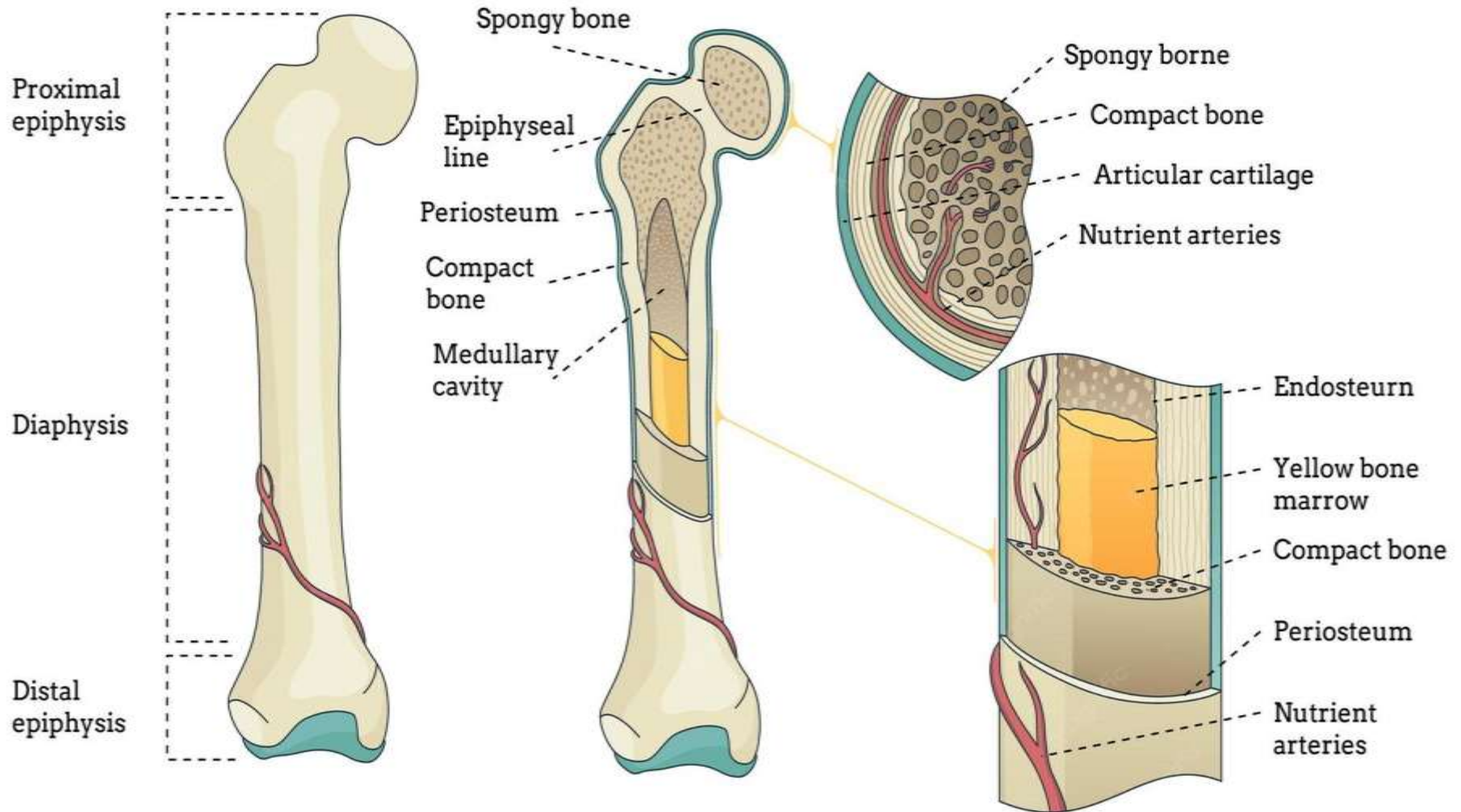
El hueso

- El hueso es un órgano compuesto por diversos tejidos (hueso, cartílago, tejido conectivo denso, tejido adiposo y tejido nervioso) que trabajan en conjunto.
- Toda la estructura de los huesos y sus cartílagos constituye el sistema esquelético.

Funciones del sistema esquelético

1. Funciona como soporte.
 2. Protege los órganos internos (encéfalo, corazón, etc.).
 3. Contribuye a los movimientos corporales (junto con los músculos).
 4. Homeostasis mineral – almacena y libera calcio y fósforo.
 5. Participa en la producción de células sanguíneas (hematopoyesis).
 6. Almacena triglicéridos en células adiposas de la médula ósea amarilla.
-

BONE STRUCTURE



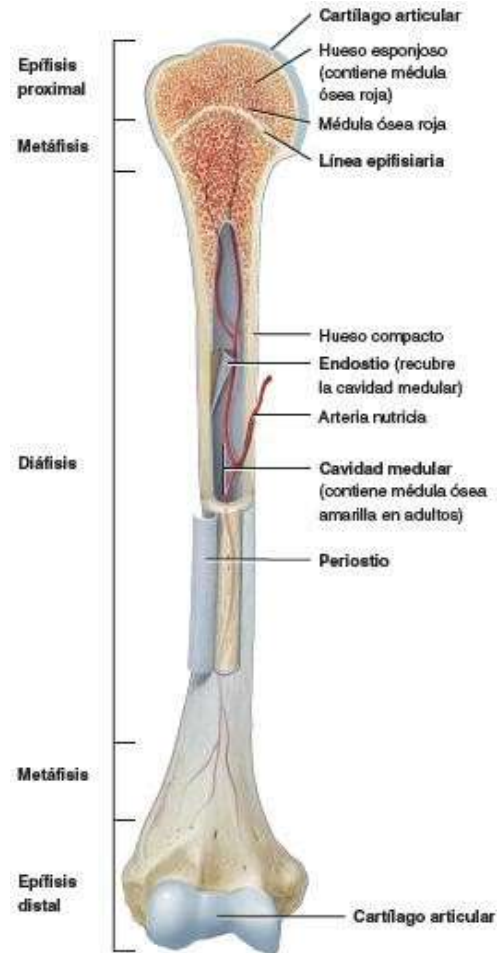
ESTRUCTURA DEL HUESO

ESTRUCTURA DEL HUESO

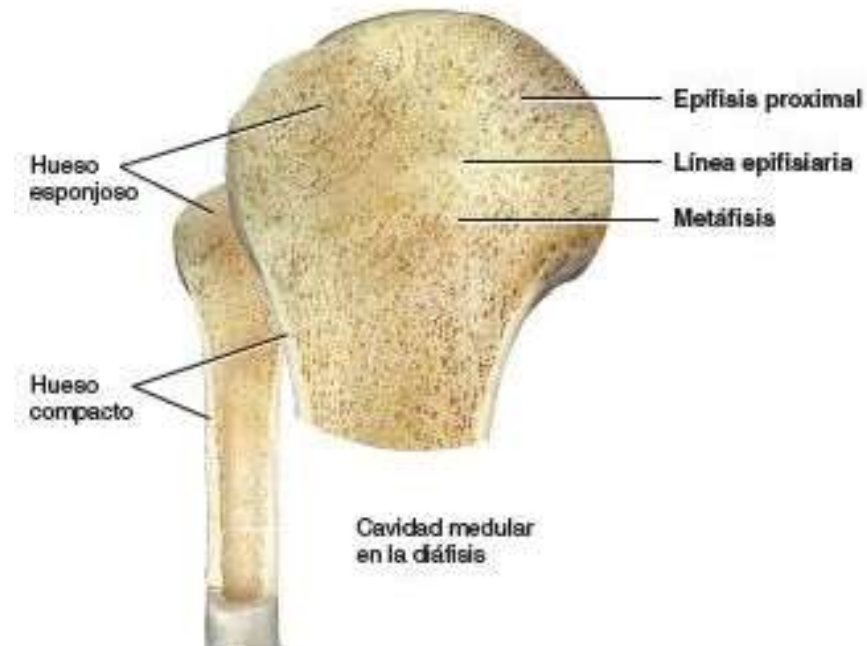
El hueso largo consiste en varias partes:

- ❑ Diáfisis (tallo del hueso).
 - ❑ 2 epífisis (ambos extremos del hueso en las articulaciones).
 - ❑ 2 metáfisis (región entre la diáfisis y las epífisis).
 - ❑ Cartílago articular que recubre ambas epífisis.
 - ❑ Periostio (tejido conectivo que rodea la diáfisis).
 - ❑ Cavity medular (espacio hueco dentro de la diáfisis).
 - ❑ Endostio (membrana delgada que recubre la cavity medular).
-

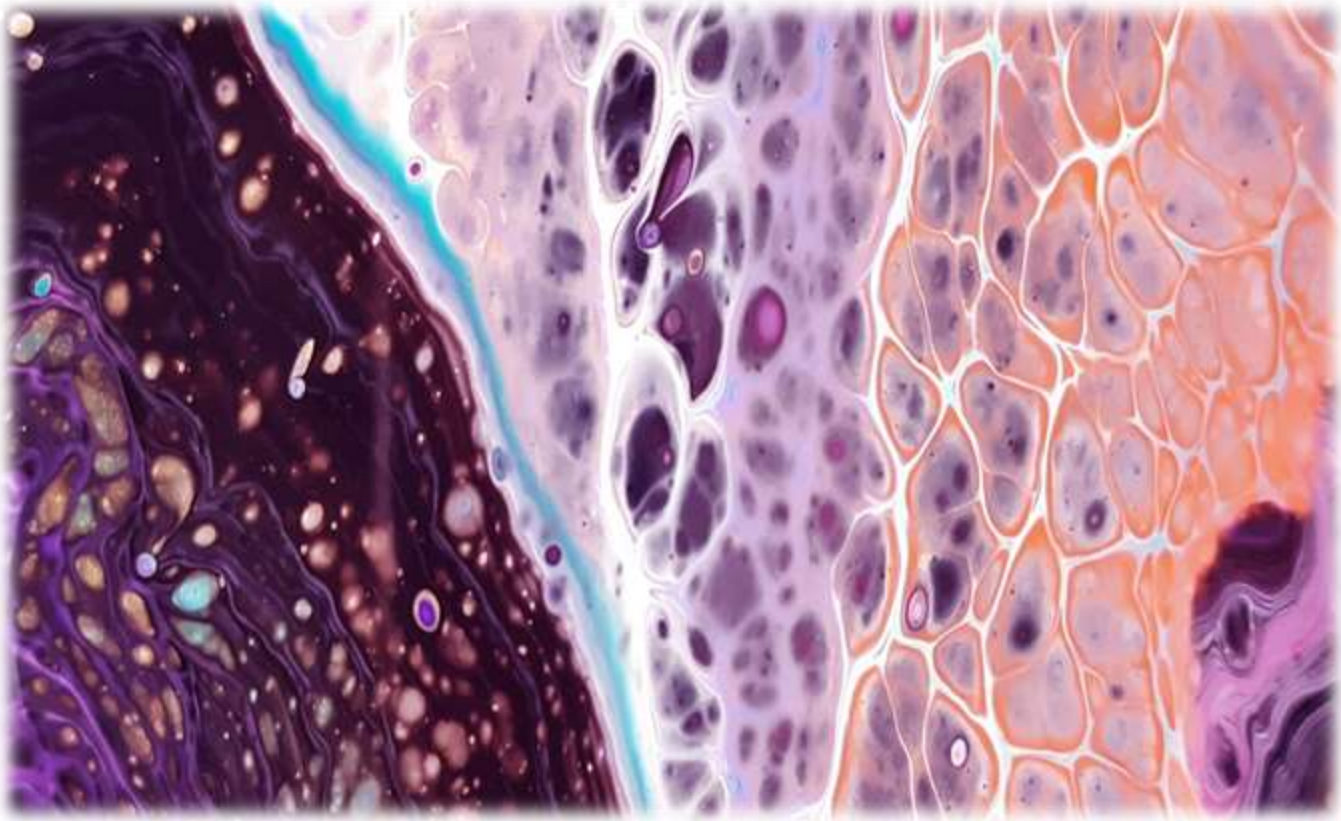
Estructura del hueso



Estructura del hueso



HISTOLOGÍA DEL TEJIDO ÓSEO



Histología del tejido óseo

El hueso contiene una abundante matriz extracelular que rodea las células ampliamente separadas.

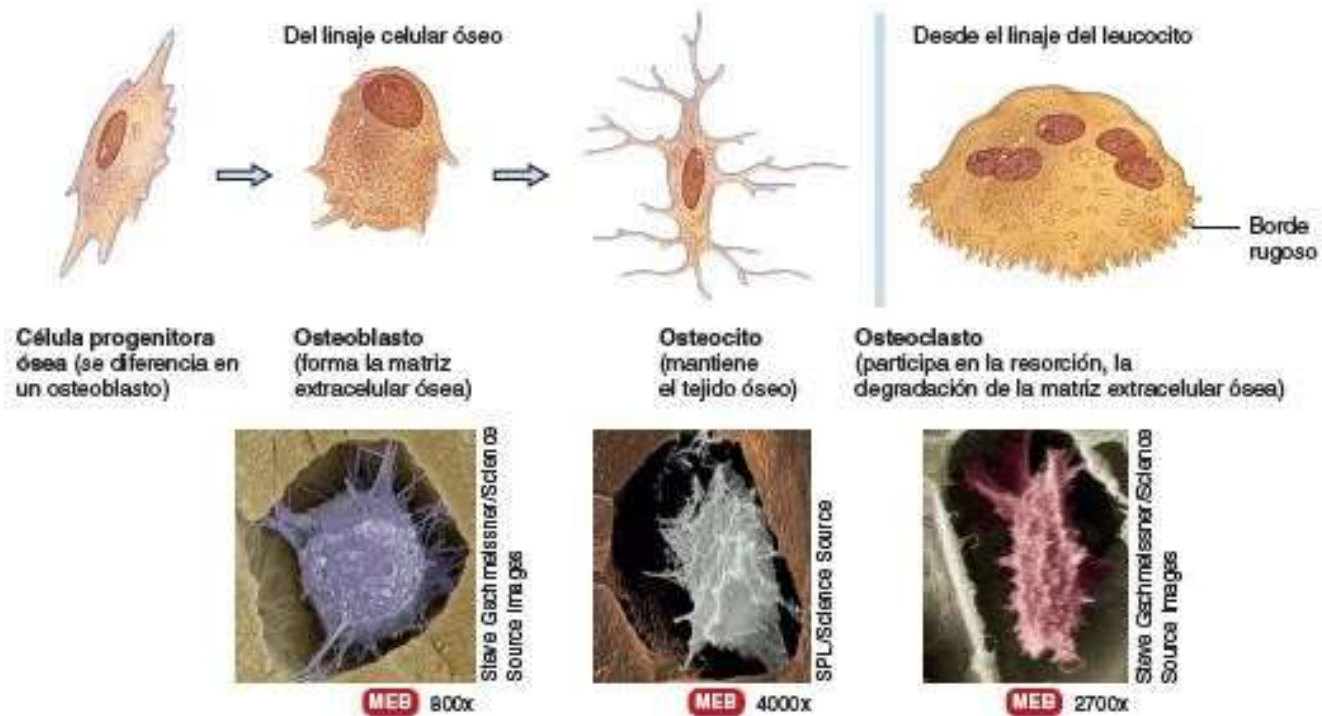
- La matriz extracelular está compuesta por alrededor de 15% de agua, 30% de fibras de colágeno y 55% de sales minerales cristalizadas.

Histología del tejido óseo

El hueso contiene 4 tipos de células:

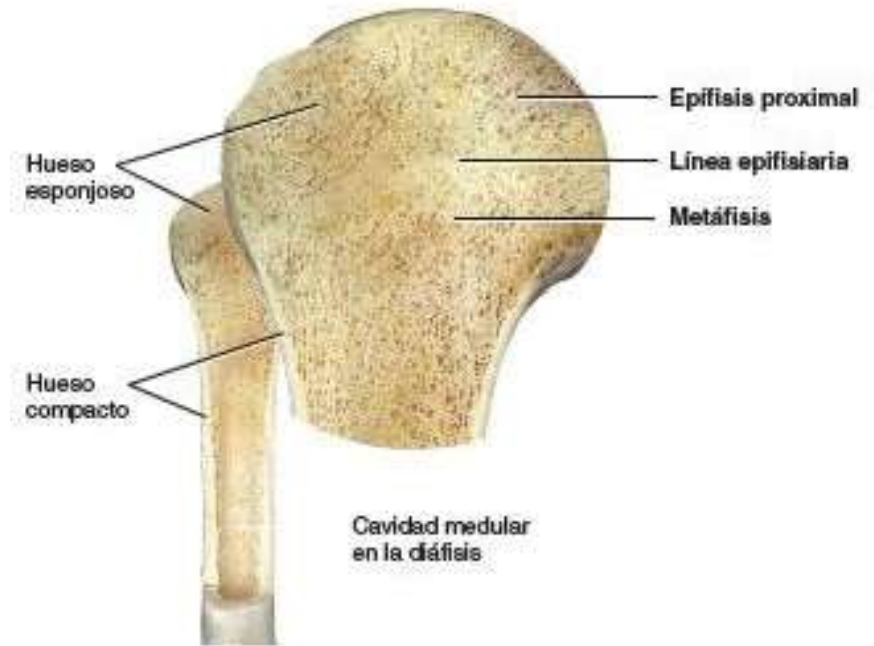
- ❑ **Células progenitoras óseas** (células madre óseas que pueden diferenciarse en los otros tipos de células).
- ❑ **Osteoblastos** (células formadoras de hueso que secretan la matriz).
- ❑ **Osteocitos** (células óseas maduras).
- ❑ **Osteoclastos** (involucrados en el remodelado óseo y la secreción de calcio).

Histología del tejido óseo

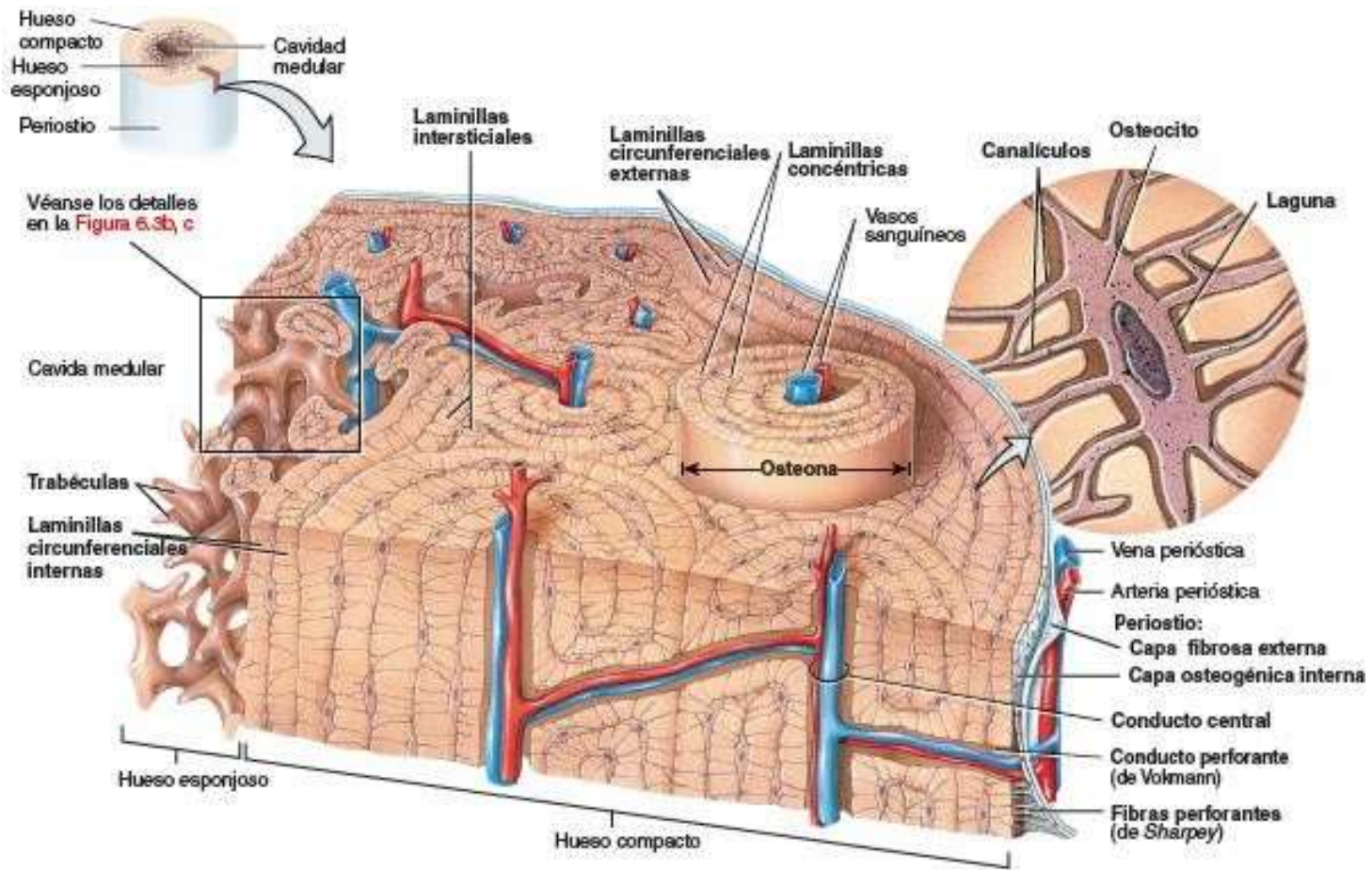


Histología del tejido óseo

- El **tejido óseo compacto** provee protección y sostén.
- El **tejido óseo esponjoso** es liviano y provee sostén tisular.



Histología del tejido óseo



(a) Osteonias (sistema de Havers) en el hueso compacto y trabéculas en el hueso esponjoso

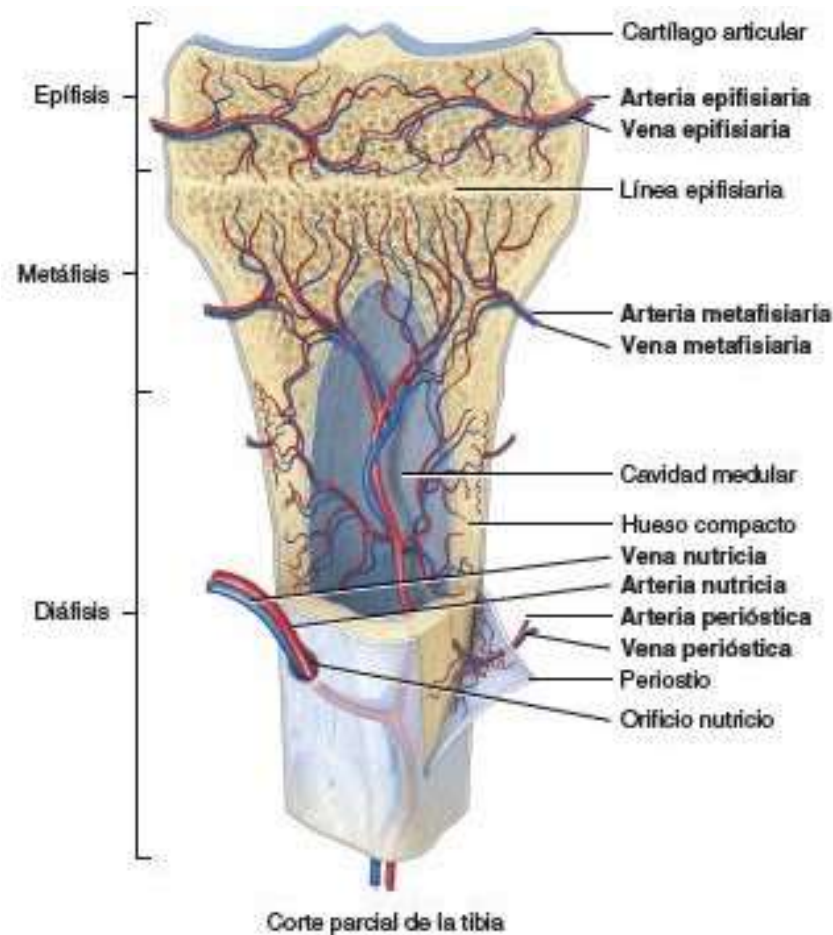
Histología del tejido óseo



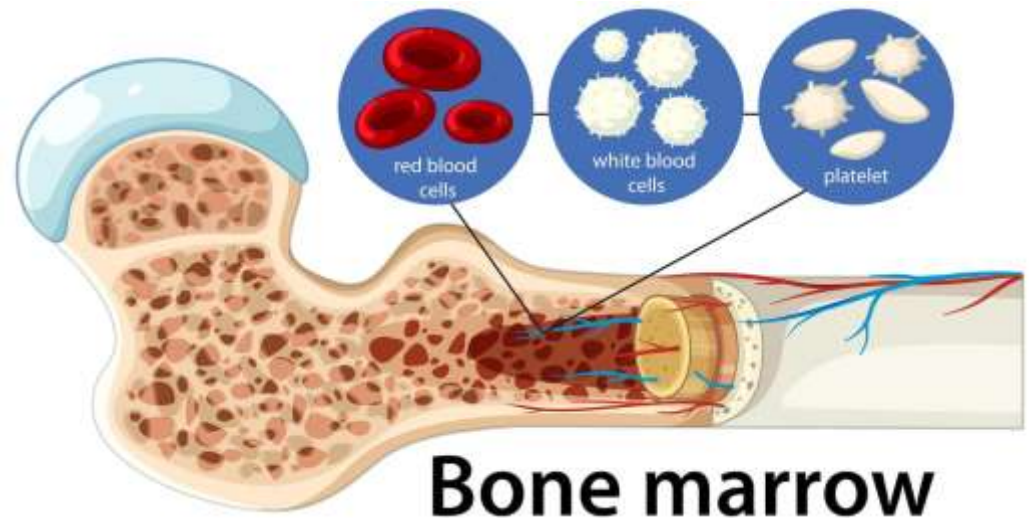
Irrigación sanguínea e inervación del hueso

- Las **arterias periósticas** (acompañadas por nervios) entran en la diáfisis por los conductos perforantes (de Volkmann). Están acompañadas por **venas periósticas**.
 - Una **arteria nutricia** entra en el centro de la diáfisis a través de un **orificio nutricional**. Las **venas nutricias** salen por el mismo conducto.
 - Las metáfisis y las epífisis también tienen sus propias arterias y venas.
-

Irrigación sanguínea e inervación del hueso



FORMACIÓN DEL TEJIDO ÓSEO



Formación del tejido óseo

La **osificación (osteogénesis)** es el proceso de formación del tejido óseo.

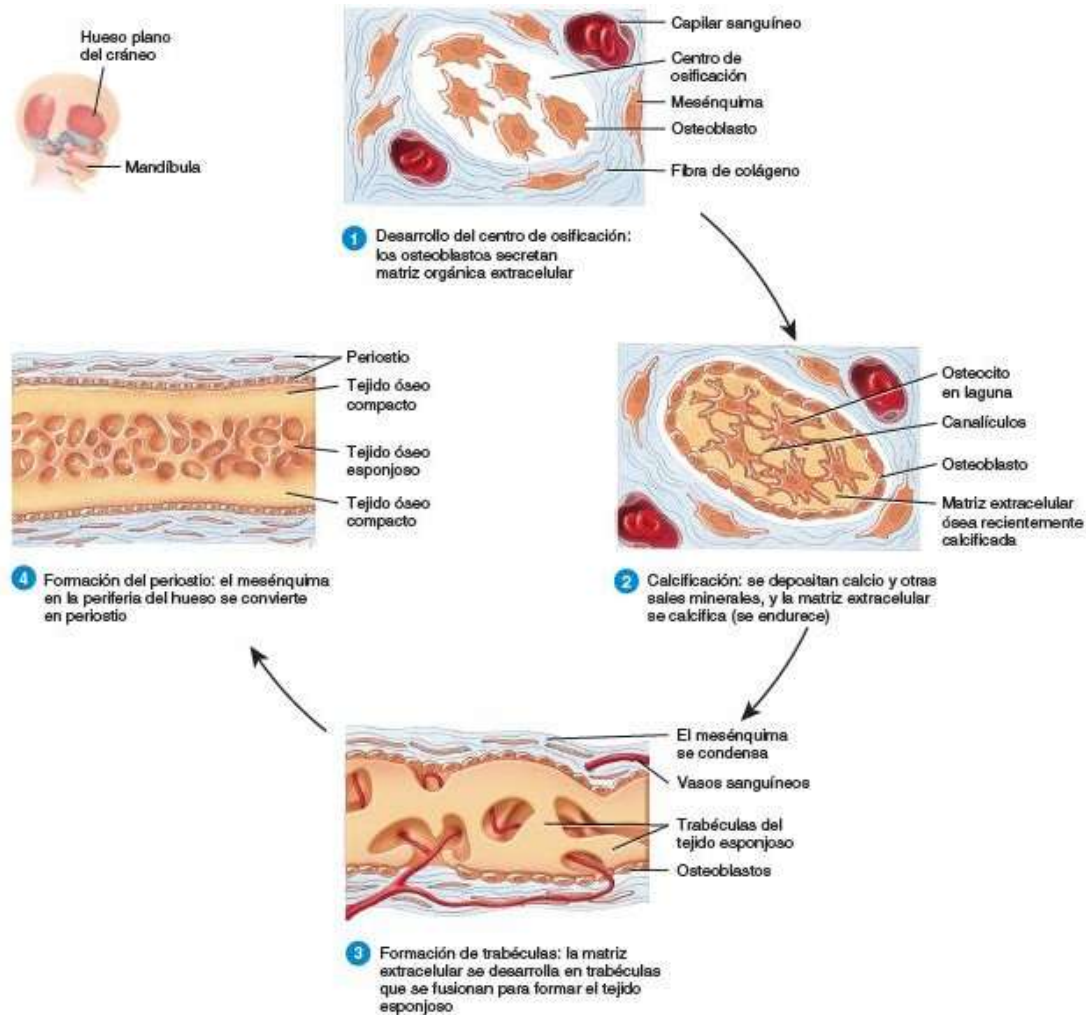
El tejido óseo se forma en 4 situaciones:

- ❑ Durante el desarrollo embrionario y fetal.
 - ❑ Durante el crecimiento previo a la adultez.
 - ❑ Cuando los huesos se remodelan.
 - ❑ Cuando las fracturas se consolidan.
-

Formación del tejido óseo

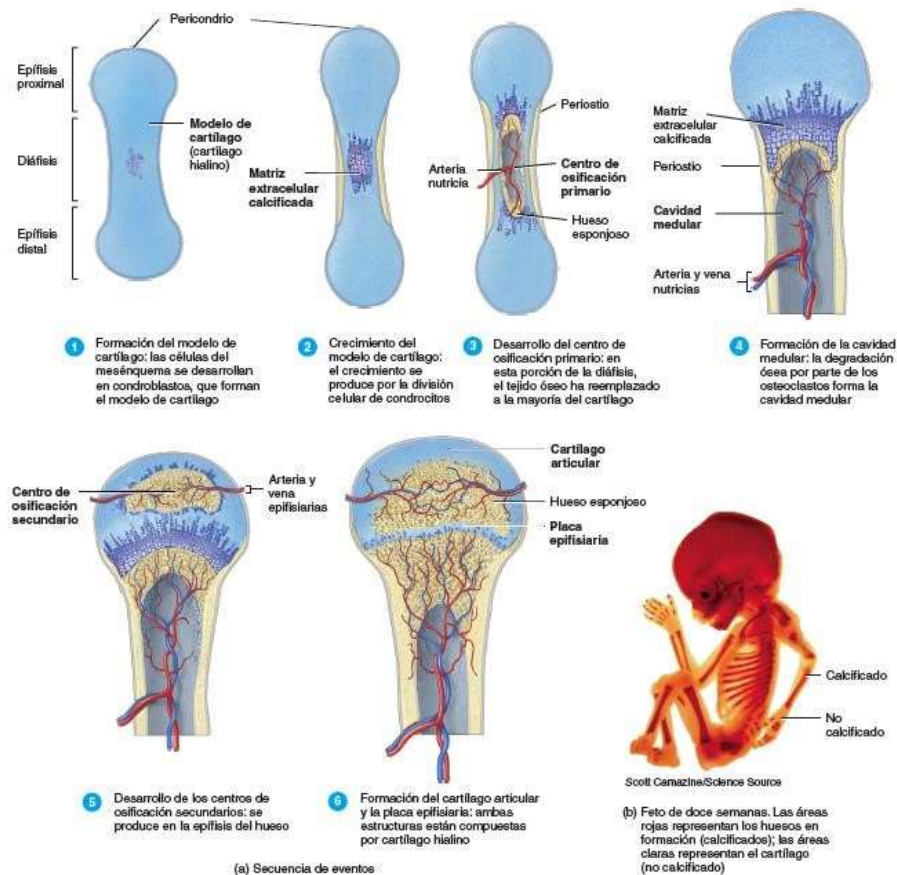
- La osificación ocurre de 2 maneras: **intramembranosa y endocondral.**
 - La osificación intramembranosa se desarrolla en los huesos planos cuando la membrana de tejido conectivo es reemplazada por hueso.
-

Formación del tejido óseo



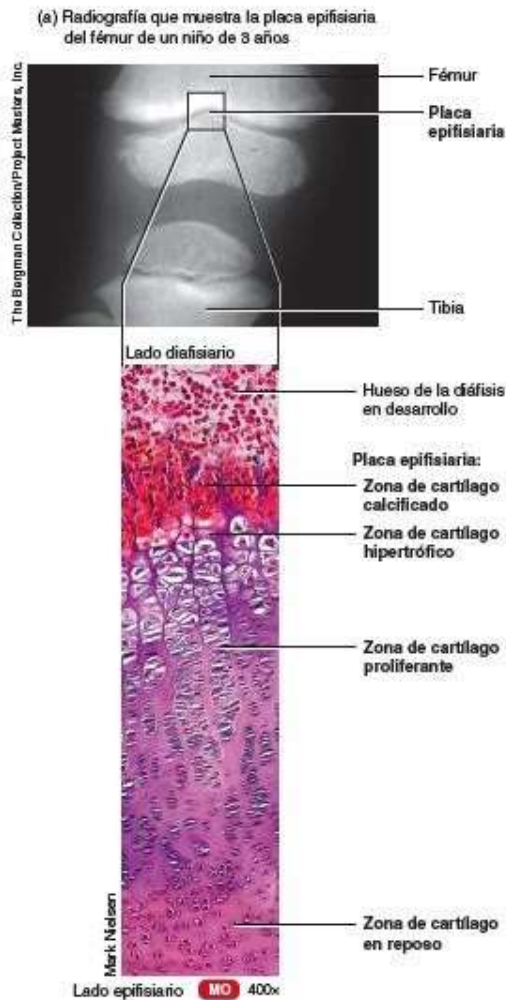
Formación del tejido óseo

La osificación endocondral reemplaza cartílago por hueso en el embrión y el feto en desarrollo.

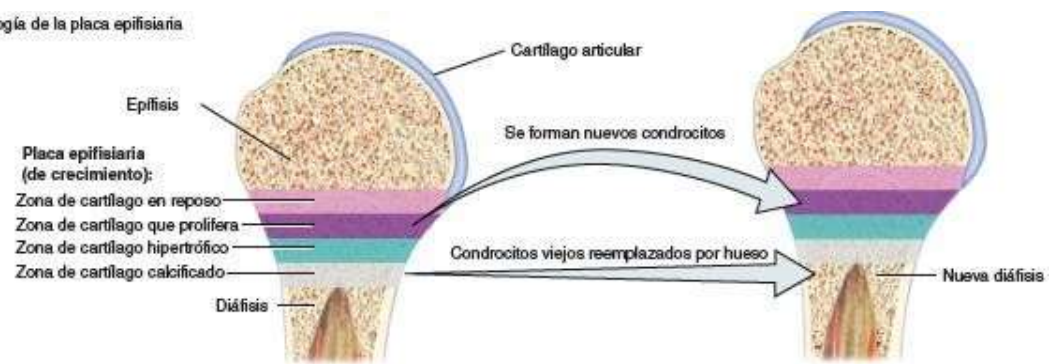


Formación del tejido óseo

La osificación endocondral también ocurre en las placas epifisarias de los huesos largos en crecimiento.



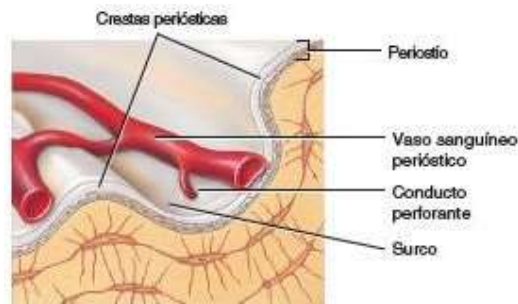
(b) Histología de la placa epifisaria



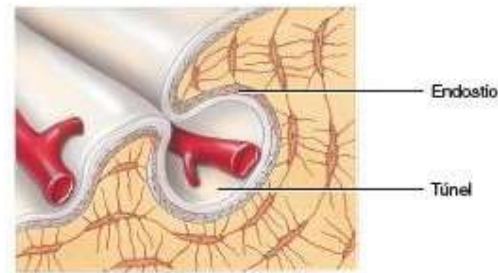
(c) Crecimiento longitudinal del hueso en la placa epifisaria

Formación del tejido óseo

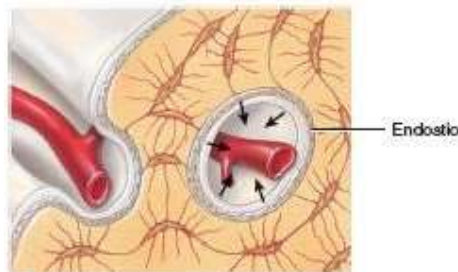
Los huesos crecen en espesor por la acción conjunta de los osteoblastos y los osteoclastos.



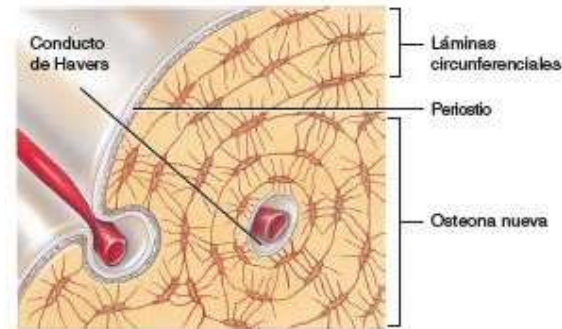
1 Las crestas en el periostio forman surcos para los vasos sanguíneos periósticos



2 Las crestas periósticas se unen, formando un túnel recubierto de endostio



3 Los osteoblastos en el endostio forman nuevas laminillas concéntricas dispuestas hacia el centro del túnel, formando una nueva osteona

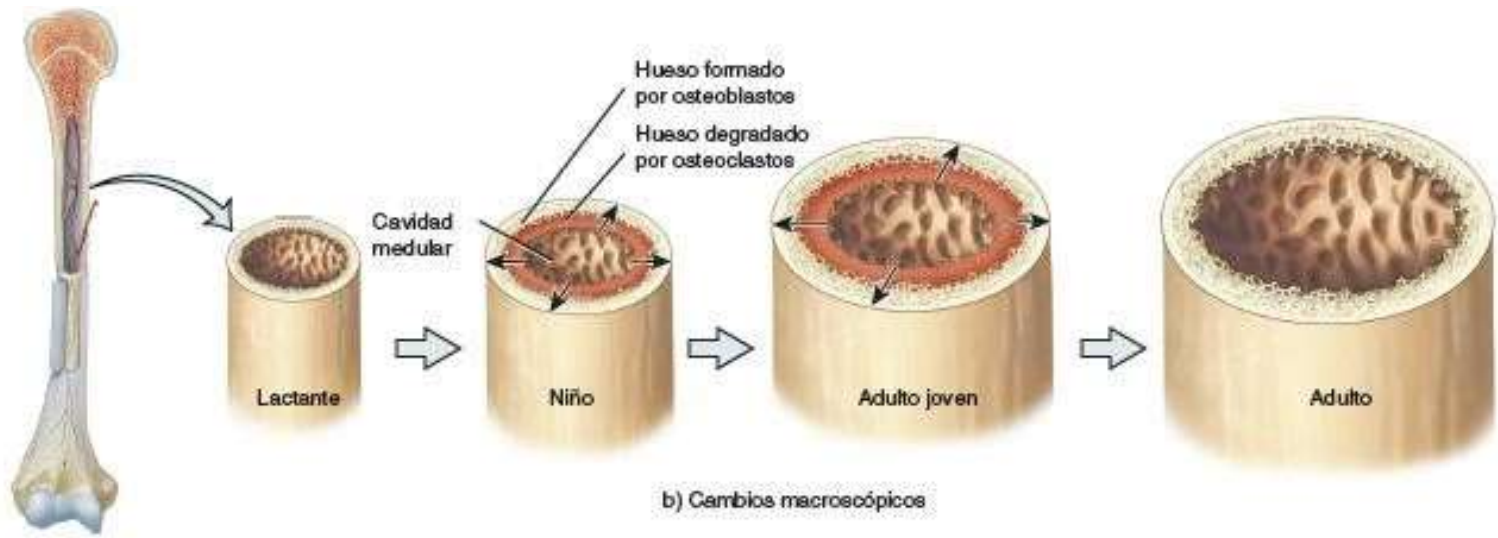


4 El hueso crece hacia afuera a medida que los osteoblastos en el periostio forman nuevas laminillas concéntricas. La formación de la osteona se repite a medida que las crestas periósticas nuevas envuelven los vasos sanguíneos

a) Detalles microscópicos

Formación del tejido óseo

A medida que los osteoblastos depositan tejido óseo en la superficie externa, los osteoclastos ensanchan la cavidad medular desde adentro.





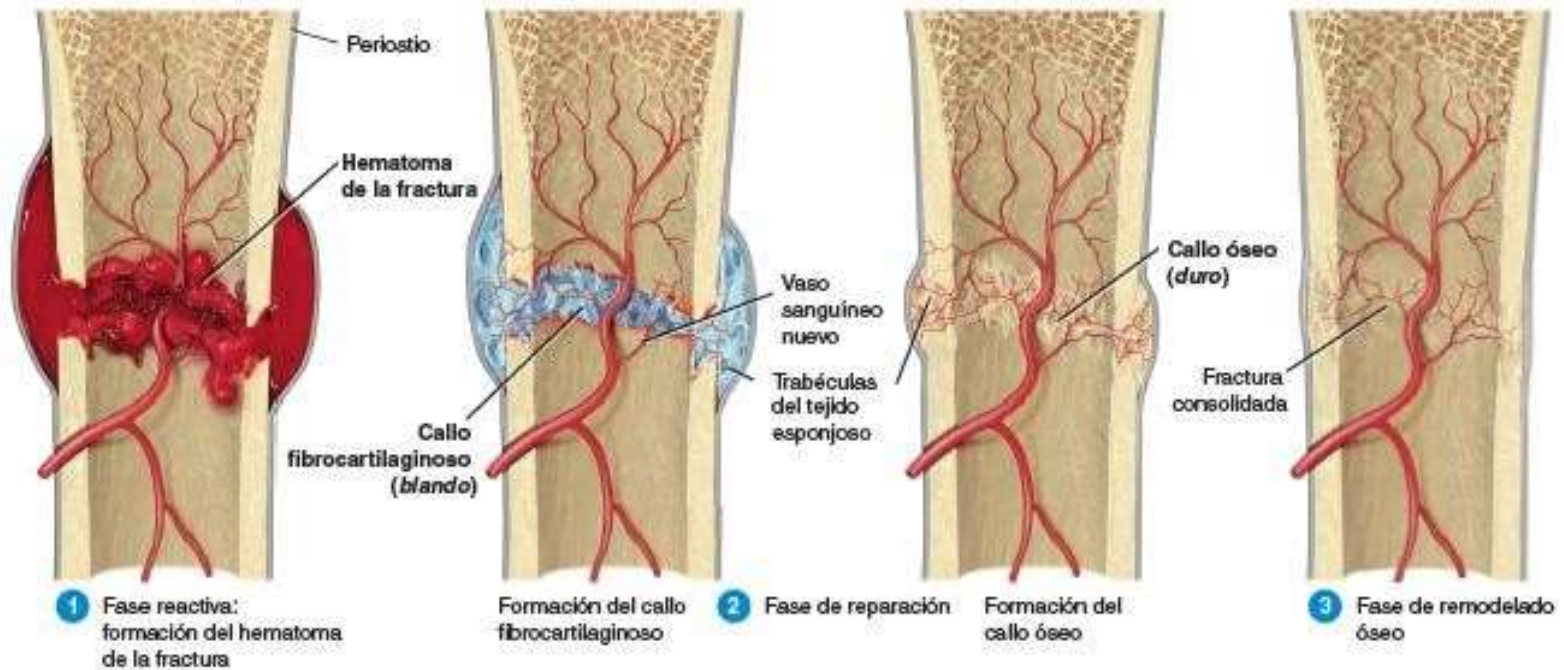
FRACTURA Y CONSOLIDACIÓN ÓSEA

Fractura y consolidación ósea

La fractura es una rotura del hueso. Hay diferentes tipos de fracturas. El proceso de consolidación consiste en 3 fases diferentes en 4 etapas.

- ❑ La **fase reactiva** es una fase inflamatoria inicial.
 - ❑ La **fase reparadora** incluye primero la formación de un callo fibrocartilaginoso y, luego, un callo óseo.
 - ❑ La **fase de remodelado óseo** es el último paso cuando el callo óseo se reestructura.
-

Fractura y consolidación ósea



Fractura y consolidación ósea

Algunas fracturas frecuentes son:

CUADRO 6.1 Fracturas frecuentes

FRACTURA	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	RADIOGRAFÍA
Abierta (compuesta)	El extremo fracturado del hueso atraviesa la piel. Por el contrario, una fractura cerrada (<i>simple</i>) no lesiona la piel		 Húmero Radio Cúbito Cortesía Dr. Brent Layton
Conminuta (<i>con</i> = junta; <i>-minuta</i> = fragmentada)	El hueso se rompe en fragmentos pequeños en el lugar del impacto, y hay fragmentos óseos pequeños entre los dos segmentos principales		 Húmero Cortesía Per Amundson, M.D.

Fractura y consolidación ósea

Algunas fracturas frecuentes son:

Fractura en tallo verde

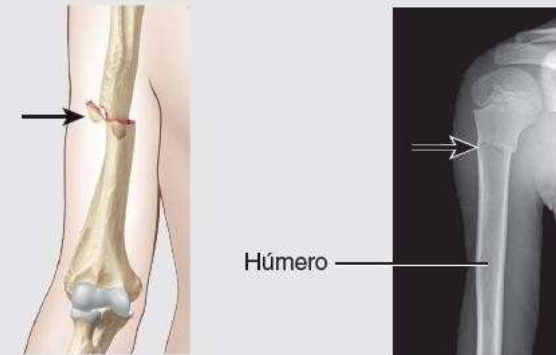
Una fractura parcial donde se rompe un lado del hueso y el otro lado se dobla; similar al quiebre de una ramita verde, un lado se quiebra y el otro no. Propio de los niños cuyos huesos no están totalmente osificados y contienen más material orgánico que inorgánico



Cortesía Dr. Brent Layton

Impactada

Un extremo de la fractura se incrusta en el interior del otro extremo



Cortesía Dr. Brent Layton

Fractura y consolidación ósea

Algunas fracturas frecuentes son:

CUADRO 6.1 Fracturas frecuentes (*Continuación*)

FRACTURA	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	RADIOGRAFÍA
De Colles	Fractura del extremo distal del hueso lateral del antebrazo (radio) en la cual el fragmento distal se desplaza hacia atrás.		
De Pott	Fractura del extremo distal del hueso lateral de la pierna (peroné), con lesión grave de la articulación tibial distal.		

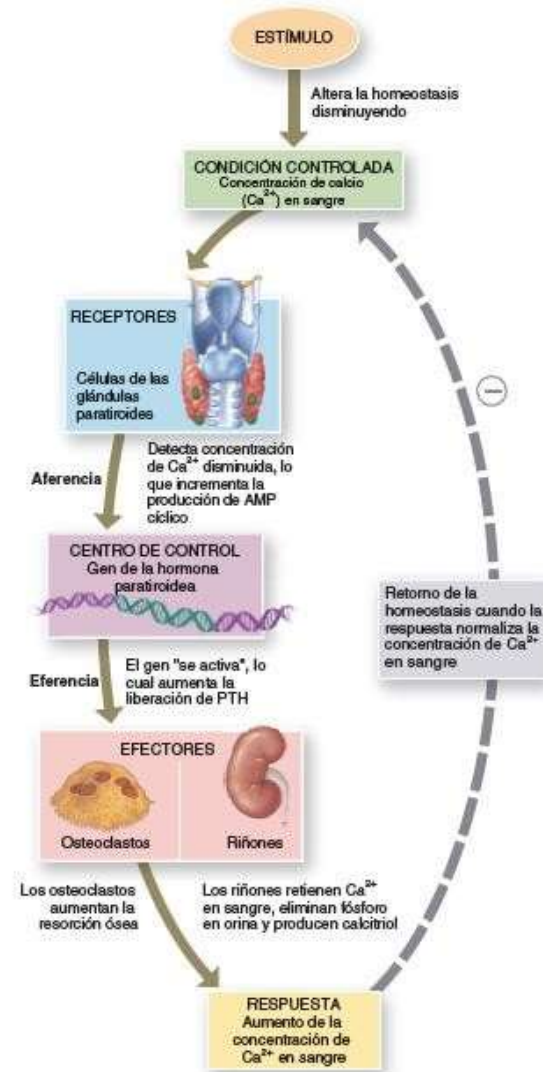
Cortesía Dr. Brent Layton

PAPEL DEL HUESO EN LA HOMEOSTASIS DEL CALCIO

Papel del hueso en la homeostasis del calcio

Los huesos almacenan el 99% del calcio del cuerpo. La glándula paratiroides segrega **hormona paratiroidea (PTH)** cuando los niveles de calcio descienden. Los osteoclastos son estimulados para aumentar la resorción ósea y se segrega calcio. La PTH también estimula la producción de **calcitriol** por los riñones para aumentar la absorción de calcio en los intestinos.

Papel del hueso en la homeostasis del calcio



Envejecimiento y el tejido óseo

Desde el nacimiento hasta la adolescencia, se produce más tejido óseo de lo que se pierde por el remodelado. En los adultos, la proporción es la misma. En las personas mayores, especialmente las mujeres posmenopáusicas, se produce una pérdida de masa ósea cuando la resorción supera el depósito.



CUADRO 6.2 Resumen de factores que afectan el crecimiento óseo

FACTOR	COMENTARIO
MINERALES	
Calcio y fósforo	Endurece la matriz extracelular ósea
Magnesio	Ayuda a formar la matriz extracelular ósea
Fluoruro	Ayuda a fortalecer la matriz extracelular ósea
Manganeso	Activa enzimas implicadas en la síntesis de la matriz extracelular ósea
VITAMINAS	
Vitamina A	Necesaria para la actividad de osteoblastos durante el remodelado óseo; su deficiencia dificulta el crecimiento óseo; tóxica en dosis elevadas
Vitamina C	Necesaria para la síntesis de colágeno, la principal proteína ósea; su deficiencia conduce a menor producción de colágeno, que desacelera el crecimiento óseo y demora la consolidación de huesos rotos
Vitamina D	Los riñones producen la forma activa (calcitriol); contribuye a la formación ósea al favorecer la absorción de calcio desde el tracto gastrointestinal a la sangre; su deficiencia produce calcificación deficiente y desacelera el crecimiento óseo; puede reducir el riesgo de osteoporosis pero es tóxica si se administra en dosis altas. Las personas que tienen mínima exposición a rayos ultravioletas o que no toman suplementos de Vitamina D pueden carecer de suficiente Vitamina D para absorber calcio. Esto interfiere con el metabolismo del calcio
Vitaminas K y B₁₂	Necesarias para la síntesis de proteínas óseas; su deficiencia resulta en la producción anormal de proteínas en la matriz extracelular ósea y disminución de la densidad ósea

HORMONAS

Hormona de crecimiento (GH)	Secretada por el lóbulo anterior de la glándula pituitaria; promueve el crecimiento general de todos los tejidos del cuerpo, incluido el hueso, principalmente estimulando la producción de factores de crecimiento similar a la insulina
Factores de crecimiento semejante a la insulina (IGF)	Secretada por el hígado, huesos y otros tejidos ante la estimulación de la hormona de crecimiento; promueve al crecimiento óseo normal al estimular los osteoblastos y aumentar la síntesis de proteínas necesarias para la formación de hueso nuevo
Hormonas tiroideas (T₃ y T₄)	Secretadas por la glándula tiroides; promueve al crecimiento óseo normal estimulando osteoblastos
Insulina	Secretada por el páncreas; promueve al crecimiento óseo normal al aumentar la síntesis de proteínas óseas
Hormonas sexuales (estrógenos y testosterona)	Secretadas por los ovarios en mujeres (estrógenos) y por los testículos en varones (testosterona); estimulan osteoblastos y promueven el "estirón" de crecimiento durante la adolescencia. Detienen el crecimiento en la placa epifisiaria entre los 18 y 21 años, finalizando el crecimiento longitudinal del hueso; contribuyen al remodelado óseo en la adultez al desacelerar la resorción ósea por osteoclastos y promover el depósito óseo por osteoblastos
Hormona paratiroidea (PTH)	Secretada por las glándulas paratiroides; promueve la resorción ósea por osteoclastos; facilita la recuperación de calcio iónico de la orina; promueve la formación de la forma activa de Vitamina D (calcitriol)
Calcitonina (CT)	Secretada por la glándula tiroides; inhibe la resorción ósea por osteoclastos

EJERCICIO	Las actividades con descarga de peso estimulan los osteoblastos y, en consecuencia, contribuyen a la formación de huesos más gruesos y fuertes, y retardan la pérdida de masa ósea que deviene con la edad
------------------	--

ENVEJECIMIENTO	A medida que los niveles de hormonas sexuales disminuyen en la edad mediana y hacia la edad avanzada, especialmente en las mujeres luego de la menopausia, la resorción ósea por los osteoclastos supera la deposición ósea por los osteoblastos, lo que causa disminución en la masa ósea y mayor riesgo de osteoporosis
-----------------------	---

TRASTORNOS

Desequilibrios homeostáticos

- Gammagrafía
- Osteoporosis
- Raquitismo
- Osteomalacia

