



Fisiología del Sistema óseo

FI-UNAM
2007-2

Dra. Cristina León
de Velasco

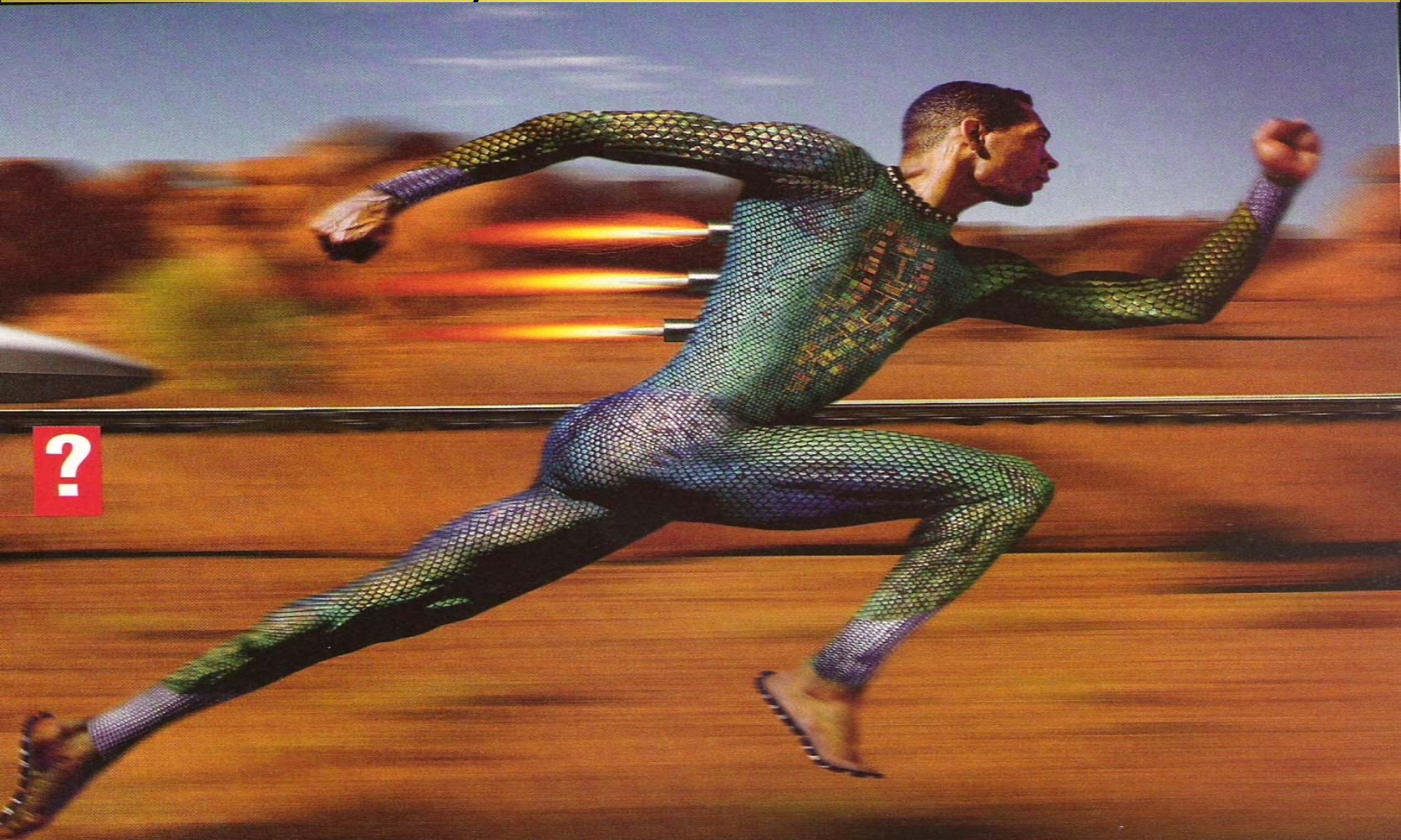
Sistema esquelético

- Protege a los órganos internos
- Proporciona uniones cinemáticas rígidas
- Facilita la acción muscular y el movimiento corporal
- Posee propiedades estructurales y mecánicas únicas que le permiten desarrollar esas funciones
- Está entre las estructuras más duras del cuerpo (dentina y esmalte son más duros)

Sistema esquelético

- Es uno de los tejidos más dinámicos y metabólicamente activos (a lo largo de la vida)
- Ricamente vascularizado
- Enorme capacidad de autorreparación a través de la “remodelación ósea”
- Puede alterar sus propiedades y configuración en respuesta a “demandas mecánicas”
- La intensidad y frecuencia de las demandas mecánicas y diferentes condiciones de carga, afectan su morfología (uso aumentado, desuso)

Dureza, rigidez, flexibilidad y elasticidad ósea



Dureza, rigidez, flexibilidad y elasticidad ósea

El componente inorgánico o mineral (principalmente calcio y fósforo) lo hace “duro y rígido”.

El componente orgánico le proporciona “flexibilidad y elasticidad”.

Composición y estructura del tejido óseo

- Es un tejido conectivo especializado, formado por células, llamadas “osteocitos”, matriz extracelular orgánica de fibras (90% colágena) y una sustancia fundamental (glucosaminoglicanos [GAG] o polisacáridos protéicos en su forma de proteoglicanos) producida por los osteocitos y que sirven de cimentación para la colágena mineralizada.
- Agua: 25% del peso total del hueso vivo, de la cual el 85% se encuentra en la matriz orgánica y celdillas de hidratación que rodean a los cristales
- Su característica principal es su alto contenido en sales minerales que se combinan con la matriz orgánica.

Porción mineral o inorgánica del TO

Cristales de hidroxiapatita: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ constituyen del 60% al 70% de su peso seco y le dan su consistencia sólida.

Agua: 5% a 8%

Matriz orgánica: el resto del tejido

El hueso sirve de reservorio principal para el calcio (98%) el 2% restante está en la circulación.

Diferentes tipos de hueso

A nivel microscópico existen
solamente 2 tipos:

1. Tejido

2. Laminar

Los 2 se encuentran estructuralmente
organizados en:

I. Trabecular (esponjoso)

II. Cortical (denso o compacto)

Estructura ósea

como el colágeno le aportan flexibilidad y elasticidad.

ARTERIA

VENA

DIÁFISIS

Contiene médula ósea productora de glóbulos rojos y una red de vasos sanguíneos.

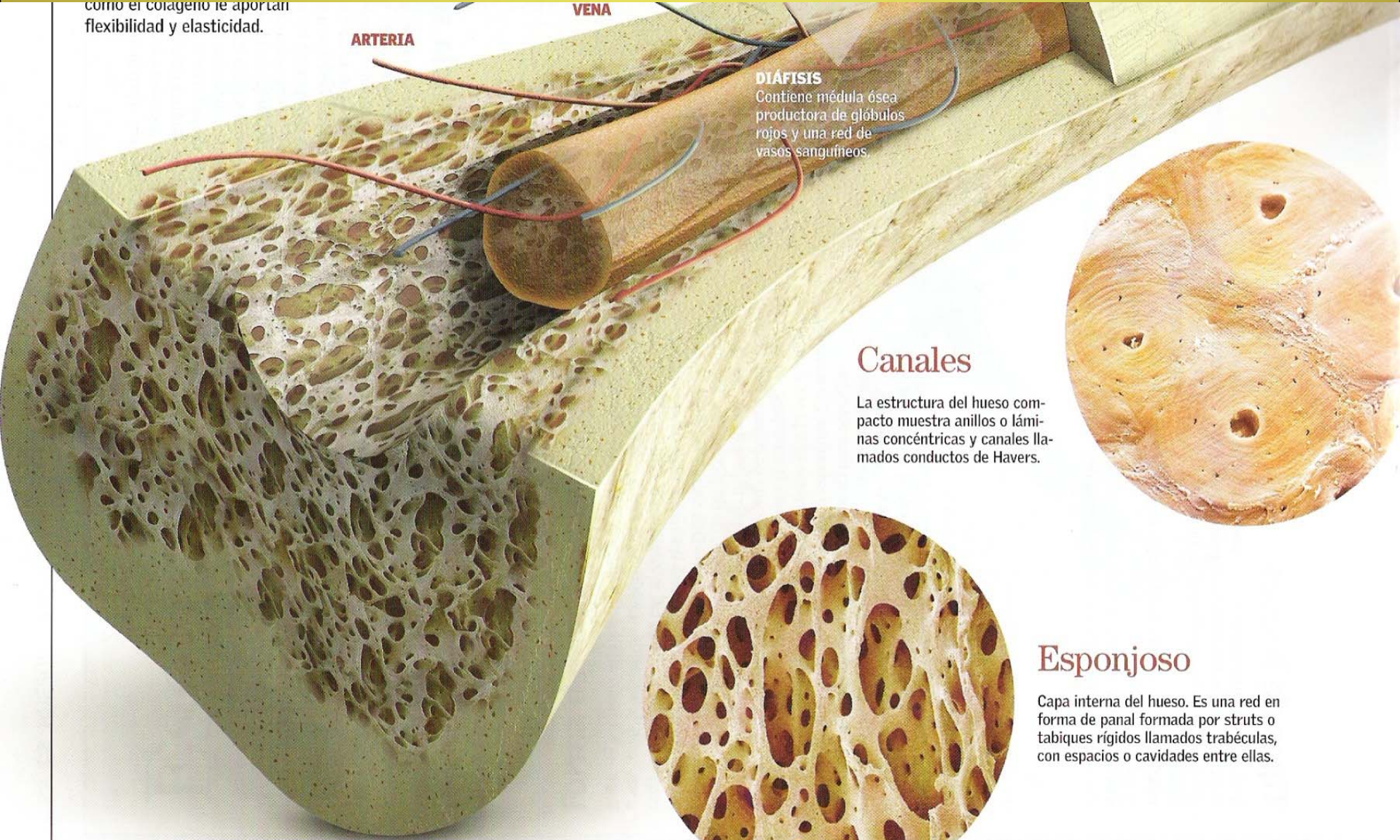
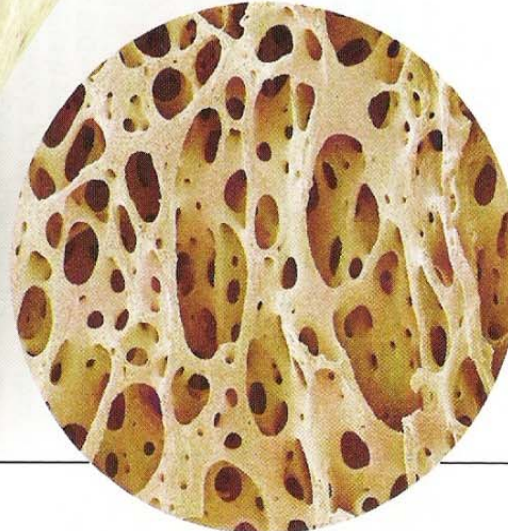
Canales

La estructura del hueso compacto muestra anillos o láminas concéntricas y canales llamados conductos de Havers.

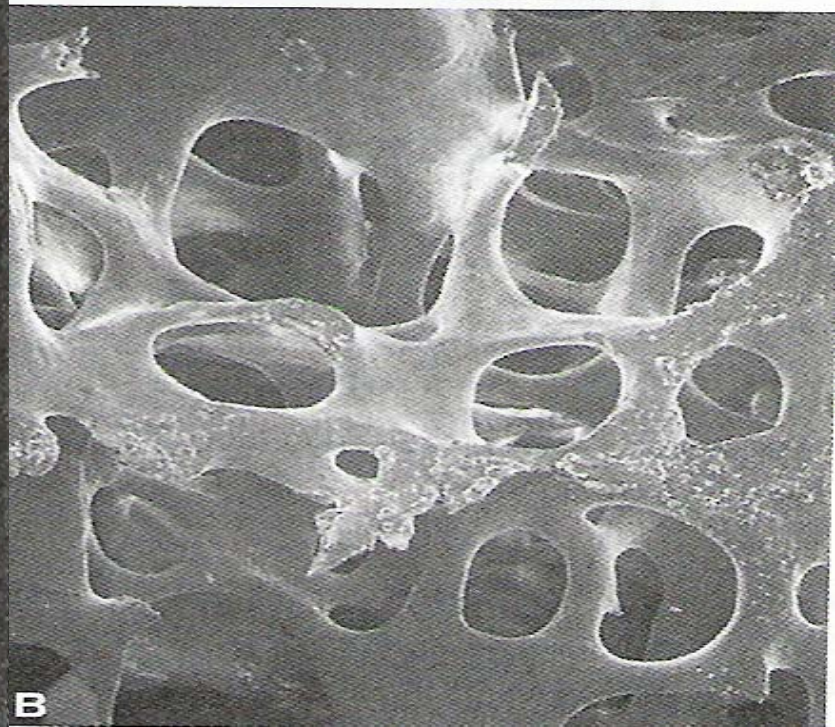
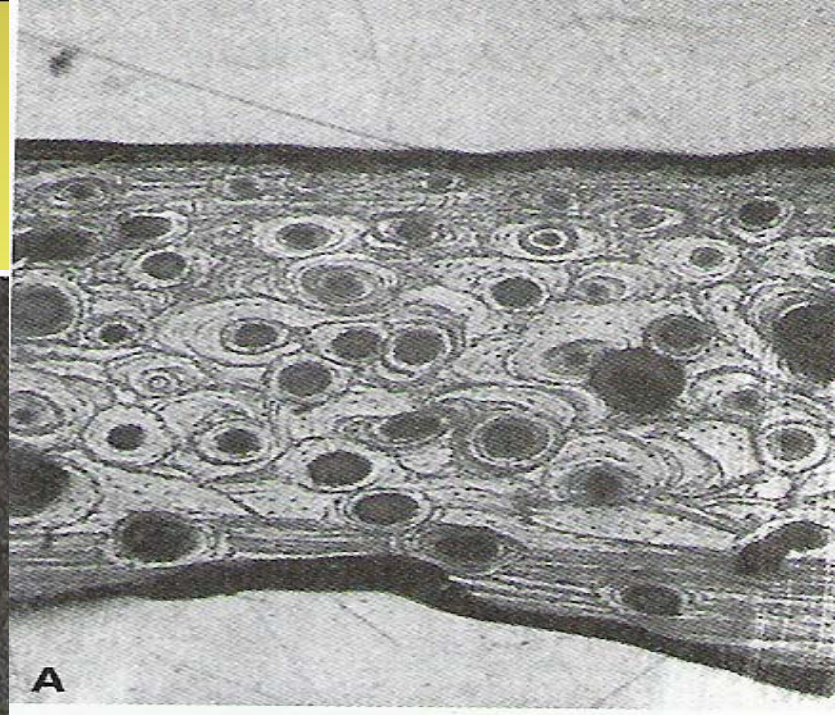
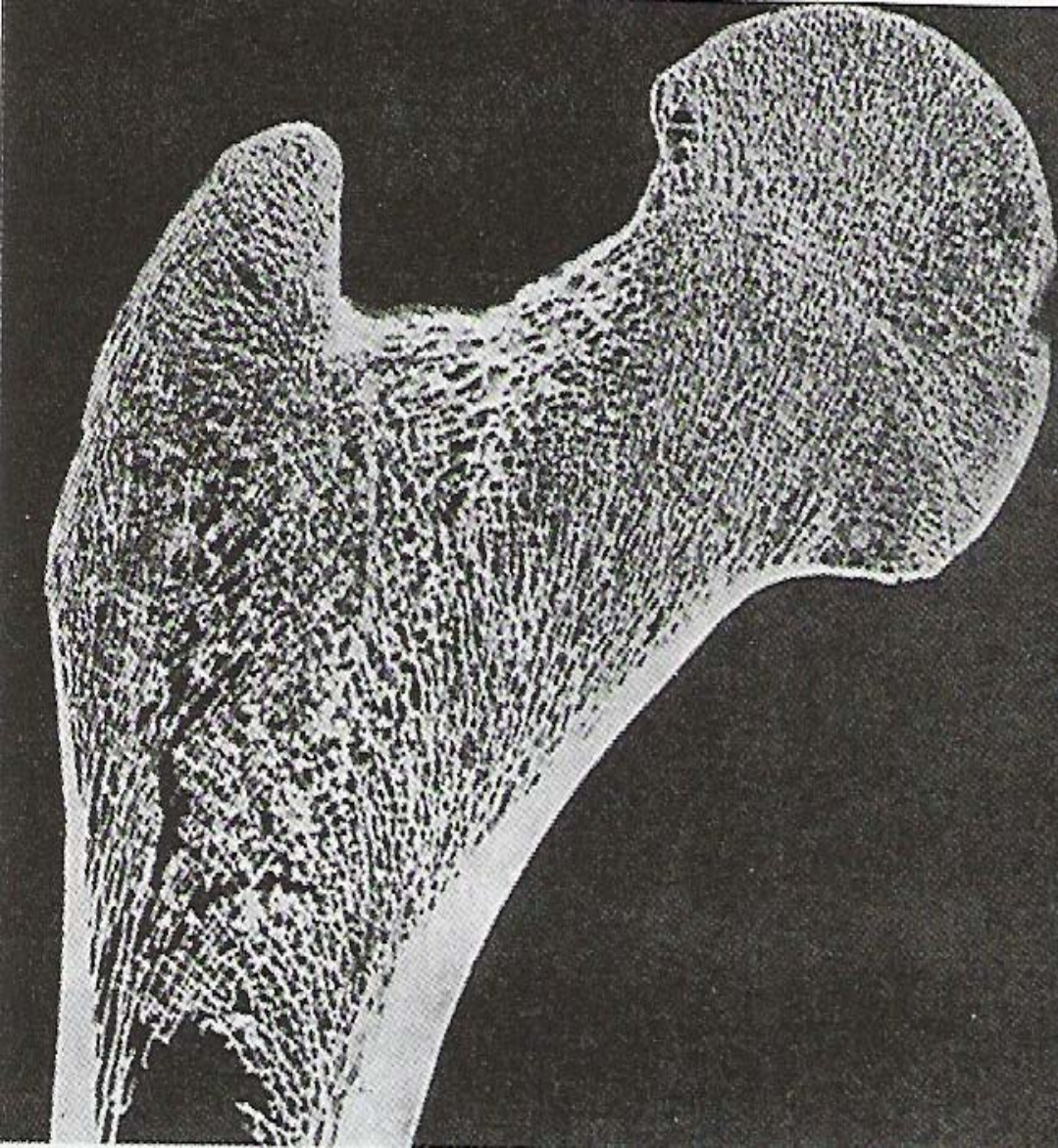


Esponjoso

Capa interna del hueso. Es una red en forma de panal formada por struts o tabiques rígidos llamados trabéculas, con espacios o cavidades entre ellas.



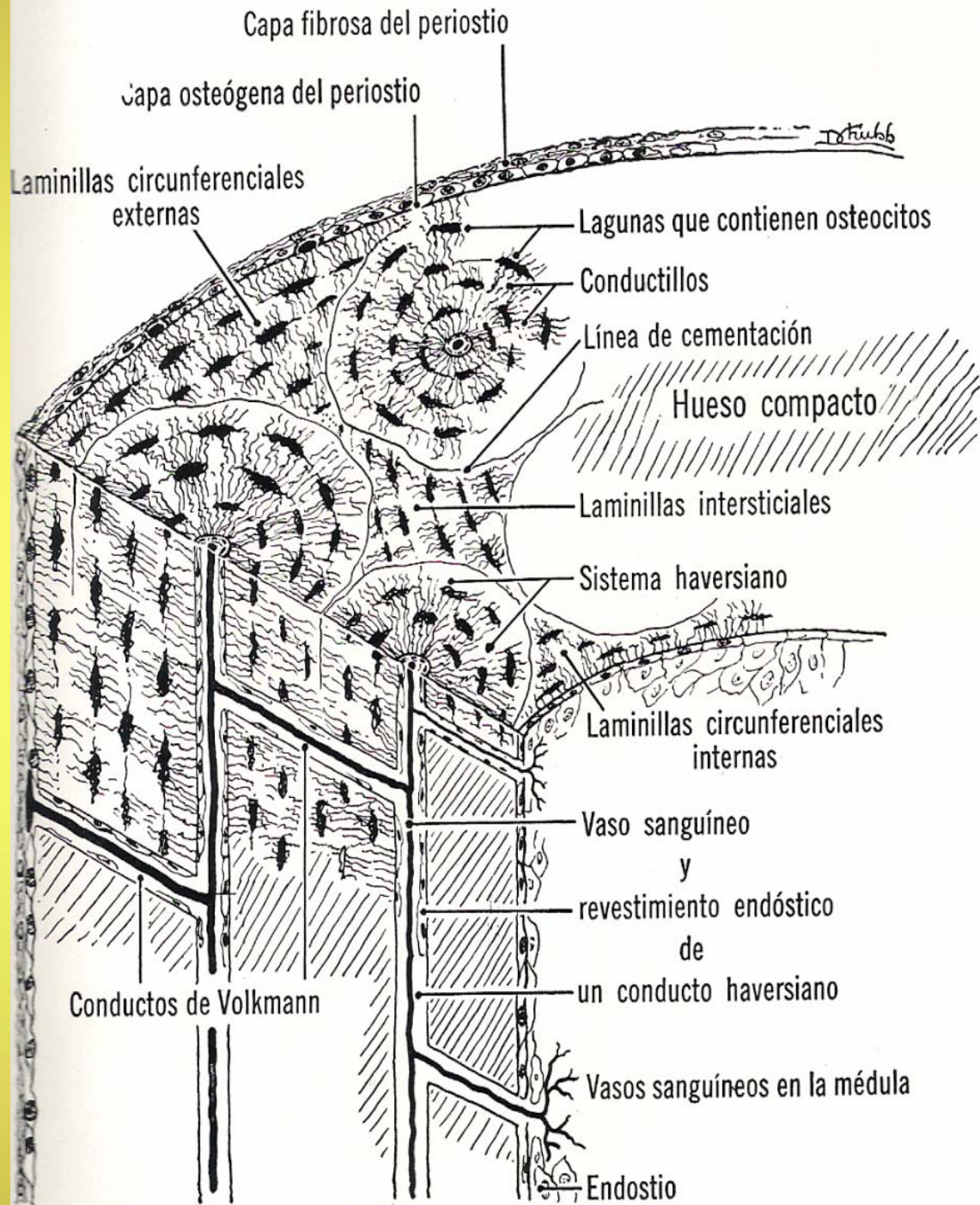
Hueso cortical y esponjoso



La unidad estructural fundamental del Tejido óseo es:

- La “osteona” o sistema haversiano formada por un canal central (haversiano) que contiene vasos sanguíneos y fibras nerviosas.
- La osteona está formada de capas concéntricas (laminillas) de matriz mineralizada (como los anillos de crecimiento del tronco de un árbol)
- En cada capa hay cavidades llamadas “lagunas” que contienen cada una un osteocito
- A partir de cada laguna se expanden abundantes canales pequeños llamados “canalículos” que las conectan y alcanzan el canal haversiano.

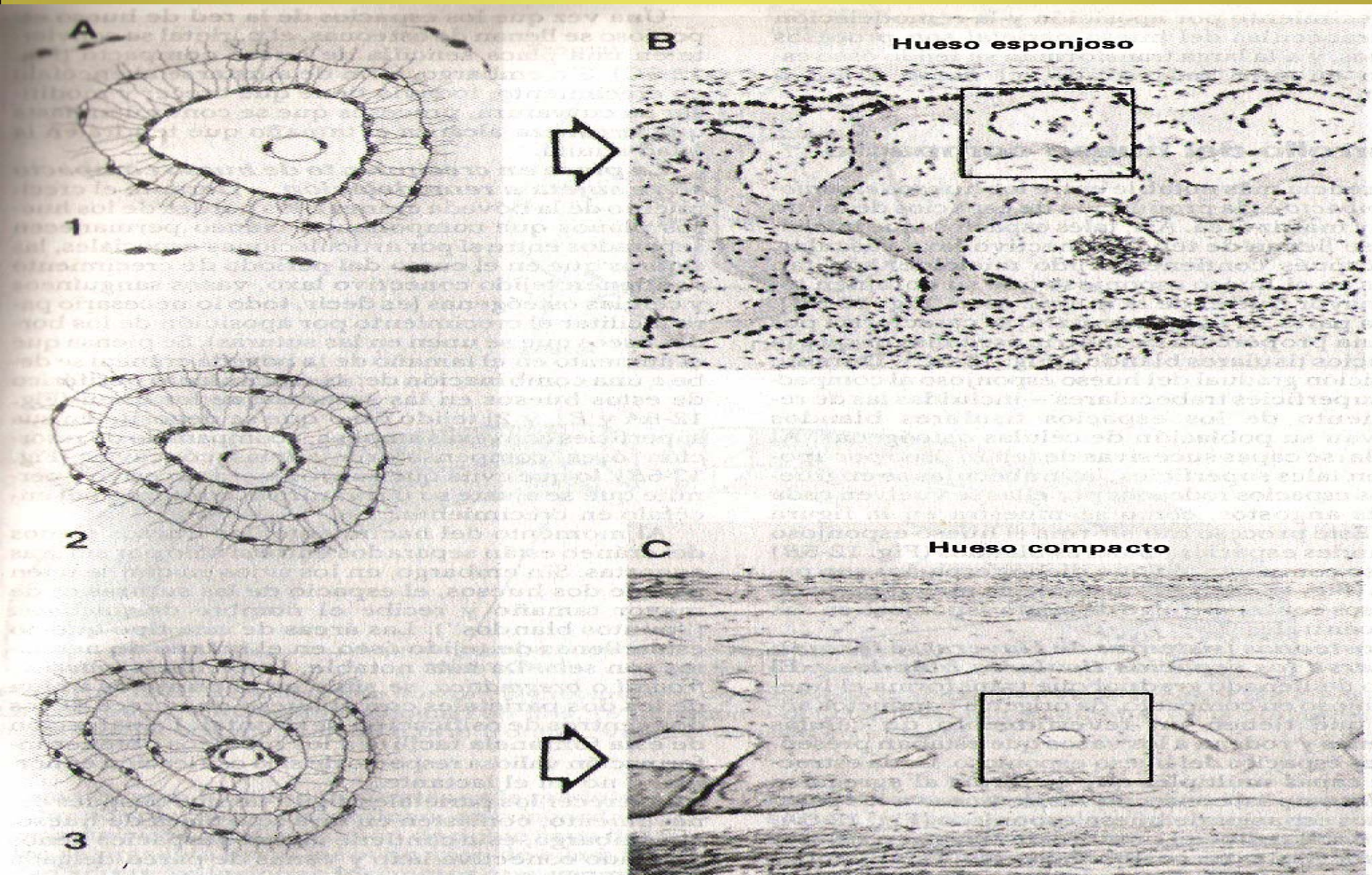
Osteona o sistema haversiano



Hueso trabecular o esponjoso

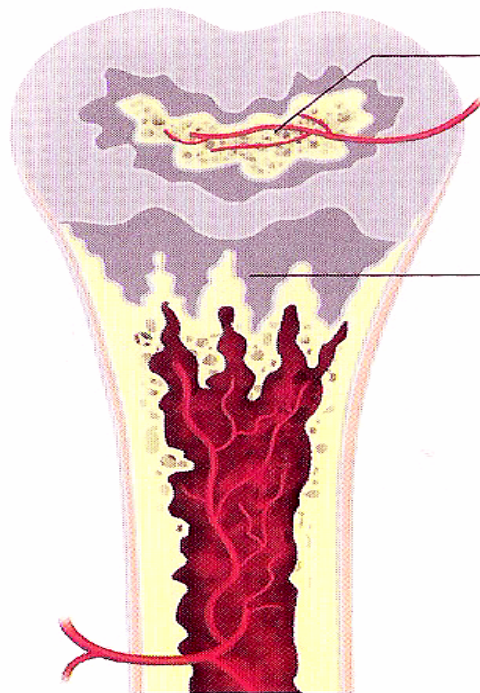
- Se encuentra en la epífisis y metáfisis de los huesos largos
- Se encuentra en huesos cuboideos como vértebras, metacarpo, metatarso.
- Forma una red 3D que se alinea a lo largo de las líneas de los diferentes esfuerzos a los que está sujeto (predominan los de compresión)
- Su recambio metabólico es 8x que el del hueso cortical

Hueso esponjoso y hueso compacto



Crecimiento de huesos largos (osificación endocondral)

del hueso continuo en el individuo adulto. El calcio es el elemento imprescindible para que la tarea se desarrolle sanamente. Hasta los 6 meses se recomiendan 210 miligramos diarios en la alimentación.



EPÍFISIS

Aparecen los centros de osificación secundaria.

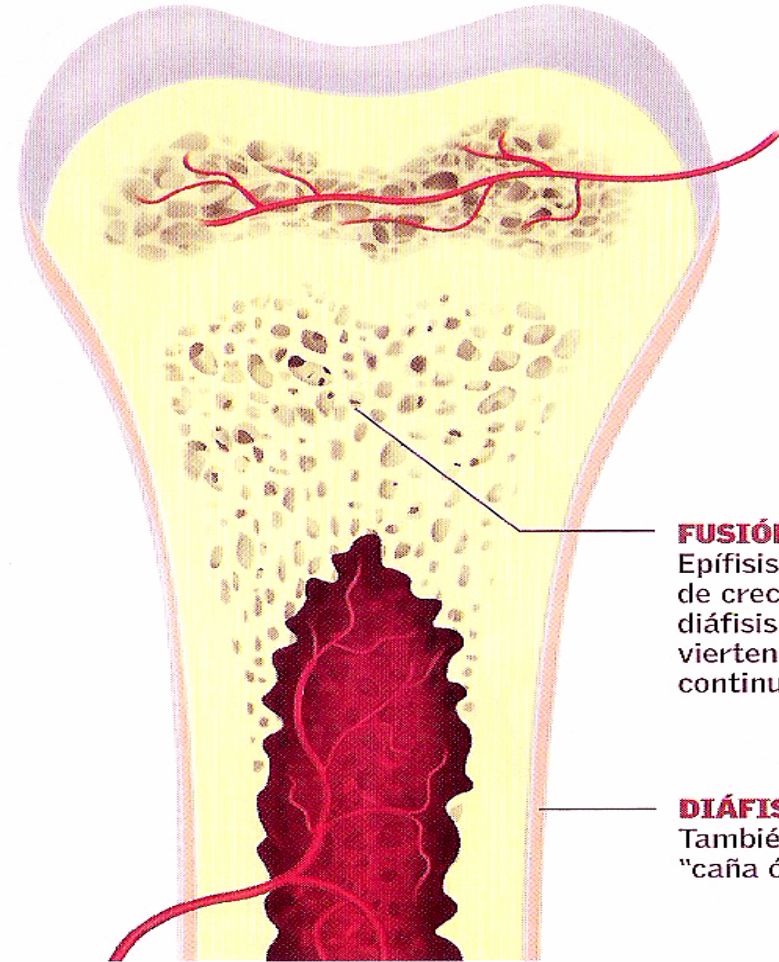
PLACA DE CRECIMIENTO

Sigue actuando, depositando hueso en la cara diafisaria de la placa.

2

EN EL NIÑO

En un niño, la osificación se va completando en las epífisis, en los denominados centros de osificación secundaria, generando el crecimiento del hueso a lo largo.



FUSIÓN

Epífisis, placas de crecimiento y diáfisis se convierten en hueso continuo.

DIÁFISIS

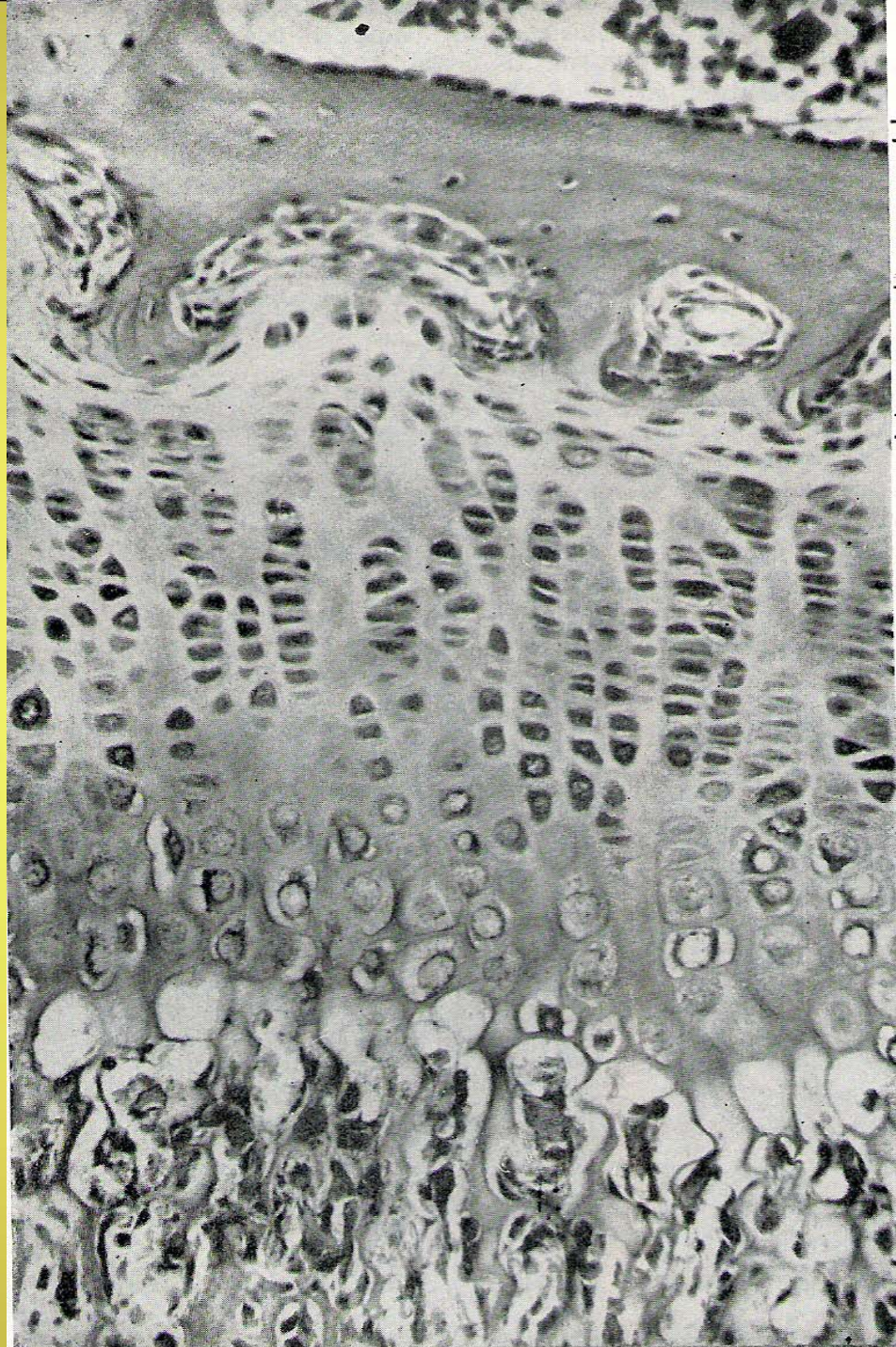
También llamada "caña ósea".

3

EN EL ADULTO

A los 18 años el proceso se ha completado. Las epífisis, placas de crecimiento y caña ósea se fusionan y osifican en un hueso continuo.

Zonas de crecimiento de la metáfisis



Médula de la epífisis

Hueso epifisario

Zona de cartilago en reposo

Zona de cartilago joven proliferante

Zona de cartilago que madura

Zona de cartilago que se calcifica

Trabéculas que se desarrollan en la metáfisis

Base celular de la remodelación ósea

- Es un proceso de renovación, por el cual se conserva la integridad mecánica del esqueleto y está activo a todo lo largo de la vida del individuo
- Incluye: la eliminación continua de hueso (resorción ósea) seguida de la síntesis de matriz ósea nueva y su mineralización (formación ósea)
- La eliminación de hueso viejo por resorción osteoclástica y la formación ostoblástica de hueso nuevo, conducen a la liberación de calcio y de los constituyentes de matriz ósea al suero.

LA REMODELACIÓN ÓSEA

- Participa en la HOMEOSTASIS del CALCIO y proporciona la base para monitorear el metabolismo óseo por medio de determinaciones séricas (en el suero de la sangre) de la matriz protéica.
- Implica el reclutamiento de 2 poblaciones celulares diferentes en lugares distintos del hueso cortical y del hueso esponjoso
- La interacción entre poblaciones de osteoclastos y osteoblastos de resorción y formación está equilibrada, de tal forma que alteraciones pequeñas conducen a pérdida de hueso o menos frecuentemente aumento de masa ósea