

# Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético.

## Tema 3

# Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

- Generalidades.
- Estructura macroscópica del hueso.
- Estructura microscópica del hueso.
- Funciones del sistema esquelético.
- Remodelación ósea.
- Fracturas.
- Factores que afectan al crecimiento óseo.
- Equilibrio del calcio.
- Envejecimiento.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### GENERALIDADES

El hueso es un tejido vivo, dinámico y complejo que se remodela de forma continua.

Cada hueso es un órgano compuesto por diversos tejidos que actúan en conjunto:

- \* Óseo
- \* Cartilaginoso
- \* Conectivo denso
- \* Epitelial
- \* Hematopoyético
- \* Adiposo
- \* Nervioso.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Estructura macroscópica del hueso

En un hueso largo se distinguen:

1. Diáfisis: Cuerpo del hueso, porción cilíndrica larga.
2. Epífisis: Extremos proximal y distal del hueso.
3. Metáfisis: Regiones de unión de la diáfisis y la epífisis en un hueso maduro. En un hueso en crecimiento, cada metáfisis contiene una *placa epifisaria* que es una placa de cartílago que permite que la diáfisis crezca en longitud. Cuando finaliza el crecimiento longitudinal del hueso, el cartílago es reemplazado por hueso y la estructura resultante se denomina *línea epifisaria*.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

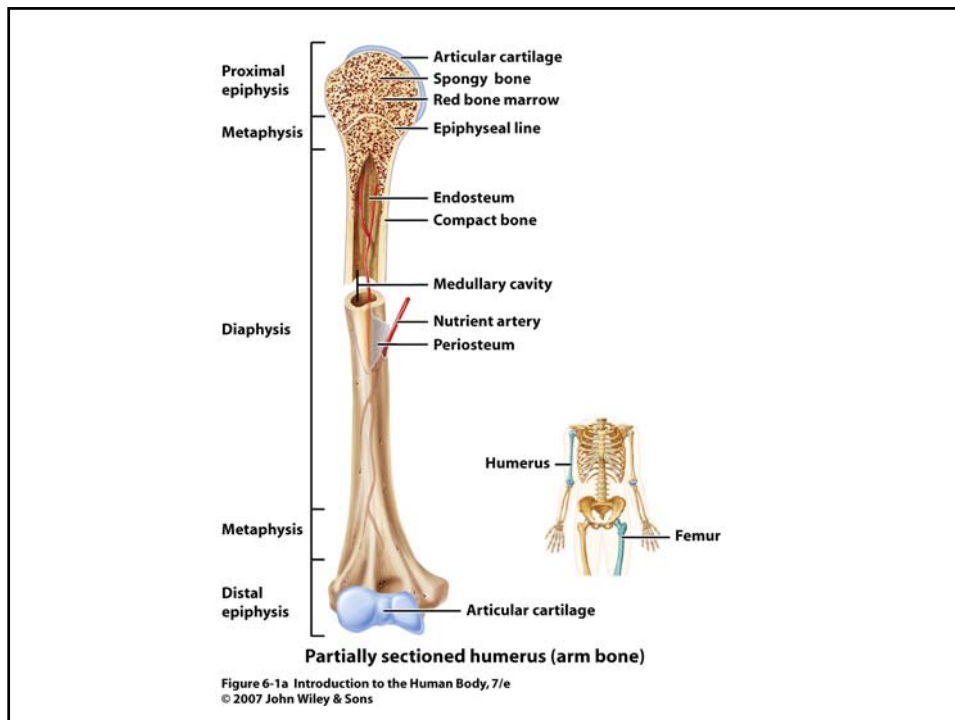
### Estructura macroscópica del hueso

4. Cartílago articular. Capa delgada de cartílago que cubre parte de la epífisis en el lugar de articulación. Disminuye la fricción y los impactos entre las articulaciones. Su capacidad de reparación es limitada.
5. Periostio: Vaina dura de tejido conectivo que rodea la superficie ósea en los sitios donde el hueso no está cubierto de cartílago articular. Contiene células formadoras de hueso que permiten el crecimiento en espesor pero no en longitud. Protege al hueso, facilita la reparación de fracturas, nutre al tejido óseo y actúa como lugar de inserción de ligamentos y tendones.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Estructura macroscópica del hueso

6. Cavity medular: Espacio cilíndrico dentro de la diáfisis que en los adultos contiene la médula ósea amarilla.
7. Endostio: Fina membrana que delinea la cavidad medular. Contiene una sola capa de células formadoras de hueso.



## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Estructura microscópica del hueso

El tejido óseo contiene una matriz extracelular abundante que rodea a las células. Esta matriz está constituida por:

- \* 25 % agua.
- \* 25 % colágeno.
- \* 50 % sales minerales.

Las sales minerales se depositan y cristalizan sobre una estructura formada por la fibras de colágeno de la matriz extracelular favoreciendo el endurecimiento del hueso. Este proceso de calcificación es iniciado por las células formadoras de hueso, los *osteoblastos*.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Estructura microscópica del hueso

En el tejido óseo se diferencian 4 tipos celulares:

1. Células osteógenas. Son células madre no especializadas que derivan del mesénquima (tejido del cual proceden todos los tipos de tejido conectivo). Se dividen formando los osteoblastos.
2. Osteoblastos. Son células formadoras de hueso. Sintetizan y secretan fibras de colágeno y otros compuestos orgánicos necesarios para producir la matriz extracelular de tejido óseo. Cuando quedan atrapados en sus propias secreciones se convierten en osteocitos.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Estructura microscópica del hueso

3. Osteocitos. Células óseas maduras. Mantienen su metabolismo a través de intercambio de nutrientes y productos de desecho con la sangre. No se dividen.
4. Osteoclastos. Células grandes derivadas de la unión de 50 o más monocitos sanguíneos. Se concentran en el endostio. Liberan enzimas lisosomales y ácidos que digieren a las proteínas y componentes minerales de la matriz ósea extracelular (resorción). Este proceso es parte del desarrollo, crecimiento, mantenimiento y reparación del hueso.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Estructura microscópica del hueso

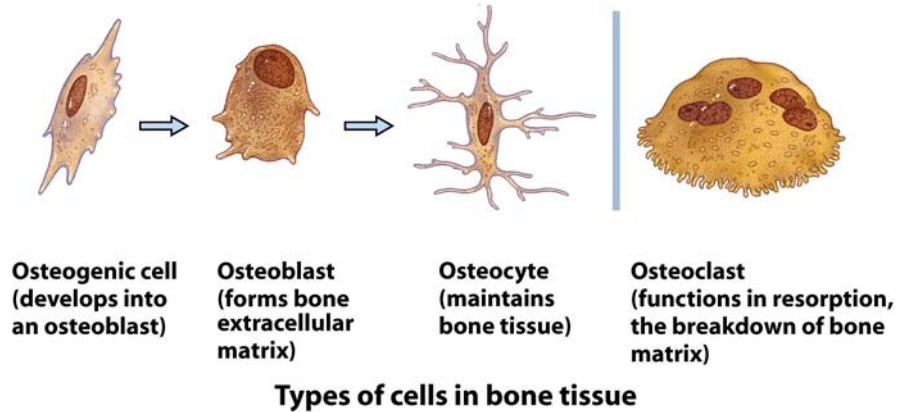


Figure 6-2a Introduction to the Human Body, 7/e  
© 2007 John Wiley & Sons

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Funciones del sistema esquelético

1. **Sostén.** El esqueleto proporciona al cuerpo una base estructural para sostener a los tejidos blandos. También constituye los sitios de inserción de los músculos esqueléticos.
2. **Protección.** El esqueleto protege a los órganos internos de lesiones.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Funciones del sistema esquelético

3. Asistencia al movimiento. La mayoría de los músculos esqueléticos se insertan en los huesos, al contraerse traccionan de éstos y los mueve.
4. Homeostasis Mineral. El tejido óseo almacena numerosos minerales, fundamentalmente calcio y fósforo.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Funciones del sistema esquelético

5. Producción de células sanguíneas. Dentro de ciertos huesos se localiza la médula ósea roja que es la encargada de llevar a cabo la hematopoyesis.
6. Almacenamiento de triglicéridos. La médula ósea amarilla está constituida por células adiposas que almacenan triglicéridos que constituyen una reserva energética. En los recién nacidos toda la médula ósea es roja y participa en la hematopoyesis. Con la edad parte de esa médula se transforma en amarilla.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Remodelación ósea

La remodelación ósea es el reemplazo continuo de tejido óseo viejo por hueso nuevo.

Se diferencian dos procesos:

1. Resorción ósea. Eliminación de minerales y fibras de colágeno llevada a cabo por los osteoclastos.
2. Depósito óseo. Incorporación de minerales y fibras de colágeno al hueso por los osteoblastos.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Remodelación ósea

Existe un equilibrio entre las acciones de los osteoclastos y los osteoblastos:

- \* Si se forma demasiado tejido nuevo, los huesos se volverían gruesos y pesados.
- \* Si se deposita demasiada sustancia mineral se formarían protuberancias sobre el hueso (espolones) que interfieren en el movimiento de las articulaciones
- \* Si se pierde excesivamente calcio o tejido óseo se debilitan los huesos y se facilita su rotura (osteoporosis) o se vuelven flexibles (raquitismo).



## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Fracturas

Tipos de fracturas:

- \* Parcial. Rotura incompleta del hueso.
- \* Completa. Rotura total.
- \* Cerrada. El hueso roto no atraviesa la piel.
- \* Abierta. El hueso roto atraviesa la piel.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Fracturas

Fases de la reparación.

1. Los fagocitos eliminan el tejido óseo muerto.
2. Los condroblastos producen fibrocartílago que permite la unión de los extremos fracturados.
3. Los osteoblastos transforman el fibrocartílago en tejido óseo esponjoso.
4. Transformación de tejido óseo esponjoso en compacto.

En ocasiones la curación se retrasa porque el depósito de Ca y P necesarios para fortalecer y endurecer el hueso de nueva formación es gradual.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Factores que afectan al crecimiento óseo

1. Ingesta adecuada de minerales, fundamentalmente Ca, P y Mg.
2. Vitaminas A, C y D.
3. Ejercicio con carga que produce tensión en el hueso.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Factores que afectan al crecimiento óseo

4. Concentración adecuada de hormonas.
  - \* Somatotropina u hormona del crecimiento (lóbulo anterior de la hipófisis) y somatomedinas (factores de crecimiento) producidos por el hueso y el hígado. Favorecen el crecimiento del hueso en la pubertad.
  - \* Hormonas tiroideas y la insulina. Estimulan el crecimiento óseo normal.
  - \* Estrógenos.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Equilibrio del calcio

El hueso es el principal reservorio de calcio.

Durante la remodelación ósea, se libera Ca que queda disponible para otros tejidos.

El hueso se encarga de amortiguar las variaciones en la concentración sanguínea de Ca.

El intercambio de Ca entre el hueso y la sangre está regulado por la parathormona (glándulas paratiroides) mediante un mecanismo de retroalimentación negativo.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Equilibrio del calcio

- Cuando se disminuye la [Ca], las células paratiroides detectan esta modificación y aumentan la producción de AMPc.
- Este aumento de AMPc activa al gen que codifica la parathormona. Se incrementa la velocidad de síntesis de la hormona que es liberada a la sangre.
- Se origina un incremento en la resorción ósea llevada a cabo por los osteoclastos.
- Se recupera la [Ca] sanguínea.

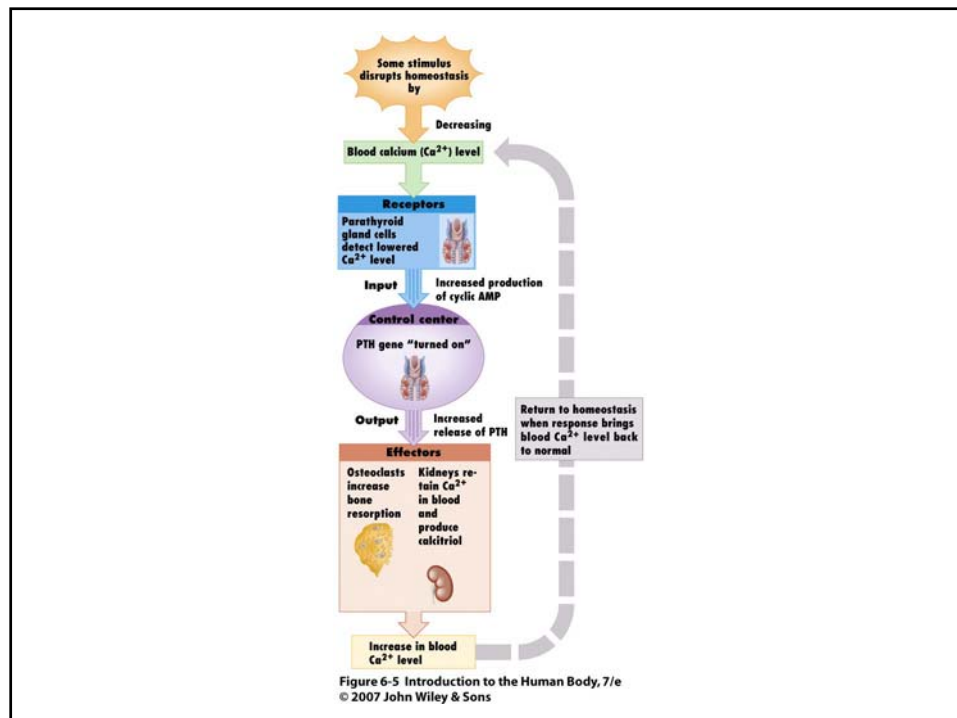
# Fisiología y envejecimiento

## Sistema Esquelético

### Equilibrio del calcio

La parathormona también disminuye la pérdida de Ca en la orina y estimula la formación de calcitriol que favorece la absorción digestiva de calcio.

La calcitonina (tiroides) disminuye la concentración plasmática de Ca al inhibir la acción de los osteoclastos.



## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Envejecimiento

Entre el nacimiento y la adolescencia se produce la mayor cantidad de tejido óseo que la que se pierde en el proceso de remodelación.

En adultos jóvenes la velocidad de producción y la resorción ósea son similares.

A medida que disminuyen los niveles de hormonas sexuales y en especial en las mujeres tras la menopausia, la masa ósea disminuye porque la resorción supera a la formación ósea.

## Fisiología y envejecimiento Sistema Esquelético

### Envejecimiento

El envejecimiento tiene dos efectos sobre el sistema esquelético:

1. Fragilidad ósea. Debida a una disminución de la síntesis proteica y de la hormona del crecimiento que a su vez, disminuye la producción de colágeno que da resistencia y estabilidad al hueso. Como consecuencia, la mayor parte de la matriz extracelular pasa a estar constituida por minerales inorgánicos.

# Fisiología y envejecimiento

## Sistema Esquelético

### Envejecimiento

2. Pérdida de masa ósea. Es el resultado de la desmineralización.

En la mujer, suele aparecer después de los 30, aumentando considerablemente a los 45 años debido a una disminución en la producción de estrógenos, llegando a una pérdida del 30 % del Ca a los 70 años. La masa ósea se disminuye un 8% cada 10 años.

En los hombres, la pérdida de Ca comienza a los 60 años. La masa ósea se disminuye un 3 % cada 10 años.

La pérdida de masa ósea también genera deformidades, dolor, rigidez, disminución de la estatura y pérdida de piezas dentales.