

# SEBBM DIVULGACIÓN

## LA CIENCIA AL ALCANCE DE LA MANO



### ¿Cómo se renueva un hueso?

Adela García

Lab. de Metabolismo Mineral y Óseo, Instituto de Investigación Sanitaria de la Fundación Jiménez Díaz, Madrid

#### Biografía

Adela García (Córdoba, 1975), es doctora en Biología Molecular por la Universidad Ludwig-Maximilian de Munich (Alemania). Cursó la licenciatura de Biología en la Universidad de Córdoba donde obtuvo una beca Erasmus para seguir su formación en la Universidad de Eichstaett (Alemania). Regresó a España para finalizar sus estudios y posteriormente recaló de nuevo en Alemania donde finalmente llevó a cabo su tesis doctoral. Comenzó su etapa postdoctoral en el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) en Madrid. Allí se especializó en generación de modelos animales (ratones transgénicos) integrada en el departamento de Medicina Celular y molecular y pocos meses después obtuvo un contrato del Ministerio de Ciencia e innovación. Actualmente, desarrolla su labor profesional en el Laboratorio de Metabolismo Mineral y Óseo dentro del Área de Nutrición y Enfermedades Metabólicas en el Instituto de Investigación Sanitaria de la Fundación Jiménez Díaz en Madrid, donde colabora en un proyecto sobre el papel de la proteína relacionada con la PTH en las alteraciones de la función y viabilidad osteoblástica bajo la dirección del Dr. Pedro Esbrit.

<http://www.sebbm.es/>

HEMEROTECA:

[http://www.sebbm.es/ES/divulgacion-ciencia-para-todos\\_10/la-ciencia-al-alcance-de-la-mano-articulos-de-divulgacion\\_29](http://www.sebbm.es/ES/divulgacion-ciencia-para-todos_10/la-ciencia-al-alcance-de-la-mano-articulos-de-divulgacion_29)

#### Resumen

**El remodelado óseo es un proceso por el que el hueso repara su desgaste y atiende a necesidades metabólicas como el aporte de calcio y fosfato a otros tejidos. Este proceso se lleva a cabo en unidades básicas multicelulares, donde los osteoclastos se encargan de eliminar la porción de hueso "gastado" y, a continuación, los osteoblastos forman una matriz que posteriormente mineralizan para rellenar con hueso nuevo la cavidad producida por los osteoclastos. El remodelado óseo está finamente regulado por una serie de factores, tanto sistémicos como locales, que mantienen la masa ósea en condiciones normales.**

#### Summary

**Bone remodeling is a process whereby bone complies with structural and metabolic needs. This process occurs in basic multicellular units where osteoclasts resorb a certain quantity of old bone and, subsequently, osteoblasts form a mineralized matrix to fill the resulting cavity with newly formed bone. Bone remodeling is finely controlled by a series of systemic and local factors, which help to maintain normal bone mass and function.**

El hueso es un tejido dinámico y metabólicamente activo que sufre un continuo proceso de remodelado, lo que confiere al esqueleto su

capacidad regenerativa y de adaptación funcional. El remodelado óseo existe toda la vida, pero sólo hasta la tercera década el balance es positivo (predomina la formación frente a la resorción). Este proceso tiene lugar en las llamadas unidades básicas de remodelado, formadas por diferentes tipos celulares. En un primer frente se encuentran los osteoclastos, seguidos de un frente de osteoblastos, un aporte vascular y nervioso, y tejido conectivo (1). La regulación del proceso es compleja, ya que están implicados multitud de componentes que incluyen factores genéticos, mecánicos, vasculares, hormonales y locales. Además, algunos de estos factores también ejercen efectos directos sobre los osteoblastos y los osteoclastos.

Factores reguladores del remodelado óseo:

- 1.- Factores genéticos: son determinantes ya que entre el 60 y el 80% de la masa ósea se encuentra determinada genéticamente (2).
- 2.- Factores mecánicos: la actividad física es fundamental para el desarrollo del hueso. Así, la acción muscular transmite tensión al hueso, activando osteocitos y osteoblastos para estimular la formación ósea. Por el contrario, la falta de actividad muscular tiene un efecto deletéreo sobre el hueso y acelera la reabsorción ósea (3).
- 3.- Factores vasculares: la vascularización es fundamental para el remodelado óseo ya que permite el acceso de células sanguíneas, oxígeno, minerales, iones, glucosa, hormonas y factores de crecimiento al entorno óseo.

4.- Factores hormonales: el desarrollo normal del esqueleto está condicionado por el correcto funcionamiento del sistema endocrino, fundamentalmente de la hormona somatotropa (hormona de crecimiento) y las hormonas calciotropas, entre ellas la parathormona (PTH), la calcitonina y los metabolitos de la vitamina D.

Estas hormonas actúan a distancia de su lugar de producción (efectos endocrinos), pero también regulan la síntesis y acción de factores locales que intervienen directamente en el metabolismo óseo (efectos autocrinos y paracrinos).

5.- Factores locales: el remodelado óseo está regulado por multitud de factores locales, entre los que destacan los factores de crecimiento, las citoquinas y las proteínas de la matriz ósea, como moduladores de la acción de hormonas calciotropas entre otros factores que afectan al metabolismo óseo.

Fases del remodelado óseo

El remodelado óseo se puede dividir en diferentes fases (Figura).

A) Fase quiescente: el hueso se encuentra en condiciones de reposo.

B) Fase de activación: esta fase comienza gracias a la retracción de los osteoblastos maduros elongados existentes en la superficie endostal y la digestión de la membrana en dicha superficie por la acción de las colagenasas. Al quedar así expuesta la superficie mineralizada se produce la atracción de células osteoclasticas y sus precursores desde los vasos próximos.

C) Fase de resorción: en esta fase los osteoclastos comienzan a disolver la matriz mineral y a descomponer la matriz osteoide. Este proceso finaliza por la actividad "carroñera" de los macrófagos y permite la liberación de los factores de crecimiento contenidos en la matriz.

D) Fase de nueva formación: simultáneamente en las zonas reabsorbidas se produce el fenómeno de agrupamiento de preosteoblastos, atraídos por los factores de crecimiento liberados de la matriz ósea que actúan como quimiotácticos y estimulan su proliferación (5).

E) Fase de mineralización: el osteoide comienza a mineralizarse en esta fase, seguida de nuevo por una fase quiescente o de descanso.

Cuando este proceso se desequilibra por diversos factores (déficit de estrógenos, envejecimiento,...) aparece la patología ósea, como ocurre en la osteoporosis.

Referencias

1. Parfitt AM. Osteonal and hemi-osteonal remodeling: the spatial and temporal framework for signal traffic in adult human bone. *J. Cell. Biochem.* 1994; 55:273–286.
2. Grant SFA, Ralston SH. Genes and osteoporosis. *Trends. Endocrinol. Metab.* 1997; 8:232-236.
3. Morey-Holton ER, Globus RK. Hindlimb unloading of growing rats: a model for predicting skeletal changes during space flight. *Bone.* 1998; 22:(Suppl. 5):83S-88S.
4. Compston JE. Sex steroids and bone. *Physiol Rev.* 2001; 81:419-447.
5. Fiedler J, Röderer G, Günther KP, Brenner RE. BMP-2, BMP-4, and PDGF-bb stimulate chemotactic migration of primary human mesenchymal progenitor cells. *J Cell Biochem.* 2002;87(3):305-12.

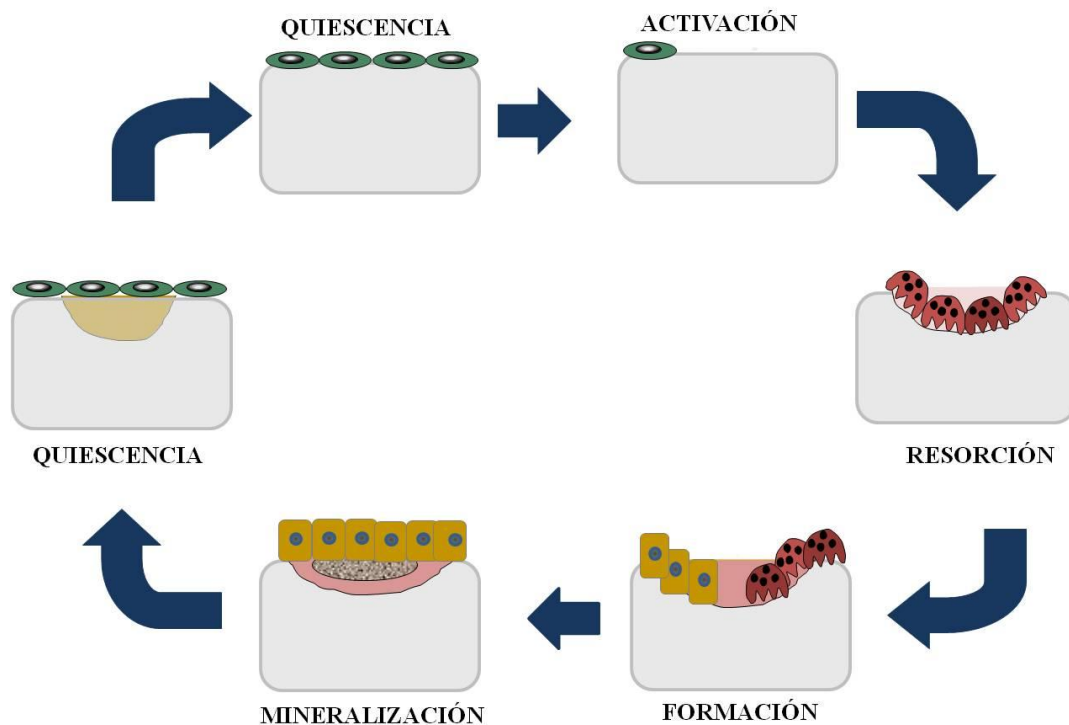


Figura. Diferentes fases del remodelado óseo. Figura basada en la cita 4.