

14

OSIFICACIÓN. CARACTERES GENERALES. MINERALIZACIÓN. OSIFICACIÓN ENDOCONNECTIVA

ESTRUCTURA DEL TEMA:

- 14.1. Generalidades.
- 14.2. Mineralización o calcificación.
- 14.3. Osificación primaria, membranosa o conectiva.

14.1. GENERALIDADES

LA OSIFICACIÓN CONLLEVA UNA SERIE DE PROCESOS:

- Osificación primaria:
 - o Aparición de tejido óseo por primera vez. Esto ocurrirá sobre:
 - Un molde de conjuntivo (endoconectiva), o directa.
 - Un molde de cartílago (endocondral), o indirecta.
 - o Se produce en el embrión (osteogénesis) y también ocurre en crecimientos en longitud y anchura de los huesos. Es un hueso no laminar.
- Osificación secundaria:
 - o Se forma tejido óseo sobre tejido óseo preformado. Esto permite que el hueso crezca, se reorganice, se modifique... (procesos de crecimiento, modelación y remodelación).
 - o Es un **hueso laminar o maduro**.

Las osificaciones primaria y secundaria pueden o no darse simultáneamente, pero son procesos diferentes. Estos procesos no solo se encaminan a formar hueso por primera vez, sino a que sea un proceso de formación-destrucción dinámico que permita mantener los niveles en sangre de calcio y fósforo.

“¡¡Claro que el calcio lo ingerimos y también lo meamos y lo cagamos, por supuesto, pero el hueso es el almacén del calcio corporal!!” Dr. Rosa Noguera (Histología Humana).

PROCESOS BÁSICOS EN LA OSIFICACIÓN (SIEMPRE OCURREN EN ESTE ORDEN):

- Célula mesenquimática indiferenciada.
- Célula osteoprogenitora.
- Osteoblasto → sintetiza el osteoide → recubre los osteoblastos (se mineraliza).
- Osteocitos.

Por tanto, la mineralización no es sinónimo de osificación. Puede haber hueso sin mineralización o con mineralización deficiente (osteomalacia, raquitismo), igual que pueden haber tejidos no óseos mineralizados, tanto fisiológicamente como en el caso del cartílago, o patológicamente como en el caso del tejido vascular, mayoritariamente por la edad en zonas como el cayado de la aorta.

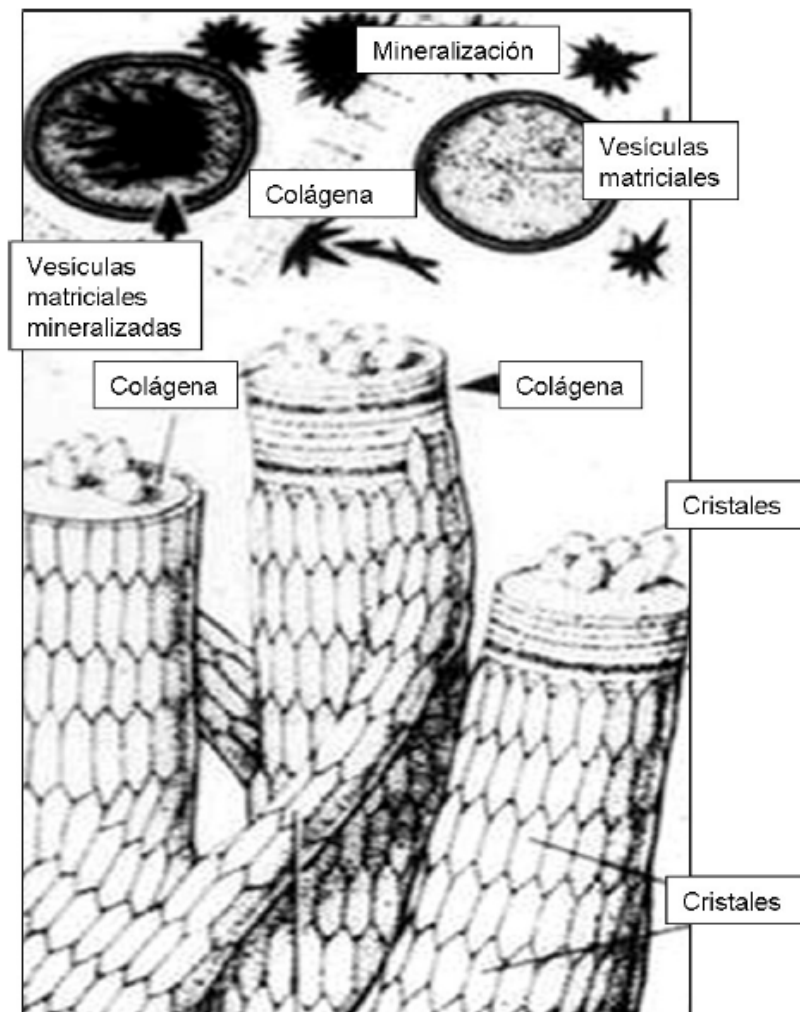
14.2. MINERALIZACIÓN O CALCIFICACIÓN

La mineralización de la matriz ósea sigue el modelo de las soluciones metaestables o por núcleos de cristalización (cristalización heterogénea). Para ello, necesitamos elementos que actúen como elementos de cristalización y concentraciones locales de fosfatos y calcio.

¿QUÉ ELEMENTOS NECESITO PARA LA MINERALIZACIÓN?

- Presencia de colágeno I: no es un elemento básico en general ya que hay zonas cristalizadas como el diente donde no hay colágeno tipo I, igual que hay zonas con colágeno tipo I donde no se hay producido la cristalización. En el hueso si es necesario este componente.
- Proteínglicos, pero no en todos los sitios.
- Glicoproteínas: osteocalcina para generar una mayor concentración local de fosfatos y calcio.
- Actividad fosfatasa alcalina que tienen los osteoblastos.
- Vesículas matriciales: estas vesículas son liberadas por los osteoblastos (osteoides), ameloblastos (esmalte dental), condroblastos (cartílago), odontoblastos (dentina). Son pequeñas y rodeadas de membrana, de entre 40 y 100 nm, se liberan por gemación, presentan una gran actividad fosfatasa alcalina y tienen una gran concentración de calcio y fosfatos.

El osteoide, a los 6 u 8 días de formarse empieza a mineralizarse en forma esférica y produciéndose cristales de hidroxapatita. Esto genera un frente de mineralización, que es una zona donde la mineralización es muy rápida, casi inmediata. Se encuentra localizado entre lo que sería ya matriz ósea y el osteoide no mineralizado.



14.3. OSIFICACIÓN PRIMARIA, MEMBRANOSA O CONECTIVA

Muchos de los huesos que se forman mediante este tipo de osificación son huesos planos, por ejemplo los del cráneo al 2º o 3º mes: frontal, occipital, temporal... Al 5º mes se forma la clavícula (que no es un hueso plano, sino irregular) y al 6º parte de la mandíbula. El collar diafisario de los huesos largos también se forma por este tipo de osificación.

Como ejemplo de osificación primaria vamos a tomar los huesos planos del cráneo. En estos huesos se observa una condensación del mesénquima, que es un tejido pobre en células, con mucho humor, y un aumento de la vascularización. El primer punto en el que evidenciamos que hay formación de hueso es cuando aparecen, en zonas equidistantes de los vasos sanguíneos, un material eosinófilo. Las células mesenquimáticas indiferenciadas se han transformado primero en células osteoprogenitoras y posteriormente en osteoblastos y vemos ese material eosinófilo que sería la primera formación de osteoide.

Progresivamente vemos que ese material que ahora llamamos hueso esponjoso (**esponjosa primaria**) tiene mayor cantidad de osteoblastos formando esa **esponjosa** y forman un borde pseudoepiteloideo. A todo este conjunto se le denomina **núcleo de osificación primaria**. Es hueso no laminar con organización trabecular.

La esponjosa primaria se engruesa, se quedan osteoblastos atrapados y transformados en osteocitos, y por lo tanto más células mesenquimáticas se transforman en osteoblastos. Poco a poco se irá mineralizando la matriz simultáneamente. Siendo siempre un hueso no laminar.

Cuando existe gran cantidad de esponjosa primaria, esta para de crecer y el mesénquima adyacente se transforma a médula ósea hematopoyética. Puede que haya osteoclastos que destruyan trabéculas para ser rellena de médula ósea. El mesénquima correspondiente a las tablas interna y externa sigue transformándose en osteoblastos, las trabéculas siguen engrosándose, pero con mucha lentitud. En este crecimiento pausado aparecen falsas osteonas. Las fibras de colágeno y las células tienen cierta organización y dan la impresión de falsas osteonas. Así se produce la compactación del hueso.

Siempre queda conjuntivo que forma el periostio y endostio. Además, queda mesénquima en las suturas (unión de dos huesos) y fontanelas (unión de 3 huesos). Las fontanelas son puntos por donde va a crecer el hueso plano, se va a modelar y remodelar.

