

TEMA 15. OSTEOGENESIS.

CONCEPTO Y TIPOS.

La osteogénesis es el desarrollo de los huesos. Para que se desarrolle tiene lugar la formación del tejido óseo (osificación) y el crecimiento y remodelación de los huesos.

Osificación.

Para que tenga lugar, células mesenquimatosas indiferenciadas se diferencian a osteoblastos, los cuales elaboran matriz ósea orgánica u osteoide. Este osteoide se mineraliza para dar tejido óseo.

La osteogénesis se puede dar por osificación:

intramembranosa: a partir de un modelo mesenquimatoso.

endocondral: sobre un modelo cartilaginoso.

El resultado final es el tejido óseo. En ambos casos la osificación tiene lugar en dos períodos:

osificación primaria: ocurre antes de nacer (vida prenatal). Se forma tejido óseo inmaduro o no laminar.

osificación secundaria: después de nacer (vida postnatal). Se forma tejido óseo maduro o laminar.

OSIFICACIÓN INTRAMENBRANOSA.

Da lugar a los huesos planos del cráneo y al maxilar inferior.

Osificación primaria:

Entre la piel de la cabeza y el encéfalo primitivo aparece una placa de mesénquima laxo, formada por células mesenquimatosas. Después, por divisiones mitóticas de esas células se formará una placa de mesénquima denso. En distintos puntos de esa placa las células mesenquimatosas se diferencian a osteoblastos, los cuales sintetizan la matriz ósea orgánica (osteоide). Cada punto del mesénquima que se ha transformado se llama centro de osificación. Hay por lo tanto muchos centros de osificación, cada uno formado por osteоide (central) y por osteoblastos que lo rodean periféricamente.

Los osteoblastos, al elaborar osteоide, son englobados por él, quedando dentro de lagunas. Se van a transformar en osteocitos.

A la vez, más células mesenquimatosas se transforman en osteoblastos elaboradores de osteоide y son englobados por el para formar osteocitos y una nueva capa de tejido óseo. Así sucesivamente, los centros de osificación van creciendo.

Sobre el osteоide se depositan sales de calcio, y éste se va calcificando. Se forman espículas óseas.

De cada centro de osificación se forma una espícula ósea. Estas espículas óseas crecen por aposición de capas de tejido óseo, hasta un momento en que las espículas llegan a fusionarse unas con otras y forman travéculas óseas entre las cuales quedan unos espacios llamados cavidades vasculares. Así se va formando el tejido óseo esponjoso inmaduro:

trabéculas óseas:

matriz ósea no laminar.

osteocitos en el interior de lagunas.

cavidades vasculares:

tejido conjuntivo.

vasos sanguíneos.

células osteogénicas.

Sigue existiendo crecimiento por aposición en las trabéculas óseas, mientras que nuevas células osteogénicas se transforman en osteoblastos.

Lo que en un principio eran cavidades vasculares grandes, al ir creciendo las trabéculas, dan lugar a pequeños canales con vasos centrales y tejido óseo. Van a formar los canales de Havers primitivos, es decir, se forma el tejido óseo compacto inmaduro.

Al nacer tenemos un hueso plano de tejido óseo inmaduro con dos tablas (externa e interna) de tejido óseo compacto maduro y un diploe de tejido óseo esponjoso inmaduro. Además, las células mesenquimatosas que rodean al hueso darán el periostio.

Osificación secundaria:

Tiene como misión transformar el tejido óseo inmaduro en maduro. Para que se de tiene que haber dos fenómenos:

resorción del tejido óseo inmaduro (a través de los osteoclastos): se forman lagunas alrededor de los vasos donde se destruye la matriz, formándose las lagunas de Hanship.

formación de tejido óseo maduro: a partir de células mesenquimatosas maduras que se diferencian en osteoblastos que elaboran el osteoide. Este se mineraliza y se forma tejido óseo compacto para las tablas y tejido óseo esponjoso para el diploe.

OSIFICACION ENDOCONDRAL.

Se realiza en el resto del organismo, a partir de cartílago hialino.

Osificación primaria:

Lo primero que ocurre es la formación del modelo cartilaginoso, a partir de mesénquima que se condensa para formar el esbozo del futuro hueso. Estas células mesenquimatosas se diferencian en condroblastos que elaboran matriz cartilaginosa, formándose un esbozo de cartílago hialino rodeado por más mesénquima que se va a transformar en pericondrio con una capa fibrosa más externa y una capa condrógena más interna. Se va a producir un crecimiento intersticial y aposicional para que aumente de tamaño el modelo.

Sobre el esbozo de cartílago hialino va a tener lugar la osificación que en periodo prenatal es osificación primaria. Se obtiene el tejido óseo inmaduro.

En el hueso largo, en el esbozo se forma un centro de osificación primario en el centro de la diáfisis. En el punto central de la osificación hay una hipertrofia de los condrocitos y las lagunas aumentan de tamaño, quedando reducida la matriz a tabiques delgados. Esta se osifica y al no llegar nutrientes quedan las lagunas vacías dado que los condrocitos mueren. Quedan restos de matriz osificada.

A la vez, hay un desarrollo vascular en el embrión. El pericondrio es invadido por gran cantidad de capilares, de modo que las células mesenquimales del pericondrio no se diferencian a condroblastos sino a osteoblastos y por tanto el pericondrio se diferencia a periostio gracias a ese ambiente especial que se ha formado.

Los osteoblastos elaboran matriz ósea orgánica que se calcifica para formar tejido óseo inmaduro por aposición, en la porción media de la diáfisis. Se forma el manguito o collar perióstico.

Del periostio parte una yema conjuntivo vascular (yema o brote perióstico) con vasos sanguíneos y células mesenquimales. Esta yema atraviesa el collar o manguito para dirigirse al centro de osificación primario. Para ello se tiene que formar un agujero en el manguito: de ello se ocupan los osteoclastos. En esa zona existen restos de matriz cartilaginosa osificada.

Las células mesenquimales de la yema, cuando llegan a los vasos de matriz cartilaginosa calcificada, se disponen periféricamente a esos restos y se transforman en osteoblastos que elaboran matriz ósea que se calcificará después. Se forma tejido óseo esponjoso inmaduro en el centro de osificación primario. Este centro se extiende hacia los extremos (epífisis), y además los osteoclastos resorben el tejido óseo inmaduro de la parte central de la diáfisis para formar el espacio medular primitivo. Las células mesenquimales que están ahí, en ese espacio medular se transforman en células mielógenas y en osteoblastos.

En este momento la diáfisis está formada por un collar perióstico de tejido óseo inmaduro y por un canal medular primitivo. La epífisis está formada por cartílago hialino.

Estos esbozos de hueso siguen creciendo. Van creciendo en dos direcciones: en longitud (por la presencia de cartílago de conjunción hialino entre la diáfisis y las epífisis) y en espesor por osificación intramembranosa (por aposición de capas de tejido óseo a partir del periostio).

El cartílago de conjunción tiene varias capas, que desde epífisis a diáfisis son:

cartílago hialino de reserva: normal.

cartílago seriado: los condrocitos se disponen en sus lagunas en pilas de monedas.

cartílago hipertrofiado: aumenta el tamaño de los condrocitos y las lagunas.

cartílago calcificado: la matriz cartilaginosa se calcifica, muriendo el condrocito.

zona de eliminación de cartílago y depósito óseo: hay restos de matriz cartilaginosa degenerada y restos de lagunas vacías. El depósito de tejido óseo se forma a partir de osteoblastos de la cavidad medular primitiva.

Aparecen entros de osificación secundarios en las epífisis (uno en cada una) cuando nos acercamos al nacimiento. Sigue lo mismo que en los centros de osificación primarios: se hipertrofian los condrocitos y las lagunas y se calcifica la matriz cartilaginosa muriendo los condrocitos. Ahora entra otra yema que procede del periostio y se dirige a esos centros de osificación secundarios que lleva vasos sanguíneos y células mesenquimatosas. Se va a formar tejido óseo esponjoso inmaduro. Además persiste el cartílago articular y el de conjunción. Sólo se transforma en tejido óseo la parte central. El crecimiento de la zona se producirá en varias direcciones: crecimiento multidireccional.

Cuando el animal nace la diáfisis está formada por tejido óseo compacto inmaduro y por el canal medular (células mielógenas). La epífisis está formada por cartílago articular y por tejido óseo esponjoso inmaduro.

En los huesos cortos se realiza el mismo mecanismo que para las epífisis.

Osificación secundaria:

El tejido óseo inmaduro se transforma en tejido óseo maduro. Se tiene que dar una resorción del tejido óseo inmaduro por los osteoclastos. Además se tiene que dar formación de tejido óseo maduro por los osteoblastos del periostio.

Al final de la osificación secundaria tenemos la epífisis y los huesos cortos formados por cartílago articular y tejido óseo esponjoso maduro, y la diáfisis formada por tejido óseo compacto maduro y cavidad medular.

CRECIMIENTO DE LOS HUESOS.

En la osteogénesis también interviene la remodelación y crecimiento de los huesos. Aunque el hueso crece hasta la edad adulta siempre mantiene su forma: a la vez que crecimiento se produce remodelación. Para la remodelación intervienen los osteoclastos y los osteoblastos.

El crecimiento en longitud de los huesos largos se da por el cartílago de conjunción y en espesor por crecimiento aposicional de capas de tejido óseo a partir del periostio. Cuando el hueso ya no crece más, el cartílago de conjunción desaparece.

El crecimiento de los huesos cortos y planos se lleva a cabo por aposición.