

TEJIDOS CARTILAGINOSO Y ÓSEO.

El tejido cartilaginoso es una variedad especial de tejido conjuntivo que está constituido principalmente por la matriz cartilaginosa, semejante a un gel, en la cual sus células, los condrocitos, se sitúan en pequeñas cavidades denominadas lagunas.

El cartílago es un tejido de consistencia coloidal, flexible, que posee resistencia elástica a la presión. Está desprovisto de vasos sanguíneos y linfáticos, y generalmente se encuentra rodeado por una capa de tejido conjuntivo denso, el pericondrio, excepto en los lugares en que se halla en contacto con el líquido sinovial de las articulaciones.

Existen tres tipos de cartílago: hialino, elástico y fibroso, los cuales se diferencian fundamentalmente por la cantidad de sustancia amorfa que presentan y por el tipo de fibra que predomina en la matriz cartilaginosa.

ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL TEJIDO CARTILAGINOSO.

Las tres clases de cartílagos presentan, como elementos estructurales, las células denominadas condroblastos y condrocitos y la matriz cartilaginosa, constituida por fibras y sustancia amorfa fundamental.

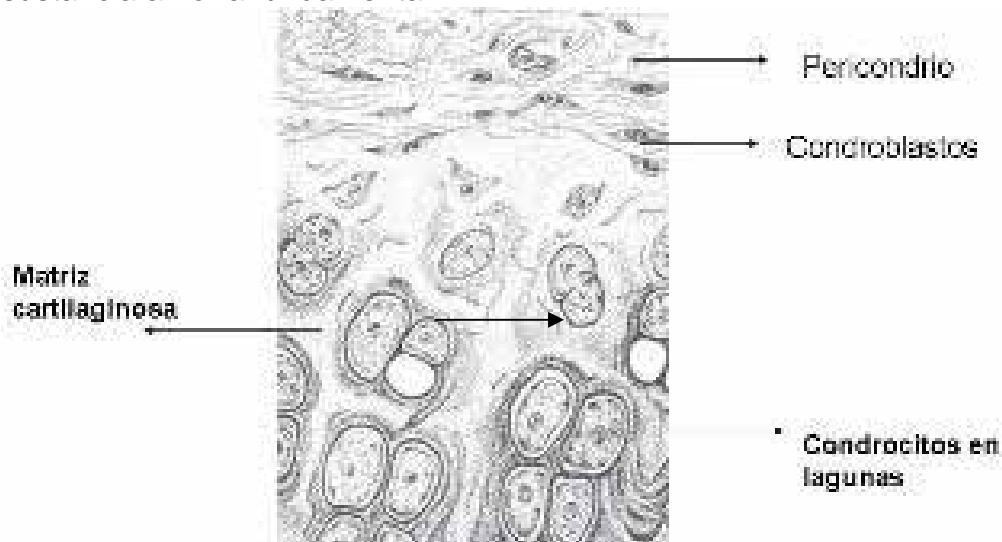


Fig. 19. Componentes del cartílago

ESTRUCTURA DEL PERICONDRIO.

El pericondrio está constituido por dos capas de tejido conjuntivo. La más externa es rica en fibras colágenas y capilares, pero escasa en células, mientras que la capa interna presenta abundantes células y pocas fibras.

La capa interna se encuentra estrechamente aplicada al tejido cartilaginoso y presenta células mesenquimatosas que se diferencian en condroblastos, estos, a su vez, se diferencian progresivamente en condrocitos. La capa interna constituye la denominada capa condrógena o celular del pericondrio.

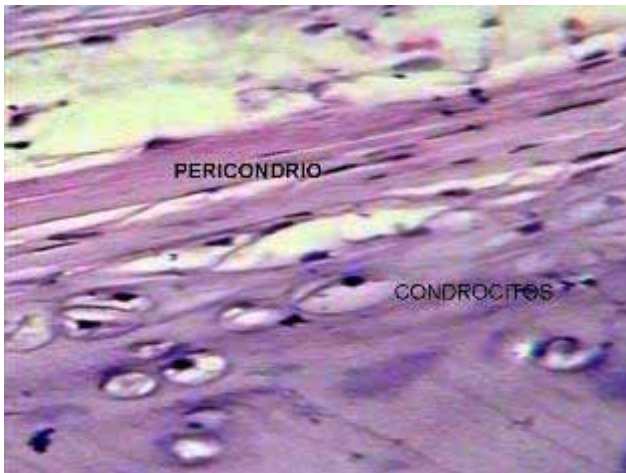


Fig.20. Cartílago hialino. Preparación histológica teñida con hematoxilina-eosina.

NUTRICIÓN.

Por carecer el cartílago de vascularización, la nutrición se efectúa mediante la difusión del líquido tisular a través de la sustancia fundamental, o sea, se nutre a partir de los capilares de la capa externa del pericondrio.

Los cartílagos articulares y el fibrocartílago, que carecen de pericondrio, se nutren del líquido sinovial.

CRECIMIENTO.

El crecimiento del cartílago se efectúa mediante dos tipos de mecanismos: crecimiento por aposición o exógeno y crecimiento intersticial o endógeno.

CRECIMIENTO POR APOSICIÓN.

A partir de la capa interna del pericondrio se producen, de manera continua, nuevas capas de cartílago por proliferación de las células mesenquimatosas que se disponen en la zona más profunda del pericondrio. Estas células se diferencian en condroblastos, los cuales segregan sustancia fundamental amorfa y fibras colágenas, quedando las células incluidas en dicha sustancia. El cartílago crece hacia el exterior por la aposición de capas sucesivas

CRECIMIENTO INTERSTICIAL.

En el crecimiento intersticial los condrocitos suelen reunirse en pequeños grupos, denominados, grupos isógenos o nidos celulares, constituidos cada uno de ellos por la progenie de un condrocito que ha pasado por varias divisiones mitóticas.

Una vez que ocurre la constricción del citoplasma en las células que están en procesos de división, un tabique de sustancia intercelular se desarrolla entre ellas, separando las células hijas. Estas, a su vez, pueden dar origen a grupos de cuatro células. De esta forma el crecimiento intersticial desarrolla dos tipos de disposiciones: si la mitosis se efectúa en una sola dirección tenemos un grupo de condrocitos alineados (grupo isogénico axial), pero si las divisiones se realizan en todos los sentidos, tenemos un grupo isogénico coronario.

En las líneas epifisarias de los huesos largos la división celular de los condrocitos ocurre en un plano, dando como resultado el ordenamiento de largas columnas, las cuales son invadidas posteriormente por el tejido óseo.

La división de los condrocitos y la secreción de una nueva matriz entre las células, da lugar a una expansión del cartílago desde el interior.

TIPOS DE CARTÍLAGOS.

CARTÍLAGO HIALINO.

El cartílago hialino debe su nombre al aspecto que presenta en estado fresco, observándose de color blanco perlado, vidrioso (hyalos, vidrio) y translúcido. Este tipo de cartílago es el más frecuente en el organismo y presenta un aspecto homogéneo.

Los condrocitos están incluidos en lagunas en el seno de la matriz que ellos segregan y son células esféricas, con un núcleo central voluminoso y uno o dos nucleolos. En condiciones de crecimiento activo los condroblastos poseen las características de las células especializadas en la síntesis de proteínas: un citoplasma granular fino y generalmente basófilo, debido a la presencia de ribosomas libres y de RER bien desarrollado, y numerosas mitocondrias alargadas. Los sáculos del Golgi suelen estar dilatados y se acompañan por un gran número de vacuolas; el citoplasma contiene además gotas de lípidos y glucógeno. En el cartílago que no se encuentra en crecimiento activo, los condrocitos tienen un RE no tan extenso, el aparato de Golgi es menos prominente y la célula presenta menor basofilia citoplasmática.



Fig. 21. Condrocitos. Microscopía Electrónica de transmisión.

La matriz del cartílago hialino incluye la sustancia intercelular forme (fibras) y la intercelular amorfa.

La sustancia intercelular forme está representada principalmente por fibras colágenas de pequeño diámetro, que no se visualizan fácilmente al M/O, ya que tienen aproximadamente el mismo índice de refracción que la sustancia fundamental amorfa.

El constituyente principal de la sustancia fundamental es un gel de naturales

mucoproteica, constituido principalmente por sulfato de condroitina A y C, cuyos grupos sulfatos, intensamente ácidos, le dan la basofilia y el metacromatismo (con azul de Toluidina) a la matriz cartilaginosa. La matriz se tiñe también con la reacción del ácido peryódico de Schiff, por su contenido de hidratos de carbono.

Es de destacar que en el cartílago maduro la sustancia fundamental se concentra alrededor de las lagunas; a esta zona que se colorea más intensamente se le denomina matriz territorial o cápsula del cartílago.

El crecimiento del cartílago hialino se efectúa mediante el mecanismo de crecimiento por aposición y por el intersticial. Este tipo de cartílago se localizan fundamentalmente en cartílagos articulares, costales y de nariz, laringe y tráquea; también en el esqueleto del feto (en este el cartílago es posteriormente remplazado por tejido óseo).

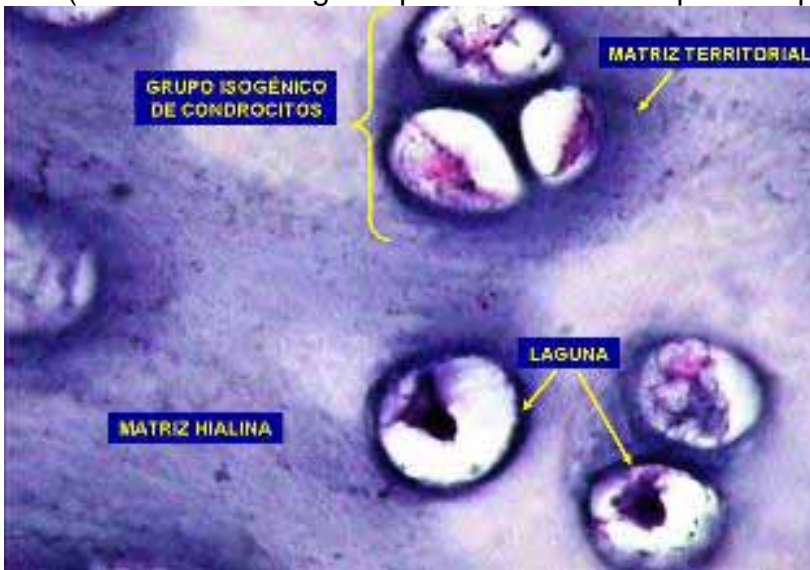


Fig. 22. Cartílago hialino y sus componentes.

CARTÍLAGO ELÁSTICO.

Las células del cartílago elástico son similares a las del hialino, tienen la misma forma esférica, aunque menor cantidad de grasa y glucógeno, y están rodeadas por la matriz territorial, formando una cápsula gruesa. Las células del cartílago elástico están distribuidas aisladamente o formando grupos isogénicos de dos o tres células.

La matriz presenta abundantes fibras elásticas, las cuales frecuentemente se ramifican formando una red tan densa que con la técnica de coloración fucsina-resorcina la sustancia fundamental se oscurece.

Este tipo de cartílago crece por aposición e intersticialmente, se encuentra principalmente en sitios donde se necesita apoyo y flexibilidad; por ejemplo, en los cartílagos del pabellón de la oreja, las trompas de Eustaquio, la epiglotis y en algunos otros cartílagos de la laringe.

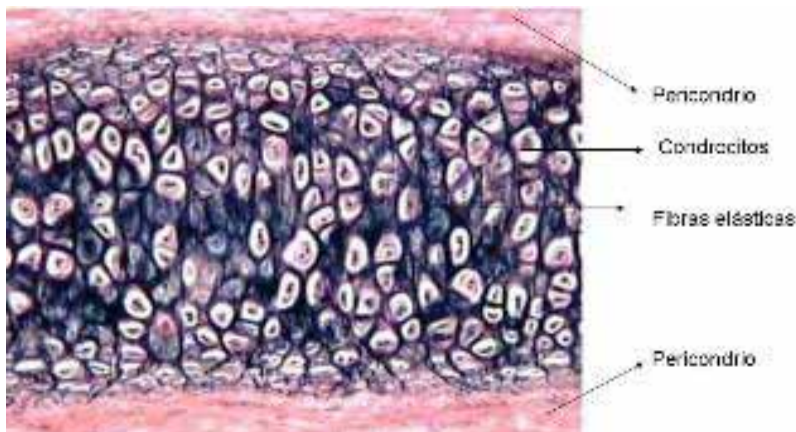


Fig.23. Cartílago elástico coloreado con orseina. 200X

CARTÍLAGO FIBROSO.

Los condrocitos se encuentran distribuidos aisladamente o en parejas, y alineados en el cartílago fibroso entre las fibras colágenas. La sustancia fundamental es muy poco visible, excepto la matriz territorial o cápsula fina que se tiñe intensamente.

El fibrocartílago, como su nombre lo indica contiene numerosos haces paralelos de fibras colágenas y escasa cantidad de matriz hialina, lo que lo distingue de los otros tipos de cartílago. Se encuentra en las regiones en que el tejido está sometido a presiones, desplazamiento en sentido lateral y tracción. En el organismo no se encuentra aislado, sino que se fusiona progresivamente con otros tejidos, tales como el cartílago hialino vecino o el tejido fibroso denso de los ligamentos y las cápsulas articulares. El fibrocartílago se localiza en los discos intervertebrales, la sínfisis del pubis, las zonas de inserción del tendón y los meniscos de articulaciones tipo diartrosis (rodilla).

El fibrocartílago carece de pericondrio, por lo que su crecimiento es intersticial; se dice que constituye una transición entre el cartílago y el tejido conjuntivo denso.

A continuación se resumen, en el cuadro 4 las principales características de los tres tipos de cartílago estudiados.

CAMBIOS REGRESIVOS DE LOS CARTÍLAGOS.

El cartílago, al envejecer, pierde su transparencia, y disminuyen las células y la basofilia de la matriz, producto esta última de la pérdida de condromucina y el depósito de albuminoides.

Otra manifestación regresiva de este tejido es la aparición de fibras gruesas, de aspectos diferentes a las fibras colágenas, las cuales muestran un aspecto brillante y suelen extenderse en grandes zonas; a este proceso se le conoce como la transformación de asbesto del cartílago, y puede ocasionar reblandecimiento de la matriz cartilaginosa. Se trata de una esclerosis por hiperplasia de la colágena.

Otro cambio regresivo importante lo constituye la calcificación; en esta se depositan gránulos pequeños de fosfato y carbonato de calcio en la matriz del cartílago, inicialmente próximo a las células, los que posteriormente invaden la matriz; como resultado de este

proceso el cartílago se endurece y se torna quebradizo.

La sustancia fundamental calcificada, al no permitir la difusión de los nutrientes, ocasiona la muerte de las células iniciándose entonces, en la matriz, la resorción del tejido.

La compresión e inmovilización de los cartílagos en posición forzada, se ha demostrado experimentalmente que también interfiere en la nutrición de las células cartilaginosa, por lo tanto pueden ocasionar cambios degenerativos en él.

REGENERACIÓN CARTILAGINOSA.

La capacidad de regeneración del cartílago es muy pobre, debido a que los condrocitos del cartílago del adulto son incapaces de dividirse; sin embargo, en las lesiones del cartílago próximas a la superficie sinovial (donde las células de la membrana sinovial no han sido afectadas), puede ocurrir cierta cicatrización, a expensas de las células sinoviales que proliferan y producen fibrocartílago.

CORRELACION HISTOFISIOLOGICA EN EL TEJIDO CARTILAGINOSO.

El cartílago es un tejido de consistencia coloidal y flexible, que posee resistencia elástica a la presión. Existen tres tipos de cartílagos: hialino, elástico y fibrocartílago. Estos se diferencian fundamentalmente por la cantidad de sustancia amorfa que presentan y por el tipo de fibra que predominan en la matriz cartilaginosa. El cartílago hialino se localiza fundamentalmente en los cartílagos articulares, costales, de la nariz, faringe, tráquea y esqueleto del feto.

En el cartílago elástico predominan las fibras elásticas; se encuentra principalmente en aquellos lugares donde se necesita apoyo y flexibilidad (cartílagos del pabellón de la oreja, trompas de Eustaquio y epiglotis). En el fibrocartílago abundan las fibras colágenas y se encuentra principalmente en las regiones en que el tejido experimenta presiones, desplazamiento en sentido lateral y tracción. Las fibras colágenas presentan gran resistencia tensil. El fibrocartílago se localiza en discos intervertebrales, sínfisis del pubis, zonas de inserción del tendón y meniscos de la rodilla.

ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL TEJIDO OSEO.

El tejido óseo, al igual que los demás tejidos conjuntivos está compuesto por células, fibras y sustancia fundamental amorfa. Sus componentes extra celulares están calcificados, haciendo de él un tejido duro y resistente, ideal para las funciones de sostén y protección del organismo, esta característica lo diferencia de los otros tipos de tejidos conjuntivos.

El hueso posee la notable característica de combinar una gran dureza con un alto grado de plasticidad. La dureza del hueso depende de las sales inorgánicas de que está impregnado, las cuales representan aproximadamente 2/3 de su peso seco. La plasticidad del hueso por el contrario, está dada por el componente orgánico de la matriz y, en particular, por las fibras colágenas que le confieren cierto grado de plasticidad.

COMPOSICIÓN QUÍMICA.

El agua representa un 20% del peso total del hueso, proporción relativamente baja si se compara con la de otros tejidos del organismo.

Los sólidos constituyen el 80% restante. De estos las sales inorgánicas (fosfato de calcio, carbonato de calcio, fosfato de magnesio y fluoruro de calcio representan 2/3 de su peso seco, en tanto que el tercio restante corresponde al componente orgánico.

La materia orgánica del hueso incluye las fibras osteocolágenas, similares a las fibras colágenas que se encuentran en otras variedades del tejido conjuntivo. Las fibras osteocolágenas están unidas entre sí por una sustancia especial de cemento, la cual está constituida principalmente por mucopolisacáridos ácidos.

La composición química del hueso se modifica en el curso de la vida. El contenido de sustancias sólidas, y en particular de las sales inorgánicas, aumenta con la edad, mientras que el contenido acuoso disminuye.

Ya planteamos que el tejido óseo está compuesto por células y una matriz orgánica calcificada; constituida por fibras osteocolágenas y por sustancia fundamental, impregnada principalmente de sales de calcio.

CÉLULAS ÓSEAS.

Las células diferenciadas y permanentes del tejido óseo reciben el nombre de osteocitos. Las células transitorias son los osteoblastos, responsables de la formación del tejido óseo, y los osteoclastos, encargados de la resorción de dicho tejido.

La formación, el crecimiento y desarrollo del tejido óseo depende necesariamente de un equilibrio entre la formación y resorción del tejido.

OSTEOBLASTOS.

Los osteoblastos se encuentran distribuidos en todas las superficies del hueso donde se deposita la matriz, ya que estas células son las encargadas de participar en la formación de la matriz (célula secretora de proteínas no polarizada).

Los osteoblastos tienen una forma irregular, que varía a menudo entre cúbica y piramidal. Con frecuencia se distribuyen en una capa continua que sugiere un ordenamiento epitelial y poseen un núcleo grande que generalmente contiene un nucleolo prominente. El citoplasma teñido con H y E presenta una basofilia intensa, debido a la presencia de abundantes ribosomas que están relacionados con la síntesis de componentes proteicos de la matriz, como es de suponer su RE granular es abundante y en ocasiones, las cisternas yuxtenucleares del aparato de Golgi se aprecian dilatadas y presenta también numerosas mitocondrias. Los osteoblastos contienen fosfatasa alcalina, que está relacionada con la elaboración de la matriz.



Fig. 24 Microfotografía electrónica de un osteoblasto

OSTEOCITOS.

Son osteoblastos diferenciados que han sido completamente rodeados por la matriz ósea mineralizada. Su cuerpo celular es fusiforme, con expansiones citoplasmáticas más o menos alargadas. El núcleo es ovalado y se tiñe intensamente, y su citoplasma contiene los mismos orgánulos que los osteoblastos, pero en menor abundancia.

OSTEOCLASTOS.

Los osteoclastos se encuentran en asociación íntima con las superficies del hueso donde ocurre su resorción. Con frecuencia ocupan excavaciones poco profundas, conocidas como lagunas de Howship. Son células gigantes multinucleadas que varían notablemente, tanto en tamaño como en número de sus núcleos.

Las células más jóvenes poseen un citoplasma débilmente basófilo, pero a medida que envejecen se tornan acidófilas. Contienen también abundantes vacuolas lisosómicas y se cree que estas células se forman a partir de la fusión de un número variable de células mononucleadas (probablemente osteoblastos).

Las superficies óseas, en relación con los osteoclastos, muestran a menudo desmineralización, lo cual indica que estas células intervienen en la resorción ósea, aunque el mecanismo de esta actividad aún no es bien conocido.

Otra característica de los osteoclastos, observados al microscopio óptico, es la presencia de un borde estriado o "en cepillo" en la superficie que exponen el hueso. Este borde se manifiesta como salientes vellosos que se extienden entre la célula y el hueso.

Esta evidencia ha tenido diversas interpretaciones; sin embargo, los estudios realizados al microscopio electrónico han demostrado la presencia de un borde "en cepillo" o fruncido.

No obstante, algunos investigadores consideran que este no corresponde al borde estriado que se observa al microscopio óptico.



Fig. 25. Osteoclasto. Inmersión en aceite

MATRIZ ÓSEA.

La matriz del tejido óseo está constituida por fibras colágenas, sustancia fundamental amorfa y sales minerales.

Las fibras colágenas presentan su aspecto habitual con periodicidad de 64 nm.

La sustancia fundamental amorfa poco abundante contiene mucopolisacáridos ácidos, fundamentalmente sulfato de condroitina y algunas proteínas. Las sales minerales de la matriz del tejido óseo son fundamentalmente cristales de hidroxapatita de calcio y de fosfato.

SISTEMAS LAMINARES. MODALIDADES DE ORGANIZACIÓN.

Lo más notable de la estructura microscópica del hueso en su organización laminar. El tejido óseo laminar en las etapas iniciales del desarrollo es precedido por un tejido óseo no laminar, al cual el tejido laminar sustituye progresivamente.

Para comprender más claramente la estructura laminar del hueso y la relación del osteocito con la matriz ósea que lo rodea, debemos considerar de forma breve la formación de las laminillas.

La formación de laminillas óseas es un proceso en el cual las células formadoras de tejido óseo, los osteoblastos, se distribuyen sobre una superficie donde se sitúan las fibras osteocolágenas y la sustancia especial de cemento.

Los osteoblastos y sus finas prolongaciones que se extienden en todas direcciones, quedan incluidos dentro de la capa de sustancias orgánicas que ellas mismas han producido.

Rápidamente comienza la mineralización del componente orgánico de la matriz ósea; cuando el proceso de mineralización progresa las prolongaciones de las células se retraen parcialmente, formando en su trayecto los conductillos óseos. Las células quedan incluidas en pequeñas cavidades denominadas lagunas óseas y se transforman en osteocitos. Mientras el proceso de formación de una laminilla ósea progresa, nuevos osteoblastos se distribuyen sobre su superficie y comienza la formación de una nueva laminilla, y así sucesivamente.

Las laminillas óseas están formadas por fibras osteocolágenas, unidas entre sí por la sustancia de cemento. El componente inorgánico de la matriz ósea se encuentra impregnado de sustancia de cemento, que rodea y une las fibras osteocolágenas.

Estas sales inorgánicas, representadas principalmente por fosfatos de calcio, se depositan como partículas densas en relación con la superficie de las fibras osteocolágenas y adoptan una estructura cristalina especial (hidroxiapatita), según demuestran los estudios con difracción de rayos X.

Es particularmente importante el hecho de que las fibras osteocolágenas se orientan de forma paralela en el seno de cada laminilla, pero su orientación varía de laminilla a laminilla, de manera que resulta un entrecruzamiento de los sistemas fibrilares entre laminillas vecinas. Es evidente que esta disposición de las fibras osteocolágenas contribuye a la gran resistencia del hueso.

Las laminillas óseas están atravesadas por finos conductos que parten desde las lagunas en forma radiada y se continúan con los conductillos de laminillas vecinas, de manera que en los sistemas de varias laminillas los conductillos hacen posible la comunicación amplia entre todas las lagunas.

La existencia de los conductillos es una característica estructural sumamente especial e importante del tejido óseo, que garantiza la nutrición y supervivencia de los osteocitos en un medio calcificado. Las laminillas óseas presentan dos formas diferentes de organización, resultando de cada una de ellas un tipo diferente de hueso.

VARIEDADES MICROSCÓPICAS DE HUESO.

Las dos variedades microscópicas de huesos reciben el nombre de osteonal, haversiano ó compacto y trabecular ó esponjoso.

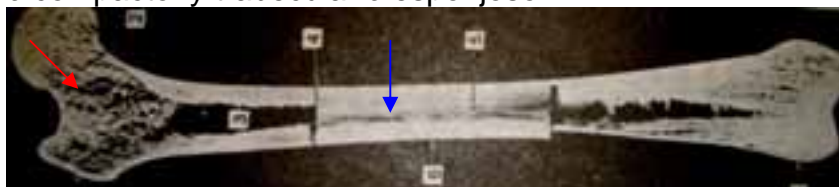


Fig. 26 Hueso largo fémur. Epítesis (flecha roja). 2 hueso esponjoso o trabecular. 3 Cavidad medular. 4. hueso compacto. Diáfisis (flecha azul)

HUESO OSTEONAL O HAVERSIANO.

El hueso osteonal o haversiano es una variedad particularmente sólida y resistente de tejido óseo que forma la diáfisis de los huesos largos.

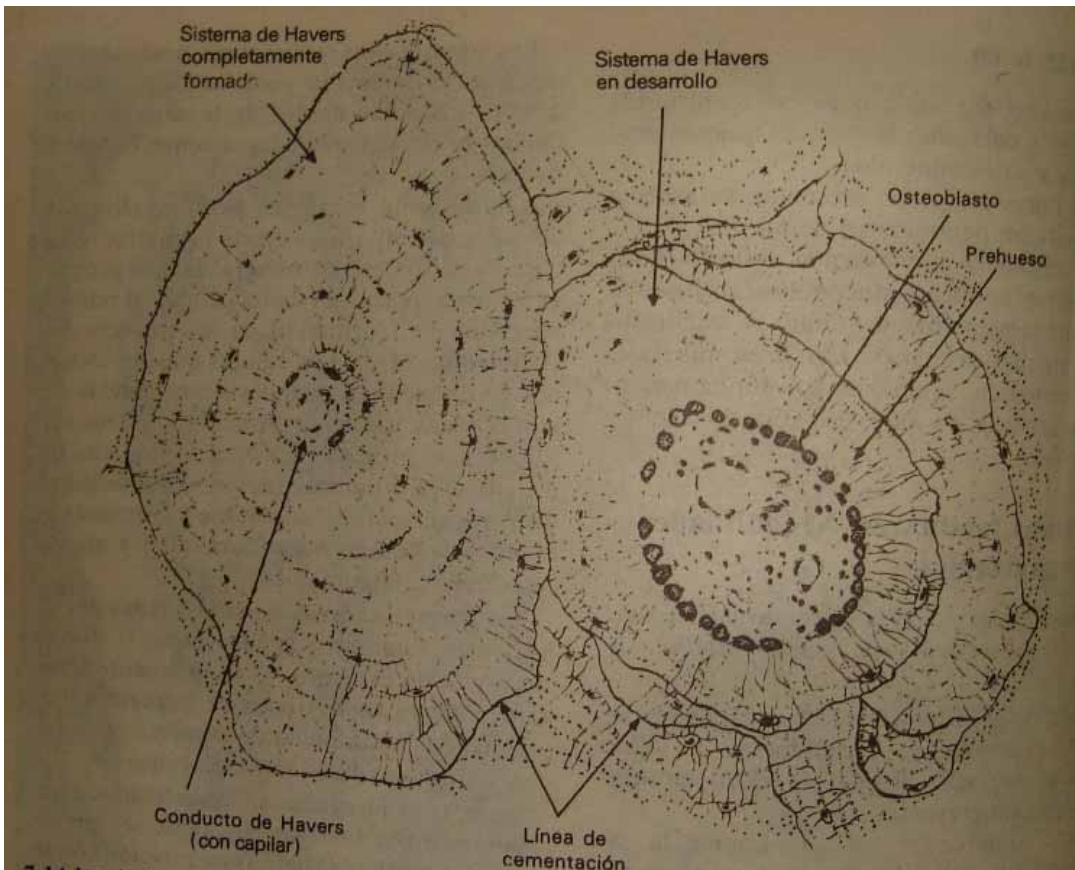


Fig. 27 Sistema de Havers formado y en formación

SISTEMAS DE CONDUCTOS DEL HUESO COMPACTO.

En esta variedad las laminillas óseas se ordenan siguiendo la distribución de los vasos sanguíneos que nutren al hueso. Las laminillas se disponen concéntricamente en número de 8 a 15 alrededor de los conductos por los que cursan vasos sanguíneos y filetes nerviosos. Estos reciben el nombre de conductos de Havers y junto con las laminillas concéntricas que los rodean forman los sistemas de Havers u osteonas.

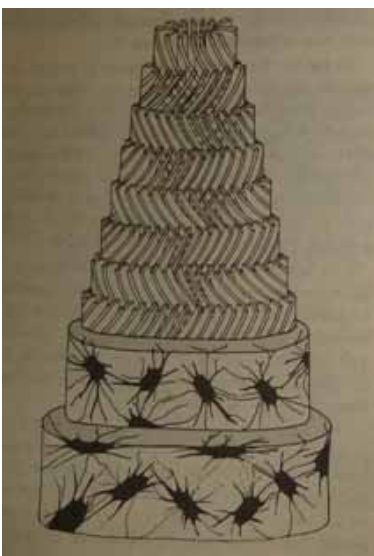


Fig. 28 Disposición de las fibras colágenas y de los osteocitos en las diferentes laminillas (según esquema de Gerhardt)

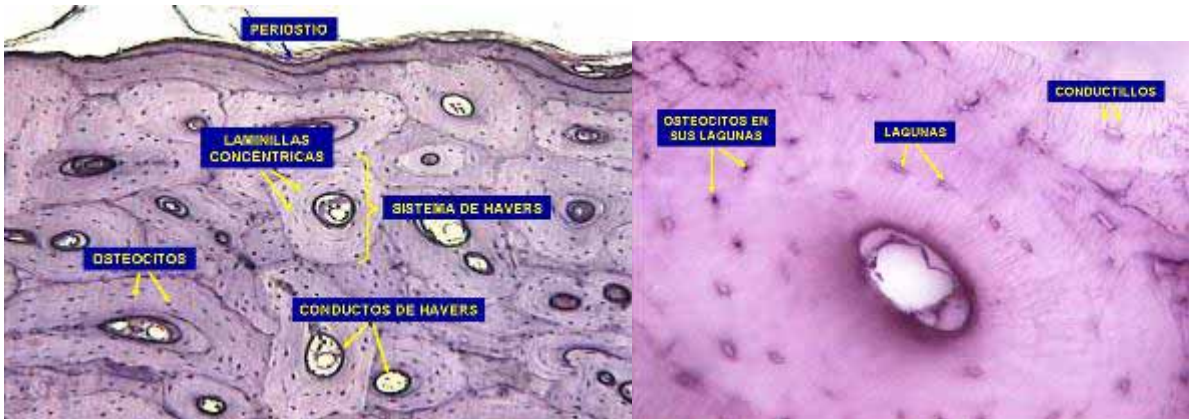


Fig. 29 Microfotografías ópticas de hueso compacto. Corte transversal. Coloración de hematoxilina-eosina. 200 y 800 X

Los conductos de Havers se orientan longitudinalmente al eje de la diáfisis y se anastomosan libremente entre si por uniones transversales y oblicuas, los denominados conductos de Volkman.

Dado que los conductos de Havers siguen un trayecto recto, en el sentido longitudinal del hueso los sistemas de Havers constituyen verdaderos tubos de varios centímetros de longitud, cuya luz está representada por el conducto de Havers y su pared por las laminillas concéntricas.

En el corte transversal los conductos aparecen como orificios redondos, rodeados por láminas concéntricas anulares, mientras que en el corte longitudinal se presentan como espacios largos y estrechos entre columnas de láminas paralelas.

Los conductillos de las laminillas de un sistema de Havers comunican con su conducto, por lo que hay continuidad de todas las lagunas del sistema con dicho conducto central por donde transcurren los vasos sanguíneos, garantizándose de esta forma la nutrición de los osteocitos.

SISTEMAS DE LAMINILLAS INTERSTICIALES Y CIRCUNFERENCIALES.

Los espacios que quedan entre los sistemas de Havers están llenos de laminillas intersticiales, que son los restos de sistemas de Havers que han sido destruidos parcialmente en el proceso del desarrollo óseo.

Periféricamente, en relación con la superficie externa del hueso, y centralmente en relación con la superficie del conducto medular, se observan sistemas de laminillas paralelas a dichas superficies, y por tanto, orientadas circularmente respecto al eje del hueso; estas son las laminillas circunferenciales externas e internas; respectivamente.

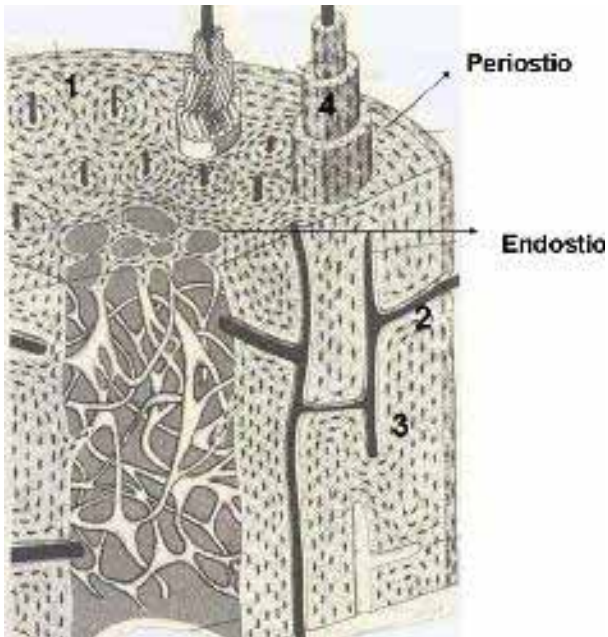


Fig.30 Esquema de un hueso compacto. 1. Sistema de laminillas. 2. Conducto de Volkmann. 3. Conducto de Havers.4. Osteona o Sistema haversiano.

HUESO TRABECULAR.

El hueso trabecular tiene una estructura que consiste en un sistema de láminas o trabéculas que forman una red tridimensional. En muchos casos las trabéculas adoptan una disposición definida, la cual depende de las funciones mecánicas del hueso en particular; las trabéculas están formadas por un número variable de laminillas óseas.

CAVIDADES MEDULARES.

Según hemos estudiado, la estructura histológica del hueso trabecular recuerda a una esponja, cuya materia sólida representa las trabéculas; estas están formadas por varias laminillas óseas en aposición. Los espacios entre las trabéculas son las cavidades medulares, las cuales se encuentran llenas de otra variedad especial del tejido conjuntivo que recibe el nombre de tejido hematopoyético, encargado de la producción de células sanguíneas. Sobre la superficie de las trabéculas se distribuyen células jóvenes con capacidad osteogénica que eventualmente pueden transformarse en osteoblastos y añadir nuevas laminillas óseas, con lo cual se engruesan dichas trabéculas al tiempo que disminuyen de tamaño las cavidades medulares.

El sistema de conductillos de las laminillas que forman las trabéculas, se abre en las cavidades medulares que contienen abundantes vasos sanguíneos, con lo cual resulta garantizada una adecuada nutrición de los osteocitos.

VARIEDADES MACROSCÓPICAS DE HUESO.

La simple inspección visual de un hueso largo, por ejemplo, el fémur, revela que toda su porción central (diáfisis) está formada por un hueso sólido y homogéneo, en tanto que las extremidades (epífisis) están constituidas por una masa de tejido óseo que presenta el aspecto de una esponja integrada por una red tridimensional de trabéculas, que delimitan un laberinto de espacios intercomunicantes ocupado por la médula ósea. Estas dos variedades de tejido óseo pueden pasar gradualmente de una a otra forma.

Lo antes expuesto nos indica que macroscópicamente pueden distinguirse dos tipos de huesos: compacto y esponjoso.

RELACIÓN ENTRE LOS TEJIDOS MACROSCÓPICOS Y MICROSCÓPICOS DE LOS HUESOS.

Aunque la mayoría de los textos de Histología presentan al hueso compacto como sinónimo de hueso haversiano y al hueso trabecular como sinónimo de hueso esponjoso, debemos advertir que no son exactamente equivalentes.

La clasificación del hueso en haversiano y trabecular es un concepto histológico basado en las dos formas de disposición que pueden adoptar las laminillas. Por otra parte la clasificación del hueso en compacto y esponjoso es un concepto anatómico, que se fundamenta simplemente en el aspecto macroscópico.

El estudio del hueso compacto de la diáfisis ósea revela la estructura histológica del hueso haversiano; sin embargo, existe hueso compacto en otras partes del cuerpo, como es el caso de los huesos de la bóveda del cráneo por ejemplo, cuyo examen histológico no revela una estructura haversiana. Se trata de un hueso originalmente trabecular en el cual la actividad osteoblástica continuada en la superficie de las trabéculas las engruesa progresivamente, en tanto que disminuyen de tamaño las cavidades medulares, adquiriendo finalmente un aspecto compacto.

El estudio histológico del hueso esponjoso revela generalmente una estructura de tipo trabecular. Durante el desarrollo sin embargo, en las diáfisis óseas se observa hueso esponjoso en las áreas donde se está formando hueso haversiano, pero en el cual los sistemas de Havers no se han desarrollado todavía y el predominio de los conductos les confiere el aspecto esponjoso.

DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIEDADES DE TEJIDO ÓSEO EN LOS HUESOS LARGOS, CORTOS Y PLANOS.

El hueso de tipo haversiano está limitado a la diáfisis de los huesos, en tanto que el resto del esqueleto está formado por hueso trabecular. Según las variedades macroscópicas, encontramos hueso compacto en las diáfisis óseas, en la cortical de las epífisis y en la cortical de todos los huesos cortos y planos. El resto de los huesos están formados por hueso esponjoso.

PERIOSTIO.

El periostio es una vaina fibrosa que cubre toda la superficie externa del hueso, excepto las caras articulares en las que se encuentra cartílago hialino. Está constituido por dos capas: externa, formada por tejido fibroso con una red de vasos sanguíneos, e interna, formada por un tejido conjuntivo más laxo que contiene células fusiformes con capacidad para transformarse en osteoblastos.

El periostio interviene en las inserciones tendinosa y ligamentosa del hueso, le aporta vasos sanguíneos y, en condiciones especiales, proporciona células con capacidad osteogénica que contribuyen a la reparación de las fracturas.

Gruesos haces de fibras colágenas parten del periostio y penetran directamente en la cortical del hueso, denominándose fibras de Sharpey. Estas fibras fijan íntimamente el periostio a la superficie del hueso.

ENDOSTIO.

El endostio es una capa delicada que reviste todas las cavidades internas del hueso: cavidades medulares, sistemas de conductos y canal medular.

Esta capa está constituida por tejido reticular condensado con potencialidades osteogénicas y hematopoyéticas; sus funciones dependen de dichas potencialidades. En virtud de la actividad osteogénica del endostio pueden añadirse nuevas laminillas óseas en todas las superficies internas del hueso. De ahí que el endostio desempeña una función importante en el mantenimiento de la arquitectura del hueso.

FORMA DE CRECIMIENTO Y NUTRICION DEL HUESO.

Debido a la dureza del tejido óseo es evidente que los osteocitos incluidos en las lagunas óseas no pueden crecer ni multiplicarse, ya que es imposible la expansión de este tejido desde el interior.

El crecimiento del hueso tiene que efectuarse necesariamente en la superficie, por lo que se plantea que el tejido óseo crece por aposición. El mecanismo básico de la formación de hueso consiste en la formación o deposición de nuevas laminillas óseas sobre una superficie, lo cual hemos considerado con anterioridad. Aunque el mecanismo básico es único, según hemos estudiado, existen distintos tipos de formación ósea u osificación que son tratadas en la Embriología.

La mineralización de la matriz ósea la impermeabiliza totalmente y hacen imposible la difusión del líquido tisular a través de ella. Este es un hecho crucial que determina la organización estructural del hueso, la cual está dirigida en gran medida a posibilitar la nutrición de osteocitos. Dos características estructurales básicas posibilitan la adecuada nutrición del tejido óseo, la rica vascularización del hueso y la presencia de un sistema de conductillos óseos.

Ya hemos estudiado que los sistemas de laminillas no pueden tener un número demasiado grande de laminillas, de manera que los osteocitos no podrán estar alejados de sitios de producción de líquido tisular. Esto es, de los sitios donde se localizan los capilares. Ya sabemos que las laminillas están atravesadas también por finos conductillos que parten de las lagunas. En los sistemas de laminillas los conductillos se continúan de una laminilla a otra estableciéndose comunicación amplia entre todas las lagunas de un sistema. Estos conductillos a su vez se abren en los conductos o cavidades donde se encuentran los vasos sanguíneos.

La adecuada nutrición del hueso es esencial para su preservación y adecuado funcionamiento ya que, en contra de lo que habitualmente se piensa, este tejido posee una alta actividad metabólica y un constante recambio, participando en la regulación del metabolismo mineral del organismo.

COMPARACION ENTRE LOS TEJIDOS OSEO Y CARTILAGINOSO.

Los tejidos óseo y cartilaginoso son variedades especiales del tejido conjuntivo

caracterizados ambos por su dureza y resistencia, pero que al compararlos ofrecen notables diferencias, que se resumen a continuación.

1. El tejido óseo está impregnado de sales inorgánicas. La mineralización del tejido cartilaginoso, que ocurre en ciertas circunstancias, conduce a su muerte y regresión.
2. El hueso posee una rica irrigación que, junto a la presencia del sistema de conductillos, garantiza la nutrición del osteocito. El cartílago es un tejido avascular, donde los vasos están restringidos al pericondrio y la nutrición de los condrocitos ocurre mediante la difusión del líquido tisular a través de la matriz.
3. El hueso, por su dureza, crece sólo por aposición. El cartílago puede crecer tanto por aposición del nuevo tejido a la superficie, como por la expansión desde el interior por crecimiento y multiplicación de los condrocitos (crecimiento intersticial).

ESTUDIO DE LAS ARTICULACIONES.

Los diferentes huesos no están aislados en el organismo sino unidos entre sí, estos lugares donde se reúnen dos o más componentes del esqueleto, ya sea hueso o cartílago, se denominan uniones óseas o articulaciones. Las uniones óseas (articulaciones) pueden ser temporales o permanentes. Las temporales se observan durante el crecimiento, por ejemplo, la epífisis de un hueso largo, la epífisis de un hueso largo está unida al hueso de la diáfisis por el cartílago hialino y el disco epifisario; esta organización desaparece cuando termina el crecimiento y se fusiona la epífisis con la diáfisis.

La mayoría de las articulaciones son permanentes y pueden clasificarse, según sus características estructurales, en tres tipos principales: fibrosas, cartilaginosas y sinoviales. Estos tres tipos presentan diferentes grados de movilidad.

Las uniones fibrosas y cartilaginosas suelen llamarse si nartrosis syn, junto y arthron, articulación) son, articulaciones inmóviles o con muy escaso movimiento; sin embargo las uniones sinoviales permiten una amplia movilidad y se les denomina diartrosis.



Fig. 31. Tipos principales de articulaciones.

UNIONES FIBROSAS.

Se encuentran constituidas por tejido fibroso denso. Si la unión es muy fuerte, la articulación se llama sutura. Este tipo de unión se observa en el cráneo, donde puede considerarse como una articulación temporal, ya que en etapas posteriores de la vida el tejido fibroso denso es sustituido por hueso. A la unión ósea resultante se denomina sinostosis.

Este tipo de unión puede presentar una cantidad considerablemente mayor de tejido fibroso denso, y cierto grado de movilidad, denominándosele entonces sindesmosis.

El otro tipo de unión fibrosa es la gonfosis, articulación especializada que se establece entre los dientes y el hueso alveolar de los maxilares, donde el tejido fibroso de unión es la membrana periodóntica.

UNIONES CARTILAGINOSAS.

A estas articulaciones se les denomina cartilagosas secundarias, para distinguirlas de las primarias o temporales. Ejemplo de estas son las que existen entre los cuerpos de las vértebras. La superficie de los huesos en aposición están cubiertas por cartílago hialino, y estas, unidas firmemente a una placa de fibrocartílago.

La sínfisis como la del pubis y la del manubrio del esternón, son ejemplos de articulaciones cartilagosas, y difieren de las articulaciones de los discos intervertebrales, en los cuales el centro de la placa fibrocartilaginosa de unión suele tener una pequeña cavidad; dicha cavidad carece de las especializaciones de una articulación sinovial.

UNIONES SINOVIALES.

En las articulaciones sinoviales los huesos están reunidos por una cápsula articular y sus superficies opuestas, cubiertas de cartílago articular, están separadas por una cavidad que contiene líquido sinovial.

El cartílago articular suele ser de tipo hialino, aunque la matriz contiene abundantes fibras colágenas. En algunas localizaciones como los bordes de la fosa glenoidea de la articulación de la cadera, el cartílago es fibroso. La capa más profunda del cartílago articular está calcificada y se halla firmemente adherida al hueso. El cartílago articular no posee fibras nerviosas ni vasos sanguíneos, y no está recubierto por pericondrio. La cápsula articular que se continúa con el periostio del hueso, presenta engrosamiento en varios sitios para formar los ligamentos de la articulación. En la capa interna de la cápsula, la membrana sinovial recubre la cavidad articular, excepto en el cartílago articular y en los discos intraarticulares, están presentes.

La membrana sinovial es una membrana vascular delgada, rica en células grasas y revestidas de fibroblastos. En esta membrana es donde se produce el líquido sinovial. Este líquido viscoso se cree que se origina como producto de la diálisis del plasma sanguíneo y la linfa. Este líquido actúa como lubricante y contribuye a la nutrición del cartílago articular.

La cavidad articular a veces está parcial o totalmente dividida por discos intraarticulares, compuestos por fibrocartílago. En su periferia los discos están unidos a la capa fibrosa de la cápsula.



Fig. 32- Articulación sinovial

CORRELACION HISTOFISIOLOGICA EN EL TEJIDO OSEO.

El tejido óseo posee la notable característica física de combinar una gran dureza con un alto grado de plasticidad. La dureza del hueso depende de las sales inorgánicas de que está impregnado, y la plasticidad está dada por el componente orgánico de la matriz, en particular de las fibras colágenas. La calcificación de sus componentes extracelulares hacen del hueso un tejido duro y resistente, ideal para las funciones de sostén y protección del organismo.

Lo más notable en la estructura microscópica del hueso es su organización laminar.

La formación de laminillas óseas es un proceso en el cual las células formadoras de tejido óseo, los osteoblastos, se distribuyen sobre una superficie donde se sitúan las fibras osteocolágenas y la sustancia especial de cemento.

Los osteoblastos son células encargadas de participar en la formación de la matriz, y presentan un gran desarrollo de los organitos citoplasmáticos que participan en la síntesis proteica. Contienen fosfatasa alcalina, la que también está relacionada con la elaboración de la matriz. Los osteoclastos participan en la resorción ósea, por lo que contienen abundantes vacuolas lisosómicas en su citoplasma.

El hecho de que las fibras osteocolágenas se orienten de forma paralela y que la orientación varíe de laminilla a laminilla, para dar lugar a un entrecruzamiento de los sistemas fibrilares entre laminillas vecinas, le confiere gran resistencia al hueso. La existencia de los conductillos es otra de las características estructurales especiales e importantes del tejido óseo, que garantiza la nutrición y supervivencia de los osteocitos en un medio calcificado.

El periostio es una vaina fibrosa que cubre toda la superficie externa del hueso, excepto las superficies articulares. El periostio aporta los vasos sanguíneos al tejido y en él se encuentran células con capacidades osteogénicas.

El hueso, por su dureza, presenta sólo crecimiento por aposición.