

Fibrillas condrígenas.—Para evidenciarlas, se macerará por unos días en solución salina al 10 por 100 un trozo de cartílago costal ó articular de mamífero. El examen de finos cortes en el mismo vehículo demuestra en la trama cartilaginosa la existencia de hebras sumamente finas. El método de las digestiones artificiales (solución de tripsina en un soluto de ácido salicílico, maceración de los cortes por algunos días en este líquido á la temperatura de 37°, examen de los mismos en agua salada), hará bastante perceptibles las fibrillas de Tillmanns. Las soluciones de hipermanganato de potasa y la cocción no muy prolongada del cartílago, son también útiles bajo este aspecto. En todo caso, se utilizarán cartílagos frescos procedentes de hombre adulto ó de grandes mamíferos. Los cartílagos embrionarios y los de individuos jóvenes muestran difícilmente las fibrillas condrígenas.

Fibras permeables ó conductos de Budge.—El procedimiento más expedito y demostrativo es el de Spina: induración del cartílago fresco en alcohol fuerte y ejecución de cortes finos que se examinarán también en alcohol. Para efectuar cortes perpendiculares en los cartílagos articulares, recomienda Spronck el alcohol con algunas gotas de ácido nítrico. Este licor decalcifica el hueso sin dañar en lo más mínimo las fibras permeables.

Para conservar las fibras permeables en preparaciones definitivas, nosotros nos servimos del fijador de Spronck, compuesto de solución acuosa de ácido crómico (al 2 por 100), 5 cent. cúb.; glicerina, 5; alcohol absoluto, 30. En este líquido permanecerán los cortes de cartílago de seis á doce horas; en él adquirirán color moreno verdoso, y en lo sucesivo podrán soportar, sin detrimento, el agua, glicerina, etc.

Placas fibroides.—Con el fin de ponerlas de manifiesto, se tratará un cartílago costal de hombre adulto por el pierocarminato, y luego por el ácido acético. Las placas fibroides aparecerán coloreadas en rosa, que contrastará con el color blanco del resto de materia fundamental. Si antes de la acción del ácido acético se tiñe la preparación con hematoxilina, la coloración será doble: las cápsulas se mostrarán violadas, rojos los núcleos y placas fibrosas, é incolora la materia fundamental.

En fin, el cartílago reticular ó elástico podrá estudiarse, á más de los métodos ordinarios, por el de la orceína y el de la kresofuchina, colores que impregnan bien las fibras elásticas (véase *Preparación del tejido conectivo*).

CAPÍTULO VIII

TEJIDO ÓSEO

Definición.—El tejido óseo consiste en una trama compuesta de una materia fundamental laminar, incrustada de sales calcáreas, en cuyo seno se hallan huecos de forma estrellada ocupados por las células.

Caracteres físicos y distribución general.—Reside este tejido en todos los huesos de los vertebrados, excepción hecha de los peces óseos, cuyo esqueleto presenta una estructura semejante al marfil. Macroscópicamente, un corte de hueso manifiesta una trama blanca, dura, incrustada de sales, y numerosas cavidades ocupadas por la médula y los vasos. Cuando estas cavidades son pequeñas, casi invisibles á la simple vista, el hueso se llama *compacto*; si son más amplias que los tabiques óseos y poseen forma aereolar, el hueso se llama *esponjoso*; y por último, denominase *reticular* cuando la urdimbre sólida es filamentosa y se dispone en red de tres dimensiones. Estas diferencias macroscópicas no implican diversidad de constitución histológica, porque cada trabécula ósea, cualquiera que sea el hueso de que provenga, presenta exactamente la misma estructura.

Caracteres micrográficos.—El hueso fresco examinado al microscopio, previa decalcificación, nos revela las siguientes partes: materia fundamental, conductos de Havers, lagunas óseas, conductos calcóforos, fibras de Sharpey y células óseas.

Conductos de Havers.—Así llamados en honor de su descubridor Clopton Havers, son unos conductos cilíndricos, de diámetro variable (oscila entre dos centésimas y tres décimas de milímetro), que constituyen en el espesor de la materia fundamental una red de extensas y cuadrangulares mallas. Comunican hacia afuera con la superficie del hueso, desembocando en

los finos conductos nutricios, y desaguan por dentro en el conducto medular ó en las diversas areolas del tejido esponjoso. En la diáfisis de los huesos largos, las redes forman mallas longitudinales y paralelas al eje; en los huesos anchos la reticulación es radiada y parecida á la tela de una araña; en los huesos cortos no existe orientación dominante.

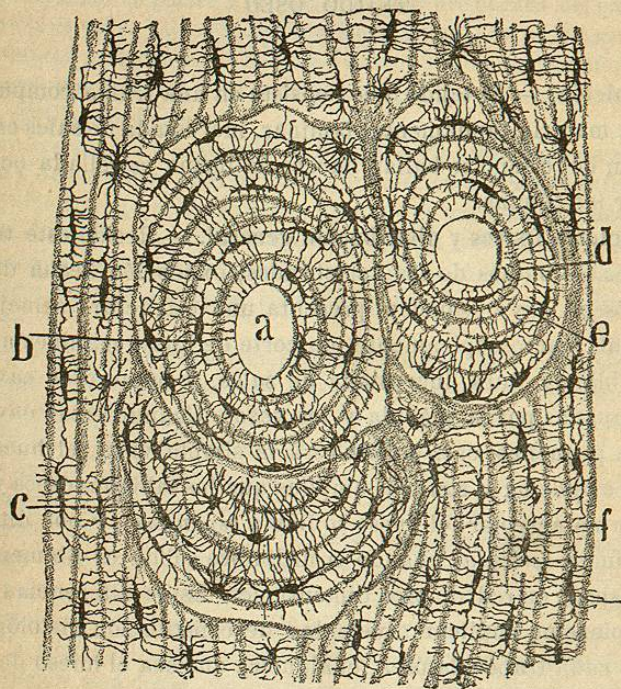


Fig. 110. — Corte transversal de un hueso largo. Las cavidades aparecen negras por estar llenas de aire. — *a*, conducto de Havers cortado de través; *b*, lagunas óseas; *c*, lagunas óseas de un sistema de Havers en parte reabsorbido; *d*, zona oscura de una laminilla; *e*, zona clara; *f*, laminillas fundamentales externas.

Contienen los conductos de Havers de regular calibre una pequeña arteria, una vénula y algunos osteoblastos periféricos, restos todavía de la época osteogénica. Los conductos más finos, encierran exclusivamente un capilar. Ciertos autores mencionan aún cierto espacio linfático que rodearía el capilar, separándole de la superficie ósea.

Materia fundamental. — La substancia que sirve de fondo á las cavidades del hueso no es homogénea, sino estratificada; y los estratos ó laminillas representan hojas cilíndricas íntimamente adheridas entre sí y dispuestas en torno del hueso ó de los conductos de Havers, como las capas concéntricas del tronco de un árbol. Distingúense por su situación, cuatro clases de laminillas: *laminas fundamentales externas* (fig. 110, *f*), las cuales rodean, en número de 10 á 20, la superficie total del hueso; *laminas fundamentales internas*, que en número generalmente menor, constituyen un revestimiento en el conducto central ó en las areolas del hueso; *laminillas ó sistema de Havers* (fig. 110, *b*), que contornean los conductos de este nombre; y finalmente *laminas intermediarias*, que son aquellas capas, por lo común interrumpidas, concéntricas á las laminas fundamentales, que rellenan los intersticios existentes entre los sistemas ó laminillas de Havers.

Cuando se examinan las laminillas en cortes óseos finos y conservados en bálsamo del Canadá, nótase que cada una de ellas consta en realidad de dos zonas: una *granulosa y oscura*; otra *brillante y finamente estriada* á lo largo (fig. 110). Si la laminilla observada pertenece á un sistema de Havers cortado de través, la zona clara mira hacia adentro y la granulosa hacia afuera; lo contrario sucede si el corte es paralelo ó longitudinal á dicho conducto. Estas propiedades, junto con el aspecto que las laminillas ofrecen en los cortes de hueso, decalcificados y macerados en cloruro de sodio al 10 por 100, han conducido á Ebner y Kölliker á una noción sobre la estructura de las laminillas que ha sido aceptada por casi todos los autores (fig. 111).

Cada lámina está formada de una doble zona de hacecillos conectivos finísimos, de 1 á 3 μ . de espesor. Semejantes hacecillos cuya fibrilación aparece un poco incierta á consecuencia de los cambios inducidos por la calcificación, afectan en cada zona de las laminillas, dirección diferente, á menudo contrapuesta. La zona llamada granulosa (fig. 111, A), aparece tal por presentar los hacecillos cortados de través; y la zona brillante y estriada debe su aspecto á que dichos fascículos se muestran cortados á lo largo (fig. 111, B). Finalmente, los hacecillos que por su ado-

samiento constituyen cada zona, no marchan precisamente paralelos; á menudo se cruzan en ángulos agudos dejando unos agujeros para el paso de los conductos calcóforos (fig. 111, c); mas en todo caso, los haces de una zona afectan una orientación dominante casi perpendicular á la seguida por los de las zonas inmediatas.

Lagunas y conductos calcóforos (fig. 110). — En el espesor de las laminillas y siguiendo su misma dirección, hállanse esculpidas unas cavidades estrelladas donde se alojan las células óseas. Estas cavidades, llamadas *lagunas óseas* ú *osteoplasmas*, son

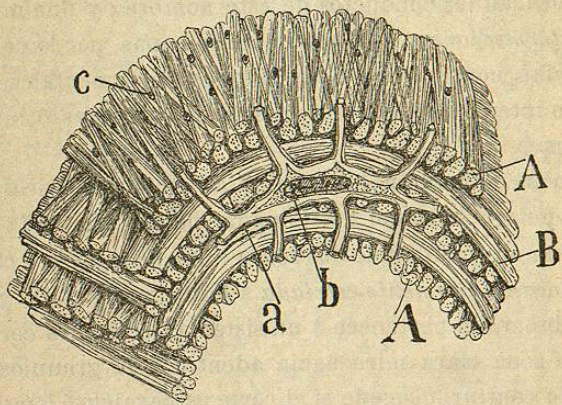


Fig. 111. — Representación esquemática de la estructura de las laminillas de la materia fundamental ósea de un sistema de Havers. — A, haces de las zonas granulosas; B, haces de las zonas hialinas ó estriadas; a, pared del osteoplasma; b, célula ósea.

aplanadas en el sentido de las laminillas y alargadas en la dirección de los conductos de Havers ó del eje del hueso. Su longitud es de 14μ , poco más ó menos, y su espesor de 4μ .

De la periferia de las lagunas óseas brotan numerosos conductitos, los *conductos calcóforos*, de 1 á 2μ de diámetro, ramificados en su camino y anastomosados con los de las lagunas concéntricas ó exteriores inmediatas (fig. 110). Por su dirección pueden distinguirse los conductos calcóforos en *convergentes* (los que marchan radialmente hacia adentro), los *divergentes* (los que van en sentido contrario á los anteriores) y los *circunferenciales*

(los orientados según el arco de las laminillas para enlazarse con los osteoplasmas del mismo estrato. Los conductitos procedentes de la laminilla más periférica de un sistema de Havers suelen retornar á su punto de nacimiento, anastomosándose con los compañeros (*conductos recurrentes*), y los conductitos convergentes de la primera ó más concéntrica hilera de osteoplasmas desembocan en el conducto de Havers. Finalmente, las lagunas de los estratos limitantes del hueso comunican con la superficie libre.

Tanto las lagunas como los conductos calcóforos, se muestran de color negro (á causa del aire que contienen) en las preparaciones de hueso macerado y seco. Si, á favor del bálsamo líquido ó de una esencia, se expulsa el aire, el corte se aclara y dichas cavidades se dibujan pálidamente, desapareciendo del todo sus contornos. Los cortes de hueso fresco revelan también vagamente los osteoplasmas y conductos calcóforos, advirtiéndose en éstos que contienen, no aire, sino un líquido plasmático-

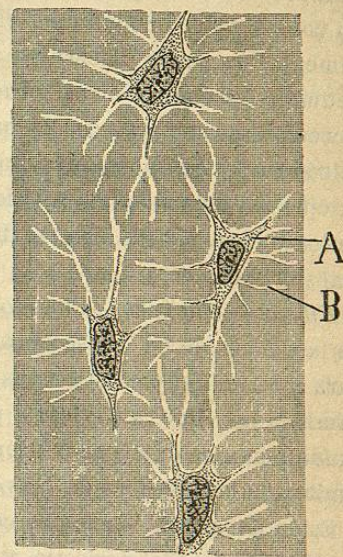


Fig. 112. — Pedazo de una concha de las fosas nasales de un conejillo de Indias de pocos días. — Vista de plano de las células, que están coloreadas por el carmín; A, protoplasma; B, conducto calcóforo. En el arranque de los tubitos penetran apéndices protoplásmicos.

Células óseas (fig. 112). —

En los cortes de hueso fresco ó decalcificados por los ácidos, aparecen dentro de las lagunas unos corpúsculos pequeños, fusiformes, llamados, en honor de su descubridor, *células de Virchow*. El núcleo es alargado y más ó menos homogéneo, y el protoplasma, por lo común poco abundante, se acumula en los polos nucleares.

Varía mucho la disposición de estos corpúsculos según la edad

del hueso. En los huesos embrionarios, ó procedentes de mamíferos jóvenes, el protoplasma es relativamente abundante, y se estira en expansiones finas insinuadas en los conductos calcóforos (fig. 112). Semejante disposición se muestra también en los huesos adultos de los urodolos (*pleurodeles Waltii*). En los mamíferos adultos las células aparecen atrofiadas, y de sus expansiones no quedan más que los apéndices polares, libremente terminados en el osteoplasma. En torno de la célula existe un espacio considerable ocupado por el plasma. Membrana celular fundamental no puede discernirse; en cambio, las observaciones de Neuman, Virchow y otros, prueban que existe una cápsula de secreción, prolongada con la capa limitante de los conductitos calcóforos, y que no es más que la zona de materia fundamental calcificada más próxima á la laguna, zona que, bajo la acción de los ácidos, podría aislarse del resto de la substancia intersticial (fig. 111, a).

Fibras de Sharpey.—Cuando se examina un corte transversal de la diáfisis de un hueso decalcificado, se ven emerger de la cara interna del periostio unas fibras largas, flexuosas, á veces ramificadas, que atraviesan perpendicularmente las láminas fundamentales externas é intermediarias, sin rebasar jamás los límites de los sistemas de Havers.

Estas fibras son fascículos conjuntivos no calcificados, continuados con los del periostio, y los cuales, desde la época osteogénica, quedaron enterrados en el seno de la formación ósea periostal. Faltan constantemente en el hueso endocondral. En ocasiones, como Kölliker ha demostrado, contienen también fibras elásticas.

Caracteres químicos del hueso.—El tejido óseo está construído de dos materiales principales: *osteína*, substancia susceptible de convertirse en gelatina por la cocción, y las *sales*, entre las que dominan el *fosfato y carbonato de cal*. La unión de estas dos especies de materia es muy íntima, y sus proporciones relativas pueden considerarse como constantes é independientes del sexo y edad de los animales. Según Ebner, las sales hallaríanse localizadas en la materia interfibrilar de las laminillas, estando los hacecillos formados exclusivamente de osteína; empero, las ob-

servaciones de Kölliker y las nuestras enseñan que la repartición de ambas substancias es uniforme, comprendiendo hacecillos y materia fundamental (1).

He aquí las proporciones en que, según Berzelius, entran los componentes del hueso:

Substancias orgánicas.	Osteína.....	32,17
	Materia irreductible por la cocción...	1,13
Substancias minerales.	Fosfato de cal.....	51,04
	Carbonato de cal.....	11,30
	Fluato de cal.....	2,00
	Fosfato de magnesia.....	1,16
	Sosa y clorhidrato de sosa.....	1,20

Propiedades fisiológicas.—El tejido óseo posee usos, pero no propiedades fisiológicas. Sus células, llegadas á la época adulta, pueden considerarse en vías de atrofia y son incapaces de proliferación. Lo que en dicho tejido vive es la médula y el periostio, á cuyas expensas se regenera el hueso después de una lesión ó fractura. Cuando el hueso es joven, los conductos calcóforos llevan á las células los jugos absorbidos, ora en la superficie perióstica y medular, ora en los capilares de los conductos de Havers; mas en el hueso viejo, esta irrigación nutritiva se dificulta á causa de la obstrucción creciente de muchos conductos calcóforos (sobre todo los que desaguan en los conductos de Havers) y del angostamiento de no pocos osteoplasmas.

Osteogenesis.—El tejido óseo es una formación secundaria y tardía, acaecida en el seno de otros tejidos, el cartilaginoso y fibroso. Cualquiera que sea su asiento, el proceso osteogénico presenta los mismos rasgos esenciales, reduciéndose en el fondo á un cambio en las propiedades fisiológicas de las células conjuntivas, las cuales adquieren la virtud de segregar una materia fundamental calcárea. Las dos formas que suelen distinguirse, á saber: la *osificación endocondral*, y la *periostal* ó á expensas de tejido fibroso, no resultan distintas por el fondo, sino por la forma: en la osificación endocondral la secreción del hueso va precedida de la absorción del cartilago; mientras que en la osteogenesis á expensas del tejido fibroso, no existe trabajo pre-

(1) Véase nuestro *Manual de Histología y técnica*, pág. 475.