

CAPÍTULO VII

TEJIDO CARTILAGINOSO

Definición. — *El tejido cartilaginoso* consiste en una trama sólida, translúcida, habitada por células envueltas en espesa membrana y separadas unas de otras por una substancia intersticial abundante, que da las reacciones de la condrina.

División. — Distinguese este tejido en tres modalidades: *variedad hialina, variedad reticular ó elástica, y variedad fibroconjuntiva.*

VARIEDAD CARTILAGINOSA HIALINA

Distribución y caracteres físicos. — El cartílago hialino, así llamado por el aspecto homogéneo de su materia fundamental, constituye la costra ternillosa de las articulaciones diartrodiales, los cartílagos costales, los de la nariz, laringe, tráquea y bronquios. Seccionado en cortes finos es transparente; mirado en pedazos gruesos se muestra translúcido, opalino, con reflejos azulados.

Caracteres micrográficos. — Dos cosas componen el cartílago hialino: las células y la substancia fundamental.

Células (figs. 107 y 108). — Son relativamente voluminosas (de 14 á 24 μ), y afectan forma variable, esferoidal, ovoidea, y sobre todo semilunar. No viven aisladas, sino que se agrupan en familias (fig. 108, B) de dos, cuatro ó más individuos (grupos *isogénicos* de Renaut). El examen micrográfico de cortes finos teñidos por el carmín ó hematoxilina, nos presenta en cada célula cartilaginosa: el protoplasma, el núcleo y las inclusiones.

El *protoplasma* aparece granuloso, á veces reticulado; después de la muerte y bajo la influencia de los reactivos, se retrae dentro del condroplasma, mostrando un contorno desigual; ca-

rece de inclusiones en el cartílago joven, pero desde la edad adulta, aloja gotas grasientas que llegan á atrofiar el protoplasma y hacer irreconocible el núcleo.

El *núcleo* es único, esferoidal, rico en cromatina, y yace por lo común, en el centro de las células.

Varía algo la disposición de las células, según su proximidad á la superficie cartilaginosa. Así, en los cartílagos costales como en los de incrustación, las zonas superficiales contienen corpúsculos pequeños, aplanados y numerosos; mientras que, en las partes profundas, estos elementos se muestran escasos, voluminosos, y más ó menos esferoidales (fig. 108, C).

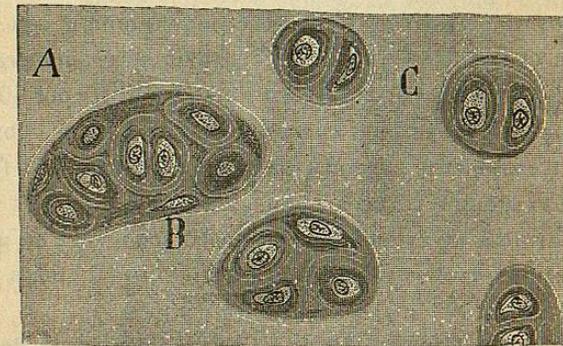


Fig. 107. — Células cartilaginosas de los cartílagos nasales del hombre. Coloración por la hematoxilina y tratamiento ulterior por el ácido acético: A, substancia fundamental; B, familia de muchas células; C, grupos nucleares de dos.

Substancia fundamental. — En condiciones apropiadas, deja percibir cuatro cosas: las cápsulas, las fibrillas condrígenas, los cordones permeables y las placas fibroides.

Cápsulas (fig. 107). — Si se examina cuidadosamente la materia fundamental próxima á las células, se nota un limbo ó atmósfera espesa, vagamente separada del resto de la substancia intercalar, pero rigurosamente limitada del protoplasma. Esta corteza de materia fundamental es la *cápsula*, y representa, no una membrana celular fundamental, sino el último producto de secreción de la célula cartilaginosa. En ciertas condiciones, puede notarse que la materia intersticial entera es reductible á cáp-

sulas empotradas las unas en las otras, de todas las cuales sólo la últimamente engendrada, es decir, la fronteriza á cada célula, se percibe con entera claridad. Esta última acredita una composición química algo diferente que el resto de la materia intersticial, puesto que si se tiñe el cartílago por la hematoxilina y se trata después con el ácido acético, todo se decolora menos las cápsulas recientes que retienen enérgicamente el color. Mörner, sin tener conocimiento de esta observación nuestra, ha indicado que la cápsula está construída de un producto especial que llama *globos de condrina*, fundándose en que, en la coloración con el violeta de metilo y la *tropeolina*, las cápsulas resultan azules y la materia intersticial amarillenta.

Fibrillas de condrina. — Cuando se examinan con fuertes aumentos cortes finos de cartílago previamente macerados en hipermanganato potásico, cloruro de sodio al 10 por 100, etc., toda la materia intersticial aparece formada de unas hebras finísimas, estrechamente entrecruzadas y unidas entre sí á favor de un cemento sólido y transparente.

La naturaleza de estas fibrillas es poco conocida; en general, se supone que en ellas reside la condrina ó sus factores componentes.

Fibras permeables (fig. 108). — Cuando, á ejemplo de ciertos autores (Spina, Spronck, etc.), se observan en el alcohol finos cortes de cartílago joven, la materia fundamental se muestra cruzada en ciertos sitios por unos hacecillos relativamente espesos que llamaremos, por alusión á su probable oficio, *fibras permeables*. El curso de estas fibras varía algo en las diversas zonas del cartílago: así si nos fijamos en la capa periférica de un cartílago costal, dichas fibras aparecen orientadas en sentido radial, arrancando del pericondrio y marchando hacia adentro para terminar en el espesor de las primeras cápsulas; en las zonas centrales, la orientación es muy otra, pues las fibras permeables constituyen manojos que, irradiando de una cápsula, se terminan en las de los vecinos elementos (fig. 108, C).

La naturaleza y significación de las fibras permeables distan mucho de estar esclarecidas. Para Solger trataríase meramente de fruncimientos ó arrugas intersticiales producidos por el alco-

hol en la materia fundamental del cartílago; pero la mayor parte de los autores se inclinan á estimar tales fibras como cordones porosos, formados de una substancia que goza de gran poder de imbibición, y á cuyo nivel pasan con la mayor facilidad los jugos nutritivos (1).

No son, pues, conductitos preexistentes llenos de plasma, como creían Bubnoff y Budge, por cuanto jamás se muestran en los cortes finos del cartílago bajo la forma de agujeros; pero repre-

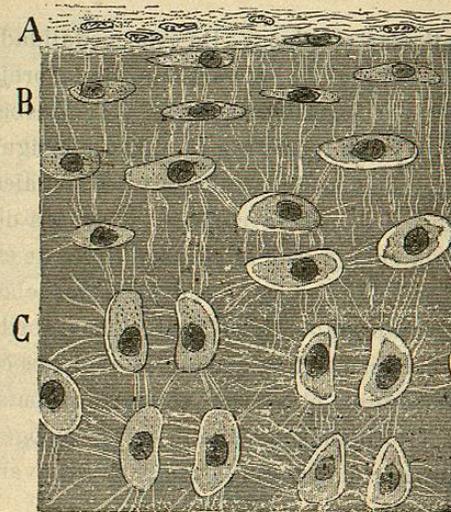


Fig. 108. — Cartilago costal del perro joven. Examen en alcohol: A, pericondrio; B, células superficiales aplanadas; C, células profundas. Las fibras blancas que cruzan el fondo son las permeables.

sentan substancialmente la misma disposición, pues á lo largo de dichas fibras se filtran los jugos absorbidos en el pericondrio, y gracias á ellas puede llegar el nutrimento hasta las células cartilaginosas centrales, que son las más alejadas de la fuente vascular.

Placas fibrosas. — En los territorios más lejanos de las cápsulas, la materia fundamental del cartílago adulto, y particular-

(1) Véanse nuestras observaciones insertas en el *Manual de Histología normal* y en *La Crónica Médica*, Valencia, 1887.

mente la del cartilago viejo, presenta unos islotes irregulares colorables en rojo intenso por el carmín.

En estos islotes la materia intersticial se ha transformado en un paquete de fibras gruesas, brillantes, á veces granulosas, frecuentemente entrecruzadas en ángulos agudos. Se ignora la naturaleza de estas formaciones, que no se ven jamás en el cartilago joven.

VARIEDADES CARTILAGINOSAS, RETICULAR Y ELÁSTICA

Cartilago reticular elástico. — De esta modalidad histológica está construída la epiglotis, el cartilago de la oreja, parte del aritenoides y los cartilagos de Santorini y de Vrisberg.

Las *células* son voluminosas (de 15 á 30 μ), de figura aplanada en las zonas superficiales del cartilago y esferoidales ú ovoideas en las profundas. Una espesa cápsula las separa de la materia intersticial, en la cual (y este es el rasgo típico de esta variedad cartilaginosa) se advierten multitud de fibras elásticas finas, dispuestas en red apretada (fig. 109, B). Estas fibrillas son más escasas cerca del pericondrio que en las regiones centrales del cartilago, y en su curso plexiforme se las ve respetar las cápsulas que aparecen formadas por una materia homogénea. Las gotas de grasa intracelulares son la regla en esta variedad cartilaginosa (fig. 109, b).

Cartilago fibro-conjuntivo. — Asienta en los discos intervertebrales, meniscos y rodetes articulares de la diartrosis, cartilagos tarsos y nódulos sesamoideos de los tendones.

Las *células* son pequeñas, esferoidales ú ovoideas, y exhiben una fina cápsula envolvente.

La *materia fundamental* consta de haces conjuntivos resistentes y paralelos como los del tendón. Esta disposición obliga á las células á orientarse en series más ó menos regulares, situadas en los espacios interfasciculares.

Como es frecuente ver variada la dirección de los haces conjuntivos en cada plano de estos cartilagos, los curpúsculos se alinean á menudo en series perpendiculares unas á otras.

Propiedades fisiológicas.—Carece el cartilago de nervios y de

capilares sanguíneos, nutriéndose parásitamente de los jugos circulantes por los órganos vecinos. En las ternillas nasales, costales y del árbol aéreo, la materia cartilaginosa yace rodeada de una membrana fibrosa, el *pericondrio*, provisto de una red vascular bastante tupida, desde la cual, y por mediación de las fibras permeables, el plasma sanguíneo puede irrigar las profundidades del cartilago. A pesar de lo cual, la vitalidad de las células cartilagosas centrales se ve comprometida, como lo

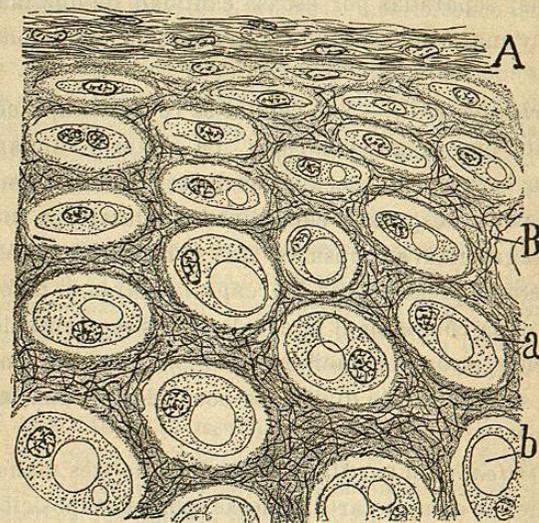


Fig. 109. — Cartilago reticular ó elástico de la oreja del conejo : A, pericondrio ; B, materia fundamental con las fibras elásticas ; a, cápsula hialina ; b, gota de grasa.

prueba lo frecuente que es hallarlas henchidas de gotas grasientas y hasta completamente destruídas por las degeneraciones adiposa y calcánea.

Propiedades químicas. — Es creencia general que la materia fundamental cartilaginosa consta de una materia colágena especial, la *condrina* de Müller, susceptible de convertirse por la cocción en jalea ; pero los modernos estudios parecen probar que la condrina es una mezcla de otros principios : *ácido condrotico*, la *albúmina*, la *cola* y cierta cantidad de sales alcalinas. El

cartilago contendría también la *albumoide*, la *condromucoide* y la *elastina* (Boedecker, Morner, Kössel).

Histogenesis.—El cartilago fetal se forma desde luego alrededor de la notocorda, en los que, andando el tiempo, serán cuerpos vertebrales. Proviene del mesodermo, y sus rudimentos confúndense, en un principio, con los del tejido conectivo. Las modificaciones ocurridas en los órganos cartilaginosos, son las siguientes :

1.^a *Cartilago primordial.* — Consta de células poliédricas ó estrelladas, separadas por escasa cantidad de una materia homogénea y más ó menos sólida. Las cápsulas no son todavía aparentes.

2.^a *Cartilago fetal.* — Las células se redondean, y en su torno se deposita una delgada cápsula. La materia fundamental se acrece por la fusión de las cápsulas de los elementos limítrofes, y á causa de que, después de cada división celular, los corpúsculos hijos segregan nuevas cápsulas, que se reúnen á las elaboradas por las células progenitoras. La cápsula marca el trabajo realizado por cada célula en el intervalo de dos segmentaciones ; por consiguiente, nada más fácil que deducir, por el examen de las cápsulas, el número de divisiones ocurridas en una familia celular.

El *crecimiento* del cartilago se verifica de tres maneras : por división de las células cartilaginosas, por yuxtaposición de cápsulas sucesivamente elaboradas, y por transformación en cartilaginosas de las células más profundas del pericondrio. Este último origen parece ser el más importante, dado que el crecimiento experimentado por el cartilago desde la época embrionaria es enorme, y no podría explicarse por el corto número de divisiones que sufre una célula cartilaginosa primordial (estas divisiones no suelen pasar en conjunto de seis á ocho).

En los cartílagos costales, auriculares, etc., es muy fácil demostrar que una parte de la materia fundamental periférica no es otra cosa que una condensación de los haces conjuntivos del pericondrio. En efecto, dicha materia fundamental periférica atrae, á la manera de los haces conjuntivos, los colores ácidos, en tanto que las cápsulas, es decir, la obra secretoria

de las células, toma con avidez los tintes básicos de anilina (1).

Preparación del tejido cartilaginoso. — *Variedad hialina.* — *Células.* — Para demostrar todos los detalles relativos á las células, convendrá elegir como objeto de examen el cartilago pubiano ó el del femur de la rana. Los cortes, ejecutados en fresco, se examinarán en su propio plasma ó en una gota de licor salino indiferente. A fin de revelar los núcleos y discernir el retículo del protoplasma, se tratarán los cortes por una gota de solución de verde de metilo acetificado.

Podrán también estudiarse las células con provecho en los cartílagos costales de mamíferos jóvenes. Los métodos anteriores son también aplicables aquí.

Para obtener preparados definitivos de células, es preciso que el cartilago haya sido fijado de antemano y colorado después ; de otra suerte, los protoplasmas se retraen, y los núcleos se tiñen imperfectamente. La fijación podrá alcanzarse macerando las piezas cartilaginosas por varias horas en ácido pícrico á saturación, en alumbre en solución concentrada ó también en ácido ósmico por doce horas. El licor de Kleinenberg puede asimismo utilizarse. Después de permanecer varias horas en cualquiera de estos líquidos, se tratarán las piezas por el alcohol, y se teñirán, ya por el picro-carminato, ya por la hematoxilina, bien por las anilinas. La tionina conviene perfectamente para esta coloración, pues merced á su carácter metacromático, tiñe en rojo heliotropo la substancia fundamental y en azul los núcleos.

Todavía dará más bellos resultados nuestro método de triple coloración (pág. 110), pero á condición de no decolorar demasiado con el alcohol.

Cápsulas. — Se demuestran muy bien examinando cortes de cartilago costal humano en una solución salina al 10 por 100. Si los cortes, fijados antes por el alcohol, se tiñen con hematoxilina y se aclaran por el ácido acético, las cápsulas se presentarán de color violeta, tanto más intenso, cuanto más recientes.

Las cápsulas se coloran igualmente bien por el método de Gieson y el nuestro de la triple coloración. En general, todo color ácido (fuchina ácida, azul de índigo, etc.) tiñe bien el pericondrio y regiones cartilaginosas superficiales, en tanto que las cápsulas atraerán los colores basiófilos (fuchina básica, azul de metileno, hematoxilina, etc.).

El método de Mörner, que consiste en teñir los cortes primeramente con violeta de metilo y después con tropoelina, es también excelente. Las cápsulas conservan el violado y la materia intercapsular se muestra amarillenta.

(1) Véase *Terrazas* : Métodos de coloración de la substancia fundamental cartilaginosa. *Rev. trim. microgr.*, 1896.

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