



| | | | | |
|--|--|-------------------------------------|--|------------------------|
|  | BIOLOGIA MODULO BIOLOGIA CELULAR Y MOLECULAR HISTOLOGÍA | |  | 7. |
| | | | | 5. |
| <i>Instituto San Lorenzo</i> | | <i>Coordinación Enseñanza Media</i> | | 1. |
| | | | | Pág. 1 de 6 Rev. 01 |

Nombre: _____ **Curso:** _____

Instrucción: el presente material es de lectura complementaria a las clases.

Es, junto con el hueso, uno de los principales tejidos de soporte de los animales. Su función es posible gracias a las propiedades de su matriz extracelular. El cartílago es una estructura semi rígida que permite mantener la forma de numerosos órganos, recubre la superficie de los huesos en las articulaciones y es el principal tejido de soporte durante el desarrollo embrionario, cuando el hueso aun no está formado. Posteriormente parte de este cartílago fetal se sustituirá por hueso mediante osificación endocondral. Durante la evolución, el cartílago fue la base para la formación del endoesqueleto de los vertebrados. La mayoría del cartílago de los mamíferos se genera desde el mesodermo pero también hay otros generados desde las crestas neurales, sobre todo los cartílagos cráneo-faciales. A veces se encuentran cartílagos con características intermedias entre el cartílago y el hueso y se denominan huesos condroides.

1. Características

Es un tejido generalmente avascular, alinfático y sin terminaciones nerviosas. Su propiedades mecánicas y bioquímicas están determinadas por su matriz extracelular, la cual está formada fundamentalmente por colágeno (15-20 %), sobre todo el tipo II, por proteoglicanos, sobre todo el agregano, y glicoproteínas (10 %) y por agua (65-80%). También largas cadenas de ácido hialurónico están presentes en el cartílago. El colágeno es el principal responsable de la resistencia a estiramientos, mientras que el agregano permite la resistencia a presiones, además de favorecer una gran hidratación. La matriz del cartílago puede estar mineralizada o no. Aunque el cartílago es mayormente avascular existen unos canales denominados canales cartilagosos en el cartílago embrionario que pueden llevar vasos sanguíneos una cierta distancia en el interior del cartílago. Estos canales también llevan condroblastos y son los que permiten la sustitución del cartílago por el hueso durante el desarrollo.

Las células que componen el cartílago son los condrocitos, los cuales se localizan en pequeñas oquedades diseminadas denominadas lagunas. Son células redondeadas o elipsoides con una superficie con numerosas microvellosidades irregulares, muchos poseen un cilio. Los condrocitos jóvenes o condroblastos muestran orgánulos secretores, retículo endoplasmático y aparato de Golgi muy desarrollados, puesto que son capaces de sintetizar colágeno y fibras elásticas. También poseen inclusiones de glucógeno y gotas de lípidos. Cada condrocito está rodeado por una delgada capa pericelular de matriz extracelular, diferente al resto de la matriz del cartílago, que junto con el condrocito forman lo que se denomina condrón o condroma (Figura 1). Al contrario que en el hueso, los condrocitos cercanos no están conectados entre sí por procesos citoplasmáticos. La matriz del cartílago se forma por los condrocitos y condroblastos, y se puede eliminar por condroblastos mono o multinucleados. La mayoría de los condrocitos tienen la capacidad de dividirse, pero esto puede ser muy poco frecuente, como es el caso del cartílago articular donde las células que se dividen representan menos del 1 %.

| | | |
|---------------------|---------------------------------|---|
| Escrito por: AMM | Revisado por Jefe Depto. AMM | Aprobado por Coord. E. Media Alondra Urrutia |
|---------------------|---------------------------------|---|

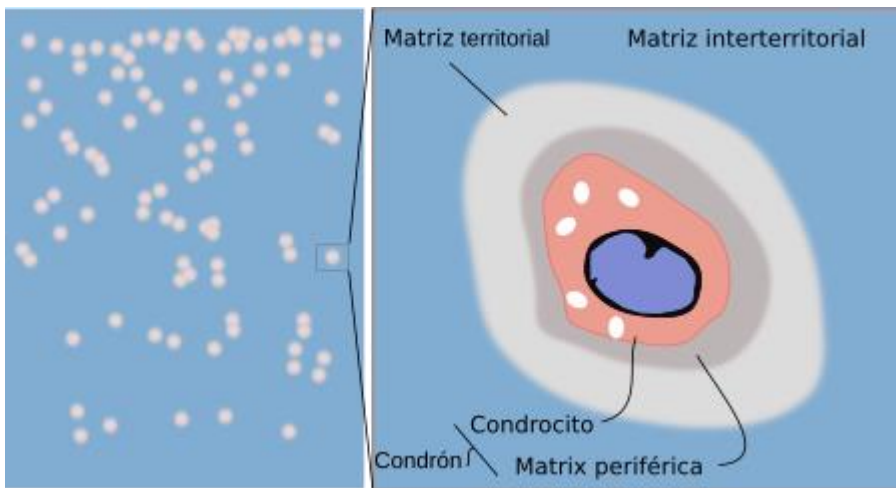


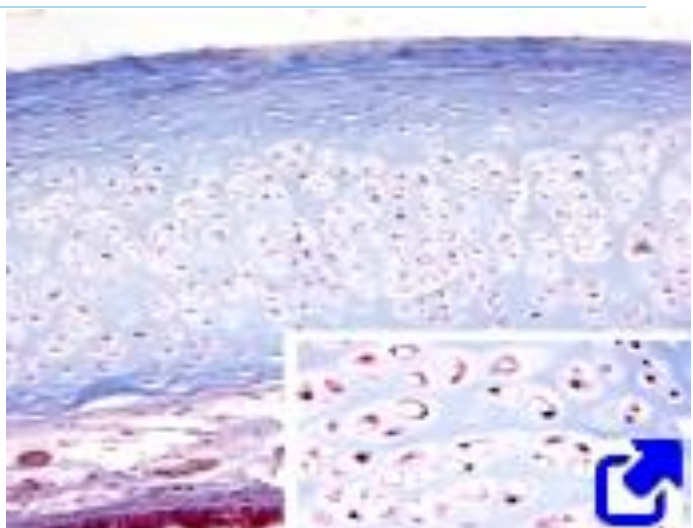
Figura 1. Esquema de las variedades de matriz extracelular en torno a un condrocito de un cartílago hialino.

La mayor parte del cartílago, excepto el tipo de cartílago denominado fibrocartílago, está rodeado por una capa de tejido conectivo denominada pericondrio. El pericondrio posee una capa externa, denominada pericondrio fibroso, formada por tejido conectivo fibroso que contiene fibroblastos y fibras de colágeno, y otra interna denominada pericondrio condrogénico, donde se encuentran las células condrogénicas y los condroblastos que por diferenciación darán lugar a los condrocitos. Las células condrogénicas producen a los condroblastos, que son los responsables de sintetizar la matriz cartilaginosa. A medida que la sintetizan se van rodeando de ella y se transforman en condrocitos, los cuales seguirán produciendo y remodelando la matriz a su alrededor. Este crecimiento se conoce como crecimiento por aposición. En el cartílago joven, sin embargo, los condrocitos pueden dividirse y contribuyen al crecimiento y a la formación de matriz extracelular en lo que se denomina crecimiento intersticial.

Hay tres tipos de cartílago en el organismo: hialino, elástico y fibrocartílago. Esta clasificación en tres tipos de cartílago se aplica a los mamíferos, mientras que la variedad de cartílagos es mayor cuando se consideran otros vertebrados.

2. Cartílago hialino

El cartílago hialino es el cartílago más ampliamente distribuido. Está asociado comúnmente con el hueso. Se encuentra como parte del esqueleto del embrión y en animales adultos aparece en los anillos de la tráquea, bronquios, la nariz, laringe, superficies articulares y en las zonas de unión de las costillas al esternón. Con el paso de los años el cartílago va perdiendo proporción de agua y puede disminuir el



suministro de sustancias a las zonas más internas con lo que pueden aparecer zonas necróticas. El cartílago hialino sólo se puede regenerar cuando se conserva el pericondrio.

Cartílago hialino.

El cartílago hialino presenta dos partes: el pericondrio, más externo, y el cartílago maduro, más ancho e interior. El cartílago hialino maduro muestra una matriz extracelular de aspecto homogéneo. En ella predomina el colágeno tipo II, aunque también existen otros tipos de colágeno, además de proteoglicanos. La matriz extracelular es secretada por los condrocitos, los cuales se encuentran en unas cavidades denominadas lagunas. Los condrocitos tienen forma ovoide o redondeada y se suelen asociar por parejas o tétradas formando los llamados

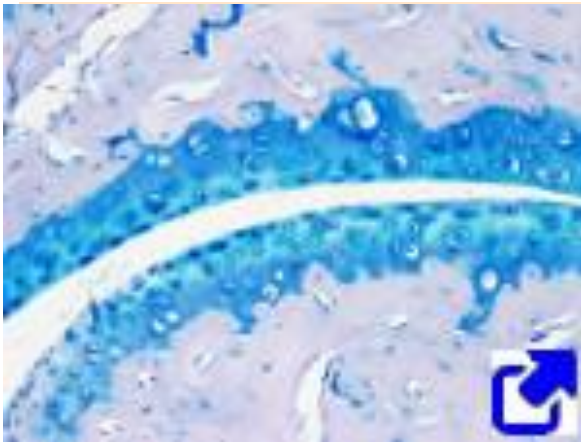


Figura 2. Imagen de cartílago hialino del hueso hioides de rata donde se observa osificación endocondral.

grupos isogénicos (Figura 2), los cuales están separados entre sí por la matriz interterritorial. En la matriz periférica (Figura 1), la que rodea directamente al condrocito, abundan los colágenos tipo VI y los proteoglicanos, pero hay poco colágeno tipo II.

El pericondrio es una vaina de tejido conectivo condensada que recubre al cartílago maduro (Figura 2). La parte externa del pericondrio se llama fibrosa ya que está formada por fibras colágenas, algún fibroblasto y por gran cantidad de vasos sanguíneos. La parte interna se denomina condrogénica porque a partir de ella se forman y diferencian nuevos condrocitos que quedarán incorporados al cartílago a medida que van sintetizando matriz extracelular.

Cartílago articular



Cartílago articular.

El cartílago articular es un tipo de cartílago hialino que se encuentra en las articulaciones sinoviales (poseen un alto grado de movimiento). Carece de pericondrio, pero crece por aposición a partir de una población de progenitores que se encuentra en su superficie. Curiosamente esta población se puede diferenciar también en hueso, tendón y perimisio. La principal misión de este cartílago es servir de almohadilla para las presiones mecánicas y proporcionar una superficie lisa y lubricada que contrarresta el rozamiento entre los huesos durante el movimiento. Posee varias capas (Figura 3). La más externa está en contacto con el líquido sinovial y es un cartílago con matriz no calcificada con fibras largas y cruzadas de colágeno. Le sigue una franja intermedia irregular y estrecha de matriz extracelular algo calcificada. Entre ésta y el hueso se extiende una capa interna de cartílago con matriz calcificada, la cual se continúa con la matriz del hueso. Mientras que la capa superficial se encarga de resistir fricciones, la media, y sobre todo, la profunda contrarrestan las presiones mecánicas. Su matriz extracelular, además de agua, posee colágeno tipo II, el más abundante, y proteoglicanos, sobre todo el agregano y el condroitín sulfato. En el cartílago articular, la matriz pericelular carece de colágeno tipo II.

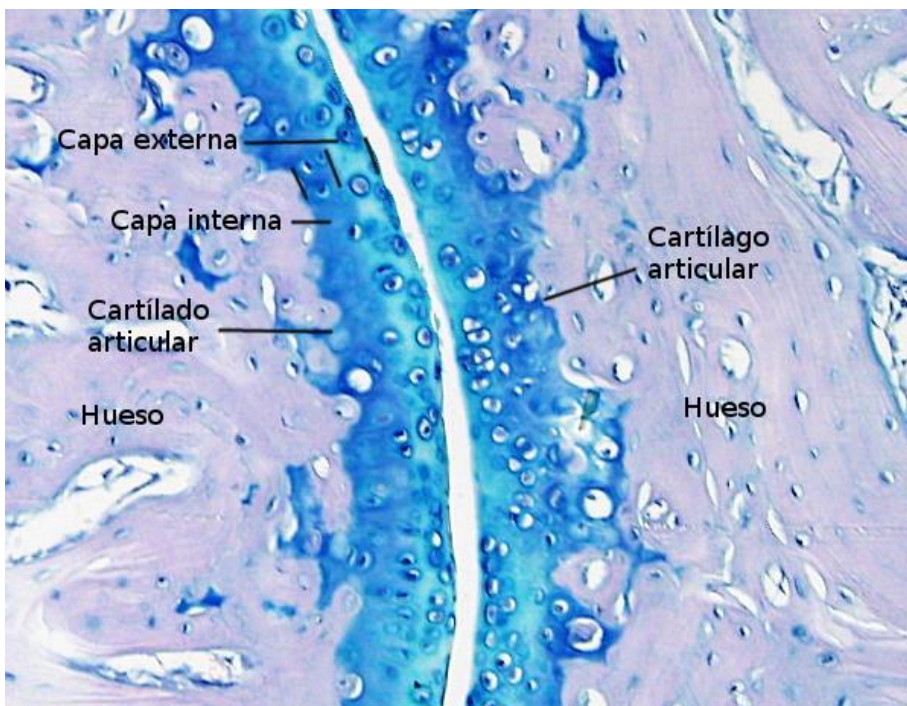
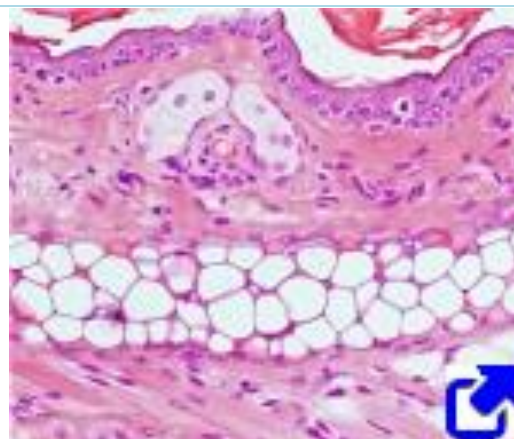


Figura 3. Imagen de cartílago articular donde se pueden apreciar las dos capas principales.

3. Cartílago elástico

Cartílago elástico

El cartílago elástico (Figura 4) se caracteriza por contener una gran cantidad de fibras elásticas, lo que le confiere la capacidad para estirarse sin romper su estructura, y se encuentra en lugares como el oído externo, en el conducto auditivo externo, trompa de Eustaquio, epiglotis y en la laringe. Posee poca matriz extracelular, la cual está



formada principalmente por fibras elásticas muy ramificadas, que contribuyen a las propiedades mecánicas de este tejido, pudiendo llegar a representar hasta el 20 % de su peso seco. El colágeno que predomina es el tipo II. El cartílago elástico no se forma a partir de centros de condricación, sino a partir de tejido mesenquimático. En su periferia se localiza el pericondrio formando una vaina muy delgada de tejido conectivo altamente condensado. Los grupos isogénicos, grupos de 2 a 4 condrocitos, no son fáciles de observar. El cartílago elástico no se osifica ni tiene capacidad de regeneración.

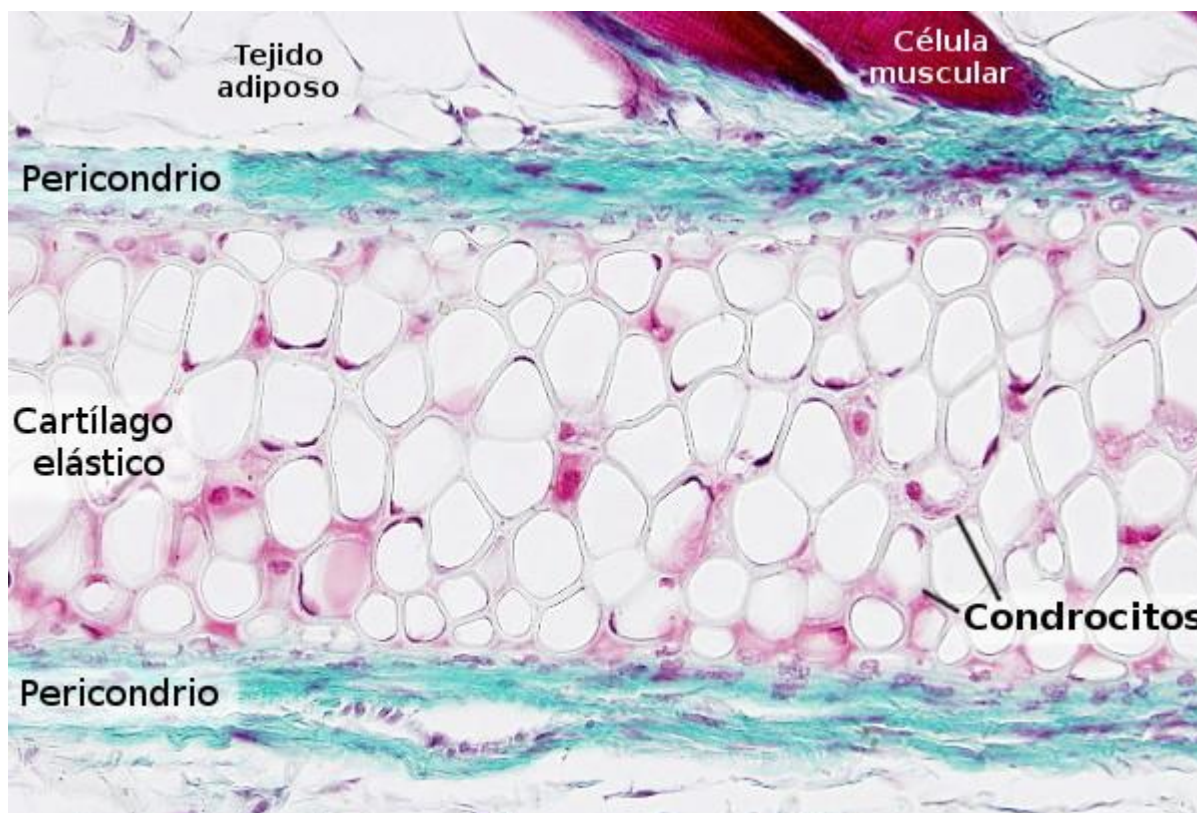


Figura 4. Cartílago elástico de la oreja de un ratón.

4. Fibrocartílago

El fibrocartílago se encuentra en lugares como los discos intervertebrales, algunas articulaciones, en la inserción del tendón a la epífisis del hueso (Figura 5), en zonas de las válvulas del corazón y en el pene de algunos animales. Normalmente está rodeado por



cartílago hialino. Carece de pericondrio. Es un tejido con propiedades intermedias entre el tejido conectivo denso y el cartílago hialino. Sus células pueden disponerse de forma irregular y más dispersas que en el hialino, pero también aparecen formando hileras, y a veces es difícil distinguir los condrocitos de los fibroblastos. En general, en el interior del tejido las células se parecen más a condrocitos y en el exterior a fibroblastos. Las características ultraestructurales de sus células son similares a las del cartílago hialino.

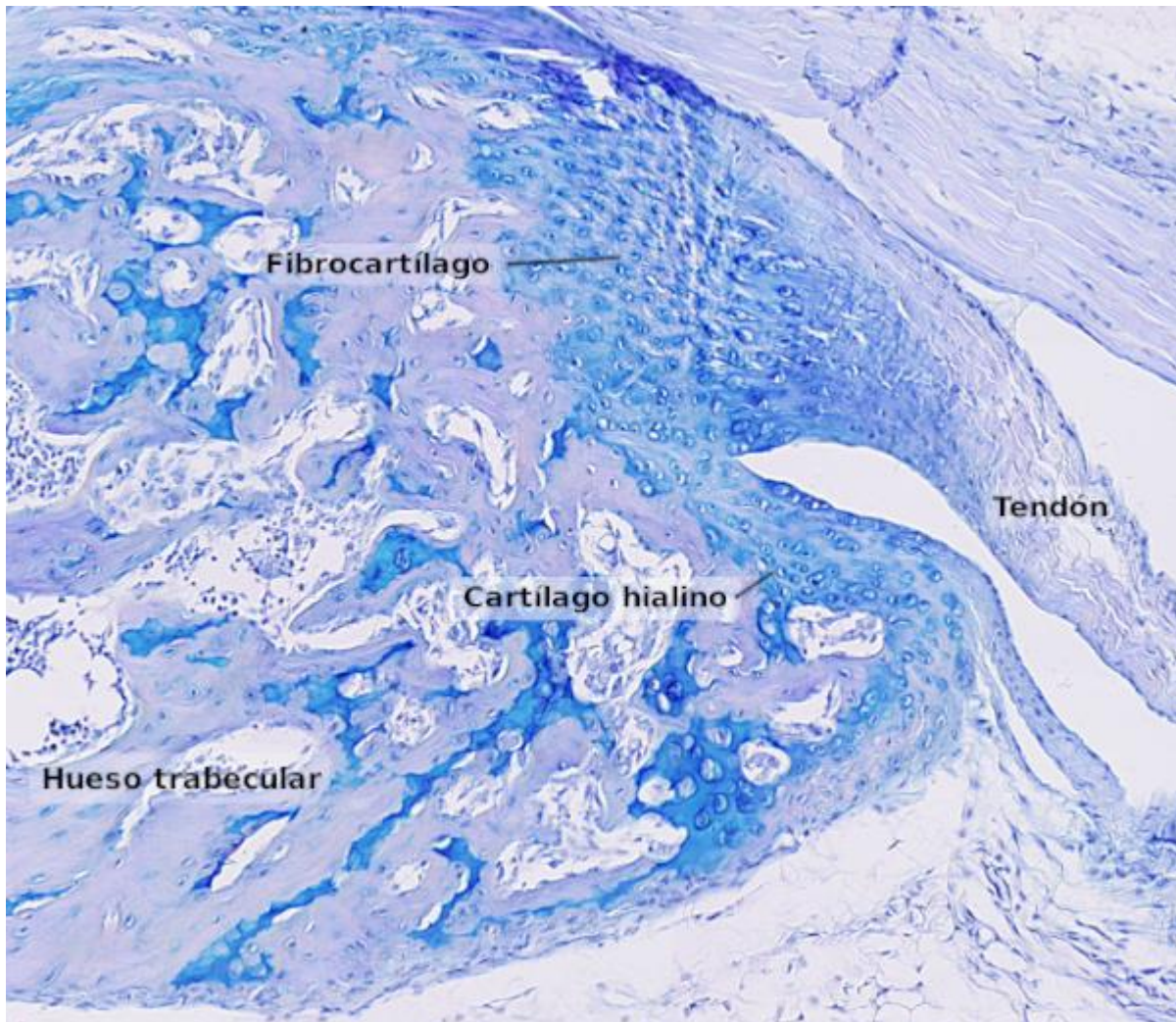


Figura 5. Fibrocartílago en la conexión entre el cartílago hialino del hueso y el tejido conectivo denso regular del tendón.

Hay cartílagos que se denominan ectópicos puesto que se generan en lugares donde normalmente no se encuentra cartílago como en el corazón, o en las mandíbulas.

De cuatro a siete tipos de colágeno se han encontrado en el fibrocartílago dependiendo de donde se encuentre. El tipo I es el más abundante con un 80 a 90 %. La abundancia de colágeno tipo I (abundante en tejidos sometidos a tensión) respecto al colágeno tipo II (más abundante en tejidos sometidos a presión) es una característica distintiva del fibrocartílago. Las fibras de colágeno suelen estar orientadas en la dirección de las tensiones mecánicas. Posee pocas fibras elásticas y el mayor componente de la matriz amorfa está formada por proteoglicanos