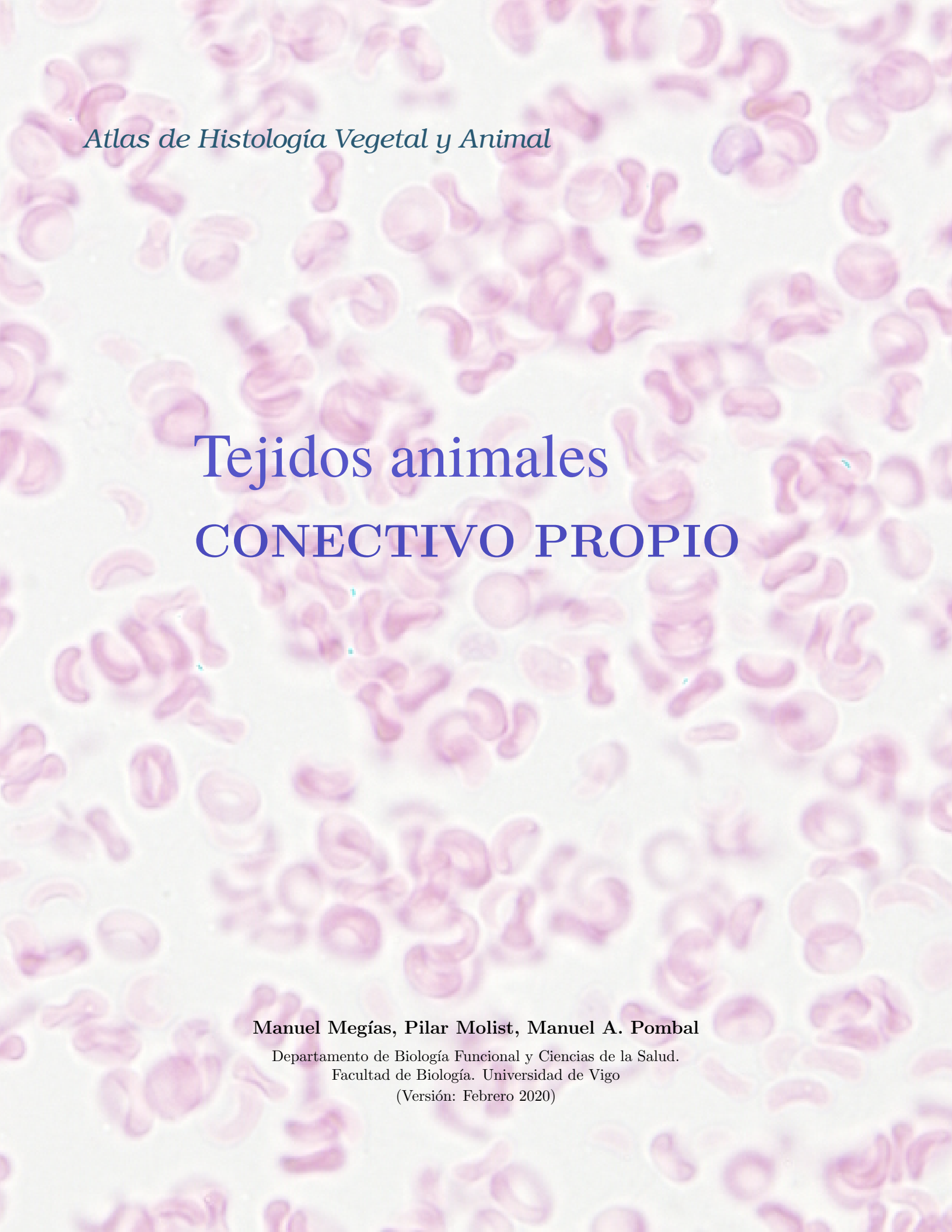




Atlas de Histología Vegetal y Animal

Tejidos animales

CONECTIVO PROPIO

Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo

(Versión: Febrero 2020)

Este documento es una edición en pdf del sitio
<http://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>.

Todo el contenido de este documento se distribuye bajo
la licencia Creative Commons del tipo BY-NC-SA
(Esta licencia permite modificar, ampliar, distribuir y usar
sin restricción siempre que no se use para fines comerciales,
que el resultado tenga la misma licencia y que se nombre
a los autores)

La edición de este documento se ha realizado con el software L^AT_EX
(<http://www.latex-project.org/>), usando T_Exstudio
(www.texstudio.org/) como editor.

Contenidos

1	Histología	1
2	Conectivo	2
3	Conectivo propio	4
4	Imagen; Conectivo laxo	8
5	Imagen; Conectivo laxo	11
6	Imagen; Denso irregular	12
7	Imagen; Denso regular	14
8	Imagen; Mucoso	17
9	Imagen; Mesenquimático	18
10	Imagen; Reticular	19

1 Histología

Un tejido (del latín *texere* = tejer) es un conjunto de células, matriz extracelular, y fluido corporal. Las células de un tejido cooperan para llevar a cabo una o varias funciones en un organismo. Estas células se relacionan entre sí mediante interacciones directas entre ellas o mediadas por las moléculas que se encuentran entre ellas y que forman la matriz extracelular. Distintos tejidos se asocian entre sí para formar los órganos. La histología es una disciplina eminentemente descriptiva que se dedica a la observación de los diferentes tejidos mediante microscopios, tanto ópticos como electrónicos. Sin embargo, el conocimiento de la anatomía y organización de los tejidos es fundamental para comprender su fisiología y reconocer alteraciones patológicas, tanto de los propios tejidos como de los órganos y estructuras que forman. La histopatología es una rama de la histología dedicada a estudiar alteraciones patológicas en los tejidos.

A pesar de que las células que forman un organismo son muy diversas en forma y función, los histólogos han clasificado tradicionalmente a los tejidos en cuatro tipos fundamentales:

Tejidos epiteliales. Conjunto de células estrechamente unidas que o bien tapizan las superficies corporales, tanto internas como externas, o se agrupan para formar glándulas.

Tejidos conectivos o conjuntivos. Son un variado tipo de tejidos que se caracterizan por la gran importancia de su matriz extracelular, la cuál, en la mayoría de los casos, es la principal responsable de su función. Los tejidos conectivos se originan a partir de las células mesenquimáticas embrionarias y forman la mayor parte del organismo, realizando funciones tan variadas como sostén, nutrición, reserva, etcétera. La clasificación de los tejidos conectivos puede variar según los diferentes autores, pero en general incluyen a los tejidos conectivo propiamente dicho, adiposo, cartilaginoso, óseo y sanguíneo.

Tejido muscular. Formado por células que pueden contraerse, lo que permite el movimiento de los animales o de partes de su cuerpo.

Tejido nervioso. Está constituido por células especializadas en procesar información. Reciben dicha información del medio interno o externo, la integran y producen una respuesta que envían a otras células, sobre todo a las células musculares.

2 Conectivo

El tejido conectivo, o conjuntivo, es el principal constituyente del organismo. Bajo el nombre de conectivo se engloban una serie de tejidos heterogéneos (Figura 1) pero con algunas características compartidas. Una de estas características es su origen mesenquimático (del mesodermo embrionario), además de la existencia de una matriz extracelular, generalmente abundante, en la que se encuentran las células. La matriz extracelular es una combinación de fibras colágenas y elásticas y de una sustancia fundamental rica en proteoglicanos y glicosaminoglicanos. Las características de la matriz extracelular son las prin-

cipales responsables de las propiedades mecánicas, estructurales y bioquímicas de los distintos tipos de tejido conectivo, y, junto con los células, uno de los principales elementos considerados a la hora de clasificar a los tejidos conectivos. En general, los tejidos conectivos se consideran como tejidos de sostén puesto que sostienen y cohesionan a otros tejidos dentro de los órganos, sirven de soporte a estructuras del organismo o al propio organismo, y protegen y aíslan a los órganos. Además, todas las sustancias que son absorbidas por los epitelios tienen que pasar por estos tejidos, que sirven además de vía de comunicación entre otros tejidos, por lo que generalmente también se les considera como el medio interno del organismo.



Figura 1: Clasificación de los tejidos conectivos.

3 Conectivo propio

En el tejido conectivo propiamente dicho nos encontramos distintos tipos de células embebidas en una matriz extracelular más o menos abundante formada por fibras y sustancia fundamental (Figura 2). Este tejido está muy extendido por todo el cuerpo. Rellena espacios entre órganos (Figura 3), por ejemplo entre la piel y los músculos, rodea a los vasos sanguíneos, a los nervios y a muchos órganos, forma el estroma de órganos como el riñón, el hígado, glándulas, gónadas, etcétera. Y también es el tejido que forma los tendones, los ligamentos, la córnea y la dermis.

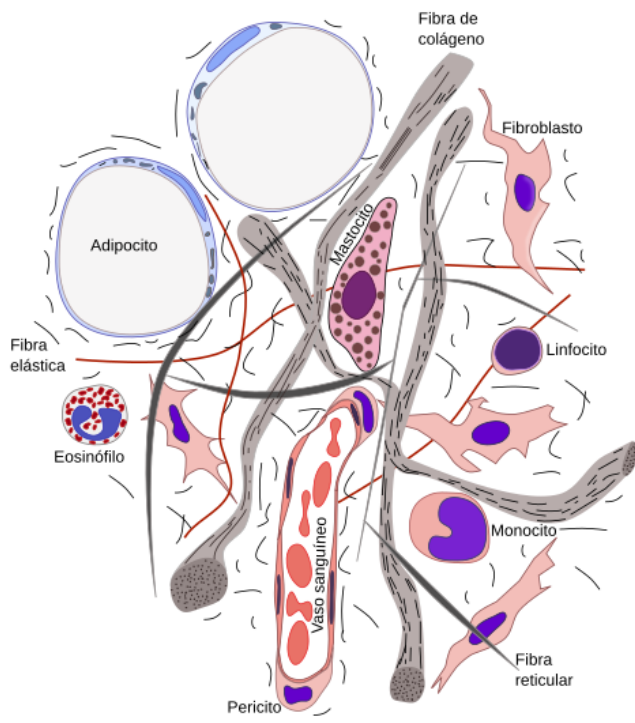


Figura 2: Tipos celulares y fibras de la matriz extracelular que se pueden encontrar en el tejido conectivo laxo, un tipo de tejido conectivo propiamente dicho. La proporción de estos elementos es variable según el tipo de tejido conectivo (modificado de Krstić, 1989)

Las células principales son los fibroblastos (Figura 4), cuya función es producir y liberar los diversos componentes de la matriz extracelular. En el microscopio óptico, el fibroblasto se observa como una célula alargada, con aspecto irregular más o menos fusiforme, con un núcleo ovoide que presenta uno o

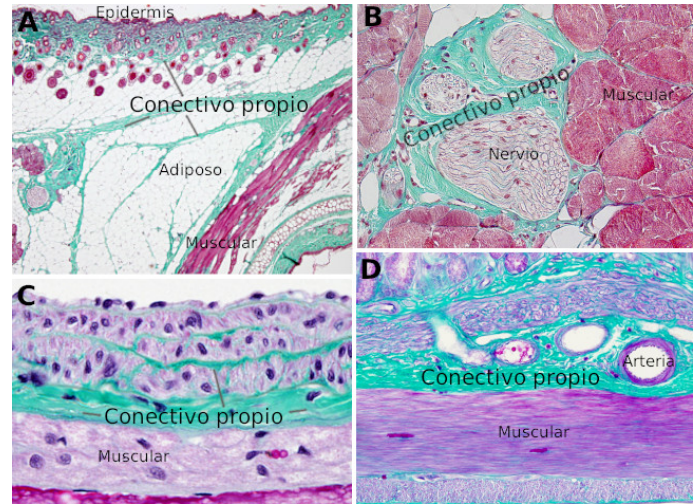


Figura 3: Tejido conectivo propio distribuido en diferentes órganos. Las 4 imágenes corresponden a tejidos teñidos con tricrómico de Masson, por lo que el tejido conectivo aparece de color verdoso. A: Tegumento, pabellón auditivo. B: Músculo esquelético y nervio. C: Pared arterial. D: Submucosa, mucosa y muscular del estómago

dos nucléolos y con un citoplasma generalmente poco visible. Otras células como las mesenquimáticas y las reticulares son típicas de determinadas variedades de conectivo propiamente dicho, como veremos más adelante.

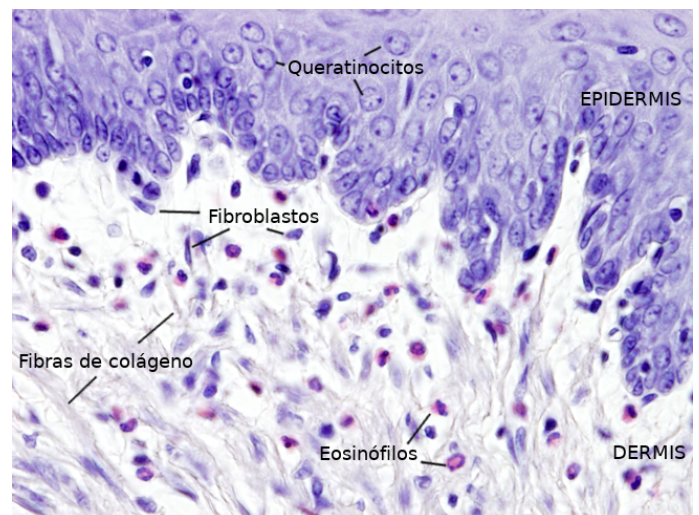


Figura 4: Fibroblastos en la dermis. En la dermis hay muchos otros tipos celulares difícilmente identificables con tinciones generales como ésta.

Los fibroblastos se consideran células residentes

porque son las células típicas del tejido conectivo propiamente dicho. También se pueden encontrar otras células que se generan normalmente en la médula ósea y llegan al tejido conectivo desde los vasos sanguíneos, tales como los monocitos, los cuales por diferenciación darán lugar a los macrófagos, los mastocitos, los basófilos, eosinófilos, neutrófilos, células plasmáticas y linfocitos. Todas ellas están relacionadas con funciones de defensa e inmunidad, pueden desplazarse por la matriz extracelular del tejido conectivo y su presencia o ausencia varía según las condiciones y la localización del tejido conectivo. Otro tipo celular que aparece en el tejido conectivo son los adipocitos. Es interesante que los adipocitos y los fibroblastos tienen el mismo precursor mesenquimático.

De acuerdo con la proporción y características de la matriz extracelular y de las células que componen los tejidos conectivos propiamente dichos podemos encontrar distintas variedades.

1. Conectivo laxo

El tejido conectivo laxo o areolar es el más abundante de los tejidos conectivos y una de sus características es que no posee una organización estructurada sino células inmersas dispersas en una matriz extracelular abundante. Tiene una distribución muy extensa y se puede considerar como ubicuo ya que aparece en todos los órganos, llenando espacios tanto internos como entre órganos. Se encuentra en zonas que no requieren una gran resistencia a las tensiones mecánicas. Rellena los espacios entre la piel y los músculos, se encuentra bajo los epitelios, recubre órganos, vasos sanguíneos, nervios, forma parte del estroma de órganos como el riñón, el hígado, glándulas, testículos, y otros, forma parte de la pared de órganos como el digestivo, etcétera.

Esta compuesto sobre todo por fibroblastos y por matriz extracelular abundante. Su matriz extracelular se compone de fibras dispersas de colágeno, elásticas y de las menos abundantes reticulares. Este tejido desempeña un papel fundamental en la nutrición de otros tejidos y órganos, ya que los nutrientes difunden fácilmente por la parte acuosa de su matriz extracelular. Pero además presenta una gran cantidad de vasos sanguíneos, prolongaciones nerviosas, así

como partes secretoras de glándulas exocrinas. No es un tejido especializado.

2. Conectivo denso

El tejido conectivo denso presenta predominancia de fibras de colágeno y elásticas respecto a la sustancia fundamental y a los fibroblastos, mucho más que en el laxo. Así, no presenta tantos espacios abiertos como el conectivo laxo. A los fibroblastos del tejido conectivo denso se les suele llamar fibrocitos para indicar que su actividad es mucho menor que en el conectivo laxo. Otra característica es que tienen una menor diversidad de tipos celulares. Hay que tener en cuenta que hay una transición entre los tejidos conectivos laxos y densos, y algunas veces no es fácil asignarlos a una categoría u otra. La principal función del tejido conectivo denso es contrarrestar tensiones mecánicas. Aunque en la mayoría de los tejidos conectivos densos hay una mayor abundancia de fibras de colágeno, hay unos pocos cuya matriz extracelular está formada sobre todo por fibras elásticas y se les llama conectivos densos elásticos. Por tanto se pueden considerar tres variantes dentro del tejido conjuntivo denso: irregular, regular y elástico.

2.1. Conectivo denso irregular

El tejido conectivo denso irregular posee grandes cantidades de fibras de colágeno agrupadas en haces gruesos orientados en todas las direcciones formando una red tridimensional. Es un tejido mecánicamente fuerte. Las fibras de colágeno son más gruesas y numerosas que en el tejido conectivo laxo, y tiene poca densidad de vasos sanguíneos y fibras nerviosas. Se encuentra en la dermis de la piel (sobre todo en la dermis reticular), formando las cápsulas que envuelven los órganos, en la meninge duramadre, en el periostio, pericardio, válvulas cardíacas y cápsulas articulares.

2.2. Conectivo denso regular

El tejido conjuntivo denso regular posee una matriz extracelular con una gran cantidad de fibras de colágeno que se ordenan en forma regular, generalmente en haces paralelos. Esto refleja unas necesidades mecánicas de resistencia a estiramientos unidireccionales. De hecho, este tejido se encuentra en aquellas estructuras como los tendones, ligamentos y las vainas o fascias que rodean a los músculos es-

queléticos, y también hay tejido conectivo denso regular en algunos tendones aplanados (o aponeurosis) de los músculos abdominales, donde las fibras adoptan una orientación en diferentes direcciones puesto que los estiramientos mecánicos se dan en diferentes direcciones. La córnea es otra estructura formada por tejido conectivo denso regular con capas de fibras de colágenos orientadas de forma perpendicular entre sí.

2.3. Conectivo denso elástico

El tejido conectivo denso elástico destaca por la abundancia de fibras elásticas, que le confieren al órgano, además de un característico color amarillento, una gran elasticidad. Este tejido se encuentra en órganos que sufren estrés mecánico (estiramientos y contracciones) debido a presiones o tensiones. Las fibras elásticas se disponen normalmente paralelas unas a otras formando haces de grosor variable, y a veces como fibras individuales. Es habitual encontrar conjuntivo laxo con fibroblastos rodeando al conectivo elástico para mantener la cohesión. El tejido conjuntivo denso elástico se localiza en los ligamentos elásticos que se encuentran en la columna vertebral uniendo las vertebrae y permitiendo la movilidad de la columna. Otros ejemplos son el grueso ligamento nuchal y los pequeños ligamentos de la laringe.

3. Conectivo mucoso

El tejido conectivo mucoso o gelatinoso tiene aspecto de gelatina, está muy hidratado, es turgente y presenta una gran resistencia mecánica. Esto es debido a sus componentes celulares y a su matriz extracelular. Así, la mayor parte del tejido es matrix extracelular pudiendo representar hasta el 95% de su contenido. Posee pocas células, que tienen características similares a los miofibroblastos. La proteína más abundante de la matriz extracelular es el colágeno tipo I, que forma fibras delgadas. Los proteoglicanos, abundantes en la matrix extracelular, contienen sobre todo condrotin sulfato y dermatán sulfato. El ácido hialurónico es también muy abundante.

Este tejido abunda en el periodo embrionario y es poco frecuente en adultos. Es el principal componente del cordón umbilical, donde se organiza formando una estructura espiral retorcida denominada gelatina de Wharton. Al contrario que otros tejidos conectivos,

en el tejido conectivo mucoso de humanos no se ha encontrado otro tipo celular diferente a los miofibroblastos (células con características intermedias entre musculares y fibroblastos), ni tampoco posee vasos sanguíneos, ni linfáticos, excepto las dos arterias y una vena que comunican al embrión con la placenta. Este tejido se encuentra en regiones concretas como la placa coriónica de la placenta y alrededor de los capilares fetales, y también en la cresta de algunas aves.

El tejido mucoso del cordón umbilical está siendo estudiado muy intensamente puesto que de sus células se pueden derivar células madre pluripotenciales que pueden diferenciarse en células diferenciadas de diferentes tejidos. Esto le aporta una gran potencialidad como fuente celular para terapias regenerativas e ingeniería de tejidos.

4. Conectivo mesenquimático

El tejido conectivo mesenquimático o mesénquima está formado por células indiferenciadas o mesenquimáticas y materia extracelular laxa de aspecto gelatinoso. Esta disposición laxa permite a las células una gran movilidad, muy útil para organizarse en estructuras nuevas durante las etapas embrionarias. Se puede considerar como un tejido pasajero puesto que es abundante en el embrión, pero aparece también en menor medida en algunos órganos de animales adultos como en la médula ósea, en la grasa, músculos, y pulpa dental de los dientes de leche. A estas células en adultos se les llama células madres mesenquimáticas.

El tejido mesenquimático deriva en su mayor parte del mesodermo, pero también hay una parte de mesénquima en la zona de la cabeza que deriva de las crestas neurales. A partir de él se forman, durante el desarrollo embrionario, no sólo los tejidos conectivos propiamente dichos sino también cartílago, hueso, los sistemas sanguíneo y linfático, incluso se puede diferenciar en músculo liso. Además, mediante señales enviadas por el mesénquima al tejido epitelial se inicia la formación de numerosos órganos del cuerpo.

5. Conectivo reticular

El tejido conjuntivo reticular se caracteriza por poseer fibras reticulares. Las células que las producen son fibroblastos denominados células reticulares. Las

fibras reticulares o de reticulina pueden aparecer en otros tejidos conectivos, pero es en éste donde son más abundantes. Están formadas sobre todo por colágeno tipo III, que hace fibras más delgadas (150 nm de diámetro), ramificadas, anastomosadas y con mayor contenido de carbohidratos. El aspecto ramificado de las fibras reticulares distingue estas fibras de otras formadas por otras fibras de colágenos formados por los tipos I y II. Las fibras son tan finas que no se observan con el microscopio óptico a no ser que se pongan de manifiesto con impregnaciones de plata o con tinciones con PAS.

La principal misión del tejido reticular es formar un andamiaje que sirve de soporte a otras células. En él hay un gran número de células distintas a los fibroblastos, como son los linfocitos, células adiposas, musculares lisas, macrófagos, células madre hematopoyéticas, etcétera. Así, la densidad celular es mayor que en otros tejidos conectivos. Normalmente las células reticulares están unidas a las fibras reticulares y ambos quedan relativamente fijos, mientras que las otras células se mueven con facilidad por el tejido. La función del tejido reticular es importante en órganos como los nódulos linfoides, el riñón, paredes de las arterias, el bazo, el hígado y la médula ósea, en las tonsilas o amígdalas, en las placas de Peyer del íleon y menos abundante en otras zonas.

Bibliografía

Davies JE, Walker JT, Keating A. 2017. Concise review: Wharton's jelly: the rich, but enigmatic, source of mesenchymal stromal cells. *Stem cells translational medicine*. 6: 1620-1630.

Krstić, R. V. 1989. Los tejidos del hombre y de los mamíferos. Editorial Interamericana. McGraw-Hill. Madrid. ISBN: 84-7615-413-5.

MacCord, K. Consultado en 2017. Mesenchyme. The Embryo Project Encyclopedia.

4 Imagen; Conectivo laxo

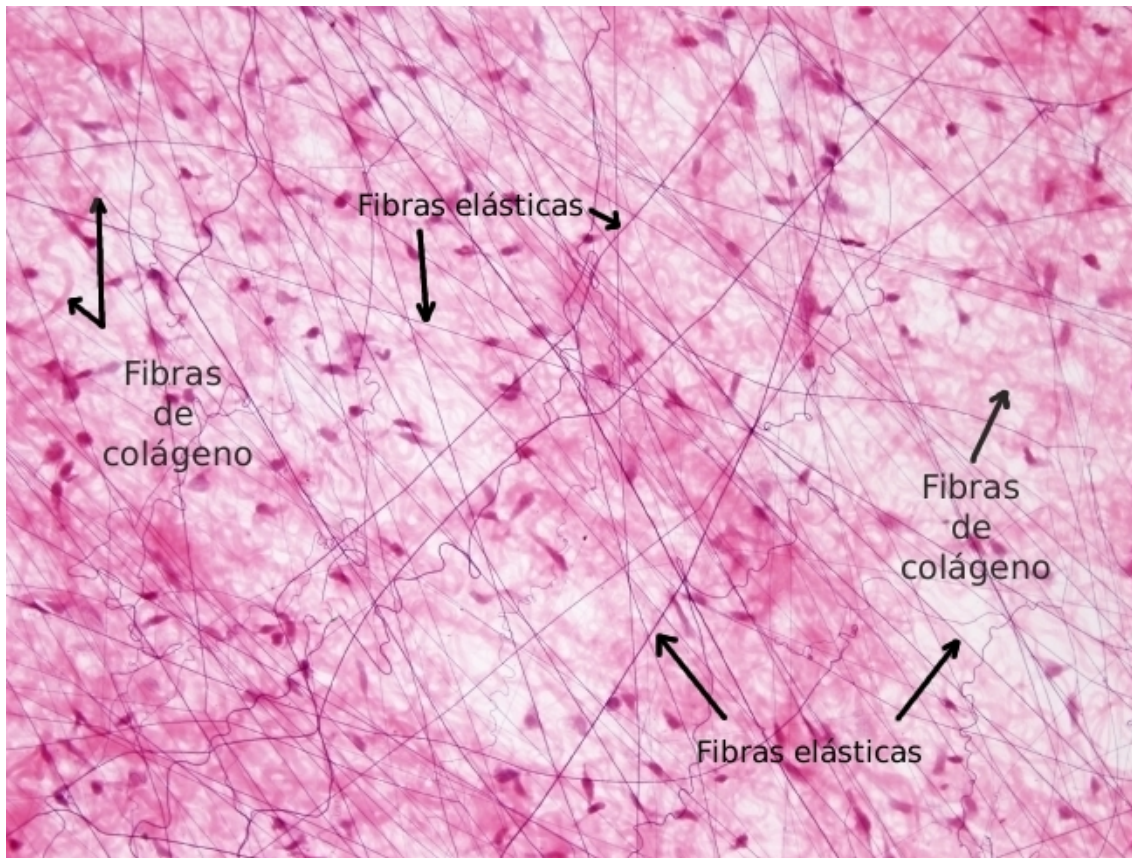


Figura 5: Tejidos internos: conectivo laxo. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: cortes de parafina de 8 μm teñidos con hematoxilina - eosina.

Más imágenes

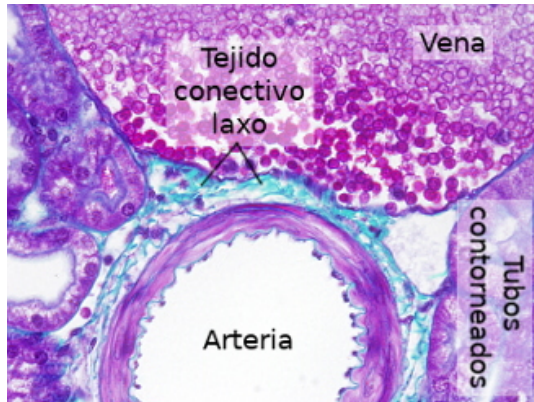


Figura 6: Tejido conectivo laxo (color verde-azulado) en torno a vasos sanguíneos en el riñón.

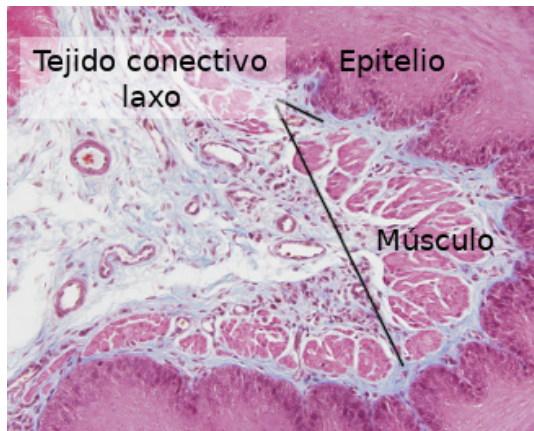


Figura 7: Tejido conectivo laxo (color verde-azulado) en la mucosa del esófago.

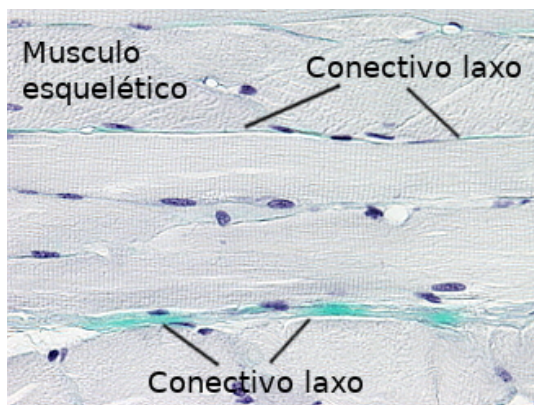


Figura 8: Tejido conectivo laxo (color verde-azulado) entre las fibras musculares esqueléticas formando el endomisio.

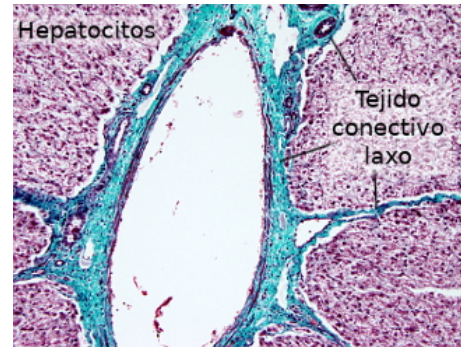


Figura 9: Tejido conectivo laxo (color verde-azulado) rodeando a los lobulillos hepáticos.

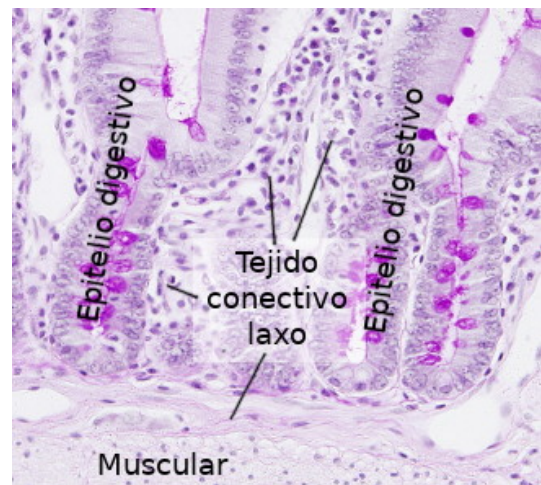


Figura 10: Tejido conectivo laxo en la mucosa y submucosa del intestino delgado.

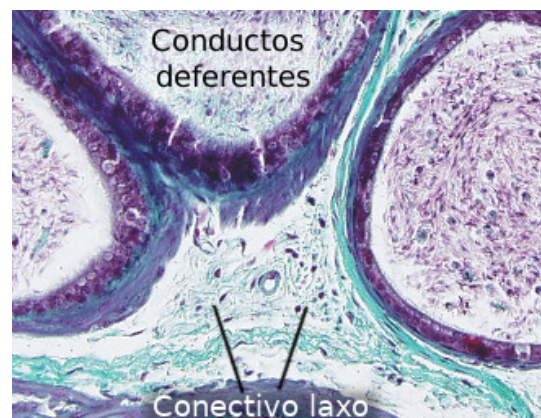


Figura 11: Tejido conectivo laxo (color verde-azulado) entre los conductos eferentes del testículo.

5 Imagen; Conectivo laxo

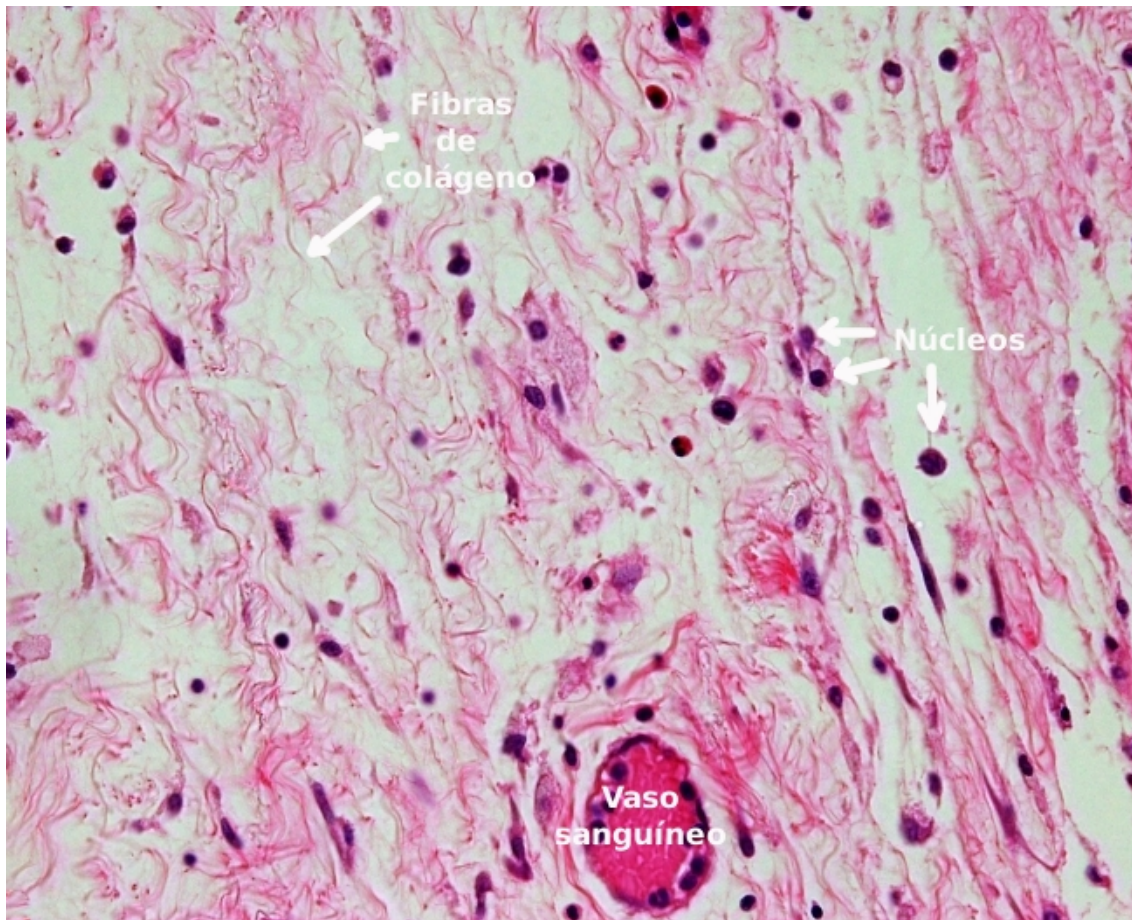


Figura 12: Tejidos internos: conectivo laxo Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos) Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina.

6 Imagen; Denso irregular

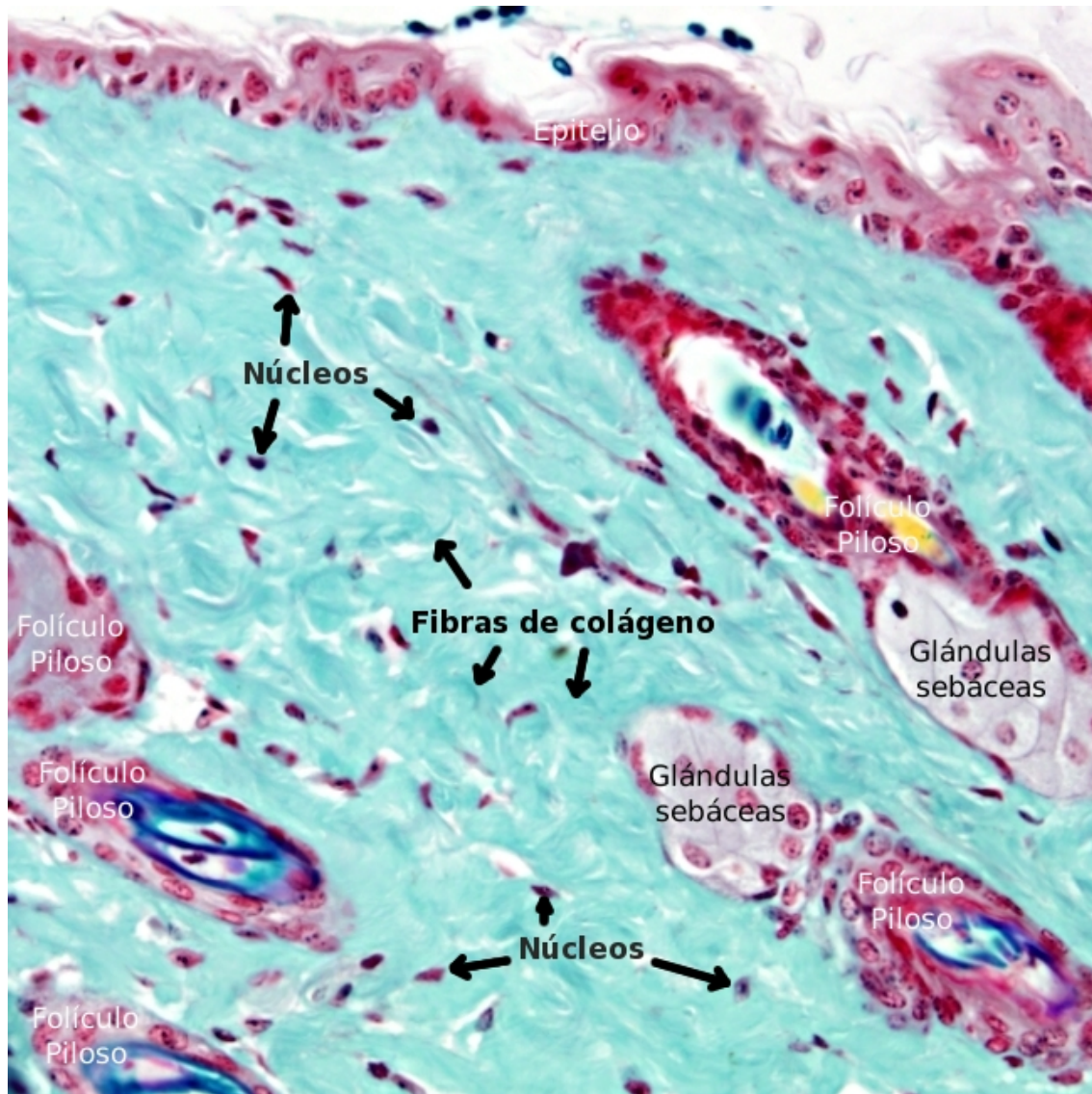


Figura 13: Órgano: piel, conectivo denso irregular de la dermis. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: corte de 8 micras de parafina, tricrómico de Mallory.

En esta imagen de piel aparece la dermis teñida de azul-verdoso. Se pueden observar grandes fibras de colágeno fuertemente empaquetadas, con pocos espacios libres, y orientadas en todas las direcciones. El

grosor y la alta densidad de las fibras de colágeno hacen que quede poco espacio libre para la ubicación de los fibroblastos. De éstos sólo se observa el núcleo, puesto que el citoplasma es difícilmente distinguible a microscopía óptica. También posee fibras elásticas más dispersas. La orientación de las fibras en todas las direcciones permite a la piel resistir tensiones mecánicas provenientes de múltiples direcciones.

Más imágenes

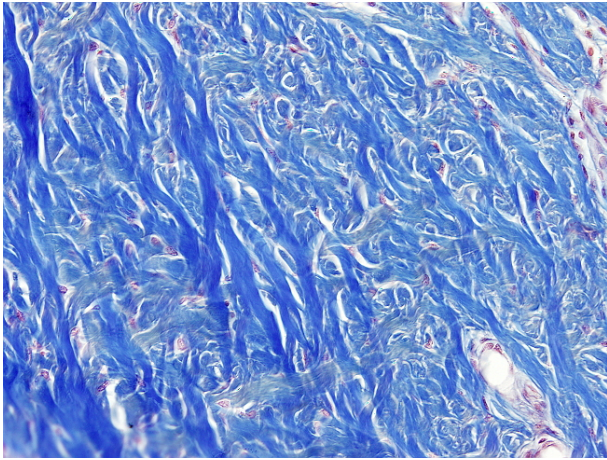


Figura 14: Colágeno de la dermis.

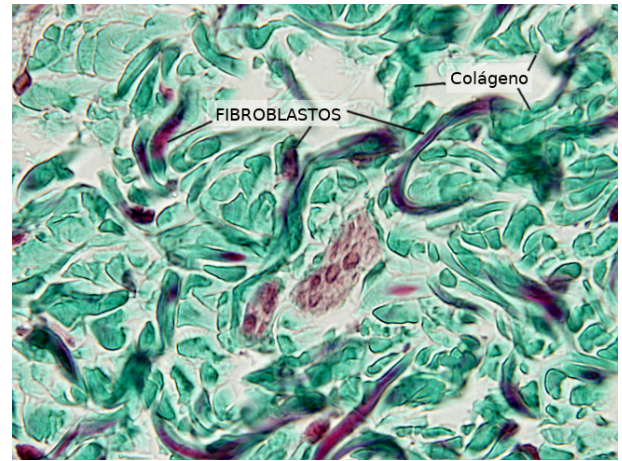


Figura 15: Fibroblastos en la dermis. Esta imagen pertenece a un tejido conectivo denso irregular donde los fibroblastos se encuentran entre paquetes de fibras de colágeno.

7 Imagen; Denso regular

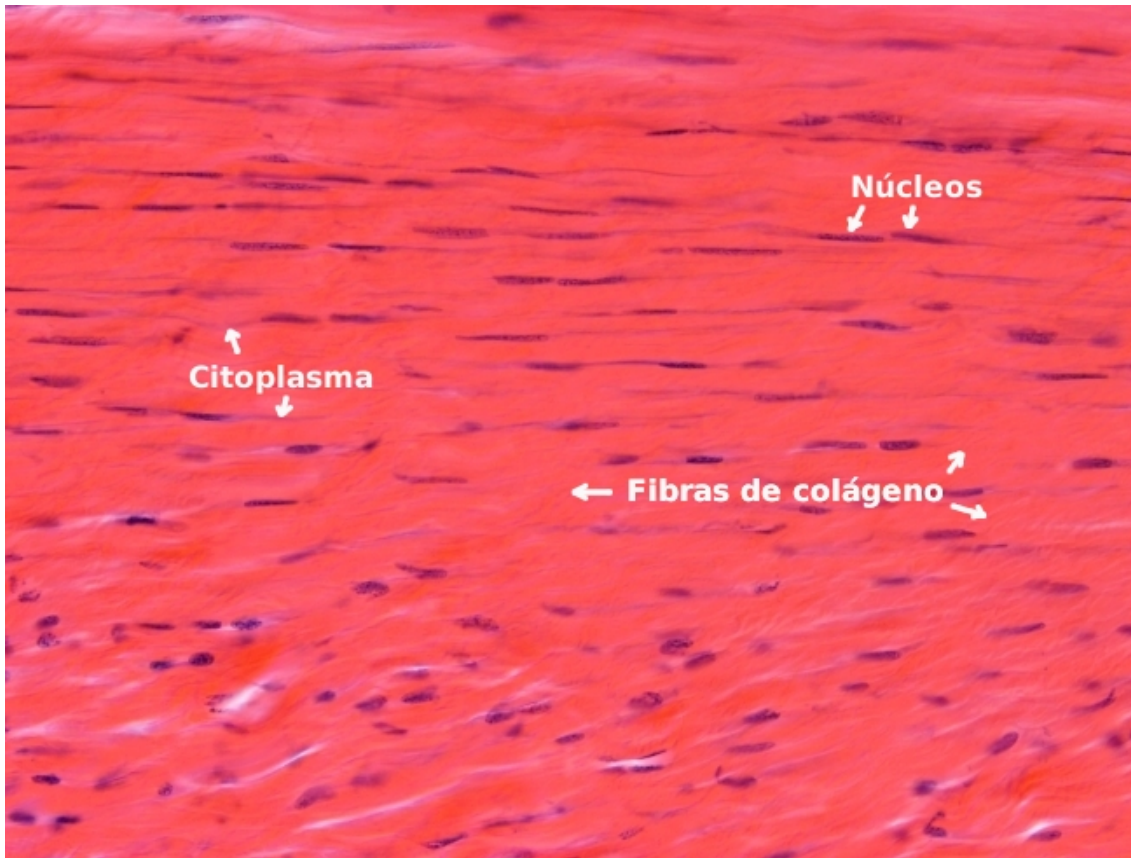


Figura 16: Órgano: tendón, conectivo denso regular. Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina.

En esta imagen se aprecia que la mayor parte del tejido es matriz extracelular (color rojo proporcionado por la eosina), mientras que los fibroblastos (color oscuro de la hematoxilina) aparecen con sus núcleos muy aplanados, sobre todo en la mitad superior de la imagen. Se puede observar que apenas hay espacios claros en el tejido, por lo que la matriz está muy empaquetada, y por ello se llama conectivo denso. Pero además, los haces de fibras de colágeno están orientadas en la misma dirección y por ello se llama conectivo regular. En la mitad superior de la imagen estos haces están orientados paralelos a la superficie del corte. Los fibroblastos adoptan la orientación de las fibras y aparecen en hilera.

En el tendón la matriz extracelular está formada por colágeno (65-80 % del peso seco), fundamental-

mente es de tipo I, y por elastina (1 al 2 % del peso seco), ambos embebidos en un medio de proteoglicanos y agua. En el hombre, las microfibrillas de colágeno tienen un diámetro de entre 60 y 175 nm. Entre ellas se establecen puentes que hacen resistente al tejido. Hay que tener en cuenta que las fibras de colágeno sólo se estira un 4 o 5 % en longitud. Las fibras de colágeno se orientan de manera paralela y muy compactas, dejando muy poco espacio libre para los fibroblastos, que se tienen que adaptar a los huecos dejados por ellas. Los fibroblastos del tendón se llaman tenoblastos y tenocitos (según su grado de diferenciación), y se alargan y aplanan siguiendo la orientación de las fibras. Van a producir mucho colágeno, y fibras elásticas, por lo que poseen abundante retículo endoplasmático y numerosos ribosomas.

El tendón se ancla por uno de sus extremos a la parte fibrosa del periostio, aunque algunas fibras

pueden internarse en la matriz ósea. En el tendón pueden encontrarse células cartilaginosas en las proximidades de su unión al hueso. El tendón regenera con cierta facilidad y es apropiado para trasplantes.

Más imágenes

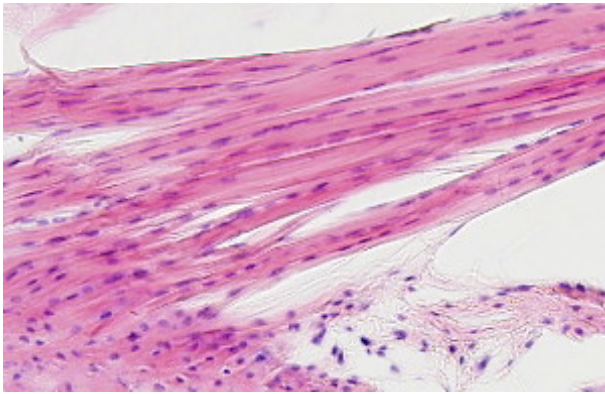


Figura 17: Ligamento de una articulación.

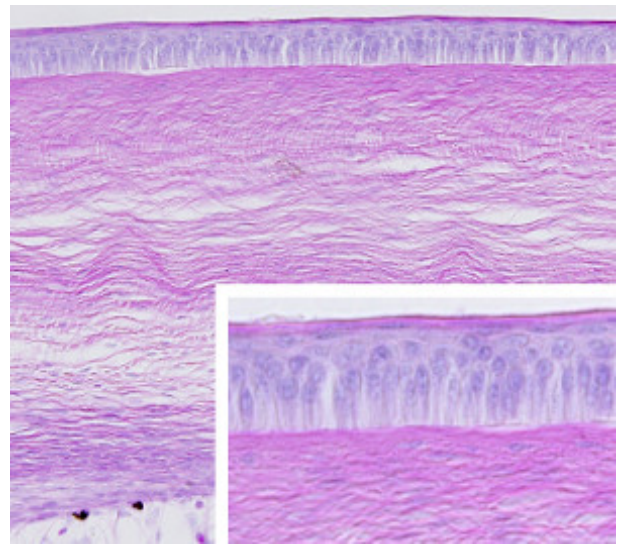


Figura 18: Fibras de colágeno del tejido conectivo que forma la córnea. Nótese que presentan un patrón regular aunque no todas estén orientadas en la misma dirección.

8 Imagen; Mucoso

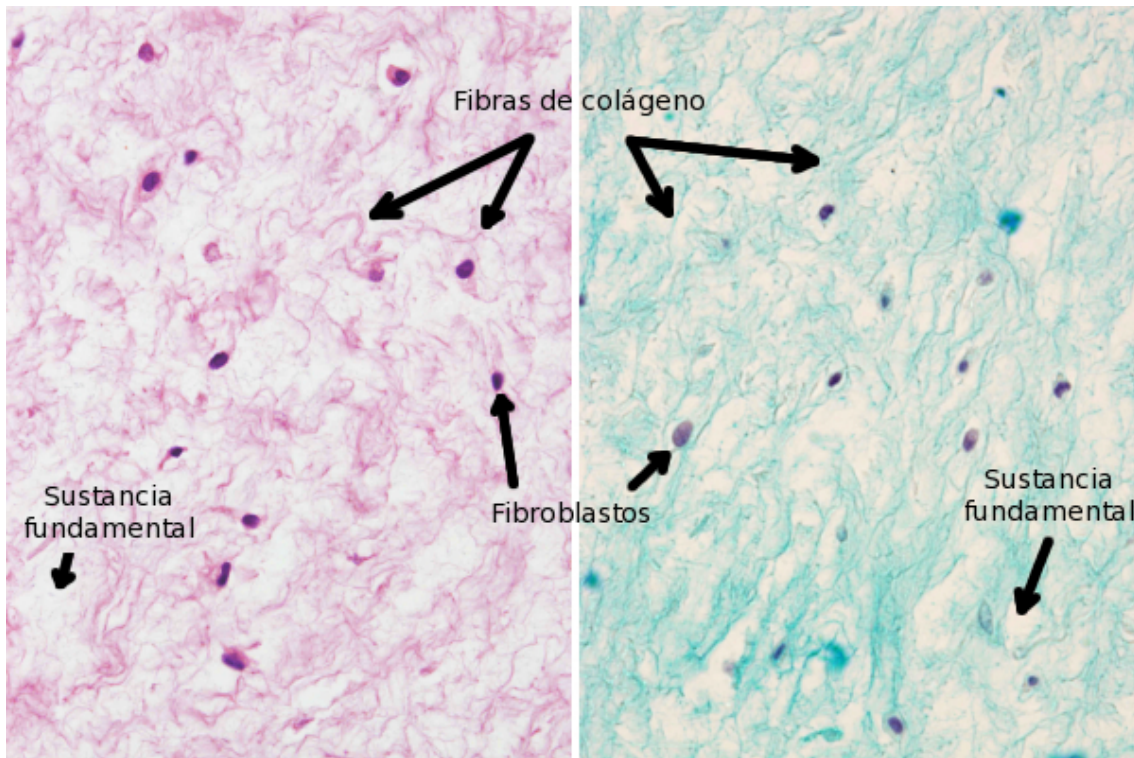


Figura 19: Órgano: cordón umbilical, conectivo gelatinoso. Especie: humano (*Homo sapiens*; mamíferos). Técnica: hematoxilina-eosina (izquierda) y azul alcian (derecha) en cortes de 8 micras de parafina.

Lo que caracteriza a este tipo de tejido conectivo es la gran abundancia de matriz extracelular, con mucho ácido hialurónico. A pesar de ser claramente visibles, las fibras de colágeno son delgadas y ocupan proporcionalmente poco espacio. Presenta células muy dispersas, fundamentalmente los denominados miofibroblastos, que suelen contactar entre sí a través de sus prolongaciones celulares.

9 Imagen; Mesenquimático

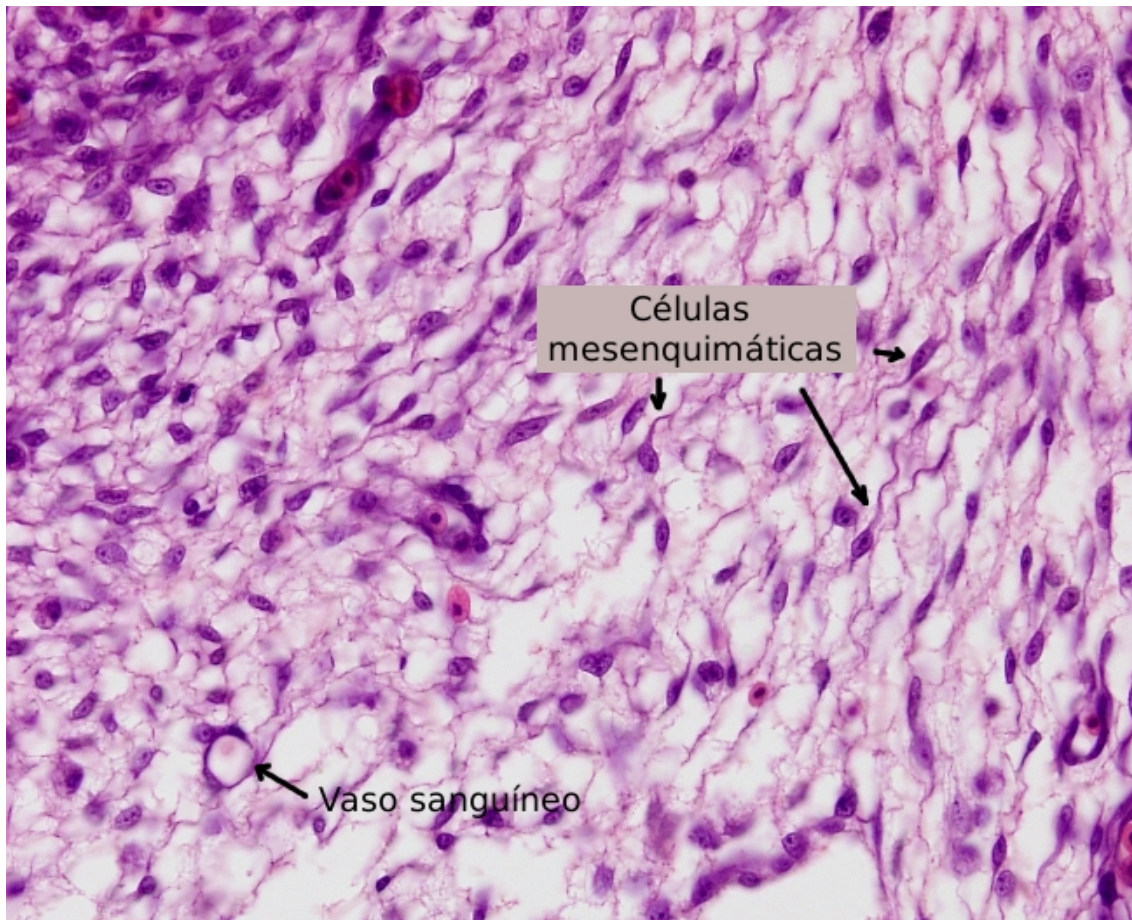


Figura 20: Embrión de pollo: conectivo mesenquimático. Especie: pollo (*Gallus gallus*; aves). Técnica: hematoxilina-eosina en cortes de 8 micras de parafina.

Se distingue claramente de otros tejidos conectivos por el aspecto indiferenciado de sus células, denominadas células mesenquimáticas, y por la abundancia de matriz extracelular, que aparece distribuida de forma laxa. Las células se disponen de forma laxa, aunque están conectadas entre sí por prolongaciones

muy finas formando una especie de estructura reticular. En algunas ocasiones se pueden observar mitosis. Su núcleo suele ser grande, con invaginaciones de la envuelta nuclear, y con un nucléolo bien patente. Inicialmente esta matriz, en el embrión, es muy fluida y está formada principalmente por sustancia fundamental (proteoglicanos, glicosaminoglicanos y glicoproteínas), pero su contenido en proteínas fibrosas (colágeno, fibras elásticas y reticulares) aumenta a medida que avanza el desarrollo.

10 Imagen; Reticular

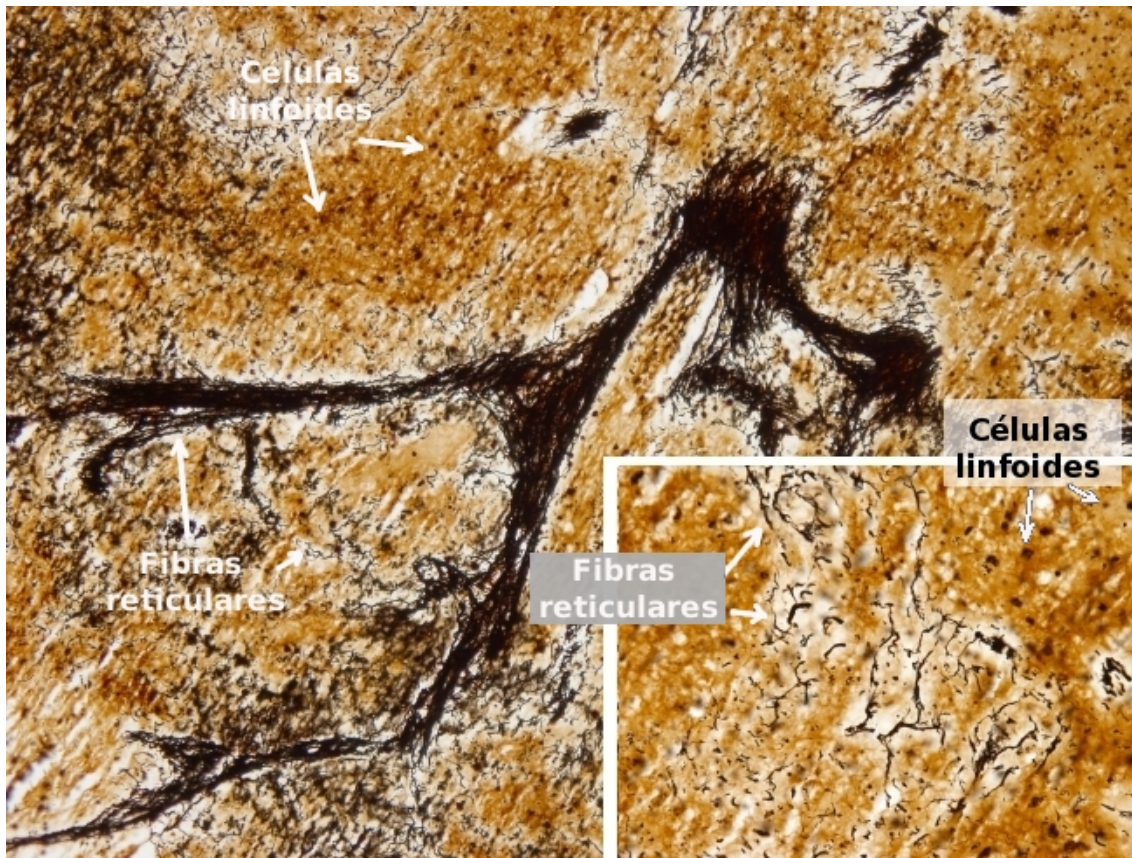


Figura 21: Órgano: Bazo, conectivo reticular . Especie: ratón (*Mus musculus*; mamíferos) . Técnica: tinción argéntica en cortes de 8 micras de parafina.

Este tejido conectivo se puede considerar como laxo atendiendo a la densidad de fibras en su matriz extracelular, pero se caracteriza porque en ella también abundan las fibras de colágeno tipo III, que forman las llamadas fibras reticulares o de reticulina. Éstas poseen una gran cantidad de glúcidos, lo que permite teñirlas mediante tinciones argénticas o con el método PAS. En conjunto las células reticulares, que son fi-

broblastos, y las fibras tanto de colágeno como reticulares, sirven de andamiaje para otras células que abundan en este tejido: las células linfoides.

Este tejido forma el estroma de la médula ósea, del bazo, de los ganglios linfáticos y del timo. También en las tonsilas o amígdalas, en las placas de Peyer del íleon. Aparece menos abundantemente en otras zonas. Aunque haya fibras reticulares en otras zonas del organismo, es sólo en las localizaciones mencionadas donde se identifica este tipo de tejido conectivo.