

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
Departamento de Biología Celular y Tisular

BIOLOGÍA CELULAR E HISTOLOGÍA MÉDICA

Septiembre 28 -9 - 2010 TEJIDO CONJUNTIVO

CÉSAR EDUARDO MONTALVO ARENAS 28/09/2010.

Apoyo técnico: Tec. Acad. Francisco Pasos Nájera

Técnico: Ricardo Hernández Trujillo.

El tejido conjuntivo o conectivo, es conocido también como "**tejido de sostén**", porque soporta y relaciona a otros tejidos, estructuras y órganos. Es el "**esqueleto**" del organismo.

La mayor cantidad del tejido conjuntivo deriva del **mesodermo**. De esta hoja blastodérmica se originan las células del **mesénquima** o **mesenquimatosas** (células multipotenciales, existentes en todas partes del embrión) que se diferenciarán para constituir los componentes celulares del tejido conjuntivo: laxo, denso, cartilaginoso, adiposo, óseo y las células de la sangre: hematopoyéticas, sanguíneas y linfáticas y del tejido muscular.

El tejido conjuntivo está integrado por **células** y una **matriz extracelular** formada, a su vez, por una **matriz amorfa** y **componentes fibrilares**, productos de la síntesis y secreción de las células conjuntivas.

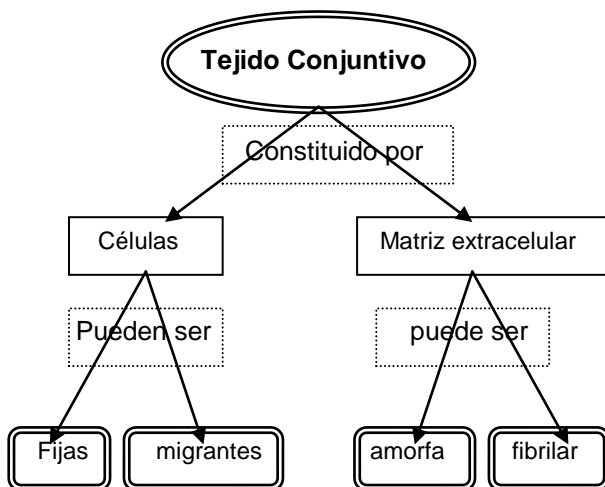


Figura conj.1. Componentes del tejido conjuntivo.

Funciones del tejido conjuntivo. Las funciones del tejido conjuntivo son:

- Proporciona soporte estructural y relaciona entre sí a los otros tejidos.
- Interviene como medio de intercambio las células y la circulación sanguínea y linfática.
- Ayuda a la defensa y protección del organismo, mediante células que **a)** fagocitan y destruyen restos celulares, microorganismos y partículas extrañas, **b)** sintetizan y secretan anticuerpos contra antígenos y **c)** elaboran sustancias con efectos farmacológicos que intervienen en los procesos inflamatorios.

- Sirve como medio de conexión para producir movimiento.
- Forma cápsulas y tejido intersticial (**estroma**) que contiene a nervios, vasos sanguíneos y linfáticos y soporta a las células funcionales (**parénquima**) de ciertos órganos.
- Cierta tipo de células almacena grasas.

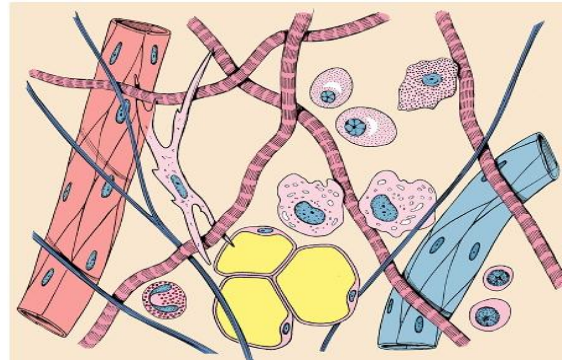


Figura conj. 2. Representación esquemática de los componentes del tejido conjuntivo laxo. (Ross y Pawlina, Histología. 5ª edición 2008)
1) capilar arterial, 2) capilar venoso, 3) fibroblasto, 4) fibras colágenas, 5) fibras elásticas, 6) adipocitos, 7) macrófagos, 8) Células cebadas o mastocitos, 9) células plasmáticas o plasmocitos, 11) eosinófilo, 12) linfocitos.

Componentes del tejido conjuntivo. El tejido conjuntivo está constituido por **células** y **matriz extracelular**.

Los componentes celulares, sustancia amorfa y fibras integran, dependiendo del porcentaje de cada uno de ellos, al tejido conjuntivo que se diferencia en:

- Tejido conjuntivo propiamente dicho**, ejemplo: conjuntivo laxo, mixoide o mucoso o el tendinoso y
- tejido conjuntivo especializado**, ejemplo: el adiposo, cartilaginoso, óseo o sanguíneo.

A. Células del tejido conjuntivo. Las células conjuntivas derivan primordialmente de las células mesenquimatosas.

En la actualidad se sabe que varias células conjuntivas, especialmente de la región cefálica del embrión, derivan del neuroectodermo a partir de células migrantes de las **crestas neurales (neuromesénquima o ectomesénquima)** localizadas a los lados de las vesículas cerebrales primitivas (prosencefalo, mesencefalo y romboencefalo).

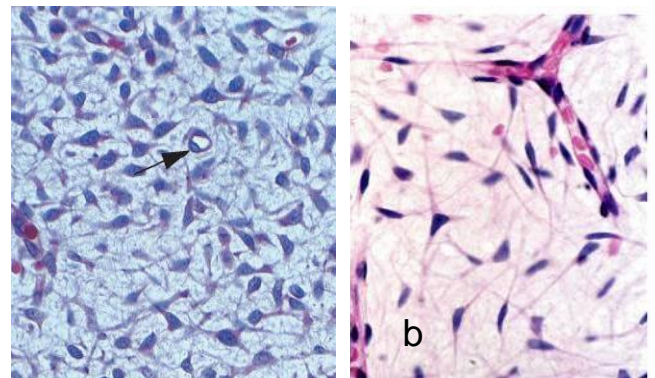


Figura conj. 3. Aspecto que presenta el tejido mesenquimatoso. Sobota y Welsch 2ª edición 2008. Ross y Pawlina 5ª ed. 2007

El mesénquima se caracteriza por ser un tejido embrionario constituido por células pálidas, de morfología estrellada,

unidas entre sí por varias prolongaciones citoplasmáticas. Están inmersas en matriz amorfa viscosa y finos elementos fibrilares que ellas mismas sintetizan y secretan (fig.conj.3).

A las células mesenquimatosas se les consideran pertenecientes a la población de células pluripotentes porque, mediante diferenciación celular y de acuerdo al microambiente que las rodea, originan un conjunto de células cuyas características morfológicas y funcionales varían desde las que producen matriz amorfa y fibrilar hasta las encargadas de intervenir en la respuesta inmunológica o inflamatoria del organismo y en el almacenamiento de grasas o lípidos.

Existen dos tipos de células del tejido conjuntivo:

- ❖ Las **fijas o propias** (fibroblastos, fibrocitos, adipocitos o células adiposas y los pericitos) y
- ❖ Las **libres o migrantes**, células provenientes de la sangre que, ejercen su acción en el tejido conjuntivo (monocitos-macrófagos, mastocitos o células cebadas, plasmocitos o células plasmáticas y los leucocitos o glóbulos blancos).

Fibroblasto. Es la célula más común del tejido conjuntivo. Responsable directo de la elaboración de la matriz extracelular (amorfa y fibrilar). Es una célula que se desplaza lentamente y en condiciones de estimulación (reparación y cicatrización de heridas) suele reproducirse con facilidad.

El aspecto morfológico del **fibroblasto** depende del momento funcional. En su mayor actividad de síntesis y secreción de matriz, presenta una forma alargada con varias prolongaciones irregulares, posee un núcleo ovalado, de cromatina fina y un nucléolo; y un citoplasma ligeramente basófilo (fig. conj. 2, 4a y 5).

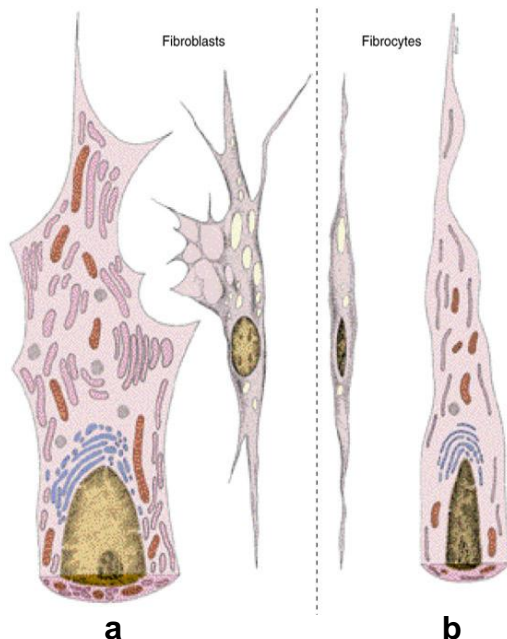


Figura conj. 4. Representación esquemática de: a) fibroblasto y de b) fibrocito. Organos que intervienen en la síntesis y secreción de matriz conjuntiva. Junqueira y Carneiro. Basic Histology. 11th Edition. 2005.

En etapas de menor actividad la célula muestra una forma alargada, con menos prolongaciones, el núcleo también se alarga y la cromatina se condensa, el citoplasma aparece ligeramente acidófilo. En esta etapa se le denomina **fibrocito**. Generalmente se localiza entre el material fibrilar que la célula elaboró (Fig.conj.2 y 4b).

En los distintos tipos de tejido conjuntivo, los fibroblastos se encargan de elaborar matriz amorfa y fibrilar en cantidades y proporciones diversas (Fig.conj. 5).

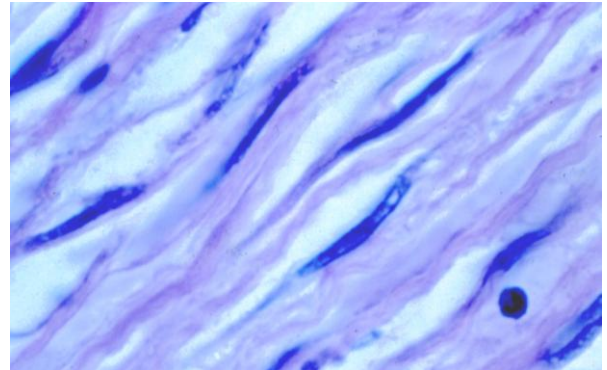


Figura conj. 5. Fotomicrografía de tejido conjuntivo mostrando fibroblastos junto con la matriz conjuntiva (fibras colágenas) sintetizadas y secretadas por estas células. H-E. 1000x

En el **proceso de cicatrización** se requiere de la presencia de abundantes fibroblastos. En estudios efectuados se ha comprobado que los fibroblastos pueden multiplicarse pero la población de ellos también se incrementa por diferenciación de los pericitos originados a la par con los capilares que se neoforman en el lugar de la cicatrización.

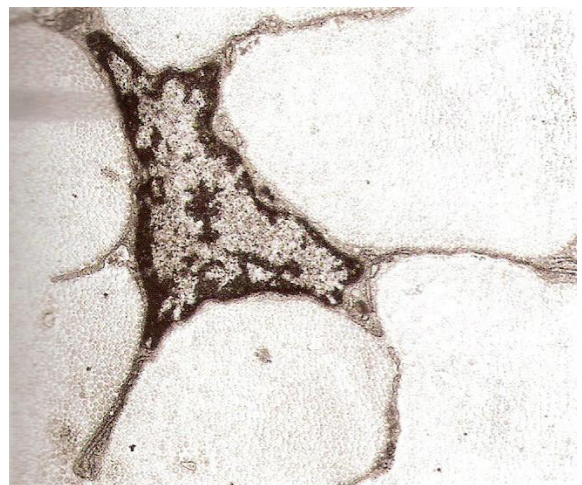


Figura Conj. 6. Fotomicrografía electrónica de un fibroblasto activo. La imagen lo muestra en toda su extensión: varias prolongaciones y el núcleo ocupando casi la totalidad del cuerpo celular 25,000x. Junqueira y Carneiro, Basic Histology, 2005

Miofibroblasto. Es una célula que comparte características morfológicas, al microscopio fotónico, con el fibroblasto; en cambio se examina con el microscopio electrónico, el citoplasma muestra abundantes miofilamentos de actina y pequeños cuerpos densos similares a los que poseen las células musculares lisas. A diferencia de estas células carece de la lámina basal. Es una célula que posee capacidad contráctil. Se les localiza en los lugares donde existen procesos de cicatrización; integran el ligamento periodontal y forman parte de la pared del tubulillo seminífero (**Fig. conj. 7**)

En esta estructura contribuye, mediante sus contracciones pulsátiles, al transporte pasivo de los espermatozoides a través de las vías seminíferas que los conducen al epidídimo.

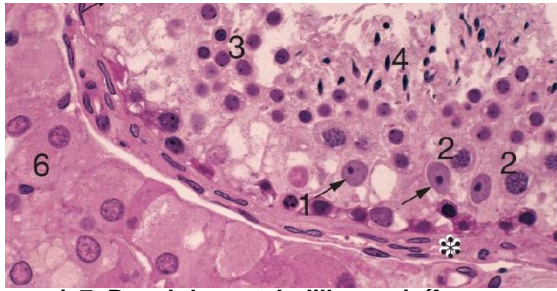


Figura conj. 7. Pared de un tubulillo seminífero. El asterisco muestra la zona donde se localizan los miofibroblastos (núcleos alargados y citoplasma acidófilo) Tinción de H-E. 450x. Sobota y Welsch. Histología. 2ª edición 2008.

Adipocito. Es la célula encargada de almacenar grasas o lípidos. Tiene la apariencia de una pequeña gota de aceite, al observarla bajo el microscopio, al estado fresco. Existen dos tipos de adipocitos, Uno de ellos al diferenciarse totalmente alberga en un solo compartimento la totalidad de los lípidos almacenados. Por esta razón se le denomina unilocular. Forma parte de la llamada grasa blanca o amarillenta.

Es una célula grande, esférica, muestra un reborde fino de citoplasma, rodeando una gran gota de grasa. Mide entre 50 a 100µm de diámetro. El núcleo se visualiza desplazado a la periferia, en la zona más ensanchada del citoplasma. Cuando el tejido conjuntivo que la contiene se incluye en parafina, el contenido de grasa se elimina bajo la acción del xilol, de tal forma que con tinciones como H-E la célula aparece vacía, “**células en anillo**” (fig. conj.2 y 8).

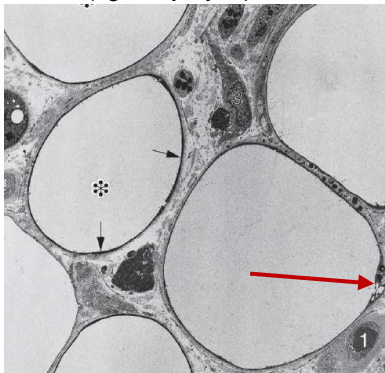


Figura conj. 8. Imagen electrónica de adipocitos. La flecha roja indica la forma y posición del núcleo. Las flechas negras señalan el citoplasma escaso + el plasmalema y la lámina basal.1500x.

Existe otro tipo de célula adiposa, de distribución muy restringida, es el adipocito multilocular o de la grasa parda. El citoplasma alberga abundantes gotitas de lípidos; entre ellas se disponen numerosas mitocondrias esféricas con crestas tubulares y dentro de las mitocondrias citocromo-oxidasa, y partículas de glucógeno (Fig. conj. 10)

La preservación y observación de los lípidos, se consigue fijando el tejido, obteniendo secciones con el micrótomo de congelación y coloreando las células con tetraóxido de osmio o con los Sudanés II, III, IV o el Sudan negro. Fig. conj.9. (Para más detalles ver el capítulo de tejido adiposo).

Los compartimentos que almacenan los lípidos carecen de envoltura membranal; en cambio cada espacio que aloja al material graso está separado del citoplasma mediante una especie de enrejado constituido por filamentos intermedios de Vimentina (Fig. tej. Conj. 11).

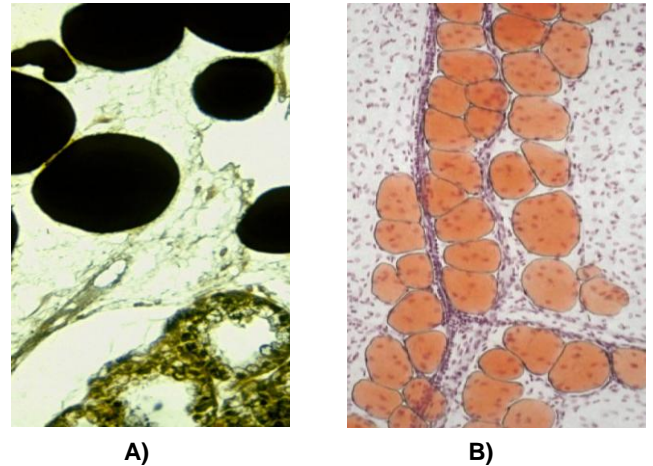


Fig. Conj. 9. Fotomicrografías de A) alvéolos mamarios; adipocitos demostrados mediante impregnación ósmica. 250x; B) Fotomicrografía de mesenterio. Los adipocitos muestran los lípidos coloreados con Sudan III. 100x. Sobota y Welsch. Histología. 2ª edición. 2008.

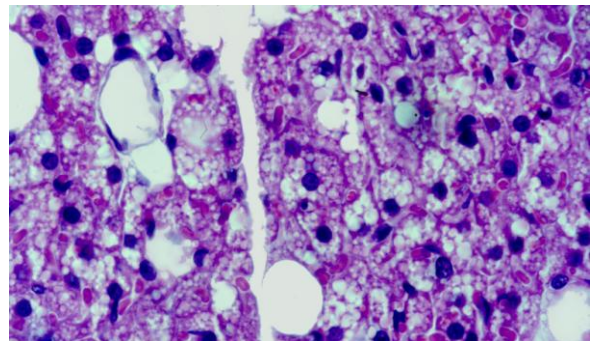


Figura conj. 10. Fotomicrografía de tejido conjuntivo adiposo pardo. Se observan los adipocitos multiloculares de forma poliédrica con núcleos centrales y citoplasma acidófilo constituido por numerosos compartimentos esféricos. Tinción H-E. 400x

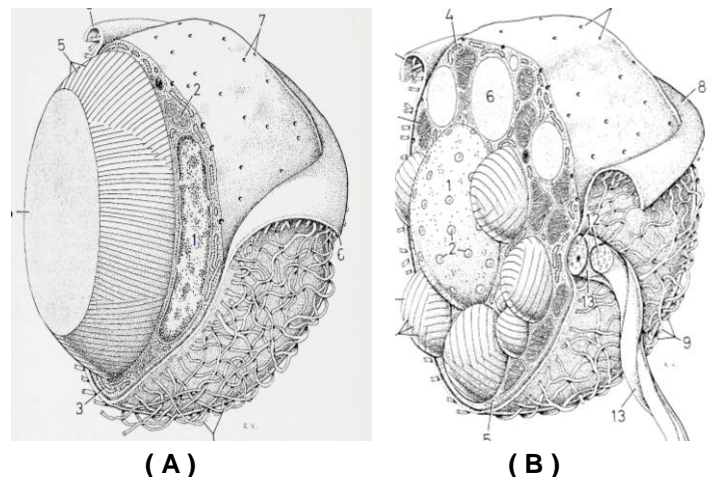


Figura conj. 11. Esquemas de un (A) adipocito unilocular mostrando La gran gota de lípidos rodeada de la empalizada de filamentos intermedios de vimentina y de B) una célula adiposa multilocular. Krstic, R.V. Los tejidos del hombre y de los mamíferos. 1989.

Pericito. Es una célula alargada de citoplasma pálido, con varias prolongaciones largas y delgadas. Se sitúa entre las células endoteliales de los capilares sanguíneos y la membrana basal (fig. conj. 12).

Se denomina así por la posición perivascular que adoptan pues rodean, con sus prolongaciones, al capilar. Los pericitos conservan una relativa potencialidad y, ante determinados estímulos, pueden originar fibroblastos y fibras musculares lisas.

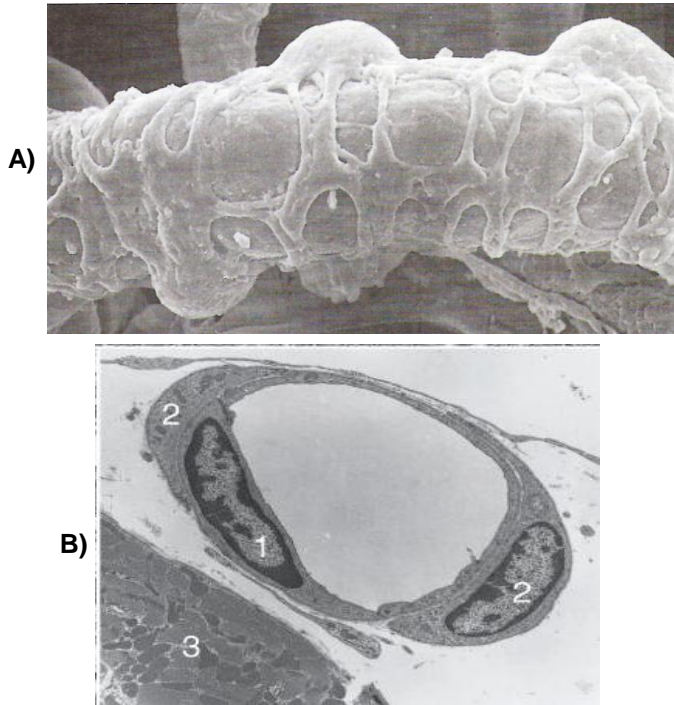


Figura conj. 12. **Fotomicrografías electrónicas de pericito rodeando a un capilar sanguíneo.** A) Imagen obtenida mediante el microscopio electrónico de barrido y B) Imagen obtenida a través del M. E. de transmisión. Geneser, F. Histología, 3ª edición. Editorial Médica panamericana. 2000.

Macrófago. El macrófago del tejido conjuntivo es una célula grande (25 a 30 μm de diámetro), se les denominó también **histiocito**. Posee un núcleo de forma ovalada con algunas escotaduras que le dan la forma de un núcleo arriñonado (fig. conj.2).

Los macrófagos se originan de monocitos que abandonan la circulación sanguínea para ejercer su acción fagocítica en la matriz extracelular del tejido conjuntivo. La fagocitosis les permite endocitar una serie de sustancias propias del organismo (eritrocitos viejos, restos celulares) o extrañas (partículas de carbón, bacterias, esporas de hongos, pequeños parásitos etc.), las convierten en fagosomas y éstos son procesados mediante enzimas lisosomales. También fagocitan antígenos, los procesan y los presentan a los **linfocitos (de estirpe T)** para que ellos a su vez elaboren la respuesta inmunológica.

Experimentalmente, la capacidad fagocítica se demuestra cuando a un animal se le inyecta una solución fisiológica de un colorante vital como **azul tripan, carmín de litio o tinta china**. Los macrófagos existentes en los tejidos y órganos son marcados con estos colorantes, apareciendo las partículas de colorante en el interior del citoplasma.

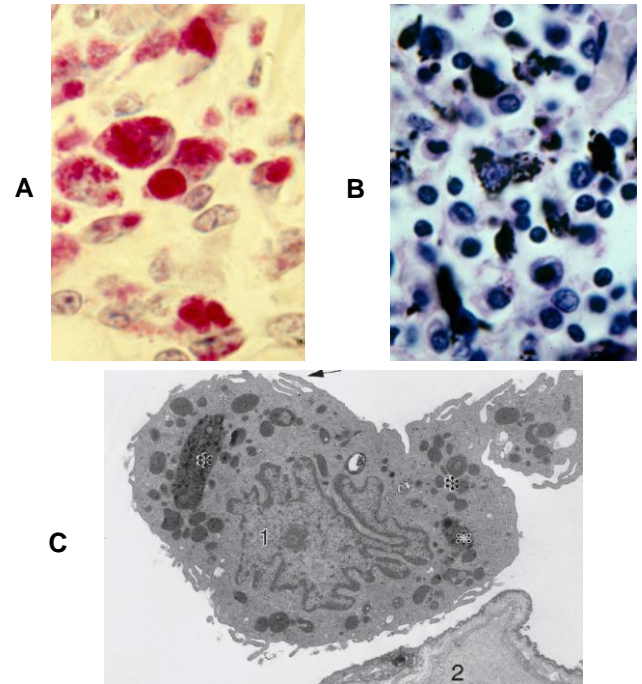


Figura tej. conj. 13. **Fotomicrografía de macrófagos con partículas coloreadas fagocitadas.** A) Carmín de litio + Hematoxilina 400x B) Macrófagos con carbón fagocitado 400x. C) Imagen al M.E. de un macrófago 5000x

Existen varias estirpes de monocitos que se transforman en macrófagos dependiendo del tejido u órgano donde se establecen.

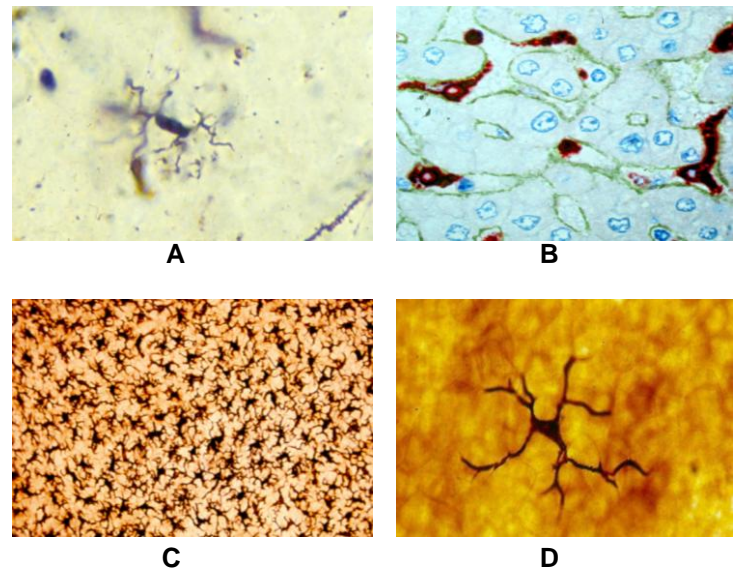


Figura conj. 14. A) Microglia; Impregnación argéntica de Golgi. B) Célula de Kúpffer; Reacción inmunohistoquímica (Carrillo Farga, J.) C y D) células dendríticas de Langerhans. Reacción histoquímica de ATPasa). 200x y 1000x respectivamente.

Dependiendo de los tejidos y la relación que los macrófagos establecen con las características morfológicas y funcionales de las células circundantes, se les denominan de manera diferente. A continuación se mencionarán a los diversos tipos de células fagocíticas y presentadoras de antígenos que existen en un organismo animal vertebrado.

- **Macrófagos o histiocitos del tejido conjuntivo laxo y denso.**
- **Células de Küpffer en los capilares hepáticos.**
- **Macrófagos del pulmón o “células de polvo”.**
- **Células dendríticas de los tejidos linfáticos.**
- **Macrófagos del parénquima esplénico (bazo).**
- **Células dendríticas o de Langerhans en los epitelios planos estratificados.**
- **Células mesangiales del corpúsculo renal.**
- **La microglía en el tejido nervioso.**
- **Osteoclastos (macrófagos fusionados) del tejido óseo.**

En ciertas reacciones inflamatorias crónicas los macrófagos del tejido conjuntivo se fusionan entre sí y forman las denominadas **“células gigantes a cuerpo extraño”**.

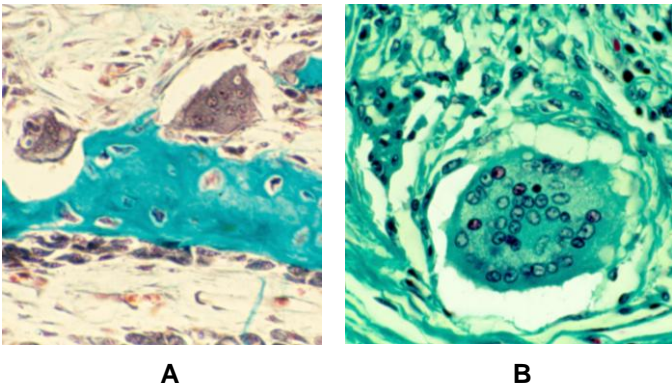


Figura conj. 15. A) Fotomicrografía de osteoclastos 250 x B) Fotomicrografía de una “célula gigante a cuerpo extraño”. 400x. Ambas células son multinucleadas, por fusión de macrófagos.

Células cebadas o mastocitos. Son células relativamente grandes, 12 a 15 μm de diámetro, tienen forma ovalada, con un núcleo esférico de posición central o excéntrico (fig.conj.2.y 17). Poseen un citoplasma lleno de **gránulos esféricos** basófilos, que son **P.A.S. positivos**, **azul alciano positivos** y ofrecen reacción de **metacromasia** con la tionina o el azul de toluidina. Se localizan en la cercanía de pequeños vasos sanguíneos.

Al microscopio electrónico los gránulos están rodeados de una membrana y contienen un material electrón denso constituido por granulaciones finas, rejillas cristalinas o laminillas paralelas o concéntricas (fig. conj. 16).

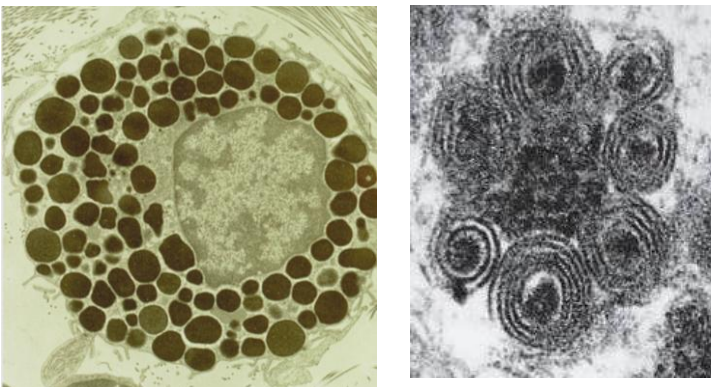


Fig. conj. 16. Fotomicrografías al M.E. de un mastocito (10,000x) Junqueira y Carneiro, 2005. y de un gránulo mostrando el arreglo laminar concéntrico de su contenido (100,000x). Sobotta y Welsch, 2009.

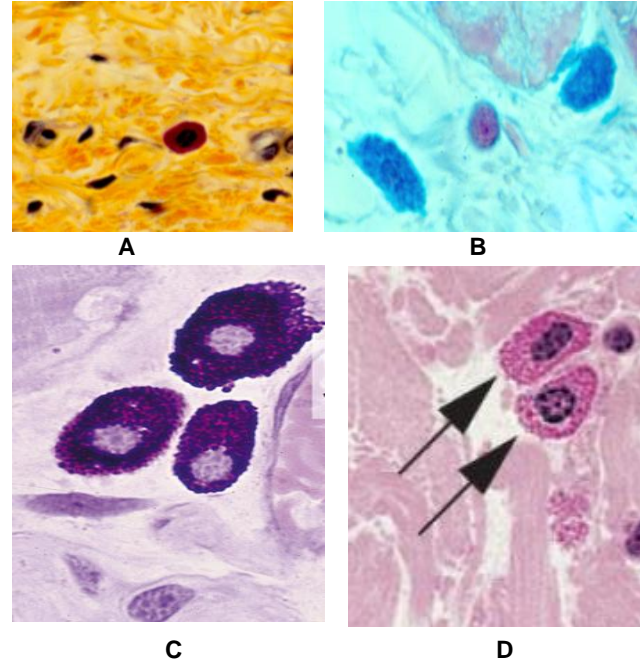


Figura conj. 17. Fotomicrografías de mastocitos. A) Tinción de hematoxilina-floxina-safranina. 800x B) Alcian Blue + rojo nuclear.1000x. C) Azul de toluidina. 1500x. Junqueira y Carneiro 2005, D) P.A.S. 1200x Sobotta y Welsch, 2009.

Los gránulos de los mastocitos contienen **histamina**, potente activador de reacciones alérgicas y de respuestas inflamatorias agudas; **heparina**, sustancia anticoagulante natural pero que en estas células tiene un efecto anticoagulante muy débil y, en algunos roedores almacenan **serotonina**, sustancia vasodilatadora. Los mastocitos se originan de células mieloides; comparten su origen con los basófilos.

La histamina ocasiona contracción de la musculatura visceral general y de las arteriolas y arterias pulmonares y cardiacas, de la musculatura lisa de los bronquios y bronquiolos; en cambio produce relajación de los músculos lisos de las arterias y arteriolas (vasodilatación) del resto del organismo.

Las células cebadas también liberan el **factor quimiotáctico de los neutrófilos y de los eosinófilos de la anafilaxia y leucotrienos** o sustancias de reacción lenta de la anafilaxia.

Anafilaxia. Conjunto de síntomas que se presentan en un individuo como respuesta a una reacción antígeno anticuerpo y liberación inmediata de histamina, consistente en dificultad para respirar (bronquiolo constricción), aceleración del ritmo cardiaco, edema parcial o generalizado (vasodilatación y liberación de plasma sanguíneo) que en casos graves puede ocasionar la muerte

Células plasmáticas o plasmocitos. Son células que miden de 10 a 15 μm de diámetro, tienen una forma redondeada u ovalada. Muestran un citoplasma con basofilia intensa, poseen un núcleo excéntrico, redondo y de heterocromatina dispuesta en grumos radiales.

Delante del núcleo existe una zona de citoplasma pálido denominada "**imagen negativa del aparato de Golgi**", pues es el lugar ocupado por las cisternas del organelo mencionado (fig. conj.2 y fig. conj. 18). En ciertas ocasiones se observan los "**cuerpos de Russell**", estructuras redondeadas, acidófilas, que suelen medir de 2 a 3 μm de diámetro; en la actualidad se sabe que son la acumulación de gránulos secretorios del producto que estas células elaboran (anticuerpos).

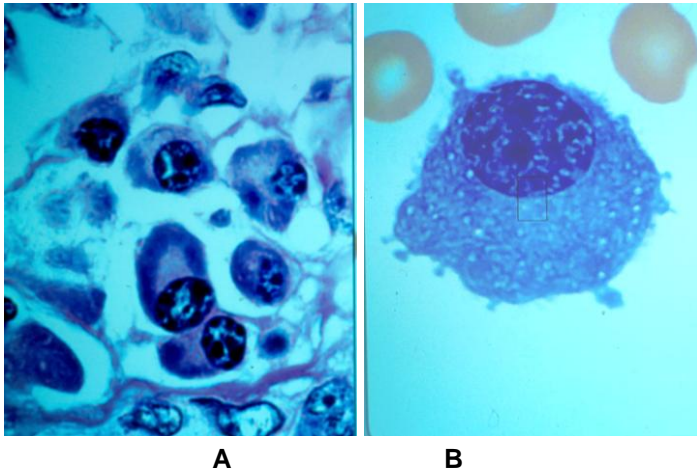


Figura conj. 18. Fotomicrografías de células plasmáticas. Tinción de Wright. A) En el tejido conjuntivo. 1000x B) Extendido de médula ósea. 1500x (Carrillo Farga, J)

Al microscopio electrónico el citoplasma muestra abundante R.E.R. (fig. conj. 19 y 20) cuyas cisternas muchas veces exhiben la sustancia sintetizada (Inmunoglobulinas).

Las células plasmáticas se localizan en la lámina propia o corion de la mucosa intestinal y en los órganos linfoides y, en cantidades menores se les observa en el tejido conjuntivo interlobulillar de glándulas salivales mayores.

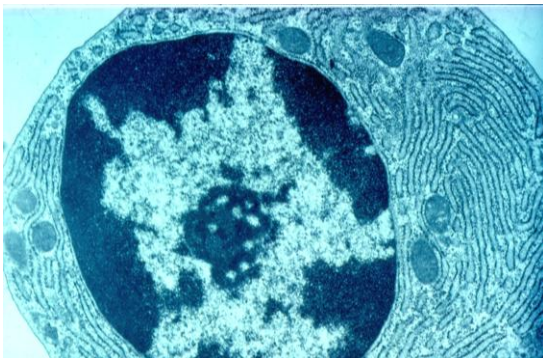


Figura conj. 19. Fotomicrografía electrónica de una célula plasmática. Se muestra la distribución característica de la cromatina en el núcleo y la presencia de abundantes cisternas del retículo endoplásmico rugoso. Bloom y Fawcett. Tratado de Histología, 1995.

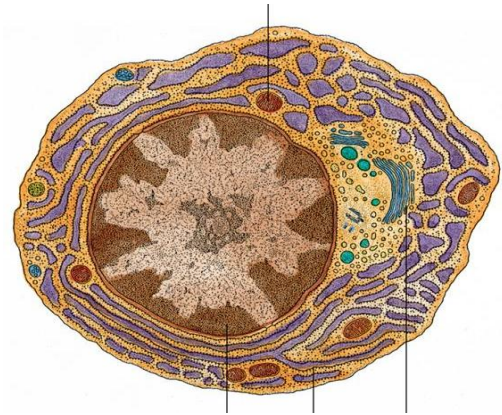


Figura conj. 20. Imagen esquematizada de célula plasmática. Se muestran diversos organelos membranosos y la distribución característica de la cromatina en el núcleo. Junqueira y Carneiro. Basic Histology, 2005

Las células plasmáticas son el resultado de la transformación que experimentan ciertas células de la sangre, los **linfocitos B** se diferencian en estas células cuando al ser estimulados por agentes antigénicos sintetizan y secretan moléculas proteínicas específicas llamadas **inmunoglobulinas (Ig)** o **anticuerpos**.

Un **antígeno** es una sustancia macromolecular generalmente extraña al organismo, contra la cual se produce otra sustancia, de carácter proteínico, denominada **anticuerpo**. Los anticuerpos son proteínas plasmáticas conocidas como **inmunoglobulinas (Ig)**.

Los anticuerpos (**Ig**) son liberados por los plasmocitos al tejido conjuntivo laxo intersticial, llegan a la linfa mediante capilares linfáticos; de la misma forma, los anticuerpos generados en el tejido linfático utilizan la vía linfática para ser transportados al ventrículo derecho e incorporarse al torrente sanguíneo.

Otras células del tejido conjuntivo. En este grupo se consideran a varias células integrantes de la sangre que abandonan la circulación y ejercen su acción en el tejido conjuntivo. Entre ellas mencionaremos a:

- a) los **monocitos**, que se transformarán en macrófagos u otras células procesadoras y presentadoras de antígenos,
- b) los **linfocitos** que, por acción antigénica, darán origen a dos grandes poblaciones: los linfocitos **B** y **T**;
- c) los **eosinófilos** y d) los **neutrófilos**. (Todas estas células se estudiarán con más detalle en el capítulo de **Sangre**).

B. Matriz extracelular. Está integrada por una sustancia “amorfa”, básica o fundamental y fibras.

a) **Sustancia fundamental, “amorfa” o básica.** La sustancia “amorfa” o básica es un material de consistencia líquida viscosa que, dependiendo de la preponderancia de sus componentes y de la cantidad de moléculas de hidratación o de impregnación que contenga, alcanzará diversa consistencia: **fluida** (plasma sanguíneo y linfa) **fluida** y **viscosa** (tejido conjuntivo laxo), más o menos **densa** (matriz cartilaginosa) o **totalmente dura** (matriz ósea calcificada).

Está formada por:

- a) **glucosaminoglicanos**, polímeros no ramificados de cadena larga de disacáridos repetitivos,
- b) **proteoglicanos**, constituidos por ejes proteínicos en los que se enlazan, de manera covalente, diversos glucosaminoglicanos sulfatados y
- c) **glicoproteínas**, macromoléculas que sirven de unión o enlace de los diversos componentes de la matriz extracelular y las **integrinas** de las membranas celulares.

principales características de los G.A.G. se muestran en el cuadro conj. 1.

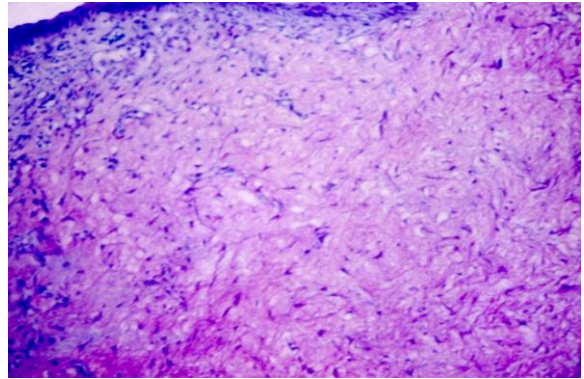


Figura conj. 22. Reacción de metacromasia en el tejido conjuntivo de la cresta de un ave. Tinción con azul de toluidina. La matriz conjuntiva amorfa se tiñe de violeta, los núcleos de un color azul. 100x

Los G.A.G. sulfatados poseen suficiente acidez para conferirles a los tejidos que los contienen (por ejemplo, el tejido cartilaginoso) una basofilia evidente, pues con la tinción de H-E, la matriz se colorea de un azul intenso.

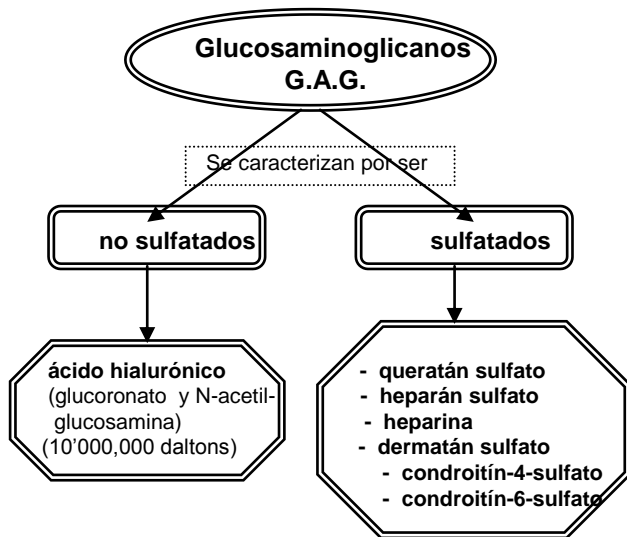


Figura conj. 21. Tipos de glucosaminoglicanos.

Los **glucosaminoglicanos** son polímeros no ramificados de cadena larga de disacáridos repetitivos. Uno de los disacáridos es siempre un aminoazúcar ya sea el N-acetilglucosamina o el N-acetilgalactosamina y el otro es un ácido urónico: idurónico o glucorónico. La gran mayoría de ellos, están sulfatados, es decir esterificados con radicales sulfato, con excepción del ácido hialurónico, denominado en la actualidad **hialuronano**.

El **ácido hialurónico** es el G.A.G que existe en mayor proporción en la matriz amorfa o fundamental del tejido conjuntivo laxo. Es uno de los G.A.G. que junto con los otros es el responsable de conferirle la **tinción de metacromasia** cuando el tejido se colorea con tiónina, azul de toluidina o azul de metileno (**Fig. conj. 22**). Constituye una especie de gel con alto contenido de líquido intersticial (fase acuosa del gel); esta característica es la que proporciona la viscosidad al humor vítreo y al líquido sinovial de las articulaciones.

Los aminoazúcares sulfatados poseen grupos carboxilo, por lo tanto tienen carga negativa, esta condición les permite atraer cationes como el sodio (Na⁺). La alta concentración de sodio en la matriz conjuntiva atrae moléculas de agua que hidratan a la sustancia intercelular proporcionándole la resistencia necesaria contra las fuerzas de compresión. Las

G.A.G	Disacáridos repetidos	Enlace proteínico	Localización
Acido hialurónico o hialuronano	Glucoronato y N-acetilglucosamina	No	Casi totalidad del tejido conjuntivo, Dermis, cartilago. líquido sinovial,
Queratán sulfato	Galactosa y N-acetilglucosamina	Si	Cartilago, córnea, disco intervertebral.
Heparán sulfato	Glucoronato o iduronato y N-acetilgalactosamina	Si	Membrana basal, vasos sanguíneos y pulmón,
Heparina	Glucoronato o iduronato y N-acetilglucosamina	No	Gránulos de células cebadas y basófilos, hígado, pulmón y piel.
Condroitín - 4 -- sulfato	Glucoronato y N-acetilgalactosamina	Si	Cartilago, hueso, córnea y vasos sanguíneos.
Condroitín - 6 -- sulfato	Glucoronato y N-acetilgalactosamina	Si	Cartilago, gelatina de Wharton y vasos sanguíneos.
Dermatán sulfato	Glucoronato o iduronato y N-acetilgalactosamina	Si	Válvulas cardiacas, piel y vasos sanguíneos.

Cuadro conj. 1. Principales características de los glucosaminoglicanos.

La acidez de los G.A.G., especialmente del ácido hialurónico del tejido conjuntivo laxo, se demuestra con relativa facilidad cuando se emplean colorantes catiónicos (básicos) como el azul alciano, por ejemplo. Otra técnica de tinción utilizada es la del hierro coloidal. Los G.A.G. tienen afinidad por las moléculas de hierro coloidal, pues a pH bajo (ácido) aquellas se unen específicamente a los grupos aniónicos de los G.A.G.; a continuación se colorea el hierro coloidal adsorbido.

Los **proteoglicanos** estructuralmente, parecen escobillones para limpiar botellas. Están constituidos por un eje central proteínico, sintetizado en el RER, al que se le agregan, mediante enlaces covalentes, los

glucosaminoglicanos (GAG) sintetizados en las cisternas del Golgi y dispuestos alrededor del eje proteínico (fig. conj.23 a).

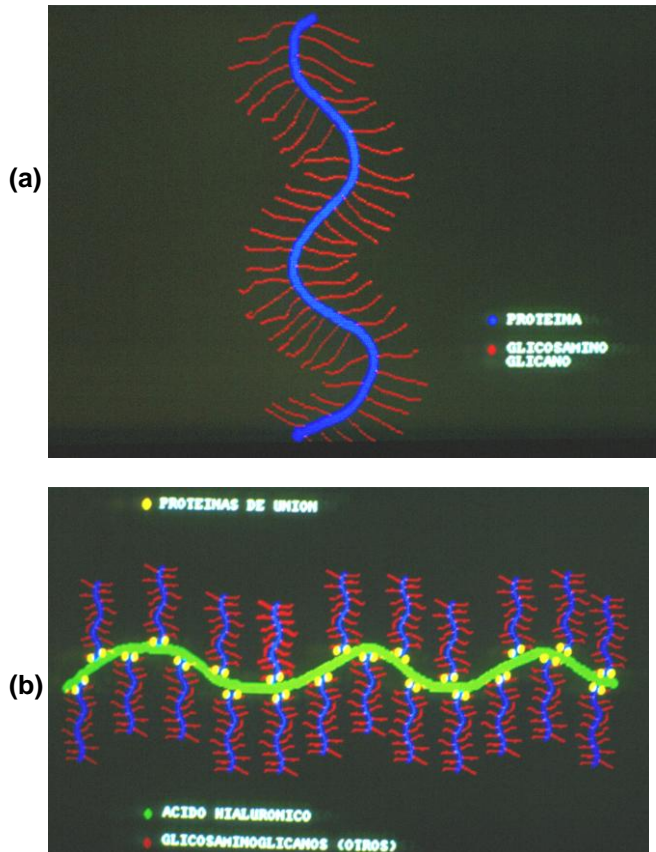


Figura conj.23. Esquemas que ilustran la disposición de los componentes de una molécula de a) proteínoglicano y b) de un agregan.

Los proteínoglicanos se distinguen por su diversidad. La cantidad de GAGs unidos a la proteína central varía desde un solo GAG, por ejemplo la **decorina** o el **biglucano** y la **fibromodulina**, considerados los más pequeños, hasta aquellos que poseen más de 200 GAGs enlazados a la proteína central. Por lo tanto suelen ser de diversos tamaños, varían entre unos 50.000 daltons hasta cerca de tres millones de daltons (**agrecan**) especialmente cuando se unen al ácido hialurónico, mediante proteínas de enlace (fig. conj. 20 b). Esta molécula gigante, de hasta **20 μm** de longitud, ocupa territorios sumamente amplios. El tejido conjuntivo y el cartilaginoso poseen abundantes moléculas de agrecaños.

La decorina, el biglucano y la fibromodulina se unen a fibrillas de colágena de los tipos I, II o III; se encargan de la organización espacial de estas fibrillas. El biglucano y la fibromodulina también se unen a las fibras elásticas.

Al estar constituidos por largas cadenas de GAGs presentan cargas eléctricas negativas, son polianiones (atraen moléculas de sodio) por lo tanto atraen grandes cantidades de agua. Esto significa que entre las moléculas de GAG se incluyen una gran cantidad de moléculas de agua. Este tipo de proteínoglicano se localiza en el tejido conjuntivo propiamente dicho y en el tejido cartilaginoso. Las características antes citadas les permiten producir el **estado de gel** o viscosidad de la matriz.

Existen proteínoglicanos que están constituidos por un solo tipo de GAGs, por ejemplo el versicano cuyo contenido está integrado únicamente por condroitinsulfato.

El **estado de gel** de la matriz extracelular actúa como barrera contra la difusión rápida de los depósitos acuosos y oleosos y de la propagación de bacterias. Algunas de ellas, como el ***Staphylococcus aureus***, producen y liberan hialuronidasa, enzima que fragmenta al hialuronano en moléculas más pequeñas produciendo la transformación del estado de gel de la matriz a un estado líquido (estado de sol); facilitando de esta manera la diseminación de los microorganismos a través del tejido conjuntivo.

Los proteínoglicanos desempeñan diversas funciones; al ocupar grandes volúmenes en la matriz extracelular resisten a la compresión y retrasan el desplazamiento rápido de bacterias y células cancerosas. Al integrar la membrana basal forman poros de tamaños específicos que actúan como filtros selectivos para el pasaje de macromoléculas.

Otros proteínoglicanos como los llamados **sindicanos** en vez de secretarse al medio extracelular quedan insertos en el plasmalema. La porción proteínica se sitúa en la bicapa de fosfolípidos como proteína integral transmembranal unida a moléculas de actina del citoesqueleto. Las porciones extracelulares se unen a los componentes macromoleculares de la matriz conjuntiva.

Algunos otros como el **perlecano** se encuentra formando parte de las láminas basales o el denominado **versicano** se localiza profusamente en la matriz de los tejidos conjuntivos; se une a las fibrillas colágenas y al hialuronano.

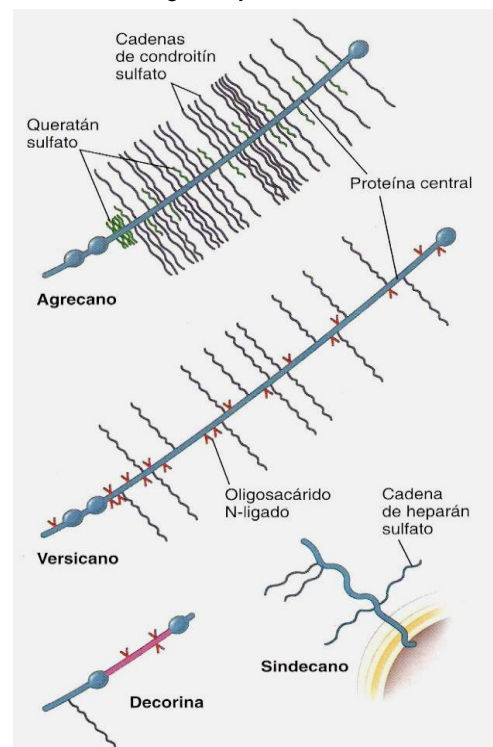


Figura tej. Con. 24. Representación esquemática de proteínoglicanos. El agregan representado es simple, en cambio cuando se une, mediante proteínas de enlace, a un eje de hialuronano, forma complejos sumamente grandes, especialmente en la matriz cartilaginosa (ver Fig. tej. Conj. 23 b). Ross, M H y Pawlina W. Histología. Texto y atlas.

Las **glicoproteínas** son macromoléculas que intervienen activamente facilitando la capacidad de las células de adherirse a los componentes de la matriz extracelular. Presentan varios dominios de enlace, uno de ellos suele fijarse a las proteínas de la membrana celular denominadas **integrinas**, otro a las fibras colágenas y otro a los proteoglicanos. Por esta razón se le conoce como **glicoproteínas de adhesión**.

Las glicoproteínas se demuestran mediante la técnica histoquímica del P.A.S. (ácido peryódico + el reactivo de Schiff o fucsina básica decolorada). La reacción consiste en la oxidación, por el ácido peryódico, de los carbohidratos de las glicoproteínas y liberación consecuente de radicales aldehído, los que al ponerse en contacto con el reactivo de Schiff se tiñen de color magenta.

Las principales glicoproteínas de adhesión son:

Fibronectina. Es un dímero de dos subunidades polipeptídicas (200,000 daltons cada una) La molécula tiene forma de V. Cada brazo de la molécula posee sitios de unión para colágena, heparina, heparán sulfato y el ácido hialurónico y para las integrinas de la membrana celular.

La fibronectina es elaborada por los fibroblastos. Existe también una fibronectina sanguínea.

En la etapa embrionaria, la **fibronectina** junto con la **tenascina** intervienen como proteínas que facilitan el desplazamiento de células embrionarias indicándoles las vías de transporte y migración que ellas requieren para llegar a su destino.

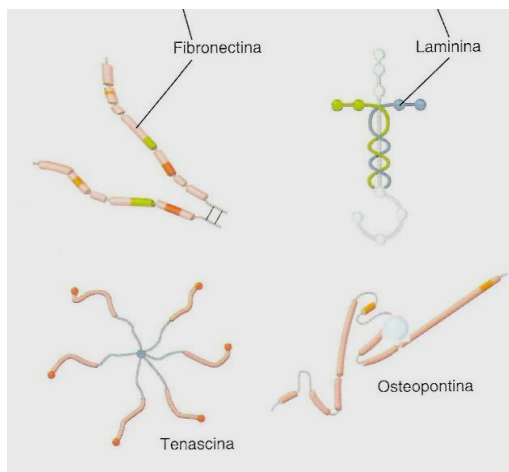


Figura tej. Conj. 25. Representación esquemática de algunas glicoproteínas multiadhesivas. Ross y Pawlina. Histología, 2005.

Entactina. También se le denomina nidógeno. Se fija a la molécula de la laminina y también a la colágena tipo IV. De esta manera facilita la fijación de la laminina a la red de colágena subepitelial.

Tenascina. Es una gran macromolécula, constituida por seis cadenas polipeptídicas unidas por enlaces disulfuros, dispuestas radicalmente desde un punto central, adoptando una forma de araña. Posee puntos de adhesión para los **sindicanos** y para la **fibronectina**. Se distribuye en las células embrionarias y junto con la fibronectina marca las vías migratorias de células específicas, especialmente de las células neuroblásticas de tejido nervioso.

La **condronectina** y la **osteonectina** son moléculas similares a la fibronectina. La primera tiene puntos de unión para la **colágena Tipo II**, los condroitín sulfatos, el ácido hialurónico e integrinas de condrocitos y condroblastos.

La osteonectina posee dominios de fijación para la **colágena tipo I**, proteoglicanos e integrinas de osteoblastos y osteocitos. Colabora en la fijación y depósito de los cristales de sales de calcio (hidroxiapatita) en la colágena tipo I en el tejido óseo.

Glucocalix. En la superficie apical de determinadas células como las del epitelio intestinal o de los túbulos contorneados proximales del riñón (células de absorción) existe abundante cantidad de glicoproteínas integradas al plasmalema de las microvellosidades. Estas glicoproteínas son P.A.S. (+) y se tiñen intensamente de color magenta. Reciben la denominación de **glucocalix**.

En general, todas las células eucariotas poseen esta delgada cubierta externa constituida por glicoproteínas. En ellas el glicocalix desempeña funciones importantes de interacción celular, por ejemplo reconocimiento entre células, adhesión celular, forma parte de los denominados receptores membranales a través de los cuales la célula recibe de manera específica una serie de señales de naturaleza hormonal, metabolitos, una sustancia neurotransmisora, contacto con microorganismos (virus o bacterias), partículas proteínicas, etc. Al interactuar con ciertas sustancias permite que las receptoras puedan elaborar una respuesta específica.

B) Fibras. Clásicamente se describen tres tipos de fibras que integran la matriz extracelular fibrilar: **reticulares, colágenas y elásticas**. La descripción de ellas se basa en su morfología al microscopio fotónico y electrónico, a la capacidad tintorial que exhiben, cierto comportamiento bioquímico y por la función que desempeñan.

Fibras colágenas. Son las fibras más frecuentes en el tejido conjuntivo. Aproximadamente constituyen el 20% del total de proteínas del organismo.

Generalmente forman haces de diferentes proporciones y en disposiciones distintas.

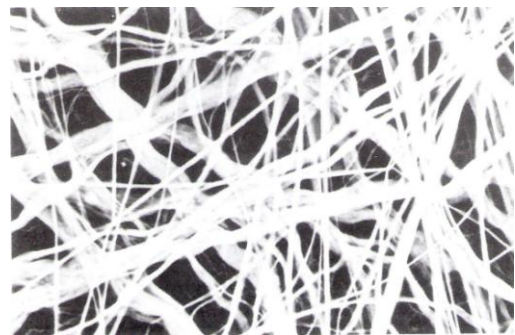


Figura tej. Conj. 26. Fotomicrografía fotónica de haces de fibras colágenas. Es el negativo de una fotografía en blanco y negro. Bloom y Fawcett. Tratado de Histología, 1989.

Al estado fresco, y reunidas en cantidades apreciables, las fibras colágenas exhiben un color blanquecino; por esta razón se les denominan **fibras blancas**.

Las fibras colágenas se disuelven en ácidos y álcalis débiles, son digeridas por la tripsina; cuando se someten a ebullición se transforman en una sustancia coloidal llamada **“cola”** o **gelatina animal**.

Son resistentes a la tracción. Se considera que un haz de fibras colágenas resiste fuerzas de tracción similares a las que ofrece un cable de acero del mismo grosor. Tienen un grado de elasticidad moderado, del 15% al 20%.

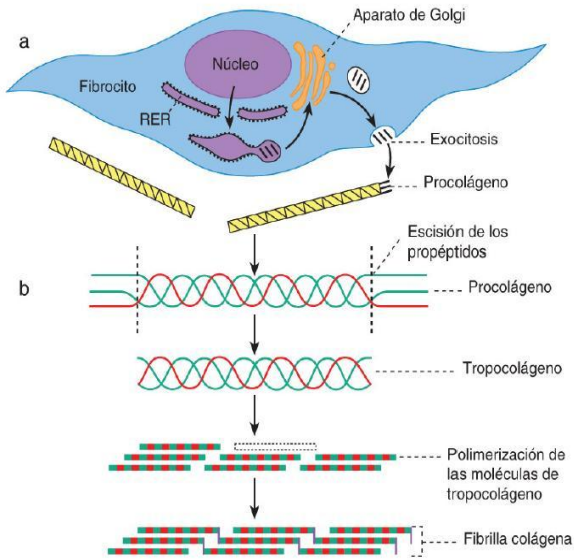


Figura conj. 27. Esquema de un fibroblasto y el proceso de síntesis, secreción y formación de las fibrillas colágenas. (Sobotta y Welsch. Histología. 2008)

La proteína colágena se sintetiza y secreta por los fibroblastos, pero también se produce por células cartilaginosas (condroblastos y condrocitos) y óseas (osteoblastos y osteocitos). No toda la proteína colágena sintetizada por las células conjuntivas posee un arreglo molecular fibrilar. Existen aproximadamente 15 tipos diferentes de proteína colágena; las más conocidas son las que muestran en el cuadro conj. 2:

Tipo	Cadenas	Estructura	Localización
I	[$\alpha 1(I)$] ₂ $\alpha 2(I)$	fibrilar	Piel, tendón, hueso
II	[$\alpha 1(II)$] ₃	fibrilar	Cartílago, humor vítreo
III	[$\alpha 1(III)$] ₃	fibrilar	Tejido y órganos linfáticos, músculo
IV	[$\alpha 1(IV)$] ₂ $\alpha 2(IV)$	No fibrilar	Membrana basal
V	[$\alpha 1(V)$] ₂ $\alpha 2(V)$	fibrilar	Tejido conjuntivo intersticial
VI	[$\alpha 1(VI)$] ₂ $\alpha 2(VI)$	fibrilar	Tejido conjuntivo intersticial
VII	[$\alpha 1(VII)$] ₃	No fibrilar	Fijación de fibrillas. Unión de epidermis

Cuadro conj. 2. Principales características de algunas de las proteínas de colágena.

Las fibras colágenas se tiñen de color rosa con la coloración de hematoxilina-eosina. De azul con el tricrómico de Mallory o el de Masson (con azul de anilina), de color verde con el tricrómico de Shorr, el de Reyes o el de Masson (con verde rápido), de rojo con el tricrómico de Van Gieson y de color amarillo con la safranina o el amarillo de metilo. (Figuras Tej. Conj. 28)

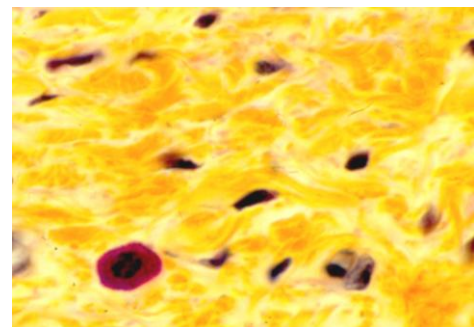
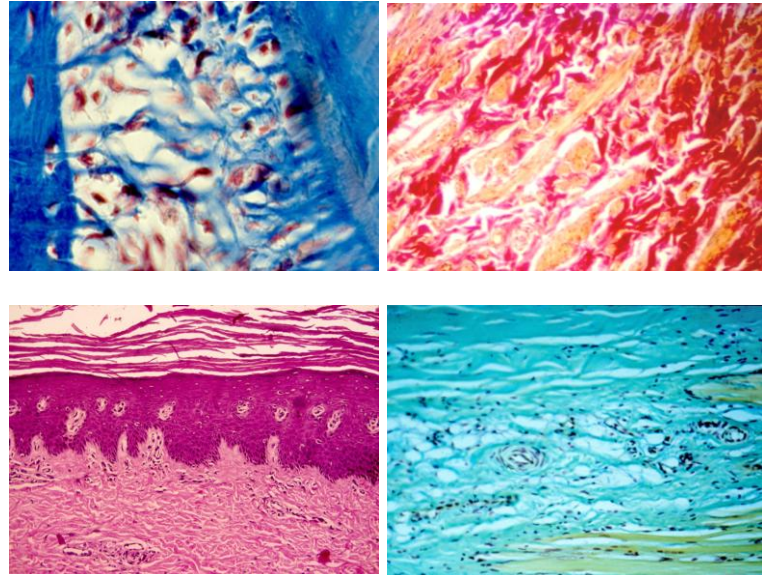


Figura conj. 28. Fotomicrografías de fibras colágenas, teñidas con a) tricrómico de Mallory, b) tricrómico de Van Gieson, c) H-E d) tricrómico de Masson o de Shorr, y e) tricrómico HPS (hematoxilina - floxina - safranina).

Cuando las fibrillas colágenas se observan con luz polarizada presentan zonas monorrefringentes y birrefringentes y, al examinarlas con el microscopio electrónico muestran que están constituidas por microfibrillas paralelas de un diámetro de 50 nanómetros en promedio, pues existen microfibrillas de colágena más delgadas como las que existen en el estroma de la córnea (miden 35 nm.) o, las integrantes de los tendones que alcanzan un diámetro de 100 nm. Las microfibrillas, al M.E. presentan una estriación transversal periódica que se repite cada 68 nm.

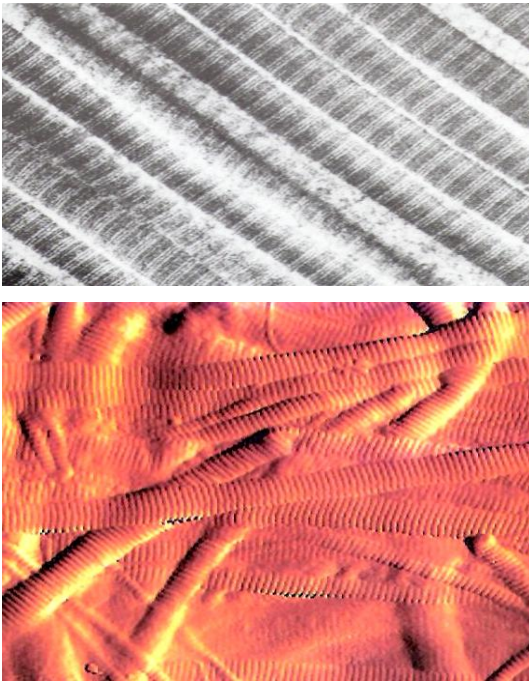


Figura tej. Conj. 29. Fotomicrografías mostrando las estriaciones periódicas de las fibrillas de colágena. A) Microscopía electrónica de transmisión 50,000x B) Microscopio de Fuerza atómica. 65,000x. Ross y Pawlina, W. Histología. 2005

La estructura molecular de las microfibrillas de colágena está dada por moléculas tubulares de tropocolágeno que miden 300nm de largo por 1.5 nm de grosor y con un peso molecular de 300,000 daltons. Cada molécula está compuesta por tres cadenas polipeptídicas (cadenas alfa) de 100,000 daltons; entrelazadas en una triple espiral (fig. conj. 27a) Las cadenas peptídicas tienen una composición de aminoácidos especiales, en la proporción de **30% de glicina, 30% de prolina** o de **hidroxiprolina**, además se encuentra **hidroxilisina**. Las moléculas se disponen en forma ordenada e intercaladas entre sí, tal como lo muestra la figura conj. 27b. Esta disposición espacial de las moléculas de tropocolágeno le confieren la estriación transversal periódica de las microfibrillas (figura 27c).

Las moléculas de tropocolágeno son sintetizadas por los fibroblastos (también por los condroblastos y osteoblastos) y secretadas hacia la sustancia amorfa donde se polimerizan para integrar las microfibrillas de colágena.

Las fibras colágenas, por su resistencia a la tracción y por la flexibilidad que presentan, le confieren estas propiedades a los tejidos que las contienen. La **dermis** en la piel y el tejido conjuntivo denominado **corion** o **lámina propia** son sumamente flexibles. En cambio los tendones, las aponeurosis y las cápsulas de los órganos poseen una gran resistencia.

Fibras reticulares. Se les denominan también fibras de **reticulina**. Son fibras muy delgadas y forman redes finas tridimensionales, de allí el nombre que poseen.

En las preparaciones de tejidos y órganos teñidos con H-E u otros colorantes a partir de anilinas no se logran visualizar. Se demuestran mediante el empleo de tinciones especiales como las impregnaciones argénticas (Wilder, Bielchowsky, Gomory, etc.), pues en ellas se deposita plata metálica después que el tejido es procesado mediante el uso de una solución alcalina de una sal reducible de plata (nitrato de plata).

La impregnación argéntica las “tiñe” de color negro. Se observan como finos filamentos negros que se entrecruzan, en tanto que las fibras colágenas adquieren un color marrón rojizo.

Las fibras reticulares se colorean de rojo magenta con la tinción del P.A.S. y de color negro con impregnaciones argénticas.

Debido a esta capacidad tintorial diferente y especial con relación a los otros elementos fibrilares del tejido conjuntivo, se pensó que eran fibras totalmente distintas a las fibras colágenas. Cuando se observaron con el microscopio electrónico se pudo comprobar que eran similares a las fibras colágenas: también muestran estriaciones periódicas electrondensas y electronlúcidas. En la actualidad se sabe que estas fibras están constituidas químicamente por **colágena tipo III**.

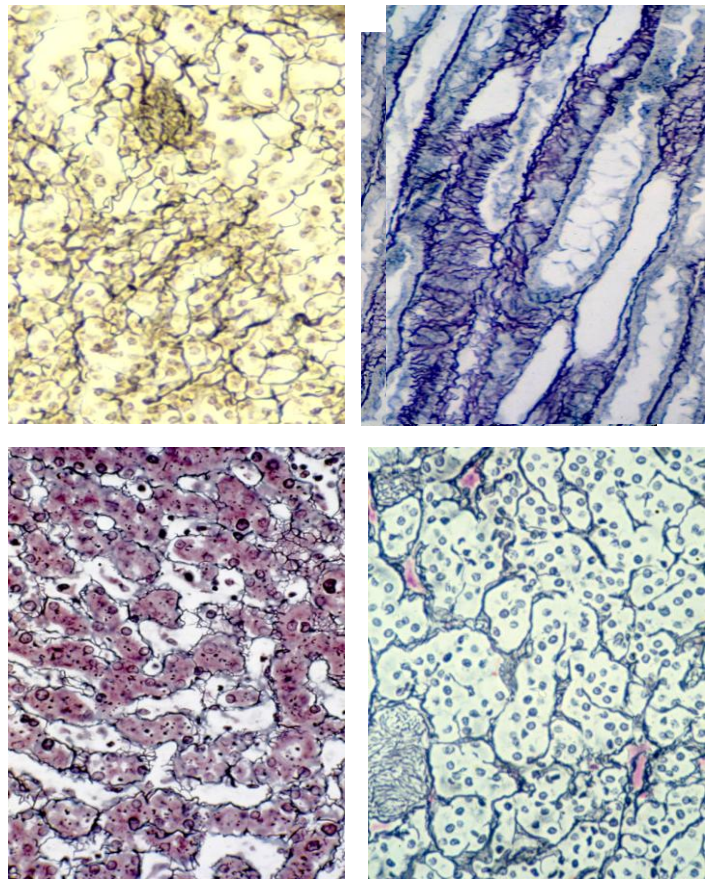


Figura conj. 28. Aspecto que presentan las fibras reticulares en el estroma de un ganglio linfático; en túbulos renales, en el hígado y en la porción glandular anterior de la hipófisis, respectivamente.

Las fibras reticulares constituyen el estroma fino de los órganos parenquimatosos. En ellos adoptan una posición y distribución que permiten la disposición morfológica que adoptan las unidades tisulares funcionales de estos órganos (fig.conj. 28).

Se disponen como un reticulado muy fino alrededor de las células adiposas y las fibras musculares lisas; debajo de las células endoteliales de los capilares sanguíneos e integran la capa reticular de la membrana basal.

Fibras elásticas. Se denominan así porque poseen un grado de estiramiento del 150% al ejercer sobre ellas una tracción longitudinal; recuperan su longitud cuando la fuerza cesa. Al estado fresco muestran un color amarillento, de allí el nombre de “**fibras amarillas**”. Resisten la acción de álcalis y ácidos débiles, la digestión con tripsina y no se disuelven con la ebullición.

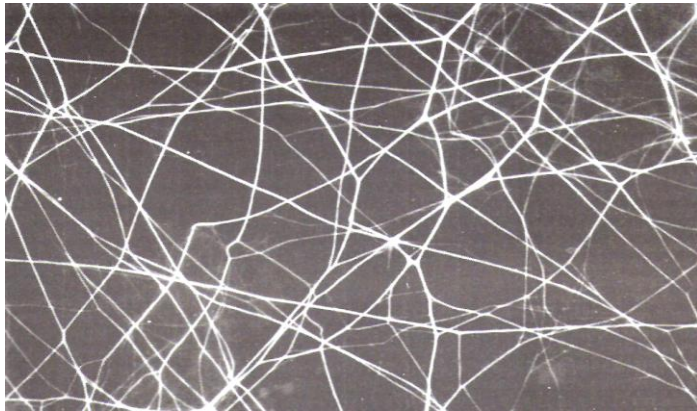


Figura tej. Conj. 29. Microfotografía en blanco y negro (negativo) de mesenterio extendido y teñido para demostrar fibras elásticas. Bloom y Fawcett. Tratado de Histología 12ª edición. 1987

Con la **hematoxilina eosina** presentan un **color rosa pálido** y son muy **refringentes**. Para visualizarlas se deben colorear con tinciones específicas: Se colorean de **marrón rojizo** con la **orceína**, de **color azul oscuro** con la **fucsina resorcina**, de **color violeta o morado** con la **fucsina aldehído**, de **color negro** con la **hematoxilina de Verhoeff** y de **color rojo vino** con la **coloración de Gallego**.

Cuando se observan al microscopio fotónico presentan un aspecto sinuoso, con los extremos ligeramente curvos. Ellas pueden ramificarse, especialmente cuando están formando parte del tejido conjuntivo laxo (fig. tej. Conj 2, 29 y 30). Tienen un grosor de 1.5 a 3.5 µm de diámetro. Son más gruesas en los ligamentos elásticos.

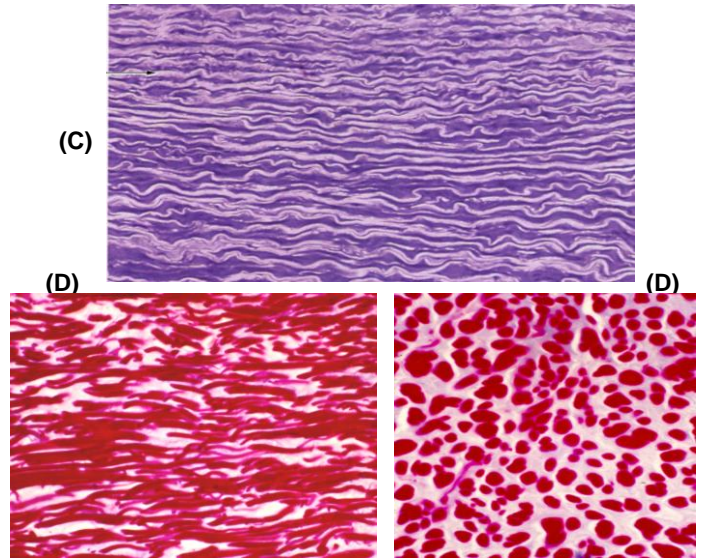
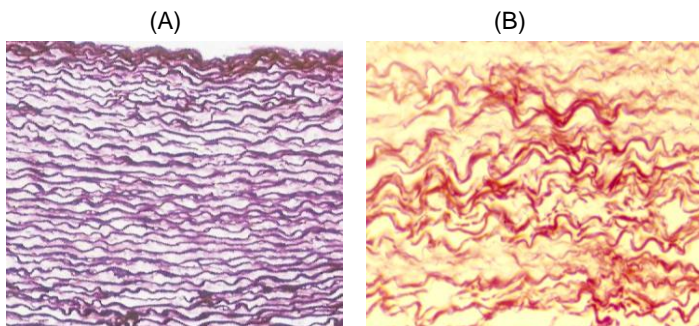


Figura tej.conj. 30. Aspecto que muestran las fibras elásticas al microscopio fotónico. Tinciones: A) de Hematoxilina de Verhoeff, B) Orceína. C) Fucsina Resorcina, D) Gallego, sección longitudinal, sección transversal,

Al microscopio electrónico se visualizan constituidas por una matriz homogénea, clara y amorfa, compuesta por la proteína **elastina** y un conjunto de microfibrillas de 5 a 15nm. embebidas en ella (fig.conj. 31). La elastina es casi insoluble y esta propiedad se debe a la presencia de dos péptidos que la integran: la **desmosina** y la **isodesmosina**. Las microfibrillas contienen grandes cantidades del aminoácido **cistina**.

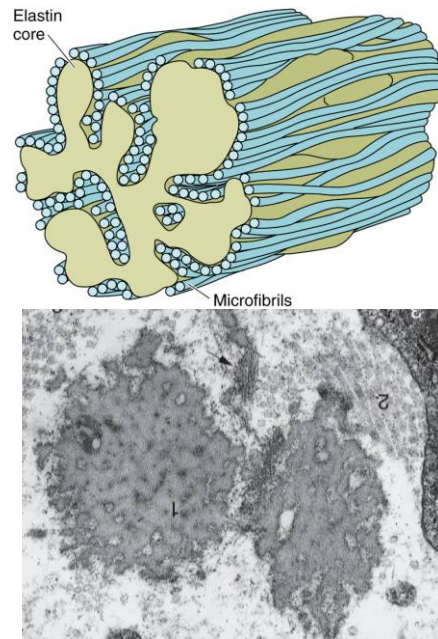


Figura conj. 31. Aspecto que muestran las fibras elásticas al microscopio electrónico. Representación esquemática y fotomicrografía electrónica. Gartner, L. P., Hiatt, J.L. Texto Atlas de Histología. 3 edición. Editorial McGraw-Hill. 2007. Sobota y Welsch, **Histología** 2ª edición, 2008

Las fibras elásticas se forman por agregación de moléculas de la proteína amorfa elastina al interior del entramado de microfibrillas de la glicoproteína **fibrilina** (de 11 nm de grosor)

que también se agregan en la forma de una cubierta superficial periférica interrumpida (ver figura conj. 31) de disposición longitudinal.

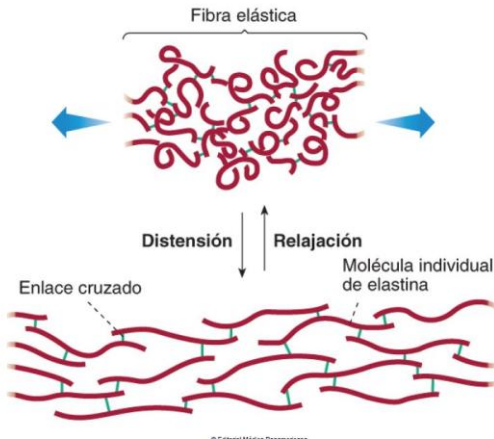


Figura conj 32. El esquema representa la relación existente entre las moléculas de elastina (fibrillas rojas) enrolladas al azar y unidas por enlaces covalentes entre la desmosina y la isodesmosina (enlaces verdes) en los estados de relajación y estiramiento (distensión). Junqueira L. and Carneiro J. Basic Histology. 11ª Edition 2005.

Las fibras elásticas son elaboradas por los fibroblastos en el tejido conjuntivo laxo y en el tejido conjuntivo elástico; en cambio, en los vasos sanguíneos arteriales son sintetizadas y secretadas por las fibras musculares lisas. En las arterias las fibras elásticas se disponen en forma de láminas concéntricas fenestradas.

TEJIDO CONJUNTIVO PROPIAMENTE DICHO.

César Eduardo Montalvo Arenas. Septiembre 2010.

El tejido conjuntivo deriva del mesénquima, tejido multipotencial de cuyas células se diferencian todos los componentes celulares de los diversos tejidos conjuntivos. El tejido mesenquimatoso deriva del conjunto de células que integran la capa blastodérmica denominada **mesodermo**. Esta capa es aquella que se origina después de la formación del ectodermo y del endodermo. El mesodermo se diferencia en cuatro estructuras embrionarias que, en el embrión trilaminar, se denominan:

- Mesodermo axial o notocorda.
- Mesodermo paraxial o somítico.
- Mesodermo intermedio o cordón nefrogénico y
- Mesodermo lateral, el cual se delamina en dos hojas parietal y visceral.

En la región cefálica del embrión también se generan células mesenquimatosas; provienen de las crestas neurales las cuales constituyen en ectomesenquima o neuromesénquima.



Figura Conj. 33. Sección transversal de un embrión. Tinción H-E. 100x. Se distinguen las siguientes estructuras mesodermales. A) Mesodermo axial o notocorda, B) Mesodermo paraaxial o somítico, Mesodermo intermedio o cordón nefrogénico y D) mesodermo lateral

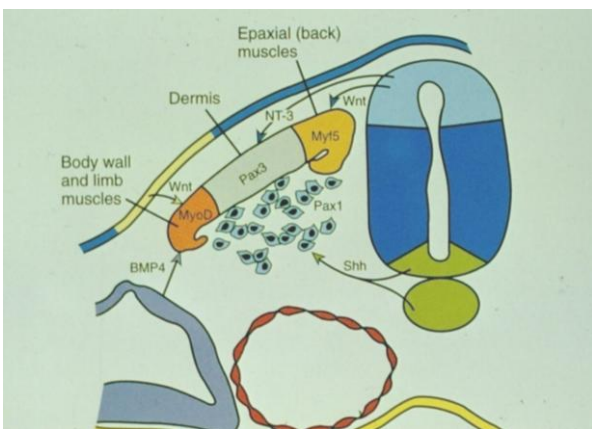


Figura conj. 34. Esquema de los componentes mesodermales. El esclerótomo muestra la migración de células mesenquimatosas responsables de diferenciarse en células del tejido conjuntivo.

Lagman, Sadler, T.W. Embriología Médica con orientación clínica. 8ª edición. 2001. Editorial Médica Panamericana. Lippincott Williams & Wilkins

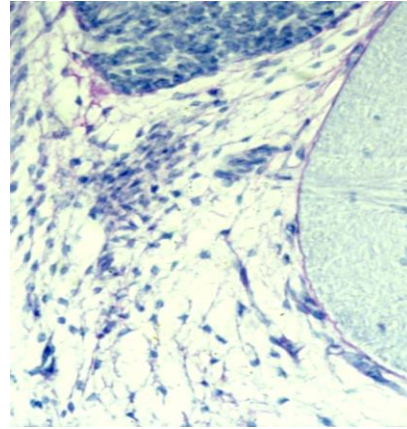


Figura conj. 35. Fotomicrografía de un embrión en el cual se observa al tejido mesenquimatoso y su diferenciación en los primeros fibroblastos. Tinción de P.A.S. + hematoxilina. Las escasas porciones teñidas de color magenta son el indicio de la síntesis de glucosaminoglucanos (GAGs).

El tejido conjuntivo se clasifica en dos grandes grupos de componentes tisulares.

- Propiamente dichos y
- Altamente especializados.

La clasificación de los tipos de tejidos que constituyen el tejido **conjuntivo propiamente dicho**, depende de la calidad y cantidad de los componentes celulares, matriz amorfa y elementos fibrilares que los integran.

De acuerdo a lo citado este tejido puede ser:

Tejido conjuntivo laxo. Se denomina así porque es de consistencia blanda y cede a las presiones. Lo constituye un porcentaje equilibrado de células, matriz amorfa y fibras.

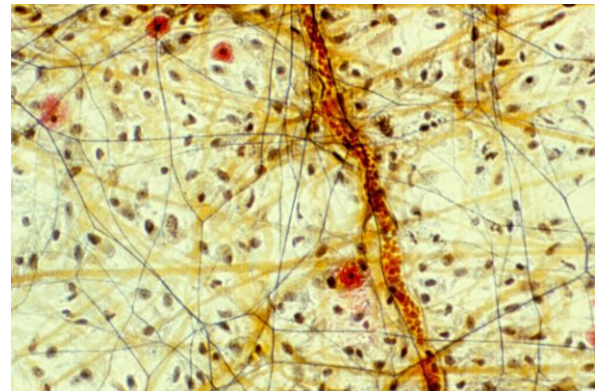


Figura tej.conj. 36. Fotomicrografía del tejido conjuntivo laxo. Ross y Pawlina. Histología, 5ª edición. 2007.

Este tejido se encuentra ampliamente distribuido. (Fig. tej. Conj. 36 y 37).

Integra el tejido subcutáneo de la piel; la lámina propia o corion de los órganos huecos (aparatos digestivo, urogenital, respiratorio, etc.) y constituye el estroma de los órganos parenquimatosos. También se le conoce como **tejido conjuntivo areolar**, por la gran cantidad de pequeños espacios que posee, llenos de matriz amorfa y líquido tisular.

Dependiendo de la disposición de los componentes fibrilares puede ser:

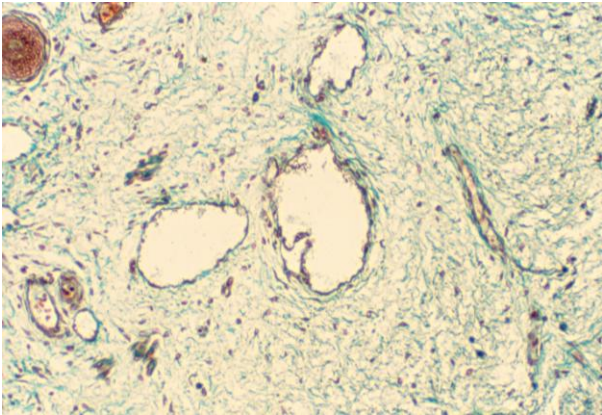


Figura conj. 37. **Tejido conjuntivo laxo** proveniente de la región cervical de un feto. Tricrómico de Gomory. 100x. Se observan las células, los espacios que contienen a la matriz amorfa y los elementos fibrilares en un equilibrio presencial de los tres componentes. En el centro se distinguen tres vasos linfáticos. El de mayor calibre exhibe al endotelio formando una válvula.

Tejido conjuntivo mixoide o mucoso. En el feto forma parte del tejido subepidérmico; pero existe en gran cantidad en el cordón umbilical, constituyendo la denominada **gelatina de Wharton**. Presenta células similares a los fibroblastos pero de mayor tamaño. Posee un predominio de matriz amorfa sobre los componentes celulares y fibrilares (Fig. conj. 38)

En el individuo adulto se encuentra un tejido similar en la pulpa dentaria, que ocupa la cavidad central de los dientes. En este caso es un tejido muy innervado y vascularizado.

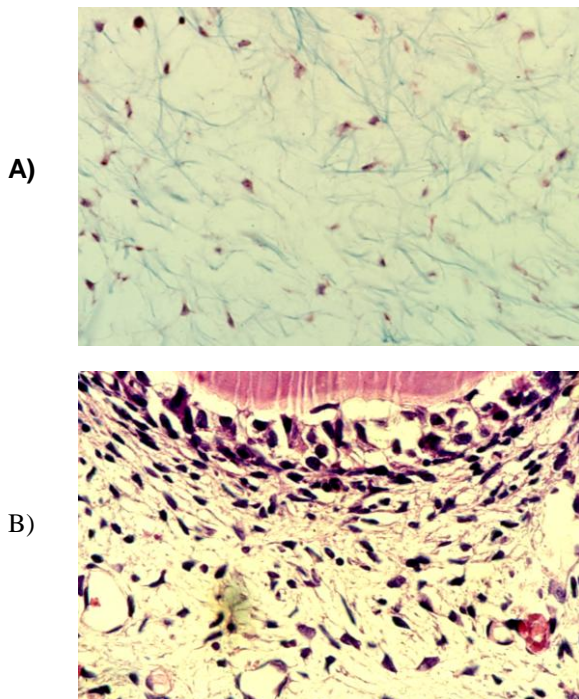


Figura tej.conj.38. Fotomicrografía del tejido conjuntivo mixoide o mucoso A) Cordón umbilical B) Pulpa dentaria.

Tejido conjuntivo denso. En este tejido existe un predominio de las fibras sobre la cantidad de células y matriz amorfa.

a. Tejido conjuntivo denso irregular. En este caso las fibras colágenas, más gruesas que en el tejido conjuntivo laxo, se disponen en haces de dirección variada, intercalándose para formar una red tridimensional (fig. tej. conj.39 y 40). Entre los haces colágenos se disponen fibroblastos y fibrocitos, algunas fibras elásticas y vasos sanguíneos de pequeño calibre.

Constituye la dermis de la piel, la cápsula de algunos órganos, la duramadre (meninge) y la esclerótica del globo ocular.



Figura conj. 39. Representación esquemática del tejido conjuntivo denso irregular. Se observan los haces de fibras colágenas dispuestas en todas las direcciones del espacio.

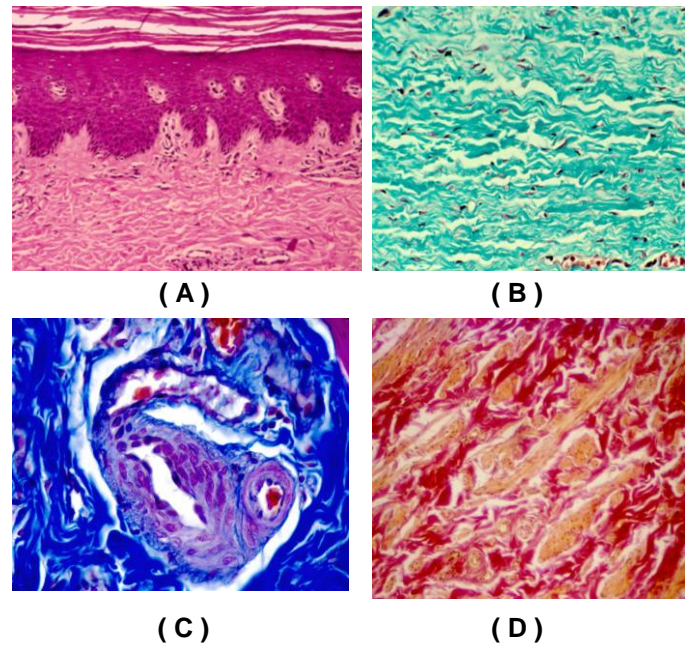
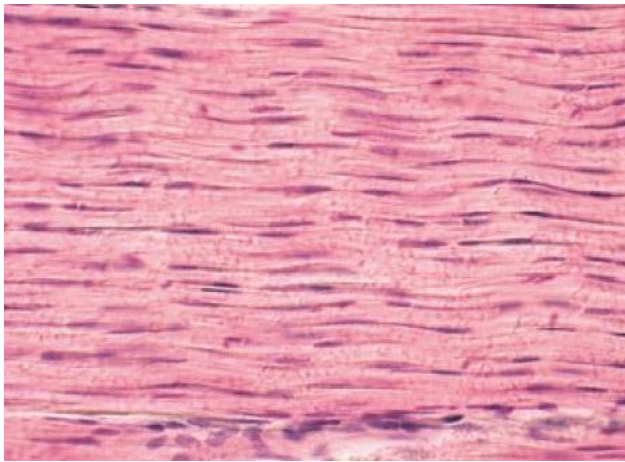


Figura tej conj. 40. Fotomicrografías de tejido conjuntivo denso colagenoso irregular. A) Hematoxilina – Eosina, B) Tricrómico de Shorr. 100x; C) Tricrómico de Mallory. D) Tricrómico de Van Gieson.

b. Tejido conjuntivo denso regular o modelado. En este tipo de tejido los haces de fibras colágenas se disponen en forma ordenada y paralelos entre sí. Entre ellos se sitúan fibrocitos, células muy alargadas de citoplasma escaso y con un núcleo alargado, con predominio de heterocromatina. La matriz amorfa es muy escasa (fig. tej. conj. 41).



(A)



(B)

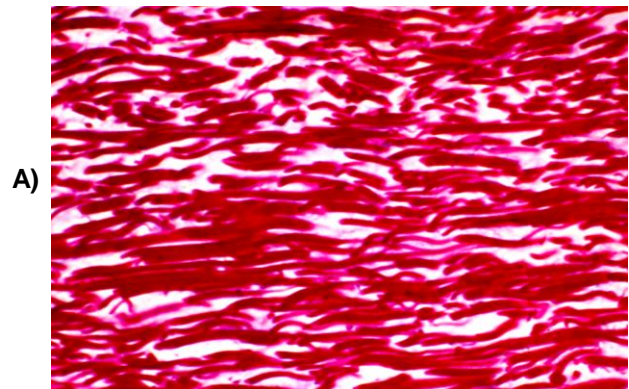
Figura tej.conj. 41. Fotomicrografías del tejido conjuntivo denso regular, modelado o tendinoso.

La disposición de los haces de fibras colágenas permite que el tejido sea sometido a grandes fuerzas de tracción.

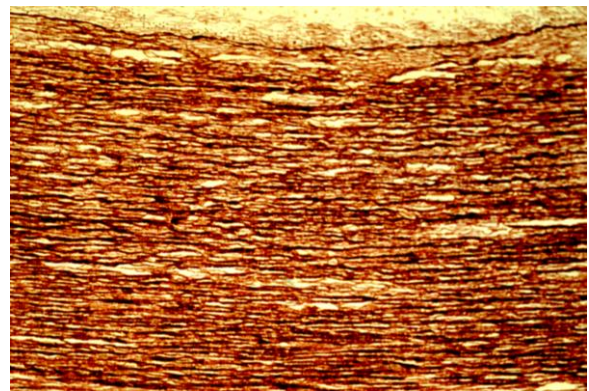
Los **tendones** y las **aponeurosis** están constituidos por este tipo de tejido así mismo las cuerdas tendinosas de las válvulas del corazón. Se considera que el estroma de la córnea también posee este tipo de tejido.

Tejido conectivo denso elástico. Está compuesto por haces de fibras elásticas que se disponen, en forma paralela para constituir componentes alargados denominados:

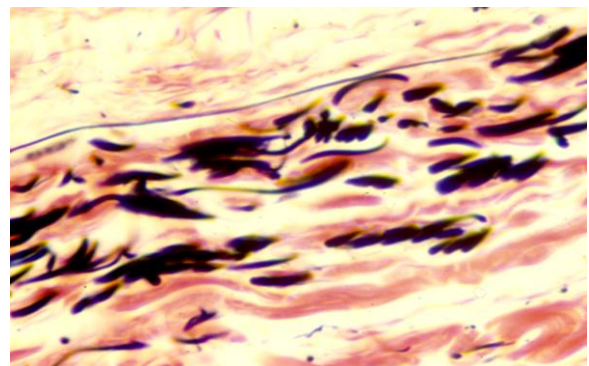
Ligamentos amarillos; ejemplo, el ligamento de la nuca, que une el hueso occipital con las primeras vértebras cervicales, los ligamentos intervertebrales y los ligamentos cruzados de la articulación de la rodilla. o integrando láminas elásticas fenestradas que se entrecruzan para formar paredes que ceden a fuerzas de presión, como en los grandes vasos arteriales elásticos: aorta y pulmonar.



A)



B)



C)

Figura tej.conj. 42. Fotomicrografías de tejido conjuntivo elástico denso irregular. A) Ligamento nuchal, Tinción de Gallego. B) Aorta. Tinción de Verhoeff. Se observan abundantes membranas elásticas fenestradas. C) Dermis. Tinción de hematoxilina de Verhoeff y el Tricrómico de Van Gieson.

Tejido conjuntivo reticular. Se denomina así a un tipo especial de tejido conjuntivo formado por células reticulares y fibras de reticulina (colágena tipo III). Las células reticulares son similares en su función a los fibroblastos pero sintetizan y secretan únicamente colágena tipo III. Este tejido se dispone a manera de una malla fina tridimensional.

La red tridimensional se localiza en la médula ósea, en el estroma fino de los órganos linfoides y en otros órganos parenquimatosos como la hipófisis, hígado, riñones, etc.

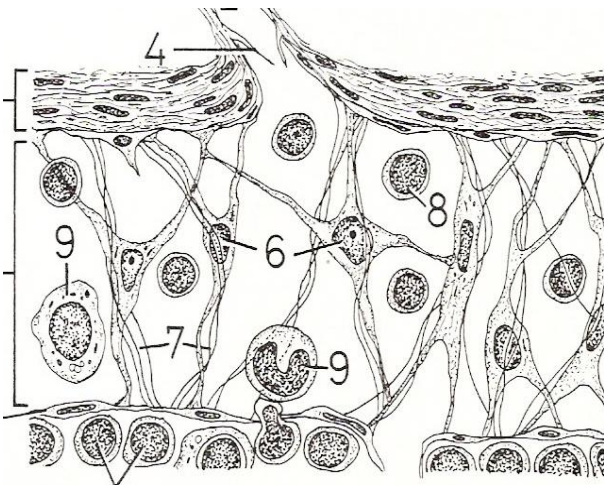


Figura tej. Conj. 43. Representación esquemática del seno marginal de ganglio linfático. Se observan la cápsula conjuntiva y el tejido reticular linfático: células reticulares y fibras reticulares (colágena III). Krstic, R.V. 1988

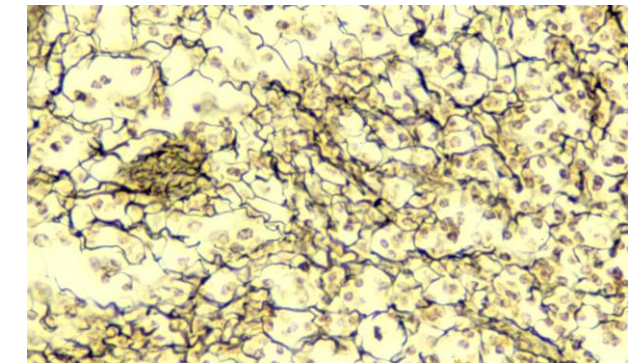
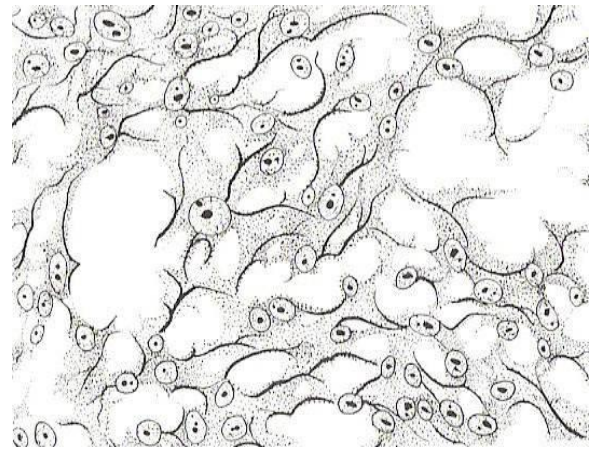


Figura tej. Conj. 45. A) Representación esquemática y B) foto micrografía de la médula de un ganglio linfático. En ambas imágenes se observa la relación existente entre las células reticulares y las fibras de reticulina (colágena III).

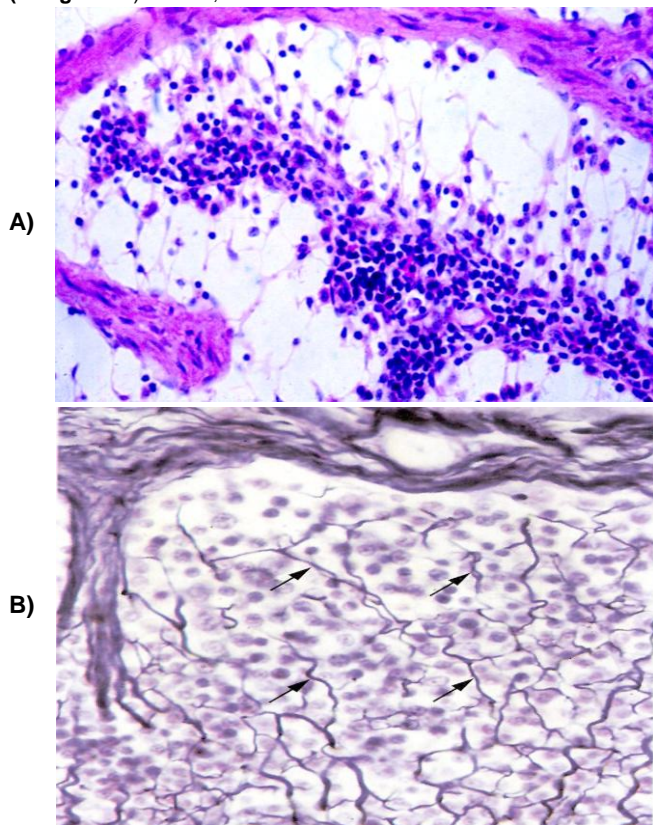


Figura tej. conj. 44. Aspectos que presenta el tejido conjuntivo reticular en el parénquima y estroma linfático. A) Médula de un ganglio linfático. Se observa un cordón de linfocitos y células reticulares (núcleos y prolongaciones. Tinción de H-E. B) Corteza de ganglio linfático. Se observa el retículo fibrocelular de colágena III. Impregnación argéntica de Wilder.

Referencias bibliográficas.

- Gartner LP y Hiatt JL. *Histología. Texto y atlas*. 3ª edición. McGraw-Hill Interamericana. México. 2008
- Geneser F. *Histología*. 3ª edición. Editorial Medica Panamericana, México. 2000
- Karp G. *Biología Celular y Molecular*. 5ª edición McGraw-Hill Interamericana. México. 2009.
- Roitt I., Brostoff J. y Male D. *Immunology*. 3a edition Mosby. England. 1993.
- Ham, D.H. y Cormack D. *Tratado de Histología*. 8ª edición Editorial Interamericana 1983.
- Krstic, R. V. *Los Tejidos del Hombre y de los Mamíferos*. Editorial Interamericana y McGraw-Hill. 1989
- Junqueira, L.C. and Carneiro, J. *Basic Histology. Texto y Atlas*. 11a Edition. McGraw-Hill. 2005
- Becker, W.M., Kleinsmith, J.H. and Hardin, Jeff. *El mundo de la célula*. Editorial Pearson y Addison Wellely. 2007.
- Sobotta, J. y Welsch, U. *Histología*. 2ª edición. Editorial medica panamericana. 2009.
- Von Herrath, E. *Atlas de histología y anatomía microscópica humanas*. Editorial Científico-Médica. 1965.
- Boya-Vegue, J. *Atlas de Histología y Organografía microscópica*. Editorial Médica Panamericana. 1996.
- Ross, M. H., Pawlina, W. *Histología. Texto y Atlas color con Biología Celular y Molecular*. 5ª edición. Editorial Médica panamericana. 2007.
- 28 de septiembre del año 2010.