capítulo 4

**EL NIVEL TISULAR**

**4.1.** características generales de los tejidos básicos o primarios

Al iniciar el estudio de los tejidos, y antes de comenzar su descripción deta­llada, debemos dejar establecido, que todos los tejidos corporales están com­puestos por: células, matriz extracelular y líquido tisular.

Conocidas ya, por el estudio del tema anterior, las células en general y las particularidades de algunos grupos de células, a través de los modelos celula­res, ahora nos adentraremos en las particularidades de ellas cuando forman los tejidos, y haremos especial énfasis en la matriz extracelular y la formación y circulación del liquido tisular.

Un tejido básico puede definirse, como un agrupamiento de células con morfología semejante, cuyos productos especializados tienen una función co­mún y su origen puede deberse a cualquiera de las tres hojas embrionarias: Ectodermo, Endodermo y Mesodermo, siendo las más comunes las dos primeras.

Su clasificación, en variedades, puede ser hecha bajo diferentes puntos de vista, por lo que tendremos en cuenta la más generalizada que es en base a la estructura microscópica y a la función que desempeñan. Por lo que, los rasgos más característicos para identificar, diferenciar y clasificar los tejidos deben extraerse del conocimiento del tipo, proporción y distribución de las células que difieren entre si por estar estructuralmente especializadas y desempeñar fun­ciones particulares que dependen de las propiedades fisiológicas del protoplasma y la estructura de la matriz extracelular, quedando clasificados, como Epitelial, Conjuntivo, Muscular y Nervioso contando además cada uno de ellos con par­ticularidades que los subclasifícan.

Ninguno de estos tejidos existe de manera independiente, sino relacionados unos con los otros para formar los órganos, definiendo a estos como un grupo anatómicamente diferenciado da tejidos de diversos tipos y orígenes, que des­empeñan funciones específicas.

Al observar un órgano al microscopio, estos presentan una estructura, que por si sola los identifica en su particularidad, sin embargo tienen patrones co­munes en su anatomía macroscópica por la distribución regular de los tejidos, por lo que pueden generalizarse como: órganos tubulares, órganos macizos y secciones corporales o sistemas esqueléticos. Esta forma de organización pre­senta característica que van de lo general a lo particular, lo que ayuda a su comprensión y estudio.

**modelo de órgano tubular**

También llamados huecos o cavitarios, presentan a la inspección macroscópica una cavidad central delimitada por una pared que histológicamente presenta una distribución de tejidos del centro a la periferia, qué comprende: Tejido Epitelial, Tejido Conjuntivo; Tejido Muscular y Tejido Conjuntivo, estando el Tejido Nervioso disperso entre estos componentes. El patrón más estudiado en la generalización, aplicable a los órganos en las paredes, el siguiente:

1. **Mucosa**:

 • Membranas o epitelios de revestimiento

 • Tejido Conjuntivo General Laxo

2. **Muscular**

 • Tejido muscular liso

3. **Adventicia o Serosa**

 • Tejido Conectivo General Laxo, que en el caso de la Serosa está cu­bierto por un epitelio de tipo mesotelio.

***Figura 4.1 Se muestra un corte de un órgano tubular. Este tipo de órgano se caracteriza por presentar una cavidad o luz. En la pared del órgano, en color azul se señala la mucosa, la línea roja abarca la capa muscular o media y en verde, la adventicia o serosa.***

modelo de órgano macizo

Estos, presentan a la inspección macroscópica una apariencia sólida, de consistencia variable, en la que resalta la asociación entre el tejido epitelial (parénquima) y el tejido conectivo (estroma) (Fig. 4.2). Definiéndose el primero como la parte esencial o específica y funcional del órgano, y al segundo cómo la trama o armazón de tejido conjuntivo, que sirve para sostener, entre sus .mallas los elementos celulares. Con los conocimientos actuales ya es evidente que los componentes estromáticos pueden también tener algunas funciones parenquimatosas específicas de cada tipo de órgano.

El patrón mas estudiado en su identificación es:

1. Estroma:

• Cápsula.

• Tejido Conjuntivo que rodea al órgano, llamándose a la zona engrosada por

 donde entran y salen estructuras vasculares y nerviosas Hilio o Zona hiliar.

• Tabiques o Trabéculas.

• Pared divisoria que se extiende desde la cápsula del órgano, hasta diferentes

 niveles de profundidad del mismo, delimitando zonas denominadas lóbulos ó

 lobulillos en dependencia de su tamaño, que contienen porciones del parénquima y

 que pueden tener una relativa independencia funcional.

• Red de fibras o malla reticular.

• Distribución en malla de elementos fibrilares de la matriz extracelular del tejido

 Conjuntivo.

2. Parénquima: Agrupación de células cuya disposición es peculiar en cada órgano, por lo que lo caracterizan tanto en lo estructural como en lo funcional.

***Figura 4.2. En la figura se observa un órgano macho (hígado) que al corte se aprecia una* *apariencia sólida****.*

modelo de sección corporal o esquelético

Este modelo, refleja la expresión de un corte transversal a cualquier nivel de las extremidades donde se observe la anatomía topográfica de dicha zona (Fig. 4.3). Desde el punto de vista histológico, siempre se observan de la super­ficie corporal al centro los siguientes tejidos: Epitelial, Conjuntivo General, Conjuntivo Especial de tipo óseo o cartilaginoso con el Nervioso distribuido entre ellos, identificándose macroscópicamente como:

1. Piel.

• Membrana epitelial de cubierta

•Tejido conjuntivo laxo general, tejido conjuntivo denso y tejido adi­poso

2. Músculos esqueléticos

• Tejido muscular estriado esque­lético

3. Huesos largos o cartílago

• Tejido óseo o cartilaginoso

Es evidente, que aunque estos modeles generalicen gran parte del organismo, quedan excluidas zonas, que por sus características especia­les no son aplicables, como son la mayoría de los órganos de la cabe­za y del cuello, no obstante al domi­nar los modelos anteriormente expuestos estos servirán de base para conceptuar la importante relación existente entre la presencia de los tejidos epitelial *y* muscular con el tejido conectivo general, así como las peculiaridades que encontrarán al estudiar el tejido nervioso.

***Figura 4* .3 *Se muestra una sección de un brazo. La línea roja señala la piel, la azul clara el tejido adiposo, la azul oscura, el músculo y la verde el hueso.***

**generalidades de tejidos**

En la medida que los organismos evolucionaron, sus características morfo funcionales se hicieron más complejas y se incrementaron el número y las variedades de células que lo integraban.

Las células se diferencian y especializan, por lo que sus organitos y otros componentes citoplasmáticos presentan diferentes grados de desarrollo, apare­cen nuevas especializaciones en la superficie y se modifica la cantidad y cali­dad de los productos extracelulares elaborados por las mismas células.

En los organismos multicelulares las células diferenciadas y especializadas se organizan y constituyen los tejidos. Estos están formados por conjuntos de, células que tienen origen común, que poseen características morfológicas simi­lares y que desempeñan las mismas funciones básicas. Por lo regular, las célu­las de un tejido son relativamente uniformes en sus propiedades morfológicas y funcionales.

La palabra española tejido proviene del latín texere. Este término fue em­pleado por primera vez en el siglo XVIII por Bichat, anatomista francés que utilizó la palabra francesa tissu. Este anatomista se percató, según las disecciones realizadas, de que existían diversas capas en el organismo, las cuales tenían diferente textura y clasificó los tejidos en más de 20 variedades.

En el siglo XIX el descubrimiento del microscopio óptico permitió precisar que no había tantos tejidos como Bichat había descrito, sino que sólo existían cuatro tejidos básicos y que cada uno de ello tenía dos o más subtipos.

Antes de pasar a describir las características de los cuatro tejidos básicos del organismo, debemos precisar que todos los tejidos corporales están integra­dos por: células, matriz extracelular (forme y amorfa) y líquido tisular.

En el capítulo anterior estudiamos la célula y sus estructuras más importantes vistas al microscopio óptico y electrónico.

A partir de este capitulo, y basándonos en los conocimientos adquiridos, estudiaremos los diversos tipos celulares que integran los tejidos.

**Matriz extracelular**

Los dos componentes principales de la matriz extracelular son las fibras y la sustancia fundamental amorfa.

Las fibras pueden ser de tres tipos: colágenas, elásticas y reticulares y sus características estructurales, físicas y químicas se estudian en el capítulo de tejido conjuntivo.

La sustancia fundamental amorfa, como su nombre indica, no presenta nin­guna estructura especial al M/O. Existe en forma de.gel o de sol, variando desde sustancias gelatinosas muy duras a líquidos de viscosidad variable.

Las características del tejido conjuntivo, y por tanto, sus funciones, depen­den en gran medida de las propiedades y la distribución de dicha matriz.

**Fibras**

Las fibras son responsables de la resistencia a la tracción y la elasticidad del tejido, en tanto que la sustancia amorfa constituye un medio de difusión de los nutrientes y de los materiales de desechos.

En el tejido conjuntivo se localizan tres tipos de fibras: colágenas, elásticas y reticulares, las cuales difieren en sus características, físicas, químicas, estruc­turales y tintoriales, estas características se explicarán de inmediato.

*Fibras* ***colágena****s*

Son las fibras más abundantes de los tejidos conjuntivos y están constituidas por una proteína fibrilar: la colágena, denominada así porque se hidrata ante la cocción y se transforma en gelatina (cola). Se conocen también con él nombre de fibras blancas, porque presentan este color en estado fresco, sobre todo en los órganos que como los tendones o las aponeurosis están formadas principal­mente por este tipo de fibra.

Son largas y con forma de cinta. Se disponen en haces ondulados que for­man espirales en su trayecto que varían en los diferentes tejidos. Son fibras birrefringentes y anisótropas a la luz polarizada y con orientación longitudinal de las fibrillas que las constituyen. El agua a la temperatura de ebullición trans­forma las fibras colágenas en una masa espesa y viscosa, la que se convierte finalmente en gelatina.

Son digeridas por las enzimas colagenasa y la pepsina en solución ácida; sin embargo, resisten la acción de la tripsina. Se caracterizan, en el aspecto quími­co, por el predominio en su constitución de los aminoácidos: glicina, prolina, hidroxiprolina e hidroxilisina.

Se reconocen fácilmente en los cortes histológicos. Con la hematoxilina y eosina toman un color rosado y con los colorantes de anilina ácidos, como la fucsina ácida de la coloración de Van Gieson, adquieren un color rojo. Con el azul de anilina del método de Mallory toman color azul y con el método tricrómico de Masson, color verde.

Características estructurales. La organización de las fibras colágenas se estudió al M/E, con la polarización óptica y con la difracción por rayos X. La observación al M/E demostró que las fibras colágenas se encuentran constitui­das por unidades menores, a las que se les denominó fibrillas y estas a su vez por microfibrillas. Las microfibrillas, solo visibles al M/E son estructuras cons­tituidas por moléculas de colágeno o tropocolágeno. Estas unidades moleculares son secretadas por los fibroblastos.

Las microfibrillas observadas al M/E presentan periodicidad axial, lo que significa que en toda su longitud muestran estriaciones transversales. Cuando las fibrillas se tiñen negativamente, se aprecian a todo lo largo de la misma segmentos claros y oscuros que se repiten. Con respecto a los períodos o estriaciones debemos precisar que estos resultan del agregado de unidades de tropocolágeno, orientadas todas ellas en la misma dirección, pero escalonadas regularmente.

En la actualidad se conoce que existen diferentes variedades de colágeno, que presentan algunas diferencias en cuanto a composiciónsecuencia de aminoácidos, distribución y función en los diferentes tejidos (Fig. 4.4).

***Figura 4.4. Fotomicrografía electrónica de fibras colágenas y un fibroblasto. Se observan las estriaciones transversales que las mismas presentan en el recuadro B.***

Fibras **elásticas**

Se encuentran en el tejido conjuntivo laxo, aunque no tan ampliamente dis­tribuidas en el organismo como las fibras colágenas. Pueden ser sintetizadas principalmente por fibroblastos, condrocitos y células musculares lisas.

En estado fresco, las fibras elásticas son ligeramente amarillas, por lo que también se les denomina fibras amarillas. Se localizan preferiblemente en los tejidos que están sometidos a fuerzas expansivas, tales como las arterias, la pleura, la tráquea, los bronquios, los tabiques alveolares, las cuerdas vocales y la piel. En los vasos de mayor calibre, como la aorta, forma extensas láminas u hojas perforadas llamadas membranas fenestradas.

Constituyen cilindros o cintillas aplanadas con diámetro variable. Son más refringentes (brillantes) que las fibras colágenas, propiedad que sirve para iden­tificarlos microscópicamente. Es uno de los elementos del organismo más re­sistente a la ebullición y a los ácidos álcalis débiles y es digerida enzimáticamente por la elastasa, enzima que se obtiene del páncreas. Desde el punto de vista químico puede considerarse como un polipéptido semejante al colágeno en su contenido en glicina y prolina, pero que difiere por su alto contenido de valína.

Las fibras elásticas poseen intensa acidofilia, pero no siempre se tiñen bien con la H/E, por lo que a veces se dificulta su identificación con esta técnica. Existen métodos especiales para la tinción de las fibras elásticas, tales como la orceina (pardo) y la fucsina-resorcina (azul intenso a púrpura).

Características estructurales. Los estudios al M/E demostraron que estas fibras carecen de una estructura molecular periódica y que en ella se distinguen dos componentes: micro fibrillas tubulares y un componente amorfo central de elastina.

Se describen dos tipos de fibras elásticas cuyo desarrollo se ha detenido. En la piel existen fibra elásticas en que predominan las microfibrillas en lugar de la elastina y en los tendones fibras clásicas que sólo poseen micro fibrillas (Fig.4.5).

**Figura 4.5. Fibras elásticas en el cartílago clástico. (Flecha roja). Coloración Yodo de Verhoeff.**

Fibras **reticulares**

Son fibras muy finas de diámetro menor que las fibras colágenas y se en­cuentran en el organismo, formando redes a manera de un retículo. En la ac­tualidad se consideran una variedad de las fibras colágenas. Son muy resistentes y presentan también birrefringencia uniáxica positiva, que indica una orienta­ción longitudinal de las fibrillas. Su composición química es similar a las fibras colágenas. Además presentan carbohidratos asociados íntimamente a su es­tructura, aproximadamente 10 veces más que en las fibras colágenas, lo que explica su afinidad por el PAS y las técnicas de impregnación argéntica (Fig. 4.6).

Se tiñen bien con la técnica de PAS y con los métodos de impregnación argéntica. Con esta última las fibras se visualizan con mucha facilidad, por lo que se les denomina también fibras argirófilas.

Este tipo de fibra suele localizarse en zonas en que el tejido conjuntivo está en contacto con otros tejidos. Se encuentran alrededor de los vasos sanguíneos, en especial de los capilares, en tomo a las fibras musculares y nerviosas, inte­grando las membranas básales y formando el retículo de los órganos hematopoyéticos y el estroma de las glándulas endocrinas.

Características estructurales. Debido a la distribución y a sus propiedades tintoriales, se consideró que las fibras reticulares constituían un tipo particular de fibras. Sin embargo, los estudios al M/E demostraron que estaban formadas por fibrillas con la estructura periódica típica del colágeno. Aún cuando los conocimientos actuales demuestran que las fibras colágenas y las reticulares son esencialmente idénticas, continuaremos empleando los términos de retículo y de fibras reticulares, para designar a las fibras que muestran las característi­cas antes mencionadas.

**Figura 4,6. Fibras reticulares que se observan como lineas irregulares carmelitas, coloreadas con impregnación argéntica.**

***Sustancia amorfa***

Las células *y* las fibras del tejido conjuntivo están inmersas en un material viscoso, incoloro, transparente y ópticamente homogéneo que se denomina sus­tancia intercelular amorfa. Este material amorfo es de difícil observación al microscopio empleando técnicas convencionales, ya que los fijadores histológicos no la preservan debidamente.

Las características principales de la sustancia amorfa están dadas por su composición química y el estado físico coloidal (sol-gel) que permiten que:

1. Sean un factor importante en el control de la difusión de los nutrientes y

 Sustancias de desecho a través del líquido tisular.

1. Puedan colaborar a la retención de agua, con lo que mantienen la Turgencia de los tejidos.
2. Por su viscosidad, tengan una importante función de lubricación.
3. Puedan inhibir o regular la actividad de ciertas enzimas.
4. Constituyan en parte una barrera a la entrada de partículas extrañas.

La sustancia intercelular amorfa está constituida principalmente por agua, sales minerales y complejos de mucopolisacáridos y proteínas, denominados proteoglicanos (95 % de carbohidratos), asociados a glucoproteinas (60 % de carbohidratos) estructurales (Fig. 4.7). Los mucopolisacáridos actualmente se denominan glucosaminoglicanos (GAG) (glicano: polisacárido y glucosamino: disacarido repetido) formado por la polimerización de una unidad constituida por un ácido uránico y un aminoazúcar (hexosamina). El ácido uránico es casi siempre el glucorónico y la hexosamina la glucocosamina o galactosamina.

Los glucosaminoglicanos pueden ser o no sulfatados. Entre los no sulfatados el más frecuente en el tejido conjuntivo es el ácido hialurónico y entre los sulfatados son más abundantes los sulfates de condroitina.

Hialuronano (tejido conectivo laxo, cuerpo vítreo, líquido sinovial). Condroitinsulfatos (cartílago).

GAG Dermatansulfato (relacionado con los Condroitinsulfatos). Queratansulfato (cornea, cartílago, hueso).

Heparansulfato (aorta, hígado, pulmón, heparina).

**Figura 4.7. Proteoglicano**

El grado de polimerización de los glucosaminoglicanos varía y está directa­mente vinculado con la viscosidad y firmeza de la sustancia intercelular amorfa, que es mayor en aquella que predomina» los sulfatados, mientras que en aque­lla que predomina el ácido hialurónico. por su capacidad de retener agua, los tejidos suelen conservarse blandos y elásticos. La hialuronidasa producida por algunas bacterias despolimeriza el ácido hialurónico, por lo cual pueden pene­trar en el organismo a través del tejido conjuntivo.

Los glucosaminoglicanos y, por ende, los protoglicanos son extremadamen­te hidrófilos, por la que la casi totalidad del agua presente en la sustancia amorfa se encuentra en la capa de solvatación de estos, no obstante permite la difusión de sustancias hidrosolubles sin movimiento de líquidos. Solo existe una muy pequeña cantidad de líquido tisular cuya composición es muy similar al plasma sanguíneo.

**LÍQUIDO TISUI.AR**

El líquido tisular se origina de la parte líquida de la sangre, el plasma sanguí­neo, por lo cual su composición es muy semejante. Se forma al pasar compo­nentes contenidos en el plasma sanguíneo, a través de las pared" de los capilares, a los espacios intercelulares, fundamentalmente, del tejido conjuntivo, que es donde están situados estos vasos sanguíneos. Está constituido por agua, iones y moléculas pequeñas, incluidas ciertas proteínas de bajo peso molecular, pero no por macromoléculas que son retenidas por la pared de los capilares. Los nutrientes y las sustancias de desecho son transportados, por el líquido tisular, desde los capilares a las células y de estas a los órganos de detoxificación (hígado, riñón, etc.).

Existen dos fuerzas contrapuestas, la presión hidrostática de la sangre de­terminada por la presión arterial y la presión osmótica del plasma sanguíneo debido, fundamentalmente, a las proteínas plasmáticas, que regulan el paso del agua hacia el exterior o el interior de los capilares respectivamente. Se ha comprobado que la cantidad de agua que sale de los capilares sanguíneos es mayor que la que regresa a ellos. Este remanente de agua es drenado por los capilares linfáticos y pasa nuevamente a la sangre en los sitios donde la circu­lación linfática sé une con la sanguínea.

Los coloides de la sangre, como no pueden atravesar la pared capilar (ex­cepto en pequeñas cantidades), ocasionan una diferencia de presión osmótica en relación con la sangre y el líquido tisular.

La sangre por su mayor presión osmótica trata de extraer líquido tisular del tejido conjuntivo, lo que se efectúa en los extremos venosos de los capilares. En los extremos arteriales la presión hidrostática dentro del capilar (causada por el impulso del corazón) es mayor que la diferencia entre la presión osmótica de la sangre y el líquido tisular; por lo que, conjuntamente con el agua, pasan los gases y cristaloides a través de la pared capilar hacia la sustancia intercelular del tejido conjuntivo, constituyendo el líquido tisular.

La presión hidrostática en el extremo venoso es menor, pues esta disminuye gradualmente a lo largo del asa capilar. Además, la presión osmótica producida por los coloides contribuye al reingreso del líquido tisular hacia el interior de los capilares. Por tanto, se puede concluir que el líquido tisular se forma en el extremo arterial del capilar y se reabsorbe en los extremos venosos.

El líquido tisular es de gran importancia, pues es el medio a través del cual las células reciben el oxígeno y los nutrientes y eliminan el CO2y las sustancias de desecho. El volumen de líquido tisular puede acumularse, en una cantidad mayor de lo normal, en regiones que fisiológicamente están ocupadas por sus­tancia intercelular, fenómeno que frecuentemente se observa en clínica y se denomina edema.

Microscópicamente el acumulo de líquido tisular o edema se manifiesta por una mayor separación de las células y elementos formes del tejido conjuntivo; mientras que, macroscópicamente se observa, a simple vista, como una zona donde existe un aumento de volumen que cede a la presión y deja una huella que desaparece lentamente (signo de Godet).

Las causas básicas que provocan edema son:

1. Obstrucción o dificultad del retorno de la sangre venosa que provoca

 aumento de la presión hidrostática, como ocurre en la insuficiencia

 cardiaca,

2. Obstrucción linfática que provoca disminución en el drenaje del líquido

tisular y, por consiguiente, un acumulo de proteínas que incrementa la presión osmótica en dicho líquido, lo cual favorece aún más el edema, como ocurre en ciertas parasitosis (filariasis) y en el cáncer,

1. Aumento de la permeabilidad capítar que provoca la salida de plasma en mayor o menor intensidad, como ocurre en las quemaduras, accidentes y reacciones alérgicas, que pueden incluso provocar un shock.

**tejidos básicos**

Los tejidos básicos del organismo son aquellos en los que sus células tienen origen, morfología y función común.

El tejido epitelial se caracteriza por la cohesión de las células que lo inte­gran, por lo cual presenta escasa cantidad de sustancia intercelular. Se origina a partir del ectodermo, el endodermo y el mesodermo.

En cuanto a su función, este tejido reviste o cubre las superficies interna y externa del organismo, por tanto actúa a manera de "barrera" entre el medio externo y el interno. Realiza también funciones de secreción y absorción.

El tejido conjuntivo se distingue porque sus células se hallan separadas por cantidades variables de matriz extracelular. Sus células derivan del mesodermo. Las funciones de este tejido son de unión, sostén, relleno, almacenamiento de sustancias y de defensa.

El tejido muscular se caracteriza principalmente por la propiedad de con­tractilidad de sus células. Las características morfológicas que las distinguen son la forma alargada, fibrilar y las miofibrillas presentes en su citoplasma. Las células musculares derivan del mesodermo.

El tejido nervioso consta, como elemento característico, de células nervio­sas o neuronas, que poseen prolongaciones y tienen la propiedad de generar y conducir el impulso nervioso. También posee las llamadas neuroglias, células implicadas en diversas funciones de soporte, nutrición y defensa muy específi­cas de este tipo de tejido. Su origen es ectodérmico.

En capítulos anteriores estudiamos la célula como la unidad estructural y funcional de los seres vivos, formando parte de todos los órganos de nuestro cuerpo. En estos, podemos apreciar una organización estructural de las células conocidas como tejidos, y que consiste en la agrupación de células de forma tal que les permite desarrollar funciones específicas con mayor eficiencia.

En los organismos multicelulares la aparición de los tejidos permitió desarro­llar funciones especiales, pero a su vez, conllevó a las células en los tejidos a depender de otras células (y tejidos) para cumplir estas funciones e incluso para poder vivir. Es por esto que en la estructura histológica de los órganos observamos la presencia de dos o más tejidos formando parte del mismo.

Aunque existe una amplia variedad de tipos celulares en los órganos de nuestro cuerpo, un análisis de las mismas, en cuanto a origen embriológico, estructura celular y subcelular y las funciones que éstas realizan nos permiten agrupar los tejidos para su estudio en cuatro tipos fundamentales, también lla­mados tejidos básicos. Estos son: tejido conjuntivo, tejido epitelial, tejido muscu­lar y tejido nervioso.

La aparición de los tejidos como agrupaciones de células especializadas y sobretodo la interdependencia de los mismos hace que el tejido conectivo tenga un papel preponderante en las funciones de relación celular y tisular.

Una de las características de los tejidos es la presencia de células con es­tructura y funciones comunes, aunque a veces pueden presentar otros tipos celulares que complementan ó favorecen las funciones de las células. Otro elemento que presentan los tejidos es una sustancia intercelular que puede ser más o menos abundante y que realiza las funciones de sostén, reconocimiento celular y de relación entre otras funciones.

En el tejido conectivo la sustancia intercelular es muy abundante formando la denominada matriz extracelular que será motivo de estudio en este capítulo. Queremos señalar como elemento distintivo en esta matriz la presencia de va­sos sanguíneos y linfáticos (que no están presentes en la sustancia intercelular de los otros tejidos sino, en el tejido conectivo que sostiene sus células). Los vasos sanguíneos y linfáticos conjuntamente con la sustancia amorfa de la matriz intercelular permiten el transporte de sustancias útiles y de deshechos a través de todo nuestro cuerpo relacionando de esta forma todas las células por muy distantes que estas se encuentren.

**4.2.** **tejido conjuntivo**

El tejido conjuntivo es uno de los cuatro tejidos básicos del organismo. Se le designó con este nombre porque conecta o mantiene unidos los otros tejidos relacionándolos entre sí, evidenciándose de esta forma la dependencia y complementación tisular que existe a nivel de los órganos. El término tejido conjuntivo agrupa a una variedad de tejidos, ampliamente distribuidos en el organismo, que realizan diferentes funciones. Todos ellos proceden del mesénquima, tejido embrionario que deriva del mesodermo y que estudiaremos oportunamente en este capítulo. Sus funciones pueden resumirse esencialmen­te en sostén, relleno, nutrición, transporte de metabolitos, almacenamiento de sustancias y defensa del organismo.

Las funciones mecánicas: de sostén y relleno son muy evidentes en la ma­yoría de las variedades de tejidos conjuntivos. Las cápsulas y tabiques que revisten y dividen los órganos, respectivamente y la malla o red tridimensional situada entre sus células están constituidas por tejido conjuntivo. También for­ma los tendones, ligamentos, fascias, cartílagos, huesos y ocupa los espacios entre los órganos.

La función de nutrición está determinada por su íntima relación con los vasos sanguíneos. Las sustancias nutritivas aportadas por la sangre a las célu­las, así como, los productos de desecho del metabolismo, que son conducidos a los órganos de eliminación, son transportados en forma de metabolitos a través del tejido conjuntivo. Esto es posible, debido a la difusión de estos elementos a través del líquido tisular y sustancia intercelular situada entre las células, vasos sanguíneos y linfáticos.

Existen células del tejido conjuntivo comprometidas con el de lípidos. Otras que participan en la defensa por su función fagocitarla y en la producción de anticuerpos. Las primeras microorganismos y las segundas al combinarse con ciertas virus, bacterias o sus. Toxinas producen proteínas anticuerpos, que pueden desactivarlos y hacerlos inocuos al organismo.

**elementos constituyentes**

Antes de estudiar las diferentes formas que adopta el tejido conjuntivo, tra­taremos los elementos que lo constituyen. Estos son: célula, sustancia intercelular y líquido tisular (Fig. 4.8).

La matriz extracelular se explicó al principio del capítulo, por lo que a conti­nuación comenzaremos el estudio de las células de acuerdo a los modelos que correspondan

**Membrana basal**

La membrana basal aparece en el sitio de contacto del tejido conjuntivo areolar laxo con las células de los otros tejidos básicos: epitelial, muscular y nervioso, así como, alrededor de los capilares.

La membrana basal, en su conjunto es visible al M/O y demostrable por las técnicas de PAS y de plata, producto de la composición química de sus compo­nentes, como se analizará a continuación.

Está constituida por tres componentes, que se enumeran en orden desde la superficie de las células epiteliales al tejido conjuntivo: lámina lúcida, lámina densa y lámina reticular, que describiremos de inmediato:

1. La lámina lúcida se corresponde con el glicocálix que rodea las células, observándose como una zona electrón lúcida al M/E que está constituida por glucoproteinas y proteoglicanos.
2. La lámina densa es segregada por las células epiteliales, al igual que el com­ponente anterior, y está constituida por una asociación de filamentos, polisacáridos y glucoproteinas.
3. La lámina reticular es segregada por el tejido conjuntivo y está constituida por una red de fibras reticulares y polisacáridos neutros.

La lámina lúcida y la lámina densa cuando se observan al ME constituyen la lamina basal y esta, conjuntamente con la lamina reticular, se observan al MO como la membrana basal.

Algunos autores incluyen en la membrana basal solo los dos últimos compo­nentes. Los tres componentes son PAS+ y el último presenta argirofilia. En las uniones entre dos estructuras epiteliales, como ocurre en la membrana de fil­tración del glomérulo renal, la lámina reticular esta ausente.

Las membranas básales tienen dos funciones principales:

1. Constituyen barreras de filtración, que regulan selectivamente los ritmos de intercambio iónico y molecular.
2. Constituyen medios de soporte y unión de las células epiteliales,

musculares y nerviosas con el tejido conjuntivo.

**CÉLULAS DEL TEJIDO CONJUNTIVO**

A partir de 1859, en que Virchow estudió por primera vez, las células del tejido conjuntivo, se han realizado diferentes clasificaciones acerca de los di­versos tipos celulares que incluye dicho tejido.

Una clasificación didáctica es la que agrupa a estas células en células fijas (mesenquimatosa indiferenciada, fibroblastos y células adiposas), que constitu­yen una población "relativamente estable" en el tejido conjuntivo, y las células emigrantes (células plasmáticas, cebadas, macrófagos, leucocitos), que inter­vienen en los fenómenos de corta duración que ocurren en el tejido conjuntivo, producto de los procesos inflamatorios y alérgicos.

|A estas últimas se les denominan emigrantes porque son elementos que provienen de la sangre y realizan su función en el tejido conjuntivo.

**Mesenquimatosa indiferenciada**

Son las células del tejido conjuntivo que conservan la potencialidad de las del mesénquima, es decir, la capacidad de originar cualquier otra célula del tejido conjuntivo. Están localizadas frecuentemente a lo largo de las paredes de los vasos sanguíneos, particularmente de los capilares, por lo que son llamadas células perivasculares o adventicias. Son muy semejantes a los fibroblastos o macrófagos en reposo que describiremos a continuación, con las cuales pue­den ser confundidas, se diferencian de estas por ser células de menor tamaño, con citoplasma y núcleo de forma alargada y cromatina densa.

***Fibroblastos***

Los fibroblastos son las células fijas más abundantes del tejido conjuntivo y se originan a partir de las células mesenquimatosas indiferenciadas; son los encargados de sintetizar y segregar los precursores de los componentes fibrosos y amorfos de la matriz extracelular. Los fibroblastos se hallan distribuidos a lo largo de los haces de fibras colágenas y en los cortes histológicos se visualizan como elementos fusiformes.

Se denominan fibroblastos a las células con capacidad de formar la sustan­cia intercelular amorfa *y* las fibras del tejido conjuntivo y fibrocitos, a hs células en reposo que se hallan entre las fibras ya formadas (Fig. 4.9).

El citoplasma de los fibroblastos es basófilo, mientras que el de los fibrocitos (fibroblastos en reposo) es eosínófilo. Los fibrocitos muestran un apáralo de Golgi y un retículo endoplasmático rugoso poco desarrollado, en cambio los fibroblastos jóvenes, ya sean los provenientes del tejido conjuntivo en desarrollo o de procesos de cicatrización, presentan las características estructurales del modelo de célula secretora de proteínas, es decir, un núcleo de cromatina laxa con nucléolo prominente, un retículo endoplásmico rugoso desarrollado y un apáralo do Golgi grande y dilatado; y mitocondrias filamentosas Normalmente contienen pocas inclusiones, a excepción de algunas pequeñas gotas de grasa.

***Células adiposas o adipocitos***

Las células adiposas o grasas son también elementos fijos del tejido conjuntivo, especializadas en lasíntesis y en el almacenamiento de lípidos y constituyen una de las más importantes reservas energéticas del organismo, a las cuales este recurre cuando las reservas de glúcidos se han agotado (ayuno, esfuerzos físicos, etc.) En los cortes histológicos, las células adiposas se observan aisla­das o en pequeños grupos. Cuando estas células se organizan en esta última disposición, adoptan una forma poliédrica y constituyen lobulillos, los que están delimitados por tejido conjuntivo. Al tejido así compuesto se le designa con el nombre de tejido adiposo o tejido graso. En estado fresco estas células tienen el aspecto de grandes gotas brillantes de grasa (Fig. 4.10).

En los cortes histológicos corrientes, las gotas de grasa se disuelven y se pierden durante el proceso de deshidratación e inclusión, de modo que en la célula sólo se observa un halo de citoplasma, ligeramente engrosado en la zona que ocupa el núcleo.

Las células adiposas se desarrollan a partir de los lipoblastos y estos a su vez de las células mesenquimatosas indiferenciadas.

**Figura 4.10. Se muestra un esquema de un adipocito al Microscopio óptico coloreado con hematoxilina-eosina. Microfotografía óptica de hipodermis donde se observa el tejido adiposo. Las golas de grasa no se colorean por lo que se observan de un color blanco brillante.**

**Células plasmáticas o plasmocitos**

Las células plasmáticas son células emigrantes del tejido conjuntivo, que intervienen en las reacciones de defensa humoral del organismo de tipo antígeno anticuerpo (Fig. 4,11). La penetración en el organismo de moléculas extrañas, que reciben el nombre de antígenos, estimulan la diferenciación de los linfocitos B en plasmocitos y la producción por estas células de anticuerpos, como res­puesta especifica a los antígenos que le dieron origen. Estos anticuerpos son una clase de globulina, tipo particular de proteína del plasma sanguíneo, que participa en el proceso inmunológico, por lo que se les denominan inmunoglobulinas. Pueden ser de diferentes tipos: IgG, IgM. IgA, IgD e IgE.

 Los efectos de la reacción antígeno-anticuerpo son variados, determinando, en general, la neutralización de las acciones perjudiciales del antígeno sobre el organismo, ya sea al combinarse y provocar su precipitación, como ocurre con una toxina, o provocando la lesión o destrucción de la célula, cuando el antígeno esta unido a su membrana. La estimulación de los linfocitos B por los antígenos, y su consiguiente respuesta inmunológica, se produce directamente o a través de los macrófagos (respuesta cooperada), que estudiaremos a continuación.

**Figura 4.11. Fotomicrografía electrónica de una célula plasmática*.***

Aunque las células plasmáticas se describieron por primera vez en los teji­dos inflamatorios crónicos, también se encuentran en los normales sobre todo, aunque en menor número. Son más frecuentes en el tejido conjuntivo que cons­tituye la lámina propia de las mucosas de las vías respiratorias y digestivas, sitios de penetración de bacterias y proteínas extrañas; y su número aumenta en los tejidos con procesos inflamatorios crónicos (parasitismo). Abundan en la mucosa digestiva, incrementándose durante la digestión, en los órganos genitales durante el embarazo y en el limo en involución. También se encuentran en los tejidos linfoides de todo el organismo. Al M/0 las células plasmáticas se obser­van como células ovoides con núcleo redondo u ovalado, en posición ligera­mente excéntrica y de citoplasma intensamente basófilo con una zona yuxtanuclear clara.

La microscopía electrónica permite explicar algunos de los aspectos que se describen en las células plasmáticas al microscopio óptico. Estas células son típicas en cuanto al desarrollo que muestra el RER y por la presencia de ribosomas Ubres, ambos responsables de la intensa basofilia citoplasmática. La existencia de este tipo de retículo endoplásmico y la intensa basofilia indican que en la célula se produce gran cantidad de proteínas.

La cromatina nuclear está distribuida en acumules que suelen estar espa­ciados en torno a la periferia del núcleo, dando lugar a la típica disposición do rayos de rueda de carreta. En ocasiones puede distinguirse un nucléolo.

***Células cebadas o mastocitos***

 Las células cebadas se originan de las células mesenquimatosas indiferenciadas y tienen una amplia distribución en los [ejidos conjuntivos de la mayoría de los vertebrados y se localizan en pequeños grupos a lo largo de los vasos sanguíneos de menor calibre (Fig. 4.12). Se distinguen principalmente, por el aspecto de su citoplasma, destacándose numerosos gránulos que se tiñen metacromáticamente con colorantes de anilina básicos, es decir, los gránulos toman un color diferente al del colorante: por ejemplo, el azul de metileno o toluidina, ambos colorantes azules, tiñen los gránulos de un color púrpura. Esta metacromasia se cree es debido al contenido de proteínas y polisacáridos con grupos sulfates fuertemente ácidos.

**Figura 4.12. Imagen de bajo aumento. Fotomicrografía electrónica de una célula cebada.**

Las células cebadas son globulares, grandes y sin prolongaciones, con un núcleo redondo y pequeño en relación con el tamaño de la célula, y que a menudo no se distingue por la gran cantidad de gránulos que presenta el cito­plasma.

En las microfotografías electrónicas las células cebadas muestran numero­sos repliegues de la superficie celular. El Aparato de Golgi está bien desarrolla­do; sin embargo, el retículo endoplásmico y las mitocondrias son escasos. Los gránulos refringentes están limitados por membranas.

Las células cebadas condenen dos sustancias de interés fisiológico: la heparina, sustancia anticoagulante muy activa, y la histamina, sustancia que causa vasodilatación y aumenta la permeabilidad de los capilares y vénulas, y que tiene un marcado efecto sobre la presión sanguínea.

 Además contiene otros mediadores químicos farmacológicamente activos, que conjuntamente con la histamina, estimulan las reacciones alérgicas de hipersensibilidad inmediata o anafilaxia, que como el shock anafiláctico puede causar la muerte de forma espectacular, estos mediadores son los llamados SRLA (sustancia de reacción lenta de la anafilaxia), FQE A (factor quimiotáctico eosínófilo de la anafilaxia) y el FAP (factor activador de las plaquetas). Las célu­las cebadas no son las únicas que participan en los fenómenos de anafilaxia.

La inmunoglobulina E (IgE) producida por las células plasmáticas de forma específica ante cada antígeno, se adosa a la membrana de las células cebadas y al reaccionar con el antígeno en cuestión determina la extrusión de sus gránulos.

***Macrófagos o histiocitos***

 Los macrófagos son células emigrantes del tejido conjuntivo que han desa­rrollado una notable capacidad para la fagocitosis y pinocitosis. Son importan­tes agentes de defensa, ya que participan en la eliminación de restos celulares, células muertas, material intercelular alterado, bacterias, partículas inertes y cuerpos extraños. Por ser esta su actividad principal, la forma más simple de identificarlos con seguridad es la de recurrir a sus propiedades fagociticas, lo que se logra inyectando a un animal vivo una solución o suspensión de algún colorante coloidal ácido; por ejemplo, el azul de trípano u otra sustancia electronegativa, para que sea fagocitada por los macrófagos. De esta forma se facilita su reconocimiento, puesto que en los cortes se distingue un gran número de macrófagos con su citoplasma lleno de sustancia fagocitada.

**Figura 4.13 fotomicrografía electrónica de transmisión. Macrófagos y fibras colágenas en la periferia de la célula.**

El origen de esta célula se acepta que es a partir de lo monocitos que atra­viesan las paredes de los capilares y vénulas y penetran en el tejido conjuntivo, donde adquieren el aspecto morfológico del macrófago.

Los macrófagos se encuentran ampliamente distribuidos en el tejido conjuntivo, preferiblemente formando pequeños grupos celulares entre las fibras colágenas en zonas muy vascularizadas. Al M/O se observan como células polimorfas (fusiformes, ovaladas y estrelladas en dependencia de que se encuentren más o menos libres, o comprimidas por otros componentes celulares. Cuando pre­sentan aspecto fusiforme, su aspecto morfológico es muy parecido al de un fibroblasto, por lo que en ocasiones con la coloración de HE/ no se distinguen fácilmente. Sin embargo, su citoplasma se tiñe de forma más intensa que el de los fibroblastos y en él suele encontrarse una gran cantidad de vacuolas fagociticas que se tiñen supravitalmente con rojo neutro, característica que puede utilizarse para diferenciar a los macrófagos de los fibroblastos.

El núcleo es siempre más pequeño y se tiñe más intensamente que el de los fibroblastos. Su forma varía desde la redondeada y la bidentada hasta la forma ovalada.

En las microfotografías electrónicas se observa que la membrana plasmática de los macrófagos presenta un contorno irregular, proyectándose hacia fuera en forma de pequeños seudópodos y, hacia dentro, en forma de depresiones.

El RER y el Aparato de Golgi están muy desarrollados y las mitocondrias tienen forma de bastoncillos cortos. También se distingue un gran número de vacuolas y gránulos, relacionados ambos con su propiedad fagocítica, ya que estos en su mayoría son lisosomas primarios y secundarios.

Los macrófagos que se encuentran en reposo en el tejido conjuntivo se denominan con el término de macrófagos fijos, pero en la inflamación, cuando, estos son estimulados, adquieren una gran movilidad y se les llama macrófagos libres. Estos se desplazan por movimientos ameboideos cuando son estimula­dos, presentando contornos muy irregulares con seudópodos extendidos en nu­merosas direcciones.

A causa de sus dos propiedades esenciales: su capacidad fagocítica y su movilidad, el macrófago constituye un protector celular de importancia en las respuestas inflamatorias locales. En estudios realizados más recientemente, se ha sugerido también que el macrófago participa en la defensa del organismo mediante la secreción de interferón y en la reacción inmunitaria a través de la colaboración intercelular.

El interferón fue descubierto en 1957 por Isaac y Lindenmann. Los estudios realizados demuestran que los interferones son un grupo de proteínas con nu­merosas actividades biológicas, entre las que se destacan: acción antiviral, inhibidor de la multiplicación celular y modulador del sistema inmune.

Los macrófagos también contribuyen a las reacciones inmunológicas en el cuerpo, mediante la ingestión, proceso y almacenamiento de antígenos y la transferencia de información específica con las células vecinas competentes inmunológicamente (linfocitos T, B y células plasmáticas).

Los linfocitos T son estimulados durante los procesos infecciosos y segre­gan una variedad de linfoquina que atrae y activa a los macrófagos. Los macrófagos a su vez poseen receptores que fijan anticuerpos y de esta forma adquieren la capacidad de buscar y destruir los antígenos para los que son específicos dichos anticuerpos. Además segregan diferentes sustancias, entre las que se encuentran varias enzimas (lisozima, elastasa y colagenasa) y dos proteínas del sistema de complemento.

Los macrófagos forman parte del sistema mononuclear fagocitario que se estudiará en el tejido conectivo laxo y el tejido linfoide.

En ocasiones, ante la presencia de grandes cuerpos extraños, varios macrófagos se fusionan y forman las células gigantes multinucleadas o cuerpos extraños.

**Leucocitos**

Los leucocitos son células de la sangre que pueden encontrarse en el tejido conjuntivo, debido a que realizan sus principales funciones extravascularmente. Ellos provienen principalmente de la sangre desde donde migran a través de las paredes de los capilares y vénulas. Esta migración y su presencia en el tejido conjuntivo aumentan considerablemente en la inflamación.

 Los leucocitos observados más frecuentemente en el tejido conjuntivo son los eosinófilos y linfocitos, en menor cantidad los neutro filos (fundamentalmen­te en sitios de inflamación) y más raramente los monocitos (Fig.4.14). La es­tructura y función de los leucocitos se estudiará en detalles en el capítulo de sangre.

**Figuro 4.14. Se muestre un frotis de sangre coloreada con Giemsa en el que se observan varios leucocitos: linfocito (al centro), eosínófilo (abajo a la derecha), neutrófilo (encima del eosínófilo. Debajo se muestran fotomicrografía electrónicas de transmisión de esos leucocitos.**

**Linfocitos**

 Son las células libres más pequeñas del tejido conjuntivo, las cuales presen­tan un núcleo esférico de cromatina densa con una pequeña escotadura. El citoplasma es basófilo y aparece como un delgado anillo alrededor del núcleo, que prácticamente es lo único que se observa en los corles histológicos. En general no son muy numerosos en el tejido conjuntivo, aunque sí son abundan­tes en la lámina propia de la mucosa del tracto digestivo y respiratorio.

Existen 2 poblaciones distintas de linfocitos en el tejido conjuntivo, una con vida muy breve, de sólo días, y otra que vive meses y hasta años. Funcionalmente los linfocitos T son responsables de las reacciones inmunitarias mediadas por células y poseen una larga vida; mientras que los linfocitos B, al reaccionar con los antígenos, se dividen varias veces diferenciándose en células plasmáticas especializadas en la producción de anticuerpos específicos contra el antígeno que originó este proceso al ser reconocido por el linfocito B.

Es posible que se desplacen por movimientos ameboideos en el tejido conjuntivo, y junto con las células plasmáticas que originan, son más frecuentes en las áreas de respuesta tisular primaria a las proteínas extrañas y de inflama­ción crónica.

**variedades de tejido conjuntivo**

Hasta el momento se han estudiado las principales características de los elementos que integran el tejido conjuntivo; y a continuación pasaremos a la clasificación y explicación de los diferentes tipos de tejidos conjuntivos del or­ganismo.

El tejido conjuntivo representa un grupo tan heterogéneo de tejidos que re­sulta difícil su clasificación. Esta puede realizarse teniendo en cuenta diversos criterios, tales como naturaleza, proporciones relativas y disposición de las cé­lulas y la sustancia intercelular fibrosa y amorfa, y por consiguiente, las funcio­nes que realiza el tejido en particular.

El tejido conjuntivo se puede clasificar de la forma siguiente:

En este capítulo estudiaremos las variedades generales de tejido conjuntivo. Laxo y denso, y de los tejidos conjuntivos especiales, el cartílago y el hueso. El resto de los tejidos conjuntivos especiales se estudiará más adelante (Fig. 4. 1 5).

**Tejido conjuntivo laxo**

Mesénquima. El mesénquima es el tejido embrionario que aparece en las primeras etapas del desarrollo del embrión como una trama celular laxa. Está integrado por células mesenquimatosas indiferenciadas de aspecto fusiforme, con prolongaciones finas y largas, con núcleos claros y nucléolos voluminosos. Durante las primeras semanas del desarrollo las células no están inmersas en la sustancia intercelular amorfa, únicamente el líquido tisular llena los espacios intercelulares.

En la medida en que las células mesenquimatosas se diferencian, van apa­reciendo los elementos extracelulares de dicho tejido.

Tejido mucoso. Esta variedad de tejido conjuntivo laxo se halla debajo de la piel del embrión y en el cordón umbilical del feto humano; en este constituye la denominada gelatina de Wharton.

Las células que integran este tejido son fibroblastos grandes, macrófagos y otras células emigrantes del tejido conjuntivo. La sustancia intercelulares abun­dante, poco consistente, gelatinosa y homogénea '(en estado fresco). Dicha sustancia provoca una reacción positiva para los mucopolisacáridos y contiene fibras colágenas que van aumentando en cantidad, conforme avanza la edad del feto.

Tejido conjuntivo areolar laxo. El tejido conjuntivo laxo propiamente dicho, está ampliamente distribuido por todo el cuerpo, principalmente en el tejido subcutáneo, en el mesenterio, constituyendo la denominada lámina propia de las estructuras epiteliales, y rodeando al tejido muscular, los vasos sanguíneos y los nervios periféricos.

Se origina a partir del mesénquima y posee todos los elementos estructura­les (células, fibras y sustancia amorfa} que estudiamos anteriormente.

Los tipos celulares más frecuentes en el tejido conjuntivo areolar laxo son los fibroblastos y los macrófagos y presenta además abundantes fibras colágenas y elásticas (predominan las colágenas).

Las fibras reticulares constituyen redes en los lugares donde este se rela­ciona con otros tejidos o estructuras (por ej. vasos sanguíneos), donde se pue­den observar las células cebadas, las plasmáticas y los eosinófilos, entre otros.

Las fibras delimitan pequeños espacios (areolas) que son ocupados por la sustancia intercelular amorfa. La proporción de sustancia intercelular amorfa es superior a la observada en las variedades de tejido conjuntivo denso, donde predominan las fibras.

 El tejido conjuntivo areolar laxo varia en su aspecto, de acuerdo con la localización y función que desempeña. En general interrelaciona las otras va­riedades de tejidos, las estructuras y los órganos entre si, permite por su flexibi­lidad la movilidad requerida entre ellos y al ocupar los espacios entre los mismos, también proporciona sostén, relleno y fijación (Fig.4.16).

**Figura 4.16. Lámina de piel coloreada con hematoxilina-eosina. Se observan dos variedades de tejido conjuntivo general.**

Tejido reticular. En algunos tipos de tejidos conjuntivos los elementos fibrosos que predominan son las fibras reticulares y las células reticulares primitivas. Este tejido se halla en los órganos formadores de las células de la sangre, es decir, en el tejido linfático, en el mieloide, el bazo y en la pared de los sinusoides hepáticos.

Los tipos celulares que habitualmente se localizan en este tejido, además de las células reticulares primitivas, son los macrófagos, aunque pueden encontrarse otros tipos celulares en las mallas del retículo fibroso, en dependencia de la totalización y el estado funcional de tejido u órgano.

Las células reticulares primitivas son células estrelladas y con expansiones citoplasmáticas largas, cuyos extremos se unen a los de otras células. Su nú­cleo es pálido y grande y el citoplasma es abundante, aunque difícil de distinguir mediante la técnica de H/E.

Las células reticulares primitivas tienen propiedades fagociticas y desem­peñan esta función cuando constituyen la pared de un seno linfático o de un sinusoide sanguíneo. Participan también en las reacciones inmunológicas, pues en si: superficie se adhieren complejos de antígenos y anticuerpos de los linfocitos.

Antiguamente se le atribuía a las células reticulares la propiedad de dar origen a los macrófagos libres. Hoy día se sabe que los macrófagos no derivan de esta célula sino de los monocitos.

Tejido adiposo. El tejido adiposo se estudia entre las variedades de tejido conjuntivo. Las células que lo constituyen, adipocitos, derivan de las células mesenquimatosas indiferenciadas.

Algunos años atrás se pensaba que este tejido tenía poca actividad metabólica, que ejercía primordial mente una función mecánica (de sostén) en el organismo y que la grasa que almacenaba pasivamente proporcionando de esta forma un aislamiento contra la pérdida de calor y amortiguamiento, por lo cual se le daba poca importancia al papel metabólico de este tejido. Sin embargo, hoy día se le estudia como una variedad especial y se reconoce que el tejido adiposo no es un tejido inerte, sino que tiene una función activa en la síntesis de grasa a partir de-los hidratos de carbono, garantizando así él almacenamiento de reservas energéticas. El tejido adiposo es sensible a los estímulos hormonales y nerviosos.

La mayoría de los animales, aunque se alimentan de forma periódica consu­men energía de forma continua. De ahí la necesidad de un almacenamiento de reservas energéticas que garantice un suministro constante de energía, sobre todo en los periodos de ayuno del organismo. El tejido adiposo cumple esta función por constituir el reservorio principal de energía del organismo.

La grasa constituye aproximadamente el 10 % del peso total del cuerpo del hombre adulto. Los depósitos de grasa en el organismo pueden adoptar la for­ma de:

1. Ácidos grasos de los quilomicrones absorbidos provenientes de los alimen­tos.
2. Ácidos grasos sintetizados a partir de la glucosa del hígado.
3. Triglicéridos sintetizados en las células adiposas a partir de los hidratos

 de carbono.

 .

El tejido adiposo se presenta en la mayoría de los mamíferos en dos varieda­des más o menos diferenciadas, las cuales se distinguen por su color, distribu­ción, vascularización y actividad rnetabólica.

Una de estas variedades, la más conocida, es el tejido adiposo blanco, a veces amarillento, que constituye la mayor parte de la grasa en el organismo; la otra variedad es el tejido adiposo pardo, poco abundante, ya que sólo se en­cuentra en algunas zonas determinadas del organismo. Las cantidades relati­vas de estos dos tipos de tejidos varían notablemente de una especie animal a otra.

El tejido adiposo se acumula en el organismo, dependiendo del sexo, la dieta y de la actividad física que desarrolle el individuo.

En los exponentes del sexo masculino los lugares propios para la acumula­ción de la grasa son la nuca, la séptima vértebra cervical, la zona subcutánea sobre los músculos deltoides y tríceps, la región lumbosacra y los glúteos.

En el sexo femenino, la grasa subcutánea es más abundante en las mamas, los glúteos y en la cara anterior de los muslos.

En ambos sexos hay acúmulos en el epiplón, los mesenterios y en las regio­nes retroperitoneales. Mediante el ayuno y el ejercicio sistemático, todas esas zonas pierden rápidamente el exceso de lípidos.

 Como explicamos anteriormente, el tejido adiposo suele estar subdividido en pequeños lobulillos mediante tabiques de tejido conjuntivo, siendo estos más notables en las zonas donde el tejido adiposo está sujeto a presiones y debe actuar como amortiguante. En otras zonas, los tabiques de tejido conjuntivo son más delgados y la organización lobulillar es menos manifiesta.

El tejido adiposo pardo predomina en los animales hibernantes, aunque se encuentra también en menor cantidad en los primates y en el hombre.

Tejido adiposo blanco o unilocular. El color de la grasa varia desde el blanco hasta un amarillo oscuro, dependiendo fundamentalmente del tipo de dieta que se consume y por supuesto de los lípidos almacenados (Fig. 4.17).

**Figura 4.17. Tejido adiposo blanco o unilocular. Nótese que como la muestra está coloreado can hematoxilina-eosina, las células se ven blancas, pues no se colorean.**

Su forma típica es esférica, pero pueden adquirir una forma poliédrica pro­ducto de la deformación que sufren por el contacto mutuo. Los detalles estruc­turales de los adipocitos, al M/O y M/R, así como la organización de este tejido, ya fueron estudiados en este capitulo.

Tejido adiposo pardo o multilocular. En esta variedad de tejido adiposo el color varia hasta un pardo rojizo y las ocluías son más pequeñas que las del tejido adiposo blanco las cuales presentan una forma poligonal al corte trans­versal. El citoplasma es más abundante y a diferencia de los adipocitos de) tejido adiposo blanco, las células de la variedad parda contienen múltiples gotitas de lípidos de tamaño variable. Esta disposición de los lípidos se denomina multilocular (Fig.4.18).

El núcleo esférico ocupa una posición excéntrica, pero rara vez se encuen­tra totalmente desplazado hacia la periferia.

En los cortes estudiados al microscopio electrónico, se observa un Aparato de Golgi pequeño y numerosas mitocondrias grandes y esféricas. Los retículos endoplasmático rugoso y liso están poro desarrollados.

El tejido conjuntivo que rodea las células es escaso y presenta abundante irrigación sanguínea. La organización histológica es lobulillar y la distribución de los vasos sanguíneos dentro de los lóbulos y lobulillos se asemeja a la de las glándulas.

El tejido adiposo pardo suele encontrarse en el mediastino, a lo largo de la aorta.

**Figuro 4.18. Tejido adiposo pardo. Coloración de hematoxilina-eosina.**

Influencia del sistema nervioso y de las hormonas sobre el tejido adiposo pardo. Las hormonas adrenalina y noradrenalina (ambas producidas por la mé­dula suprarrenal) están relacionadas con las células grasas. Cuando las fibras nerviosas simpáticas son estimuladas, provocan la formación de AMP cíclico, que aumenta la actividad de la lipasa tisular. En el despertar de los animales hibernantes, en cuyo estado el metabolismo ha sido lento, parecen intervenir ambas hormonas (adrenalina y noradrenalina) activando la lipasa tisular, lo cual provoca la liberación de ácidos grasos procedentes de los triglicéridos almace­nados.

El mayor contenido de mitocondrias en la grasa parda está relacionado con la función exotérmica de este tejido. Algunos ácidos grasos que se acumulan en la célula grasa afectan las mitocondrias, de manera que desacoplan el proceso oxidativo y las separan de la producción de ATF; gran parte de la energía generada aparece entonces como calor, lo cual constituye una propiedad única del tejido adiposo pardo.

**Tejido conjuntivo denso**

Los tejidos conjuntivos densos se caracterizan porque en estos el elemento estructural que predomina son las fibras, por lo tanto tienen menos células y menos cantidad de sustancia intercelular amorfa. Dentro de este tejido se dis­tinguen dos variedades: el tejido conjuntivo denso irregular, donde los haces de fibras están orientados en diversas direcciones y el tejido conjuntivo denso re­gular, donde las fibras se orientan paralelamente.

 Tejido conjuntivo denso irregular. Esta variedad de tejido conjuntivo presen­ta en general, los mismos componentes que el tejido conjuntivo laxo, sólo que los haces de fibras colágenas son más gruesos y están dispuestos irregular-mente y entretejidos (como en el fieltro). Las fibras colágenas están asociada» con redes de fibras elásticas (fig. 4,19).

Los elementos celulares y la sustancia intercelular amorfa son menos abun­dantes que en el tejido conjuntivo laxo. Esta variedad de tejido conjuntivo denso se encuentra en la dermis, las cápsulas de los órganos, las vainas de los tendo­nes y en los nervios.

 La disposición tridimensional de la trama de haces de fibras colágenas ofre­ce determinada resistencia a la tracción en cualquier dirección.

**Figura 4.19. Tejido conjuntivo denso irregular coloreada con hematoxilina-eosina. (500 y 800X)**

Tejido conjuntivo denso regular. Se caracteriza porque los haces colágenos están dispuestos regularmente, en una misma dirección en correspondencia con los requerimientos mecánicos particulares del tejido. El principal constitu­yente son dichos haces colágenos, gruesos, paralelos y muy apretados entre si.

Macroscópicamente este tejido muestra una estructura perceptiblemente fibrosa y un aspecto característico, debido a su color blanco brillante. Los úni­cos elementos celulares presentes son los fibroblastos, los cuales se disponen entre los haces paralelos de las fibras colágenas. El tejido conjuntivo denso forma estructuras de gran capacidad de tensión, entre las que se incluyen los tendones y ligamentos y las aponeurosis. En los tendones las fibras colágenas constituyen haces primarios que están unidos por tejido conjuntivo laxo y for­man haces mayores. Cada haz primario está recubierto por tejido conjuntivo fibroelástico, al cual se *fe* denomina endotendón.

Cuando el tejido fibroelástico agrupa varios haces primarios constituye los haces secundarios o fascículos, este tejido conjuntivo es el peritendón. A su vez, el tendón está integrado por numerosos fascículos, los cuales están inclui­dos en una vaina de tejido conjuntivo grueso, el epitendón.

Los nervios y vasos sanguíneos cursan por el tejido conjuntivo sin invadir los fascículos.

 Los ligamentos son similares a los tendones, sólo que los elementos que lo componen no están dispuestos tan ordenadamente. En el hombre algunos liga­mentos están compuestos por fibras elásticas, como ocurre en los ligamentosamarillos de las vértebras y en el ligamento suspensor del pene y de las cuerdas vocales verdaderas (Fig. 4.20).

**Figura 4.20. Tejido conjuntivo denso regular del tendón, coloreado con hematoxilina-eosina, 500X**

**Correlación histofisiológica en el tejido conjuntivo**

La **histofisiológía** del tejido conjuntivo puede resumirse en tres funciones esenciales:

1. Mecánica: de relación, sostén, relleno, fijación y movilidad.
2. Metabólica: de transporte de metabolitos y almacenamiento de sustancias energéticas.
3. Defensiva: mediante el efecto de barrera de la sustancia amorfa, la reacción inflamatoria.
4. Reacción inmunitaria humoral y la mediada por célula, los procesos de macrofagia y la formación de tejido de granulación.

El tejido conjuntivo tiene una función mecánica porque sus elementos fibrilares le confieren las propiedades de elasticidad, resistencia a la distensión y rigidez.

Las fibras colágenas, muy resistentes a la tracción, forman ligamentos y tendones que deben soportar fuerzas externas, producto de la contracción mus­cular. También realizan función de sostén en los órganos macizos, al constituir las cápsulas y trabéculas.

Las fibras elásticas constituyen la armazón de las paredes del sistema res­piratorio, de las arterias elásticas y de los ligamentos, confiriéndoles a todos ellos la elasticidad que los caracteriza.

Las fibras reticulares son elementos más finos que sirven de sostén a gru­pos de células y a los vasos sanguíneos de pequeño calibre.

En cuanto a la función metabólica, el tejido conjuntivo interviene en el transporte de los diferentes metabolitos, tanto sustancias nutritivas como de de­secho, pues estas circulan entre los vasos y las células a través de la sustancia amorfa contenida en los espacios conjuntivos intercelulares y pericapilares. En tal sentido, el elemento más importante es la sustancia amorfa, ya que los metabolitos que llegan disueltos en agua embeben la misma y difunden a través de esta.

En el tejido conjuntivo se almacenan algunas sustancias, tales como lípidos, proteínas, electrolitos y agua. Las sustancias lipídicas provenientes de la sangre pasan al tejido adiposo, mientras que el agua es almacenada en la sustancia amorfa del tejido conjuntivo.

Cuando se pierden los líquidos por cualquier vía, o no se recibe la cantidad suficiente, el organismo libera el que contiene como reserva, lo cual hace que el tejido subcutáneo sea más flácido; esto constituye un signo de deshidratación. Por el contrario, cuando hay retención de líquido, los tejidos se vuelven tumefactos y aparece edema. El tejido adiposo tiene una actividad metabólica importante en el organismo. Los adipocitos participan en la síntesis de los lípidos (a partir de triglicéridos de origen alimentario y de la glucosa), en el almacenamiento de los lípidos {triglicéridos) y en la lipólisis. Principalmente en forma de ácidos grasos no estratificados. Estos últimos son utilizados con Unes energéticos por otras células del organismo.

En la función de defensa participan tanto la sustancia amorfa como las fibras y células del tejido conjuntivo. En esta función intervienen las reacciones inflamatorias que se presentan en el tejido conjuntivo y que representan un proceso de defensa local contra agresiones sépticas o asépticas. En la reacción inflamatoria se incrementa el flujo sanguíneo y la permeabilidad capilar debido, en parte a la liberación de histamina por las células cebadas, causante de los signos cardinales de la inflamación: rubor, calor, dolor y tumor (edema).

Por diapédesis los Leucocitos pasan, a través de las paredes de los capilares y vénulas, desde la sangre al tejido conjuntivo. En la fase aguda de la inflama­ción predominan los neutrófilos. Mientras que en la crónica predominan los linfocitos. Plasmocitos, Monocitos y macrófagos, lo cual explica los procesos de macrofagia (por los macrófagos fijos y libres y las células reticulares primiti­vas) y de producción do anticuerpos (por las células plasmáticas). En ocasio­nes, cuando las bacterias no son destruidas, el tejido conjuntivo tiende a circunscribir y aislar el foco séptico por medio de una formación fibrosa alrede­dor del mismo.

Finalmente debemos señalar la importancia que tiene en la defensa del organismo la formación del tejido de granulación que asegura la cicatrización en la reparación de los tejidos.

La hormona adrenocorticotropa (ACTH) producida por la adenohipófisis, y el cortisol o hidrocortisona, producida por la corteza de la glándula suprarrenal, inhiben la formación de libras del tejido conjuntivo, por lo que atenúa la respuesta inflamatoria y dificultan la cicatrización de las heridas.

Por deficiencia de hormona tiroidea, en el hipotiroidismo del adulto, se acu­mula una excesiva cantidad de proteoglicanos en el tejido conjuntivo, que se denomina mixedema (edema de moco).

El Escorbuto es una enfermedad producida por la deficiencia de la Vitamina C. y consiste en una degeneración generalizada del tejido conjuntivo. Esta vitamina es necesaria para la síntesis de la colágena por los fibroblastos y, por ende las fibras destruidas en el proceso normal de la renovación no pueden ser sustituidas.

La destrucción fisiológica de la colágena, que determina su renovación constante siempre que el proceso de formación no falle, se produce por la enzima colagenasa, producida por células del tejido conjuntivo. Se ha comprobado que la bacteria clostridium histolyticum causante de la gangrena gaseosa, produce enzima colagenasa, lo que incrementa la capacidad de penetración de esta bacteria den los tejidos.