

## VARIETADES 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.



## 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 nucleolos 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 intercelular es 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 varía 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 sí, permite por su flexibilidad la movilidad requerida entre ellos y al ocupar los espacios entre los mismos, también proporciona sostén, relleno y fijación.

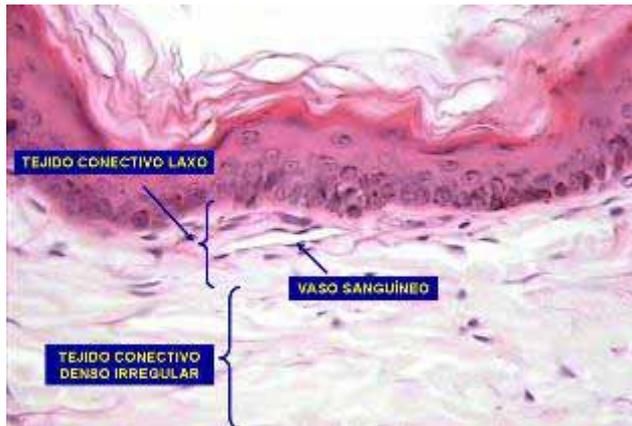


Fig.14. Lámina de piel coloreada con hematoxilina-eosina. Se observan dos variedades de tejido conjuntivo general.

### **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 localización 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 fagocíticas 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 su 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 primordialmente 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 el 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 períodos 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 metabólica.

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 UNILOCLAR.**

El color de la grasa varía desde el blanco hasta un amarillo oscuro, dependiendo fundamentalmente del tipo de dieta que se consume y por supuesto de los lípidos almacenados.

Los adipocitos son grandes, llegando a alcanzar hasta 120  $\mu\text{m}$  de diámetro. 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/E, así como la organización de este tejido, ya fueron estudiados en este capítulo.

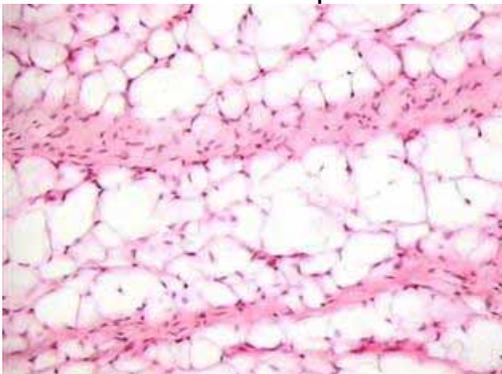


Fig.15. Tejido adiposo blanco o unilocular. Nótese que como la muestra está coloreada con hematoxilina-eosina, las células se ven blancas, pues no se colorean.

### **TEJIDO ADIPOSO PARDO O MULTILOCLAR.**

En esta variedad de tejido adiposo el color varía hasta un pardo rojizo y las células 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 del 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.

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 endoplasmáticos rugoso y liso están poco 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.

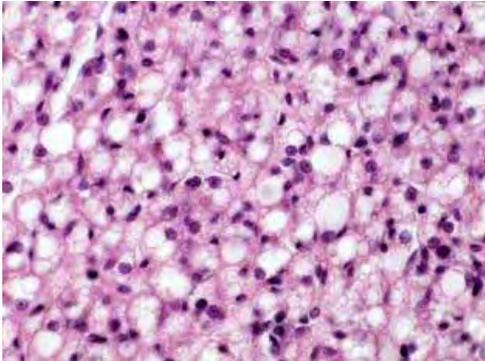


Fig.16. Tejido adiposo pardo. Coloración de hematoxilina-eosina.

### **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 ATP; 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 irregularmente y entretnejidos (como en el fieltro). Las fibras colágenas están asociadas con redes de fibras elásticas.

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.

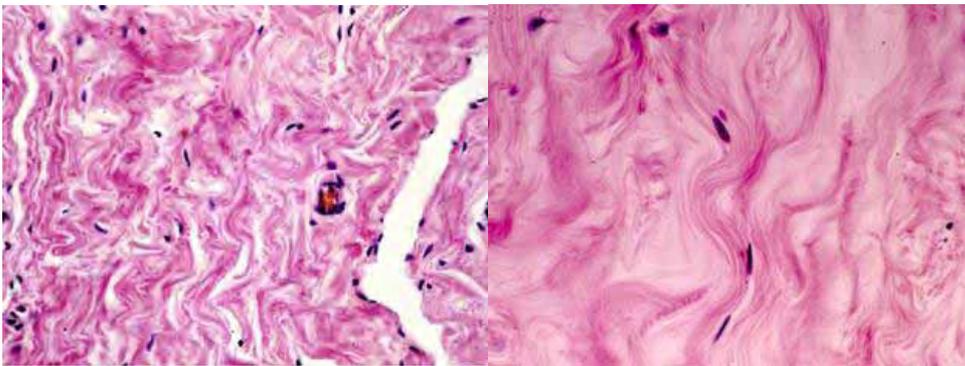


Fig.17 Tejido conjuntivo denso irregular coloreado con hematoxilina-eosina. (500 y 800X)

### **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 sí.

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 le 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 ligamentos amarillos de las vértebras y en el ligamento suspensor del pene y de las cuerdas vocales verdaderas.

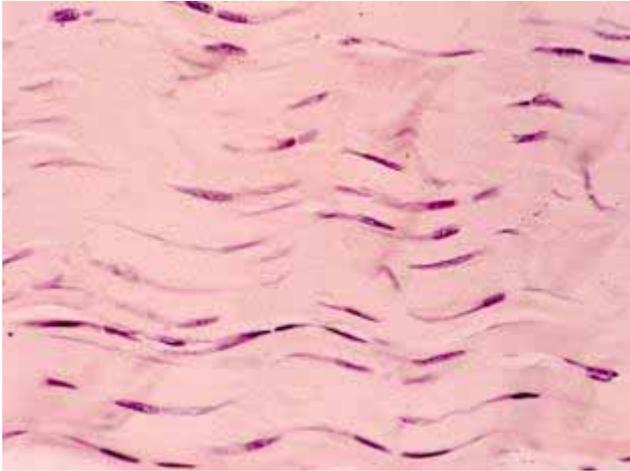


Fig. 18. Tejido conjuntivo denso regular del tendón, coloreado con hematoxilina-eosina, 500X

### **CORRELACIÓN HISTOFISIOLÓGICA EN EL TEJIDO CONJUNTIVO.**

La histofisiología 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 esterificados. Estos últimos son utilizados con fines 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 diapedéisis 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 de 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 fibras 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 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 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 en los tejidos.