

ORGANOS HEMOCITOPOYÉTICOS

Órganos que producen los elementos figurados de la sangre, los cuales se tienen que ir renovando permanentemente. Pertenecen a 2 grandes categorías: Médula ósea y Órganos linfáticos.

• MÚDULA ÓSEA

En la médula ósea se forman todos los elementos figurados, menos los linfocitos.

Se encuentra dentro del tejido óseo esponjoso; aquí está protegida de las radiaciones (los blastos que originan las células maduras, que se dividen activamente, son muy sensibles a las radiaciones).

Su estructura es un tipo especial de tejido conjuntivo muy laxo. Encontramos células reticulares las que forman una malla, un retículo, una red celular y tienen prolongaciones que se unen en algunos puntos; son fijas, no se desplazan. Forman una red de fibras que forman mallas para sostener las células, llamadas fibras reticulares (si hay fibras reticulares hay fibroblastos). Estas células dejan espacios, donde hay células libres, que se desplazan, son las células de las distintas líneas que se dividen y especializan.

Es difícil distinguir, en la observación al microscopio, las distintas líneas, porque están en distintas etapas de maduración; hay células troncales, grandes y con un núcleo grande; esta se divide y origina un grupo, del cual un grupo va a la línea de plaquetas, etc. Una célula grande con núcleo grande es un blasto para alguno de los tipos celulares. Un megacariocito, por ejemplo, procede de un megacarioblasto, es muy grande y forma plaquetas. Además es posible distinguir las células maduras: eritrocitos, neutrófilos, eosinófilo, monocitos; las plaquetas pasan directamente a la sangre. Además hay vasos sanguíneos, capilares de tipo sinusoides (con aberturas en la pared), de bastante tamaño.

• ÓRGANOS LINFOIDES

Se producen sólo los linfocitos, tipo T y B; el origen de los T es sólo el timo, estos de aquí pasan a los otros órganos linfáticos. Los órganos linfáticos son, de mayor a menor grado de complejidad:

- Nódulos linfáticos
- placas linfáticas
- ganglios linfáticos
- tonsilas o amígdalas
- bazo
- timo

TEJIDO LINFÁTICO O LINFOIDE.

Todos estos órganos tienen una estructura parecida en común, la que se podrá llamar tejido linfático. Es una variedad de tejido conjuntivo. Tiene células fijas que forman una red, llamadas células reticulares, pero con distinto origen y funciones que las de la médula ósea. Su función es ser células presentadoras de antígenos, o sea, cuando llegan antígenos, estas células los captan y los fijan en sus redes; esto hace que el sistema inmune siga activo por un largo tiempo; los antígenos que se fijan bien presentan inmunidad de por vida; los que se adhieren mal generan inmunidad por breve tiempo. Los antígenos se amarran mediante fibras reticulares.

Encontramos dos líneas: para formar linfocitos T y B; para formar linfocitos B tienen que existir células blásticas llamadas plasmoblastos; para los linfocitos T, linfoblastos. Además hay linfocitos T maduros, con

núcleo muy grande; también hay linfocitos B (igual al anterior) y células plasmáticas (con núcleo como con granulaciones).

Los linfocitos T pueden haber llegado recién del Timo, por tanto pueden estar no activados; otros estarán activados. Pero activados o no, se formaron en el Timo. Se llaman T porque son de vida larga (time), lo que permite la memoria inmunológica.

• NÚDULO LINFÁTICO

Tejido linfático con forma de una masa esférica, al corte se ve circular y se le distinguen 2 partes:

- Central con menos núcleos: centro germinal del nódulo linfático
- Periférica con mucho núcleos: corona linfocitaria.

Los nódulos se encuentran en las paredes del tubo digestivo y respiratorio preferentemente.

En la corona hay células maduras, porque sus núcleos son grandes y se ven muy juntos uno al lado del otro; en el centro germinal están los blastos, que con más citoplasma se ven sus núcleos más separados y menos densos.

• PLACA LINFÁTICA

Conjunto de nódulos linfáticos, rodeados de un epitelio cilíndrico simple, con tejido conjuntivo. El apéndice, al corte transversal, se ve con muchos nódulos en la periferia. Se llaman placa de Peyer.

• GANGLIOS LINFÁTICOS

La linfa es líquido tisular captado por un sistema de vasos capilares que se inicia desde extremos ciegos, cerrados, en el tejido conjuntivo.

Los vasos capilares filtran líquido, éste circula y parte de él vuelve a los capilares. El líquido sale porque la sangre todavía trae cierta presión de líquido (presión hidrostática capilar), desde el interior del capilar se ejerce una presión hacia las paredes; pero además hay una presión de retención: ya que las proteínas retienen agua mediante la presión oncótica, que es inferior a la hidrostática; resultado de ambas es la presión de filtración, que es de alrededor de 8 mm de Hg. En el capilar distinguimos un sector arterial y un sector venoso (porque se continúa en esas estructuras). En el sector arterial va saliendo líquido, a medida que se avanza hacia el sector venoso, la presión hidrostática va disminuyendo, pero la presión oncótica va a ser igual, porque las proteínas no salen del capilar. En el sector venoso, el resultado de las presiones produce una resultante en favor de la oncótica, llamada presión de resorción capilar, que equivale a 7 mm de Hg. Resultado de todo esto es que sale más líquido del que entra. Por tanto debería formarse un edema, pero los linfáticos reciben la diferencia de líquido, lo que constituye la linfa (en el intestino la linfa es distinta). La obstrucción o bloqueo linfático también lleva a un edema. Otra causa de edema sería el aumento de la presión arterial, que aumentaría la hidrostática capilar, lo que hace aumentar la presión de filtración y disminuir la de resorción.

¿Por qué no hay un equilibrio entre la presión de filtración y la de resorción y se evitan los linfáticos? Porque con esto los linfáticos están captando una muestra de lo que hay en el intersticio. Los vasos linfáticos desembocan en ganglios linfáticos, la linfa lo recorre y se va a otro vaso linfático, sistema que finalmente llega al aparato circulatorio. Por tanto, el sistema linfático se encuentra entre el tejido conjuntivo y el circulatorio.

ESTRUCTURA DE GANGLIO

Tiene cápsula de tejido conjuntivo, a la que llegan los vasos linfáticos, que se llaman vasos linfáticos aferentes. Dentro del ganglio está el tejido linfático organizado como *nódulos linfáticos*. Además hay tejido linfático que no se dispone como nódulo, sino que desde el nódulo se desprenden *cordones linfáticos* al interior que forman una malla de forma irregular. Los espacios que quedan también es tejido linfático, pero la población de células libres de esa parte es muy baja, y por ahí se mueve la linfa, y reciben el nombre de senos linfáticos. Además podemos distinguir una zona cortical (nódulos linfáticos) y una zona medular del ganglio. Hay senos linfáticos corticales y medulares; de los senos corticales algunos se encuentran entre cápsulas y nódulos, llamados periféricos, marginales o sobcapsulares, y otros entre los nódulos, llamados senos intermedios.

La linfa recorre los senos periféricos, los intermedios y los medulares, luego sale del ganglio por vasos linfáticos de salida.

Además desde la zona del hilio ganglionar y desde la cápsula penetran cordones del tejido conjuntivo que se distribuyen por todo el ganglio, aportando circulación. Por el hilio entran vasos sanguíneos arteriales que se distribuyen; esta sangre luego drena por el hilio por vasos venosos.

Así un germen que llega al tejido conjuntivo va a ir a parar a un ganglio, llega a los senos marginales, donde hay células presentadoras de antígenos, macrófagos y linfocitos B y T.

Una afta o lesiones aftosas son lesiones ulcerativas que aparecen en distintas partes de la cavidad bucal; esta lesión produce reacción ganglionar regional, lo que produce grandes cantidades de linfocitos y hace que el ganglio se inflame y sea doloroso; si aumenta de tamaño en forma gradual y no duele, puede ser una neoplasia.

• BAZO

Aquí los nódulos linfáticos se distribuyen de distinta manera que en los ganglios y constituyen la pulpa esplénica blanca; aquí no hay senos ni cordones linfáticos. Los linfocitos producidos en ganglios linfáticos llegan a la pulpa esplénica roja, donde hay una enorme cantidad de capilares sinusoides esplénicos. Además alrededor de estos sinusoides hay células reticulares fijas, que son macrófagos. (Hemocaterótico: destruye a los eritrocitos). Por tanto, en el bazo distinguimos las siguientes estructuras:

- Pulpa esplénica blanca: sus nódulos linfáticos se caracterizan por estar atravesados por una arteriola, que aunque tiene una disposición periférica en el nódulo, se llama arteria central (corona linfocitaria).
- Pulpa esplénica roja
- cordones esplénicos: tejido reticular (M fijos) y M libres.
- senos esplénicos (son capilares sinusoides) no confundir con senos linfáticos.

VASCULARIZACION DEL BAZO

Por el hilio entra la arteria esplénica. La cápsula del bazo es muy delgada, poco fibrosa, no muy resistente, además tiene másculo liso con cierta capacidad contractil. Esta cápsula envía tabiques de tejido conjuntivo hacia el interior. La irrigación se distribuye en ramas que siguen a estos tabiques, las arterias van dentro de los tabiques, por lo que se denominan arterias trabeculares. Desde estas arterias aparecen ramas que dejan los tabiques y entran al parénquima del bazo o pulpa esplénica, por lo que estas arterias se llaman pulpaes; luego alcanzan al nódulo linfático dando unas ramitas pero continuando su trayectoria, pasando a la pulpa roja, donde se ramifica mucho en ramas paralelas que se llaman arterias penicilias, bastante pequeñas, que dan origen a los capilares sinusoides o senos esplénicos. Luego los capilares se reúnen

formando venas, las que siguen un curso parecido a las arterias, hasta salir por el hilio.

Todo lo que queda entre los nódulos linfáticos se llama pulpa roja, que constituye la mayor parte del bazo, con una gran cantidad de senos esplénicos o capilares sinusoides. El bazo es como una esponja de sangre. Por eso la cápsula del bazo tiene másculo liso, porque si se requiere mayor cantidad de sangre, el bazo se contrae, expulsando parte de su sangre. El bazo es un órgano prescindible. Se puede extirpar y la persona sigue viviendo en forma bastante normal, porque la médula ósea y el hígado toman la funciones del bazo en la destrucción de glóbulos rojos, aunque no en la de producción de linfocitos. Los capilares sinusoides tienen además de la función hemocaterética, una función linfopoyética, que es recibir a los linfocitos producidos en la médula blanca.

E) TIMO.

Órgano linfoide irremplazable, pues su función es generar en forma exclusiva linfocitos T. Luego estos linfocitos salen a la circulación, se van y anidan en los órganos linfoides, en ciertos sectores llamados sectores o zonas timo dependientes. Estos todavía no están funcionando pues deben ser estimulados por macrófagos para diferenciarse. Cuando son estimulados actúan como células de rechazo, además son el nexo entre macrófagos y linfocitos B.

En el timo hay linfoblastos, pero además en los órganos linfoides, donde los linfocitos T se diferencian.

El timo se ubica detrás del mango esternal. En el niño es muy grande, en los adultos es más pequeño, pero sigue activo toda la vida.

Tiene una cápsula que emite tabiques muy irregulares. Tiene lábulos, y los sectores más pequeños se llaman lobulillos tímicos. En este parénquima encontramos células reticuloepiteliales que mantienen uniones solo en sus extremos y generan espacios, donde están los linfoblastos; como estos maduran y se diferencian, también encontramos linfocitos. Este tejido está muy concentrado en las zonas periféricas de los lobulillos, y a medida que se van formando linfocitos T, estos se mueven a la zona central, donde hay menos células, porque van saliendo células a través de venulas postcapilares, que tienen epitelio cúbico simple, con núcleos redondos y pared gruesa; los linfocitos pasan a través del endotelio y se van a ubicar en los órganos linfoides.

En el timo hay unos cuerpos de Hassall o laminares, que son degeneración del tejido típico del timo descrito más arriba.

El timo genera linfocitos para todas las estructuras, al azar, por lo que algunos tienen receptores en sus membranas para células del propio organismo; estos linfocitos son destruidos por macrófagos en el timo, antes de que pasen a la circulación, cuando esto no funciona, se generan enfermedades conocidas como autoinmunes.

Se entregan linfocitos con receptores para todo tipo de moléculas, incluso las que hoy día no existen, de esa manera el timo está preparado para el futuro; esto permite que el organismo se vaya adaptando a nuevas condiciones del medio.

• TEJIDO CONJUNTIVO

Grupo de células que se encuentran dispersas, varios tipos celulares diferentes, y en consecuencia, aparecen espacios intercelulares, ocupados por algo. En este tejido encontramos los siguientes componentes:

- Células.
- Sustancia intercelular.

- Vasos sanguíneos (por tanto, el tejido conjuntivo está irrigado).
- Nervios (por tanto, el tejido conjuntivo está innervado).

• FUNCIONES:

- **MECÁNICA:** soporte estructural, resistencia física, porque en la sustancia intercelular hay fibras, algunas son físicamente muy resistentes. El tejido conjuntivo forma capsulas a muchos órganos, además emite tabiques que se introducen en el parénquima, dividiéndolo en diversos sectores; también se encuentra siempre bajo epitelios. Se ubica también entre las células de los músculos, sobre todo esquelético. También se encuentra llenando espacios entre distintos órganos.
- **DEFENSA:** función muy importante. Ningún otro tejido tiene mecanismos de defensa. Este tejido se hace cargo de la defensa biológica. El mecanismo de defensa se expresa con un cambio de comportamiento de las células y de la irrigación, que se manifiesta en la inflamación; es el tejido conjuntivo el que se inflama, ningún otro.

• CELULAS DEL TEJIDO CONJUNTIVO

Hay varios tipos de células, la mayoría de las cuales son móviles:

- **FIBROBLASTOS:** células alargadas, con un núcleo alargado y una serie de puntas o prolongaciones. Tienen un gran desarrollo de los orgánulos de síntesis: RER, REL Golgi, pues estas células elaboran una serie de productos que forman parte de la sustancia intercelular. Captan aminoácidos, hidratos de carbono, los absorbe, sintetiza y entrega moléculas de cierto tamaño, como FIBRAS, una SUSTANCIA AMORFA (como gelatina), todo lo cual constituye la sustancia intercelular.

FIBRAS son de 3 categorías distintas

- **FIBRAS COLÁGENAS:** gruesas, largas y de trayectoria ondulante. Primero se sintetiza, a partir de péptidos lineales, una pequeña molécula fibrilar llamada tropocolágeno, esta se une mediante enlaces peptídicos (de gran resistencia) o tras semejantes formando una microfibrilla, y un paquete de microfibrillas forma una fibra colágena. Son físicamente muy resistentes a la tracción, no se estiran, aunque tienen cierta flexibilidad por lo ondulante de la fibra. Son inextensibles, no tienen elasticidad.
- **FIBRAS ELÁSTICAS:** formadas por unidades de elastina, son delgadas, rectilíneas, ramificadas, que se entrecruzan, formando mayas. Estas se estiran, pero cuando la fuerza de tracción desaparece, vuelven a la posición original.
- **FIBRAS RETICULARES:** formadas a partir de tropocolágeno, son irregulares, delgadas, que forman una red de fibras cortas. Forman mallas en las bases de los epitelios y redes alrededor de células de muchos tejidos.

SUSTANCIA AMORFA o sustancia fundamental: especie de gelatina formada por varias moléculas: combinaciones de hidratos de carbono con proteínas, algunos son sulfatados, lo que le da mayor resistencia, también contiene ácido hialurónico, etc. Su función es fundamental, porque se encuentra hidratada, conservando una cierta cantidad de agua en el intersticio, lo que sirve como vehículo para que las moléculas se desplacen. Por eso en algunas enfermedades el cuadro de deshidratación puede ser muy grave. Por otro lado, el ácido hialurónico, distribuido con otras moléculas filamentosas, forma una malla que impide que los gérmenes se desplacen libremente por los intersticios; con esto no impiden la infección ni la proliferación de las bacterias, pero ejercen resistencia a su avance; esto produce infecciones localizadas, tipo abscesos (estafilococos); algunos gérmenes tienen hialuronidasa, que degrada esta malla originando infecciones difusas extendidas, como las que producen muchas cepas de estreptococos.

Cuando se produce ruptura de tejido por infecciones, los fibroblastos se activan, se generan a partir de células indiferenciadas y empiezan a sintetizar sustancia intercelular, eso es lo que repara una herida, rellenando el lugar con nuevo tejido conjuntivo. Por eso una herida, a los 10 días, es de color rosada (formación vascular) y a los 6 meses o al año la cicatriz es blanquecina, porque tiene menos vasos y mucho colágeno sintetizado por los fibroblastos. Si se corta un músculo esquelético, se repara con tejido conjuntivo fibroso, lo que no significa que el tejido conjuntivo reemplace al tejido muscular.

- **MACRÓFAGOS:** son células que provienen de vasos sanguíneos, se caracterizan por ser grandes, con núcleo grande, es el monocito (glóbulos blancos), que al aumentar la permeabilidad del capilar, sale por el endotelio (diapedesis) y entra al tejido conjuntivo, cambia de forma y constituye los *macrófagos*. Estos son células bastante móviles, por eso tienen una forma muy irregular. Cuando encuentra una sustancia extraña, la fagocita, como bacterias y virus; si hay fibras colágenas no las fagocita, pero si se han alterado, las fagocita, lo mismo pasa con tejidos muertos. Los macrófagos tienen muchos lisosomas, estos se unen a un fagosoma, entonces se degrada el elemento extraño, luego por exocitosis se elimina, pero degradado.

También en la membrana celular del macrófago se activan los receptores de membrana, y estos encajan con otras células sanguíneas: linfocitos T; esto activa al linfocito y se une a un linfocito B; estos linfocitos activados se van a centros linfáticos; posteriormente se genera un linfoblasto del linfocito T, y del linfocito B, se genera un plasmoblasto; estas células se dividen sucesivamente por mitosis; así se genera una población de células por cada tipo; estas células maduran, dejan de dividirse y se diferencian:

- Las provenientes de los **linfocitos T** generan linfocitos T, pero de rechazo (defensa específica celular), entregando sustancias llamadas citolisinas que destruyen directamente al antígeno.
- Las derivadas de linfocitos B generan células plasmáticas, que sintetiza inmunoglobulinas específicas para un antígeno (defensa humoral, porque se va por la sangre), son proteínas, que atacan a la bacteria específica, los inhiben o destruyen de distinta forma, lo neutralizan.

• CELULA CEBADA O MASTOCITO

Células llenas de vesículas, que por razones históricas se llaman gránulos. Estos gránulos contienen muchas sustancias, por lo que, no siendo glándula, es una célula secretora. Contiene una gran cantidad de sustancias de reacción lentas, quimiotácticas, etc. Una de ellas es la HISTAMINA, cuando es entregada al tejido conjuntivo tiene 2 acciones importantes: en los vasos sanguíneos hay arteriolas (arterias microscópicas) que se ramifican formando capilares; la arteriola regula la sangre que pasa, por su musculatura lisa; la histamina produce una relajación del músculo liso; además actúa sobre el endotelio de los capilares y produce un aumento de su permeabilidad.

Normalmente hay una cierta presión y permeabilidad del endotelio. Al relajarse el músculo, aumenta el diámetro arteriolar y aumenta la presión intracapilar; el aumento de la permeabilidad hace que salga más líquido que lo normal; por tanto, el líquido intersticial va a aumentar mucho, tanto que el sistema natural de drenaje no es capaz de mantener el equilibrio, por lo que aumenta de volumen, se ha producido así un *edema*. El edema lleva y es uno de los componentes de la inflamación, que es un fenómeno de defensa. Lo que se inflama no es el epitelio ni ningún otro, solo el tejido conjuntivo. Sin inflamación no hay defensa.

A la inflamación no hay que hacerle nada. Los antiinflamatorios existen porque a veces la inflamación es muy grande, lo que produce tensión en los tejidos y dolor. Pero mientras no sea necesario, no hay que aplicarla. Hay que atacar la causa, usando, por ejemplo, antibióticos. Hay que actuar en 2 etapas: atacar la causa, que puede ser una bacteria; si la inflamación es mucha, indicar un antiinflamatorio. Actuar al revés es empeorar el cuadro, porque se inhibe la llegada de neutrófilos e inmunoglobulinas, el sistema de defensa del organismo. No es el mismo caso si la inflamación es traumática, se puede recetar antiinflamatorio si no hay rompimiento de tejido porque no ha entrado infección al organismo.

• CÉLULA PLASMÁTICA.

Son células de forma ovalada, con un núcleo relativamente grande, su cromatina se encuentra en forma de cadena en forma de rueda. Estas células tienen una gran cantidad de REG, por lo que sintetizan proteínas globulares, llamadas globulinas; como esta globulina tiene su función en los mecanismos de defensa específicos, reciben el nombre de inmunoglobulinas (Ig). Las Ig son de distinto peso molecular: IGG, IGA, IGM, IGE. Las células plasmáticas no se producen en el tejido conjuntivo.

A lo extraído, capaz de originar una respuesta de defensa específica, se le llama antígeno; en el caso de una bacteria, el antígeno sería la capsula, etc. Consecuencia, se forman inmunoglobulinas específicas para este antígeno. Esto tiene su aplicación para saber si una persona ha tenido alguna enfermedad, analizando su plasma y viendo si tiene o no inmunoglobulinas. Algunos linfocitos, que quedan en un estado intermedio entre el linfocito indiferenciado y la célula plasmática, llamados células de memoria inmunológica, al contacto con el antígeno se activan; esto acelera la reacción, de 4 o 5 días a algunas horas. En un segundo contacto tenemos 3 fuentes de defensa (inmunoglobulinas del primer contacto, inmunoglobulinas de las células de memoria y las producidas por la reacción del segundo contacto); en un tercero, 5 fuentes, así aumenta la velocidad de respuesta. Este es el principio de las vacunas y su aplicación en varias dosis.

Normalmente la IGE se genera poca cantidad, esta actúa en contra del antígeno, pero también se fija en receptores que tiene la célula cebada para IGE. Esto ocurre en el primer contacto. Cuando entra el mismo antígeno por segunda vez, el IGE presente en la célula cebada liga al antígeno, lo que hace que entreguen histaminas, esto hace que se produzca la inflamación.

Las personas alérgicas son buenos productores de IGE, por lo que cargan muchas células cebadas en todo el organismo, esto produce una respuesta mucho más exagerada de lo normal. Además en sus células cebadas hay más receptores que en otras personas para IGE. La llegada por segunda vez del antígeno produce el complejo IGE y anticuerpo produce una degranulación de la célula cebada y la liberación masiva de histaminas. Esto puede llegar a producir un shock por una relajación arterial de todo el sistema circulatorio, con lo que baja rápidamente la presión arterial. Esto se conoce como shock anafiláctico.

No todas las sustancias extrañas constituyen antígenos, para ello deben poseer un alto peso molecular y tienen que tener carbón en su estructura. La penicilina es una molécula con características de antígeno y puede desencadenar un shock anafiláctico.

• CELULAS ADIPOSAS

Son células de gran tamaño. A medida que se llenan de lípidos van desplazando al núcleo y al citoplasma hacia la periferia, quedando finalmente el núcleo plano, pegado a la membrana plasmática

Si en un tejido hay células adiposas, se llama tejido adiposo.

La función de estas células es de tipo metabólico: si en el organismo hay mayor cantidad de alimento, lo que sobra de alimento y su energía se transforman en lípidos, exceso que va a las células adiposas, que sirven como reservas energéticas.

El tejido adiposo está distribuido bajo la piel, en la hipodermis. Existen zonas donde el tejido adiposo es mayor: mejillas, cuello, zona mamaria y zona de los glóteos.

Cualquier persona pertenece a 3 tipos fijos constitucionales:

- delgado: leptosómico
- masivo: atáxico
- cuerpo redondeado: pánico.

Esto no se puede controlar, ya que tiene un patrón genético. Ninguno se puede transformar en otro. En los 3 hay tejido adiposo en una cantidad normal, en un cierto porcentaje. Si se pierde el balance, va a aumentar o disminuir la cantidad de tejido adiposo; el número de células adiposas no aumenta ni disminuye, lo que cambia es su cantidad de lípidos. Así una persona aumenta, disminuye o se mantiene de peso. Todo esto es en la normalidad, no de la obesidad. Cualquiera de los tipos constitucionales puede aumentar de peso, lo que es una enfermedad, de consecuencias graves en el tiempo, principalmente afectando al aparato circulatorio, porque si las células adiposas aumentan de tamaño, también aumentan los requerimientos de irrigación, por lo que se recarga el trabajo cardíaco. En la medida que aumente de peso, los lípidos, antes de llegar a la célula pasa por la sangre, aumentando la concentración de lípidos en la sangre, y se depositan en las arterias, reduciéndose el lumen de las arterias, impidiendo la normal irrigación de un sector.

La única manera de mantener el peso es controlar la ingesta de alimento. El ejercicio físico quema una cantidad de energía a muy pequeña.

Jamás debe administrarse a una persona fármacos que inhiben el apetito (anfetaminas o derivados) pues producen graves trastornos del SNC, vegetativos y psicológicos; así se pueden usar dilatadores de la pared gástrica, con lo que disminuye la sensación de hambre.

El número de células adiposas es genéticamente determinado. Pero si durante la lactancia y hasta la infancia hay una sobrealimentación, se generan en el niño más células adiposas que las que genéticamente le corresponde, lo que es irreversible.

TEJIDO ADIPOSO DE FUNCIÓN MECÁNICA: aquí el tejido adiposo no tiene una función metabólica y se encuentra en la hipodermis de las palmas, en las zonas glándulas y en las plantas. Este tejido adiposo tiene una cierta cantidad de lípidos que permanece estable a lo largo de la vida y tiene una función de amortiguación mecánica física.

INTRODUCCIÓN.

Etimológicamente histología significa estudio de los tejidos.

Los tejidos son células organizadas en poblaciones, donde cada grupo cumple una o varias funciones que le son propias a ese grupo.

En el hombre existen 4 familias o tipos de tejidos básicos:

- Epitelial
- Conjuntivo (o conectivo)
- Muscular
- Nervioso

En cada tipo, salvo el nervioso, existen variedades. Por ejemplo, el hueso es un tipo de tejido conjuntivo.

• TEJIDO EPITELIAL.

En este tejido las células se encuentran íntimamente adheridas unas a otras. Esto trae como consecuencia que el tejido epitelial sólo tiene células epiteliales. No tiene vasos sanguíneos, es avascular, y el aporte

metabólico lo logra porque siempre está unido a tejido conjuntivo, el cual sí tiene vasos sanguíneos, aportando lo necesario tanto al tejido conjuntivo como al epitelial, por difusión.

Existen 2 familias de tejido epitelial: de revestimiento y glandular.

• TEJIDO EPITELIAL DE REVESTIMIENTO.

Cubre o tapiza las superficies del organismo. Se localiza, por ejemplo, en la piel, órgano en el que el epitelio constituye la epidermis (y el tejido conjuntivo la dermis); también se encuentra en la parte externa de la cárnica. También se encuentra en la parte interna del organismo tapizando los órganos huecos, como la vejiga, las vías urinarias, útero, vías respiratorias, tubo digestivo, cavidad bucal, esófago, etc. Ninguna superficie orgánica deja de tener epitelio, y cuando este falta, constituye una úlcera, donde el tejido conjuntivo queda expuesto.

Por estar en una superficie, el epitelio tiene dos caras: una superficie libre y otra basal, en contacto exclusivamente con tejido conjuntivo. Por convención, en el estudio gráfico o visual del epitelio se considera la superficie libre hacia arriba.

ORGANIZACIÓN DE LAS CÉLULAS EN EL EPITELIO DE REVESTIMIENTO.

A. EPITELIO SIMPLE.

Está formado por una sola capa de células. Encontramos varios tipos, dependiendo de la forma de las células:

- EPITELIO PLANO SIMPLE: formado por células muy planas y de poca altura, por lo que son de muy poco grosor; el núcleo se presenta aplanado.
- EPITELIO Cúbico SIMPLE: las células son más altas, con forma de cubo; el núcleo se presenta esférico y en el centro.
- EPITELIO CILÍNDRICO SIMPLE: células muy largas y delgadas; el núcleo es alargado y polarizado hacia la parte basal. Estas células se llaman prismáticas o cilíndricas.

B. EPITELIO ESTRATIFICADO.

Aquí encontramos más de una capa de células. En la parte basal hay células cilíndricas, luego capas de células cúbicas y, en la parte libre, células aplanadas. Este tipo de epitelio se denomina según las células que están en la parte libre.

FUNCIONES: la diferente forma de los epitelios obedece a diferentes funciones. Ejemplo:

- Plano simple: cumple una función de filtración y difusión, obedeciendo a simples gradientes de concentración, porque es muy delgado. Se encuentra en los alvéolos pulmonares y en los capilares sanguíneos, (este último recibe el nombre de endotelio y tapiza interiormente a todo el sistema circulatorio). En el alvéolo, la mayor concentración de O₂ del aire atmosférico (que contiene alrededor de 21% de O₂) permite que este difunda fácilmente al capilar sanguíneo, y del capilar difunde el CO₂ al alvéolo.
- Cúbico simple: realiza transporte activo y selectivo. Lo encontramos formando parte del sistema de tubos del riñón, donde se realiza transporte en ambos sentidos.
- Cilíndrico simple: presente en el intestino delgado, que selectivamente transporta elementos al tejido conjuntivo, para incorporarlos. Realiza un proceso de absorción, que se diferencia de la filtración porque es dinámica y selectiva, con transportadores y consumo de energía.
- Epitelio estratificado: en el caso de la piel cumple la función de protección del medio externo. Para

ello presenta, en sus células planas más externas, queratina; en las capas profundas hay células que hacen mitosis para renovar las células, estas van cambiando de lugar y de forma; a medida que se acercan a la parte libre producen un precursor de la queratina, luego pierde el citoplasma, el núcleo, quedando finalmente solo membrana y queratina. En este epitelio de protección las células de la parte libre se van descamando constantemente. En toda la cavidad bucal encontramos epitelio estratificado plano, pero sólo algunas partes poseen queratina (encías, paladar duro). También encontramos este epitelio en el esófago, por el roce a que este órgano está constantemente expuesto.

C. EPITELIO SEUDOESTRATIFICADO.

Es simple, pero aparentemente, por la disposición del núcleo de sus células a distintas alturas, parece estratificado. Lo que sucede es que, partiendo todas las células de la parte basal, no todas llegan a la parte libre. Lo encontramos, a modo de ejemplo, en las siguientes estructuras:

- **VIAS RESPIRATORIAS:** posee células secretoras (caliciformes) intercaladas que producen mucus y cilios, que realizan movimientos ondulatorios para desplazar el mucus. Se llama cilíndrico porque las células que llegan a la zona libre son alargadas. Por tanto, el nombre completo de este epitelio será epitelio cilíndrico, pseudoestratificado, ciliado, con células caliciformes.
- **VIAS URINARIAS:** en la vejiga permiten que el tejido pueda estirarse sin que se rompa. Esa es su función. Se llama epitelio polimorfo pseudoestratificado.

DIFERENCIACIONES DE LA SUPERFICIE LIBRE

- **QUERATINA:** algunas tienen queratina, otras no; otras tienen queratina y conservan el núcleo, estas últimas se llaman *paraqueratinizados*.
- **CILIOS:** prolongaciones largas de las células, con un citoesqueleto, lo que les da gran movilidad. Hay prolongaciones parecidas a los cilios, pero que no se mueven, son los estereocilios. [Los cilios son prolongaciones móviles, capaces de mover líquidos o una capa mucosa por encima de la superficie del epitelio en que se encuentran; por lo general los cilios golpean asincrónicamente o con un ritmo denominado metacrónico, estos se encuentran en las células superficiales del epitelio que recubre las vías aéreas, además de algunas células que recubren los órganos sexuales femeninos (trompa de Falopio). Los cilios tienen un complejo interno de microtúbulos denominado axonema, el que sirve a la base estructural de los movimientos]
- **MICROVELLOSIDADES:** como el del epitelio presente en los intestinos. [Son prolongaciones citoplasmáticas cilíndricas, desde la superficie libre, rodeadas de membrana plasmática, su interior se compone de 20-30 microfilamentos de actina; en algunos epitelios las vellosidades se encuentran verticales y paralelas entre sí (borde en cepillo), lo que se debe a una base filamentosa bien desarrollada; en otros, con pocas vellosidades, están a menudo orientadas al azar y se observan escasos filamentos internos; esta diferencia se debe a la función de absorción que deben desempeñar algunos epitelios, así, en algunas células se pueden encontrar más de 1.000 microvellosidades, lo que permite un aumento de unas 20 veces de la superficie de la membrana en contacto con las sustancias que deben absorberse. Los bordes en cepillo contienen además una serie de enzimas intestinales que catalizan la degradación de sustancias nutritivas].

MEDIOS DE UNION INTERCELULAR.

- **INTERDIGITACIONES:** irregularidades de la ultraestructura que une a dos células epiteliales vecinas.
- **UNIONES DE MEMBRANA:**
 - **UNION ADHERENTE:** puede abarcar una zona pequeña, llamada mácula adherente o desmosoma; también puede ser larga y que envuelva a toda la célula, caso en que se llama

zÃ³nula adherente.

- **UNION OCLUYENTE:** la bicapa fosfolipÃ­dica se comparte y se forma un sello; tambiÃ©n puede ser mÃ¡cula o zÃ³nula. [cumple una funciÃ³n mecÃ¡nica, y funcional ayudando a la absorciÃ³n]
- **UNION ESTRECHA:** o uniÃ³n nexo o gap funciÃ³n o de hendidura; la finalidad en este caso no es la uniÃ³n, sino que es una uniÃ³n de intercambio, como se da en la sinapsis electrÃ³nica. [Es la base estructural para la comunicaciÃ³n entre las cÃ©lulas]

• **TEJIDO EPITELIAL GLANDULAR**

La organizaciÃ³n estructural es la misma: grupo de cÃ©lulas unidas entre sÃ­. Pero su funciÃ³n consiste en que estas cÃ©lulas toman componentes de los tejidos vecinas (tejido conjuntivo y vasos sanguÃ­neos), hacen una sÃ­ntesis y entregan un producto, por tanto, tienen una funciÃ³n secretora. Este tejido epitelial, durante el desarrollo embrionario, toma su origen de tejidos epiteliales de superficie, desde los cuales se produce una profundizaciÃ³n epitelial de cÃ©lulas, las que se diferencian y organizan. Los metabolitos los toman de la vecindad y el producto lo entregan a travÃ©s de un epitelio que se organiza como un conducto, asÃ­ la secreciÃ³n se entrega a la superficie vecina. A una glÃ¡ndula de este tipo se le distinguen dos sectores:

- Parte o porciÃ³n secretora: que sintetiza el producto.
- Parte conductora, que conduce la secreciÃ³n a destino.

Todas las glÃ¡ndulas se organizan asÃ­, lo que cambia es la forma, el tamaÃ±o y el nÃºmero de cÃ©lulas secretoras, ademÃ¡s del tamaÃ±o, forma y ramificaciones de la parte conductora.

Esto se lo que se conoce como **GLÃ¡NDULA EXOCRINA**.

ACINOS O ADENOMERO SECRETOR es el grupo de cÃ©lulas epiteliales que conforman la porciÃ³n secretora. El espacio donde se recibe la secreciÃ³n se llama *lumen*, y se encuentra rodeado de cÃ©lulas.

- Hay un tipo de acinos que se caracteriza por poseer un nÃºcleo redondeado, polarizado a la base y con granulaciones hacia el lumen. Esta estructura se encuentra rodeada por capilares sanguÃ­neos, formados por una sola capa de cÃ©lulas epiteliales planas, llamada endotelio. La difusiÃ³n alcanza a las cÃ©lulas del acinos, de donde recibe los elementos para producir sus productos. Hay un trabajo de absorciÃ³n selectiva, de transporte, de sÃ­ntesis y de entrega por parte de estas cÃ©lulas. La uniÃ³n debe ser ocluyente, para que no se filtren elementos del tejido conjuntivo, y para que los elementos producidos no se filtren al tejido conjuntivo. La sustancia es conducida por el lumen y llevada por un tubo, que tambiÃ©n estÃ¡ constituido de cÃ©lulas epiteliales. Muchas unidades secretoras concurren para formar un conducto. El acino o adenomero elabora una secreciÃ³n de tipo enzimÃ¡tica (de digestiÃ³n, bactericidas, etc.), que se caracteriza por ser muy fluida, poco viscosa. Este se denomina **acinos seroso**.
- Hay otro tipo de acinos que se caracteriza por tener un nÃºcleo aplanado, lumen mayor y no se ven granulaciones. Estos acinos producen una secreciÃ³n distinta, su secreciÃ³n es mucosa (cÃ©lula de secreciÃ³n mucosa) y el producto es mucus o mucina. Es una secreciÃ³n viscosa (pegajosa), muy adherente. Su funciÃ³n es protectora, impregnando la superficie libre donde entrega el producto, esto produce hidrataciÃ³n, lubricaciÃ³n, etc. (OJO, que mucosa desde el punto de vista histolÃ³gico es otra cosa (mucosa bucal, gÃ¡strica, uterina, etc.), tÃ©cnica propia?)

En Algunas glÃ¡ndulas hay combinaciÃ³n de ambos acinos, llamadas **acinos mixtos**, que corresponden a un acino que tiene un sector de tipo mucoso y que termina en una porciÃ³n final de tipo ceroso. Esto es propio de las glÃ¡ndulas salivales, como la submaxilar.

Cuando el conducto se reabsorbe y desaparece, se forma una glÃ¡ndula totalmente rodeada de tejido

conjuntivo. En este caso se ha formado una **GLANDULA ENDOCRINA**.

En sus organoides de síntesis producen la nueva sustancia y la entregan a la sangre. El producto de secreción se llama **HORMONA**. Esto quiere decir que en el plasma sanguíneo hay una concentración de hormona, pero no ejercen su efecto en cualquier célula, sino en aquellas a las que está destinada modificar su acción. Ejemplo: ADH (antidiurética) sólo actúa en aquellas que tienen receptores asociados de membranas, en este caso, el receptor se encuentra en los túbulos renales y el efecto será retener agua.

Esta organización se llama **nidos celulares**.

En otras glándulas endocrinas la organización se llama **fascículos o cordones**. También se organizan en **folículos**, que se caracteriza porque las células se organizan en un círculo, en cuyo centro depositan un precursor del producto, y cuando el cuerpo lo necesita, transforman el precursor en la hormona.

3. TEJIDO MUSCULAR

Las células que lo forman tienen una capacidad funcional que se llama **contracción**, lo que genera una fuerza que produce movimiento. Estas células no hacen **relajación**, pero se habla de **relajación** cuando se refiere a que no está en **contracción**, con lo que se alarga, pero no se alargan por sí solas. Por tanto, la capacidad funcional es solamente la **contracción**. La **relajación** es dejar de estar **contrayendo**, es el término de la función (aunque igual se consume energía).

Hay distintos tipos de tejido muscular: liso, estriado, y dentro de este último, **esquelético** y **cardíaco**.

3.1 TEJIDO MUSCULAR LISO

Su **contracción** es inconsciente, dependiendo del Sistema Nervioso Autónomo. Pero no sólo se contrae por causa del Sistema Nervioso, también en algunas partes se contraen por hormonas, o sea, control endocrino, como el músculo liso del útero; además se contrae por una **acción mecánica**, cuando hay estiramiento, como ocurre en la vejiga cuando se llena o en el músculo del estómago.

MORFOLOGIA

Son células muy largas y delgadas, terminan en punta (forma de huso). Tienen un núcleo alargado, al centro de la célula. Las células se disponen en grupos, paralelas entre sí y a sus ejes mayores. Un grupo ordenado se llama **fascículo** o **haz muscular**. Sinónimo de musculatura lisa es **fibra muscular**.

El ordenamiento en **fascículos** incluye uniones de membrana:

- Hay uniones adherentes: son importantes porque permiten lograr un trabajo unitario y alcanzar el objetivo de la fibra muscular.
- Además uniones de tipo **nexo**: como la **innervación** no alcanza a todo el **fascículo**, la **unión** **nexo** permite que el impulso nervioso (neurotransmisor: acetilcolina o noradrenalina) se propague por todo el **fascículo**; resultado de esto es una **contracción** **peristáltica**, como una onda, que en el intestino, por ejemplo, permite desplazar el contenido.

COMO SE CONTRAE.

Estas células tienen en el interior **proteínas** filamentosas: filamentos de actina y otros más gruesos: miosina. Estas se organizan como una cadena longitudinal de actina y miosina que se van alternando, formando una **miofibrilla**, las que están orientadas de forma que los filamentos de actina se unen a la membrana; los filamentos están dispuestos alternadamente pero no en hilera, sino uno sobre otro en sus

extremos. Cuando se activa la membrana, el calcio produce que estos filamentos se corran, sin que se modifique la longitud de los filamentos; la miofibrilla queda más corta y la célula se deforma. Esto mismo ocurre con muchas miofibrillas que atraviesan la célula diagonalmente. Aunque se llamen proteínas contractiles, no se contraen, sino que se desplazan.

LOCALIZACIÓN DE MUSCULO LISO

- En el iris: tiene al centro la abertura de la pupila, alrededor de la cual el músculo tiene fibras en disposición circular y otras en disposición radial, lo que permite que la abertura de la pupila se contraiga o aumente.
- En todos los órganos huecos: vasos sanguíneos, paredes del aparato digestivo, respiratorio, urinario, reproductor, vías biliares.

2. TEJIDO MUSCULAR ESTRIADO ESQUELÉTICO (o fibra esquelética)

Se llama así porque tiene estrías transversales en sus fibras, se encuentra en su mayoría en el esqueleto (pero es distinto del músculo esquelético). Esta célula es más grande que la que forma la fibra lisa, no termina en punta y presenta muchos núcleos, los que se ubican en la periferia.

El control de este tejido muscular es exclusivamente un control nervioso, el que envía axones de neuronas motoras, las que establecen zonas de contacto muy estrechas, donde entrega acetilcolina.

Al corte transversal aparecen la membrana celular o sarcolema y una gran cantidad de filamentos de actina y miosina, organizados en cadenas largas llamadas **miofibrillas**. Cada miofibrilla está formada por filamentos de actina y de miosina que se van interdigitando, en los extremos hay actina. La disposición de los filamentos es distinta a la observada en la musculatura lisa, ahora en algunos sectores se agrupan filamentos de actina, y en otros, filamentos de miosina. Esto determina la formación de distintas bandas: las bandas oscuras se denominan **bandas A**, las claras se denominan **bandas I**; cada banda A posee una zona transversal menor denominada **banda H**, y cada banda I es cortada por una **línea Z** bien definida; en el centro de la banda H puede observarse una línea angosta denominada **línea M**. El segmento entre las dos líneas Z sucesivas se denomina **sarcómero**. La miosina está localizada en la banda A y la actina en la banda I. Como la célula tiene muchas miofibrillas y todas son paralelas y tienen su actina a la misma altura, la célula se ve con bandas claras y oscuras, lo que se llama disposición en registro.

El tejido muscular estriado esquelético presenta muchas de estas células ordenadas paralelamente, constituyendo un fascículo o haz de tejido muscular.

Los filamentos de miosina tienen cabezas proteicas que sobresalen hacia los lados. Los filamentos de actina están formados por una doble cadena de proteínas globulares. Durante la contracción, en cada una de las miofibrillas se produce un fenómeno de interacción proteica, donde las cabezas laterales de la miosina se acerca y hace contacto físico con el filamento de actina más cercano, luego se une con el otro sitio de inserción de la miosina.

Cuando este tejido se observa en un músculo, está acompañado de tejido conjuntivo, el que le proporciona un medio de unión: fibras colágenas, fibras reticulares (fibroblastos), vasos sanguíneos. Entre las células esqueléticas hay pequeñas cantidades de tejido conjuntivo que se denomina endomisio. En un músculo hay varios fascículos, ellos están rodeados por tejido conjuntivo un poco más fibroso, llamado perimisio. Cuando estos fascículos se organizan como un todo para formar el músculo, se encuentran rodeados de tejido conjuntivo muy fibroso que se llama epimisio.

Un músculo esquelético es un órgano: tiene vasos y nervios.

INERVACIÓN.

La célula esquelética se contrae porque está innervada por un terminal motor, complejo conocida como placa motora. El axón terminal motor llega a la célula y libera el neurotransmisor (que en el caso de la célula esquelética es solo acetilcolina, Ach), los receptores de acetilcolina aumentan la permeabilidad de la membrana, este potencial se propaga por toda la célula a través de los tubos T y llega a los retículos lisos, el cual entrega el calcio a la célula, lo que provoca interacción entre las fibras de actina y miosina.

¿Cómo se innerva un músculo completo? El músculo realiza mayor o menor trabajo no porque la célula se contraiga más o menos (la célula sólo puede contraerse totalmente), esto lo hace por el tipo de innervación que tiene, lo que se llama **unidades motoras**. Una unidad motora esta formada por una neurona motora y el número de células que está innervando. Un músculo tiene varias neuronas motoras. La relación de una unidad motora es 1:200 a 1:2000. Por ejemplo, un músculo que tiene 12 unidades motoras, se quiere contraer en un cuarto de su potencial, activa 3 unidades motoras.

Si el sistema de contracción fuera como el de musculatura lisa, no habría posibilidad de controlar la fuerza de un movimiento.

Cada célula está innervada directamente por un terminal nervioso, sin que entre células vecinas haya uniones nexos. Así, los músculos de la mano, que deben realizar movimientos muy finos, tienen muchas unidades motoras, y una baja relación de células musculares que innerva.

3. MUSCULO CARDÍACO.

La célula es distinta. Solo tiene en común que es estriada. Tiene solo un núcleo y al centro. Tiene forma un poco alargada y sus extremos son irregulares

El tejido cardíaco está formado por hileras de células que se unen y que establecen uniones laterales de membrana, tanto ocluyentes, adherentes, y nexos. Eso es una fibra cardíaca. Los fascículos de músculo cardíaco son fibras paralelas que se van interconectando lateralmente, formando puentes en diagonal, llamadas anastomosis.

Este músculo cardíaco tiene en algunas partes células que generan impulsos en forma espontánea, comandadas por el tejido sinusal. Se genera un impulso y se transmite a la vecina porque hay uniones nexos; las uniones nexos laterales permiten que el impulso se propague en forma muy ordenada. La innervación del SNC controla la frecuencia cardíaca.

Este tipo de músculo está muy irrigado: entre el tejido muscular hay mucho tejido conjuntivo laxo tremendamente irrigado por una red de vasos. El infarto del miocardio se produce cuando hay una falla de irrigación, entonces algunas fibras se necrosan y el impulso no se propaga como debería, se retarda, produciéndose un desorden en la sincronización.

(A diferencia del músculo liso y esquelético, aquí una agrupación de células es considerada fibra).

5. SANGRE

Se puede considerar que la sangre es un tejido de tipo conectivo muy fluido, pues corresponde a la definición de este tejido, esto es compuesto por células y una sustancia intercelular líquida, que aquí se llama plasma sanguíneo. Las células forman en conjunto los elementos figurados.

La cantidad total de sangre en un individuo es de aproximadamente 5 litros, es decir, alrededor del 7 u 8 % del peso corporal.

PLASMA SANGUÁ NEO

Está compuesto principalmente por agua, además de proteínas, fibrinógeno, lipoproteínas, lípidos, hidratos de carbono, vitaminas, hormonas, iones, sales orgánicas.

ELEMENTOS FIGURADOS.

5.1. GLOBULOS ROJOS O ERITROCITOS O HEMATÓES.

Son células incompletas, carecen de núcleo y adoptan una forma que físicamente es un disco bicóncavo (esto facilita el intercambio gaseoso); están en la sangre en una cantidad grande: 5.000.000 por mm³ (midiendo 7,4 micrones de diámetro, ubicados uno al lado de otro llegarían a la luna) en el sexo femenino es un poco menor 4.2 a 4.6 millones por mm³; en el hombre, de 4.6 a 5.2 millones por mm³.

Contienen hemoglobina, lo que le confiere a la sangre su característico color rojo.

Se producen en la médula ósea y son muy resistentes a los cambios físicos mecánicos del medio, se deforman con facilidad, lo que les permite pasar por los capilares más pequeños; un citoesqueleto muy desarrollado y bien anclado a la membrana les permite recuperar su forma original.

Son sumamente frágiles a los cambios osmóticos: si están en un medio hipertónico, se hacen más pequeños y se presentan como esféricos, arrugados y con unas puntas, esto se llama crenación y a la célula se le llama crenocito; en un medio hipotónico la célula se hincha, aumenta de volumen y se rompe finalmente, en este caso se habla de un esferocito (esto ocurre generalmente en la manipulación de sangre, pero difusilmente en el organismo, aunque hay patologías relacionadas con estos fenómenos).

Tienen la propiedad de aglutinar, tendencia a adherirse unos con otros, formando “pilas de monedas”; esto se da cuando hay cambios en el medio (coagulación sanguínea).

El número de eritrocitos puede aumentar como un fenómeno compensatorio; por ejemplo, si alguien vive en la altura, donde la presión de oxígeno es menor, aumentan los eritrocitos: policitemia, También hay policitemias que son anormales.

Tienen un período de vida definido de 120 días. Después su membrana cambia de estructura, lo que es captado por el bazo; este los atrae, hace que pasen al intersticio del bazo, donde hay macrófagos que los fagocitan.

MANEJO CLÍNICO

- Cantidad de hemoglobina (Hb): que se expresa en gr en cm³, en promedio son 14.5 por cada 100 cc. de sangre; también se expresa en porcentaje (lo normal es 100%), en la mujer es un poco menos.
- Hematocrito: corresponde al volumen ocupado por los eritrocitos respecto de un volumen de sangre, esto expresado en porcentaje. Para el sexo femenino es de 37 a 40%, para el masculino, de 40 a 54%. Esto se consigue colocando sangre en un tubo graduado y centrifugándola, con lo que los eritrocitos decantan. (Puede que el recuento de eritrocitos sea normal, pero si el porcentaje del hematocrito es, por ejemplo, de 10%, nos encontramos frente a microcitos.)
- Volumen corpuscular medio (V.C.M.): 87 micrones cúbicos promedio; los límites son de 82 a 92; si están en este rango se llama normocito; si están por sobre los 92, se llama macrocito, si están bajo los 82, se llama microcito; si la alteración es macro o micro, la alteración se llama anisocitosis.
- Valor globular o índice de volumen: el normal es 1, expresa la relación que existe entre el volumen de la célula normal y la célula que estamos estudiando; si la célula estudiada mide 87, el índice es 1, si es 82, 0,9, y si es 92, 1,1.

- Concentración de hemoglobina corpuscular media (C.H.C.M): lo normal equivale a un 33%, la hemoglobina equivale a ese porcentaje de su peso.
- Cantidad de hemoglobina corpuscular: cantidad de hemoglobina en peso.
- Anisocitosis: si hay o no.
- Poquilocitosis: aquí se anota si las células son anormales en forma.
- Reticulocitos: el valor normal es 1%. El normoblasto expulsa el núcleo y lo último que expulsa es el REG (algunos lo expulsan pero no totalmente) y se convierte en eritrocitos; alrededor del 1% están recién formado; esta es una célula normal llamada reticulocito. Este valor es importante, porque si hay algún problema, la médula va a producir eritrocitos más rápidamente, y aumentar los reticulocitos.

Todos estos valores hay que asociarlos, ninguno de ellos sirve en forma aislada para saber el estado de los eritrocitos.

Este examen se pide para descubrir si hay una anemia. Anemia se define como la capacidad disminuida de los eritrocitos para transportar oxígeno. Uno de los tipos de anemia es la baja cantidad de eritrocitos. Puede haber mayor cantidad de eritrocitos, pero de menor tamaño.

Se habla de hemolisis cuando el eritrocito pierde hemoglobina sin dañarse o rompiéndose. Si la madre gestante no tiene el factor Rh (es Rh-), reacciona en contra de la sangre del niño si este es Rh positivo, y la inmunoglobulina anti Rh produce pérdida de hemoglobina, lo que se denomina hemolisis del recién nacido, donde el niño presenta asfixia metabólica.

5.2 GLOBULOS BLANCOS O LEUCOCITOS

Son células eucarióticas que contienen núcleo. Existen 5 tipos de leucocitos en la sangre y se clasifican de acuerdo con su contenido de gránulos citoplasmáticos en leucocitos granulares y agranulares. Los granulocitos se clasifican, a su vez, de acuerdo con las características tintoriales de los gránulos citoplasmáticos en granulocitos neutrófilos, eosinófilos y basófilos. Los leucocitos agranulares incluyen a los linfocitos y los monocitos.

• GRANULOCITOS

- NEUTRÓFILOS: tienen el núcleo de forma globular con vesículas muy pequeñas (3 a 5 globulos), que le dan un color rosado característico al citoplasma; como no se tiñen ni con colorantes básicos ni ácidos, se llaman neutrófilos. Mide 10 a 12 micrones. Los neutrófilos juegan un papel muy importante en la defensa contra bacterias invasoras, fagocitando. Constituyen el denominado sistema microbiano; se diferencian de los macrófagos por no poder regenerar sus lisosomas tras la fagocitosis; además viven sólo unas semanas. Son la defensa más eficaz al comienzo de una infección porque se encuentran en gran cantidad, se llenando de elementos extraños, hasta destruirse; cuando se acumulan en un sector determinado forman lámpulas de pus y constituyen la secreción purulenta, la que puede ser de diferentes aspectos: amarillento, transparente, hemorrágico (rojizo).
- EOSINÓFILOS: son un poco más grande, con un núcleo con menos lámpulas; se ven llenos de granos de un color rojizo. Estos se llaman eosinófilos o ácido (porque la eosina es un colorante ácido). Tienen un diámetro de 12 a 15 micrones. Su función no se conoce exactamente: son móviles y levemente fagocíticos; pero su principal función parece radicar en el hecho que son atraídos por los complejos antígeno-anticuerpo, a los que fagocitan, con lo que hacen disminuir esa reacción, especialmente en las de naturaleza alérgica.
- BASÓFILOS: con núcleo no muy lobulado; ahora las vesículas son muy grandes y se tiñen

intensamente con colorantes básicos. Tienen un diámetro de 12 a 15 micrones. Contienen la sustancia anticoagulante heparina, además de histamina, de gran efecto vasodilatador. Además contienen la denominada sustancia de reacción lenta de la alergia.

• AGRANULOCITOS

- **LINFOCITO:** célula pequeña que tiene un núcleo muy grande y redondeado y poco citoplasma, mide 6 a 7 micrones. Juegan un papel fundamental en las reacciones inmunológicas.
- **MONOCITOS:** es el más grande de todos los leucocitos, mide 16 micrones; poseen un núcleo compacto con forma de herradura y el citoplasma no presenta granulaciones y se ve celeste. Estas células son macrófagos.

Todos, excepto el linfocito, se generan en la médula ósea. En general son células de defensa, que utilizan la sangre para desplazarse por el organismo, llegando a un lugar determinado cuando se requiere. Las células tienen, además de histaminas, sustancias que atraen a los leucocitos (factores quimiotácticos).

MANEJO CLÍNICO

- **CANTIDAD:** 6.000 a 8.000 por mm³ de sangre. Esta cantidad aumenta cuando hay infecciones, lo que se denomina *leucocitosis*, que es una respuesta fisiológica normal; si frente a una infección no se produjera una leucocitosis, sería un problema. Pero también hay leucocitosis que son patológicas, como en el caso de leucemia (o leucocis); esto puede ocurrir en la médula ósea o en órganos linfáticos; esta multiplicación descontrolada es una neoplasia que invade el organismo y la médula ósea (impidiendo producción de eritrocitos y plaquetas) y los elementos normales no son funcionales. Estas células también disminuyen en cantidad, esto si constituye siempre un problema conocido como *leucopenia*. La administración de fármacos puede producir leucopenia, por eso muchos de ellos indican que no se usen por períodos prolongados, dentro de estos hay muchos analgésicos y antiinflamatorios no esteroideos (piroxicán, paracetamol, dipirón, aspirina, cloranfenicol); algunos de estos medicamentos producen leucocitosis en personas susceptibles, otros, en la mayoría de las personas después de una ingestión prolongada. También causan leucopenia algunos tóxicos, como el benceno, (que se usa como solvente industrial y se encuentra en la gasolina.)
- No todos los tipos de leucocitos están en la misma proporción; aquí hay que conocer el *recuento diferencial*. (del Sr. Schilling). Cuando se da un resultado, además de traer la cantidad total, vienen los porcentajes:
 - basófilos: 0 a 1 %
 - Eosinófilos: 1 - 3 %
 - Neutrófilos: 65 - 75 %
 - Linfocitos: 25- 30 % (20 y 35%)
 - Monocitos: 4 - 8 %.

En la médula ósea hay distintas líneas plásticas: las células troncales se dividen y van, por ejemplo, a la línea de granulocitos. Hay una división permanente seguida de una diferenciación. En el caso del neutrófilo, hay una cierta cantidad de ellos que salen a circular en estado maduro, caso en que se llama polimorfo nuclear; otros maduran cuando están circulando, por lo que tienen otro aspecto; por eso se dividen en:

- mielocitos (no debe salir a la circulación porque está muy inmaduro: 0%, si aparecen, puede ser una leucemia)

- juveniles (0 - 2 % 3%)
- basiloformes (nucleo como bastón: 3 - 5%)
- segmentados (o polimorfo nucleares: 70 %).

La respuesta inmune demora 5 días. Normalmente al comienzo de una infección la primera defensa es el neutrófilo; luego aparecen monocitos y más tarde los linfocitos.

En el examen de una persona con infección se debe esperar una Leucocitosis y Neutrofilia; si hay monocitosis y linfocitosis y una neutropenia, es probable que tenga una infección crónica; si hay rinitis, con estornudo, y está todo normal pero una eosinofilia (por lo tanto, los demás elementos figurados disminuidos), es probable que la persona tenga una alergia.

El hemograma, en lo que se refiere a la serie eritrocítica, tiene valor de diagnóstico. Pero para efecto de la lectura de leucocitos, ésta solo sugiere posibilidades de diagnóstico.

5.3 PLAQUETAS (TROMBOCITOS)

Son partes pequeñas de células que se generan a partir de una célula grande, que está en la médula ósea, llamada megacariocito. Estos se acercan a los capilares sanguíneos, llamados sinusoides, que son muy grandes y tienen aberturas en la pared, las que permiten que trozos de megacariocito pasen a la sangre.

Las plaquetas son los elementos figurados más pequeños (2 micrones de longitud y 1 de grosor). No poseen núcleo y al microscopio la parte central de la plaqueta se ve más oscura (centro) debido a la presencia de organelos, y el citoplasma se ve más claro (hialino).

La cantidad de plaquetas en la sangre oscila entre 250.000 hasta 350.000 por mm³ de sangre. Como son pequeñas, ocupan muy poco espacio.

FUNCIONES

- Participan en la coagulación sanguínea: sin su presencia no se forma el coágulo.
- Temporalmente tapizan la pared interna de los vasos sanguíneos cuando de estos se desprenden células endoteliales, formando un revestimiento temporal. Si esto no ocurriera, la sangre comenzaría a coagular.

Las plaquetas pueden disminuir en cantidad hasta 200.000, bajo esta cifra se habla de trombocitopenia. Si alcanza a 80.000 o menos, las complicaciones de una hemorragia son claras.

MECANISMO DE COAGULACIÓN.

El plasma sanguíneo tiene proteínas, entre ellas, *fibrinógeno*, que en el plasma sanguíneo es una proteína filamentosa: finas y largas; bajo ciertas circunstancias polimeriza y se forma una malla complicada, lo que se denomina *malla de fibrina*, donde se empiezan a enredar los elementos figurados, también las plaquetas. Esto es un coágulo.

Las plaquetas tienen en su interior muchas sustancias, que tienen varias acciones en el organismo, dentro de ellas, el factor plaquetario. En una herida salen todos los elementos, también las plaquetas, pasan a otro medio, con lo que las plaquetas se degranulan y rompen; entonces en el plasma aparece el factor plaquetario, el que se encuentra con otros elementos del plasma, como calcio iónico, inmunoglobulinas, fibrinógeno, hormonas, glucosa, aminoácidos y varias sustancias llamados factores plasmáticos, como el AHF (factor antihemofílico), PTC (componente plasmático de la tromboplastina), etc. El factor plaquetario, en presencia del calcio y estos factores, se activa y se forma tromboplastina (Tp), la cual ejerce su acción sobre

la protrombina, y por la presencia de calcio iónico se transforma en trombina. El fibrinógeno, por acción de la trombina, polimeriza y forma la malla de fibrina, donde aglutinan glóbulos rojos y plaquetas y se enreden los demás componentes sanguíneos.

Si la cantidad de plaquetas es muy baja, no se produce la cantidad suficiente de factor plaquetario.

Cuando hay una herida, el control de la pérdida de sangre no depende solamente de un buen coágulo, sino también de que las paredes estén en buen estado, que los capilares se retraigan y que el coágulo se contraiga.

Un examen sanguíneo que indique una buena cantidad de plaquetas no asegura una ausencia de riesgo de hemorragia, pues hay muchos otros factores que influyen:

Si una persona tuvo hepatitis, por lo tanto una pérdida de células del hígado, puede haber poco fibrinógeno o protrombina, que se sintetizan allí.

La persona que tiene una hemofilia carece de AHF. La hemofilia se manifiesta en forma clásica, no siempre es hemofílico.

4. TEJIDO NERVIOSO.

Las células que lo forman se denominan neuronas. Además forman parte de un grupo de células con otras funciones complementarias, denominadas neuroglías.

4.1. FUNCION

Generan, se conducen y transmiten impulsos. (impulsos: cambio de permeabilidad a los iones: Na, K, Ca). No circulan ni estímulos, ni percepciones ni ordenes. Las neuronas participan en esta función a través de su membrana celular, pero necesitan de todos sus organelos y estructuras para mantenerse vivas. El axón es el que conduce el impulso; en los sitios de sinapsis, el impulso se transmite de una célula a otra. En algunos sectores del Sistema Nervioso las neuronas se comportan como células glandulares: función de neurosecreción del tejido.

4.2. NEURONAS

- Cuerpo o soma o pericarion: puede tener distintas formas: poligonal, esférico, piramidal, granulosa, piriforme. Miden de 4 a 140 micrones de diámetros; [poseen cuerpos celulares grandes, pero son de tamaño variable, por lo general, el cuerpo celular es mayor en las neuronas con axones más largos. El citoplasma del pericarion contiene todos los organelos celulares clásicos; los rasgos más característicos del citoplasma de la célula nerviosa son los corpúsculos de Nissl (zonas de retículo endoplasmático rugoso) y los neurofibrillas.

Las neuronas se clasifican según el número de prolongaciones:

- Unipolares: tienen una única prolongación (son muy raras)
- Bipolares: emiten una prolongación desde cada extremo del cuerpo celular que tiene forma de huso
- Pseudounipolares: el cuerpo celular es redondeado y emite una única prolongación que luego se divide aproximadamente como una gran T; ambas prolongaciones responden funcionalmente y estructuralmente a un axón.
- Multipolares: además del axón tienen un gran número de dendritas.
- Axón: encargado de la conducción del impulso a través de su membrana, llamada axolema.

Sobre la base de la longitud del axón, se dividen en:

- Golgi tipo I: tiene muchas dendritas y un axón muy largo.
- Golgi tipo II: tiene muchas dendritas ramificadas y un axón relativamente corto que se ramifica cerca del cuerpo celular]

4.3. FIBRAS NERVIOSAS.

- **MIELINICAS:** el axón está acompañado de una célula neurálgica, constituyendo ambos una fibra nerviosa. Los axones están envueltos en su longitud, cada ciertos tramos, por células neurálgicas (en el Sistema Nervioso Periférico se llaman células de Schwann, en el Central, células de oligodendroglia), envuelven tanto a los axones motores, sensitivos y de asociación. En un corte transversal del axón se aprecia su citoplasma o axoplasma y axolema; las células neurálgicas están alrededor del axón, dando una célula muchas vueltas (20 a 200) alrededor del axón. Cuando da una primera vuelta completa, la neuroglia se toca a sí misma, tocando la parte externa de la bicapa, con la parte externa de la bicapa anterior, ahí se va a fusionar la célula; además, al sacar el citoplasma, las membranas se tocan por sus caras internas; por tanto, en cada vuelta queda una triple membrana, lo que se conoce como *mielina*, cuya composición es fosfolípida, y cuya estructura es una lámina gruesa (lámina densa mayor, unión externa membrana), un espacio, una lámina delgada (lámina intraperidálica, unión interna de las membranas), un espacio, y así sucesivamente. Así el axón está envuelto por un enrollamiento helicoidal progresivo, no concéntrico. El resto del citoplasma queda en la última vuelta. La mielina no es un producto de la célula, sino su membrana.
- **AMIELINICAS:** los axones se encuentran rodeados por células neuroglia, pero la célula neurálgica le da una vuelta incompleta al axón, donde los bordes de la célula ni siquiera alcanzan a tocarse (o una célula envuelve a varios axones). Esta hendidura o mesoaxón permite observar el axolema a lo largo de la neuroglia. Aquí el axón no está aislado. En el punto donde termina una célula neurálgica y comienza otra, el axón está descubierto y en contacto con el medio iónico vecino, zonas conocidas como estrangulaciones o nodos de *RENNIER*. El internodo es la longitud de la célula neurálgica.

4.4. CONDUCCIÓN.

El impulso se genera en el origen del axón (cono axónico). Se produce una inversión de cargas; pasa de estar positivo afuera y negativo adentro, a estar positivo adentro y negativo afuera, esto es lo que se llama potencial de acción, que se propaga y activa a las cargas vecinas, volviendo el punto anterior a la normalidad.

En una fibra amielínica la conducción va a ser continua.

En la fibra mielinica, en el sector donde hay mielina no hay iones de intercambio sino entre los nodos, con lo que la conducción va dando saltos: conducción saltatoria. Esto determina una diferencia de velocidad: gran velocidad de las mielinicas y poca las otras.

4.5. SINAPSIS: TRANSMISIÓN.

En la sinapsis una célula transmite el impulso (no el estímulo, ni corriente, etc.) El número de sinapsis que recibe una neurona son varios miles.

Las sinapsis pueden ser eléctricas o electroquímicas y químicas.

SINAPSIS ELÉCTRICA O ELECTROTÁCTICA.

La estructura sináptica es simple y está dada por las uniones nexos o de hendidura o unión estrecha o gap function. Cada membrana presenta proteínas que se tocan, formando un lumen que permite que pasen iones del interior de una célula al interior de otra. Así, si una de las neuronas experimenta depolarización, esta se transmite por la membrana pasando a otra célula. Este impulso se transmite en cualquiera de las dos direcciones, porque no hay una depolaridad funcional.

SINAPSIS QUÍMICA

La transmisión se produce por una sustancia química, llamada neurotransmisor. Existen varios neurotransmisores: acetilcolina, adrenalina, dopamina, histaminas, sustancia P, leucina, encefalina, etc.

El terminal presenta las vesículas (varios miles) con el neurotransmisor, también hay mitocondrias. Hay 3 componentes:

- Presinápticos.
- Postsináptico.
- Hendidura sináptica.

Hay distintas formas, pero esta es la estructura fundamental.

En el SNC hay 30 mil millones de neuronas, las que establecen una red muy compleja. Los circuitos están ya establecidos, pero no necesariamente funcionan todos al mismo tiempo.

- Sinapsis de Neurotransmisor excitatorio: al activarse la sinapsis, la depolarización del componente de membrana, al llegar a la hendidura, produce una exocitosis de las vesículas, ocupando el neurotransmisor la hendidura. En la membrana del componente postsináptico hay receptores de membrana, al fijarse, esa parte de la membrana cambia su conformación y aumenta su permeabilidad a los iones, a todos los iones. La membrana postsináptica está cargada positivamente afuera y negativamente adentro, al abrirse los canales a todos los iones, las cargas van a tender a equilibrarse. Así se produce un potencial excitatorio postsináptico, y se ha producido la transmisión del impulso. Un punto no es suficiente, se necesitan varios potenciales locales para que se genere un potencial de acción, que se transmite por el axón, que es un cambio de permeabilidad solo al sodio. En este caso el neurotransmisor se llama excitatorio.
- neurotransmisores inhibitorios: como el gaba, como las encefalinas (metionina y leucina), dinorfina, que cuando se liberan de las vesículas (que en este caso son aplanadas) producen el vaciamiento y la captación del neurotransmisor en la membrana postsináptica. Estos neurotransmisores producen un efecto: abren en forma selectiva canales al potasio (que se encuentra dentro) y al cloro (que se encuentra en mayor concentración afuera), al salir potasio, aumenta la carga positiva; al entrar cloro, aumenta la carga negativa al interior de la membrana; esto hace que la membrana se hiperpolarice, su valor iónico aumenta, se aleja del cero. El neurotransmisor y la sinapsis se llama en este caso, inhibitorio; ahora se hace mucho más difícil generar un impulso.

Pero ambos fenómenos no son independientes, sino que están combinados. Al estimularse un receptor de, por ejemplo, dolor, este se transmite y llega finalmente a la corteza cerebral, y se percibe el dolor. Aquí funcionan los neurotransmisores excitatorios. Este sistema es más flexible, más plástico, permite que, por ejemplo, en una emergencia, no se perciba un determinado dolor; Otro ejemplo: el masaje inhibe la sensación dolorosa, porque la neurona receptora tiene ramificaciones colaterales y hace sinapsis con una interneurona, la que hace sinapsis con la vía que conduce el dolor, llevando el neurotransmisor inhibitorio. La hipnosis es activar circuitos corticales descendentes que activan las neuronas inhibitorias.

Una neurona genera el potencial de acción dependiendo del número de sinapsis excitatorias e inhibitorias que reciba al mismo tiempo.

4.6. TERMINACIONES NERVIOSAS

SENSITIVAS:

LIBRES (dolor, tacto, etc)

CAPSULADAS (mecanorreceptores, termorreceptores, etc)

MOTORAS

SOMÁTICA

VEGETATIVA

El cuerpo de la neurona se puede ubicar en el SNC o en el periférico. En ambos casos la función de los axones determina el nombre de la terminación nerviosa. En el caso de las terminaciones nerviosas sensitivas, el axón termina en un receptor, son todas pseudounipolares y su cuerpo se encuentra en el Sistema Nervioso Periférico, formando un ganglio nervioso sensitivo.

Otras neuronas enervan un efector, que puede ser efector somático del músculo esquelético (contacto que se llama placa motora) o músculo liso, células glandulares y músculo cardíaco. De aquí vienen terminaciones nerviosas motoras somáticas y vegetativas.

NERVIO: es un grupo de axones, los que están cubiertos por fibras neuroglíicas, por tanto pueden ser mielínicas o amielínicas. Entre las fibras nerviosas del nervio hay una pequeña cantidad de tejido conjuntivo, aportando mecanismos de defensa, resistencia mecánica y la irrigación. Este tejido conjuntivo laxo se llama *endoneuro*. Un grupo de células nerviosas constituye un fascículo, cada uno rodeado de células aplanadas continuas unidas, formando una envoltura continua llamada *perineuro* (derivada de las meninges). En un nervio encontramos varios fascículos, unidos por tejido conjuntivo fibroso, con vasos sanguíneos importantes, llamado *epineuro*.

Algunas fibras del nervio son sensitivas y otras motoras, otras mielínicas y otras amielínicas, siendo imposible distinguir en un corte transversal unas de otras.

EJEMPLOS

Terminaciones nerviosas sensitivas:

- Terminaciones nerviosas libres: finalizan en una arborización del telodendro del axón; las células neuroglíicas llegan al punto donde el axón se ramifica. Las terminaciones nerviosas libres se ubican en el tejido epitelial, entre las células epiteliales, son intraepiteliales. También se distribuyen en el tejido conjuntivo. Son receptores de dolor. Por tanto todo el organismo está cubierto por receptores del dolor; el único que no tiene terminaciones sensitivas de ningún tipo, es el tejido nervioso. La distribución es irregular, hay zonas que presentan más terminaciones: pulpa dentaria, támpano, tránea, periostio, páncreas, vías urinarias.
- Terminaciones nerviosas capsuladas: se llaman así porque la terminación nerviosa no termina sola, sino que el terminal sensitivo está encapsulado por células que forman capsulas y se llaman corpúsculos, que son muchas capas celulares planas (pueden ser más de 100), por ejemplo,

corpúsculo de Vater Pacini, ubicadas en el tejido conjuntivo, estos son receptores de presión. Los de tacto, son más superficiales: corpúsculos de Maisner.

Terminaciones nerviosas motoras:

- Somáticas: la estructura es idéntica a la de una sinapsis: se ven dilataciones del terminal axonal. En el punto de contacto la membrana celular forma hendiduras o pliegues secundarios que aumentan la superficie receptora de la membrana. El terminal axonal tiene cientos de vesículas, que contienen el neurotransmisor acetilcolina (ach), es colinérgica. De la hendidura es recibido por los receptores de membrana, propagándose por la membrana de la célula.
- Vegetativa: en el lugar donde est n los efectores los axones motores no terminan en contacto directo con el efector. En la porción terminal presenta una serie de dilataciones, donde se encuentra el neurotransmisor en vesículas. El neurotransmisor difunde por el territorio. El neurotransmisor es Acetilcolina para el parasimpático y Noradrenalina para el simpático.

NOMENCLATURA RESPECTO DE LAS FIBRAS NERVIOSAS

Se basa en el diámetro y velocidad de conducción.

- Las de tipo A son mielínicas: no todas son del mismo diámetros, algunas son de 22 micrones y de 120 mt/sg. Por eso se subdividen en

A alfa: de mayor velocidad, placa motora.

A beta: ejemplo, vater pacini.

A gama: uso neuromuscular.

A delta: son las más delgadas, receptores de dolor.

- Las de tipo B también son mielínicas, exclusivamente las pregangliolares del sistema nervioso vegetativo.
- Las fibras C son las amielínicas: ejemplo, receptores de dolor.

Hay receptores de dolor mielinizadas y otros de fibras amielínicas; por eso en un trauma hay una doble percepción dolorosa.

6. CIRCULATORIO

6.1. ARTERIAS

• ARTERIAS ELASTICAS

Corresponden a las de mayor calibre. Se caracteriza por un contorno bastante regular y grosor uniforme, no tiene partes más delgadas que otras (aneurisma: falla de una pared de una arteria que queda más delgada, por lo que se hincha). Tiene 3 capas histológicas, de dentro afuera:

- Intima: lo que encontramos en contacto con el lumen es el epitelio plano simple o endotelio; en su zona basal hay una pequeña cantidad de tejido conjuntivo, el que se denomina subendotelio.
- Media: su principal componente es una cantidad grande de elastina, que se presenta en forma circular.

No se trata de fibras elásticas, sino de láminas, llamadas láminas fenestradas de elastina, porque tienen aberturas, que permiten la circulación de metabolitos. Estas láminas no son sintetizadas por fibroblastos, sino por células musculares lisas, por lo que entre las láminas se ven los núcleos de estas células, que no son contractiles, sino secretoras. Esta capa es la más gruesa de todas.

- Adventicia: cantidad muy fibrosa de tejido conjuntivo.

FUNCION: estas arterias están muy cerca del corazón, donde recibe la sangre a una presión de 200 mm de mercurio en el sístole. Por eso tienen 2 componentes importantes para recibir esta presión sin dañarse: láminas de elastina, que amortiguan la presión, y colágeno de la capa adventicia: el que limita el estiramiento de la pared si la presión aumenta mucho. Una vez que termina el sístole, durante el diástole la presión de la sangre baja bruscamente; entonces la elastina vuelve a su posición original y comprime la sangre, lo que tiende a mantener la presión. Por esto las arterias elásticas también se llaman de conducción.

Más adelante se ramifican, disminuyen fibras elásticas y aumenta músculo liso.

• ARTERIAS MUSCULARES

Son de menor calibre que las elásticas, pero mantienen la misma estructura general: contorno muy regular, para que la presión interna se distribuya en forma igual, y pared gruesa (en relación al lumen, a medida que aumentan las ramificaciones, la pared es cada vez más gruesa). Tiene igualmente 3 capas

- Intima: igual a la anterior.
- Adventicia: igual a la anterior.
- Media: en vez de elastina, hay músculo liso, que forma una capa uniforme. Este músculo liso es contractil. Según el nivel, todavía es posible encontrar algo de elastina: lámina elástica interna y externa.

FUNCION: si el músculo liso disminuye, el lumen también, y viceversa; estas arterias permiten que el lumen cambie. Por eso estas arterias se llaman de *distribución*, regulando la vasoconstricción y la vasodilatación de acuerdo a las necesidades del organismo.

• ARTERIOLAS.

Son ramificaciones muy pequeñas, de alrededor de 100 micrones o menos de diámetro. Tienen la siguiente estructura:

- Endotelio que circunda el lumen.
- Adventicia: muy pequeña.
- En la zona media tiene varias capas de células musculares lisas con sus núcleos. El grosor de la pared respecto al lumen es mayor, lo que da mayor capacidad de restringir el lumen, llegando a cerrar, caso en el que la presión en los capilares disminuye. Esa es su función. Un espasmo es el cierre de las arteriolas que produce muerte de un determinado órgano. La descarga de histamina relaja este músculo liso

En situaciones anormales se producen infartos pulmonares, cerebrales, etc. por alteración de la función arteriolar, que produce necrosis de tejidos

Una relajación mayor de lo normal va a producir un edema, lo que es el inicio de un fenómeno inflamatorio. Si esta relajación se da en muchas arteriolas, la presión de las arterias baja, y no hay presión para que la sangre llegue al capilar; por lo que no se produce un edema general, sino una hipopsia rápida de los tejidos y shock anafiláctico.

6.2. CAPILARES

Su función es permitir el intercambio entre la sangre y el tejido, y viceversa. Son muy pequeños, de 5 micrones de diámetro (un hematocito, que mide 7 micrómetros, debe deformarse para pasar por el capilar). Son muy pequeños y su presión es muy baja, por lo que se colapsa y se ve al microscopio como una línea; si el corte no pasa por el núcleo de la célula endotelial, el contorno del capilar se hace casi imperceptible.

Está formado por una sola célula endotelial, cuyo núcleo ocupa un poco de espacio hacia el lumen. Los bordes de la célula endotelial se unen. Donde termina una célula, se le une otra. La pared delgada permite fácil filtración y difusión a través de la membrana, pero también hay filtración y difusión por el lugar en que se unen las células.

Hay 3 tipos distintos de capilares.

• CONTINUOS O SOMÁTICOS

Todos los fenómenos de intercambio se dan a través de la pared, y en ciertas zonas, a través de los sitios de unión. Están en el músculo esquelético (por eso se llaman somáticos, porque el músculo representa la mayor parte de la masa del cuerpo), en los alveolos pulmonares y en el SNC (encéfalo y médula). Los capilares continuos del SNC son distintos porque no hay filtración por las uniones intercelulares, que en este caso son uniones ocluyentes y su función es la selectividad metabólica en los dos sentidos; esto constituye la *barrera hemato encefálica*. Esto tiene su importancia a nivel clínico, para hacer llegar un medicamento al SNC, en el caso, por ejemplo, de una infección. La aplicación de antihistaminas en caso de alergias, que traspasen la barrera hemato encefálica, va a afectar la sinapsis de las neuronas que ocupan histaminas como neurotransmisor, y si estas neuronas tienen que ver con la vigilia, van a producir un estado de letargamiento, etc.

• FENESTRADOS O VISCERALES

Son del mismo tamaño que los continuos, pero hay una diferencia de estructura: en la pared este capilar presenta un cierto número de aberturas que se denominan fenestraciones, las que se observan en grupos. El intercambio se produce a través del endotelio, de las uniones intercelulares y de las aberturas, esto indica que la cantidad de intercambio es mayor y más rápida. Se ubica donde la filtración necesita ser rápida y abundante, como el riñón (nefrones), en el tubo digestivo, en algunas glándulas endocrinas.

• DISCONTINUOS O SINUSOIDES

Es bastante grande, de 30 micrones, por lo que no concuerda con la definición de capilar, pero sí realiza la función de intercambio. Está formado por varias células endoteliales, y la pared no es continua teniendo aberturas para el intercambio, pues una célula endotelial se une con la vecina sólo en algunos puntos. Las aberturas son de distinto tamaño. La función de este tipo de capilares es que se filtren células, como glóbulos rojos, que vienen de la médula; por eso estos capilares están en la médula ósea; si el capilar está en el bazo, donde se forman linfocitos, estos van a ingresar a la circulación; en el bazo se produce la destrucción de los glóbulos rojos, los que salen de la circulación y son fagocitados por macrófagos del bazo; también se encuentran en el hígado, que necesita gran cantidad de elementos para cumplir sus muchas funciones, lo mismo pasa con la hipófisis.

6.3 VENAS

Los capilares se unen entre sí en un sistema convergente, formando vasos muy pequeños llamados vénulas, que son vasos pequeños, con un par de células endoteliales y pequeñas cantidades de tejido

conjuntivo. Estas venas pequeñas se unen formando venas cada vez de mayor tamaño.

VENA.

Ya no tiene necesariamente forma circular. La pared tiene 3 capas, al igual que la arteria, pero ahora no están bien definidas:

- Después del epitelio hay tejido conjuntivo formando la capa íntima.
- En la capa media, hay tejido conjuntivo bastante fibroso y muy poca cantidad de células de músculo liso, que no constituye una capa de tejido muscular liso.
- La adventicia: capa más resistente de tejido conjuntivo, se distingue de la capa media en que es más fibrosa y no tiene células musculares.

El contorno ya no es regular como en las arterias (cuyo contorno regular ayudaba a resistir la presión). En las arterias la pared es relativamente gruesa para el volumen que lleva y un grosor uniforme. El contorno de la vena es irregular, su pared es delgada y no tiene un grosor uniforme.

Esta estructura está asociada a la función de estos vasos:

- La sangre vuelve al corazón por la contracción de los músculos esqueléticos, lo que se denomina *bomba muscular*. Los músculos al contraerse, aplastan las venas, por eso tienen paredes delgadas e irregulares, para que puedan ser colapsadas por los músculos.
- Las venas que están dentro del abdomen y tórax, como la cava inferior, esta sangre avanza gracias a la *bomba respiratoria*.

El corazón no produce una presión negativa, porque la aurícula contrae su musculatura, pero no se relaja; solo aumenta de volumen cuando la aurícula se vuelve a llenar.

Hay venas sin válvulas, pero se ubican en el extremo superior del organismo.

Si la persona permanece en posición estática vertical, la bomba muscular disminuye mucho en efectividad. Además disminuye la respiración y la efectividad de la bomba respiratoria. Entonces el corazón funciona con menor cantidad de sangre, disminuye el flujo vascular, y como el tejido es sensible a la ausencia de sangre es el nervioso, la hipoxia produce un desmayo o colapso ortostático.

Este colapso también se presenta cuando la persona está sentada: hay menos vasomotores que hacen que fluctúe la presión sanguínea y al ponerse de pie la persona puede sufrir un desmayo. Al estar tendida mucho tiempo, la inercia hace que la sangre quede abajo, y al ponerse de pie falla la llegada de sangre a la cabeza. Esto es distinto del caso de un individuo que pierde la conciencia por un síncope vasovagal, por activación del neumogástrico, que en su función parasimpática es colinérgico, lo que produce una vasodilatación; lo que se puede mezclar con un colapso ortostático al ponerse de pie.

VALVULAS DE LAS VENAS

El endotelio algunas veces se pliega hacia el interior, acompañado de tejido conjuntivo, lo que constituye las válvulas. Esto corta la columna líquida para que la presión hidrostática no sea muy grande.

Las columnas líquidas producen una presión importante a pesar de las válvulas, con lo que las paredes venosas se empiezan a dilatar en forma irreversible, lo que se conoce como varices y hemorroides. Por eso se recomienda a las personas que deben permanecer mucho de pie, caminar o moverse un poco.

7. TEJIDO ÓSEO

Es una variedad de tejido conjuntivo. Esto indica que está formado por células separadas y sustancia intercelular, pero ahora la sustancia intercelular está mineralizada: se trata de una malla de fibras colágenas que se endurece, por eso es muy resistente, no rígida, sino elástica, pero muy resistente.

Un hueso tiene como base tejido óseo, pero hueso es un órgano, tiene tejido conjuntivo fibroso en su parte externa (periostio), zonas con cartílagos, cavidades con tejido blanco (médula ósea), vasos sanguíneos (que también son órganos), y nervios.

- **OSTEOCITOS:** son células del tejido óseo ubicadas en el interior, en zonas llamadas lagunas óseas; como lo que los rodea es sustancia mineralizada, las lagunas se comunican unas con otras para el aporte metabólico por medio de conductos calcíforos o canaliculos; estos conductos llegan finalmente a la superficie del tejido, donde hay vasos sanguíneos de tipo capilar. En el espesor del tejido no hay vasos sanguíneos; por el interior, no circula sangre, sino líquido tisular.
- **OSTEOBLASTOS:** son células formadoras de tejido óseo.
- **OSTEOCLASTOS:** son las que destruyen tejido óseo.
- **CÉLULAS LIMITANTES:** capa de células que se ubican en la superficie del hueso; son una especie de reserva celular que tiene el tejido, pues de aquí se pueden diferenciar osteoblastos, osteoclasto, condroblasto (relacionado con cartílago). Estas últimas 3 células se ubican en la superficie libre del tejido.

7.1. FORMACION DE TEJIDO ÓSEO

Lo primero que aparece son células con ciertas prolongaciones, toman cierta posición y comienzan a alinearse. Posteriormente los osteoblastos (muy parecidas a los fibroblastos), de retículo muy desarrollado (producen proteínas) y golgi (le agregan hidratos de carbono); sintetizan fibras colágenas y cada célula se rodea de una malla de colágeno; entre una hilera y otra, las mallas están orientadas en distintos sentidos, no quedando en la misma dirección dos hileras seguidas; esto forma un verdadero tejido. Entre las fibras hay sustancia amorfa, también sintetizada por los osteoblastos. Este tejido se llama osteoide, el que se encuentra durante el desarrollo embrionario y cuando se fractura un hueso. Este se transforma en tejido óseo porque se mineraliza el colágeno, en donde se depositan sales de calcio, carbonatos y fosfatos de calcio en forma de cristales.

La mineralización es bastante compleja: se realiza en 3 niveles:

- Entre las fibrillas se depositan cristales; ahora no tenemos una fibra colágena flexible, sino endurecida.
- Encima de la fibra también se depositan cristales, los que se orientan en forma ordenada formando una capa.
- Mineralización de los espacios entre las fibras, los cristales se disponen aquí de una manera desordenada.

Resultado de esto es un tejido sumamente duro, flexible pero muy resistente.

Entre una hilera y otra de osteoblastos, las fibras se orientan en distinto sentido; cada elemento fibroso que tiene una misma orientación se llama laminilla ósea (parecido al terciado). La disposición de varias láminas forma el tejido óseo y entre las capas se ubican las células osteoblásticas. Los osteoblastos pasan a ser ahora osteocitos. El osteoblasto ya cumple su función y queda encerrado, pero no totalmente,

pues su colágeno respeta ciertos límites y le deja un pequeño espacio a la célula con la misma forma de la célula.

Donde termina el tejido óseo hay tejido blando. Si se trata de una superficie libre, encontramos tejido conjuntivo fibroso o periostio, que tiene redes de capilares captados por los conductos calcáforos. Si donde termina el hueso es el interior del hueso, hay tejido conjuntivo laxo, llamado médula ósea.

7.2. TEJIDO ÓSEO COMPACTO

Cuando en el organismo se forma tejido óseo, en algunos sectores se organiza con las laminillas concéntricas a un conducto central, lo que se denomina osteona o sistema de Havers. El colágeno va girando y se dispone en forma de círculo, alrededor de ella están los osteocitos en sus lagunas. El conducto se denomina conducto de Havers, donde hay tejido blando, tejido conjuntivo con vasos sanguíneos y capilares; también hay fibroblastos. En la superficie libre hacia el tejido conjuntivo se encuentran las células limitantes, los osteoblastos y los osteoclastos.

En el tejido óseo compacto hay muchas osteonas, de distinto tamaño; en los intersticios que quedan también hay tejido óseo, formado por laminillas que no forman parte de ninguna de estas osteonas, llamadas laminillas intersticiales; también hay osteocitos. Las osteonas se ubican en forma paralela entre sí, lo que da mucha resistencia, a las cargas verticales principalmente.

REMODELACIÓN ÓSEA

Los Osteoclastos son células grandes con varios núcleos, adheridos, por pliegues de su membrana, a la superficie libre. Activada por hormonas produce enzimas hidrolíticas que actúan en la unión proteica de la fibra de colágeno, con lo que ésta se destruye; los cristales que de ella formaban parte se desprenden. El osteoclasto comienza luego a fagocitar los elementos sueltos, lo que da como resultado la destrucción del tejido.

La acción de la glándula parotídea produce esta acción de los osteoclastos con la finalidad de remodelar el tejido, ya que luego los osteoblastos producen nuevo tejido. Por ejemplo, el maxilar inferior de un niño para que llegue al estado adulto, requiere de osteoblastos que en la cara externa vayan poniendo capas de tejido, y de osteoclastos que absorban hueso en la cara interna.

Las osteonas están orientadas en ciertas direcciones para resistir ciertas fuerzas en cierto sentido, pero si esa parte del cuerpo tiene una actividad diferente, las osteonas deben cambiar su orientación o su tamaño; las señales generadas por las nuevas cargas activan a los osteoclastos que degradan el tejido; las células limitantes se activan y forma nuevo tejido óseo; los residuos de las osteonas degradadas que quedan en la periferia forman las laminillas intersticiales.

Esta actividad del osteoclasto se da en una situación normal, pero hay patologías en que los osteoclastos destruyen todo el tejido óseo.

Los osteoclastos tienen una muy activa participación durante el desarrollo embrionario y en el crecimiento y remodelamiento del esqueleto. Esta actividad es la que se aplica en ortodoncia, donde en la dirección en la que se aplica la fuerza se activan los osteoclastos y donde se produce el estiramiento, se activan los osteoblastos.

La ausencia de fuerza disminuye el tejido óseo, lo que puede llegar incluso a osteoporosis.

7.3. TEJIDO ÓSEO ESPONJOSO

Tiene múltiples cavidades. Las laminillas óseas tienen trayectos alargados e irregulares, conectados unos con otros. Entre ellas quedan cavidades grandes llamadas cavidades esponjosas, ocupadas por tejido blando o médula ósea, que es tejido conjuntivo laxo.

Existe dos tipos de médula ósea:

- Una muy rica en células adiposas, llamada médula amarilla y se encuentra en el centro del hueso.
- Hay otra que es roja y tiene actividad hemocitopoyética (donde se forman los elementos figurados de la sangre, menos los linfocitos, que se originan en los órganos linfáticos); se encuentra en las cavidades esponjosas.

Un conjunto de estas laminillas recibe el nombre de trabécula o tabique. En el interior de una trabécula también hay osteocitos. En la superficie hay osteoblastos, osteoclastos y células limitantes, por lo que se perciben una serie de núcleos celulares.

La resistencia de este tejido es menor que la del compacto

En un hueso generalmente hay una parte externa de tejido compacto, y hacia adentro, tejido esponjoso.

7.4. VASOS SANGUÍNEOS

En cada conducto de Havers hay vasos sanguíneos que lo recorren en su longitud. Estos vasos están allí porque cuando se forma el tejido óseo, lo primero que ocurre es una proliferación de vasos, que provienen de la superficie del tejido. Por tanto los conductos de Havers están conectados con la superficie ósea por medio de conductos. Estos vasos emiten ramas que irrigan los conductos de Havers que se encuentran más adentro.

En la superficie del hueso hay tejido conjuntivo fibroso llamado periostio, de donde provienen los vasos que irrigan las osteonas. Otra función del periostio es otorgarle defensa biológica al tejido óseo. Otra es aportar células limitantes.

Los conductos que están en la superficie y permiten el primer ingreso de vasos se llaman conductos perforantes o de Volkmann. Los conductos más profundos que unen los vasos de un conducto de Havers con los de más adentro se llaman conductos anastomóticos.

Esto permite entender la respuesta biológica mala del tejido óseo compacto a un trauma o a una infección. Si llega una infección, se necrosa una parte del tejido conjuntivo, con lo que se pierde la irrigación del tejido óseo; esto implica que los vasos que permanecen en el interior se necrosan (la sangre coagula) y el tejido blando que está dentro del conducto entra en lisis, se muere. Así, de un foco no muy grande se puede comprometer una parte importante de tejido óseo. El organismo rechaza los gérmenes por la defensa específica e inespecífica; pero en el interior del tejido óseo está todo muerto, por lo que las bacterias se encuentran con sustratos orgánicos y en un sector aislado de las defensas del organismo, porque no pueden llegar macrófagos, etc., porque no hay tejido conjuntivo ni vasos que los trasladen. Esta infección se llama osteomielitis, y forma secuestros, esto es, bloques de tejido óseo necróticos que se empiezan a desprender, con lo que se producen fistulas o trayectos que tratan de eliminar los elementos extraños (los secuestros no pueden salir porque son muy grandes). Frente a esto, el profesional de la salud, además de instalar una terapia de antibióticos muy agresiva, debe retirar mediante cirugía a los trozos de huesos necróticos. La reparación de esto es muy difícil y se produce normalmente recadas por pequeños focos de bacterias, a veces se llega incluso a extirpar el hueso.

En el tejido óseo esponjoso, en cambio, hay muchas redes de vasos, lo que permite una mayor defensa y una

mejor respuesta a la infección.

La mandíbula tiene mucho tejido óseo compacto y poco esponjoso; el maxilar superior, al revés, por lo que la infección de la mandíbula es más grave.

7.5. EL CALCIO Y EL NÍTRÓGENO.

Es uno de los elementos fundamentales del organismo y que se debe mantener en un nivel apropiado (calcemia) para que sea compatible con la vida. Es necesario en la sangre en una forma constante y participa en:

- contracción muscular (sin ella no podemos respirar)
- conducción nerviosa
- a nivel sintéptico
- coagulación sanguínea
- fenómenos de transporte en la membrana celular

Se obtiene de la naturaleza a través de la alimentación, se absorbe y pasa a la sangre, llegando a una cierta concentración, la que lo distribuye por los tejidos. Como el ser vivo no se alimenta a cada rato, la calcemia tiende a bajar porque se va gastando. Entonces el calcio sale del tejido óseo, pero con ello no se afecta ni se daña ni se desmineraliza, porque lo entrega a partir de cristales que están en las paredes de los conductos. Los encargados de entregar calcio o de guardarlo son los osteocitos.

La calcemia se regula por hormonas:

- Cuando la calcemia baja, la paratiroides entrega su hormona paratiroidea, la que tiene 3 acciones:
 - en el estómago aumenta la absorción de calcio a nivel intestinal,
 - en las vías urinarias disminuye excreción de calcio,
 - en el tejido óseo activa la entrega de calcio por el tejido óseo.

Esta acción hipercalcemiante hace que la calcemia tienda a subir.

- Cuando la calcemia sube se activan células de la glándula tiroides llamadas células "C" o parafoliculares, que mediante la hormona calcitonina, tienen el efecto contrario.

Por eso el tejido óseo es un almacén de calcio: lo entrega y lo recupera. Hay casos patológicos en los que, por ejemplo, un exceso de la hormona paratiroidea produce acción de los osteoclastos, los que comienzan a destruir el hueso.

SISTEMA ENDOCRINO

Está constituido por células epiteliales que entregan su secreción directamente a la sangre.

- Glándulas endocrinas: hipófisis, tiroides y suprarrenal.
- Sistema endocrino difuso: células en gran cantidad que no forman glándula (aparato digestivo, cardíacas, renales).

HIPOFISIS

Tiene 2 partes distintas: una nerviosa o neurohipófisis y una epitelial pura o adenohipófisis. La neurohipófisis mantiene su conexión con su tejido de origen.

ADENOHIPÓFISIS.

Formada por células más o menos poligonales que forman grupos llamados nidos celulares. Secreta distintos tipos de hormonas (cada tipo celular produce hormonas distintas); para esta síntesis necesita capilares con aberturas que permitan la circulación de metabolitos.

Hay 2 tipos de células:

- Células acidófilas: son de color más o menos rojizo, porque se tiñen con colorantes ácidos.
- Células basófilas: se tiñen con colorantes básicos, por lo que son más oscuras.

A ambos tipos se les denomina células cromófilas de la adenohipófisis. Hay células que no se tiñen, denominadas células cromófobas.

NEUROHIPOFISIS

Se origina como una dependencia del SNC. En algunos sectores del hipotálamo están los núcleos de estas células, los axones se encuentran en la neurohipófisis, junto con sus células neurálgicas, que aquí se llaman pituiticos. Estas neuronas al recibir impulsos nerviosos se activan y en vez de enviar un impulso, en el cuerpo celular sintetizan sustancias y las conducen por el flujo axonal; estas se almacenan en los terminales de los axones y pasan a la sangre.

Produce varias hormonas: oxitocina (contrae el músculo liso útero en el parto), ADH (activa la reabsorción de agua en los riñones).

Hay enfermedades neuroendocrinas, donde por ejemplo, un estado emocional influye en el sistema endocrino y puede llevar a la pérdida de cabello. Esta relación estrecha entre sistema nervioso y endocrino se encuentra enlazada a través del sistema portahipofisiario. En la hipófisis, entre la neuro y la adenohipófisis hay una vena que nace de capilares y termina en capilares. Los capilares de la neurohipófisis, en la parte alta, cerca del SNC, se reúnen formando una vena, la que pasa a la adenohipófisis, donde se capilariza de nuevo. Los capilares de la adenohipófisis (primera capilarización del sistema portahipofisiario) reciben sustancias, las llevan por la sangre a la adenohipófisis, en cuya red entregan las sustancias.

Funcionamiento: en el hipotálamo hay núcleos con neuronas que sintetizan sustancias que envían axones cortos a la neurohipófisis, entregando sustancias a la primera capilarización del sistema portahipofisiario. Por ejemplo: la adenocorticotrofina (ACTH) es producida por una de las células de la adenohipófisis; por vía sanguínea esta hormona va a la glándula suprarrenal, porque allí se producen corticoides; estos llegan por vía sanguínea a las neuronas de axón corto del hipotálamo; estas producen hormonas llamadas factores RH, los que controlan la secreción de la adenohipófisis. Así, si sube la concentración de ACTH, el núcleo hipotalámico deja de producir RH-ACTH, etc. La autorregulación es negativa, cuando aumentan los corticoides disminuye la RH-ACTH, por lo que se llama regulación por retroalimentación negativa.

Los corticoides regulan el metabolismo de los hidratos de carbono. Los corticoides exógenos que aumentan su concentración son potentes antiinflamatorios. Esto hará que suba la concentración de corticoides plasmáticos, por lo que las neuronas del hipotálamo productoras de RH hacen disminuir la producción de ACTH; esto hace disminuir la producción de corticoides en la glándula suprarrenal. Si esto dura mucho, la adenohipófisis deja de producir ACTH y se queda finalmente sin corticoides si se suspende bruscamente el tratamiento. Una persona su puede incluso llegar a morir.

TIROIDES

La estructura que lo forma está constituida por *folículos tiroideos*, de forma esférica, con pared epitelial (epitelio cúbico simple) y una cavidad con un contenido interno. Cerca del epitelio hay redes de capilares sanguíneos que aportan los elementos necesarios. En el interior de los folículos hay un contenido espeso: *coloide tiroideo*, que es un precursor de la hormona. Cuando se necesita la hormona, pasa por los capilares y se transforma en hormona. Entre las hormonas que produce se encuentran T3 y T4 (triyodotironina y tetrayodotironina).

Por fuera del epitelio hay varias células adheridas a él; por estar adheridas al folículo se llaman *parafoliculares* o células C. Estas funcionan de una manera distinta: captan las sustancias desde los capilares y entregan su producto directamente a la sangre. Esta hormona es la *calcitonina*, que tiene como función disminuir la calcemia.

- El control del epitelio folicular es por TSH por retroalimentación negativa.
- El control del epitelio parafolicular depende directamente de la calcemia.

SUPRARRENAL

Tiene 2 partes distintas:

- Zona medular: de origen embrionario nervioso. Encontramos vasos sanguíneos venosos grandes y otras células. Produce adrenalina y noradrenalina, neurotransmisores que tienen carácter hormonal porque van a la sangre.
- Zona cortical: de origen epitelial. De afuera adentro encontramos las siguientes capas:
 - Capa glomerular: formada por células pequeñas agrupadas en nidos celulares. Produce mineralocorticoides, como la aldosterona.
 - Capa fascicular: células más grandes y formando cordones, entre los que hay vasos sanguíneos. Sintetiza glicocorticoides, encargados del metabolismo de glúcidos (cortisol, cortisona)
 - Capa reticular: antes de llegar a la médula los cordones se entrecruzan, formando una red. Produce andrógenos.

APARATO DIGESTIVO

Se inicia en la cavidad bucal, pero como esto se estudia en otro curso, comenzaremos con esófago.

El aparato digestivo no debería llamarse tal, sino que aparato de absorción, pues ese es su objetivo final y no solo la digestión. La mayor parte del aparato digestivo presenta epitelio de absorción en su lumen.

En la cavidad bucal se captan los alimentos, se procesan con la dentadura y se les agrega saliva con enzimas digestivas. El esófago conduce este alimento, para lo cual presenta músculo liso y un epitelio especializado. En el estómago se le agregan enzimas proteolíticas y se comienza la digestión; a este nivel hay absorción de agua, glucosa y la mayoría de los fármacos.

• ESÓFAGO

Al corte transversal muestra un lumen bastante irregular, con forma estrellada, pues sus paredes están plegadas, y al pasar alimento se distiende, quedando con un espacio casi circular. Se encuentran 4 capas histológicas, de dentro hacia afuera:

- MUCOSA: formada por 3 componentes:
 - Epitelio estratificado plano (apropiado para resistir el roce), carece de queratina.

- T nica o lámina propia: pequeña lámina de tejido conjuntivo que sigue la forma de la base del epitelio.
- Capa de músculo liso, llamada muscular de la mucosa: bastante desarrollada, dispuesta en forma de espiral, elicoidal, de vueltas bastante abiertas y alargadas.

No confundir secreción mucosa (como el de las células caliciformes), con esta otra mucosa. En general una mucosa es una superficie formada por tejido epitelial que se apoya en tejido conjuntivo o t nica propia, cuya superficie es húmeda (por secreción de la misma mucosa o de glándulas ubicadas cerca). La muscular mucosa es particular del aparato digestivo, pero no de todas las mucosas.

• SUBMUCOSA

La mayoría de las mucosas tienen algo más afuera, que responde a un tejido conjuntivo laxo que hace de nexo entre la mucosa y lo que se encuentra más afuera. Esto constituye la submucosa, con vasos de importancia y nervios. En este caso particular además tiene glándulas: acinos glandulares, con un conducto que desemboca al lumen del esófago; esta secreción mucosa mantiene húmedo y lubricado al esófago, a esto ayuda la saliva que constantemente se está tragando.

- MUSCULAR: tiene músculo liso que permite que el alimento avance. Tiene 2 subcapas:
 - Fascículos de disposición circular interna: al corte se ven cortados en forma longitudinal:
 - Longitudinal externa: en el corte transversal se ven cortados transversalmente, se ven como fascículos anchos.

• ADVENTICIA

Capa de tejido conjuntivo fibroso envolvente que le da un límite al esófago, además mantiene unido el esófago a las estructuras vecinas: tráquea, vértebras, carótidas, yugulares, neumogástrico.

• ESTÁ MAGO

Aquí y en el intestino delgado y grueso encontramos las mismas capas del esófago, muy parecidas. La gran diferencia entre los distintos niveles del tubo digestivo está en la mucosa.

En el cardias (unión gastroesofágica) hay un cambio de la mucosa: el epitelio se continúa con cilíndrico simple con microvellosidades. Ahora es un epitelio de absorción.

En el lumen el epitelio cilíndrico simple se hunde formando una serie de profundizaciones, cada una de las cuales se llama *fosita gástrica*. El fondo de la fosita no es cerrado, si no que en él hay 2 o 3 fositas más pequeñas, pues el epitelio se continúa hacia adentro en una glándula, llamada *glándula fúndica*, tubo muy alargado de trayectoria no recta y que termina en una especie de ovillo. Esta glándula termina en un fondo cerrado, el epitelio sigue siendo cilíndrico simple, pero los tipos celulares han cambiado de función, aunque la forma sea la misma. En una glándula fúndica hay células mucosas (se llaman del cuello), hay células parietales (productoras de HCl), células principales (producen enzimas proteolíticas), células enteroendocrinas (producen hormonas, su contenido lo entregan al tejido conjuntivo), células indiferenciadas (de la superficie libre se están perdiendo células, y renovando de abajo).

Este es el primer contenido de la mucosa gástrica: el epitelio.

El tejido conjuntivo o t nica propia se ubica entre las fositas gástricas y las glándulas fúndicas, por lo que tiene forma de columnas.

La muscular de la mucosa se ubica por fuera de las estructuras anteriores.

El epitelio lo podemos distinguir en 3 niveles: el epitelio de la superficie, de las fositas y el epitelio glandular.

Más abajo debe estar la submucosa, luego la muscular y la adventicia, con epitelio estratificados simple, que en el estómago e intestinos se llama serosa peritoneal; el tejido conjuntivo aquí se llama mesotelio.

Glandulas foliculares

Secretan un producto que tiene 2 componentes: HCl y enzimas proteolíticas. Como al lumen llega el alimento, el que inicia un proceso de digestión, aquí se digieren las proteínas principalmente. La presencia de HCl se debe a que las enzimas proteolíticas actúan en un medio muy ácido.

Las enzimas proteolíticas no digieren las células del epitelio porque estas no solamente son absorbentes, sino además secretoras de una sustancia protectora: mucus o mucina, el cual forma en la superficie una capa continua que permite el aislamiento de la células de lo que está en el lumen gástrico. Otro medio de protección lo constituyen las células de las fositas gástricas, que también secretan mucus, el que va a la superficie; en la parte alta de las glándulas hay también células que secretan mucus (¿?).

Por eso cuando hay mal funcionamiento del Sistema Nervioso vegetativo se puede producir ruptura del epitelio gástrico, ya sea por mala calidad o menor cantidad de mucina. También puede haber mayor cantidad de secreción de HCl. En cualquier caso el resultado es una protección insuficiente, por lo que el jugo gástrico va a digerir al epitelio, lo que deja expuesto al medio tejido conjuntivo, originando una úlcera; esta ulceración progresa en profundidad, rompe tejido conjuntivo, hasta llegar a la submucosa, donde hay vasos sanguíneos grandes. En la gastritis hay un invalencia de la secreción, originando una inflamación del epitelio, a punto de ulcerarse. La mucosa también se puede echar a perder desde afuera, por la administración de algunos fármacos, como la aspirina o los corticoides. Los epitelios se regeneran con facilidad. (La aspirina debe administrarse siempre disuelta, con una gran cantidad de líquido).

En la mucosa gástrica se absorbe agua, glucosa, hidratos de carbono no muy grandes y alcohol (lo que se utiliza como vehículo en algunos fármacos) en un nivel importante.

• INTESTINO DELGADO

Su gran longitud aumenta su superficie, lo que va en función de la absorción que se realiza. Veremos su estructura de fuera hacia dentro.

- La capa más externa es el peritoneo visceral o serosa abdominal, formada por un epitelio plano simple llamado mesotelio, por sobre de él hay una pequeña cantidad de tejido conjuntivo.
- Capa muscular: igual que la mayor parte del tubo digestivo: una capa circular en la parte interna y capa longitudinal en la externa.
- Submucosa: tejido conjuntivo que tiene vasos sanguíneos importantes; no forma una capa lisa de un solo espesor, sino que tiene profundizaciones hacia el lumen, estas se llaman válvulas conniventes o pliegues de Kerkring. Esto contribuye a aumentar la superficie del interior del intestino.
- Mucosa:
 - Muscular de la mucosa: representa el límite entre la submucosa y la mucosa.
 - Lámina o ténica propia: que forma una capa por sobre la muscular de la mucosa. Esta tampoco es lisa y emite proyecciones hacia el lumen, las que se llaman vellosidades intestinales.
 - Epitelio: cilíndrico simple, el que tiene microvellosidades.

En total hay 3 mecanismos que aumentan la superficie: válvulas conniventes, vellosidades y microvellosidades, lo que da una membrana final de gran superficie.

La valvula connivente es un pliegue delgado y ancho; las vellosidades intestinales en cambio son digitiformes y de contorno más o menos circular al corte transversal.

Vellosidades intestinales.

Su epitelio es cilíndrico simple, por tanto los núcleos están en la parte basal. En este epitelio hay 2 tipos de células distintas:

- la mayor parte corresponde a células absorbentes.
- células caliciformes entre las anteriores (primera vez que aparecen en el tubo digestivo), lo que forma globos coloreados en el epitelio.

En algunas zonas, entre las vellosidades intestinales se presentan profundizaciones del tejido epitelial respecto de la túnica propia (distinto al espacio que queda entre las vellosidades), llamadas criptas de Lieberkühn, donde hay células absorbentes, células caliciformes, otras productoras de hormonas llamadas enteroendocrinas. En el fondo de las criptas hay unas células llamadas células de Paneth, las que tienen en el citoplasma hacia el lumen unos gránulos (en realidad son vesículas) que se tiñen; estas células entregan una secreción bactericida, no para esterilizar el intestino (porque tenemos una flora bacteriana normal), sino para mantener en equilibrio a la flora bacteriana.

Al corte transversal, en la cripta se ve la túnica propia alrededor, en el corte transversal de la vellosidad no.

• INTESTINO GRUESO

El contenido del tubo digestivo está líquido, pero la fisiología del organismo está diseñada para expulsar desechos semisólidos, por lo que el intestino grueso absorbe gran cantidad de agua (aunque también absorbe otras sustancias útiles). Para que se pueda desplazar el contenido, le agrega mucho mucus.

Encontramos las 4 capas clásicas. De fuera hacia adentro:

- Serosa: mesotelio, característico del peritoneo, epitelio con un poco de tejido conjuntivo.
- Capa muscular: una longitudinal externa y una circular interna.
- Submucosa: tejido conjuntivo. Aquí no hay proyecciones hacia el lumen, aunque la submucosa es más o menos ondulante.
- Mucosa:
 - Muscular de la mucosa
 - Túnica propia
 - Epitelio: se proyecta al interior en glándulas tubulares simples, entre las cuales hay túnica propia. Es un epitelio cilíndrico simple con microvellosidades; en la cripta hay células alargadas y también absorbentes; hay células caliciformes en la superficie libre, pero sobre todo en la glándula, donde hay menos células absorbentes.

Siendo el epitelio buen absorbente de agua, se utiliza el intestino grueso para administración de fármacos, como supositorios.

Una colitis es una inflamación de la pared del colon, cuya consecuencia es una diarrea. Esta se produce porque un trastorno tóxico o infeccioso altera la motilidad del intestino dada por el tejido muscular y

aumenta la motilidad y la secreción (para expulsar rápidamente el contenido); por tanto no se alcanza a absorber la cantidad de líquido que corresponde, por eso la deposición es líquida y en forma frecuente.

Hay algunos gérmenes, como la bacteria del cólera, que colonizan la mucosa, especialmente la del intestino grueso, haciendo que el epitelio funcione a la inversa, retirando agua del tejido conjuntivo y expulsándola al lumen del intestino, cuadro que produce una deshidratación muy rápida.

La longitudinal externa, al corte transversal aparece sólo en 3 partes, lo que se conoce como bandeletas del intestino.

Cuando se consume un alimento en mal estado, al poco tiempo se produce vómitos y diarrea. Esto porque hay un reflejo vegetativo gastrocólico para contraer el músculo liso.

GLÁNDULAS ANEXAS:

- Salivales mayores
- Salivales menores (de la submucosa de la cavidad bucal)
- Hígado
- Páncreas

• HIGADO

Si bien es una glándula anexa al tubo digestivo, pues entrega la bilis al duodeno, junto con el producto del páncreas, además cada célula del hígado tiene alrededor de 1.000 funciones distintas. Se puede prescindir de su función como glándula anexa, pero las demás funciones son imprescindibles. Por ejemplo, la protrombina y fibrinógeno son sintetizados por el hígado; la glicemia es regulada por la entrega de glucógeno por el hígado; es una célula de desintoxicación, etc.

El hígado recibe sangre desde la aorta (no en forma directa), este aporte sanguíneo se denomina *circulación nutricia*, pues le sirve para vivir. Pero además desde el tubo digestivo llegan vénulas que confluyen y forman la vena porta, que llegan al hígado en forma paralela a la arteria hepática y se distribuye en el interior del hígado de la misma forma que la arteria hepática; esta sangre viene enriquecida por lo que absorbió el tubo digestivo; a esta circulación se le denomina *circulación funcional*. Por el salen los conductos hepáticos.

En un corte de hígado se ven áreas delimitadas por muy poco tejido conjuntivo, cada área, que tiene forma más o menos geométrica y alargada, se llama *lobulillo hepático*, al interior de la cual se encuentran los hepatocitos, que están dentro del lobulillo como verdaderas láminas, en disposición de epitelio. Se orientan en un sentido radial, hacia el centro del lobulillo, donde hay un pequeño espacio, que es una vena, llamada vena central. Entre las láminas de células hepáticas, cuyos trayectos son irregulares e interconectadas, se ubican los capilares del lobulillo, que son de tipo sinusoides; forman redes que apuntan hacia el centro, también irregulares como los hepatocitos. La sangre va de la zona periférica al centro del lobulillo, a la vena central.

En los finos tabiques entre los lobulillos, donde se encuentran varios lobulillos se forman áreas de mayor tejido conjuntivo, llamado espacio portal o espacio de Kiernan; este espacio tiene forma alargada, por donde pasan las ramas arteriales (que a este nivel son arteriolas) y portales; en conjunto se denominan vasos interlobulillares. Desde estos vasos emergen ramificaciones que recorren el espacio entre dos lobulillos (lo que es muy poco frecuente observar en los cortes histológicos), tanto arteriales como venosas; estas ramas se llaman perilobulillares. Con esto tenemos irrigada la periferia de los lobulillos; estas ramificaciones (hepáticas y portales) emiten pequeños troncos hacia el lobulillo que se comunican con los sinusoides, el que recorre todo el lobulillo hacia el centro; en el sinusoides la sangre viene mezclada: la venosa junto con la

arterial; las aberturas de los sinusoides se contacta directamente con las caras laterales de algún hepatocito.

HEPATOCITOS

En un corte donde aparecen los sinusoides cortados transversalmente.

El hepatocito presenta en su membrana microvellosidades hacia el sinusoide. Entre la unión de dos hepatocitos hay un conducto (ultramicroscópico) o capilares biliares o conductillo biliar o canalículo biliar, con microvellosidades, formado por canales de la membrana de ambos hepatocitos; en los bordes del canal hay sellos ocluyentes.

Las aberturas del sinusoides permite que el plasma salga (los elementos figurados no alcanzan a salir porque son demasiado grandes) y se instale entre la superficie libre del hepatocito y la superficie externa del endotelio del sinusoides. Este espacio se llama espacio de Disse.

La acción del hepatocito responde a un control endocrino. Frente a la glucosa, por ejemplo, que está en la misma concentración dentro del sinusoide y en el plasma en el espacio de Disse, si aumenta su concentración, los hepatocitos la procesan y guardan como gránulos de glucógeno; si luego baja la glicemia, los hepatocitos desdoblan el glucógeno y depositan glucosa en el sinusoides; o sea, hay intercambio de ida y de vuelta con el sinusoides. Al sintetizar protrombina, toman los elementos necesarios de la sangre, lo sintetizan y la entregan al sinusoide. Lo mismo pasa al neutralizar ciertas sustancias tóxicas.

Los hepatocitos están en contacto casi directo con la sangre. Cada célula puede realizar 1.000 funciones (no es que las funciones estén distribuidas por sectores).

Muchas sustancias que deben ser eliminadas del organismos son eliminadas por los riñones, otras por los pulmones (pocas). Pero hay ciertas sustancias que se eliminan sólo por vía hepática: como los derivados de la hemoglobina: una vez que los macrófagos del bazo fagocitan a los eritrocitos, la hemoglobina queda libre de los pigmentos que tiene: bilirrubina y sus transformaciones; o sea, en el plasma hay una cantidad normal de bilirrubina, la que tenderá a aumentar si no fuera porque los hepatocitos la captan por transporte y la llevan a los capilares biliares. Estos capilares terminan en el último hepatocito de la lámina, donde se encuentra la desembocadura externa de cada capilar. Lo que se forma aquí, junto con agua, sales biliares, y otras es la bilis. Esto es enviado afuera del hígado. La bilis viene en sentido contrario a la sangre, del centro del lobulillo hacia afuera.

Una vez que la bilis llega a la superficie externa del lobulillo, se dirige al espacio perilobulillar primero y de ahí por los conductos de Hering van al espacio interlobulillar. El conducto que hace esto es mixto, pues se encuentra formado por una célula epitelial y la membrana externa del hepatocito. Del espacio interlobulillar la bilis pasa a unos conductos biliares, a través de los cuales sale del hígado.

Como el hígado está formado por células epiteliales, estas se regeneran permanentemente. Pero si la causa o patología que afecta al hígado produce una destrucción a una velocidad mayor que la de regeneración, el tejido conjuntivo aumenta y ocupa el parénquima de los lobulillos, lo que constituye una cirrosis hepática.

29

HISTOLOGIA O. Hemocitopoyéticos

Esteban Arriagada