

TEMA 22. SANGRE.

CLASIFICACION DE LOS ELEMENTOS FIGURADOS.

La sangre es el líquido que circula por el aparato cardiovascular. Está formada por una parte líquida o plasma sanguíneo y una parte sólida o glóbulos sanguíneos o estructuras formes. Esta parte sólida está formada por células completas e incompletas:

eritrocitos o glóbulos rojos.

leucocitos o glóbulos blancos.

plaquetas.

Vamos a estudiar la sangre de los mamíferos.

Funciones:

Transporte de:

oxígeno desde los pulmones hasta los pulmones hasta los tejidos.

sustancias nutritivas desde el aparato digestivo hasta los tejidos.

CO₂ desde los tejidos hasta los pulmones para su excreción al exterior.

desechos nitrogenados desde los tejidos hasta los riñones para su excreción.

hormonas desde las glándulas endocrinas hasta los órganos receptores.

Homeostasis:

capacidad termorreguladora.

capacidad de regulación ácido/base.

Transporte de:

células y agentes que protegen de infecciones.

células y proteínas extrañas.

células cancerosas desde el tumor primario hasta otros lugares.

Origen:

Los elementos formes derivan del mesénquima.

Estudio de la sangre:

Se realiza normalmente mediante un frotis sanguíneo. La sangre puede tener un anticoagulante (EDTA, heparina...) o no. Para ello se coloca una gota de sangre sobre un porta, y mediante otro en ángulo agudo se extiende. Después se seca al aire o se fija con etanol-éter y se tiñe.

PLASMA SANGUÍNEO.

Es la fase líquida de la sangre donde están en suspensión los elementos formes. Su composición es:

agua.

proteínas:

fibrinógeno para la coagulación.

globulinas, destacando las gamma que forman los anticuerpos.

albúminas, que mantienen la presión coloidosmótica dentro de los capilares. Esta presión causa la salida de líquido de los vasos hacia los tejidos.

electrolitos: Na^+ , Ca^{++} , K^+ ...

desechos nitrogenados como la urea y el ácido úrico.

glucosa, lípidos, aminoácidos...

hormonas y enzimas.

El plasma no es lo mismo que el suero: si tomamos una extracción de sangre y dejamos que coagule en un tubo, el fibrinógeno se convierte en fibrina, que con las células sanguíneas forma el coágulo. De éste rezuma un líquido que es el suero.

Por lo tanto, el suero es el plasma sanguíneo sin fibrinógeno.

Células sanguíneas de los mamíferos.

ERITROCITOS.

Son corpúsculos de forma circular, anucleados y bicóncavos. No son verdaderas células. En su parte central están excavados. De esta forma se aumenta la superficie del glóbulo rojo para que tenga lugar el transporte de gases.

Al microscopio electrónico se ve que no poseen núcleo. En el citoplasma no hay orgánulos, ya que en el proceso de maduración los pierde todos, habiendo únicamente hemoglobina, pigmento necesario para el transporte de gases. Da color naranja al glóbulo.

La membrana plasmática corresponde a la unidad de membrana. En su cara interna aparece el esqueleto de membrana, formado por una red de proteínas que es deformable. Por ello se deforma al pasar, por ejemplo, por los capilares del pulmón para captar gases.

La red de proteínas corresponde a espectrina, formada por bastones que forman tetrámeros y que se unen por actina. Esta red está unida a la membrana plasmática por las proteínas de banda 4.1 y 4.9.

Estas células tienen su origen en el tejido mesénquimatoso de la médula ósea. Allí, tras perder su núcleo pasan a sangre.

FORMA Y FUNCION.

Su función es el transporte de oxígeno desde los pulmones hasta los tejidos y el transporte de CO₂ desde los tejidos hasta los pulmones.

Los glóbulos rojos pueden sufrir variaciones en su forma debido a factores del medio:

osmolaridad: en condiciones normales, el plasma es isotónico respecto al glóbulo, existiendo la misma presión osmótica dentro que fuera. En una solución hipotónica moderada (mayor presión osmótica en el eritrocito) entra líquido, volviéndose el eritrocito unicóncavo. En una solución hipotónica fuerte, entra mucha cantidad de líquido, hinchándose la célula hasta que la membrana se resquebraja. Al alterarse la membrana del eritrocito, la hemoglobina sale del glóbulo rojo. Nos queda un corpúsculo vacío sin hemoglobina que se denomina fantasma eritrocítico. El fenómeno por el que se produce es la hemólisis. En una solución hipertónica moderada los heritrocitos se aplanan porque sale líquido para mantener la presión osmótica.

pH muy alto: el glóbulo rojo modifica su forma y su superficie aparece con entrantes y salientes. Esta célula se denomina equinocito o célula en erizo. Este fenómeno es la crenación.

FORMAS ERITROCITICAS ANORMALES.

Pueden ser normales para una especie y patológicas para otra:

poiquilocitosis: son formas distintas a las normales, que serán patológicas o no dependiendo de la especie.

anisocitosis: glóbulos rojos de distinto tamaño al normal. Pueden ser:

macroцитos: más grandes.

microцитos: más pequeños.

variaciones de coloración, como la hipocromía (glóbulo rojo menos teñido de lo normal, se debe normalmente a una menor cantidad de hemoglobina).

cambios estructurales: normalmente debidos a la persistencia del núcleo:

anillos de Cabot: restos de la membrana nuclear que forman filamentos en forma de anillo.

cuerpos de Howel-Jolly (es normal un 1% en gatos). Son gránulos que se corresponden con restos del núcleo.

polvo cromatínico: restos de hemoglobina.

reticulocitos: son glóbulos rojos muy jóvenes, nucleados, que normalmente están en la médula ósea. Es normal hasta un 1% en perro y cerdo y hasta 0'5 % en gato.

pilas de monedas: los glóbulos rojos se disponen en montones ya que tienen gran adherencia. Son normales en los équidos: tienen una velocidad de sedimentación muy alta.

LEUCOCITOS.

Se clasifican en base a tres criterios:

si están presentes o no granulaciones en el citoplasma:

granulocitos si existen.

agranulocitos si no.

dependiendo de la forma del núcleo:

si el núcleo es esférico: mononucleares o monomorfonucleares.

si el núcleo es lobulado: polimorfonucleares.

dependiendo de la afinidad tintorial de sus gránulos:

neutrófilos: no tienen mucha afinidad por ningún colorante.

eosinófilos: tienen afinidad por los colorantes ácidos.

basófilos: tienen afinidad por los colorantes básicos.

Clasificación:

Leucocitos:

granulocitos:

neutrófilos.

basófilos.

eosinófilos.

agranulocitos:

mononucleares.

polimorfonucleares.

Neutrófilos:

Llamados leucocitos polimorfonucleares. Se caracterizan por poseer un núcleo multilobulado. También se llaman heterófilos por que los gránulos, en el hombre, se tiñen con colorantes ácidos y básicos y en general tiñen de forma distinta con las distintas técnicas. Esta es una denominación para aves y conejo.

Es el granulocito más abundante en la sangre. Su tamaño es aproximadamente el doble del de un hematíe (12–15 micras). Tiene un núcleo multilobulado, con 3–5 lóbulos. Cada lóbulo está unido por pequeños puentes de cromatina, que se encuentra muy condensada formando grumos. Mientras más maduro es, más lóbulos tiene. En las células inmaduras el núcleo no posee lobulación, por lo que se denominan neutrófilos en banda o en cayado. Normalmente no se ven en sangre, pero en los procesos patológicos y en algunas especies si.

En las hembras de los mamíferos, en un extremo del núcleo puede existir un apéndice parecido a un palillo de tambor o corpúsculo de Barr, que representa al cromosoma X.

El citoplasma aparece repleto de granulaciones de muy bajo tamaño, variando su coloración desde el rosa muy pálido hasta el violeta intenso. Las apetencias tintoriales varían con las especies. Aparecen mitocondrias, complejo de Golgi y RER, pero en baja cantidad. También hay inclusiones de glucógeno. Los gránulos son de dos tipos:

primarios o azulófilos. Tiñen de color azul-violeta con azul de Romanovsky. Se corresponden con lisosomas.

secundarios o específicos. Con poca afinidad por los colorantes. Son más pequeños que los anteriores, redondeados.

Los primeros contienen enzimas lisosómicas, principalmente hidrolasas: mieloperoxidasa, fosfatasa ácida y b-galactosidasa.

Los segundos lactoferrina, fosfatasa alcalina y lisozima (sustancias bactericidas).

Cuando migran fuera del corriente circulatorio presentan estas moléculas con función de reconocer y adherirse a otras células, sobre todo de los endotelios vasculares, por lo que se denominan adhesinas vasculares.

Su función es la de colaborar con los linfocitos en el desarrollo de la respuesta inmune: fagocitan bacterias y otros agentes infecciosos y los degradan mediante lisosomas. Son la primera línea de defensa. Intervienen en los fenómenos inflamatorios, sobre todo en los agudos. Emiten pseudópodos, pasando entre las células endoteliales y dirigiéndose al lugar de infección. Son atraídos por factores liberados por bacterias y por macrófagos, que liberan mediadores químicos como la interleuquina 8 que atraen a los neutrófilos tras la fagocitosis. Cuando un neutrófilo fagocita una bacteria la engloba en un fagosoma. A éste se le unen gránulos específicos y gránulos primarios.

Cuando mueren, pueden acumularse para formar pus junto con otros restos de tejido.

Eosinófilos:

Se llaman también acidófilos, porque tienen el citoplasma totalmente lleno de granulaciones con afinidad por los colorantes ácidos como la eosina. Ocupan casi toda la célula, casi tapando al núcleo. Son células esféricas, de tamaño parecido a las anteriores. Es el segundo granulocito más abundante en la sangre.

El núcleo es normalmente bilobulado, con lóbulos unidos por pequeños puentes de cromatina. A veces puede tener tres lóbulos. La cromatina se encuentra condensada en grumos, pero menos que el anterior.

En el citoplasma hay presencia de granulaciones eosinófilas, con ribosomas libres, mitocondrias, aparato de Golgi y RER en pequeñas cantidades pero más que en el anterior.

Los gránulos son:

azulófilos: muy pocos.

la mayoría son específicos y se corresponden con lisosomas.

En muchas especies animales, los gránulos tienen una parte central que tiñe de forma distinta a la periférica. Tienen forma de barra, siendo láminas cristaloides paralelas. Los gránulos se componen de:

en la barra, proteína básica principal: muy rica en arginina. Es responsable de la tinción eosinófila de los gránulos.

Además hay bactericidas parecidos a los anteriores: peroxidasa y fosfatasa ácida (pero en poca cantidad). Nunca hay lisozima, pero si histaminasa...

Sus funciones no están bien conocidas:

tienen una acción bactericida muy baja y apenas fagocitan bacterias.

fagocitan los complejos antígeno anticuerpo para que no activen otros mecanismos del sistema inmune.

aumentan de número en los casos de parasitosis, rodeando al parásito. Algunas de sus proteínas pueden llegar a destruirlo.

aumentan de número en los fenómenos de tipo alérgico, siendo atraídos por sustancias que liberan las células que participan en este proceso.

Basófilos:

Son los granulocitos más escasos. Su citoplasma está lleno de gránulos que tiñen con colorantes básicos. Su tamaño es parecido al de un neutrófilo o un poco mayor. Su núcleo está normalmente oculto tras granulaciones y normalmente es bilobulado. Los lóbulos están unidos por un puente de cromatina. A veces puede ser trilobulado.

Su citoplasma tiene granulaciones específicas y azulófilas, aunque estas últimas se ven raramente. Son basófilas y metacromáticas, es decir, cuando se tiñen dan un color distinto del colorante, dando color verde con azul de toluidina, por ejemplo.

Tienen mitocondrias, RER y aparato de Golgi en poca cantidad.

Las sustancias de los gránulos, que están delimitados por una pequeña membrana, son:

compuestos del tipo de los glucosaminoglucanos sulfatados. El azufre de estos compuestos es lo que da la basofilia. El más importante es el heparán sulfato, cuya acción es parecida a la de la heparina (anticoagulante).

histamina: con fuerte acción sobre la musculatura lisa, provocando la contracción sobre todo en las vías respiratorias y los vasos sanguíneos. Es un agente vasoactivo con acción en las vénulas postcapilares dilatando los vasos de menor calibre.

factores quimiotácticos para los dos tipos celulares anteriores.

leucotrienos, que intervienen en la respuesta alérgica.

Sus componentes son parecidos a los de los mastocitos, aunque las células no tienen nada que ver, ni en origen, ni en estructura...

Su función es ser la célula fundamental en los procesos de tipo alérgico, produciendo una hipersensibilidad del tipo 1. Se unen al alérgeno, lo que produce la liberación de los gránulos.

Linfocitos:

Son las células principales del sistema inmune. Son los granulocitos más abundantes y los leucocitos más pequeños. Son células esféricas, redondeadas, con un núcleo redondeado y una cromatina muy condensada en grumos. Su nucleolo es poco visible. Tienen poco citoplasma. Según su tamaño se dividen en:

pequeños: entre 5 y 10 micras de diámetro.

medianos: entre 10 y 18 micras de diámetro.

grandes: más de 18 micras de diámetro.

Los pequeños y medianos se encuentran sobre todo en sangre y los grandes en los órganos linfoides.

Los pequeños, además de un núcleo esférico pueden tener una pequeña escotadura en él. Su citoplasma es muy escaso, con pocos orgánulos entre los que hay mitocondrias y lisosomas, habiendo gran cantidad de ribosomas libres.

Los medianos tienen un nucleolo que puede llegar a ser evidente y un citoplasma más basófilo.

Los grandes tienen un núcleo con hasta dos nucleolos, mayor cantidad de cromatina laxa y un citoplasma más basófilo.

Su función es ser la célula principal de respuesta inmune. Tienen funciones diversas. Hay dos grandes grupos de linfocitos morfológicamente iguales:

linfocitos B, que producen anticuerpos dando la respuesta inmune humoral.

linfocitos T, que dan una respuesta inmune mediada por células.

Monocitos:

Son los de mayor tamaño. Entre sus características está el que presentan un núcleo excéntrico y arriñonado. La cromatina no está tan descondensada. Los núcleos se tiñen menos. Tienen un citoplasma abundante de color gris azulado, con un aparato de Golgi bien desarrollado en la zona de la escotadura o cerca de ella. Los centriolos también están allí, habiendo una menor cantidad de mitocondrias, RER y ribosomas libres.

Sus funciones son:

ser células fagocitarias.

cuando salen del torrente sanguíneo se transforman en otros tipos de células también fagocíticas: histiocitos, osteoclastos, macrófagos alveolares, células Kuffer (hígado)...

en sangre: se produce su tránsito desde la médula ósea hasta los órganos destino. Como mucho pueden estar tres días circulantes en el organismo.

PLAQUETAS.

No son propiamente células, sino que son fragmentos citoplasmáticos anucleados y limitados por membrana. Son de pequeño tamaño (2-4 micras) y se desprenden de los megacariocitos en la médula ósea. Se diferencian en dos zonas:

una zona central más basófila llamada cromómero o granulómero. Contiene gránulos a (sustancias que

participan en la coagulación de la sangre) y un núcleo muy denso de serotonina, ATP, Ca^{++} ...

una zona periférica o hialómero. Es una porción pálida que apenas tiñe. Está formada por microtúbulos y filamentos de actina y algunos filamentos de miosina.

Su función es participar en la coagulación de la sangre.

LINFA.

Es el fluido que se vehicula por los vasos linfáticos. Tiene dos componentes:

plasma.

elementos celulares.

El plasma tiene algunas diferencias con respecto al plasma sanguíneo:

contiene menor proporción de fibrinógeno.

no contiene plaquetas en condiciones normales.

es capaz de coagularse, pero mucho más lentamente.

Entre las células, en condiciones normales predominan los linfocitos pequeños, pero también aparecen medianos y granulocitos en pequeña cantidad. Nunca aparecen glóbulos rojos, plaquetas ni monocitos.

En la formación de la linfa debemos tener en cuenta que los capilares (y a su través) salen fluidos. Es necesario un drenado de este líquido para que no se forme un edema, es decir, un acúmulo de fluidos. En esas zonas aparecen pequeños capilares linfáticos, que comienzan en una especie de sacos ciegos y que terminan en los vasos linfáticos. Los vasos linfáticos van en circulación paralela con las venas para terminar en los vasos venosos. Los vasos atraviesan ganglios para depurar la linfa. Los ganglios son como una malla donde quedan las sustancias que no deben vehiculizarse y que además aportan el alto número de linfocitos que lleva la linfa.