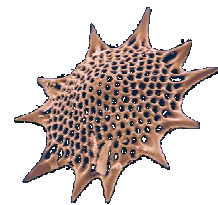
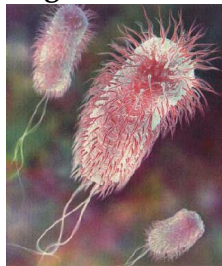


TEJIDOS ANIMALES

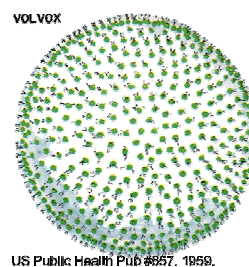
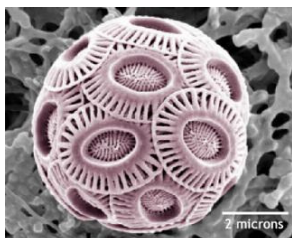
Los organismos se pueden clasificar según el número de células que poseen en:

Organismos unicelulares: Están constituidos por una única célula capaz de desarrollar todas las funciones. Son los más antiguos de todos y constituyen el conjunto de los llamados microorganismos. Pertenecen a este grupo las bacterias (reino Moneras), protozoos (Protistas) y algas unicelulares, así como hongos unicelulares (levaduras).



Radiolaria

Organismos unicelulares formadores de colonias: Constituyen un segmento de organismos unicelulares que se agrupan para protegerse o facilitar su desarrollo, aunque cada uno de ellos realiza todas y cada una de sus funciones. Entre las células existe cierta cooperación que en ocasiones les hace comportarse como un único individuo. En este grupo encontramos algas unicelulares (*Volvox*), bacterias y algas verdiazules. Cada uno de los individuos puede proceder por bipartición de un individuo de la colonia, o por un individuo de otra colonia.



Organismos pluricelulares: Son organismos que proceden de la división mitótica de un cigoto por lo que todas sus células poseen la misma información genética. Aunque dicha información sea idéntica, expresan partes diferenciales del ADN que les permite su especialización. El conjunto celular está organizado en tejidos, que a su vez dan lugar a órganos y sistemas. El conjunto de sistemas constituye un individuo.



Los organismos pluricelulares surgen evolutivamente por el crecimiento de los mismos y la necesidad de repartirse las funciones para mejorar su eficiencia.



1. Los tejidos

Las células que forman cualquier organismo pluricelular no son todas iguales, cada una se especializa en ciertas funciones. Esta especialización permite que las células funcionen con más eficacia, pero significa también la dependencia mutua entre las partes del organismo: la lesión o destrucción de una parte del cuerpo puede significar la muerte total del mismo. Sin embargo, las ventajas de la especialización son superiores a las desventajas.

Esas células especializadas para desempeñar una función común constituyen los **tejidos**, que por su agrupación dan origen a los órganos y sistemas y estos, a los individuos.

Los **tejidos** son entonces conjuntos de células que tienen un origen en común y desempeñan la misma función, para lo cual tienen caracteres morfológicos similares.

Según el grupo taxonómico al que pertenezcan

Según el tipo de individuo al que pertenezcan podemos encontrar:

El conjunto de los tejidos se caracteriza por presentar dos tipos de elementos: por un lado los elementos formes (los diferentes tipos celulares) y por otro lado la sustancia intercelular. En ocasiones la sustancia intercelular es mínima o inexistente según la función que desarrolla cada tejido.

2. Tejidos animales

Podemos considerar cuatro tipos diferentes de tejidos:

- Tejido epitelial
- Tejido conjuntivo
- Tejido muscular
- Tejido nervioso

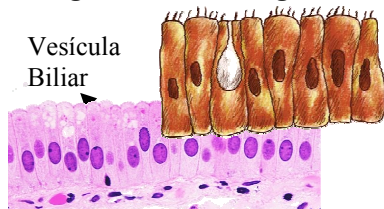
a. Tejido epitelial

Su origen embrionario lo encontramos en el ectodermo (piel, ano boca y fosas nasales) mesodermo (epitelios renales y genitales) y el endodermo (revestimiento tubo digestivo y respiratorio y glándulas internas)

Está formado por células íntimamente unidas con casi inexistente sustancia intercelular. Revisten las superficies de todos los órganos y son los responsables de la secreción de sustancias al exterior. Por lo general carecen de vasos sanguíneos, por lo que su nutrición se realiza por difusión y depende de los tejidos conectivos colindantes. Los epitelios están sujetos a una membrana basal, a la que se anclan mediante hemidesmosomas. Esta lámina, está compuesta principalmente de colágeno, y lo tapiza en toda su longitud basal separándolo del tejido conectivo.

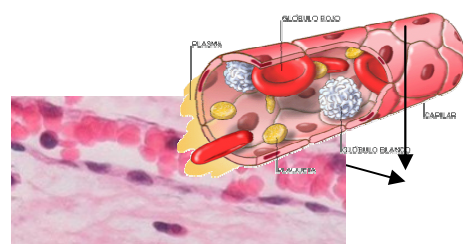
Se pueden clasificar atendiendo a diferentes características:

a.1. Según la morfología de sus células:

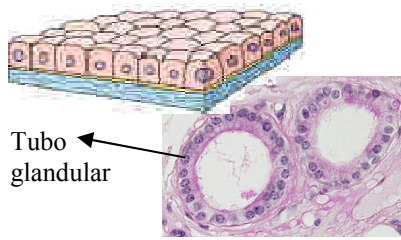


- **Prismáticas o cilíndricas.** Tienen forma alargada y las encontramos tanto en el aparato digestivo como en la médula renal, vesícula biliar, estómago...

- **Planas.** Son células íntimamente unidas que constituyen una barrera de protección mecánica y contra la pérdida de agua. Su función es principalmente de intercambio y lubricación. Su núcleo está también aplanado. Piel, endotelio de los vasos sanguíneos, pulmones, intestino delgado...



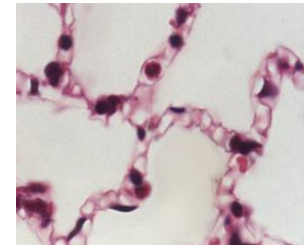
Endotelio



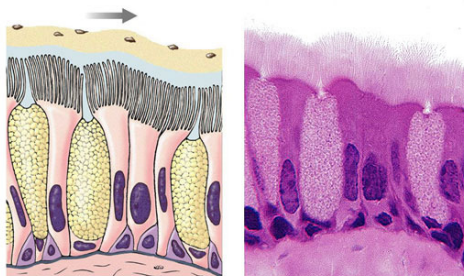
- **Cúbicas.** Células cuya estructura forma un cubo con el núcleo redondeado. Lo encontramos en algunas glándulas y partes del aparato digestivo...

b.1. Según el número de capas que lo constituye:

- **Simple.** está formado por una única capa de células, como el endotelio o el aparato digestivo y los pulmones...



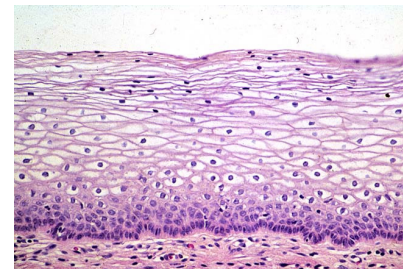
- **Pseudostratificado.** Son aquellos epitelios en que todas las células hacen contacto con la lámina basal, pero no todas alcanzan la superficie. Tienen aspecto de tener varias capas celulares pero está formado por una única capa de células dispuestas a diferentes alturas. Algunos ejemplos son el conducto auditivo, la tráquea, cavidad nasal y bronquios...



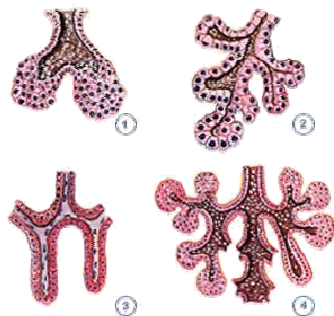
- **Estratificado.** formado por varias capas celulares como el estrato córneo de la piel...

b.3. Según su función:

- **De revestimiento.** Las células se disponen en forma laminar, aislando el órgano o estructura que recubren del medio externo. Actúan como barrera primaria evitando el acceso al órgano por agentes patógenos. También tienen una función mecánica evitando los roces y la pérdida de agua. Recubren todas las superficies corporales del medio corporal externo e interno.



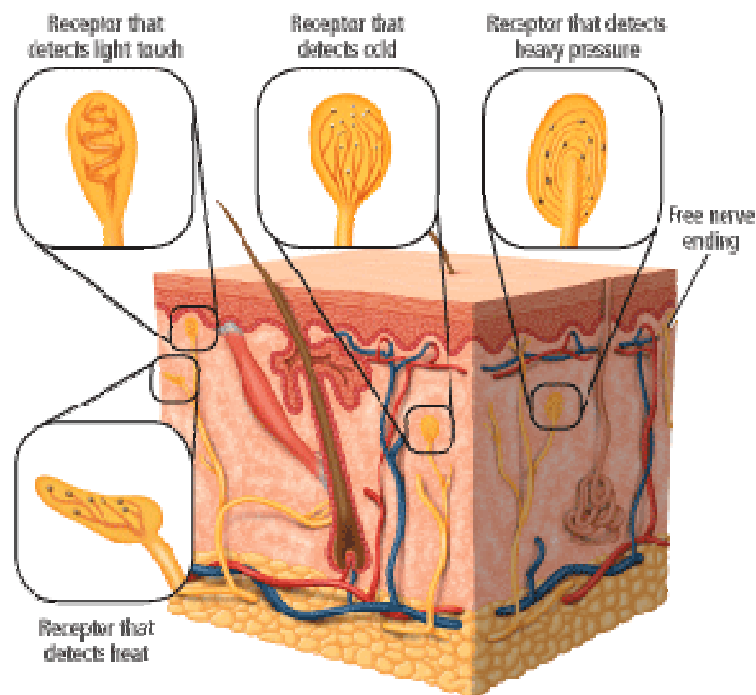
- **Glandular.** Son los constituyentes de las glándulas, encargadas de secretar sustancias al medio externo o interno. Pueden ser:



- Endocrinas: vierten a la sangre o linfa. Son casi siempre unicelulares y carecen de conducto de secreción.
- Exocrinas: vierten al exterior. Poseen conducto propio y un número variable de unidades estructurales llamadas **acinos**, o **alvéolos**.
- Mixtas, como el páncreas, que vierten en ambos medios.
- Según sea la secreción podemos dividir las en *apocrinas* (sudoríparas), *holocrinas* (como las sebáceas de la piel) o las *merocrinas* (como las serosas y mucosas de la boca y tubo digestivo).

- Según el número celular pueden ser unicelulares o pluricelulares

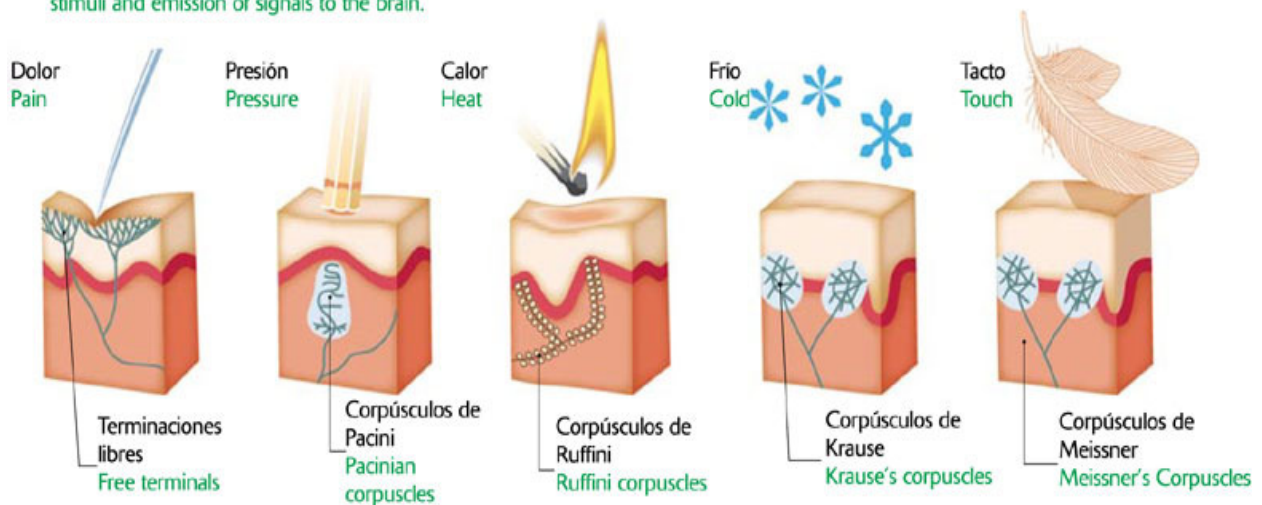
- Según el producto de secreción pueden ser serosas, mucosas, sebáceas o neuroglándulas.
- **Sensorial.** Se denomina así al conjunto celular que constituye los órganos sensoriales térmicos (termorreceptores), de presión (mecanorreceptores), lumínicos (fotorreceptores), del dolor (nociceptores), químicos (quimiorreceptores)...



Células sensoriales / Sensory cells

Ubicadas a lo largo y ancho de la piel, las células sensoriales cumplen funciones específicas de percepción de estímulos y emisión de señales al cerebro.

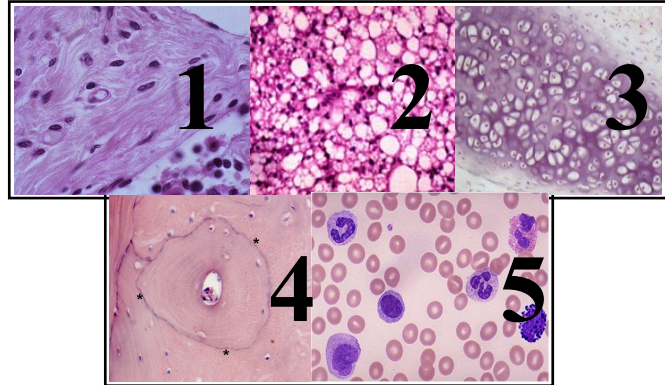
Located all over the skin, sensory cells carry out specific functions of perception of stimuli and emission of signals to the brain.



b. Tejidos conectivos

Están constituidos por un conjunto de tejidos cuya función es la transición entre los tejidos epitelial, muscular y nervioso. Aportan estructura y permiten el transporte de nutrientes a lo largo de todo el organismo para nutrir al resto de los elementos celulares. Entre ellos encontramos:

- 1-Tejido conjuntivo
- 2-Tejido adiposo
- 3-Tejido cartilaginoso
- 4-Tejido óseo
- 5-Tejido hematopoyético



b.1.Tejido conjuntivo

Tiene un origen embrionario mesodermico.

Está constituido por un conjunto de células de diferente naturaleza rodeadas de gran parte de sustancia extracelular llamada sustancia fundamental o matriz extracelular. Se encarga de la protección de los órganos, actúa como repartidor de nutrientes al resto de las células. Actúa en los procesos de inflamación como mecanismo de protección. Constituye estructuras y permite la movilidad del tejido óseo.

Los tipos celulares se pueden dividir en:

- ◆ Células mesenquimales: son las células embrionarias y fetales que son sustituidas a lo largo del desarrollo embrionario por el resto de los tejidos conectivos especializados.
- ◆ Células del sistema inmune: Macrófagos móviles y leucocitos, capaces de atravesar el endotelio mediante diapédesis.
- ◆ Fibroblastos y fibrocitos: constituyen el tipo maduro y casi degenerado de células del tejido conjuntivo. Son las principales encargadas de la síntesis proteica de la sustancia fundamental. Están constituidas por gran cantidad de RE.
- ◆ Células reticulares: Presentan forma estrellada. Constituyen parte de la estructura de los vasos linfáticos y glándulas exocrinas.
- ◆ Adipositos: forman pequeñas isletas dentro del tejido conjuntivo. Son las encargadas de almacenar grasa. Presentan su citoplasma relleno casi en su totalidad por lípidos.

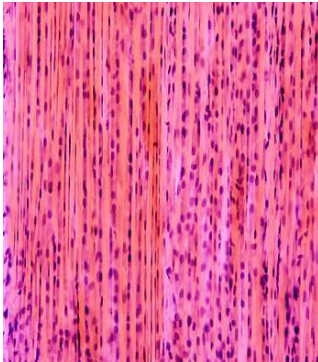
En cuanto a la sustancia fundamental está constituida principalmente por agua constituyendo un líquido translúcido de consistencia gelatinosa, fibras proteicas (colágeno y elastina y fibrilina de las microfibrillas), proteoglucanos, glucosaminoglucanos como el condroitín sulfato del cartílago o el ácido hialurónico del conjuntivo y glucoproteínas como la fibronectina, la trombospondina y las integrinas.

Según la cantidad de proteínas fibrilares de colágeno y elastina se puede clasificar en dos tipos de tejido conjuntivo:

- a) **Laxo:** Los componentes celulares son más abundantes que la sustancia fundamental. La sustancia fundamental posee poca densidad de elementos fibrilares. Puede ser de tres tipos

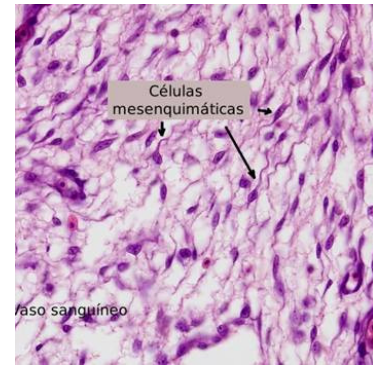
- Gelatinoso como en el cordón umbilical
- Reticular: tiene una sustancia fundamental constituyendo una especie de red, que configura una estructura elástica como el estoma de la médula ósea, el bazo o los ganglios linfáticos.
- Mesenquimal: embrionario de sustitución a lo largo del crecimiento.

b) **Denso:** La sustancia fundamental es muy densa y es mucho más abundante que los elementos formes.



Puede ser:

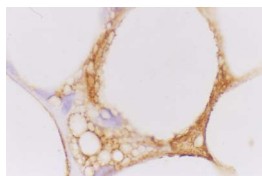
- Regular: cuando las fibras se encuentran dispuestas de manera ordenada y óptima para soportar grandes tensiones y desplazar a los huesos como los tendones y ligamentos.
- Irregular. Esta formado por un tejido denso no tan estructurado que constituye el almacén de la mayor parte de los órganos para evitar el excesivo estiramiento de los mismos.



b.2. Tejido adiposo

Tiene origen mesodérmico. Aparece desarrollado bajo el tejido epitelial y entre medias del conjuntivo. Tiene numerosas funciones como termorregulador (principalmente el pardo), manteniendo la temperatura corporal y favoreciendo el aislamiento con el medio externo. Por otro lado tiene función protectora, ya que amortigua los impactos y roces que se originan sobre los tejidos y diferentes órganos. En último lugar tiene función metabólica y endocrina, por acumular en el citoplasma de sus células gran cantidad de triglicéridos como elementos de reserva energética y actuar sobre el sistema metabólico.

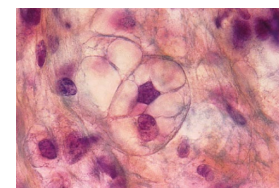
Es un tejido que únicamente presenta elementos formes, ya que la sustancia fundamental es casi inexistente. Entre los elementos formes encontramos:



- *Adipocitos:* Son las células maduras por excelencia. Almacenan gran cantidad de triglicéridos en una o múltiples gotas. No tienen capacidad de división pero sí de aumentar de tamaño y convertirse en adipocitos hipertróficos en el adulto. No presentan prácticamente sustancia fundamental aunque secretan en muy bajas cantidades colágeno. Poseen un citoplasma reducido

perinuclear con Aparato de Golgi y REL algo más desarrollado. Según la forma de almacenar la grasa da lugar a los dos tipos de tejido adiposo: Pardo (en embriones y en muy baja proporción en adultos) y Blanco (típico de adultos).

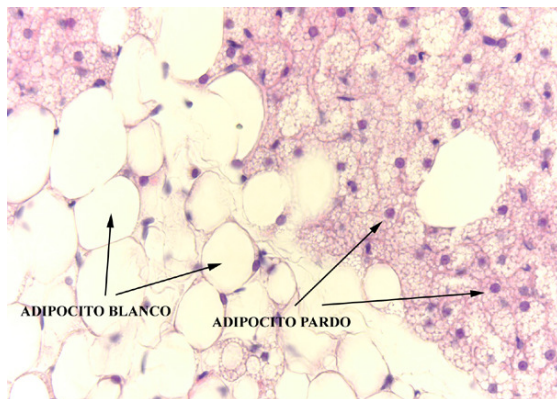
- *Los lipoblastos,* son células precursoras de adipocitos producen cantidades importantes de colágeno y pueden dividirse.



Según la forma de sus células y el modo de almacenar triglicéridos pueden ser:

- a) Adiposo unilocular: Esta constituido de una única gota lipídica. Constituye la grasa blanca típica de los individuos adultos. Forma el 15-20% del peso de los hombres y el 20-25% del peso de las mujeres. Sus células poseen pocas mitocondrias pero se almacenan y vacían de forma rápida hasta la juventud. A partir de cierta edad las células se hipertrofian y son capaces de almacenar más grasa. Presenta el núcleo excéntrico y aplanado para facilitar el almacenamiento, con una única vacuola que ocupa todo el citoplasma.
- b) Adiposo multilocular: No se encuentra casi en adultos. Sus células son poligonales y más pequeñas que las del tejido adiposo unilocular. Su citoplasma contiene numerosas gotas de lípido de diferente tamaño y numerosas mitocondrias con abundantes crestas. Su un núcleo está en el centro y es esférico.

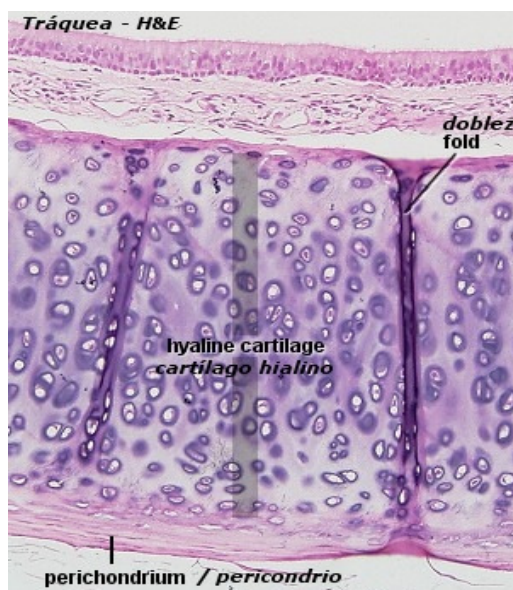
Se asocia con numerosos capilares sanguíneos y se conoce también como grasa parda. En embriones humanos y en el recién nacido, este tipo de tejido adiposo se concentra en la región interescapular disminuyendo e incluso desapareciendo en adultos. Su función principal es termoreguladora, por lo que es abundante en mamíferos hibernantes. En el hombre se incrementa en invierno y disminuye en verano.



En las personas delgadas el tejido adiposo posee un 80% de grasa y un 15% agua y 5% proteínas. En los obesos la proporción de agua y proteínas disminuye. Sólo cuando una persona se encuentra a 170% de su peso ideal, se produce la división de los adipocitos. Antes sólo aumentan de tamaño. La síntesis de triglicéridos por el tejido es dependiente de la glucólisis, e independiente del hígado. La menopausia de las mujeres hace disminuir la cantidad de grasa ya que la deslocaliza y moviliza. El tejido está bastante vascularizado

por su asociación con el metabolismo (por lo menos un capilar por adipocito).

b.3. Tejido Cartilaginoso



El tejido cartilaginoso es de origen mesodérmico, pero a diferencia de otros tejidos de su mismo origen, no está vascularizado, por lo que recibe los nutrientes a partir del conjuntivo próximo. Su función es principalmente estructural, aportando elasticidad y resistencia a numerosas estructuras corporales. Es el encargado de soportar las tensiones y rozamiento de las articulaciones, por lo que es indispensable para la motilidad. También constituye el tejido precursor del óseo durante el desarrollo embrionario.

El cartilago está cubierto externamente por una membrana fibrosa con una parte conjuntiva externa y otra cartilaginosa interna, llamada pericondrio.

En los extremos articulares de los huesos y también donde se encuentra directamente debajo de la piel, es decir, las orejas y la nariz. Esta membrana íntimamente ligada al conjuntivo, es la que contiene los vasos que le proporcionan nutrición al cartílago. Está formado por células con forma redondeada o sin puntas, en grupos de dos o más en una matriz biológica granular o casi homogénea y muy densa, desarrollada a partir de sus elementos formes, entre los que podemos encontrar:

- a) **Fibroblastos y fibroblastos** constituyentes de la capa externa del pericondrio.
- b) **Condroblastos.** Son células mesenquimales que se dividen mitóticamente y se encargan de sintetizar la sustancia fundamental que les va rodeando y aislando del resto de las demás células. Se encuentran próximas al tejido conjuntivo del que se nutren y forman una envuelta alrededor del cartílago formando el pericondrio interno. En su madurez se aíslan completamente y pasan a constituir el cartílago denso, siendo entonces condrocitos.
- c) **Condrocitos.** Se encuentran en pequeñas lagunas de una a ocho células de origen mitótico (isogénicas) que dan lugar a la mayor parte del colágeno presente en la sustancia fundamental. Poseen muy desarrollado el aparato de Golgi y el RE durante los periodos de secreción, sin embargo es reducido a medida que envejecen ya que llegan a eliminar casi por completo la secreción. También están formadas por abundantes filamentos de vimentina, glucógeno e inclusiones lipídicas. Son los constituyentes del cartílago interior y resistente.

La matriz o sustancia fundamental está constituida principalmente por agua en un 80% y por los diferentes tipos de fibras colágenas, glucosaminoglucanos como el ácido hialurónico que le aporta junto con el condroitín sulfato la consistencia cartilaginosa y otros peptidoglucanos. Esta consistencia le permite soportar tensiones e incluso mantener el líquido sinovial aislado, impidiendo el rozamiento de las articulaciones durante el desplazamiento y soportando todo el peso corporal.

En función de la composición de la matriz y la existencia o no de pericondrio encontramos tres tipos de cartílago:

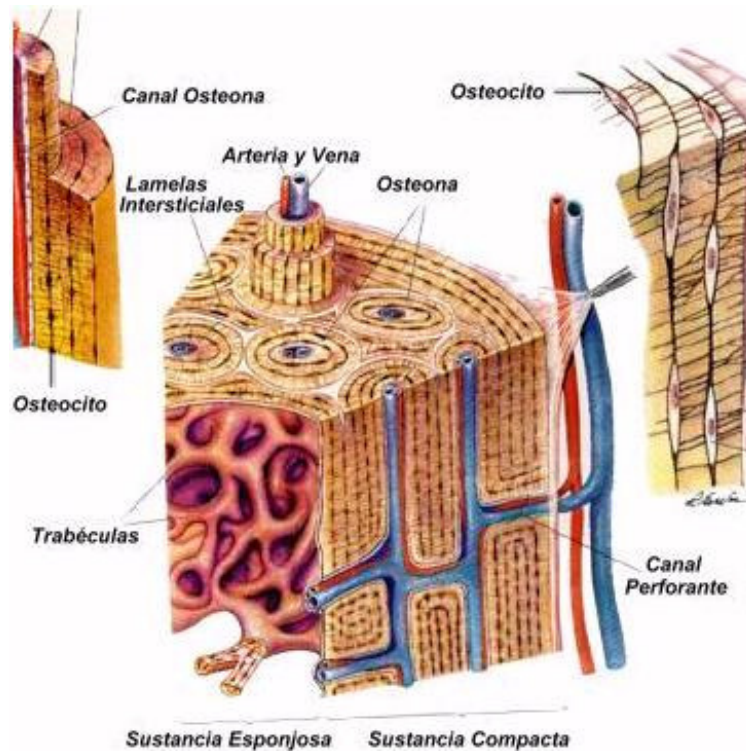
- **Cartílago hialino.** Principalmente colágeno tipo II(Articulaciones, nariz y vías respiratorias)
- **Cartílago elastico.** Principalmente elastina (Oído y faringe)
- **Fibrocartílago.** Aparece como elemento de transición entre el conjuntivo denso y el cartilaginoso hialino. Matriz escasa formada por colágeno tipo I (Discos intercostales, entre las falanges, meniscos ...)

b.4. Tejido óseo

Tiene origen mesodérmico y está constituido por una matriz calcificada entre la que se encuentran diferentes elementos celulares. Su función es estructural y de sostén de los vertebrados. Se constituye a partir del tejido cartilaginoso hialino, que durante el desarrollo embrionario se forma y poco a poco se va osificando hasta concluir con la osificación del cráneo tras el primer año de vida. Se caracteriza por la dureza y rigidez que posee frente a la fricción y compresión, para salvaguardar estructuras como el cerebro, médula espinal...

Durante el desarrollo se forma hueso entretejido o inmaduro a partir del cartílago hialino. Éste hueso, luego se transforma en hueso laminar (tejido óseo maduro), ya sea denso o esponjoso. Las unidades estructurales del tejido óseo maduro son laminillas óseas de pocos μ m de espesor (especiales o concéntricas) que se depositan unas alrededor de otras entre 4-

20 laminillas, sobre todo en las regiones de sustancia compacta. Forman así sistemas tubulares finos denominados osteomas o sistemas de Harvers. A través de los canales centrales de las osteonas, circulan los vasos sanguíneos y nervios que transportan el impulso y los nutrientes a las diferentes partes del hueso.



Las laminillas unidas entre si, están compuestas por una matriz calcificada en la que hay lagunas lenticulares dispersas que alojan las células óseas (osteocitos). Presentan múltiples canaliculos delgados, que se anastomosan con los provenientes de lagunas contiguas.

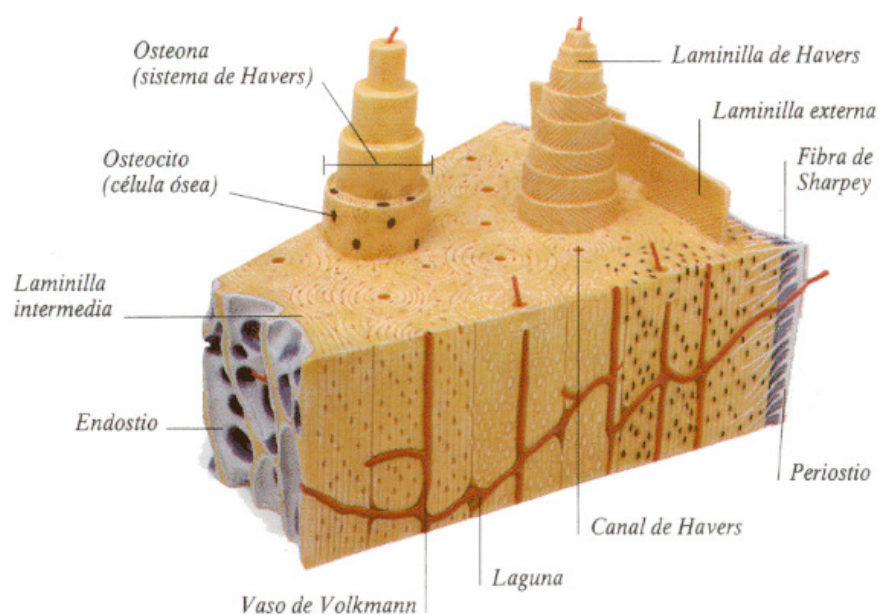
Entre las laminillas se depositan fibras de colageno, en disposición helicoidal. Entre las osteonas aparecen restos de otras más antiguas que llenan el espacio que se denominan sistemas intersticiales. Los límites entre las osteonas y los sistemas intersticiales están marcados con nitidez por las denominadas líneas de cemento (contienen muchos

proteoglucanos).

Las trabéculas de la sustancia esponjosa están compuestas por hueso laminillar sin vasos, el que aquí forma laminillas de configuración irregular.

Algunas formas del tejido óseo, como el compacto de los huesos largos, se encuentran recubiertas por sistemas de membrana que separa unas regiones de otras como es el periostio exterior de los huesos compactos y el endostio que separa el hueso compacto de la médula ósea.

SECCIÓN DE UN HUESO LARGO



Histológicamente está constituido por cuatro tipos celulares:

- a) Los **fibroblastos** y **fibrocitos**, encargados de la síntesis de la mayor parte de la carga proteica de la sustancia fundamental (colágeno). Se encuentran en la periferia junto con el tejido conjuntivo y/o cartilaginoso.
- b) **Células mesenquimáticas osteoprogenitoras**. Tienen capacidad mitótica y son las células que dan lugar a los osteoblastos.
- c) Los **osteoblastos**. Son células osteoformadoras que se encargan del mantenimiento, el crecimiento y la reparación del hueso
- d) Los **osteocitos**. Son las células del hueso maduro y ya formado.
- e) Los **osteoclastos**. Son células multinucleadas que degradan y reabsorben huesos. Al igual que los osteoblastos, están implicados en la remodelación de hueso natural. Deriva de células sanguíneas.

En función de la disposición del tejido óseo podemos encontrar tres tipos diferentes de tejido:

- a) El **tejido esponjoso**: Está constituido por láminas entrecruzadas, tiene forma de red y entre las cavidades se encuentra la médula ósea. Está recubierta por el tejido compacto.
- b) El **tejido compacto**: Sus componentes están muy fusionados y es lo que le da el aspecto duro y uniforme al hueso. Son abundantes en huesos largos como el fémur y el húmero. Consta de periostio(membrana que cubre al hueso), cavidad medular y de endostio (membrana que recubre la cavidad medular)
- c) El **tejido areolar**: Se encuentra en la cavidad de la médula ósea de los huesos largos, en forma de delgadas láminas, y van desde una pared a la otra entrecruzándose

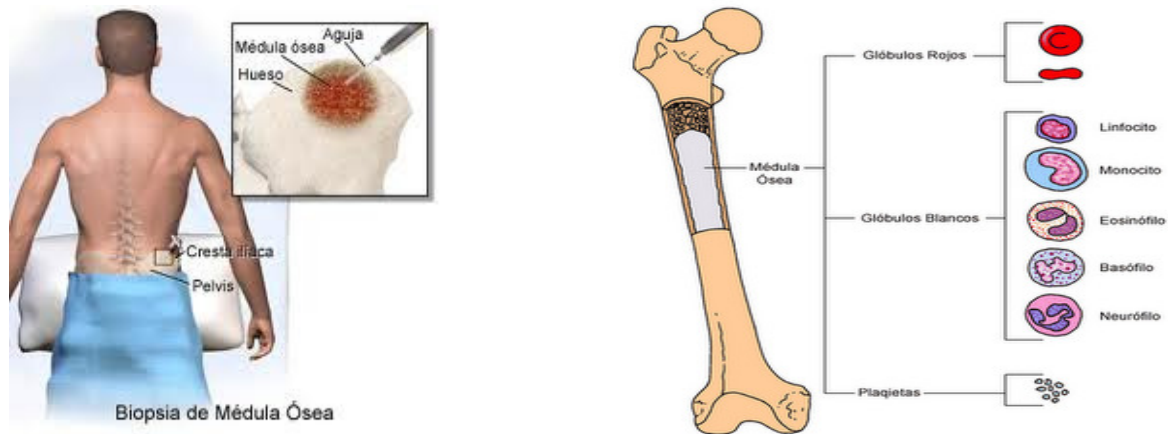
b.5. Tejido hematopoyético

b.5.1. Origen de la médula ósea

Las células sanguíneas del adulto se forman, con la excepción de los linfocitos, exclusivamente en la médula ósea.

La localización anatómica del sistema hematopoyético cambia a lo largo del desarrollo embrionario y postnatal. Hoy día se piensa que este proceso se inicia durante la embriogénesis, a partir de células mesodérmicas. Durante la vida fetal la producción celular se inicia en el saco vitelino y después en hígado y bazo. A partir del quinto mes de gestación aparece la hematopoyesis en la médula ósea, reemplazando a las células anteriores. Al momento de nacer, la hematopoyesis esplénica y hepática han desaparecido, aunque durante los primeros años de vida pueden reaparecer frente a condiciones de demanda aumentada de células sanguíneas. El tejido hematopoyético, que al nacer ocupa prácticamente todo el tejido óseo, disminuye gradualmente con el desarrollo hasta que en el adulto normal se localiza solamente en los huesos planos, como vértebras, esternón, costillas y pelvis.

Se conoce como **hematopoyesis al mecanismo responsable del crecimiento y diferenciación de las células hematológicas**. El sistema hematopoyético permite la reposición continua de estas células, y la respuesta a situaciones de stress o aumento de demanda. Como veremos a continuación este tejido está formado por:



- Células precursoras multipotentes.
- Células precursoras comprometidas (en la producción de células de una línea hematológica determinada)
- Células diferenciadas o maduras.

La función principal de la médula ósea es la producción de células sanguíneas diferenciadas. Estas derivan de células troncales multipotenciales con capacidad de renovación, capaces de diferenciarse. Esta última capacidad lleva a la producción de células unipotenciales dan origen a las líneas celulares eritropoyética, granulopoyética y trombopoyética. Las células unipotenciales están en una etapa activa del ciclo celular, con capacidad de autorrenovarse y proliferar por tiempo prolongado. Sin embargo, estas células necesitan del estímulo humoral de ciertas sustancias con capacidad hematopoyética. La mejor conocida de estas es la eritropoyetina, que es elaborada por el riñón en respuesta a la hipoxemia y que estimula la producción de eritrocitos. También se conoce la existencia de leuco y trombopoyetinas.

Las enfermedades que afectan a la médula ósea, resultando en una alteración en la producción normal de células sanguíneas, pueden deberse a una falla primaria de las células troncales, reemplazo del tejido medular por otro anormal o insuficiencia de los factores estimuladores.

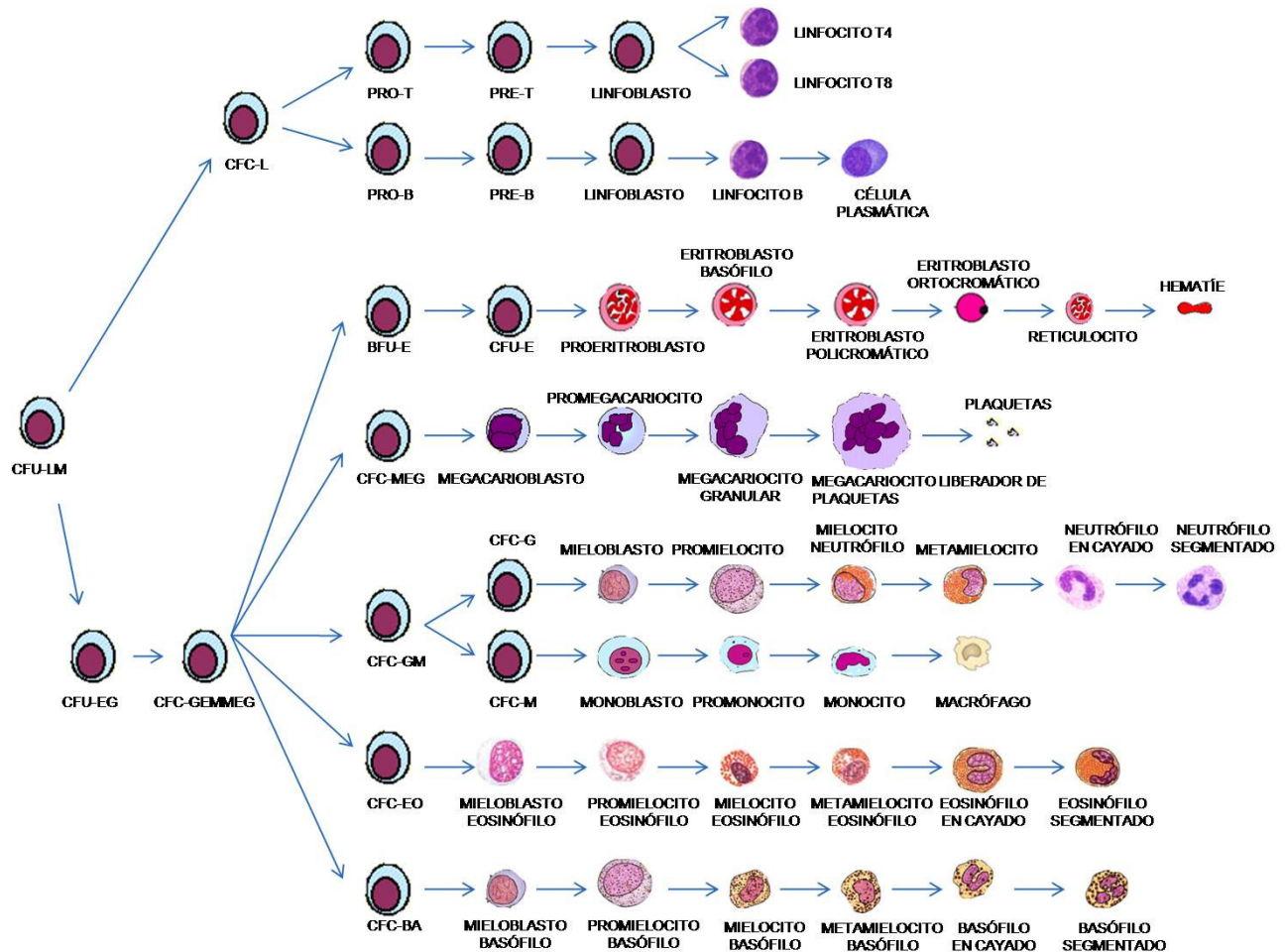
b.5.2. Anatomía celular de la hematopoyesis

CÉLULAS HEMATOPOYÉTICAS

El sistema hematopoyético está compuesto por diferentes tipos celulares que derivan de la diferenciación y expansión de progenitores inmaduros. Su funcionamiento correcto asegura la producción de las células responsables del transporte de oxígeno, la coagulación sanguínea y la inmunidad. Se organiza como una jerarquía en la que las relaciones entre los diferentes tipos celulares se basan en la capacidad de proliferación y de diferenciación celular. El funcionamiento normal de la hematopoyesis resulta de la interacción entre mecanismos intracelulares y la influencia del microambiente donde se desarrollan las células hematopoyéticas.

Diariamente miles de millones de células hemáticas maduras, principalmente eritrocitos y granulocitos, mueren y son eliminadas de la circulación. Un número equivalente de células jóvenes alcanza la sangre periférica (SP), de manera que se compensa la pérdida

ya señalada. La hematopoyesis hace referencia a este proceso continuo de producción de células hemáticas.



El sistema hematopoyético está compuesto por diferentes tipos celulares organizados jerárquicamente. Mientras su desarrollo y maduración sucede en localizaciones anatómicas concretas, los elementos maduros y, en menor medida, los inmaduros circulan juntos por la SP.

En el sistema hematopoyético se reconocen diversos tipos celulares, que podemos agrupar en: **Células madre**, **células progenitoras** y **células maduras**.

b.5.3. Fisiología de la hematopoyesis

El sistema hematopoyético está compuesto por diferentes tipos celulares que derivan de la diferenciación y expansión de progenitores inmaduros. Su funcionamiento correcto asegura la producción de las células responsables del transporte de oxígeno, la coagulación sanguínea y la inmunidad. Se organiza como una jerarquía en la que las relaciones entre los diferentes tipos celulares se basan en la capacidad de proliferación y de diferenciación celular.

El funcionamiento normal de la hematopoyesis resulta de la interacción entre mecanismos intracelulares y la influencia del microambiente donde se desarrollan las células hematopoyéticas.

Este grupo de células es el responsable de la generación continua y de por vida de todas las demás células hemáticas. Son las células con la máxima capacidad de autorrenovación y diferenciación, características que se van perdiendo conforme las células hematopoyéticas se diferencian en elementos más maduros.

Las células madre hematopoyéticas (stem cells) son las únicas capaces de regenerar el sistema hematopoyético del receptor de un trasplante. Los estadios intermedios de desarrollo celular entre las células madre y las células hematopoyéticas maduras están constituidos por células que han sufrido restricciones en la capacidad de diferenciación, pero todavía no han adquirido los cambios morfológicos típicos de las células hemáticas maduras; son los progenitores comprometidos (es decir, los progenitores comprometidos han sufrido cierta diferenciación hacia un tipo celular concreto, pero todavía no son células maduras).

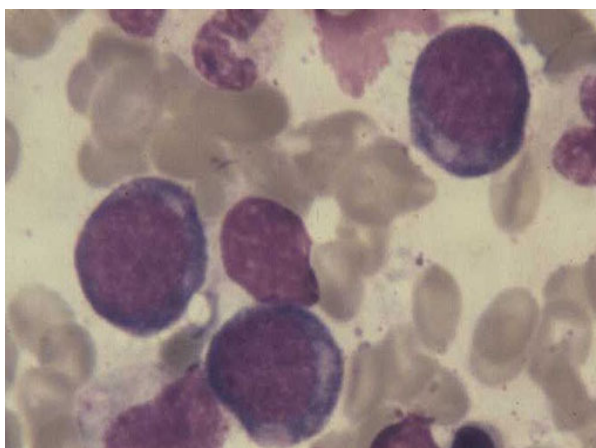
Las células más maduras de los diferentes linajes mieloides (eritrocitos, polimorfonucleares, monocitos y megacariocitos) se reconocen fácilmente gracias a sus características morfológicas. Suponen el estadio final en el proceso de maduración hematopoyética y son las células cuya morfología y marcadores específicos se analizan en los diferentes procesos fisiopatológicos de la práctica médica.

Son, además, las células diana de los diferentes mecanismos de control que afinan los cambios en su viabilidad, expansión y diferenciación, así como de la liberación final de las células maduras a la circulación sanguínea.

Células de la médula ósea (MO)

Tanto las células madre como los progenitores y las células maduras se encuentran en la MO, en la SP y también en la sangre del cordón umbilical del recién nacido.

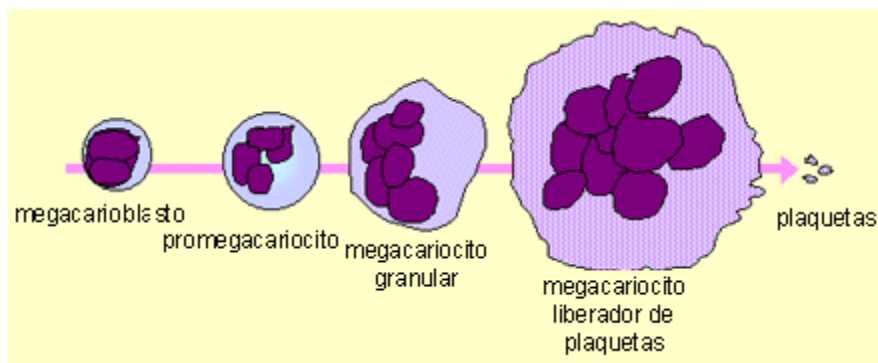
El proceso de diferenciación hematopoyética se describe como una jerarquía de células progenitoras, en la que cada estadio sucesivo se distingue del siguiente por un fenotipo característico, así como por el número y tipo(s) de células hijas maduras que son capaces de generar.



Esta organización no se puede visualizar *in vivo* directamente, en parte por la movilidad de los progenitores dentro de la MO y en parte porque muchos cambios tempranos e irreversibles en la expresión génica suceden antes de que se expresen como cambios en la morfología celular.

Por este motivo, todas las células hematopoyéticas inmaduras se clasifican morfológicamente de manera indiscriminada como células blásticas: células de tamaño pequeño, redondas, con núcleo grande y citoplasma escaso.

Serie plaquetaria



El **megacarioblasto** es una célula de observación infrecuente en la médula ósea. Es el elemento de menor tamaño de esta serie, de 6-24 μ m. El núcleo es único, grande, ovalado o bilobulado, con cromatina laxa y numerosos nucleolos. El citoplasma es intensamente basófilo, agranular, sin vestigios de granulogénesis y puede presentar algunas prolongaciones a modo de pseudópodos muy característicos. Marcaje CD41

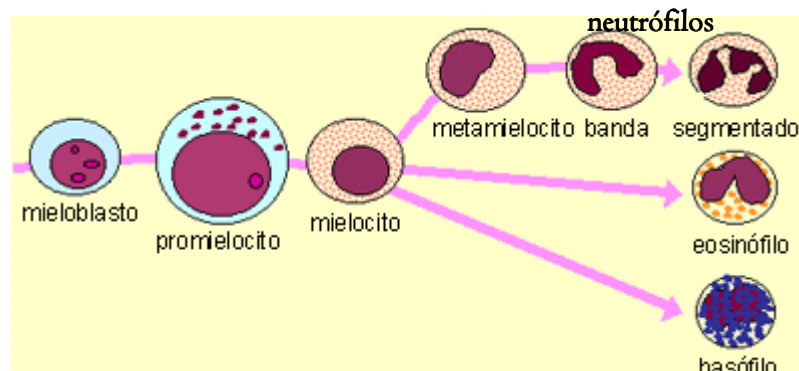
Serie roja: eritropoyesis



El **eritroblasto ortocromático** tiene un tamaño pequeño (7-10 μ m, con núcleo intensamente picnótico y cromatina muy condensada de aspecto homogéneo. El citoplasma muy acidófilo va aumentando su contenido hemoglobínico hasta adquirir la tonalidad propia del hematíe maduro. Este eritroblasto no posee capacidad mitótica, aunque puede sintetizar proteínas y hemoglobina. El núcleo, una vez finalizada su maduración, es expulsado de la célula por un mecanismo no del todo conocido, siendo éste posteriormente fagocitado por las células del sistema mononuclear fagocítico de la médula ósea.

Serie granulocítica: granulopoyesis

El **mieloblasto** es un elemento con ausencia de granulación al microscopio óptico. Se trata de



una célula de tamaño comprendido entre 15-20 μm , de forma redondeada u oval y de contorno liso. El núcleo, de gran tamaño en relación con el diámetro celular, es redondo y está provisto de una cromatina finamente reticulada, con presencia de dos o tres nucleolos bien visibles. El citoplasma, de color basófilo, aunque menos intenso que el del proeritroblasto, es escaso y está desprovisto ópticamente de granulación y vacuolas. A nivel ultraestructural puede detectarse mieloperoxidasa en el retículo endoplásmico y aparato de Golgi.

Células de la médula ósea (SP)

Glóbulos rojos. También llamados eritrocitos o hematíes. Son células anucleadas (sin núcleo), en forma de disco bicóncavo y de aproximadamente 7 μm de diámetro. La cantidad de glóbulos rojos es diferente en función de que se trate de un hombre o de una mujer, de esta forma un hombre tendría del orden de los 5 millones de células por mm^3 y una mujer la cifra oscila en los 4,5 millones. La célula predecesora del eritrocito es como hemos visto anteriormente, el reticulocito, esta célula si tiene a diferencia del eritrocito material nuclear en concreto ARN (el cual se identifica por tinción).

El contenido de un hematíe es básicamente hemoglobina, proteína encargada del transporte de oxígeno. El valor de hemoglobina es también otro factor a tener en cuenta en el diagnóstico de la anemia. La hemoglobina se forma a partir de hierro, vitamina B₁₂ y ácido fólico. La hemoglobina está formada por cuatro cadenas de polipéptidos denominados globina unidas a un grupo hemo. El grupo hemo contiene hierro que será el que se una al oxígeno. Un grupo hemo esta formado por un grupo pirrólico que será el resultado de la unión de succinil CoA y el aminoácido glicina. Los cuatro grupos pirrólicos formados darán lugar a la protoporfirina uniéndose esta al Fe²⁺ para formar el grupo hemo. El eritrocito presenta una coloración roja propia de la hemoglobina. La vida media de un eritrocito es de unos 120 días.

Glóbulos blancos. Forman la serie blanca. Sus valores oscilan entre 4000 y 11000 mm^3 . Su vida media es muy variada: desde horas a años (linfocitos T). Tienen núcleo. Dentro de los leucocitos distinguimos:

Leucocitos con granulaciones en el interior de su citoplasma.

- Leucocitos granulados o polimorfos nucleares. No tienen forma específica. Entre estos destacamos:
 - Basófilos: 0%-4%. Liberan a la sangre heparina, intervienen en procesos inflamatorios y a veces en la inflamación crónica.
 - Neutrófilos: son más abundantes, suponen del 50% al 70% de los leucocitos. Intervienen en la inmunidad congénita. En procesos de infección aguda se dirigen a zonas de inflamación intensa. Tienen la capacidad de fagocitar y actúan como sustancias quimiotácticas (los tejidos infectados liberan sustancias químicas que atraen a los neutrofilos).
 - Eosinófilos: 1%-3%. Están implicados en los fenómenos de alergias produciendo sustancias "alérgicas" como la histamina.

- Leucocitos agranulados. No presentan gránulos intracitoplasmáticos y tienen forma esférica.

- Linfocitos T: implicados en mecanismos de inmunidad celular.

Dentro de los linfocitos T encontramos distintos tipos:

1. Células T4: colaboradoras, cuya función va a ser la de producir unas moléculas que reciben el nombre de citocinas que van a modular la producción de linfocitos B y monocitos. Estas células producen CD4.
 2. Células T8 o supresoras: por medio de citocinas va a impedir la formación de células T4 colaboradoras e indirectamente de anticuerpos.
 3. Células T citotóxicas: van a producir la lisis o rotura de células contaminadas.
- Linfocitos B: implicados principalmente en la inmunidad humoral. Las sustancias que producen son inmunoglobulinas y reciben el nombre de anticuerpos.
 - Monocitos: (3% y 9%). Tienen la capacidad de abandonar el vaso sanguíneo por diapédesis (los monocitos se deslizan a través de los poros de los vasos sanguíneos). Tienen una gran capacidad fagocitaria.

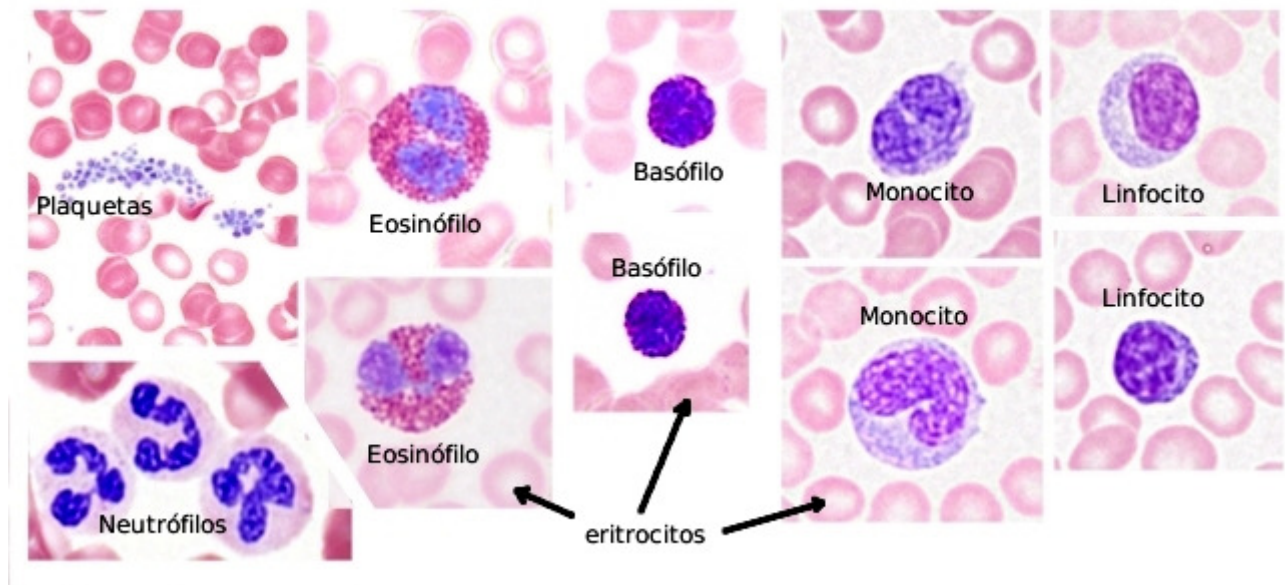
Los macrófagos tienen dos funciones principalmente:

- Fagocitosis.
- Actúan como células presentadoras de antígenos (Ag) Son las encargadas de ponerse en contacto con el antígeno, de introducirlo en su interior, modificar su estructura y exponerlo en su superficie para la acción de los linfocitos T, para neutralizarlo, eliminarlo...

Plaquetas. Se producen en la médula ósea, y tienen una forma de células grandes que reciben el nombre de megacariocitos. Estos megacariocitos sufren unas particiones (se dividen en fragmentos) y son llevados al sistema circulatorio (sangre) y allí se llaman plaquetas. Las plaquetas son anucleares y van a tener una vida media de entre 5 a 8 días. Están implicados en procesos de coagulación sanguínea, la cual es activada con una lesión vascular. Los mecanismos de coagulación se activan por cascada enzimática. Ante una lesión vascular, las plaquetas se adhieren (adherencia plaquetaria) entre ellas y con las paredes de la lesión provocando la liberación de sustancias vasoactivas y sustancias que intervienen en la coagulación. Sustancias vasoactivas: serotonina y bradiquinina: provocan vasoconstricción regulada por mecanismos de vasodilatación.

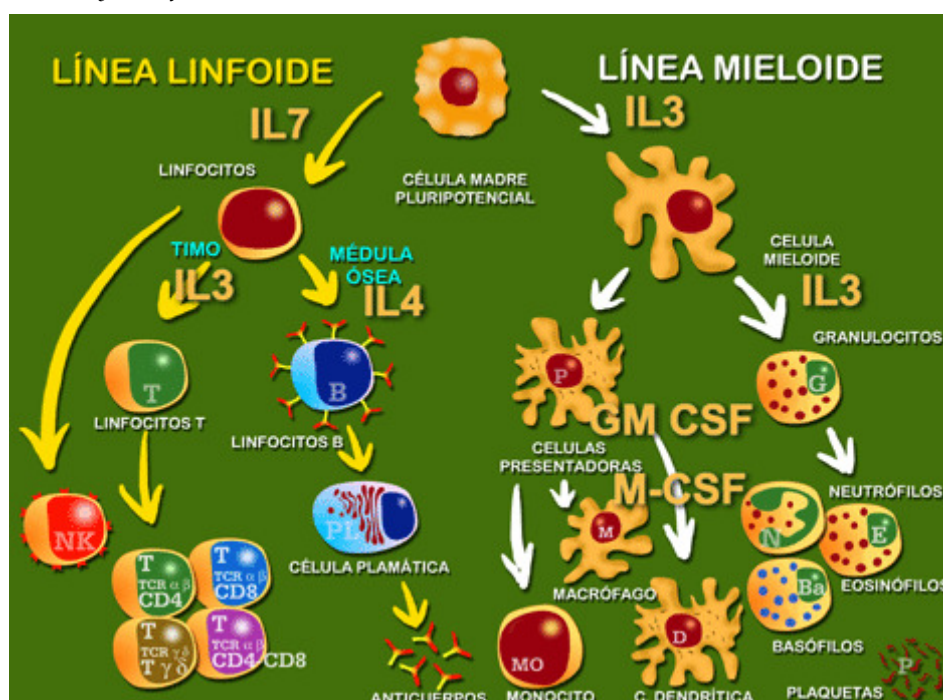
Sustancias coagulativas: tromboplastina que va a ser liberada por las plaquetas y actúa activando a la protrombina.

La protrombina es la primera enzima de síntesis hepática que circula por la sangre y que cuando es estimulada produce el paso de protrombina a trombina mediante la enzima protrombinasa. A su vez la trombina facilita el paso de fibrinógeno a fibrina. La protrombina es de origen hepático. Para que el hígado elabore la protrombina se necesita la presencia de la vitamina K que se puede aportar de un origen externo (dieta) o mediante la flora bacteriana intestinal. En el paso de protrombina a trombina también se necesita Ca^{+} y vitamina K. La trombina activada actúa en el paso de fibrinógeno a fibrina, esta fibrina consiste en monómeros con forma filamentosa con un aspecto de hilos. Esta fibrina forma una red entorno a la lesión endotelial, y esta red de fibrina tiene la función de ligar y atrapar células sanguíneas (hematíes, plaquetas, leucocitos).



b.5.3. Factores de crecimiento hematopoyéticos

El funcionamiento normal de la hematopoyesis resulta de la interacción entre mecanismos intracelulares y la influencia del microambiente donde se desarrollan las células hematopoyéticas.



El crecimiento y diferenciación de las células sanguíneas está regulado por una serie de hormonas glicoproteínas denominadas: “factores de crecimiento hematopoyéticos” (FCH) o “factores estimuladores de colonias”

Citoquinas que estimulan la hematopoyesis

La acción de las citoquinas presentes en el microambiente medular promoviendo o inhibiendo el crecimiento de los elementos celulares, inducen la quiescencia o la proliferación y diferenciación de los progenitores hematopoyéticos primitivos y resultan en la progresión ordenada del sistema hematopoyético.

Pero no toda la regulación *in vivo* es local. La eritropoyetina es una molécula circulante prototipo de un mecanismo de control por retroalimentación. Cambios mensurables en los niveles circulantes de otros factores hematopoyéticos pueden ser detectados en una gran variedad de enfermedades y alteraciones del sistema hematopoyético.

Asimismo, la administración de dosis farmacológicas de algunos factores de crecimiento produce efectos importantes en el número de células hemáticas circulantes y la salida desde la MO a la SP de progenitores muy inmaduros (movilización de progenitores a la SP). Este proceso resulta clínicamente útil porque permite recoger dichos progenitores mediante leucoaféresis, lo que ha permitido la realización de trasplantes hematopoyéticos

Factor estimulador de colonias granulocito macrófago (GM-CSF)

Factor estimulador de células precursoras

IL 3

Factor estimulador de macrófagos (M-CSF)

IL 7

Eritropoyetina (Epo).

b.5.4. Técnicas de estudio

Las relaciones entre progenitores y su progenie, que definen el inicio de la diferenciación irreversible de dichos progenitores hacia un linaje hematopoyético concreto, no pueden ser estudiadas por criterios morfológicos sino por otro tipo de análisis, fundamentalmente por marcadores de la membrana plasmática (inmunofenotipo) y por ensayos funcionales (cultivos *in vitro*):

- **Immunofenotipo:** los elementos celulares diferentes del sistema hematopoyético presentan un perfil de expresión de marcadores de superficie que permite distinguirlos unos de otros mediante citometría de **flujo** (técnica que permite el análisis cuantitativo y cualitativo de las células al incidir un laser en células en suspensión, estas células se pueden marcar con anticuerpos conocidos para su identificación).

Además, basándose en dichas moléculas de superficie se pueden purificar (aislar) poblaciones de progenitores hematopoyéticos para su uso en trasplantes hematopoyéticos o para ensayos funcionales.

Existen muchas moléculas que determinan el inmunofenotipo de los progenitores. Un ejemplo: la expresión del receptor de interleuquina 7 (**IL7R**) y

del receptor de trombopoyetina (*TpoR*) ayudan a identificar progenitores que exclusivamente generan células mieloides o células linfoides.

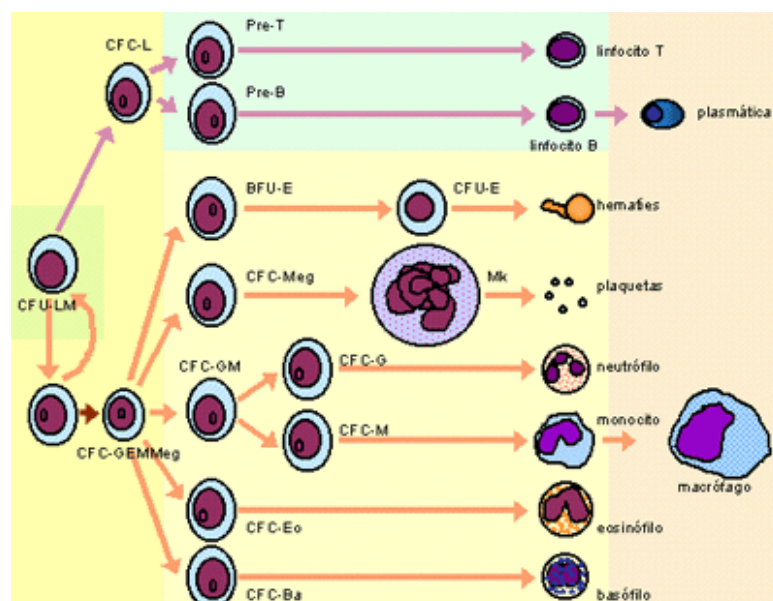
De la misma manera, la expresión o no de otras moléculas distingue a progenitores diferentes durante la maduración y diferenciación hematopoyéticas (Fig. 3). También, existen marcadores asociados clásicamente a células hemáticas maduras: CD41 en plaquetas, glicoforina en eritrocitos, CD15 en granulocitos, CD14 en monocitos, CD19 en linfocitos B, CD3 en linfocitos T o CD56 en células NK.

- Ensayos funcionales: normalmente se centran en dos tipos de estudios:
 - Potencial proliferativo (número total de células hijas)
 - Linajes hematopoyéticos diferentes (tipos distintos de células hijas) que puede generar un determinado tipo de progenitor.

El desarrollo de las células linfoides es diferente al de las células mieloides en muchos aspectos. Por ejemplo, los cambios morfológicos no son tan pronunciados, al menos hasta el momento en el que alcanzan la capacidad de responder a estímulos antigénicos (los cultivos *in vitro*, además, no se suelen realizar en la línea linfóide).

Mucho de lo que hoy día conocemos sobre la hematopoyesis fisiológica y sus mecanismos de regulación proviene de estudios cuantitativos de poblaciones de células madre y progenitores comprometidos, definidos por su comportamiento en ensayos *in vitro* e *in vivo*. Los ensayos funcionales parten de una población hematopoyética y detectan una actividad concreta en las células estudiadas al finalizar dicho ensayo. Requieren someter a las células a unas condiciones en las que se puedan determinar tanto el potencial de diferenciación (número de linajes hematopoyéticos representados entre las células hijas), como el potencial de proliferación (número total de células hijas producidas).

Los ensayos que cumplen estos criterios y que permiten la evaluación de la actividad de células hematopoyéticas individuales, facilitan la cuantificación de la frecuencia de progenitores en una población determinada. De esta forma, se pueden estudiar también cambios cualitativos y cuantitativos en los progenitores.



Las unidades formadoras de colonias hematopoyéticas (*colony forming units*) identifican a progenitores hematopoyéticos comprometidos con algún linaje mieloide conocido. En estos ensayos se cultiva una población de células hematopoyéticas en un medio semisólido (metilcelulosa normalmente) que contiene diferentes factores de crecimiento hematopoyéticos.

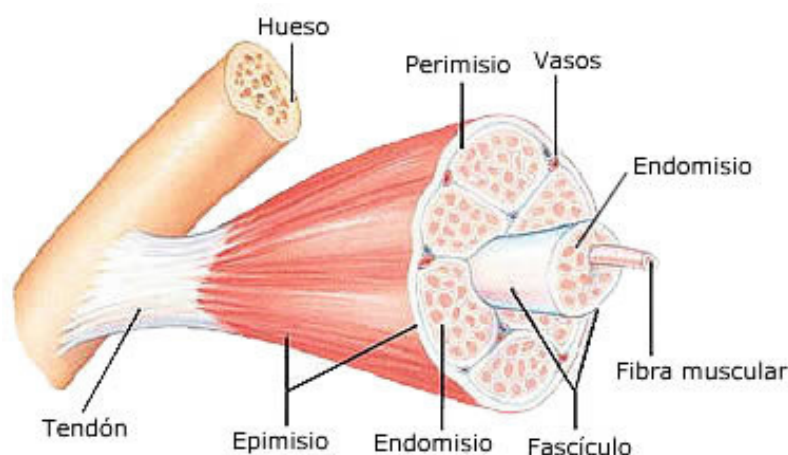
La actividad hematopoyética de los progenitores se identifica por el crecimiento de colonias de células tras 2 semanas en cultivo. El tipo de colonia identifica al tipo de progenitor. Así, se identifican progenitores granulocítico-macrofágicos (CFU-GM), granulocíticos (CFU-G), eritrocíticos (BFU-E más inmaduro, y CFU-E más maduro), megacariocíticos (CFU-Meg), y mixtos (CFUGEMM). Los ensayos de colonias han servido para estudiar los tipos y concentraciones de factores de crecimiento que mantienen, estimulan, aumentan o bloquean la proliferación y diferenciación de los diferentes progenitores hematopoyéticos.

b.5.5. Enfermedades hematológicas

La alteración de alguno de los puntos de este proceso hematopoyético da origen a insuficiencias medulares con fracaso en la formación de células normales, cuantitativa y funcionalmente, y es la causa de numerosos trastornos hematológicos como Aplasias, Síndromes Mieloproliferativos, Síndromes Mielodisplásicos y Leucemias agudas.

c. Tejido muscular

El tejido muscular tiene un origen embrionario mesodérmico. Es un tejido que está formado por las fibras musculares también llamadas miocitos. Constituye aproximadamente entre el 40% y 45% de la masa de los seres humanos y está especializado en la contracción, lo que permite que se muevan. Además mantienen un tono de las vísceras y vasos sanguíneos. Nos permite mantenernos en la postura adecuada y realiza los movimientos involuntarios del corazón y las vísceras.



Es un tejido con nomenclatura propia y de ahí que a la célula muscular se le denomine miocito o fibra muscular. A su citoplasma sarcoplasma y al retículo endoplasmático, retículo sarcoplásmico. A la unidad funcional de fibras musculares se las denomina sarcómeros.

El tejido muscular consta de tres elementos básicos:

- Sus células (fibras musculares), que suelen disponerse en haces o fascículos. Poseen numerosas mitocondrias y un citoesqueleto con abundantes fibras de actina y miosina.

- Una abundante red capilar, que sirve para transportar el oxígeno a través de la mioglobina, para la actividad metabólica de las células.
- Tejido conectivo fibroso de sostén con fibroblastos y fibras colágenas y elásticas. Éste actúa como sistema de anclaje y coordina la tracción de las células musculares para que puedan actuar en conjunto. Además conduce los vasos sanguíneos y la innervación propia de las fibras musculares.

El tejido muscular se puede clasificar atendiendo a:

1- Estructura:

- Músculo estriado: Presenta bandas claras y oscuras a lo largo de la fibra.
- Músculo liso: Carece de bandas.

2- Autonomía

- Contracción voluntaria: Se realiza a partir del sistema nervioso central
- Contracción involuntaria: Es controlada por el propio músculo, como el corazón.

Teniendo en cuenta estas características, encontramos tres tipos diferentes de músculos:

c.1. El músculo estriado esquelético.

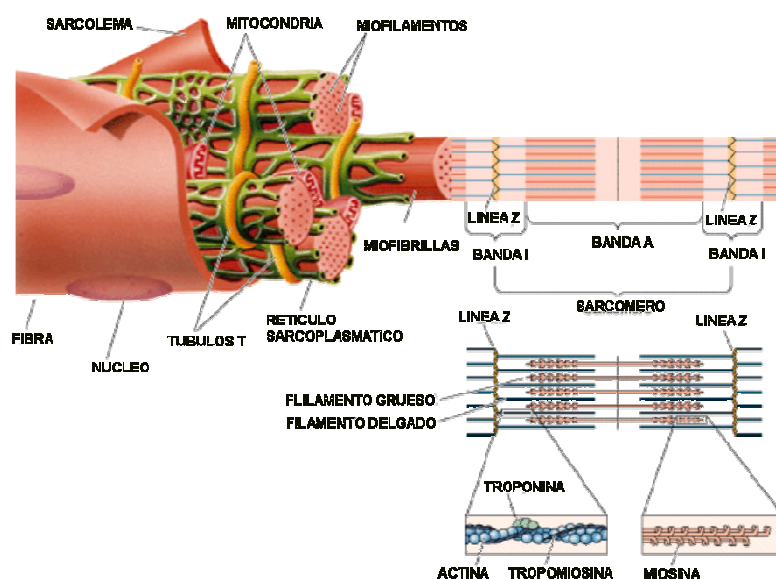
Es el único con el que realizamos movimientos voluntarios como la flexión de la pierna, movimiento de la mano....

Está formado por células muy largas (hasta 30 cm), cilíndricas y con varios núcleos y bastantes mitocondrias. Las proteínas contráctiles se disponen longitudinalmente de forma regular en bandas oscuras (miosina) y claras (actina). También poseen un RE muy desarrollado que rodea a las miofibrillas (filamentos de actina y miosina del citoesqueleto).

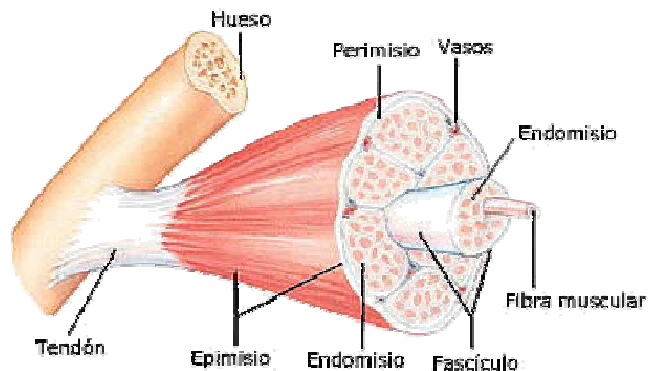
Las células están organizadas en haces, que se rodean de una membrana externa llamada epimisio. Estos a su vez se dividen en fascículos rodeados por el perimisio (tejido conectivo (conjuntivo)).

Finalmente encontramos que cada fibra muscular está rodeada por una capa muy fina de fibras reticulares llamada endomisio. Se caracteriza por su precisión y rápida contracción.

ORGANIZACIÓN DE LA FIBRA MUSCULAR



El epimisio se encuentra en continuo ligado a tejido conectivo (tendones) que permiten el anclaje del músculo al esqueleto. Por este motivo se le conoce también como músculo esquelético.



En las fibras musculares esqueléticas, los numerosos núcleos se localizan en la periferia, cerca del sarcolema. Esta localización característica ayuda a diferenciar el músculo esquelético del músculo cardíaco debido a que ambos muestran estriaciones transversales pero en el músculo cardíaco el núcleo es central y único ya que las células tienen uno solo.

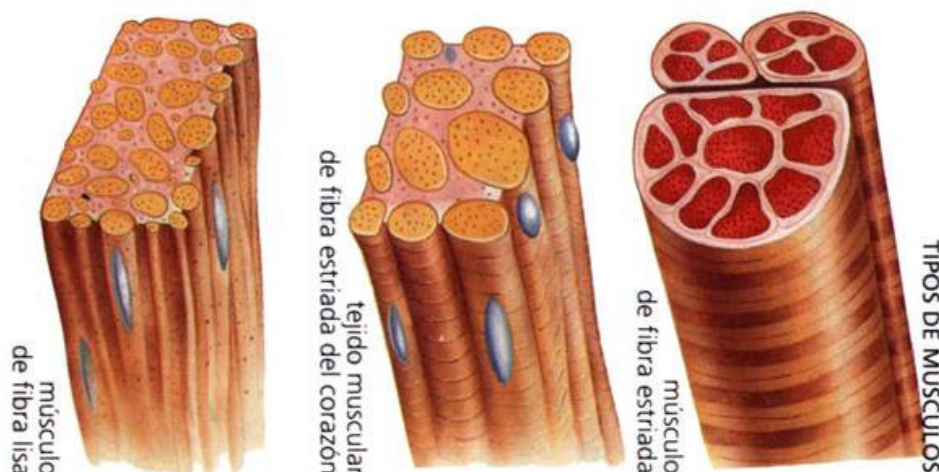
c.2.. Músculo estriado cardíaco.

Constituye las paredes del corazón y vasos sanguíneos principales. Muestra movimientos involuntarios. Las células de este tejido poseen núcleos únicos y centrales, también forman uniones terminales altamente especializadas denominadas discos intercalados que facilitan la conducción del impulso nervioso. En las aurículas se desarrollan las fibras musculares en haces formando un enrejado. Estos haces aumentan en los ventrículos.

El músculo cardíaco, como otros músculos, se puede contraer, pero también puede llevar un potencial de acción -de conducción eléctrica-, similar a las neuronas que constituyen los nervios.

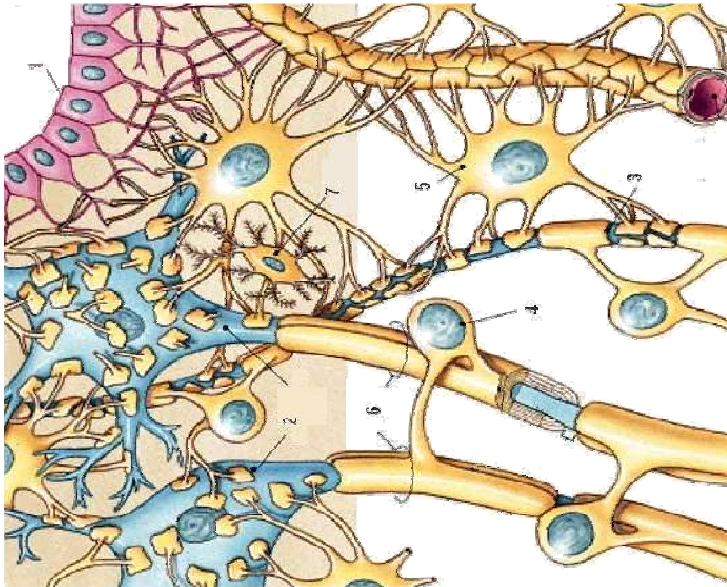
c.3. Músculo liso

Está formado por fibras musculares que corresponden a células delgadas cuyos extremos terminan en punta. Constituyen las partes contráctiles de la pared de los órganos blandos que no tienen relación con el esqueleto, tales como el tubo digestivo y vasos sanguíneos. De este modo se encargan de gran parte de los movimientos involuntarios para el desarrollo de sus funciones. Las células se organizan en grupos, formando capas que se contraen sólo en una única dirección. El desarrollo de capas superpuestas permite el movimiento en distintas direcciones. Las células son uninucleadas.



d. Tejido Nervioso

Su origen embriológico es ectodérmico, aunque parte del conectivo que lo protege, como las meninges, tienen un origen mesodérmico. El tejido nervioso es el responsable de la constitución del sistema nervioso. Está encargado del control motor y endocrino del organismo, mediante la propagación del impulso nervioso. Para ello se agrupa formando estructuras como los centros nerviosos. Éstos pueden tener diferente desarrollo, siendo el



más importante de todos, el sistema nervioso central.

Éste, recibe la información que es enviada por los receptores nerviosos, y elabora una respuesta que puede ser motora (indicando a través de los nervios motores que el organismo ha de moverse), o química (indicando la liberación de hormonas que regulen algún proceso interno).

Para llevar a cabo todas estas funciones, el sistema nervioso está organizado desde el punto de vista anatómico, en el sistema nervioso central (SNC) y el sistema nervioso

periférico (SNP). El SNP se encuentra localizado fuera del SNC e incluye los 12 pares de nervios craneales (que nacen en el encéfalo), 31 pares de nervios raquídeos (que surgen de la médula espinal) y sus ganglios relacionados.

De manera complementaria, el componente motor que transmite el movimiento se subdivide en:

- Sistema somático los impulsos se originan en el SNC se transmiten directamente a través de una neurona al músculo esquelético.
- Sistema autónomo los impulsos que provienen de SNC se transmiten primero en un ganglio autónomo a través de una neurona; una segunda neurona que se origina en el ganglio autónomo lleva el impulso al músculo liso y cardíaco o a una glándula.

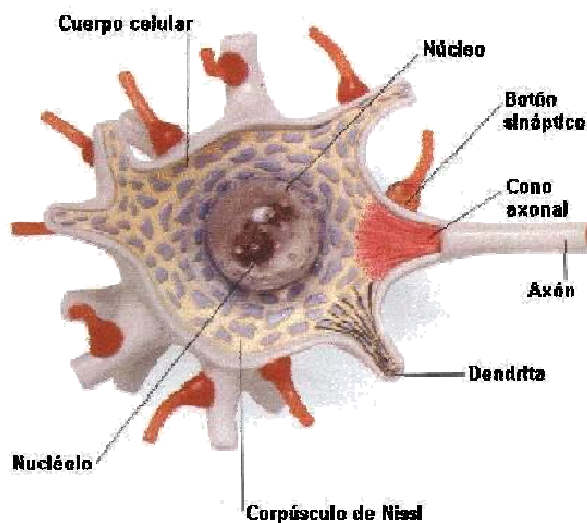
La formación por tanto de dicho tejido la podemos limitar a un conjunto de elementos formes representados en la neurona, y la sustancia fundamental en la que son embebidas, constituida principalmente por agua.

Los elementos formes:

- a) **Las neuronas** son células altamente diferenciadas que después de la vida embrionaria por lo general, no pueden dividirse. Sin embargo, si que pueden experimentar modificaciones estructurales aumentando la cantidad de conexiones entre ellas, así como el volumen neuronal. Las neuronas, almacenan la información que reciben y la transmiten a través de impulsos nerviosos.

Al igual que las células musculares, debido a su especialización presentan una nomenclatura propia. Al citoplasma celular se le denomina soma o pericarion. En él se encuentra el núcleo y la mayor parte de los orgánulos citoplasmáticos. A partir del soma, parten como consecuencia de la transformación de la membrana celular, numerosas prolongaciones. Las que reciben el impulso nervioso por sinapsis celular, son cortas y muy ramificadas y reciben el nombre de dendritas. Mientras que las prolongaciones que transmiten el impulso nervioso a la neurona contigua, son muy largas (pudiendo alcanzar los 2 metros en cetáceos) y sólo se ramifican en su terminación. Reciben el nombre de axón.

Las características internas de la célula, hacen referencia a su actividad. Presentan un Aparato de Golgi y un retículo endoplasmático muy desarrollado, como consecuencia de la

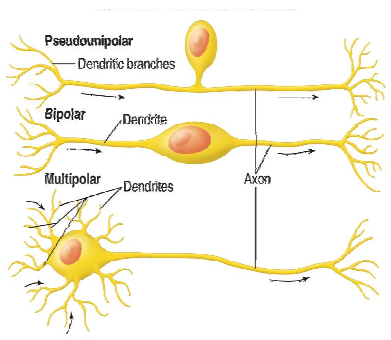


alta síntesis proteica que poseen. El desarrollo del retículo es tan alto que forma pequeños agregados junto con ribosomas libres y/o polisomas, que constituyen los denominados gránulos de Nissl. Entre las cisternas del retículo, aparecen diseminadas mitocondrias y lisosomas.

Presentan un citoesqueleto muy variado y estructurado, en donde encontramos gran cantidad de neurofilamentos constituidos a partir de filamentos intermedios que les permite mantener la estructura y morfología celular.

Además le otorga la elasticidad suficiente para soportar las tensiones axónicas y dendríticas. También posee microfilamentos de actina y microtúbulos relacionados con la conducción de neurotransmisores. Pero los filamentos más importantes son las neurofibrillas, que se desarrollan en la región dendrítica y somática, para la conducción de sustancias y orgánulos celulares. También presentan inclusiones citoplasmáticas como pigmentos, la lipofucsina (modo de almacenar radicales libres por envejecimiento celular que pueden conllevar a la muerte neuronal), melanina... Las neuronas no presentan centriolos en su citoplasma, ya que no se dividen.

Se pueden clasificar atendiendo a numerosos criterios:

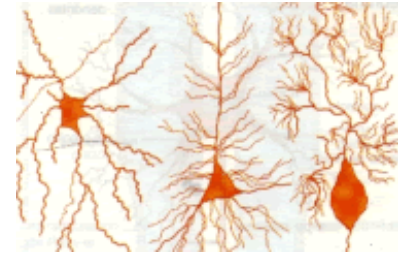


1. Número de prolongaciones:

- Unipolares como las células de la retina. Presentan axón pero no dendritas.
- Bipolares. Presentan un axón y dendritas.
- Seudounipolares. Un solo axón que se bifurca en T
- Multipolares. Un axón y numerosas ramificaciones de dendritas.

2. Según la morfología de su soma:

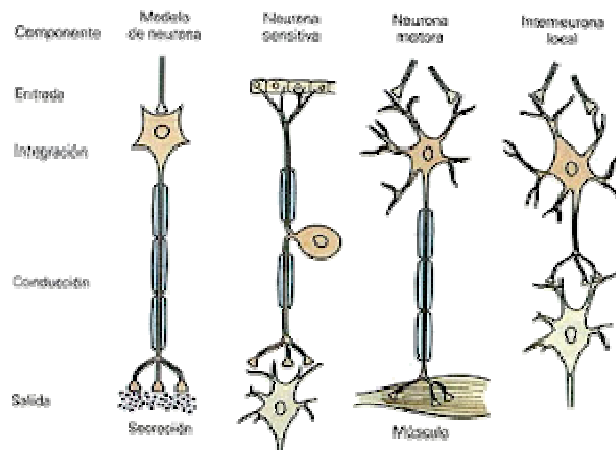
- Estrelladas: Con forma de estrella
- Piramidales: En forma de prisma triangular
- Esféricas: forma esférica
- Globosas: Forma de óvalo



Estrellada Piramidal Ovalada

3. Por el tamaño celular. De pequeñas a gigantes.

4. Función que desempeñan:



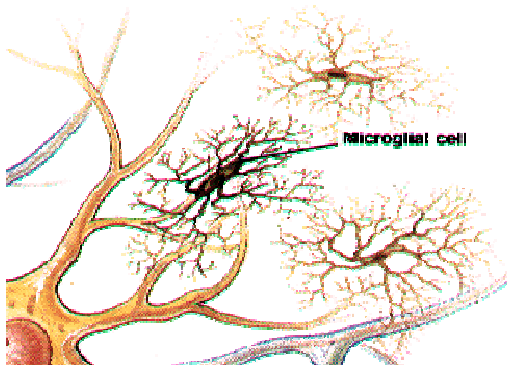
- Secretoras. Secretan hormonas a los vasos sanguíneos.

- Secreción:
 - Colinérgicas: Liberan acetilcolina
 - Adrenérgicas: liberan adrenalina y Noradrenalina.
 - Serotoninérgicas: Serotonina
 - Dopaminérgicas: Dopamina
- Motoras. Envían la respuesta motora al músculo.
- Sensitivas. Envían al SNC un estímulo
- Interneuronas. Conectan dos neuronas diferentes

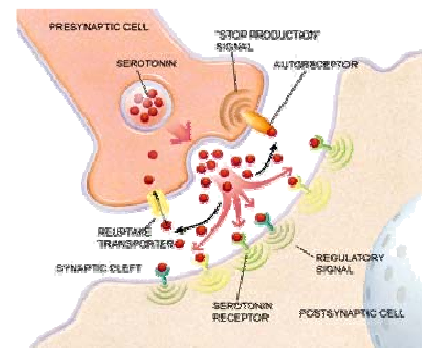
b) La neuroglia

Su origen es también ectodérmico aunque algunos tipos proceden de facciones del mesodermo. El tejido nervioso, al carecer de tejido conjuntivo, el soporte y reparto de nutrientes lo llevan a cabo las células gliales. Estas células, han seguido un desarrollo filogenético y ontogénico diferente al de las neuronas. Son menos diferenciadas que las neuronas y conservan la capacidad de división, encargándose de la reparación y regeneración de las lesiones del sistema nervioso.

Son, igualmente, fundamentales en el desarrollo de las redes neuronales desde las fases embrionales, pues desempeñan el papel de guía y control de las migraciones neuronales en las primeras fases de desarrollo; asimismo, establecen la regulación bioquímica del crecimiento y desarrollo de los axones y dendritas. También, son las encargadas de servir de aislante en los tejidos nerviosos, al conformar las vainas de mielina que protegen y aíslan los axones de las neuronas.



Mantienen las condiciones homeostáticas (oxígeno y nutrientes) y regulan las funciones metabólicas del tejido nervioso, además de proteger físicamente las neuronas del resto de tejidos y de posibles elementos patógenos, al conformar la barrera hematoencefálica.



Participan activamente en la transmisión sináptica, actuando como reguladoras de los neurotransmisores (liberando factores como ATP y sus propios neurotransmisores). Además, las células gliales parecen conformar redes “paralelas” con conexiones sinápticas propias (no neuronales).

Existen varios tipos:

- a) Astrocitos. Forman una cubierta alrededor de los capilares, siendo intermediarios entre estos y las neuronas en el paso de los nutrientes. Presentan forma estrellada y sus somas están fuertemente desarrollados con microfilamentos y filamentos intermedios. Inervan neuronas del SNC. Se desarrollan también en las regiones sinápticas impidiendo la difusión de los neurotransmisores.
- b) Oligodendrocitos. Soma pequeño con prolongaciones poco numerosas y estrechas. Forman la vaina de mielina de los axones, permitiendo así la transmisión del impulso nervioso.
- c) Ependimarias. Presentan cílios y microvellosidades. Están en contacto con el líquido cerebroespinal, con el que intercambian sustancias del SNC.
- d) Microgliocitos. Son células móviles fagocitarias que provienen de monolitos. Su función es defensiva y presenta gran cantidad de lisosomas y retículo endoplásmico.
- e) Células de Schwann. Constituyen la vaina de mielina de las células del sistema nervioso periférico. Lo que las diferencia de los oligodendrocitos.
- f) Guía satélite. Acompañan al soma de las células de los ganglios y centros nerviosos menores.
- g) Teloglía. Acompañan a las neuronas sensitivas en la parte Terminal del axón. Constituyen los gránulos de Pacini, Meissner o corpúsculos sensitivos.

