

## **UD 2. EL NIVEL DE CELULAS Y DE TEJIDOS**

### **I. EL NIVEL DE CÉLULAS Y TEJIDOS.**

- 1. CÉLULAS**
- 2. TEJIDOS**

### **II. CLASIFICACIÓN DE LOS TEJIDOS**

- 1. TEJIDO EPITELIAL**
  - 1.1. EPITELIOS DE REVESTIMIENTO**
  - 1.2. EPITELIOS GLANDULARES**
- 2. TEJIDO CONECTIVO**
  - 2.1. TEJIDO CONJUNTIVO**
  - 2.2. TEJIDO ADIPOSO**
  - 2.3. TEJIDO CARTILAGINOSO**
  - 2.4. TEJIDO ÓSEO. EL HUESO**
  - 2.5. TEJIDO SANGUÍNEO**
  - 2.6. TEJIDO HEMATOPOYÉTICO y TEJIDO LINFOIDE Ó LINFÁTICO**
- 3. TEJIDO MUSCULAR**
- 4. TEJIDO NERVIOSO**

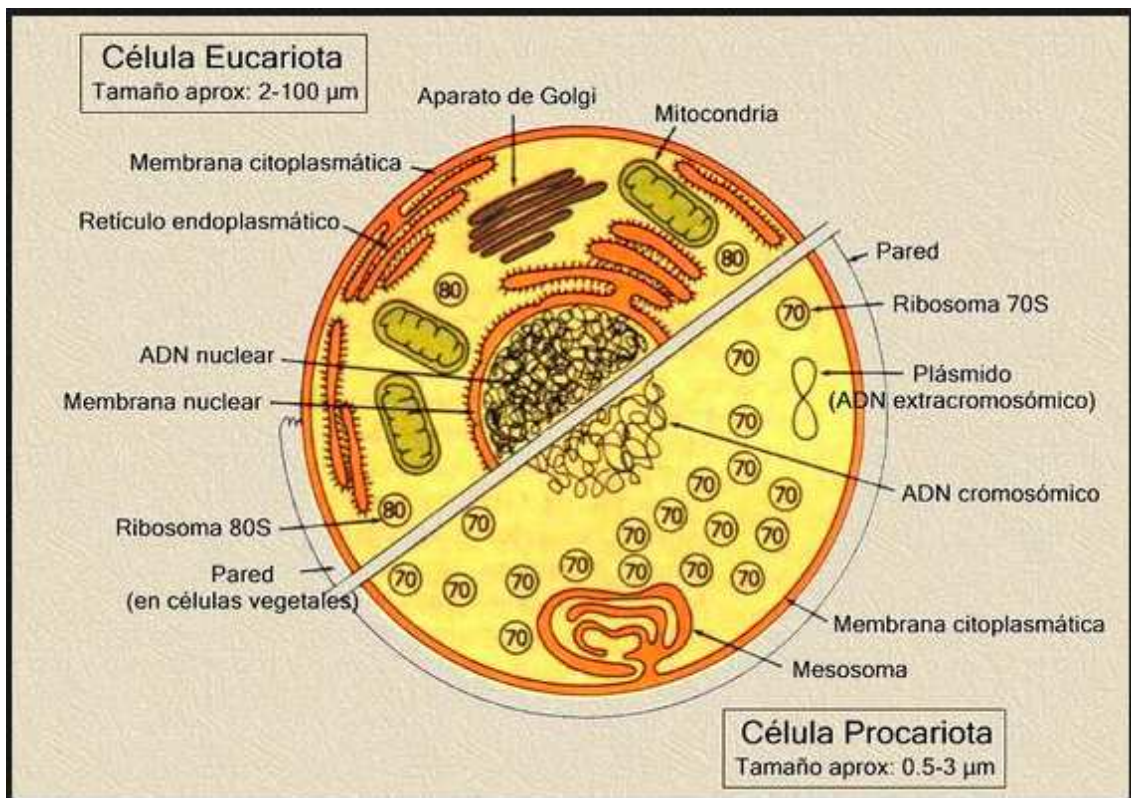
## I. EL NIVEL DE CÉLULAS Y TEJIDOS.

### 1. CÉLULAS

Las células son las **unidades básicas de estructura y funcionamiento de todo ser vivo**. Son las **unidades vivientes más pequeñas** del cuerpo humano ya que son capaces de realizar las **funciones vitales** de nutrición, relación y reproducción.

El organismo humano está constituido por **Células Eucariotas**, células que tienen un **núcleo definido gracias a una membrana nuclear** donde contienen su material hereditario. Las células eucariotas tienen un modelo de organización mucho más complejo que las procariotas. Su tamaño es mucho mayor y en el citoplasma es posible encontrar un conjunto de estructuras celulares que cumplen diversas funciones y en conjunto se denominan **organelas ú orgánulos celulares**.

Las células procariotas tienen por tanto la diferencia básica de no poseer membrana nuclear y no poseer orgánulos membranosos en el citoplasma, sí tienen ribosomas, que se consideran estructuras citoplasmáticas macromoleculares (aunque con distinto coeficiente de sedimentación: 70S y no 80S de los eucariotas. S= unidades Svedberg)



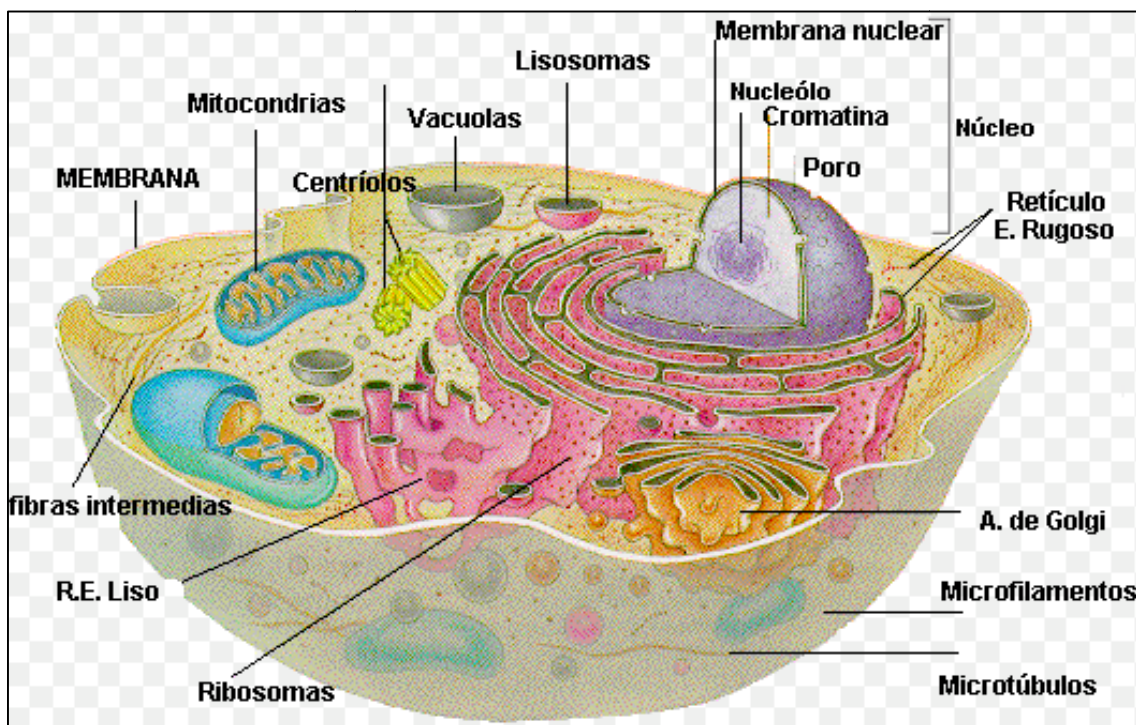
		Procariotas	Eucariotas
Organismos en los que las encontramos		Bacterias	Protistas, hongos, plantas y animales
Organización celular		Unicelular	Unicelular y pluricelular
Tamaño		1-10 micras	10-100 micras
Endocitosis / Exocitosis		No	Sí
Estructura celular	Membrana plasmática	Sí	Sí
	Pared celular	Sí	Vegetales sí, animales no
	Citoplasma	Sin citoesqueleto Sin orgánulos, solamente ribosomas.	Con citoesqueleto Con diversos tipos de orgánulos
	Membrana nuclear	No; el ADN está disperso en el citoplasma	Sí; el ADN queda delimitado en una zona denominada núcleo.
	Nucléolos	No	Sí

Las células del cuerpo humano por lo tanto son eucariotas y así tienen una **estructura básica**, que recordemos, está formada por:

- Una **Membrana plasmática** que delimita la célula e interviene en los intercambios y relación con el exterior.
- Un **Citoplasma** que es el contenido del interior celular entre la membrana plasmática y nuclear. Formado por una matriz citoplasmática ó citosol (también hialoplasma) en estado coloidal, en la que se encuentran las siguientes estructuras:

<b>Ribosomas</b>	
<b>Orgánulos membranosos</b>	
Sistema de endomembranas	Retículo endoplasmático Aparato de Golgi Lisosomas
Orgánulos energéticos	Mitocondrias Peroxisomas
<b>Inclusiones</b>	
<b>Citoesqueleto</b>	
Microfilamentos Microtúbulos Filamentos intermedios	

- Un **Núcleo delimitado por una membrana nuclear** en cuyo interior se encuentra el material genético.



Las células del organismo tienen esta estructura básica común pero adquieren distintas especializaciones lo cual permite que realicen funciones fisiológicas diferentes.

## 2. TEJIDOS

Se denomina **Tejido** a cada **conjunto de células con una misma especialización funcional y a la Matriz extracelular MEC que las envuelve.**

La MEC (ECM) constituye el medio, el entorno, con el que se relacionan las células. Las matrices extracelulares están formadas por un medio denominado **Sustancia fundamental** en el cual hay **proteínas fibrosas**. Es básicamente **una red de polisacáridos y proteínas en un medio acuoso que se dispone en el espacio intercelular rodeando a las células.**

La cantidad, la composición y la disposición de la matriz extracelular depende del tipo de tejido considerado. Hay algunos como el epitelial y el nervioso que carecen o tienen muy poca matriz extracelular, mientras que en otros como el tejido conectivo es el elemento más importante en volumen. La composición molecular de la matriz extracelular es típica de cada tejido y sus componentes son renovados continuamente por las células que la producen. Esto supone que la matriz extracelular está en constante renovación.

Funciones MEC: Es esencial para mantener a las células unidas puesto que permite la **adhesión de las células** para formar tejidos. Pero con el tiempo ha adquirido muchas más funciones: aporta propiedades **mecánicas** a los tejidos, mantiene la **forma** celular, permite la **comunicación intercelular**, forma **sendas por las que se mueven las células**, **modula la diferenciación y la fisiología** celular, secuestra factores de crecimiento, etcétera. Las células interactúan con la matriz celular mediante proteínas transmembrana, principalmente las **integrinas**, las cuales se adhieren o reconocen a moléculas de la matriz extracelular.

Composición básica MEC: a) **Sustancia fundamental** + b) **Proteínas fibrosas**

a) **Sustancia fundamental:** Es una estructura formada por agua, polisacáridos y proteínas con una consistencia de gel y que engloba a las proteínas fibrosas. Las macromoléculas glucídicas y proteicas que la forman serían:

**Polisacáridos de tipo Glucosaminoglicanos GAGs**  
**Proteoglicanos**  
**Glucoproteínas**

- **Glucosaminoglicanos GAGs.** Son **largas cadenas no ramificadas de polisacáridos**. Los GAGs tienen cadenas largas formadas por **repeticiones de unidades de disacáridos** (parejas de monosacáridos) donde uno de los azúcares tiene un grupo amino (N- acetilgalactosamina o N-acetilglucosamina) y el otro es normalmente la galactosa o el ácido glucurónico.

Estos azúcares poseen **grupos** (carboxilo (COO<sup>-</sup>) y grupos sulfatos (SO<sub>3</sub><sup>-</sup>)) con **carga negativa**, característica que les permite captar sodio, que a su vez retiene agua por fenómenos osmóticos. Por lo tanto permiten una fuerte y abundante asociación con moléculas de agua, **aportando una gran hidratación** a la matriz extracelular. Los glucosaminoglicanos son moléculas poco flexibles por lo que ocupan un gran **volumen** y gracias a su fuerte hidratación hacen que la matriz extracelular se comporte como un **gel**. Esto permite que los tejidos que poseen una alta proporción de glucosaminoglicanos puedan resistir fuertes presiones **mecánicas** y además favorece una alta tasa de **difusión** de sustancias entre las células.

Existen distintos tipos de GAGs que tienen distintas localizaciones. La mayoría son compuestos sulfatados ó **glucosaminoglicanos sulfatados**: Dermátán sulfato, en la

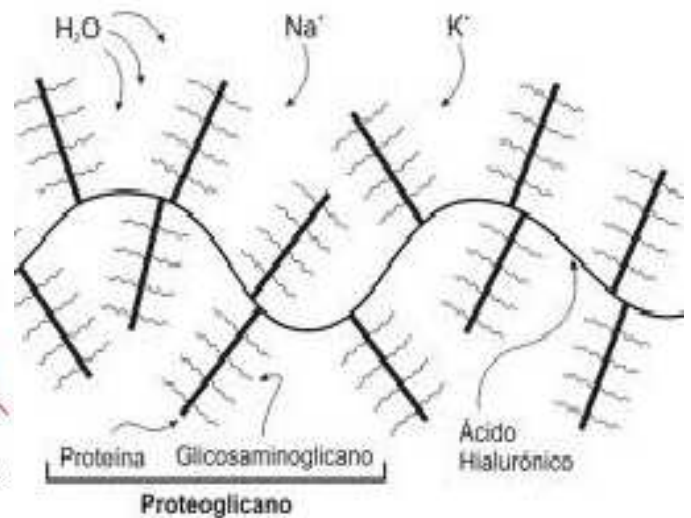
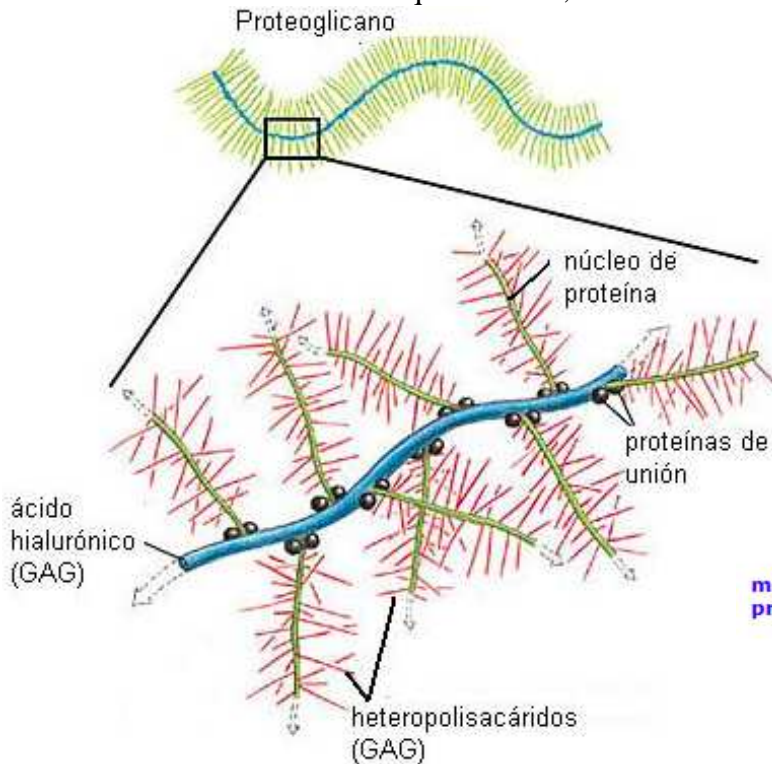
piel. Condroitín sulfato, en arterias, Heparán sulfato, en el pulmón, Queratán sulfato, en el cartílago.

Hay un GAG no sulfatado: El **ácido Hialurónico**, que es muy abundante y se diferencia porque *no forma Proteoglicanos*, pero *se asocia a ellos* de forma no covalente.

- **Los Proteoglicanos** son macromoléculas formadas por **proteínas** asociadas a polisacáridos de tipo **glicosaminoglicanos GAGs**. Un proteoglicano tiene una molécula compuesta por la unión covalente entre **una cadena de aminoácidos y uno o varios glicosaminoglicanos sulfatados** formando así compuestos complejos de alto peso molecular que conforman la MEC.

Los proteoglicanos se diferencian sobre todo en la secuencia y en la longitud de la cadena de aminoácidos (desde 100 a 4000 aminoácidos). También se diferencian en el número y en el tipo de moléculas de glicosaminoglicanos que tiene unidos. (Por ejemplo, la decorina tiene una sola molécula, el agregano contiene más de 200).

La función de los proteoglicanos depende de sus moléculas de glicosaminoglicanos: hidratación, resistencia a presiones mecánicas, lubricantes, afectan a la diferenciación, la movilidad y la fisiología celular, etcétera. Su acción mecánica es esencial en los cartílagos y en las articulaciones. Pero además son puntos de anclaje de las células a la matriz extracelular que le rodea,



**b) Proteínas fibrosas.** Pueden ser

**Proteínas estructurales:** Colágeno, Elastina.

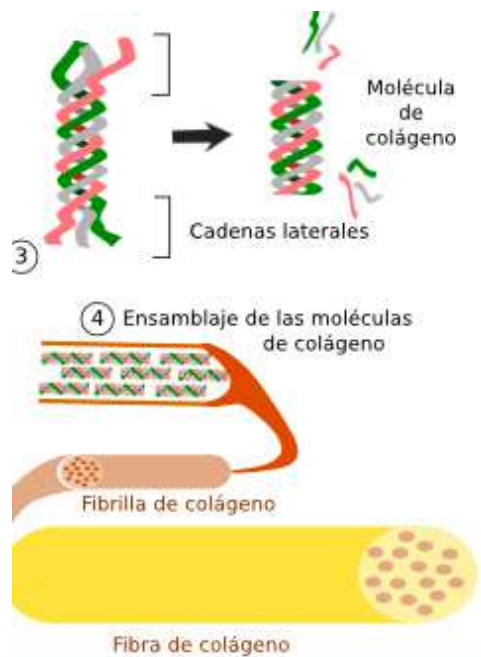
**Proteínas Especializadas Adhesivas:** ej. Fibronectina, Laminina y Fibrilina.

**Colágeno:** Se denomina colágeno a una familia de proteínas muy abundante en el organismo de los animales. Las moléculas de colágeno pueden representar del **25 al 30 % de todas las proteínas corporales**. Los distintos tipos de colágeno son las proteínas más abundantes del reino animal al igual que **la proteína más importante de la MEC**. Existen al menos 30 diferentes genes de colágeno dispersos en el genoma humano.

Estos 30 genes generan una serie de proteínas que se combinan de varias formas para crear 20-25 diferentes tipos de fibrillas de colágeno.

**Las moléculas de colágeno se caracterizan por:** a) Una *composición* poco frecuente de aminoácidos. En las moléculas de colágeno abunda el aminoácido glicina, que es muy común, y otros menos comunes como la prolina e hidroxiprolina. Se disponen formando tres cadenas polipeptídicas, (llamadas cadenas alfa) que se enrollan entre si constituyendo una triple hélice que forma la molécula de colágeno. Éstas moléculas se unen formando fibrillas y fibras. b) Pueden organizarse en estructuras macromoleculares *tridimensionales* diferentes, formando fibrillas, mallas o especializarse en formar uniones entre moléculas:

- Colágenos formadores de **fibrillas** (ej. tipo I) Forman fibras paralelas capaces de resistir grandes tensiones (Se denominan Fibras blancas) Ej. en tendones y ligamentos.
- Colágenos formadores de **mallas ó redes** (ej. tipos IV y VII). Crean una malla ó red, forman parte de la membrana basal de los tejidos. Hay *fibras reticulares* que son fibras muy finas formadas sobre todo por colágeno III y se disponen formando redes
- Colágenos especializados en **formar uniones** entre moléculas, se asocian a fibrillas y facilitan la unión entre ellas. Las células se "agarran" a las moléculas de colágeno mediante diversas proteínas de adhesión como las integrinas, anexinas, etc.



Las alteraciones en la estructura del colágeno debidas a genes anormales o a un procesamiento anormal de las proteínas del colágeno resultan en varias enfermedades, por ejemplo El síndrome de Ehlers-Danlos (SED) y La osteogénesis imperfecta (OI)

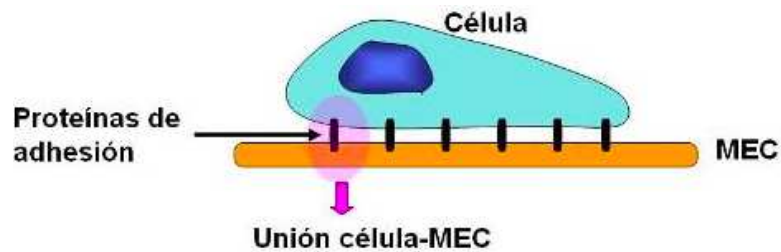
**Elastina:** Es una proteína abundante en muchas MECs y aparece como un componente de las denominadas fibras elásticas, las cuales son agregados insolubles de proteínas. Su composición específica de aminoácidos es la que confiere las propiedades elásticas. Las **fibras elásticas** tienen la capacidad de estirarse en respuesta a las tensiones mecánicas y de contraerse para recuperar su longitud inicial en reposo. La elasticidad de los tejidos depende de las fibras elásticas.

Se encuentran sobre todo en la dermis, en las paredes de las arterias, en el cartílago elástico y en el tejido conectivo de los pulmones.

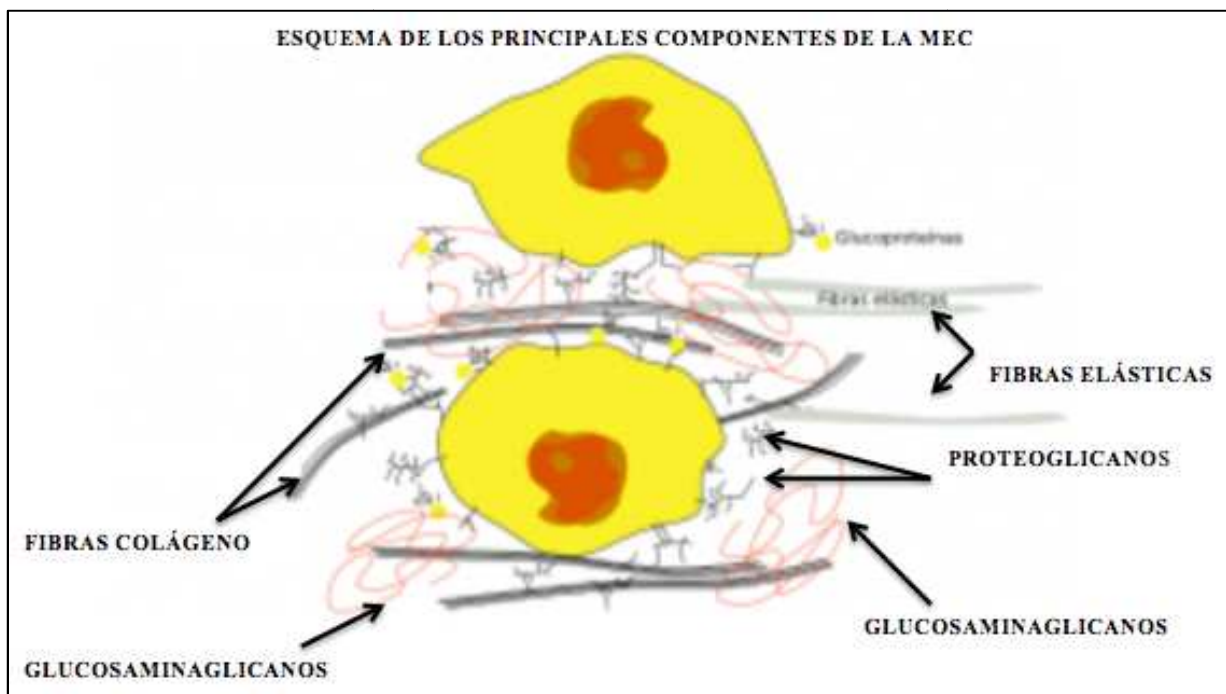
Además de la elastina, que representa el 90 %, las fibras elásticas están formadas por las denominadas microfibrillas de la proteína fibrilina (El síndrome de Marfan (SMF) se manifiesta como un desorden del tejido conectivo y se creía que era el resultado de colágenos anormales. Sin embargo, existe evidencia reciente que sugiere que es el resultado de mutaciones en la proteína extracelular, fibrilina).

**Fibronectina:** Su función consiste en unir las células a una variedad de MECs. Es una proteína que forma fibrillas con zonas que actúan de puntos de unión a las membranas celulares y a la MEC. La fibronectina une las células a todas las matrices excepto a una denominada del tipo IV que tiene laminina como la molécula de adhesión.

**Laminina:** Forma parte de la membrana ó lámina basal, capa acelular que se sitúa en la base del tejido epitelial y lo separa del tejido conjuntivo. La laminina une las superficies celulares a la lámina basal. A la lámina basal se la llama frecuentemente matriz tipo IV.



En la MEC están presentes proteínas que cumplen función de adhesión, por ejemplo, la laminina y la fibronectina. Estas proteínas interactúan, por un lado, con integrinas de la membrana celular y por otro, con componentes de la matriz. Las proteínas de adhesión participan en las uniones célula-matriz y célula-célula. La fibronectina falta o está reducida en células cancerosas. Esto podría explicar la tendencia de estas células a romper sus conexiones con las células vecinas e invadir tejidos distantes (metástasis).



Las principales macromoléculas que hemos visto que componen la matriz extracelular, proteínas estructurales como el colágeno y la elastina, GAGs, proteoglicanos y glicoproteínas, todas ellas se encuentran en un medio acuoso junto con otras moléculas de menor tamaño, además de iones. **La cantidad, la proporción y el tipo de cada una de estas macromoléculas lo que distingue a unas matrices extracelulares de otras.** Se denomina **Histología** a la ciencia que **estudia la estructura microscópica, el desarrollo y las funciones de los tejidos.**

El conocimiento de la estructura de los tejidos en condiciones de normalidad es importante para poder identificar las alteraciones patológicas que tienen lugar en condiciones de enfermedad.

**II. CLASIFICACIÓN DE LOS TEJIDO** Se clasifican en cuatro tipos fundamentales según el tipo de célula, la Matriz extracelular (MEC) y la función que realizan. Recordamos los principales tipos:

<b>Tejido epitelial</b>	<b>Epitelio de revestimiento</b> , con función protectora. <b>Epitelio glandular</b> , con función secretora.
<b>Tejido conectivo</b>	<b>Conjuntivo</b> . Une los tejidos. <b>Cartilaginoso</b> . Forma parte del esqueleto. <b>Óseo</b> . Forma parte del esqueleto. <b>Adiposo</b> . Actúa como reserva energética, y también tiene funciones de protección mecánica y aislante térmico. <b>Sanguíneo</b> . Responsable del transporte de sustancias y de mantener la homeostasis. <b>Hematopoyético</b> . Origina las células sanguíneas. <b>Linfático</b> . Proporciona la respuesta inmunológica.
<b>Tejido muscular</b>	<b>Muscular estriado</b> . Responsable del movimiento voluntario. <b>Muscular liso</b> . Responsable de movimientos involuntarios. <b>Cardiaco</b> , que forma el corazón.
<b>Tejido nervioso</b>	

## 1. TEJIDO EPITELIAL

Es un tejido en el que las **células están muy unidas y con muy poca MEC**. En su base disponen de una **membrana basal** que las separa del tejido conjuntivo.

Los epitelios no poseen vasos sanguíneos y se nutren por difusión a partir del tejido conectivo que hay bajo ellos. Se distinguen dos tipos de tejido epitelial:

### EPITELIOS DE REVESTIMIENTO EPITELIOS GLANDULARES

#### 1.1. EPITELIOS DE REVESTIMIENTO

Los epitelios de revestimiento recubren todas las superficies corporales, las superficies externas, piel y mucosas, así como las superficies internas, ya sea de cavidades que tienen continuidad con el exterior como aparato digestivo, respiratorio, genitourinario, ó de cavidades interiores (pleural, pericárdica, peritoneal, espinal) y de conductos como vasos sanguíneos ó conductos excretores.

**Funciones:** son múltiples, protección, transporte de sustancias, función digestiva gracias a enzimas presentes en el glucocalix, especialización con superficie de cilios que aportan función de limpieza ó de movimiento, recepción de estímulos diversos etc.

#### **Tipos de epitelios de revestimiento**

Se clasifican dependiendo de **tres criterios**: morfología de las células, número de capas de células que los forman, y presencia de dispositivos de especialización de las células.

##### ➤ **Morfología de las células:**

- **Epitelios planos ó pavimentosos:** las células son de morfología aplanada.
- **Epitelios cúbicos:** células de forma cúbica, con igual altura que anchura.
- **Epitelios cilíndricos ó prismáticos:** las células son de mayor altura que anchura, forma cilíndrica.

##### ➤ **Número de capas de células:**

- **Epitelios simples ó monoestratificados:** presentan una sola capa de células.
- **Epitelio estratificado ó pluriestratificados:** presentan varias capas de células y sólo la inferior toca la membrana basal.

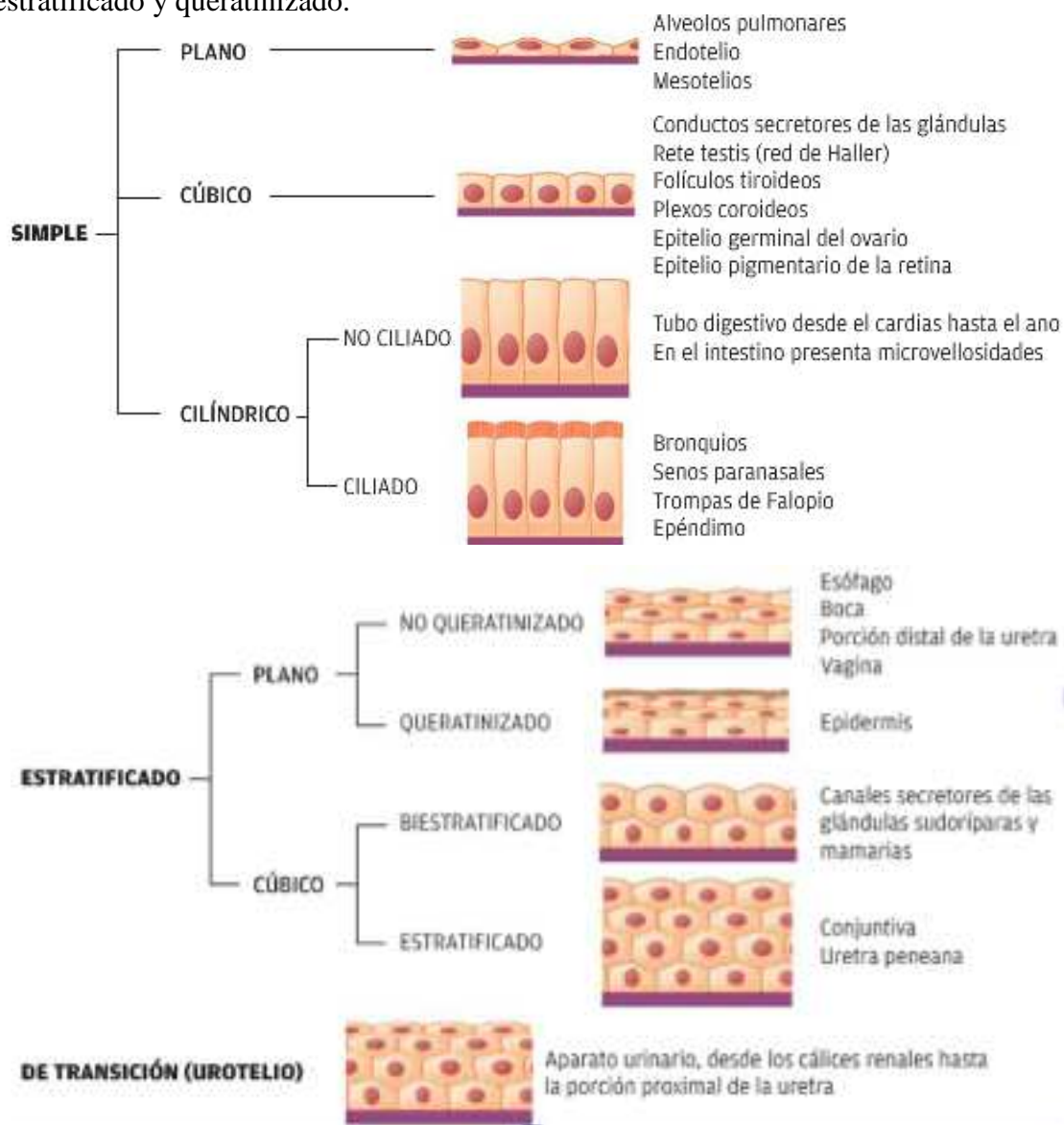


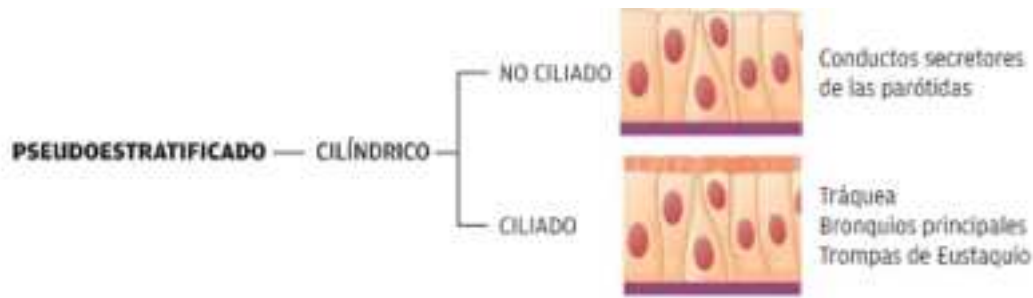
- **Epitelios pseudoestratificados:** los núcleos celulares se encuentran a distintos niveles pero en realidad disponen de una sola capa de células y todas contactan con la membrana basal. Sus células siempre son cilíndricas.
- **Presencia de diferenciaciones ó dispositivos de especialización:** Son variados,
  - presencia de **cilios**, por ej. células ciliadas del epitelio respiratorio
  - especialización en absorción con presencia de **prolongaciones** superficiales como vellosidades y microvellosidades (en epitelio intestinal "ribete en cepillo" ).
  - especialización en secreción: células secretoras de moco, células productoras de pigmentos, células productoras de **queratina**, etc.
  - Células sensitivas etc.

➤ **Epitelio de Transición:**

Tiene características especiales, la morfología y nº de las células que lo forman varía según las condiciones. Está presente en el aparato urinario, desde los cálices renales a la vejiga urinaria y porción proximal de la uretra. Por ej. Cuando la vejiga está distendida (llena) presenta un epitelio plano estratificado y cuando está relajada (vacía), un epitelio cúbico estratificado.

Para definir un epitelio de revestimiento deben emplearse los tres términos relacionados con los tres criterios precedentes, por ej. Epitelio bronquial es un epitelio cilíndrico, pseudoestratificado, ciliado y con células mucosas. El epitelio de la epidermis es plano, estratificado y queratinizado.





## 1.2. EPITELIOS GLANDULARES

Son los epitelios que forman las **glándulas**, estructuras que tienen la **función de secretar sustancias**.

Existen distintos tipos de Glándulas que se clasifican según distintos criterios:

- **Según el número de células que las forman: unicelulares ó pluricelulares**
  - **Según el lugar al que se vierte su secreción:**
    - Exocrinas:** al medio externo.
    - Endocrinas:** a la sangre, producto hormonal, acción a distancia
    - Anficrinas:** a la sangre y al medio externo. Por ej. El páncreas
    - Paracrinas:** a la sustancia intercelular, acción a corta distancia.
- Se van a comentar aquí la dos primeras.

### 1.2.2 GLÁNDULAS EXOCRINAS

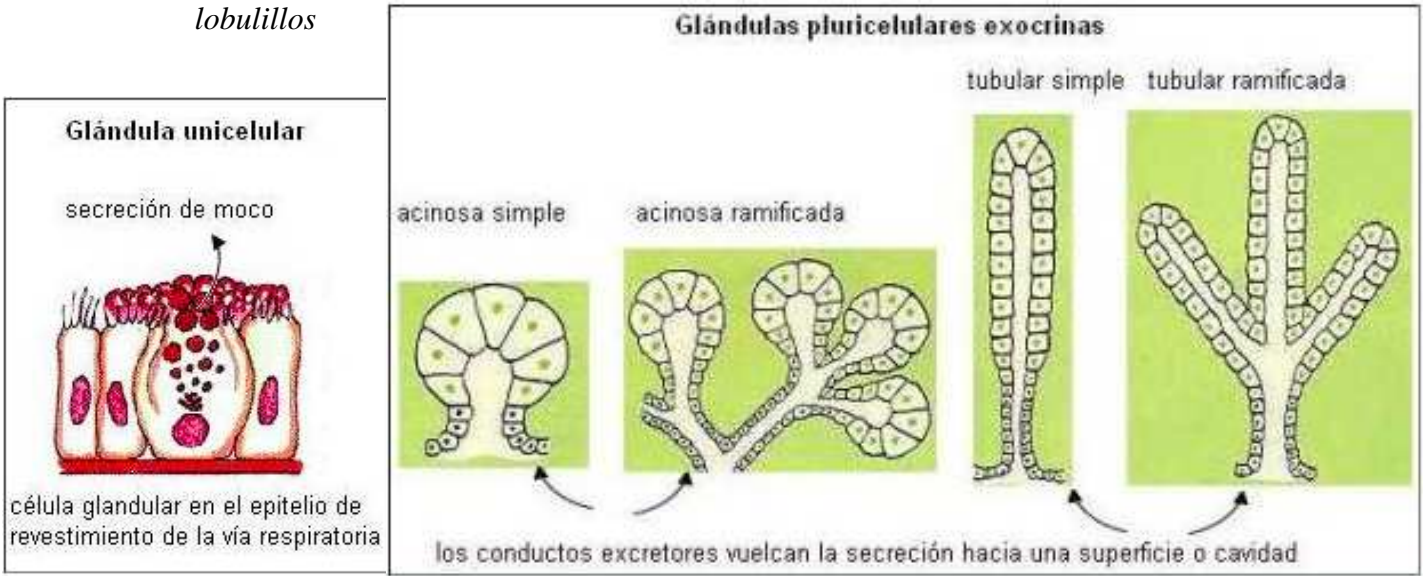
Clasificación:

- Según las características del producto que secretan.
  - **Glándulas serosas:** producen una secreción acuosa rica en enzimas. Ej. Glándula parótida, glándulas lacrimales.
  - **Glándulas mucosas:** producen una secreción rica en mucina, que está compuesta por GAGs, ácido hialurónico y otros y proteoglicanos. Las células del epitelio tienen el núcleo basal y la zona apical presenta numerosas vesículas de mucina. Tienen un REL muy desarrollado. Por ej. Glándula sublingual.
  - **Glándulas sebáceas:** producen una secreción rica en lípidos; se observan en tinciones de hematoxilina-eosina, como espacios claros en el citoplasma. Las células tienen un REL también muy desarrollado. Ej. glándulas sebáceas, glándulas mamarias durante la lactancia.
- Según el mecanismo de secreción
  - **Glándulas ecrinas ó merocrinas:** liberan su producto de secreción por exocitosis. Ej. La mayoría de las glándulas sudoríparas.
  - **Glándulas apocrinas:** el producto tiene vesículas lipídicas que son secretadas con parte de citoplasma y rodeadas de membrana citoplasmática. Ej. algunas glándulas sudoríparas, como glándulas axilares, de la areola mamaria, de la región perineal.
  - **Glándulas holocrinas:** la célula se lisa, estalla por la acumulación de lípidos. Ej. glándulas sebáceas
- Según la situación y la morfología de la glándula
  - **Glándulas situadas en los epitelios de revestimiento:** vierten directamente a su superficie
  - **Glándulas situadas fuera de los epitelios pero que drenan en ellos.** En este caso la glándula tiene una parte secretora llamada **Adenómero**.

El adenómero está formado por un epitelio de células epiteliales glandulares apoyadas sobre una membrana basal. Las células delimitan un espacio denominado **lumen** al cuál vierten todas las células su producto de secreción.

Muchas de estas glándulas tienen además un conducto excretor que lleva el producto desde el lumen hasta la superficie epitelial

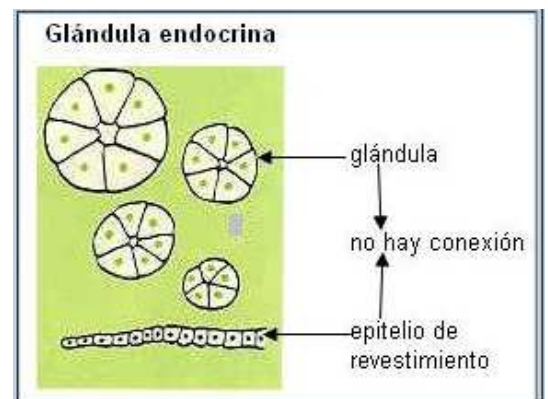
- Según la forma de los adenómeros. Los tipos más habituales son:
  - **Glándulas Acinares:** los adenómeros tienen forma de acinos. Las células epiteliales glandulares forman estructuras, los acinos, de forma redondeada-
  - **Glándulas Tubulares:** las células epiteliales glandulares forman una estructura alargada de morfología de tubo, los adenómeros son tubulares.
  - **Glándulas mixtas ó túbulo-acinares:** los adenómeros tienen forma de tubo y forma de acino en su porción final.
- Según el conducto excretor.
  - Glándulas simples: no tienen conducto excretor ó tienen *un solo conducto* no ramificado. En algunos casos varias glándulas vierten su producto a un mismo conducto.
  - Glándulas compuestas: tiene *un conducto ramificado* ó *varios conductos* que forman una red más ó menos compleja. Las glándulas exocrinas de mayor tamaño son *órganos*, envueltos en una *cápsula* de tejido conectivo denso. De la cápsula salen tabiques que la dividen en espacios estructurales y funcionales llamado *lóbulos* y *lobulillos*



### 1.2.3 GLÁNDULAS ENDOCRINAS

Las Glándulas endocrinas:

- no tienen conductos excretores
- su producto de secreción son Hormonas
- vierten el producto a la sangre.



Según su complejidad se distinguen:

- Células aisladas que secretan hormonas. Por ej. células gástricas y duodenales
- Agrupaciones celulares pequeñas. Es el caso de Los Islotes de Langerhans del páncreas secretores de Insulina, ó las células intersticiales de Leydig del testículo que secretan testosterona, ó de células renales productores de Eritropoyetina.
- Agrupaciones celulares temporales. Se forman cuando se requiere su secreción. Es el caso del cuerpo lúteo del ovario que secreta progesterona.
- Glándulas con secreción exocrina y endocrina a la vez. Es el caso de los hepatocitos, en el hígado, secretan bilis como producto exocrino y secretan sustancias de acción hormonal como somatomedinas (inducen crecimiento óseo).
- Glándulas endocrinas. Son las glándulas estructuradas, con corteza, lóbulos etc. y cuya única función es la secreción de hormonas. El tejido conectivo rellena los espacios entre células epiteliales y por él pasan los capilares sanguíneos.  
Son: Hipotálamo, Hipófisis, Tiroides, Paratiroides, Glándulas suprarrenales, gónadas. Se estudian con el sistema endocrino.

## 2. TEJIDO CONECTIVO

Está formado por células inmersas es una abundante MEC. Entre sus funciones cabe destacar de forma general especialmente la de soporte de otros tejidos y estructuras. Existen distintos tipos de tejido conectivo (Tabla Tipos de tejido), dependiendo de las células que lo integran y de la MEC que determina una especialización funcional.

### 2.1. TEJIDO CONJUNTIVO

#### 2.2.

Es el clásico tejido de soporte y relleno.

**Composición:** el tejido conjuntivo esta formado por MEC abundante y células.

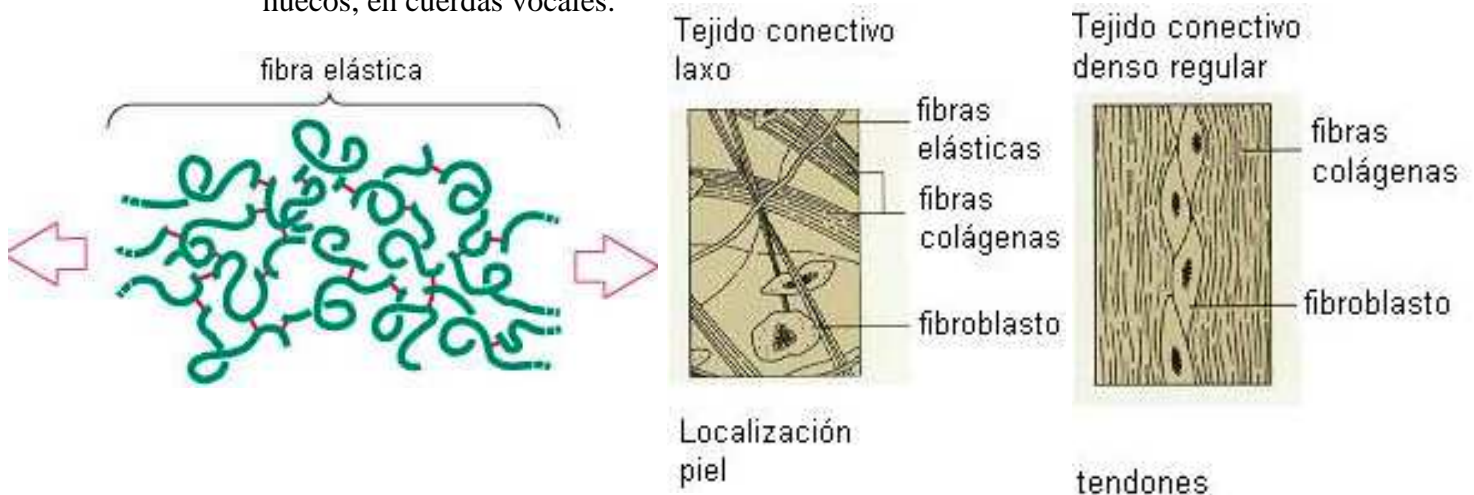
- **La MEC** se corresponde en composición con la que se ha estudiado como la MEC de los tejidos. Posee una **sustancia fundamental** con consistencia de gel formada por Glucosaminoglicanos (GAGs), Proteoglicanos, Acido Hialurónico (GAG no sulfatado) asociado a proteoglicanos y Glucoproteínas. en un medio acuoso y en el que se encuentran las **proteínas fibrosas** estructurales (colágeno, elastina) ó adhesivas (fibronectina, laminina)
- **Las Células.** Se encuentran células propias de éste tejido y también células procedentes de la sangre.
  - **Fibroblastos:** son las más abundantes y las responsables de producir la MEC
  - **Miofibroblastos:** se forman a partir del fibroblasto. Sintetizan actina y miosina. Tienen capacidad contráctil y su número aumenta en los procesos de cicatrización.
  - **Células reticulares:** Se encuentran en el tejido y los órganos linfoides. Son de forma semejante a una estrella y forman una red celular. Producen fibras reticulares.
  - **Células mesenquimatosas:** son células poco diferenciadas que pueden dar lugar a otros tipos celulares del tejido si es necesario.
  - **Adipocitos:** células especializadas en el almacenamiento de lípidos. Se pueden presentar aisladas ó en grupos pequeños.
  - **Célula procedentes de la sangre:** Macrófagos, Granulocitos, Linfocitos, Plasmocitos, Mastocitos ó células cebadas. Diversas, se comentarán en el tejido sanguíneo.

## Esquema de los componentes del tejido conyuntivo

Tejido conyuntivo	MEC	Sustancia fundamental
		Proteínas fibrosas
	Células	Propias del tejido: fibroblasto, miofibroblasto, células mesenquimatosas y adipocitos
		Procedentes de la sangre: macrófagos, granulocitos, linfocitos, plasmocitos y mastocitos

**Tipos de Tejido conyuntivo.** Son dos:

- **Tejido conyuntivo laxo:** es el más abundante en el organismo. Se distribuye entre los demás tejidos y forma un soporte estructural. En su composición abundan las células y su irrigación e inervación son altas. Sus Funciones son múltiples: Soporte mecánico a los tejidos, resistencia, vía de desplazamiento celular, vía de llegada y salida de sustancias, Cicatrización de heridas etc.
- **Tejido conyuntivo denso:** tiene una alta proporción de fibras, pocas células y escasa sustancia fundamental. Hay a su vez tres tipos:
  - **Tejido conyuntivo denso irregular.** Tiene fibras colágenas que forman una complicada red tridimensional, con función esencialmente protectora. Se encuentra por ej. en: la dermis, formando las cápsulas de los órganos (hígado, bazo etc.), envolviendo distintas estructuras como el pericondrio de los cartílagos, el periostio de los huesos, en meninges etc.
  - **Tejido conyuntivo denso regular.** Esta formado por haces de fibras paralelas situadas en estructuras sometidas a fuertes tensiones como tendones, ligamentos y aponeurosis (láminas de inserción de músculos planos)
  - **Tejido conyuntivo denso elástico.** Formado por haces de fibras elásticas unidas por escasa cantidad de tejido laxo. Tiene más fibroblastos que los demás tejidos densos. Se encuentra por ej. en las paredes arteriales, en las paredes de órganos huecos, en cuerdas vocales.



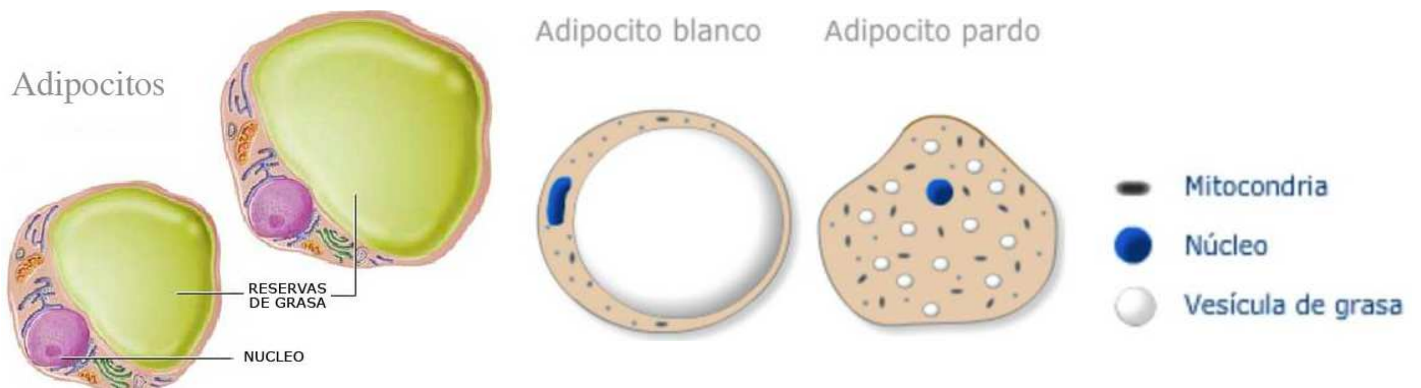
### 2.3. TEJIDO ADIPOSO

Es tejido conectivo especializado en el almacenamiento de lípidos.

#### Composición:

**Las células características** de este tejido son las células adiposas ó **adipocitos**, células voluminosas, redondeadas ú ovoides, con una gran vacuola lipídica (triglicéridos, ácidos grasos libres y pigmento carotenoide) en su citoplasma que representa el 95% de su peso celular. El núcleo es excéntrico y el citoplasma es un rodete esférico con los orgánulos habituales desplazados a la periferia, en los polos nucleares.

Los adipocitos se mantienen unidos por un tejido conjuntivo laxo que es **altamente vascularizado e innervado**. Entre los adipocitos hay un **gran número de capilares sanguíneos** porque es necesaria una buena irrigación ya que este tejido es una reserva energética que no es estática, está sometida a una renovación, se le reconoce su capacidad enzimática, con actividad de síntesis, almacenamiento y liberación, con disponibilidad de acuerdo a las necesidades y que responde a diversos estímulos.



**Tipos de tejido adiposo:** se distinguen dos tipos,

**Tejido adiposo blanco ó “Grasa blanca” (WAT siglas en Inglés; "white adipose tissue"):** contiene adipocitos de grasa blanca, que se corresponden con la descripción anterior general de los adipocitos. Es la principal forma de tejido adiposo. La mayor acumulación de WAT se encuentran en las regiones subcutánea del cuerpo y alrededor de la vísceras (órganos internos del tórax y el abdomen)

**Tejido adiposo marrón, “ Grasa parda” (BAT siglas en Inglés; "brown adipose tissue");** llamado así porque es de color oscuro debido a la alta densidad de mitocondrias ricas en citocromos (hemoproteína citocromo oxidasa). Sus células son poligonales, más pequeñas, con vacuolas lipídicas pequeñas y muy numerosas. Originalmente se pensó que BAT estaba presente en los seres humanos sólo durante el período fetal y neonatal. Sin embargo, la evidencia reciente ha demostrado que los adultos conservan algunos depósitos metabólicamente activos de BAT que responden al frío y a la activación del sistema nervioso. Primero se identificaron estos depósitos en zonas como cuello, región supraclavicular. Más tarde se ha evidenciado este «nuevo» tejido adiposo marrón, que se identificó como adipocito beige, que presentaría características similares a las del adipocito marrón pero diseminado en el tejido adiposo blanco.

#### **Distribución del tejido adiposo.**

- **Tejido subcutáneo:** En condiciones normales 80% del tejido adiposo está localizado **en el tejido celular subcutáneo o hipodermis**. A este nivel forma el denominado “panículo adiposo”. En el segmento inferior corporal todos los depósitos grasos son subcutáneos; los dos principales sitios de acumulación son las regiones femorales y glúteas.
- **Tejido adiposo visceral.** **La grasa visceral está contenida en la parte interna de las cavidades corporales, envolviendo órganos,** órganos internos del tórax y sobre todo abdominales. En el abdomen hay abundante distribución en la grasa mesentérica y la grasa de los epiplones
- **En la médula ósea amarilla,** en el interior de huesos largos, es tejido involutivo que no participa en la hematopoyesis
- **En articulaciones sinoviales grandes**

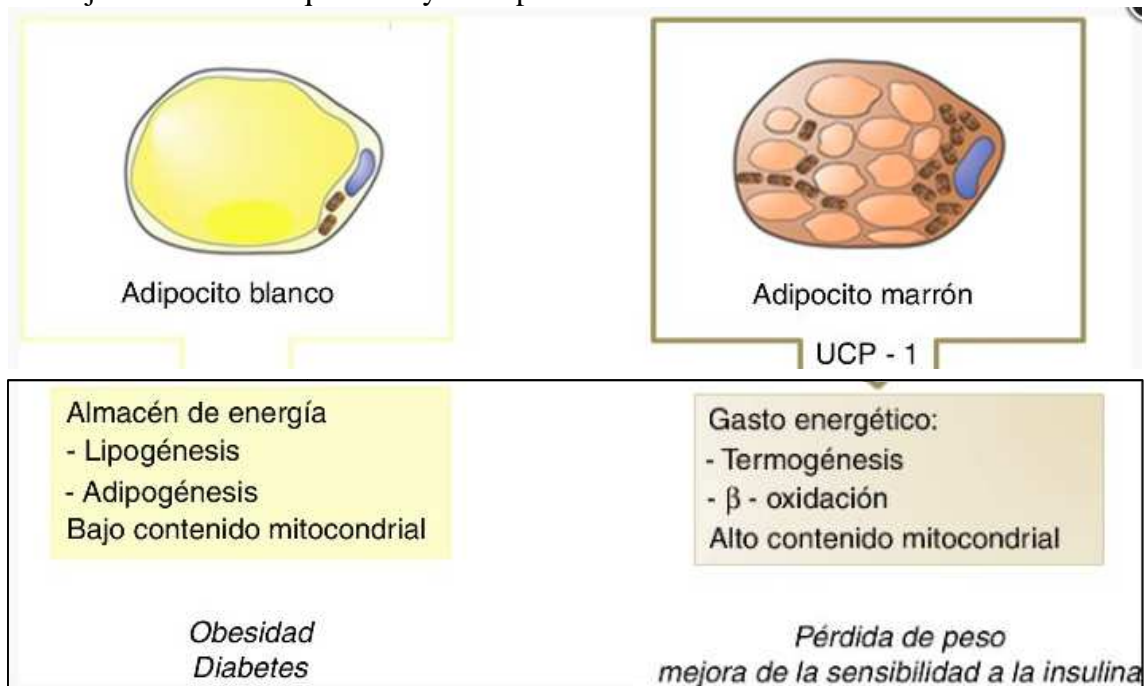
## Funciones del tejido adiposo

### Almacén energético:

El tejido adiposo blanco es considerado como almacén de energía, mientras que el tejido adiposo marrón (grasa parda), por su parte, cumple un cometido opuesto, desempeñando una **función termogénica**.

Esta capacidad se debe a su elevado contenido mitocondrial y a la proteína especializada denominada *uncoupling protein 1* (UCP1). Básicamente, esta proteína desacopladora promueve la fuga de protones a través de la membrana interna mitocondrial, disipando energía en forma de calor. Es por ello que estas células **protegen contra la hipotermia** en la mayoría de los mamíferos y desempeñan un papel natural **contra la obesidad y la diabetes**.

Ante cualquier tratamiento para combatir la obesidad nos encontramos con una regulación de los hábitos alimentarios y un aumento de la actividad física. Uno de los efectos descritos de la práctica de actividad física es la conversión o transdiferenciación del tejido adiposo blanco hacia marrón (también denominado *browning*, empleando el término anglosajón). En este sentido, estudios desarrollados en los últimos años sugieren la presencia de una molécula (la irisina), responsable de esta comunicación entre el tejido muscular esquelético y el adiposo.



**Aislante térmico:** El tejido adiposo blanco es el más abundante del organismo humano adulto y por lo tanto el mayor reservorio energético. Debido a su amplia distribución, es un excelente aislante térmico y desempeña un papel relevante en la conservación de la temperatura corporal considerándose como el principal sistema amortiguador del balance energético.

- **Amortiguación mecánica:** protección frente a golpes, presiones etc.
- **El tejido adiposo como órgano secretor y endocrino:** Con el descubrimiento de su capacidad para secretar varias moléculas bioactivas llamadas **adipocinas ó adipoquinas** de forma general, **se ha revolucionado el concepto de su función biológica, consolidándose la idea de que no es sólo un órgano que almacena y moviliza energía, sino que es un tejido dinámico y regulador central del metabolismo.** El tejido adiposo, principalmente el tejido adiposo blanco, se manifiesta como un órgano productor de sustancias con **acción endocrina (célula blanco de la**

**acción a distancia, paracrina ( acción a corta distancia) y autocrina ( acción sobre la propia célula).**

Actualmente hay más de 50 diferentes adipocinas reconocidas como productos que se secretan a partir de tejido adiposo (leptina, adiponectina, etc.) y **están implicadas en la modulación de un serie importante de respuestas fisiológicas:**

- **Control del apetito, la ingestión y el gasto energético**
  - **El metabolismo de los lípidos y de la glucosa. Intervienen en la resistencia a la Insulina y por ello la obesidad visceral es factor de riesgo para Diabetes tipo 2**
  - **Procesos inflamatorios, muchas son citoquinas pro-inflamatorias. A nivel vascular y endotelial la obesidad visceral e inflamación, son una pieza clave en el desarrollo de la aterosclerosis y su principal complicación: la enfermedad cardiovascular. La disfunción del tejido adiposo representa el mecanismo etiopatogénico en el desarrollo de enfermedad cardiovascular, iniciado por la obesidad visceral.**
  - **Otras: Angiogénesis, Hemostasia (coagulación), Presión arterial etc.**
- Lo estudios confirman que el contenido de grasa visceral (central o intra-abdominal) es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedad coronaria y diabetes tipo 2 y de muerte por cualesquiera de las dos causas

## 2.4. TEJIDO CARTILAGINOSO

El tejido cartilaginoso o simplemente cartílago, es un tipo de tejido conectivo de sostén altamente especializado, que presenta una matriz flexible y firme que soporta fuertes tensiones mecánicas.

**Composición ó estructura básica.**

- **Células:** está conformado por unas **células** denominadas **condrocitos**, que están enclaustradas en lagunas de morfología esférica o elíptica llamadas **condroplastos** y rodeadas por una matriz cartilaginosa extracelular.
- **MEC:** El 95% del tejido cartilaginoso es **MEC**. La matriz es una sustancia en estado de gel en la que se incluyen fibras de colágeno y/o elásticas en asociación con glucosaminoglicanos (el más frecuente el condroitín-sulfato) y proteoglicanos. Los condrocitos secretan las proteínas y los glucosaminoglicanos que forman y mantienen la matriz extracelular

El tejido cartilaginoso es **avascular**, carece de vasos sanguíneos, linfáticos y nervios. Su nutrición se realiza por difusión desde los vasos sanguíneos del tejido conectivo fibroso adyacente que presenta a modo de cápsula, denominado **pericondrio**. . Está constituido por **tejido conectivo denso que recubre el cartílago**, a excepción de la superficie libre del cartílago articular. En el caso de los cartílagos articulares, también se nutren a través del liquido sinovial.

**Tipos de tejido cartilaginoso.** Hay tres tipos de cartílago en el organismo: hialino, elástico y fibrocartílago.

**Cartílago Hialino:** El cartílago hialino **es el más abundante**. Sus **fibrillas delgadas** se componen sobre todo de colágeno (colágeno de tipo II). La MEC está muy hidratada y tiene ácido hialurónico y otros GAGs

Se encuentra en las superficies articulares de la mayoría de los huesos, los anillos en C de la tráquea y los cartílagos laríngeos, costal y nasal entre otros.



**Cartílago elástico:** El cartílago elástico posee la misma estructura que el hialino, pero además de colágeno (de tipo II), contiene **muchas fibras elásticas ramificadas**.

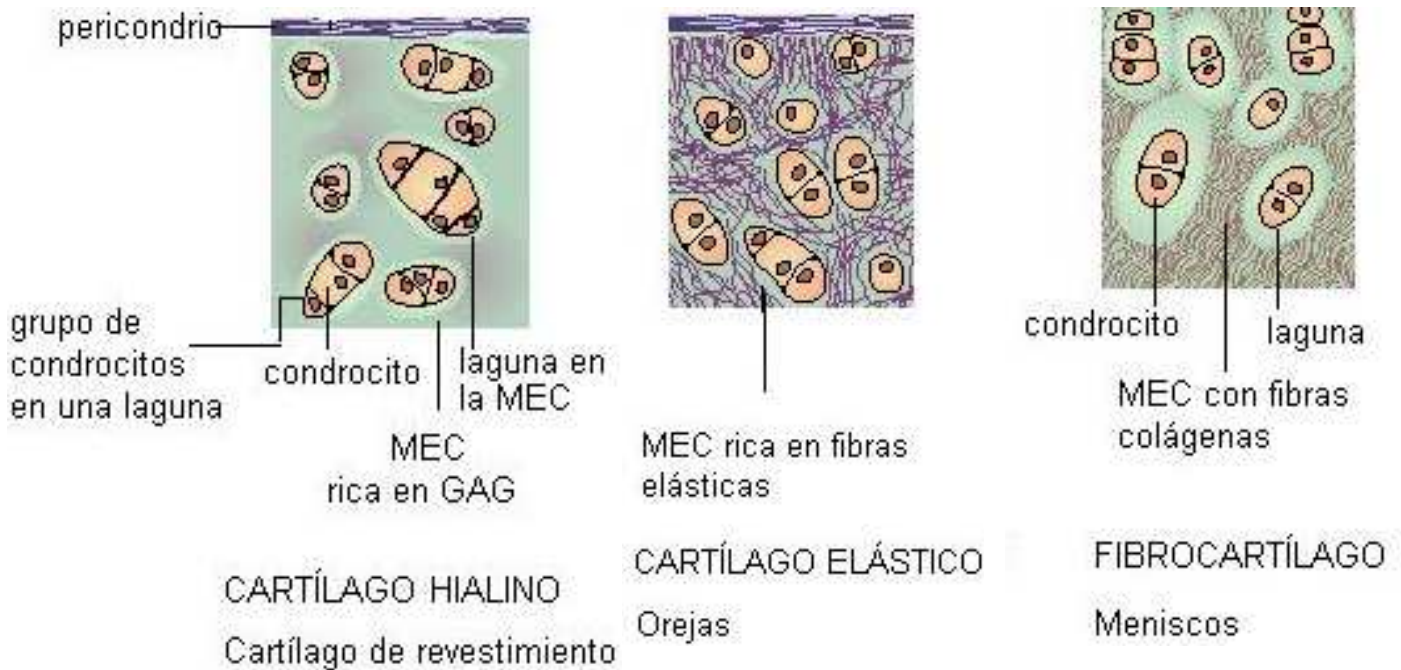
El cartílago elástico aporta **flexibilidad** y se localiza en estructuras sometidas a **deformación mecánica**, como el pabellón auricular, los conductos auditivos externos, las trompas auditivas, la epiglotis y la laringe.

**Fibrocartílago:** El fibrocartílago se asemeja a una mezcla de tejido conectivo denso y cartílago hialino. El fibrocartílago consiste en haces de fibras colágenas (de tipo I) paralelas entre los que hay hileras de condrocitos.

A menudo, es difícil o imposible identificar la matriz en el examen de microscopía óptica, **la sustancia fundamental es escasa**.

**No existe pericondrio.**

El fibrocartílago se vincula con el esqueleto en los puntos que requieren **sostén rígido y gran resistencia a la tensión**, por ejemplo en discos intervertebrales, meniscos, elementos óseos que prestan inserción a tendones y ligamentos). Se encuentra también en algunas articulaciones como las sínfisis, ej. sínfisis del pubis



<i>Variedad</i>	<i>Estructura</i>	<i>Función</i>
Hialino	Fibras colágenas finas	Sostén Deslizamiento
Fibroso	Fibras colágenas gruesas Carece de pericondrio	Sostén Fuerza tensil
Elástico	Fibras elásticas	Sostén Flexibilidad

## 2.5. TEJIDO ÓSEO

El Tejido Óseo Definición: es un Tejido conectivo muy especializado, cuya abundante matriz de colágeno muy biomineralizada, es sólida, con gran resistencia, y se remodela funcionalmente. Además de su función estructural y mecánica formando los Huesos, interviene en la homeostasis ó equilibrio del metabolismo mineral y aloja el tejido hematopoyético. (formador de células sanguíneas)

**Composición del tejido óseo.** Como en todo tejido conectivo posee células y MEC

- Células 1,5%
- MEC
  - Matriz no fibrilar 0,5%
  - Matriz fibrilar 28%
  - Matriz Mineral **60%**
  - Agua **10%**

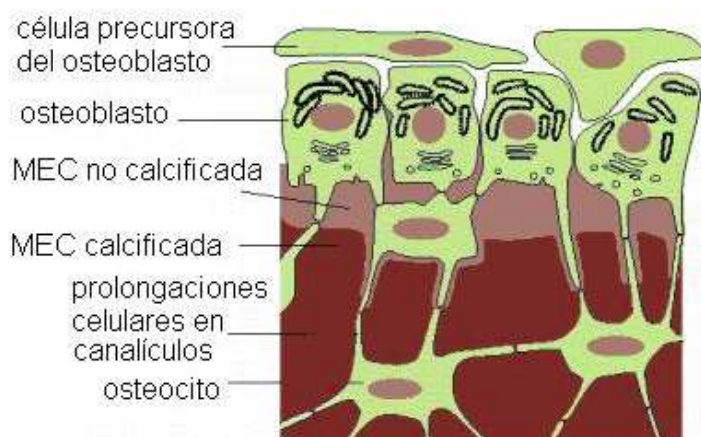


**Células de tejido óseo.** Se encuentran varios tipos celulares:

- **Osteoblastos:** Son las células formadoras de tejido óseo. Derivan de una célula madre osteoprogenitora. Los osteoblastos sintetizan y segregan los componentes de la matriz extracelular (MEC) orgánica; son células con un importante desarrollo del REG. La matriz extracelular recibe el nombre de **sustancia osteoide** y es la que posteriormente se mineraliza. Mantienen nexos con los osteocitos (importante para la remodelación ósea).

- **Osteocitos:** Son las células propias del tejido óseo, célula activa del hueso. Proceden de la diferenciación de los osteoblastos, cuando éstos quedan completamente rodeados por la MEC, reciben el nombre de **osteocitos**. Éstos presentan un cuerpo central, donde se ubican el núcleo y la mayor parte del citoplasma, y prolongaciones delgadas que les dan un aspecto aracniforme (forma de araña). □ Las prolongaciones de los osteocitos se extienden por el interior de canaliculos que quedan excavados en la sustancia intercelular y, a través de los mismos, distintos osteocitos pueden conectarse entre sí, permiten mantener una optima calidad del tejido óseo por medio de estas comunicaciones. Tienen actividad osteolítica. Mantienen recambio óseo y homeostasis mineral

### Formación del tejido óseo

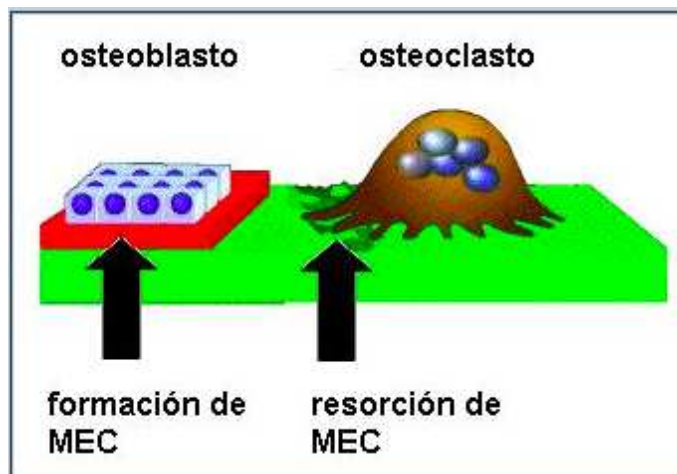


- **Osteoclastos:** Son células que degradan el tejido óseo, se encargan de la **Reabsorción ó resorción ósea**.

Son células de gran tamaño, multinucleadas, formadas por la fusión de monocitos-macrófagos provenientes de la médula ósea y con un elevado contenido de enzimas lisosómicas. Se localiza en depresiones del hueso llamadas lagunas de Howship.

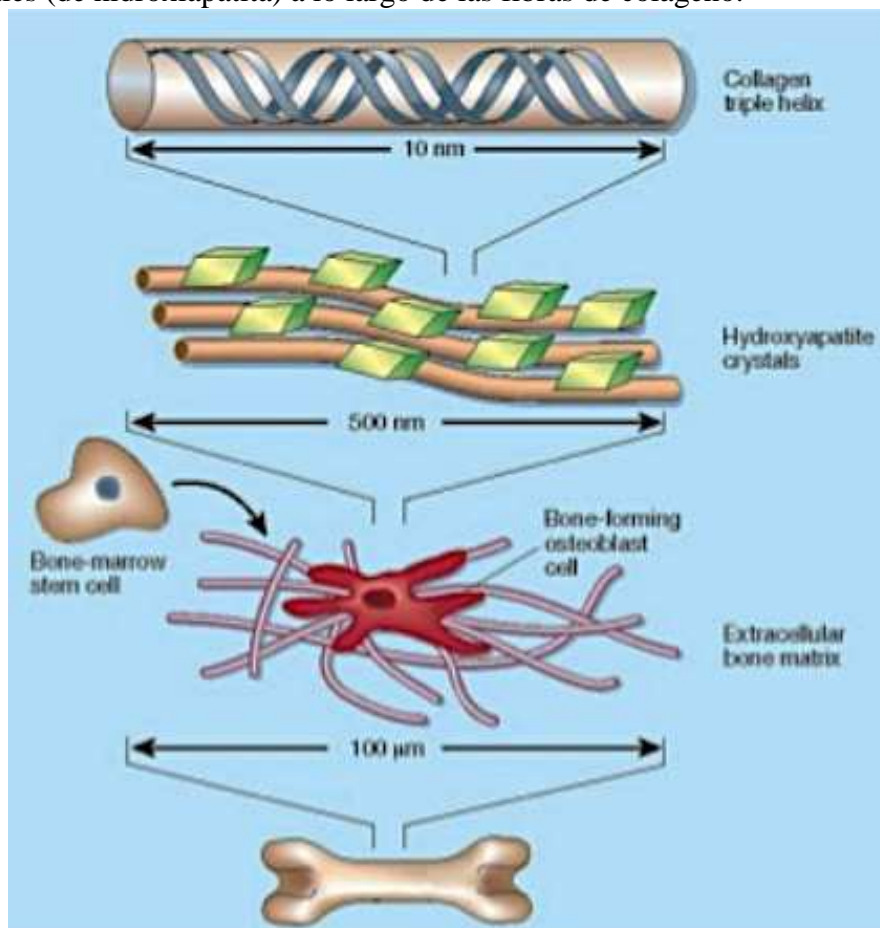
Cuando un hueso va a ser remodelado, los osteoclastos aparecen sobre la superficie del mismo. Interactúan con la MEC a través de una superficie secretora plegada (ribete en cepillo) liberando ácidos y enzimas que provocan la degradación de sus componentes. Este proceso se denomina resorción ósea.

El crecimiento de los huesos requiere resorción de algunas partes a cargo de los osteoclastos, y formación de nueva matriz, a cargo de los osteoblastos.



**MEC ósea:** La MEC del tejido óseo tiene

- **una porción orgánica u osteoide** que está compuesta
  - **principalmente por fibras de colágeno** (colágeno tipo I 85- 90% fibras)
  - **escasa proporción de sustancia fundamental con proteoglicanos y otras sustancias** (proteínas implicadas en la adhesión celular (trombospondina, osteonectina..), osteopontina, osteocalcina y factores de crecimiento)
- **Lo característico es que hay una matriz inorgánica, de sales minerales**, que se depositan sobre la matriz orgánica, *principalmente fosfato cálcico* en forma de cristales (de hidroxipatita) a lo largo de las fibras de colágeno.



FIBRA DE COLÁGENO AMPLIADA

FIBRAS Y CRISTALES

CÉLULAS Y MEC ÓSEAS

La combinación de fibras y cristales proporciona sus características de dureza y resistencia al tejido. La matriz ósea es la responsable de las extraordinarias propiedades biomecánicas del hueso. Las fibras colágenas le proporcionan flexibilidad y resistencia a la tensión mientras que las sales minerales le confieren dureza, rigidez y resistencia a la compresión.

### **EL HUESO**

Los huesos están formados primordialmente por **tejido óseo**, aunque éste es acompañado por **tejido conjuntivo** y por **tejido cartilaginoso**.

El tejido conectivo forma el **periostio** y el **endostio**, membranas que revisten las superficies externa e interna de los huesos, respectivamente.

El **periostio** recubre la superficie externa de los huesos excepto a nivel de cartílagos articulares. Posee dos capas, una interna con células de capacidad osteogénica y una externa de tejido conjuntivo denso. Esta capa contiene numerosos vasos sanguíneos que penetran en conductos del tejido óseo para su vascularización. Posee algunas fibras que penetran en el tejido óseo asegurando la estrecha adherencia del periostio al hueso y se denominan *Fibras de Sharpey*.

El endostio recubre todas las superficies internas de hueso incluyendo las cavidades vasculares: cavidad medular, espacios medulares, conductos del tejido compacto.

**Tipos de Huesos.** Según su morfología existen:

- Huesos largos • Huesos planos • Huesos cortos • Huesos irregulares •

**Tipos de tejido óseo** dos tipos,

**Tejido óseo compacto** y

**Tejido óseo esponjoso**

A medida que se produce el depósito de MEC alrededor de las células, durante la formación del hueso, quedan constituidas las **laminillas de tejido óseo** formando **tejido óseo laminar** que es el que se encuentra normalmente en el organismo adulto. La matriz ósea se dispone formando laminas superpuestas y en cada laminilla las fibras de colágeno son paralelas.

Las laminillas óseas pueden relacionarse unas con otras de diferente manera, determinando así las dos variedades de tejido óseo: **esponjoso y compacto**.

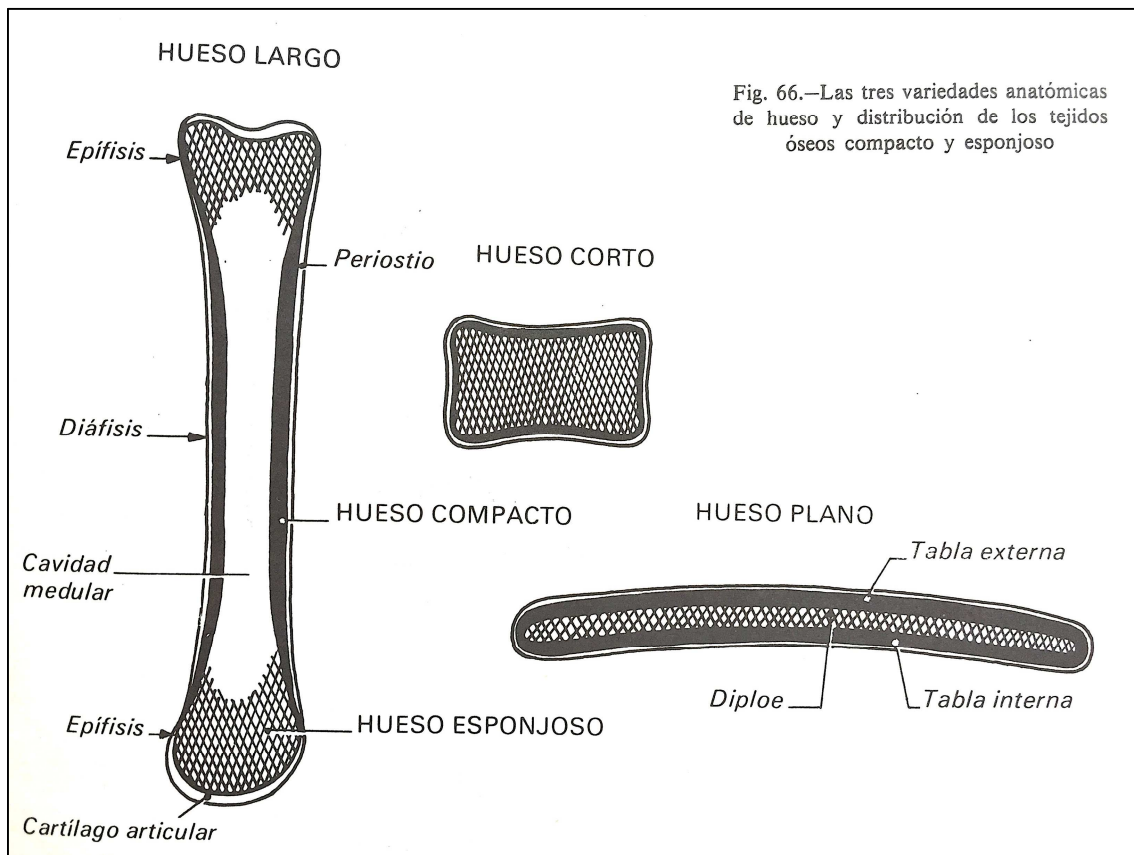
(Hay un **tejido óseo no laminar** que solo está en el hueso inmaduro que será sustituido por laminar ó en circunstancias especiales: reparación de fracturas, tumores óseos etc.)

**En el tejido óseo esponjoso**, las laminillas se disponen de forma irregular formando tabiques llamados **trabéculas**, que siguen distintas direcciones del espacio, formando una red ó retículo tridimensional de tabiques ó trabéculas que delimitan un sistema de espacios, un entramado con huecos, semejante a una esponja. En los espacios del tejido esponjoso se aloja la médula ósea, un tejido blando cuya función, la hematopoyesis, consiste en la formación de células sanguíneas.

**En el tejido óseo compacto**, cada laminilla de tejido se superpone con sus vecinas sin dejar espacios, en un íntimo contacto formando una masa sólida y continua de tejido óseo, con espacios solo apreciables a microscopía.

El tejido óseo esponjoso y compacto tienen una **distribución** precisa:

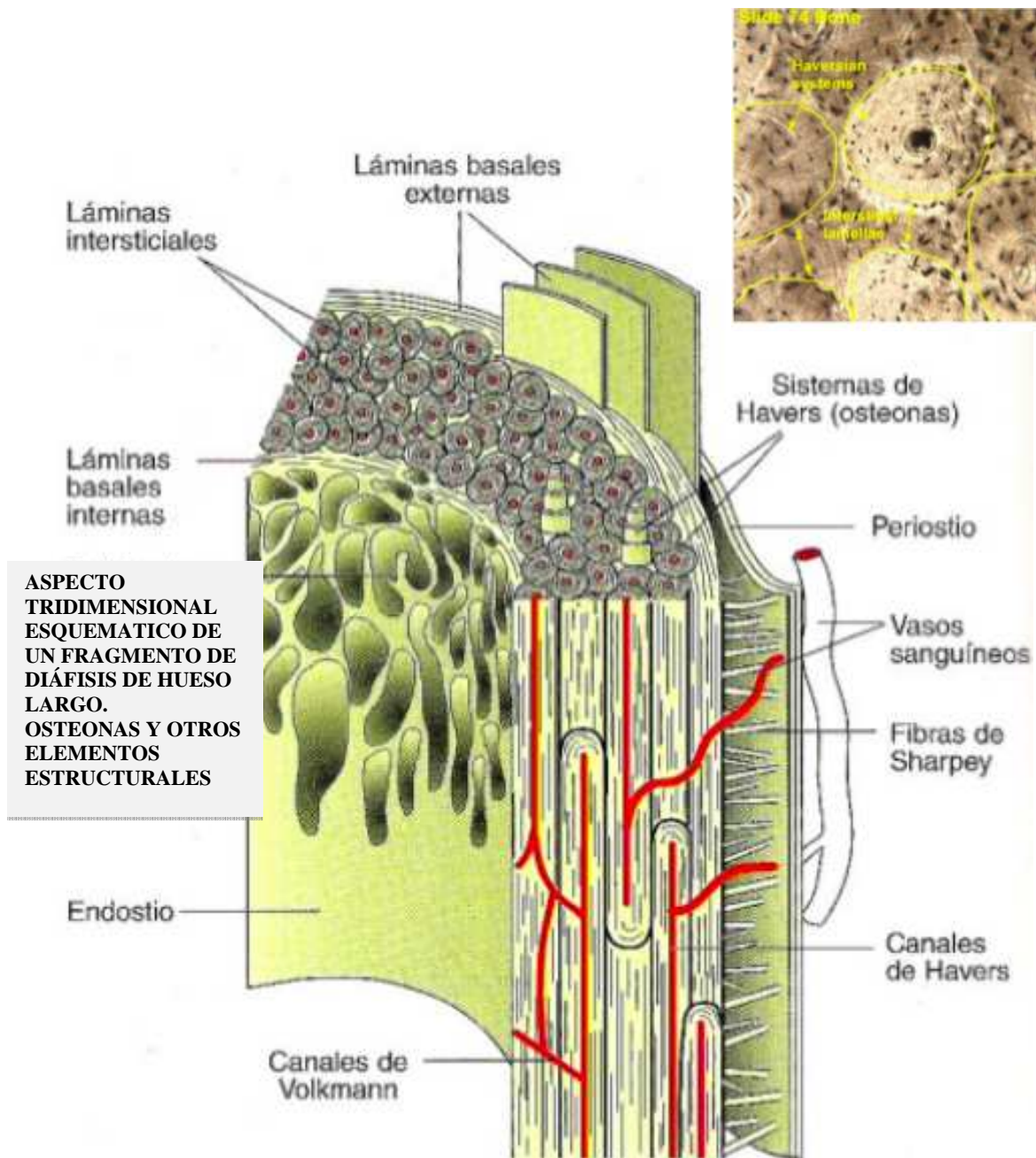
- **En los huesos largos** (ej. fémur, húmero) se distinguen tres regiones: Una parte media ó **diáfisis** y dos extremos ó **epífisis** habitualmente abultadas (Entre ambas una zona de unión epifisodiafisaria ó metáfisis)



➤ **La diáfisis** posee tejido compacto: esta constituida por un cilindro hueco de **pared densa formada por tejido óseo compacto (“cortical”)** que rodea a una cavidad central llamada **cavidad medular** en la que se halla médula ósea. El tejido óseo compacto diafisario tiene una estructura especial, está formado por una unidad anatómica y funcional del tejido óseo llamada **Osteona ó Sistema de Havers**. **Una osteona** es un cilindro que sigue el eje mayor del hueso formado por laminillas óseas dispuestas concéntricamente dejando en el centro un **conducto vascular longitudinal** llamado **conducto de Havers**. El tamaño de las osteonas es variable, pueden incluir de 4 a 20 laminillas concéntricas. Hay otro sistema de conductos que se disponen de forma **transversal u oblicua** llamados **Conductos de Volkman** que conectan las osteonas así como la cavidad medular y la superficie exterior de la diáfisis. Existe por tanto en el interior del tejido compacto una red anastomótica de conductos que contienen vasos sanguíneos y nervios. Están revestidos por endostio.

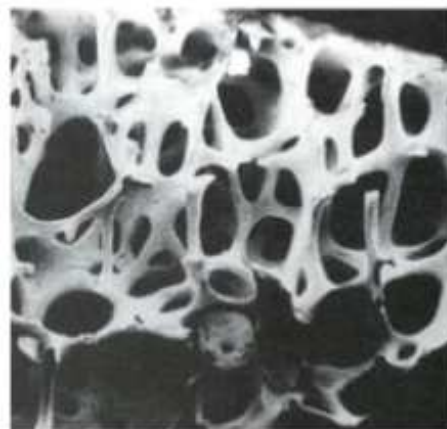
Revistiendo las superficies externa e interna de la cortical hay un cierto número de laminillas de tejido óseo compacto que se disponen circularmente alrededor de toda la diáfisis, se llaman:

- Láminas basales ó fundamentales externas
- Láminas basales ó fundamentales internas



- **Las epífisis** están constituidas esencialmente por **tejido esponjoso** y por una capa delgada de tejido **compacto** en su periferia. Están recubiertas de una fina capa de cartílago articular **cartílago hialino**. Los espacios entre las trabéculas del tejido óseo esponjoso son **espacios medulares**, tienen médula ósea y comunican con la cavidad medular de la diáfisis.

TRABÉCULAS DE TEJIDO ÓSEO ESPONJOSO DE LA EPÍFISIS PROXIMAL DE FÉMUR

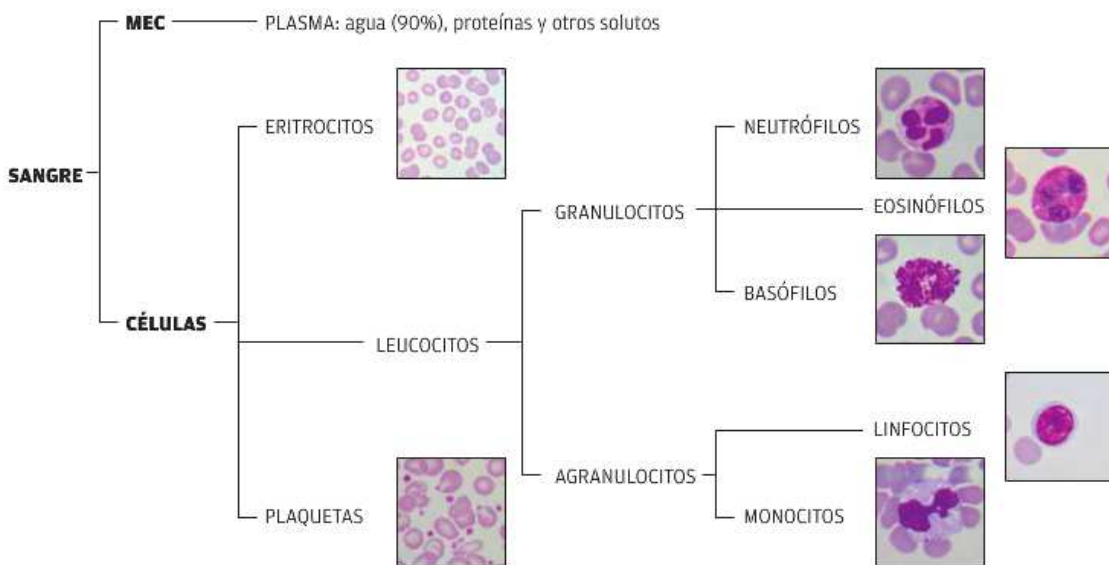


- **En los huesos cortos** ej. vértebras, cuerpos vertebrales. La estructura es muy parecida a la de las epífisis de huesos largos. Formados por hueso esponjoso rodeado de una fina capa de hueso cortical
- **En los huesos planos** ej. huesos de la bóveda del cráneo, existe una capa interna y otra externa de tejido compacto denominadas “tabla interna” y “tabla externa”, rodeando a una capa central de tejido esponjoso ó “diploe”.

## 2.6. TEJIDO SANGUÍNEO

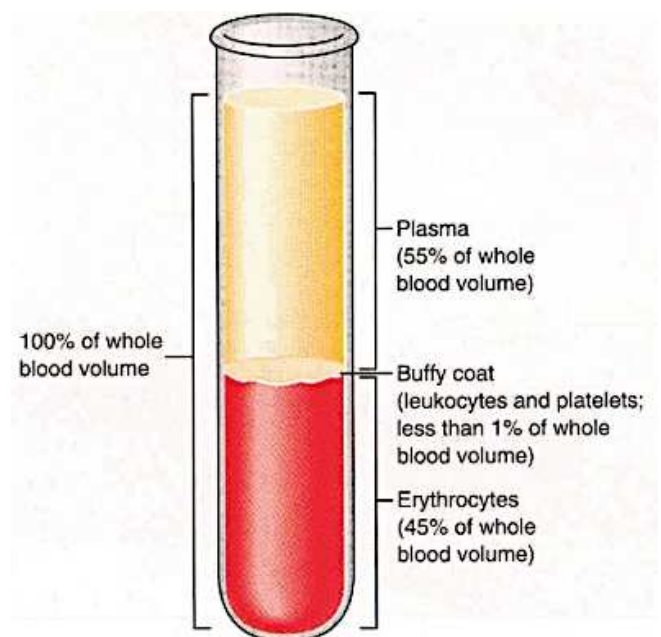
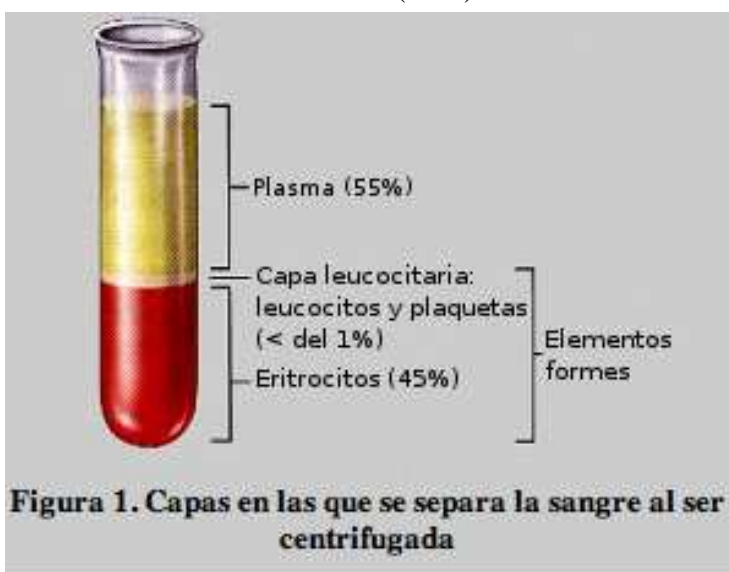
**La sangre es un tejido conectivo en el que la MEC, el plasma, es líquida.** Esto es lo que permite a la sangre circular a través del corazón y los vasos sanguíneos.

La sangre está formada por el **plasma** y los **elementos celulares ó elementos formes**, eritrocitos, leucocitos y plaquetas, que se hallan suspendidos en él.



### COMPONENTES DE LA SANGRE

Sus dos componentes esenciales, que son **el plasma (55%)** y **las células sanguíneas o elementos formes (45%)**.



**LAS CÉLULAS SANGUÍNEAS.** Tres clases de células (tres “Series” celulares):

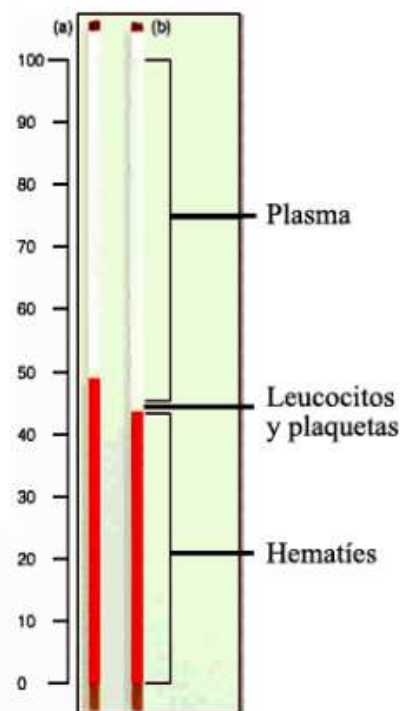
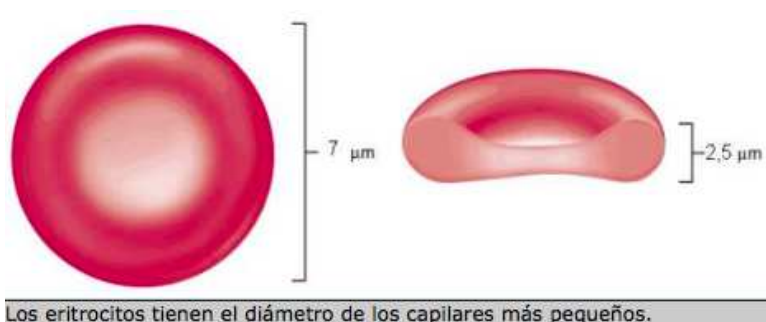
**Glóbulos rojos ó Eritrocitos ó Hematíes**

**Glóbulos blancos ó Leucocitos**

**Plaquetas ó Trombocitos**

**ERITROCITOS:** Forman la “serie roja” sanguínea. Son el **componente celular más numeroso**, representan la mayoría de las células sanguíneas. Son células con forma de disco bicóncavo, anucleadas (pierden su núcleo en la eritropoyesis ó formación a partir de células inmaduras llamadas *eritroblastos* en la médula ósea, antes de pasar a la circulación) y carecen de orgánulos celulares, su contenido fundamental es de **hemoglobina**, proteína especializada en el transporte de oxígeno.

Su función es el transporte de O<sub>2</sub> y en menor medida CO<sub>2</sub> entre los pulmones y los tejidos. Su vida media es de 120 días.



**Las anemias** son un grupo de enfermedades que obedecen a múltiples causas y se caracterizan por una disminución en el número de glóbulos rojos y/o la concentración de hemoglobina en sangre. El Hematocrito estará bajo

**Las Policitemias ó Poliglobulias** son la patología contraria, el aumento de la cantidad ó la concentración de glóbulos rojos en sangre.

El Hematocrito estará alto

**HEMATOCRITO:** volumen ocupado por los Hematíes con respecto al volumen total de una muestra de sangre y expresado en forma de % Valor Normal en torno al 45%.

**Hombres 42-54% Mujeres 37-47%**

**LEUCOCITOS**

Los leucocitos son células nucleadas, cuyo número oscila entre 4.000 y 11.000 por microlitro de sangre. □ Actuando en conjunto, los leucocitos proporcionan al organismo mecanismos para la defensa contra diversos agentes extraños ó patógenos como tumores y las infecciones virales, bacterianas ó parasitarias. □ Intervienen en la defensa inespecífica (fagocitosis, inflamación) y en la defensa específica (respuesta inmune).

Se clasifican en dos series:

**Granulocitos**, que incluyen a los **neutrófilos, basófilos y eosinófilos**, y

**Agranulocitos**, representados por los **monocitos y los linfocitos**.





➤ **Granulocitos**, También llamados **polimorfonucleares (PMN) ó polinucleares (PN) ó segmentados**. Su denominación se debe a que su núcleo es de forma irregular (con lóbulos ó segmentos de cromatina) y su citoplasma posee granulaciones evidentes a la tinción. Existen a su vez, *tres tipos* distintos de granulocitos, que se denominan por su distinta afinidad por los colorantes usados en la tinción para su observación:

- **Neutrófilos:** son, de entre los tres tipos de granulocitos, a los que se aplica en la práctica la denominación de polimorfonucleares PMN ó segmentados debido a su abundancia, que es mayoritaria en sangre con respecto a los eosinófilos y basófilos. Granulación rosada, de afinidad intermedia por colorantes ácidos y básicos usados en la tinción.  
Función de defensa esencialmente por fagocitosis, la más destacada frente a bacterias. Son esenciales en la inflamación aguda, los neutrófilos muertos forman la secreción purulenta ó “pus”
- **Los eosinófilos** son células de núcleo bilobulado y granulación rojiza- anaranjada por afinidad por el colorante ácido, la eosina. Participan en la defensa contra los parásitos y en los procesos alérgicos
- **Los Basófilos** son de núcleo bi ó trilobulado. Poseen gránulos azul intenso, púrpura por la afinidad por el colorante básico azul de metileno. El contenido de los gránulos de histamina y heparina y otros mediadores inflamatorios e intervienen en la inflamación y en las reacciones de hipersensibilidad.

➤ **Agranulocitos ó mononucleares** se denominan así porque su núcleo es de forma homogénea (redondeada u oval, a veces con hendiduras pero no lóbulos ) y su citoplasma no posee granulación evidente a la tinción. No poseen gránulos específicos.

- **Los linfocitos.** El núcleo ocupa casi toda la célula. Son las células características de la Respuesta inmune específica. Según su maduración y función se distinguen varios tipos, Linfocitos B, Linfocitos T que a su vez se dividen en subpoblaciones (CD4, CD8) y Linfocitos NK ó Natural Killers. Se tratan con los mecanismo de defensa.
- Los **monocitos** son las células de mayor tamaño. Circulan durante 24 horas y luego ingresan a los tejidos, para convertirse en macrófagos tisulares. Son movilizados junto con los PMN durante la respuesta inflamatoria. Realizan fagocitosis al igual que los PMN.

**LAS PLAQUETAS O TROMBOCITOS** son pequeños cuerpos granulados, partículas celulares, originados por fragmentación de los **megacariocitos** (células gigantes) de la médula ósea, por eso no poseen núcleo porque son fragmentos del citoplasma de éstas células.

Se encuentran alrededor de 300.000 plaquetas por microlitro de sangre y su vida media es de 4- 5 días.

Las plaquetas participan de los **mecanismos de hemostasia**, que se ponen en marcha cuando se produce la lesión de un vaso sanguíneo, como defensa para evitar la pérdida de sangre. La hemostasia incluye la coagulación sanguínea ó formación del coágulo de fibrina

## **EL PLASMA**

Representa la fracción líquida de la sangre y es su MEC. Tiene tres tipos de componentes:

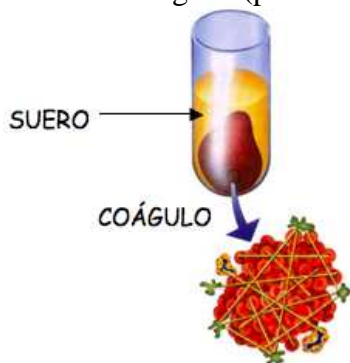
**AGUA:** el componente más abundante, representa aproximadamente un 90%

**SUSTANCIAS INORGÁNICAS:** son sales minerales presentes en pequeña proporción, un 1%. Muy variadas, iones diversos como sodio, cloro, potasio, bicarbonato, calcio etc.

**SUSTANCIAS ORGÁNICAS:** representan un 9% aproximadamente. Se incluyen sustancias reguladoras, como hormonas y enzimas, sustancias nutritivas, como los principios inmediatos (proteínas, glúcidos, lípidos) y sustancias de desecho, como urea, ácido úrico.

La mayor parte de éstas sustancias orgánicas, el 7%, la constituyen las proteínas, que forman un grupo heterogéneo denominado **Proteínas plasmáticas**. Entre ellas la Albúmina, la más abundante, y globulinas alfa, beta y gamma.

El plasma es la fracción líquida de la sangre y da lugar a el **suero sanguíneo** cuando la sangre se coagula. El suero se obtiene tras la coagulación y tiene composición similar al plasma excepto en que no posee las proteínas que intervienen en la coagulación, especialmente fibrinógeno (proteína de coagulación más abundante)



Cuando la sangre coagula, el líquido que queda sobrenadante es suero, que no posee fibrinógeno porque éste ha participado en la formación del coágulo.

SUERO = PLASMA SIN FIBRINOGENO

## 2.7. TEJIDO HEMATOPOYÉTICO y TEJIDO LINFOIDE Ó LINFÁTICO

**La Hematopoyesis** es el conjunto de procesos que conducen a la formación y desarrollo de las células sanguíneas y que en el individuo adulto normal tiene lugar principalmente en la médula ósea (MO).

Antes del nacimiento la hematopoyesis se realiza en otros órganos: saco vitelino sólo al inicio de la gestación, hígado y bazo. A partir del 5º mes de gestación comienza la actividad de la M.O. y al tiempo que la hematopoyesis en hígado y bazo desciende la de la M.O. aumenta estando plenamente activa a partir del nacimiento. **Es el órgano hematopoyético fundamental en la etapa postnatal.** La **aplasia medular** (Fallo en la producción de células sanguíneas) ó el daño medular llevan a una situación patológica en casos intensos incompatible con la vida.

### MEDULA ÓSEA (M.O.)

Es el órgano hematopoyético por excelencia. Se encuentra en la cavidad medular de huesos largos(en la diáfisis ó cuerpo) y en los espacios medulares que hay en el tejido óseo esponjoso en huesos cortos, planos y extremos de huesos largos (epífisis)

Hay dos tipos de tejido medular

**MO roja**, es la médula hematopoyética donde tiene lugar la hematopoyesis activa,

**MO amarilla** formada por tejido adiposo

En la infancia hay MO roja en todos los huesos. Hay un proceso de involución y en el adulto sólo en el esqueleto “axial” ó huesos próximos al eje corporal medio.

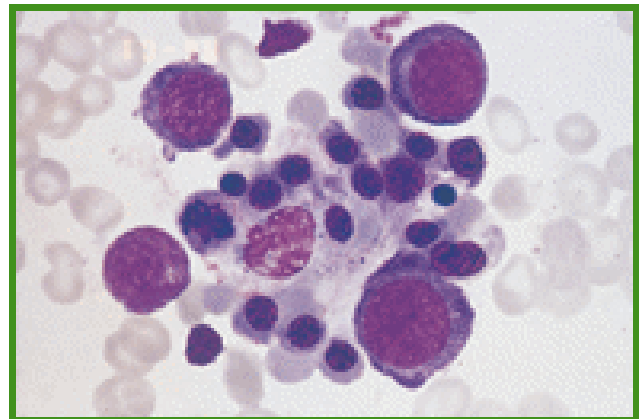
### Composición de la M. O.

La MO posee una trama estructural de tejido conjuntivo (con fibras, fibroblastos, adipocitos..) sobre la que se dispone el **tejido hematopoyético** formado por todas las **células madre hematopoyéticas** y las **células precursoras** que darán lugar a las células sanguíneas maduras. Los elementos maduros a través de los capilares de la MO (discontinuos, llamados **sinusoides**) pasaran a la circulación. En la MO se forman dos grandes líneas de diferenciación hematopoyética: Línea **Linfoide** ó células que darán lugar a linfocitos y Línea **mieloide**, dará eritrocitos, granulocitos, monocitos y plaquetas

Punción –aspiración medular, muestra de MO



MIELOGRAMA: examen celular microscópico de una extensión de MO



## ÓRGANOS LINFOIDES

Hay órganos relacionados con la producción y destrucción de células sanguíneas que consideramos globalmente junto a la M.O. como tejido hematopoyético. Así el sistema hematopoyético comprende la Médula ósea y los órganos que denominaremos Órganos linfoides por estar relacionados con células linfoides. Están formados por **tejido linfoide**, tejido conjuntivo especial con una red de **fibras y células reticulares** entre las que se disponen **Linfocitos** y **células dendríticas**, que son las principales células presentadoras de antígenos **CPA**

Los Órganos linfoides se dividen en dos grupos:

- **Organos linfoides primarios ó centrales.**

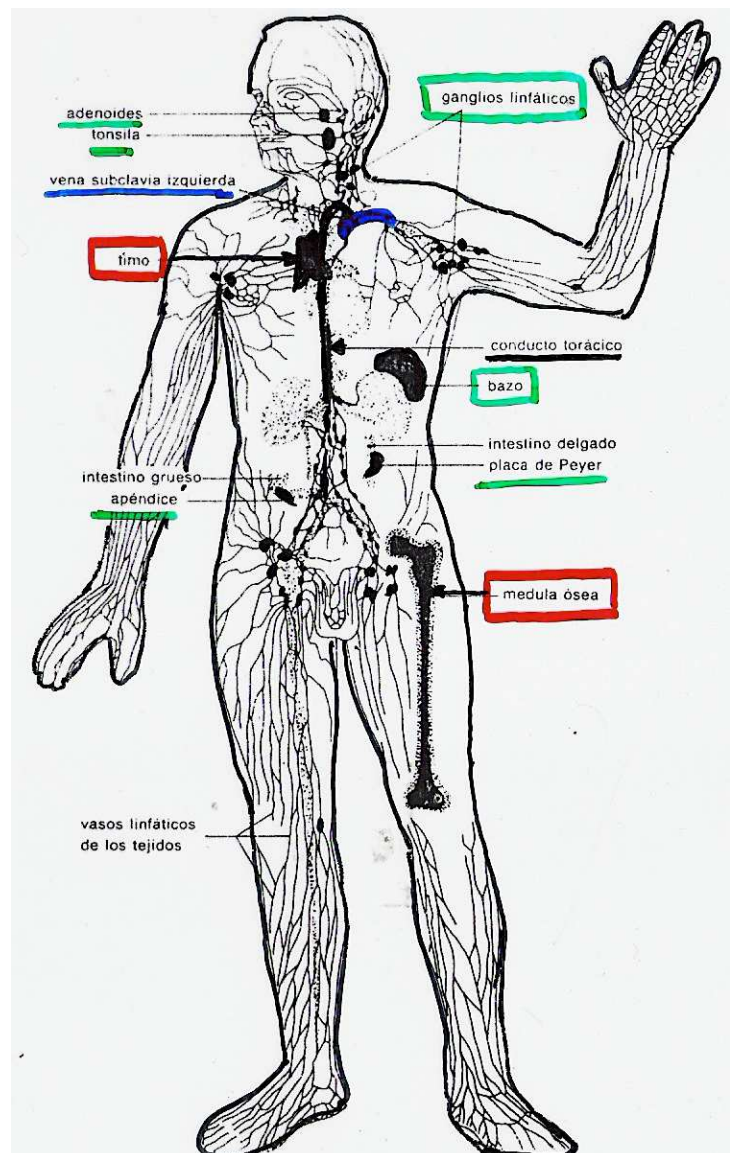
- La propia **médula ósea** y
- **el Timo**

Se produce la **1ª maduración de los linfocitos, independiente de los antígenos (Ag)**. Los linfocitos T en el Timo y los B en la MO

- **Órganos linfoides secundarios ó periféricos**

- **Bazo**
- **Ganglios linfáticos**
- **Tejido linfoide disperso asociado a mucosas ó MALT (en mucosas de aparato respiratorio, digestivo y genitourinario)**

Se produce la **2ª maduración de linfocitos dependiente de los antígenos**. Estos órganos recogen Ag de la sangre, la linfa y las mucosas. Se establece el contacto Ag, CPA y linfocitos y se **produce la Respuesta inmune**. Los productos de la respuesta, Anticuerpos y células se diseminan al organismo



### 3. TEJIDO MUSCULAR

El tejido muscular es un tejido muy especializado constituido por células que contienen gran cantidad de proteínas contráctiles que le dan la capacidad de contraerse de forma coordinada en una determinada dirección para producir un movimiento. Las células musculares reciben el nombre de **fibras musculares, miocitos o miofibras**, y se disponen de forma paralela constituyendo fascículos de fibras orientadas en el sentido de la contracción. La característica ultraestructural más importante de estas células es la presencia de *miofilamentos* de dos tipos: **filamentos delgados de actina** (6 nm de diámetro), y **filamentos gruesos de miosina** (de 14 nm de diámetro en adelante).

Rodeando a las células hay una pequeña cantidad de tejido conjuntivo, que les otorga nutrientes y oxígeno a través de capilares. Esto es fundamental porque las células musculares tienen alta actividad metabólica.

**Tipos de Tejido muscular:** Se diferencian tres tipos de tejido muscular atendiendo a las características morfológicas y funcionales así como a la disposición de sus células:

**Tejido muscular estriado esquelético**

**Tejido muscular estriado cardiaco**

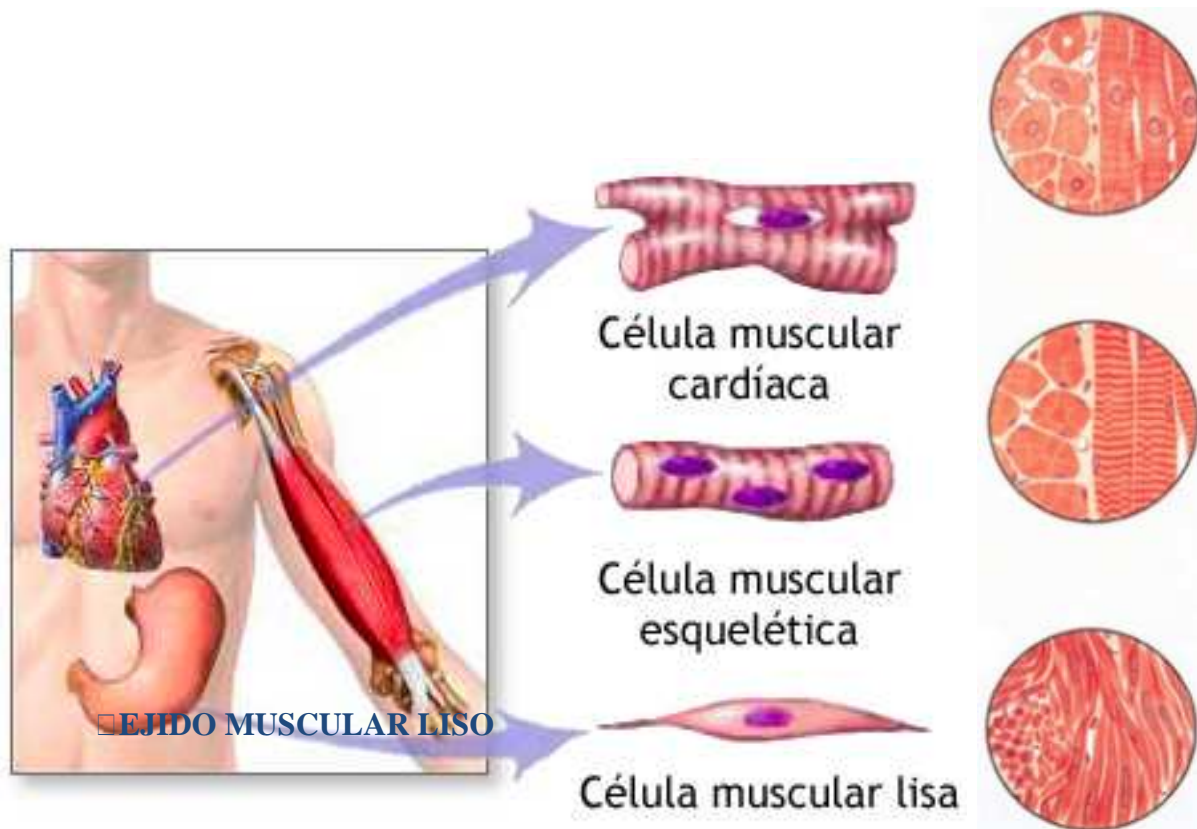
**Tejido muscular liso**

La denominación estriado o liso se debe a la presencia o no de estriaciones transversales en el citoplasma, que se observan al MO como finas bandas claras y oscuras alternadas. Estas bandas están constituidas por un armazón organizado de miofibrillas que se llama sarcómero. Las que poseen sarcómero son estriadas y las que no, lisas.

También se puede clasificar el músculo según si la contracción está controlada o no por el individuo: voluntario (músculo estriado esquelético) e involuntario (músculo liso y estriado cardíaco)

- **Tejido muscular estriado esquelético:** forman parte del sistema musculoesquelético y de ciertos órganos como lengua y globo ocular. Sus fibras se caracterizan por presentar una **estriación transversal** en su citoplasma. Se trata de un tejido muscular de **contracción voluntaria**.
- **Tejido muscular estriado cardiaco:** constituye la musculatura del corazón. Sus fibras presentan en su citoplasma una **estriación transversal**. Se trata de un tejido muscular de **contracción involuntaria** y rítmica.
- **Tejido muscular liso:** se encuentra en diversas localizaciones, entre otras, forma parte de las vísceras y los vasos sanguíneos. Sus fibras **no presentan estriación transversal** en su citoplasma. Se trata de un tejido muscular de **contracción involuntaria**.

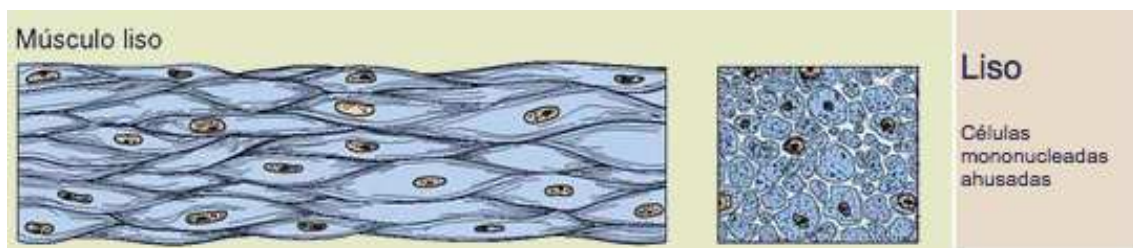
En general, cuando se estudia el tejido muscular, algunas de las estructuras que constituyen las fibras reciben un nombre especial, precedido siempre del prefijo sarco- (carne en griego), así, la membrana plasmática se denomina sarcolema, el citoplasma sarcoplasma, el retículo endoplásmico retículo sarcoplásmico y la mitocondria sarcosoma.



Está constituido por células fusiformes mononucleares de contracción involuntaria (a excepción de la vejiga de la orina), lenta y sostenida.

**Las células musculares lisas:**

- **Son fusiformes muy alargadas,**
- **Núcleo único central**
- Tienen un citoplasma, **sarcoplasma**, con escasos organoides localizados alrededor del núcleo (Golgi, sarcosomas, glucógeno y retículo sarcoplásmico rugoso y liso). **Carecen de estriación transversal** en los cortes longitudinales. Se caracteriza por la presencia del material proteico contráctil, los **miofilamentos: filamentos finos, delgados de actina y filamentos gruesos de miosina** que se disponen en el citoplasma paralelos al eje mayor de la célula y se agrupan en haces irregulares llamados “**miofibrillas**” visibles a microscopio óptico



**Distribución del tejido muscular liso.** Se encuentran en órganos de vida vegetativa, de contracción involuntaria. Se pueden disponer de tres formas:

**Células aisladas.** Se encuentran en algunos órganos como próstata, en el tejido subcutáneo de escroto ó areola y pezón etc.

**Túnicas musculares.** Las células musculares lisas se agrupan con cierta orientación formando capas en la pared de vasos sanguíneos y de órganos huecos como el tubo

digestivo y las vías urinarias, genitales y respiratorias. En algunos órganos forman la mayor parte de su pared, por ej. en el útero constituyendo el “miometrio”

**Pequeños músculos lisos individualizados.** Estos músculos son poco frecuentes. Entre ellos están los erectores de los pelos y los músculos constrictor y dilatador del iris;

### TEJIDO MUSCULAR ESTRIADO ESQUELÉTICO

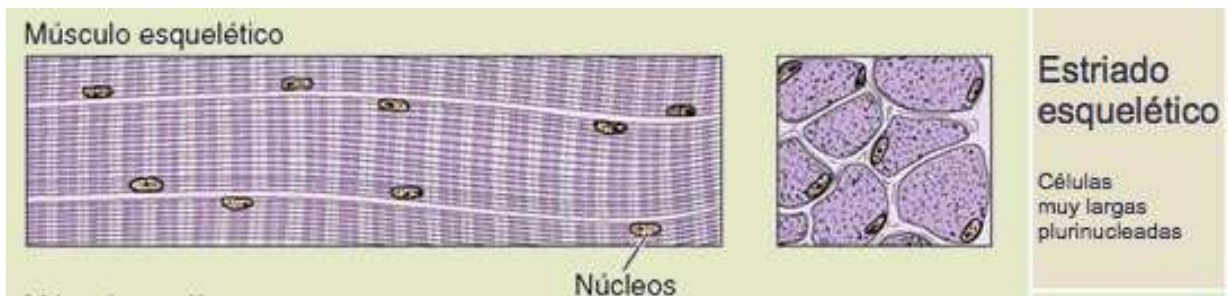
Es el músculo más abundante en los vertebrados. Forma el Sistema musculoesquelético, se inserta en los huesos mediante tejidos conjuntivos densos para permitir el movimiento de las diversas partes del cuerpo.

**Las células musculares esqueléticas:**

- Son de morfología **cilíndrica y alargada**
- **Son Multinucleadas**, los núcleos son numerosos, alargados y periféricos (situados junto a la membrana)
- **En el sarcoplasma de** estas células los miofilamentos se disponen ordenados en unidades morfológicas y funcionales denominadas **sarcómeras ó sarcómeros**, que dan lugar a una **estriación transversal característica**, con las bandas perpendiculares al eje longitudinal de la célula.

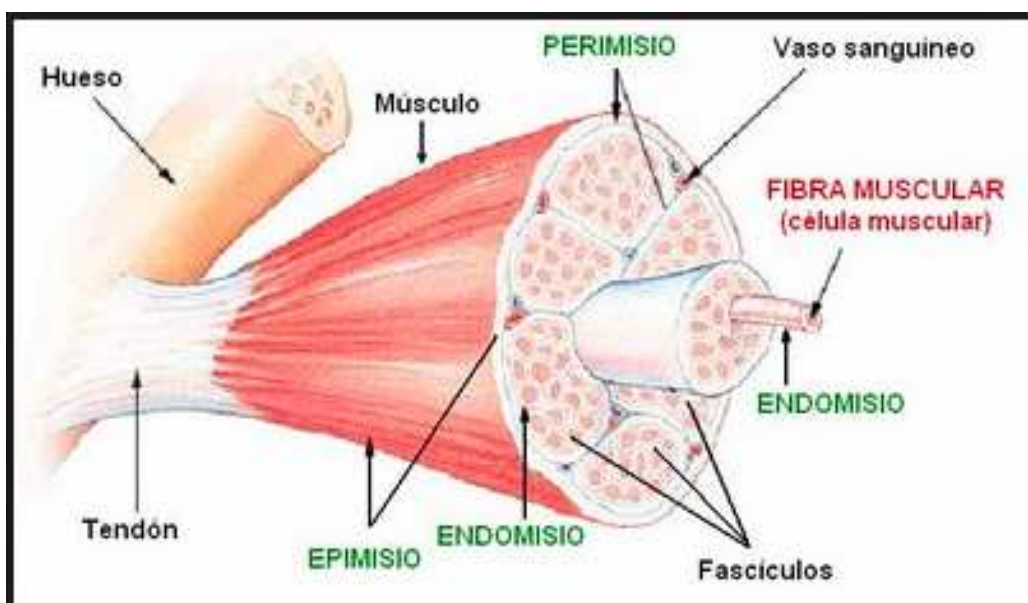
Está inervado por axones de las neuronas motoras del sistema cerebroespinal, de contracción voluntaria

Sus células ó fibras, son multinucleadas, muy largas y paralelas unas a otras:



### Organización histológica del músculo.

Las células ó fibras musculares son de morfología cilíndrica (con un grosor que varía entre 10-100  $\mu\text{m}$  de diámetro) y alargada (con una longitud que puede llegar a ser tan larga como los músculos de los que forman parte).



### Endomysio:

TC que envuelve una célula muscular

**Perimysio:** TC que rodea a un grupo de fibras musculares

**Epimysio:** TC que cubre externamente a todo el músculo

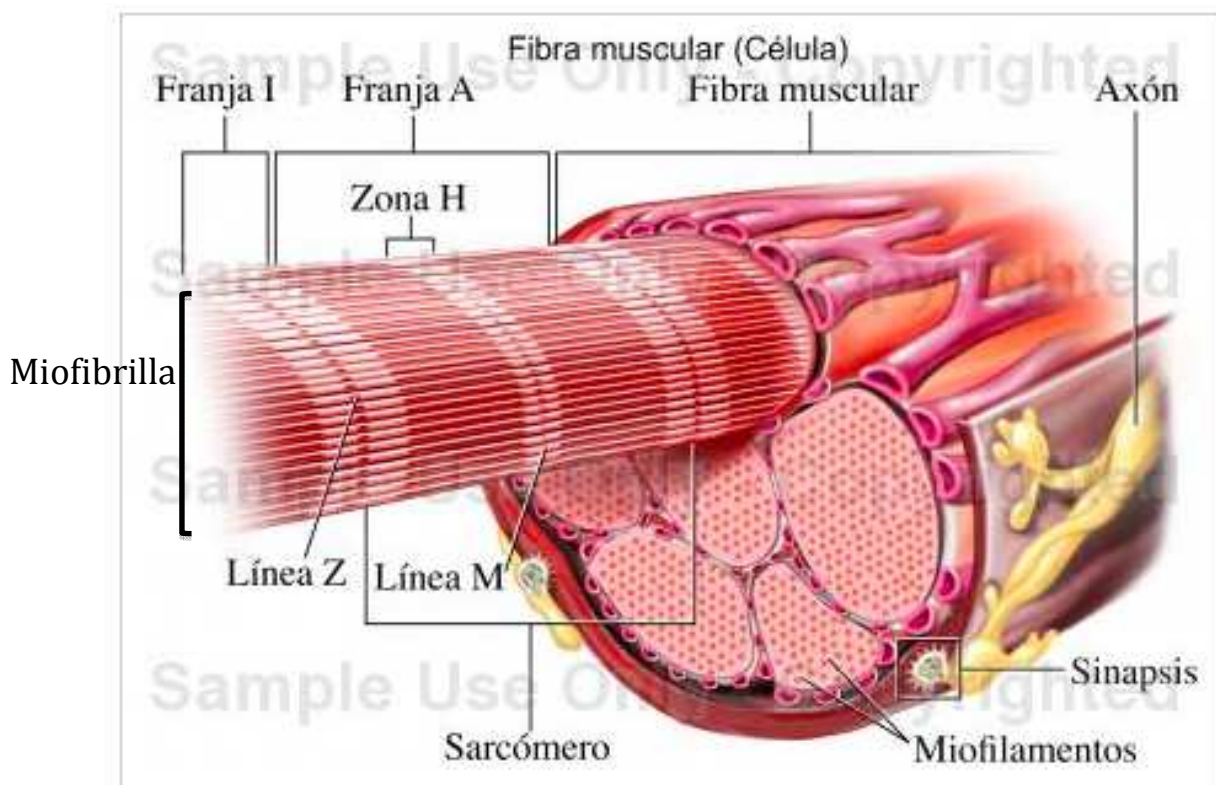
Cada fibra muscular se encuentra rodeada por una delgada capa de tejido conectivo que contiene numerosos capilares y fibras nerviosas y denominada **endomisio**.

Las fibras musculares se agrupan paralelamente en **fascículos** cuyo grosor varía según la actividad muscular y cada fascículo está rodeado por septos de tejido conectivo con abundantes fibras de colágeno y que también presenta abundantes capilares y fibras nerviosas y que se denomina **perimisio**.

Los fascículos se agrupan para formar los músculos y se encuentran rodeados por una banda de tejido conectivo denso irregular con abundantes fibras de colágeno (tipo I y II) y fibras elásticas que se denomina **epimisio**, que se continua con los tendones e inserciones musculares. A través del epimisio penetran las arterias y los nervios en los músculos, ramificándose por el perimisio y endomisio para llevar el riego y la inervación a las fibras musculares.

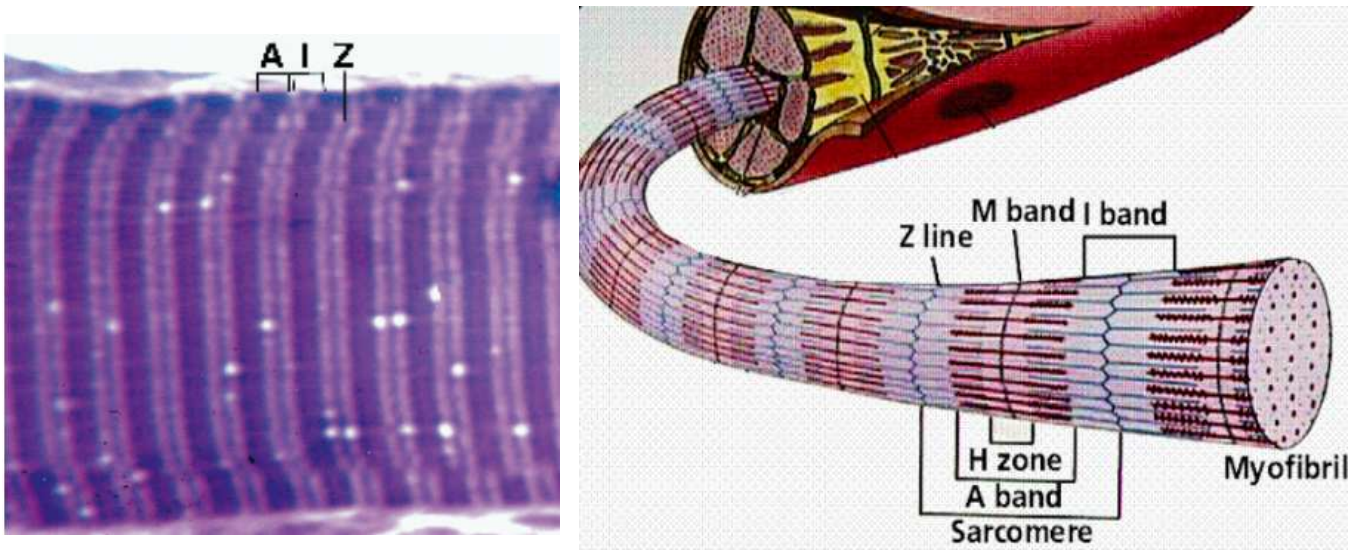
### Organización histológica de las fibras musculares esqueléticas.

El *sarcoplasma* de las fibras esqueléticas está mayoritariamente ocupado por **miofilamentos** de actina y miosina que configuran cilindros, denominados **miofibrillas**, dispuestos en sentido longitudinal.



Cada **miofibrilla** muestra una estriación transversal, resultado de la alternancia de segmentos cilíndricos de diferentes propiedades ópticas y tintoriales: **bandas ó franjas claras o isotrópicas ó bandas I** y **bandas oscuras o anisotrópicas bandas A**. Al adosarse entre sí las miofibrillas, se superponen las bandas iguales, con lo que toda la fibra adquiere una estriación transversal (I proviene de “isótropa” y A de “anisótropa”. Estos términos se relacionan con el tipo de imagen que ofrecen las bandas al microscopio de luz polarizada.) En la banda I puede verse una línea oscura transversal que la divide en dos porciones iguales, la *línea*

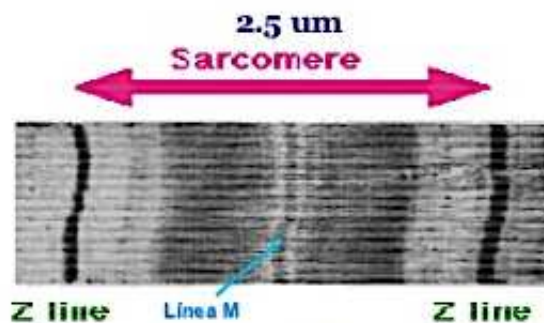
Z (o *disco Z*, ya que tridimensionalmente es un disco). La denominación Z proviene del alemán *Zwischenscheibe* (disco intermedio)



El segmento entre dos líneas Z consecutivas se denomina **sarcómera ó sarcómero** y constituye la **unidad fisiológica elemental de la contracción muscular**. Así cada miofibrilla se divide en una sucesión regular de sarcómeros (“casillas musculares”), pequeños cilindros idénticos.

**SARCOMERA**, desde una línea Z hacia otra línea Z.

### Unidad Contráctil de las fibras del músculo esquelético

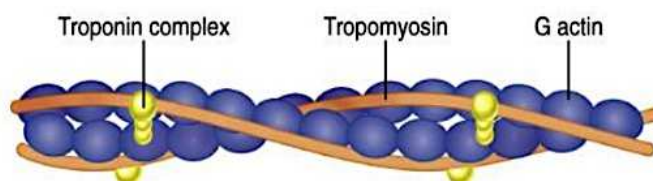


#### Ultraestructura del sarcómero

La sarcómera está mayoritariamente constituida por dos tipos de *miofilamentos*:

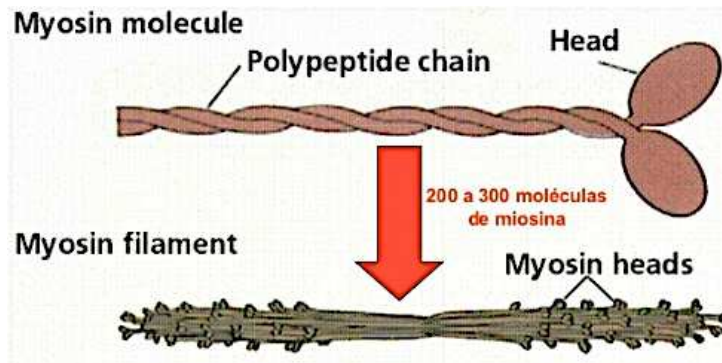
1. *Delgados*. Son los más numerosos. También se denominan filamentos de *actina*, por ser esta proteína su constituyente principal. Están compuestos por dos cadenas de filamentos de Actina envueltos el uno en el otro en relación con otras proteínas reguladoras del filamento delgado, la Tropomiosina y Troponina.

**Porción de un filamento delgado**

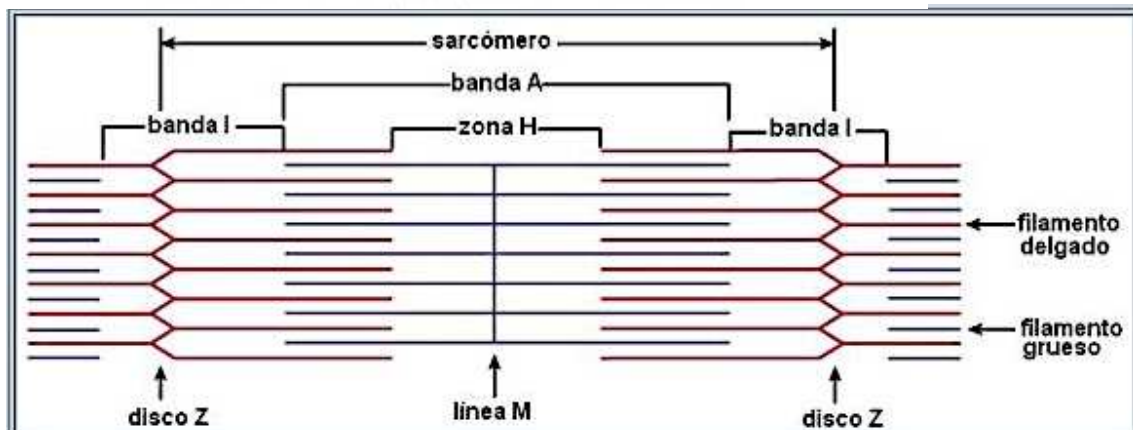
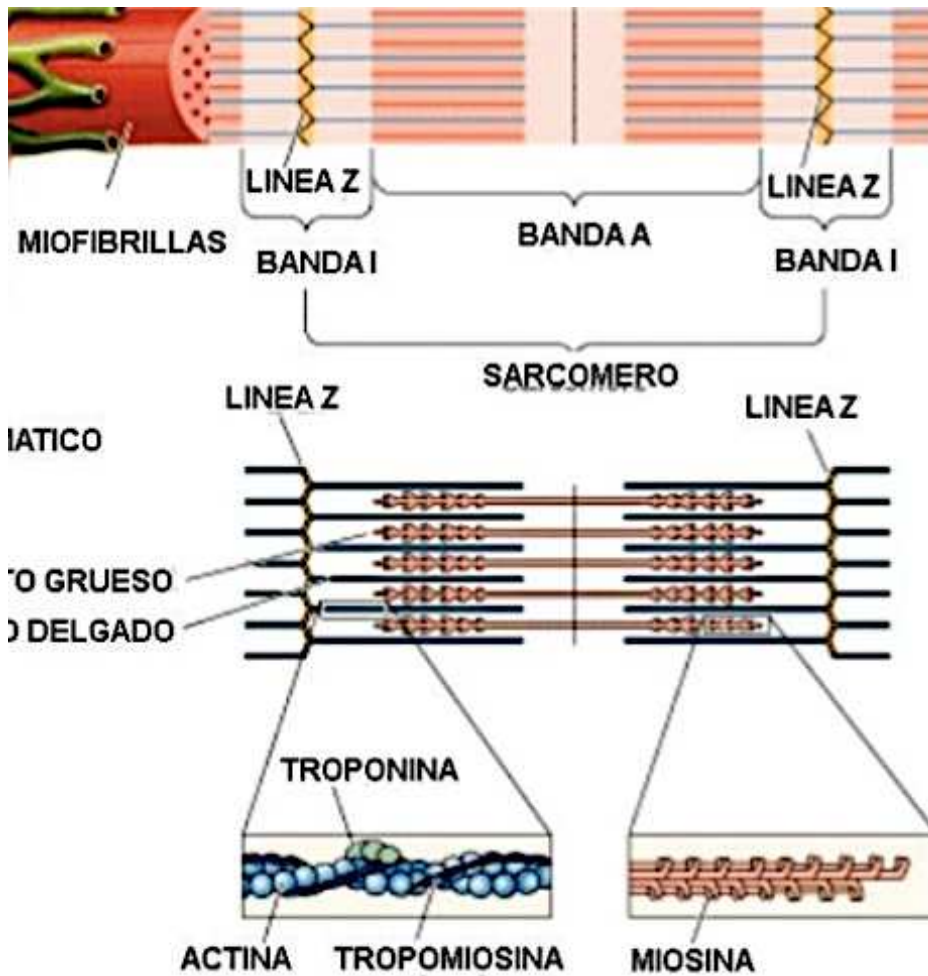


2. *Gruesos*. También se conocen como filamentos de *miosina*. Se componen con moléculas de miosina alineadas extremo con extremo



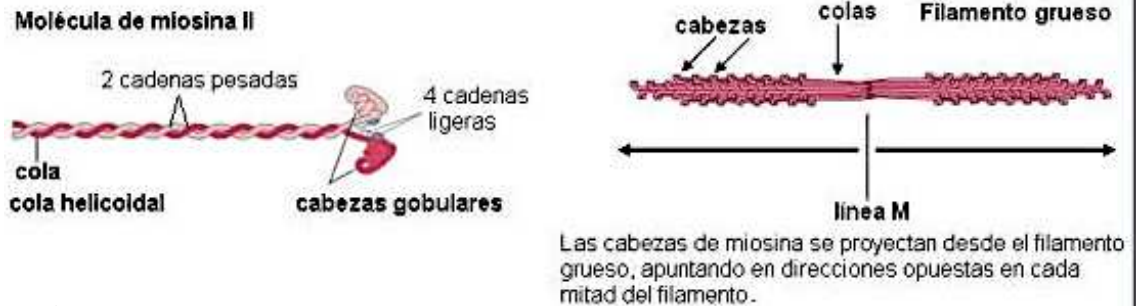


El sarcómero está delimitado por 2 discos Z. Los discos Z son estructuras proteicas sobre las que se encuentran anclados los microfilamentos de Actina



En un sarcómero encontramos las siguientes regiones:

1. **Un disco Z**
2. **Una hemibanda I clara (\*)**
3. **Una banda A oscura.** Está dividida en dos partes por una **zona clara, banda o disco H (de Hensen)** La banda A presenta superposición de filamentos delgados y gruesos en su mayor parte, excepto en su sector central, donde solamente hay filamentos gruesos que es la zona H. La línea media de la **zona H, línea M,** corresponde a la unión entre los filamentos gruesos. Los filamentos de Miosina se unen a la zona central de la banda A llamada Línea M por medio de una proteína llamada Miomesina



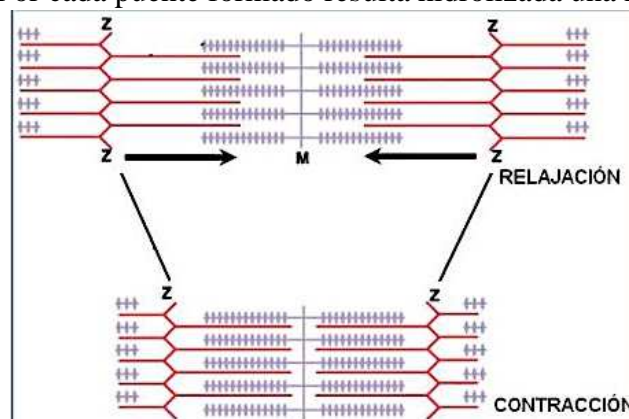
#### 4. Un disco Z

(\*) El disco Z se encuentra en la zona central de la banda I y divide a la banda I en dos partes iguales llamadas Hemibandas I que forman parte de sarcomeros diferentes. O sea que un sarcómero posee 2 hemibandas I pero ninguna banda I entera.

- En la **banda I** se hallan **solamente filamentos de Actina**. Están unidos al disco Z.
- La zona del sarcómero donde se encuentran los filamentos de Miosina es la **banda A**, pero en realidad en la banda A hay **superposición de Actina y Miosina**, excepto en su sector central, donde **solamente hay filamentos gruesos** que se denomina **zona H**.
- La **línea M** es más oscura que el resto de la banda H porque, aunque faltan los filamentos de actina, los filamentos de miosina se unen por finos filamentos transversales constituidos por la proteína *miomesina*

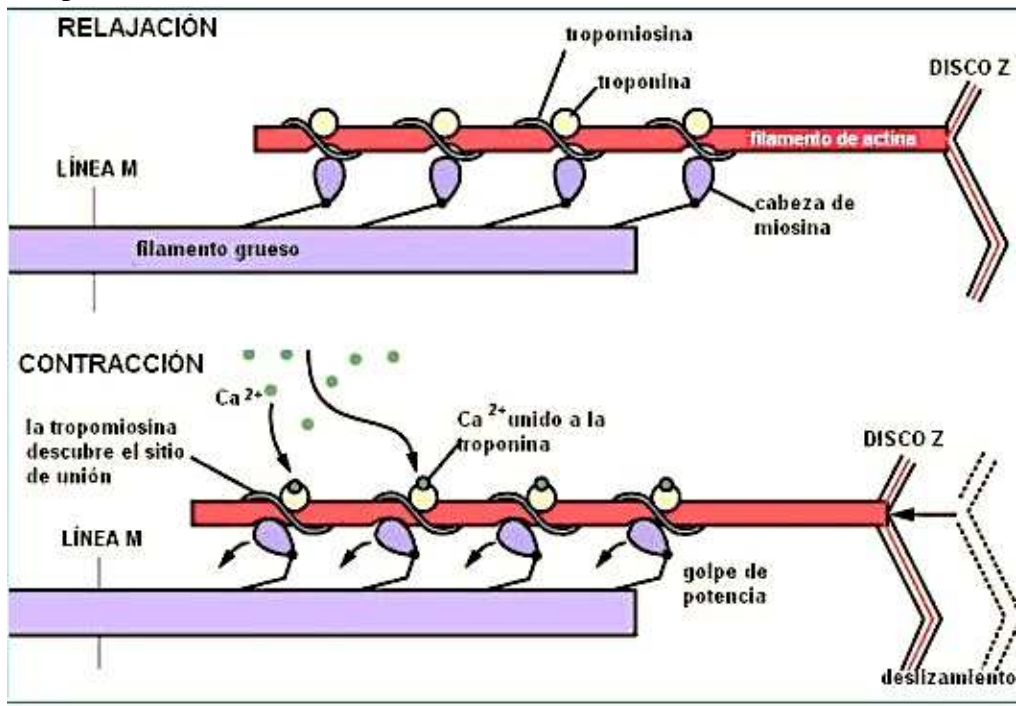
El evento central de la **contracción** muscular es la unión reversible entre la actina y la miosina, formando actomiosina. Los filamentos gruesos y delgados se superponen parcialmente y el deslizamiento de unos sobre otros es lo que causa la contracción o acortamiento del sarcómero. La contracción muscular se debe a un acortamiento del sarcómero producido por el deslizamiento de los filamentos delgados sobre los filamentos gruesos. Este deslizamiento tiene dirección opuesta en cada mitad del sarcómero, de manera que los discos Z de un mismo sarcómero se acercan entre sí. Durante la contracción, prácticamente se borra la banda H, a causa de la mayor superposición de filamentos delgados y gruesos.

Implica la formación y ruptura de puentes cruzados entre las cabezas de miosina que se proyectan desde los filamentos gruesos y las moléculas de actina que forman los filamentos delgados. Por cada puente formado resulta hidrolizada una molécula de ATP



El control de la contracción mediado por el calcio involucra a las proteínas reguladoras del filamento delgado: la **tropomiosina y la troponina**.

En el estado de relajación, la tropomiosina bloquea el sitio de unión para la miosina sobre la actina. Si en ese momento se produce un aumento de la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  citosólico (como ocurre cuando llega un estímulo por la neurona motora), éste es fijado por la troponina. La troponina unida al calcio desplaza a la tropomiosina dentro del filamento delgado. La nueva posición de la tropomiosina deja libre el sitio de unión de la actina para la miosina. Entonces éstas establecen una unión fuerte y sobreviene el golpe de potencia.



### TEJIDO MUSCULAR ESTRIADO CARDÍACO

El tejido muscular cardíaco constituye la pared muscular del corazón ó Miocardio. El músculo cardíaco de los vertebrados, sobre todo el que configura el miocardio de los ventrículos, es semejante al músculo esquelético; no obstante, existen importantes diferencias entre ambos tipos de músculo estriado.

#### Las células musculares estriadas cardíacas ó células miocárdicas:

1. Son alargadas con forma de cilindro bifurcado. A través de estas bifurcaciones entran en conexión con la células próximas. No se disponen por lo tanto paralelas e individualizadas, sino que se ramifican y unen en una red tridimensional compleja y muy resistente.
2. El núcleo es único alargado y central (en vez de muchos y periféricos)
3. En el sarcoplasma las miofibrillas tiene igual sucesión de sarcómeros (Discos Z, I, A, H, M) pero están menos individualizadas así que lo que poseen es una masa cilíndrica de haces de miofilamentos
4. Las células están firmemente unidas por **dispositivos de unión** (desmosomas, uniones gap) que dan lugar a zonas de unión visibles a microscopio óptico. La zona de unión de llama disco *intercalar ó estría escalariforme*. El aspecto de estos discos es el de complejos de unión muy extensos y de trayecto muy sinuoso, de disposición transversal pero con segmentos desplazados longitudinalmente y que le dan un aspecto en escalera . Esto asegura la unión del conjunto de células miocárdicas y facilita la excitación y la transmisión de la tensión en la contracción.

Músculo cardíaco



Estriado cardíaco

Células ramificadas

En el corazón además de las células musculares estriadas cardíacas con la función de contracción, existe un conjunto de células estriadas especiales llamadas **células cardioconectoras** con la función de generar los estímulos para hacerlo latir y conduciéndolos a las diferentes partes del miocardio. Este conjunto de células forma el **Sistema cardioconector (nódulos y fibras de Purkinje)** ó **Sistema de conducción** del corazón y se estudia con él.

## 5. TEJIDO NERVIOSO

El sistema nervioso está formado por el **tejido nervioso**. Éste consta de dos tipos celulares básicos: **las neuronas** y **las células de la glía**. El SN humano posee alrededor de un billón de neuronas y de 10 a 50 veces más células gliales.

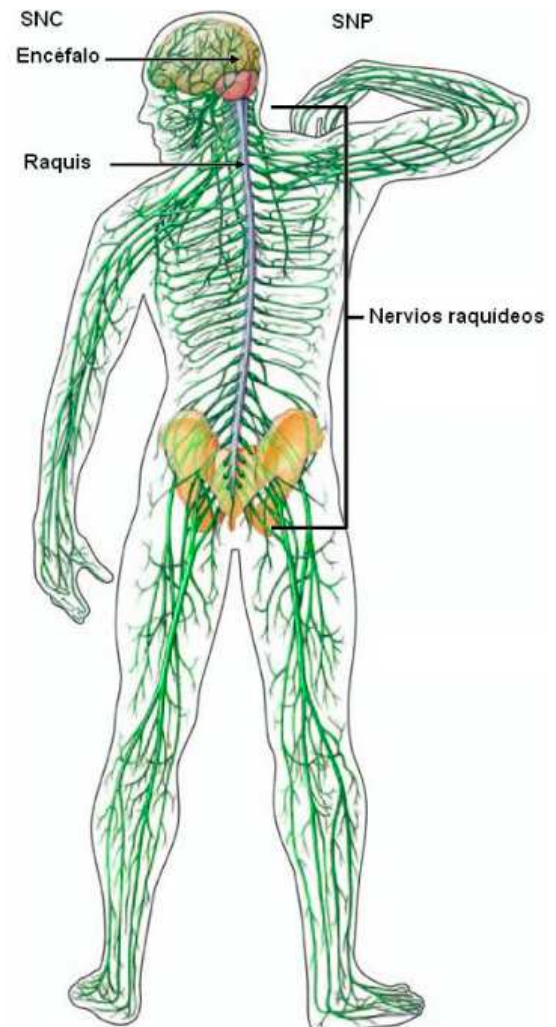
Desde el **punto de vista anatómico**, el sistema nervioso (SN) se divide en sistema nervioso central (SNC) y sistema nervioso periférico (SNP).

- El **SNC ó neuroeje**, está formado
  - por el **encéfalo**, protegido por la **cavidad craneana**: constituido por cerebro, cerebelo y tronco encefálico (protuberancia anular y bulbo raquídeo)
  - más la **médula espinal o raquis**, protegida por la **columna vertebral en la cavidad raquídea**

Todos los órganos están envueltos por las tres membranas: duramadre, aracnoides y piamadre, colectivamente llamadas **meninges**.

- El **SNP** está formado por
  - los **nervios**, que conectan el SNC con los órganos,
  - y los **ganglios nerviosos**.

Los nervios que nacen del encéfalo se denominan **nervios craneales** y son 12 pares. Los nervios que nacen de la médula espinal son los **nervios raquídeos**, en total 31 pares.



## Células del tejido nervioso: las neuronas y las células de la glía

### La neurona ó célula nerviosa

Las **neuronas** son las células principales del tejido nervioso y las unidades anatómicas y funcionales del sistema. Recibe informaciones, las procesa y produce una señal que conduce y transmite. Se comunican entre si y con las células efectoras mediante sinapsis.

**Estructura:** Las neuronas tienen diferentes formas y tamaños. No obstante, en todas se pueden distinguir las mismas zonas, adaptadas a funciones específicas. Presentan:

- a) un **cuerpo neuronal** ó soma ó pericarion
- b) y **procesos o prolongaciones** de dos tipos: **dendritas y axón**.

a) **El cuerpo neuronal, también llamado soma o pericarion, contiene:**

- **El núcleo:** único, voluminoso y central, con nucléolo grande
- **El citoplasma:** contiene todos los orgánulos habituales presentando ciertas particularidades:
  - **Corpúsculos de Nissl**, visibles a microscopía óptica como material intensamente basófilo en forma variable de bloques ó de granulación. Corresponden a agrupaciones de cisternas de **NER**, retículo endoplásmico rugoso, entre las que se encuentran numerosos **ribosomas libres**. Esto demuestra la importancia de la síntesis proteica de la célula nerviosa (proteínas estructurales, enzimáticas funcionales y productos de exportación como neurotransmisores ó péptidos hormonales)
  - **Aparato de Golgi** muy voluminoso, por todo el soma.
  - **Mitocondrias** numerosas, distribuidas al azar
  - **Neurotúbulos ó microtúbulos y Neurofilamentos.** Se agrupan normalmente en haces paralelos de trayecto ondulante. Se continúan por las prolongaciones, dendritas y axón. Forman citoesqueleto y tienen función de transporte
  - **Resto de orgánulos**, entre ellos gránulos, de pigmento, de secreción.

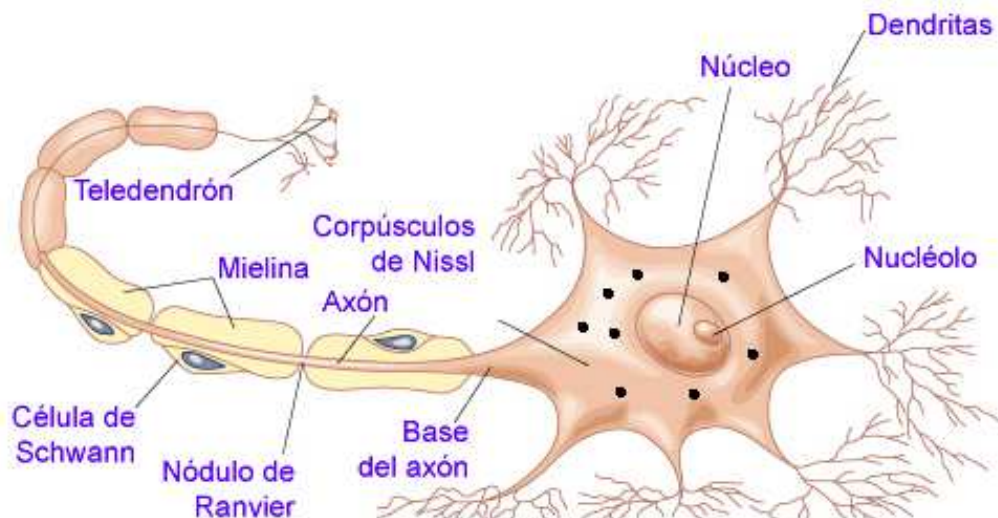


Fig. 3: Esquema de una neurona.

b) **Prolongaciones**

- a. **Las dendritas:** son prolongaciones que se extienden desde el cuerpo neuronal y se ramifican extensamente. Contiene los mismos orgánulos que él. Son, generalmente la zona por donde una neurona recibe la información. En la superficie de las

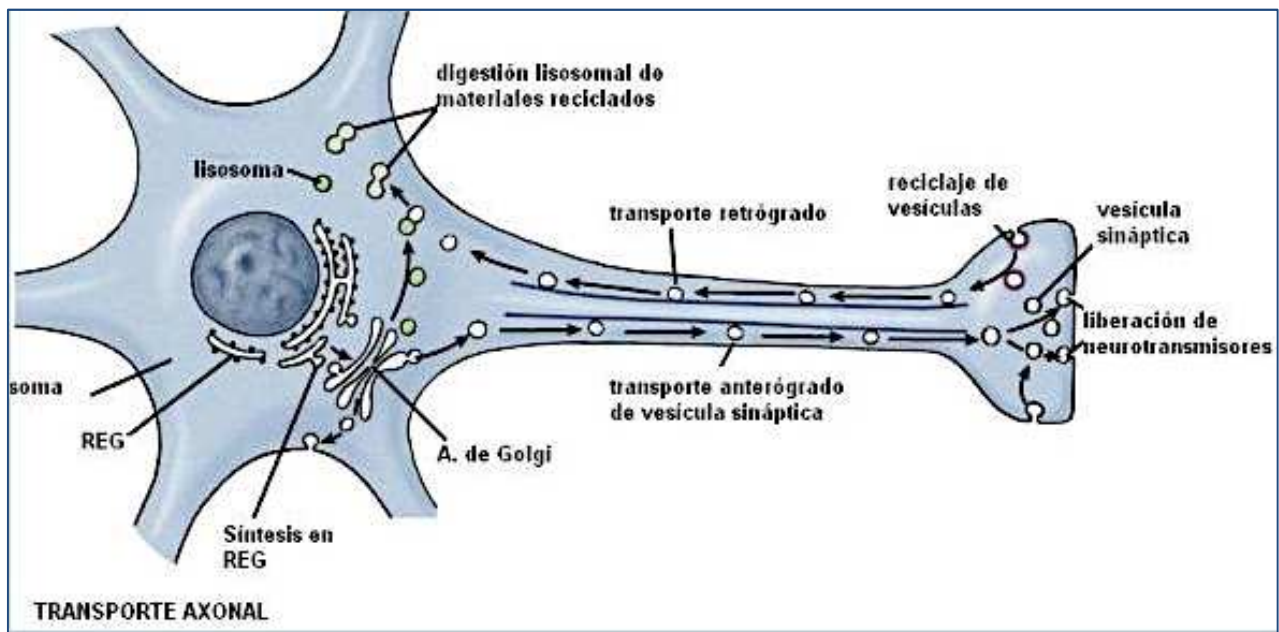
dendritas hay unas excrescencias llamadas **espinas dendríticas**, donde se realizan los contactos sinápticos. Al contrario que el axón nunca están mielinizadas

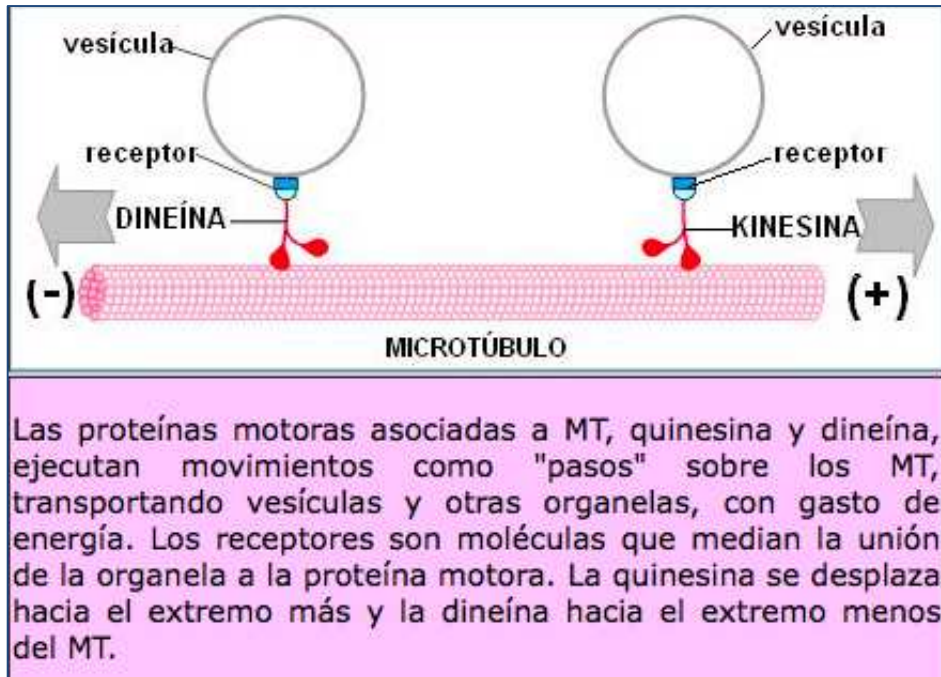
- b. El **axón**. Se llama **cono axónico** a la base del axón, región del soma de donde se origina el axón. Es una prolongación única, cuyo extremo o **telodendrón** se divide en ramas terminales, los **botones sinápticos**. En los botones sinápticos se acumulan las **vesículas sinápticas**, que almacenan los **neurotransmisores**. Éstos son señales químicas que participan en la comunicación intercelular o **sinapsis**. Cuando una neurona es excitada, el impulso nervioso se propaga hasta el axón y desde allí se liberan los neurotransmisores.

En los axones, los **microtúbulos** se disponen todos en la misma dirección (con sus extremos más hacia el telodendrón) formando haces que se van superponiendo y determinan una verdadera pista de **transporte** a lo largo del axón. Sobre los microtúbulos, las proteínas motoras transportan vesículas sinápticas, mitocondrias y otras proteínas empacadas en vesículas, desde el cuerpo a la terminal axónica. Este tipo de transporte se denomina **anterógrado**. La **quinesina** es la proteína motora que se asocia a los microtúbulos en el transporte anterógrado. También hay un transporte **retrógrado**, desde las terminales al soma, en el cual interviene la proteína motora **dineína**. De esta forma retornan al cuerpo celular algunas vesículas sinápticas para su reciclaje y ciertos materiales endocitados en el extremo del axón.

Los otros componentes del citoesqueleto también contribuyen a la arquitectura y la función de las neuronas. Hay **filamentos de actina y sus proteínas motoras** que se encuentran por debajo de la membrana plasmática. Hay **neurofilamentos** (filamentos intermedios propios del tejido nervioso) que son el soporte estructural más importante de los axones.

Hay axones que se ven envueltos de una **vaina de mielina** y otros que no lo están. La mielina es una sustancia lipídica aislante cuya función es aumentar la velocidad de transmisión del impulso nervioso. La producen las células de la glia que se comentan posteriormente

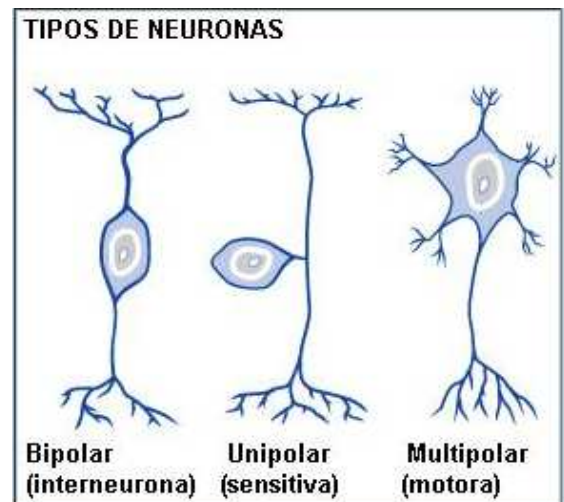




### Tipos de neuronas

Desde el punto de vista **morfológico**, las neuronas se clasifican en:

- **Unipolares:** el axón y la única dendrita nacen del mismo polo celular.
- **Bipolares:** el axón y la dendrita nacen de polos opuestos del cuerpo celular.
- **Multipolares:** poseen un cuerpo estrellado, con numerosas dendritas.



Desde el punto de vista **funcional**, las neuronas son:

- **Sensitivas,**
- **Motoras,** o
- De **asociación:** también llamadas interneuronas, conectan a las neuronas sensitivas con las motoras.

### Las células de la glía.

Neuroglia significa "pegamento de la neurona". Los cuerpos celulares, los axones y las dendritas de las neuronas están completamente rodeados por células gliales, las cuales son, como ya se mencionó, mucho más numerosas que las neuronas. Tienen funciones diversas, de soporte estructural, metabólico, endocrino e inmunológico.

Actualmente se considera que las células gliales lejos de ser las células de soporte de las neuronas, son compañeras interactivas de la actividad neuronal, regulando múltiples

procesos que permiten una mayor plasticidad del sistema nervioso, convirtiéndose así en una compleja red de cooperación e interacciones celulares.

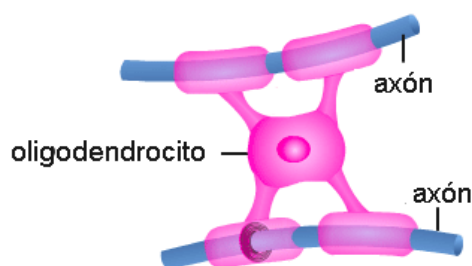
Por ejemplo dentro de un contexto contemporáneo del funcionamiento del SN, ya no es apropiado considerar solamente conexiones neurona-neurona (sinapsis), es necesario desarrollar una visión mucho más amplia y compleja, con una red de conexiones activas entre neuronas y células gliales así como, entre células gliales y neuronas, tal es el caso de la interacción de los astrocitos y las sinapsis neuronales, estableciendo una transmisión sináptica (puede resultar ser un pensamiento novedoso y herético ya que típicamente se entiende este proceso de comunicación entre células del SN como el que únicamente existe entre una neurona y otra neurona es decir, la sinapsis).

Todo esto lleva a reconsiderar la participación de las células gliales en diferentes desordenes neurológicos, en donde el sistema nervioso sale del contexto normal y comienza a tener un funcionamiento incorrecto, es decir, patológico y es en esta condición de patología en la cual las células gliales pueden desempeñar uno de los papeles principales para el progreso de tales desordenes. Hay que tener en cuenta que el cerebro está conformado de un 80-90% de células gliales, y ya que son participantes activos del funcionamiento cerebral; si algo está mal con estas células, es muy probable que se produzcan desregulaciones y desórdenes neuronales.

Existen cinco tipos de células gliales:

- En el SNC (Sistema nervioso Central): **Oligodendrocitos, Astrocitos, Microglia y Células ependimarias.**
- En el SNP (Sistema Nervioso Periférico): **Células de Schwann.** (Realmente hay tres tipos de células de Schwann: células de Schwann que forman mielina (CSFM), las células de Schwann que no forman mielina (CSNFM) y las células de Schwann perisinápticas (CSP)

**Oligodendrocitos.** Estas células son las que **producen la mielina en el sistema nervioso central.** Un oligodendrocito posee varias prolongaciones laminares; cada prolongación envuelve el axón de una neurona.



**Astrocitos.** Los astrocitos son las células gliales más abundantes en el SNC y se encuentran íntimamente asociados con las neuronas. El nombre de astrocitos se refiere a su forma de estrella cuando son observados en preparaciones histológicas. Presentan prolongaciones con extremos dilatados (pies terminales) y establecen contactos importantes:

- con otros astrocitos (forman una red con función de **soporte estructural**),
- con las sinapsis (intervienen en las **sinapsis**),
- con los capilares (forman la **barrera hematoencefálica BHE**, regulan los **intercambios sangre- sistema nervioso central**. En el SNC, el endotelio capilar es muy poco permeable. A diferencia del endotelio de otros tejidos, que es discontinuo o presenta poros, el endotelio dentro del SN actúa como una barrera. Las

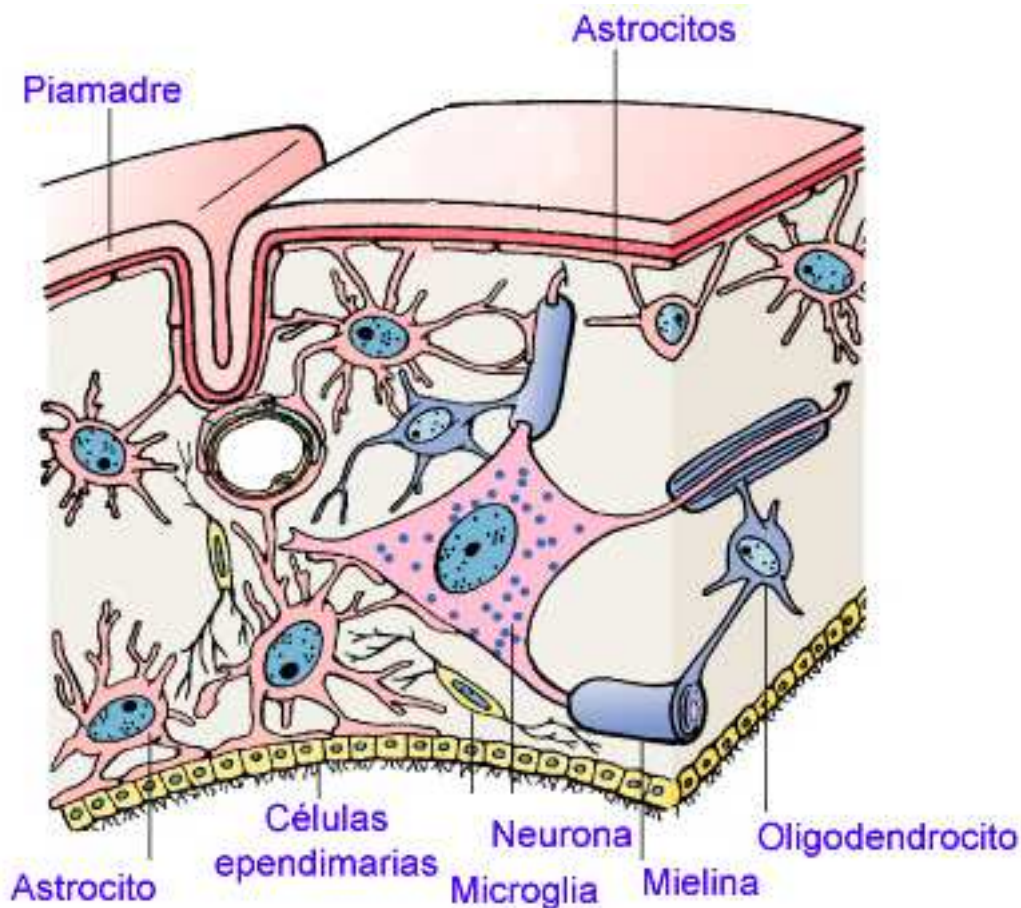


características del endotelio más la protección que ejercen los astrocitos son los responsables de lo que se llama la barrera hematoencefálica (BHE).)

- con las meninges y LCR (intervienen en intercambios entre **Líquido cefalorraquídeo LCR y sistema nervioso central**)

**Microglia.** Las células microgliales derivan de precursores **monocíticos** de la médula ósea (no del sistema nervioso). Al igual que sus homólogos del sistema inmune **monocitos y macrófagos**, las células de la microglía son macrofágicas, **son los Macrófagos del SNC**, actúan como células de defensa y eliminando residuos. Responden a una lesión o daño en el SNC fagocitando restos celulares producidos y disparando respuestas inflamatorias. También se ha sugerido que la microglía puede responder a la actividad neuronal y puede mediar interacciones neuroinmunes, como en condiciones de dolor crónico.

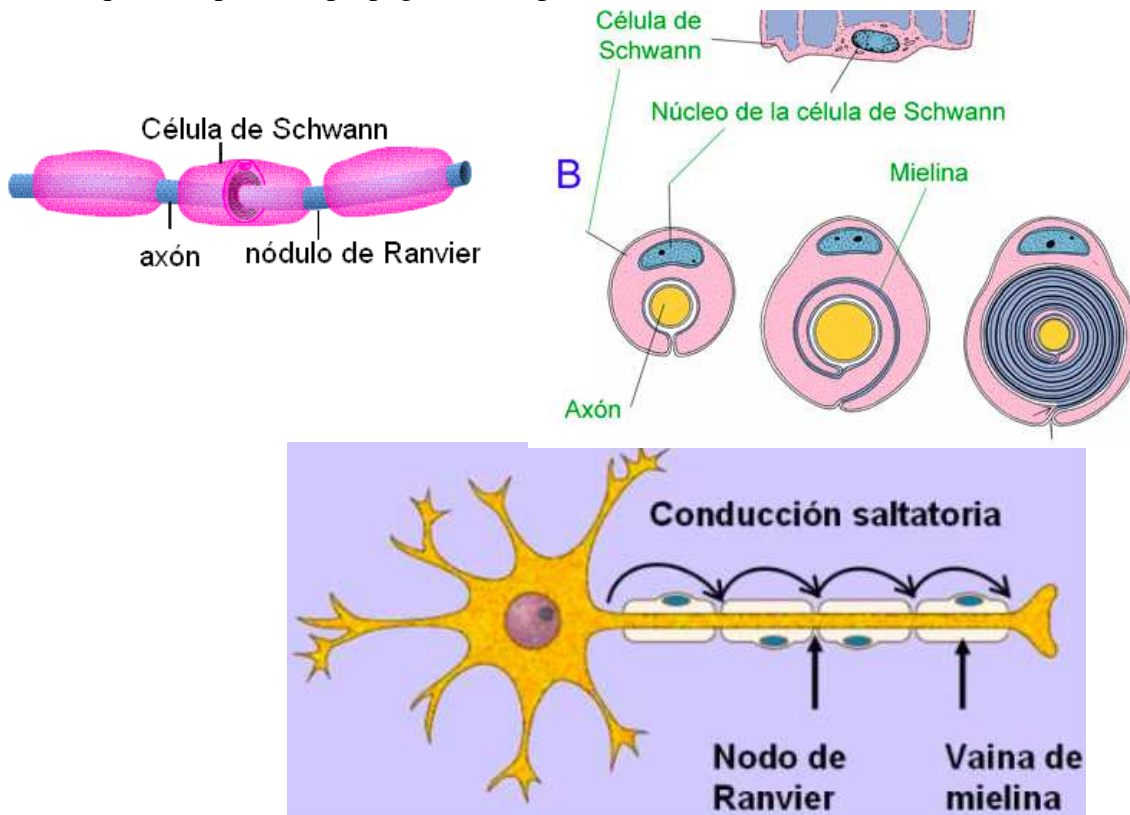
**Ependimocitos ó Células ependimarias:** Son células que tapizan las **cavidades que hay en el encéfalo (ventrículos) y en la médula (conducto del epéndimo)**. Su función es la de participar en la **formación del líquido cefalorraquídeo**



ESQUEMA DONDE SE REPRESENTAN LAS CELULAS GLIALES DEL SNC

**Células de Schwann:** se encuentran en el SN periférico. Son la encargadas de **producir mielina**. Cada célula de Schwann envuelve al axón de una única neurona y forma a su alrededor una vaina celular. Entre el axón y la vaina celular se deposita una gruesa capa de mielina, la vaina de mielina. A lo largo de un axón hay varias células de Schwann; entre una célula y otra quedan zonas desprovistas de mielina. Las zonas del axón donde se interrumpe la vaina de mielina se denominan nódulos de Ranvier.

En estas fibras, la vaina de mielina actúa como aislante, impidiendo el intercambio de iones a través de la membrana del axón. Las únicas zonas que pueden despolarizarse son los **nódulos de Ranvier**, donde la vaina de mielina se interrumpe. El impulso nervioso se propaga entonces “saltando” desde un nudo de Ranvier a otro. Esto hace que el impulso se propague más rápidamente



Fibra nerviosa es: axón más célula de Schwann.

Si la fibra nerviosa es mielínica posee un solo axón, cel Schwann y mielina y si la fibra es amielina tiene cel de schwann pero no mielina, la célula puede rodear a varios axones.

Algunas enfermedades afectan las funciones células de Schwann y producen la desmielinización de las fibras nerviosas mielinizadas. Esto sucede por ejemplo en la esclerosis múltiple, una enfermedad de origen autoinmune, donde la desmielinización puede llegar a causar severas limitaciones en los movimientos voluntarios de la persona que la sufre. En realidad, la capacidad de las células de Schwann de regenerar la vaina de mielina permanece durante la enfermedad, sin embargo, no está claro para los científicos la razón por la cual la regeneración no sucede.

### Organización ó distribución del tejido nervioso

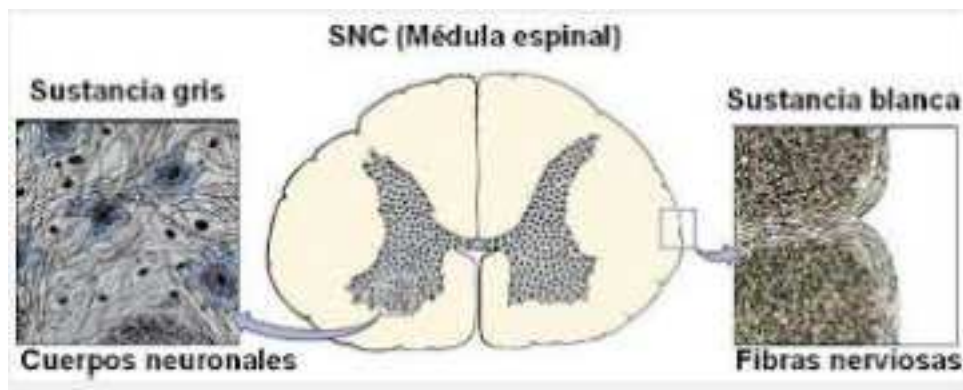
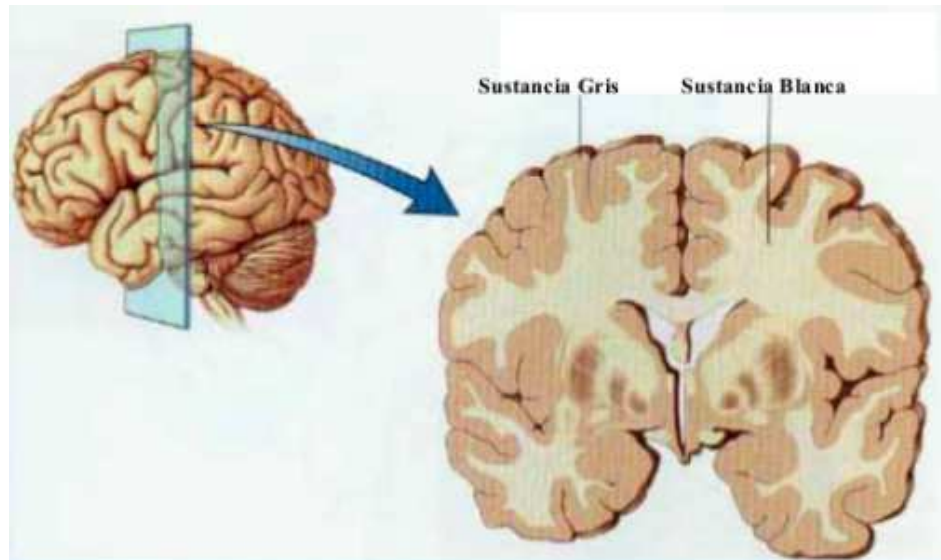
**En el SNC** el tejido nervioso tiene neuronas, células gliales y capilares que se distribuyen de dos formas, lo que da lugar a **dos tipos de tejido nervioso** diferentes morfológica y funcionalmente: la **sustancia gris** y la **sustancia blanca**.

**La sustancia gris** está formada por los **cuerpos neuronales** (con dendritas y cono axónico) junto a **células gliales**, sobre todo astrocitos, más **capilares muy abundantes**. La sustancia gris forma los núcleos del SNC y la **corteza** cerebral y cerebelosa. En ella tienen lugar las sinapsis y la función es de **procesamiento y almacenamiento de información**

Sustancia gris= cuerpos neuronales + glía (astrocitos sobre todo) + capilares

**La sustancia blanca** está formada por los axones mielinizados que forman haces ó cordones más células gliales (sobre todo oligodendrocitos) y capilares. Forma las vías o tractos dentro del SNC. No hay sinapsis, la función predominante es de **conducción nerviosa y transmisión de información**.  
 Sustancia blanca= axones mielinizados + glía (oligodendrocitos fund.) + capilares

SNC (encéfalo)



**En el SNP**

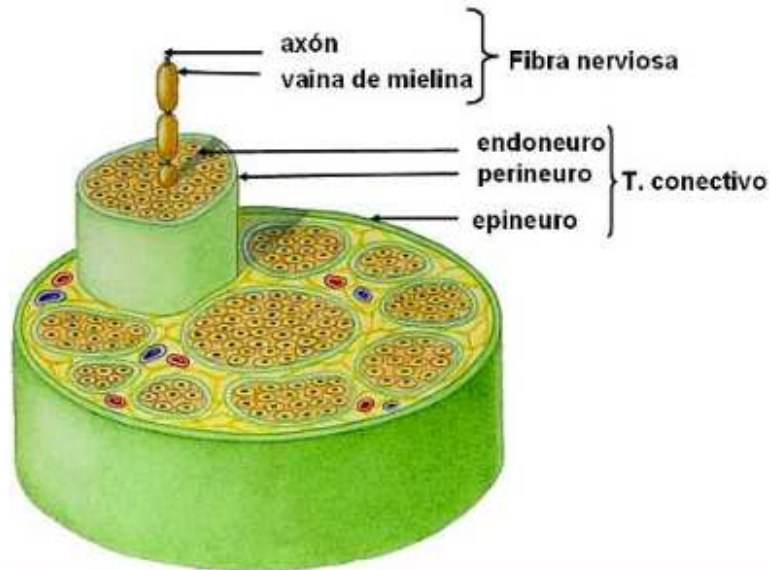
Es la prolongación del SNC. El SNP esta formado por **los Nervios periféricos y los ganglios**.

**Los nervios** son cordones formados por **haces ó fascículos de fibras nerviosas** que emergen del SNC. El nervio está envuelto por una vaina de tejido conjuntivo, que le proporciona sostén e irrigación. ( En el SNP, al contrario que en el SNC, hay tejido conjuntivo)..

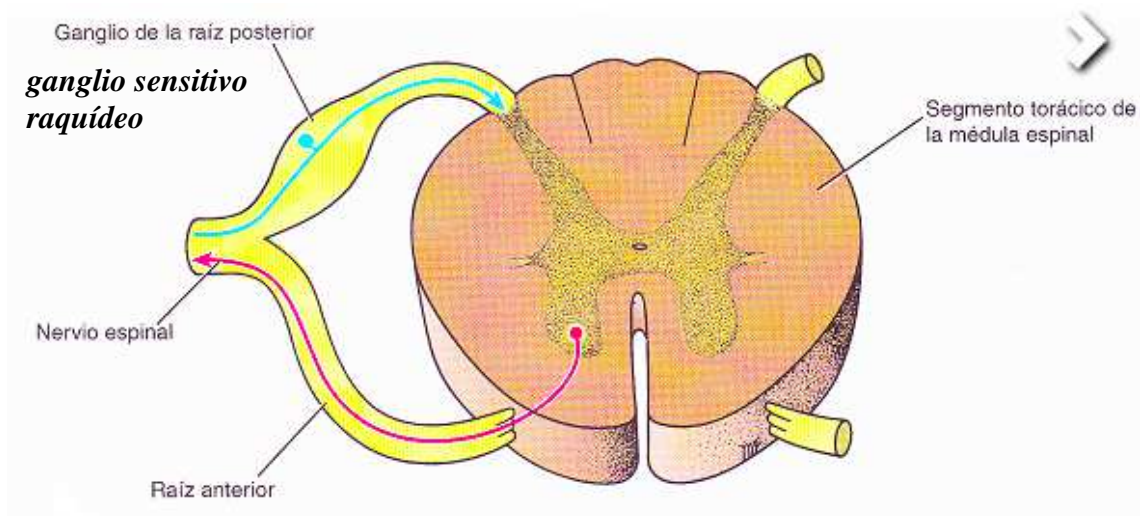
Las fibras nerviosas, mielínicas y amielínicas, están rodeadas de tejido conjuntivo llamado **endoneuro**. Las fibras se agrupan en fascículos rodeados por el **perineuro**. El conjunto de fascículos forma el nervio y está recubierto por el **epineuro**.

## ESTRUCTURA DE UN NERVIIO

El tejido conjuntivo forma el endoneuro, el perineuro y el epineuro que recubren a la fibra nerviosa, al fascículo de fibras nerviosas y al nervio respectivamente



**Los ganglios nerviosos son estructuras que se disponen en el trayecto de algunos nervios.** Están formados por acúmulos de **corpos neuronales** junto a axones y dendritas que salen de ellos. (Hay dos grandes tipos de ganglios: *ganglios sensitivos raquídeos* y *craneales* y *ganglios vegetativos*)



Ubicación de las neuronas en el SN		
Parte de la neurona	SNC	SNP
Soma	Sustancia gris (núcleos grises y corteza)	Ganglio
Prolongaciones	Sustancia blanca (vías o tractos)	Nervio

Distribución del tejido nervioso