



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
Unidad Xochimilco



# MANUAL

## MODULO 1 Y 2

# HISTOLOGÍA



## TEJIDO EPITELIAL

### OBJETIVO

---

Identificar las características morfológicas del tejido epitelial y su función.

### INTRODUCCIÓN

---

El tejido epitelial está conformado por células unidas estrechamente entre sí. Al integrarse dan lugar a membranas celulares encargadas de recubrir superficies o formar unidades celulares que sintetizan y secretan sustancias. En ciertos casos, las células se especializan en captar estímulos. Las características generales de los epitelios son las siguientes:

- Las células que los integran se interconectan sólidamente entre sí
- Carecen de sustancia intercelular
- No reciben irrigación sanguínea
- Siempre se apoyan en una membrana basal
- Subyacente a ellos existe tejido conjuntivo ricamente vascularizado e innervado
- Poseen polaridad funcional y permeabilidad selectiva para el transporte de sustancias

**Clasificación de los epitelios.** Por lo general, los epitelios se clasifican en tres grupos:

- Epitelios de revestimiento
- Epitelios glandulares o secretores

**Membrana basal.** Es necesario referirse a la membrana basal, sobre la cual se apoyan los epitelios. Se trata de una estructura laminar extracelular que limita y relaciona el tejido epitelial con el tejido conjuntivo subyacente.

### EPITELIOS DE CUBIERTA O REVESTIMIENTO

Están constituidos por una o varias láminas continuas de células que se cohesionan muy estrechamente entre sí mediante estructuras especializadas de contacto denominadas uniones celulares. Desempeñan la función de cubrir diversas superficies externas o internas del organismo, con lo cual protegen el tejido conjuntivo que los sostiene y nutre.

Los epitelios que cubren membranas se clasifican de acuerdo con dos criterios:

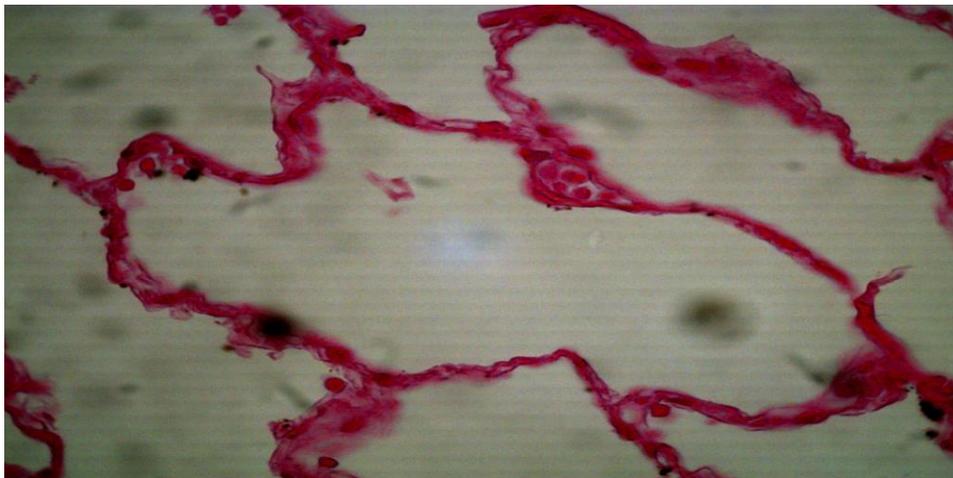
1. Número de estratos o capas celulares que los integran:
  - Epitelios simples, constituidos por un solo estrato de células
  - Epitelios estratificados o compuestos, conformados por dos o más estratos de células

2. Forma o contorno de las células del estrato más externo:

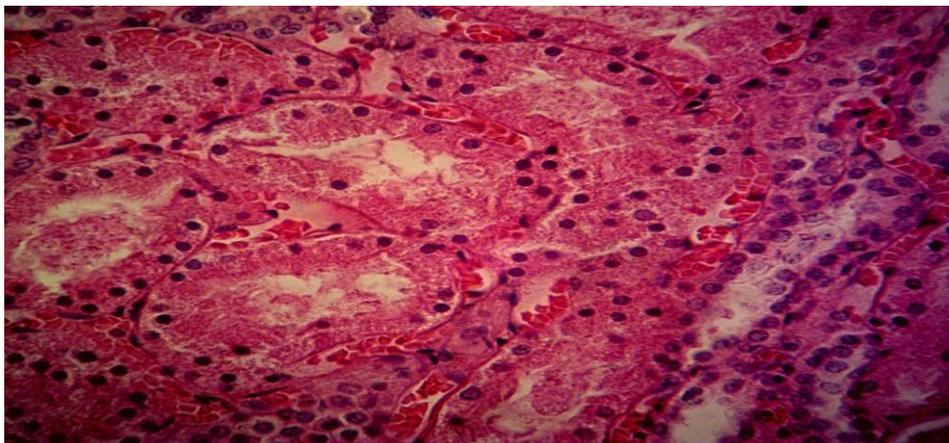
- Planos, escamosos o pavimentosos
- Cúbicos
- Cilíndricos, columnares o prismáticos

### Epitelios simples

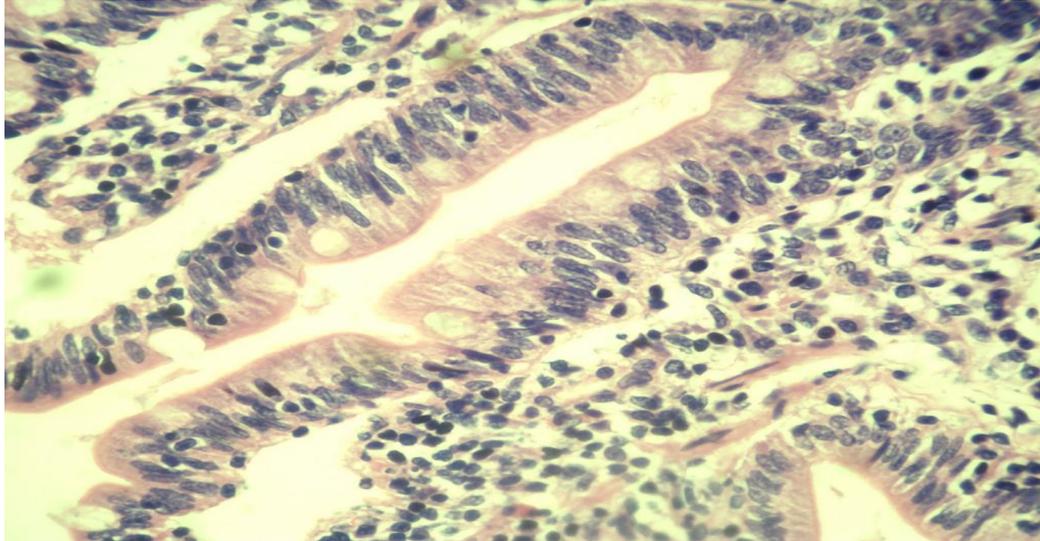
**Epitelio plano simple.** Este epitelio se adosa a membranas serosas que recubren cavidades internas del organismo y se encuentra en los alveolos pulmonares formando parte de la membrana alveolo-capilar.



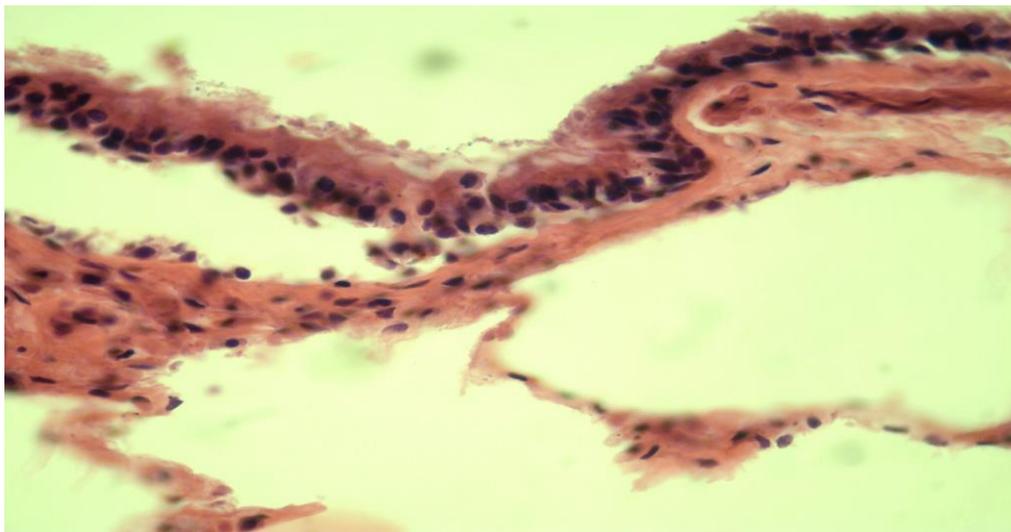
**Epitelio cúbico simple.** Conforman las paredes de los conductos de menor calibre de las glándulas compuestas. Además, forma la mayor parte de los túbulos renales, las paredes de los folículos tiroideos y la porción secretora de las glándulas sudoríparas y mamarias. Recubre también los plexos coroideos y la superficie externa de los ovarios.



**Epitelio cilíndrico simple.** Reviste la cubierta epitelial de la mayor parte del tubo digestivo, desde el cardias hasta el ano. Recubre asimismo la mucosa de la vesícula biliar, útero, trompas uterinas y forma los conductos interlobulillares de las glándulas.



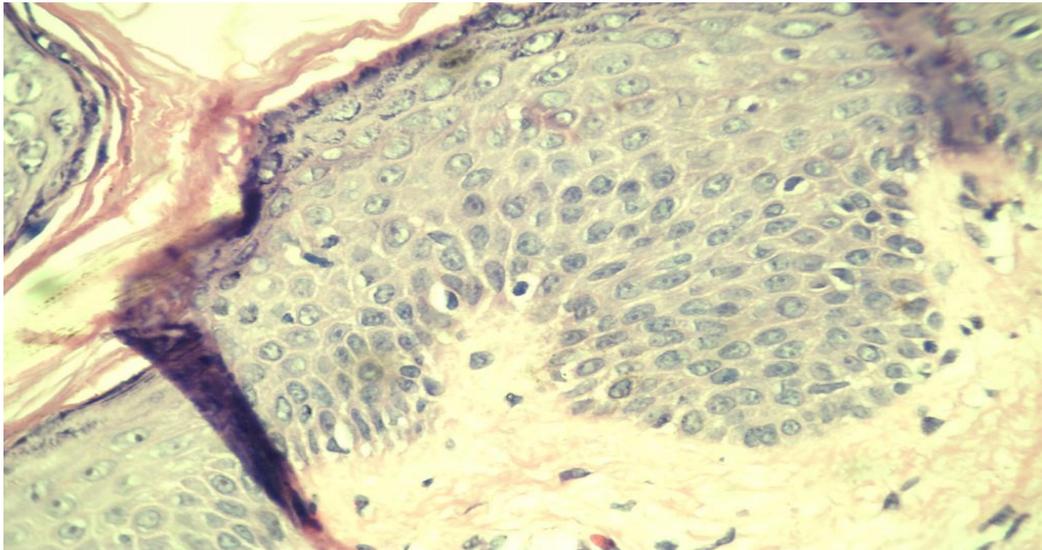
**Epitelio cilíndrico ciliado (pseudoestratificado).** Se denomina así porque, visto al microscopio, se reconocen varios estratos de núcleos situados a diferente nivel que dan la apariencia de un epitelio estratificado. Esto se debe a que todas las células que lo constituyen se apoyan en la membrana basal, si bien no todas llegan a la superficie debido a los diferentes tamaños y formas que poseen.



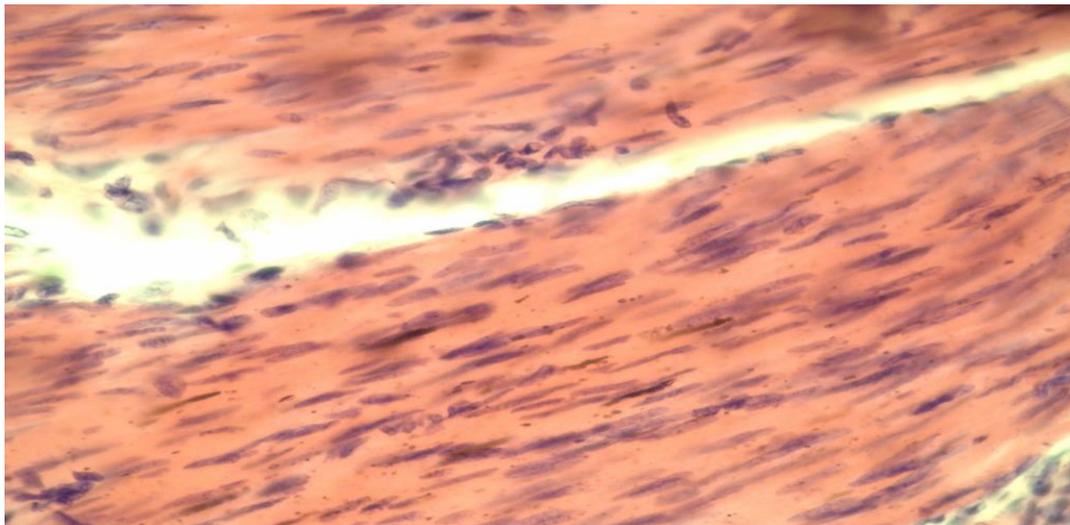
**Epitelios estratificados.** El nombre de cada uno de ellos se deriva de la forma que adoptan las células del estrato más superficial.

**Epitelio plano estratificado.** Se presenta en dos variantes:

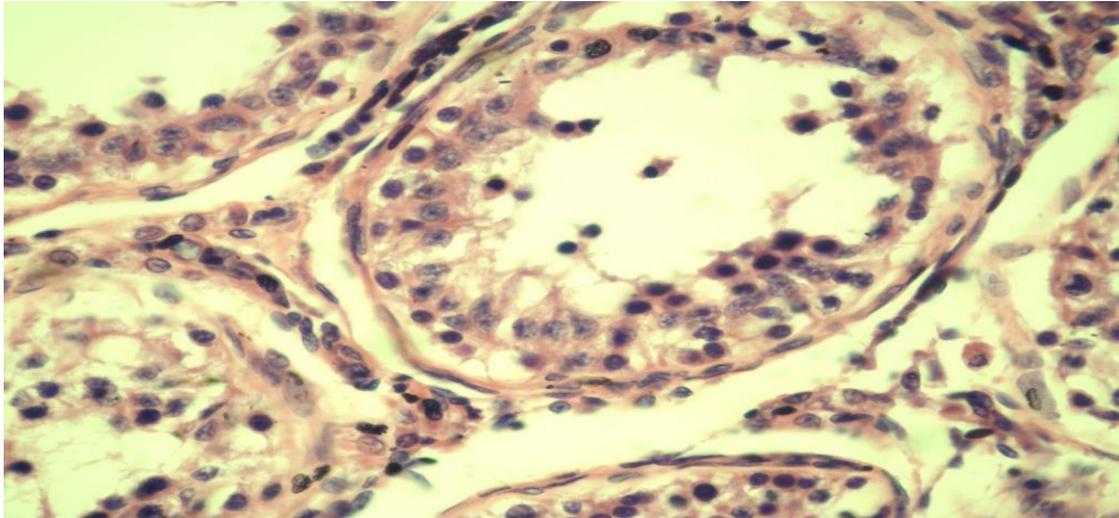
1. Epitelio plano estratificado queratinizado. Es el que ofrece la mayor protección al organismo; forma la epidermis de la piel.



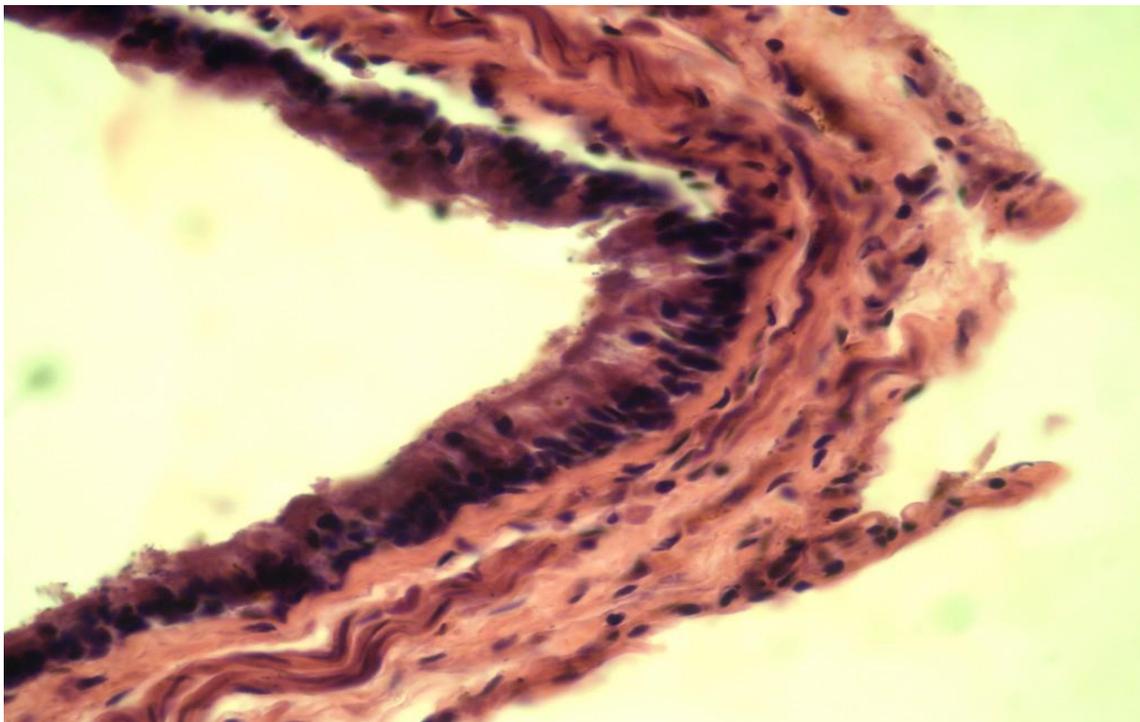
2. Epitelio plano estratificado no queratinizado. Recubre las superficies internas que siempre permanecen húmedas (mucosas).



**Epitelio cúbico estratificado.** Forma parte del epitelio de los conductos de las glándulas sudoríparas y de los conductos interlobulillares de glándulas compuestas (salivales, mamarias, páncreas e hígado).



**Epitelio cilíndrico estratificado.** Reviste la superficie epitelial de los conductos mayores e interlobulares de glándulas, el fórnix lagrimal y la superficie interna de los párpados; forma parte también de la uretra membranosa del pene.



**Epitelio mixto, de transición o polimorfo.** Se le conoce asimismo como urotelio, ya que es constituyente de las vías urinarias, exclusivamente. Sus células se distinguen por su forma poliédrica. Está integrado por cinco o seis estratos. El estrato más superficial muestra células de mayor volumen, de superficie apical cuculiforme y a veces son binucleadas. Este tipo de epitelio tiene la propiedad de adoptar diversas formas de acuerdo con el momento funcional del órgano.

### **PREGUNTAS DE CORRELACIÓN**

---

1. ¿Cuáles son las características generales de los epitelios?

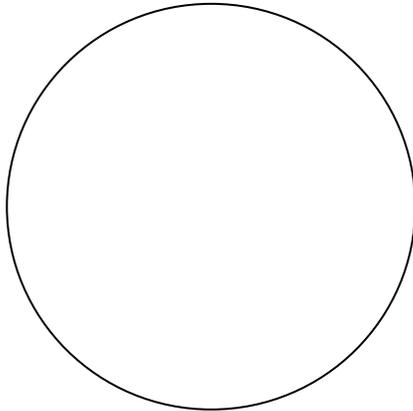
2. Mencione la clasificación de los epitelios.

3. ¿Cuál es la función del tejido epitelial?



## **OBSERVACIONES**

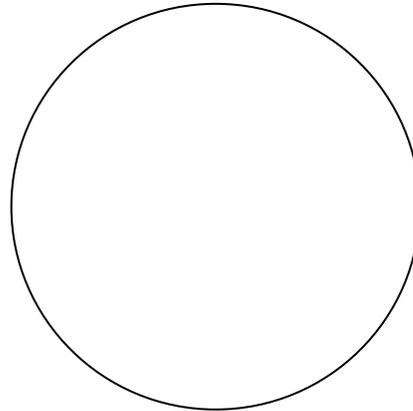
Observe los tejidos proporcionados por el instructor y clasifique el epitelio según su número de capas y características morfológicas de sus células.



---

---

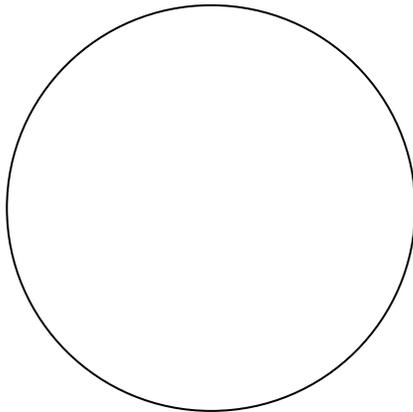
---



---

---

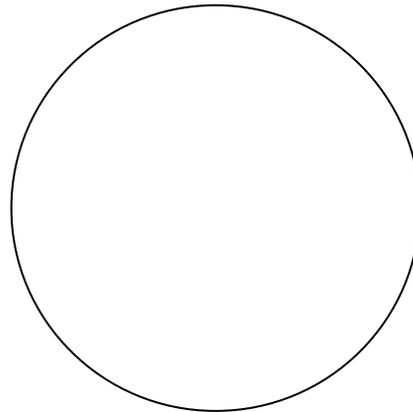
---



---

---

---



---

---

---

## CUESTIONARIO

---

1. Detalle la función(es) del tejido epitelial en cada muestra observada

## BIBLIOGRAFÍA

---

Kierszenbaum L. Abraham. (2016). Histología y biología celular. España: Elsevier.

L.C Junqueira / José Carneiro. (2012). Histología Básica. Texto y Atlas. España: Editorial Médica Panamericana.

Leslie Gartner, James Hiat. (2015). Atlas en Color y Texto de Histología. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana.

Aldo R. Eynard, Mirta A. Valentich, Roberto A. Rovasio. (2016). Histología y Embriología Humanas. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana.

Ulrich Welsch. (2014). Sobotta. Histología. Alemania: Editorial Médica Panamericana.

Annemarie Brüel, Erik Ilsø Christensen, Jørgen Tranum-Jensen, Klaus Qvortrup, Finn Geneser. (2015). Geneser Histología. Suecia: Editorial Médica Panamericana.

Wojciech P. Ross. Histología. Texto y Atlas. Correlación con Biología Molecular y Celular. Lippincott. 7ma Edición. 2015.

## TEJIDO MUSCULAR

### OBJETIVO

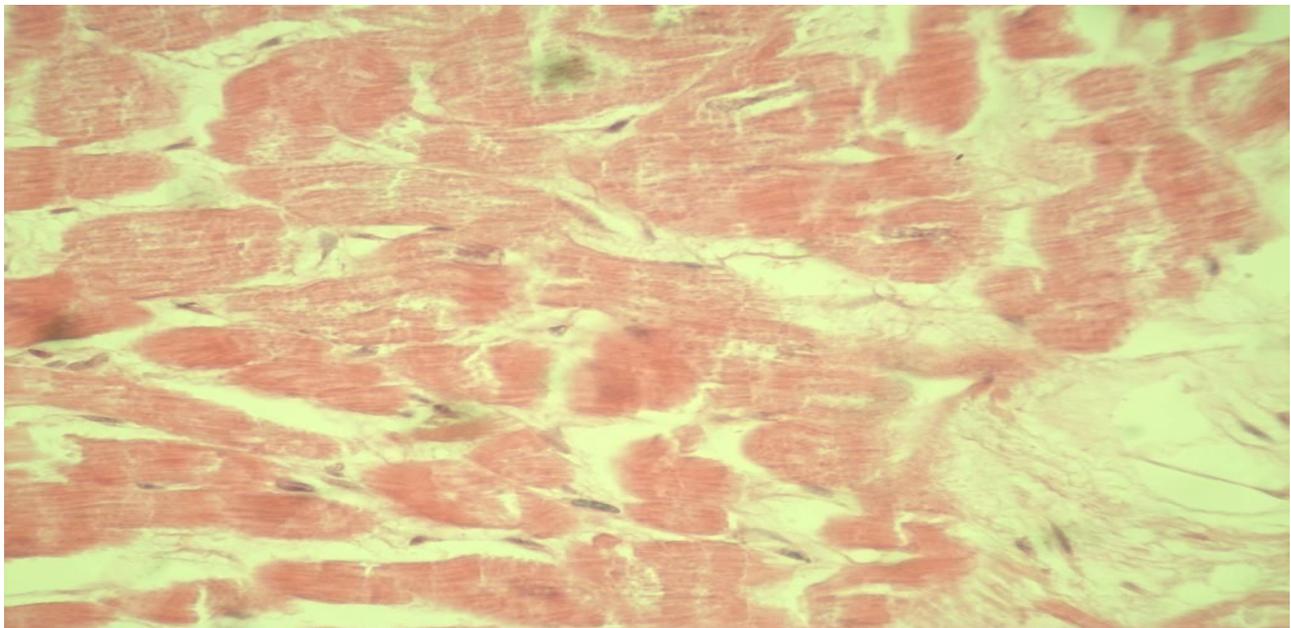
---

Identificar la morfología del tejido muscular y relacionarla con su función

### INTRODUCCIÓN

---

El tejido muscular constituye 40 a 50% del peso total del organismo humano. Lo conforman principalmente células musculares, también llamadas *miocitos* o *fibras musculares*, especializadas en la *contractilidad* y que llevan a cabo funciones como la locomoción, movimiento de estructuras y componentes y la generación de calor. Para ello las células musculares se relacionan con elementos extracelulares y poseen estructuras citoplasmáticas membranales específicamente diseñadas para su óptimo desempeño. Existen dos clases de tejido muscular: estriado y liso. Las fibras del músculo estriado muestran en su citoplasma un patrón bien definido de bandas transversales o estrías fácilmente visibles con el microscopio, mientras que las fibras del músculo liso, que carecen de ellas, poseen un citoplasma con aspecto más homogéneo. Existen dos tipos de músculo estriado: esquelético y cardíaco o miocardio. Estos dos tipos y el liso tienen una distribución y funciones características en el organismo humano.



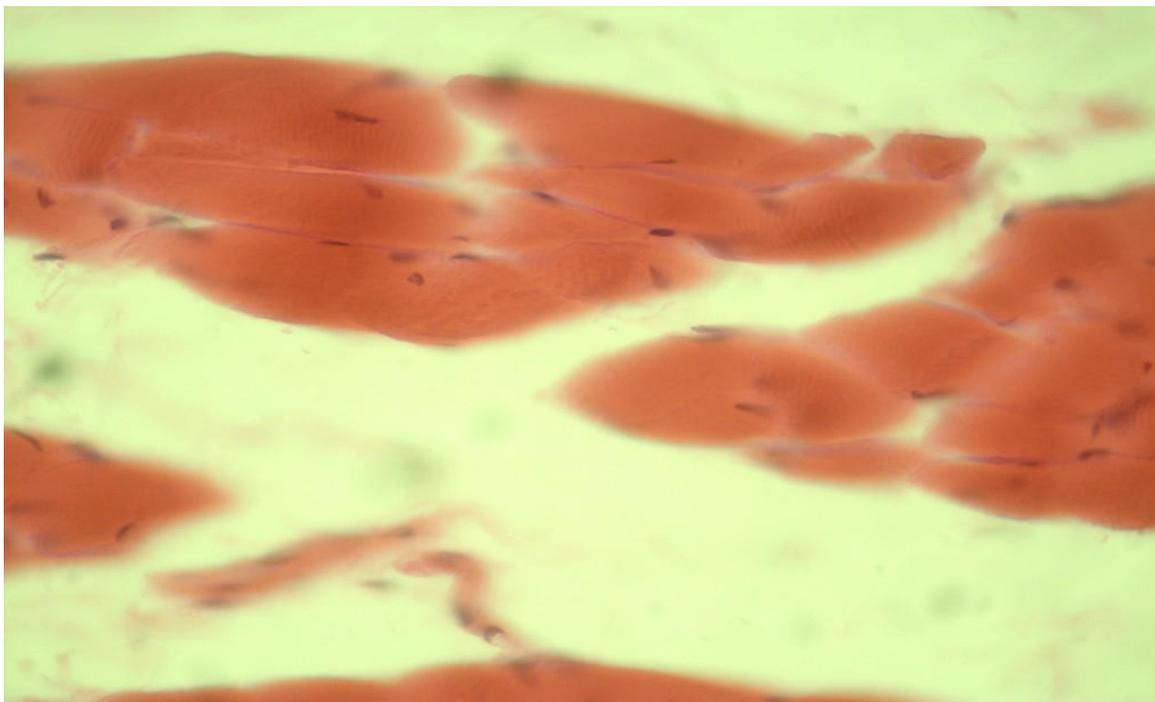
### TEJIDO MUSCULAR ESQUELÉTICO

El tejido muscular esquelético es el más común en el cuerpo humano. En su mayor parte conforma los músculos que cubren y se insertan en el sistema esquelético y tienen la función de la locomoción y mantenimiento de la postura. Los músculos esqueléticos se

denominan *voluntarios* debido a que son el único tipo muscular que puede controlar de manera consiente el sistema nervioso somático, aunque en determinadas circunstancias lo activan reflejos sobre los cuales no hay control voluntario. Cada músculo está envuelto por una capa resistente de tejido conectivo denso llamada *epimisio*, que se continúa en los extremos del músculo con los tendones; éstos se insertan en los huesos y transmiten la fuerza de contracción para generar el movimiento articular.

El sitio donde se interdigitan las fibras musculares con las fibras de colágena y fibroblastos de los tendones se conoce como *unión miotendinosa*. El músculo está integrado por varios *fascículos*, que son grupos de miocitos envueltos en una capa de tejido conectivo más delgado llamada *perimisio*. Cada miocito está rodeado a su vez por una fina capa de fibras reticulares conocida como *endomisio*. A través de estas capas de tejido conectivo se distribuyen vasos sanguíneos y fibras nerviosas encargados de la nutrición y regulación de la función del tejido muscular, respectivamente. En el endomisio se observan pequeñas células uninucleadas, las *células satélites*, que en ciertas circunstancias intervienen en la regeneración de tejido muscular. En el estrecho espacio comprendido entre el endomisio y el miocito existe una fina capa de estructura semejante a la lámina basal de los epitelios (que se denomina *lámina externa*) y es visible con el microscopio electrónico.

Los **miocitos** del músculo esquelético o rabdiomiocitos son células multinucleadas, cilíndricas y alargadas. Miden 10 a 100  $\mu\text{m}$  de diámetro y su longitud puede llegar a ser de varios centímetros.



Se originan a partir de *miotubos* formados por *mioblastos* que se fusionan entre sí extremo con extremo con extremo. Sus núcleos se localizan en posición periférica por debajo de la membrana celular (*sarcolema*). El sarcolema se invagina en el interior de la masa celular en múltiples puntos para formar estructuras tubulares llamadas *túmulos transversos* o *túmulos T*, que favorecen la propagación del potencial de acción a las regiones internas del miocito. Dentro de la célula los túbulos T establecen contacto con cisternas alargadas de retículo endoplásmico liso (*retículo sarcoplásmico*) llamadas *cisternas terminales*, que se alinean paralelamente a cada lado del túbulo T para constituir *triadas*. Las cisternas del retículo sarcoplásmico participan en la regulación de la contracción muscular a través del control de la concentración citoplásmica de los iones de calcio. Cuando el miocito se estimula, el potencial de acción que llega hasta los túbulos T propicia la liberación de  $Ca^{++}$  de las cisternas terminales al citoplasma. Durante la relajación de  $Ca^{++}$  se transporta de nueva cuenta hacia el interior de las cisternas terminales, donde se almacena unido a la proteína *calsecuestrina*. El citoplasma (*sarcoplasma*) contiene gránulos dispersos de glucógeno, una alta concentración de enzimas glucolíticas y de la molécula transportadora de oxígeno llamada *mioglobina*, así como una gran cantidad de mitocondrias (*sarcosomas*) que generan el ATP necesario para satisfacer los enormes requerimientos de energía de los miocitos. El citoesqueleto está altamente desarrollado y forma *miofibrillas*, es decir, estructuras alargadas que se extienden en toda la longitud de la fibra. A las miofibrillas se atribuye el aspecto estriado de este tipo de músculo debido a que muestran un patrón altamente de bandas transversales claras y oscuras dispuestas, con las de las miofibrillas vecinas, a todo lo ancho del miocito. Con la tinción de H y E, las bandas de color claro reciben el nombre de *bandas I* y las bandas de color oscuro, el de *bandas A* (en virtud de que las bandas I son monorrefringentes o *isótropas* y las bandas A birrefringentes o *anisótropas* cuando se observan con el microscopio de polarización). Cada miofibrilla está constituida por cientos de *sarcómeros* alineados. Un sarcómero es la unidad funcional y estructural más pequeña del músculo y lo conforman proteínas del citoesqueleto conocidas como miofilamentos, o simplemente filamentos, que se dividen a su vez en filamentos delgados y gruesos.

El **sarcómero** se define como el segmento de miofibrilla comprendido entre dos *líneas Z* contiguas. La línea Z se conoce también como disco Z, ya que en realidad es un disco que secciona de manera transversal a la miofibrilla. Está constituida por proteínas, en particular la actinina alfa, que mantiene fijos a cada lado del disco Z los extremos de los filamentos delgados de sarcómeros adyacentes. Cada sarcómero se divide en regiones separadas: una mitad de banda I a cada extremo y una banda A central. La banda I es la región que forman los filamentos delgados de un sarcómero que se continúa con los del siguiente y la línea Z la divide a la mitad. La banda A es la región del sarcómero que contiene los filamentos gruesos. Si bien esta banda está definida por la longitud de los filamentos gruesos, también la compone en parte una porción de filamentos delgados sobrepuestos. Esta superposición de filamentos delgados sobre los filamentos gruesos aumenta cuando los primeros se deslizan sobre los segundos hacia el centro del

sarcómero durante la contracción. En la región central de la banda A existe una porción de grosor variable, conocida como *zona H* discurre la *línea M* (disco M), que es una línea visiblemente más oscura que el resto de la zona H y se integra con bandas de proteínas que mantienen unidos y fijos a los filamentos gruesos.

Los filamentos gruesos se conforman sobre todo por grupos de 200 a 300 moléculas alineadas de *miosina*, una proteína de 470 kD que tiene una región alargada, o *cola*, llamada meromiosina ligera (LMM), y una región globular, o *cabeza*, denominada meromiosina pesada (HMM). La HMM contiene fragmentos S-1 con capacidad para hidrolizar el ATP en ADP más  $P_i$  y un fragmento S-2 que funciona como bisagra. El fragmento S-1 se proyecta de modo radial a partir del eje del filamento grueso y forma, al hacer contacto con su sitio de unión en la actina, *puentes cruzados*.

Los **filamentos delgados** están integrados fundamentalmente por *actina F*, que está formada por subunidades de actina globular (actina G). La actina G es una molécula globular de 42 kD y 5.5 nm de diámetro que al polimerizarse forma dos cadenas enrolladas una sobre otra con intervalos de 36 nm. Las dos cadenas de actina G delimitan un surco en el que se ubican las proteínas reguladoras *tropomiosina* y *troponina*. La tropomiosina es una proteína fibrilar de 40 nm de longitud formada por dos cadenas alfa enrolladas que se alinean a todo lo largo del surco de la hélice de actina y obstruye el sitio de unión a la miosina cuando la concentración citoplasmática de  $Ca^{++}$  es baja. La troponina es un complejo de tres subunidades globulares (troponina T, troponina C y troponina I) dispuesto a intervalos regulares a lo largo de la hélice de actina. La troponina T (TnT) tiene un sitio de unión a la tropomiosina, la troponina C (TnC) posee un sitio de unión al  $Ca^{++}$  y la troponina I (TnI) inhibe la interacción de la miosina con la actina.

Cuando la concentración de  $Ca^{++}$  aumenta en el citoplasma a consecuencia de la despolarización de la célula, los iones de calcio se unen a la TnC. Esto modifica la conformación tridimensional de la TnI, la cual desplaza a la TnT y, dado que la TnT está unida a la tropomiosina, esta última también se desplaza y libera en el filamento delgado el sitio donde se une la miosina. Parte de la energía liberada por la hidrólisis del ATP unido a la cabeza de la miosina produce un cambio conformacional en la miosina y determina que esta se una a la actina. La liberación de ADP y el  $P_i$  da lugar a un segundo cambio conformacional en la miosina que desliza el filamento delgado sobre el grueso e induce la contracción del sarcómero. La unión de una nueva molécula de ATP a la cabeza de la miosina provoca que esta se disocie de la actina para repetir el ciclo. Cuando la concentración citoplasmática de  $Ca^{++}$  disminuye, el  $Ca^{++}$  unido a la TnC se disocia, la TnI recupera su conformación original y la tropomiosina obstruye nuevamente el sitio de unión actina-miosina y el sarcómero se relaja.

La contracción del sarcómero produce el adelgazamiento de la banda I y la zona H. Los dos grupos de filamentos delgados del sarcómero se deslizan sobre los gruesos y se aproximan a la línea M, mientras que los filamentos gruesos lo hacen a las líneas Z.

Cuando el sarcómero se relaja disminuyen las interacciones de la miosina con la actina, los filamentos delgados se deslizan sobre los gruesos en sentido opuesto y en consecuencia la banda I y la zona H se ensanchan. Por otra parte, la banda A no cambia de grosor debido a que la longitud de los filamentos gruesos que la delimitan no se modifican.

Desde los puntos de vista histoquímico y ultraestructural pueden distinguirse tres variedades de fibras esqueléticas: *fibras rojas*, que poseen muchas mitocondrias con crestas compactas y son de contracción lenta; *fibras blancas*, que contienen menos mitocondrias y se contraen más rápido que las rojas, aunque se fatigan con mayor facilidad, y *fibras intermedias*, que combinan las características de las dos anteriores.

Las fibras esqueléticas son inervadas por terminaciones nerviosas procedentes de las neuronas motoras de las astas anteriores de la médula espinal; cada motoneurona, junto con las fibras musculares que inerva, forma una *unidad motriz*. Las terminaciones nerviosas, o *placas motrices terminales*, contienen múltiples vesículas sinápticas con acetilcolina y hacen contacto con zonas del sarcolema que poseen pliegues ricos en receptores para la acetilcolina (*hendiduras sinápticas primarias y secundarias*). La unión de una placa terminal con la hendidura sináptica conforma la *placa neuromotora*. Los impulsos nerviosos que llegan a la placa neuromotora inducen a la liberación de acetilcolina de las vesículas sinápticas; ésta se une a sus receptores en el sarcolema y la unión desencadena la despolarización de la fibra muscular.

Los *husos neuromusculares* son receptores sensitivos encapsulados que se localizan entre las fibras esqueléticas y a los que el estiramiento del músculo estimula. Los forman células musculares modificadas conocidas como *fibras intrafusales*, en tanto que el resto de las fibras esqueléticas recibe el nombre de *fibras extrafusales*. La estimulación del huso neuromuscular activa la contracción muscular refleja como el mecanismo de protección al estiramiento excesivo del músculo.

La contracción del sarcómero produce el adelgazamiento de la banda I y la zona H. Los dos grupos de filamentos delgados del sarcómero se deslizan sobre los gruesos y se aproximan a la línea M, mientras que los filamentos gruesos lo hacen a las líneas Z. Cuando el sarcómero se relaja disminuyen las interacciones de la miosina con la actina, los filamentos delgados se deslizan sobre los gruesos en sentido opuesto y en consecuencia la banda I y la zona H se ensanchan. Por otra parte, la banda A no cambia de grosor debido a que la longitud de los filamentos gruesos que la delimitan no se modifica.

Desde los puntos de vista histoquímico y ultraestructural pueden distinguirse tres variedades de fibras esqueléticas: *fibras rojas*, que poseen muchas mitocondrias con crestas compactas y son de contracción lenta; *fibras blancas*, que contienen menos mitocondrias y se contraen más rápido que las rojas, aunque se fatigan con mayor facilidad, y *fibras intermedias*, que combinan las características de las dos anteriores.

Las fibras esqueléticas son inervadas por terminaciones nerviosas procedentes de las neuronas motoras de las astas anteriores de la médula espinal; cada motoneurona, junto con las fibras musculares que inerva, forma una *unidad motriz*. Las terminaciones nerviosas, o *placas motrices terminales*, contienen múltiples vesículas sinápticas con acetilcolina y hacen contacto con zonas del sarcolema que poseen pliegues ricos en receptores para la acetilcolina (*hendiduras sinápticas primarias y secundarias*). La unión de una placa terminal con las hendiduras sinápticas conforma la *placa neuromotora*. Los impulsos nerviosos que llegan a la placa neuromotora inducen la liberación de la acetilcolina de las vesículas sinápticas; ésta se une a sus receptores en el sarcolema y la unión desencadena la despolarización de la fibra muscular.

Los *husos neuromusculares* son receptores sensitivos encapsulados que se localizan entre las fibras esqueléticas y a los que el estiramiento del músculo estimula. Los forman células musculares modificadas conocidas como *fibras intrafusales*, en tanto que el resto de las fibras esqueléticas recibe el nombre de fibras *extrafusales*. La estimulación del huso neuromuscular activa la contracción muscular refleja como mecanismo de protección al estiramiento excesivo del músculo.

**Correlación clínica.** Puesto que las fibras musculares no se reproducen, cuando un músculo se somete con frecuencia a un sobreesfuerzo, sus fibras se adaptan a las exigencias del trabajo adicional al incrementar su masa celular y por tanto su volumen. Este proceso se conoce como *hipertrofia* y se distingue de la *hiperplasia* en que el crecimiento de un tejido en esta última tiene lugar a expensas del aumento del número y no del tamaño individual de las células. La hipertrofia fisiológica del músculo esquelético es útil, sobre todo para los deportistas y personas que realizan trabajo que requiere gran esfuerzo físico.

## PREGUNTAS DE CORRELACIÓN

---

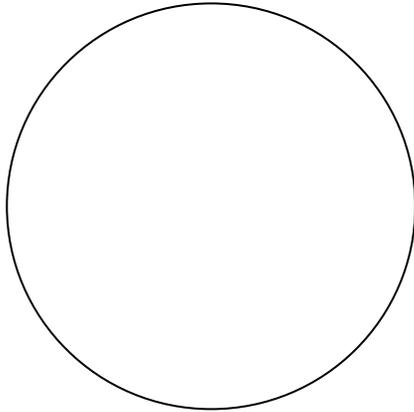
1. ¿Cómo se llaman las capas que envuelven al músculo?

2. Defina qué es el sarcómero

3. ¿Cuál es la función de los túbulos T en el sarcómero?

## **OBSERVACIONES**

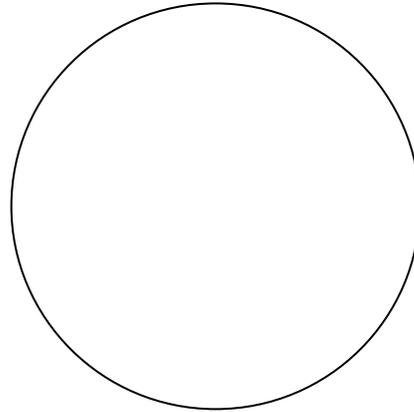
Observe los tejidos proporcionados por el instructor y clasifique el epitelio según su número de capas y características morfológicas de sus células.



---

---

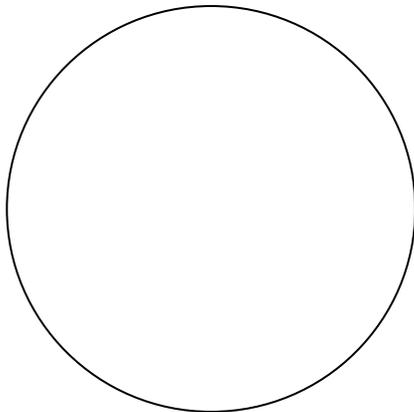
---



---

---

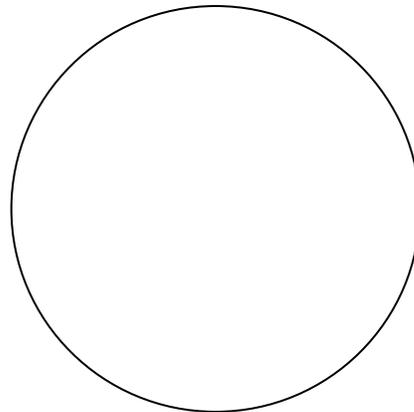
---



---

---

---



---

---

---

## CUESTIONARIO

---

1. ¿Cuál es la diferencia que se puede apreciar con el microscopio óptico entre el músculo estriado voluntario y el involuntario?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Describa el mecanismo de contracción de las células musculares

## BIBLIOGRAFÍA

---

Kierszenbaum L. Abraham. (2016). Histología y biología celular. España: Elsevier.

L.C Junqueira / José Carneiro. (2012). Histología Básica. Texto y Atlas. España: Editorial Médica Panamericana.

Leslie Gartner, James Hiatt. (2015). Atlas en Color y Texto de Histología. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana.

Aldo R. Eynard, Mirta A. Valentich, Roberto A. Rovasio. (2016). Histología y Embriología Humanas. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana.

Ulrich Welsch. (2014). Sobotta. Histología. Alemania: Editorial Médica Panamericana.

Annemarie Brüel, Erik Ilsø Christensen, Jørgen Tranum-Jensen, Klaus Qvortrup, Finn Geneser. (2015). Geneser Histología. Suecia: Editorial Médica Panamericana.

José de Jesús Abad Moreno y colaboradores, *La práctica Histológica*, Segunda Edición, 155 pp, Ed Mc Graw Hill, México, 2002.

---

## TEJIDO CONECTIVO

### OBJETIVO

---

Identificar las estructuras que integran el tejido conectivo y conocer su funcionamiento

### INTRODUCCIÓN

---

El tejido conectivo está integrado por células y una matriz extracelular formada, a su vez, por una sustancia amorfa y componentes fibrilares, productos de la síntesis y secreción de los fibroblastos.

Las funciones del tejido conectivo son las siguientes:

- Proporcionar soporte estructural e interconectarse con los otros tejidos
- Intervenir como medio de intercambio de las células y la circulación sanguínea y linfática
- Contribuir a la defensa y protección del organismo mediante células que: a) fagocitan y destruyen restos celulares, microorganismos y partículas extrañas, b) sintetizan y secretan anticuerpos contra antígenos y c) elaboran sustancias con efectos farmacológicos que intervienen en los procesos inflamatorios
- Servir como medio de conexión para generar movimiento
- Formar cápsulas y tejido intersticial (estroma) que contiene nervios, vasos sanguíneos y linfáticos y brindar a poyo a las células funcionales (parénquima) de ciertos órganos
- Almacenar grasas (tejido conectivo especial adiposo)

### COMPONENTES DEL TEJIDO CONECTIVO

El tejido conectivo está constituido por células y matriz extracelular.

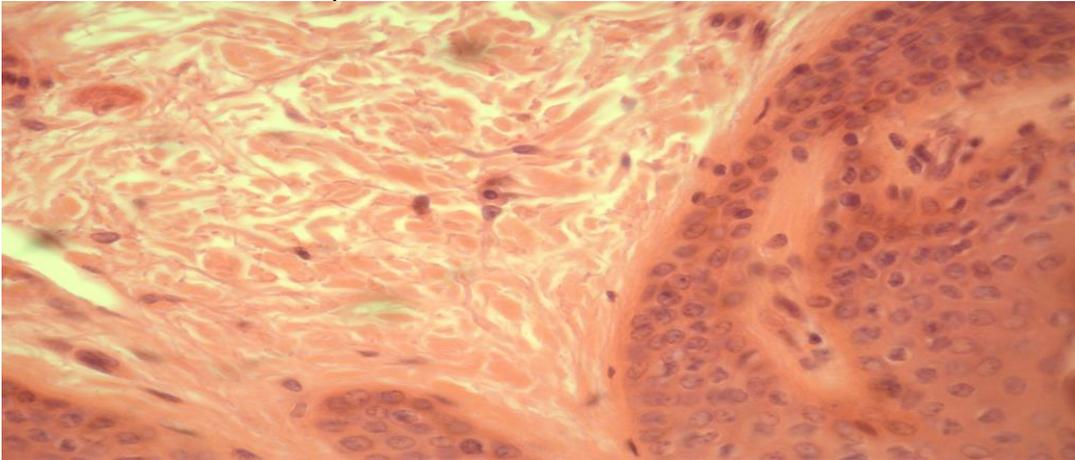
#### Células del Tejido Conectivo

Las células conjuntivas derivan primordialmente de las células **mesenquimatosas**. En la actualidad se sabe que varias células conjuntivas, en especial las de la región cefálica del embrión, proceden de células migrantes de las crestas neurales.

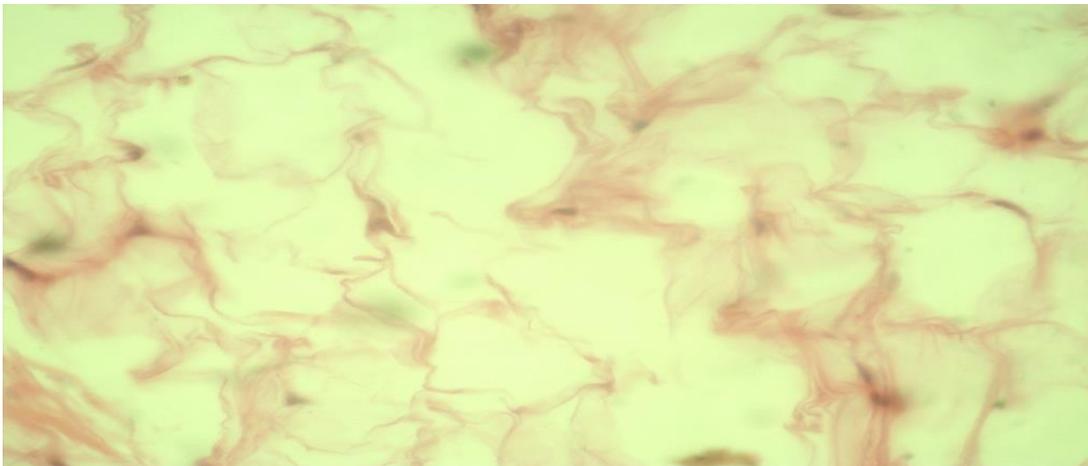
Existen dos tipos de células del tejido conectivo: las **fijas** o propias (fibroblastos, fibrocitos, adipocitos) y las **libres o migrantes**, células provenientes de la sangre que ejercen su acción en el tejido conectivo (monocitos, macrófagos, mastocitos o células cebadas, plasmocitos o células plasmáticas y leucocitos o glóbulos blancos).

#### *Fibroblasto*

Es la célula más común del tejido conectivo y la encargada de elaborar la matriz extracelular (amorfa y fibrilar). Esta célula se desplaza lentamente y en condiciones de estimulación (reparación y cicatrización de heridas) suele reproducirse con facilidad. En el proceso de cicatrización se requieren abundantes fibroblastos



**Adipocito.** Es la célula encargada de almacenar grasas o lípidos. Al observarla bajo el microscopio, en estado fresco, tiene la apariencia de una pequeña gota de aceite. Es una célula grande, esférica y muestra un reborde fino de citoplasma que rodea a una gran gota de grasa, que se define con los colorantes **Sudan**. Mide entre 50 y 100  $\mu\text{m}$  de diámetro. El núcleo se halla desplazado hacia la periferia, en la zona más ancha del citoplasma.



**Matriz extracelular.** Está integrada por una sustancia “amorfa” o básica y diversas fibras.

**Sustancia “amorfa” o básica.** La sustancia “amorfa” o básica es un material líquido y viscoso que, dependiendo de la preponderancia de sus componentes y de la cantidad de moléculas de hidratación o impregnación que contenga, adquiere diversas consistencias:

fluida y viscosa (tejido conectivo laxo), más o menos densa (matriz cartilaginosa) o totalmente dura (matriz ósea calcificada).

Está formada por: a) **glucosaminoglicanos**, polímeros no ramificados de cadena larga de disacáridos repetitivos, b) **proteoglicanos**, constituidos por ejes proteínicos en los que se enlazan de manera covalente diversos glucosaminoglicanos sulfatados y c) **glucoproteínas**, es decir, macromoléculas que sirven de unión o enlace de los diversos componentes de la matriz extracelular y las integrinas de las membranas celulares.

En su estructura molecular los **proteoglicanos** parecen escobillones. Están constituidos por un eje central proteínico (sintetizado en el retículo endoplásmico rugoso), al que se le agregan, mediante enlaces covalentes, los glucosaminoglicanos (**GAG**) (sintetizados en las cisternas del aparato de Golgi), dispuestos en forma tridimensional alrededor del eje proteínico.

Las dimensiones de los proteoglicanos son variables: entre 50 000 y hasta cerca de 3 000 000 daltones (agrecan), especialmente cuando se unen al ácido hialurónico. Esta molécula gigante, de hasta 20  $\mu\text{m}$  de longitud, ocupa zonas sumamente amplias. Entre las moléculas de GAG se incluye una gran cantidad de moléculas de agua. Este tipo de proteoglicano se localiza en los tejidos conectivo y cartilaginoso. Las propiedades antes citadas le permiten producir el estado de gel o viscosidad de la matriz. El estado de gel de la matriz extracelular actúa como barrera contra la difusión rápida de los depósitos acuosos y oleosos, y de la difusión y propagación de bacterias.

Los proteoglicanos desempeñan diversas funciones; al ocupar grandes volúmenes en la matriz extracelular resisten al compresión y retrasan el desplazamiento rápido de bacterias y células cancerosas. Al integrar la membrana basal forman poros de tamaños específicos que actúan como filtros selectivos para el paso de macromoléculas. Otros proteoglicanos, como los llamados sindicanos, quedan insertos en el plasmalema en vez de liberarse hacia el medio extracelular.

## Fibras

Habitualmente se describen tres tipos de fibras que integran la matriz extracelular fibrilar: reticulares, colágenas y elásticas.

**Fibras colágenas.** Son las fibras más frecuentes en el tejido conectivo. Representan cerca del 20% del total de las proteínas del organismo. Por lo general forman haces de diferentes proporciones y en distintas disposiciones. Las fibras colágenas miden aproximadamente 1 a 10  $\mu\text{m}$  de diámetro; muy rara vez aparecen aisladas. Casi siempre se conectan con otras para formar haces finos o gruesos. Asimismo, las fibras colágenas están constituidas por fibrillas que miden de 0.2 a 0.5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Estas fibras adquieren la tonalidad rosada con la coloración de hematoxilina-eosina, **azulada con el tricrómico de Mallory o de Masson** (con azul de anilina), verdosa con el tricrómico de Shorr, Reyes o Masson (con verde pálido) y rojiza con el tricrómico de van Gieson.

Cuando se observan las fibrillas colágenas con luz polarizada muestran difracción y, bajo el microscopio electrónico, una constitución de microfibrillas paralelas; éstas tienen un

diámetro de 50 nm en promedio, pero existen microfibrillas de colágena más delgadas como las del estroma de la córnea, con diámetro de 35 nm, o las de los tendones, que alcanzan un diámetro de 100 nm. Las microfibrillas, vistas al microscopio electrónico, presentan una estriación transversal periódica que se repite cada 60 nm.

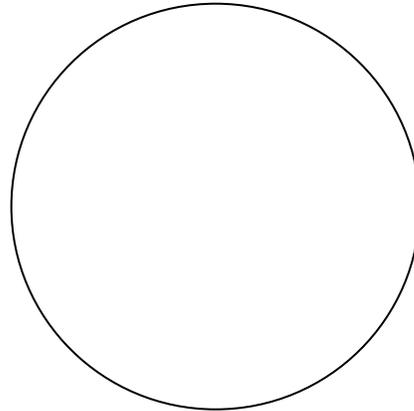
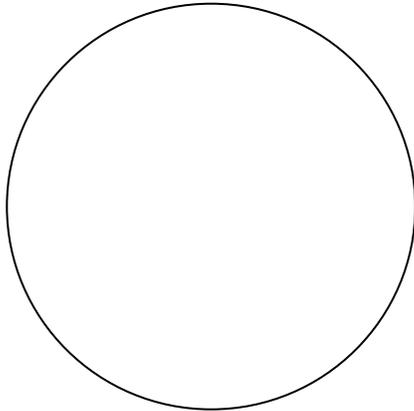
**Fibras reticulares.** Se las denomina también fibras de reticulina. Son fibras muy delgadas y forman redes finas tridimensionales (de allí su nombre). En las preparaciones de tejidos y órganos teñidos con hematoxilina y eosina, u otros colorantes basados en anilinas, no es posible visualizarlas. Se revelan con el empleo de tinciones especiales, como las **impregnaciones argénticas (Wilder, Bielchowsky, Gomory, y otras)**; esto se debe a que en ellas se deposita plata metálica después que el tejido es procesado mediante solución alcalina de una sal reducible de plata (nitrato de plata). La impregnación argéntica las “tiñe” de color negro. Se observan como finos filamentos negros entrecruzados, mientras que las fibras colágenas adquieren un color marrón rojizo. Las fibras reticulares toman la coloración rojo magenta con la tinción del PAS y negra con impregnaciones argénticas.

**Fibras elásticas.** Se conocen así porque poseen un grado de estiramiento de 150% al ejercer sobre ellas una tracción longitudinal; recuperan su longitud normal cuando la fuerza cesa. Con la hematoxilina-eosina presentan un color rosa pálido y son muy refringentes. Para visualizarlas se deben teñir con tinciones específicas: la **orceína** las colorea de marrón rojizo, la fuscina-resorcina de azul oscuro, la fuscina-aldehído de violeta o morado, la hematoxilina de Verhoeff de negro y la coloración de Gallego de rojo vinoso. La elastina es casi insoluble, propiedad que se debe a la presencia de los dos péptidos que la integran: la **desmosina y la isodesmosina**. Las microfibrillas contienen grandes cantidades de cistina. Los fibroblastos elaboran las fibras elásticas y en las arterias las fibras musculares lisas las sintetizan y secretan.

---

### OBSERVACIONES

Observe los tejidos proporcionados por el instructor y clasifique el epitelio según su número de capas y características morfológicas de sus células.



---

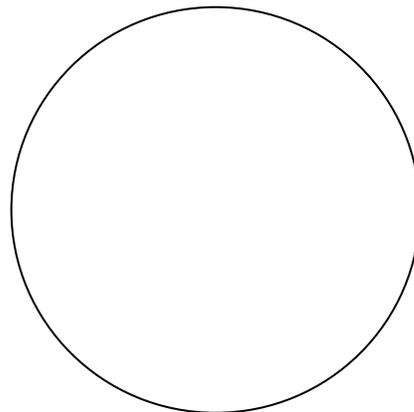
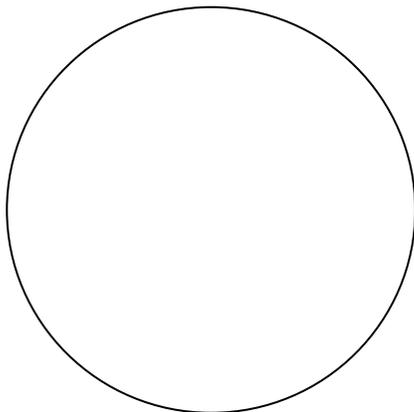
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

## PREGUNTAS DE CORRELACIÓN

---

1. ¿Cuáles son los principales tipos de fibras que se encuentran en el tejido conectivo?
2. Describa la función del tejido conectivo.
3. Tipos de tejido conectivo

## CUESTIONARIO

---

1. ¿Cuáles son las fibras que no son observadas con tinción Hematoxilina-eosina? Y ¿por qué?
2. Realice o edite un esquema de este tejido con las células conjuntivas derivadas.

3. Describa el aspecto de un adipocito

4. ¿En que estadio de la vida es más abundante la grasa parda?

5. Nombre algunas localizaciones del tejido adiposo amarillo y pardo en el organismo

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

Kierszenbaum L. Abraham. (2016). Histología y biología celular. España: Elsevier.

L.C Junqueira / José Carneiro. (2012). Histología Básica. Texto y Atlas. España: Editorial Médica Panamericana.

Leslie Gartner, James Hiat. (2015). Atlas en Color y Texto de Histología. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana.

Aldo R. Eynard, Mirta A. Valentich, Roberto A. Rovasio. (2016). Histología y Embriología Humanas. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana.

Ulrich Welsch. (2014). Sobotta. Histología. Alemania: Editorial Médica Panamericana.

Annemarie Brüel, Erik Ilsø Christensen, Jørgen Tranum-Jensen, Klaus Qvortrup, Finn Geneser. (2015). Geneser Histología. Suecia: Editorial Médica Panamericana.

Wojciech P. Ross. Histología. Texto y Atlas. Correlación con Biología Molecular y Celular. Lippincott. 7ma Edición. 2015.

## SANGRE

### OBJETIVOS

---

Analizar las principales características histológicas, bioquímicas y funcionales de la sangre (células y plasma).

### INTRODUCCIÓN

---

El estudio de la sangre es fundamental desde el punto de vista médico ya que en ciertas enfermedades, sobre todo en las sistémicas (es decir, las que afectan todo el organismo) o las de mayor gravedad, se observan cambios relacionados con los líquidos y células sanguíneas o con el número y características de estas últimas.

### FUNCIONES CELULARES

Se distinguen de la sangre el plasma, por una parte, y sus integrantes celulares, por otra, es posible referirse a las funciones de la sangre según sean aquél o éstos los que intervengan. En el caso del plasma, la sangre tiene las funciones de transportar nutrientes y electrólitos (equilibrios hidrosalino y acidobásico), así como proteínas (anticuerpos, coagulación, transporte) y hormonas, que tienen que llegar a diferentes órganos blanco para ejercer su acción, y otras sustancias diluidas, como medicamentos y tóxicos. Por otro lado, en el caso de su contenido celular (células y fragmentos celulares), la sangre desempeña funciones relacionadas con cada estirpe específica; así, la eritroide tiene la misión de transportar oxígeno y amortiguar el pH; la leucocitaria interviene en la defensa inespecífica (neutrófilos, eosinófilos y macrófagos) mediante los procesos de inflamación en el tejido conectivo y también en la defensa específica mediante la respuesta inmunitaria adaptativa (macrófagos, linfocitos B y T), que se lleva a cabo en el tejido conectivo y los órganos linfoides; la plaquetaria (corresponde a la megacariocítica en la médula ósea) interviene directamente en los fenómenos de hemostasia primaria y colabora en la regulación de la secundaria (coagulación).

### MÉTODOS DE ESTUDIO DE LA SANGRE

**Citología.** Para su estudio, la sangre se puede obtener por la punción de la piel y enseguida se extiende una gota en un cubreobjetos (frotis), que se tiñe para su observación microscópica (citología hemática); de esta forma se pueden identificar, entre otros aspectos relacionados con la serie roja o eritrocitaria, el tamaño de sus células (macrocitosis, microcitosis, normocitosis), homogeneidad del tamaño de las poblaciones celulares (anisocitosis), afinidad tintorial (basofilia-acidofilia) o diversas formas celulares diferentes de la bicóncava (poiquilocitosis). Respecto de los leucocitos, es posible

clasificarlos en dicho frotis dependiendo de la presencia evidente de gránulos (lisosomas) en su citoplasma (granulocitos), de su afinidad tintorial (neutrófilos, eosinófilos y basófilos) o de la presencia menos visible de sus gránulos (no granulosos), los linfocitos y monocitos. Por último, es importante, a pesar de su tamaño pequeño, visualizar las plaquetas con su contenido granular.

**Citología y cuantificaciones.** Otra manera de estudiar la sangre consiste en verter algunos mililitros (1 a 3), según sea el estudio a efectuar, en un tubo con anticoagulante; este último es un quelante del calcio que inhibe la coagulación y los hay de varios tipos (citrato de sodio para estudios en segundos de hemostasia *in vitro*, EDTA para la realización de la biometría hemática y heparina para efectuar estudios de los receptores de membrana (inmunofenotipo]). En el caso particular de la biometría hemática, se obtiene la evaluación citológica (frotis), la cual revela propiedades cualitativas y morfológicas, además de las siguientes mediciones relacionadas con la serie roja:

- Relación del constituyente líquido con las células rojas, es decir, hematócrito (Hto)
- Cuantificación de la hemoglobina (Hb) contenida en los eritrocitos (mediante destrucción de éstos y medición posterior por espectrofotometría)
- Cuenta del número total de eritrocitos por microlitro ( $\mu$ l)

Después de determinar los valores mencionados se obtienen los llamados índices eritrocitarios que, en forma breve, significan las siguientes relaciones:

- $VCM^* = Hto/núm. \text{ eritrocitos}$  (\*Volumen corpuscular medio)

Representa el tamaño (volumen) promedio de los eritrocitos expresado en femtolitros.

- $HCM^* = Hb/núm. \text{ eritrocitos}$  (\*Hemoglobina corpuscular media)

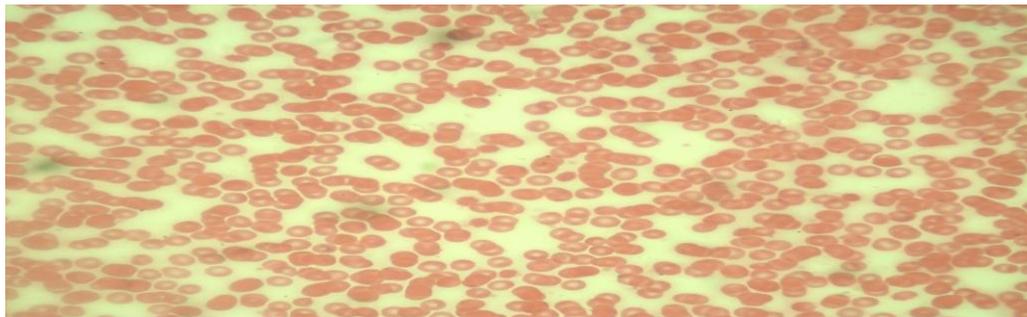
Se refiere a la cantidad de Hb que contiene cada eritrocito y se expresa en picogramos.

- $CMHb^* = Hb/Hto$  (\*Concentración media de hemoglobina)

Es la cantidad de Hb que contienen 100 mililitros de concentrado celular eritrocítico.

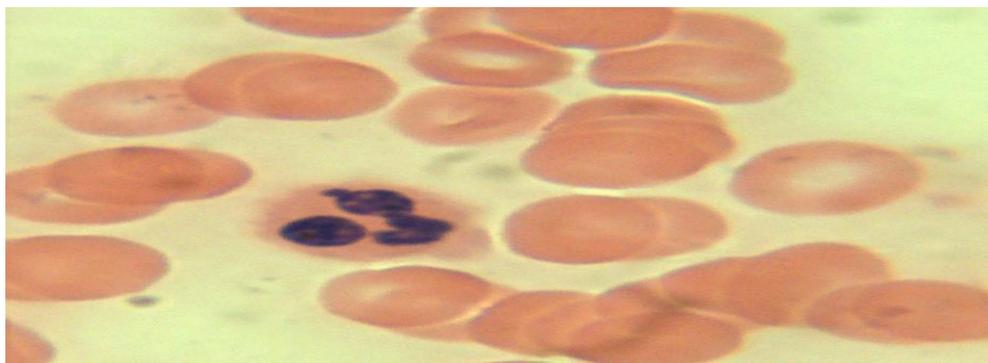
Por otro lado, de la serie leucocitaria se cuantifican las células, se determinan sus características y se establecen los porcentajes de la proporción de cada una de las células. Por lo que toca a la serie plaquetaria, se determinan la cantidad y la morfología celular.

**Serie eritroide** El descenso de la serie eritroide provoca anemia (disminución de Hb y por tanto del número de eritrocitos y del hematócrito). La clasificación de las anemias depende habitualmente de su aspecto morfológico: tamaño celular (citosis) y cantidad de Hb en cada eritrocito (cromía). Sin embargo, la anemia también puede evaluarse en la actualidad por los instrumentos de citometría; de acuerdo con estas mediciones, existen anemias microcíticas (casi siempre por carencia de hierro, sea por hemorragia crónica o por deficiente aporte de este elemento y constituye en realidad un problema mundial), macrocíticas (por deficiencia de vitamina B<sub>12</sub> y ácido fólico) y normocítica normocromica (por destrucción -hemólisis- o hemorragia aguda).

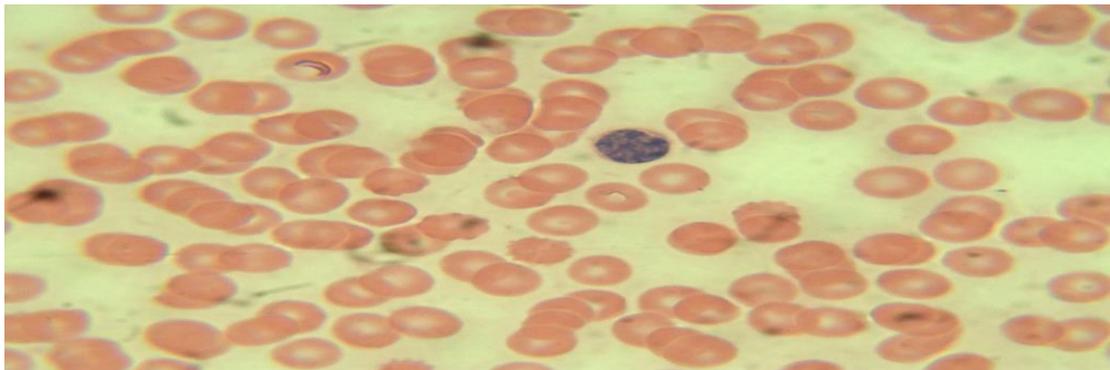
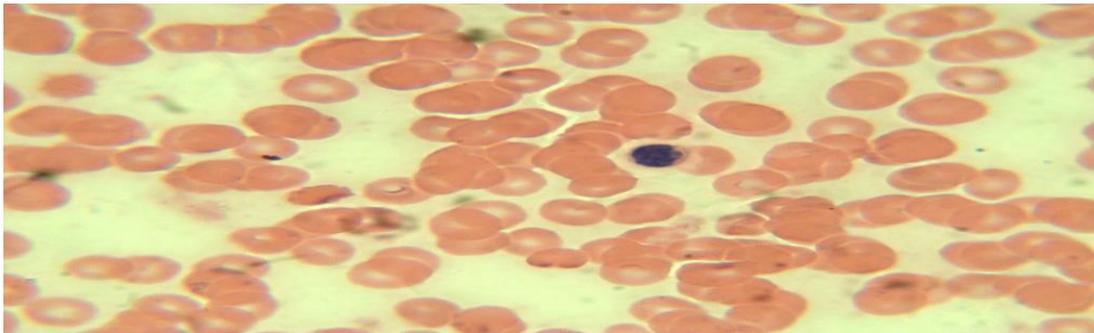


### **Serie leucocitaria**

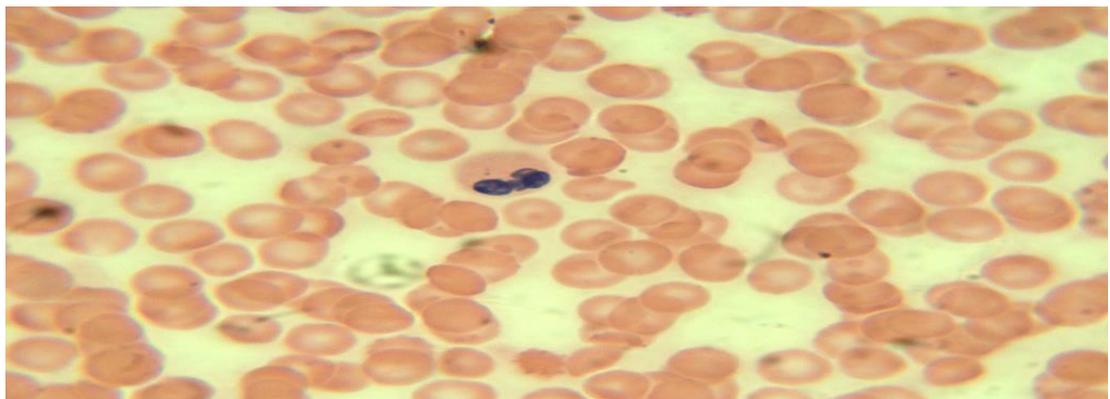
Es común que los leucocitos reaccionen ante cualquier suceso lesivo y por ello su aumento se considera como un reactante de fase aguda (elevación por infección aguda, procesos tóxicos e incluso interacción medicamentosa). Por lo tanto, es más frecuente considerar los incrementos desde el punto de vista de las infecciones agudas. Por ejemplo, las de origen bacteriano, cuando son graves o duran demasiado tiempo, elevan la cuenta de neutrófilos en sus formas maduras (bandas y segmentados) o aun en las formas jóvenes (mielocitos y meta mielocitos). Estas células se identifican por presentar en su edad adulta un núcleo de 3 a 6 lóbulos.



En el caso de procesos virales, aumentan los monocitos (que se identifican por presentar un núcleo escotado) y los linfocitos (con un núcleo redondo que abarca la totalidad del citoplasma celular) o bien los linfocitos cuando existe un proceso crónico o micótico.



Las infecciones parasitarias o alérgicas elevan la proporción de eosinófilos (núcleo bilobulado).



Una reducción del número de leucocitos, y sobre todo la disminución de los granulocitos neutrófilos, favorece la aparición de cuadros infecciosos potencialmente graves. Las alteraciones de tipo neoplásico maligno (cancerosas) se conocen como leucemias, se originan en la médula ósea y producen manifestaciones sistémicas. Se tornan evidentes por la falta de maduración de las células, lo que puede ocasionar un aumento de la proliferación a nivel de la médula ósea.

### **Serie plaquetaria**

Su alteración más común es la disminución del número por falla de la producción o destrucción acelerada, lo cual causa hemorragias; por otro lado, el incremento del número puede favorecer procesos trombóticos, formación de acumulaciones que ocluyen la circulación sanguínea e isquemia, lesión y necrosis (muerte de los tejidos irrigados).

### **RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE CORRELACIÓN**

---

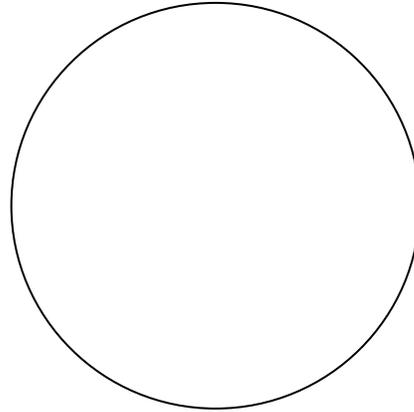
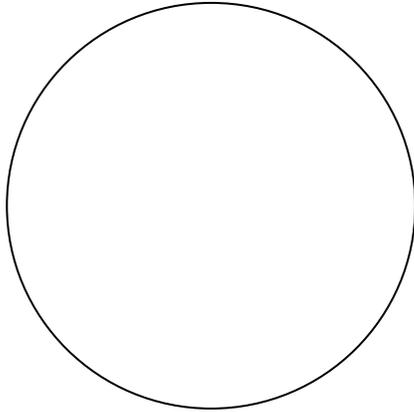
1. Mencione las principales funciones del tejido sanguíneo

2. ¿Cuáles son los componentes de este tejido?

3. Realice un esquema de cada una de las células sanguíneas

### OBSERVACIONES

Observe los tejidos proporcionados por el instructor y clasifique el epitelio según su número de capas y características morfológicas de sus células.



---

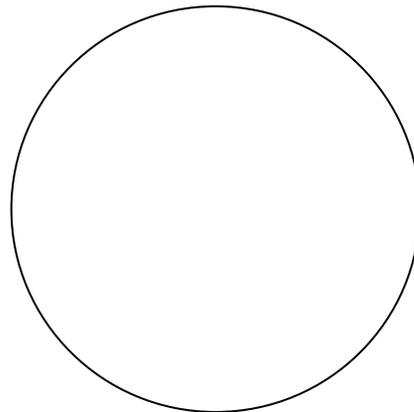
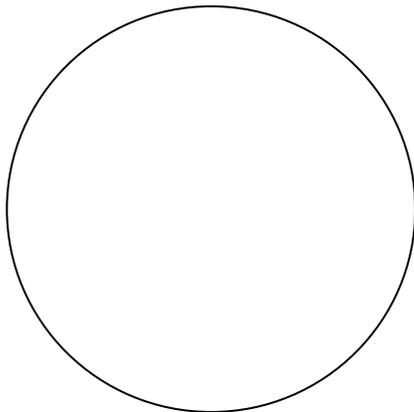
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

## CUESTIONARIO

---

1. ¿Cuál es el objetivo de realizar un análisis de sangre?
2. ¿Qué parámetros se obtienen con una biometría hemática?
3. ¿Dónde se produce la eritropoyetina y cuál es su función?

## BIBLIOGRAFÍA

---

Kierszenbaum L. Abraham. (2016). Histología y biología celular. España: Elsevier.

L.C Junqueira / José Carneiro. (2012). Histología Básica. Texto y Atlas. España: Editorial Médica Panamericana.

Leslie Gartner, James Hiatt. (2015). Atlas en Color y Texto de Histología. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana.

Aldo R. Eynard, Mirta A. Valentich, Roberto A. Rovasio. (2016). Histología y Embriología Humanas. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana.

Ulrich Welsch. (2014). Sobotta. Histología. Alemania: Editorial Médica Panamericana.

Annemarie Brüel, Erik Ilsø Christensen, Jørgen Tranum-Jensen, Klaus Qvortrup, Finn Geneser. (2015). Geneser Histología. Suecia: Editorial Médica Panamericana.

Wojciech P. Ross. Histología. Texto y Atlas. Correlación con Biología Molecular y Celular. Lippincott. 7ma Edición. 2015.

## TEJIDO ÓSEO

### OBJETIVO

---

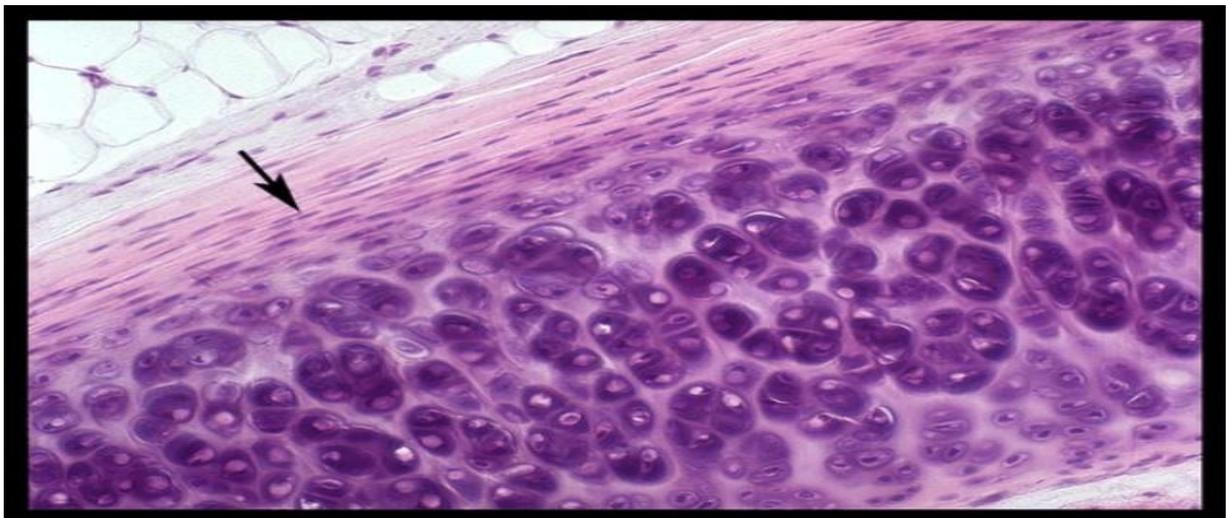
Identificar los principales componentes del hueso y conocer su estructura.

### INTRODUCCIÓN

---

El hueso es un tipo de tejido conectivo especial, por lo tanto, está integrado por células y matriz extracelular. El rasgo distintivo del hueso respecto a otros tejidos conectivos es la mineralización de la matriz, lo que le confiere gran dureza y le permite proporcionar sostén y protección. Es un tejido rígido que representa la mayor parte del esqueleto de los vertebrados superiores. Las fibras de colágena tipo I, son su principal componente orgánico y, en lo que respecta a su sustancia fundamental, contiene proteoglicanos y proteínas que permiten la adhesión efectiva de la hidroxapatita a la matriz. Las sales inorgánicas, encargadas de suministrar dureza y rigidez al hueso, incluyen fosfato de calcio (85%), en forma de cristales hidroxapatita, carbonato de calcio (10%) y pequeñas cantidades de fluoruros de calcio y magnesio.

El hueso también sirve como sitio de almacenamiento de calcio y fosfato, que se pueden movilizar desde la matriz ósea hacia la sangre o viceversa para mantener niveles adecuados en el medio interno. En consecuencia, además de las funciones de sostén y protección, el hueso desempeña un importante papel en la regulación de los niveles de calcemia. El hueso está cubierto en su superficie externa –salvo a nivel de las articulaciones sinoviales– por una túnica llamada periostio, que consiste en una capa externa de tejido conectivo denso fibroso y una capa celular interna que contiene células osteoprogenitoras (osteógenas). Las cavidades centrales de los huesos están revestidas por endostio, tejido conectivo especializado compuesto por una monocapa de células osteoprogenitoras y osteoblastos.



El hueso cuenta con una matriz extracelular calcificada conformada por fibras y sustancia básica. Las células del hueso son osteógenas y se diferencian en osteoblastos, las células encargadas de secretar la matriz. Una vez que éstas quedan rodeadas por la matriz, se vuelven inactivas y se conocen como osteocitos. Los espacios que ocupan los osteocitos reciben el nombre de lagunas. Los osteoclastos son células multinucleadas gigantes derivadas de precursores fusionados de la médula ósea; su función es la resorción y remodelación del hueso.



### ESTRUCTURA DEL HUESO MADURO

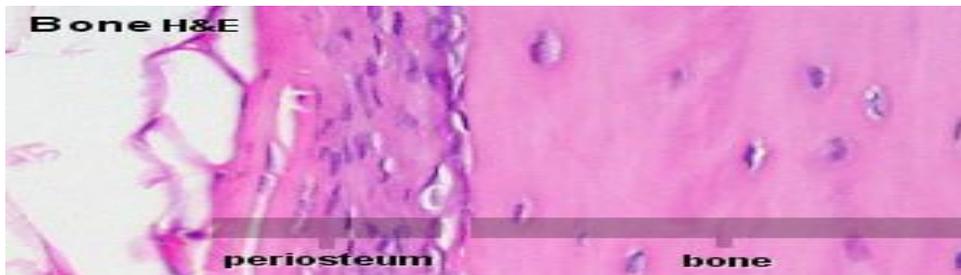
El tejido óseo maduro se compone de unidades estructurales llamadas osteonas (sistemas de Havers). Las osteonas constan de laminillas concéntricas de matriz ósea alrededor de un canal central, el conducto de Havers, que contiene los vasos sanguíneos y los nervios que irrigan e inervan a las osteonas. Los canalículos o conductillos que contienen las prolongaciones de los osteocitos adoptan un aspecto radiado respecto del canal. El sistema de canalículos que se abren al conducto de Havers también sirve para el intercambio de sustancias entre las células óseas y los vasos sanguíneos. Este modelo de la matriz se denomina hueso laminillar. Hay hueso laminillar en otros sitios, además de la osteona. Las laminillas circunferenciales rodean el interior y el exterior de la diáfisis de los huesos largos de modo similar a los anillos de crecimiento de un árbol. Los conductos perforantes (conductos de Volkmann) son canales por los que discurren vasos sanguíneos y los nervios desde las superficies perióstica y endóstica hasta los conductos de Havers; los conductos de Volkmann también interconectan los conductos de Havers entre sí.



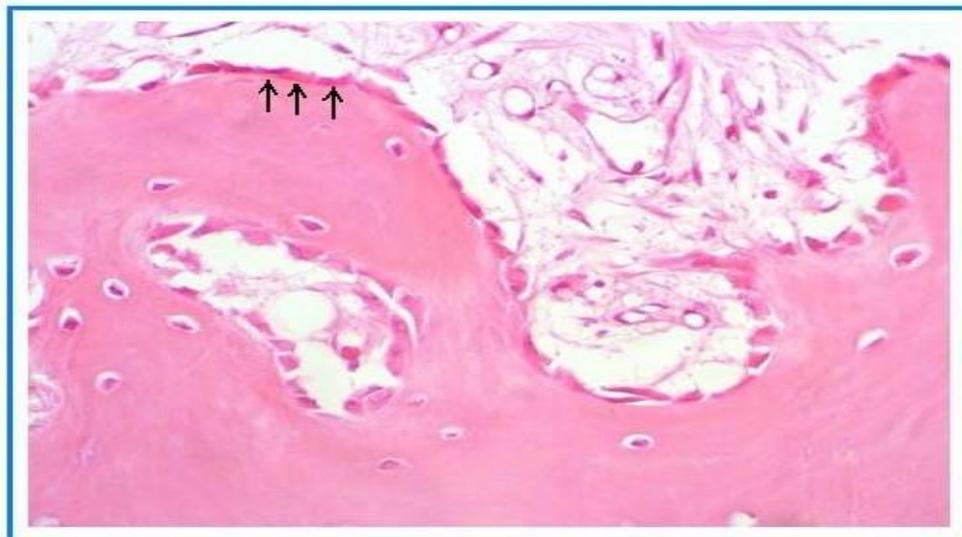
## CÉLULAS DEL HUESO

### Célula osteoprogenitora

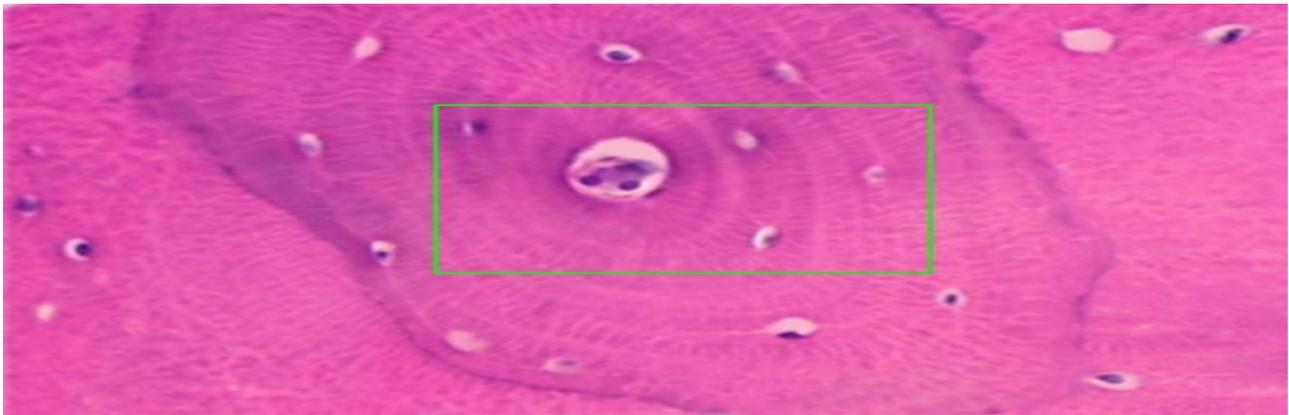
Se localiza en la cubierta celular interna del periostio, reviste los conductos de Havers y se halla también en el endostio. Por otro lado, en virtud de que se origina en el mesénquima embrionario, esta célula tiene la capacidad de diferenciarse en osteoblastos y, en condiciones especiales que implique un déficit de oxígeno, también en células condrógenas. La forma celular de la célula osteoprogenitora es fusiforme, posee un núcleo oval, su citoplasma es escaso, así como su RER, y el aparato de Golgi está mal desarrollado; incluye así mismo abundantes ribosomas libres.



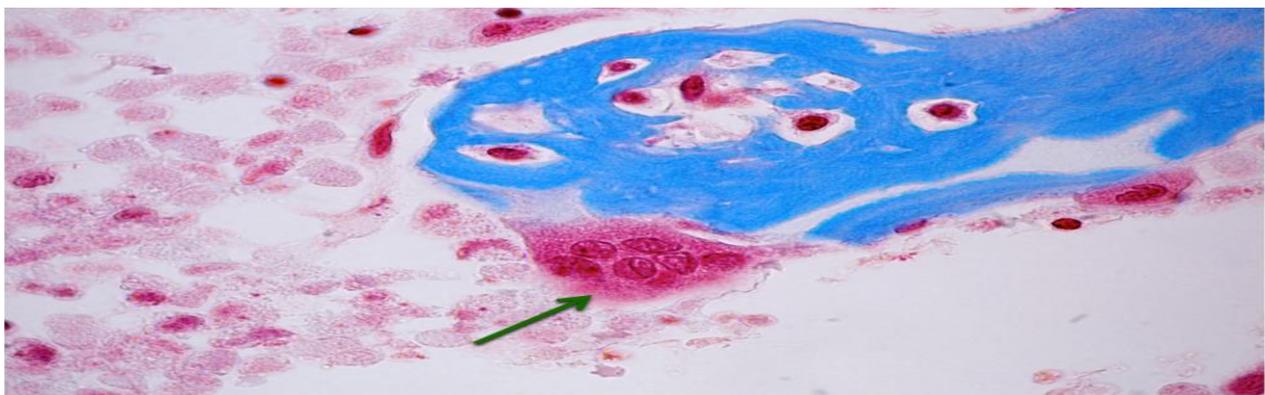
**Osteoblastos.** Es una célula diferenciada formada de hueso que secreta la matriz ósea. Este tipo celular tiene la capacidad de secretar la sustancia fundamental que constituye el hueso inicial no mineralizado u osteoide. Aparentemente, el proceso de osificación lo inicia el osteoblasto mediante la secreción hacia la matriz de pequeñas vesículas matriciales limitadas por una membrana. Los osteoblastos se caracterizan por su forma cuboidea o poliédrica y por la agrupación monoestratificada en la superficie donde se forma el hueso. Su citoplasma muestra una marcada basofilia.



**Osteocito.** Es la célula ósea madura, está rodeado por la matriz ósea que secretó antes como osteoblasto y es en realidad un osteoblasto diferenciado. Los osteocitos se encargan del mantenimiento de la matriz ósea. Poseen la capacidad de sintetizar y resorber la matriz, al menos en forma limitada. Cada osteocito ocupa un lugar o laguna que adopta la forma lenticular de la célula. Los osteocitos extienden prolongaciones citoplasmáticas a través de delgados túneles o canaliculos en la matriz para entrar en contacto, mediante nexos, con las prolongaciones de las células contiguas. En cuanto a su morfología, son células que pueden exhibir menor basofilia citoplasmática que los osteoblastos, pero se observan escasos detalles citoplasmáticos adicionales.



**Osteoclasto.** Es una célula multinucleada de gran tamaño cuya función es la resorción ósea y se origina en la médula ósea. Cuando el osteoclasto está en actividad descansa directamente sobre la superficie ósea donde tiene lugar la resorción. Como consecuencia de su actividad, se forma una excavación poco profunda inmediatamente por debajo del osteoclasto llamada laguna de Howship o de resorción. Es una célula que se reconoce por su acentuada acidofilia.

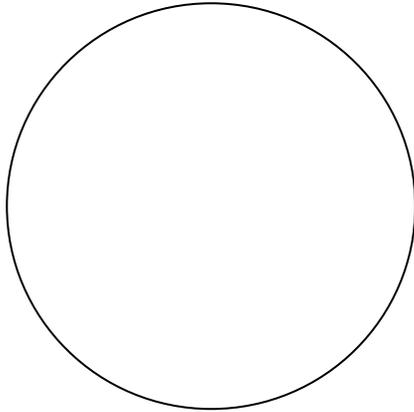




## **OBSERVACIONES**

---

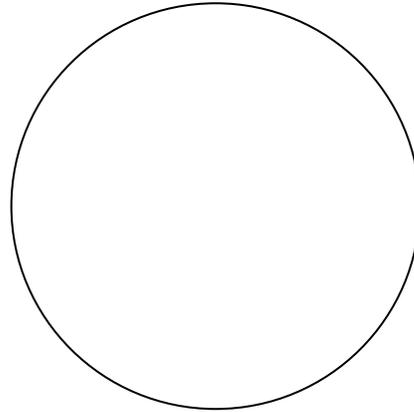
Observe los tejidos proporcionados por el instructor y clasifique el epitelio según su número de capas y características morfológicas de sus células.



---

---

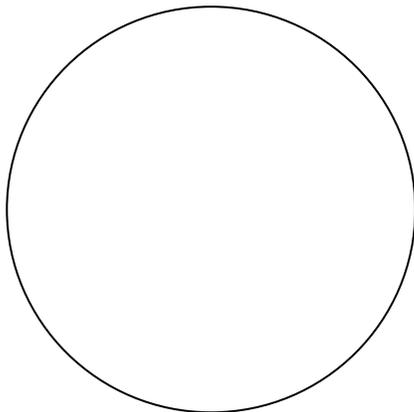
---



---

---

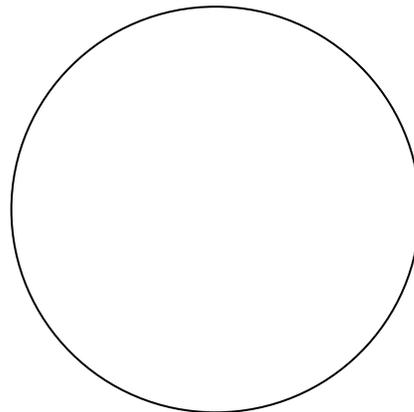
---



---

---

---



---

---

---

## CUESTIONARIO

---

1. Todo hueso tiene una porción compacta y una esponjosa, ¿qué función tiene cada una?

2. ¿De qué modo influyen las células del estroma sobre la hemopoiesis?

## BIBLIOGRAFÍA

---

Kierszenbaum L. Abraham. (2016). Histología y biología celular. España: Elsevier.

L.C Junqueira / José Carneiro. (2012). Histología Básica. Texto y Atlas. España: Editorial Médica Panamericana.

Leslie Gartner, James Hiatt. (2015). Atlas en Color y Texto de Histología. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana.

Aldo R. Eynard, Mirta A. Valentich, Roberto A. Rovasio. (2016). Histología y Embriología Humanas. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana.

Ulrich Welsch. (2014). Sobotta. Histología. Alemania: Editorial Médica Panamericana.

Annemarie Brüel, Erik Ilsø Christensen, Jørgen Tranum-Jensen, Klaus Qvortrup, Finn Geneser. (2015). Geneser Histología. Suecia: Editorial Médica Panamericana.

## SISTEMA NERVIOSO

### OBJETIVOS

---

Identificar las células que forman el tejido nervioso, describir la forma en que hacen sinapsis  
Describir la citoestructura del sistema nervioso central y la morfología del sistema nervioso periférico

Conocer la estructura y función de las meninges y los plexos coroideos, y su relación con la homeostasis del SNC

### INTRODUCCIÓN

---

El sistema nervioso (SN) regula e integra el funcionamiento de los sistemas corporales e interviene en la conducta y logros intelectuales del hombre. En una estructura de la complejidad del SN muchos son los factores que pueden fallar; visto así, no deja de sorprender que en la mayoría de los individuos funciona correcta e ininterrumpidamente durante más de 60 años.

### TEJIDO NERVIOSO

#### Células del tejido nervioso

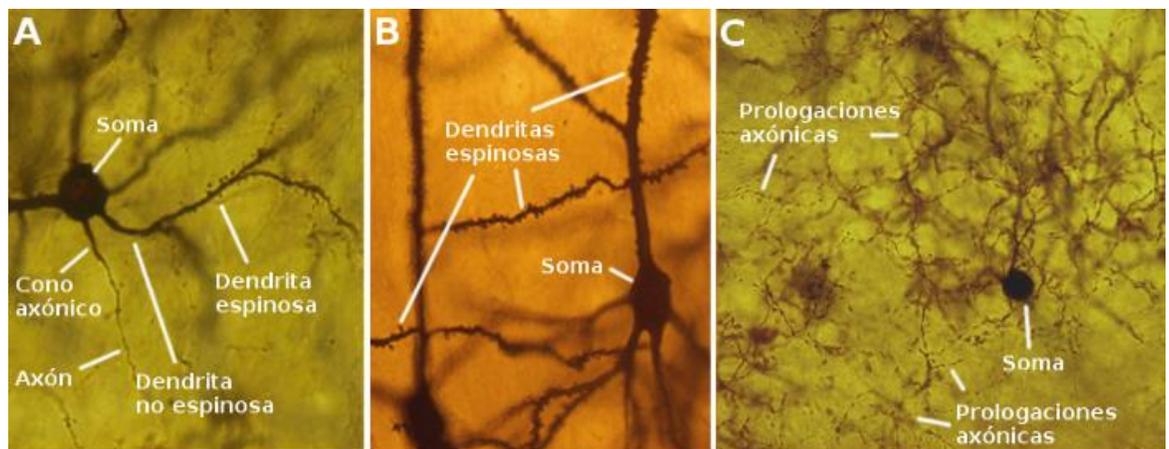
##### *Neuronas*

Tienen núcleo esférico y grande, con uno y en ocasiones dos nucleolos; por lo general, el núcleo se halla en el centro del pericarion, nombre que recibe el citoplasma de estas células. El pericarion y el núcleo forman en conjunto el soma neuronal. En el primero se encuentran varios organelos: retículo endoplásmico rugoso (corpúsculos de Nissl), ribosomas libres, aparato de Golgi, mitocondrias, neurofibrillas, neurotúbulos e inclusiones. Todas las neuronas poseen un rasgo en común: el soma tiene prolongaciones citoplásmicas.

Estas últimas son de dos tipos. Algunas más o menos largas, y profusamente ramificadas, se denominan dendritas, reciben el impulso nervioso y poseen pequeñas protrusiones conocidas como espinas dendríticas. La otra prolongación única, presente en cada neurona, es el axón, que parte habitualmente de una pequeña saliente del cuerpo celular o de la primera porción de una dendrita, punto que recibe el nombre de iniciación o cono axónico. El axón transmite el impulso nervioso y muestra ramificaciones (ramas colaterales) en algunos tramos y ramificaciones terminales o telodendritas en la porción final; además, puede cubrirlo una vaina de mielina que tiene una doble función: proteger y transmitir con mayor rapidez el impulso nervioso.

La mielina formada, ya sea por los oligodendrocitos en el sistema nervioso central (SNC) o por las células de Schwann en el sistema nervioso periférico (SNP), cubre ciertas zonas del axón (de 200 a 1 000  $\mu\text{m}$  de longitud); estas zonas se conocen como segmentos internodales. En la vaina de mielina existen surcos oblicuos conocidos como cisuras o hendiduras de Schmidt-Lanterman.

Las neuronas se pueden clasificar, de acuerdo con el número de sus prolongaciones, en cuatro tipos: unipolares, bipolares, pseudounipolares y multipolares. Sin embargo, si se atiende a su función, también pueden clasificarse en sensitivas (reciben estímulos sensitivos y los conducen hacia el SNC), motoras (el impulso se genera en el SNC y lo conducen hacia músculos, glándulas y otras neuronas) e interneuronas (están situadas dentro del SNC, sirven como interconectores y establecen circuitos neuronales entre las neuronas motoras y las sensitivas; se conocen también como neuronas internunciales).



## **Neuroglia**

Al principio se creyó que estas células del tejido nervioso tenían por función unir y sostener a las neuronas (de allí su nombre, derivado de un término griego que significa pegamento). En la actualidad se sabe que su función es más amplia y relevante, y sin ellas la neurona no podría sobrevivir; el número de estas células es 10 o más veces mayor que el de las neuronas. Las células consideradas en este grupo son astrocitos, oligodendrocitos, microglia y células endoteliales, en el SNC, y células de Schwann y células satélites, en el SNP.

## **Astrocitos**

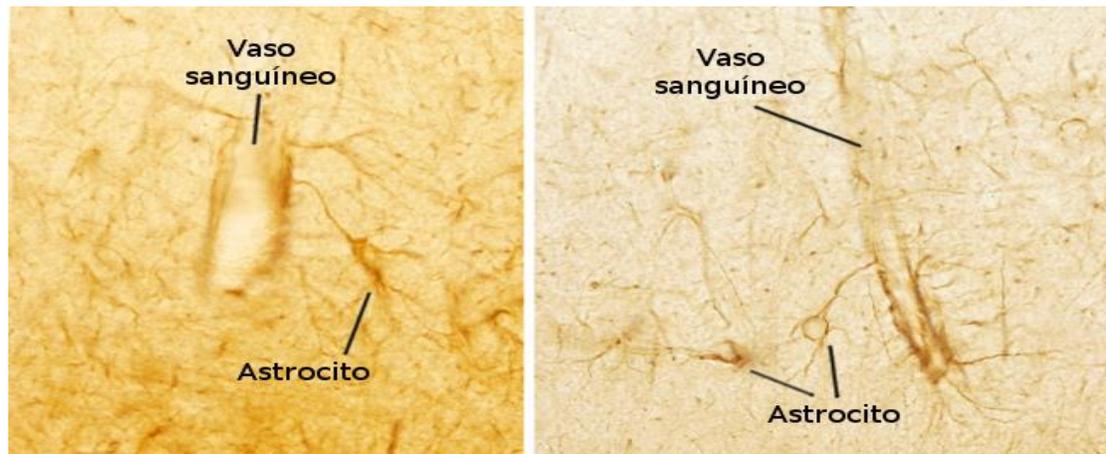
Son células de cuerpo redondeado con prolongaciones protoplásmicas radiales y su núcleo es de mayor tamaño que el de otras células gliales del SNC. Es característico de estas células que una o varias de sus prolongaciones estén en contacto con vasos sanguíneos mediante un

ensanchamiento de la porción terminal de sus prolongaciones, formando de esta manera los llamados pies perivasculares.

En el tejido nervioso se reconocen dos tipos de astrocitos:

1. Protoplásmicos. Están presentes en la sustancia gris y tienen prolongaciones numerosas, ramificadas muy cerca del soma, cortas y en contacto con somas neuronales. Algunos astrocitos protoplásmicos cercanos a la superficie del encéfalo o la médula espinal emiten prolongaciones que entran en contacto con la piamadre y forman la membrana piagial.

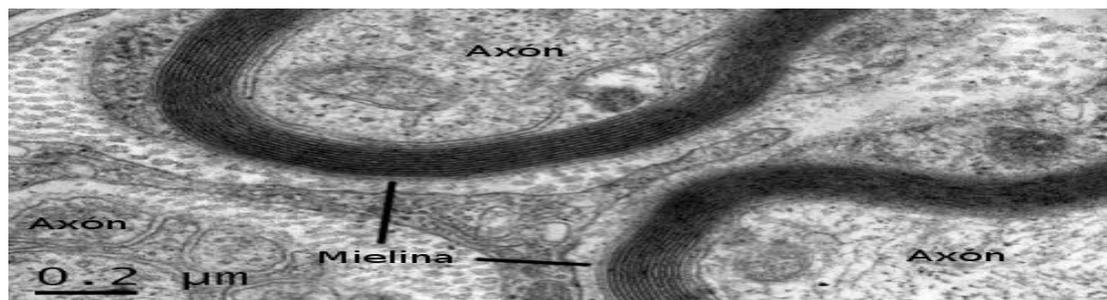
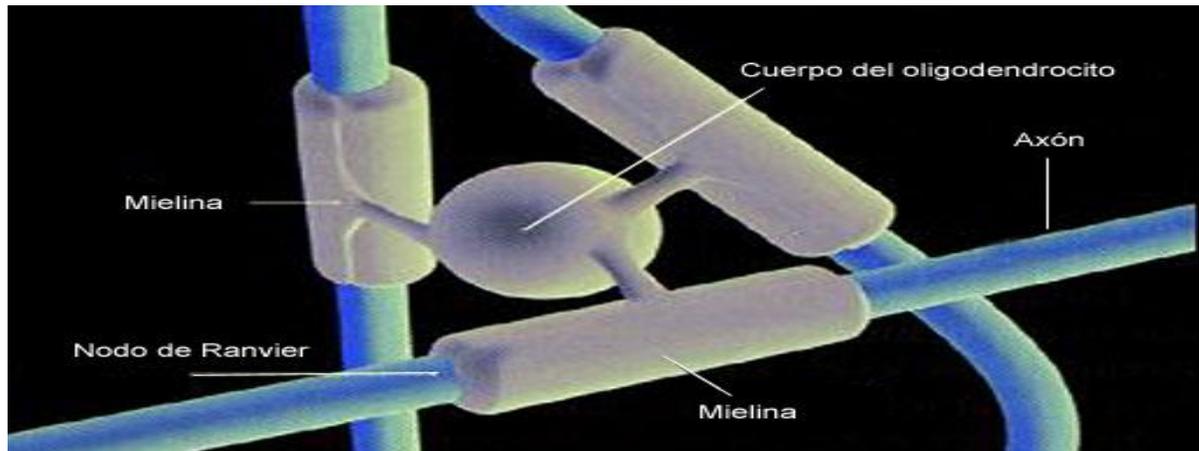
2. Fibrosos. Se hallan en la sustancia blanca y poseen menos prolongaciones, que son más largas y con pocas ramificaciones; también forman procesos perivasculares.



Las funciones de los astrocitos son, entre otras, captar iones y residuos del metabolismo neurona) y contribuir al metabolismo energético al proporcionar glucosa, a partir del glucógeno almacenado, cuando los estimulan los neurotransmisores, como la noradrenalina y el péptido intestinal vasoactivo. Pertenecen a la barrera hematoencefálica y forman tejido cicatrizal) en zonas lesionadas del SNC.

### **Oligodendrocitos**

Estas células tienen pocas prolongaciones y están menos ramificadas que los astrocitos; el cuerpo celular y el núcleo son también de menor tamaño. Existen tres tipos de oligodendrocitos: perineurales, perivasculares y fasciculares. Las vainas de mielina que rodean a las fibras nerviosas en el SNC se integran con estas células.



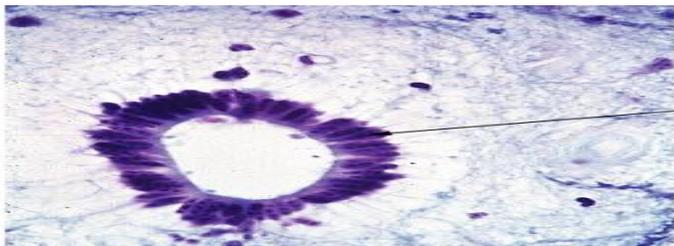
## Microglia

Este tipo celular es pequeño en comparación con los astrocitos; presenta un núcleo oscuro y finas prolongaciones con pequeñas protuberancias características. Se encuentra en todo el SNC, a menudo sobre o cerca de los vasos sanguíneos, y forma parte del sistema fagocítico mononuclear. Es una célula presentadora de antígenos y reacciona con actividad fagocítica en caso necesario. Se considera de origen mesodérmico.



### **Células ependimarias**

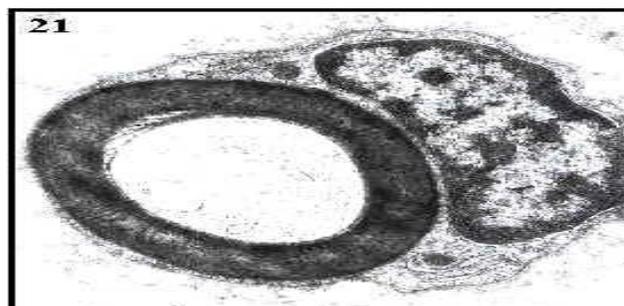
Son las células que forman el epitelio que recubre la superficie interna de los ventrículos y el conducto del epéndimo; son cúbicas o cilíndricas, según sea la zona donde se hallen. En los ventrículos poseen cilios para favorecer la circulación del líquido cefalorraquídeo. En el tercer ventrículo evidencian algunos rasgos especiales, tienen prolongaciones largas que penetran en el tejido encefálico, y que alcanzan la piamadre, y forman de esta manera procesos similares a los de los astrocitos. Estas células se llaman también tanicitos.



**Células ependimarias**

### **Células de Schwann**

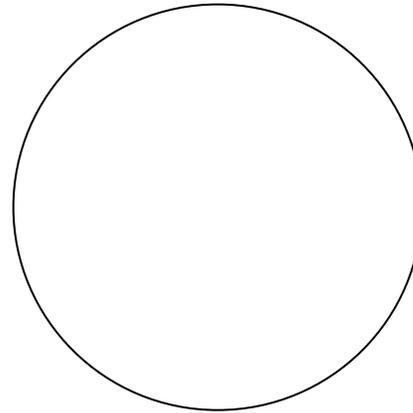
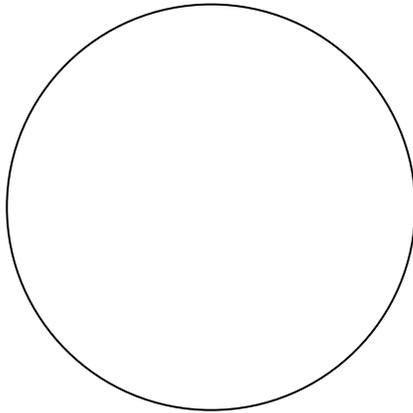
Se diseminan en el SNP y proceden de las crestas neurales; como los oligodendrocitos, forman alrededor de los axones vainas de mielina, con la excepción de que cada célula de Schwann recubre un segmento de un axón (fibra mielínica) o también varios axones, aunque sin formar la vaina de mielina (fibras amielínicas).





## OBSERVACIONES

Observe los tejidos proporcionados por el instructor y clasifique el epitelio según su número de capas y características morfológicas de sus células.



---

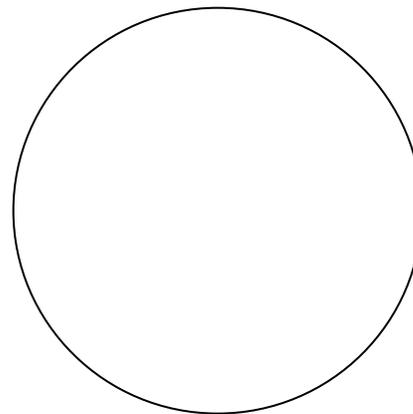
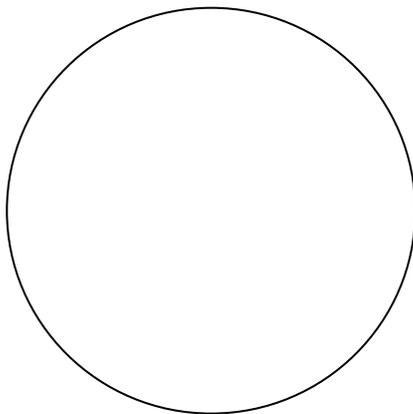
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

