

## **TEJIDO MUSCULAR**

**Objetivo:** El alumno conocerá el tejido muscular, así como sus variantes de acuerdo a sus funciones y morfología.

El tejido muscular tiene su origen a nivel de los diferentes tipos de mesodermo. Así tenemos que el músculo estriado se origina a partir del mesodermo esplácnico, con excepción de los músculos erectores del pelo que se derivan del ectodermo.

El tejido muscular esta constituido por células cuya forma y características citológicas están adaptadas a una función muy especializada como es la contracción. Una masa de tejido esta constituida por las fibras musculares que son las células propiamente dichas y una buena cantidad de tejido conectivo que aparte de servirle de sostén permite el paso de nervios y vasos sanguíneos indispensables en la nutrición del músculo.

El tejido muscular se clasifica en músculo liso y músculo estriado, y este último a su vez se subdivide en estriado voluntario y estriado involuntario.

### **MUSCULO LISO**

También se llama músculo visceral por encontrarse en la mayor parte de los órganos y músculo involuntario debido a que actúa fuera de la voluntad del individuo, y por último recibe el nombre de liso por carecer de estriaciones transversales.

El músculo liso se origina del mesénquima (mesodermo esplácnico), generalmente se encuentra dispuesto en dos láminas en todo los órganos huecos que en la mayor parte de los casos la interna es circular y la externa longitudinal. En cada una de estas láminas las fibras se disponen en haces entrelazados, proporcionando una mayor resistencia durante su funcionamiento. En ciertas partes del organismo las fibras en haces aislados como por ejemplo los músculos erectores del pelo y los constrictores y dilatadores de la pupila.

Al microscopio compuesto se observan fibras alargadas con extremo afilado que varían de longitud, las mas pequeñas miden 30 mm.de largo, mientras que las mas grandes miden 0.5 mm. que se pueden encontrar en la pared del útero. En cortes preparados con H y E se observa un citoplasma claramente acidófilo con algunas áreas en imagen negativa que representan depósitos de glucógeno. El núcleo se encuentra en la parte mas ancha de la célula y dispuesto hacia la parte

media de la misma, es plegado, cara abierta y con varios nucleólos, por fuera de cada fibra muscular se encuentra una membrana basal, colágena y elastica que son secretados por la misma fibra muscular, es necesario aclarar que las fibras musculares lisas se pueden confundir con las fibras colágenas, ya que ambas se colorean de la misma forma con el método clásico. Sin embargo entre las fibras colágenas hay fibrocitos que tienen un núcleo condensado en comparación con los núcleos de cara abierta de la musculatura lisa.

Al microscopio electrónico se han observado en el citoplasma cercano al núcleo mitocondrias, complejo de Golgi, ribosomas, glucógeno y retículo endoplásmico rugoso. En el citoplasma periférico se han observado zonas densas que corresponden en los filamentos finos y gruesos de actina y miosina dispuestos de una forma desorganizada en estas fibras donde los primeros se encuentran en mayor proporción que los segundos. Estas zonas densas intervienen en el proceso de contracción de las fibras.

#### **MECANISMO DE UNION EN LAS FIBRAS MUSCULARES LISAS.**

Las fibras musculares lisas de un haz presentan uniones de hendidura por donde pasa el impulso de un nervio eferente que regula la contracción en lugar de iniciarlo. Por otro lado las fibras musculares lisas se contraen en respuesta a otros estímulos no nerviosos entre los que se encuentra la oxitocina y la histamina.

En el musculo liso multiunitario cada fibra esta inervada individualmente, lo que le permite una contracción rápida (músculo del conducto deferente, los músculos del iris).

#### **MUSCULO ESTRIADO.**

Su nombre esta en relación con la presencia de discos ó bandas transversales en cada una de las fibras. Por estar asociado directamente con los huesos se les da el nombre de esquelético y como la acción de estos músculos esta regida por la voluntad, se le da el nombre de músculo voluntario.

Sus células tienen una longitud mínima de 1 mm., y máxima de 40, con un diámetro que oscila entre 10 y 40 micras. Cada una de las fibras tiene varios núcleos dispuestos a la periferia de la misma, de tal manera que en corte transversal podemos encontrar de uno a tres núcleos en cada una de las fibras. Generalmente los núcleos tienen la forma alargada y son ligeramente más densos que los de las fibras musculares lisas.

Como todas las células del organismo, las fibras musculares tienen una membrana celular a la que se le llama sarcolema y solamente se le puede observar con el microscopio electrónico pero tiene una cubierta similar a la membrana basal que es P.A.S. positiva. El citoplasma es altamente acidófilo, tiñendose con la eosina.

Haciendo una buena observación en las cortes coloreados con H&E , se pueden localizar una serie de discos ó bandas oscuras y claras ( estriaciones transversales), que atraviesan toda la fibra. Las más oscuras son las bandas A y las claras son las I . Con el microscopio electrónico se han observado una serie de miofilamentos organizados en haces que son las miofibrillas. Existen dos tipos de miofilamentos: unos gruesos que son de miosina y otro finos que son de actina. La disposición de estos miofilamentos justifican la presencia de bandas oscuras y claras que atraviesan cada una de las fibras musculares. Así tenemos que en los discos A se encuentran los de dos tipos de miofilamentos y en los discos I hay solamente miofilamentos finos. Atravezando la banda I se encuentra una línea más oscura que es la banda Z representando el broche de unión entre una sarcómera y la otra a nivel de los miofilamentos finos. Por lo tanto a la porción comprendida entre dos bandas zetas se le llama sarcómera que es la unidad de contracción de una fibra muscular.

Entre los miofilamentos podemos encontrar depósitos de glucógeno, mitocondrias alargadas y dispuestas longitudinalmente. En la periferia de cada una de las fibras se encuentra una serie de tubulos transversos que son invaginaciones del sarcolema, a nivel de cada sarcómera. Los túbulos se ramifican al penetrar al sarcoplasma de tal manera que rodean cada uno de los miofilamentos. El retículo sarcoplásmico es una serie de túbulos y vesículas membranosas que se disponen alrededor de las miofibrillas.

El músculo estriado tiene abundante tejido conectivo que se encuentra organizado en una capa superficial que des el epmisio, tabiques de tejido conectivo que quedan entre los haces de fibras ( el perimisio y el tejido conectivo finamente reticular que se observa íntimamente asociado con cada una de las fibras ( el endomisio ), todo esto se observa mejor en el músculo en corte transversal.

## MUSCULO CARDIACO.

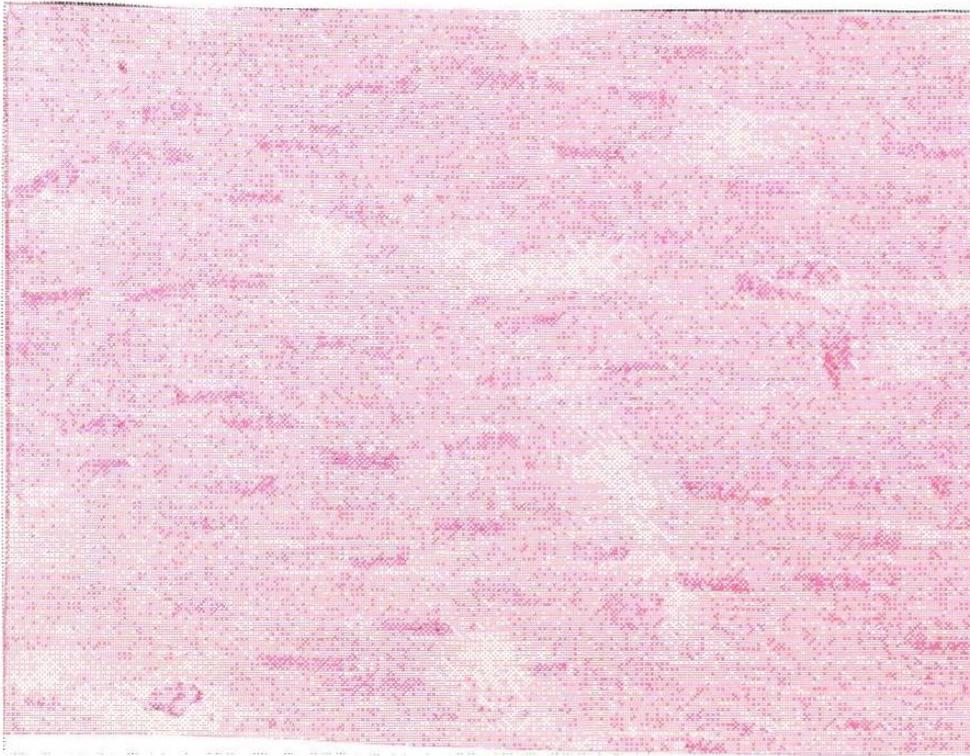
Como su nombre lo indica, se encuentra dispuesto únicamente en el corazón. En este tipo de músculo las células se observan anastomosadas formando una red. Los intersticios que hay entre la red están llenos de tejido conectivo ( endomisio ) en donde puede observarse capilares sanguíneos.

Al microscopio de campo claro las fibras cardiacas presentan un citoplasma acidófilo. Los núcleos tienen forma ovoide y dispuestos en la parte media de las fibras. Estas células tienen un diámetro intermedio entre las fibras lisas y las estriadas voluntarias. En cortes longitudinales se pueden apreciar las bandas o discos que atraviesan cada una de las fibras, pero además las células cardiacas se encuentran cruzadas por bandas que se tiñen intensamente con métodos

específicos, a estas se les llama discos intercalados y van a quedar insertos en algunas sarcómeras.

Al microscopio electrónico también se observa un sarcoplasma con miofibrillas, un sistema de túbulos transversos que se continúan del sarcolema y que al ramificarse rodean a las miofibrillas, no se encuentra bien desarrollado el retículo sarcoplasmico. Las mitocondrias son abundantes entre las miofibrillas.

Por otro lado se ha observado que las miofibrillas se anastomosan formando una trama continúa en lugar de estructuras cilíndricas a como se manifiestan en el músculo esquelético. Dentro de esta trama hay mitocondrias abundantes manifestando la gran cantidad de energía que requieren estas células.



Observación de un corte de intestino (músculo liso longitudinal y transversal)

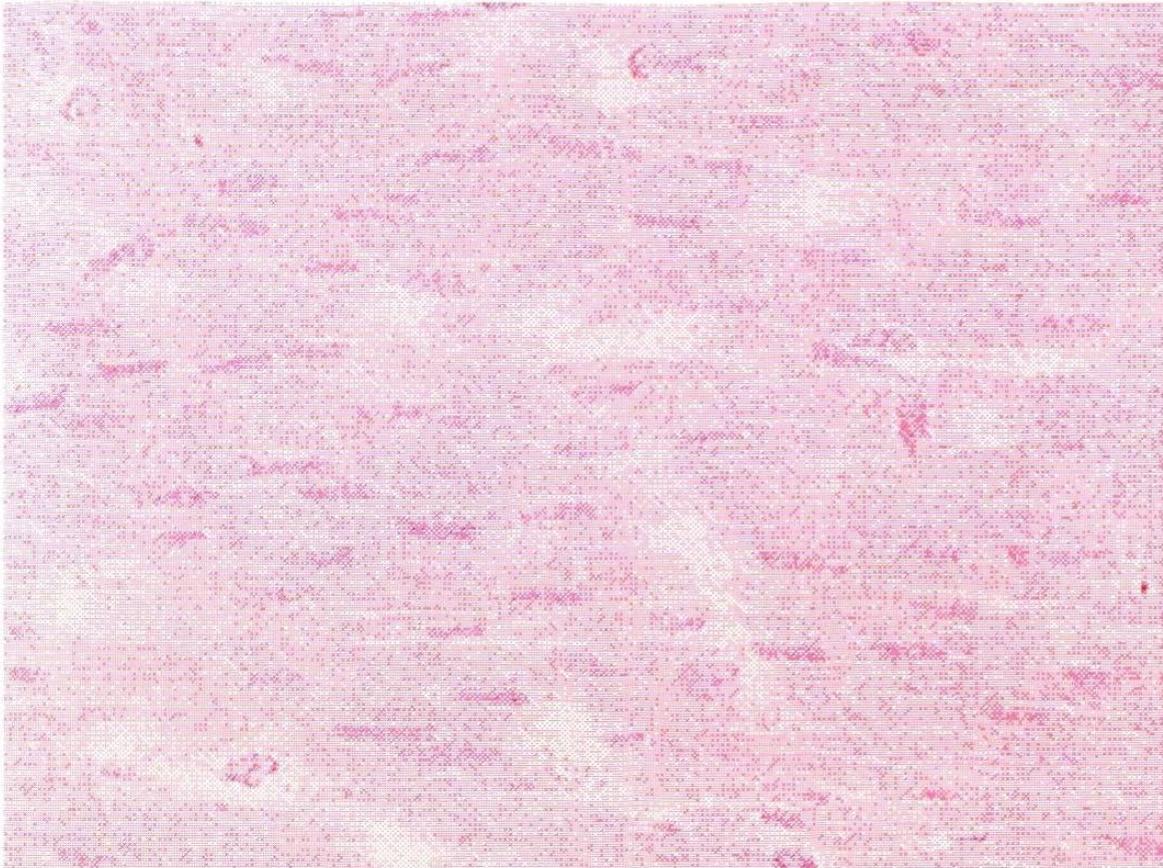
Aumentos:

Coloración:

Descripción:

Questionario:

1. ¿Cuál es la función del músculo liso?
2. ¿En que sitios se encuentra el músculo liso?
3. ¿Qué tipo de filamentos presenta el músculo liso?
4. Diferencias entre los demás tipos de tejido muscular.



HMh-29. 40X. Intestino de humano. Músculo liso de Corte transversal. que presenta como característica principal células en forma fusiforme con su núcleo en la parte central, también recibe el nombre de visceral o involuntario.



Observación de un corte de lengua (músculo esquelético longitudinal y transversal)

Aumentos:

Coloración:

Descripción:

Cuestionario:

1. ¿Cuál es la función del músculo esquelético?
2. ¿En que sitios se encuentra el músculo esquelético?
3. ¿Qué tipo de filamentos presenta el músculo esquelético?
4. Describa el mecanismo de la contracción muscular.
5. ¿Qué bandas desaparecen durante la contracción muscular?
6. Diferencias entre los demás tipos de tejido muscular.



HMg-12. 40X. Lengua de gato. Músculo esquelético. Corte longitudinal de músculo esquelético en donde se observan células de gran tamaño, con sus núcleos en la periferia, son células multinucleadas, también recibe el nombre de músculo estriado voluntario. Presenta estriaciones transversales.



Observación de un corte de corazón (músculo cardíaco)

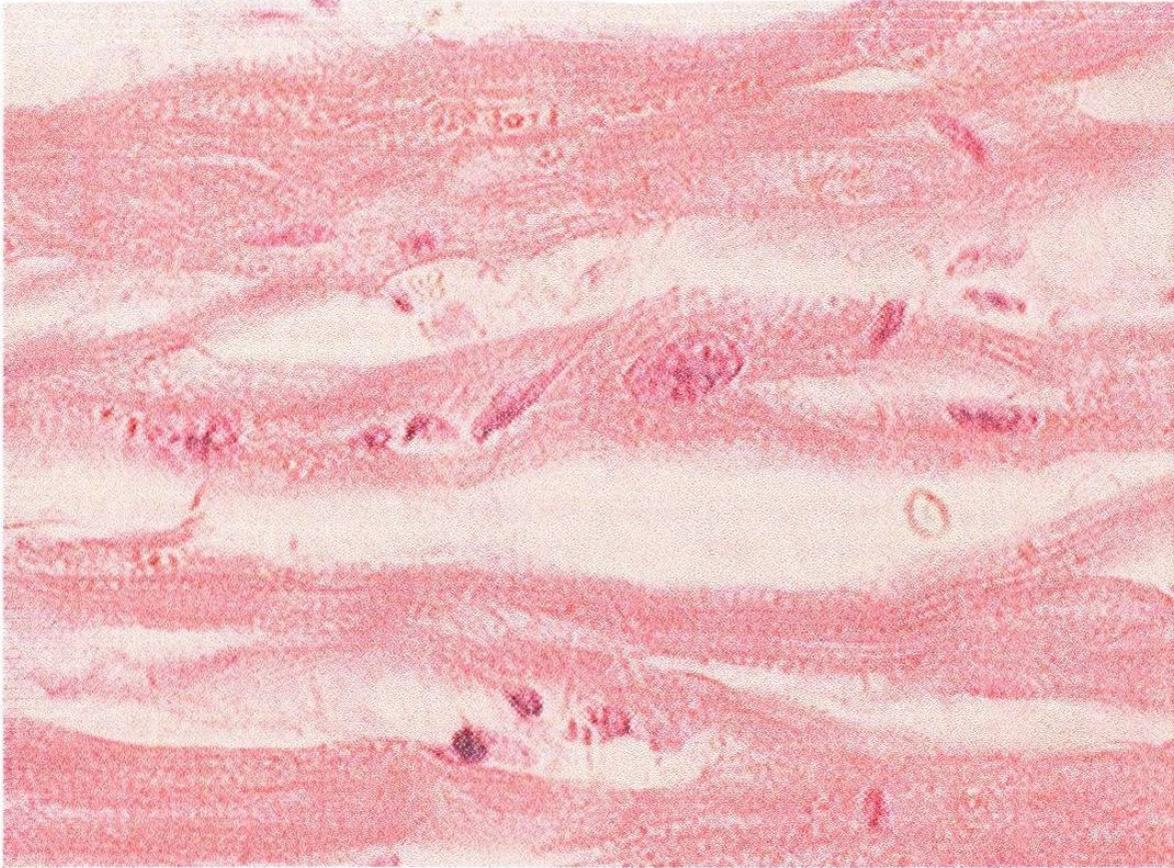
Aumentos:

Coloración:

Descripción:

Cuestionario:

1. ¿Cuál es la función del músculo cardíaco?
2. ¿En que sitio se encuentra el músculo cardíaco?
3. ¿Qué es la sarcómera?
4. ¿Qué es la anastomosis?
5. Diferencias entre los demás tipos de tejido muscular.



**HMh-3. 40X. Corazón de humano. Músculo cardíaco. Corte longitudinal en donde se observan con su núcleo en la parte central, presenta estriaciones transversales, también recibe el nombre de músculo estriado involuntario.**

## TEJIDO NERVIOSO

**Objetivo:** El alumno conocerá el tejido nervioso, así como sus variantes de acuerdo a sus funciones y morfología.

Es uno de los tejidos básicos que está constituido por células cuya forma y función son ítemente especializadas. En los animales superiores estas células se organizan formando órganos definidos que en conjunto constituyen el sistema nervioso son las neuronas aparte de un pequeño grupo de células de sostén que son las células de neuróglia y que representa el tejido conectivo del sistema nervioso.

La unidad estructural y funcional del sistema nervioso es la neurona, pero la unidad funcional del sistema nervioso es el arco reflejo. En el arco reflejo pueden intervenir dos ó más neuronas. Al punto de contacto entre dos neuronas se le da el nombre de sinápsis. El arco reflejo más sencillo es el rotuliano. La función básica del sistema nervioso consiste en servir como tejido receptor de diversos tipos de estímulos que provienen del exterior o del interior del cuerpo, de tal manera que puede ser estimulado para conducir rápidamente impulsos nerviosos a músculos y glándulas.

En algunos animales invertebrados como la esponja, anémona de mar, lombriz de tierra, etc., el sistema nervioso se encuentra dispuesto muy superficialmente en lo que respecta a sus neuronas aferentes. Estas neuronas sensitivas mandan impulsos nerviosos a las fibras musculares que se encuentran en una posición más profunda. Durante el proceso de la evolución cuando los organismos pluricelulares se hicieron más complicados las células nerviosas se organizaron disponiéndose en los órganos más internos, pero sus neuronas se encuentran en contacto con la superficie del organismo mediante sus fibras nerviosas que en conjunto representan parte del sistema nervioso periférico.

El sistema nervioso de los animales superiores está dividido en sistema nervioso central y sistema nervioso periférico. El central está representado por el cerebro, cerebelo, bulbo raquídeo y médula espinal, estos órganos están protegidos por la bóveda craneana y columna vertebral. El sistema nervioso periférico está representado por los ganglios, los nervios, las fibras nerviosas, terminaciones nerviosas y algunas neuronas.

### Estructura de la Neurona y Tipos de Neuronas:

La neurona es la estructura básica de tejido nervioso. Esta formada por un cuerpo celular, el núcleo y prolongaciones neuronales que se extienden a larga

distancia del cuerpo celular. Al cuerpo celular se le da el nombre de pericarion. La forma de las neuronas es variable entre las que podemos encontrar formas piramidales, ovoides, aplanadas y redondeadas. También sus dimensiones son muy variables y podemos encontrar neuronas de tamaños considerables.

Generalmente el núcleo de la neurona tiene posición central. Son bastante voluminosos y esféricos. La cromatina se encuentra distribuida en forma de gránulos finos por lo que el nucleólo es bastante claro. A nivel de pericarion podemos encontrar los centrosomas que son difíciles de observar en los cuerpos celulares adultos, pero aplicando un método específico se pueden observar en los neuroblastos de tejidos embrionarios.

Otro de los componentes del pericarion es el acúmulo de material basófilo (cuerpos de Nissl). Estos cuerpos basófilos tienden a disolverse temporalmente cuando el axón sufre alguna lesión. Cuando sucede la cromatolisis el núcleo es desplazado hacia un lado. En el microscopio electrónico se ha observado que los cuerpos de Nissl están formados por grupos de vesículas membranosas aplanadas de superficie rugosa con gran número de ribosomas (sustancia cromidial). Las mitocondrias están dispuestas entre la sustancia cromidial y no tienen ninguna característica especial. El complejo de Golgi se encuentra rodeado al núcleo, aunque puede haber otro tipo de distribución según el tipo de neurona.

Se presentan dos tipos de pigmentación en las células nerviosas; la lipofucsina que aparece primero en las células ganglionares un poco después del nacimiento y que va aumentando con la edad. El otro de los pigmentos es la melanina que se distribuye a nivel del cerebro medio (sustancia negra).

Las neuronas presentan dos tipos de prolongaciones que son las dendritas y los cilindroejes o axones. Las dendritas se extienden desde la superficie de las neuronas como si fueran las ramas de un árbol, las que se van adelgazando a medida que se alejan del cuerpo neural. Las partes más gruesas de las dendritas contienen acúmulos de material basófilo y mitocondrias, es probable que las neurofibrillas lleguen hasta las ramas más finas. En preparaciones impregnadas con plata se observan botones a manera de espinas que se les han llamado gémulas. Debido a las ramificaciones de las dendritas y a la presencia de estos botones cada neurona se puede poner en contacto con muchas neuronas y recibir sus impulsos. Las dendritas son fibras nerviosas que reciben los estímulos del medio ambiente (fibras aferentes).

De cada neurona sale un axón de una parte especial de la superficie de la célula denominada como axónico. Los axones alejan los impulsos del cuerpo neural (fibras nerviosa eferente). Un cilindro eje tiene una longitud que oscila entre 1 mm. hasta varios centímetros o más de un metro. Los axones tienen un mismo diámetro en toda la longitud de la fibra, pero es variable de una neurona a otra, pueden desde una micra hasta varias micras. Los axones que se encuentran

a nivel de la sustancia blanca de la médula espinal y del encéfalo están cubiertos de mielina.

Cada fibra nerviosa está cubierta de una vaina protoplasmática que se llama neurolema (neurilema) o vaina de Schwann. Esta vaina proviene de células que se originan a partir de la cresta neural. En muchas fibras nerviosas que puede haber una capa de mielina entre el axón y el neurolema (fibras mielínicas) mientras que otras no poseen esa capa de mielina por lo que se les llama fibras no mielinizadas o amielínicas.

La mielina se interrumpe periódicamente por constricciones denominadas nudos de Ranvier. A nivel de los nudos no hay mielina y la vaina del neurolema penetra profundamente hasta la fibra sin llegar a cubrirla por completo. Existe hasta una célula de neurolema entre cada dos nudos, las distancias que hay entre dos nudos de Ranvier puede ser hasta de 1 mm. Cuando una fibra nerviosa se procesa por el método de parafina y se colorea con hematoxilina y eosina, se observa que la mielina está disuelta presentándose en imagen negativa. Pero si las fibras se tratan con mordientes especiales, se observa que los componentes lipídicos de la mielina no se disuelven, por lo tanto, los cortes transversales tratados con hematoxilina y eosina muestran los espacios ocupados previamente por las vainas de la mielina, como áreas redondeadas y con una parte central que corresponde al axón por fuera del espacio y como una prominencia se puede observar el neurolema del que se puede apreciar el núcleo.

La mielina es una sustancia inerte que contiene colesterol, fosfolípidos y proteínas. Es soluble en los solventes de las grasas, por lo tanto no se puede estudiar en cortes procesados por el método de parafina. En cortes teñidos con hematoxilina y eosina y previamente procesados por el método de parafina se observan espacios que rodean a cada uno de los axones, entre dichos espacios se encuentran los núcleos de las células de neuroglia.

Con fijadores especiales como el ácido ósmico, la mielina no se disuelve y se observa de color negro.

Las fibras nerviosas son más fáciles de estudiar en cortes transversales de nervios, en donde se pueden observar también los núcleos de los fibroblastos y macrófagos del endoneurio. Ahora bien, si observamos una preparación con una fijación previa de ácido ósmico, se observa que la mielina no se disuelve si no que se observa de color negro en forma de vainas dispuestas en anillos alrededor de los axones.

Las neuronas según el número de prolongaciones que presente en su superficie puede ser unipolares bipolares y multipolares. Las unipolares son clásicas de algunas formas inferiores y en los tejidos embrionarios. Se caracterizan por ser una sola prolongación, que es el axón. Las neuronas bipolares se caracterizan por presentar solo una dendrita y un axón. Son propias

de áreas sensoriales. Los cuerpos de estas neuronas se encuentran a nivel de los ganglios raquídeos.

Y por último las neuronas multipolares son aquellas que presentan varias dendritas y solo un axón. Los cuerpos celulares se encuentran a nivel del sistema nervioso central. Las neuronas también se pueden clasificar en aferentes y eferentes. Los aferentes son generalmente neuronas bipolares con una dendrita que va hacia la superficie llevando los impulsos hacia el cuerpo neural y un axón que aleja los impulsos del cuerpo neural hasta la médula espinal. En las neuronas aferentes los cuerpos neurales se encuentran a nivel de los ganglios raquídeos o cerebrales del sistema nervioso central. Y todos los cuerpos celulares de las neuronas conectoras y eferentes (con algunas excepciones) del sistema nervioso vegetativo se hayan en el sistema nervioso central. Las prolongaciones de las neuronas aferentes y de las eferentes se encuentran a nivel del mismo nervio periférico.

## ARQUITECTURA DE LA MEDULA ESPINAL

En un corte transversal de la médula espinal se puede encontrar una área central en forma de H y que corresponde a la sustancia gris. En la parte central de la H se puede observar un conducto central que es el epéndimo. La sustancia gris presenta prolongaciones que son las astas anteriores y posteriores a la médula. La sustancia gris esta rodeada por la sustancia blanca. La parte anterior (ventral) de la médula presenta un surco bastante profundo denominado surco de la médula espinal y en la parte posterior (dorsal) encontramos otro surco posterior de la médula espinal, pero es más superficial que el anterior.

La sustancia gris de la médula espinal contiene los cuerpos de la neuronas y células de neuroglia, así como también las fibras no mielínicas, algunas mielínicas y algunos vasos sanguíneos rodeados de una ligera cantidad de tejido conectivo. Las astas anteriores son anchas y cortas y por lo tanto no llegan a la superficie de la médula. En cortes transversales teñidos con hematoxilina de Harris y eosina se destacan los cuerpos de las neuronas y los núcleos de las células de neuroglia dispuestos en una red de fibras nerviosas y prolongaciones de las células de neuroglia. Los cuerpos de las neuronas se encuentran distribuidos en agregados denominados "núcleos".

Las neuronas de las astas anteriores son las más grandes de la médula espinal, los de las astas posteriores son menores y las neuronas de las áreas laterales tienen dimensiones intermedias. Las neuronas más notables de las astas anteriores son las radicales que es donde se originan las fibras eferentes que llegan hasta los músculos de cada segmento de donde deriva la acción muscular. Estas células tienen gran volumen, son multipolares, con abundante sustancia cromidial.

Las neuronas de las áreas laterales producen axones que llegan a los ganglios del sistema nervioso vegetativo. Las neuronas de las astas posteriores son llamadas intersegmentales e intrasegmentales. Las fibras aferentes que proceden de los segmentos corporales y de la sustancia gris penetra en las astas posteriores estableciendo sinápsis y mandan sus impulsos a diferentes partes del sistema nervioso central. La sustancia blanca de la médula espinal está constituida por fibras nerviosas mielínicas y células de neuroglia, las cuales presentan un aspecto reticular. La sustancia blanca de la médula espinal se encuentra dividida en cordones.

## CEREBRO Y CEREBELO

A nivel del cerebro y cerebelo la disposición de la sustancia gris y blanca se invierten de tal manera que una capa de sustancia gris está cubriendo la sustancia blanca. Esto es debido a que los neuroblastos de la capa media del tubo neural en desarrollo emigran atravesando la capa externa de la sustancia blanca para quedar colocados por fuera del tubo y quedar los hemisferios cerebrales y cerebeloso cubiertos de una delgada capa de sustancia gris .

Cerebelo.- La corteza cerebelosa se encuentra constituida por tres capas: 1) Una capa molecular externa con muchas fibras no mielínicas y pocas células 2) Una capa intermedia de células muy grandes en forma de botella que son las células de Purkinje. 3) Una capa granulosa interna, formada por neuronas pequeñas. Estas células dan origen a muy pocas dendritas que se ramifican como un abanico a través de la capa molecular hacia la superficie. El cilindroeje de las neuronas se dispone en sentido opuesto a la posición de las dendritas, atraviesa la capa granulosa y penetran en la sustancia blanca para terminar en la mesa central de la sustancia gris. La función del cerebelo es asegurar la coordinación, mantener el equilibrio y el tono de los movimientos musculares.

Corteza cerebral.- El cerebro es una masa de tejido nervioso que esta dividida en dos porciones laterales denominadas hemisferios. En el hombre y otros animales la superficie de los hemisferios presenta una serie de pliegues a cuyas elevaciones se les llama circunvoluciones y a los surcos que las separan se les llama cisuras. La presencia de estos pliegues o arrugas que el cerebro tenga una mayor exposición.

En un corte transversal de los hemisferios cerebrales se observa la capa de sustancia blanca al centro y la de sustancia gris hacia afuera. La sustancia gris es la corteza cerebral que tiene un espesor que va de 1.5 a 4 mm. presenta seis capas que son:

a) La capa molecular relativamente tiene pocas células y fibras que corren en varias direcciones que provienen de células de las capas más profundas.

- b) La capa granulosa externa compuesta por neuronas pequeñas dando el aspecto granuloso a esta capa.
- c) Capa de células piramidales con células en forma piramidal.
- d) Capa granulosa interna también compuesta de pequeñas neuronas.
- e) Capa piramidal interna ó ganglionar cuyas células tienen la forma piramidal.- En el área motora de la corteza, estas células piramidales son gigantes y se les llama también células de Best.
- f) La capa de células polimorfas que esta representada por células de diferentes formas.

Entre cada una de las seis capas se encuentran células de neuroglia.

La sustancia blanca está formada por fibras mielínicas organizadas en haces que corren en todas direcciones. Son fibras de asociación las que unen una parte de la corteza con otra del mismo lado. Las fibras que conectan zonas corticales de un lado con las del lado opuesto se les llama fibras comisurales. Las fibras de proyección son las que unen capas de la corteza con centros motores inferiores. Con hematoxilina y eosina, los cortes se aprecian con un fondo azul pálido sin estructura histológica. Este fondo está representado por prolongaciones de células de neuroglia y fibras nerviosas entrelazadas. Si se observa un corte grueso se puede seguir la dirección de la fibras siempre y cuando se usen método de impregnación, de tal manera que se pongan de manifiesto como líneas oscuras.

Los núcleos de las neuronas en los cortes teñidos con hematoxilina y eosina como son muy grandes son fáciles de reconocer. También se pueden distinguir los de las células de neuroglia. Las células de oligodendroglia se encuentra al lado de las neuronas y sus núcleos están intensamente teñidos (satélites perineuronales). El citoplasma de los astrocitos se pueden ver claramente, aunque sus prolongaciones se observan solamente con métodos especiales.

## CELULAS DE NEUROGLIA

Estas células representan el tejido conectivo del sistema nervioso por su función de protección y sostén para las células nerviosas. Son células que tienen gran cantidad de prolongaciones fibrilares que son difíciles de observar con los métodos ordinarios. Dentro de la neuroglia se estudian las siguientes células: Astrocitos, células de oligodendroglia, microglia y células del epéndimo.

Los astrocitos son de dos tipos: los fibrosos que se caracterizan por sus prolongaciones muy largas, rectas y poco ramificadas. Estas células se observan en la sustancia blanca. En el citoplasma de sus prolongaciones presentan haces de filamentos. Los astrocitos protoplasmáticos presentan prolongaciones muy cortas y bastantes ramificadas, que salen de toda la superficie de la célula y con gran cantidad de filamentos. Tienen un núcleo bastante voluminoso y dentado. Se observan en la sustancia gris del cerebro y la médula espinal. El número de estas células es enorme.

Las células de oligodendroglia son las más abundantes de las células de neuroglia. Se encuentran a lo largo de los axones y son los responsables de la formación de la vaina de mielina. Tienen abundante citoplasma y presentan todos sus organitos. Los núcleos de los oligodendrocitos tienen forma irregular y esférica o bien ovoide. Estas células tienen dimensiones intermedias entre los astrocitos y las células de microglia.

Las células de microglia son pequeñas, se encuentran en la sustancia gris y blanca. Tienen prolongaciones angulares. Se considera que son células fagocíticas. Con el microscopio compuesto y con los métodos ordinarios de tinción las células de microglia presentan núcleos alargados pequeños con cromatina condensada y con un citoplasma que es difícil de distinguir.

**Células endimarias y plexos coroideos.-** Las células endimarias recubren la luz del epéndimo u los ventrículos cerebrales. Son células de sostén que mandan prolongaciones que llegan a la superficie exterior de la médula formando la membrana limitante externa. Las células endimarias también revisten los plexos coroideos que están altamente vascularizados. Los plexos coroideos son penachos de capilares sanguíneos cubiertos por un epitelio cúbico a través del cual pasa el líquido tisular (líquido cefalorraquídeo), que llena los espacios ventriculares y el conducto endimario. Estos plexos coroideos nacen del techo de los ventrículos tercero y cuarto y se proyectan a los ventrículos primero y segundo. Un plexo coroideo es una serie de prolongaciones en forma de hoja sostenidas por un tronco ó tallo. Cada una de las hojas presentan plexos vasculares bien definidos. El epitelio que cubre las hojas recibe el nombre de epitelio de los plexos coroideos y está sostenido por tejido conectivo muy delicado. El líquido cefalorraquídeo se produce en los plexos distribuyéndose por los ventrículos 1o, 2o, 3o y 4o, el conducto endimario pasando por los agujeros de Luscka y Magendie hasta los espacios subaracnoideos. El líquido cefalorraquídeo pasa de nuevo a la sangre a través de las vellocidades aracnoideas que se encuentran en los senos venosos de la duramadre. El líquido cefalorraquídeo es una sustancia incolora y transparente, muy parecido al líquido tisular que contiene sales inorgánicas y muy poca proteína. Incluidas en el líquido tisular existen células correspondientes a la variedad linfocítica. Diversas enfermedades se pueden diagnosticar con un análisis del mencionado líquido.

## **MENINGES**

Son las cubiertas protectoras del sistema nervioso central. Las meninges están constituidas por tres capas de tejido conectivo que son: La piamadre, la aracnoides y la duramadre.

**Piamadre.-** Es la capa íntimamente asociada con la médula y con la corteza cerebral y cerebelosa. Es una membrana que está formada por haces entrelazadas de fibras colágenas y una mediana cantidad de finas fibras elásticas. Está cubierta por una fina membrana constituida por células aplanadas muy semejantes a las mesoteliales, además existen fibroblastos macrófagos y gran cantidad de vasos sanguíneos. La piamadre penetra junto con los vasos sanguíneos revistiendo los espacios perivascular.

**Aracnoides.-** Esta membrana se encuentra separada de la piamadre por una serie de trábeculas semejantes a la tela de araña de allí el nombre que recibe.

Por estar unidas la piamadre y la aracnoides se les ha dado el nombre de piaracnoides. Esta membrana esta constituida por fibras colágenas finas y fibras elásticas. El techo y cada una de las trábeculas de las aracnoides están revisadas por una fina membrana de células aplanadas de tipo mesotelial. Los espacios subaracnoideos están llenos de líquidos cefalorraquideo. Como el techo de la aracnoides no penetra a nivel de las cisuras de la superficie del cerebro, que da mayor espacio para el líquido cefalorraquideo en esa área.

**Duramadre.-** Es la meninge más consistente de las tres pues está constituida por tejido conectivo denso. Las fibras colágenas de la duramadre craneal se disponen en forma irregular, en contraposición con las fibras de la duramadre raquídea que se dispone en sentido longitudinal. También existe una determinada cantidad de fibra elástica. A nivel de la médula espinal la duramadre se encuentra separada del periostio de las vertebrae del conducto raquídeo, el espacio que queda entre ambos es llamado espacio epidural y esta lleno de tejido areolar laxo con un poco de grasa y gran cantidad de venas. El espacio que queda entre la superficie interna de la duramadre y la cara externa de la aracnoides se le llama espacio subdural.

A la inversa de lo que sucede en la duramadre raquídea en el cráneo la separación no existe. La duramadre aquí se divide en dos capas: la interna asociada con la aracnoides y la externa con el periostio de los huesos del cráneo. La capa interna de la duramadre penetra internamente a nivel de las cisuras formándose grandes compartimientos entre la duramadre interna y externa. Estos

espacios ó compartimentos están revestidos de endotelio y representan los senos de la duramadre. A nivel de los senos se puede presentar algunas vellocidades aracnoideas en donde se hace absorción del líquido cefalorraquídeo.

## SISTEMA NERVIOSO PERIFERICO

Esta formado por ganglios nerviosos terminaciones nerviosas y órganos sensoriales.

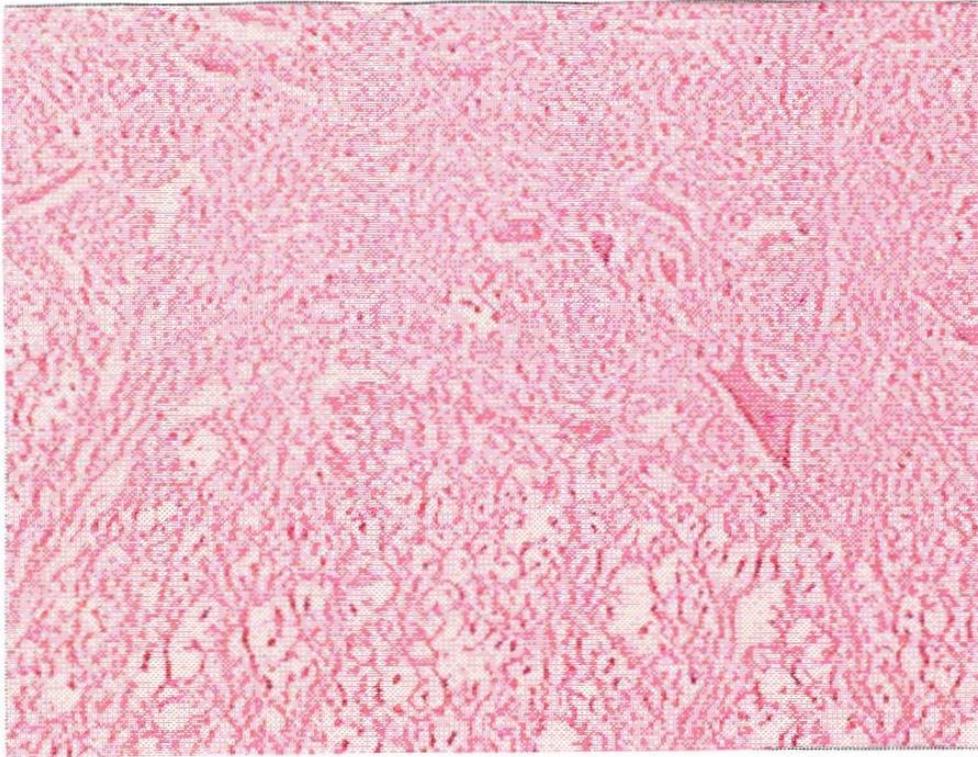
**Ganglios:** Es un conjunto de neuronas situadas fuera del sistema nervioso central. Tenemos dos tipos de ganglios: Los craneoespinales ó ganglios: Los craneoespinales ó ganglios sensitivos y los del sistema nervioso autónomo. Generalmente podemos decir que los ganglios pueden tener desde unas cuantas neuronas hasta gran cantidad de las mismas (50,000). Cada ganglio tiene una cubierta de tejido conectivo más o menos densa según el tamaño del ganglio (la cápsula). Hacia el interior de la cápsula de tejido conectivo parte una red muy fina de fibras elásticas y colágenas, hay también gran cantidad de vasos sanguíneos y entre todo esto se encuentran los cuerpos de las neuronas y fibras nerviosas (dendritas y cilindroejes). Cada neurona tiene una cubierta única de pequeñas células cúbicas, a las que se les denomina células de la cápsula ó satélites.

Los ganglios espinales están situados en las raíces posteriores de los nervios, tienen aspecto fusiforme o globuloso. Las neuronas son de tipo pseudounipolares, tienen la forma esférica con una sola prolongación que al entrar en un haz de fibras se divide en dos, una de ellas se forma más gruesa representando la fibra receptora y la otra prolongación pasa al sistema nervioso central. En los ganglios las neuronas se disponen en grupos hacia la periferia del ganglio. Estos grupos están separados por una fina cantidad de tejido conectivo. Las células más pequeñas del ganglio pueden medir de 15 a 20 micras y las más grandes llegan a medir hasta 100 micras de diámetro. Las primeras tienen prolongaciones amielínicas y las segundas presentan sus prolongaciones con su capa de mielina.

Los ganglios autónomos generalmente son muy pequeños sobre todo los que se encuentran en la superficie de los órganos inervados. Las neuronas son multipolares y de forma estrellada. Las dendritas siguen un curso un curso contorneado formando un glomérulo en el interior o exterior de la cápsula. En los ganglios más pequeños puede faltar la cápsula. Los cilindroejes pueden ser amielínicos y no se agrupan en haces.

**Nervios.-** Están formados por un conjunto de fibras nerviosas con una cubierta de tejido conectivo. A esta capa de tejido conectivo se le denomina epineurio. Este último está formado por fibras colágenas, fibroblastos y vasos sanguíneos. El tejido conectivo de esta capa se proyecta hacia el interior del nervio dividiendo a las fibras en haces, cada uno cubierto por una capa más fina

de conectivo denominada perineurio y por último cada una de las fibras está rodeada por delicados filamentos que constituyen el endoneurio. En los nervios existe un riego sanguíneo abundante así como una buena cantidad de vasos linfáticos. Estos vasos se encuentran formando plexos a nivel del epineurio que al penetrar al interior se ramifican ampliamente llegando hasta cada una de las fibras.



Observación de un corte de médula espinal.

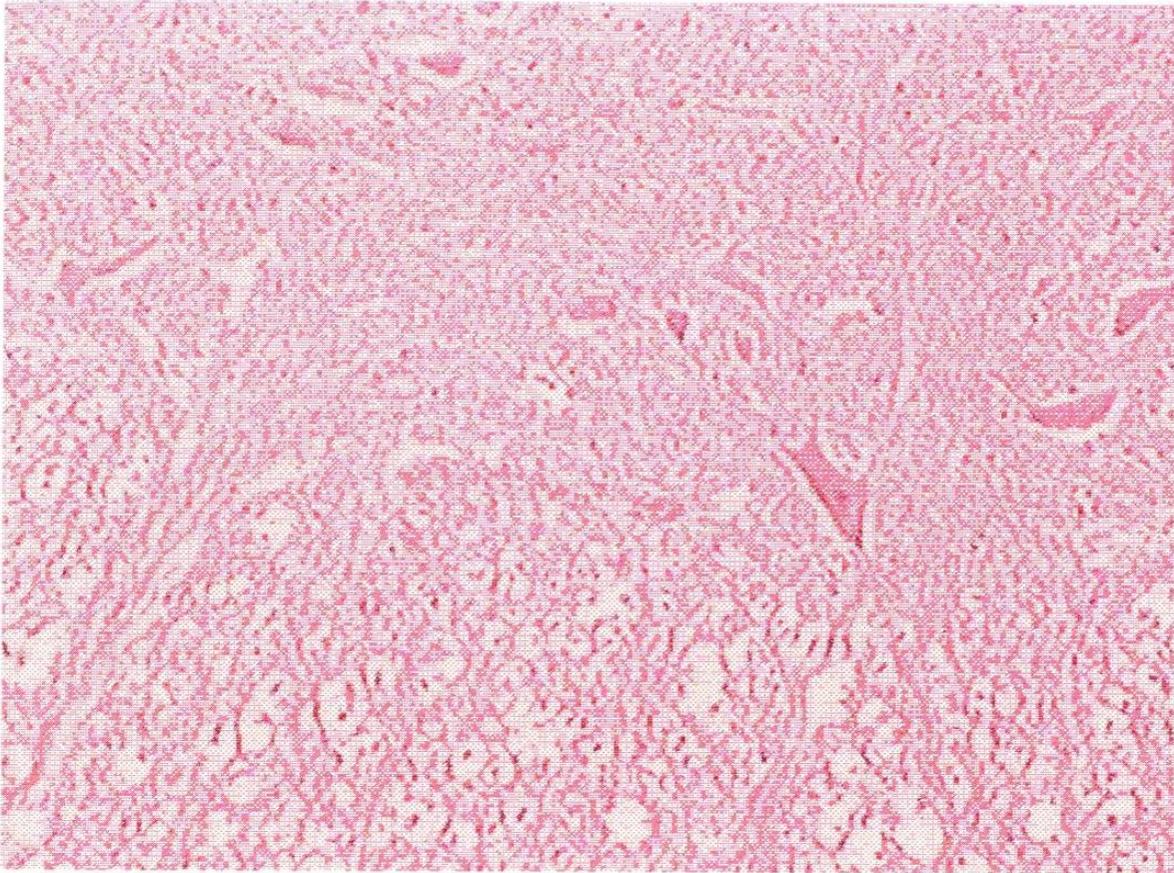
Aumentos:

Coloración:

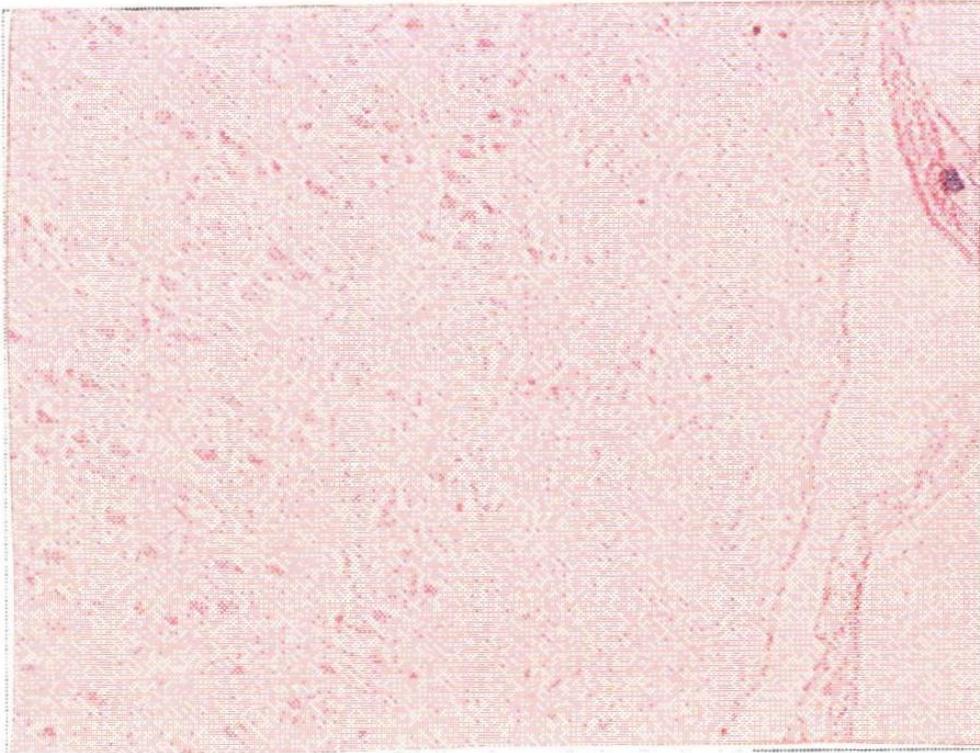
Descripción:

Questionario:

1. ¿Cuáles son los elementos que se encuentran en la sustancia gris?
2. ¿Cuáles son los elementos que se encuentran en la sustancia blanca?
3. ¿Qué función tiene el conducto ependimario?
4. ¿Cuál es la función de la médula espinal?



HMp-6. 10X. Médula espinal de perro. Corte transversal en donde se observan los elementos de la sustancia gris (neuronas), y los elementos de la sustancia blanca (vainas de mielina con sus axones o cilindroejes).



Observación de un corte de cerebro.

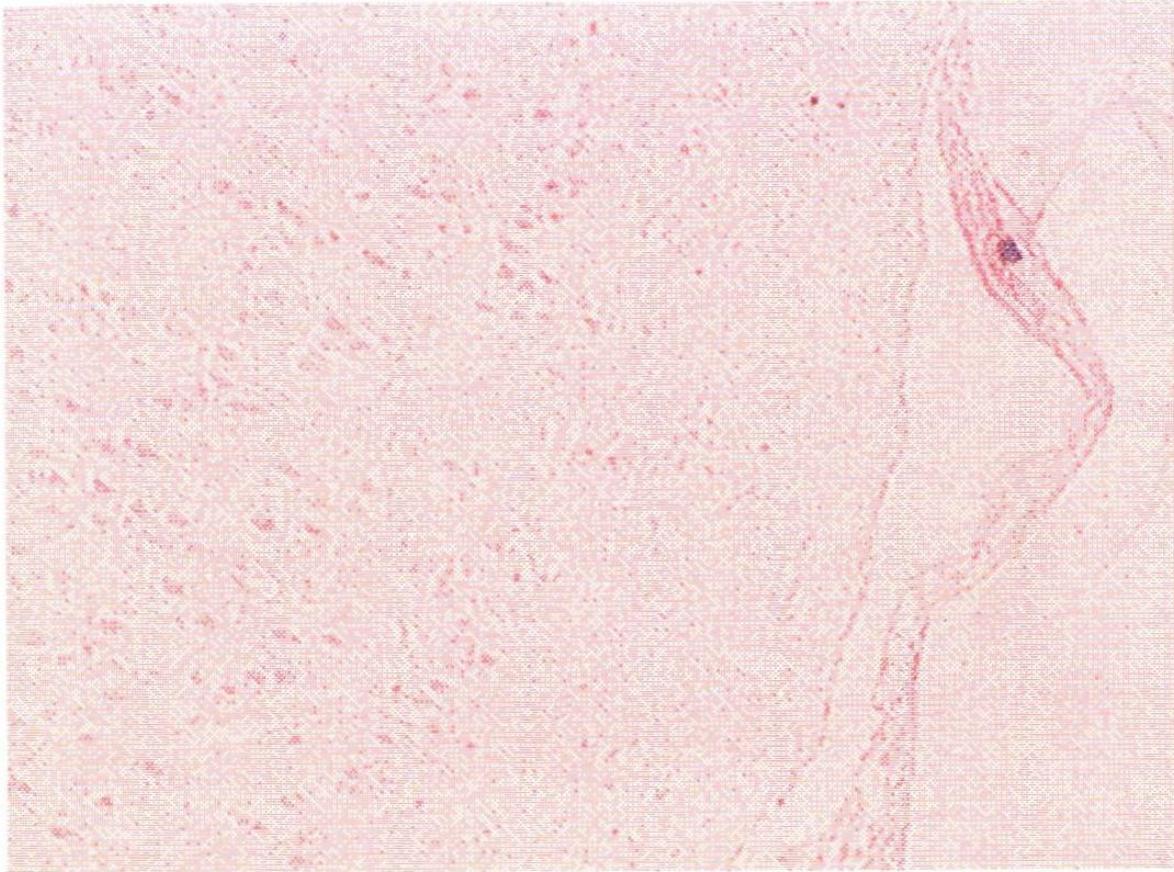
Aumentos:

Coloración:

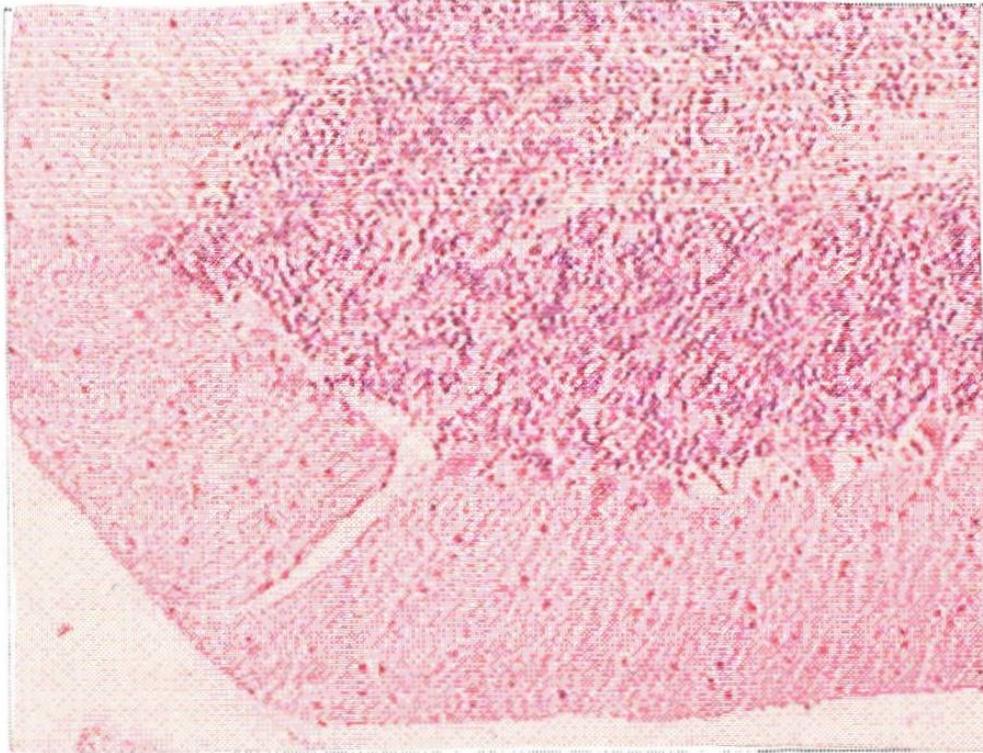
Descripción:

Questionario:

1. ¿Cuál es la función del cerebro?
2. ¿Cuáles son las capas que presenta la sustancia gris del cerebro?
3. ¿Cuáles son las células de neuroglia?
4. Diferencias entre cerebro y cerebelo.



HMg 33 10X Cerebro de gato Corte sagital en donde se observa la capa molecular y granulosa externa



Observación de un corte de cerebello

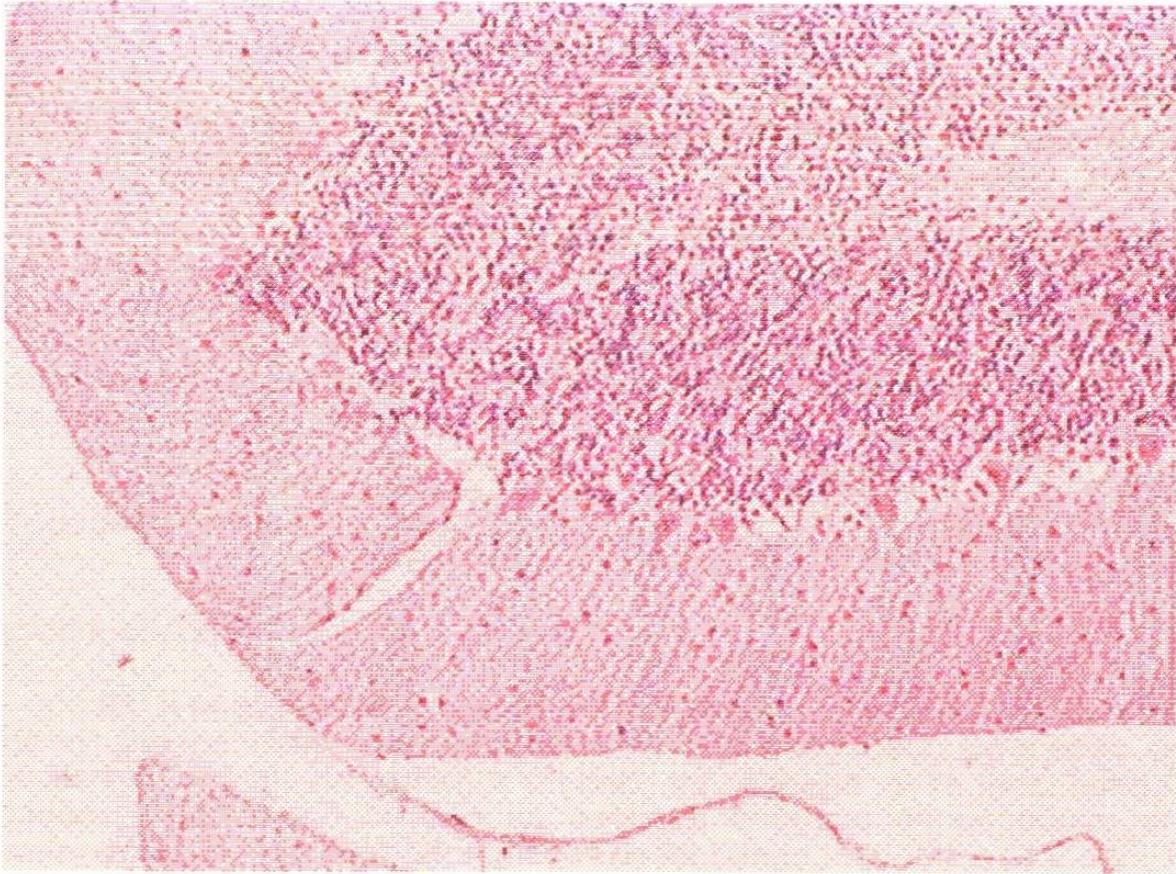
Aumentos

Coloración

Descripción

Cuestionario:

- 1 ¿Cuál es la función del cerebello?
- 2 ¿Cuáles son las capas que presenta el cerebello?
- 3 ¿Qué función tienen las células de Purkinje?



HMr-8 10X Cerebelo de rata. Corte sagital en donde se observan las tres capas de cerebelo: molecular, células de Purkinje y granulosa.

## **TEJIDO CARTILAGINOSO** **(Tejido Conectivo especializado)**

**Objetivo:** El alumno conocerá el tejido cartilaginoso, así como sus variantes de acuerdo a sus funciones y morfología.

Es uno de los tejidos de sostén que en los vertebrados más inferiores, forman todo el esqueleto de los organismos adultos (peces cartilagosos). En los organismos más superiores solamente en la etapa embrionaria hay un esqueleto cartilaginoso que posteriormente es sustituido por hueso en su mayor parte, solamente en algunas regiones del organismo persisten áreas cartilaginosas como las vías respiratorias, pabellón auricular, etc.

Tipos de Cartilago { Hialino  
Elástico  
Fibroso

### **CARTILAGO HIALINO**

Es un tejido translúcido que en estado fresco de color blanco opalescente. Es un tejido que durante la vida fetal forma casi todo el esqueleto. En el adulto se encuentra formando los cartílagos costales, los cartílagos de la nariz, laringe, tráquea y bronquios. También los cartílagos epifisarios de los huesos en crecimiento y revisten las caras articulares de los huesos.

En un corte de cartilago podemos encontrar células a las que se les llama condrocitos que se encuentran dentro de cavidades llamadas lagunas. Dentro de cada laguna puede haber uno o más condrocitos, cuando hay más de un condrocito al conjunto se les llama grupos isógenos. Las lagunas se encuentran separadas por abundante sustancia intercelular a la que se le llama matriz cartilaginosa que esta representada por fibras colágenas y sustancia fundamental.

**Células de cartilago.-** En el corte los condrocitos se observan contraídos debido a la presencia de glucógeno y lípido que se disuelven con el uso del método clásico, aunque en algunos casos se observa que las células llenan toda la laguna sobre todo si aplicamos métodos especiales de coloración y con una fijación adecuada. Generalmente las células más profundas son redondeadas al igual que sus lagunas, mientras que las que se encuentran cerca del pericondrio son algo aplanadas.

**Sustancia intercelular.-** También se le llama matriz cartilaginosa. Esta formada por fibras colágenas y sustancias fundamentales, esta última igual a el índice de refracción de las fibras. La sustancia fundamental esta constituida por condromucoides, formados por complejos de glucosaminoglucanos que contienen

condroitin-4-sulfato que es más abundante en el recién nacido y el condroitin-6-sulfato que es abundante en el período adulto. Otro componente es el sulfato de queratano poco abundante al nacimiento pero que aumenta enormemente en el período senil cuando el cartílago esta degenerado.

Con H y E la matriz cartilaginosa es muy basófila por la presencia de sulfatos. La matriz que rodea las lagunas cartilaginosas es muy basófila y se le llama matriz pericelular. La matriz que se encuentra alrededor de un grupo celular es altamente basófilo y se le llama capsular o territorial. Las regiones que se encuentran entre la lagunas tienen menos sulfato y más colágena por lo que son menos basófilos y se les llama matrices interterritoriales. La sustancia fundamental es positiva al P.A.S.

**Nutrición del Cartílago.-** El cartílago no tiene vasos sanguíneos y la nutrición de sus células es por difusión de sustancias nutritivas a través de la matriz cartilaginosa.

**Cubierta del cartílago.-** Todo el cartílago hialino tiene una cubierta de tejido conectivo a la que se le llama pericondrio. Está dispuesta en dos capas: la externa que esta formada por fibroblastos y fibras colágenas y la interna formada por células mesenquimáticas capaces de diferenciarse en fibroblastos y condroblastos que son precursores de los condrocitos. A esta ultima capa se le llama capa condrógena.

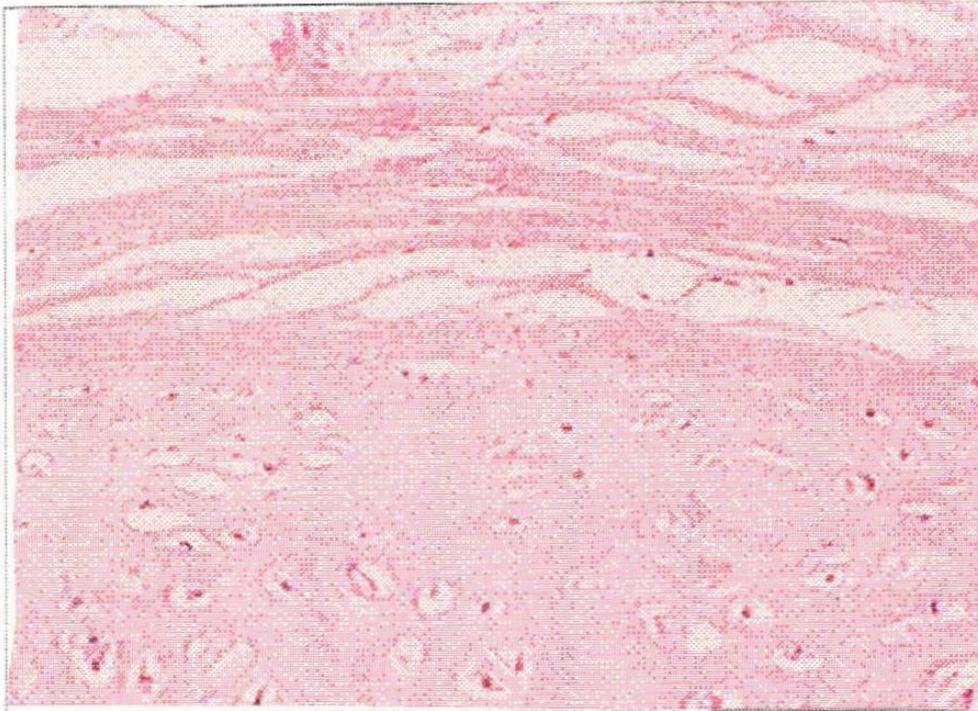
**Crecimiento.-** El cartílago hialino crece por aposición a partir de la capa condrógena y de una manera intersticial a partir de los condrocitos que están en el seno del cartílago y que son capaces de entrar en el proceso de division mitótica.

### **CARTILAGO ELASTICO.**

Este cartílago se encuentra en el oído externo, trompa de eustaquio, la epiglotis donde además de la consistencia se requiere cierta elasticidad. Este tejido se diferencia de hialino por la presencia de fibras elásticas además de las colágenas, las lagunas cartilaginosas son más grandes y hay poca sustancia intercelular entre ellas. El cartílago elástico es más amarillo y opaco que el hialino en estado fresco. El crecimiento de este cartílago es intersticial y por oposición. Es poco frecuente la calcificación del cartílago.

### **CARTILAGO FIBROSO.**

Se encuentra en áreas donde se requiere cierta resistencia tensil como las inserciones tendinosas. Lo característico de este tejido es la disposición paralela de las fibras colágenas y la organización de los condrocitos en hileras, aquí la sustancia intercelular es basófila, (en las hileras de condrocitos).



Observación de un corte de tráquea (cartilago hialino)

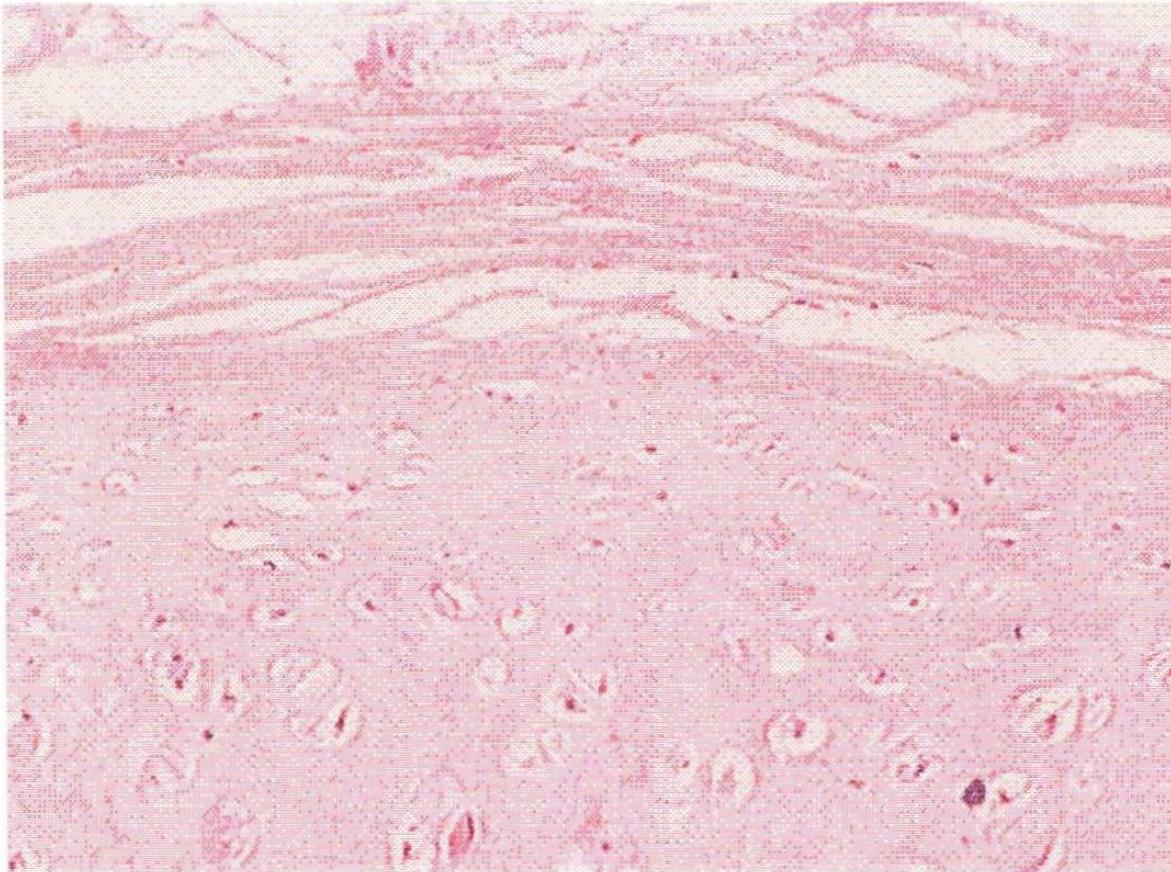
Aumentos:

Coloración:

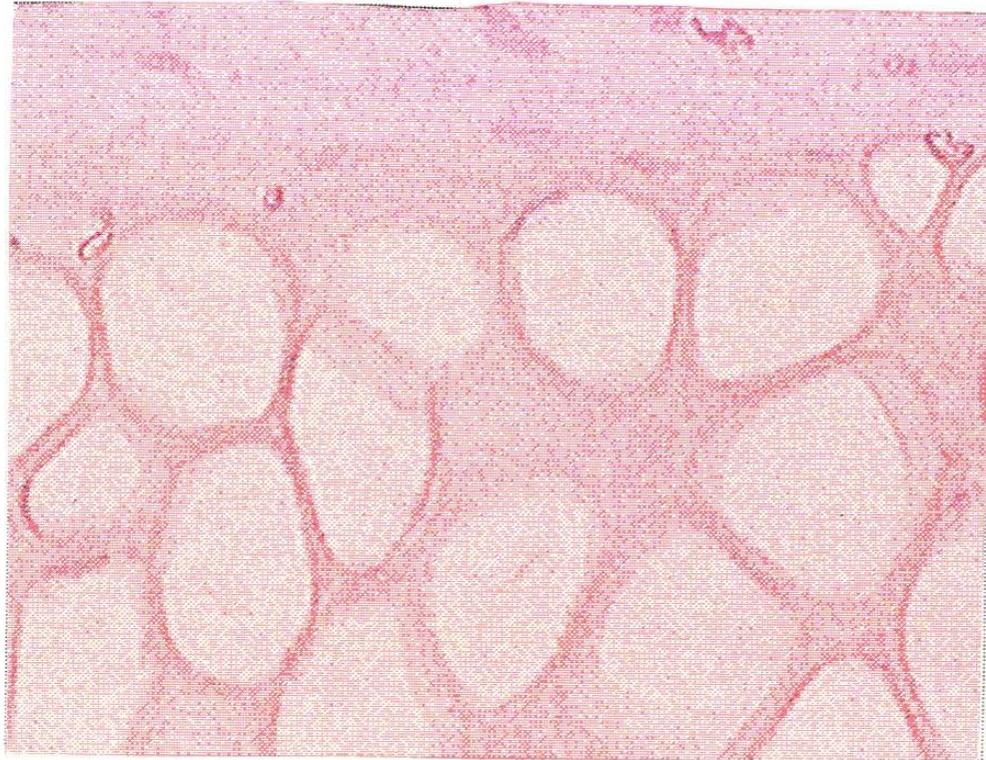
Descripción:

Cuestionario:

1. ¿Cuál es la función del cartilago hialino?
2. ¿En que sitios se encuentra el cartilago hialino?
3. ¿Cómo se encuentra formada la matriz cartilaginosa?
4. Diferencias entre los demás tipos de tejido cartilaginoso



HMh-4 10X Tráquea de humano Cartilago hialino Corte transversal en donde observamos los elementos del cartilago hialino el pericondrio formado por dos capas, la capa fibrosa y la capa condrogena, la matriz cartilaginosa, la laguna cartilaginosa y sus condrocitos y los nidos celulares



Observación de un corte de pabellón auricular (cartílago elástico)

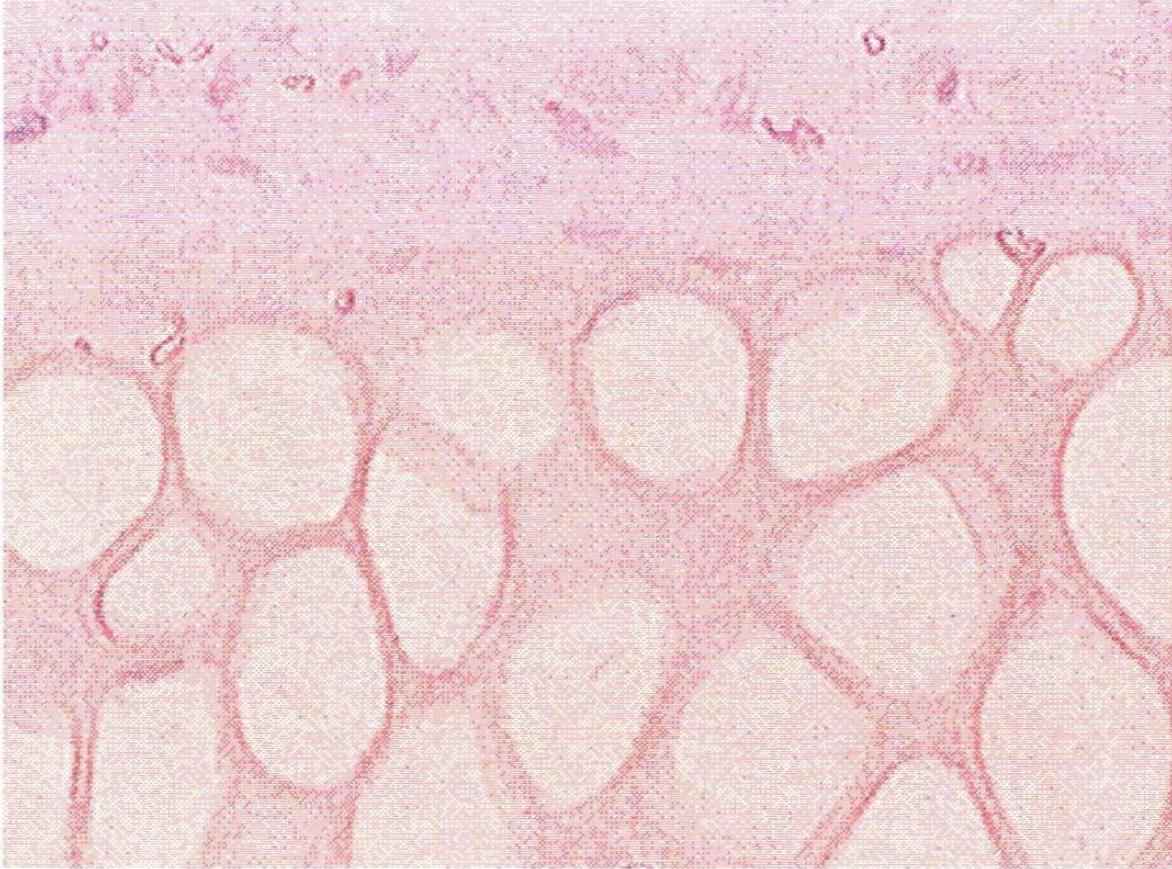
Aumentos:

Coloración:

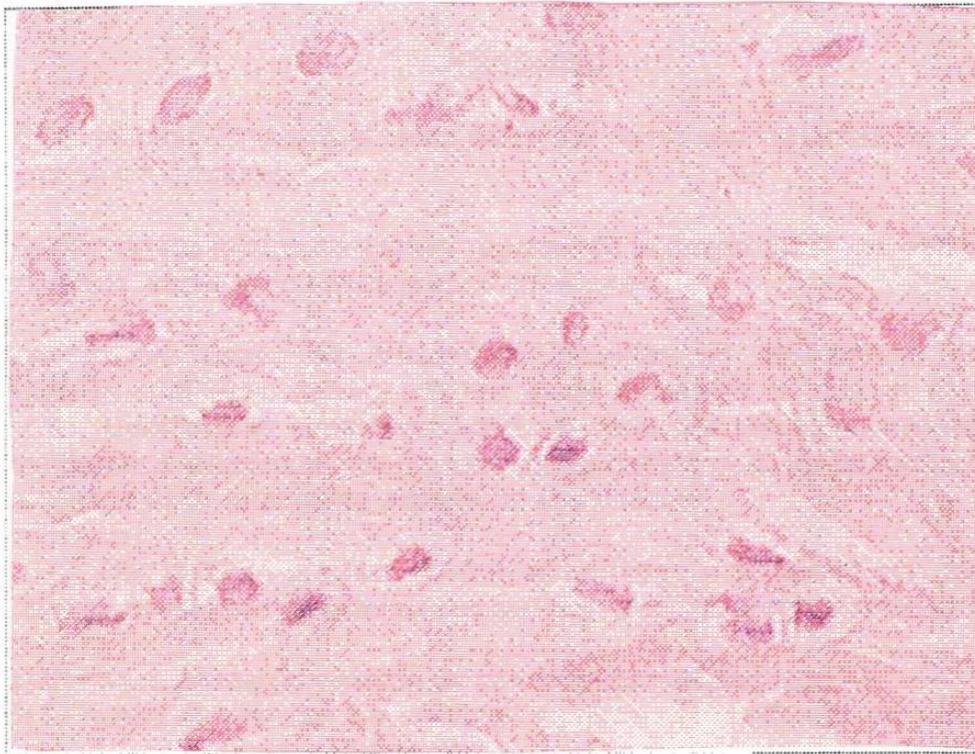
Descripción:

Cuestionario:

1. ¿Cuál es la función del cartílago elástico?
2. ¿En que sitio se encuentra el cartílago elástico?
3. ¿Cómo se encuentra formado el pericondrio?
4. Diferencias entre los demás tipos de tejido cartilaginoso.



HMr-66 40X. Pabellón auricular de rata Cartilago elástico. Corte longitudinal en donde se observan los elementos del cartilago elastico el pericondrio con sus dos capas, la capa fibrosa y la capa condrogena, la matriz cartilaginosa, la laguna cartilaginosa de gran tamaño y su condrocito y los nidos celulares.



Observación de un corte de tendón (cartilago fibroso)

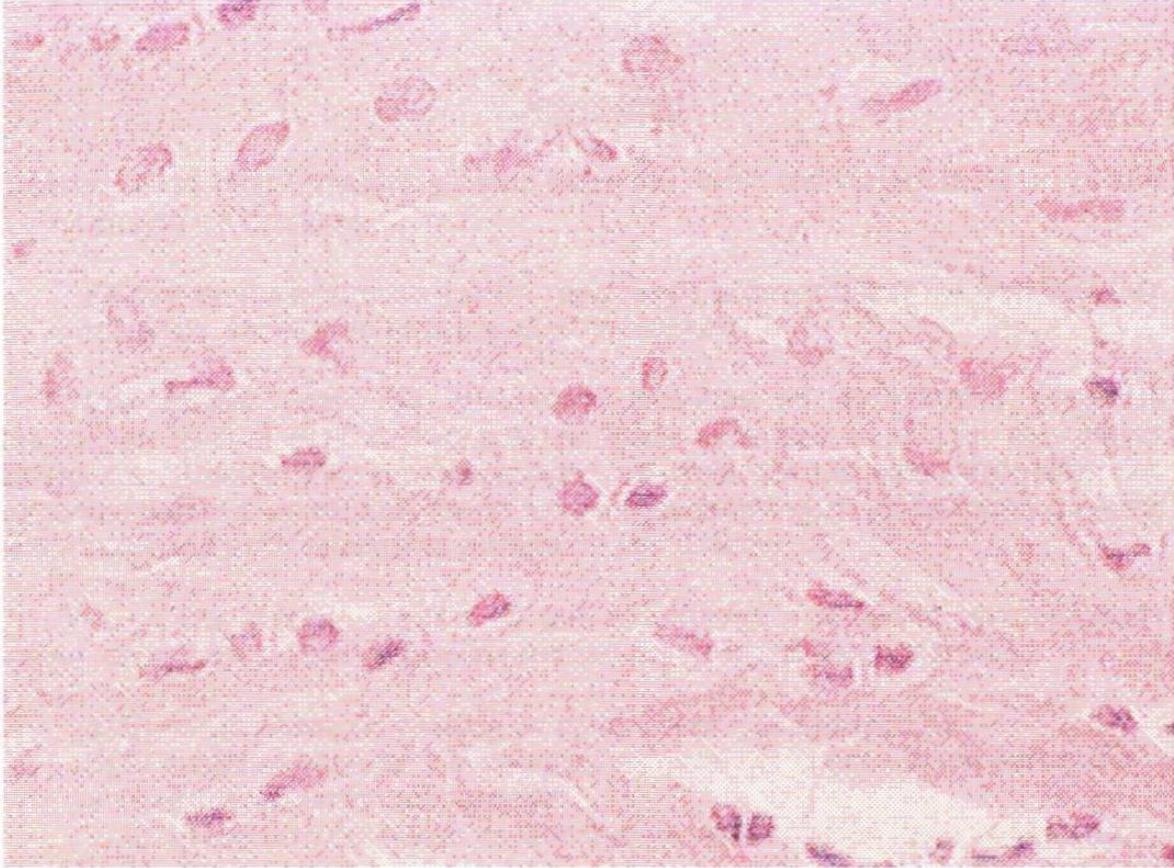
Aumentos:

Coloración:

Descripción:

Questionario:

1. ¿Cuál es la función del cartilago fibroso?
2. ¿En que sitio se encuentra el cartilago fibroso?
3. Tipo de cartilago que no presenta pericondrio.
4. Diferencias entre los demás tipos de cartilago.



HMg-24 40X Tendón de gato Cartilago fibroso Corte longitudinal de cartilago, en donde se observa que no existe pericondrio pero se alcanza a ver la matriz cartilaginosa y los condrocitos organizados en hileras.