

Día 2: CÉLULAS MUSCULARES Y NERVIOSAS

Objetivos:

- Identificar y analizar al microscopio óptico y en micrografías electrónicas los diversos tipos de células musculares.
- Comprender las características estructurales de las células nerviosas.

Preparados Histológicos y Micrografías usados en ésta clase:

Preparado N° 86: Músculo Esquelético (H-E, H- Fosfotúngstica, H-Férrica)
Preparado N° 87: Músculo Cardíaco (H-E, H-Fosfotúngstica,)
Preparado N° 88: Músculo Liso (Hematoxilina- Eosina)
Preparado N° 121: Médula Espinal. (Hematoxilina – Eosina)
Preparado N° 122: Médula Espinal. (Azul de Toluidina, Nissl)
Preparado N° 123: Corteza Cerebral (Técnica de Golgi)
Preparado N° 124 Corteza Cerebelosa (Técnica de Cajal)
Preparado N° 127: Nervio (Tinción con Osmio)

Micrografía N° 11: Célula Muscular Estriada
Micrografía N° 12: Retículo Sarcoplásmico, Túbulo T, Fibra Muscular
Micrografía N° 13: Músculo Cardíaco
Micrografía N° 14: Músculo Liso
Micrografía N° 20: Célula Nerviosa, Sinapsis
Micrografía N° 21: Nervio
Micrografía N° 22: Cuerpo de Nissl

A. Células Musculares

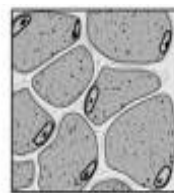
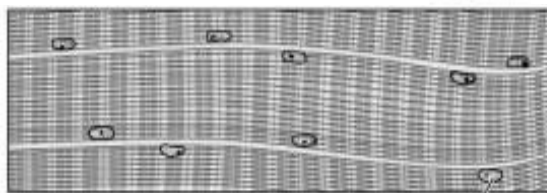
Las células musculares, altamente especializadas en la contracción, se pueden clasificar en dos grandes categorías: **lisas y estriadas**. Las células musculares estriadas, a su vez se subdividen en **esqueléticas**, asociadas al esqueleto y responsables del movimiento voluntario, y **cardíacas**, responsables de la contracción rítmica e involuntaria del corazón (Figura 1). Las células del músculo estriado poseen en su citoplasma gran cantidad de miofibrillas paralelas, transversalmente estriadas. Las células musculares lisas, como su nombre lo indica, carecen de esta estriación transversal.

Las *miofibrillas* están constituidas por *miofilamentos* que se disponen en el sarcoplasma de manera tal que se observa un patrón bandedado transversal característico a lo largo de toda la fibra (figura 2). Los dos grupos principales de *miofilamentos* que se solapan e interdigitan son: los filamentos de actina o filamentos delgados y los filamentos de miosina o filamentos gruesos. Estos filamentos, así como otras proteínas accesorias se organizan formando la unidad contráctil del músculo: **el sarcómero**. En él pueden distinguirse una serie de bandas: las bandas claras también son denominadas bandas I (isotrópicas) que corresponden a la región del sarcómero donde se encuentran los filamentos de actina; las bandas oscuras o bandas A (anisotrópicas) corresponden a la

Células musculares

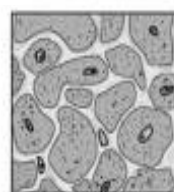
Celulas musculares esqueléticas

Corte transversal



Células musculares cardíacas

Núcleo



Células musculares lisas

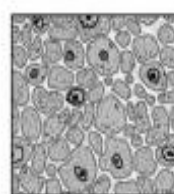
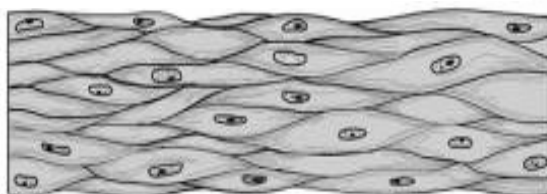


Figura 1: Esquema de los distintos tipos de células musculares.

región del sarcómero donde se solapan los filamentos de actina y miosina. En el centro de la banda A se localiza una zona más pálida denominada banda H, región donde sólo se encuentran los filamentos de miosina. Los filamentos de actina se unen entre sí en la línea Z, y los de miosina se relacionan en el centro del sarcómero, en la línea M. Identifique estas regiones en el esquema de la figura 2.

El músculo se contrae debido al deslizamiento de los miofilamentos entre sí (figura 3). Durante la contracción hay una reducción en la longitud de las bandas I y H, mientras que las bandas A mantienen una longitud constante. La señal de contracción es un potencial de acción propagado a lo largo de la superficie de la membrana plasmática. La rápida respuesta es debida a la liberación de calcio a partir de un sistema membranoso denominado **retículo sarcoplásmico**, que yace entre las miofibrillas y se extiende longitudinalmente sobre los sarcómeros.

El retículo sarcoplásmico se vincula con la superficie mediante los **túbulos transversos (T)**, éstos son invaginaciones de la membrana que corren entre y alrededor de las miofibrillas.

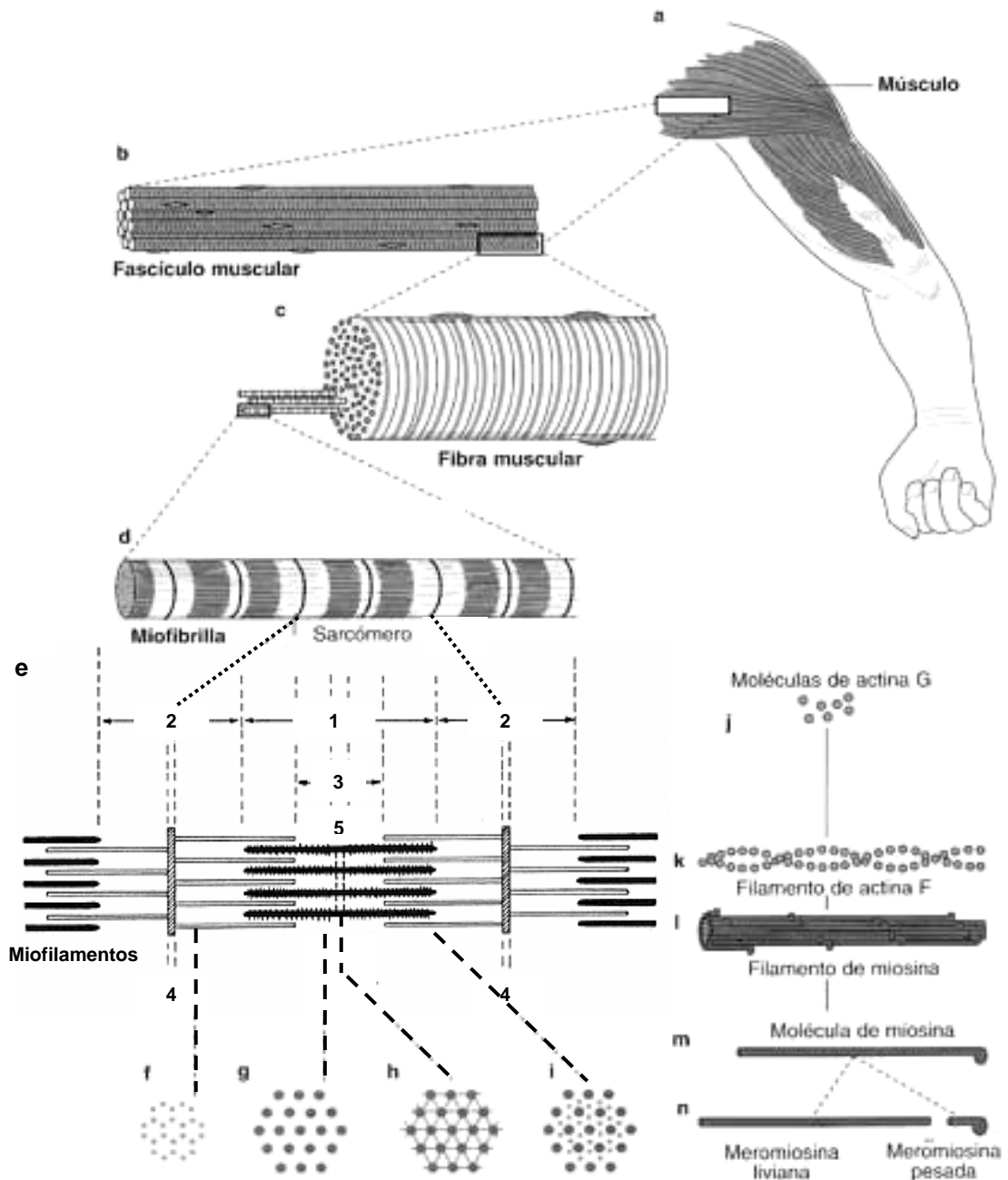


Figura 2: Músculo esquelético desde el nivel macroscópico al molecular. a) músculo, b) fascículo muscular, c) fibra muscular, d) miofibrillas, e) miofilamentos, f-i) cortes a distintos niveles del sarcómero, j-n) moléculas que componen el sarcómero (imagen modificada de Tratado de Histología. Bloom Fawcett. Interamericana McGraw-Hill)

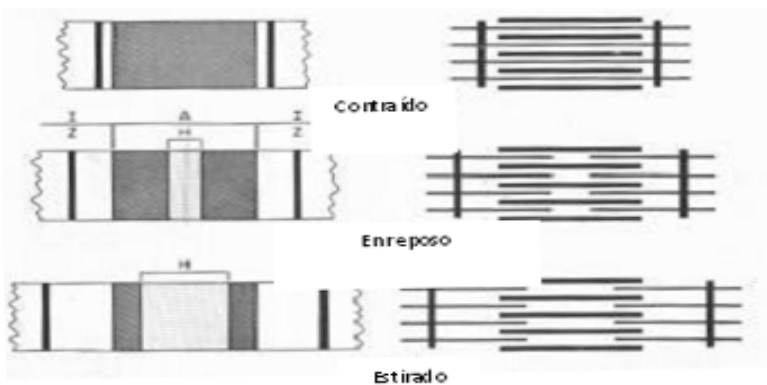


Figura 3. Esquema de las variaciones en las estrias transversales durante distintos estados de la contracción muscular. (figura tomada de Tratado de Histología. Bloom Fawcett. Interamericana McGraw-Hill.)

Actividad Práctica

Observación de preparaciones histológicas y micrografías electrónicas. Utilice las descripciones que siguen como guía para identificar las células musculares. Realice comparaciones y establezca correlaciones entre lo observado al microscopio óptico y las micrografías electrónicas.

Tejido muscular estriado esquelético:

Se observan haces de fibras musculares cortados en forma longitudinal, transversal y oblicua, y entre ellos células y fibras de tejido conjuntivo. Las fibras musculares son largas, cilíndricas y multinucleadas, y sus núcleos alargados se disponen periféricamente. El citoplasma es intensamente eosinófilo.

En los preparados coloreados con hematoxilina fosfotúngstica o hematoxilina férrica se observan claramente estriaciones longitudinales, debidas a la disposición paralela de las miofibrillas, y estriaciones transversales, a causa del alineamiento de las estriaciones de cada miofibrilla.

En las micrografías electrónicas (Nº11 A, C y D; Nº12 A) se aprecian: bandas I, A, H; puentes cruzados; túbulos T y sarcotúbulos.

Tejido muscular estriado cardíaco:

Las fibras musculares de este tejido conservan la forma cilíndrica, pero se hallan ramificadas y están compuestas por una serie de células musculares cortas uni- o binucleadas.

En el preparado coloreado con hematoxilina-eosina se observa la posición central de los núcleos y un citoplasma intensamente teñido con eosina.

La tinción con hematoxilina fosfotúngstica permite ver muy claramente las estriaciones longitudinales y transversales. Permite además observar los “trazos escaleriformes” como bandas transversales oscuras. Éstos representan los segmentos transversales de los discos intercalares, las uniones entre células musculares adyacentes (ver micrografías electrónicas: plancha nº 13).

Tejido muscular liso:

Los haces de fibras del músculo liso aparecen cortados en forma transversal, longitudinal y oblicua. Las células del músculo liso son largas, tienen forma de huso, y poseen un único núcleo alargado, en posición central. Al igual que en las otras células musculares, el citoplasma aparece intensamente eosinófilo. Observe que, debido a su forma ahusada, las células del músculo liso cortadas transversalmente parecen tener gran diversidad de diámetros. El citoplasma contiene tipos específicos de filamentos de actina y miosina alineados a lo largo del eje longitudinal pero no con el arreglo regular de bandas observado en el músculo esquelético y cardíaco.

B. Células Nerviosas

El tejido nervioso, especializado en la transmisión y almacenamiento de información, está compuesto por neuronas, células responsables de la generación y propagación de impulsos nerviosos, y por células de soporte de distintas clases, que forman la neuroglía. Las neuronas exhiben una gran diversidad de morfologías, pero en casi todas ellas existen dos tipos de prolongaciones: dendritas, de número variable, y un único axón. Las dendritas forman la mayor parte de la superficie receptora de impulsos de la neurona, mientras que el axón conduce el impulso generado en la neurona. La región ensanchada de la neurona, que contiene al núcleo y de donde nacen sus prolongaciones, se denomina soma. La región de citoplasma que rodea al núcleo es el pericarion.

La gran complejidad del tejido nervioso hace difícil su estudio microscópico solamente mediante técnicas de coloración convencionales (ej.: Hematoxilina y Eosina). Por esa razón, estudiaremos cortes de diferentes regiones del sistema nervioso de mamíferos coloreados mediante varios métodos, cada uno de los cuales nos da una información parcial acerca de la estructura y disposición de las células nerviosas.

Corte de médula espinal

a. Tinción con Hematoxilina-Eosina: al igual que para otros tejidos, este método de coloración nos da una información general de la disposición de las células, así como del tamaño y aspecto del núcleo y citoplasma. Pero, no es un buen método para analizar la forma de las células nerviosas. Observe, a bajo aumento, la forma ovalada del corte transversal de médula y determine la posición del eje dorso-ventral, guiándose por la presencia del surco ventral. También a bajo aumento, observe la disposición central de la sustancia gris, en forma de H. Es allí donde se encuentran los somas neuronales. A mayor aumento, localice las grandes motoneuronas espinales, ubicadas en las astas ventrales de la sustancia gris. Estas neuronas multipolares se caracterizan por presentar una forma poliédrica, debido a la deformación del soma causada por la salida de las dendritas.

El pericarion aparece intensamente teñido con hematoxilina y el núcleo es grande, eucromático y presenta uno o más nucleolos visibles. Identifique, además, otros núcleos de la sustancia gris, correspondientes a interneuronas y células gliales. En la sustancia blanca, observe los núcleos de células gliales y los cortes transversales de axones mielinizados.

b. Coloración de Nissl: el método de Nissl consiste en usar exclusivamente un colorante catiónico, como el azul de toluidina. Siga las instrucciones del párrafo anterior para identificar las motoneuronas del asta ventral de la médula. El núcleo se halla muy débilmente teñido, y posee un nucleolo prominente e intensamente teñido, mientras que el soma es extremadamente basófilo, y se observan claramente en él los “grumos de Nissl”, acúmulos de material basófilo en el soma, que corresponden a regiones con gran densidad de retículo endoplásmico rugoso y polisomas

Corte de corteza cerebral

Mediante la técnica de Golgi, las neuronas y las células gliales se impregnan totalmente con sales de plata, quedando opacas a la luz, y sólo se puede distinguir su forma externa.

A diferencia de los métodos previamente descritos, en éste sólo se tiñe entre un 1 y un 5% de las células, por lo que es posible observar las prolongaciones de células individuales.

En la corteza cerebral pueden distinguirse dos regiones, la sustancia gris, más externa, en donde se sitúan los cuerpos de las neuronas, y la sustancia blanca. El tipo neuronal predominante en la corteza cerebral son las neuronas piramidales, células de gran tamaño, cuyo soma suele presentar una forma triangular en los cortes. Desde uno de sus vértices parte, hacia la superficie de la corteza, una gran dendrita apical que se ramifica profusamente. A lo largo de esta dendrita pueden observarse una gran cantidad de pequeñas proyecciones, denominadas espinas dendríticas, que son regiones especializadas para recibir contactos sinápticos. Además, las neuronas piramidales emiten varias dendritas hacia el interior de la corteza, denominadas dendritas basales.

En este preparado pueden encontrarse varios elementos de la neuroglía: astrocitos protoplasmáticos, astrocitos fibrosos, y oligodendrocitos. Los astrocitos protoplasmáticos se encuentran en la sustancia gris, y tienen gran número de prolongaciones muy ramificadas, que les dan un aspecto veloso. Los astrocitos fibrosos se encuentran en la sustancia blanca, y sus prolongaciones son más largas y menos ramificadas. Ambos tipos celulares pueden hallarse muy cerca de vasos sanguíneos, que también se impregnan con la técnica de Golgi. Los oligodendrocitos se observan predominantemente en la sustancia blanca; son células pequeñas, con prolongaciones escasas y delgadas.

Corte de corteza cerebral

La técnica de Cajal pone en evidencia las neurofibrillas, haces de neurofilamentos presentes en el soma y las prolongaciones de las neuronas. Las grandes dendritas de las neuronas piramidales son claramente individualizables con esta técnica. Observe la disposición de las neurofibrillas en el soma de estas células y cómo se continúan hacia las dendritas apical y basales.

Corte longitudinal de nervio

En el sistema nervioso periférico, los axones, junto con células neurogliales que los rodean, forman las fibras nerviosas. Éstas se asocian en fascículos para formar los nervios. Los axones pueden hallarse recubiertos de una vaina de mielina, formada por enrollamientos de la membrana plasmática de las células de Schwann (ver micrografías, plancha n°21). La vaina de mielina se observa muy claramente con esta tinción, debido a la gran afinidad del osmio por los fosfolípidos de membrana. En este preparado se ponen en evidencia los nodos de Ranvier, regiones regularmente espaciadas en donde se interrumpe la vaina de mielina. Cada región internodal representa la porción de la vaina que es formada por una célula de Schwann.

SINAPSIS:

Observe las características de axones y dendritas y su participación en diversos tipos de sinapsis, en las micrografías electrónicas de la plancha n° 20.

- Las siguientes preguntas deben ser contestadas antes de iniciada la actividad práctica.

1) Complete el siguiente cuadro comparativo:

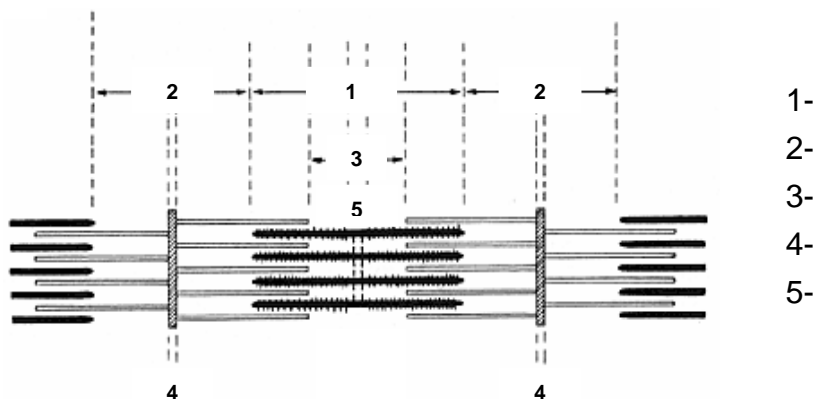
	Fibra esquelética	Fibra cardíaca	Fibra lisa
Número de núcleos por célula			
Posición de los núcleos			
Estriación transversal			
Anastomosis entre las fibras			
Forma de las células y disposición			
Ubicación del sistema T en mamíferos			
Uniones celulares			

2) Defina el concepto de polaridad funcional de una neurona. Relaciónelo con su morfología.

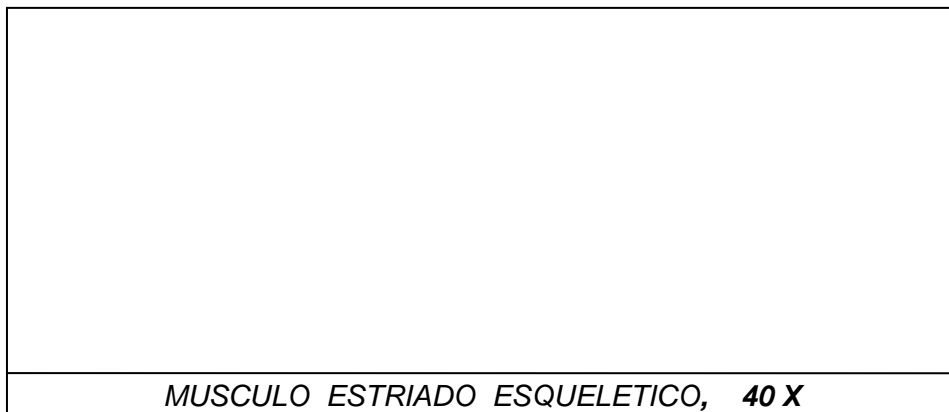
INFORME: Módulo 6, Día 2

A: Células musculares

1) En el esquema adjunto señale las estructuras numeradas. (tomada de Geneser, F.: *Histología*. Panamericana)



2) Observe las preparaciones histológicas y las microfotografías electrónicas, indicando las estructuras que se solicita y respondiendo las preguntas.

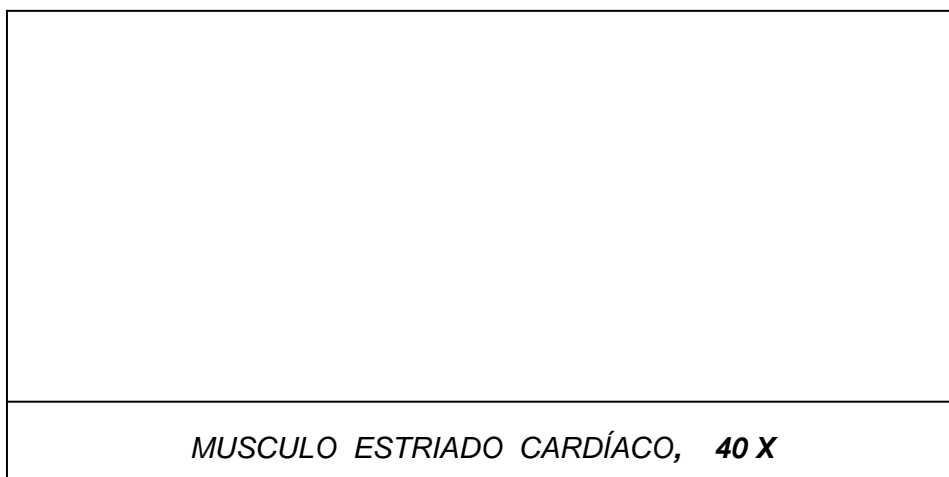


Eligiendo uno o más preparados, identifique las siguientes estructuras:

- fibras musculares cortadas en sentido longitudinal y transversal
- núcleos
- estriaciones longitudinales y transversales

¿Qué forma presentan los núcleos?

¿Cuántos núcleos tienen las células?



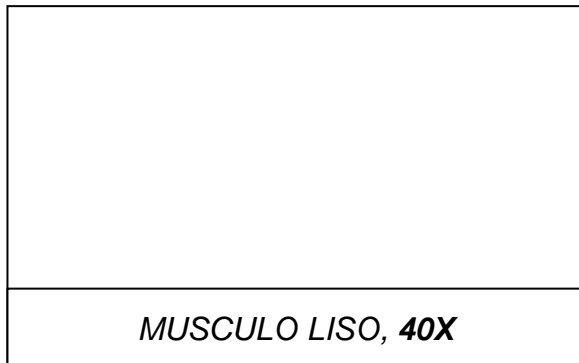
Eligiendo uno o más preparados, identifique las siguientes estructuras:

- fibras musculares cortadas en sentido longitudinal y transversal
- núcleos
- estriaciones longitudinales y transversales
- Trazos escaleriformes

Calcule la longitud de un sarcómero: _____

¿Qué característica en común presentan las fibras del músculo esquelético y cardíaco?

En el preparado nº 87 A observe los trazos escaleriformes. ¿Con qué se corresponden en la micrografía electrónica?



Identifique:

- fibras musculares cortadas en sentido longitudinal y transversal
- núcleos

¿Qué forma tienen las células? _____

¿Cuántos núcleos poseen? _____

Compare las micrografías electrónicas de un corte transversal de músculo liso, de la plancha 14, con las correspondientes de músculos estriados.

¿Qué diferencias observa en la disposición de filamentos de actina y miosina entre ambos tipos musculares?

B. Células Nerviosas

4X	40X
<i>MOTONEURONAS de MEDULA ESPINAL, (Nissl)</i>	

Observe la médula a bajo aumento y ubique:

- surco ventral, eje dorso-ventral
- sustancia gris y sustancia blanca
- astas ventrales

Observe un asta ventral a mayor aumento e identifique:

- motoneuronas; núcleo y pericarion
- otros núcleos. ¿A qué células corresponden?.....
.....
.....
- cuerpos de Nissl

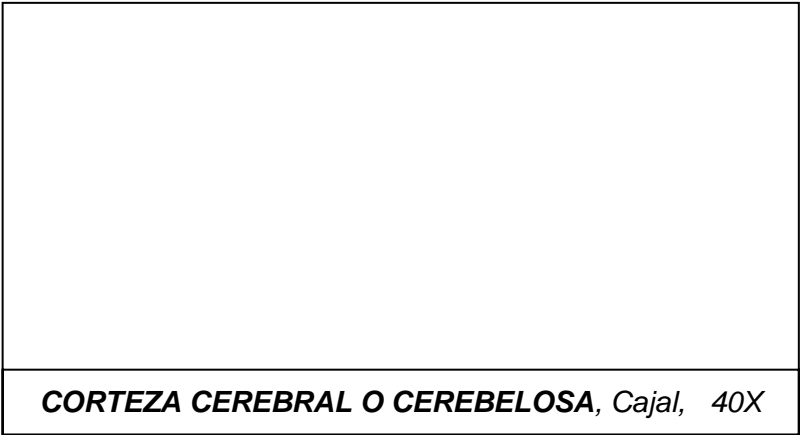
Observe la micrografía electrónica 22 B. ¿Qué organelo se evidencia con la técnica de Nissl? Justifique la abundante presencia de dicho organelo _____

Mencione los dos tipos celulares básicos presentes en el tejido nervioso y nombre sus principales funciones.

CORTEZA CEREBRAL, Golgi, 10X	

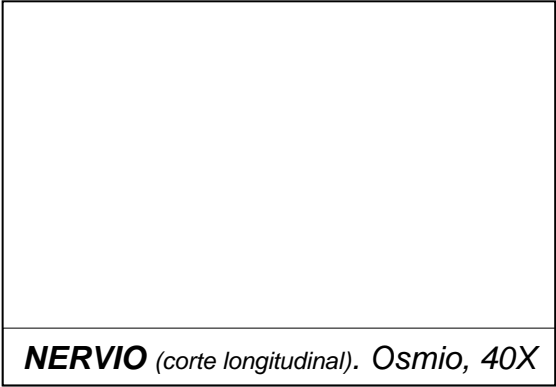
Observe el preparado e identifique:

- neuronas piramidales
- espinas dendríticas (en neuronas piramidales)
- busque células "prototipo" de astrocitos fibrosos y protoplasmáticos,



- Observe el preparado e identifique:
- neuronas piramidales (c.cerebral) o de Purkinje (c.cerebelosa)
 - señale pericarion, núcleo y prolongaciones
 - neurofibrillas

CORTEZA CEREBRAL O CEREBELOSA, Cajal, 40X



Identifique vaina de mielina y nodos de Ranvier

Observando las micrografías 21 B y C. ¿Cómo se forma la vaina de mielina en el sistema nervioso central?.....

 ¿Y en el periférico?

NERVIO (corte longitudinal). Osmio, 40X

SINAPSIS. Observe las micrografías electrónicas (nº 20). Nombre las estructuras subcelulares presentes en el botón terminal de una sinapsis química. (20D)

¿Cómo se relacionan estas estructuras con el proceso de neurotransmisión? ¿Por qué se acumulan en esta región vesículas de centro electronlúcido?
