



Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Unidad de aprendizaje: EMBRIOLOGÍA E  
HISTOLOGÍA  
Unidad de competencia II  
Contenido:  
Tejido nervioso primera parte

**ELABORADO POR:**

**MVZ, M. EN C., DRA. EN C. ADRIANA DEL CARMEN**

**GUTIÉRREZ CASTILLO.**

**FECHA DE ELABORACIÓN: 13 DE ABRIL DE 2018.**



# Universidad Autónoma del Estado de México

Título de la guía para la unidad de  
aprendizaje:

Tejido nervioso primera parte

Nombre del programa educativo y espacio académico en  
que se imparte la unidad de aprendizaje:

Embriología e histología

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Responsable de la elaboración:

MVZ, M. en C., Dra. en C. Adriana del Carmen Gutiérrez  
Castillo

13 de abril de 2018.

# Archivos correspondientes al material:

- Programa de la Unidad de Aprendizaje: Embriología e histología.
- Guión explicativo para el empleo del material, con relación a los objetivos y contenidos del curso.
- Presentación en Power Point.

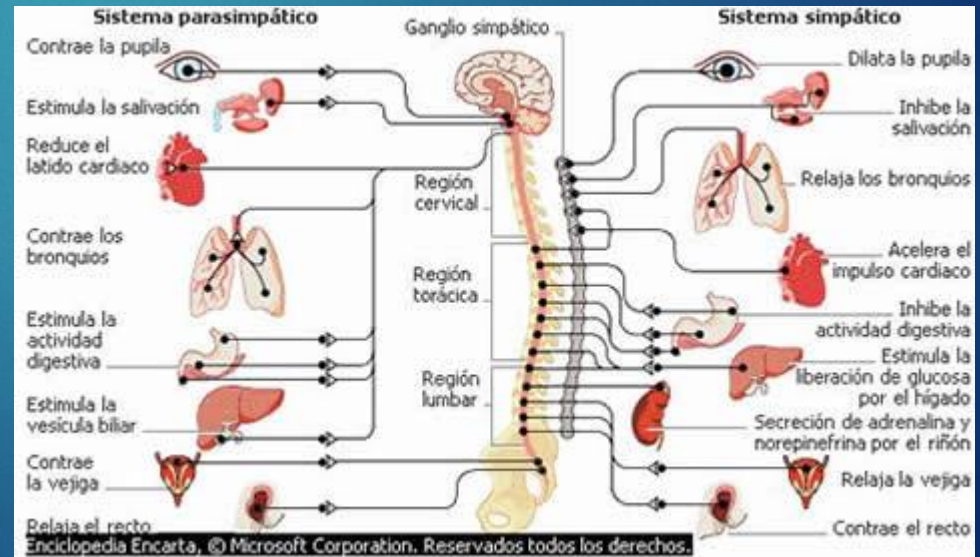


# TEJIDO NERVIOSO

PRIMERA PARTE

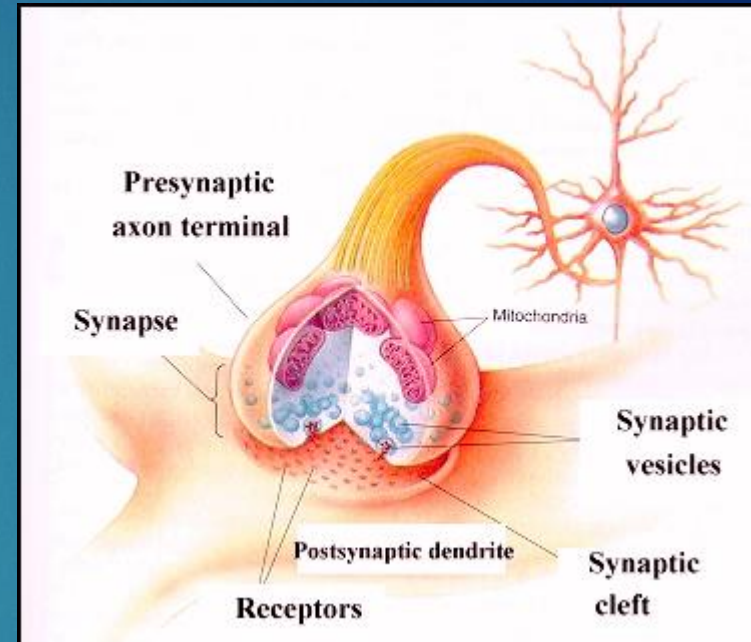
# Funciones fundamentales:

- ▶ Transformar en impulsos nerviosos los variados estímulos que, bajo distintas formas de energía (calor, luz, energía mecánica y estímulos químicos) toman la forma de impulsos eléctricos.
- ▶ Coordinar el funcionamiento de los distintos órganos para que cada uno participe beneficiando al conjunto del organismo.
- ▶ Servir de sustrato estructural para las funciones nerviosas superiores.





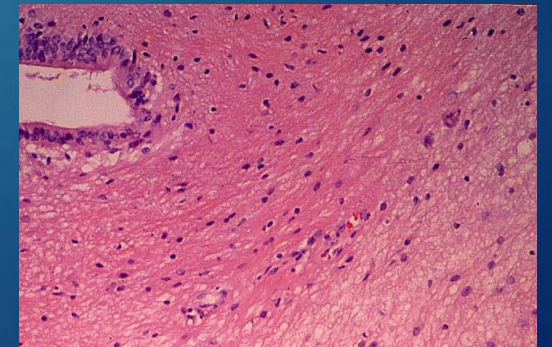
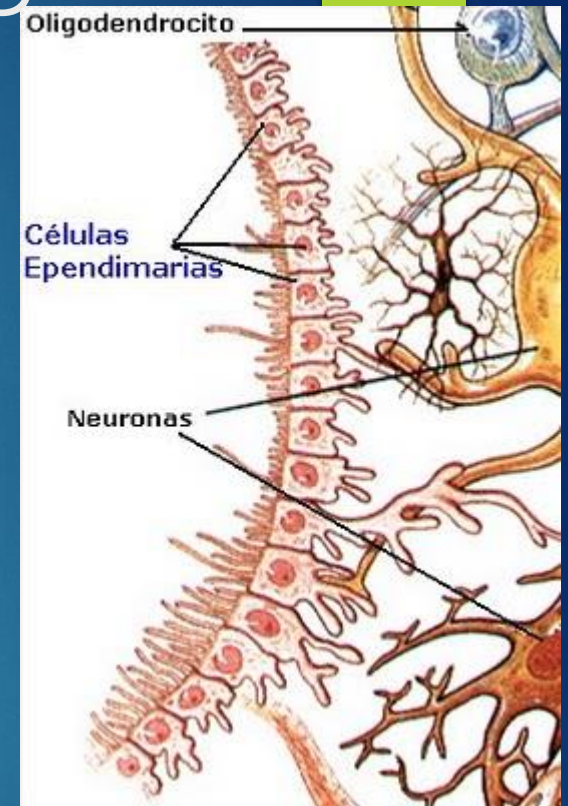
- ▶ Propiedades de las neuronas: **irritabilidad** (capacidad de reaccionar ante estímulos físicos y químicos) y **conductibilidad** (habilidad de transmitir la excitación originada por estos estímulos).
- ▶ El sistema nervioso y el endocrino están íntimamente relacionados anatómicamente y funcionalmente a nivel del hipotálamo.



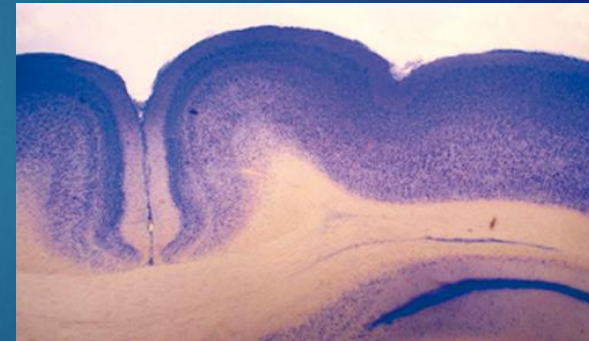
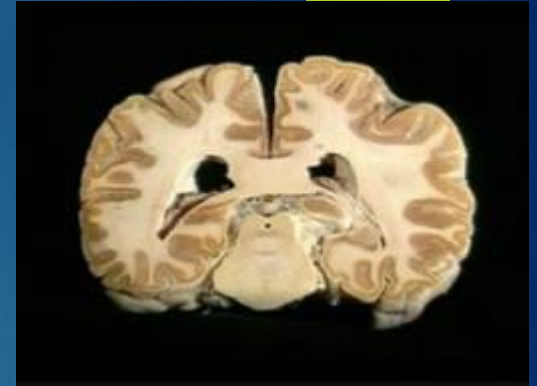
# El tejido nervioso se origina a partir del neuroectodermo.

Las células del neuroectodermo se disponen como un epitelio columnar simple, cuyas células se multiplican y originan tres estratos:

- ▶ Zona ependimaria (rica en céls. Cilíndricas en contacto con el conducto neural).
- ▶ Zona del manto (rica en células que constituirán la sustancia gris).
- ▶ Zona marginal (contiene prolongaciones de las células del manto y darán origen a la materia blanca).



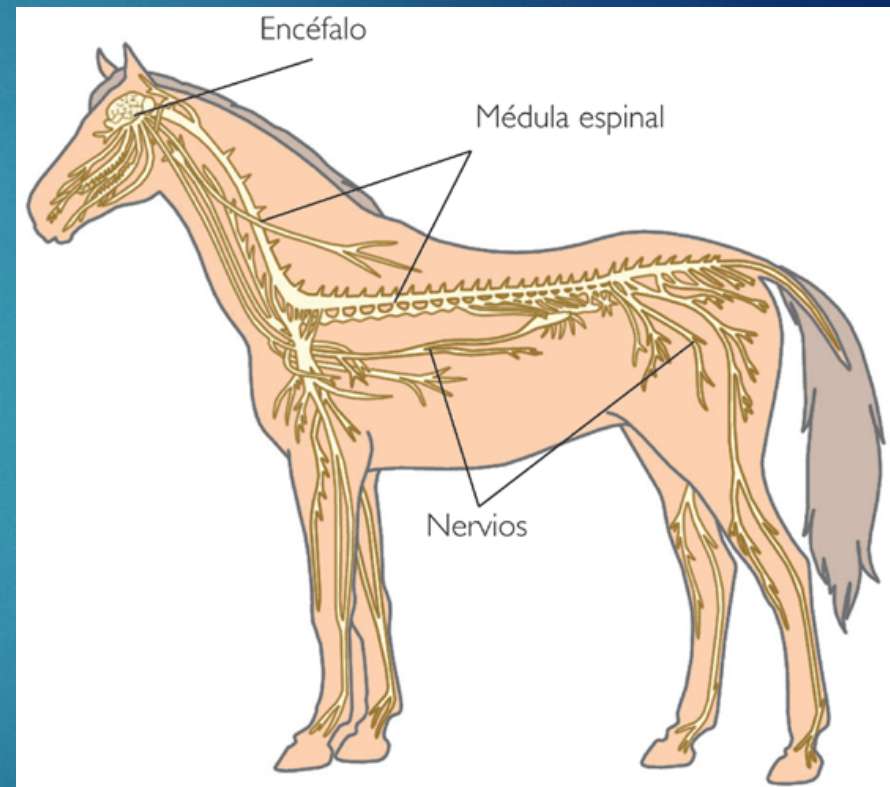
- ▶ Las células del manto se diferencian en neuroblastos (neuronas) y espongioblastos (cél. de la neuroglía, oligodendrocitos y astrocitos fibrosos y protoplasmáticos).
- ▶ La microglía tiene su origen en las células mesenquimáticas.
- ▶ La histiogénesis se inicia con el cierre del tubo neural y progresa hasta que se establecen las seis capas de la corteza cerebral.
- ▶ Luego del nacimiento no hay formación de nuevas neuronas.
- ▶ Las células de la neuroglía continúan proliferando y aumentando el número de conexiones con las neuronas.





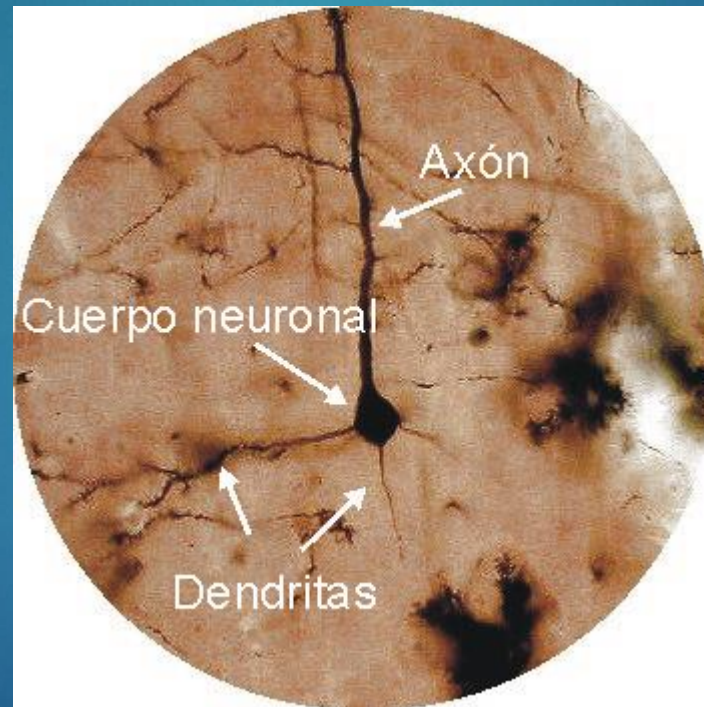
# Anatómicamente el sistema nervioso se divide en:


- ▶ sistema nervioso central (encéfalo y médula espinal).
- ▶ sistema nervioso periférico (nervios y ganglios nerviosos)




El sistema nervioso está formado por dos componentes principales:

- ▶ neuronas
- ▶ varios tipos de células de la glía o neuroglia, cuya función es la de **nutrición** de las neuronas.



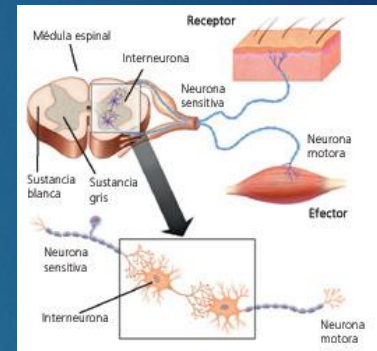
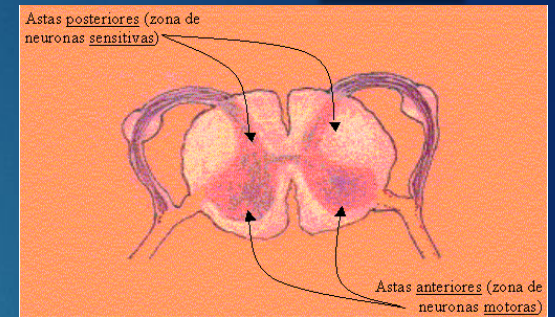
- 
- ▶ El tejido nervioso también contiene vasos sanguíneos.
  - ▶ Sustancia blanca, envuelve los axones de las neuronas.
  - ▶ Sustancia gris, está formada por neuronas y células de la glía.
  - ▶ Neuropilo, densa malla de prolongaciones celulares (neuronaes o gliales) que se orientan en todas direcciones, representando la mayor parte de la sustancia gris.


- 
- ▶ El tejido nervioso está formado por dos tipos de células:
  - ▶ Células nerviosas o neuronas: De forma estrellada y con muchas prolongaciones. Están especializadas en transmitir impulsos nerviosos. Se creía antes que estas eran las únicas células que no se reproducían, y cuando mueren no se podía reponer; sin embargo, hace poco se demostró que su capacidad regenerativa es extremadamente lenta, mas no nula.
  - ▶ células de glia: Son células auxiliares que protegen y llevan el alimento a las neuronas.



# Se reconocen tres tipos de neuronas por su función:

- ▶ Las neuronas **sensitivas**: tienen un cuerpo celular y una fibra corta llamado axón y fibras más largas llamadas dendritas.
- ▶ Las neuronas **motoras**: tienen una fibra larga, el axón y ramificaciones cortas llamadas dendritas.
- ▶ Las neuronas **conectivas** o de asociación: poseen un cuerpo celular grande y muchas fibras ramificadas.

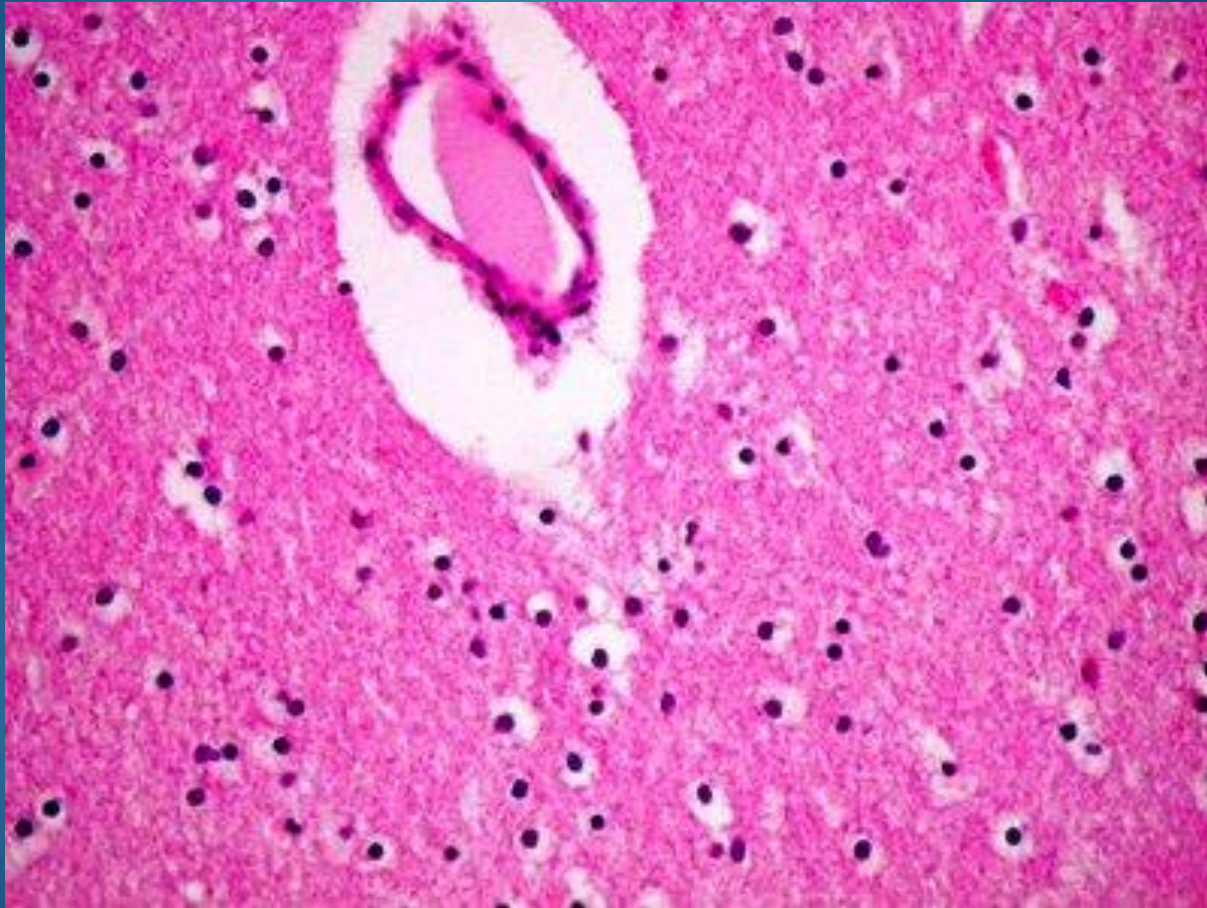


- 
- ▶ **Glia** (significa pegamento). tejido que forma la sustancia de sostén de los centros nerviosos. esta compuesta por una finísima red en la que se incluyen células especiales muy ramificadas.
  - ▶ **Glia central.** Se encuentra en el SNC (encéfalo y médula): - Astrocitos - Oligodendrocitos - Microglia - Cel Epindemarias
  - ▶ **Glia Periférica.** Se encuentra en el SNP (ganglios nerviosos, nervios y terminaciones nerviosas): - células de Schwann - células capsulares - células de Müller

# Células de la Neuroglia

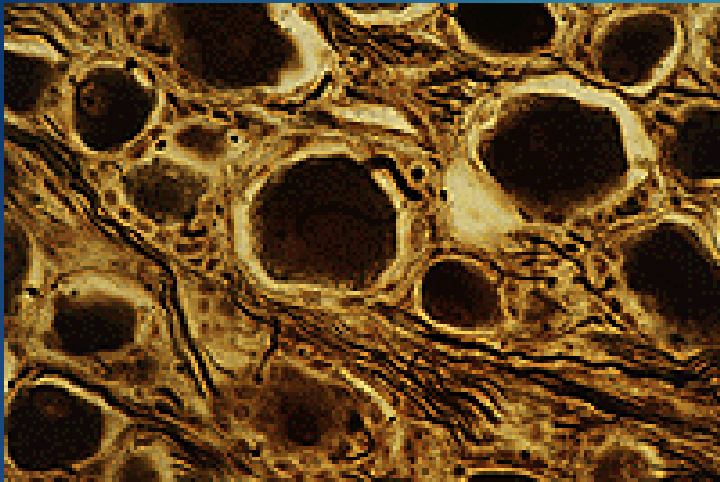
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
<b>Astroglia</b>	Núcleo ovoide, grande, cromatina laxa.	Sostén y nutrición de las neuronas
<b>Oligodendroglia</b>	Núcleo esférico, cromatina laxa.	Sintetiza mielina a nivel del sistema nervioso central
<b>Microglia</b>	Núcleo alargado, cromatina regularmente densa.	Fagocitosis, es el macrófago del sistema nervioso central.
<b>Célula endimaria</b>	Núcleo ovoide, basal, cromatina laxa, con el eje mayor perpendicular a la lámina basal.	Facilita el desplazamiento del líquido cefalorraquídeo a través del conducto endimario (son células cilíndricas ciliadas).
<b>Célula del plexo coroideo</b>	Núcleo esférico, central, cromatina laxa.	Sintetiza líquido cefalorraquídeo, a nivel de los plexos coroideos, en los ventrículos cerebrales. Forma parte de la barrera hematoencefálica.
<b>Célula de Schwann</b>	Núcleo ovoide, cromatina laxa.	Sintetiza mielina en el sistema nervioso periférico.
<b>Célula satélite</b>	Núcleo ovoide, central, cromatina laxa.	Sostiene, protege y nutre a las células ganglionares de los ganglios raquídeos.



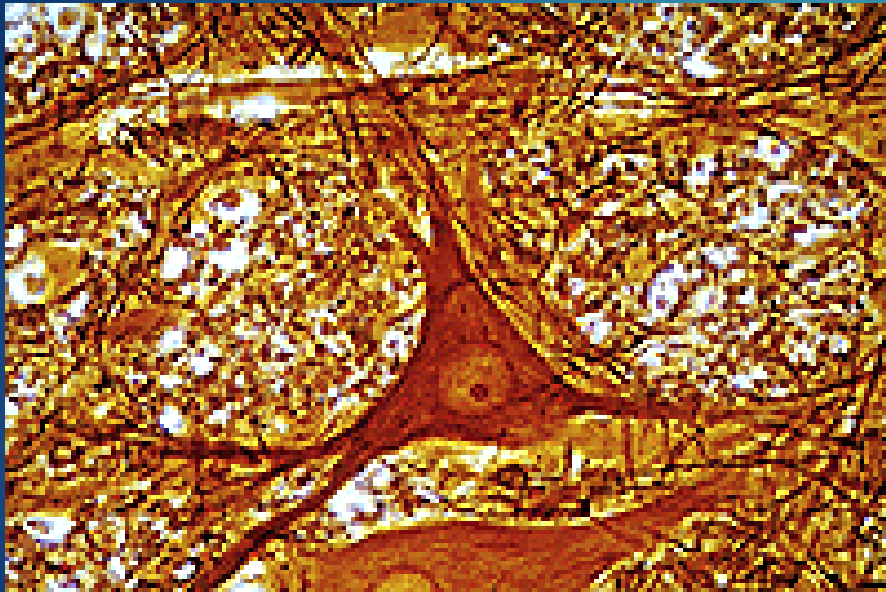




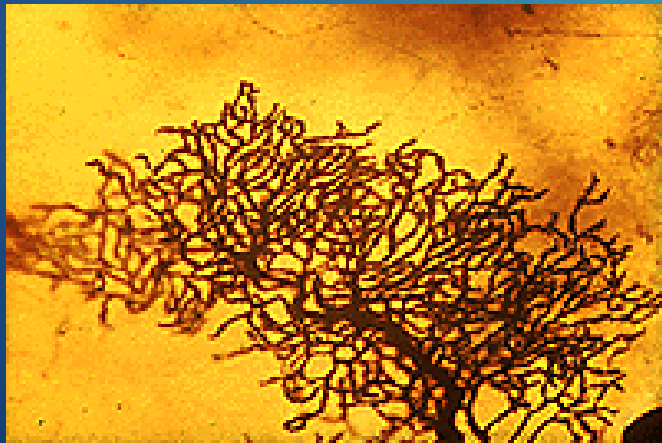
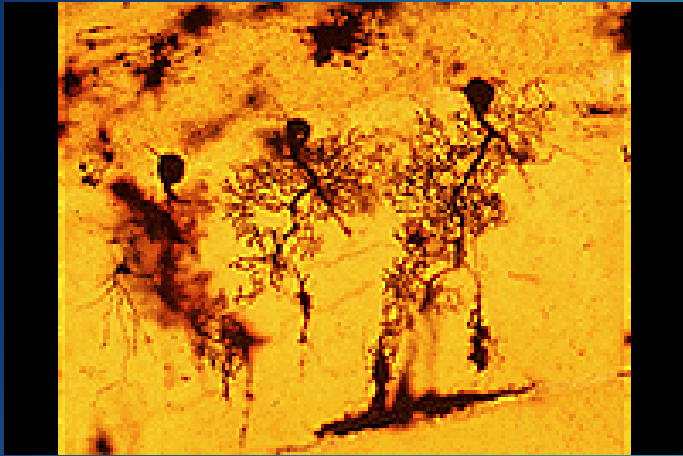
Según el número y la distribución de sus prolongaciones, las neuronas se clasifican en:



- ▶ **bipolares**, que además del axón tienen sólo una dendrita; se las encuentra asociadas a receptores en la retina y en la mucosa olfatoria
- ▶ **seudo-unipolares**, desde las que nace sólo una prolongación que se bifurca y se comporta funcionalmente como un axón salvo en sus extremos ramificados en que la rama periférica reciben señales y funcionan como dendritas y transmiten el impulso sin que este pase por el soma neuronal; es el caso de las neuronas sensitivas espinales.



- ▶ **multipolares** desde las que, además del axón, nacen desde dos a más de mil dendritas lo que les permite recibir terminales axónicos desde múltiples neuronas distintas.



- ▶ La mayoría de las neuronas son de este tipo. Un caso extremo lo constituye la célula de Purkinje que recibe más de 200.000 terminales nerviosos.

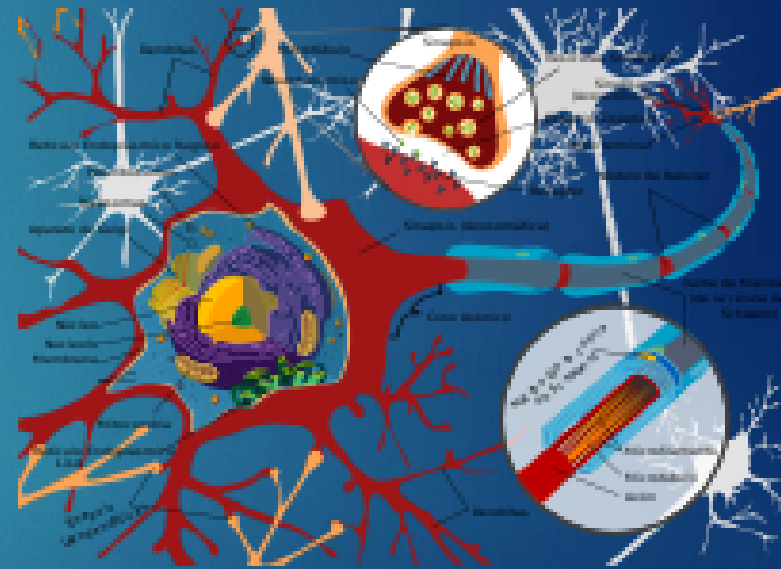
# TÉCNICAS DE ESTUDIO DEL TEJIDO NERVIOSO

- ▶ Coloración para cuerpos neuronales. Coloración de Nissl, evidencia el núcleo, ribosomas y estructuras basófilas.
- ▶ Coloración de fibras nerviosas. Impregnación argéntica.
- ▶ Impregnación argéntica en bloque.
- ▶ Coloraciones intracelulares con peroxidasa de rábano.
- ▶ Permiten el estudio de la histoarquitectura nerviosa, pero no permiten el estudio de sus conexiones.



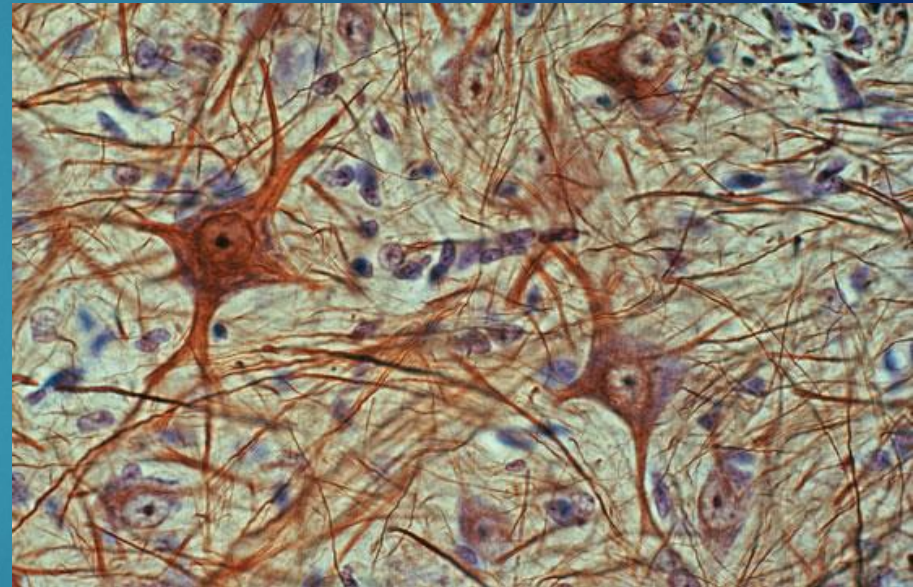
# La neurona es la unidad estructural y funcional del sistema nervioso.

- ▶ Se caracteriza por la presencia de prolongaciones protoplasmáticas de aspecto y longitud variables que reciben el nombre de dendritas o axones.
- ▶ Las neuronas tienen vida prolongada, son muy especializadas con metabolismo muy activo que exige una disponibilidad permanente de oxígeno.
- ▶ Tienen núcleo esférico y grande y en general es único (excepto en neuronas ganglionares simpáticas que puede haber dos).



# Pericarión. Citoplasma que circunda al núcleo y contiene organelos:

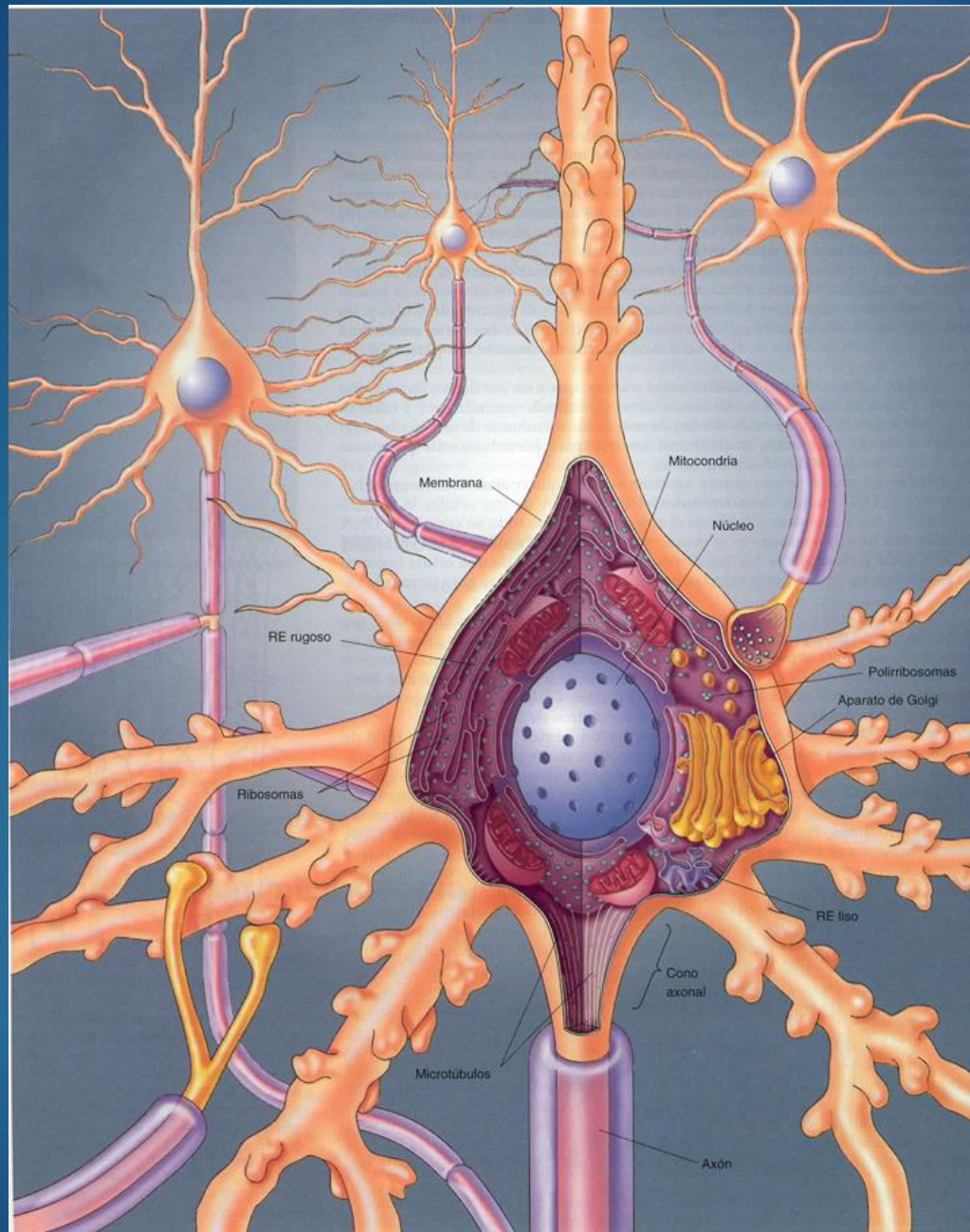
- ▶ **Complejo de Golgi.** Participa en la formación de las envolturas de las vesículas sinápticas y de otros productos elaborados por la célula (hormonas: oxitocina y vasopresina).
- ▶ **Ribosomas.** Pueden hallarse libres o adheridos a las membranas del retículo endoplásmico.
- ▶ **Mitochondrias.** Abundantes y de menor tamaño que en otras células.



# Organelos

- ▶ **Centrosoma.** Estructura esférica formada por dos centriolos, más frecuente en neuronas jóvenes que en las adultas, significado incierto.
- ▶ **Neurotúbulos.** Constituidos por subunidades proteicas de tubulina A y tubulina B.
- ▶ **Neurofibrillas.** Estructuras proteicas.
- ▶ **Lisosomas.** Cuerpos densos multivesiculares asociados al aparato de Golgi.





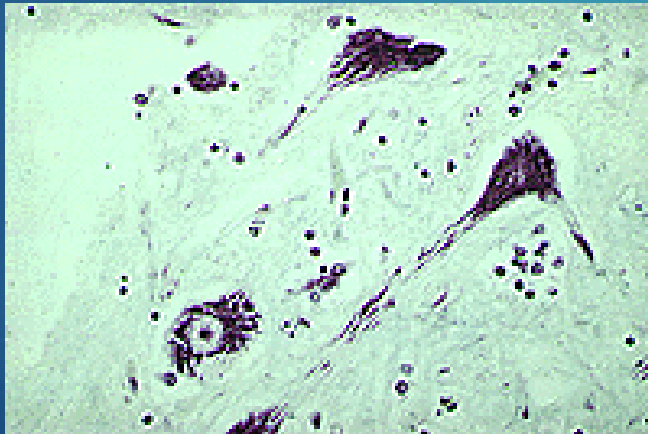
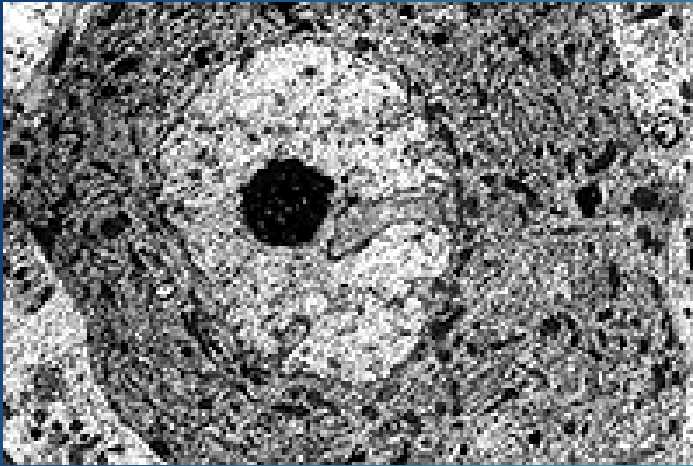


# Organelos

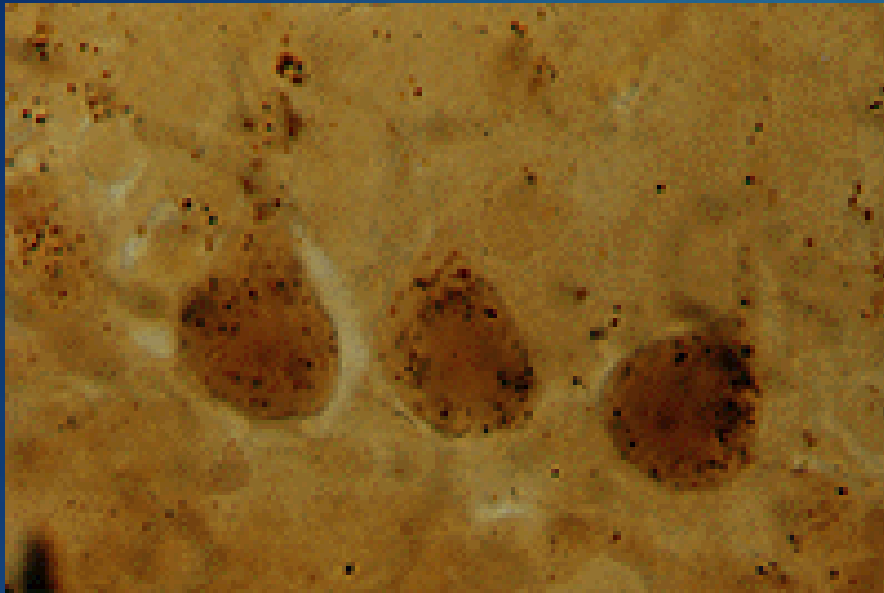
- ▶ **Gránulos de lipofucsina.** Aumentan con la edad. Son el resultado de la fusión de autolisosomas viejos que han degradado lípidos.
- ▶ **Gránulos de melanina.** Tiene relación con el metabolismo de la dopamina.
- ▶ **Inclusiones.** De glucógeno en tejido embrionario y adulto.

# Estructura celular de la neurona

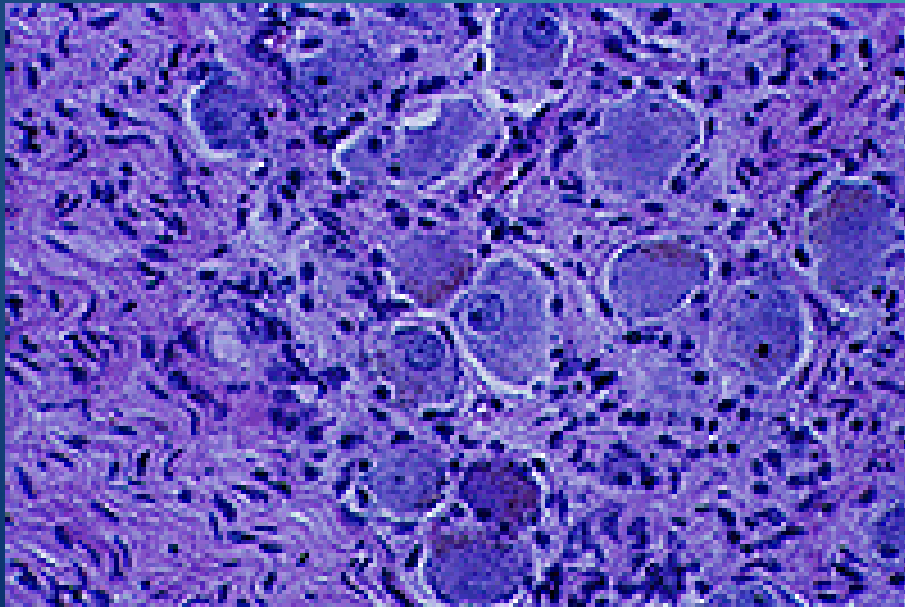
- ▶ Las neuronas son células sintetizadoras de proteínas, con un alto gasto de energía metabólica, ya que se caracterizan por:
  - ▶ presentar formas complejas y una gran área de superficie de membrana celular, a nivel de la cuál debe mantener un gradiente electroquímico importante entre el intra y el extracelular
  - ▶ secretar distintos tipos de productos a nivel de sus terminales axónicos
  - ▶ requerir un recambio contante de sus distintos organelos y componentes moleculares ya que su vida suele ser muy larga (hasta los mismos años que el individuo al que pertenecen).



- ▶ Por estas razones:
- ▶ El **núcleo** es grande y rico en eucromatina, con el nucléolo prominente (Fig 1).
- ▶ El **ergastoplasma** que se dispone en agregados de cisternas paralelas entre las cuales hay abundantes poliribosomas (Fig 1). Al microscopio de luz se observan como grumos basófilo o cuerpos de Nissl, (fig 2) los que se extienden hacia las ramas gruesas de las dendritas.
- ▶ El **aparato de Golgi** se dispone en forma **perinuclear** y da origen a vesículas membranosas, con contenidos diversos, que pueden desplazarse hacia las dendritas o hacia el axón.

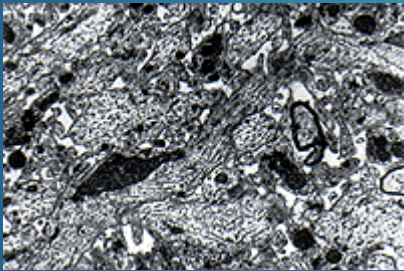
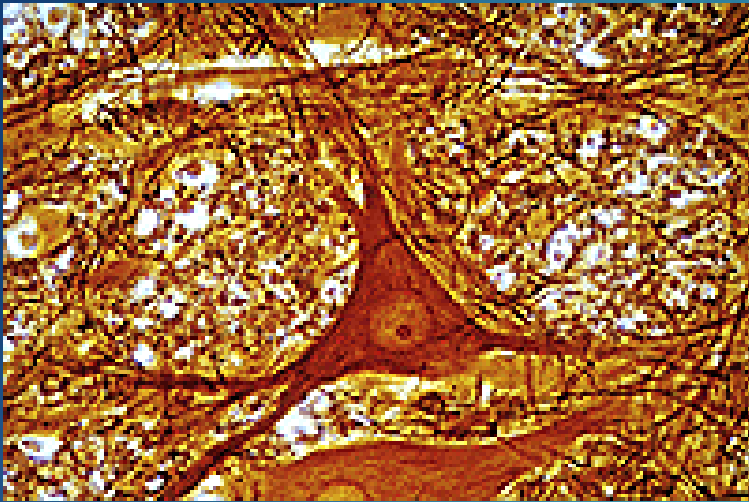


▶ Las mitocondrias son abundantes y se encuentran en el citoplasma de toda la neurona.

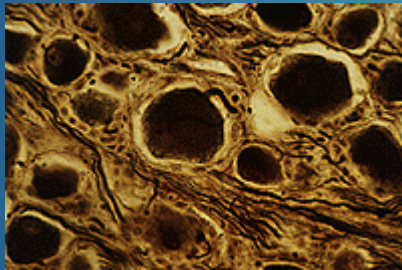
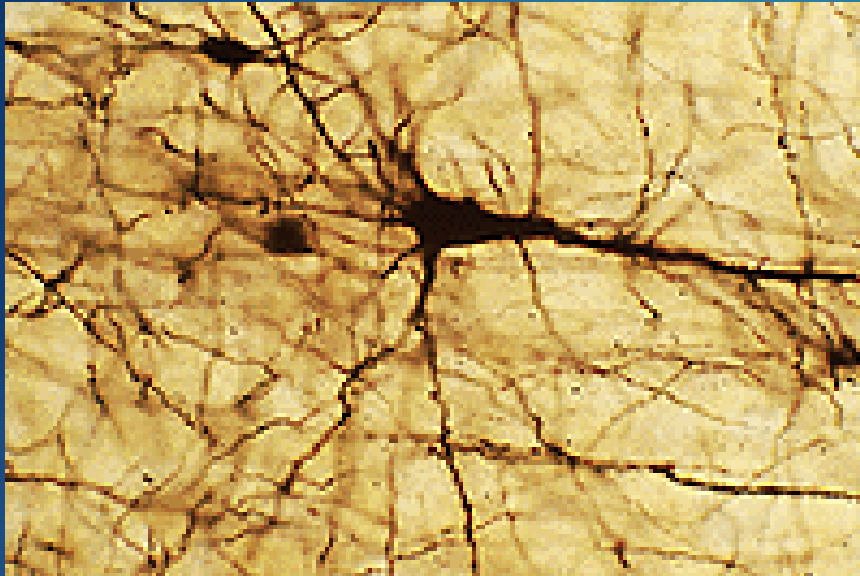


▶ Los lisosomas son numerosos (fig 3) y originan cuerpos residuales cargados de lipofucsina que se acumulan de preferencia en el citoplasma del soma neuronal (fig 4)

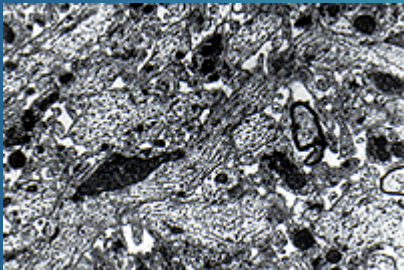
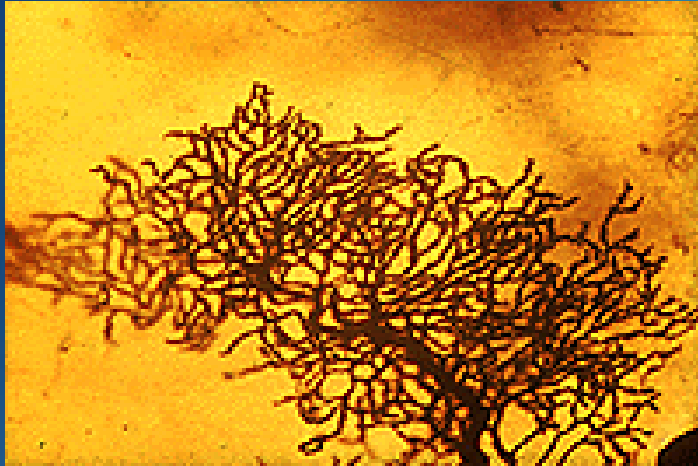




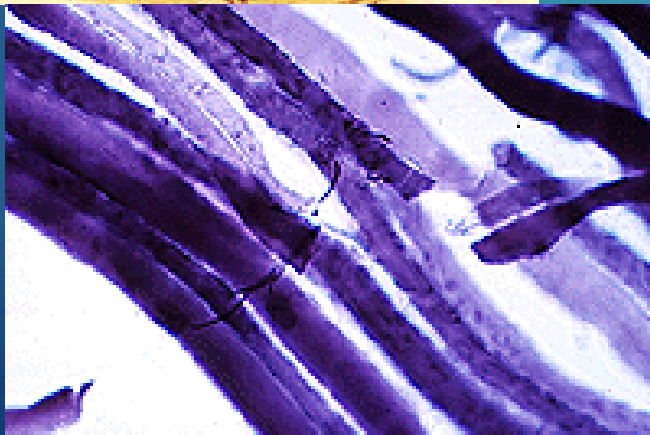
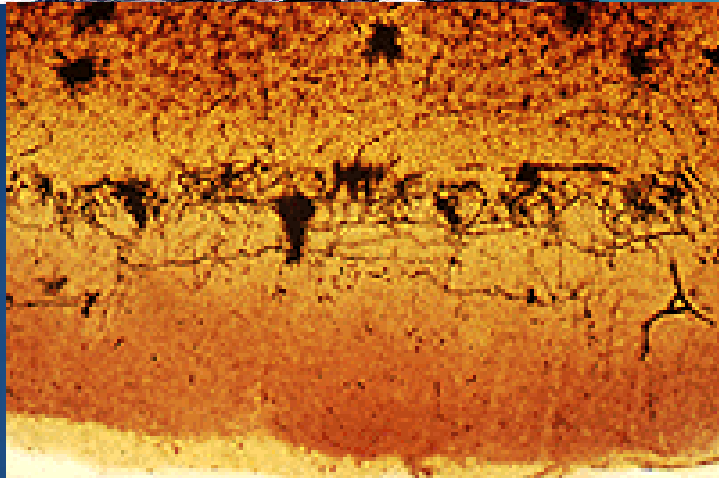
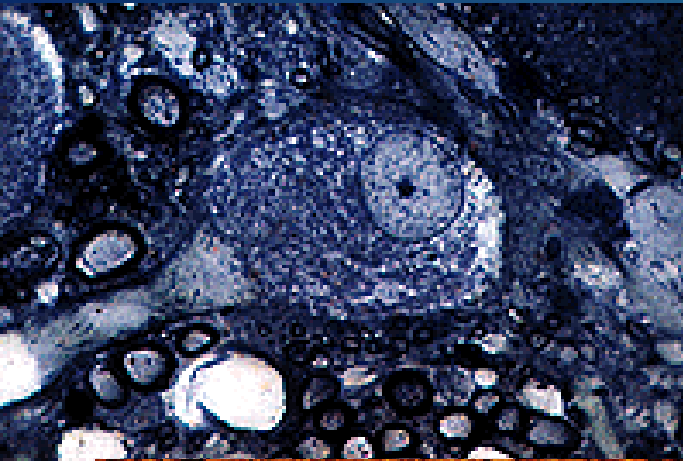
- ▶ El citoesqueleto aparece, al microscopio de luz, como las neurofibrilla (fig 5), que corresponden a manojos de neurofilamentos (filamentos intermedios), vecinos a los abundantes microtúbulos (neurotúbulos) (fig 6).



- ▶ Las dendritas nacen como prolongaciones numerosas y ramificadas desde el cuerpo celular (fig 7). Sin embargo en las neuronas sensitivas espinales se interpone un largo axón entre las dendritas y el pericarión (fig 8).



- ▶ A lo largo de las dendritas existen las espinas dendríticas, pequeñas prolongaciones citoplasmáticas, que son sitios de sinapsis (figs 9 y 10). El citoplasma de las dendritas contiene mitocondrias, vesículas membranosas, microtúbulos y neurofilamentos

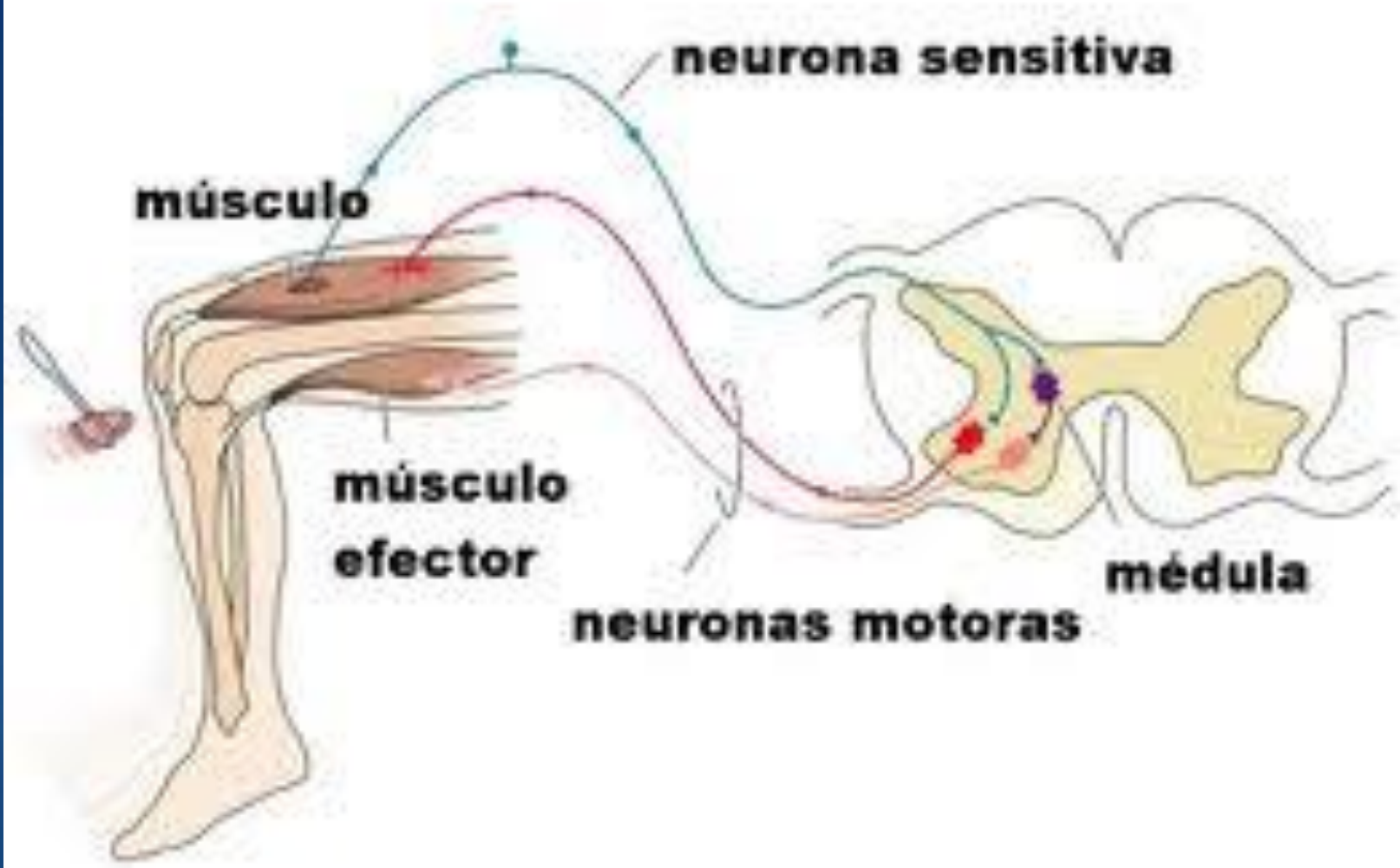


- ▶ El axón es de forma cilíndrica y nace desde el cono axónico que carece de ergastoplasma y ribosomas (fig 11). Su principal función es la conducción del impulso nervioso. Se ramifica extensamente sólo en su región terminal (telodendrón) la que actúa como la porción efectora de la neurona, ya que así cada terminal axónico puede hacer sinapsis con varias neuronas (fig 12) o células efectoras (fig 13).



# ARCO REFLEJO

- ▶ La unidad básica del sistema nervioso es la neurona, pero la unidad integradora es el arco reflejo.
- ▶ Cualquier actividad nerviosa incluye la actividad de muchas neuronas, comuniones o interconexiones potenciales por sus sinapsis.
- ▶ Los arcos reflejos más sencillos incluyen solamente dos neuronas. Ejemplo: reflejo patelar. Este reflejo incluye una neurona aferente o sensitiva y una neurona eferente o motora.
- ▶ Al colocar una tercera neurona (neurona internuncial o de asociación) entre las neuronas aferente y eferente se establecen numerosas conexiones potenciales con el sistema nervioso central



**músculo**

**neurona sensitiva**

**músculo efector**

**médula**

**neurona motora**

# PROLONGACIONES NEURONALES

- ▶ Las prolongaciones o fibras nerviosas de las neuronas están desarrolladas para proporcionar vías de conducción y mayor área de superficie de contacto.
- ▶ Son extensiones citoplasmáticas del cuerpo neuronal que incluyen un cilindroeje y una o más dendritas en cada célula.
- ▶ Las dendritas conducen impulsos hacia las células y el cilindroeje los conduce alejándose de la célula.

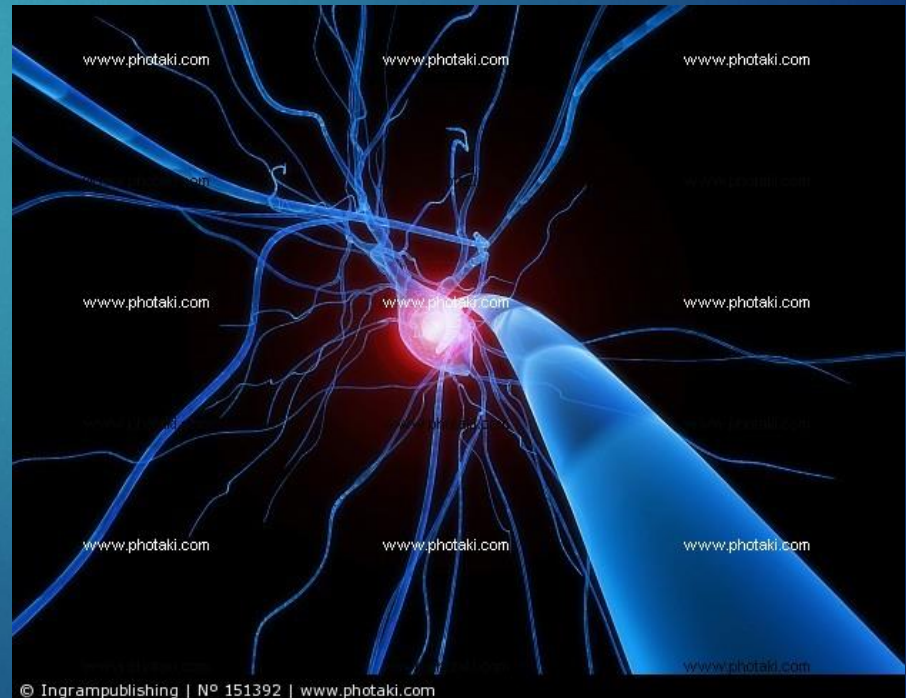






# AXÓN (cilindroeje)

- ▶ Es único y nace por lo regular en la periferia de la neurona en una región denominada como axónico.



# TIPOS DE NEURONAS

Pueden ser **unipolares** o **multipolares** según el número de dendritas.

Su forma y tamaño varían notablemente:

Algunas de ellas son:

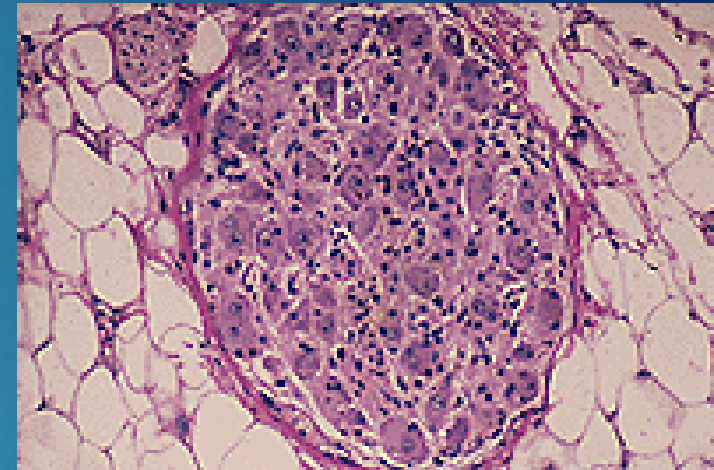
- ▶ **Tipo I de Golgi.** Con muchas dendritas y cilindroejes. En cerebro y médula espinal. Conducen impulsos nerviosos a larga distancia.
- ▶ **Tipo II de Golgi,** neuronas unipolares. Son estrelladas con cilindro ejes cortos y muchas dendritas ramificadas. Corteza cerebral y cerebelosa, retina. Acumulan impulsos de un número elevado de neuronas y los mandan a otras.

# TIPOS DE NEURONAS

- ▶ **Tipo III de Golgi Neuronas bipolares.** Tienen un cilindroeje y una dendrita en sitios opuestos del cuerpo celular. Se encuentran en el epitelio olfatorio, en la retina y en ciertos ganglios sensoriales especiales.
- ▶ **Neuronas multipolares.** Es el tipo más frecuente, varían de forma según la disposición de las dendritas múltiples, son frecuentes los tipos piramidal y estrellado.
- ▶ **Células de Purkinje.** Se encuentran **solo en la capa media de la corteza cerebelosa**, tiene forma única con una dendrita arborescente que nace del polo ahusado del cuerpo celular en forma de redoma.

# GANGLIOS

- ▶ Cúmulo de cuerpos neuronales situados fuera o en el sistema nervioso central (núcleo).
- ▶ Son de dos tipos:
  - ▶ los del grupo craneoespinal (sensitivos)
  - ▶ y los del sistema nervioso autónomo (motores o viscerales).



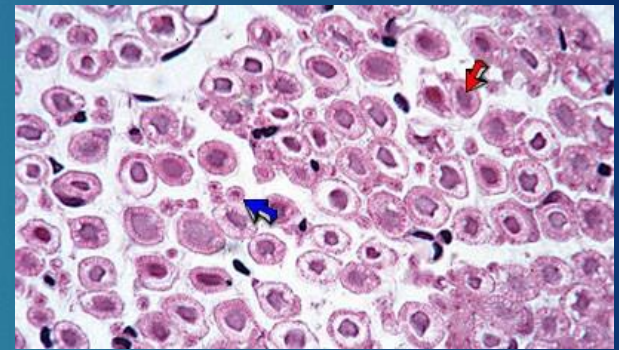


# FIBRAS NERVIOSAS

- ▶ Todas las fibras nerviosas tienen una o más vainas.
- ▶ En el SNC pueden estar cubiertas parcialmente por células de la glía (células de sostén del SNC, amielínico) o pueden estar cubiertas por mielina (mielínico).
- ▶ **Células de Schwann.** Rodean todas las fibras del SNP y se extienden desde su fijación a la médula espinal y el cerebro casi hasta su terminación.
- ▶ **Mielina.** En las fibras mielínicas del SNP la fibra nerviosa está rodeada por una vaina tubular de mielina que en estado fresco es muy refringente y de color blanco, es la causa del color de la sustancia blanca del cerebro y médula espinal.
- ▶ **Fibras nerviosas del SNC.** No hay células de Schwann en el SNC. Su función la llevan a cabo oligodendrocitos, un tipo de neuroglia.

# NERVIOS PERIFÉRICOS

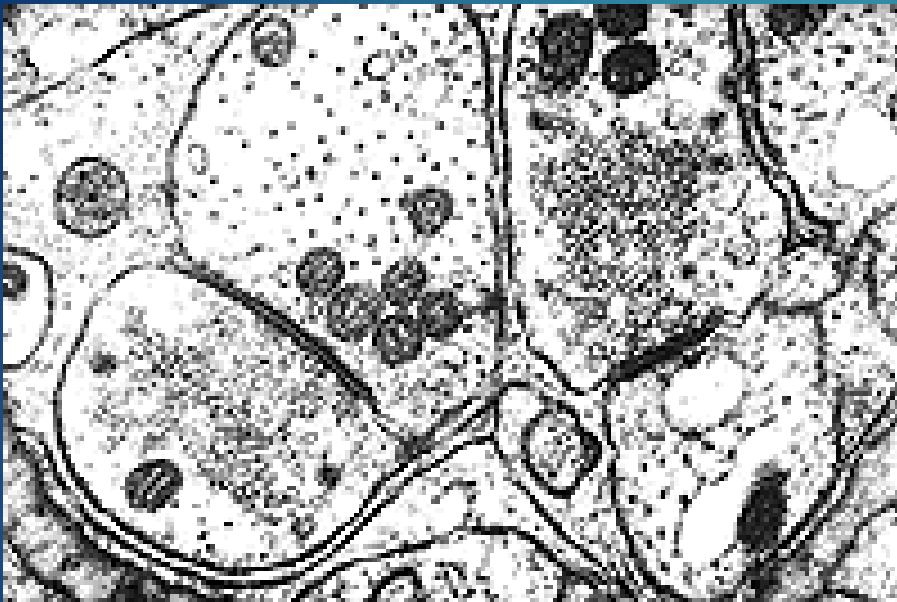
- ▶ Están integrados por muchas fibras nerviosas unidas por tejido fibroconectivo.
- ▶ Tienen una vaina de tejido conectivo bastante fuerte, que rodea al nervio y se denomina *epineurio*, integrada por fibroblastos y fibras colágenas.
- ▶ En el interior del *epineurio* se encuentran los haces o fascículos de fibras nerviosas, cada uno de ellos rodeado por una vaina de tejido conectivo más fino que el *epineurio*. Dentro de este *perineurio* se extienden fibras de tejido conectivo fino entre las fibras nerviosas individuales. Estos filamentos integran el *endoneurio*.



# SINAPSIS

- ▶ Es el contacto membranoso especializado entre el axón de una neurona y de ordinario, una dendrita (axodendrita) o pericarion (axoaxónico). También son posibles otros tipos de contacto.
- ▶ Fisiológicamente una sinapsis es el lugar de transmisión transneuronal de un impulso.

# sinapsis



- ▶ Conducen el impulso nervioso sólo en una dirección. Desde el terminal pre-sináptico se envían señales que deben ser captadas por el terminal post-sináptico.
- ▶ Existen **dos tipos de sinapsis, eléctricas y químicas** que difieren en su estructura y en la forma en que transmiten el impulso nervioso.



## ▶ Sinapsis eléctricas:

- ▶ Corresponden a uniones de comunicación entre las membranas plasmáticas de los terminales presináptico y postsinápticos, las que al adoptar la configuración abierta permiten el **libre flujo de iones** desde el citoplasma del terminal presináptico hacia el citoplasma del terminal postsináptico.

## ▶ Sinapsis química:

- ▶ Se caracterizan porque las membranas de los terminales presináptico y postsináptico están engrosadas y las separada la hendidura sináptica, espacio intercelular de 20-30 nm de ancho. El terminal presináptico se caracteriza por contener mitocondrias y **abundantes vesículas sinápticas**, que son organelos revestidos de membrana que contienen neurotransmisores.

# Bibliografía

- ▶ Gartner, Leslie P. et James L. Hiatt. *Texto Atlas de Histología*. 3 ed. Editorial Mc Graw Hill. USA, 2007.
- ▶ Bernal Zepeda, H. Carmona Ocañas, A. Carrillo Martínez, F. Chávez Enríquez, A. Flores Ortiz, G. García Tovar, C. González López, C. Hernández Hernandez, R. Nieto J.L. Oliver González M.R. Ortiz Bastida T. Pichardo Molinero, M.R. Reyes Sánchez, A. Soto Zárate C.I. y Waldo Tello, S. 2003. *Apuntes de Histología Comparada*. FMVZ-UNAM.

# Bibliografía

## ► Básica

- Bacha W, Bacha LM (1990) Atlas color de Histología Veterinaria Segunda Edición. Editorial Intermédica, Buenos Aires Argentina. ISBN 0-683-30618-9.
- Banks W (1995) Histología veterinaria aplicada. Traducción de Luis Ocampo Camberos y Ana María Auro Angulo. México. El Manual Moderno. ISBN 0-683-00410-7.
- Bloom W, Fawcett DW (1995). Tratado de Histología Editorial Interamericana Mc Graw Hill. México, D.F. ISBN 968-25-2450-4.
- Celani MS, Surribas JF y Von Lawzewitsh I (1984). Lecciones de histología veterinaria. Tomos 1 al 5. Hemisferio Sur, Buenos Aires Argentina. ISBN 950-504-274-4.
- Junqueira CL y Carneiro J (1996). Histología básica. Ed. Masson. ISBN 968-7535-69-5.
- Kerr JB (1999). Atlas of funtional histology Londres. Ed. Mosby.
- Lesson TS, Lesson CR. Paparo AA (1990). Texto / Atlas de histología. Traducción Carlos Hernández Zamora. Primera Edición en español. Editorial Interamericana Mc Graw Hill.
- Prophet EB (1991) Laboratory Methods in histotechnology. Washington, D.C. Armed Forces Institute of Pathology
- Stephens S, Sternberg S (1997) Histology for pathologists. Philadelphia Lippincott.
- Zhang S (1999). An Atlas of histology. Ed. Springer, New York. ISBN 0-387-94954-2.
- Gartner, Leslie P. et James L. Hiatt. *Texto Atlas de Histología*. 3 ed. Editorial Mc Graw Hill. USA, 2007.
- Bernal Zepeda, H. Carmona Ocañas, A. Carrillo Martínez, F. Chávez Enríquez, A. Flores Ortiz, G. García Tovar, C. González López, C. Hernández Hernandez, R. Nieto J.L. Oliver González M.R. Ortiz Bastida T. Pichardo Molinero, M.R. Reyes Sánchez, A. Soto Zárate C.I. y Waldo Tello, S. 2003. Apuntes de Histología Comparada. FMVZ UNAM.

# Bibliografía

## ► Complementaria:

- Cui D (2013) Atlas de Histología: Con correlaciones funcionales y clínicas. Editor Lippincott Williams & Wilkins, Primera Edición.
- Eurell JA, Brian L Frappier (2013) Dellmann's Textbook of Veterinary Histology. Editorial: Wiley-Blackwell, Edición 6.
- 
- García MJ, Gil C F (2013) Embriología veterinaria. Un enfoque dinámico del desarrollo animal. Intermédica. Buenos Aires Argentina. ISBN 978-950—555-409-6.
- Hyttel P., Sinowatz F., Vejsted M. (2010) Essentials of Domestic animal embryology. Saunders Elsevier ISBN 978-0-7020-2899-1. China.
- Hyttel P, Sinowatz F, Vejsted M (2012) Embriología Veterinaria Edición 1, Editorial Elsevier.
- 
- Kierszenbaum AL, Tres L (2012) Histología y biología celular + Student Consult: Introducción a la anatomía patológica 3ra. Edición, Elsevier-Saunders.