



# SISTEMA NERVIOSO

Biología Celular e  
Histología Médica



# NEURO-HISTOLOGÍA

1. Introducción y Generalidades
2. Células del Sistema Nervioso
3. Sistema Nervioso Central
4. Impulso Nervioso
5. Sinapsis
6. Sistema Nervioso Periférico
7. Respuesta Neuronal a la Agresión



1

# **INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES**

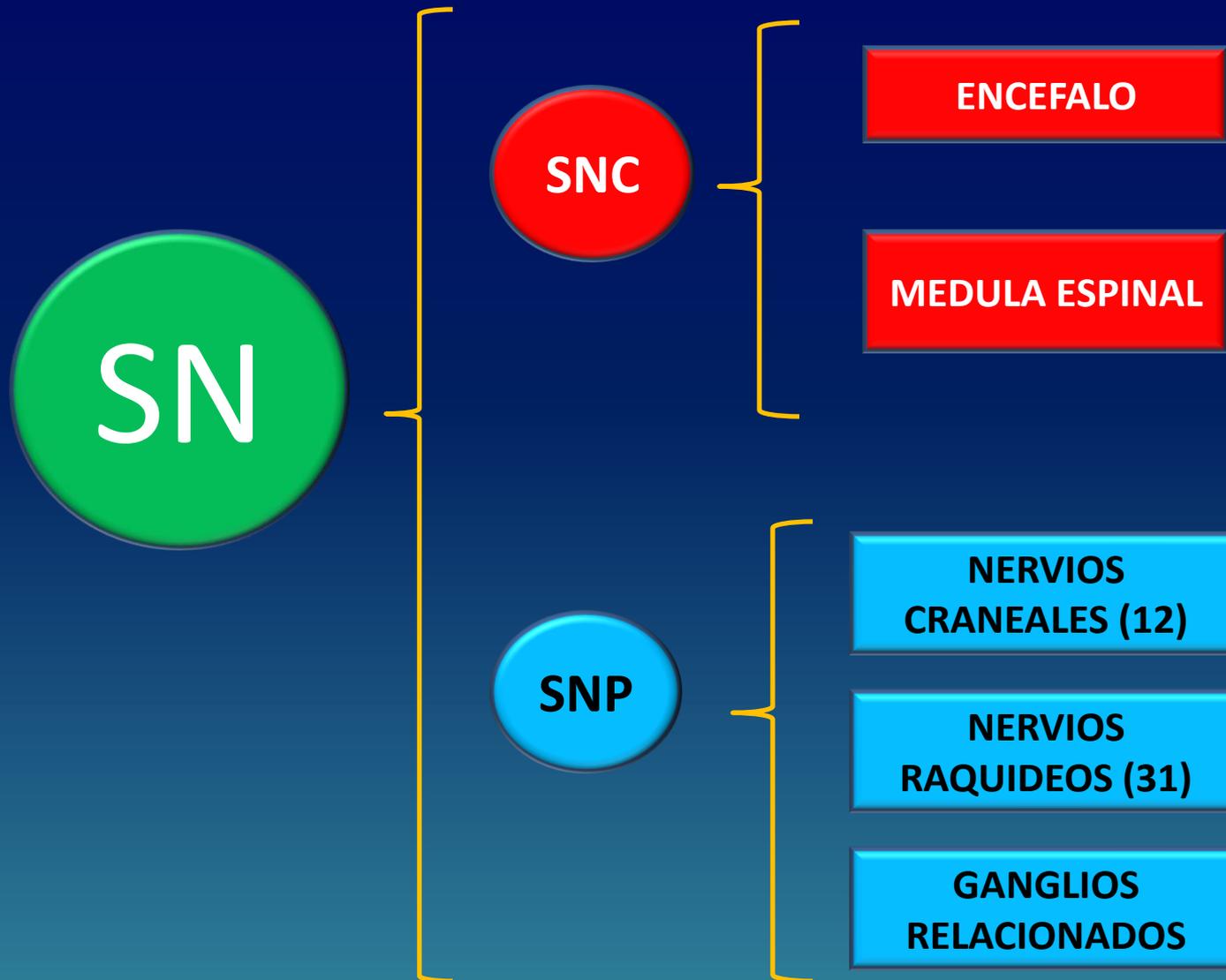
# ¿PARA QUÉ NOS SIRVE EL SN?

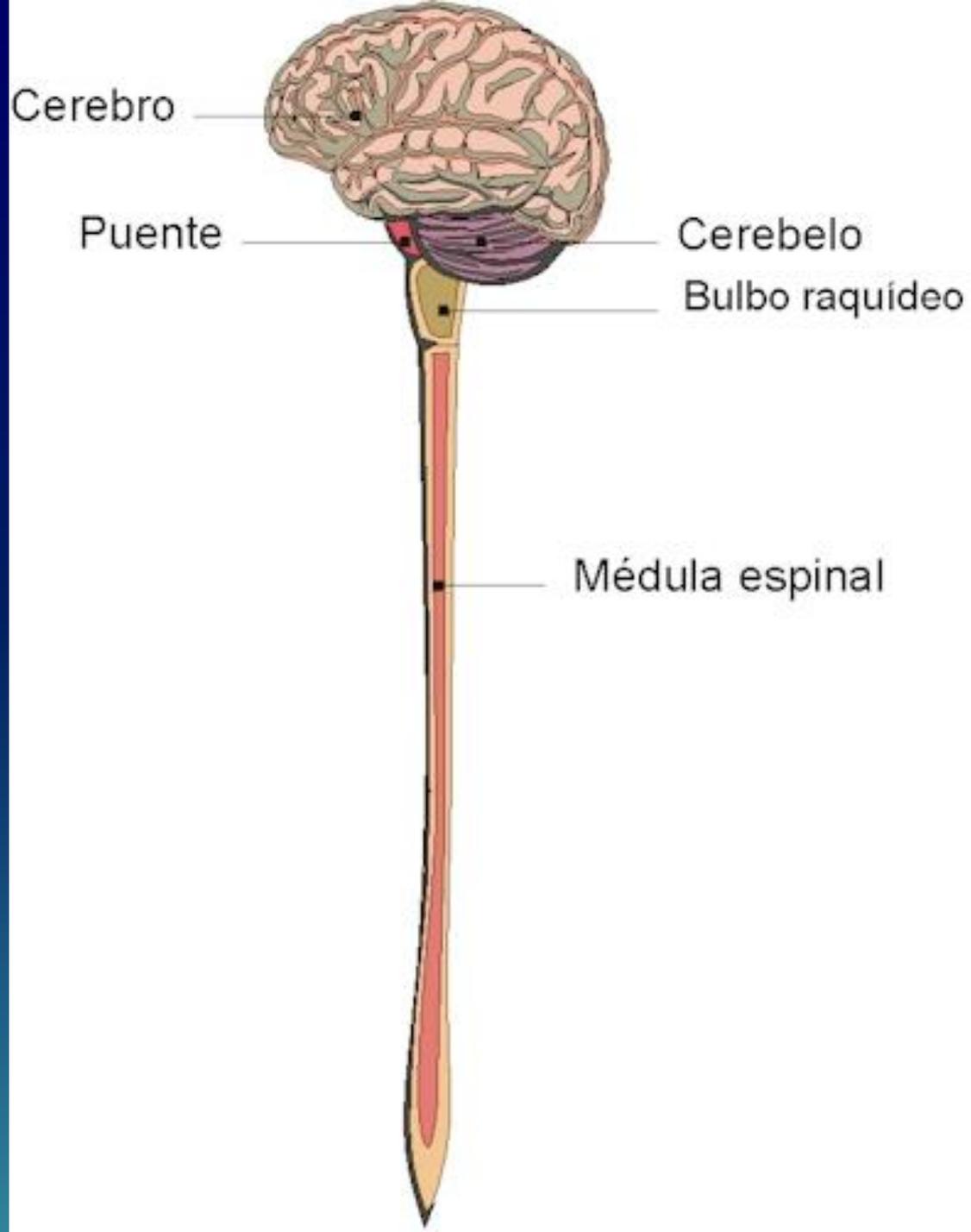
- Su función principal es la comunicación neuronal
- Recibe estímulos diversos y los transduce en impulsos nerviosos los cuales se conducen a centros nerviosos con el fin de:

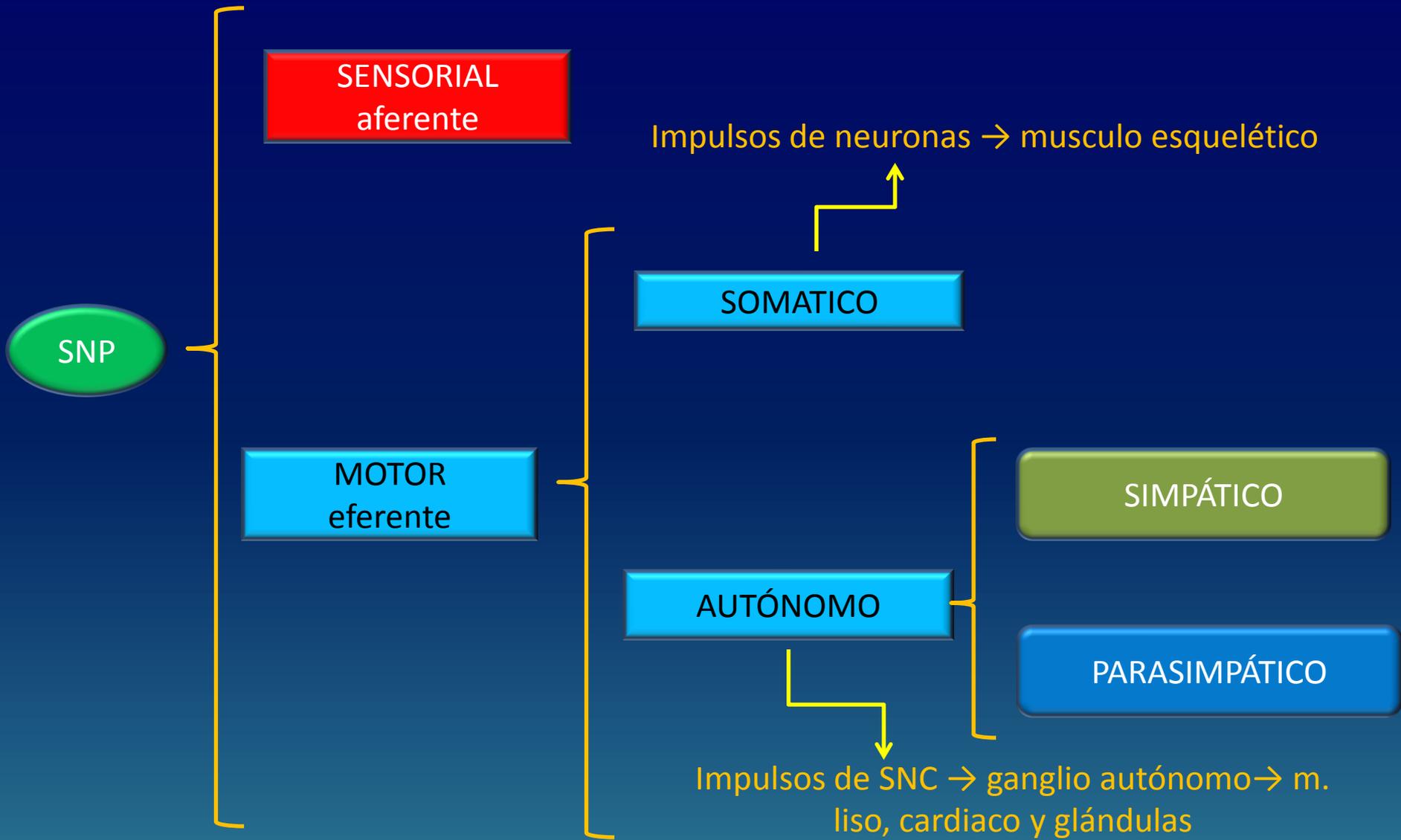
Percibir sensaciones

Iniciar reacciones  
motoras

# ¿CÓMO ESTA ORGANIZADO EL SN?





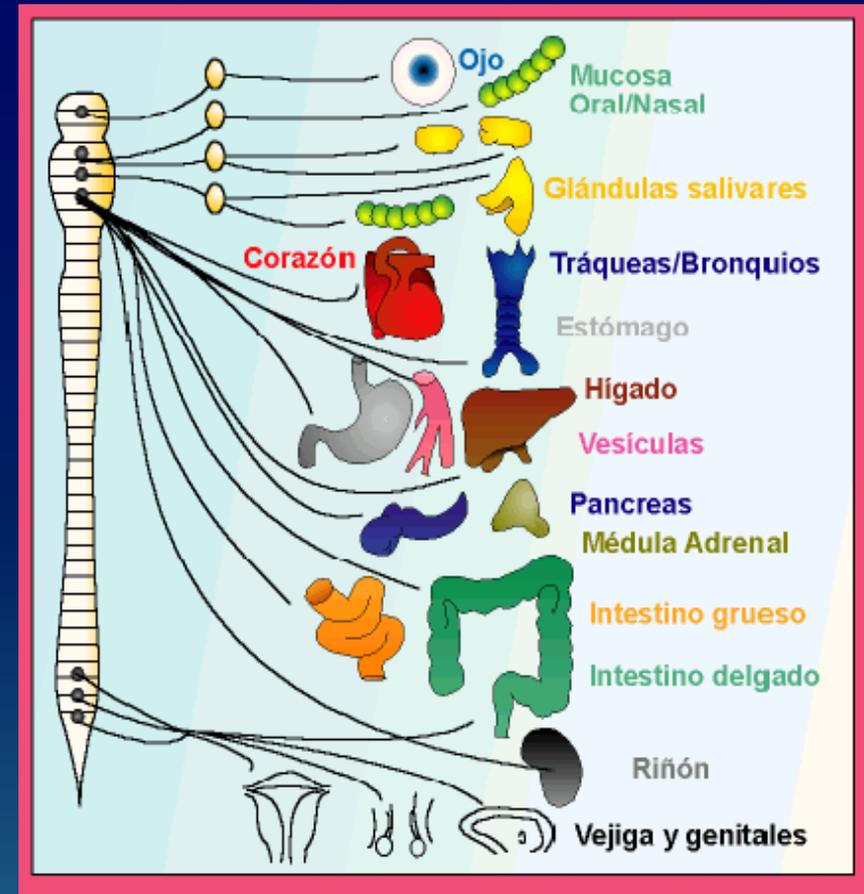


# Sistema Simpático:



Se encarga de activar al organismo, por lo que incrementa el gasto de energía y suele funcionar durante el día.

# Sistema Parasimpático:



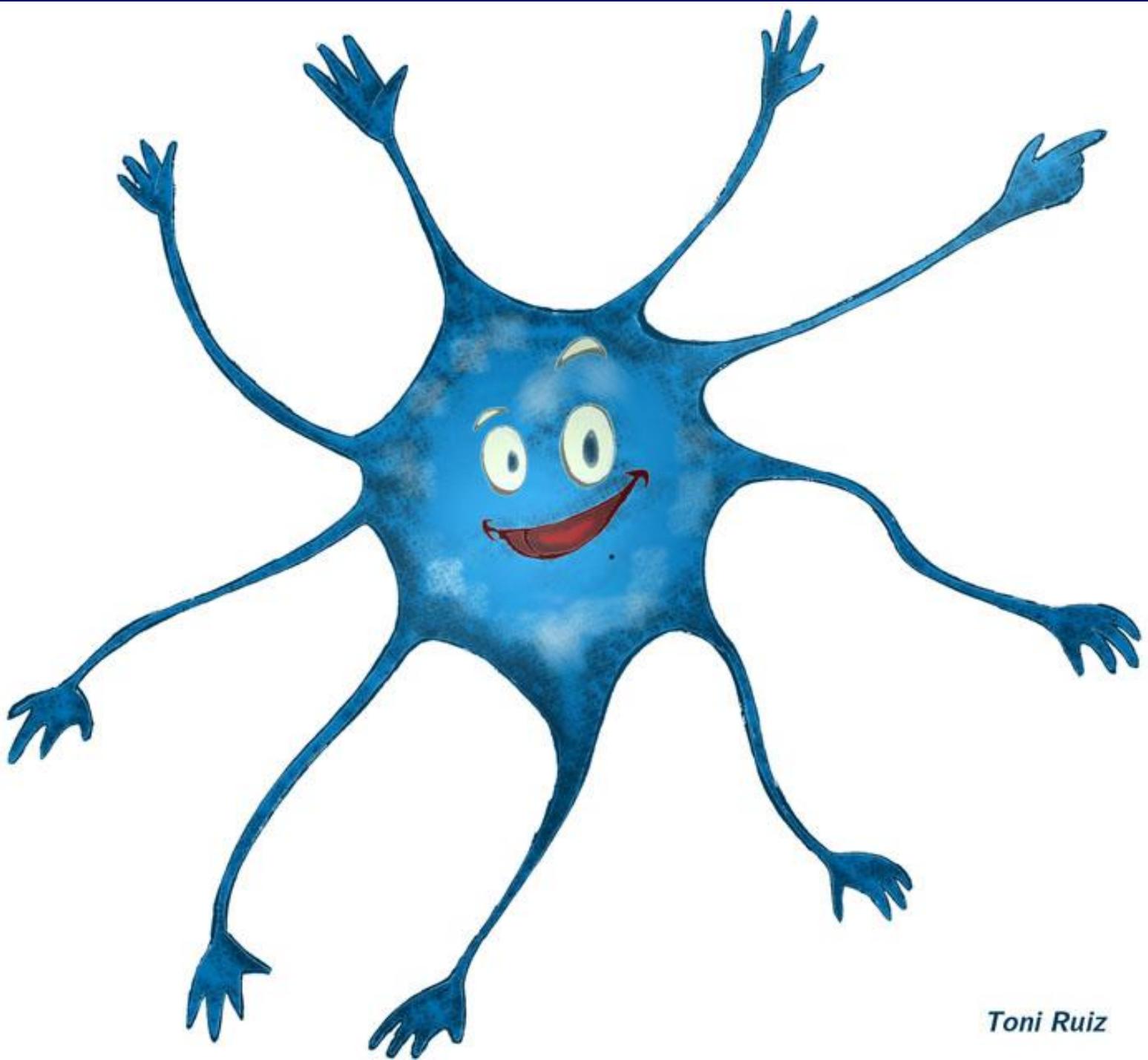
Produce los efectos contrarios al simpático, relaja el organismo, disminuye el consumo de energía y suele funcionar por la noche.



# **CÉLULAS DEL SISTEMA NERVIOSO**

# Células del Sistema Nervioso

- Neuronas → reciben y transmiten impulsos
- Células de la **Neuroglia**: dan soporte y protección a las neuronas
  - **Astrocitos**
  - **Oligodendrocitos**
  - **Células Microgliales**
  - **Células Ependimarias**
  - **Células de Schwann**



*Toni Ruiz*

# NEURONAS

## Generalidades (1)

- Mas de 10 mil millones en humano
- 3 partes: cuerpo central, varias dendritas, 1 axón
- Cuerpo = pericarion = soma
  - *SNC*: son poligonales con superficies cóncavas entre sus múltiples prolongaciones
  - *Ganglio de la raíz dorsal*: son redondas con 1 sola prolongación
  - Los cuerpos son de diferentes tamaños según su localización

## Generalidades (2)

- Dendritas

- son proyecciones o prolongaciones del cuerpo,
- especializadas para recibir estímulos de células sensoriales, axones y otras neuronas
- Con múltiples ramificaciones (pueden recibir estímulos simultáneos de otras neuronas)
- Los impulsos que reciben se transmiten al cuerpo o soma

## Generalidades (3)

- Axón
  - 1 sola prolongación de dm. variable y hasta 100 cm long.
  - tiene terminales axónicas o del axón = bulbos finales = botones terminales, que son dilataciones en su extremo, las cuales se aproximan a otras células para formar una sinapsis
  - Conduce impulsos del soma a otras neuronas, glándulas y músculos.
  - Puede recibir estímulos de otras neuronas
  - Pueden estar ramificados

# NEURONAS

## Cuerpo neuronal

**Núcleo:** grande, esférico y central. Con cromatina dispersa y nucléolo definido

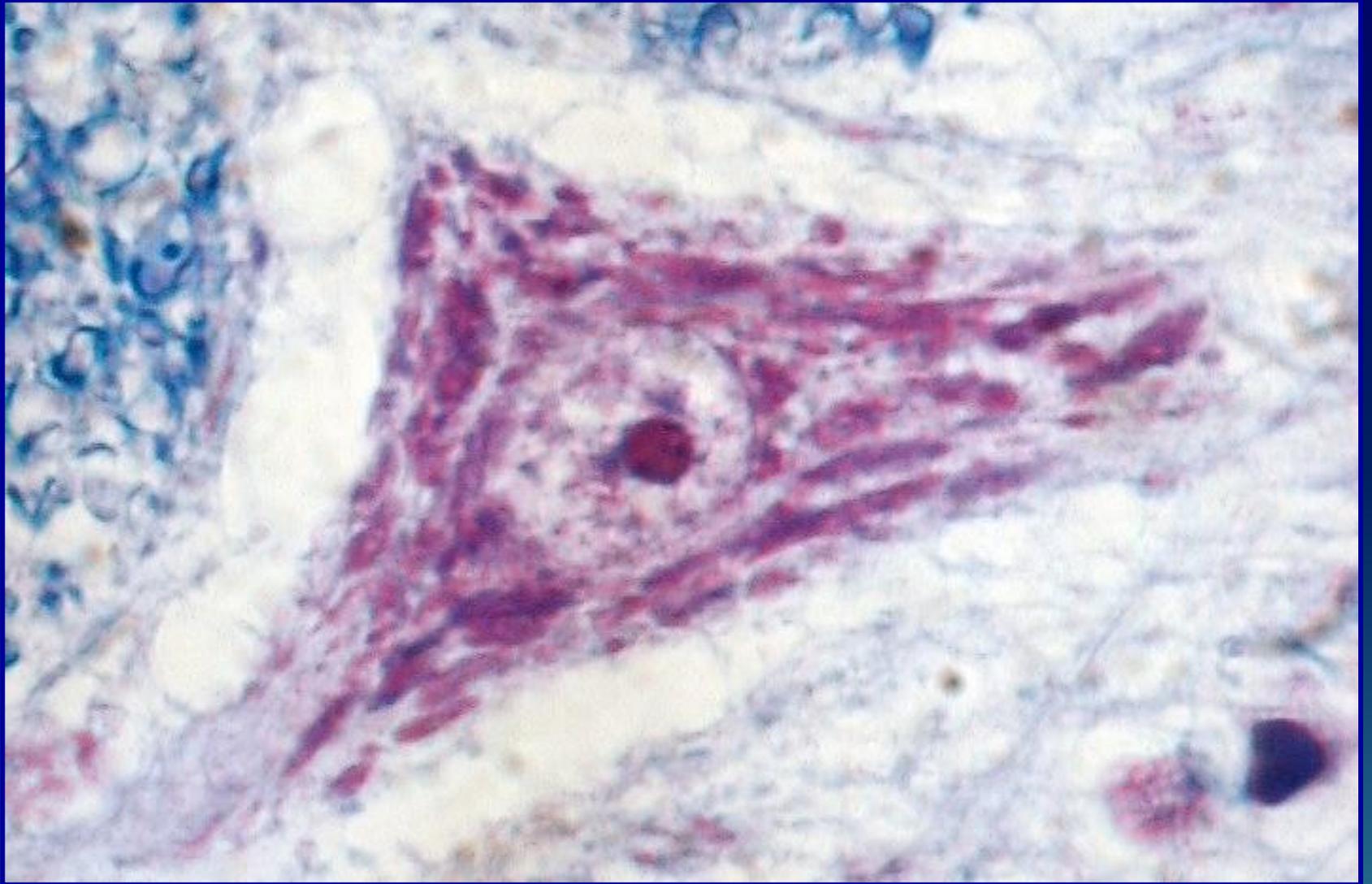
**RER:** abundante (sobre todo en N. Motoras).; no hay en el montículo del axón  
+ **POLIRRIBOSOMAS:** diseminados  
= Cuerpos de Nissl. Que son generados por una basofilia especial

**REL:** abundante, se extiende a dendritas y axón. Forma las cisternas hipolemales por debajo de la membrana celular, las cuales secretan  $Ca^{++}$ , y contienen proteínas (se distribuyen por toda la célula)

**Golgi:** yuxtannuclear, prominente. En el axón agrupa NT y enzimas que los producen

**Mitocondrias:** numerosas y dispersas. Hay mas en la terminal axónica. Se mueven a lo largo de los microtubulos

**Centriolo:** solo 1 relacionado con un cuerpo basal de un cilio; poseen disposición 9+0 de los microtúbulos.

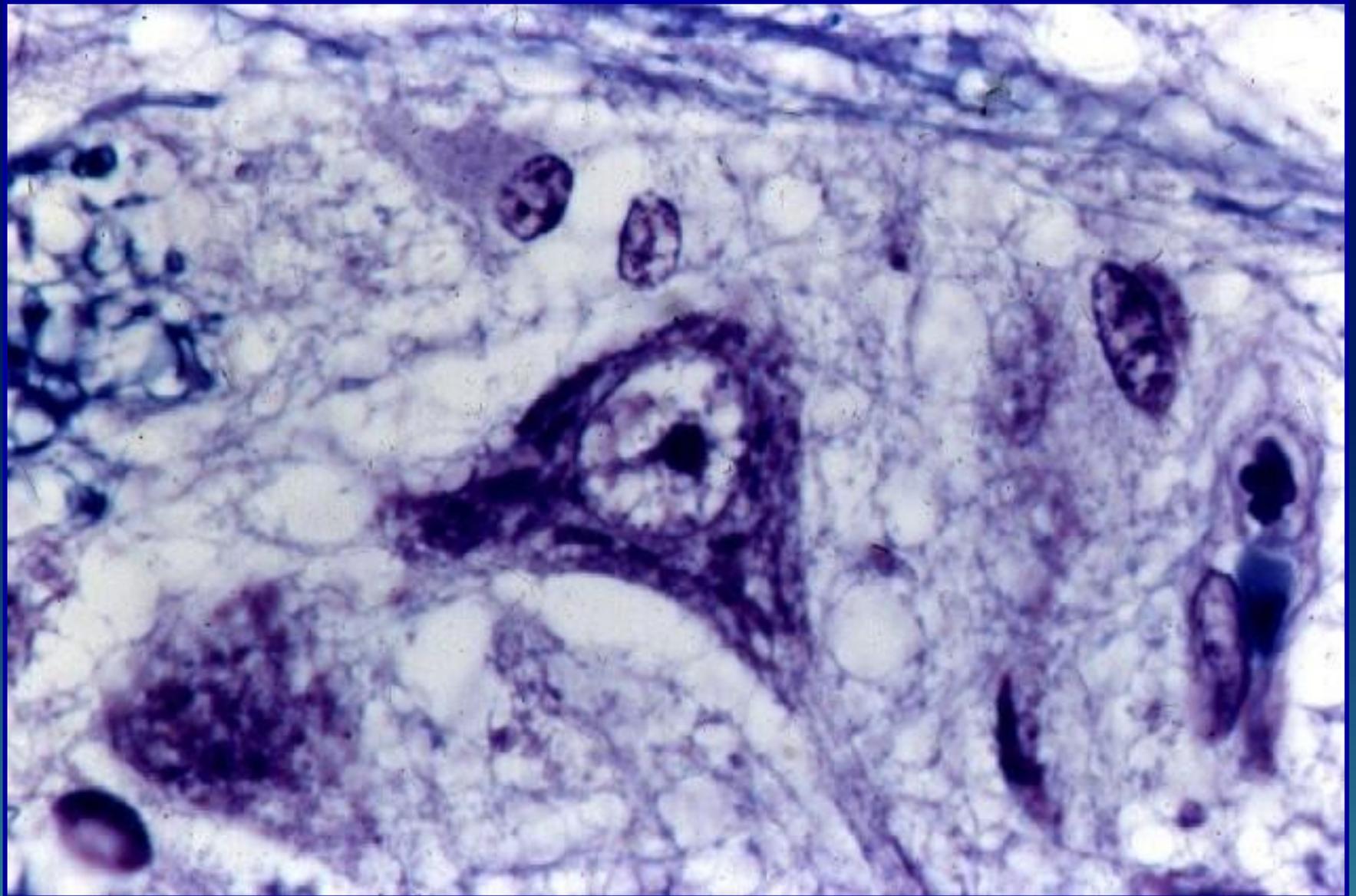


**Neurona multipolar con el núcleo característico y un citoplasma plagado de gránulos de Nissl.**

# NEURONAS

## inclusiones

- **Gránulos de Melanina:** (pardo a negro). En sustancia negra y en el locus ceruleus
- **Lipofucsina:** (pardo a amarillo). Mas en el adulto mayor. Es remanente de la actividad enzimática de los lisosomas. No hay en células de Purkinje de corteza cerebral.
- Algunas neuronas pueden contener **hierro** y puede acumularse con la edad.
- **Gotitas de lípidos:** resultado de metabolismo defectuoso
- En cel. Neurosecretoras: **Gránulos secretorios**, conteniendo moléculas de señalamiento.



# NEURONAS

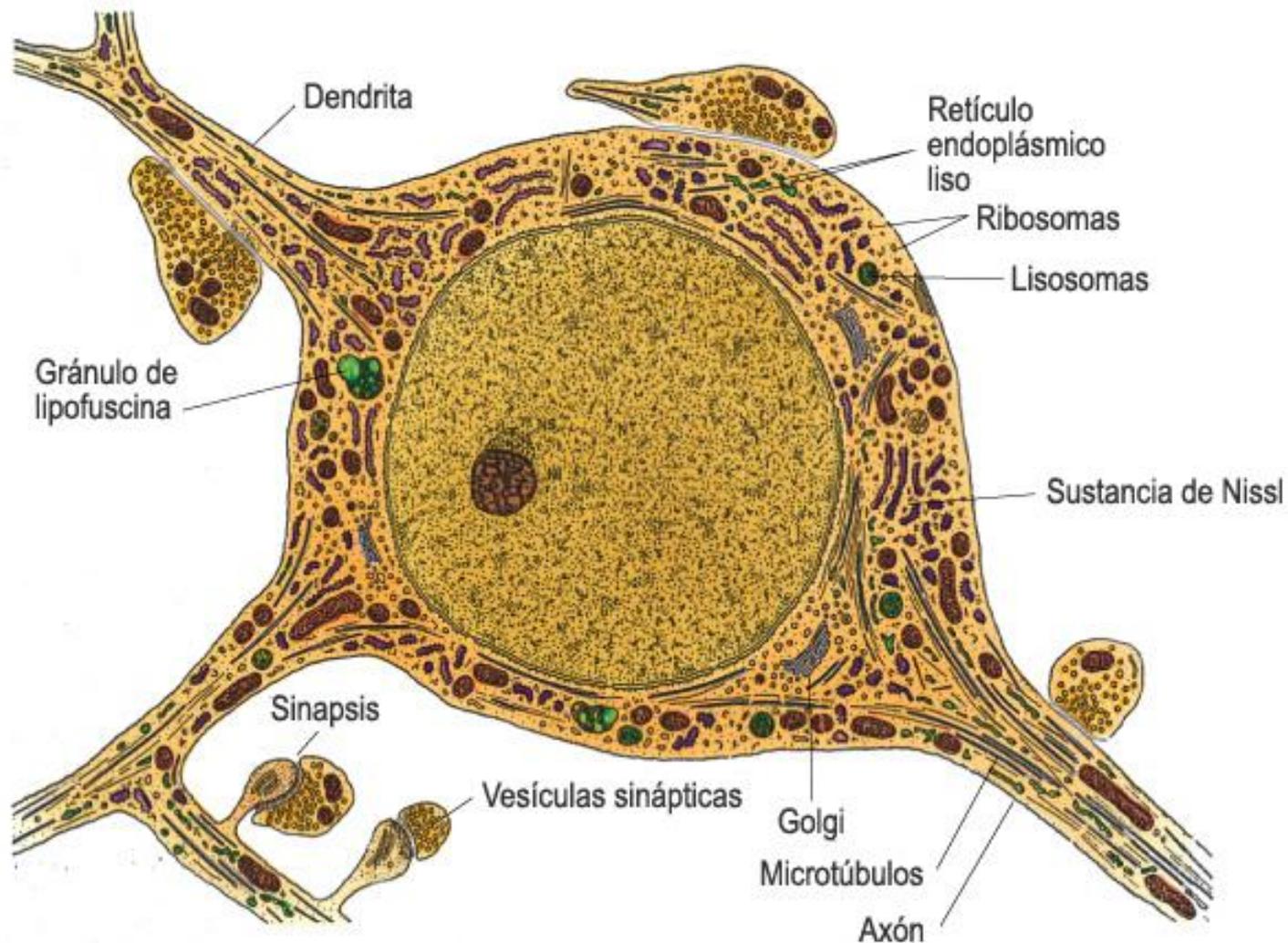
## Citoesqueleto

Neurofibrillas: (hasta 2 micras de dm.).  
Atraviesan el soma y se extienden a las prolongaciones

Microtúbulos ( 24 nm de diám.), en los del citoplasma se encuentra la **proteína relacionada con el microtúbulo MAP-2**, en el axón hay **MAP-3**

**Neurofilamentos** (intermedios de 10 nm de dm.)

**Microfilamentos** de 6 nm (actina), cerca de la membrana plasmática



**Fig. 9-5.** Esquema de la ultraestructura de un cuerpo celular neuronal. (Tomado de Lentz TL: Cell Fine Structure: An Atlas of Drawings of Whole-Cell Structure. Philadelphia, WB Saunders, 1971.)

Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.

# NEURONAS

## Dendritas

- Son prolongaciones de la membrana plasmática
- Reciben estímulos de otras neuronas
- El patrón de ramificación es exclusivo de cada tipo de neurona. Las ramificaciones dan lugar a múltiples terminales sinápticas
- Contienen (aunque escasos) todos los orgánulos excepto Golgi. Abundantes mitocondrias
- Espinas: se localizan en la superficie de algunas dendritas para la sinapsis con otras neuronas
- Las espinas disminuyen con la edad, o en el Síndrome de Down

# NEURONAS

## Axones

- Transmite impulsos a otras neuronas o a células efectoras
- Axones de neuronas motoras pueden tener hasta 1 m de largo. La velocidad de conducción se relaciona directamente con el grosor del axón.
- Emerge del soma en el montículo de axón
- Este tiene forma de pirámide, no tiene ribosomas, se localiza al lado contrario de las dendritas.

## Axones

- **Segmento inicial:** va desde el origen del axón hasta el inicio de la vaina mielina, también se denomina zona desencadenante en espiga
- Aquí se suman los impulsos excitadores e inhibidores, para determinar si se propaga o no un potencial de acción
- **Axolema:** plasmalema del axón
- **Axoplasma,** carece de polirribosomas y ReR

## Tipos de Axones

- El plasmalema de algunas células neurogliales, forman una **vaina de mielina** alrededor de algunos axones del SNC y del SNP, convirtiéndolos en:
  - **AXONES MIELINIZADOS**
  - **AXONES NO MIELINIZADOS O DESMIELINIZADOS**
- \* De acuerdo con la presencia de mielina se subdivide el SNC en sustancia blanca y sustancia gris.

## Transporte Axonal

- Transporte de material entre el soma y el axón. A tres velocidades: rápida, intermedia y lenta
- **TRANSPORTE ANTERÓGRADO**, del soma al axón terminal. Es el mas rápido 3mm/seg. Utiliza **CINESINA**
- **TRANSPORTE RETRÓGRADO**, del axón al soma. Es el mas lento 0.2mm/día. Utiliza **DINEINA**

## Transporte Axonal

- **TRANSPORTE ANTERÓGRADO**

Se utiliza para movilizar organitos, vesículas y macromoléculas como actina, miosina y clatrina y enzimas para síntesis de neurotransmisores

- **TRANSPORTE RETRÓGRADO**

Incluye moléculas para la elaboración de proteínas de neurofilamentos, subunidades de microtúbulos, y materiales captados por endocitosis (virus , toxinas)

# NEURONAS

## Clasificación Morfológica

### BIPOLARES

- Con dos prolongaciones a partir del soma, una dendrita y un axón
- Se localizan en ganglios vestibulares y cocleares, y en el epitelio olfatorio

UNIPOLARES (seudounipolares)

MULTIPOLARES



2

# NEURONAS

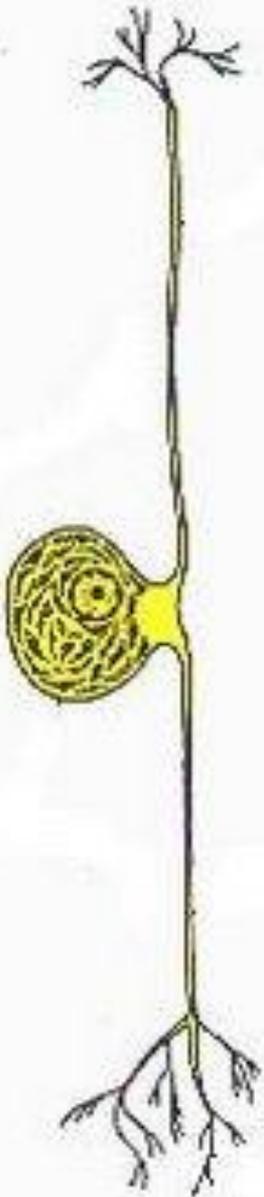
## Clasificación Morfológica

BIPOLARES

UNIPOLARES (seudounipolares)

- Poseen una prolongación que emerge del soma y posteriormente se ramifica en una rama periférica y una central
- Morfológicamente es un axón, pero la rama periférica distal se arboriza, y muestra terminaciones dendríticas
- Se localizan en ganglios de la raíz dorsal y en ganglios craneales

MULTIPOLARES



**1**

# NEURONAS

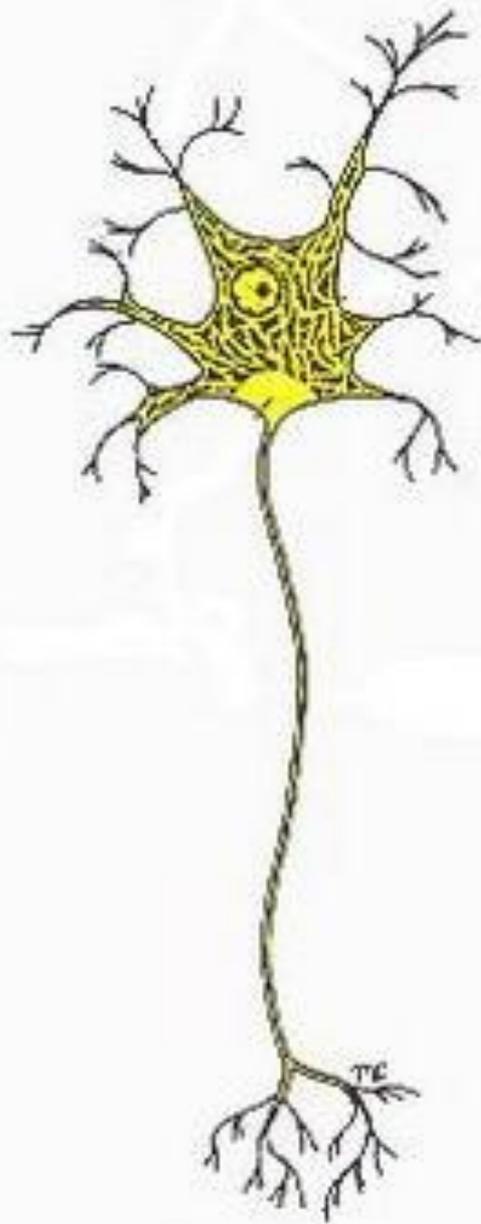
## Clasificación Morfológica

BIPOLARES

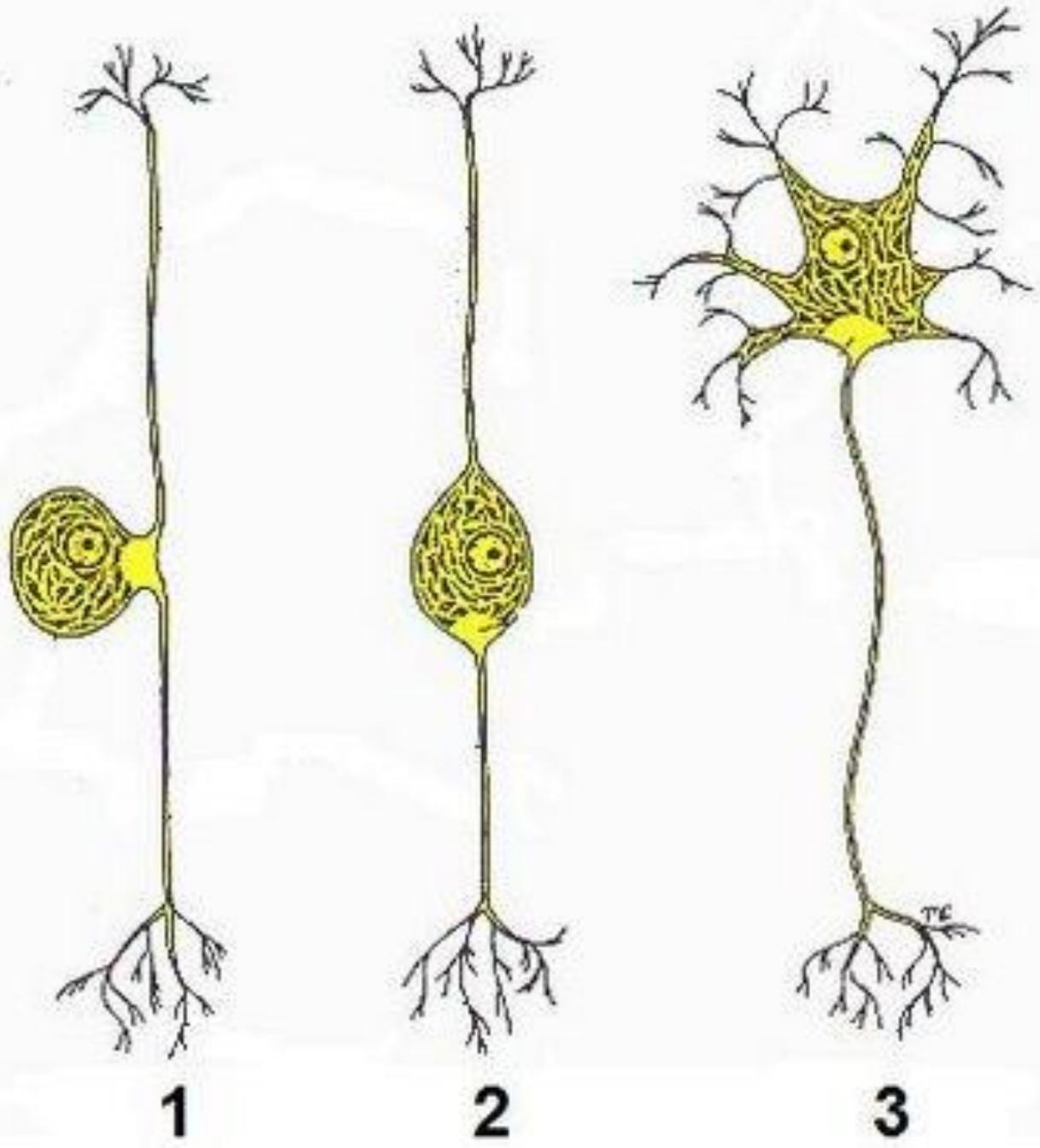
UNIPOLARES (seudounipolares)

MULTIPOLARES

- Es la más común
- Presenta múltiples dendritas, y un axón
- Se localizan en casi todo el SNC y casi todas son motoras
- Reciben diferentes nombres: células *piramidales* ó células de *Purkinje*



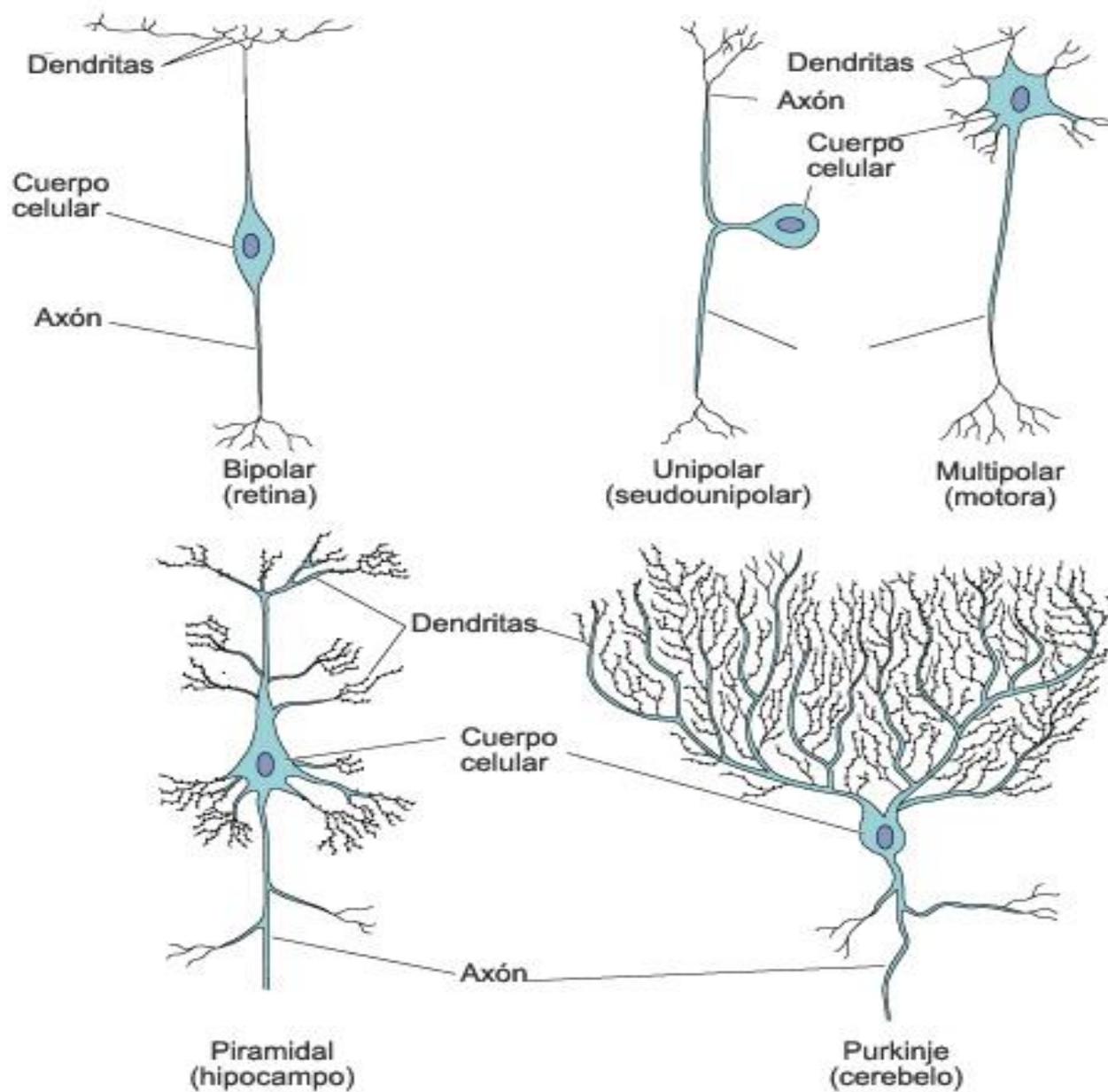
**3**



**1**

**2**

**3**



**Fig. 9-4.** Esquema de los diversos tipos de neuronas.

Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.

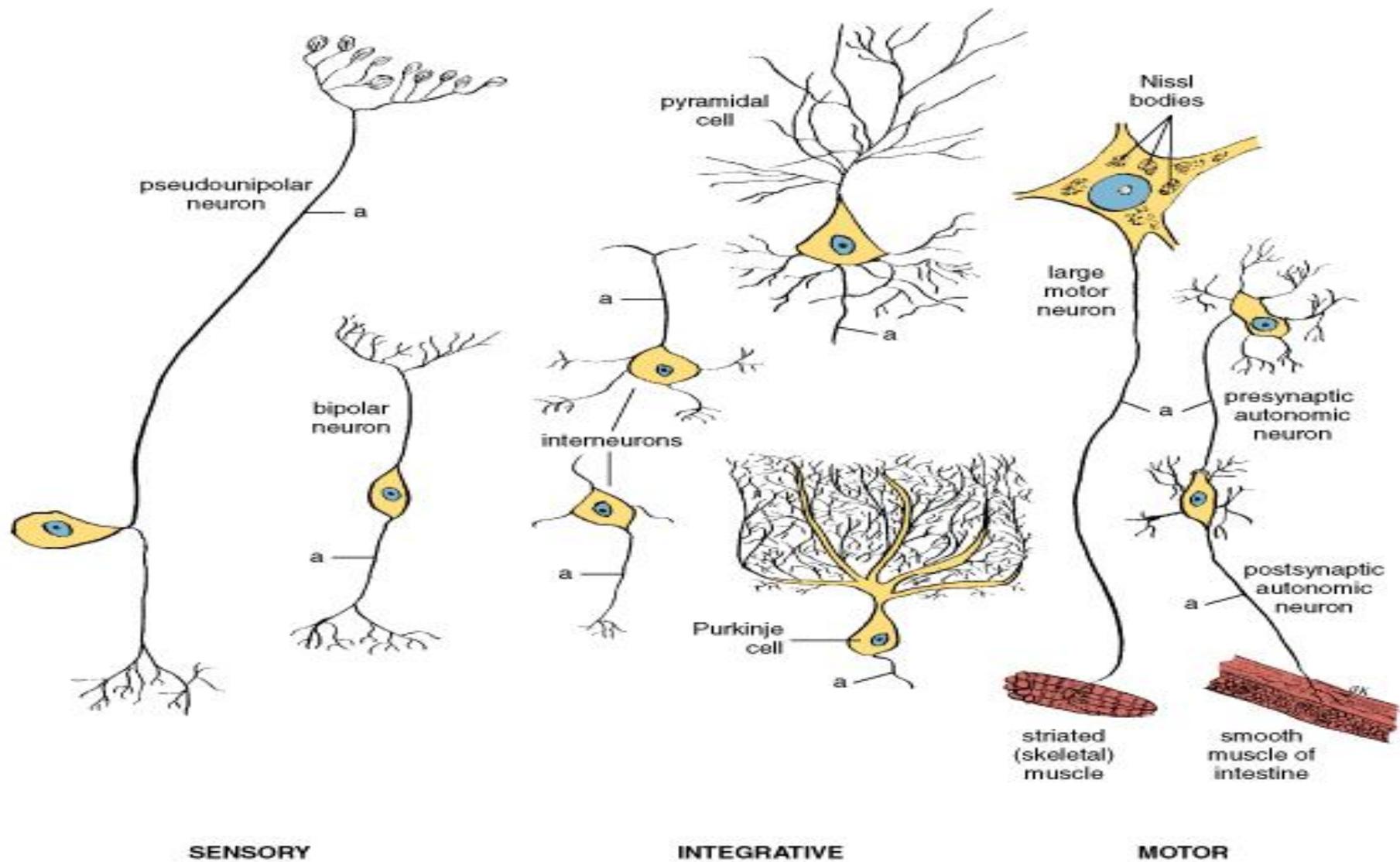


Figure 11.2. Diagram illustrating different types of neurons. *a*, axon.

# NEURONAS

## Clasificación Funcional

### SENSORIALES (AFERENTES)

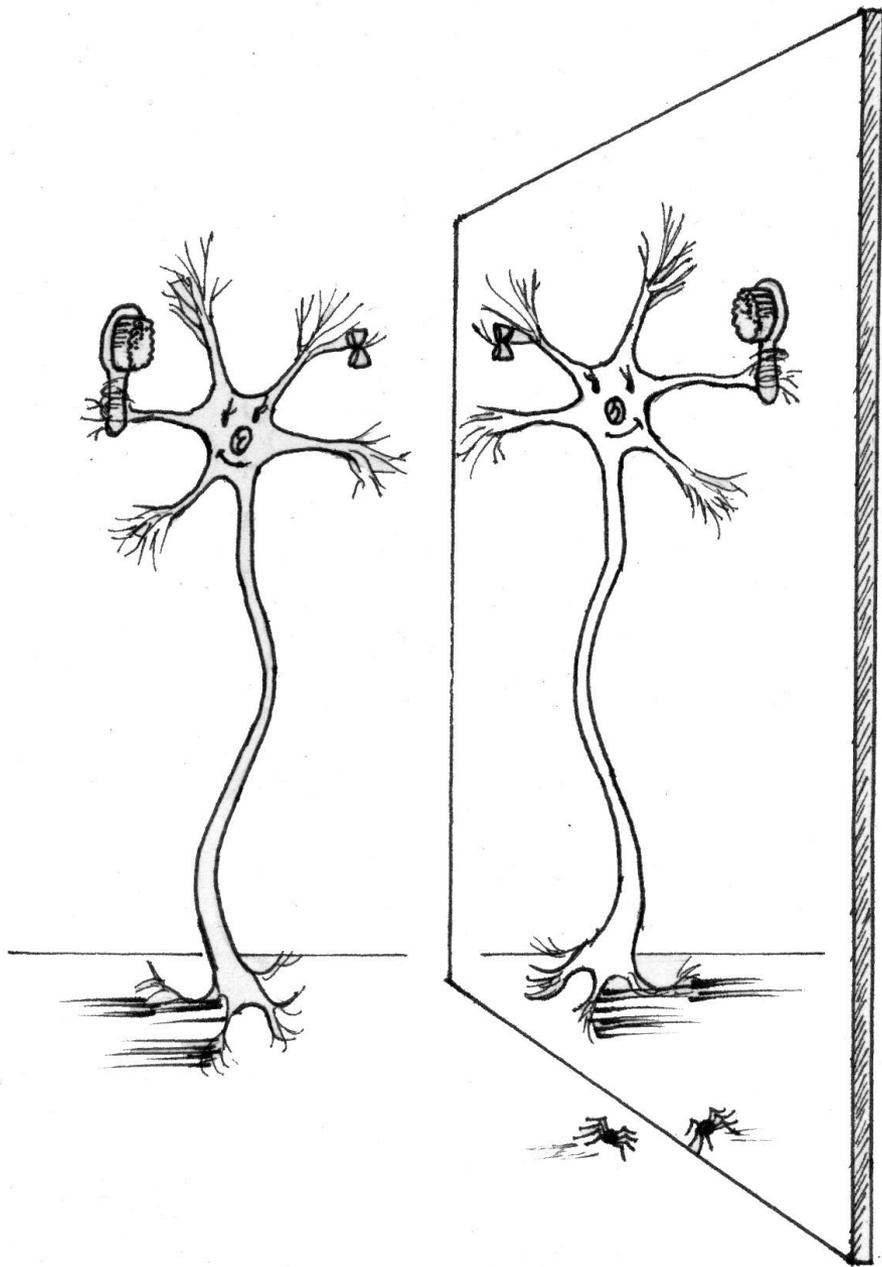
- Reciben impulsos sensoriales y los conducen al SNC para su procesamiento

### MOTORAS (EFERENTES)

- Surgen en SNC y conducen impulsos a musculos, glandulas y otras neuronas

### INTERNEURONAS

- Localizadas totalmente en SNC, actuan como interconectores. Establecen redes neuronales entre las sensoriales, las motoras y otras interneuronas. Responsables del FUNCIONAMIENTO COMPLEJO del cuerpo



*Archie Daily*

# NEUROGLIA

## Células Neurogliales

Su función es dar apoyo metabólico, mecánico y protector a las neuronas

Estas células forman en conjunto a la neuroglia

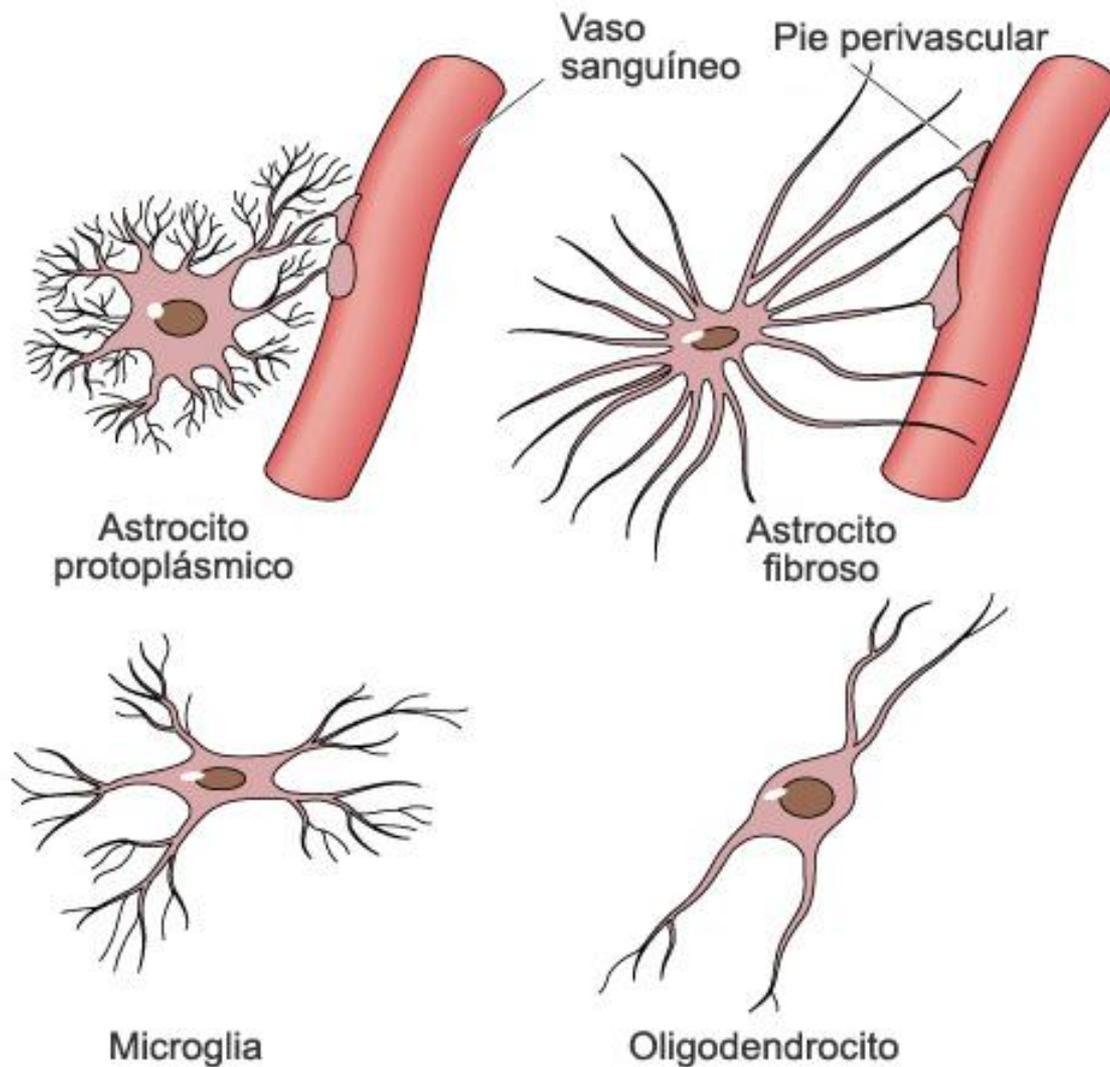
Puede haber 10 veces mas neuroglia que neuronas

No reaccionan a impulsos nerviosos ni los propagan

# NEUROGLIA

## Células Neurogliales

- Astrocitos
- Oligodendrocitos
- Células Microgliales
- Células Ependimarias
  
- Células de Schwann (están SNP)



**Fig. 9-9.** Esquema de los diversos tipos de células neurogliales.  
Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.

# ASTROCITOS

## generalidades

Son las cel. neurogliales mas grandes y existen 2 tipos:

- a) Protoplásmicos: en sustancia gris de SNC
- b) Fibrosos: en sustancia blanca de SNC

La proteína acida fibrilar glial es única de los astrocitos.

# ASTROCITOS

## protoplásmicos

- ✓ Son células estelares, Citoplasma abundante, Núcleo grande
- ✓ Muchas prolongaciones en ramificaciones cortas.
- ✓ Las puntas de algunas prolongaciones terminan en pedicelos o pies vasculares que entran en contacto con vasos sanguíneos
- ✓ Otros mas cerca del encéfalo o medula están en contacto con la piamadre y forman la membrana piamadre-glial



**Con técnicas de impregnación metálica el aspecto de los astrocitos protoplásmicos es mucho más claro.**



**Astrocitos protoplásmicos en estrecha relación con vasos sanguíneos.**

# ASTROCITOS

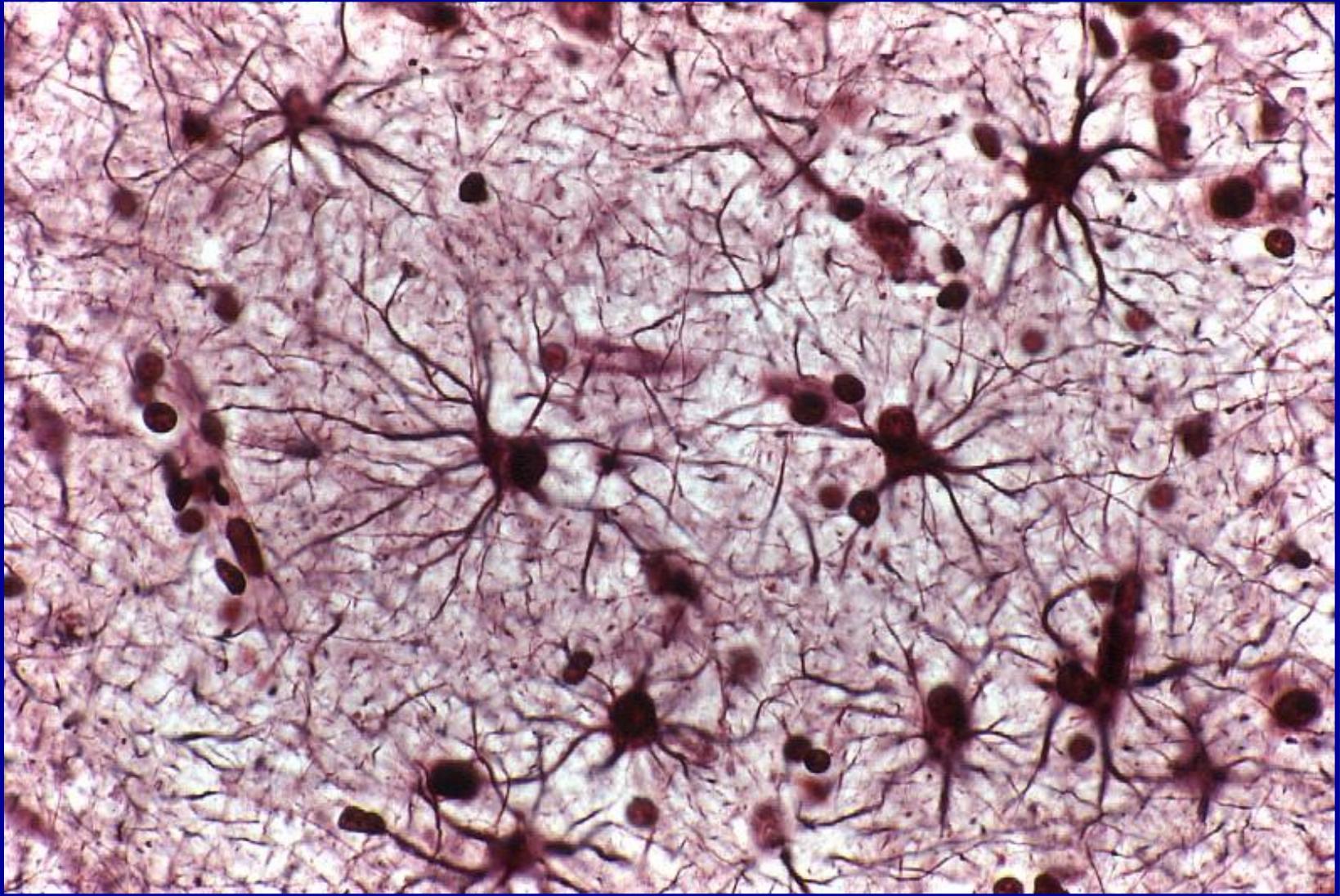
## fibrosos

- Citoplasma eucromático, con pocos organelos, ribosomas libres y glucógeno
- Prolongaciones largas y no ramificadas que se vinculan con la piamadre y los vasos sanguíneos
- Eliminan iones y remanentes del metabolismo neuronal, como iones de  $K^+$ , glutamato y GABA, acumulados en los nodos de Ranvier.

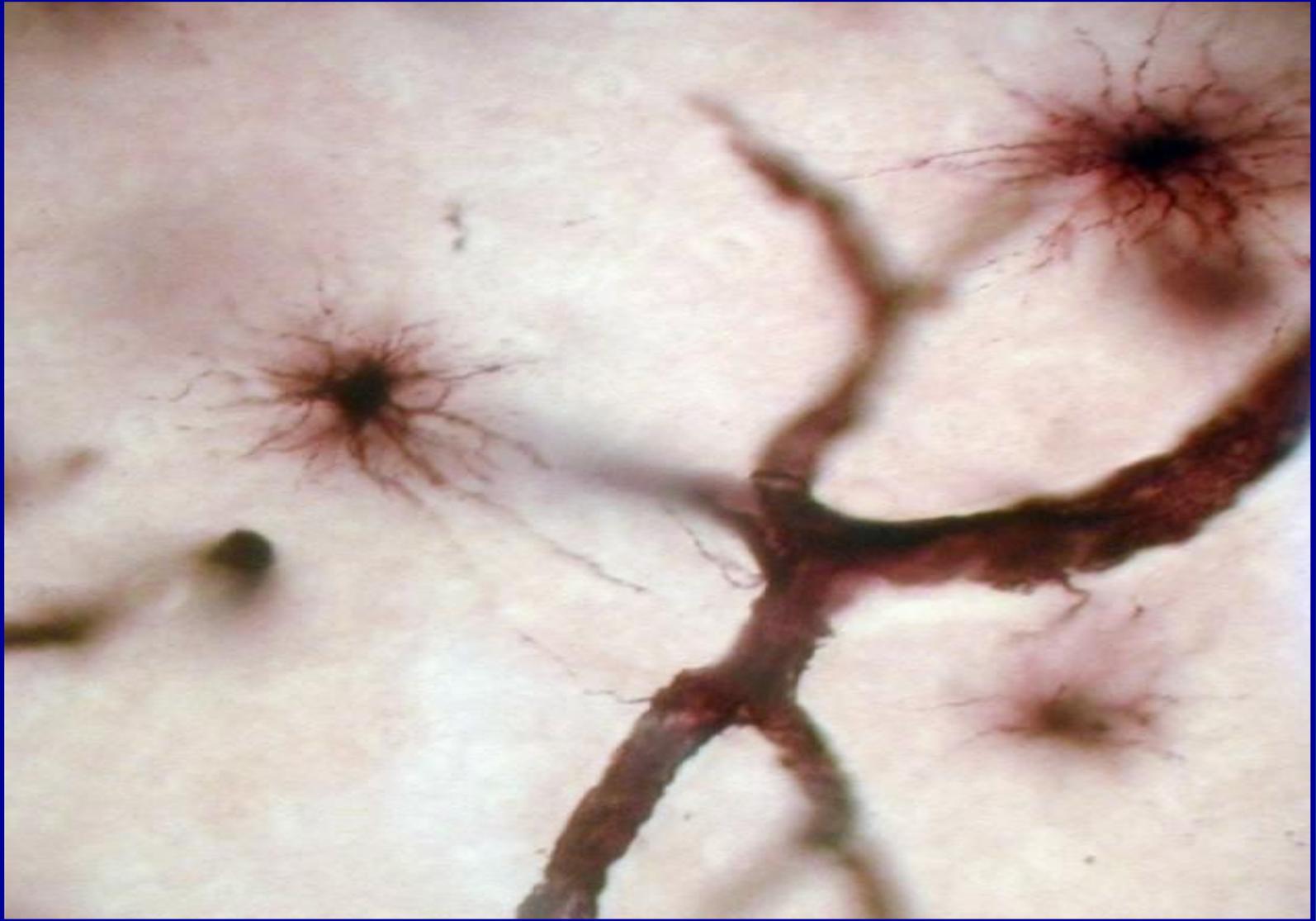
# ASTROCITOS

## fibrosos

- ❖ Contribuyen al metabolismo de la corteza cerebral y liberan glucosa a partir de glucógeno, bajo inducción de noradrenalina y péptido intestinal vasoactivo (VIP)
- ❖ Los astrocitos fibrosos localizados en la periferia del SNC forman una capa continua sobre los vasos sanguíneos para conservar la barrera hematoencefálica
- ❖ También migran a zona dañadas , formando tejido cicatrizal



**Astroцитос fibrosos. Las neoplasias primarias más comunes del cerebro se originan de estas células: astrocitomas fibrilares.**



**Vemos el detalle de las prolongaciones de astrocitos fibrilares entrando en contacto con la pared vascular.**

## generalidades

- Son más pequeños que los astrocitos
- Tienen menos prolongaciones con ramificaciones escasas
- Núcleo pequeño
- RER abundante, muchos ribosomas y mitocondrias libres con gran Golgi
- Muchos microtúbulos en región perinuclear y en las prolongaciones

## Interfasciculares y satélites

- Están ubicados en hileras junto a los haces de axones
- Elaboran y conservan la mielina alrededor de los axones del SNC y los aíslan.
- Un oligodendrocito puede envolver varios axones con segmentos de mielina
- Los **oligodendrocitos SATELITES**, están relacionados con cuerpos celulares de neuronas grandes aun no se sabe su función.

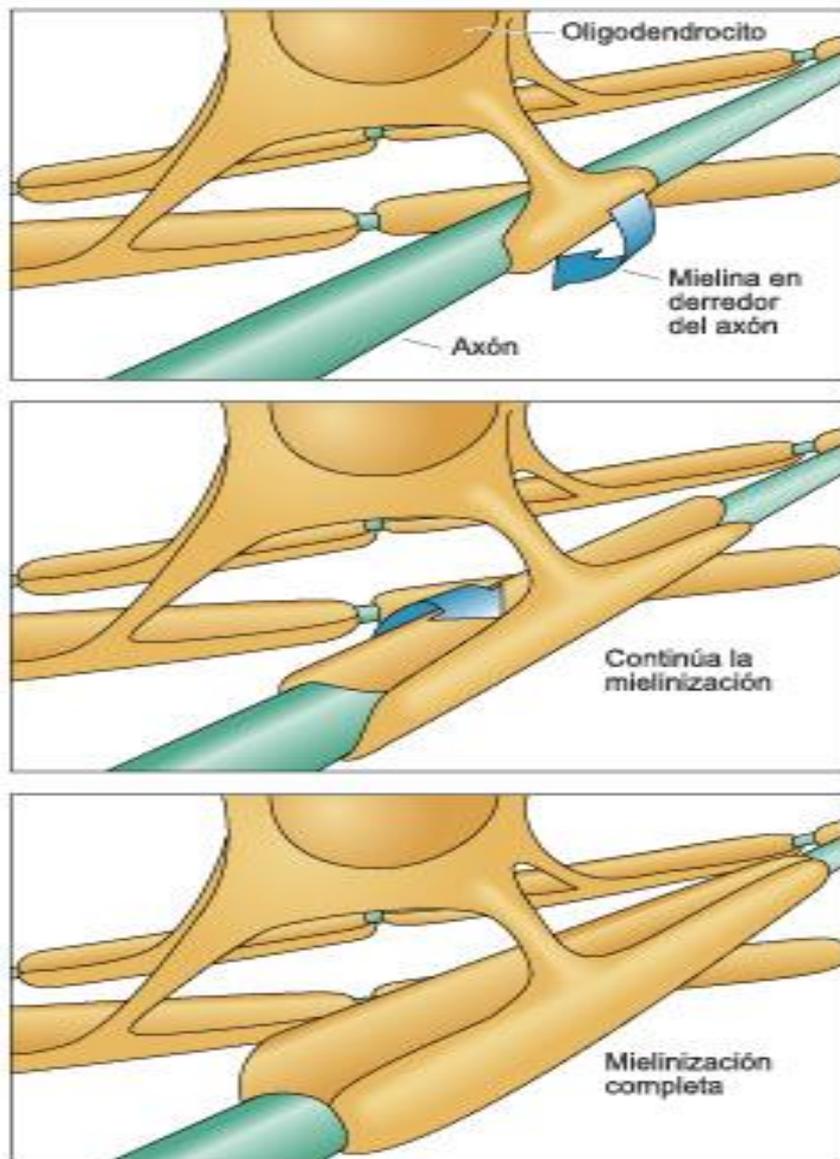
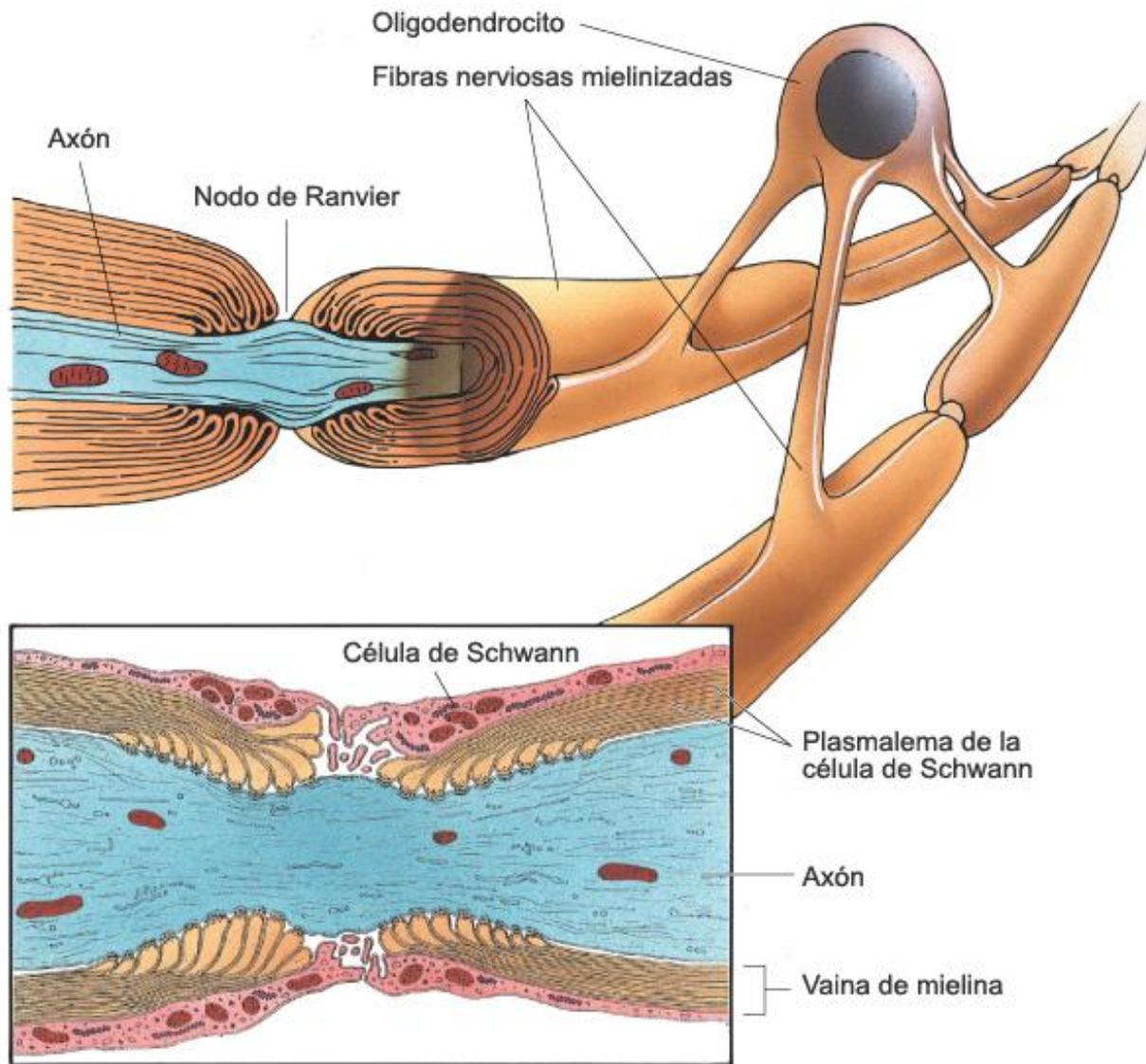
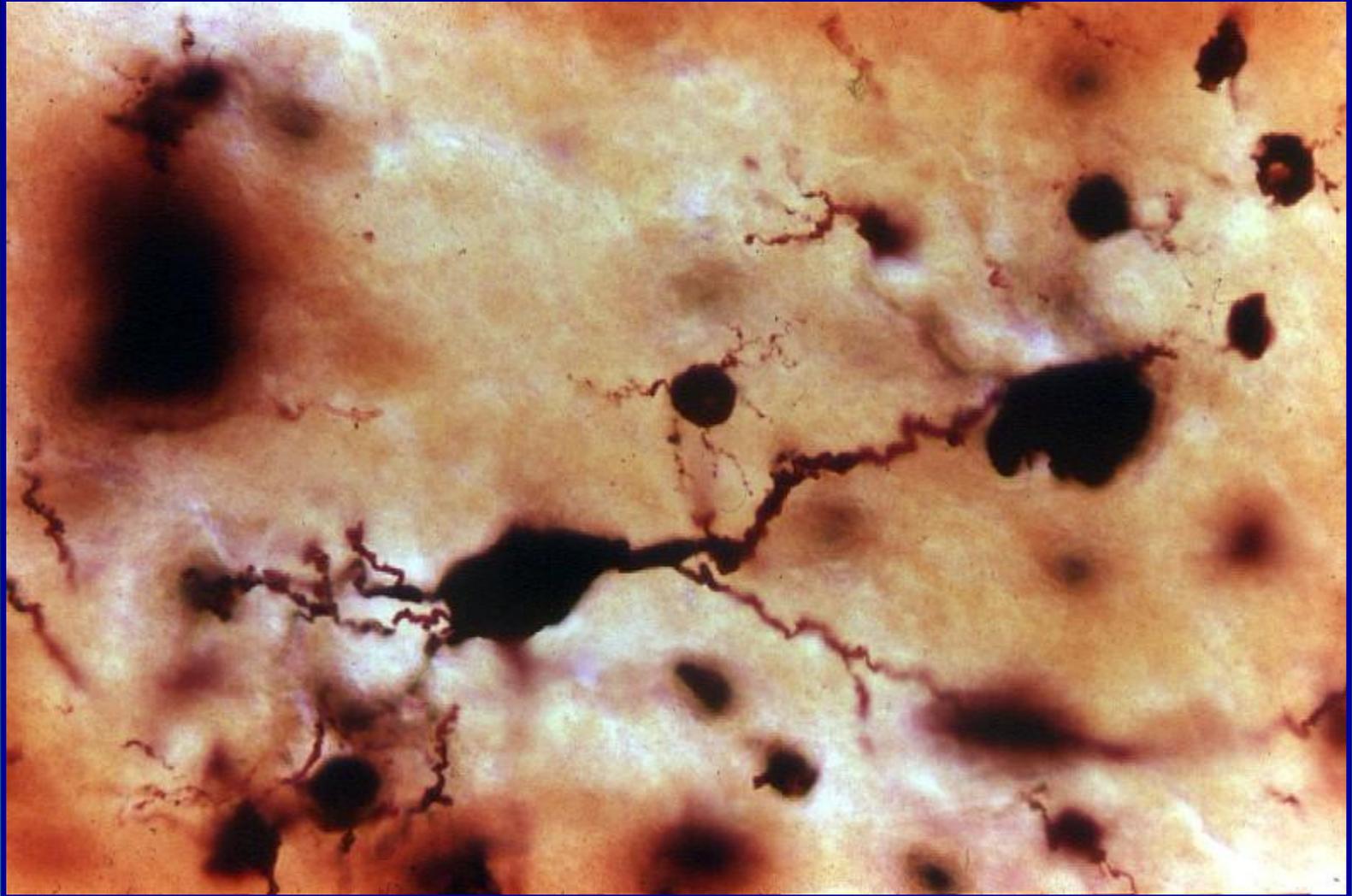


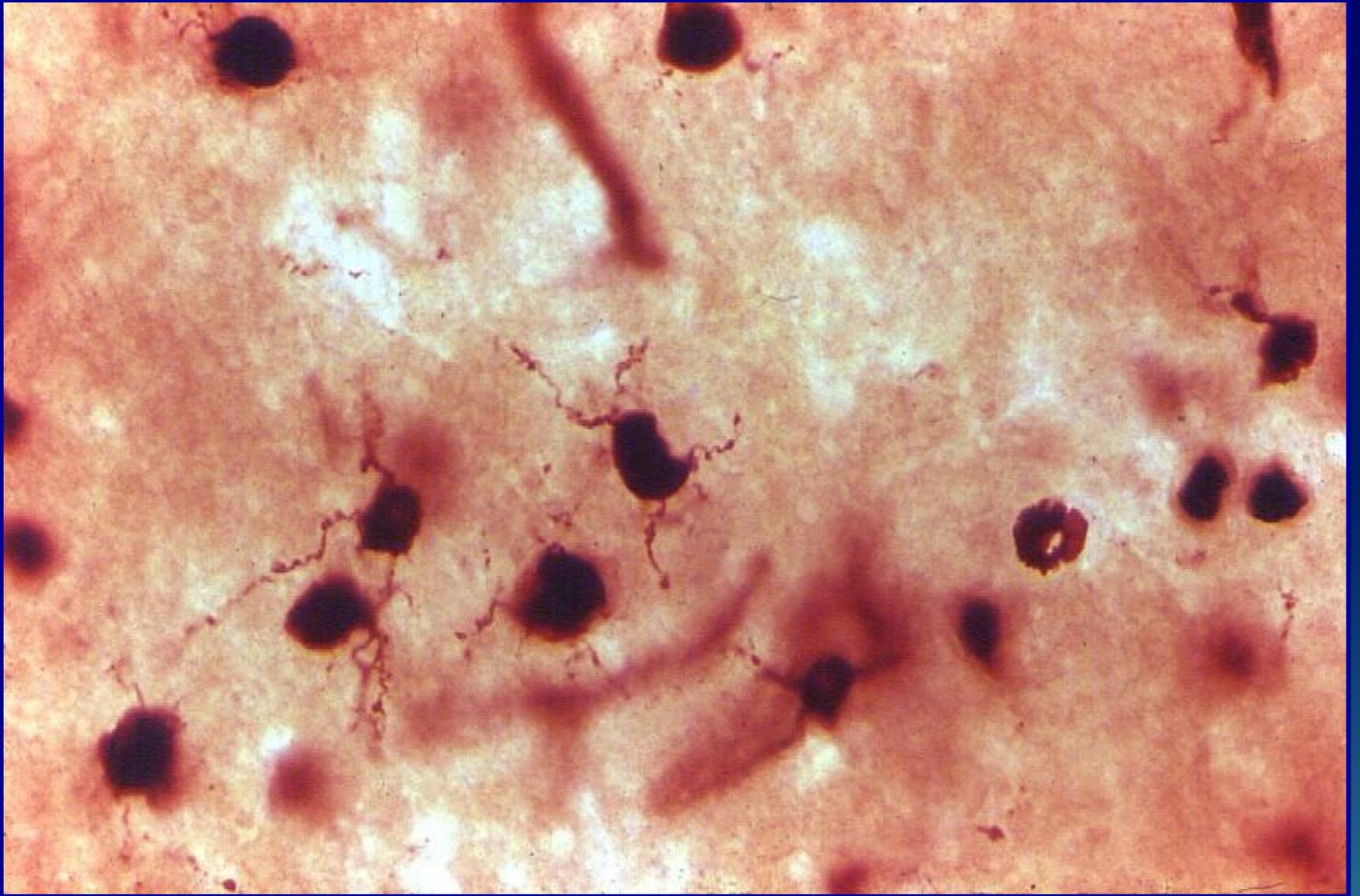
Fig. 9-6. Esquema del proceso de mielinización en el sistema nervioso central. A diferencia de la célula de Schwann del sistema nervioso periférico, cada oligodendrogliona es capaz de mielinizar varios axones.



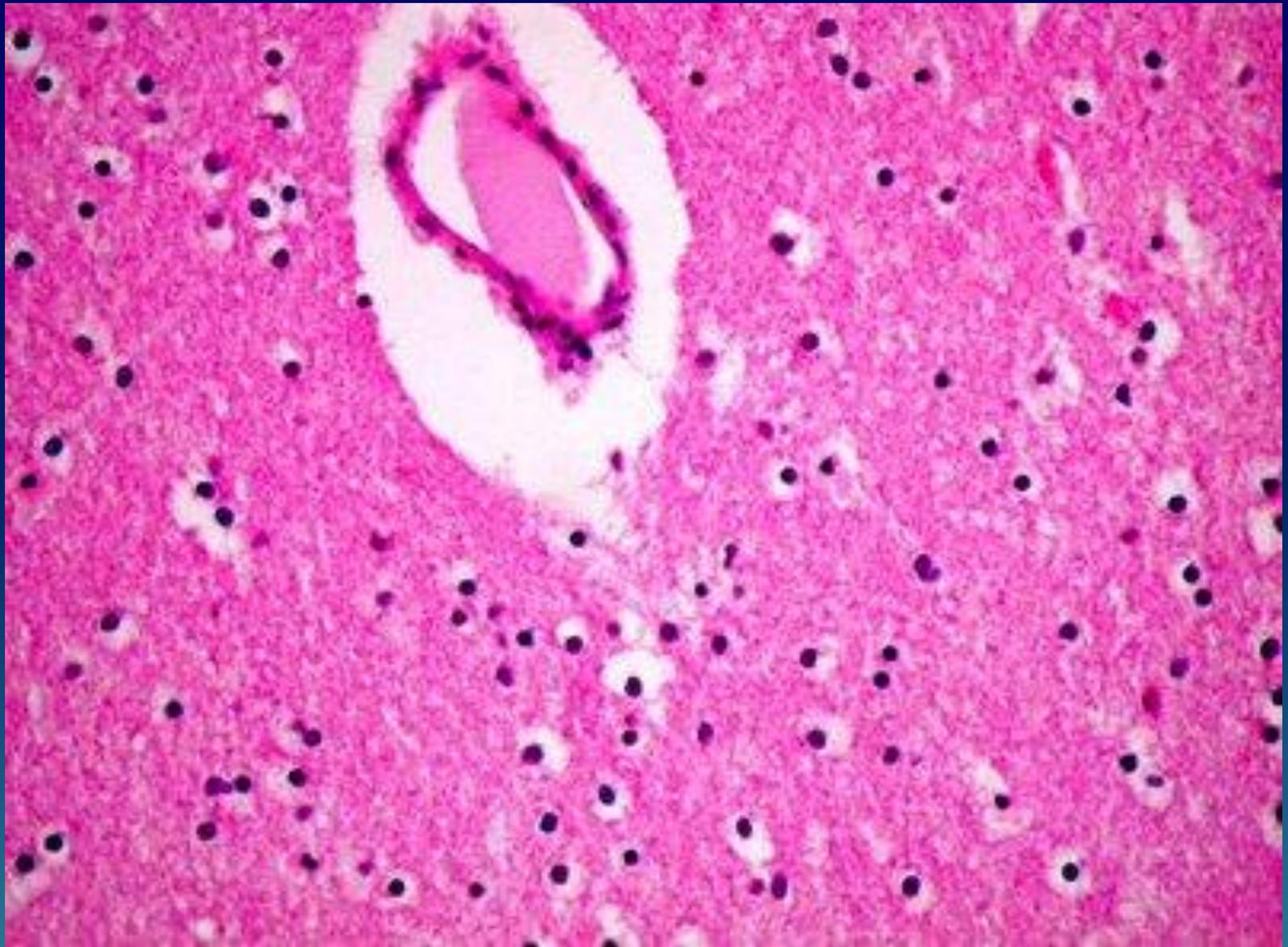
**Fig. 9-13.** Esquema de la estructura de la mielina en los nodos de Ranvier de axones en el sistema nervioso central y sistema nervioso periférico (*recuadro*).  
Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.

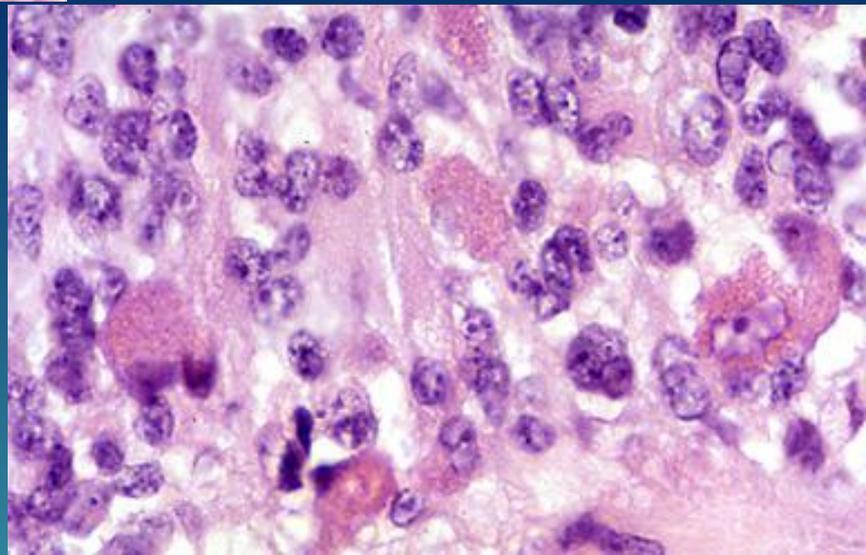
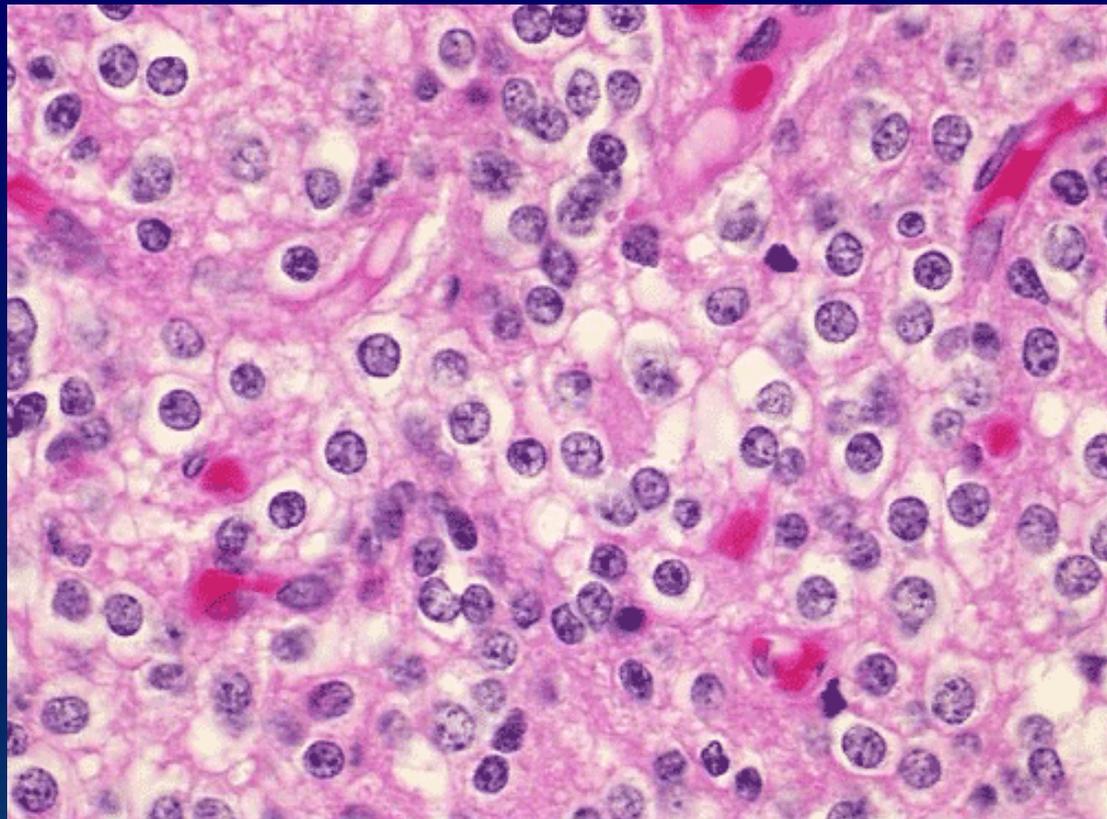


Los oligodendrocitos son muy característicos con impregnaciones metálicas clásicas. El soma es redondo y del mismo parten escasas prolongaciones delgadas.



**Oligodendrocitos contrastados con impregnación metálica clásica.**

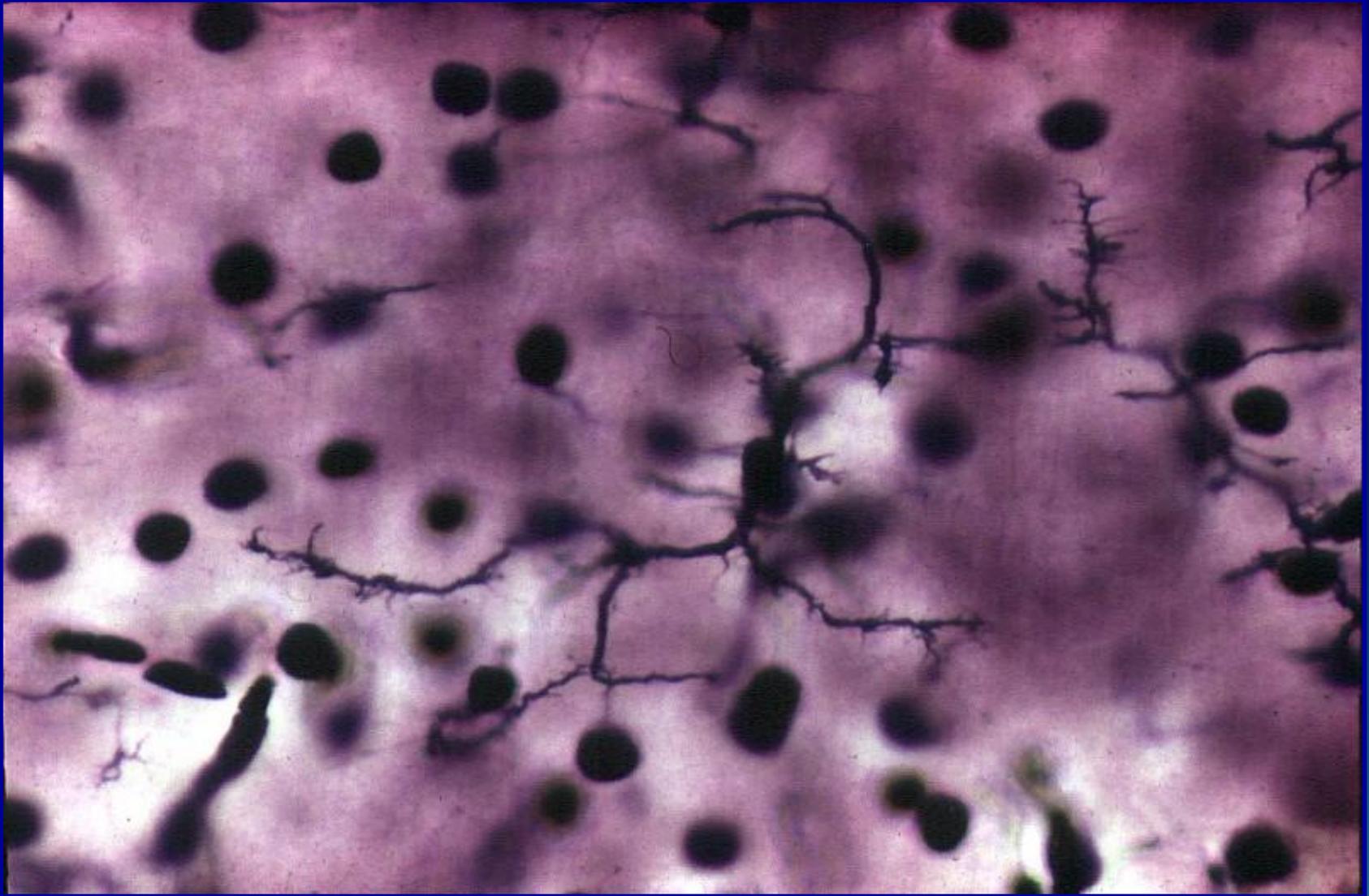




# Células microgliales

MICROGLIA

- Se localizan en todo el SNC
- Se originan de la Medula Osea
- Forman parte de la poblacion fagocitica mononuclear
- Son células pequeñas, oscuras
- Se parecen un poco los oligodendrocitos
- Poco citoplasma y Núcleo oval
- Prolongaciones irregulares cortas, con espinas
- Son fagocitos, presentan Ag y secretan citocinas



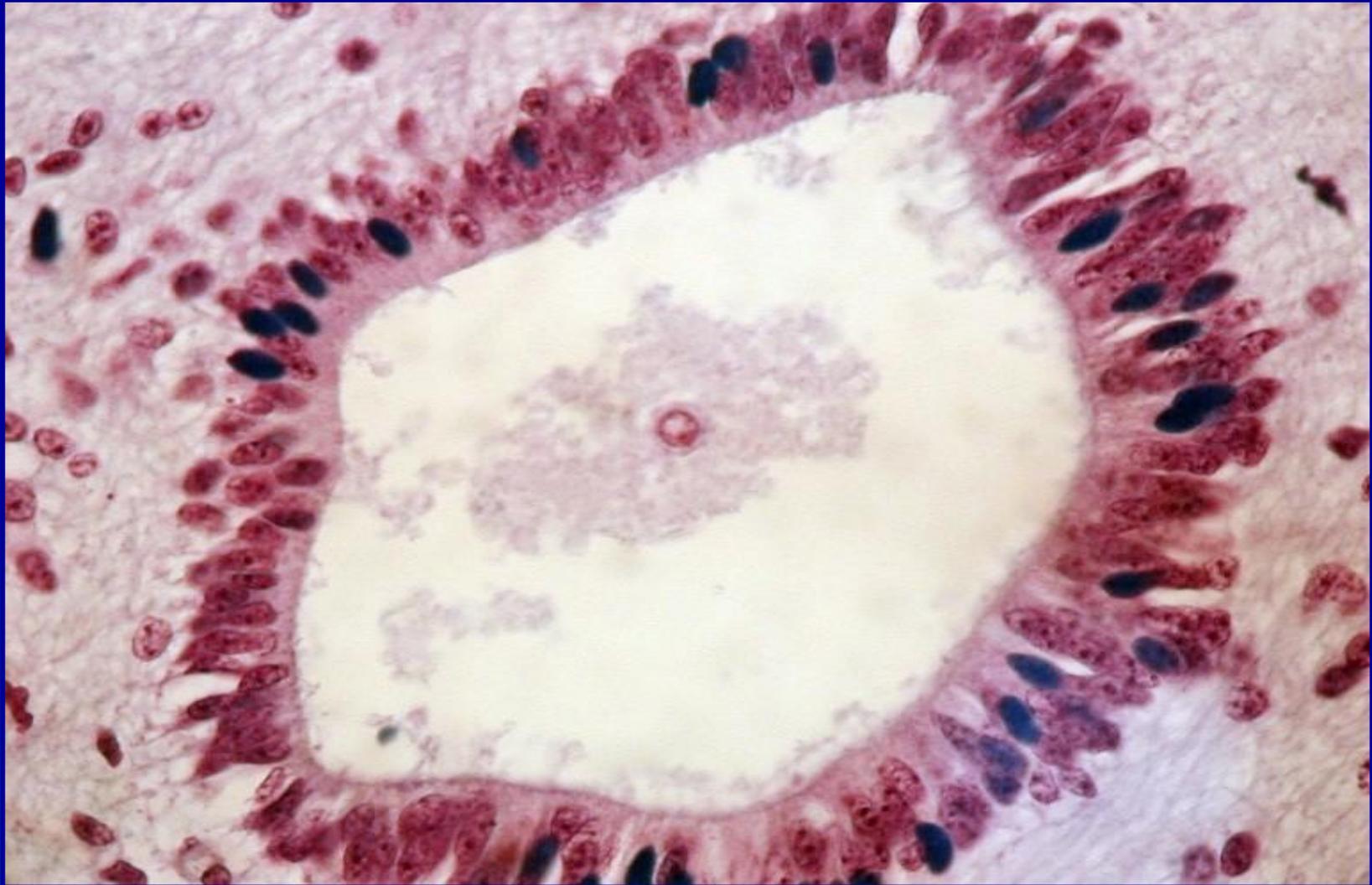
Con grandes aumentos notamos el aspecto “espinoso” de las prolongaciones citoplásmicas de las células de Pílo del Río Hortega.

## Células ependimarias

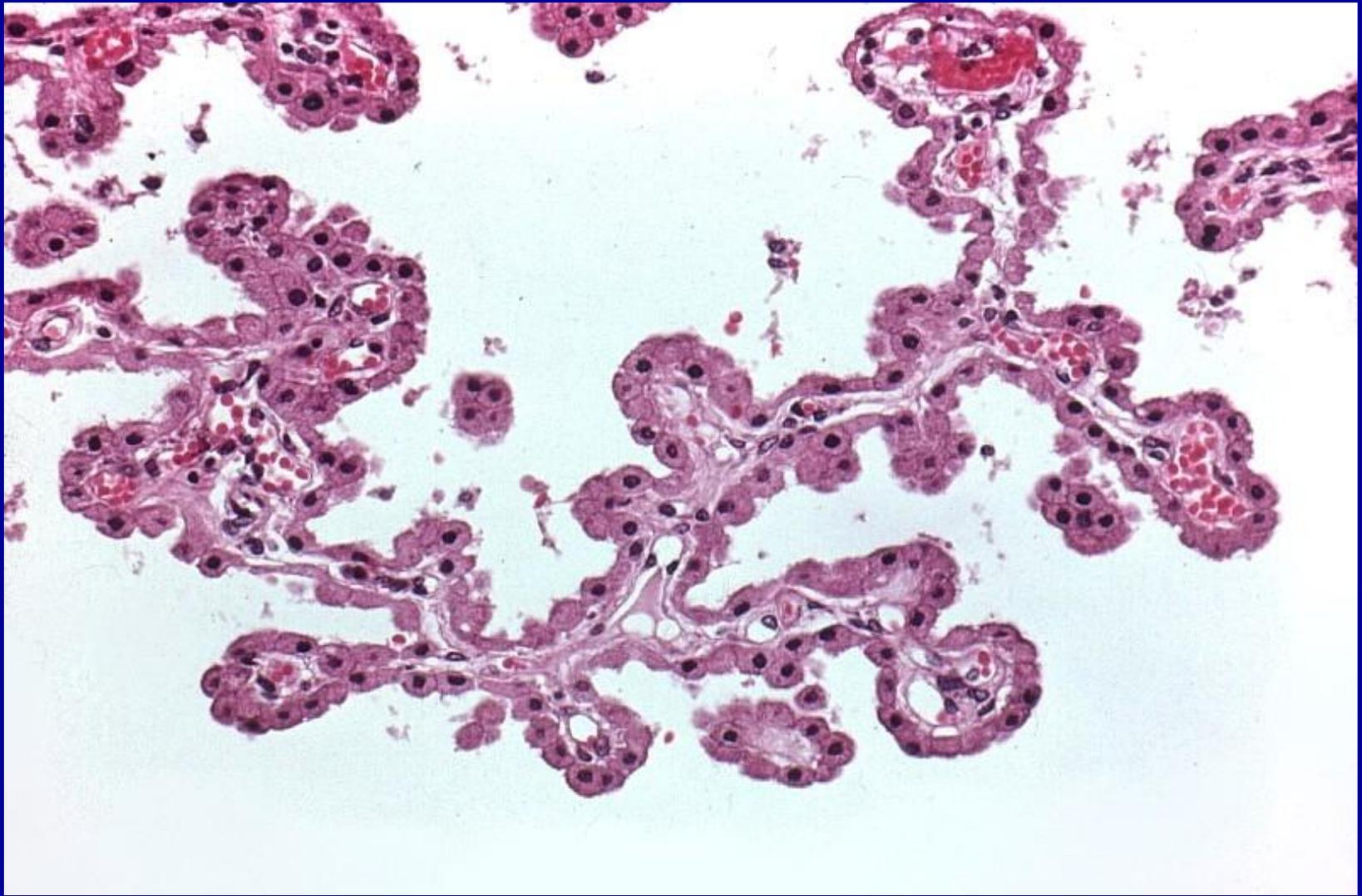
- Son epiteliales cuboidales o cilíndricas bajas
- Recubren los ventrículos del cerebro y el conducto central de la ME
- Derivan del neuroepitelio
- En algunos sitios son ciliadas, facilitando el movimiento del LCR

## Células ependimarias

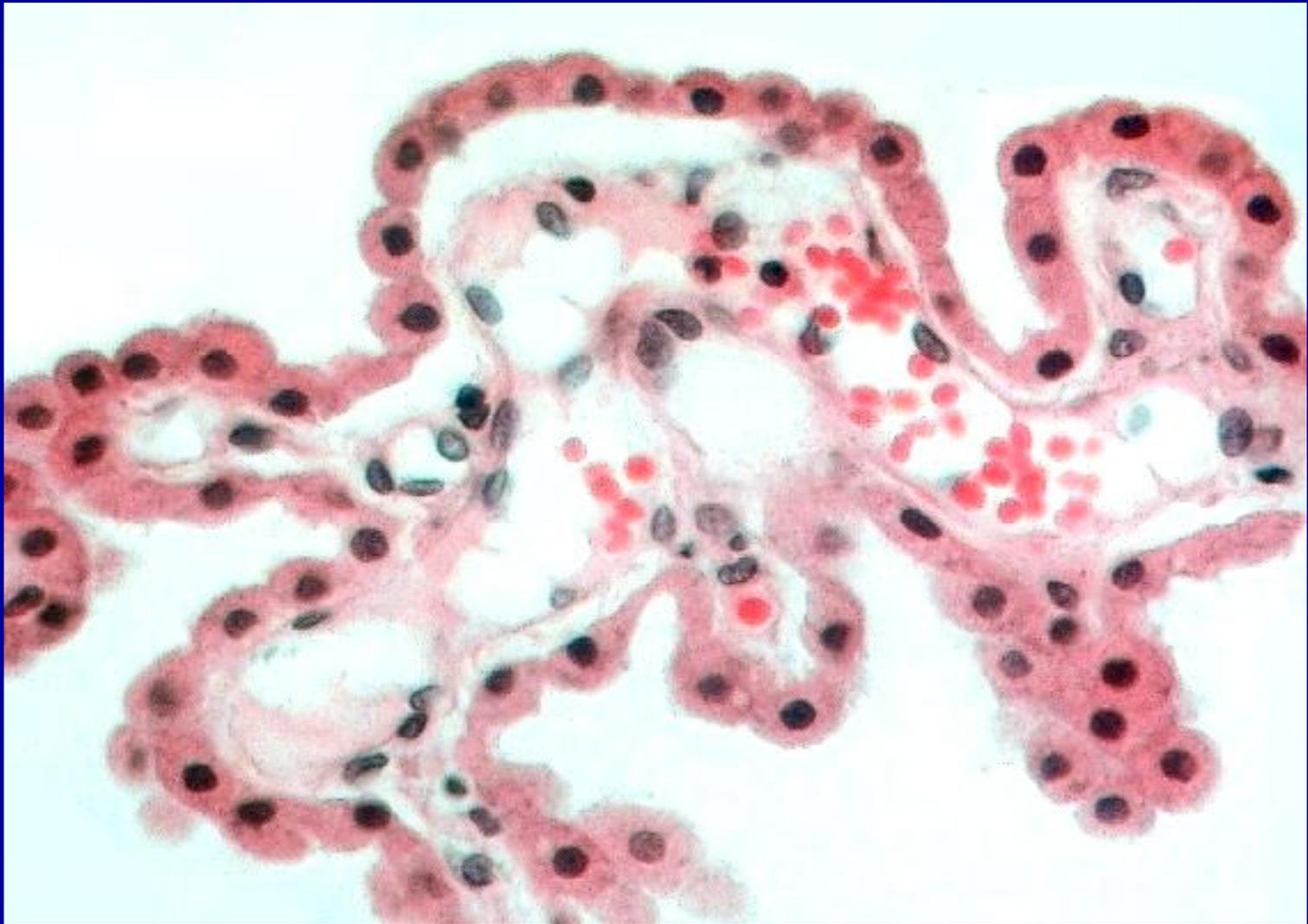
- Las modificaciones de algunas células ependimarias en ventrículos participan en la formación del plexo coroideo el cual secreta y conserva la composición del LCR.
- Los **tanicitos** son células ependimarias especializadas. Emiten prolongaciones al hipotálamo donde terminan cerca de los vasos sanguíneos y células neurosecretoras. Transportan el LCR a estas células neurosecretoras.



**Conducto endimario en la médula espinal.**



**Plexos coroides teñidos con H y E. Con mayores aumentos el aspecto de las células ependimarias y su estrecha relación con el tejido conjuntivo es más clara.**



**Plexos coroides en corte teñido con H y E. Observe el endotelio de los capilares que conforman la primera barrera de filtración que dará origen al líquido céfalo-raquídeo.**

# Células de Schwann

SCHWANN

- Se localizan en SNP donde envuelven a los axones
- Pueden formar recubrimientos mielinizados o no mielinizados
- Son aplanadas, con núcleo aplanado, Golgi pequeño y pocas mitocondrias.
- La mielina es el plasmalema de Schwann organizado que envuelve varias veces el axón.
- Las interrupciones de mielina a lo largo del axón se denominan **NODOS DE RANVIER** y es la interfaz entre 2 células de Schwann

# Células de Schwann

SCHWANN

- Porción externa de las células, recubierta por una lamina basal, igual que el axón en el nodo de Ranvier
- Áreas del axón recubiertas por laminas concéntricas de mielina y la célula de Schwann (única) que produce esta mielina se denominan **SEGMENTOS INTERNODALES** y su longitud va de 200 a 1000 micras
- En estos segmentos existen hendiduras oblicuas en forma de cono denominadas **incisuras de Schmidt-Lanterman**. Son citoplasma de Schwann atrapado en las laminas de mielina

# Células de Schwann

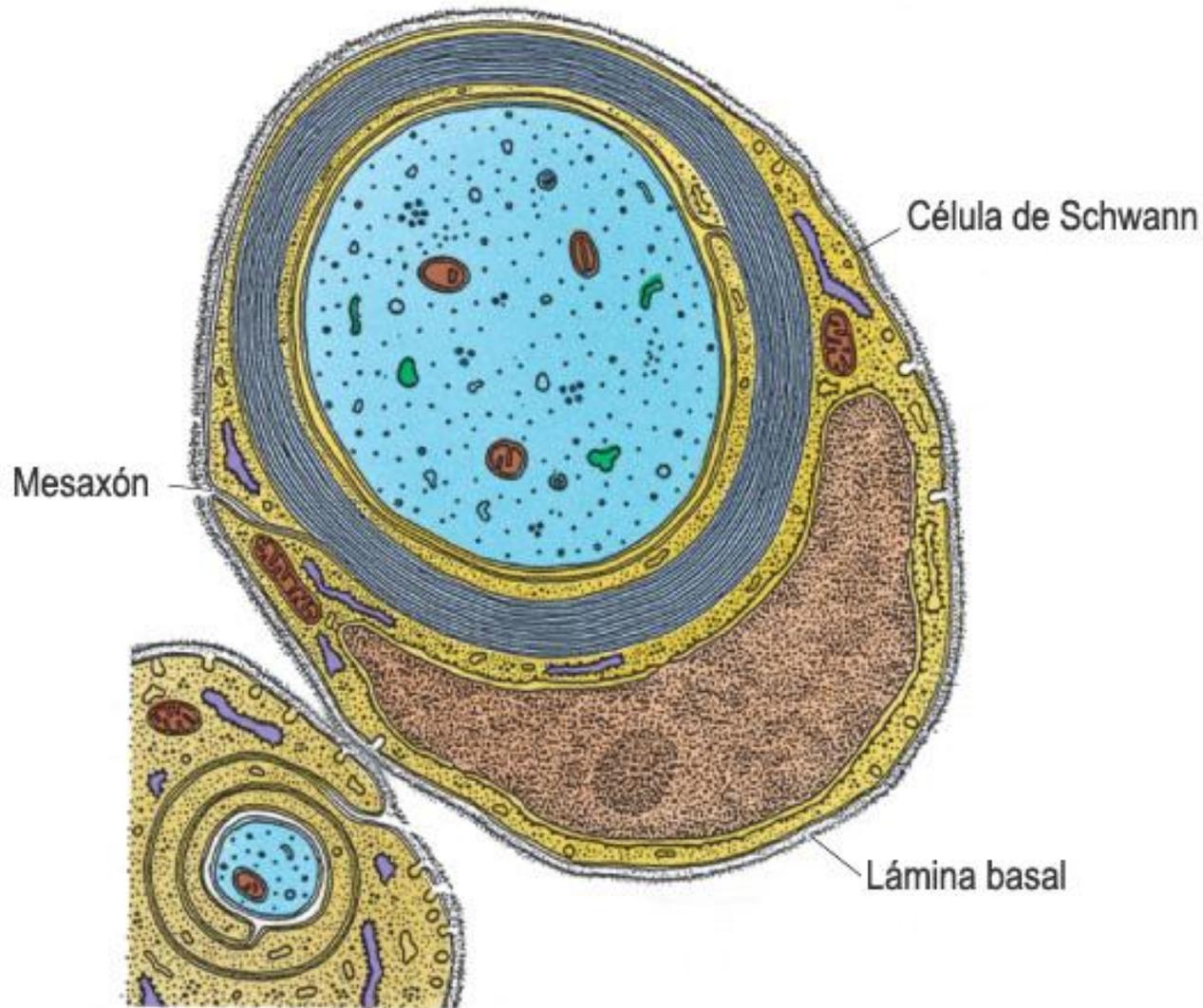
SCHWANN

- Conforme la membrana forma espirales alrededor del axón, produce una serie de líneas densas y anchas que alternan con líneas menos densas y estrechas (cada 12 nm)
- La línea mas ancha: LINEA DENSA MAYOR. Representa superficies citoplasmicas fusionadas de la membrana plasmática de Schwann
- La línea mas estrecha: LINEA INTRAPERIODO representa las hojuelas externas en aposición de la membrana plasmática de Schwann

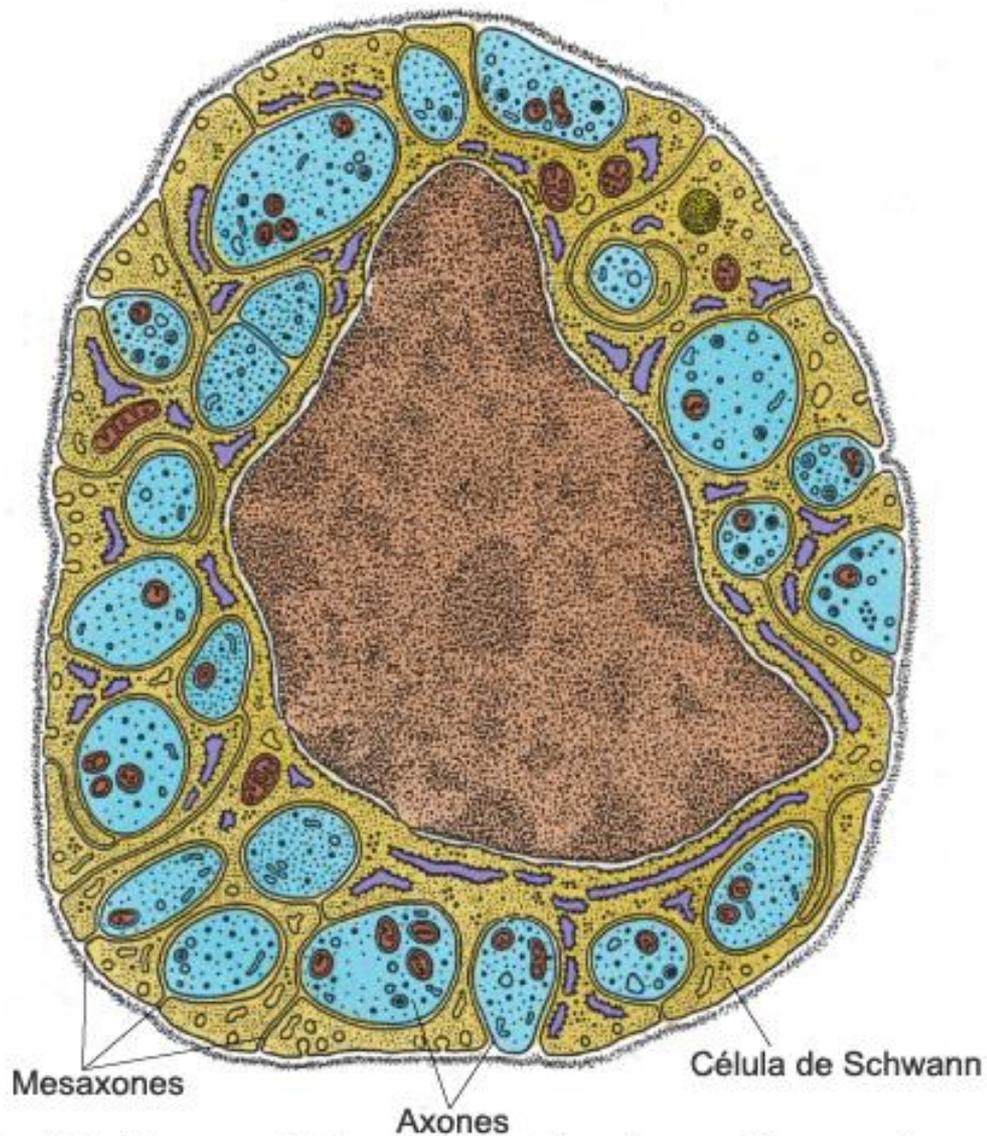
# Células de Schwann

SCHWANN

- Existen pequeños intersticios dentro de la línea intraperiodo entre las capas en espiral de la vaina de mielina: INTERSTICIOS INTRAPERIODO, proporcionan acceso a moléculas pequeñas para llegar al axón
- MESAXON INTERNO: es la región de la línea intraperiodo que esta en contacto intimo con el axón
- MESAXON EXTERNO: es la región de la línea intraperiodo que esta en contacto con la célula de Schwann.



**Fig. 9-7.** Esquema de la estructura fina de una fibra nerviosa mielinizada y su célula de Schwann. (Tomado de Lentz TL: Cell Fine Structure: An Atlas of Drawings of Whole-Cell Structure. Philadelphia, WB Saunders, 1971.)



**Fig. 9-8.** Esquema de la estructura fina de una fibra nerviosa no mielinizada. (Tomado de Lentz TL: Cell Fine Structure. An Atlas of Drawings of Whole-Cell Structure. Philadelphia, WB Saunders, 1971.)

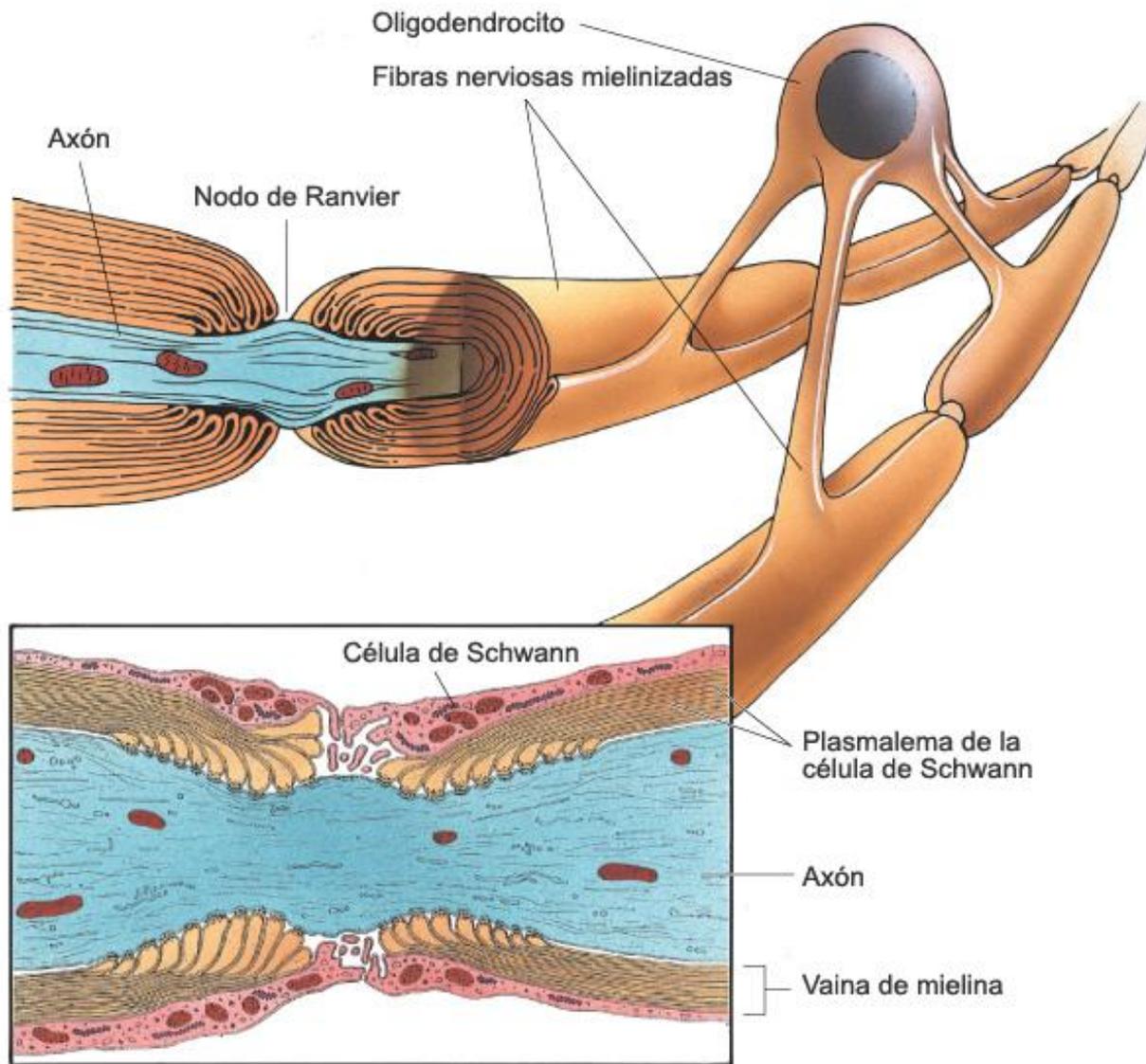
Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.

# Células de Schwann

Una célula de Schwann puede envolver mas de 50 vueltas el axon

Solo pueden envolver un internodo de 1 solo axón a la vez por cada célula de Schwann y solo en SNP.

SCHWANN



**Fig. 9-13.** Esquema de la estructura de la mielina en los nodos de Ranvier de axones en el sistema nervioso central y sistema nervioso periférico (*recuadro*).  
 Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.



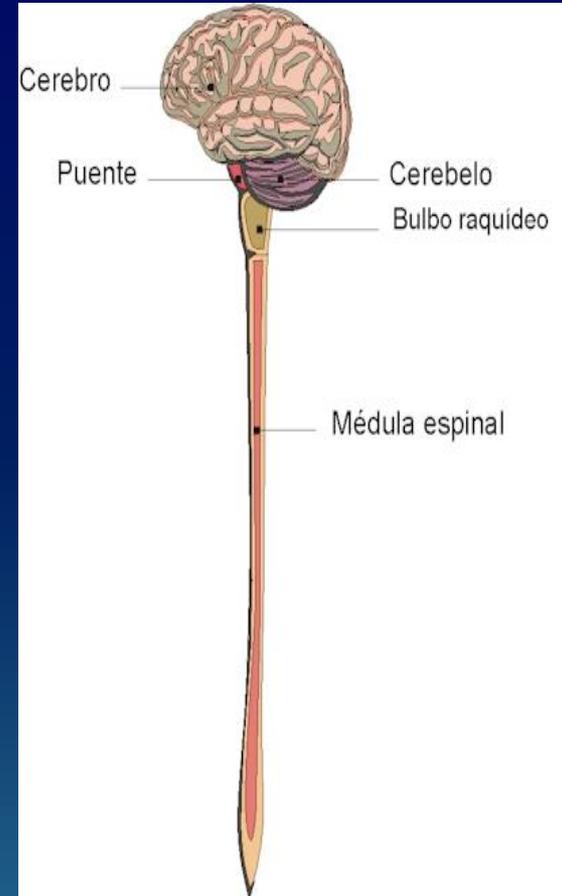
# **SISTEMA NERVIOSO CENTRAL**

# SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

1. ENCEFALO

2. MEDULA ESPINAL

- Formados por:
  - A) sustancia blanca
  - B) sustancia gris



SIN ELEMENTOS DE TEJIDO CONJUNTIVO

# SUSTANCIA BLANCA

- ✓ Se conforma de fibras nerviosas **mielinizadas**, no mielinizadas y células neurogliales
- ✓ Su color blanco resulta de la abundancia de mielina que rodea a los axones
- ✓ En el **ENCEFALO** se localiza en un plano más profundo a la corteza (**CENTRO**), rodeando a los ganglios basales
- ✓ En la **ME** se localiza en la **PERIFERIA**

# SUSTANCIA GRIS

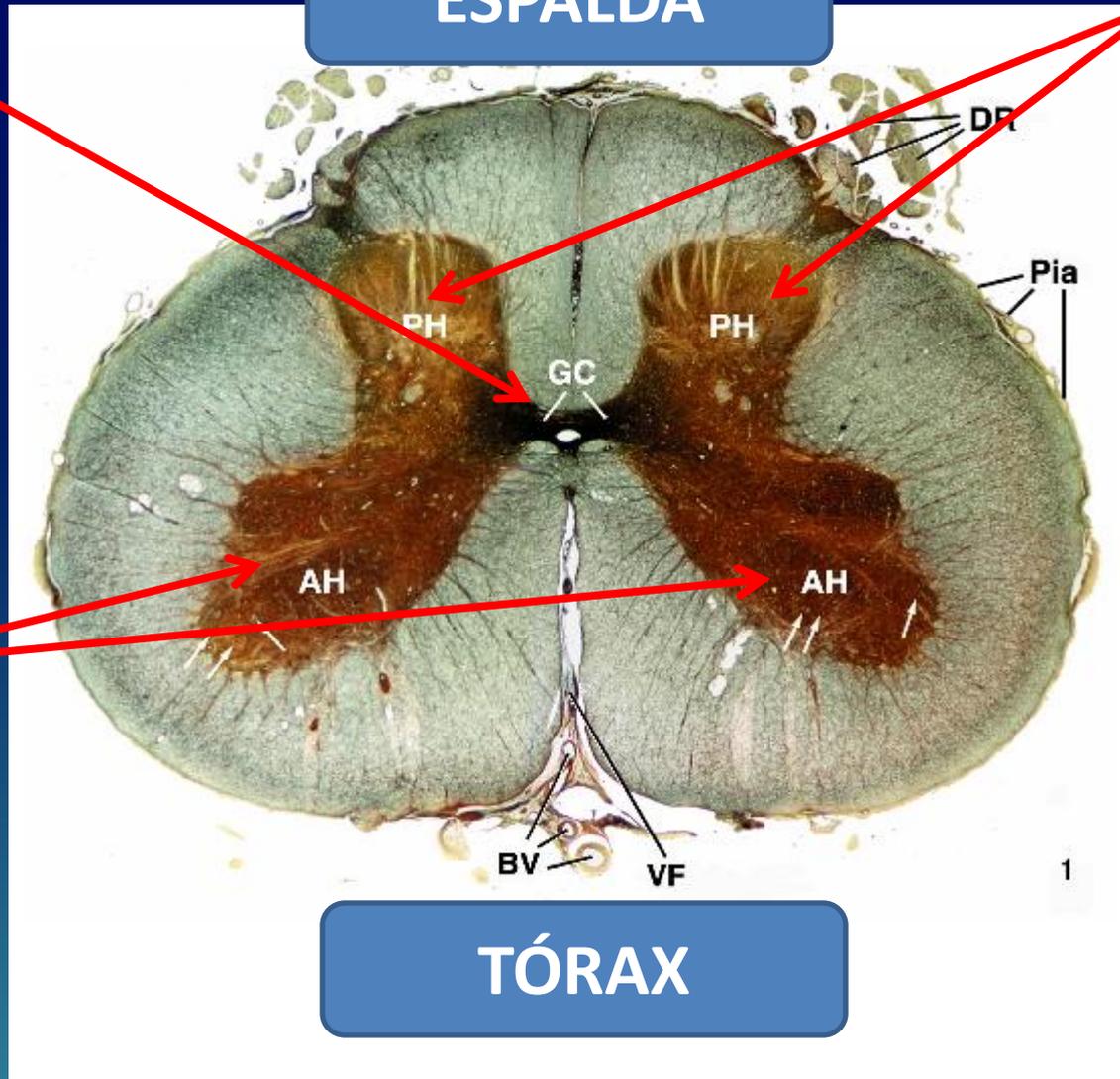
- ✓ Se constituye con agregados de somas neuronales, dendritas y porciones **NO mielinizadas** de axones, también células neurogliales.
- ✓ La falta de mielina genera un aspecto gris.
- ✓ En el **ENCEFALO** se localiza en la **CORTEZA** (periferia) del cerebro y cerebelo
- ✓ En la **ME** se localiza en el **CENTRO** en forma de H

# MEDULA ESPINAL

ESPALDA

COMISURA  
GRIS

ASTAS  
DORSALES,  
POSTERIORES  
SENSITIVAS,  
AFERENTES

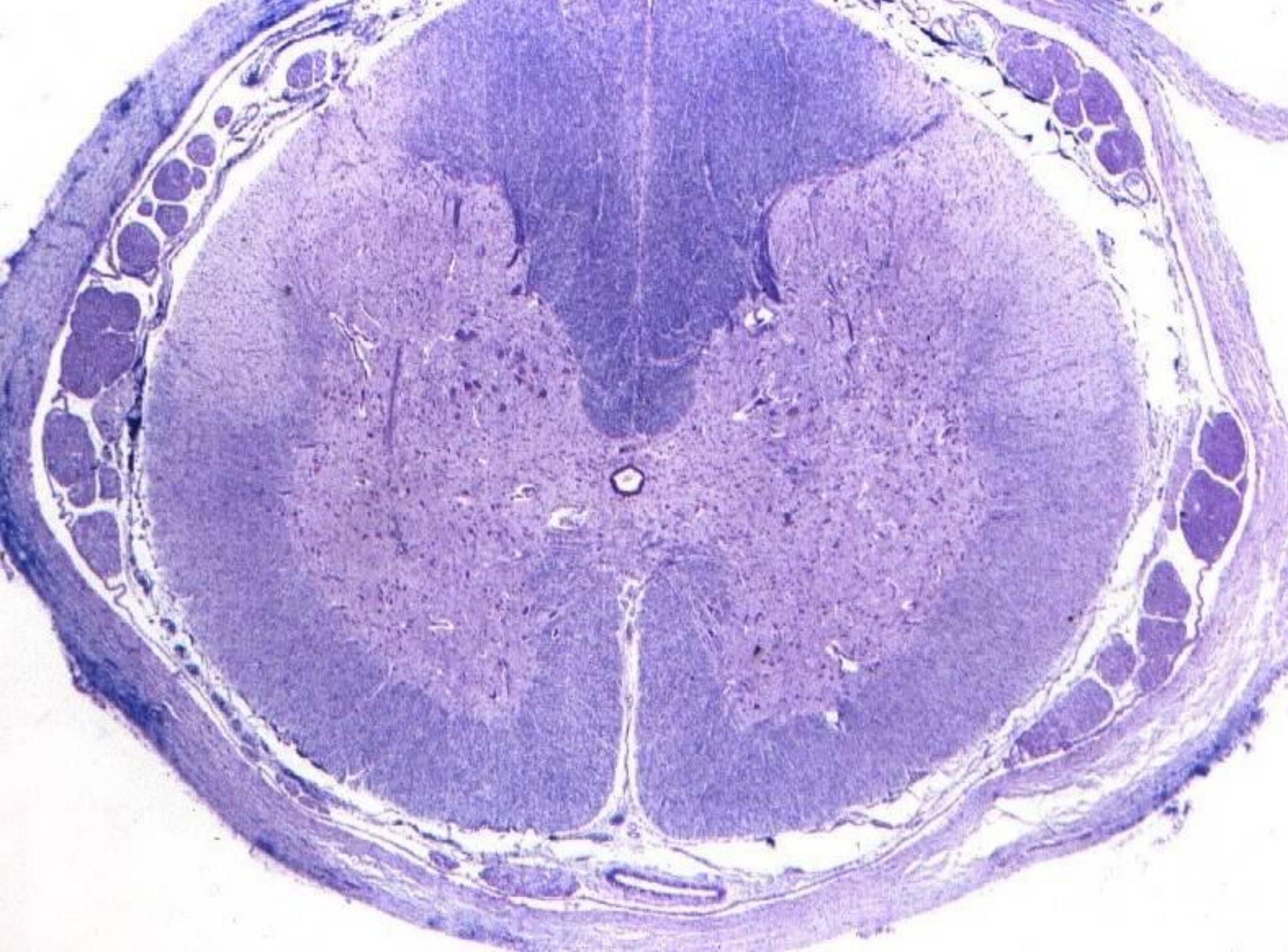


ASTAS  
VENTRALES,  
ANTERIORES,  
MOTORAS,  
EFERENTES  
(VEAME)

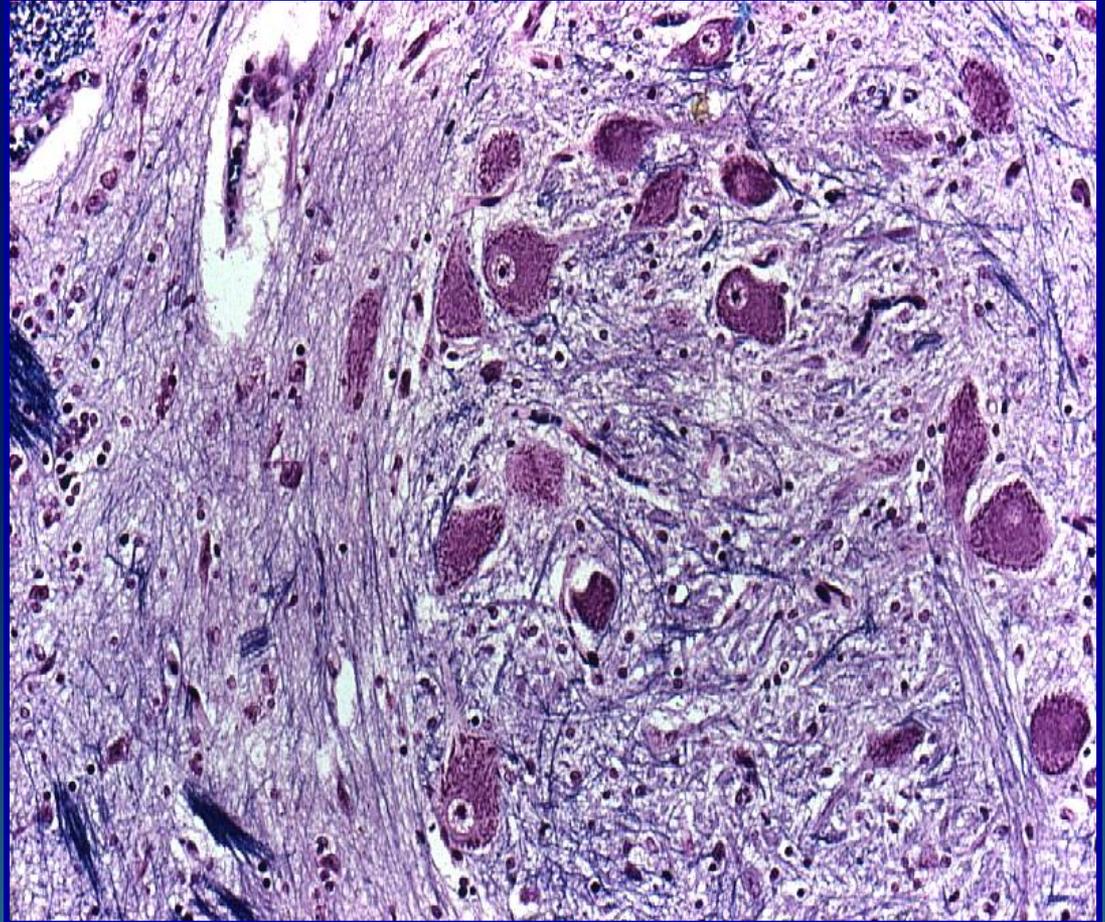
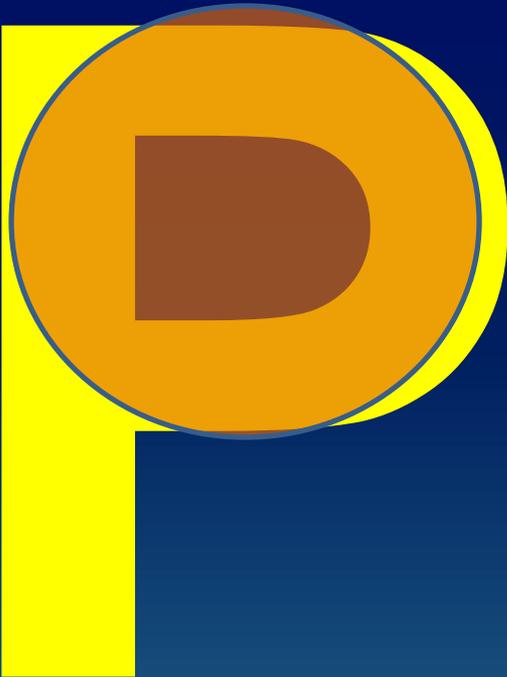
TÓRAX

# MEDULA ESPINAL

- Los somas de las **neuronas motoras** que inervan el musculo estriado están localizadas en las **astas ventrales** o anteriores de la sustancia gris.
- Los somas de las **neuronas sensitivas** están ubicados en los **ganglios de las raíces dorsales**.
- En el centro de la medula se encuentra el **canal ependimario**, formado por células ependimarias

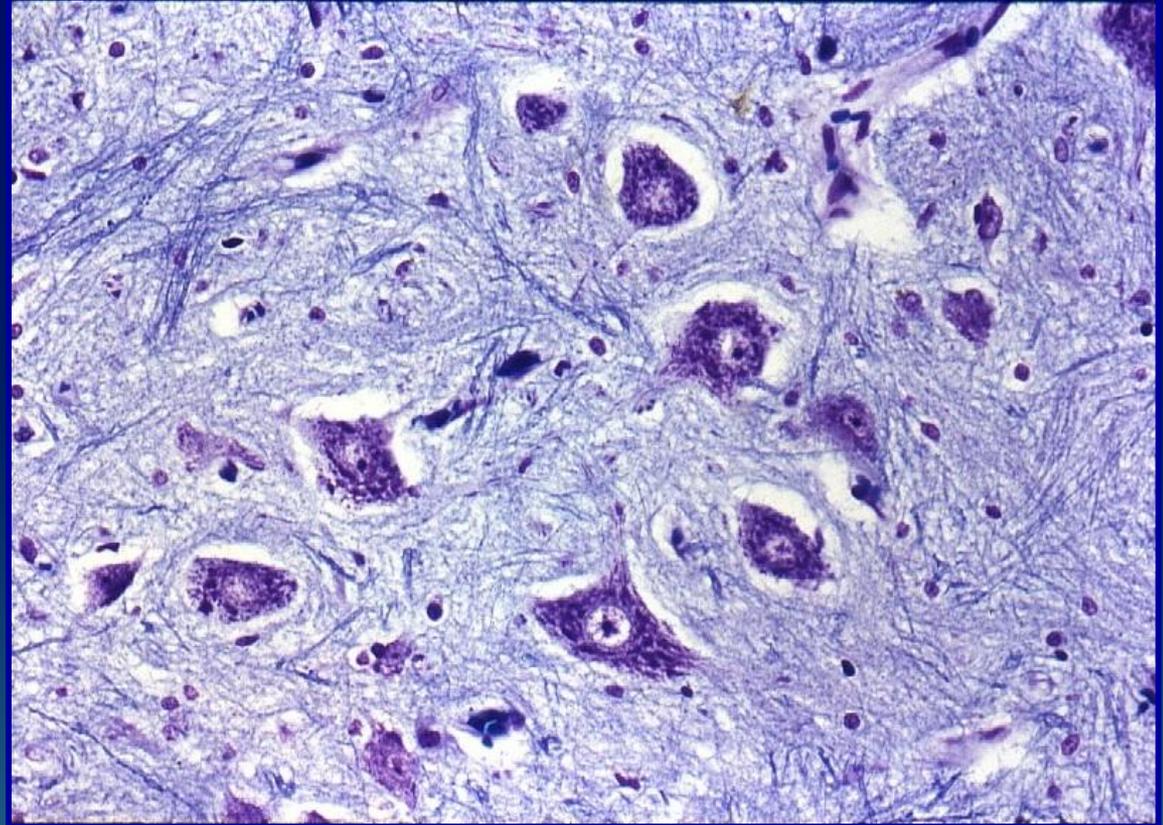


# ASTA POSTERIOR

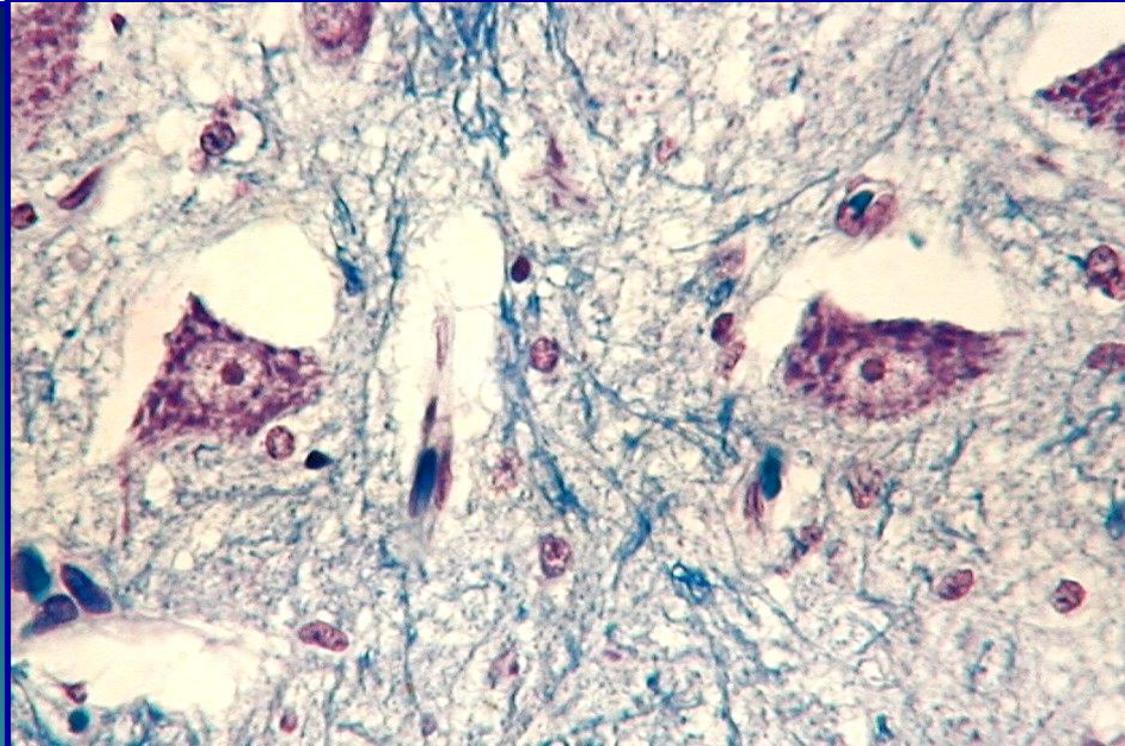
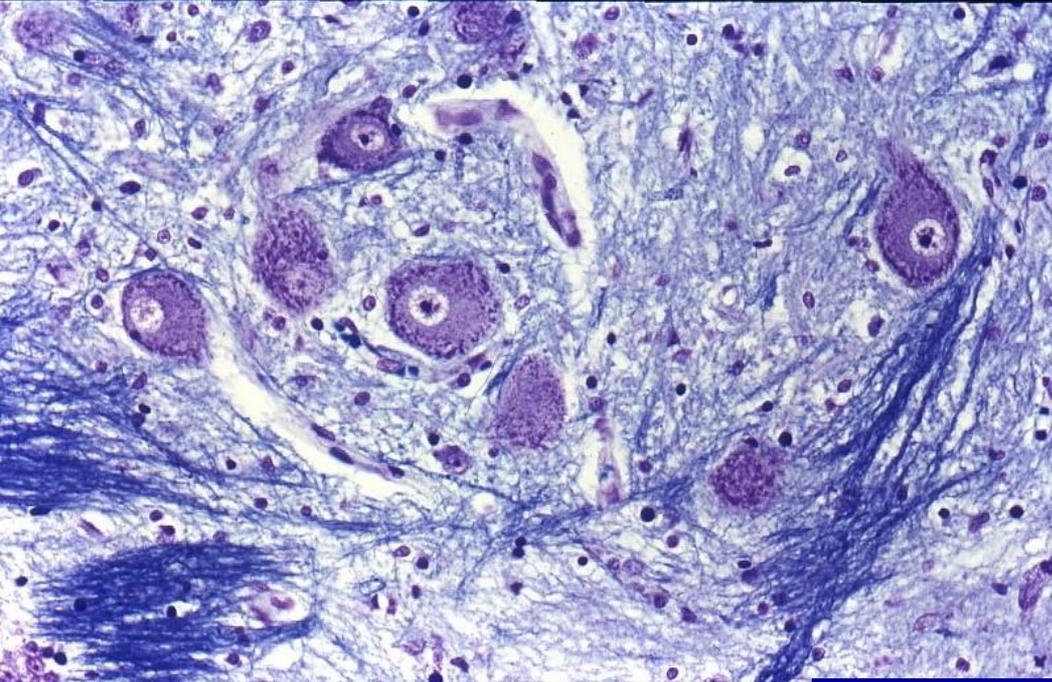


Neuronas sensitivas del asta posterior de la médula espinal .El perfil de los somas es redondeado. Se observan los núcleos característicos y los grumos de Nissl.

# ASTA ANTERIOR



**Asta anterior de la médula espinal. Observe el perfil anguloso de los somas neuronales, los núcleos en "ojo de lechuza" y los grumos de Nissl. El detalle del neurópilo es muy claro.**



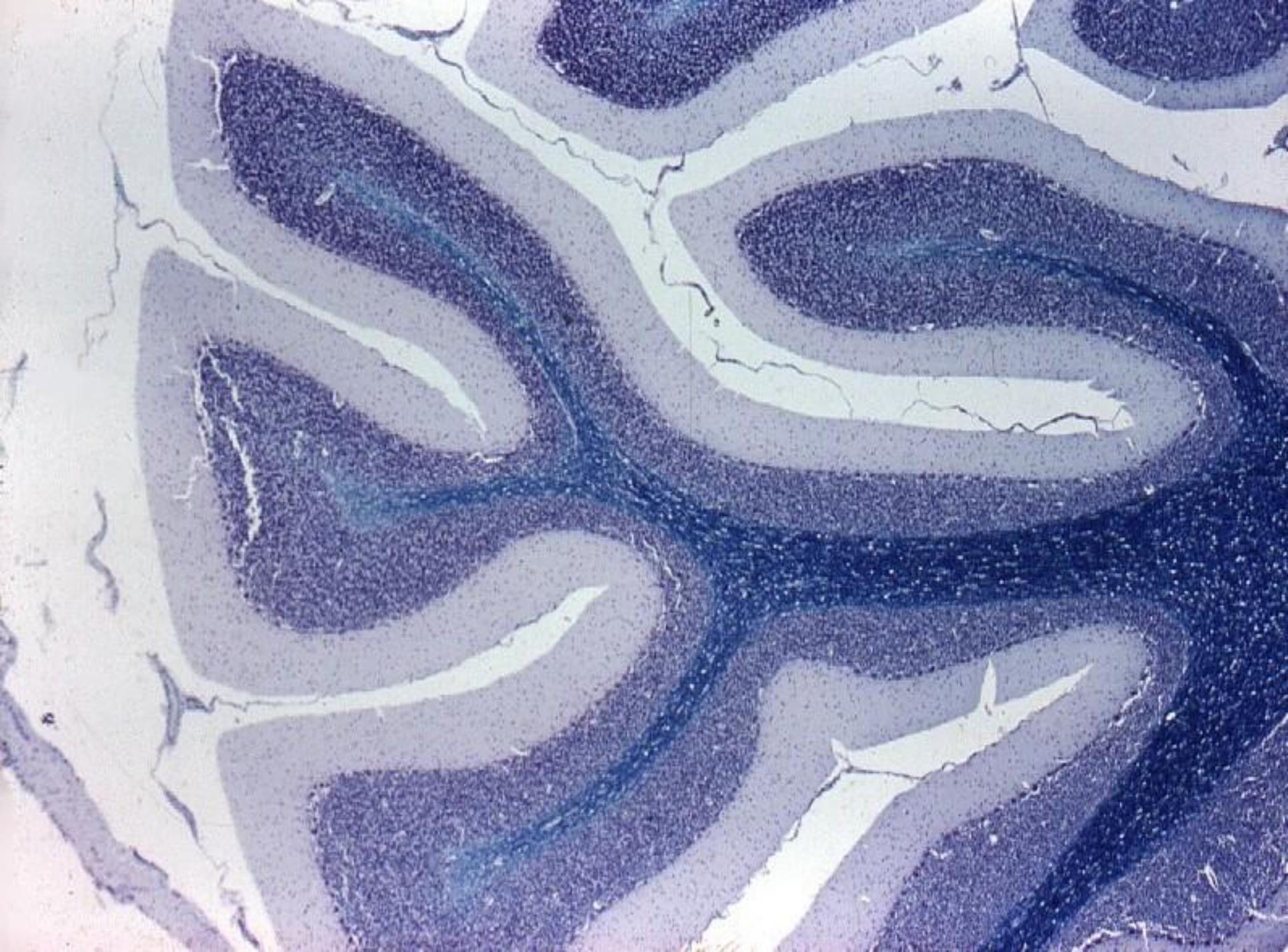
# CORTEZA CEREBELOSA

- Es la capa de sustancia gris, localizada en la periferia del cerebelo
- Se encarga de:
  - Conservar el equilibrio
  - Conservar el tono muscular
  - Coordinación de músculos esqueléticos

# CAPAS CORTEZA CEREBELOSA

Son **3** capas:

1. MOLECULAR (**EXTERNA**)
2. CELULAS DE PURKINJE (**INTERMEDIA**)
3. GRANULOSA (**INTERNA**)



# CAPAS CORTEZA CEREBELOSA

## 1. MOLECULAR

Debajo de la piamadre, contiene:

- células estelares
- dendritas de las células de Purkinje,
- células en canasta
- axones no mielinizados de la capa granulosa ubicados en la superficie

# CAPAS CORTEZA CEREBELOSA

## 2. CELULAS DE PURKINJE

Debajo de la molecular, contiene:

### Células de Purkinje:

- Reciben sinapsis excitadoras e inhibitorias para poder integrar las respuestas apropiadas
- Son las únicas células de la corteza cerebelosa que envían información al exterior y siempre es un impulso inhibitor → utiliza GABA



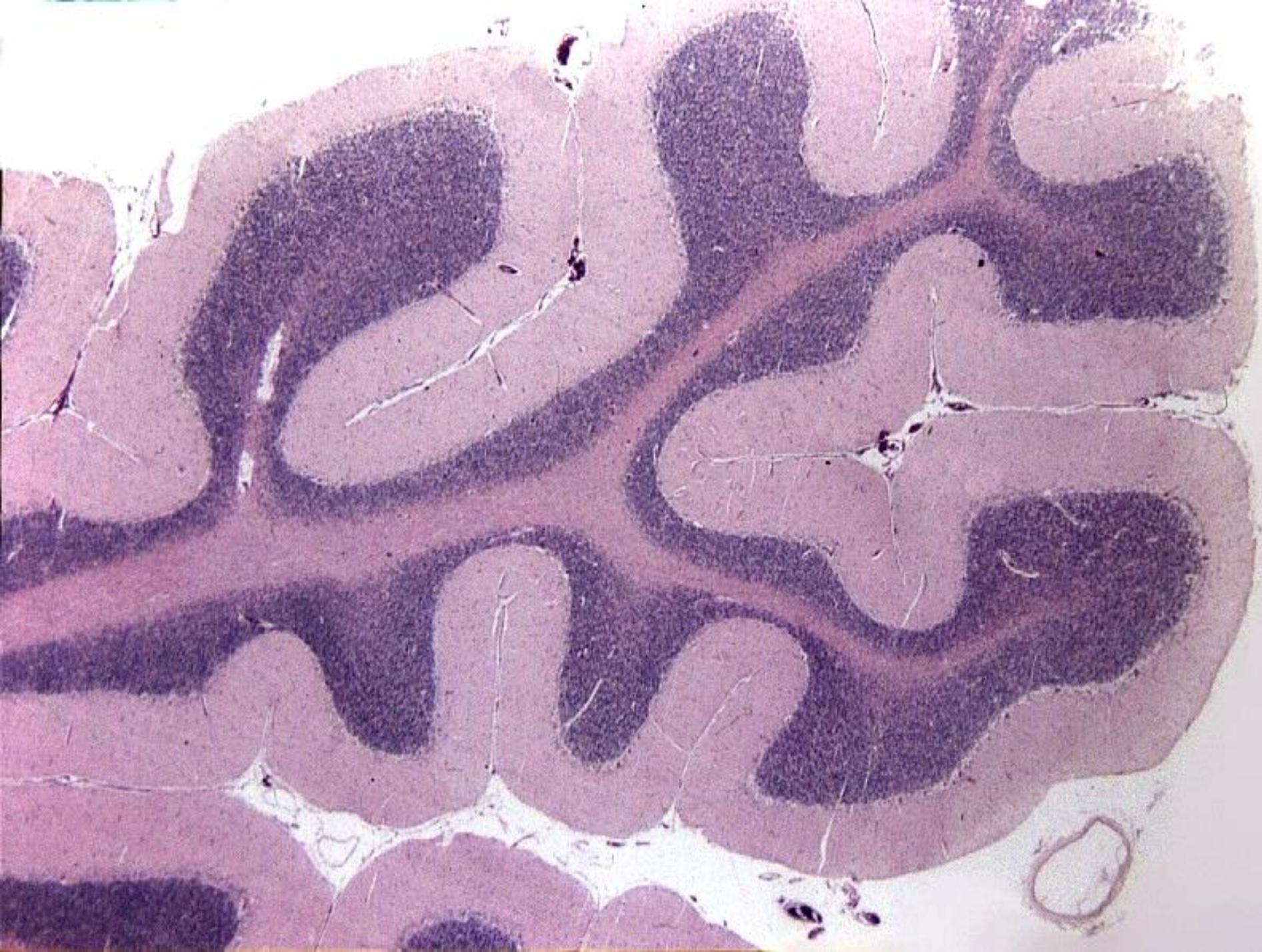
# CAPAS CORTEZA CEREBELOSA

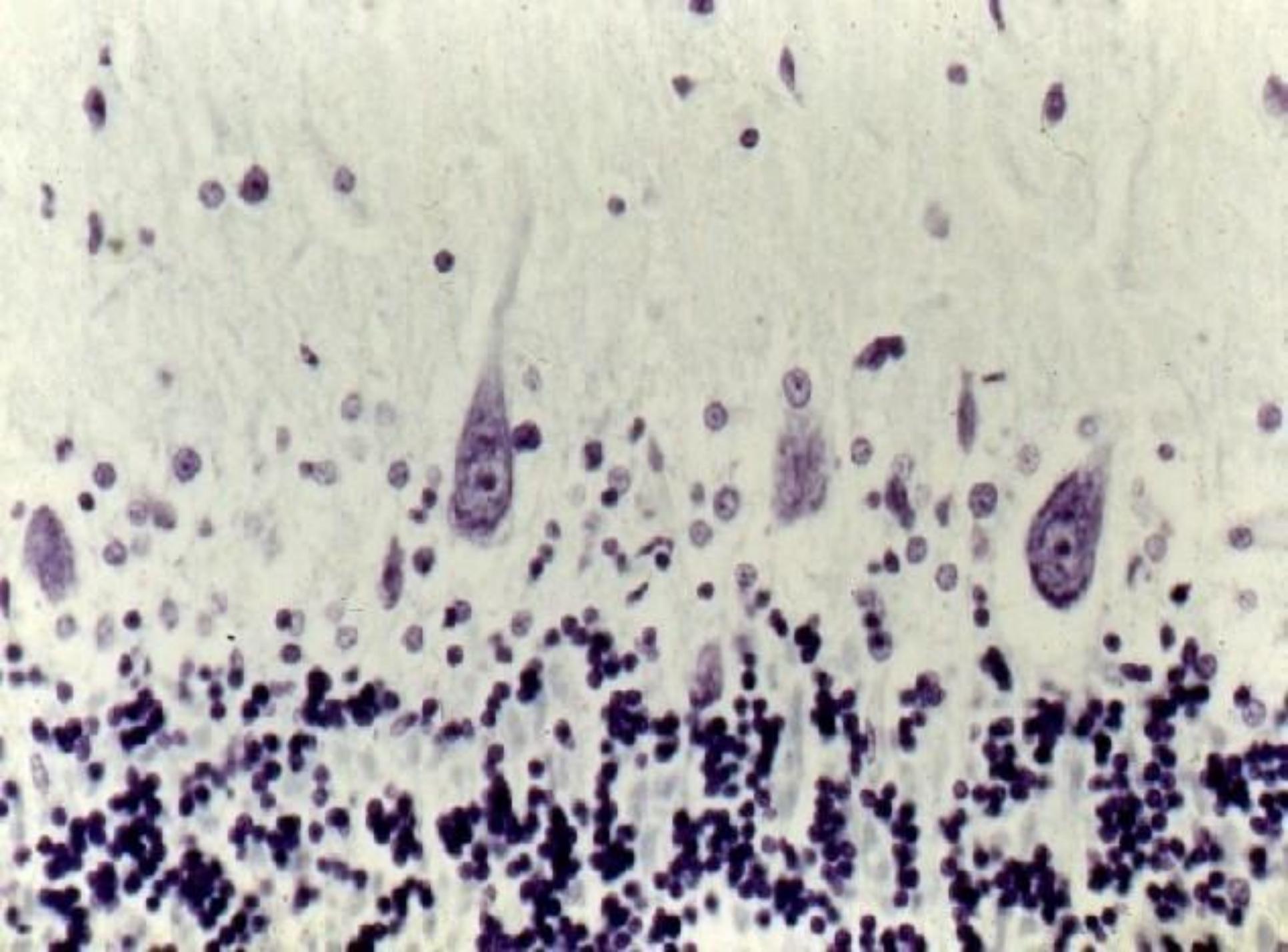
## 3. GRANULOSA

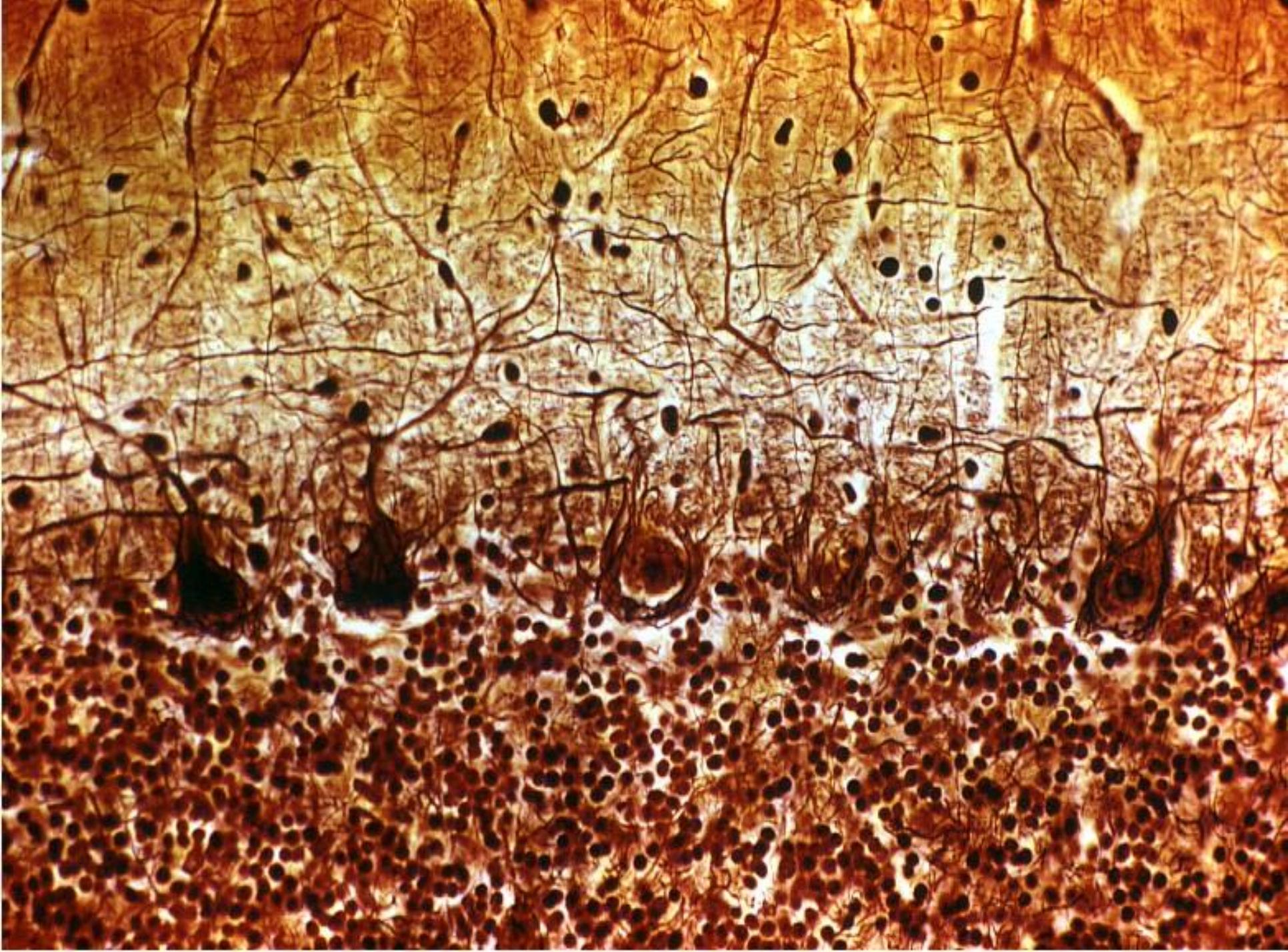
Debajo de la de células de Purkinje

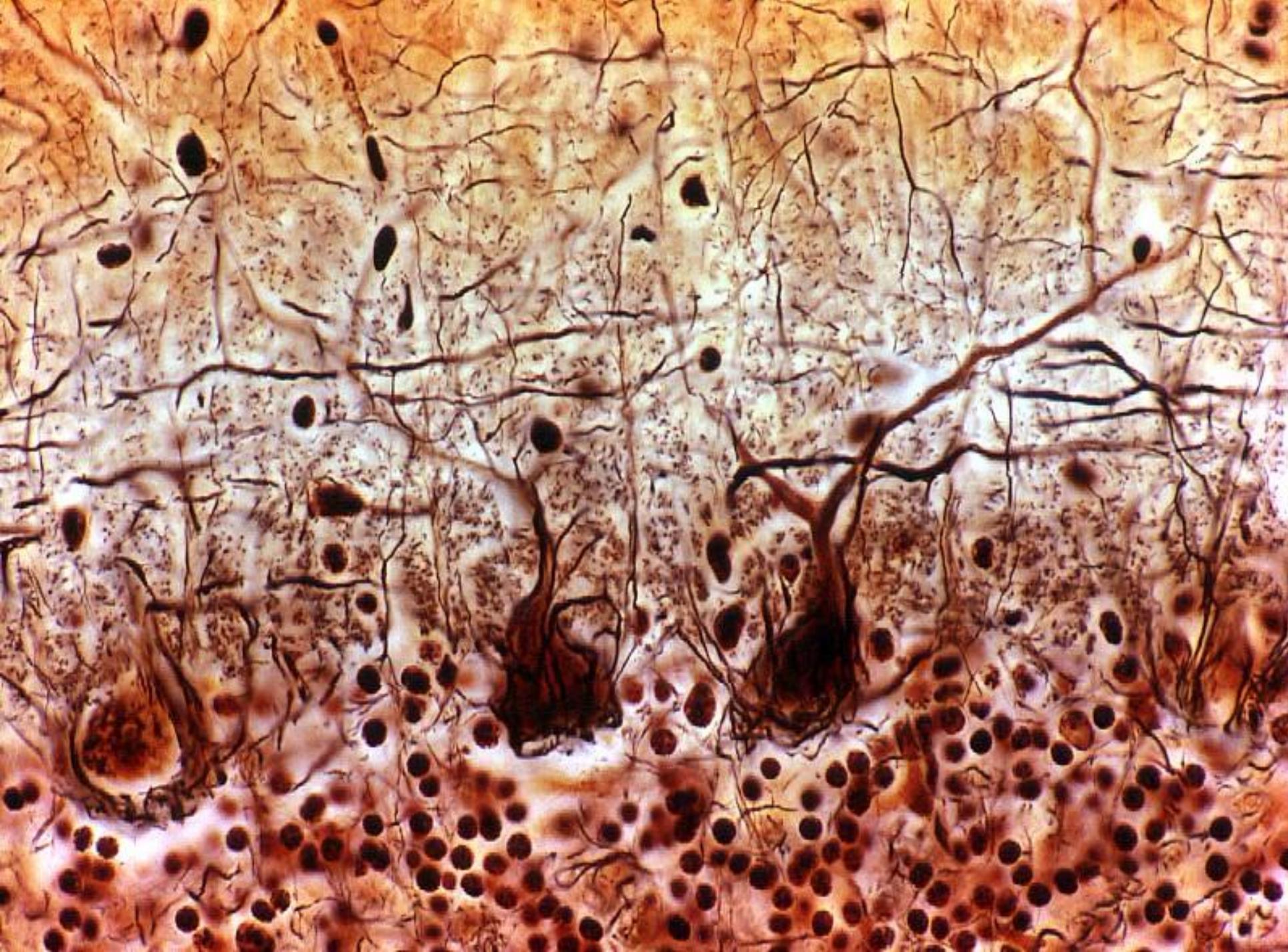
Contiene:

- Células granulosas (pequeñas)
- Glomérulos (islas cerebelosas)
  - Regiones donde se llevan a cabo las sinapsis entre los axones que penetran en el cerebelo y las células granulosas









# CORTEZA CEREBRAL

- ❖ Se localiza en la periferia de los hemisferios cerebrales, plegada formando circunvoluciones y surcos
- ❖ Se encarga de:
  - Aprendizaje
  - Memoria
  - Integración sensorial
  - Análisis de la información
  - Inicio de las reacciones motoras

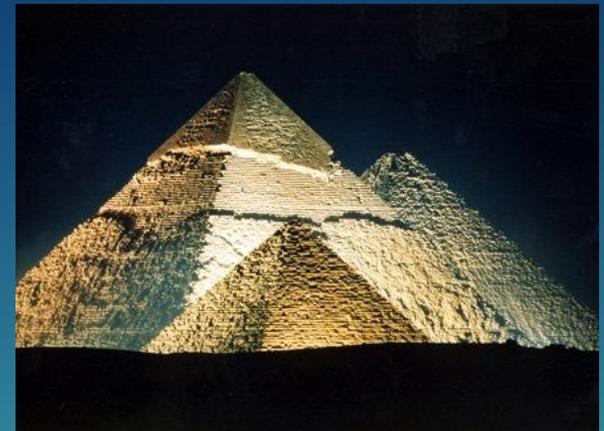
# CAPAS CORTEZA CEREBRAL

Son **6** capas:

1. MOLECULAR (**EXTERNA**)
2. GRANULOSA EXTERNA
3. PIRAMIDAL EXTERNA
4. GRANULOSA INTERNA
5. PIRAMIDAL INTERNA
6. MULTIFORME (**INTERNA**)

GRAN PIRAMIDE

GRAN PIRAMIDE



# CAPAS CORTEZA CEREBRAL

## 1. MOLECULAR (**EXTERNA**)

Contiene a las células horizontales + neuroglia

## 2. GRANULOSA EXTERNA

Contiene células granulosas + neuroglia

## 3. PIRAMIDAL EXTERNA

Células piramidales grandes + neuroglia

## 4. GRANULOSA INTERNA

Células granulosas pequeñas + neuroglia con células piramidales muy agrupadas. Es la **capa mas densa**

## 5. PIRAMIDAL INTERNA

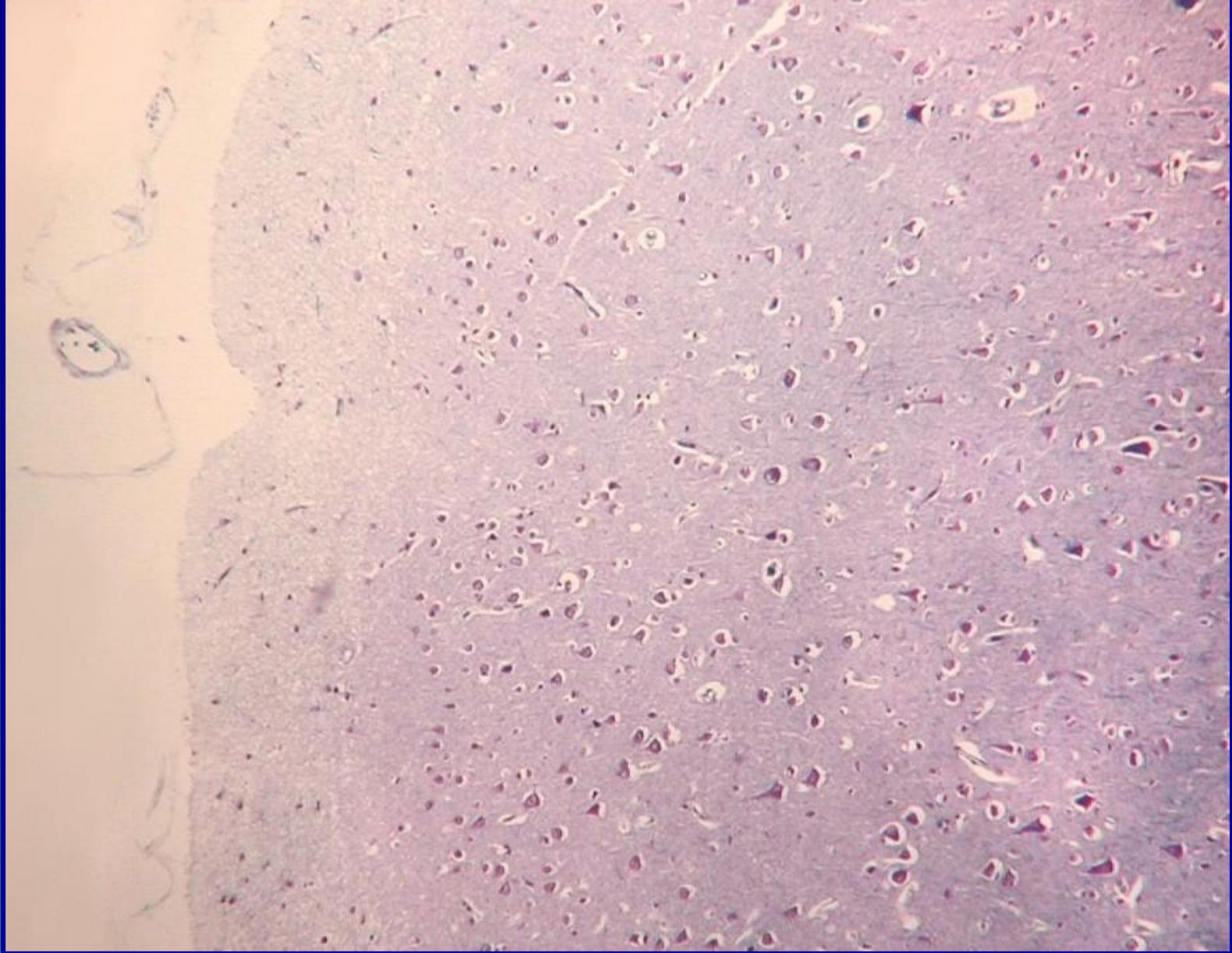
Células piramidales mas grandes (gigantes de Betz) + neuroglia.  
Es la **capa menos densa**

## 6. MULTIFORME (**INTERNA**)

Células de varias formas (Martinotti) + neuroglia



**corteza cerebral por medio de impregnaciones metálicas clásicas, permitieron identificar 6 capas de neuronas .**



**Corteza cerebral humana. Corte de parafina con Luxol Fast Blue. Aunque podemos identificar numerosas neuronas de tipo piramidal, las posibilidades reales de delimitar claramente todas las capas de la corteza cerebral son casi nulas.**

# MENINGES

- REVESTIMIENTOS DE TEJIDO CONECTIVO QUE RODEAN AL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

## PAQUIMENINGE

DURAMADRE (MAS EXTERNA)

## LEPTOMENINGES

ARACNOIDES (INTERMEDIA)

PIAMADRE (MAS INTERNA)

# DURAMADRE

- TEJIDO CONJUNTIVO DENSO Y COLAGENOSO
- 2 CAPAS SOBREPUESTAS
  - DURAMADRE PERIOSTICA
    - Externa, se forma con células osteoprogenitoras, fibroblastos y haces de colagena insertados en la superficie interna del cráneo de forma laxa, excepto en suturas y en la base del cráneo donde la inserción es firme.
    - Muy vascularizada
  - DURAMADRE MENINGEA
    - Interna, se forma con fibroblastos, No hay colagena.
    - Tiene vasos sanguíneos pequeños
    - Capa interna de fibroblastos aplanados: capa celular limitrofe

# **DURAMADRE RAQUIDEA**

- **NO SE ADHIERA LAS PAREDES DEL CONDUCTO VERTEBRAL**
- **FORMA UN TUBO CONTINUO DESDE EL AGUJERO OCCIPITAL HASTA S2**
- **ES PERFORADA POR LOS NERVIOS RAQUIDEOS**
- **EL **ESPACIO EPIDURAL** (ENTRE LA DURAMADRE Y LAS PAREDES DEL CONDUCTO VERTEBRAL) ESTA OCUPADO POR GRASA EPIDURAL Y UN PLEXO VENOSO.**

# ESPACIO SUBDURAL

- **ES UN ESPACIO ENTRE LA DURAMADRE Y LA ARACNOIDES**
- **ES UN ESPACIO POTENCIAL**
- **SOLO APARECE COMO CONSECUENCIA DE UNA LESION QUE ORIGINE HEMORRAGIA SUBDURAL**
- **LA SANGRE SEPARA ESTAS CAPAS**

# ARACNOIDES

- AVASCULAR
- FIBROBLASTOS, COLAGENA Y FIBRAS ELASTICAS.
- 2 REGIONES:
  - Membrana plana en contacto con la duramadre
  - Región mas profunda formada por células trabeculares aracnoideas

# ESPACIO SUBARACNOIDEO

- ES EL ESPACIO ENTRE LA ARACNOIDES Y LA PIAMADRE

# PIAMADRE

- MUY VASCULARIZADA
- SE RELACIONA ESTRECHAMENTE CON EL TEJIDO CEREBRAL
- CONSTITUIDA POR UNA CAPA DELGADA DE FIBROBLASTOS MODIFICADOS Y APLANADOS
- SEPARADA DEL TEJIDO NEURAL POR CELULAS NEUROGLIALES

**(ME) SUSTANCIA GRIS**

**(ME) SUSTANCIA BLANCA**

**PIAMADRE**

**ESPACIO SUBARACNOIDEO**

**ARACNOIDES**

**ESPACIO SUBDURAL**

**DURAMADRE**

**ESPACIO EPIDURAL**

**CONDUCTO VERTEBRAL**

# BARRERA HEMATOENCEFALICA

- Barrera muy selectiva entre sustancias específicas de origen sanguíneo y el tejido neural del SNC.
- La establecen las células endoteliales que recubren los capilares continuos que pasan a través del SNC.

## COMPONENTES:

- CELULA ENDOTELIAL
  - LAMINA BASAL
  - GLIA PERIVASCULAR LIMITANTE (pies perivascuales de los astrocitos)
- 
- Algunas macromoléculas la atraviesan con facilidad: oxígeno, agua, CO<sub>2</sub>, materiales liposolubles y algunos fármacos
  - Iones por proteínas de canal
  - Glucosa y algunas vitaminas por difusión facilitada

# PLEXO COROIDEO

- COMPUESTO POR **PLIEGUES DE PIAMADRE** DENTRO DE LOS **VENTRICULOS** DEL CEREBRO
- PRODUCE EL **LCR**
- REVESTIDO POR EPITELIO **CUBICO SIMPLE** (EPENDIMOCITOS)
- EL LCR IRRIGA AL SNC A MEDIDA EN QUE CIRCULA POR EL ESPACIO **SUBARACNOIDEO**

# LIQUIDO CEFALORRAQUIDEO

- SE PRODUCE POR EL PLEXO CORIOIDEO A RAZON DE 14-36 ml/hr
- REEMPLAZA SU VOLUMEN 4-5 VECES/DIA
- IRRIGA TODO EL SNC (3°, 4° VENTRICULOS, VENTRICULOS LATERALES Y CANAL CENTRAL DE LA ME)
- POCAS PROTEINAS
- ABUNDANTE: Na+, K+ y Cl-
- TRANSPARENTE Y DE BAJA DENSIDAD

4

**IMPULSO  
NERVIOSO**

# DEFINICIONES

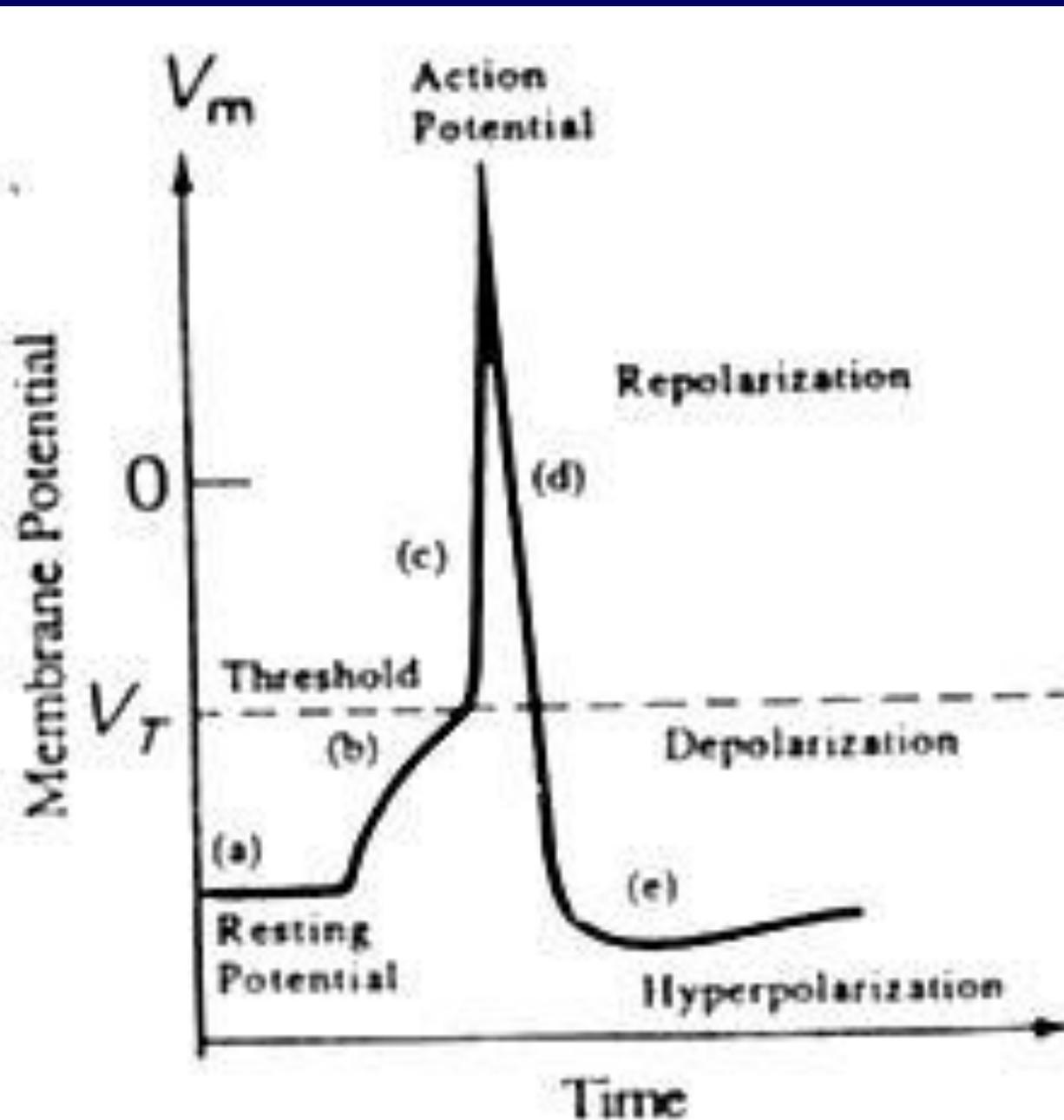
- **POTENCIAL DE EQUILIBRIO:** es el potencial de difusión de iones que equilibra las concentraciones de iones dentro de la célula.
- **POTENCIAL DE MEMBRANA O REPOSO:** es el potencial que existe entre potenciales de acción, se genera gracias a potenciales de difusión que son resultado de las diferencias de concentración de varios iones a través de la membrana celular.
- El potencial de membrana es cercano a los potenciales de equilibrio del  $K^+$  y el  $Cl^-$  (-70 a -90 mv) y es lejano de los potenciales de equilibrio del  $Na^+$  y  $Ca^{++}$

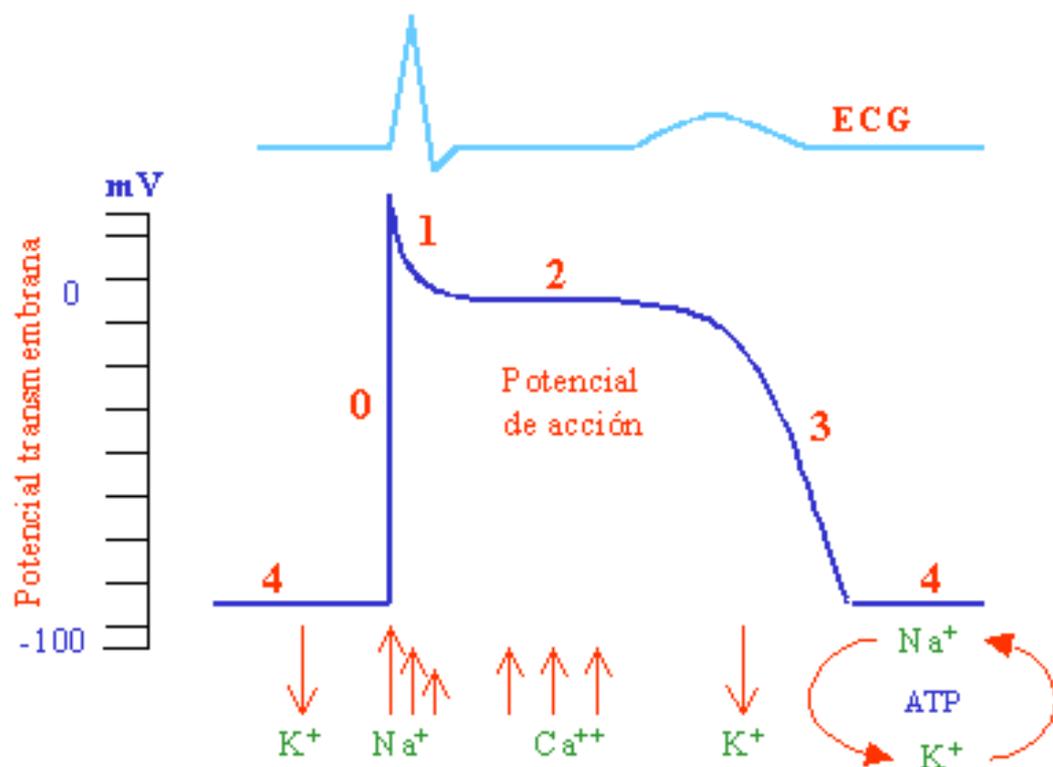
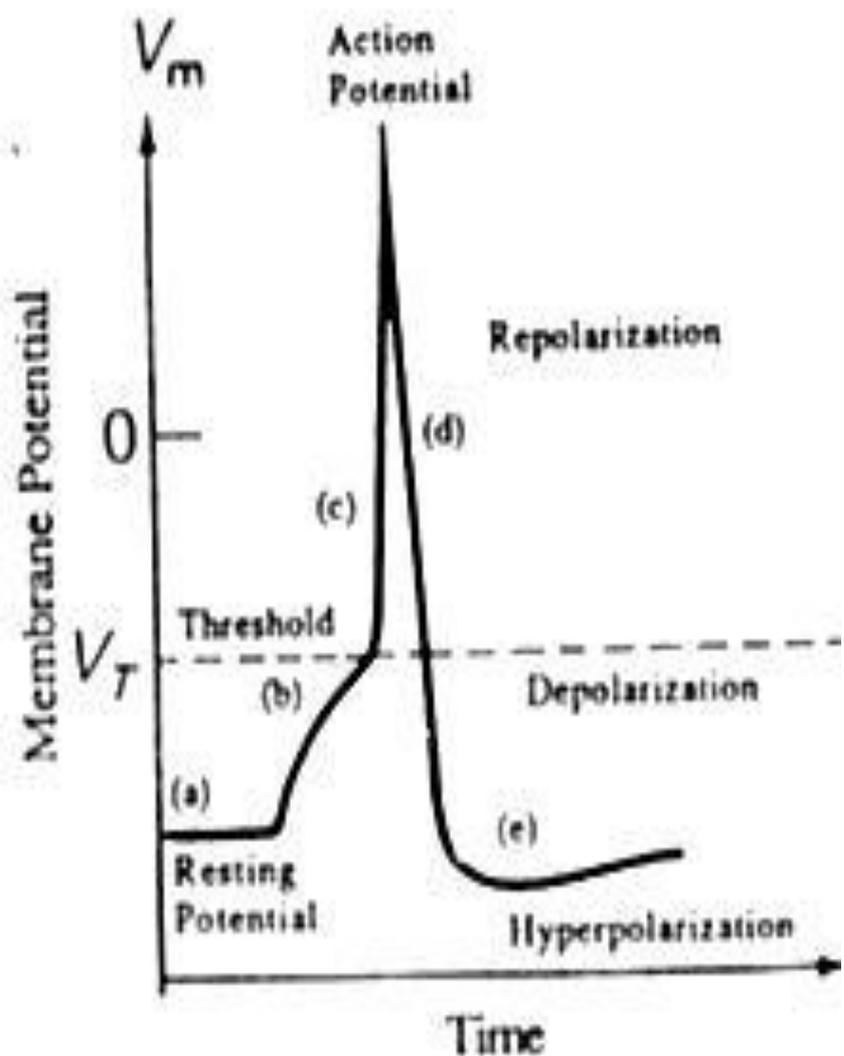
# DEFINICIONES

- **DESPOLARIZACION:** proceso que hace que el potencial de membrana se haga menos negativo (mas positivo), es producido por los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Ca}^{++}$
- **REPOLARIZACION E HIPERPOLARIZACION:** proceso que hace que el potencial de membrana se haga mas negativo (menos positivo), es producido por los iones  $\text{K}^+$  y  $\text{Cl}^-$
- **UMBRAL:** Es el estimulo mínimo para generar una respuesta = es el potencial de membrana en el cual es inevitable que se genere un potencial de acción

# POTENCIAL DE ACCIÓN (PA)

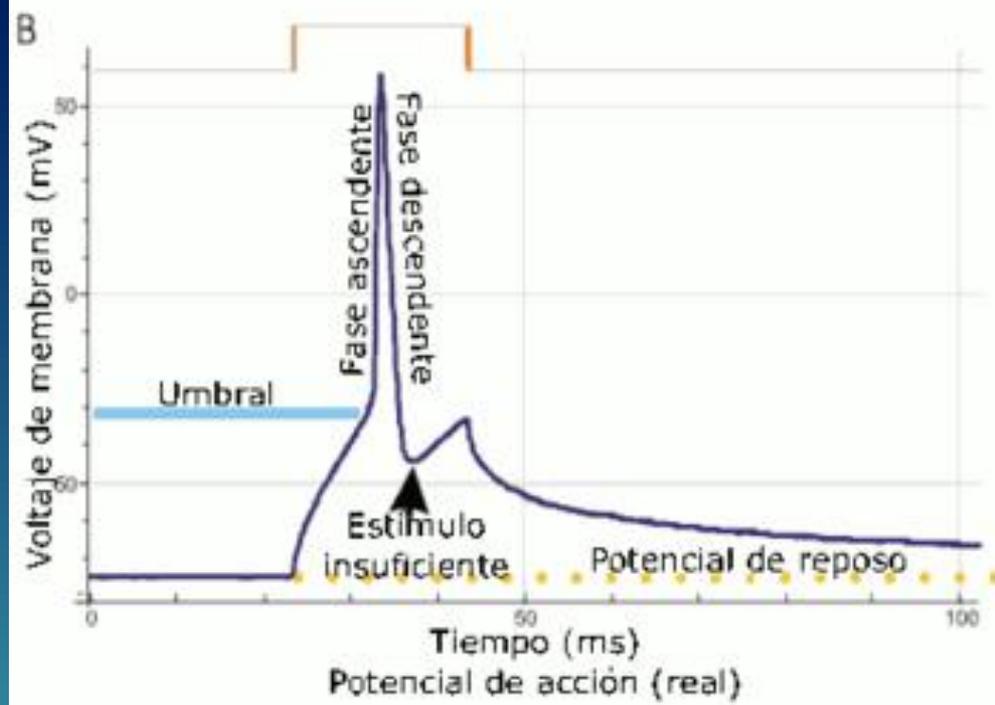
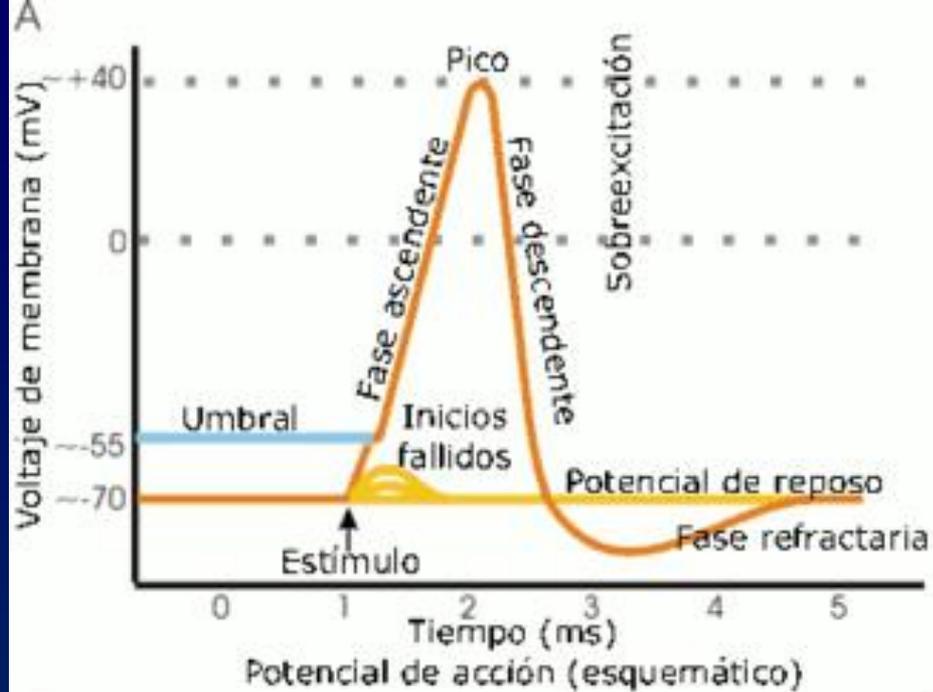
- ES LA **ACTIVIDAD ELECTRICA** QUE TIENE LUGAR EN UNA NEURONA CUANDO UN IMPULSO SE PROPAGA A LO LARGO DE SU AXON, Y **SE OBSERVA COMO UN MOVIMIENTO DE CARGAS NEGATIVAS A LO LARGO DE LA PARTE EXTERNA DEL AXON**
- ES UN **CICLO** QUE COMPRENDE LA DESPOLARIZACION DE LA MEMBRANA, LA REPOLARIZACION, LA HIPERPOLARIZACION Y EL REGRESO AL POTENCIAL EN REPOSO
- ES UN SUCESO DE TIPO **TODO O NADA**





**Gráfica del potencial de acción de la célula contráctil miocárdica ventricular.** Las flechas indican los tiempos de los principales movimientos de iones a través de la membrana celular.

*Dr. Luis Higgins*

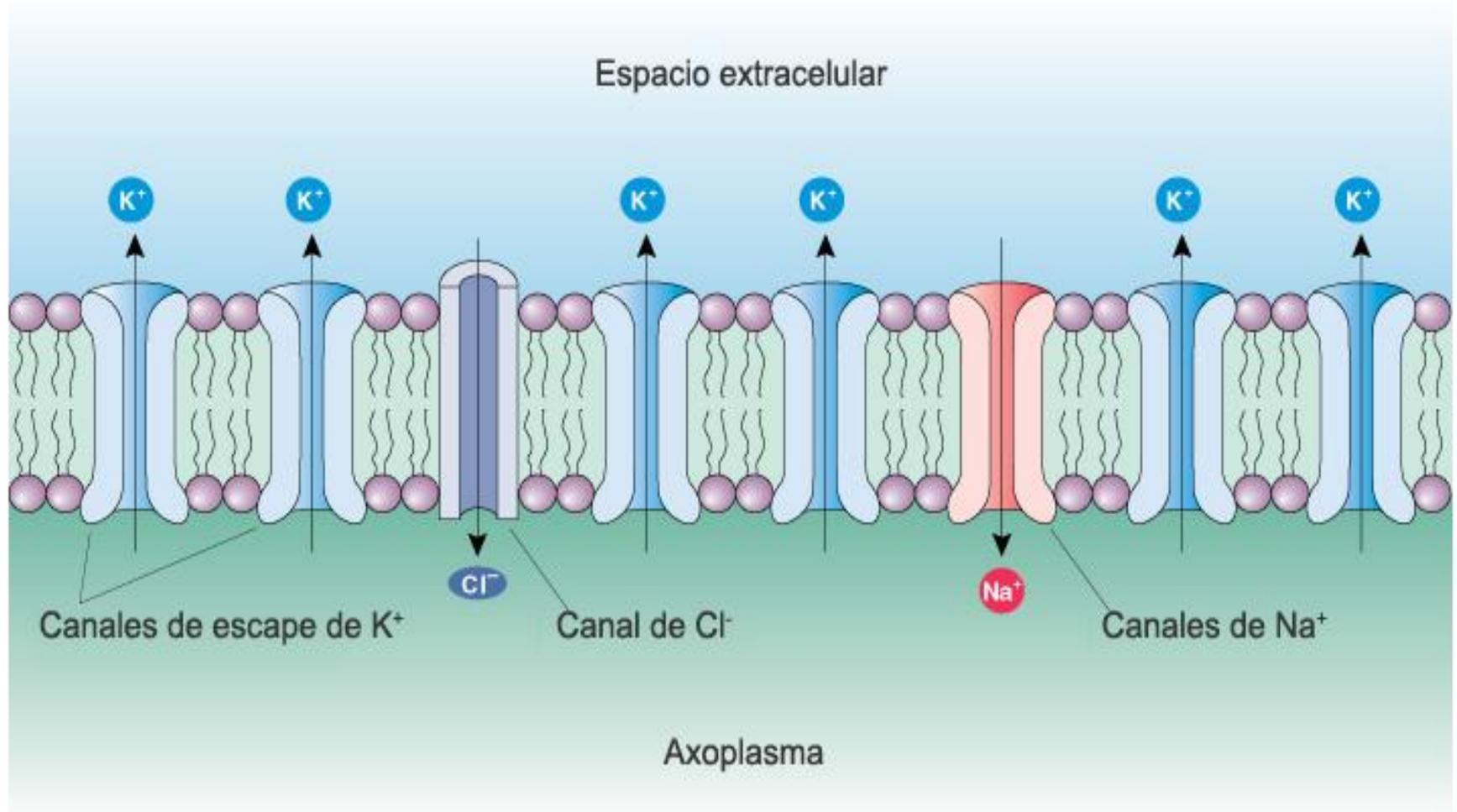


# GENERACION DE UN PA

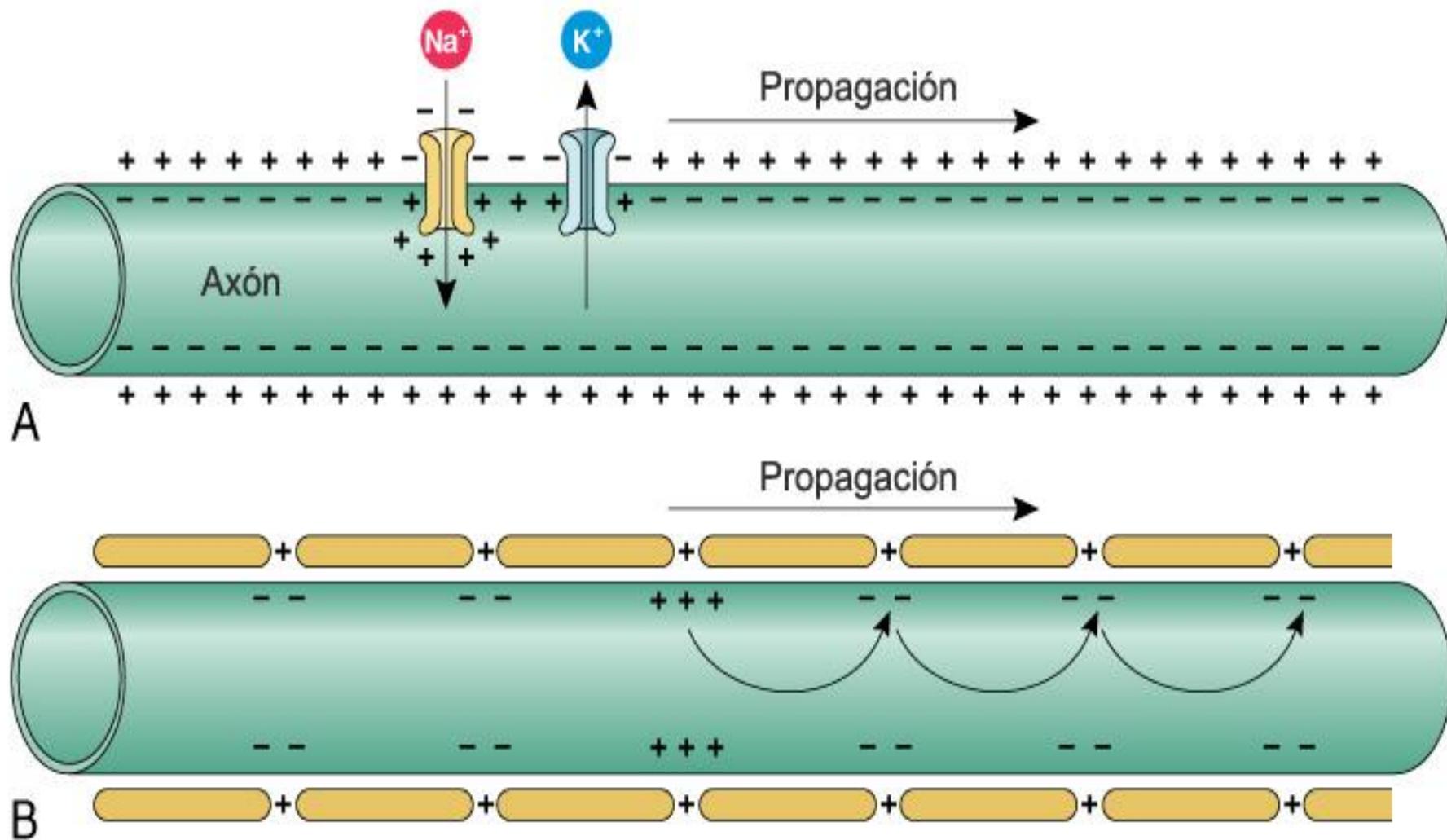
- UN **ESTIMULO EXITADOR** DE UNA NEURONA POSTSINAPTICA **DESPOLARIZA** PARCIALMENTE UNA PORCION DE LA MEMBRANA PLASMATICA (LA DIFERENCIA DE POTENCIAL SE HACE MENOS NEGATIVA)
- CUANDO EL POTENCIAL DE MEMBRANA ALCANZA UN **UMBRAL**, LOS CANALES DE  $\text{Na}^+$  REGULADOS POR VOLTAJE DE LA MEMBRANA SE ABREN Y PERMITEN LA **ENTRADA DE  $\text{Na}^+$**  EN LA CELULA
- EL FLUJO HACIA EL INTERIOR DE  $\text{Na}^+$  HACE QUE LA PARTE EXTERNA DEL AXON SE HAGA NEGATIVA (**SE REVIERTE EL POTENCIAL DE REPOSO EN EL AREA CONTIGUA**)

# PROPAGACION DEL PA

- ES **DEBIDA A LA DIFUSION LONGITUDINAL DE  $\text{Na}^+$**  (QUE ENTRA A LA CELULA POR EL PUNTO EN QUE SE PRODUCE LA EXITACION INICIAL) **HACIA LAS TERMINALES AXONICAS**.
- LA **DIFUSION LONGITUDINAL DEL SODIO DESPOLARIZA** LA REGION MEMBRANOSA **ADYACENTE**, LO QUE PROVOCA UN NUEVO PA EN ESTE SITIO.
- LOS PA SE PROPAGAN MAS RAPIDAMENTE EN LAS FIBRAS MIELINICAS, QUE PRESENTAN UNA CONDUCCION SALTATORIA. EN ESTE TIPO DE CONDUCCION, EL PA SALTA DE UN NODULO DE RANVIER AL SIGUIENTE.



**Fig. 9-15.** Esquema del establecimiento del potencial de reposo en una neurona típica. Nótese que los canales de escape del ion potasio ( $K^+$ ) sobrepasan en número a los canales del ion sodio ( $Na^+$ ) y el ion cloro ( $Cl^-$ ); en consecuencia, puede salir más  $K^+$  de la célula que penetrar  $Na^+$  o  $Cl^-$ . Debido a que hay más iones positivos fuera que dentro de la célula, el exterior es más positivo que el interior y se establece una diferencia de potencial a través de la membrana. No se muestran canales de iones y bombas de iones que no se encargan directamente de establecer el potencial de membrana en reposo.



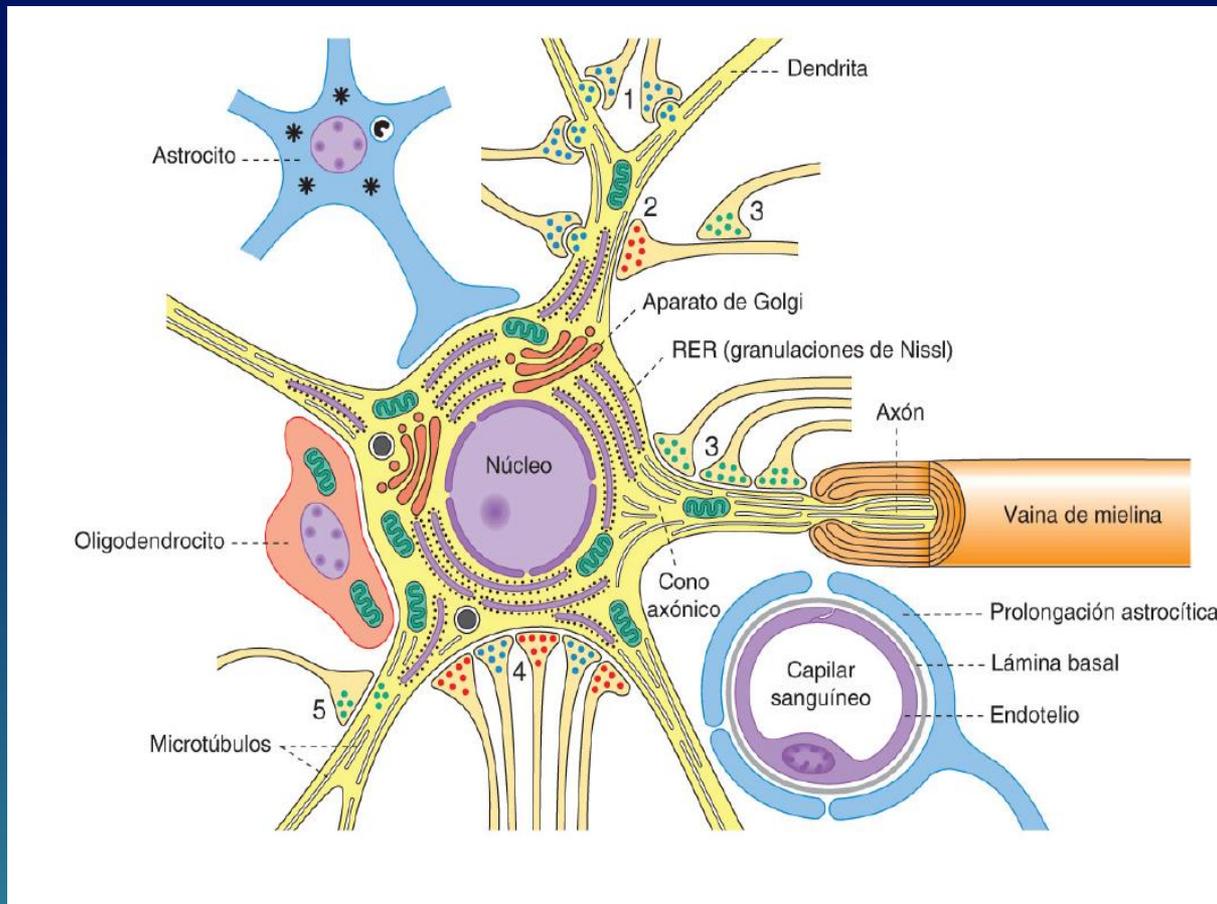
**Fig. 9-16.** Esquema de la propagación del potencial de acción en un axón no mielinizado (A) y uno mielinizado (B) (véase texto).



**SINAPSIS**

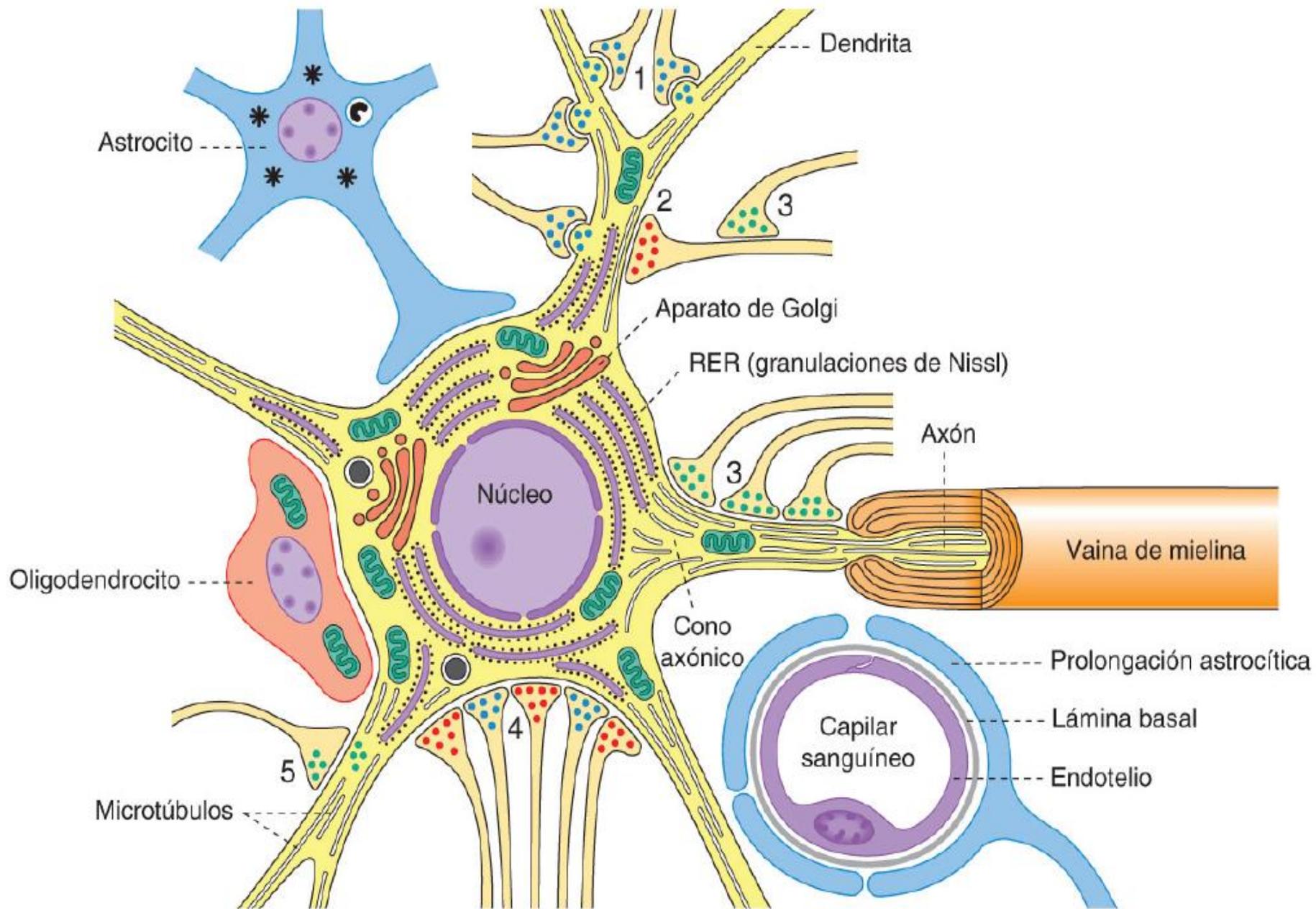
# SINAPSIS

- SON SITIOS DE TRANSMISION DEL IMPULSO ENTRE LAS CELULAS.



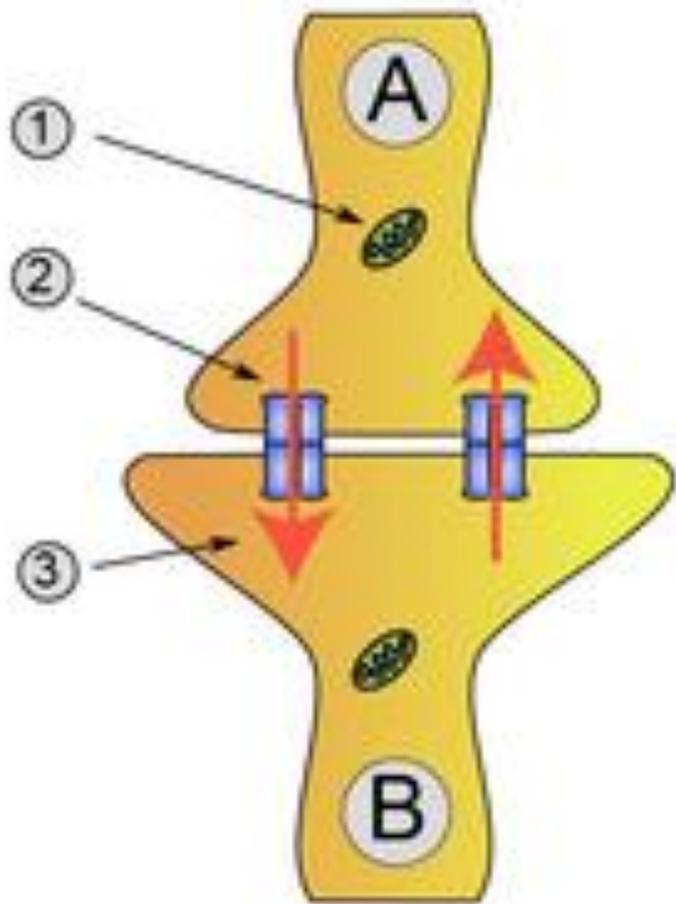
# SINAPSIS CLASIFICACIONES

- POR SU FORMA DE TRANSMISIÓN DEL IMPULSO
  - ELECTRICAS
  - QUIMICAS
- POR SU SITIO DE CONTACTO SINAPTICO
  - AXODENDRITICAS
  - AXOSOMATICAS
  - AXOAXONICA
  - DENDRODENDRITICA (poco común)

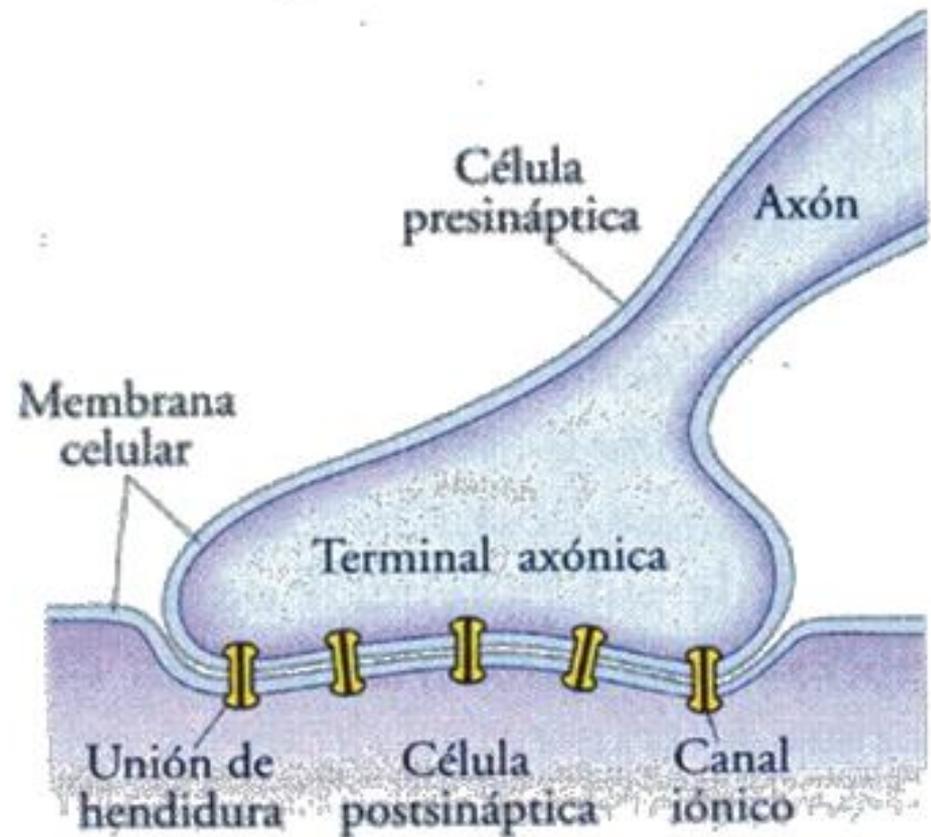


# SINAPSIS ELECTRICAS

- ES RAPIDA
- REQUIERE LA PRESENCIA DE UNIONES COMUNICANTES, (NEXO, GAP, INTERSTICIO)
- ES BIDIRECCIONAL



## UNIÓN SINÁPTICA ELÉCTRICA



# SINAPSIS QUIMICAS

- SON LAS MAS MAS FRECUENTES
- SON LENTAS
- REQUIERE LA PRESENCIA DE NEUROTRANSMISORES
- ES UNIDIRECCIONAL

# SINAPSIS QUIMICAS

- La membrana **PRESINAPTICA** libera uno o mas neurotransmisores (NT) a la hendidura sináptica.
- El NT se difunde a través de la hendidura sináptica a receptores de canales de ion controlados por compuerta en la membrana **POSTSINAPTICA**
- La **unión NT-receptor** inicia la abertura de los canales de iones y se inicia el **POTENCIAL DE ACCION**

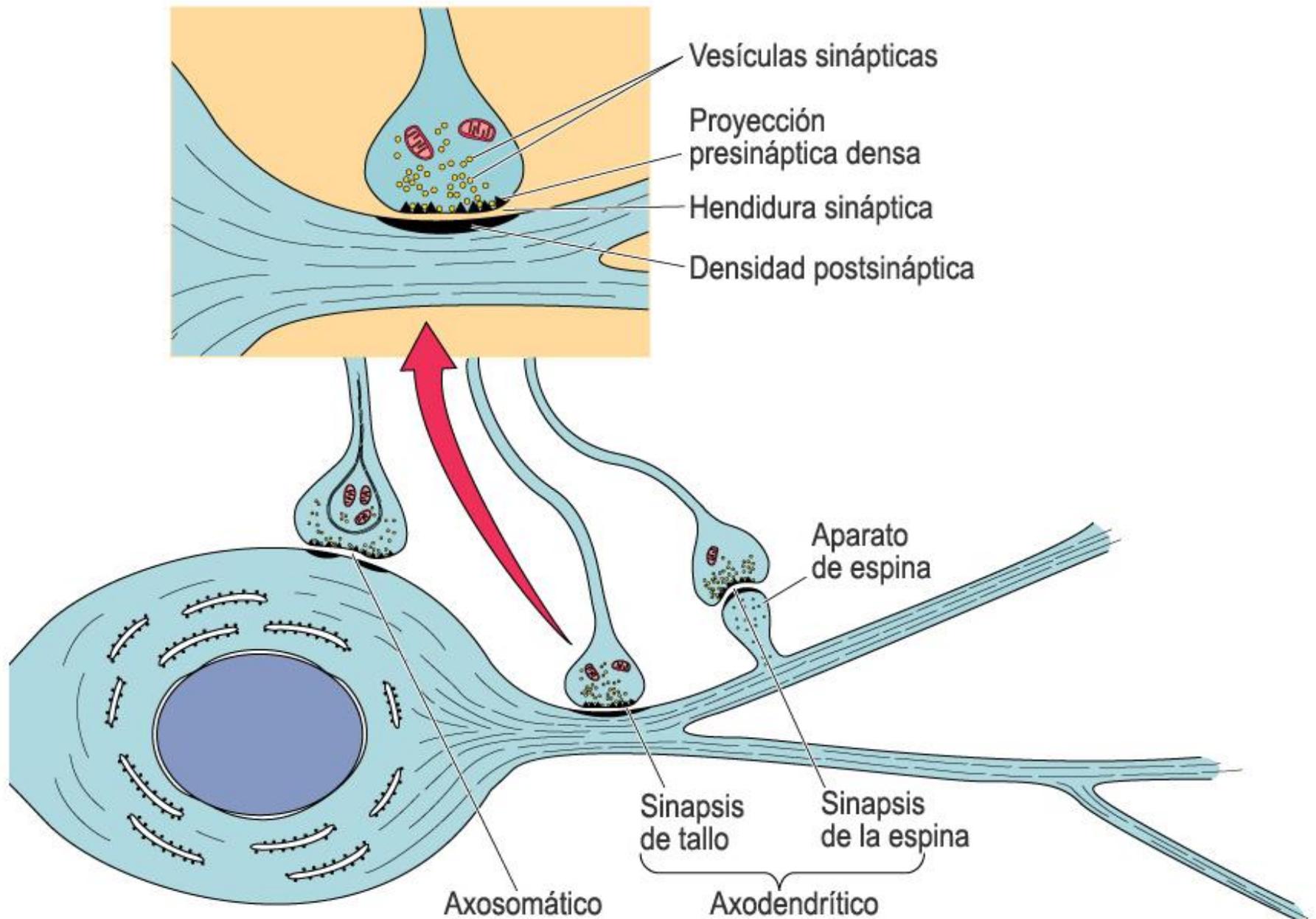
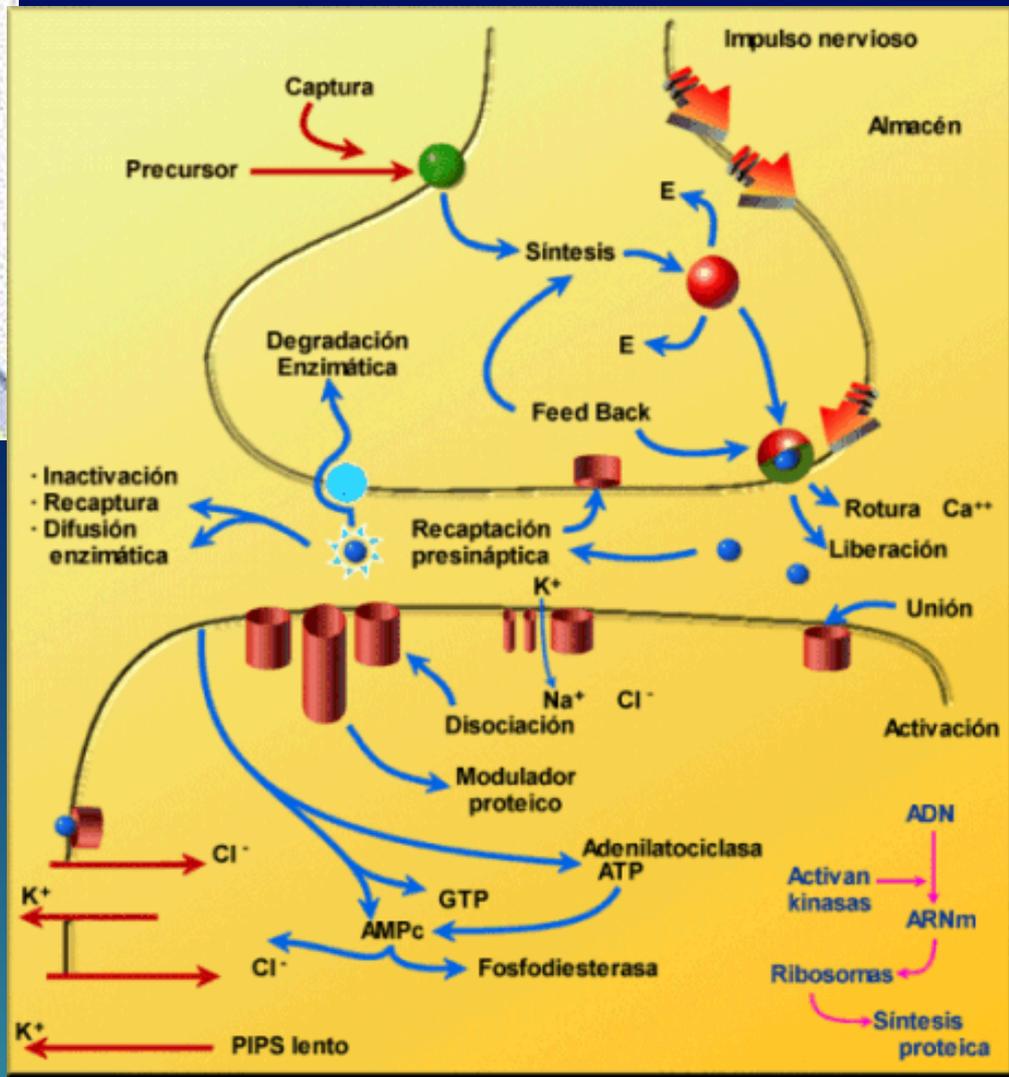
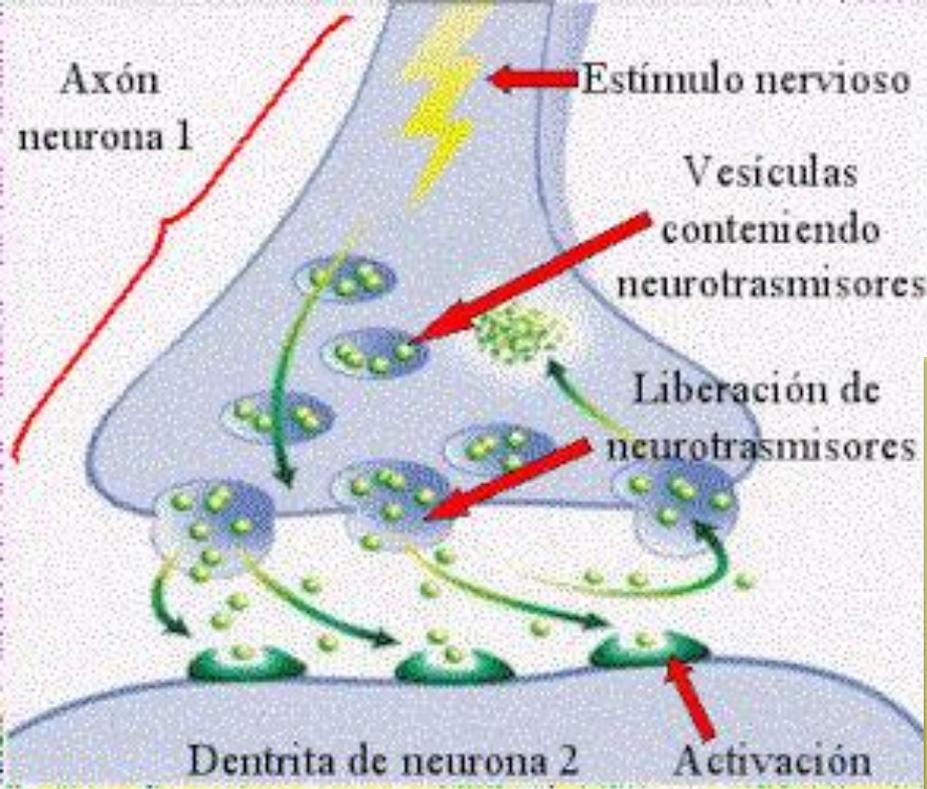


Fig. 9-17. Esquema de los diversos tipos de sinapsis.



# SINAPSIS QUIMICAS

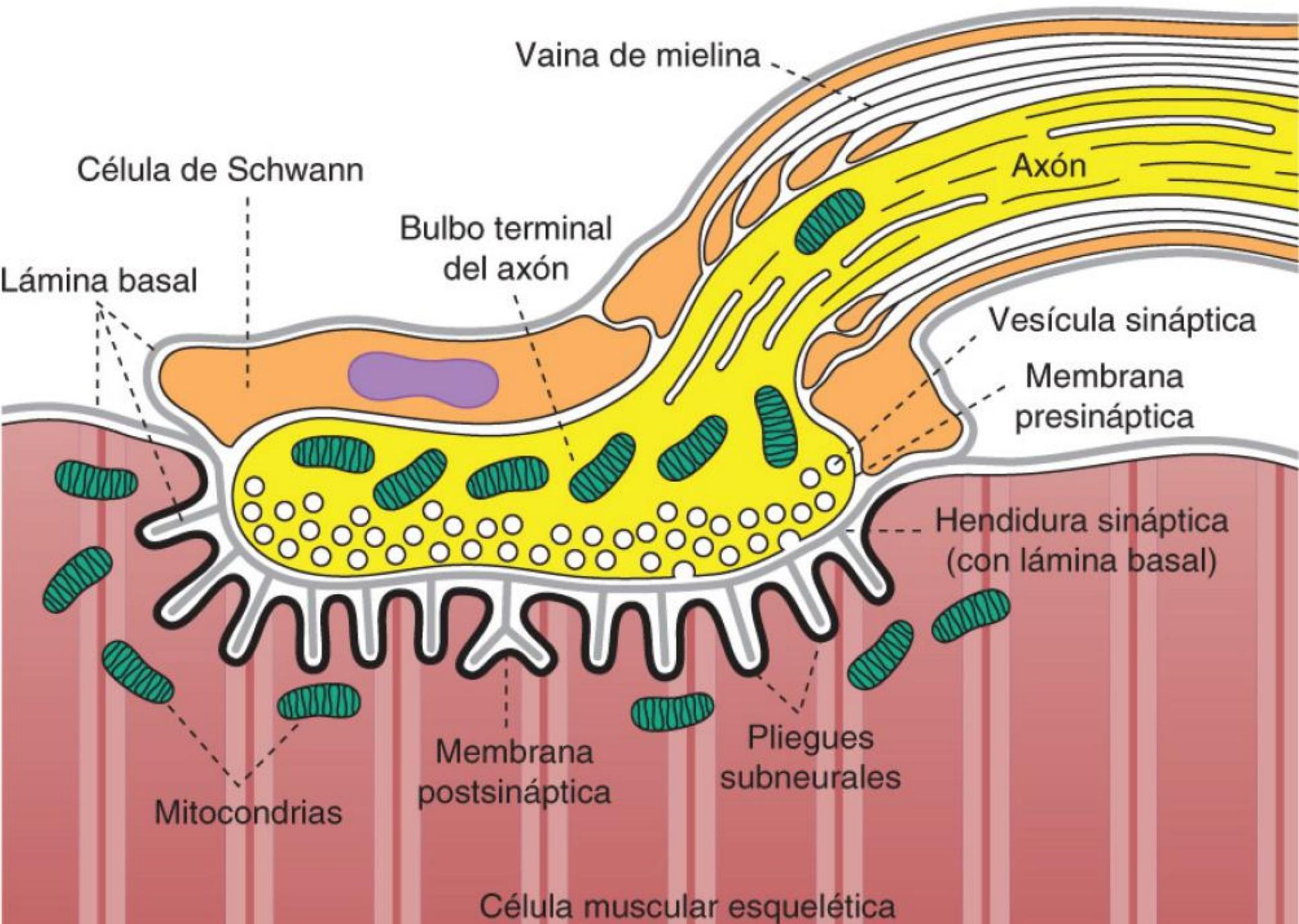
- **Vesícula sináptica.** Son estructuras esféricas llenas de NT. Esta vesícula es elaborada en la terminal del axón.
- **La SINAPSINA I.** es una proteína que forma un complejo con la superficie de la vesícula, favorece el agrupamiento de vesículas sinápticas.
- **La SINAPSINA II.** Junto con rab3a controlan la vinculación de las vesículas con los microfilamentos de actina.

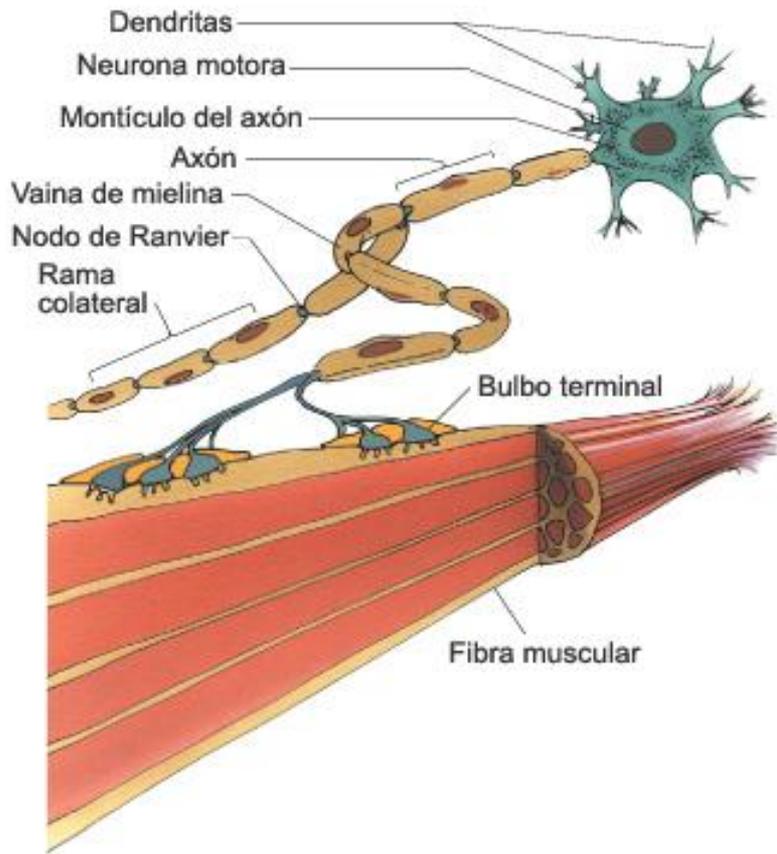
# SINAPSIS QUIMICAS

- **Sinaptotagmina y sinaptofisina.** Controlan la reaccion de las vesiculas sinapticas con la membrana presinaptica.
- Cuando el PA llega a la terminal, se **abren canales de Calcio** controlados por voltaje.
- El calcio penetra y fusiona las vesículas con la membrana presinaptica ocasionando la **liberación del NT** a la hendidura sináptica.

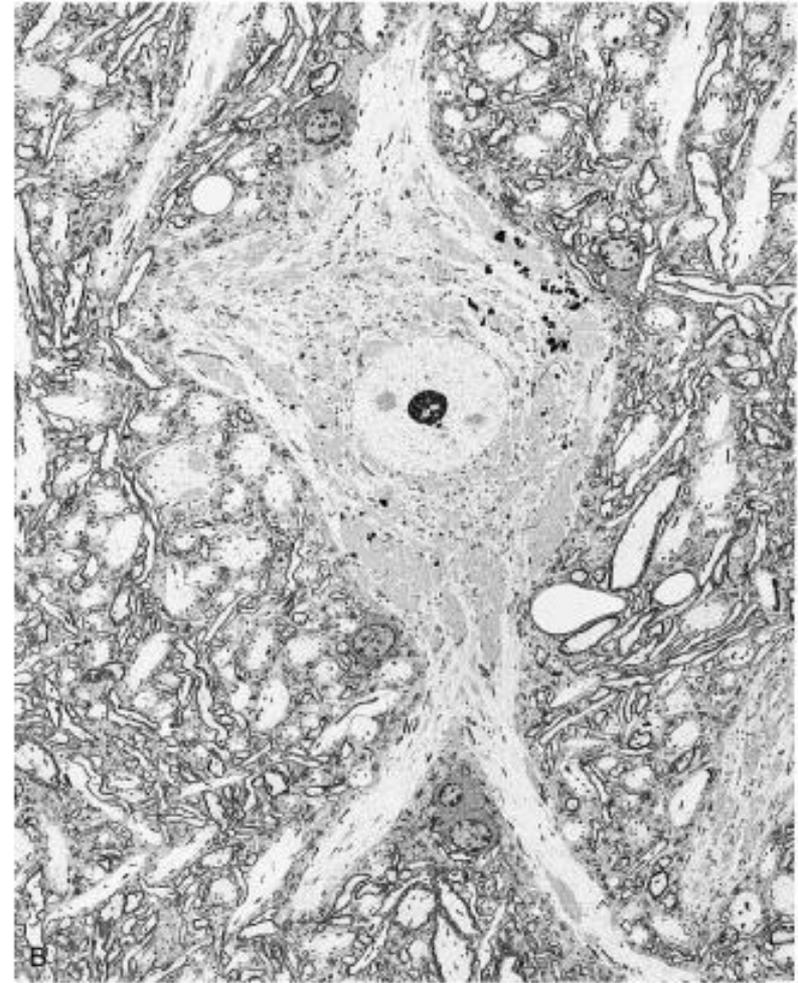
# SINAPSIS QUIMICAS

- En la membrana postsináptica hay receptores para el NT
- La unión NT-receptor puede iniciar
  - Despolarización: RESPUESTA **EXITATORIA**
  - Hiperpolarización: RESPUESTA **INHIBITORIA**



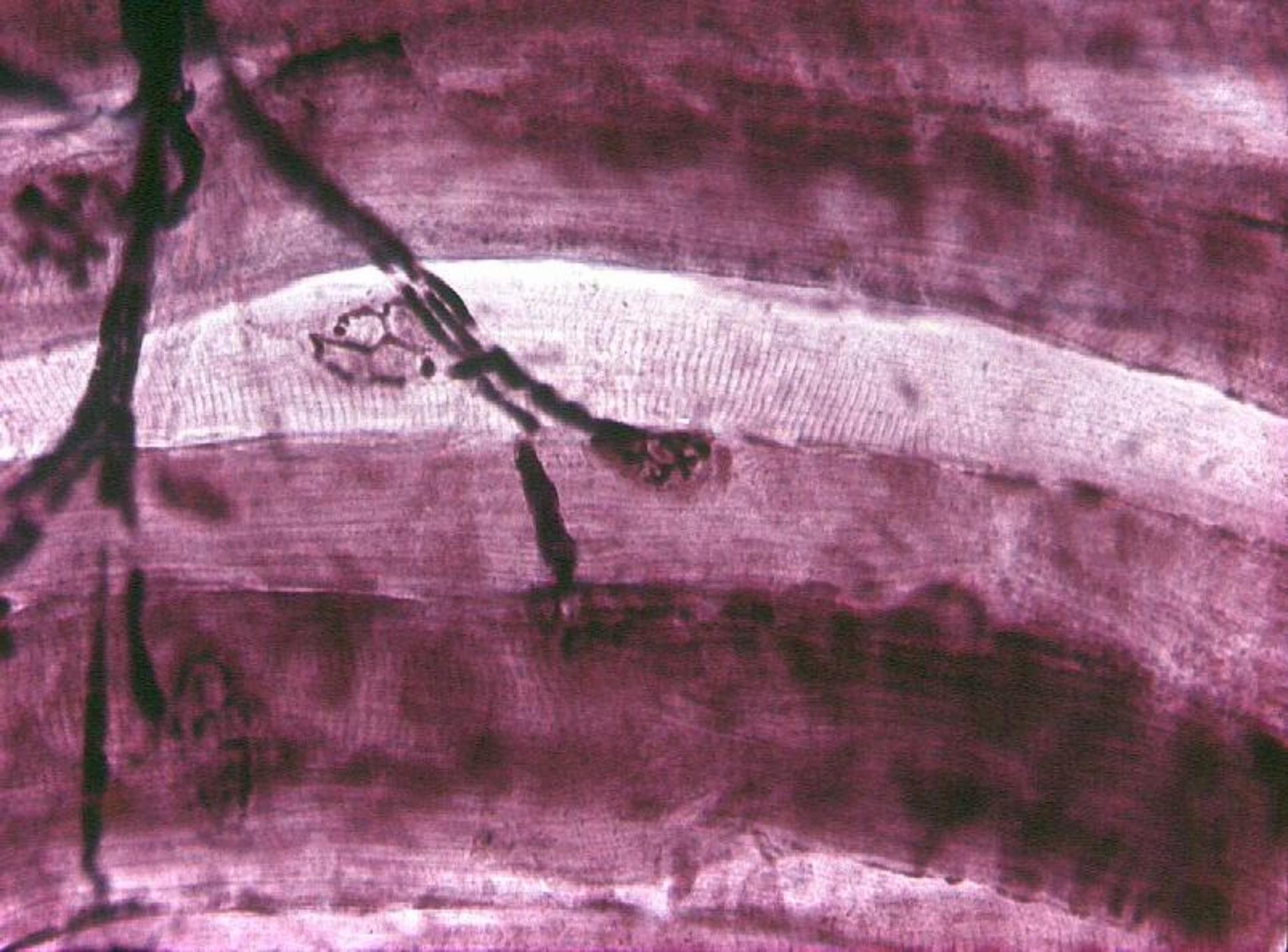


A



B

**Fig. 9-3. Neurona motora.** *A*, diagrama de una neurona motora típica. *B*, fotomicrografía de una neurona del asta ventral con algunas de sus dendritas (X1 300). (Tomado de Ling EA, Wen CY, Shieh JY, et al.: Neuroglial response to neuron injury: A study using intraneural injection of Ricinus communis agglutinin-60. *J Anat* 164:201-213, 1989. Reimpreso con autorización de Cambridge University Press.)



# NEUROTRANSMISORES

- Son moléculas de señalamiento
- Ejercen su acción directa en canales de iones
- También se les conocen como primeros mensajeros

## CLASIFICACIÓN:

- Transmisores de molécula pequeña
- Neuropeptidos
- Gases

# NEUROTRANSMISORES

## Transmisores de molécula pequeña

- ACETILCOLINA (No es AA)
- AMINOACIDOS: glutamato, asparatato, glicina y GABA
- AMINAS BIOGENAS (monoaminas): serotonina y catecolaminas (dopamina, noradrenalina y adrenalina)

# NEUROTRANSMISORES

## Neuropeptidos

- Péptidos opiodes: encefalinas y endorfinas
- Péptidos Gastrointestinales: sustancia P, VIP
- Hormonas liberadoras hipotalámicas
- Hormonas almacenadas en la neurohipofisis y que se liberan a partir de ella (antidiurética y oxitocina)

## Gases

Oxido Nítrico (NO)

Monóxido de Carbono (CO)



# **SISTEMA NERVIOSO PERIFERICO**

# NERVIOS PERIFERICOS

- Son paquetes de fibras nerviosas (axones) situados fuera del SNC y rodeados por varias cubiertas de tejido conjuntivo.
- Son 3 capas
  - EPINEURIO
  - PERINEURIO
  - ENDONEURIO

# NERVIOS PERIFERICOS

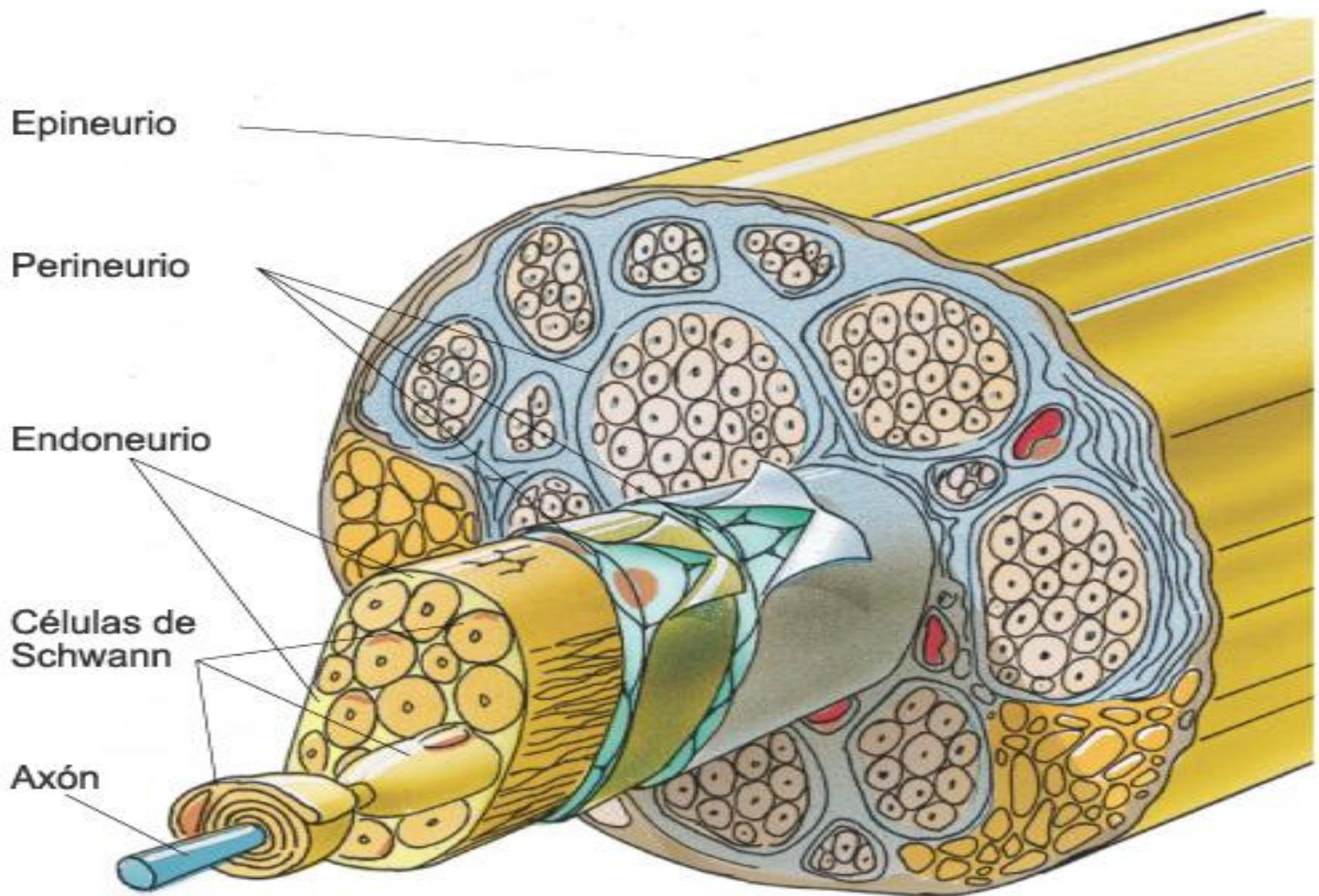
- **EPINEURIO:** capa mas externa de los 3 revestimientos:
  - TC Denso Irregular
  - Fibras Elasticas gruesas
  - Fibras Colagenas alineadas para evitar daño por estiramiento excesivo
  - El epineurio mas grueso se localiza donde se continua con la duramadre que recubre al SNC en la medula espinal o en encéfalo.
  - Se va adelgazando de manera progresiva a de medida que se ramifican los nervios

# NERVIOS PERIFERICOS

- **PERINEURIO:** capa media de los 3 revestimientos:
  - Recubre cada haz o fascículo de fibras nerviosas
  - TCD Irregular mas delgado
  - Su superficie interna posee un recubrimiento de células epitelioides unidas por zonulas de oclusión y una lamina basal que aísla el ambiente neural

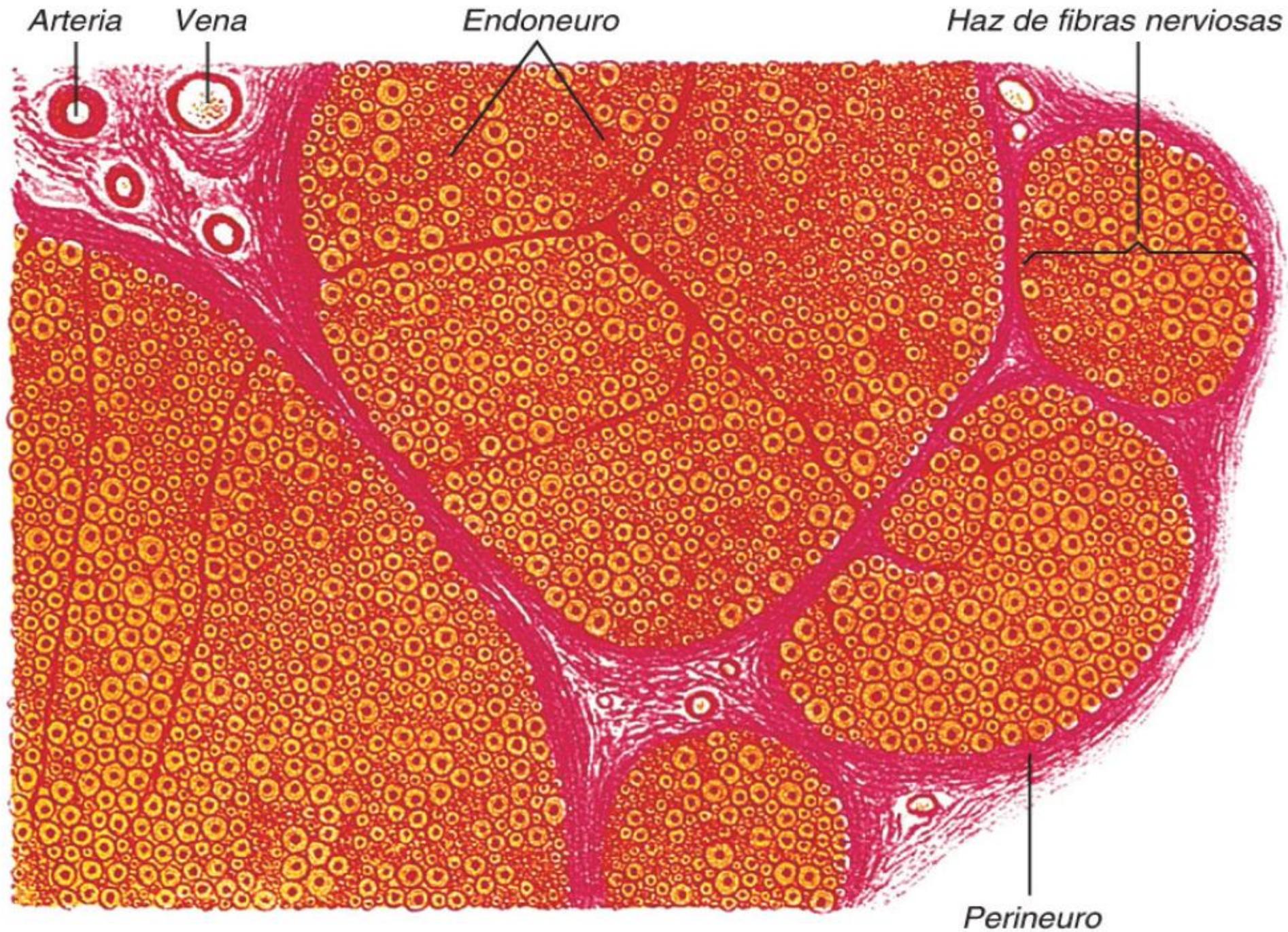
# NERVIOS PERIFERICOS

- **ENDONEURIO:** capa interna de los 3 revestimientos:
  - Recubre cada fibra neural
  - TC Laxo con fibras reticulares
  - Regula el microambiente de la fibra nerviosa



**Fig. 9-22.** Esquema de la estructura de un haz nervioso.

Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.



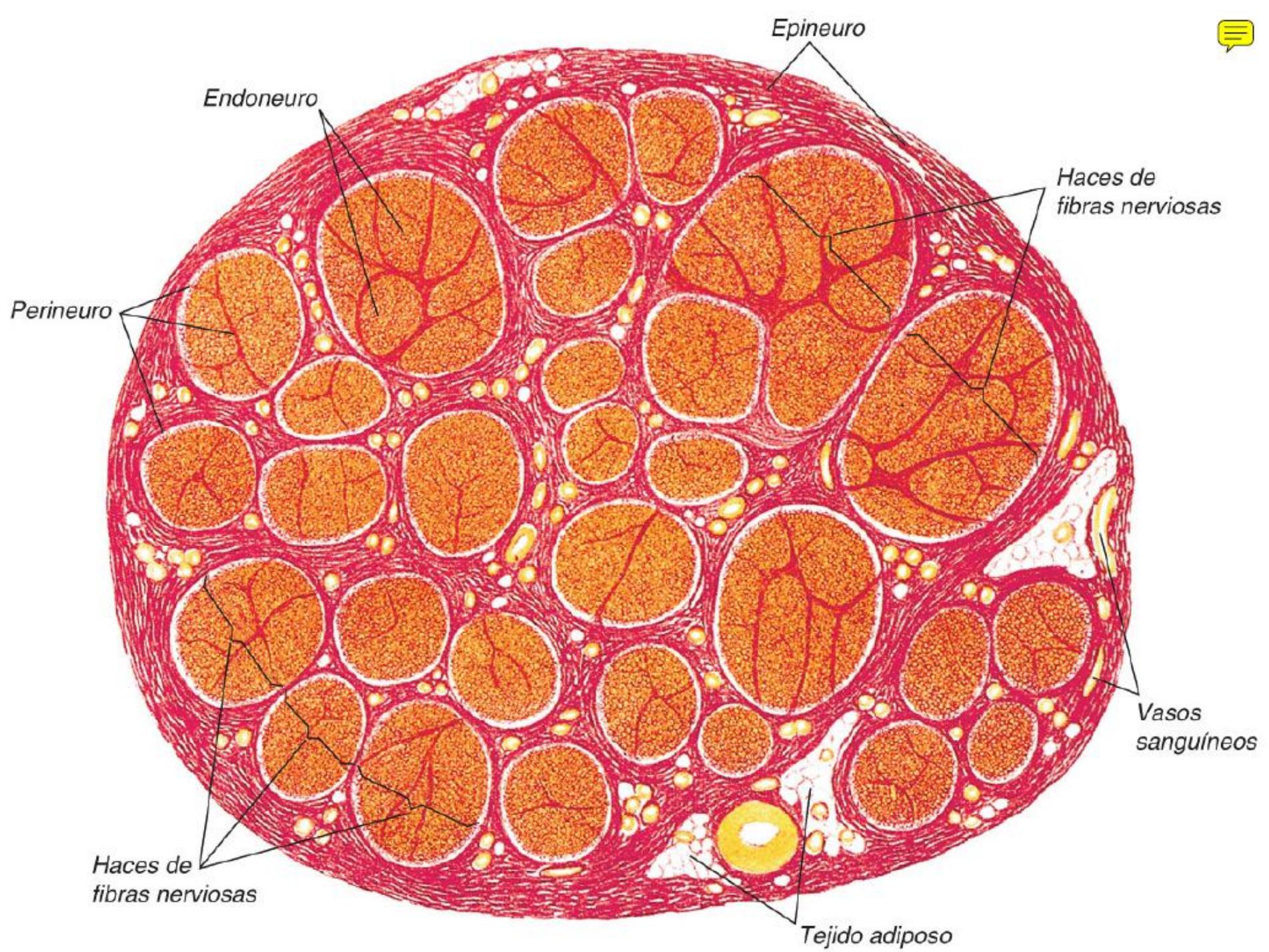
Arteria

Vena

Endoneuro

Haz de fibras nerviosas

Perineuro



Epineuro

Endoneuro

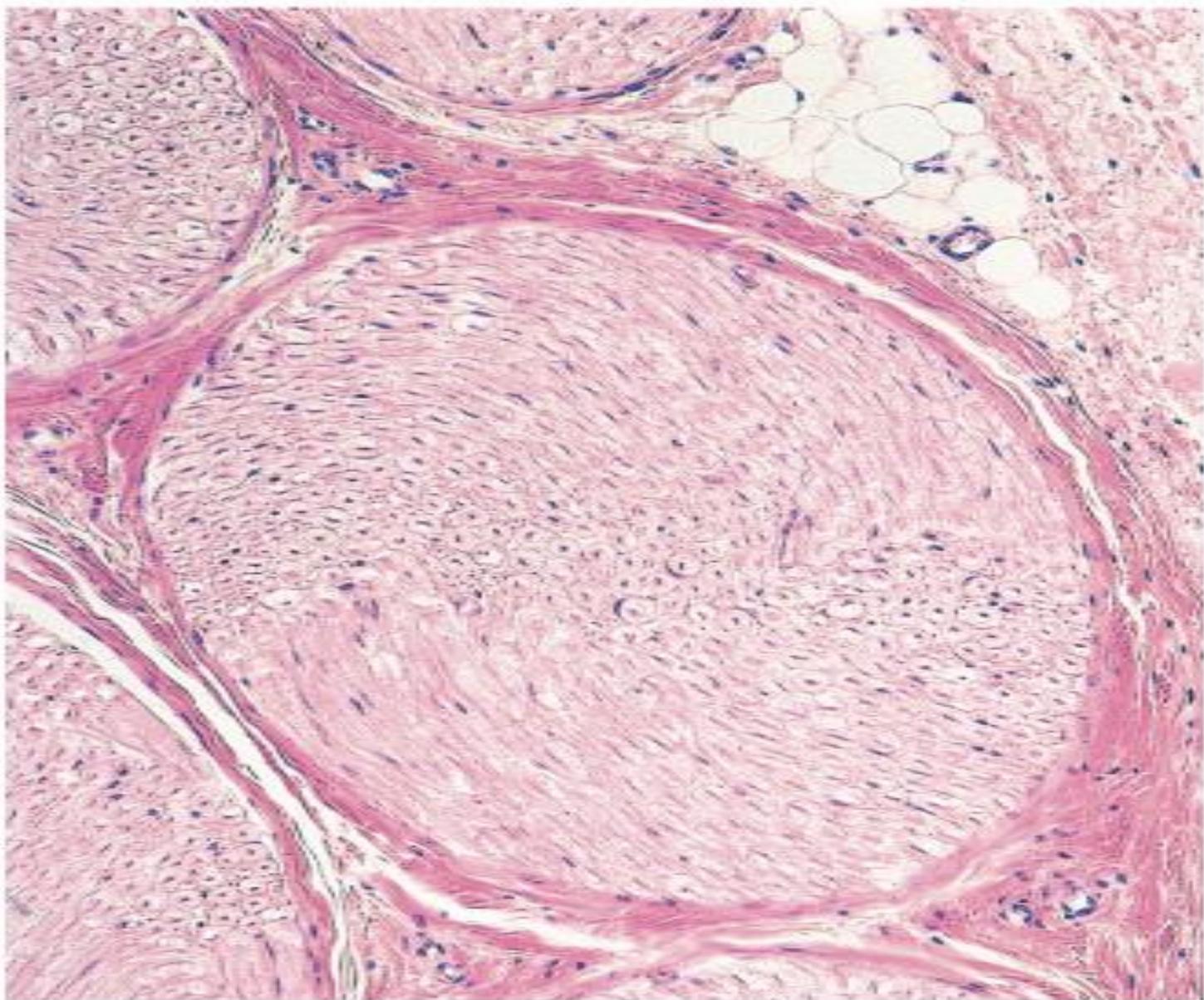
Haces de fibras nerviosas

Perineuro

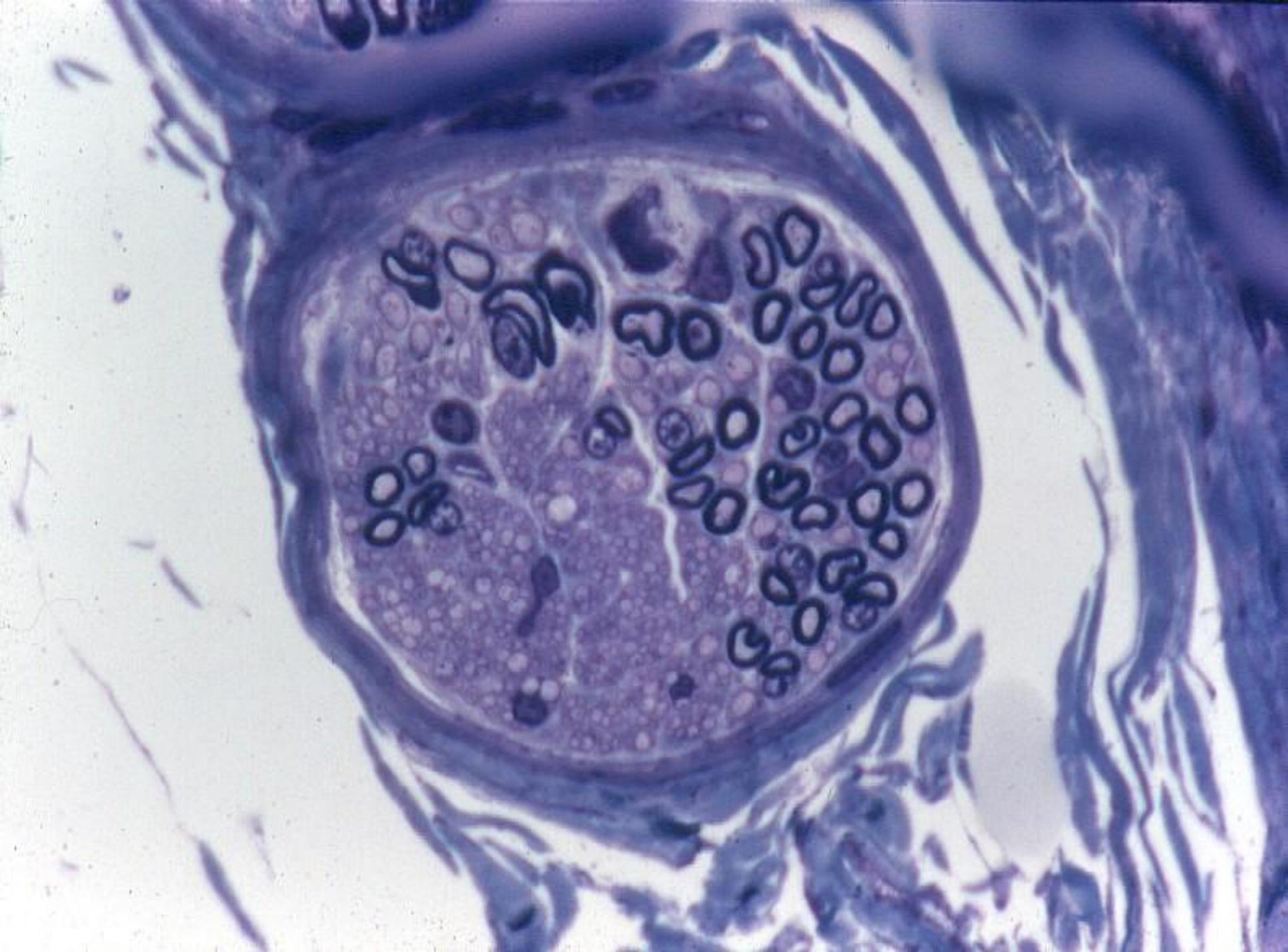
Vasos sanguíneos

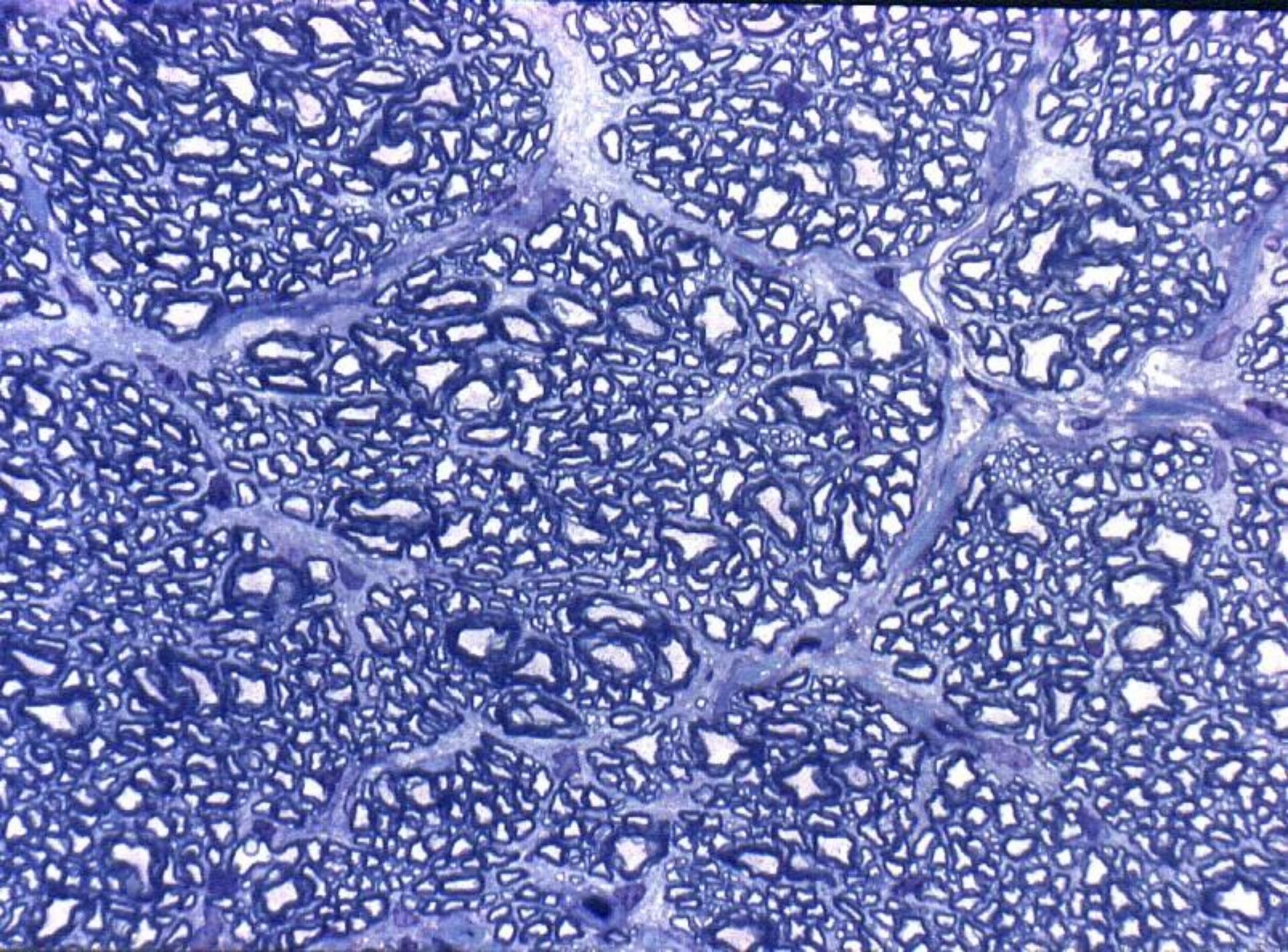
Haces de fibras nerviosas

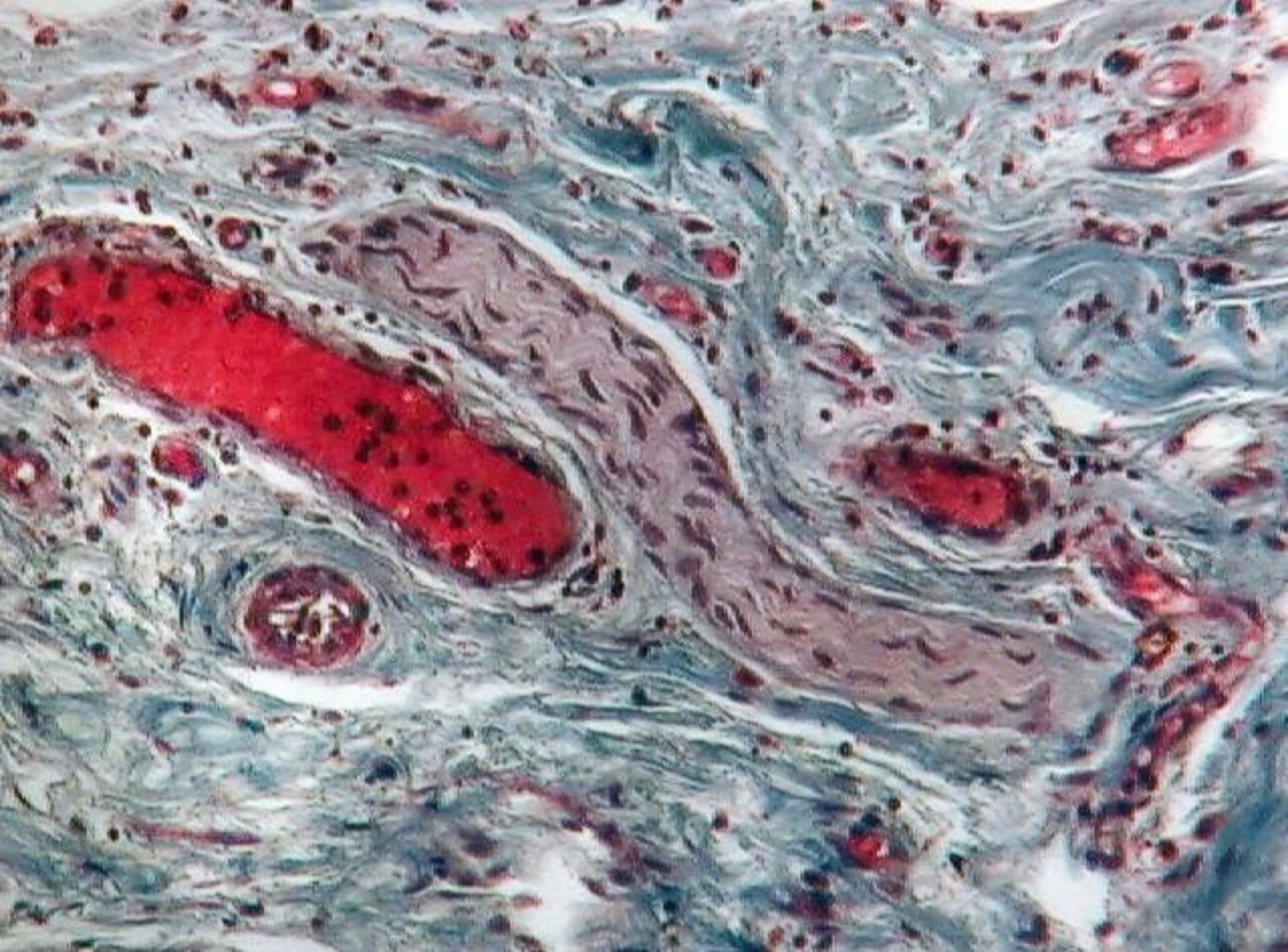
Tejido adiposo



**Fig. 9-21.** Micrografía de luz de un corte transversal del nervio periférico (X132). Véase los axones y el perineurio en derredor del fascículo.  
Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.







# CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LOS NERVIOS

- ✓ EFERENTES
- ✓ AFERENTES
- ✓ MIXTOS (NERVIOS RAQUIDEOS)

## VELOCIDAD DE CONDUCCION

**FIBRAS TIPO A: ALTA VELOCIDAD:** MUY MIELINIZADAS

DOLOR AGUDO, TEMPERATURA, TACTO, PRESION, PROPIOCEPCION

FIBRAS SOMATICAS EFERENTES

**FIBRAS TIPO B: VELOCIDAD MODERADA:** POCO MIELINIZADAS

VISCERALES AFERENTES, PREGANGLIONARES AUTONOMAS

**FIBRAS TIPO C: BAJA VELOCIDAD:** NO MIELINIZADAS

AUTONOMAS POSGANGLIONARES, DOLOR CRONICO

# SISTEMA MOTOR SOMATICO Y AUTONOMO

**SOMATICO:** Proporciona impulsos motores a los músculos esqueléticos

**AUTONOMO:** Va dirigido a musculo liso de vísceras, musculo cardiaco, y células secretoras de glándulas endocrinas y exocrinas

# SISTEMA NERVIOSO SOMATICO

- ✓ Nervios craneales somáticos que contienen componentes somáticos eferentes son III, IV, VI y XII
- ✓ Todos los nervios raquídeos (31) tienen componente somático (la porción anterior)
- ✓ Todos estos nervios hacen sinapsis con los músculos esqueléticos efectores.

# SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO

## ✓ SIMPATICO

- ✓ Se origina en la medula **TORACO LUMBAR** (T1 a L2)
- ✓ Prepara al cuerpo para huir o luchar

## ✓ PARASIMPATICO

- ✓ Se origina en el encefalo y los segmentos sacros de la medula espinal (S2 a S4). **CRANEO-SACRO**

# SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO

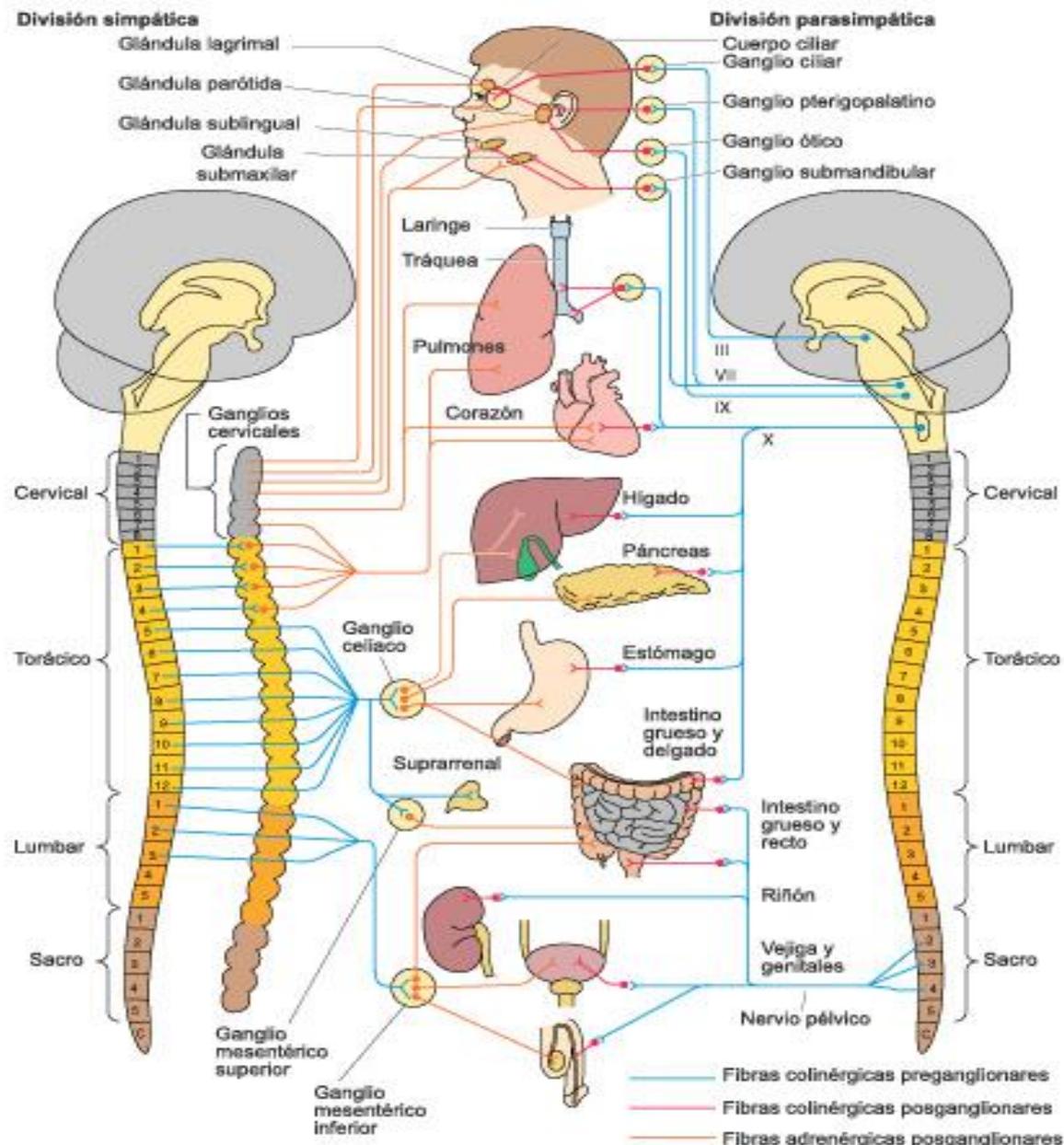
✓ Es involuntario o visceral



III N. de Edinger Westphal ----->  
VII N. Salival superior ----->  
IX N. Salival inferior ----->  
X N. Dorsal del Vago ----->  
S1-S3

Ganglio ciliar  
Ganglio otico

Ganglios intramurales  
(plexo mienterico Auerbach)



**Fig. 9-24.** Esquema del sistema nervioso autónomo. *Izquierda*, división simpática. *Derecha*, división parasimpática.

# GANGLIOS

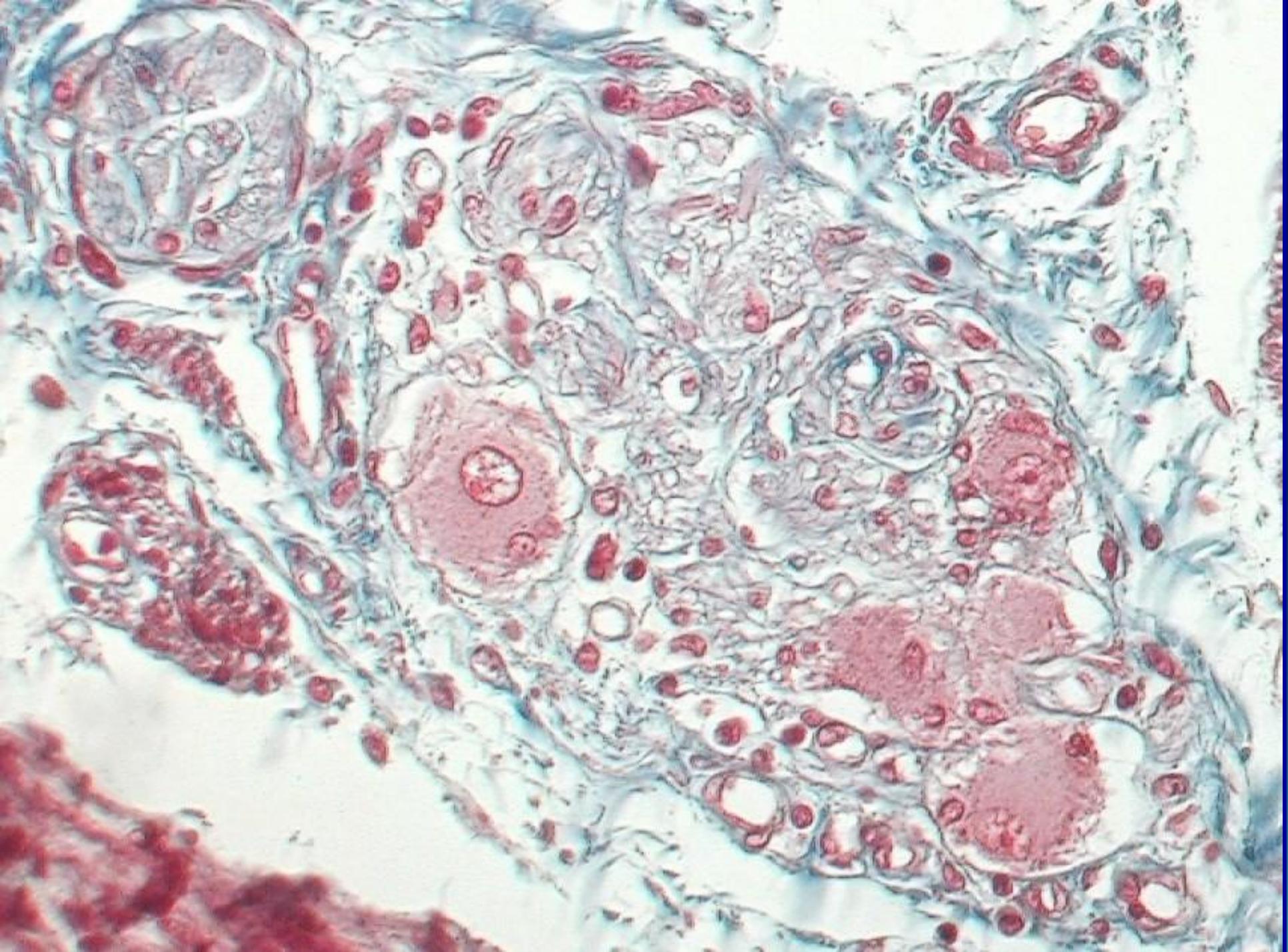
Son agrupaciones de somas neuronales fuera del SNC.

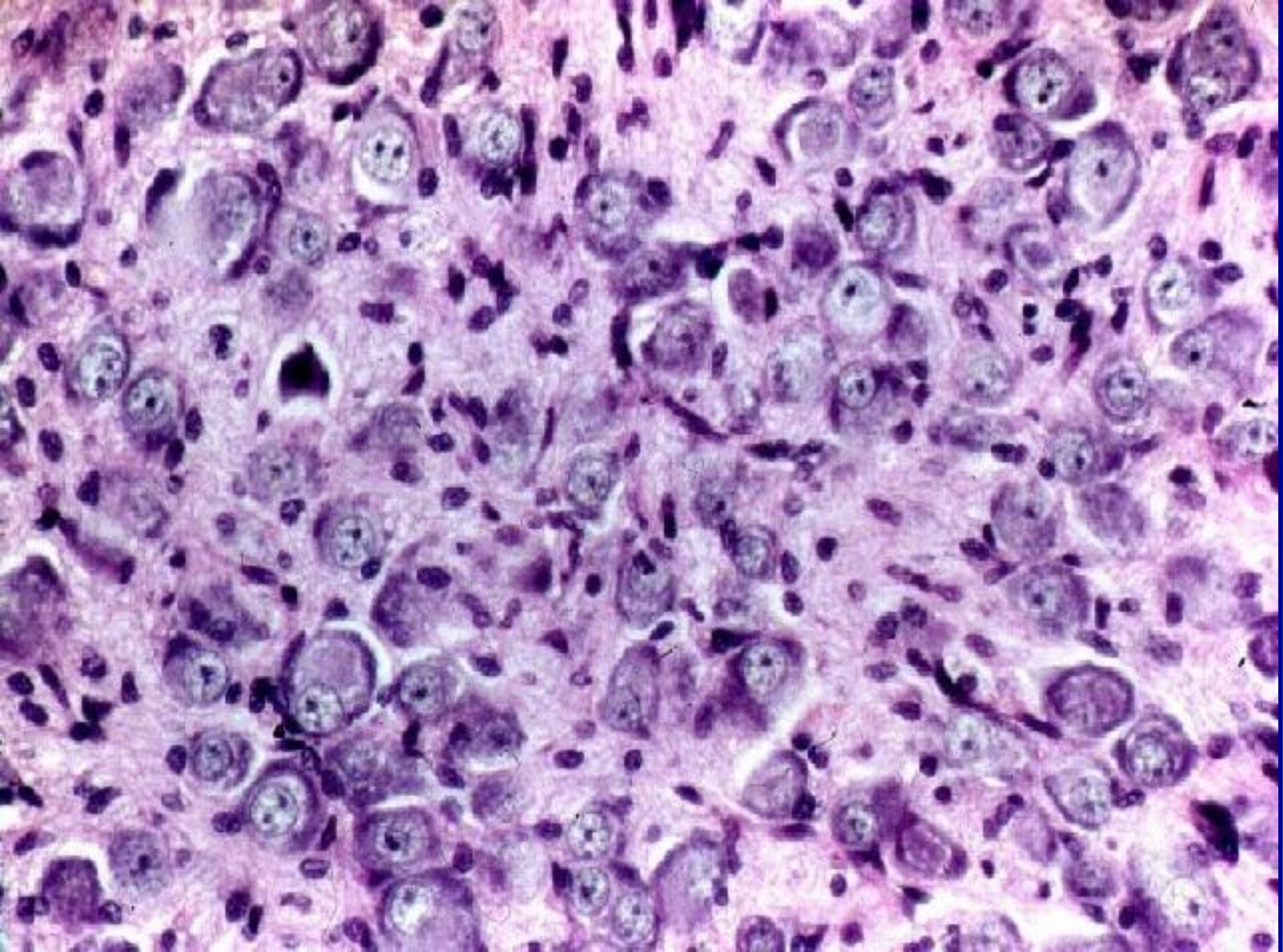
## ✓ SENSORIALES

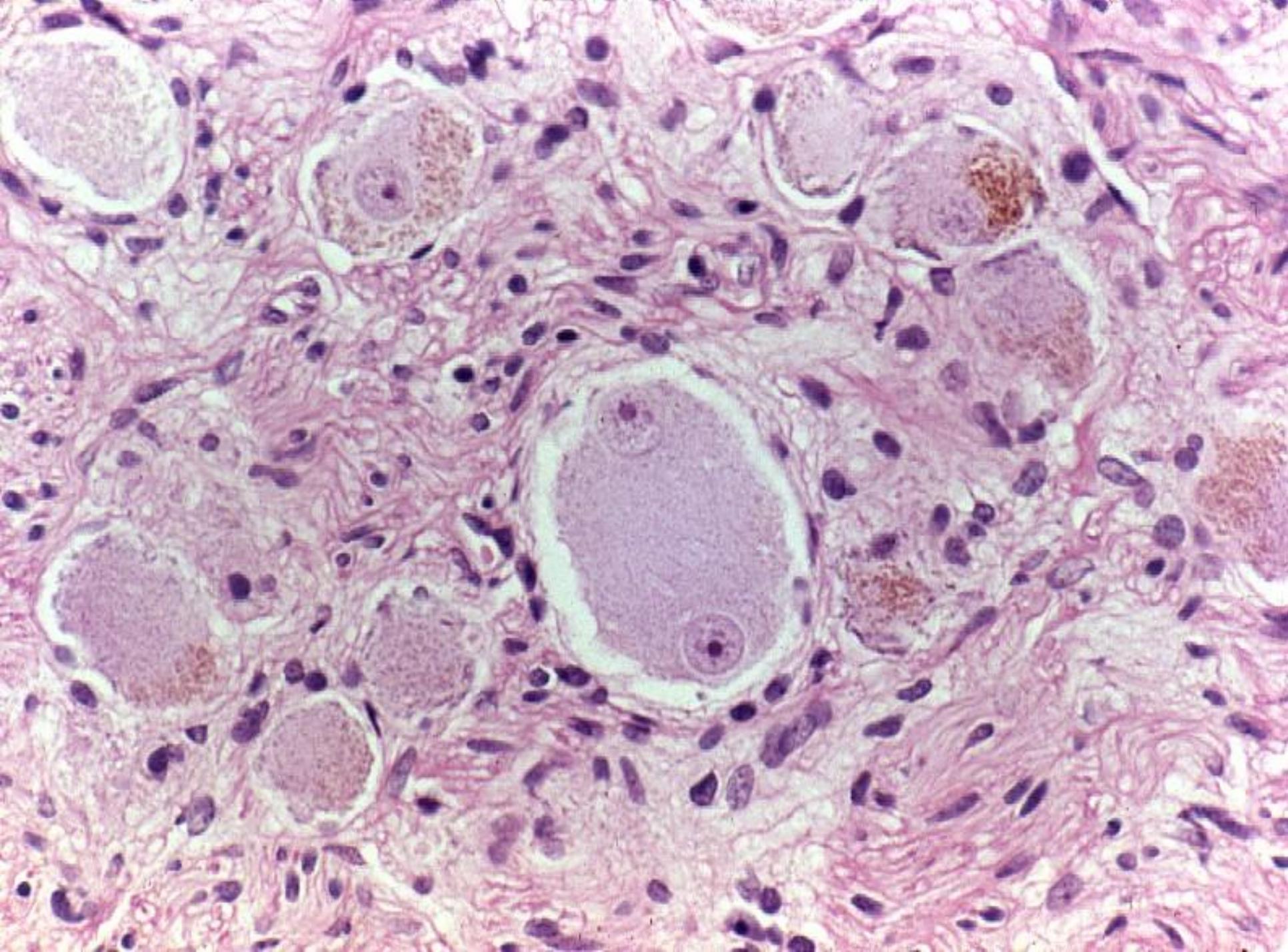
- ✓ Se vinculan con los nervios craneales V, VII, IX y X y con los nervios raquídeos de la ME (ganglios raquídeos)

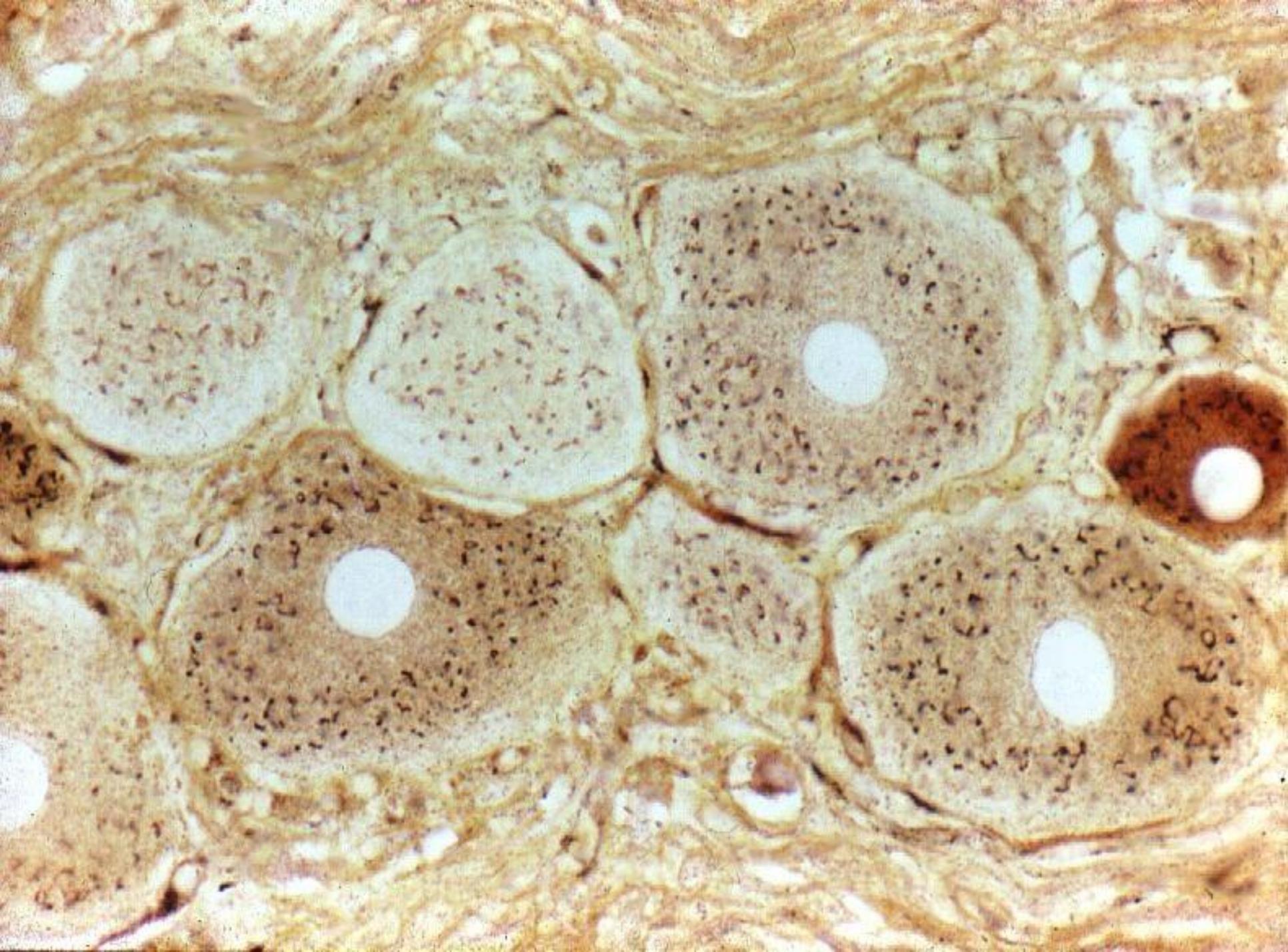
## ✓ AUTONOMOS

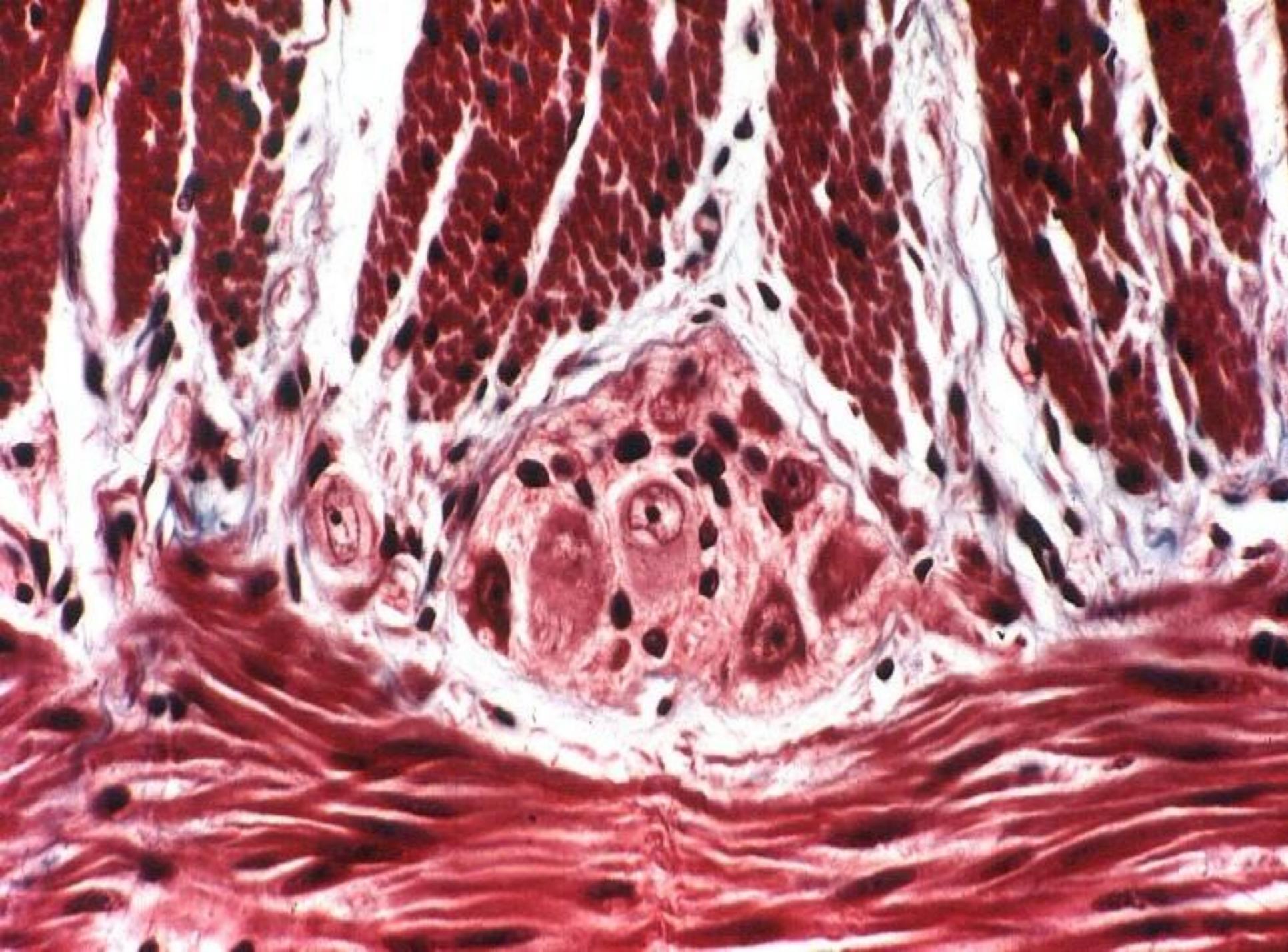
- ✓ Alojamos cuerpos celulares de nervios autónomos posganglionares
- ✓ Ejercen una función motora al ocasionar contracción de musculo liso, cardiaco o secreción glandular.











7

**RESPUESTA  
NEURONAL A LA  
AGRESIÓN**

# DEGENERACION

Cuando una fibra nerviosa sufre una lesión, la degeneración consecuente en sentido distal a la lesión se le denomina **degeneración anterograda (Walleriana)**

En el SNP el segmento axonico distal a la lesion adquiere una serie de estrangulaciones y se fragmenta en segmentos discontinuos (reacción en días)

En el SNP se da el mismo fenómeno pero tarda mas (reacción en semanas)

La vaina de mielina también se fragmenta

# DEGENERACION

Participan macrófagos también.

La lesión del axón conduce a la desaparición de la sustancia de Nissl del soma neuronal  
**(CROMATOLISIS)**

La cromatolisis aparece 1-2 días después de producida la lesión y alcanza su expresión máxima alrededor de las 2 semanas.

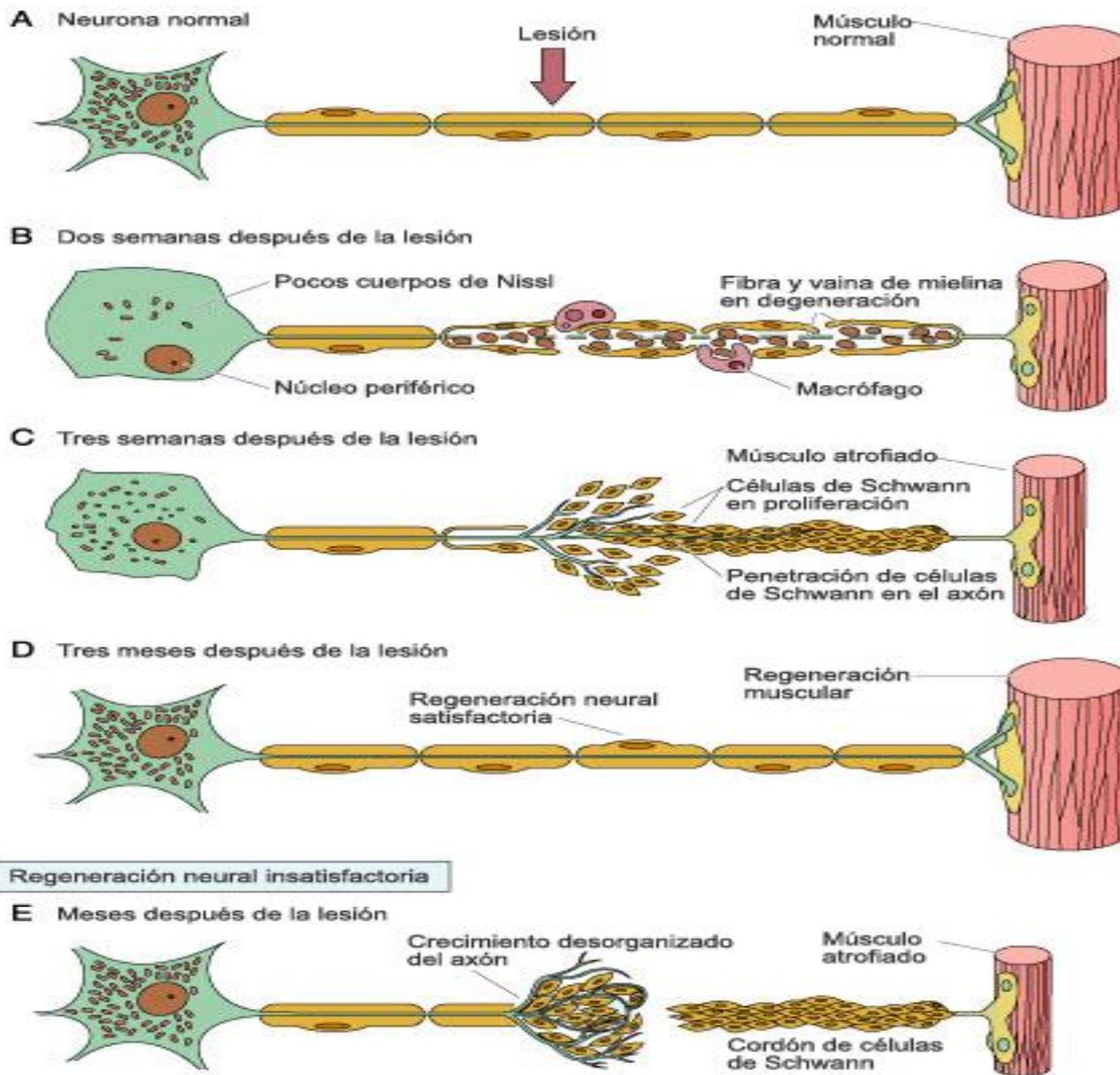
# CICATRIZACION

En el SNP el Tejido conjuntivo y las células de Schwann forman tejido cicatrizal entre los extremos de la lesión.

# REGENERACION

En SNP las células de Schwann se dividen y forman bandas celulares que atraviesan la cicatriz malformada

Si se restablece el contacto físico entre una neurona motora y su musculo la función puede recuperarse.



**Fig. 9-30.** Esquema de la regeneración neural.

Copyright © 2002 by W.B. Saunders Company. All rights reserved.

