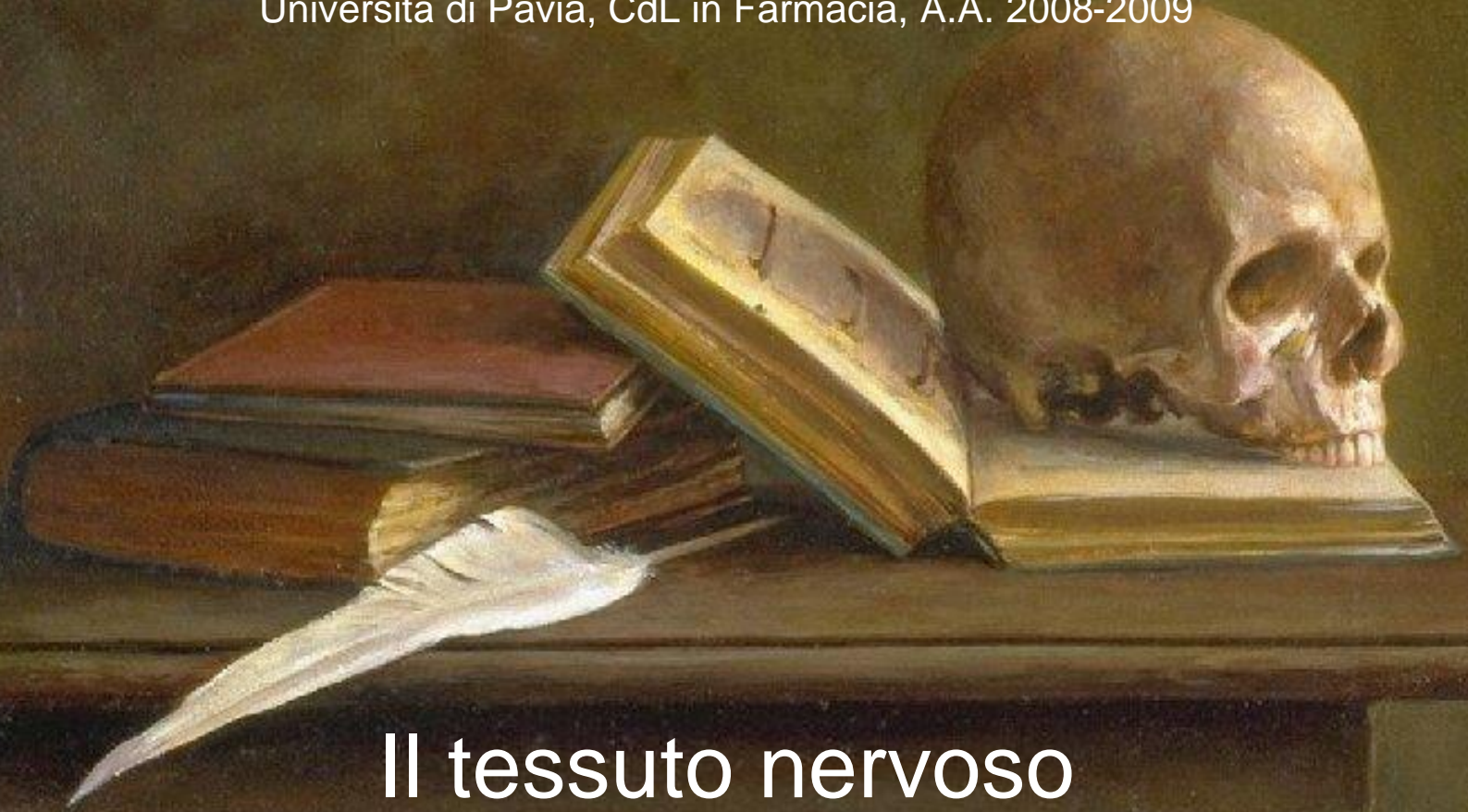


ANATOMIA ZIMANA

Università di Pavia, CdL in Farmacia, A.A. 2008-2009



Il tessuto nervoso

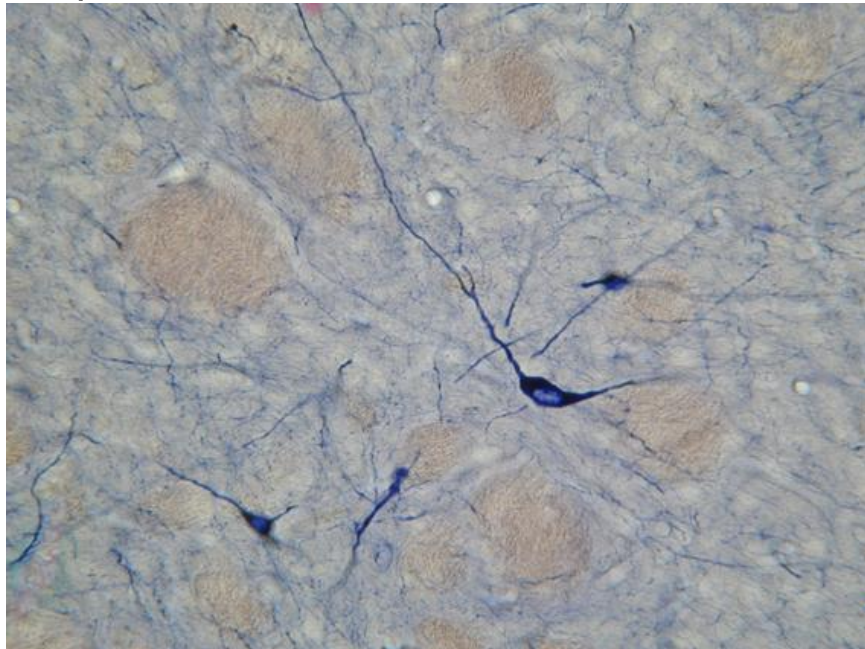
NELLA LEZIONE DI OGGI VEDREMO:

- **Struttura del tessuto nervoso**
- **Tipi cellulari del sistema nervoso**
- **Derivazione embriologica del tessuto nervoso**

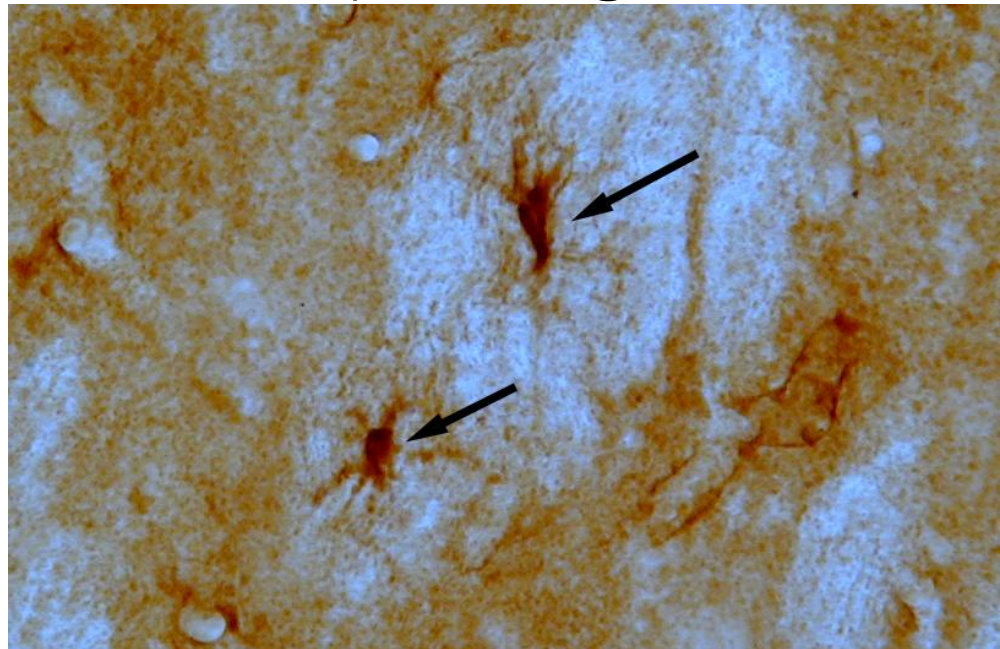
TESSUTO NERVOSO

Il tessuto nervoso non contiene matrice extracellulare ed è formato da due tipi di cellule:

1) cellule nervose o **neuroni**



2) cellule **gliali**

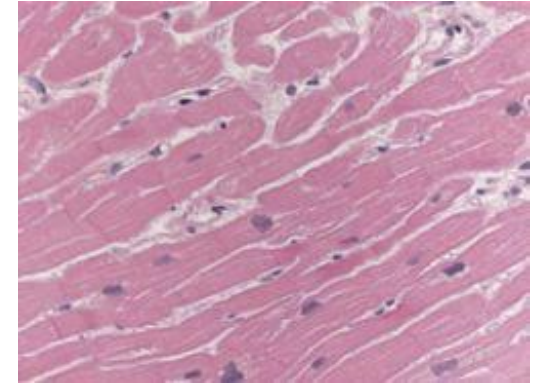


METODI DI COLORAZIONE

Ematossilina-eosina

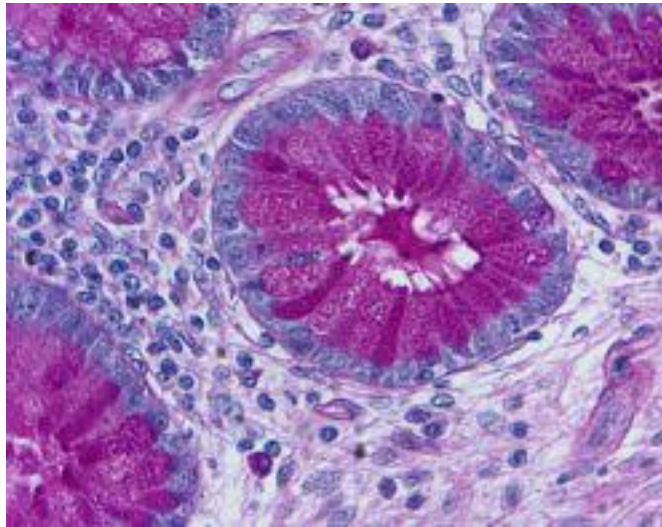
- Ematossilina colora in **blu-viola** gli acidi nucleici
- Eosina colora in **rosa** le proteine

Miocardio



PAS

- Colora i carboidrati



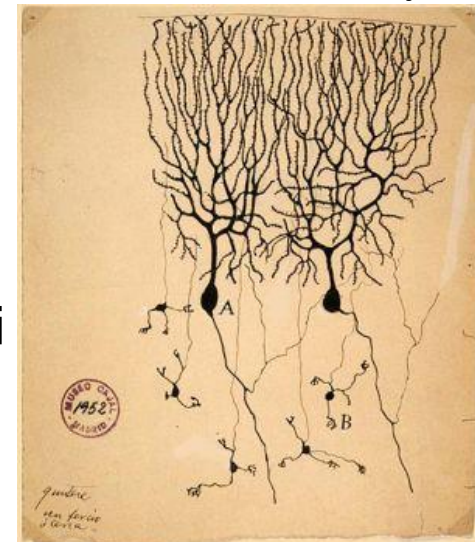
Impregnazione argentica

- Colora le fibre reticolari, oppure una piccola % di neuroni

Anticorpi selettivi

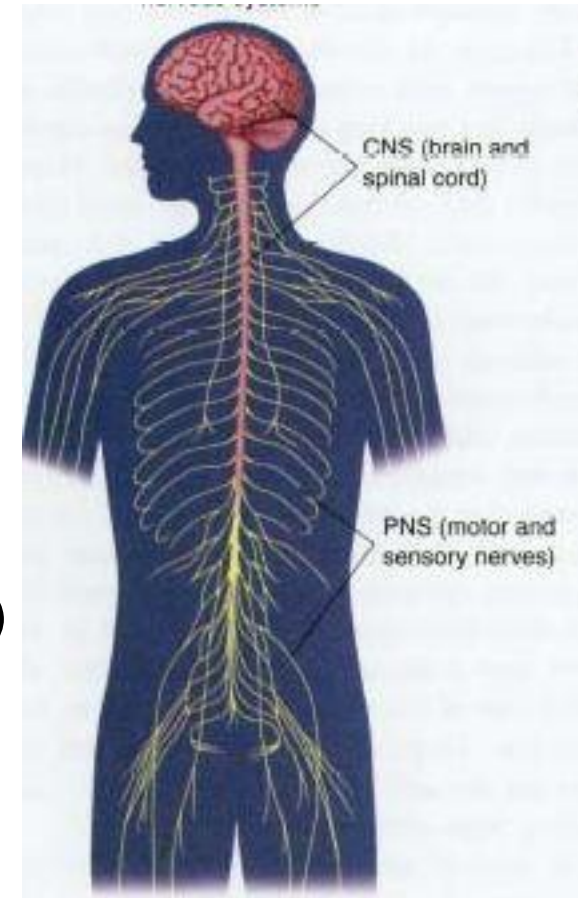
- A piacere

Cellule di Purkinje



IL SISTEMA NERVOSO

- **Sistema nervoso centrale**
 - **Encefalo** (racchiuso nel cranio)
 - **Midollo spinale** (racchiuso nel canale spinale)
- **Sistema nervoso periferico**
 - **Nervi** (fasci di fibre nervose)
 - **Gangli** (gruppi di corpi cellulari)
 - **Sistema nervoso enterico** (associato al tubo digerente)



TESSUTO NERVOSO, NEURONI

Funzioni:

elaborazione e trasmissione degli impulsi elettrici

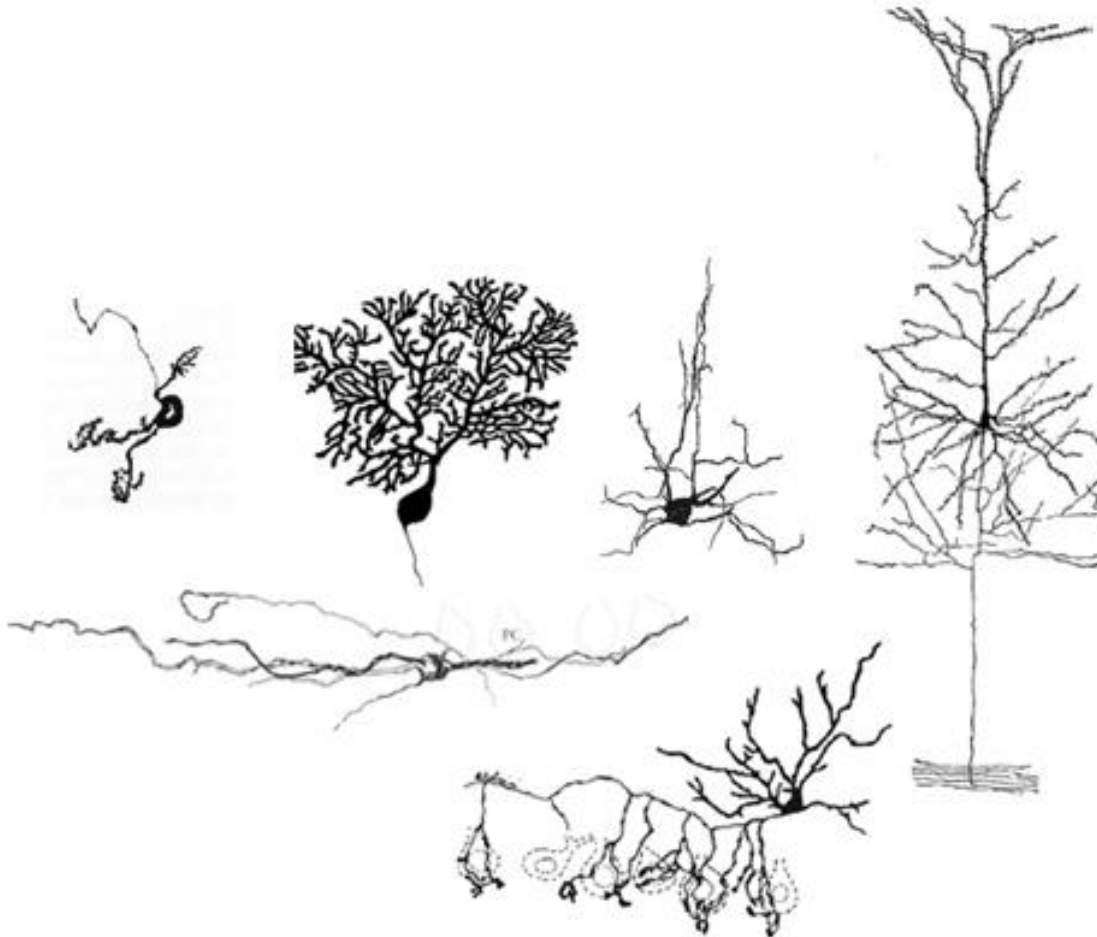
Caratteristiche:

- elettricamente eccitabili
- ampiamente interconnessi



TESSUTO NERVOSO, NEURONI

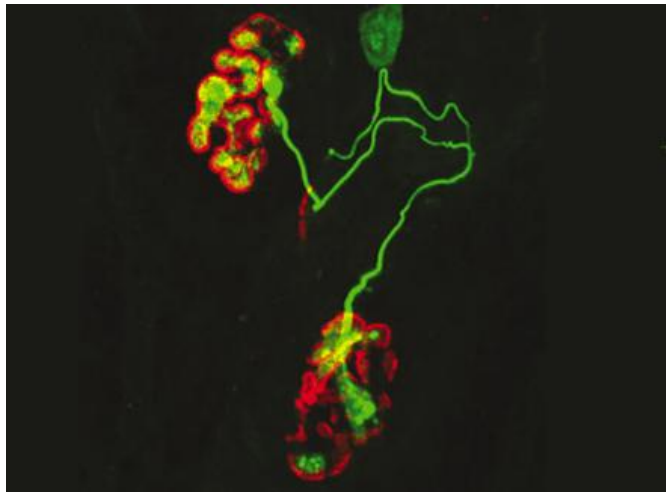
I **neuroni** sono cellule eterogenee, sia dal punto di vista dimensionale, che morfologico.



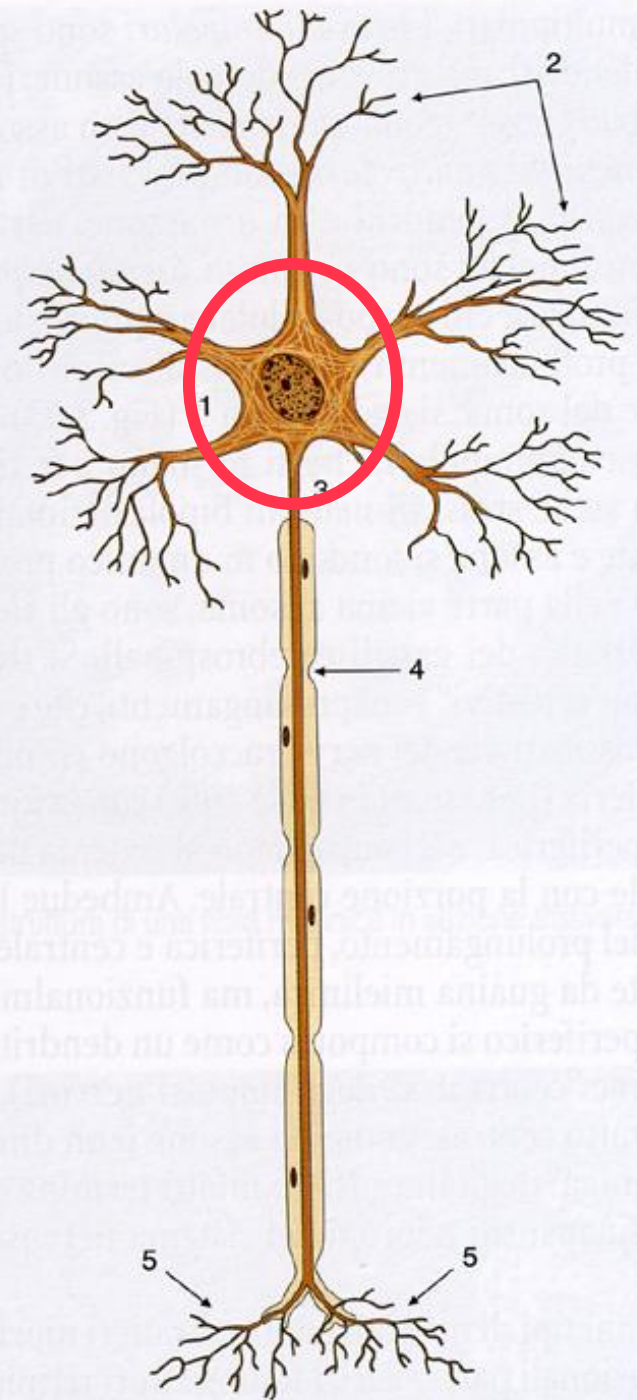
Tuttavia,

Tutti i neuroni hanno un corpo cellulare, (detto anche **soma**, **pirenoforo** o **perikarion**), in cui è contenuto il nucleo e da cui si dipartono uno o più prolungamenti citoplasmatici

I neuroni esprimono proteine dei **neurofilamenti**, quali costituenti dei filamenti intermedi.



Motoneurone con due
placche motrici
Neurofilamenti in verde,
recettori nicotinici in rosso

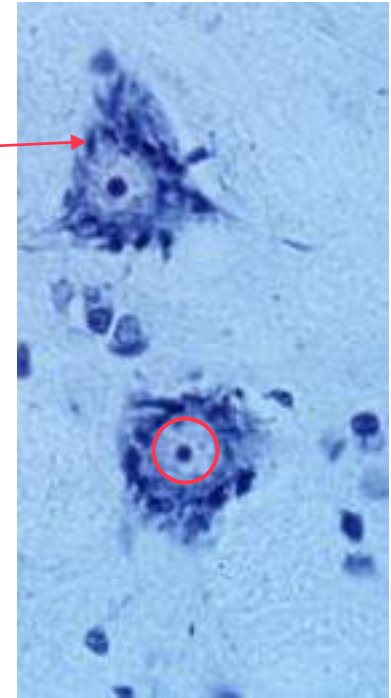


Nel soma dei neuroni si distingue la **sostanza tigroide** formata da RER

Elevata sintesi proteica

Il nucleo è grande, con nucleolo sviluppato

I prolungamenti non si vedono con le marcature tradizionali!!!



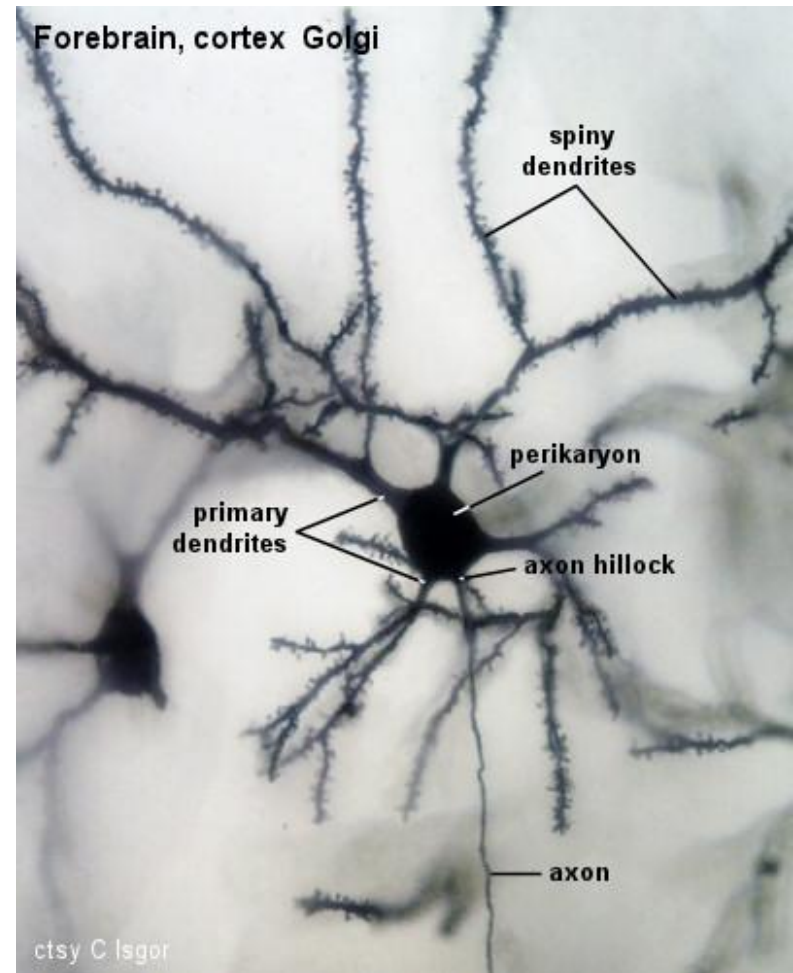
Ematossilina-eosina

Con il metodo di Golgi si colora solo l'1% dei neuroni
Ciascun neurone viene colorato interamente

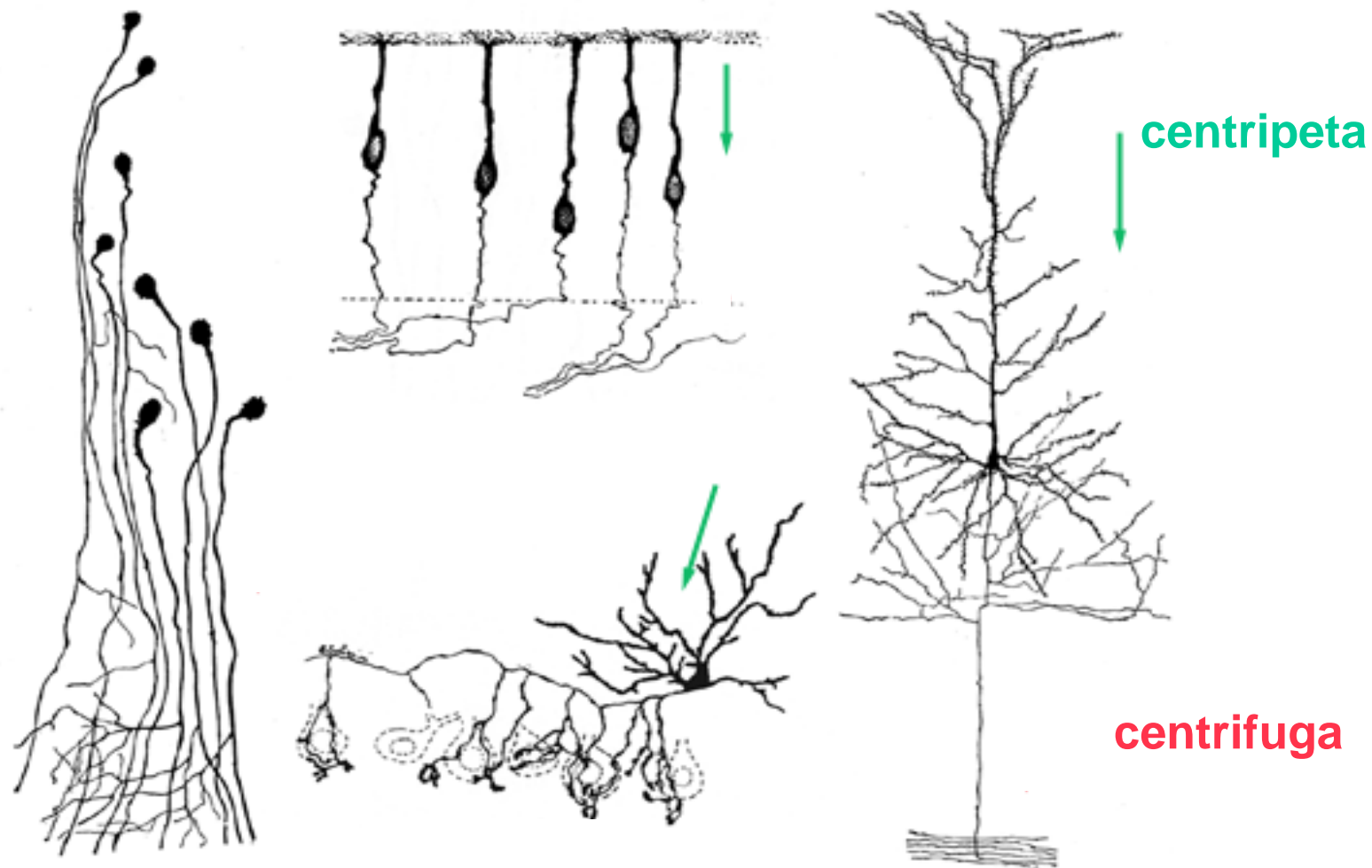
I prolungamenti servono per trasmettere impulsi elettrici

I prolungamenti non sono tutti uguali

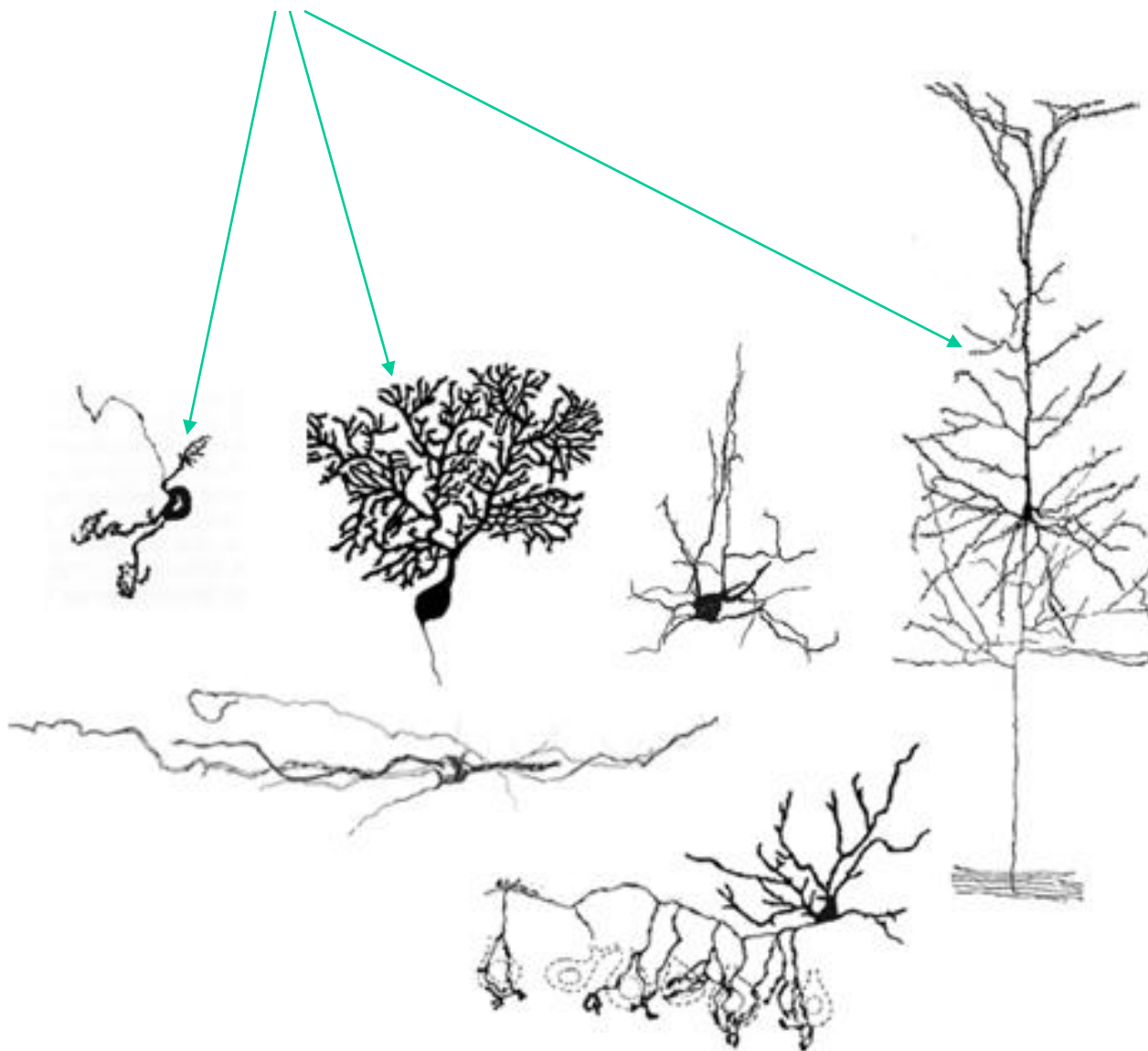
Le differenze sono anche funzionali



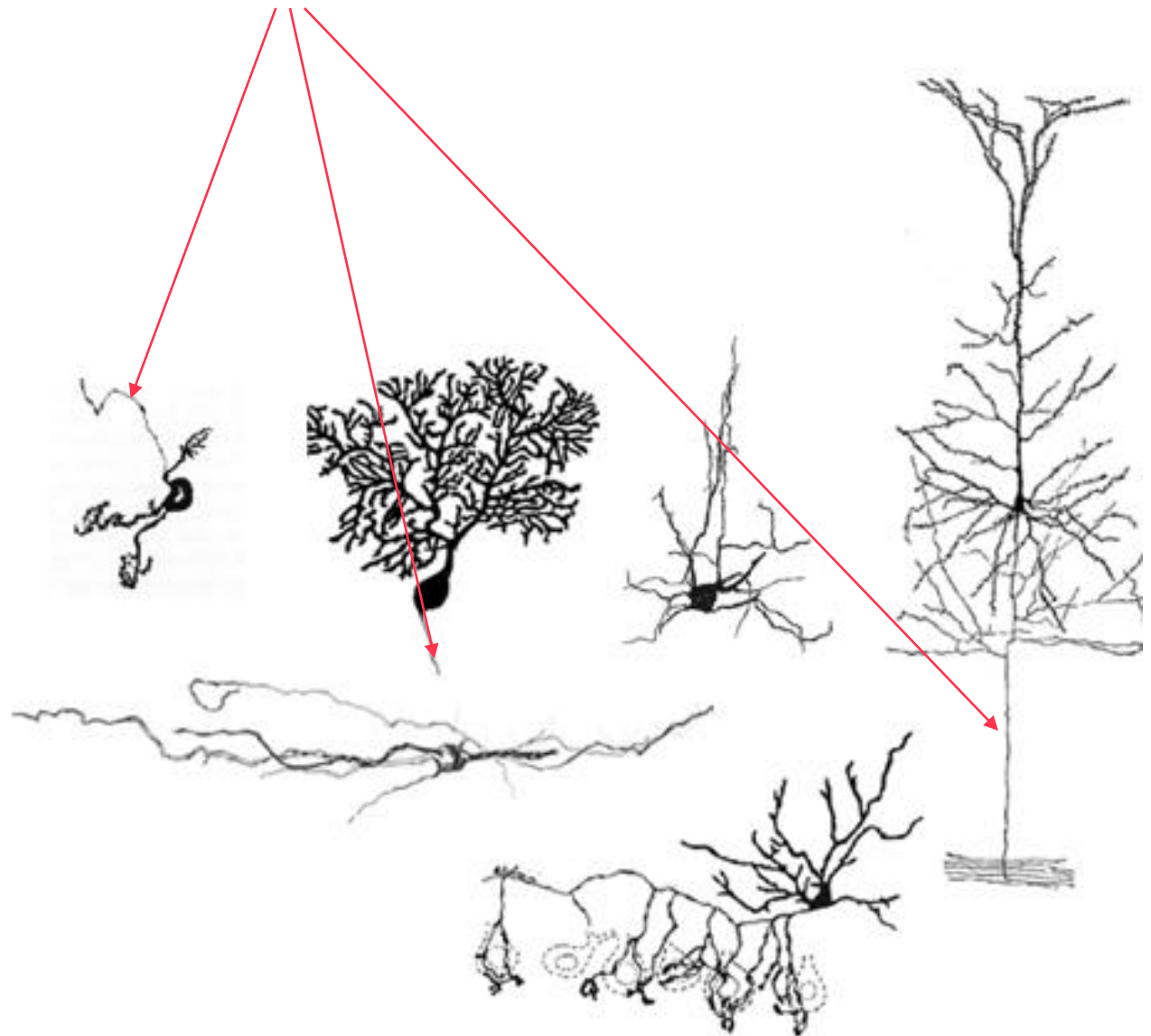
I prolungamenti citoplasmatici possono essere distinti sulla base della **direzione di conduzione** dell'impulso nervoso



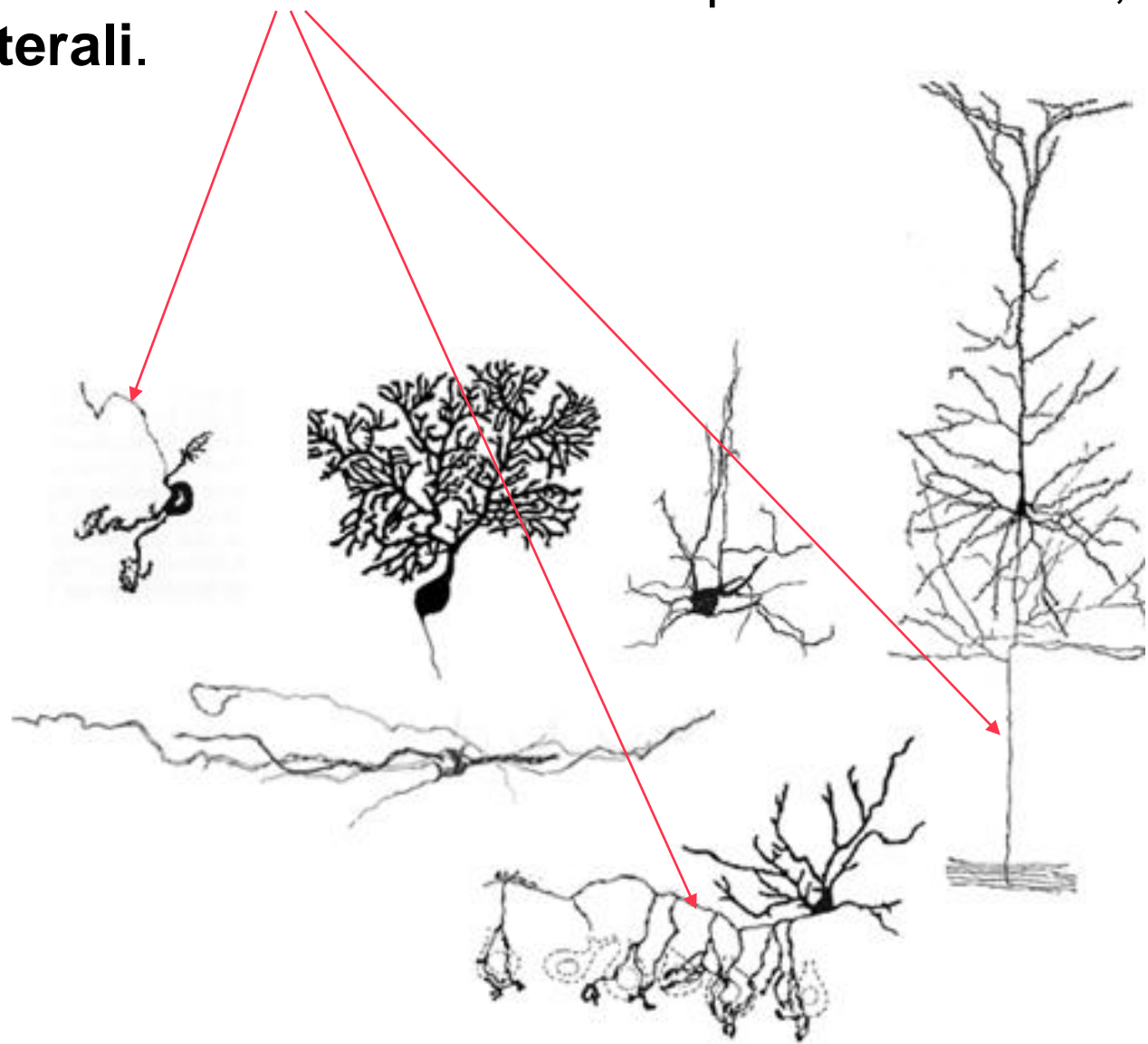
Se conducono l'impulso nervoso in senso **centripeto** (verso il soma) vengono chiamati **dendriti**.



Se conducono l'impulso nervoso in senso **centrifugo** (via dal soma) vengono chiamati **assoni**.



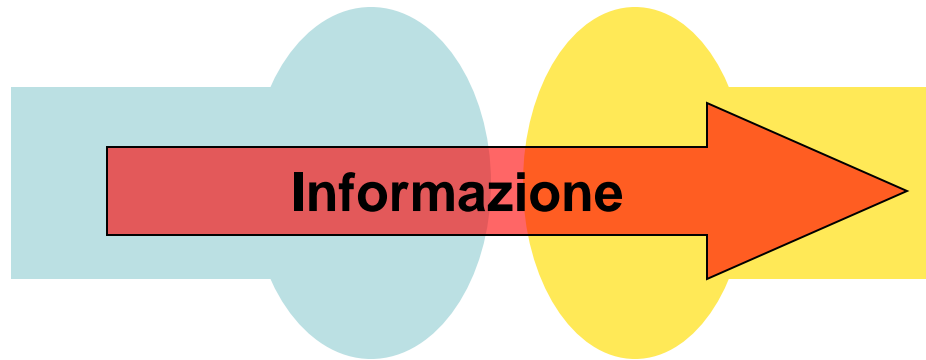
Ciascun neurone può avere da nessuno a molti dendriti, ma ha al massimo un assone. L'assone può ramificare, producendo **collaterali**.



Gli assoni terminano con giunzioni specifiche dette **sinapsi** (o anche **giunzioni citoneurali** se l'elemento post-sinaptico non è un neurone).

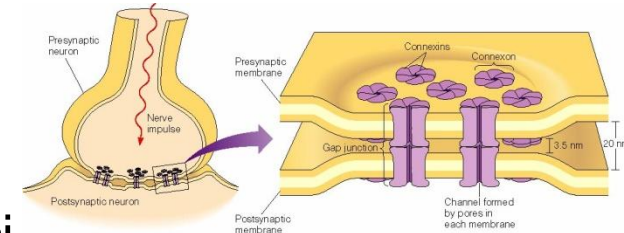
Elemento presinaptico

Elemento postsinaptico



Le sinapsi possono essere:

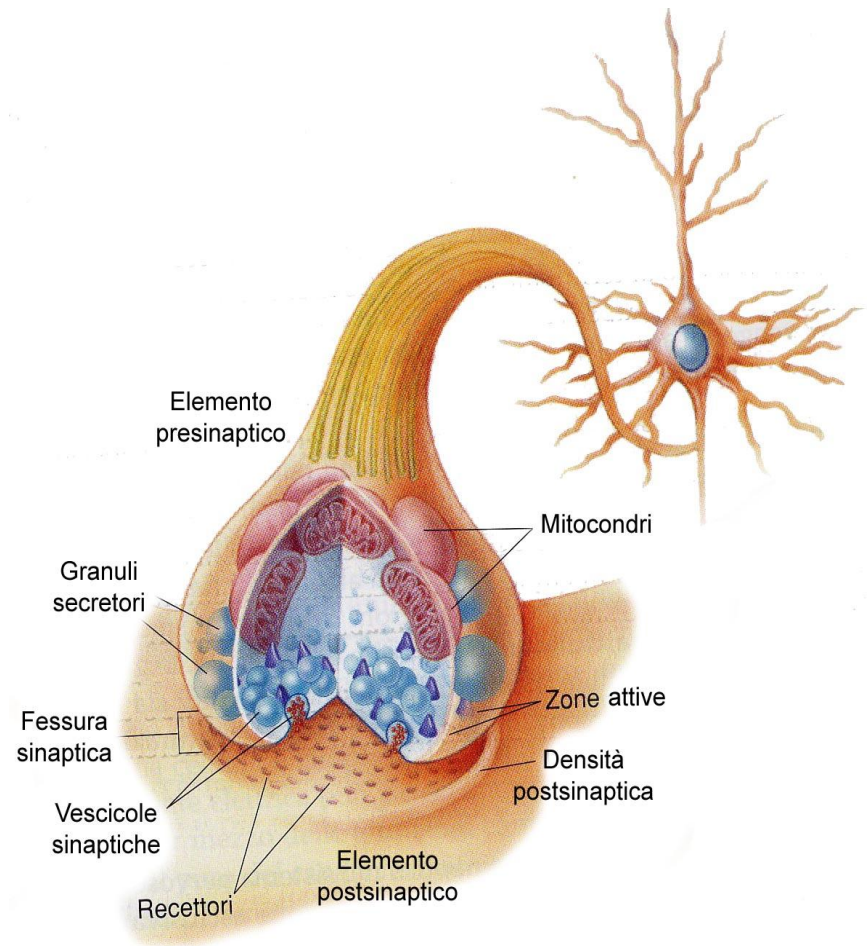
- **Elettriche** (giunzioni gap) – passano stimoli elettrici
- **Chimiche** – trasformano gli stimoli elettrici in chimici



Le sinapsi chimiche

Presentano diverse specializzazioni:

- Vescicole e granuli contenenti **neurotrasmettitore**
- Mitocondri per sostenere l'attività metabolica
- **Zone attive** a cui avviene la fusione delle vescicole con la membrana plasmatica
- **Recettori** postsinaptici per il neurotrasmettitore
- Lo spazio tra elemento pre-e postsinaptico è detto **fessura sinaptica**



Le sinapsi chimiche

Funzionalmente presentano i seguenti sistemi:

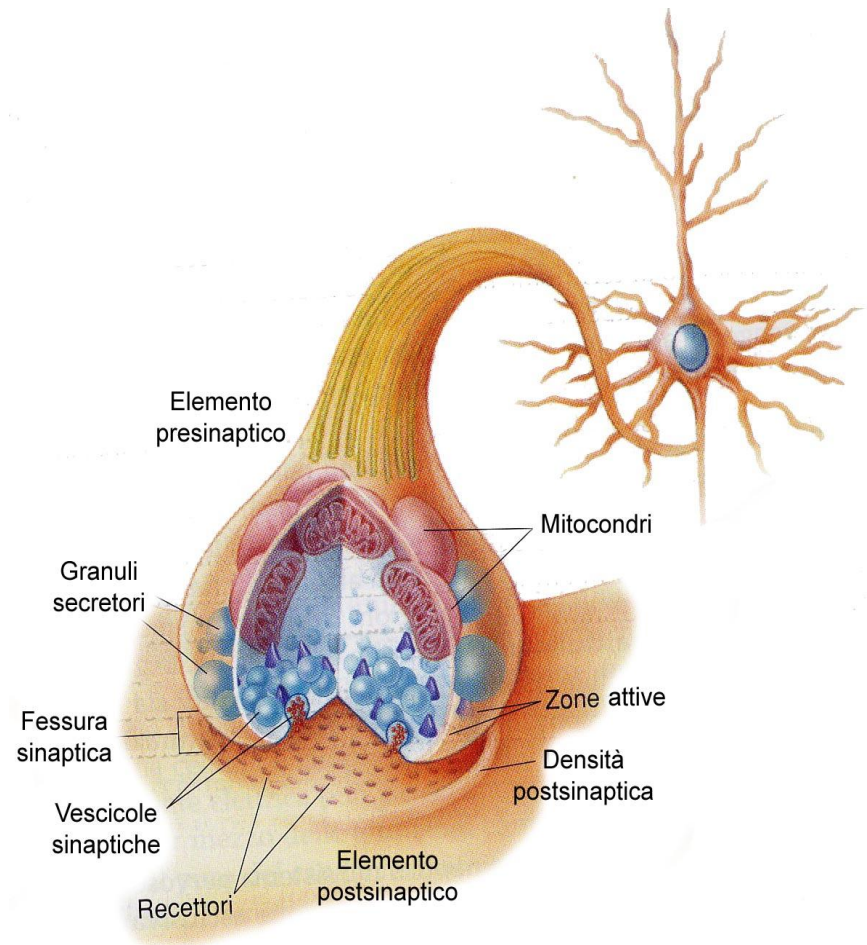
- Canali del calcio voltaggio-dipendenti (presinaptici)

- Sistema di sintesi e immagazzinamento del trasmettitore

- Sistema di rilascio Ca-dipendente del trasmettitore

- **Recettori** per il neurotrasmettitore (postsinaptici)

- Sistema di eliminazione del trasmettitore



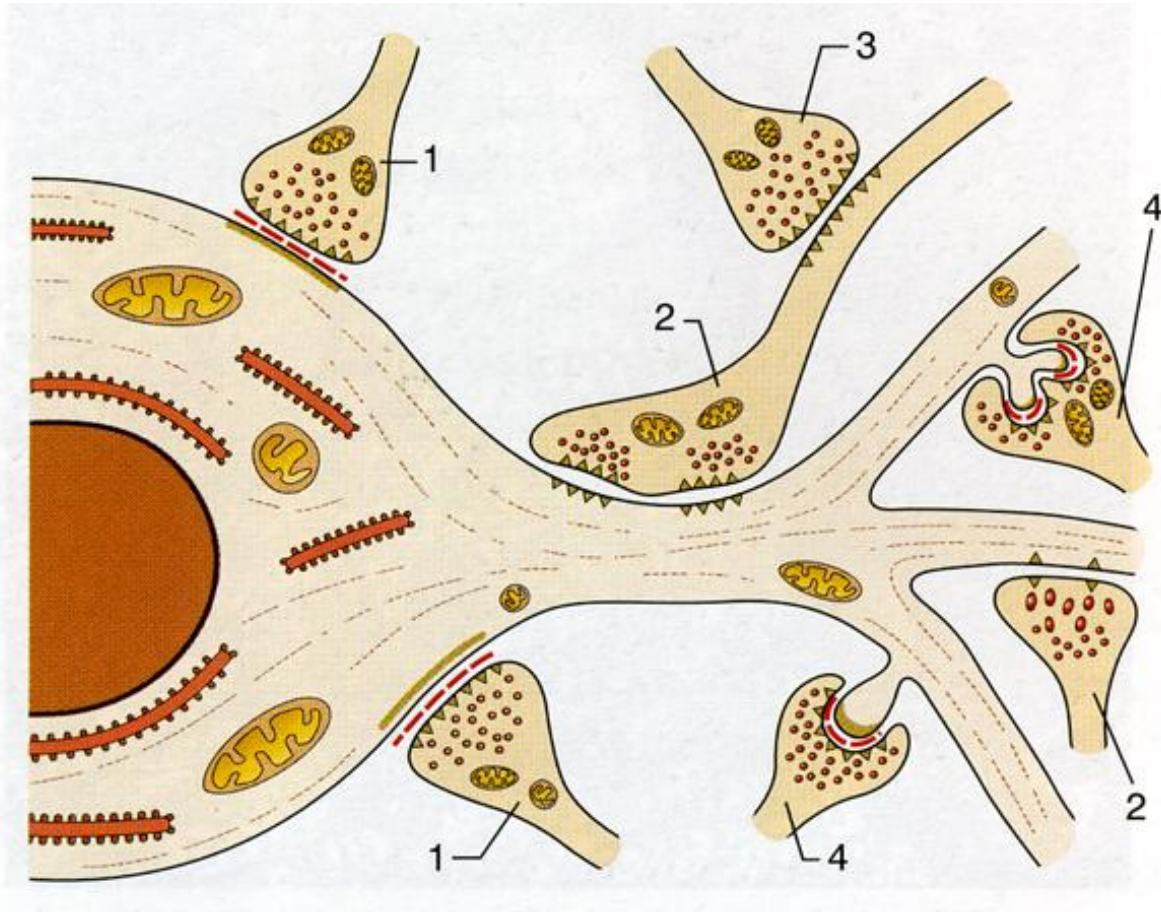
Neurotrasmettitori

- **A molecole piccole**

- Acetilcolina (SNP, circuiti cognitivi SNC)
- Glutamato (eccitatorio, SNC)
- Glicina (inibitorio, midollo spinale)
- GABA (inibitorio, encefalo)
- Serotonina (modulazione SNC, circuiti dell'umore)
- Istamina (modulazione SNC, circuiti della veglia)
- Adrenalina (ormone, modulazione SNC)
- Noradrenalina (SNP, modulazione SNC)
- Dopamina (modulazione SNC, circuiti del reward)
- Endocannabinoidi (modulazione SNC, circuiti dell'appetito)

- **Peptidi (>50)**

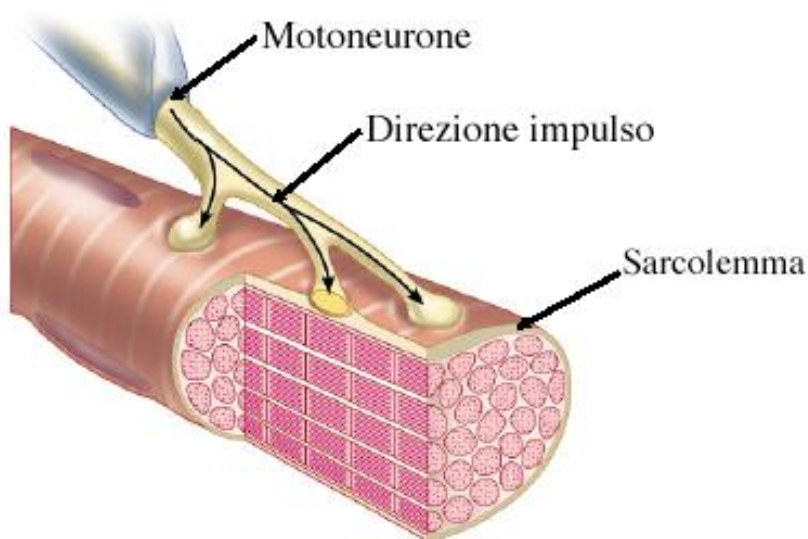
Le sinapsi si classificano sulla base del bersaglio postsinaptico. Nei neuroni:



1. asso-somatica
2. asso-dendritica
3. asso-assonica
4. spina sinaptica

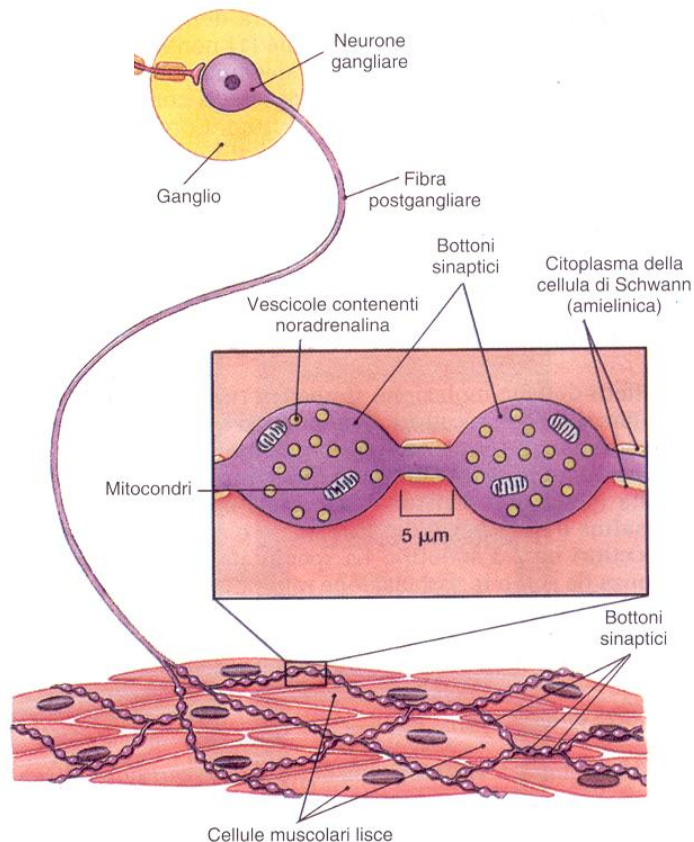
Nelle giunzioni citoneurali la connessione tra elemento pre- e postsinaptico può essere più o meno stretta:

Giunzione neuromuscolare



il terminale presinaptico entra in stretto contatto con l'elemento postsinaptico

Sistema simpatico



I terminali presinaptici rilasciano neurotrasmettitore a distanza dal bersaglio

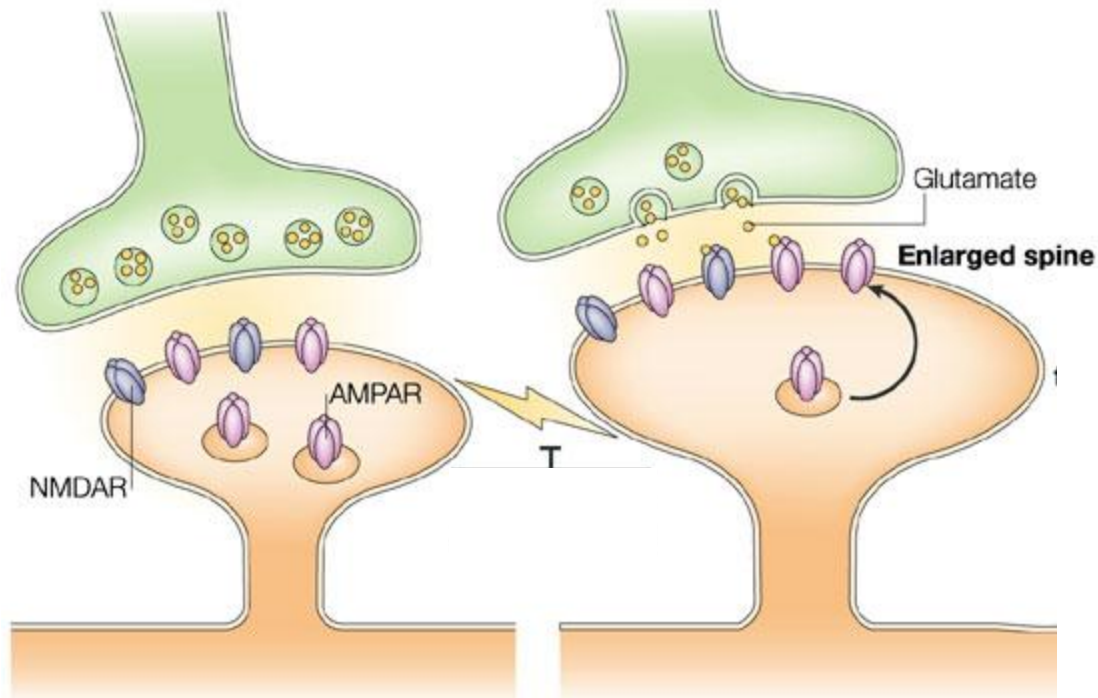
Plasticità sinaptica

Modificazione delle sinapsi in seguito a stimolazioni adeguate

A breve termine (dura secondi o minuti)

A lungo termine (dura ore o giorni, potenzialmente irreversibile)

Correlata con la **memoria** e importante nello **sviluppo**



In base al numero dei prolungamenti citoplasmatici, i neuroni sono classificati come:

unipolari o pseudounipolari, con un solo prolungamento (assone)



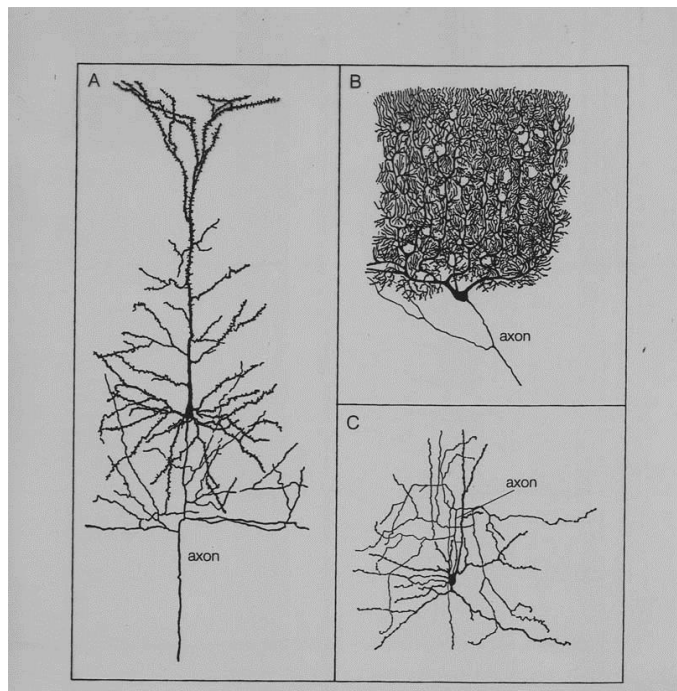
bipolari, con due prolungamenti (dendrite e assone)



multipolari, con più prolungamenti (numerosi dendriti, un assone)

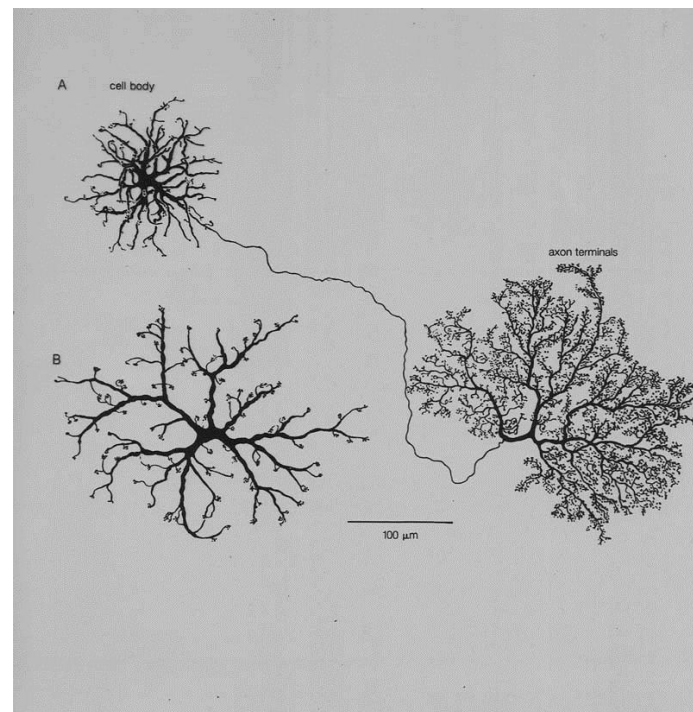


In base alla lunghezza dell'assone, i neuroni possono essere classificati nel seguente modo:



**I tipo di Golgi,
assone lungo**

**Il tipo di Golgi,
assone breve o
assente**



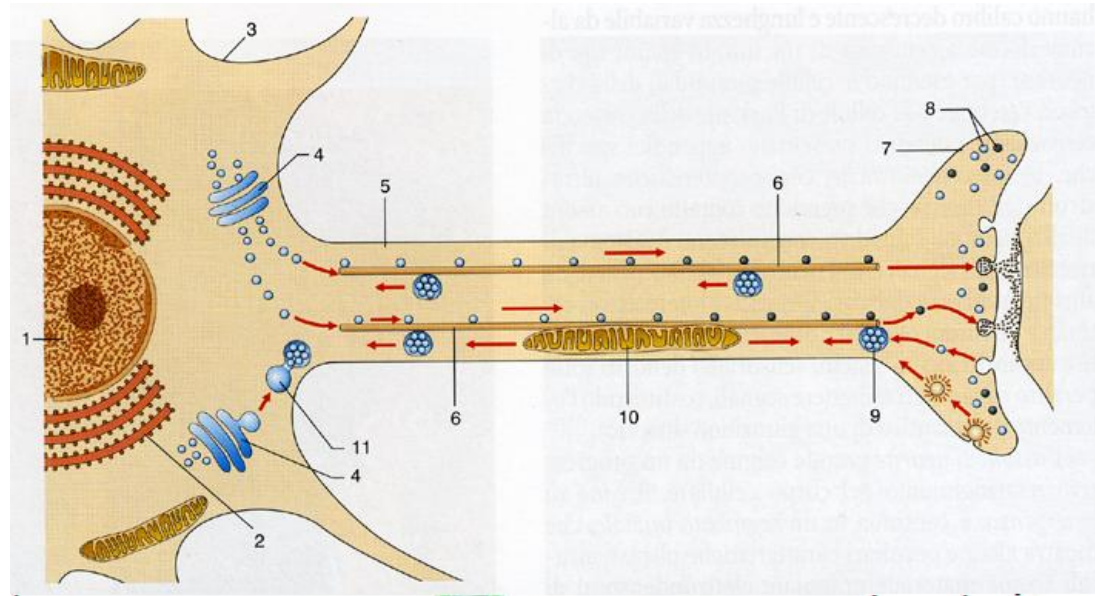
STRUTTURA E FUNZIONI DELL'ASSONE

Contiene microtubuli su cui si muovono i motori MAP

- Dineina
- Kinesina

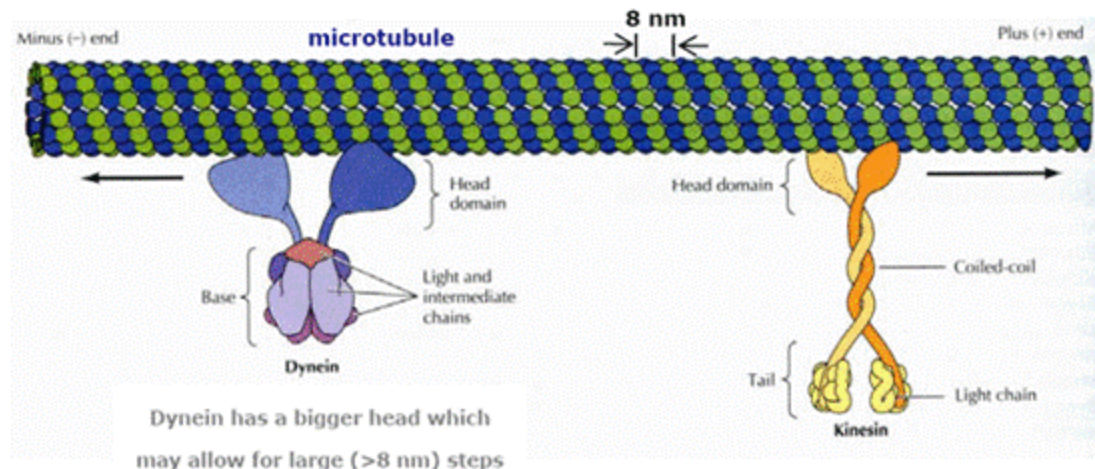
La sua membrana genera e trasporta potenziali d'azione

È sede di trasporto di organelli da- e verso il soma



Soma

Terminale

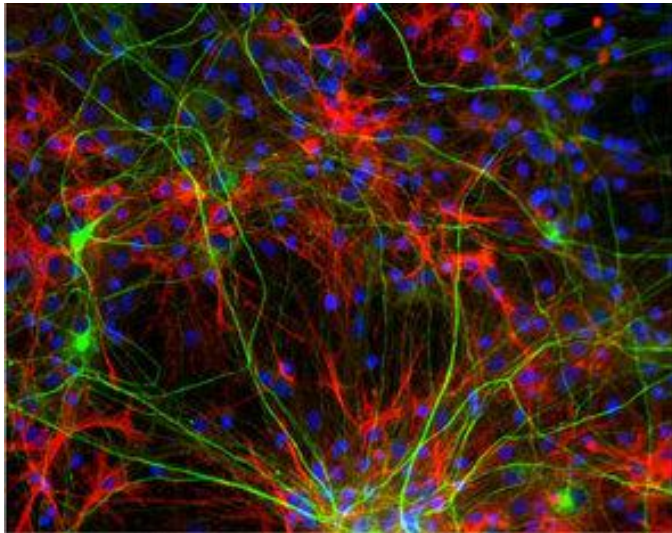


TESSUTO NERVOSO, CELLULE GLIALI

Intersperse tra i neuroni

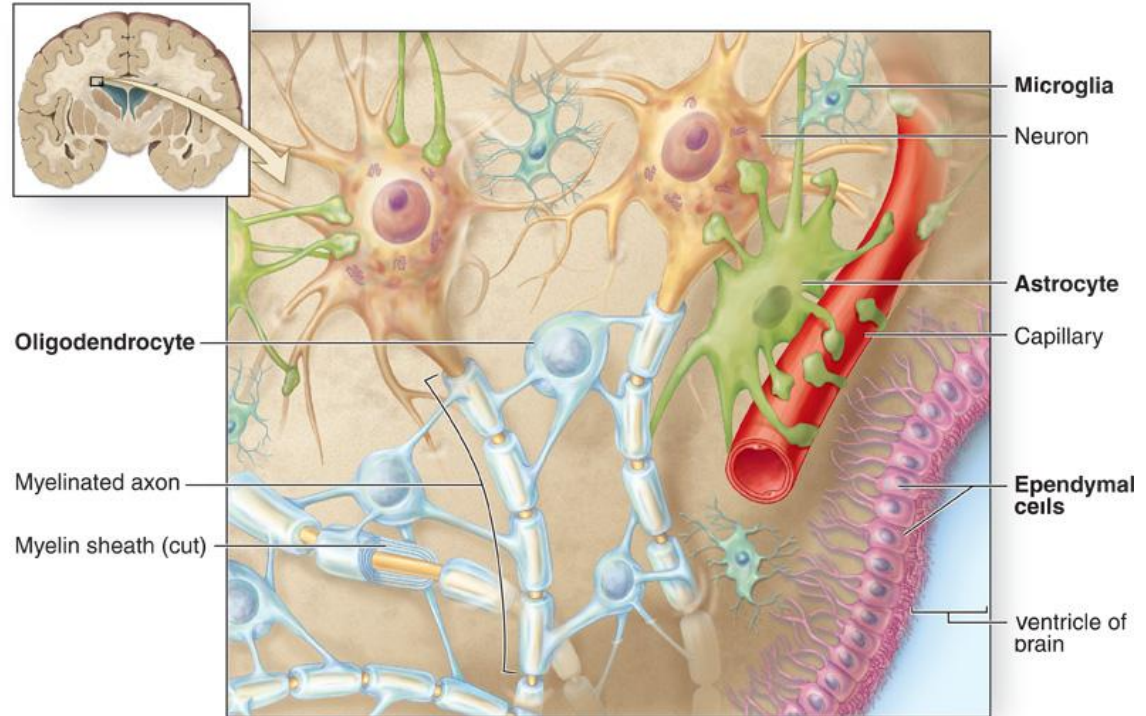
Funzione: supporto

Marcate da filamenti gliali
e non da neurofilamenti



Verde: neurofilamenti; rosso: GFAP, blu: nuclei

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



TESSUTO NERVOSO, cellule gliali

Nel SNC:

astrociti

oligodendrociti

cellule della microglia

cellule ependimali

Nel SNP:

cellule satellite o anficiti

cellule di Schwann

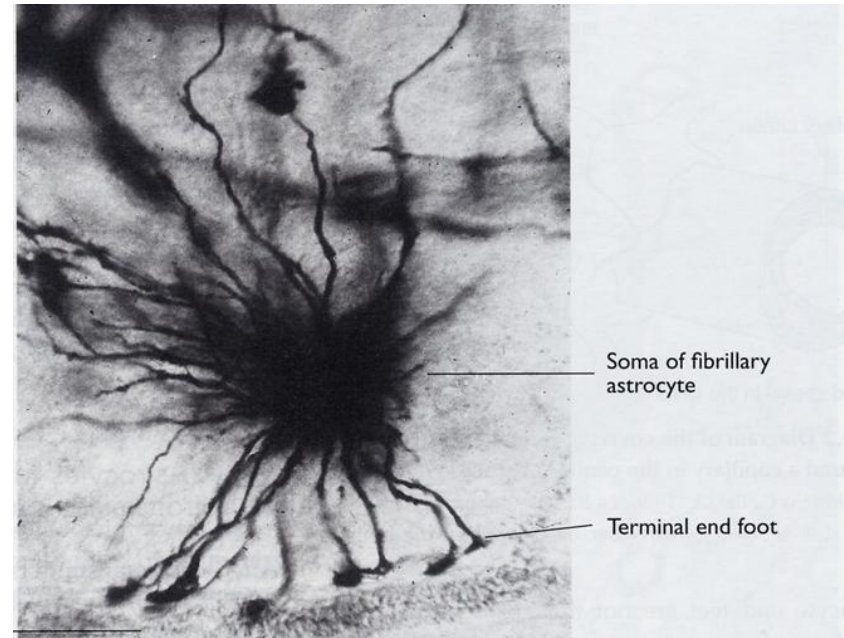
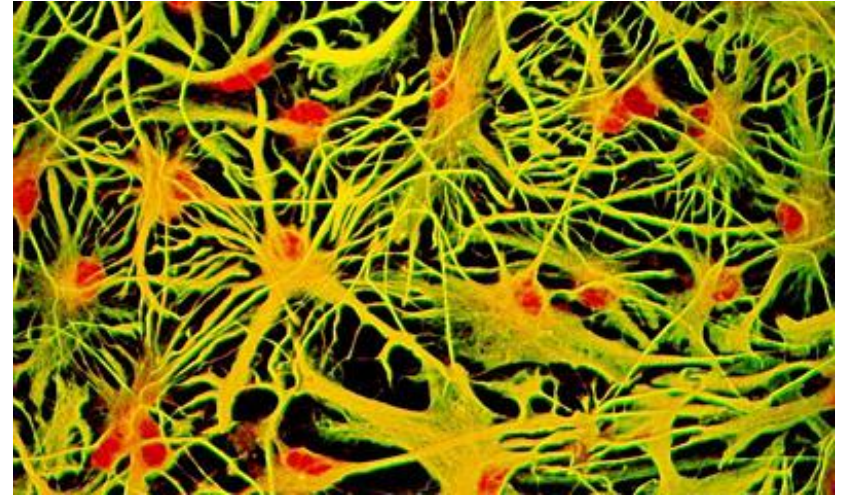
Durante lo sviluppo: glia radiale

ASTROCITI

Cellule con soma sferoidale da cui si dipartono radialmente prolungamenti citoplasmatici, che fanno assumere alla cellula un aspetto stellato (da cui il nome)

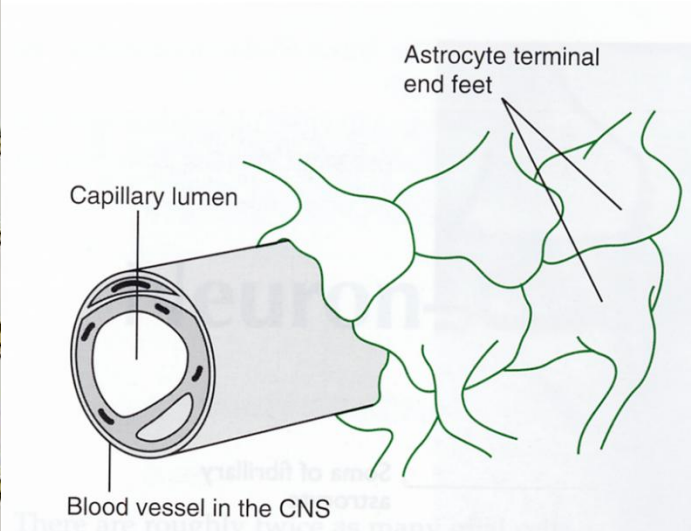
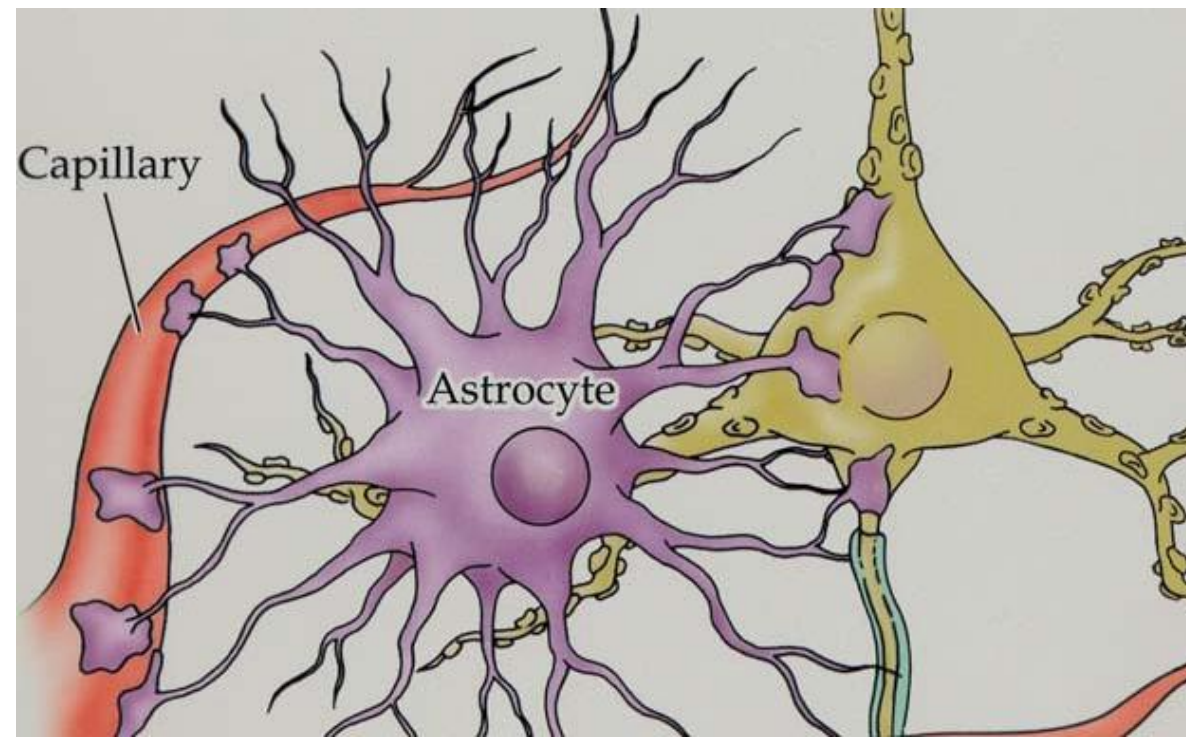
I prolungamenti terminano con espansioni dette **pedicelli**

Filamenti intermedi costituiti dalla proteina acida fibrillare della glia (GFAP)



FUNZIONI DEGLI ASTROCITI

- funzione trofica
- contribuiscono alla costituzione della **barriera ematoencefalica**
- i pedicelli rivestono i capillari e regolano il passaggio di molecole dal sangue al tessuto nervoso

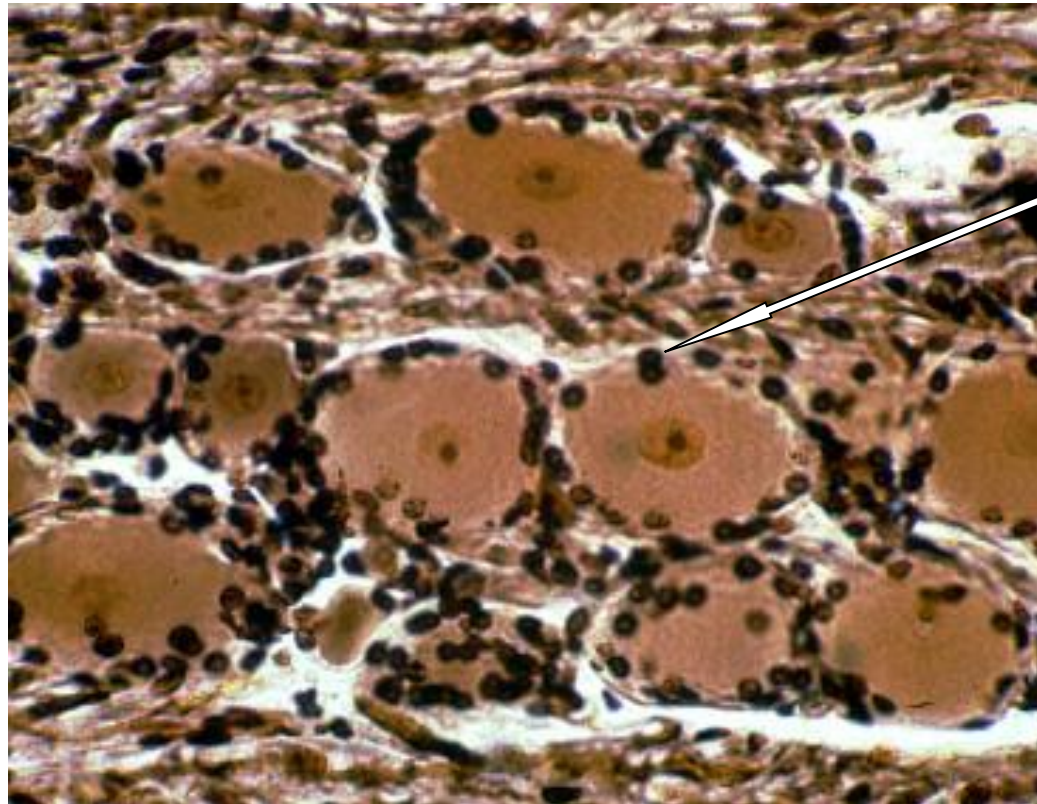


ALTRE FUNZIONI DEGLI ASTROCITI

- regolano le concentrazioni ioniche extracellulari
- rimuovono i neurotrasmettitori rilasciati
- Formano tessuto cicatriziale in caso di lesione
- fagocitano frammenti cellulari presenti in caso di danno e morte neuronale.

CELLULE SATELLITI

Cellule che rivestono con sottili espansioni citoplasmatiche il corpo cellulare dei neuroni gangliari



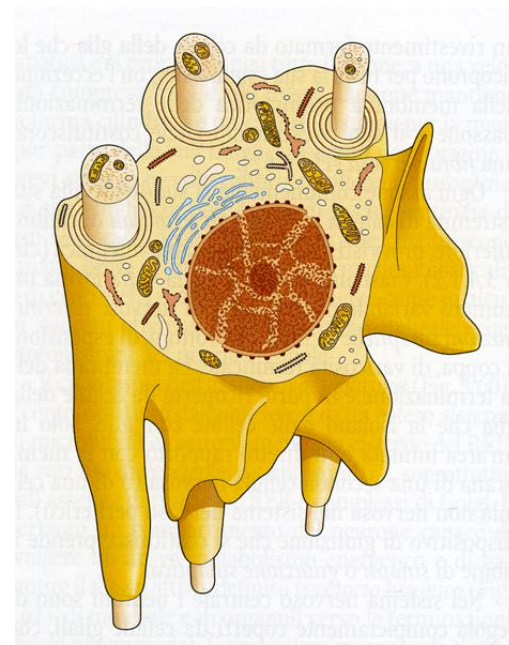
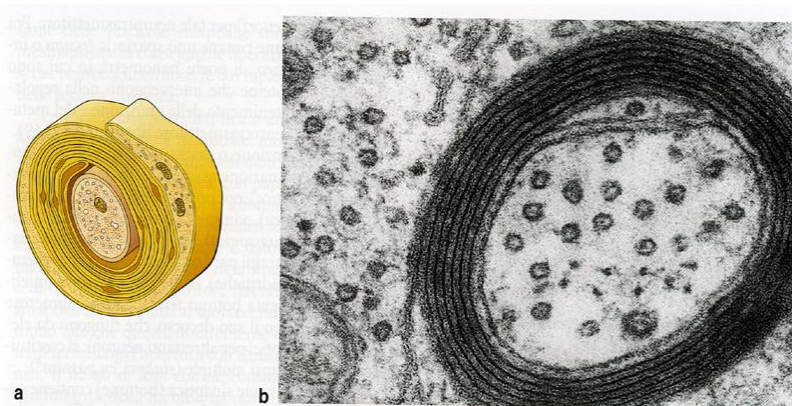
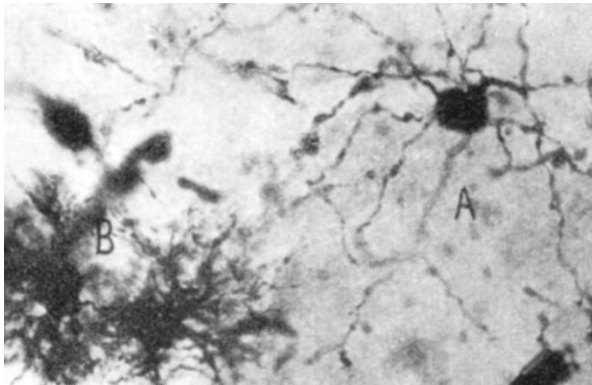
cellula satellite

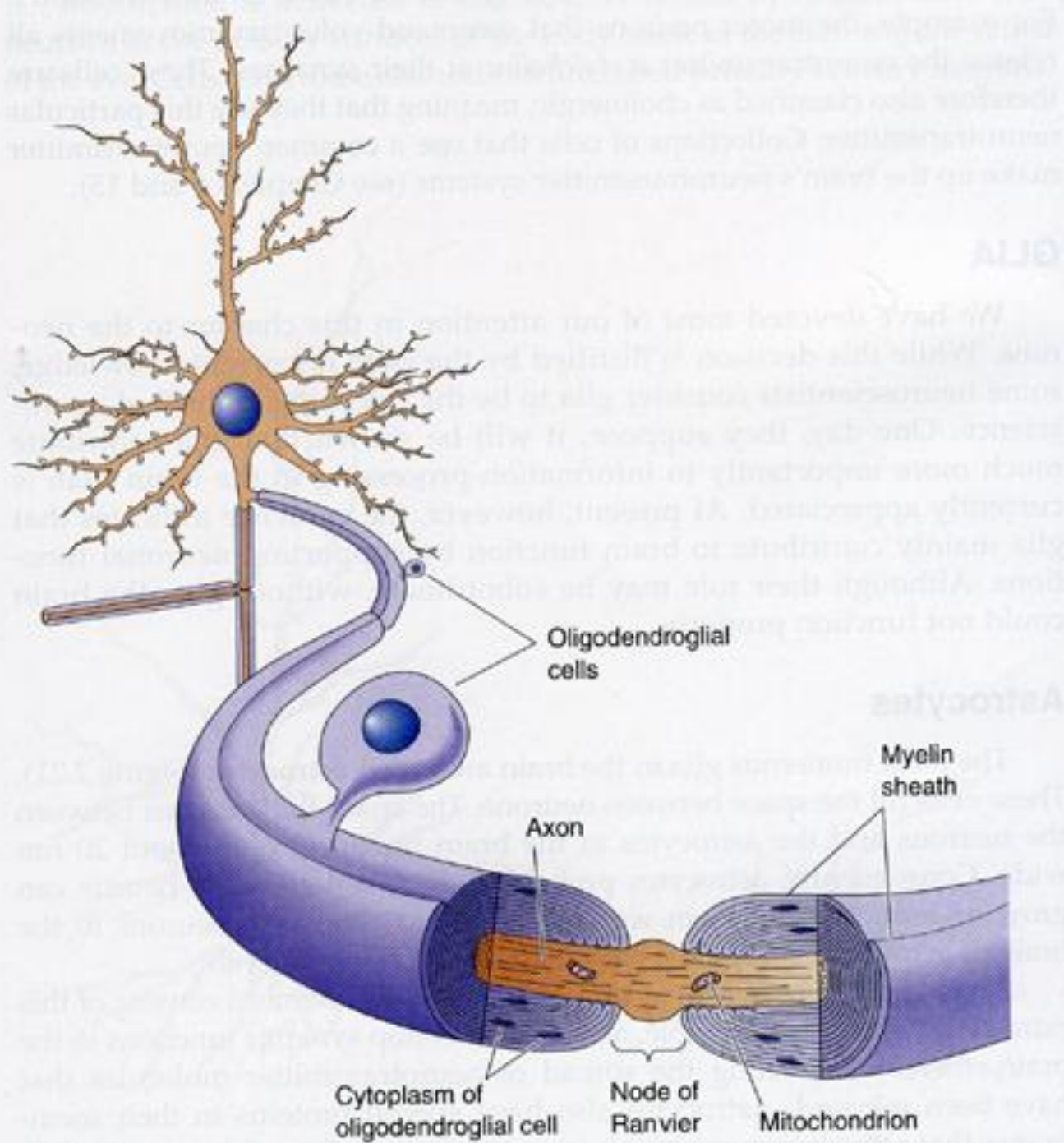
OLIGODENDROCITI

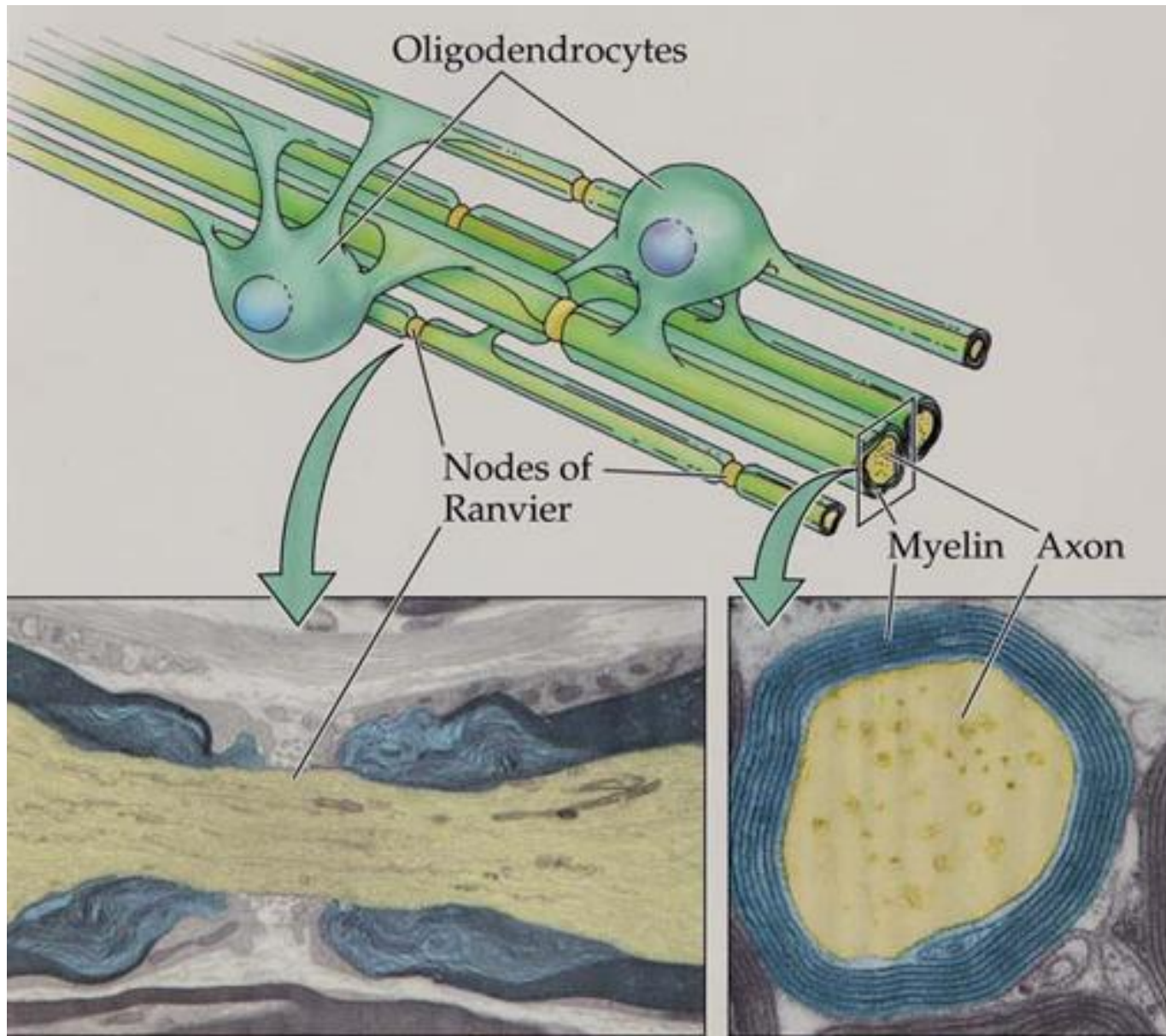
Cellule piccole con scarso citoplasma

formano la guaina mielinica attorno agli assoni nel SNC.

Guaina mielinica = isolante elettrico

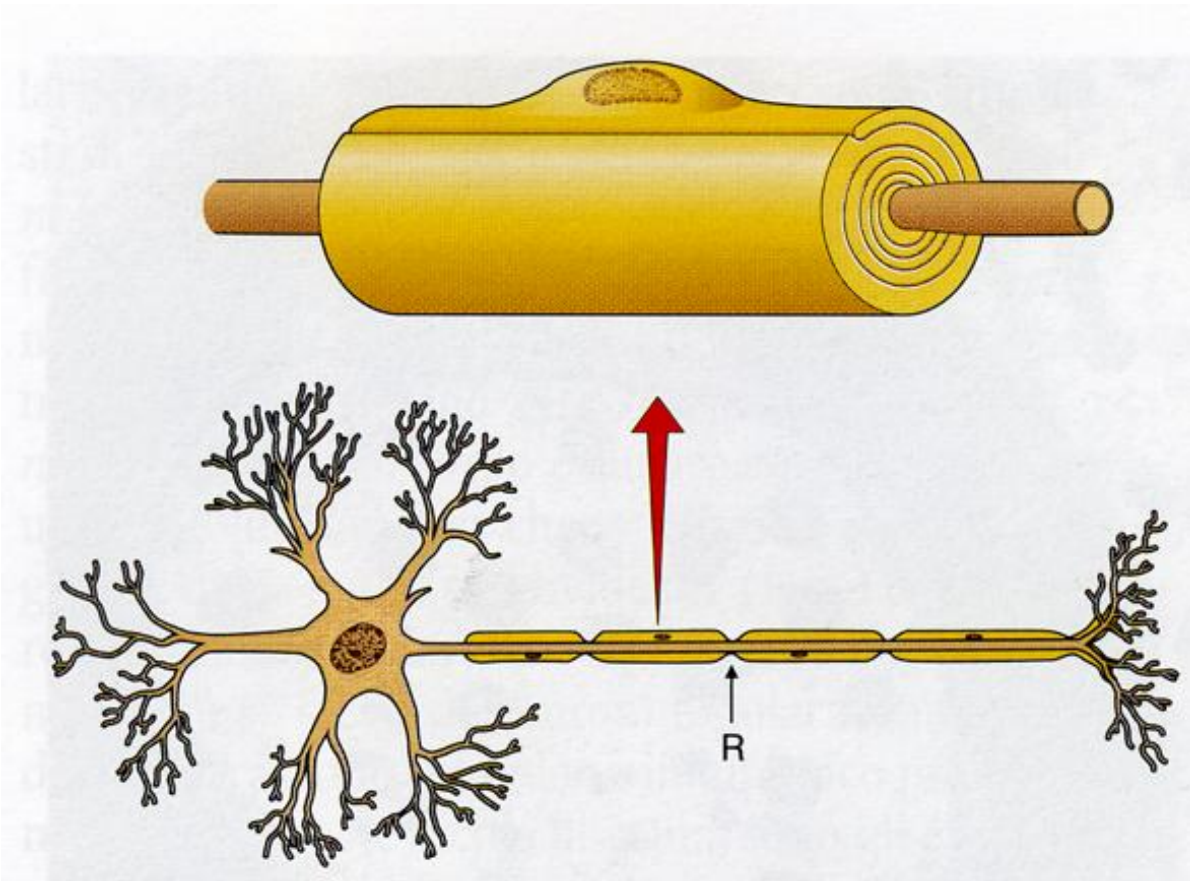






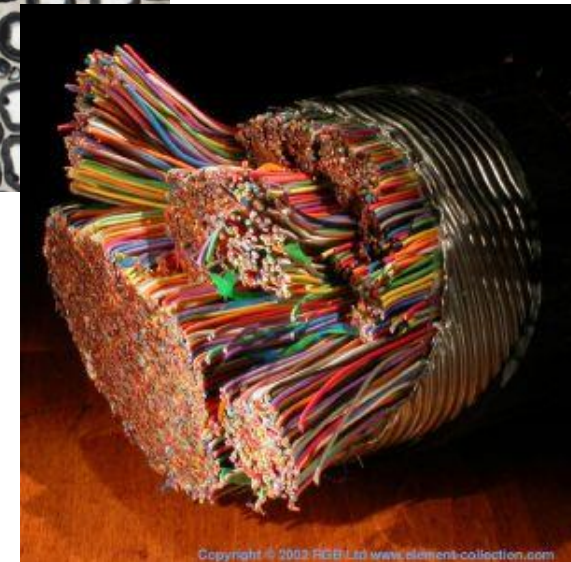
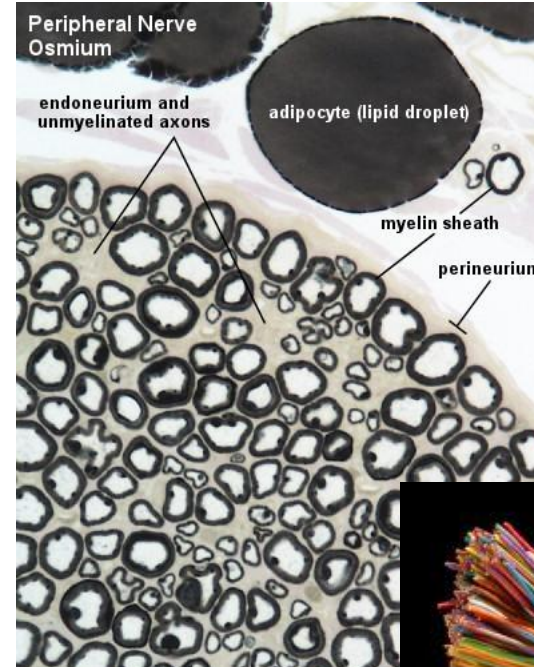
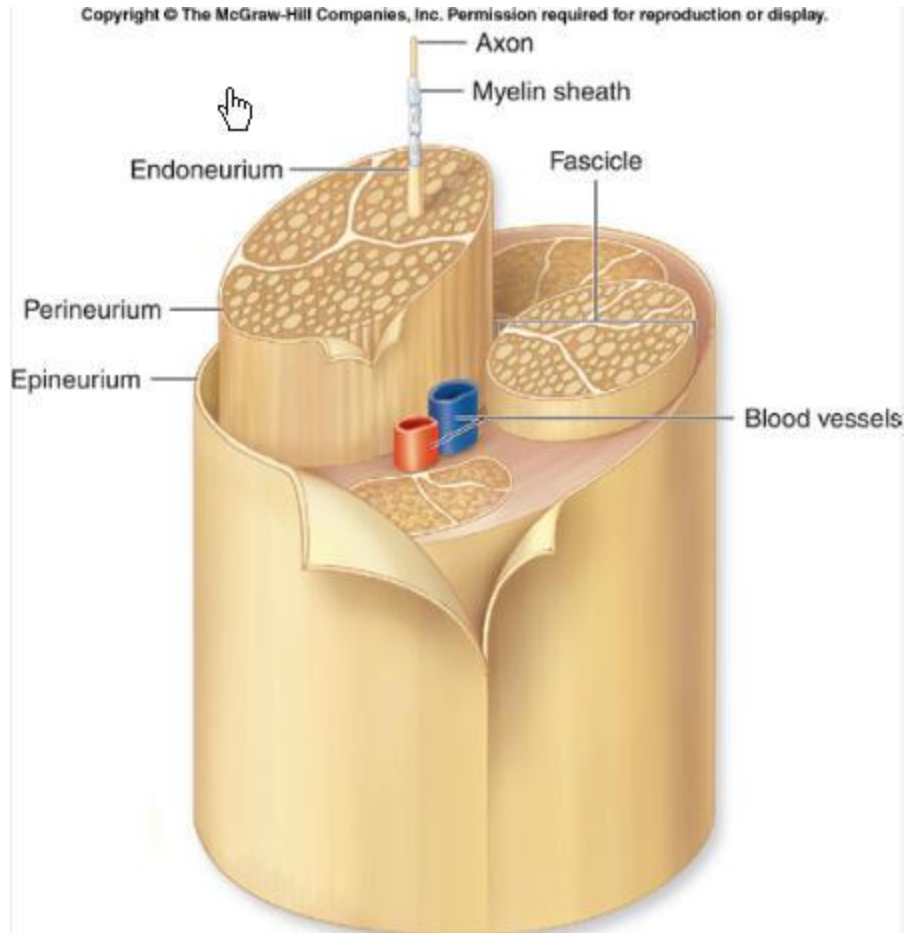
CELLULE DI SCHWANN

Formano la guaina mielinica attorno agli assoni nel SNP
Ciascuna cellula forma un solo manicotto di mielina
Rigenerano diversamente dagli oligodendrociti



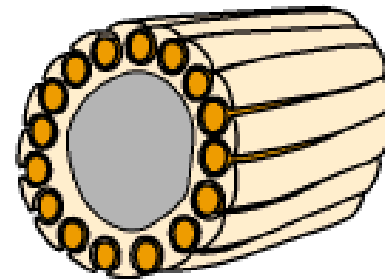
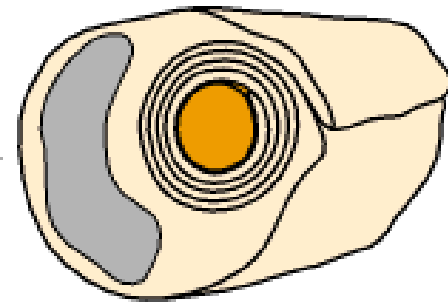
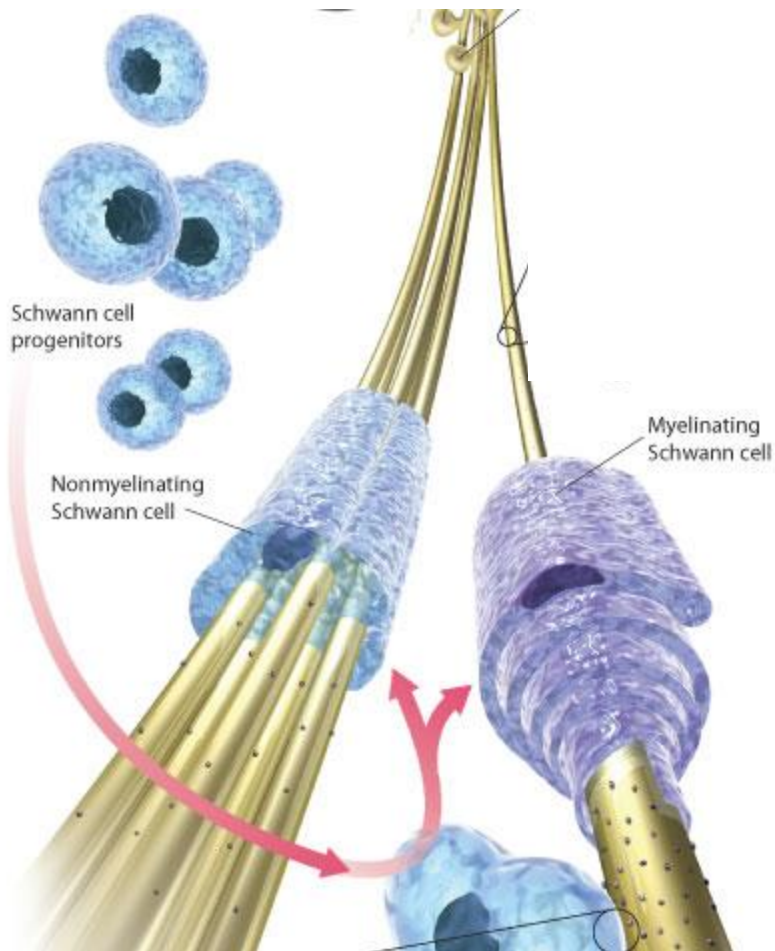
STRUTTURA DEI NERVI

Epinevrio, Perinevrio, Endonevrio di tessuto connettivo
Sia i neuroni mielinici che quelli amielinici sono protetti dalle cellule di Schwann



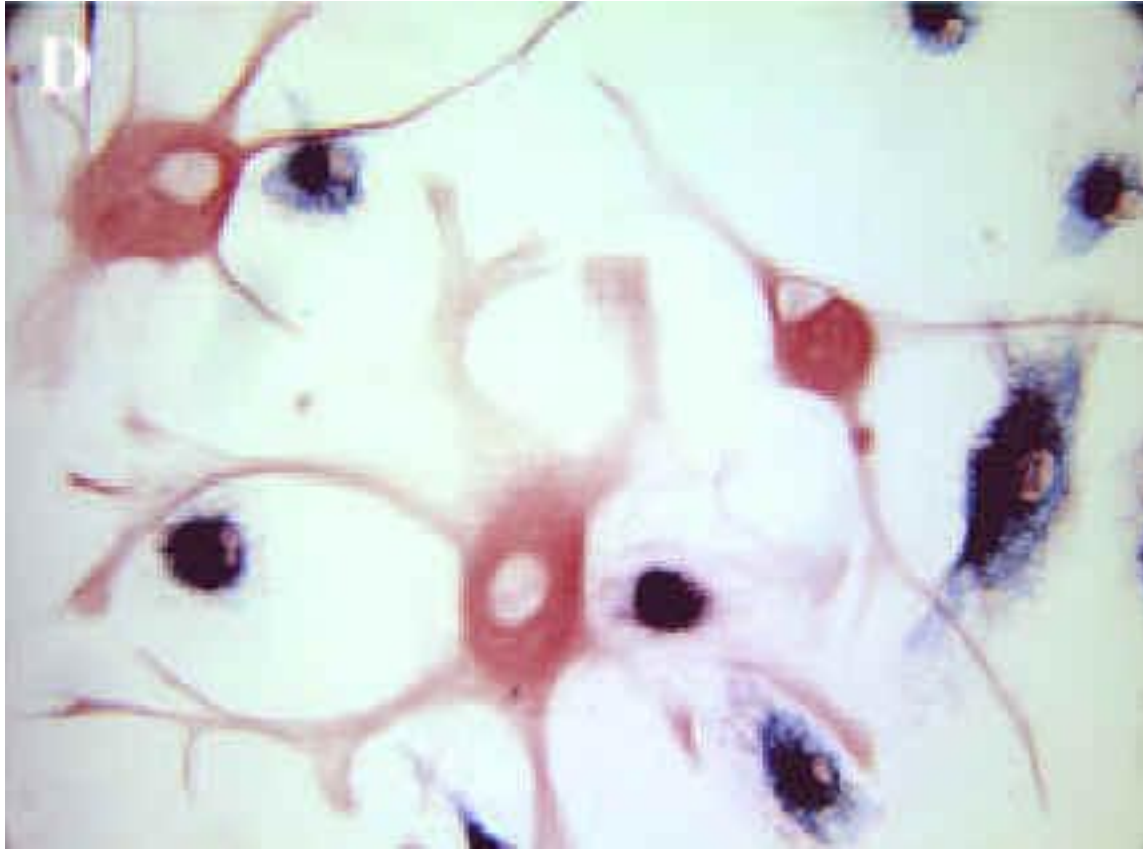
STRUTTURA DEI NERVI

Sia i neuroni mielinici che quelli amielinici sono protetti dalle cellule di Schwann

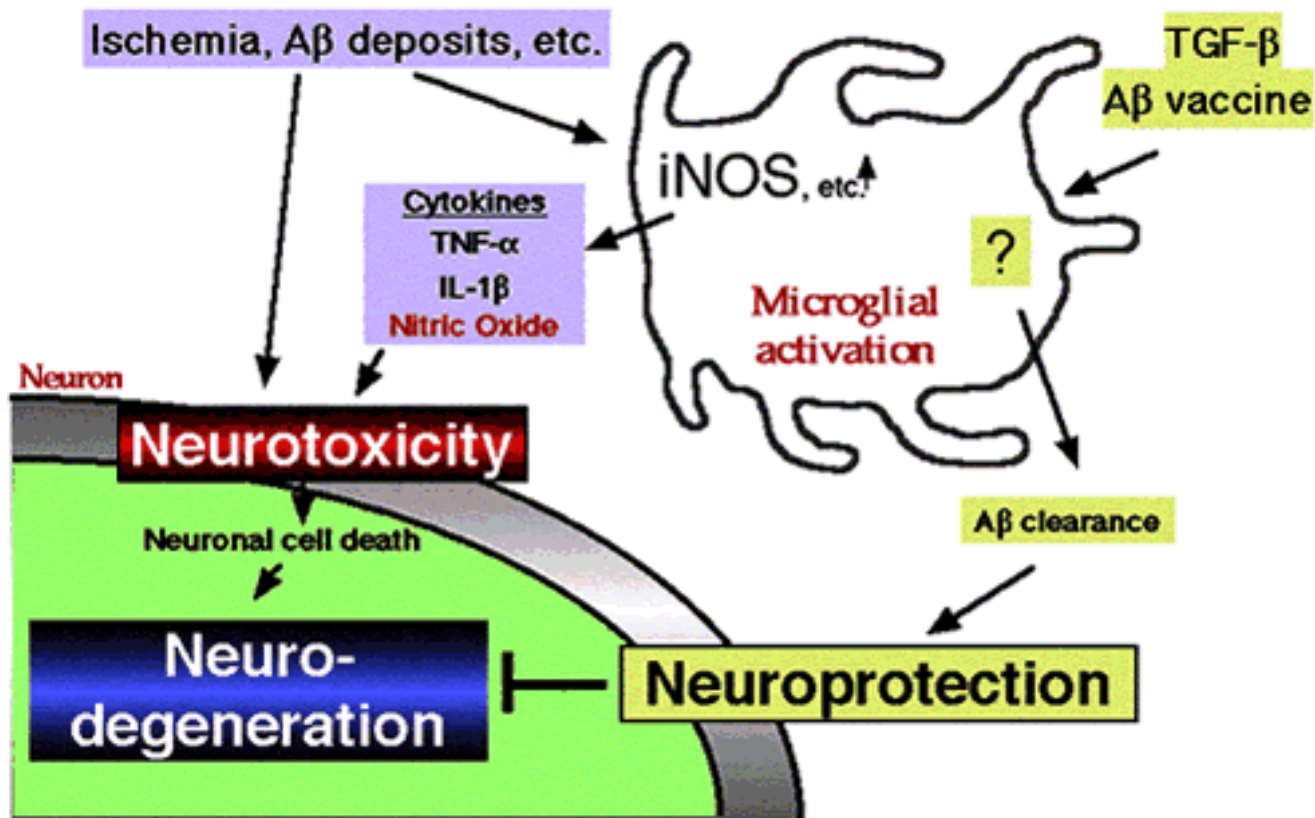


MICROGLIA

Le cellule della microglia sono piccole e di forma irregolare.

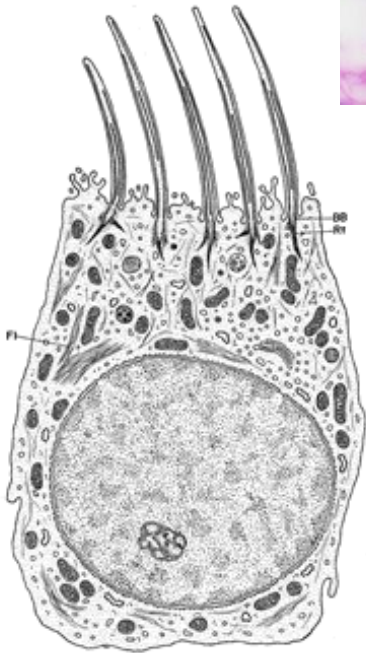
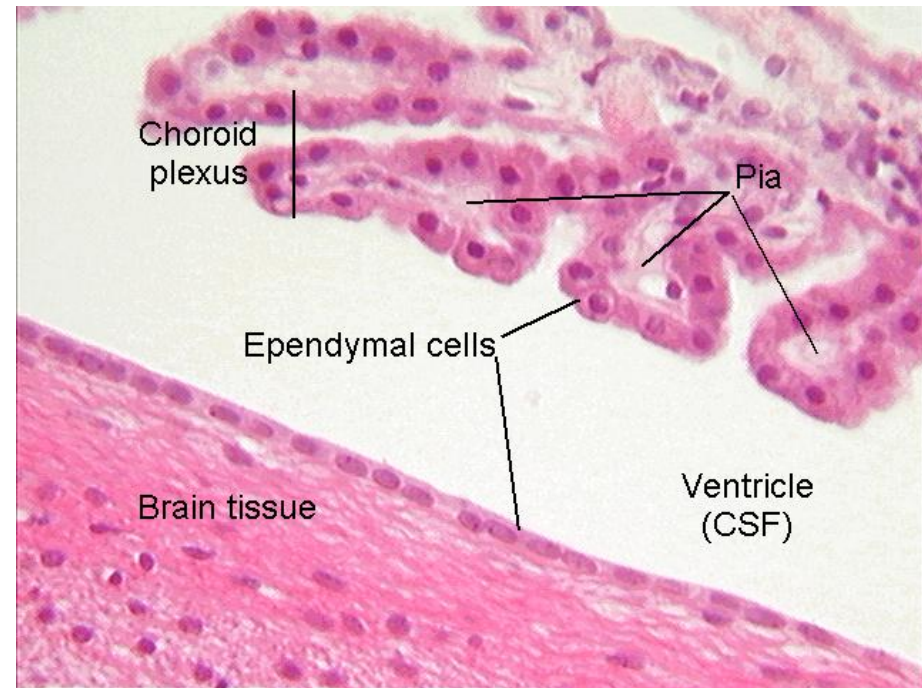
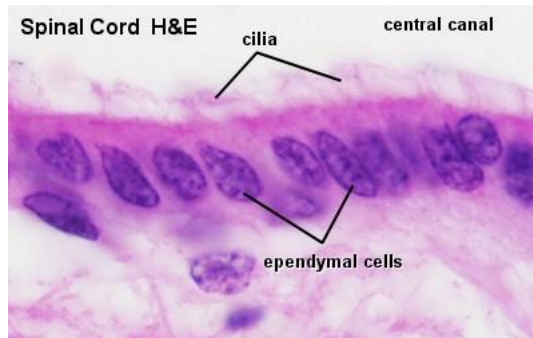


Sono aderenti alla parete dei vasi sanguigni e hanno capacità fagocitaria quando attivate da lesioni traumatiche o infiammatorie e nei processi degenerativi



CELLULE EPENDIMALI

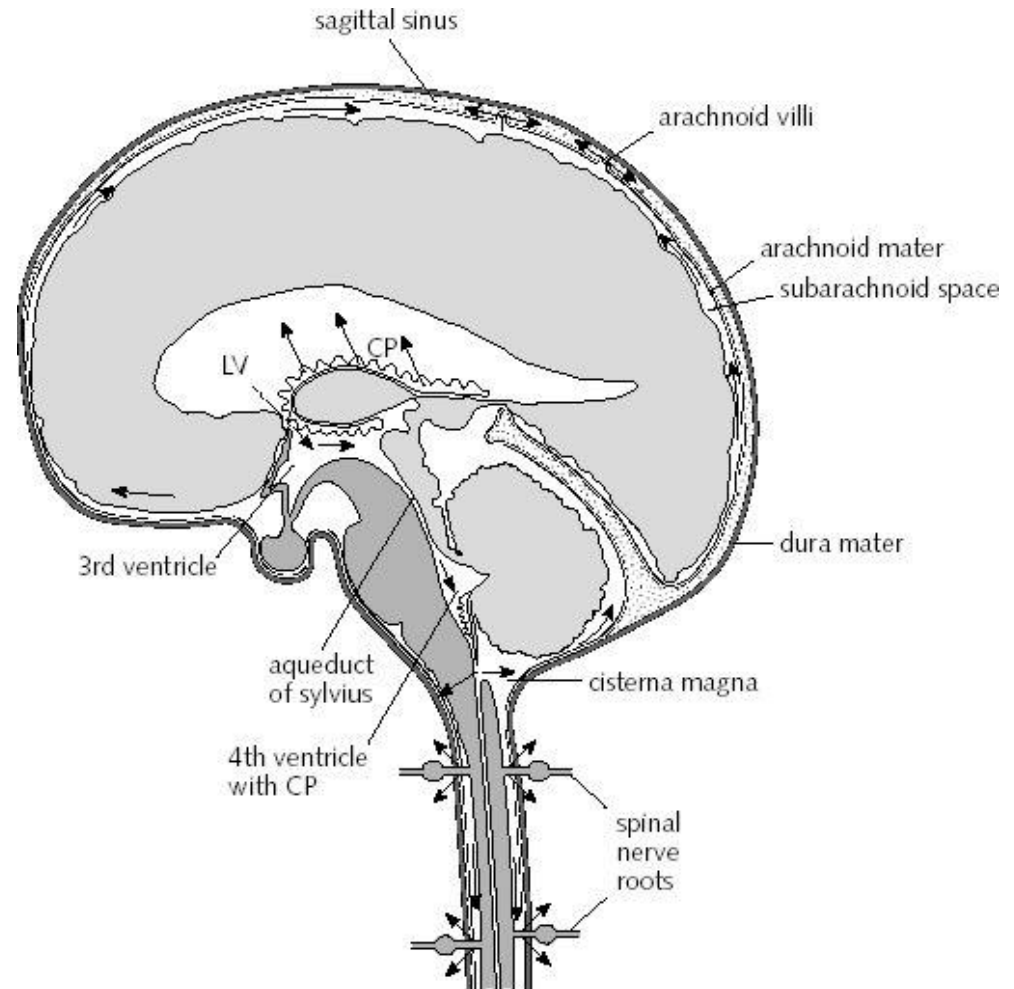
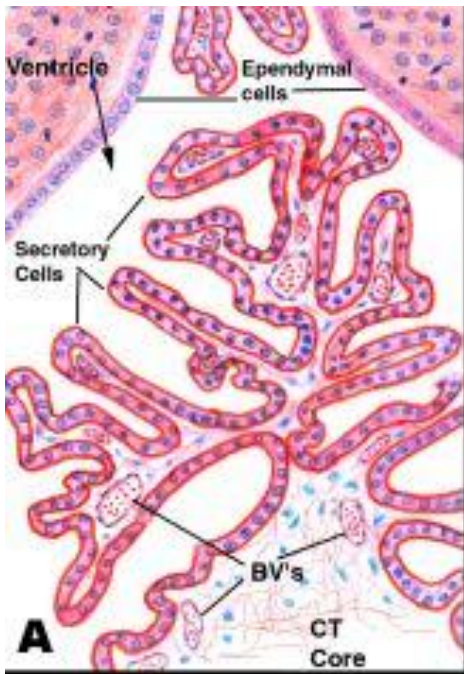
Cellule prismatiche spesso ciliate che si organizzano in forma di epitelio monostratificato e rivestono le cavità **interne** del SNC dove è contenuto il **liquido cefalorachidiano**



LIQUIDO CEFALORACHIDIANO

Prodotto dai plessi coroidei dei ventricoli

Prodotto per filtrazione del plasma da cellule ependimali modificate

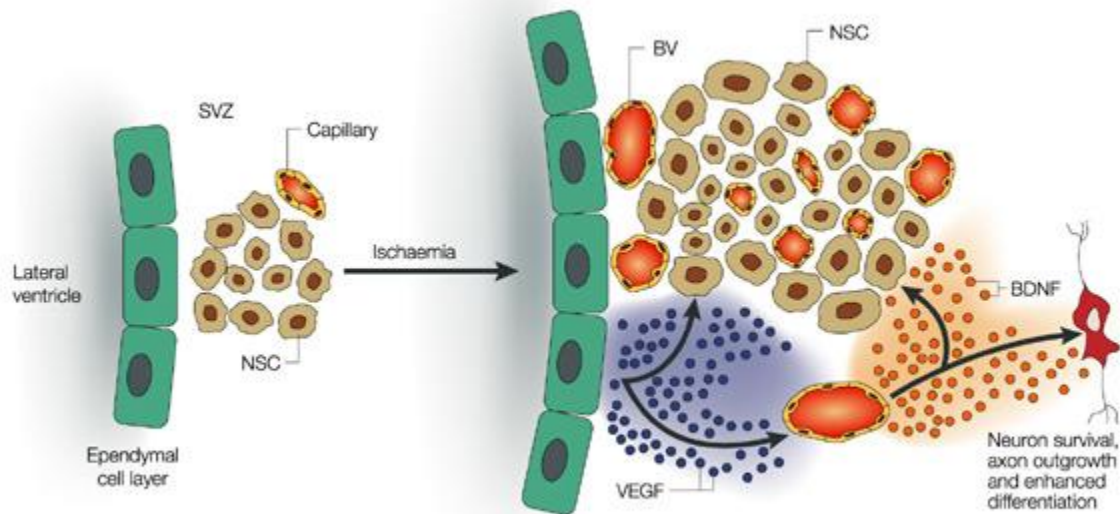


CELLULE EPENDIMALI E STAMINALI

Anche il tessuto nervoso può rigenerare

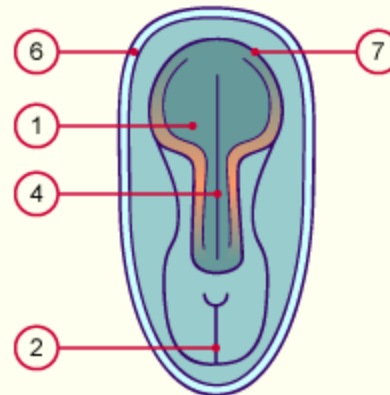
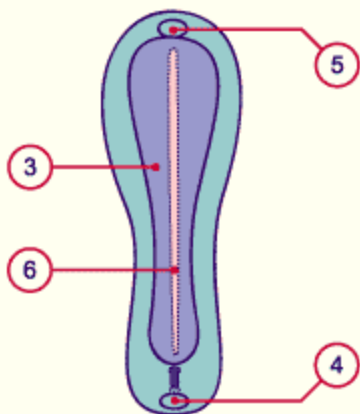
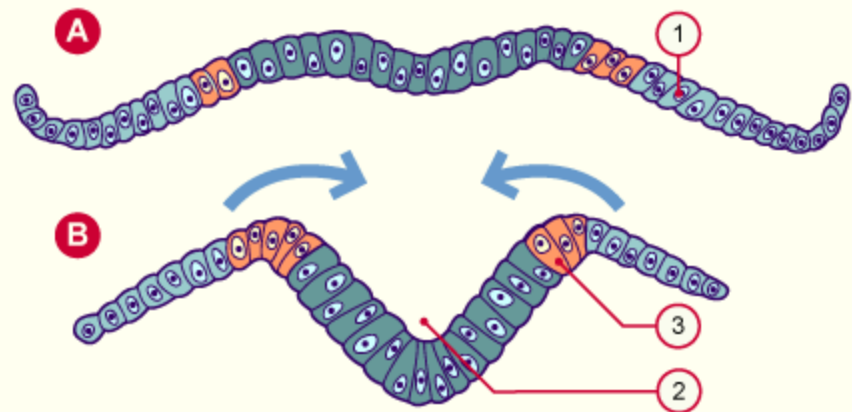
Neuroni olfattivi, ippocampali sono prodotti nell'adulto

Cellule staminali nervose possono dare origine a glia e neuroni
Le cellule ependimali potrebbero avere un ruolo nel mantenimento/differenziamento



SVILUPPO DEL TESSUTO NERVOSO

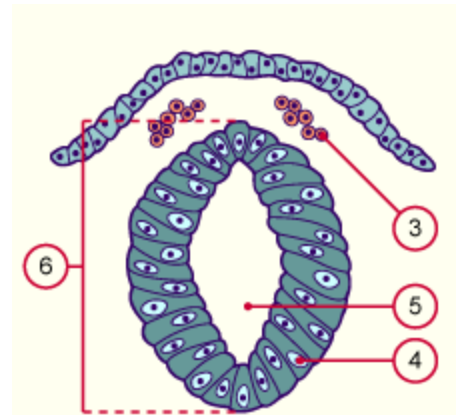
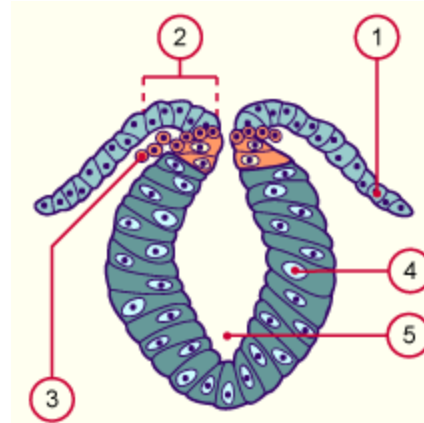
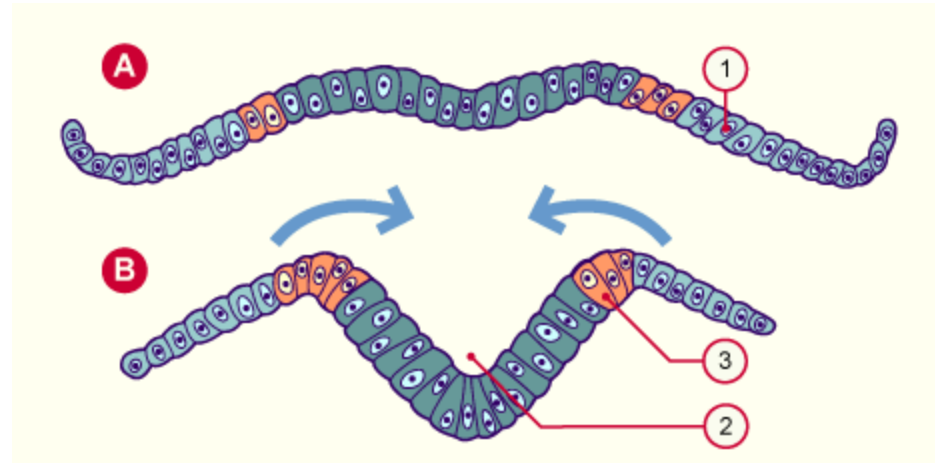
Il ripiegamento della placca neurale porta alla formazione della **doccia neurale**...



SVILUPPO DEL TESSUTO NERVOSO

...e poi del **tubo neurale** quando la doccia neurale si salda

Durante il processo le cellule delle **creste neurali** (in arancio) si staccano e migrano



TUBO NEURALE

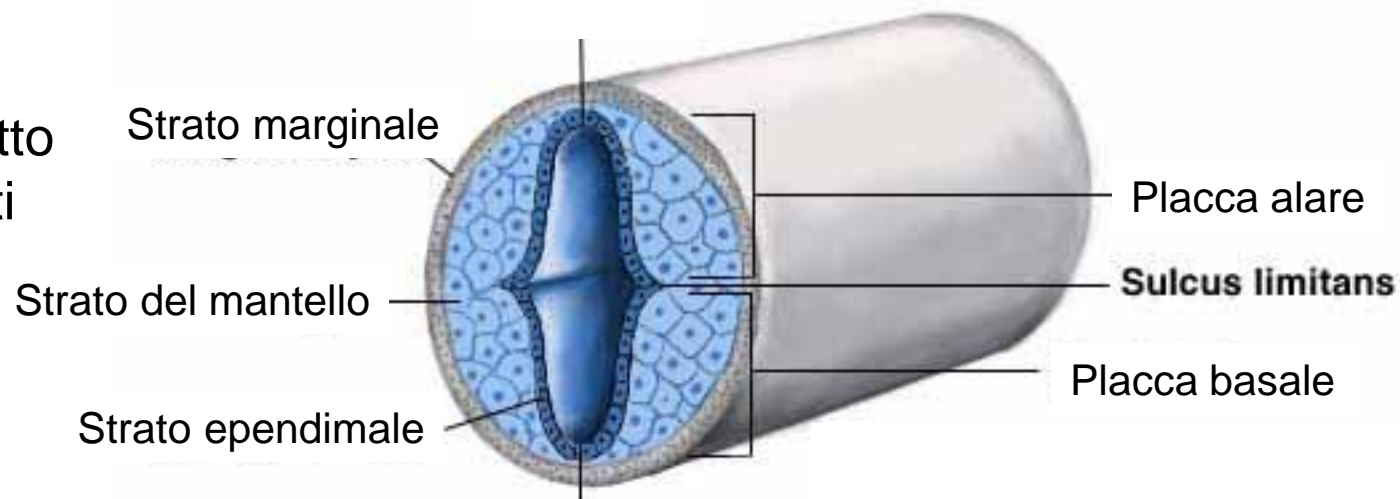
Il tubo neurale si differenzia in:

- placca alare (dorsale) che conterrà le strutture sensoriali
- placca basale (ventrale) motoria

Le cellule si separano in tre strati:

- Ependimale
- Mantello
- Marginale

La glia radiale
rimane in contatto
con tutti gli strati



GLIA RADIALE

Forma processi su cui si muovono i neuroni per arrivare alla loro posizione definitiva

