

Lezione 15

Il tessuto nervoso I

I numeri del tessuto nervoso

- 180 miliardi di cellule nervose in un cervello umano medio
- 2 tipi di cellule principali: Neuroni e Neuroglia (=nevroglia, =glia)
- Una cinquantina di tipi di neuroni diversi, 6 tipi di cellule gliali (86 miliardi di neuroni nel cervello umano medio)
- Da 3000 a 160.000 contatti sinaptici per neurone (retina/cell. Purkinje)
- Tipicamente una cellula somatica necessita da 3.000 a 6.000 proteine diverse mentre i neuroni ne producono da 10.000 a 30.000
- Il cervello è l'organo che consuma più ossigeno e più glucosio

Componenti cellulari:

- Neuroni
- Neuroglia
- Connettivo

Componenti anatomiche:

- Sistema Nervoso Centrale
- Sistema Nervoso Periferico

Fanno parte del SNP:

- Nervi motori cranici
- Nervi motori spinali (somatici o viscerali)
- Nervi sensoriali somatici o viscerali

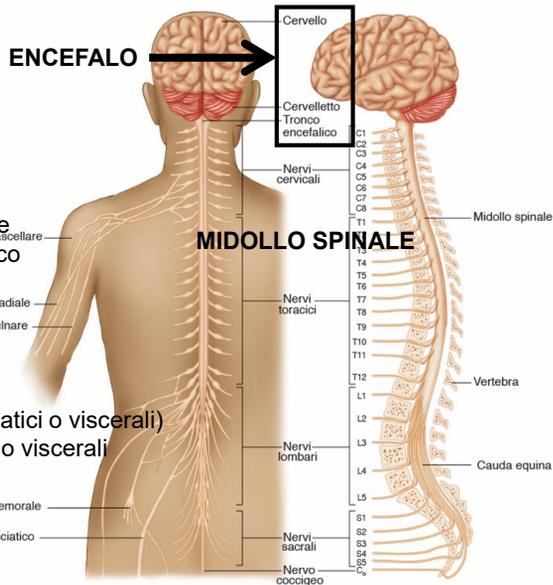


Figura 18.1 ▲ Schema che illustra la disposizione anatomica generale del sistema nervoso nell'uomo. Caratteristica fondamentale è la sua duplice collocazione: nevriassiale, posto cioè nella scatola cranica e nel canale vertebrale (SNC), ed extra-nevriassiale (SNP).

Sistema nervoso volontario (somatico)

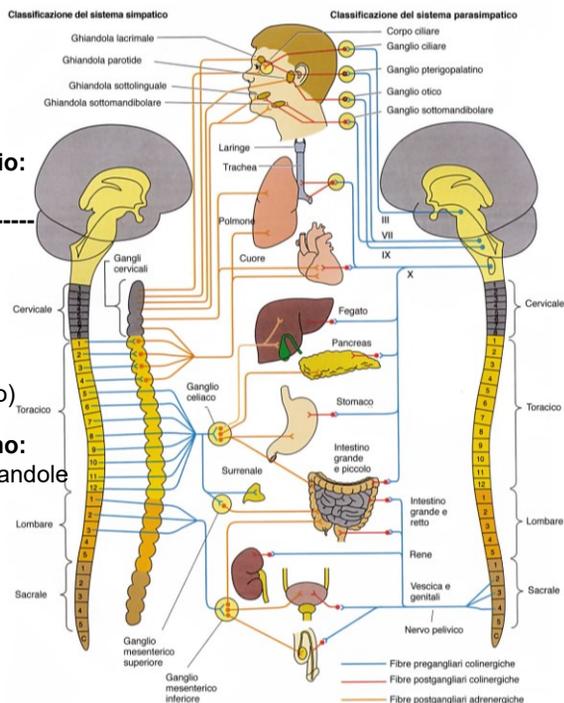
Organi effettori SN volontario:
Muscoli striati

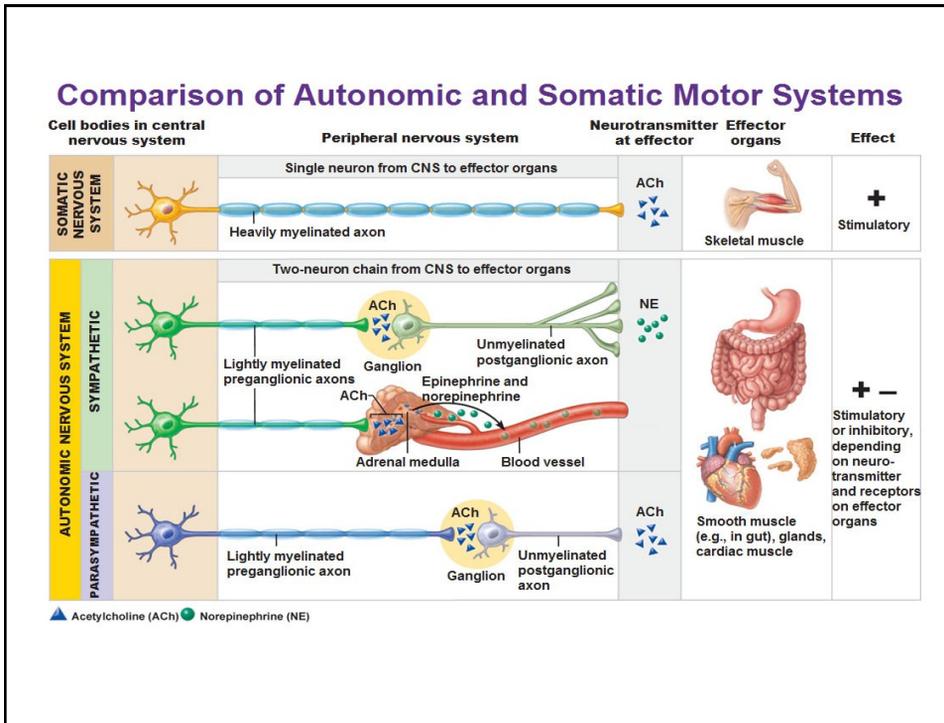
Sistema nervoso autonomo (viscerale o involontario):

- SN ortosimpatico
- SN parasimpatico
- SN metasimpatico (enterico)

Organi effettori SN autonomo:
organi sensoriali, muscoli, ghiandole

2 neuroni in sequenza:
1° nel SNC
2° nei gangli





**Dal punto di vista anatomico il tessuto nervoso è semplice:
Sostanza bianca / Sostanza grigia**

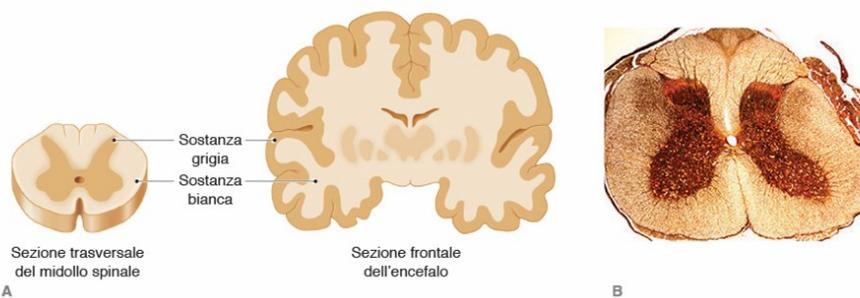


Figura 18.2 ▲ Distribuzione della sostanza bianca e della sostanza grigia nelle regioni principali del SNC. (A) Sostanza bianca e grigia nel midollo spinale e nel cervello. (B) Midollo spinale colorato con impregnazione argentea.

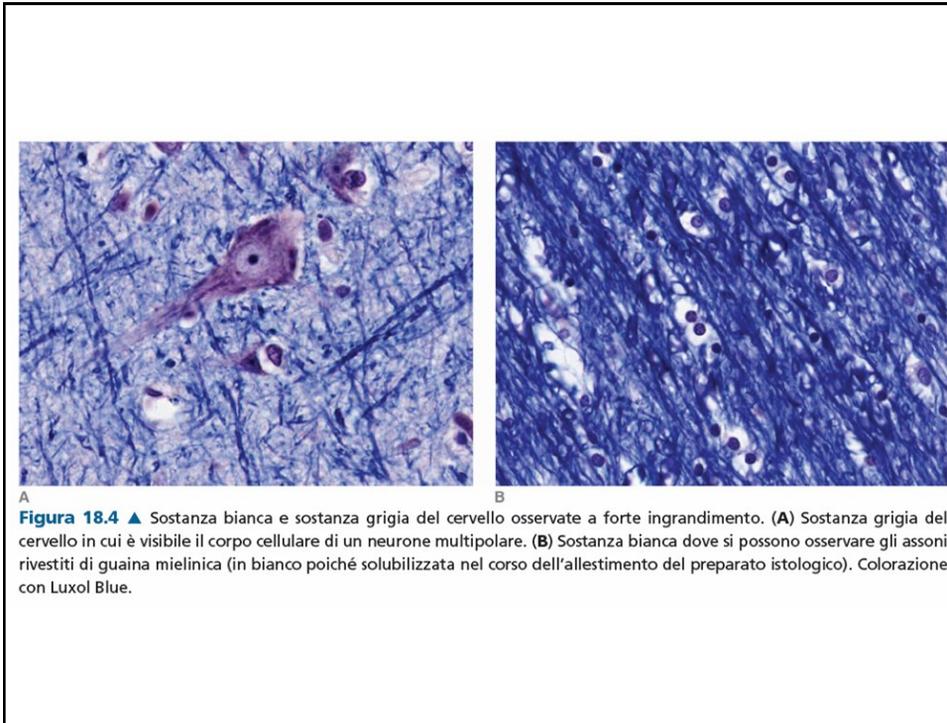


Figura 18.4 ▲ Sostanza bianca e sostanza grigia del cervello osservate a forte ingrandimento. (A) Sostanza grigia del cervello in cui è visibile il corpo cellulare di un neurone multipolare. (B) Sostanza bianca dove si possono osservare gli assoni rivestiti di guaina mielinica (in bianco poiché solubilizzata nel corso dell'allestimento del preparato istologico). Colorazione con Luxol Blue.

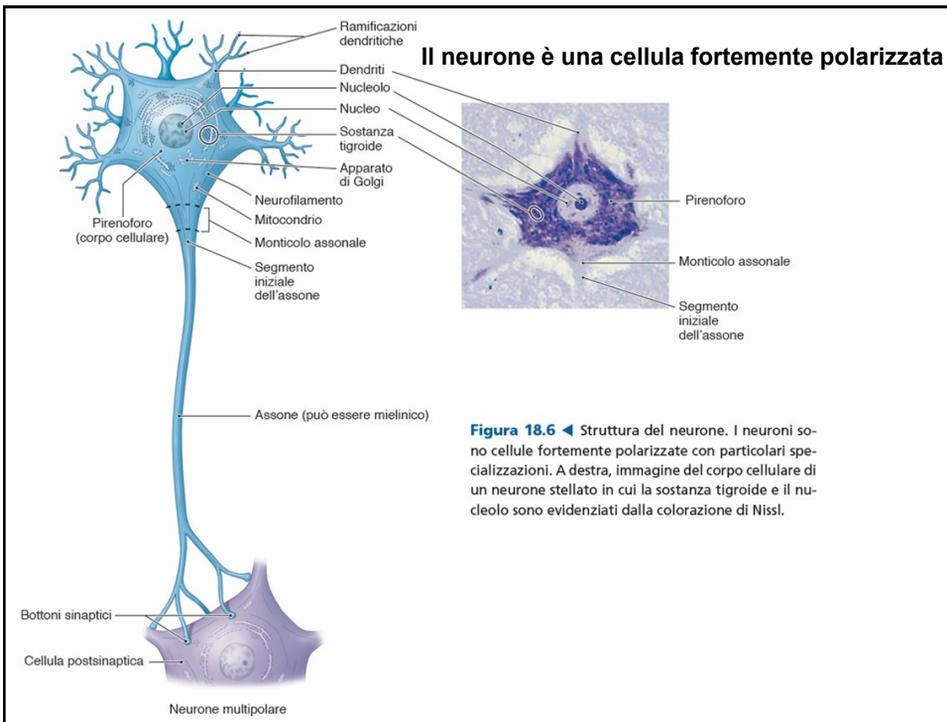
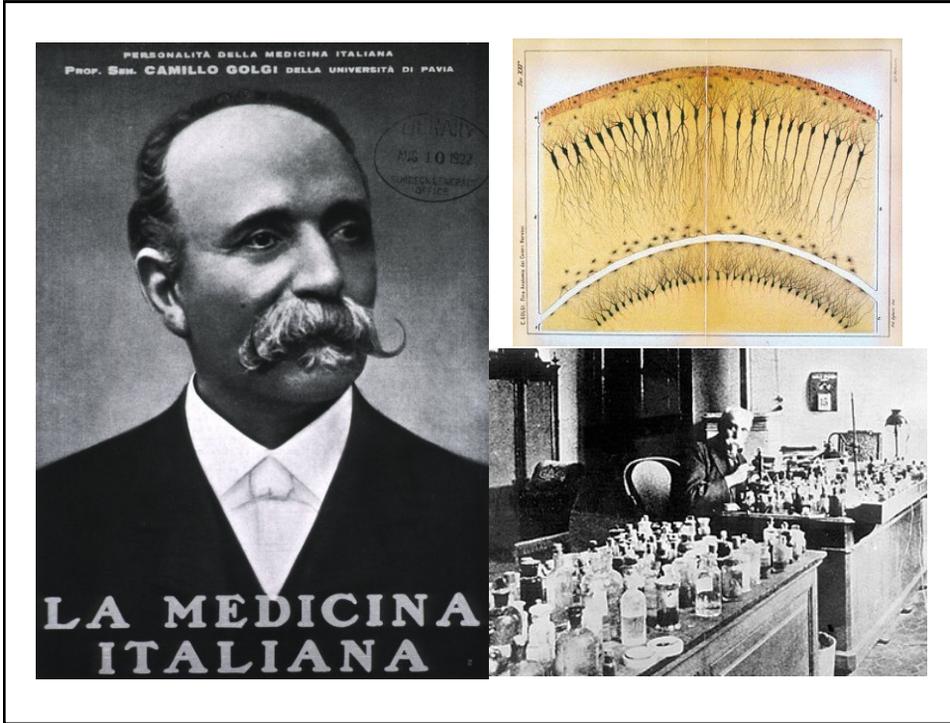


Figura 18.6 ◀ Struttura del neurone. I neuroni sono cellule fortemente polarizzate con particolari specializzazioni. A destra, immagine del corpo cellulare di un neurone stellato in cui la sostanza tigroide e il nucleo sono evidenziati dalla colorazione di Nissl.



I neuroni

Funzioni:

- Ricezione dei segnali sensoriali (AFFERENTI - neuroni sensitivi tattili, visivi, gustativi etc..)
- Integrazione dei segnali (interneuroni)
- Trasmissione dei segnali motori (EFFERENTI - motoneuroni)

Struttura:

- Corpo cellulare (soma, pirenoforo, perikarion) 5-150 micron di diametro
- Neuriti (processi cellulari di lunghezza da micron a metri):
 - Dendriti multipli (da uno a decine, fortemente ramificati e corti)
 - Assone singolo (uno principale lungo anche metri, a volte con ramificazioni secondarie=rami collaterali o con arborizzazione terminale)

I neuroni sono cellule fortemente polarizzate con particolari specializzazioni

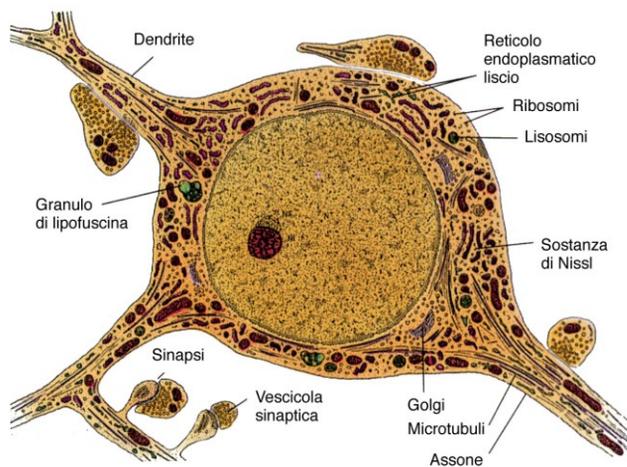


Figura 9-5



Figura 18.7 ▲ Neurone multipolare, da una sezione di corteccia cerebrale. Oltre al corpo cellulare sono evidenti i dendriti provvisti di numerose spine dendritiche. Colorazione Golgi-Cox.



Isabella Dalle Donne
Citologia e Istologia
EdiSES

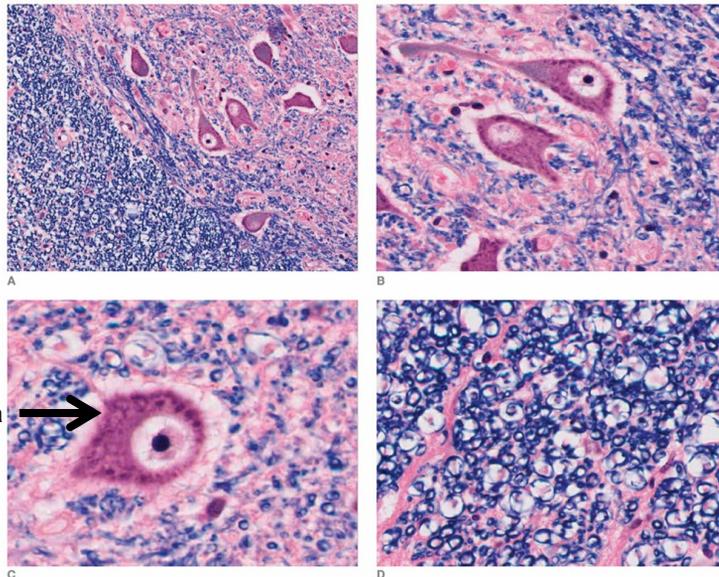


Figura 18.3 ▲ Sostanza bianca e sostanza grigia del midollo spinale. (A) Le differenze strutturali tra la sostanza grigia e la sostanza bianca sono evidenti anche a piccolo ingrandimento. Aumentando l'ingrandimento è possibile osservare maggiori dettagli. (B, C) Sostanza grigia del midollo spinale in cui sono visibili i corpi cellulari di neuroni multipolari. (D) Sostanza bianca dove si possono osservare gli assoni rivestiti di guaina mielinica (in bianco, poiché solubilizzata nel corso dell'allestimento del preparato istologico).

Sostanza
tigoide



Trasporto assonale

Ant. Rapido = 50-400 mm/giorno (Classe I = 240-400 vesc.secr.; Classe II = 50 mitoc.)
 Ant. Lento tipo a = 0.2-0.5 mm/giorno n.o. fino 1 mm/g moton. (microtubulii, fil. Intermedi)
 Ant. Lento tipo b = 2-8 mm/giorno (actina, altre proteine segnale e citoscheletro)
 Retr. Rapido = 200-300 mm/giorno

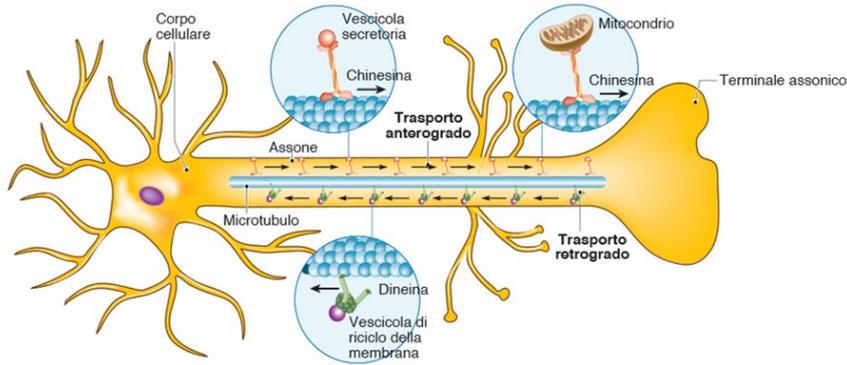
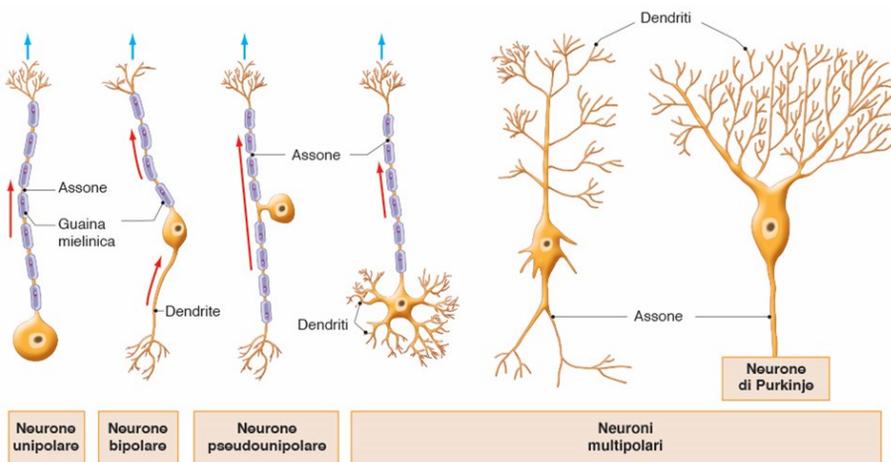


Figura 18.8 ▲ Componenti del trasporto assonale. Il trasporto assonale anterogrado veloce trasporta organelli delimitati da membrana (mitocondri e vescicole secretorie) alla velocità di 50-400 mm/giorno (1-2 micron/s) mediante un meccanismo ATP-dipendente che si basa sulle proteine motorie chiesine. Il trasporto assonale anterogrado lento (non mostrato) è ATP-indipendente e la componente a trasporta microtubuli, neurofilamenti e proteine associate alla velocità di 0,2-1 mm/giorno (0,02-0,001 micron/s), mentre la componente b trasporta actina e proteine metaboliche alla velocità di 2-8 mm/giorno (0,02-0,07 micron/s). Il trasporto assonale retrogrado ha soltanto la componente veloce e trasporta prevalentemente organelli con membrana alla velocità di 200-300 mm/giorno per l'azione della proteina motrice dineina, con consumo di ATP.

I neuroni possono essere classificati :

- dal punto di vista morfologico
- in base al neurotrasmettitore utilizzato (citochimica)
- in base a criteri funzionali
- per la presenza o no della mielina

I neuroni hanno forme diverse: classificazione morfologica



I neuroni hanno forme diverse: classificazione morfologica

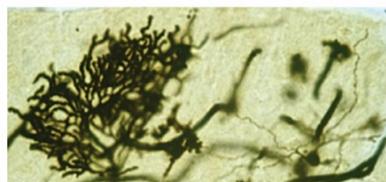
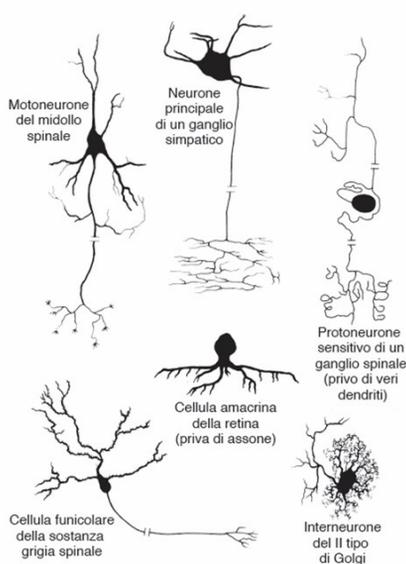


Figura 18.9 ▲ Classificazione morfologica dei neuroni. (A) Le quattro classi principali di neuroni definite da Santiago Ramón y Cajal si basano sul numero e sulla modalità di ramificazione dei prolungamenti dendritici. Il neurone di Purkinje rappresenta un caso estremo di neurone multipolare. (B) Esempi delle principali tipologie di neuroni. (C) Impregnazioni argentiche di Golgi del cervelletto umano. A sinistra, neurone di Purkinje, a destra cellula a canestro.

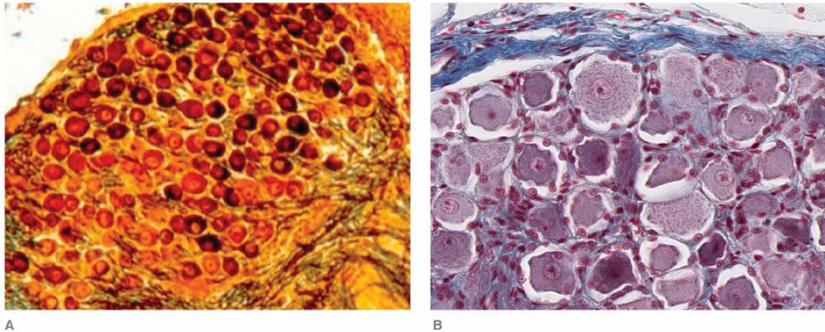


Figura 18.11 ▲ Ganglio spinale. (A) I gangli rappresentano aggregati di corpi cellulari dei neuroni pseudounipolari, di forma tondeggianti, al di fuori del SNC (in questo caso, esterni al midollo spinale). Colorazione di Cajal. (B) A forte ingrandimento, in ciascun pirenoforo sono bene evidenti il nucleo vescicoloso, il nucleolo, la sostanza tigreide (o sostanza cromofila o zolle di Nissl) nel citoplasma e, perifericamente, uno strato di cellule satelliti che circondano e forniscono supporto trofico e strutturale al neurone stesso. Colorazione tricromica.



Isabella Dalle Donne
Citologia e Istologia
Edises

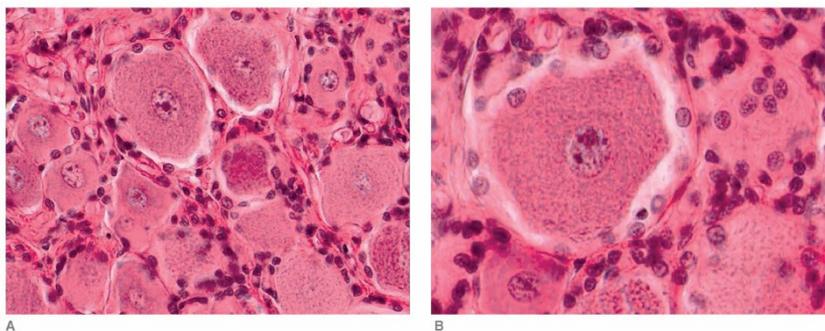


Figura 18.12 ▲ Ganglio spinale. In entrambe le immagini, nel pirenoforo dei neuroni pseudounipolari sono bene evidenti il nucleo vescicoloso, il nucleolo, la sostanza tigreide (o sostanza cromofila o zolle di Nissl) nel citoplasma e, perifericamente, uno strato di cellule satelliti che circondano e forniscono supporto trofico e strutturale al neurone stesso. Colorazione ematossilina ed eosina.



Isabella Dalle Donne
Citologia e Istologia
Edises

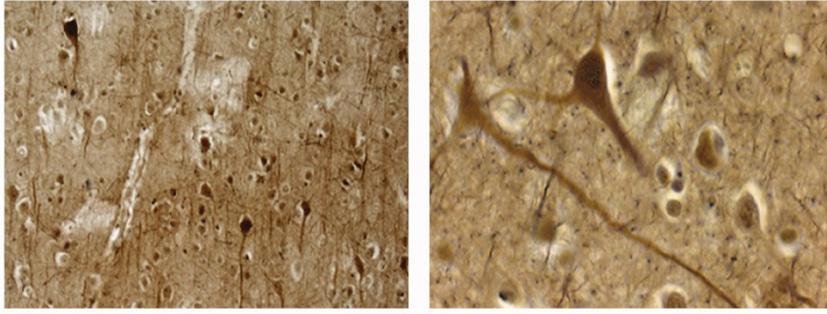


Figura 18.14 ▲ Corteccia cerebrale. Le immagini mostrano, a piccolo ingrandimento (A) e a forte ingrandimento (B), i neuroni piramidali della corteccia cerebrale. Da queste cellule si origina un unico voluminoso dendrite che si dirige verso la superficie della corteccia e si sfocchia in una miriade di piccoli rami. Colorazione di Bielschowski.


 Isabella Dalle Donne
 Citologia e Istologia
 EdiSES

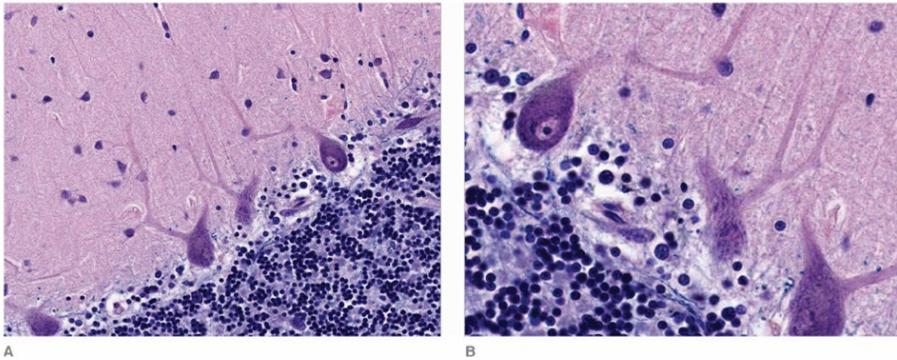


Figura 18.10 ▲ Corteccia cerebellare (sostanza grigia) osservata a diversi ingrandimenti. (A) Nella corteccia cerebellare sono identificabili tre strati: uno esterno, detto strato molecolare, con pochi neuroni distanziati tra loro, uno interno, detto strato granulare, molto ricco di piccoli neuroni e uno intermedio costituito da neuroni di grandi dimensioni, le cellule di Purkinje, disposti ordinatamente in fila. I neuroni degli strati granulare e molecolare presentano assoni amielinici, che restano confinati nella sostanza grigia (il tipo di Golgi) e contraggono sinapsi con le cellule di Purkinje. (B) Le cellule di Purkinje, invece, presentano un corpo cellulare molto grande e piriforme, un nucleolo molto evidente, dendriti estremamente ramificati che attraversano tutto lo strato molecolare esterno e un assone sottile, che si proietta nello strato granulare e si dirige quindi verso la sostanza bianca (il tipo di Golgi). Colorazione con Luxol Blue.

Ulteriore classificazione dei neuroni multipolari:

Neuroni del I tipo di Golgi. Sono neuroni che possiedono un assone lungo (anche molte decine di centimetri), che, partendo dalla sostanza grigia del SNC, decorre nella sostanza bianca, esce dal SNC ed entra a fare parte dei nervi periferici; sono inclusi in questo gruppo i motoneuroni stellati delle corna ventrali (o anteriori) del midollo spinale, i neuroni piramidali della corteccia cerebrale, le cellule di Purkinje del cervelletto.

Neuroni del II tipo di Golgi. Sono neuroni che possiedono un assone corto e ripetutamente ramificato, che non esce dalla sostanza grigia del SNC e stabilisce connessioni con molti neuroni vicini; esempi sono i neuroni dello strato molecolare e dello strato granulare della corteccia cerebellare, le cellule stellate della corteccia cerebrale e molti neuroni del midollo spinale.

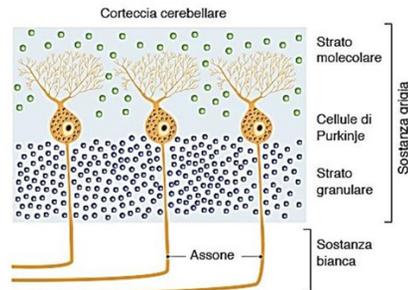


Figura 18.13 ▲ Schema della corteccia cerebellare (sostanza grigia). Sono identificabili tre strati: uno strato molecolare esterno con poche cellule, distanti tra loro, uno strato granulare interno, molto ricco di piccoli neuroni e uno intermedio costituito da neuroni di grandi dimensioni, le cellule di Purkinje, disposti ordinatamente in fila. I neuroni degli strati granulare e molecolare presentano assoni non rivestiti di guaina mielinica, che restano confinati nella sostanza grigia (I tipo di Golgi) e contraggono sinapsi con le cellule di Purkinje. Le cellule di Purkinje presentano un corpo cellulare molto grande, piriforme o a fiasco, dendriti assai ramificati attraverso tutto lo strato molecolare e un assone sottile, che si proietta nello strato granulare e si dirige quindi verso la sostanza bianca (I tipo di Golgi).

Classificazione funzionale. Questa classificazione si basa sulla funzione e sulla direzione di trasmissione dell'impulso nervoso e suddivide i neuroni in tre classi:

- **Neuroni sensitivi o afferenti:** hanno la funzione di trasportare le informazioni acquisite dagli organi sensoriali al sistema nervoso centrale mediante nervi che costituiscono le fibre afferenti. Sono rappresentati dai neuroni gangliari (che derivano dalle creste neurali) e dai neuroni sensitivi olfattivi e visivi (che originano rispettivamente dai placoidi olfattivo e ottico).

- **Interneuroni o neuroni intercalari:** svolgono una funzione di collegamento all'interno del sistema centrale trasmettendo i segnali tra neuroni sensoriali e neuroni motori.

- **Neuroni motori o efferenti:** i loro assoni formano fibre efferenti che inviano impulsi di tipo motorio agli organi della periferia del corpo e si dividono a loro volta in due categorie: i **somatomotori** e i **visceromotori**. I neuroni **somatomotori** (o **motoneuroni**) innervano la muscolatura striata volontaria dell'organismo, e sono ulteriormente suddivisi in **motoneuroni α (alfa)** per i neuroni che inducono la contrazione delle fibre muscolari striate, e in **motoneuroni γ (gamma)** che innervano organi sensoriali propriocettivi dei fusi neuromuscolari intercalati nelle fibre muscolari. I neuroni **visceroeffettori** innervano la muscolatura liscia o le ghiandole e sono quindi coinvolti nelle risposte involontarie o viscerali.

I neuroni hanno modalità di neurotrasmissione diverse: **Classificazione citochimica.**

•In base al neurotrasmettitore primario utilizzato è possibile catalogare i neuroni in 5 classi:

1.Neuroni aminergici: suddivisi a loro volta in **aminoacidergici**, che usano gli aminoacidi come neurotrasmettitori come il **GABA** con funzione inibitoria e il **glutammato** con funzione eccitatoria; **monoaminergici**, che usano come neurotrasmettitori le monoamine biogene (**serotonina**, e le catecolamine: **adrenalina**, **noradrenalina**, **dopamina**); **colinergici**, che usano l'**acetilcolina**.

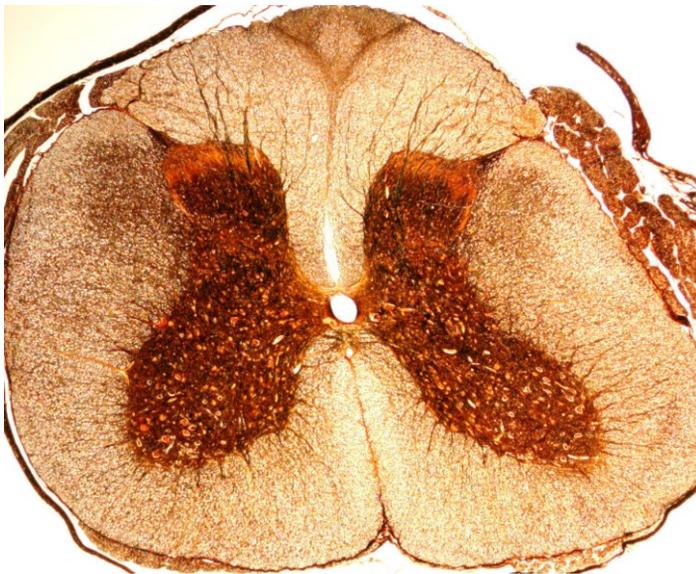
2.Neuroni purinergici: una sottopopolazione di neuroni inibitori che usa come neurotrasmettitori le basi puriniche.

3.Neuroni peptidergici: suddivisi in **Neuroni peptidergici del sistema magnocellulare ipotalamo-ipofisario:** che rilasciano ADH e ossitocina; **Neuroni peptidergici del sistema parvicellulare ipofisiotropico:** che producono fattori di rilascio e di inibizione degli ormoni adenoipofisari. **Neuroni peptidergici extraipotalamici centrali e periferici:** costituenti il sistema neuroendocrino diffuso.

4.Neuroni nitrossidergici: che utilizzano come neurotrasmettitore il nitrossido gassoso (NO).

5.Neuroni anandaminergici: che producono come neurotrasmettitori gli endocannabinoidi, tra cui il primo ad essere stato scoperto è l'anandamide (da cui il nome alla classe).

Organizzazione del midollo spinale



Organizzazione del midollo spinale

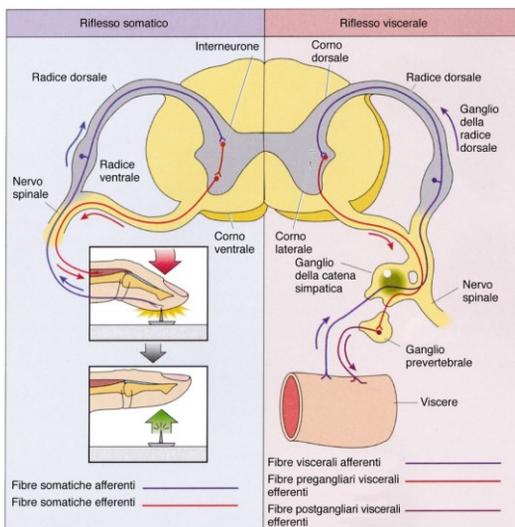
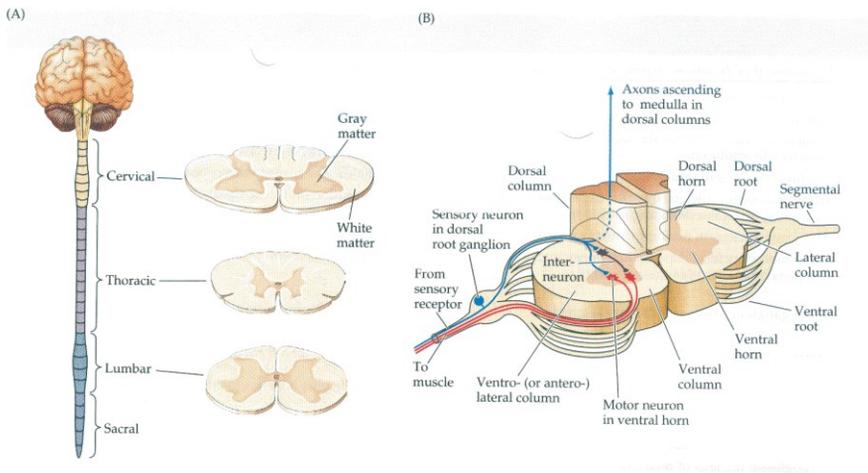


Figura 9-23

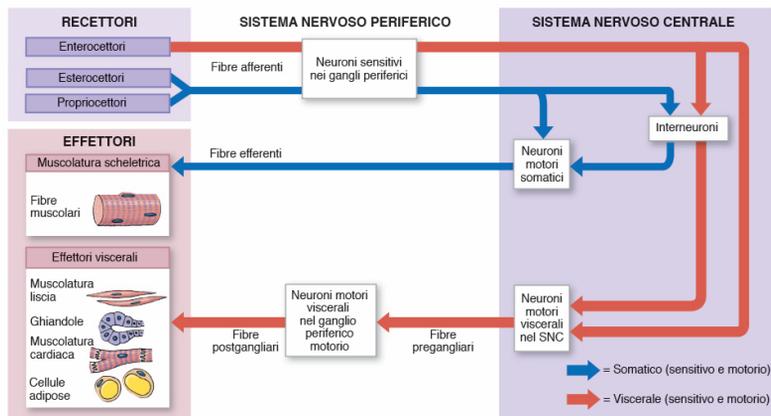


Figura 18.26 ▲ Classificazione funzionale dei neuroni. Da un punto di vista funzionale, i neuroni sono classificati in tre categorie: (1) neuroni sensoriali, che raccolgono stimoli dal SNP e li inviano al SNC, (2) neuroni motori, che trasportano impulsi dal SNC agli effettori periferici e (3) interneuroni del SNC, che processano le informazioni sensoriali e coordinano le risposte motorie).