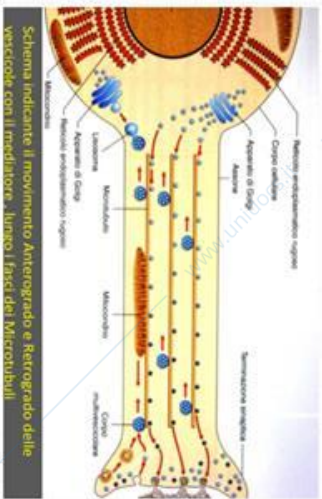




I **neurofilamenti**, appartenente filamenti intermedi del citoscheletro neurale, neuroni, sono costituiti da tre subunità proteiche di diverso peso molecolare: la tripletta proteica. I **microfilamenti** invece sono strutture filamentose più fritte neurofilamenti, formati da due proto filamenti di actina intrecciate ad elica. In **neurotubuli** presentano la tipica organizzazione dei microtubuli e sono ultra strutture di trasporto responsabili del cosiddetto **flusso assonico**, il quale può essere **anterograde e retrograde**.

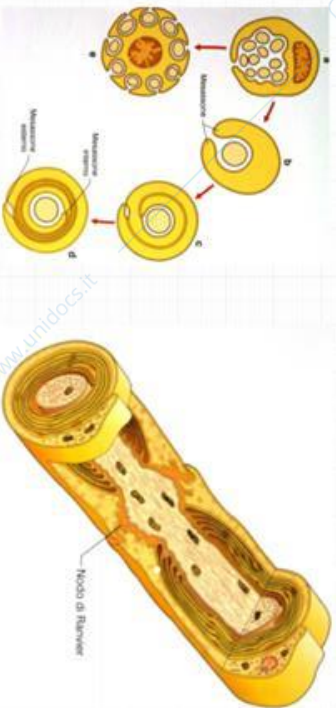
Il primo può essere **lento** e riguarda principalmente le componenti solubili della assoplasma c'è la membrana plasmatica del neurone o rapido e riguarda il trasporto di materiali più specializzati.

Il **flusso assonico retrograde** trasporta corpi di naturali sumial e membrana vescicolari da riciclare, altri fattori e anche virus.



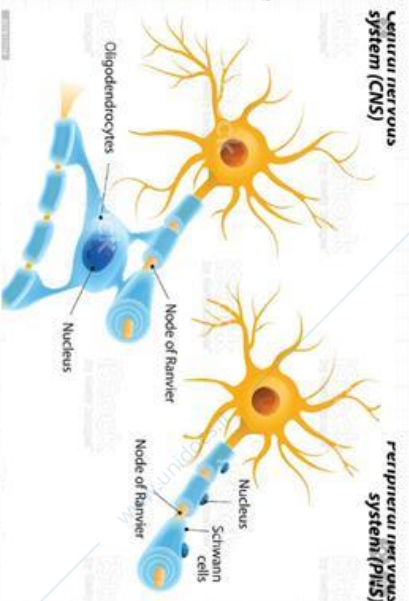
La fibra nervosa rappresenta il prolungamento del neurite rivestito di guaine. L'involucro posto immediatamente a ridosso dell'assolemma (membrana plasmatica del neurone) è la **guaina mielinica**.

Essa è considerata un isolante elettrico che evita la dispersione dell'impulso facilitando nella conduzione assonica. La guaina mielinica è a intervalli regolari interrotta da particolari i restringimenti: i **nodi di ranvier**.

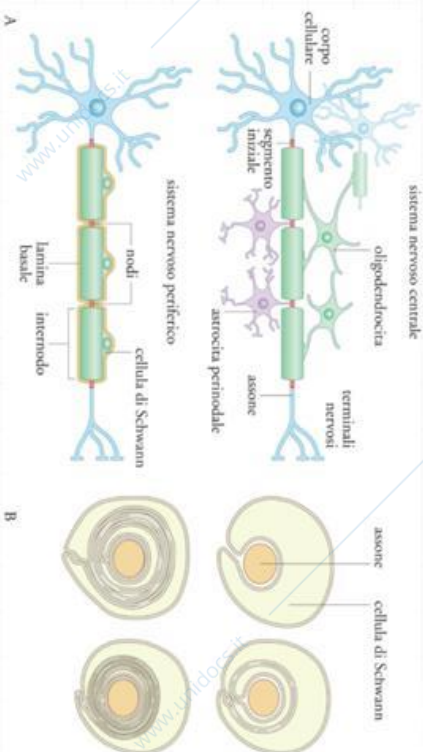


La guaina mielinica contiene due tipi di **cellule di neuroglia**: gli **oligodendrociti** nel sistema nervoso centrale e le **cellule di Schwann** nel sistema nervoso periferico.

Un **oligodendrocita** è in grado di mielinizzare più assoni ai quali fornisce una guaina mielinica completa: la **cellula di Schwann** è capace di mielinizzare al completo un solo assone; quando si mette il rapporto contemporaneamente con più assone e li accoglie tra le pieghe della membrana plasmatica, ma fornisce ognuno di questi una guaina mielinica incompleta.



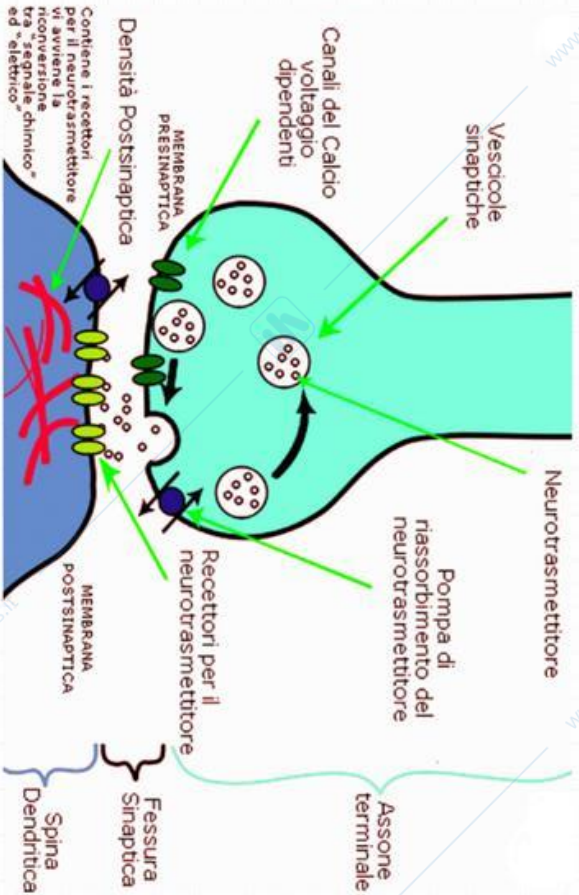
In ogni modo, la **mielinizzazione** consiste in un processo di avvolgimenti spiralizzante sull'assone dei lembi citoplasmatici e di plasmalemma delle cellule gliali che si stratificano progressivamente su l'assone: i primi due lembi citoplasmatici che si avvicinano addossandosi sull'assone costituiscono il mesoassone. A mielinizzazione ultimata sulla cellula gliale rimane uno strato citoplasmatico che ospita il nucleo e che rimane addossato alla guaina mielinica: tale residuo che sovrasta il manico mielinico viene definito **nevriolemma**.



### Sinapsi e trasmissione interneurona

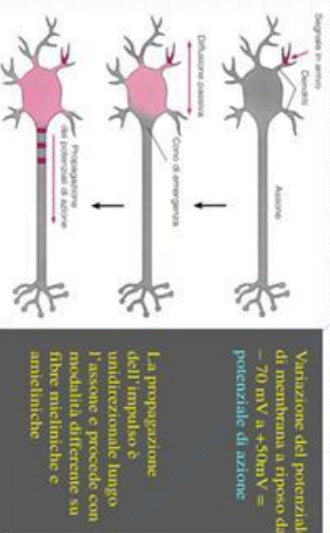
La **sinapsi** rappresenta il dispositivo di giunzione che si introduce tra due neuroni. I dispositivi di giunzione tra terminali nervosi vengono definiti come **giunzioni sinaptoidi**. La funzione principale della sinapsi è quella di **consentire il trasferimento delle informazioni**, in maniera unidirezionale, da un neurone all'altro, convertendo il segnale elettrico proveniente dal neurone presinaptico (prima delle sinapsi) in un segnale chimico che media il trasferimento dell'impulso nervoso al neurone **postsinaptico** (dopo le sinapsi). Pertanto, nell'uomo e negli altri mammiferi esistono pressoché esclusivamente **sinapsi chimiche**, nelle quali la trasmissione dell'impulso è affidata a messaggeri chimici elaborati dal neurone, i **neurotrasmettitori**. Dal punto di vista funzionale le sinapsi vengono distinte in **eccitatorie** quando facilitano la trasmissione interneurona dell'impulso e **inibitorie** quando la frenano. Le sinapsi si istituiscono su qualsiasi punto della superficie del neurone e, secondo la natura dei componenti che stabiliscono la giunzione, si distinguono sinapsi assomatiche e, assodendritiche, assossoniche.

Nella zona presinaptica vi sono le **vescicole sinaptiche**. Esse rappresentano il luogo di deposito dei neurotrasmettitori.



Come precedentemente accennato, esiste, tra la superficie esterna e quella interna della membrana delle cellule nervose e delle loro cellule effrici, una **differenza di potenziale definita potenziale di membrana e potenziale di riposo**. Esso è mantenuto dalla presenza di pompe ioniche sulle membrane cellulari che trasportando ioni dentro e fuori delle cellule, e mantengono una carica elettrica disuguale sulle due superfici, esterna e interna. Se stimolata, una cellula nervosa risponde, in virtù della sua eccitabilità, con una **depolarizzazione** (diminuzione del valore assoluto del potenziale di membrana) della membrana plasmatica provocata dal passaggio di elettroliti, successivo all'apertura dei **canali ionici**. La depolarizzazione si propaga ad un'elevata velocità a tutta la membrana plasmatica, raggiungendo il terminale assonico. Qui sono presenti i **canali calcio** che si aprono in seguito alla depolarizzazione della membrana cellulare, lasciando entrare questo ione, che innescando l'oscillazione delle vescicole contenute nel terminale assonico. I neurotrasmettitori sono quindi liberi di attraversare la fessura sinaptica e di combinarsi ai recettori posti sulla membrana postsinaptica. Immediatamente per il blocco della pompa sodio potassio, indotto da neurotrasmettitori, si assiste ad una prima variazione del potenziale elettrico che sensibilizza i canali ionici ad aprirsi provocandone il conseguente flusso ionico, che completa depolarizzazione della membrana e quindi l'insorgenza del potenziale d'azione. Le zone del plasmalemma si trovano nel punto in cui inizia il potenziale d'azione, in questo punto, ritorna il potenziale di riposo perché si aprono i **canali potassio** che esce e siccome è carico positivamente esce della carica positiva.

(Gli ioni nella membrana plasmatica non passano facilmente perché sono carichi e creano della differenza di concentrazione di ioni all'esterno della membrana plasmatica. Cio è detto potenziale di riposo. Il loro utilizzo il potenziale di riposo per andare a creare il potenziale d'azione. Per questa trasformazione il neurone cambia la concentrazione di ioni che entrano all'interno della membrana plasmatica e ciò cambia anche la concentrazione di ioni che si trova all'esterno della membrana plasmatica ciò causa un cambiamento del potenziale di membrana e la creazione del potenziale di azione)



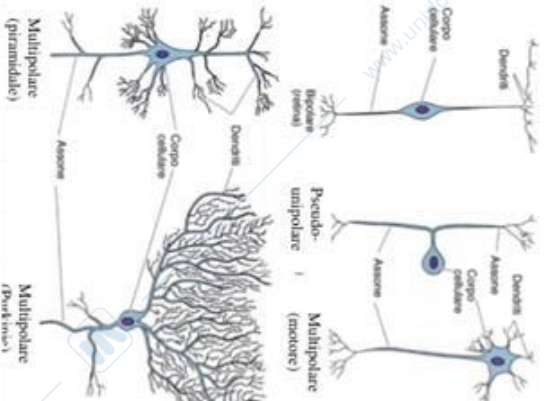
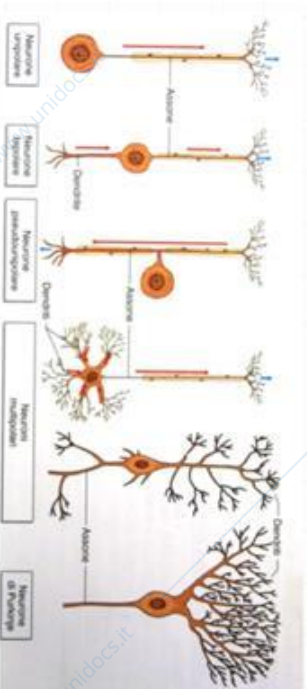
### Classificazione dei neuroni

In base a dove arriva l'impulso nervoso, al tipo di prolungamento presente e al loro numero, i neuroni si distinguono in:

- **unipolari**, forniti da un solo prolungamento;
- **bipolari**, forniti da un neurite e un dendrite;
- **pseudounipolari**, sembrano forniti da un solo prolungamento ma questo poi si divide in un neurite e un dendrite;

### Terminazioni nervose periferiche

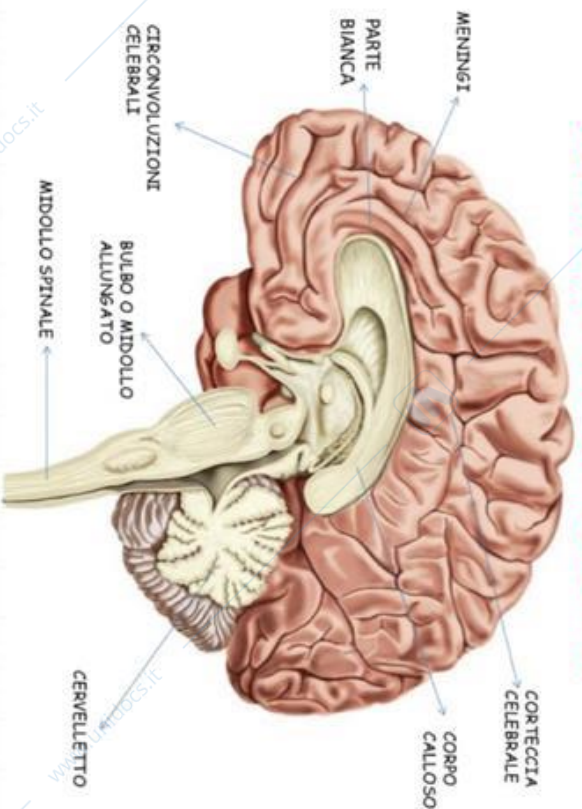
Sono rappresentate dalle estremità ovvero dei terminali delle **fibre sensitive o afferenti**, specializzate per la ricezione e trasmissione degli stimoli di senso dai tessuti periferici al sistema nervoso centrale, e da terminali di **fibre motrici o efferenti** specializzati per la trasmissione di stimoli di moto dal sistema nervoso centrale a organi periferici efferenti. La modalità di terminazione delle fibre nervose periferiche sono diverse a seconda che si tratti di fibre nervose afferenti ovvero quelle di senso, o efferenti ovvero quelle di moto.



### Sistema nervoso centrale

Il **sistema nervoso centrale** è formato da *encefalo*, *cervelletto* e *midollo spinale*, e appare in costituito da una porzione più chiara detta *sostanza bianca* e da una più scura detta *sostanza grigia*. Nell'encefalo e nel cervelletto, la sostanza bianca è situata al centro mentre la sostanza grigia è posta alla periferia; nel midollo spinale invece la sostanza grigia è situata al centro, circondata da sostanza bianca. Nella sostanza bianca vi sono gli assoni mielinizzati, mentre nella sostanza grigia, oltre alle cellule gliali, troviamo i corpi cellulari e i dendriti delle cellule nervose e i segmenti iniziali degli assoni non sono ancora rivestiti da guaine. La sostanza grigia forma nell'encefalo nel cervelletto la **corteccia cerebrale**. Nella sostanza bianca dell'encefalo e del cervelletto sono infine presenti aggregati di neuroni che formano i nuclei della base. Nella corteccia cerebrale le numerose sinapsi operano l'integrazione delle informazioni sensitive ed elaborano l'induzione delle risposte motorie.

### La struttura del sistema nervoso centrale

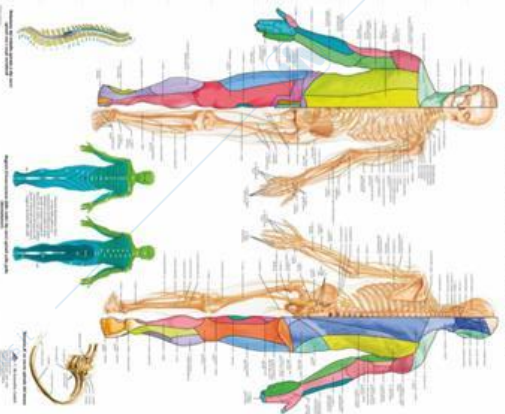


### Sistema nervoso periferico

È formato da componenti del sistema nervoso poste al di fuori del neurassone che costituiscono due tipi di organi: i **gangli e nervi**. I **gangli spinali**, situati ai lati del neurassone (si occupa del controllo e dell'elaborazione delle informazioni), sono costituiti dai **neuroni sensitivi** che raccolgono con il loro prolungamento l'informazione sensoriale recepita dalle loro terminazioni e la trasferiscono con il loro prolungamento centrale al midollo o all'encefalo. I nervi sono costituiti da un insieme di fibre nervose che in periferia vengono riunite in fasci da tessuto connettivo. Esso avvolge l'intero tronco del nervo e va a formare l'**epinervio** da cui sia l'unione delle tante fibre in tanti fasci ognuno dei quali è chiamato **perinervio** da cui si formano fibre, **endonervio**.

Tra nervi distinguiamo i **nervi cranici e nervi spinali**, quest'ultimi si connettono al midollo spinale tramite una radice ventrale e una dorsale; mentre la radice dorsale è costituita da fibre sensitive o afferenti che conducono gli stimoli dalla periferia al sistema nervoso centrale, la radice ventrale è costituita da fibre motrici o afferenti che trasmettono gli stimoli dal sistema nervoso centrale agli organi effettori. In corrispondenza della radice dorsale dei nervi è situato il ganglio spinale. Le radici dorsale e ventrale dopo essere messe dal canale vertebrale si riuniscono a formare il nervo spinale. Il nervo provvisto di sole fibre sensitive afferenti si chiama nervo sensitivo, se formato solo da fibre motrici offerenti si chiama nel motore, tuttavia la maggior parte dei nervi contengono sia fibre afferenti e efferenti e vengono chiamati i **nervi misti**.

Il sistema nervoso periferico

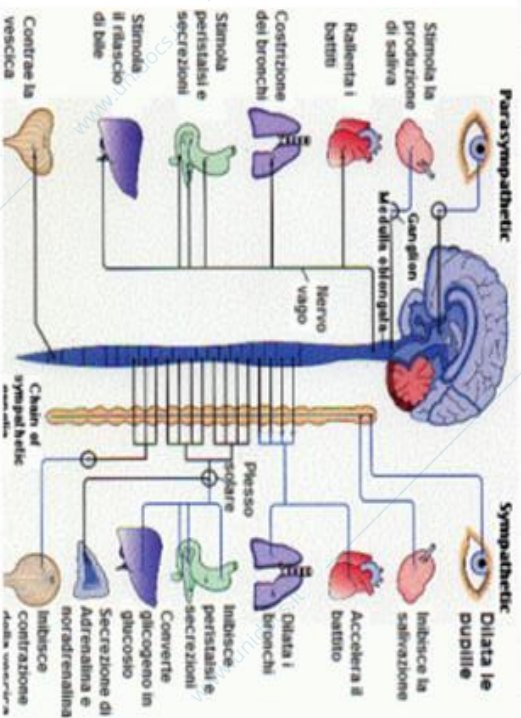


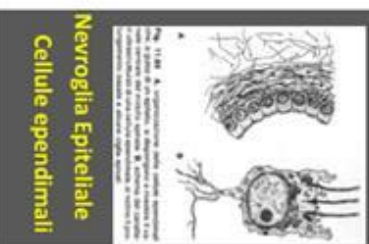
### Sistema nervoso autonomo

Il **sistema nervoso autonomo** rappresenta la componente del sistema nervoso che è destinato a controllare le attività della muscolatura liscia e cardiaca e le attività secretoria di alcune ghiandole ed inoltre ha il compito di mantenere l'omeostasi. Esso è costituito da via afferenti che fanno capo ai neuroni dei gangli sensitivi, e da vie efferenti. Le fibre nervose situate in sistema nervoso centrale sono chiamate e **fibre pregangliari**, mentre quelle che emergono dai neuroni dei gangli e che sono diretti agli organi effettori sono dette **fibre postgangliari**. Il sistema nervoso autonomo è composto nel **sistema simpatico** e un **sistema parasimpatico**. Il **sistema simpatico** ci permette di reagire in modo efficace nelle situazioni di emergenza, tali reazioni sono rese possibili dal sistema simpatico e si parla di risposta combattiva e fuga. Il sistema simpatico va ad attivare gli organi del corpo e mobilitare le risorse per intervenire nelle situazioni di emergenza.

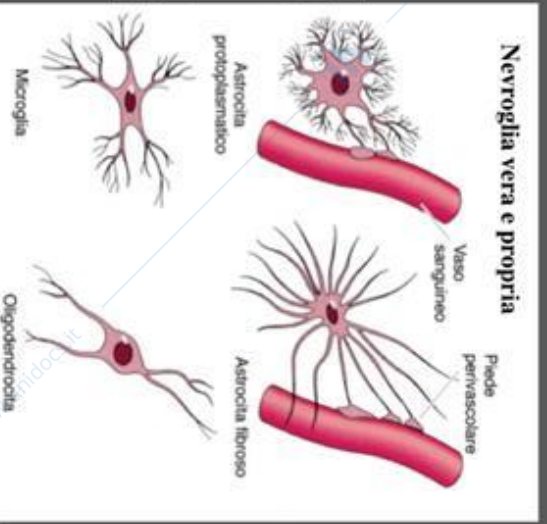
Il **sistema parasimpatico** ha il ruolo di ristabilire l'equilibrio una volta che il meccanismo ha reagito alla situazione di emergenza, quindi in seguito all'attivazione del sistema simpatico. Ciò si definisce condizione di riposo, quindi la funzione antagonista a quella del simpatico. Il sistema simpatico attiva un organo del corpo, mentre quello parasimpatico lo riporta ad una attività di base. I due sistemi sono quasi sempre attivi, vi è quindi sempre un equilibrio fra i due.

Nel caso del sistema simpatico le fibre si originano dal tratto lombare e toracico. Nel sistema parasimpatico le fibre hanno origine nella parte più alta dell'encefalo e dalla regione sacrale del midollo spinale. Il sistema simpatico utilizza nella comunicazione sia acetilcolina e adrenalina, l'acetilcolina permette l'attivazione dei muscoli; mentre il sistema parasimpatico utilizza solo acetilcolina. L'adrenalina quindi permette di attivare gli organi.





**Nevroglia Epiteliale**  
Cellule ependimali



**Nevroglia**  
Nel sistema nervoso (centrale, periferico e autonomo) vi è una categoria di cellule non nervose che sono globalmente indicate col termine nevroglia (o glia). La nevroglia ha diverse funzioni, ognuna specifica per il tipo di cellula che la costituisce:

**Funzione di sostegno e trofica** La rete formata dalle cellule di nevroglia e dai loro prolungamenti costituisce una trama di sostegno ed il mezzo interno per gli scambi nutritivi e gassosi tra le cellule e il sangue. La nevroglia, quindi, svolge una funzione di sostegno e trofica analoga a quella del tessuto connettivo lasso interstiziale in altri organi. Alcuni prolungamenti dei gliociti si connettono con i vasi sanguigni, sui quali terminano con ingrossamenti globosi, e con la pia madre per mezzo di piccole espansioni a forma di pedicelli. Si ritiene che le terminazioni gliali intorno ai vasi sanguigni abbiano la funzione di stabilire rapporti trofici tra i capillari e le cellule nervose.

**Riparazione di lesioni del sistema nervoso centrale** Nel corso di fenomeni degenerativi i gliociti si ipertrofizzano e proliferano riempiendo gradualmente gli spazi lasciati liberi dai neuroni degenerati.

**Modulazione della trasmissione dell'impulso nervoso** Le cellule della glia intervengono anche nella modulazione della trasmissione dell'impulso nervoso regolando la concentrazione di particolari elettroliti dell'interstizio e metabolizzando alcuni mediatori chimici, detti eccitotossici, come il glutammato e l'aspartato

Si divide in:

- Nevroglia Epiteliale
- Nevroglia vera e propria

**GLIA ( o NEVROGLIA )**

Sono cellule accessorie per il sistema nervoso che si sono specializzate per diverse funzioni:

- Isolamento dei Neuroni e dei loro prolungamenti
- Nutrizione dei Neuroni
- Difesa contro agenti dannosi.

Si divide in:

- Nevroglia Epiteliale
- Nevroglia vera e propria

**NEVROGLIA EPITELIALE :**  
E' data cellule che costituiscono l'**EPENDIMA**  
Sono cellule di aspetto prismatico , unite tra loro da giunzioni occludenti , che formano una sorta di palizzata che delimita i ventricoli cerebrali e la cavità all'interno del Midollo spinale.

Proprio per questo aspetto , che ricorda quello di un epitelio , è stata denominata : Nevroglia Epiteliale

**FUNZIONE DELL'EPENDIMA :**

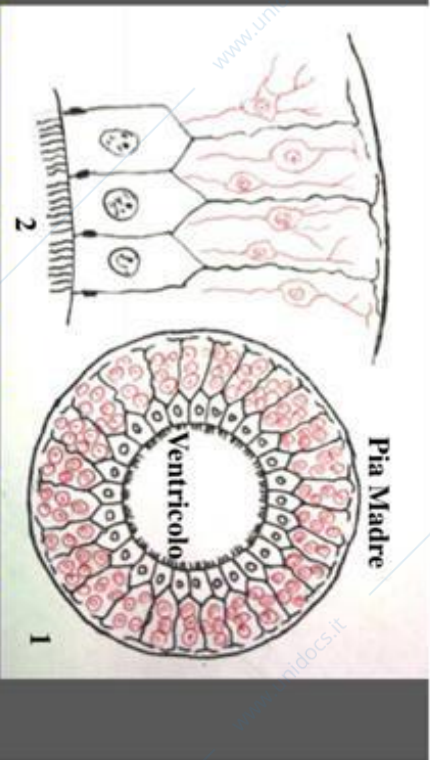
Alcuni suoi elementi (i **taniciti** dei plessi corioidei) producono il liquido Cefalo-Rachidiano (che si trova all'interno dei ventricoli cerebrali) .

Con le ciglia presenti su altri elementi, lo mantengono in movimento

Mantengono costante la composizione del liquido Cefalo-Rachidiano

**EPENDIMIA :**  
Le cellule ependimali formano una sorta di palizzata che delimita le cavità ventricolari del cervello e la cavità del rachide del midollo spinale.

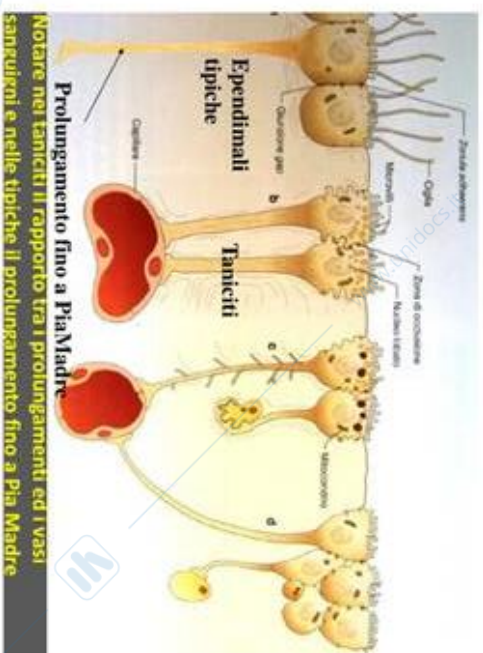
Hanno la forma di un epitelio cilindrico monostratificato con numerose ciglia dalla parte del ventricolo e con un lungo prolungamento dalla parte opposta .



In 1: Tubo neurale all'inizio dello sviluppo . Notare la parete interna formata dalla palizzata di cellule ependimali con ciglia verso il ventricolo ed un prolungamento verso la pia madre. Nello spessore , numerosi futuri neuroblasti ( in rosso ) , ancora indifferenziati -

**Con il procedere dello sviluppo , le cellule ependimali si differenziano in cellule Ependimali Tipiche , provviste di numerose ciglia con cui provocano la motilità del liquido cefalo-rachidiano ed in Tanicitì.**

**Nei Tanicitì il prolungamento entra in contatto con vasi sanguigni da cui preleva il materiale per costituire il liquido cefalo-rachidiano che verseranno poi nei ventricoli**



Notare nei tanicitì il rapporto tra i prolungamenti ed i vasi sanguigni e nelle tipiche il prolungamento fino a Pia Madre

**I Tanicitì , prendendo con un prolungamento rapporto con un vaso, prelevano il materiale da versare poi nei ventricoli per formare il liquido Cefalo-Rachidiano.**

**Le cellule Ependimali tipiche , con le loro ciglia , lo mantengono in movimento.**

### NEVROGLIA VERA E PROPRIA

#### MACROGLIA ( o Astrociti )

#### OLIGODENDROGLIA

#### MICROGLIA

Origine : Tranne la Microglia , gli altri derivano dal tubo neurale

La Microglia invece è data da Macrofagi che sono migrati nel tessuto nervoso per assolvere a processi di difesa per fagocitosi di elementi dannosi

#### MACROGLIA ( o ASTROCITI )

Comprendono cellule di aspetto stellato con numerosi prolungamenti .

- Alcune cellule hanno prolungamenti lunghi e sottili ( sono detti Astrociti Fibrosi )
- Altre cellule hanno prolungamenti corti e tozzi ( sono detti Astrociti Protoplasmatici )

Si tratta però di un diverso aspetto morfologico perché la funzione è la stessa :

Nutrire i Neuroni

#### FUNZIONE DEGLI ASTROCITI:

Servono per nutrire i neuroni.

Infatti alcuni prolungamenti sono in contatto con i vasi sanguigni. Altri prolungamenti sono in rapporto con i neuroni.

Pertanto , prelevano i nutrimenti dal sangue e lo passano ai neuroni.

Essi però effettuano una selezione sul materiale per cui passano ai neuroni solo i materiali di cui necessitano.

Questo costituisce una sorta di barriera funzionale che viene denominata : Barriera Emato-Encefalica

#### In blu : Microglia

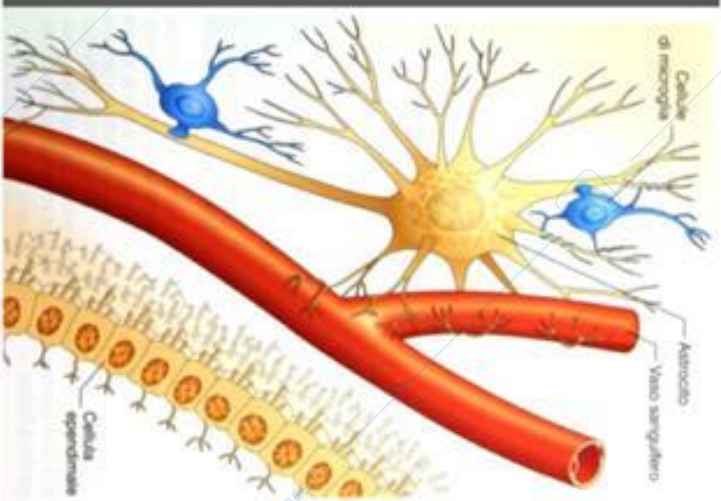
Stellata e più grande

Macroglia (astrociti) –

Notare i prolungamenti addossati ad un vaso .

A destra: Ependima .

Notare l'aspetto epiteliale delle cellule



Questi altri prolungamenti contatteranno i neuroni

#### Macroglia:

astrociti fibrosi.

Notare il

rapporto di

alcuni

prolungamenti

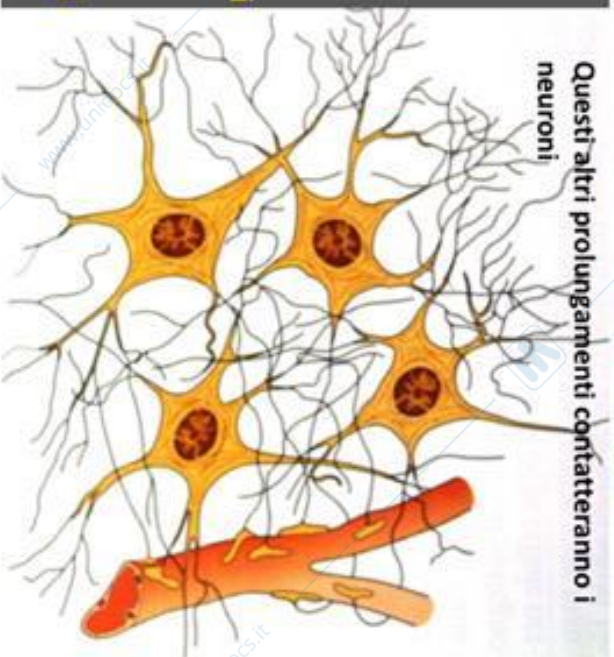
con i vasi

sanguigni da

cui

preleveranno i

nutrimenti



## **OLIGODENDROGLIA :**

**Hanno relativamente pochi prolungamenti.**

**La loro funzione è quella di avvolgere i neuroni e i prolungamenti , che si trovano all'interno del sistema nervoso centrale , per isolarli.**

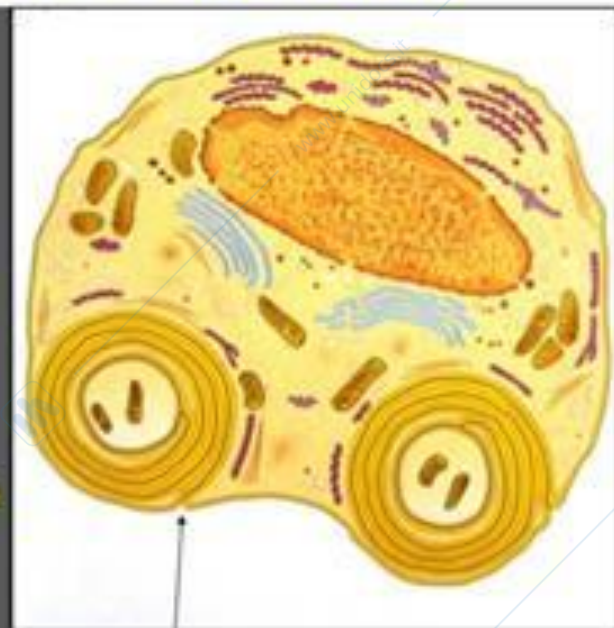
**Hanno quindi una funzione simile a quella delle cellule di Schwann , ma all'interno delle masse cerebrali.**

**Alcuni autori sostengono che quando un neurite motorio esce dalla massa cerebrale per spostarsi lontano ad innervare un muscolo , si porta dietro alcune cellule di oligodendroglia che poi si differenzieranno in cellule di Schwann**

### **OLIGODENDROGLIA:**

**Notare come la cellula avvolge più assoni isolandoli**

**Il sistema ricorda rassomiglia a quello delle Cellule di Schwann**



**Nel punto indicato le giunzioni sono occludenti**

## **MICROGLIA :**

**Sono cellule relativamente piccole , affusate e con**

