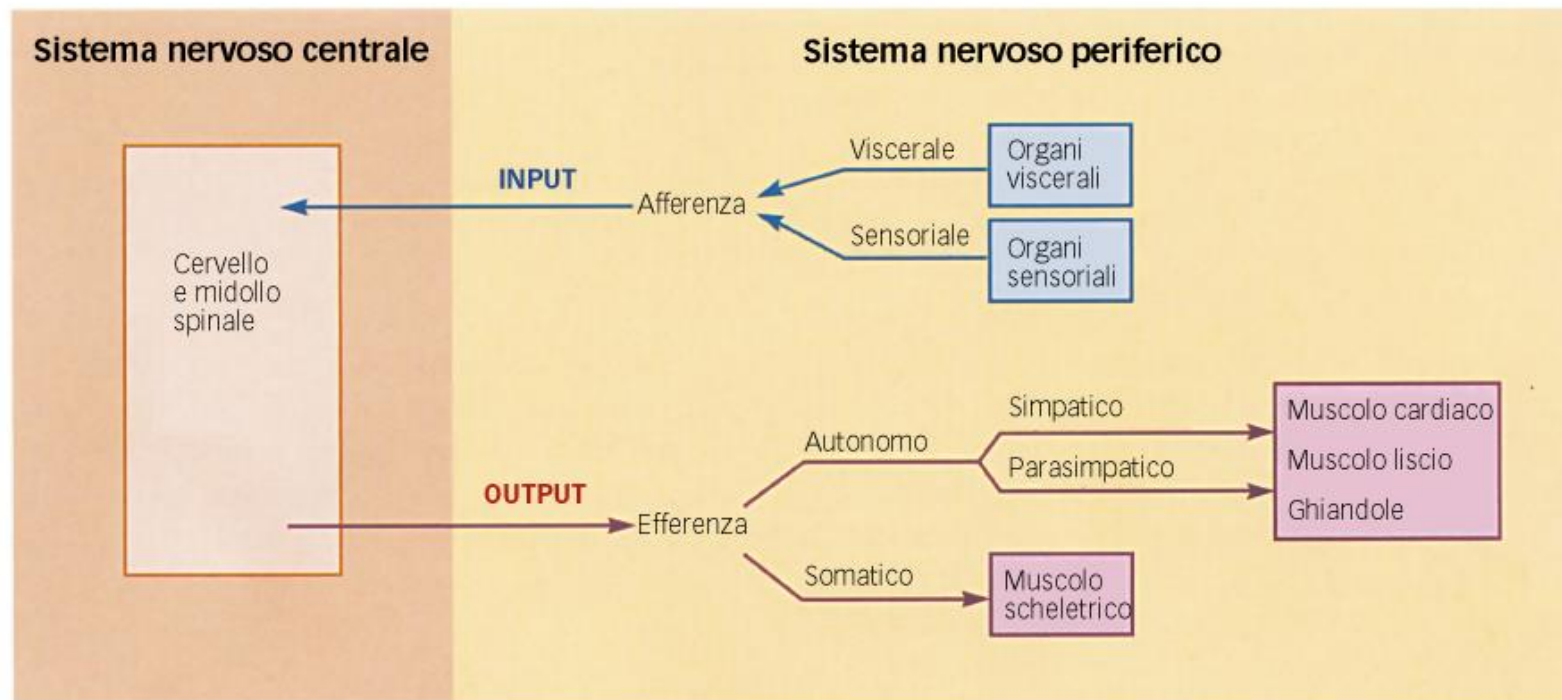




Prof.ssa Iole Tomassini Barbarossa
Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica
Lezioni di Fisiologia

E' vietata la copia e la riproduzione dei contenuti e immagini in qualsiasi forma.
E' inoltre vietata la redistribuzione e la pubblicazione dei contenuti e immagini non autorizzate espressamente dall'autore.

Il sistema nervoso



Il sistema nervoso è una struttura organizzata funzionalmente per:

ricevere (*sistema nervoso periferico*)

conservare e elaborare (*sistema nervoso centrale*) → **informazioni**

trasmettere (*sistema nervoso periferico*)

sistema sensoriale

- **individua** le variazioni di ambiente interno ed esterno

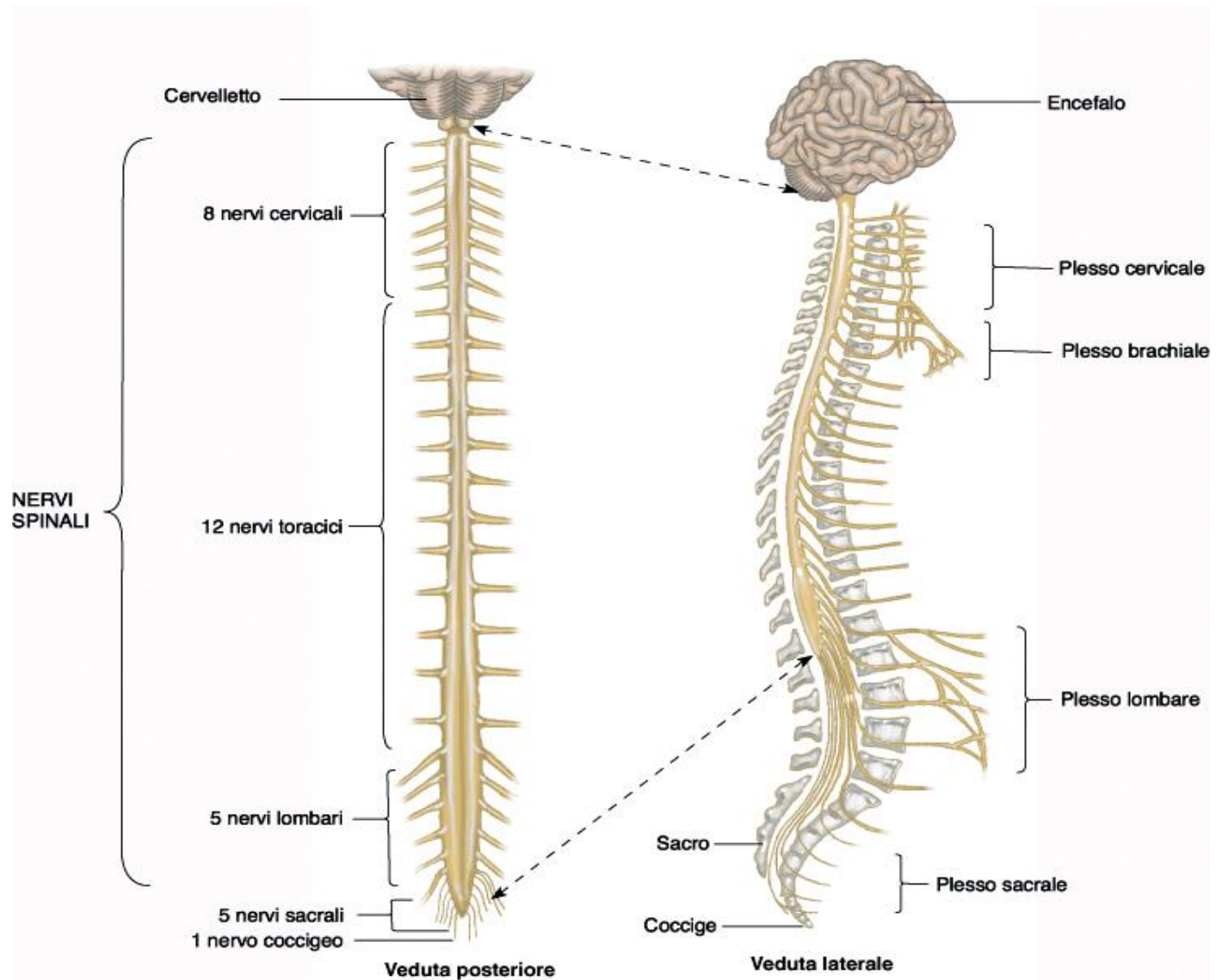
sistema centrale

- **valuta** le informazioni

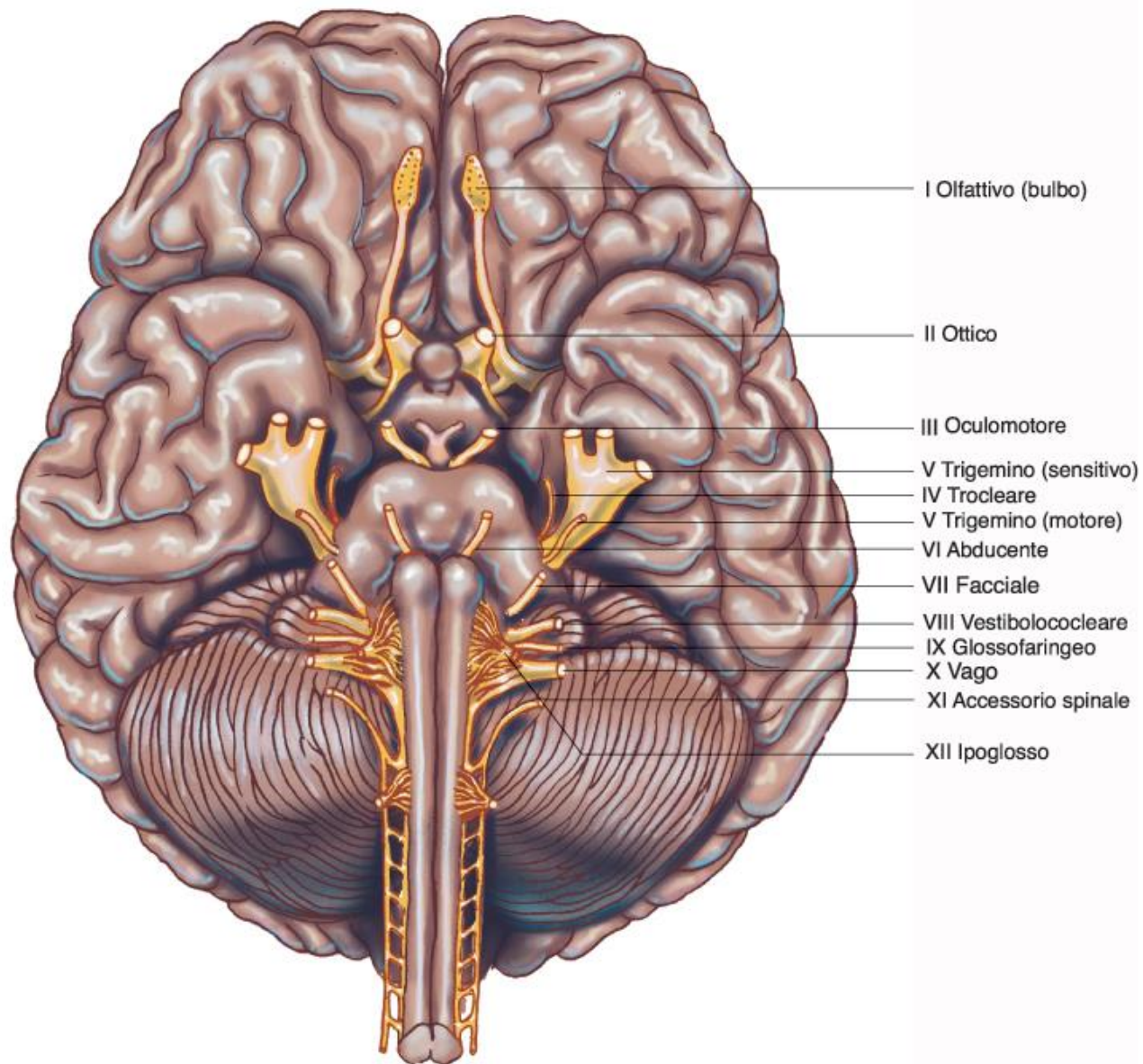
sistema motorio e sistema autonomo

- **risponde** coordinando attività muscolari e ghiandolari

Sistema nevoso centrale è formato dall'encefalo e dal midollo spinale

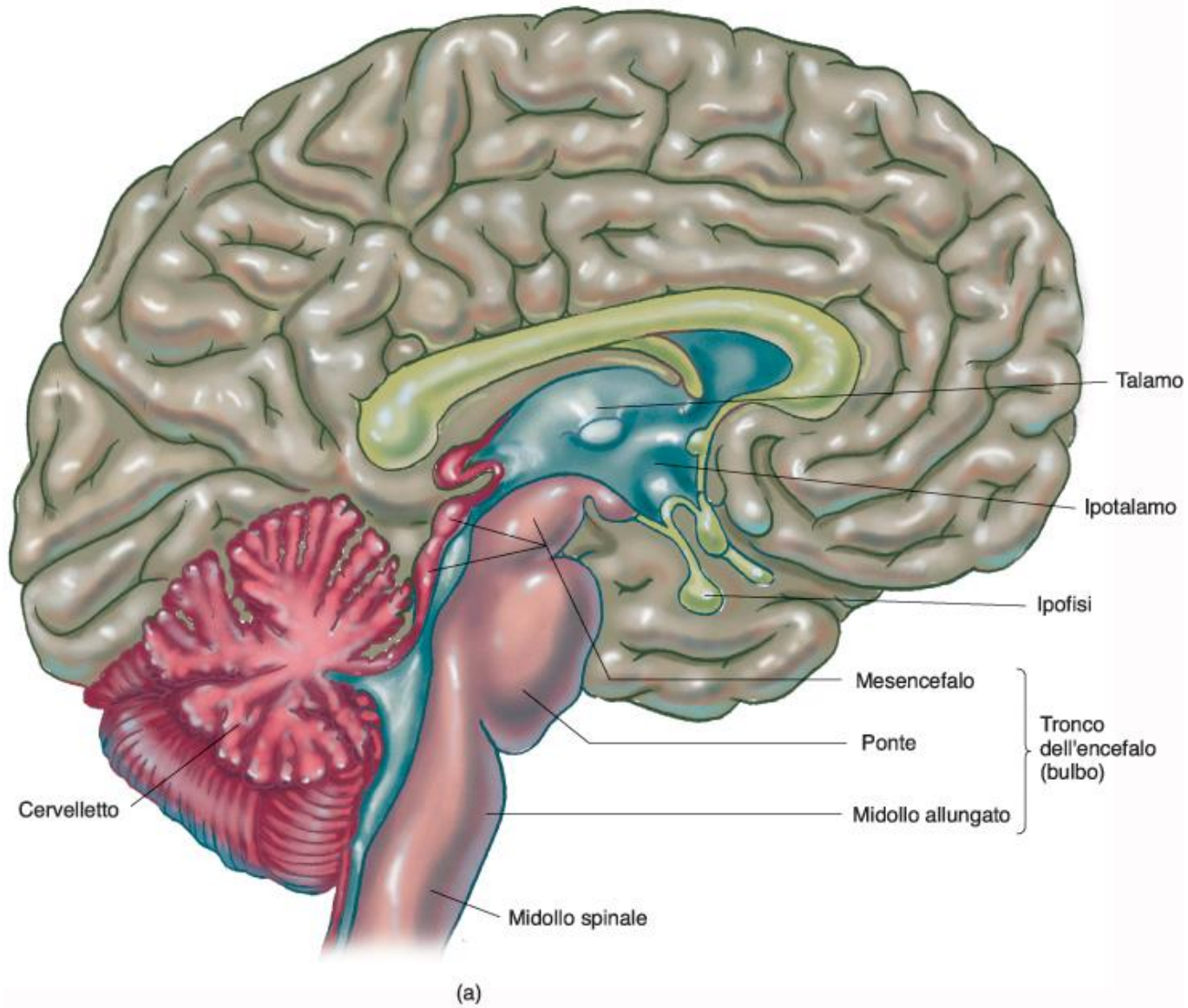


(a) Midollo spinale e nervi spinali



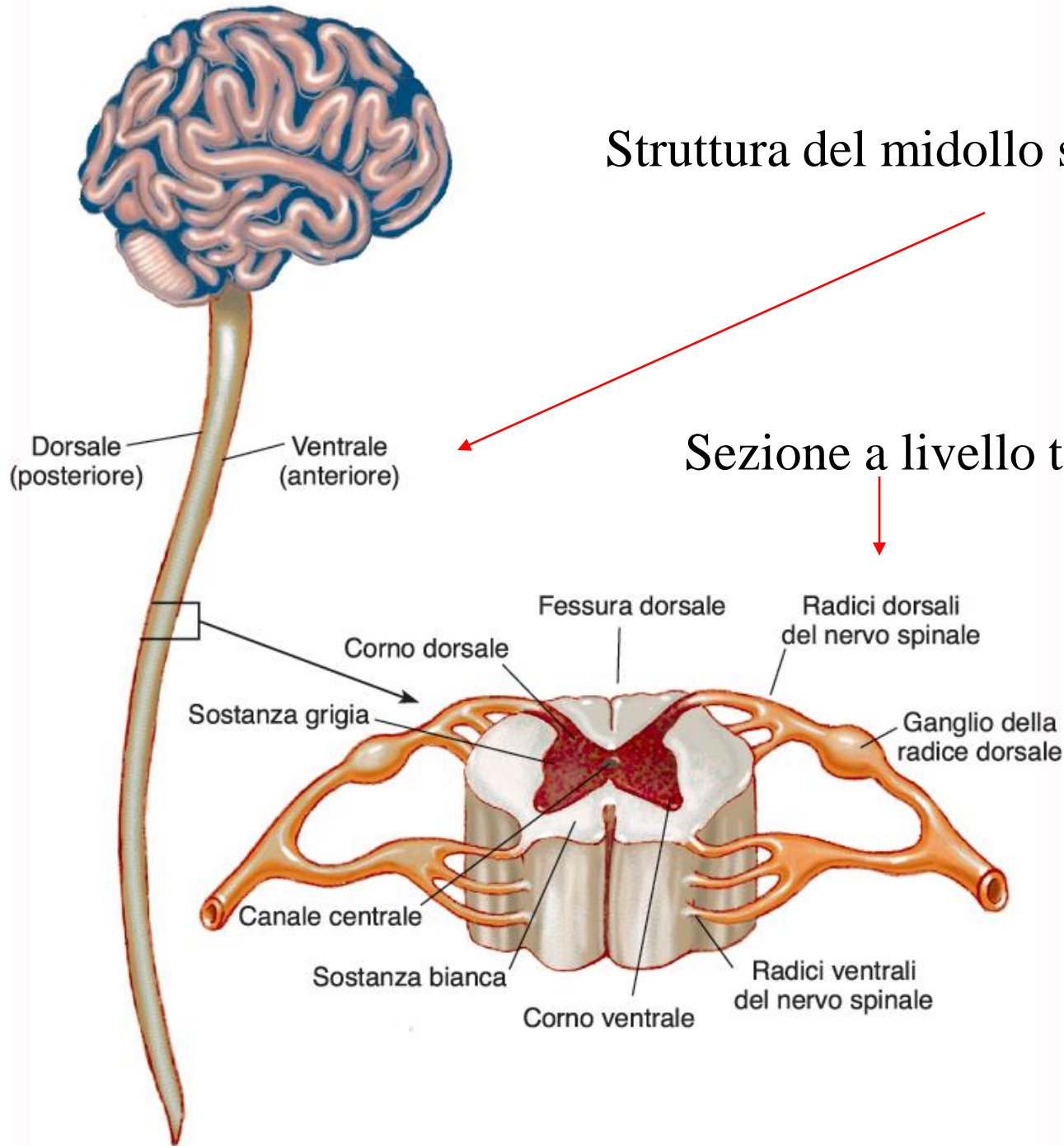
Veduta anteriore

(b) Encefalo e nervi cranici



Sezione sagittale mediana del cervello di adulto

Struttura del midollo spinale.



Sezione a livello toracico.

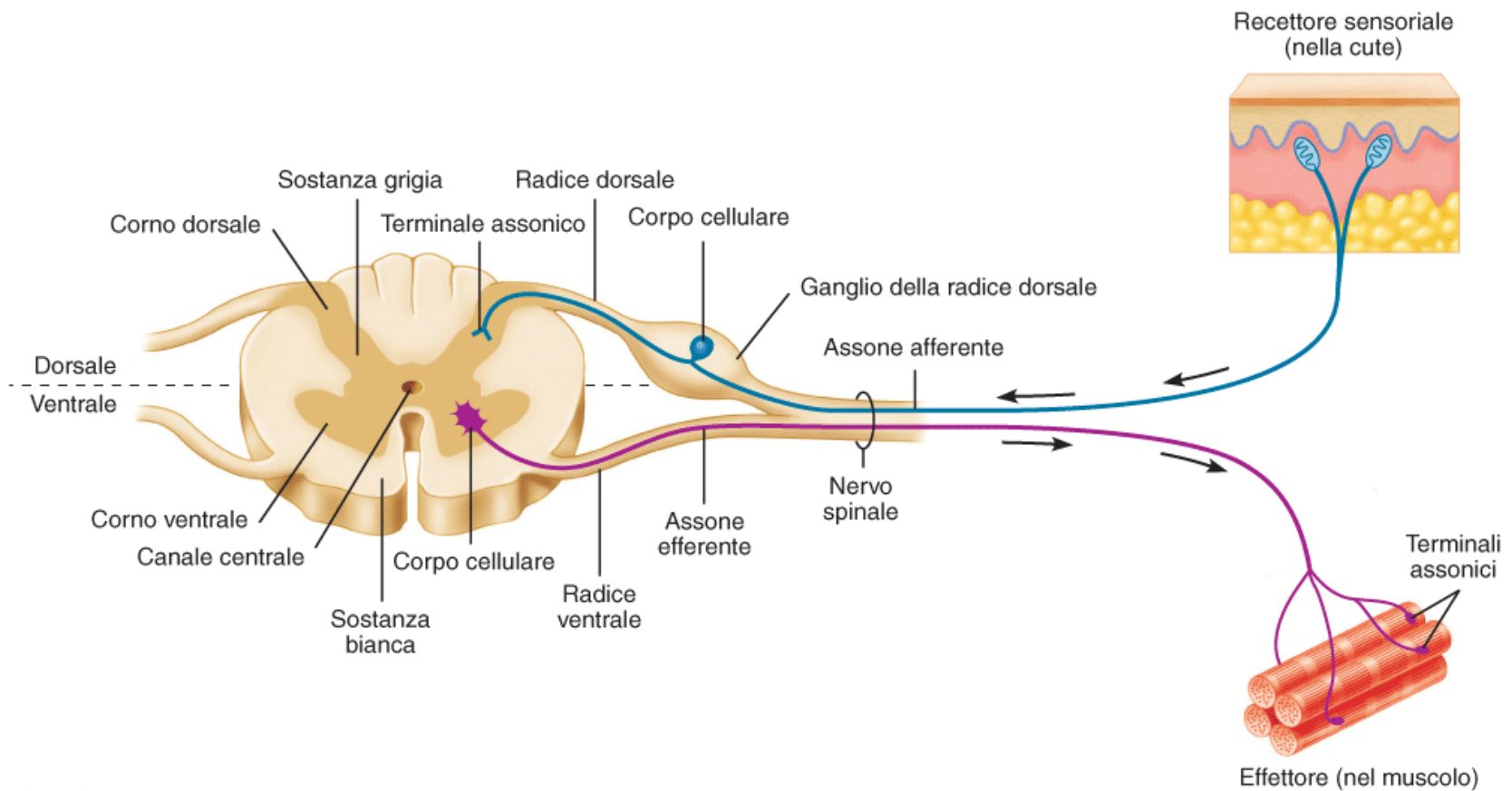


FIGURA 9.8 Sostanza grigia del midollo spinale e nervi spinali. Questa sezione trasversale del midollo spinale a livello lombare rivela le due metà funzionali della sostanza grigia del midollo spinale: quella dorsale e quella ventrale. Gli assoni dei neuroni afferenti penetrano nel midollo spinale attraverso la radice dorsale e terminano nel corno dorsale; i loro corpi cellulari sono localizzati nei gangli della radice dorsale. Gli assoni dei neuroni efferenti originano nel corno ventrale e fuoriescono attraverso la radice ventrale. Poiché i nervi spinali contengono assoni di neuroni afferenti ed efferenti, questi nervi sono considerati misti.

Il sistema nervoso contiene un'organizzazione complessa di oltre **mille miliardi** di cellule.

Vi sono due tipi di cellule

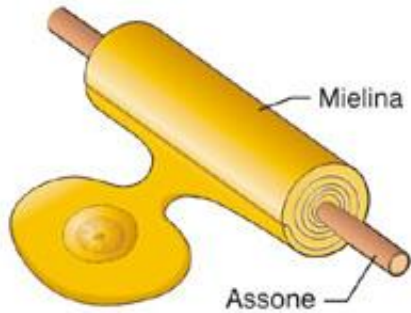
I neuroni: Trasmettono le informazioni con un meccanismo elettrochimico che consiste nella trasmissione degli impulsi elettrici e nella liberazione di neurotrasmettitori

Le cellule gliali: conservano attorno ai neuroni un ambiente costante adatto allo scambio rapido di segnali nervosi

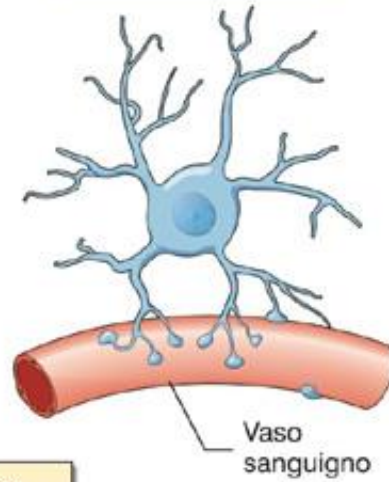
Le Cellule Gliali

Sistema nervoso centrale

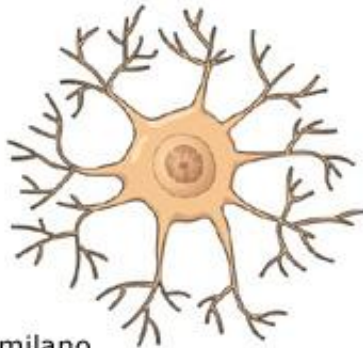
Oligodendrocito



Astrocito

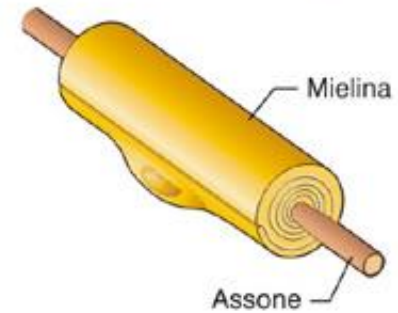


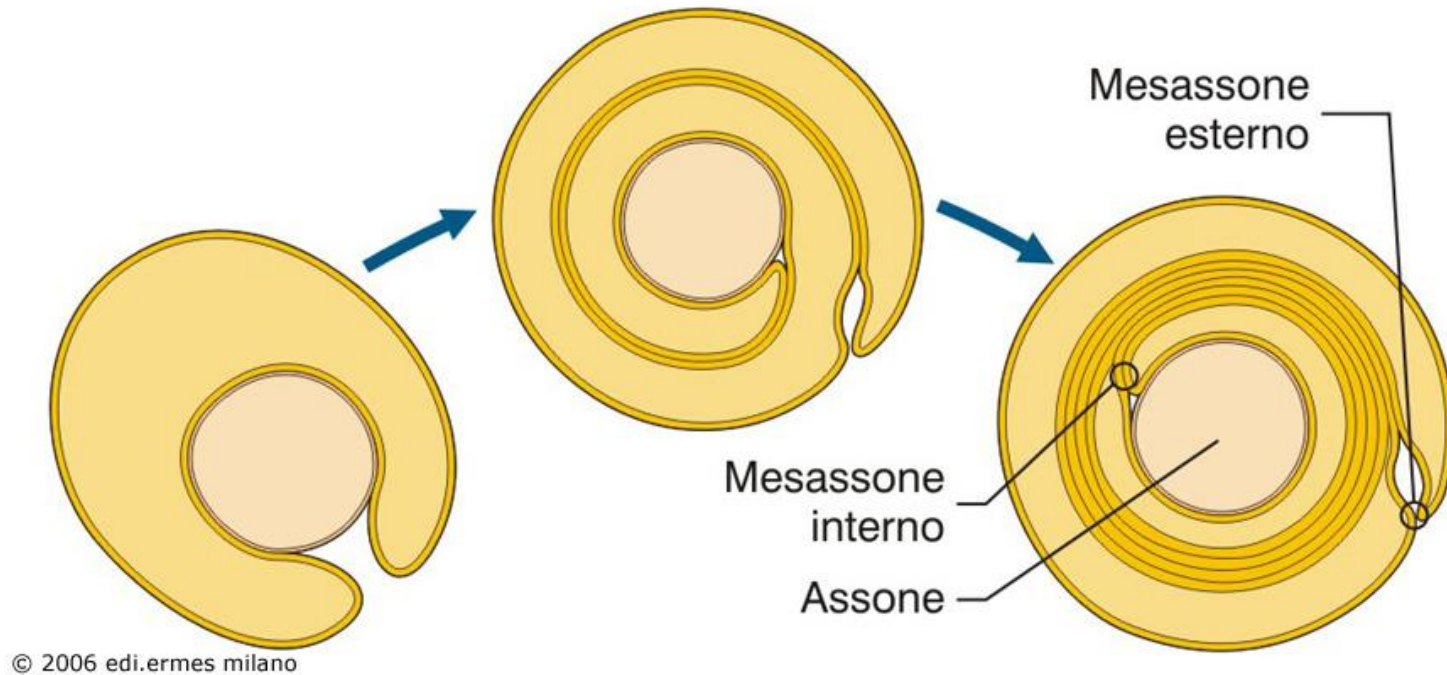
Microgliocito



Sistema nervoso periferico

Cellula di Schwann





Rappresentazione schematica di stadi successivi nella formazione della guaina mielinica di assoni del sistema nervoso periferico a opera di un cellula di schwann

Sistema nervoso centrale

Sistema nervoso periferico

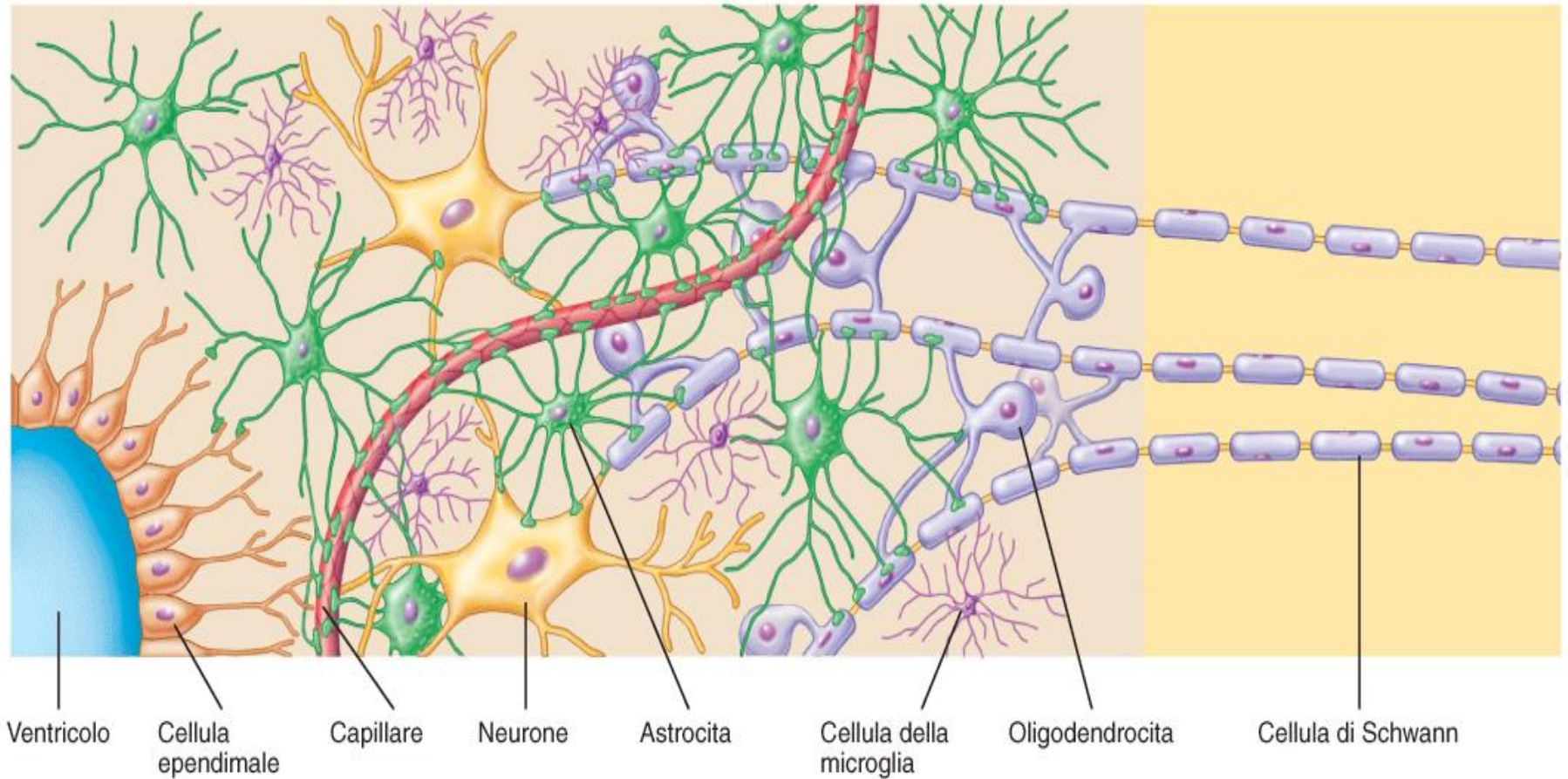
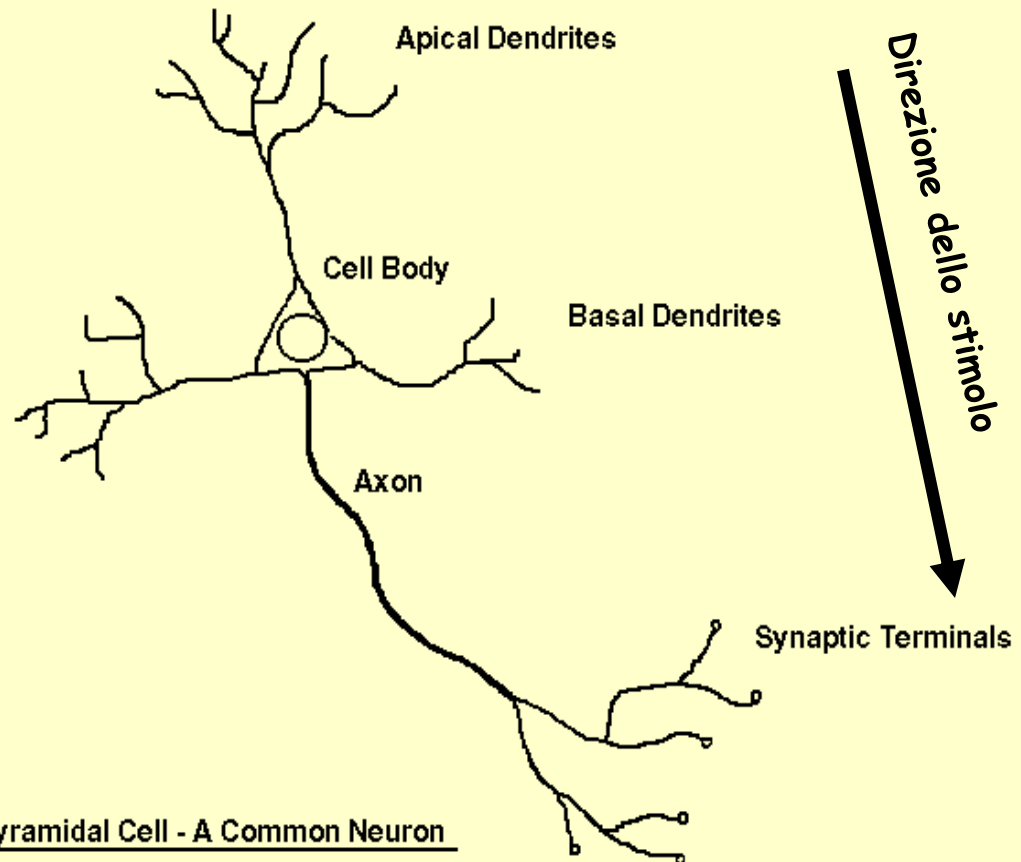
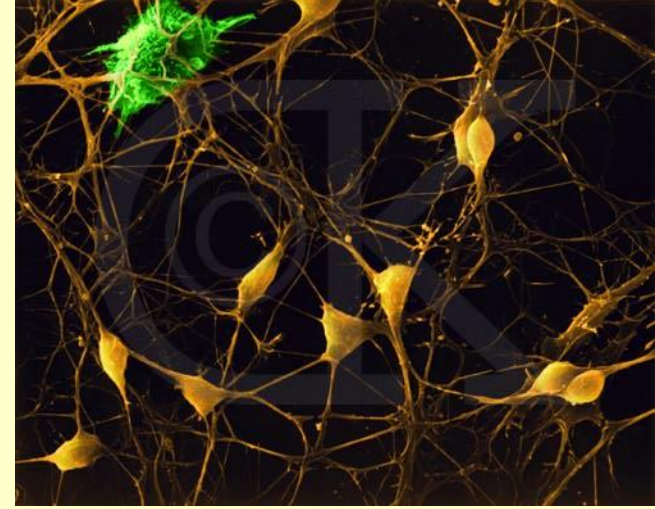


FIGURA 9.1 Le cellule gliali nel sistema nervoso.

Il neurone

Ogni neurone è costituito da un **corpo cellulare** e da **prolungamenti** che da esso si dipartono: i **dendriti** (informazione in direzione centripeta) e gli **assoni** (informazione in direzione centrifuga).

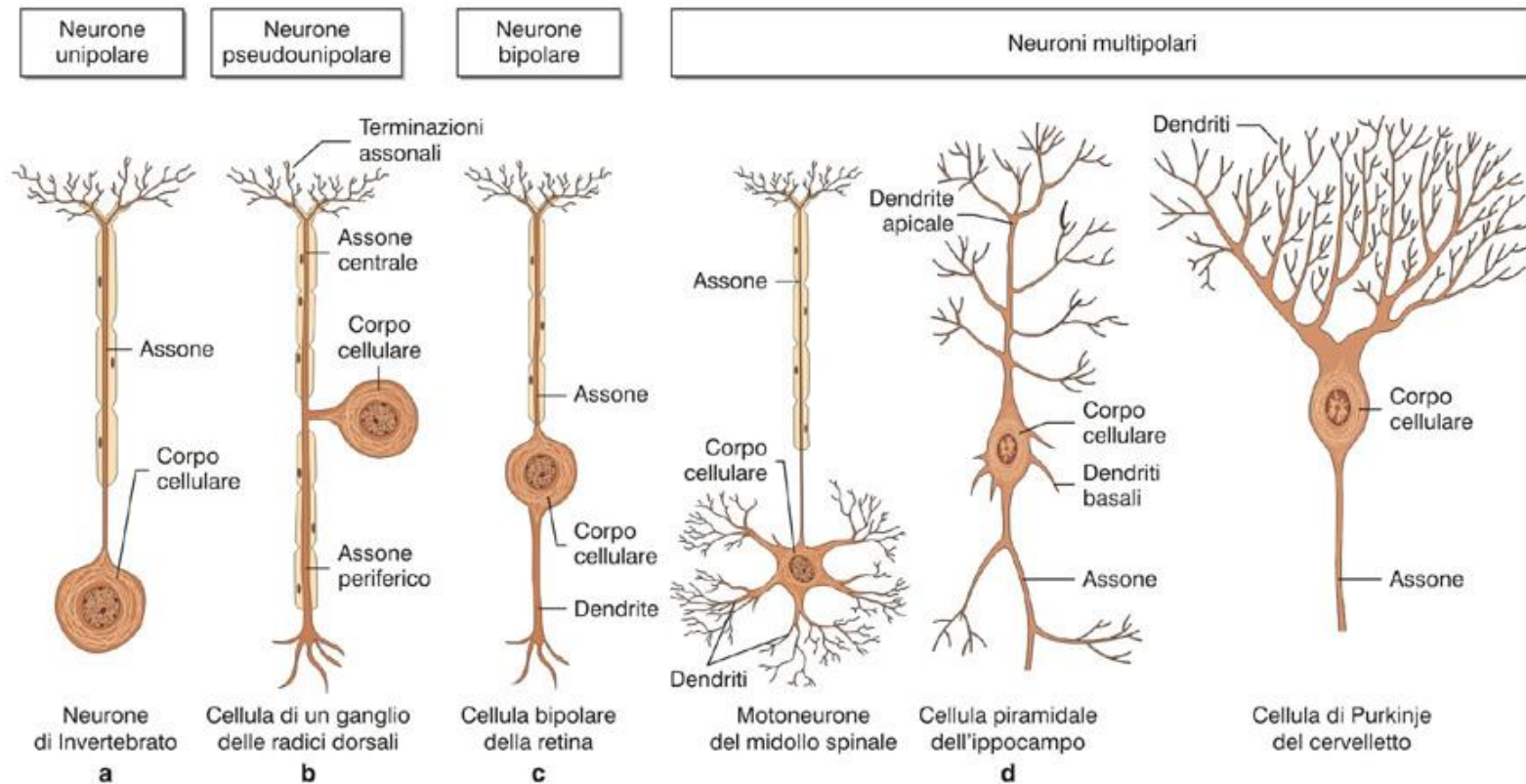
Addensamenti di corpi cellulari costituiscono i **gangli nervosi**, e, se in posizione cefalica, il **cervello**.



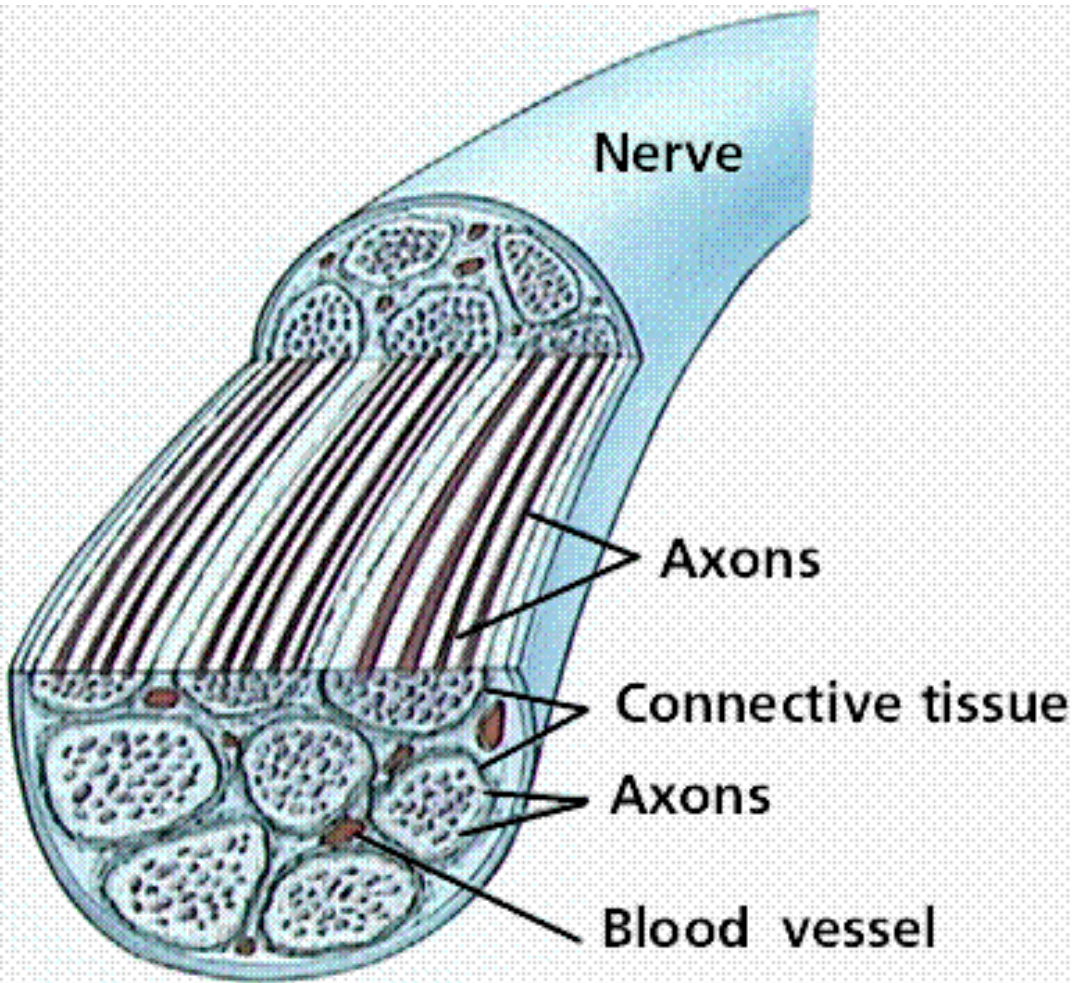
The Pyramidal Cell - A Common Neuron

Il neurone è l'unità strutturale e funzionale del sistema nervoso di tutti gli animali.

Vari tipi di Neuroni



I nervi

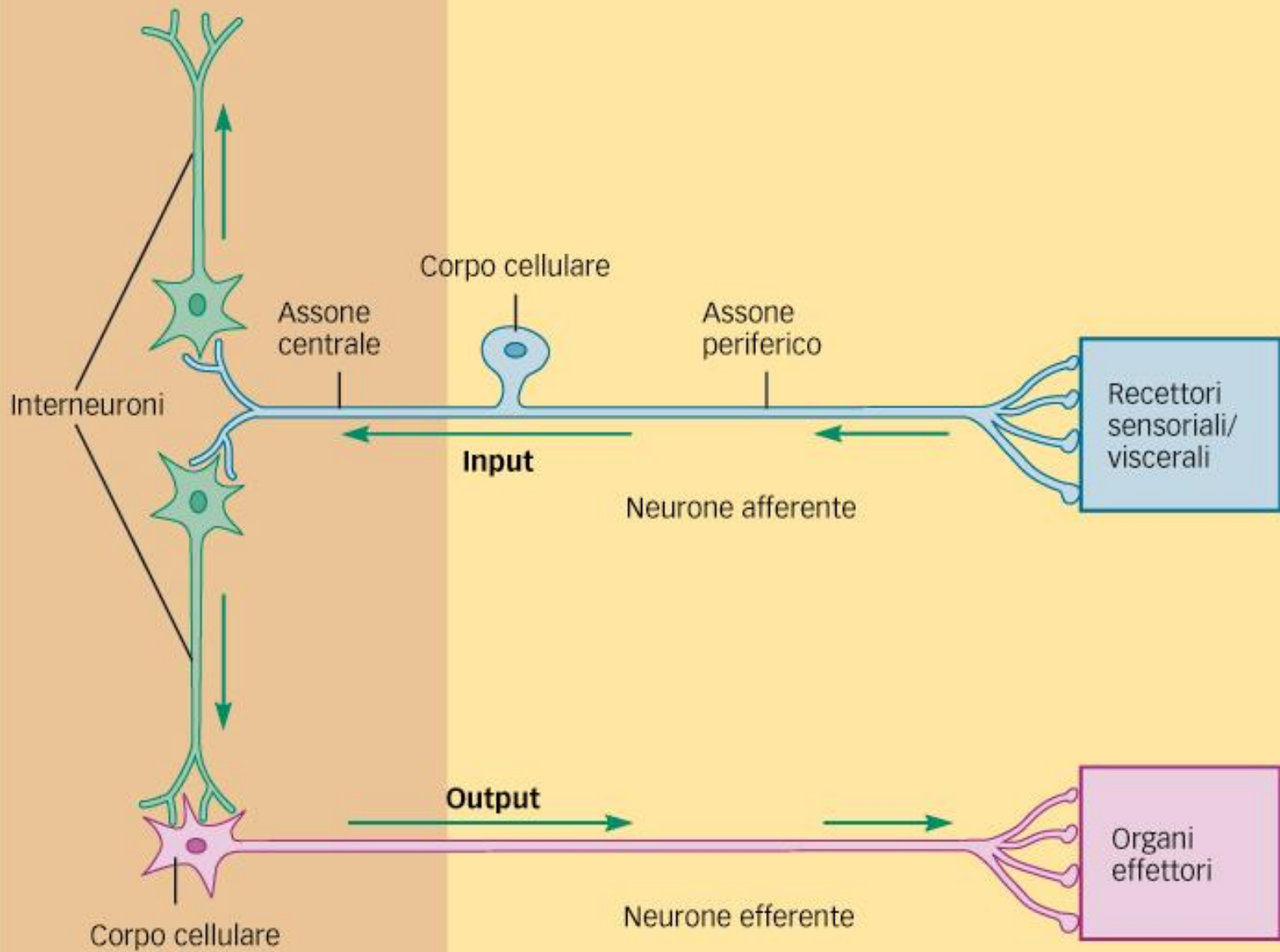


Costituiti da fasci di assoni, collegano il sistema sensoriale con i centri nervosi - i centri nervosi con la muscolatura o le ghiandole.

Non sono presenti corpi cellulari

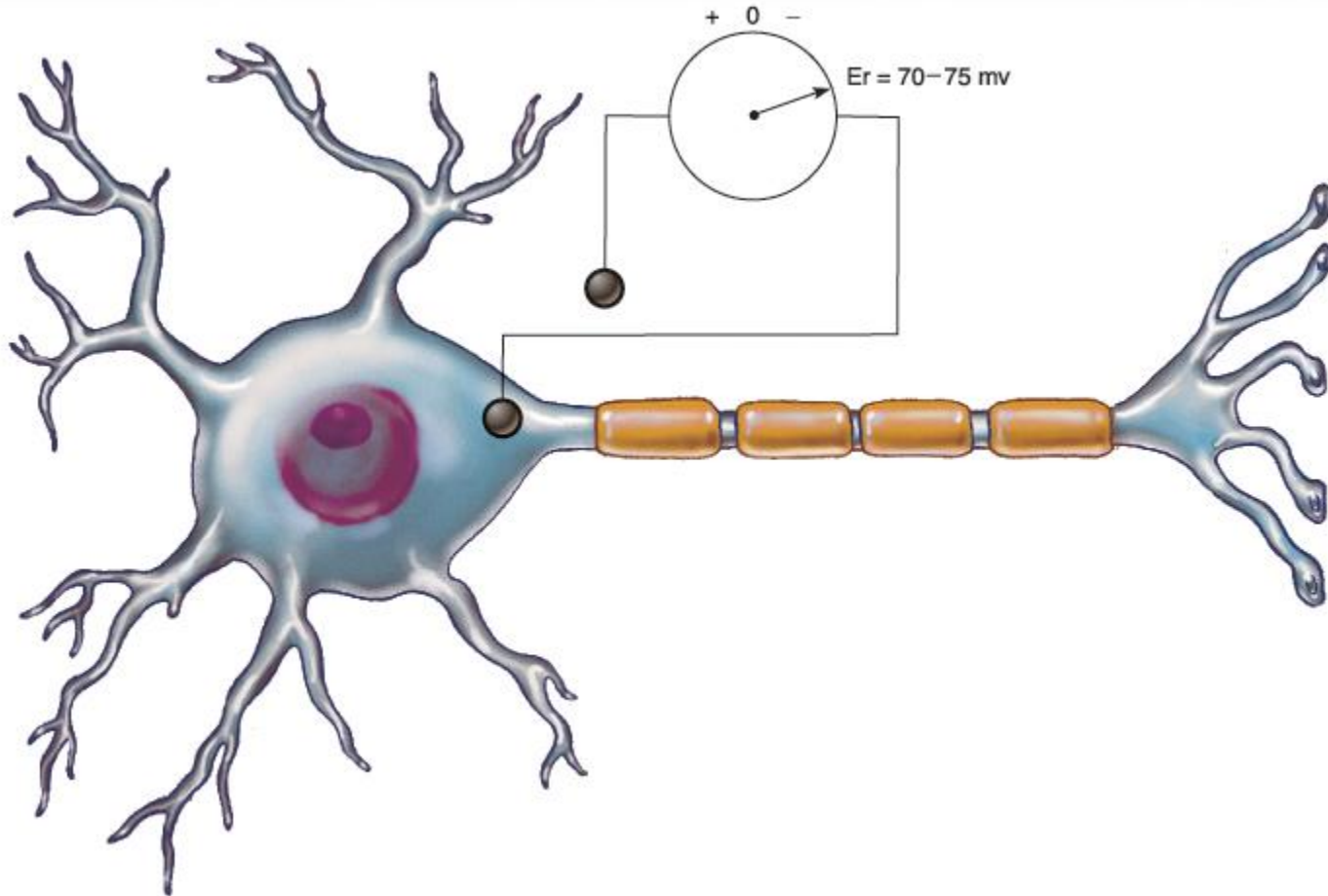
Sistema nervoso centrale

Sistema nervoso periferico



Eccitabilità

- Capacità di rispondere attivamente a una stimolazione



Il neurone, come tutte le cellule eccitabili possiede **un potenziale di membrana a riposo**

Particelle cariche elettricamente generano forze elettriche

Direzione di tali forze:

Particelle di **segno opposto** si attraggono

Particelle dello **stesso segno** si respingono

Per **separare** cariche di segno opposto occorre **energia**

Avvenuta la separazione delle cariche si accumula energia sotto forma di **potenziale elettrico** o **voltaggio**

I potenziali elettrici nei **sistemi biologici** sono prodotti mediante separazione di **ioni** positivi e negativi che si attraggono.

Quando gli **ioni si muovono** generano **corrente elettrica**
(nei sistemi biologici le correnti sono dell'ordine dei **10^{-6} ampere**)

il movimento degli ioni a cavallo della membrana dipende da:

- differenza di potenziale
- resistenza della membrana

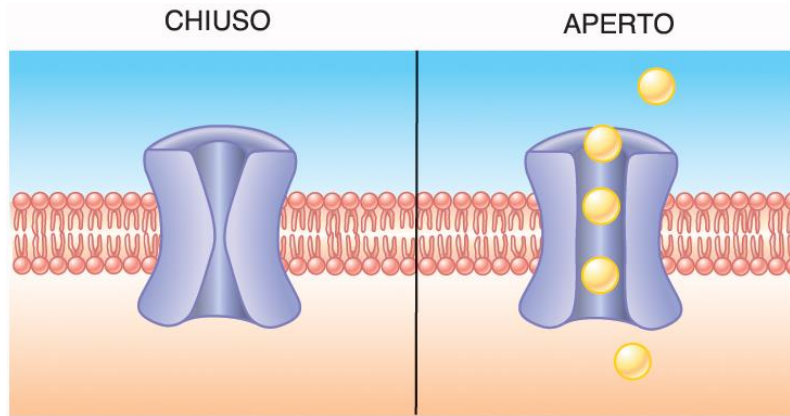
Conduttanza
permeabilità

$$I=V/R \quad \text{legge di Ohm}$$

La comprensione della legge di Ohm è fondamentale per capire **la fisiologia del neurone**

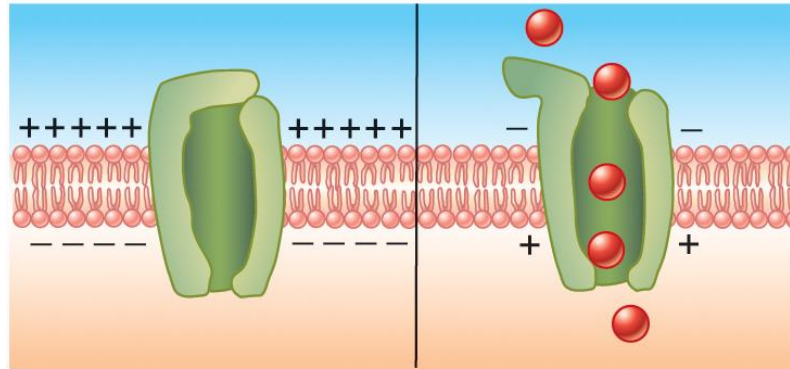
Ai due lati della membrana esiste una differenza di **potenziale elettrico**, all'interno e all'esterno esistono **ioni** disponibili per trasportare cariche attraverso la membrana e la **resistenza** al movimento delle cariche può essere variata dall'apertura o chiusura di **canali**

Canali passivi



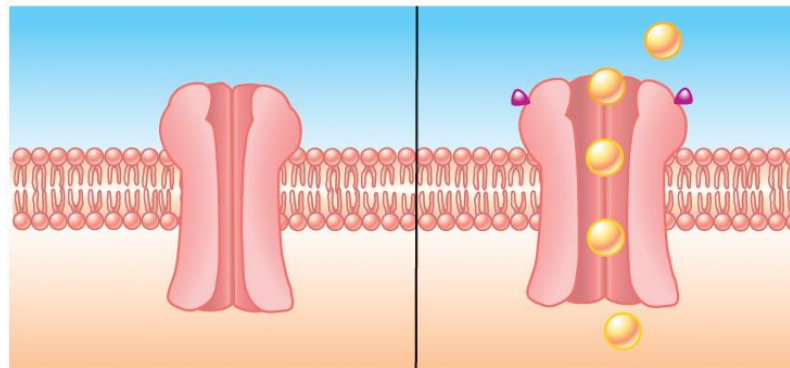
(a) Canale ionico

Canali voltaggio dipendenti

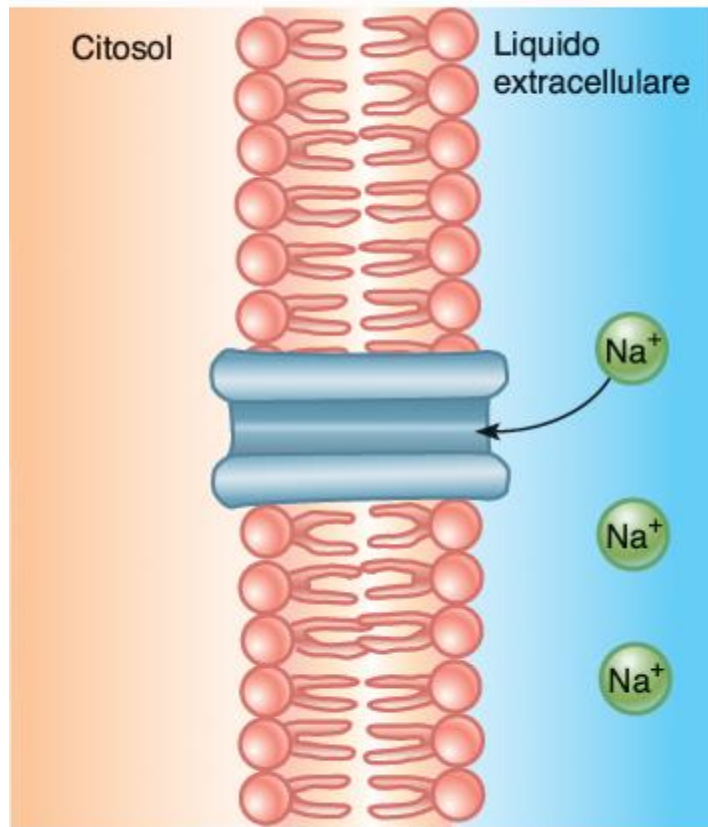


(b) Canali voltaggio chiusi

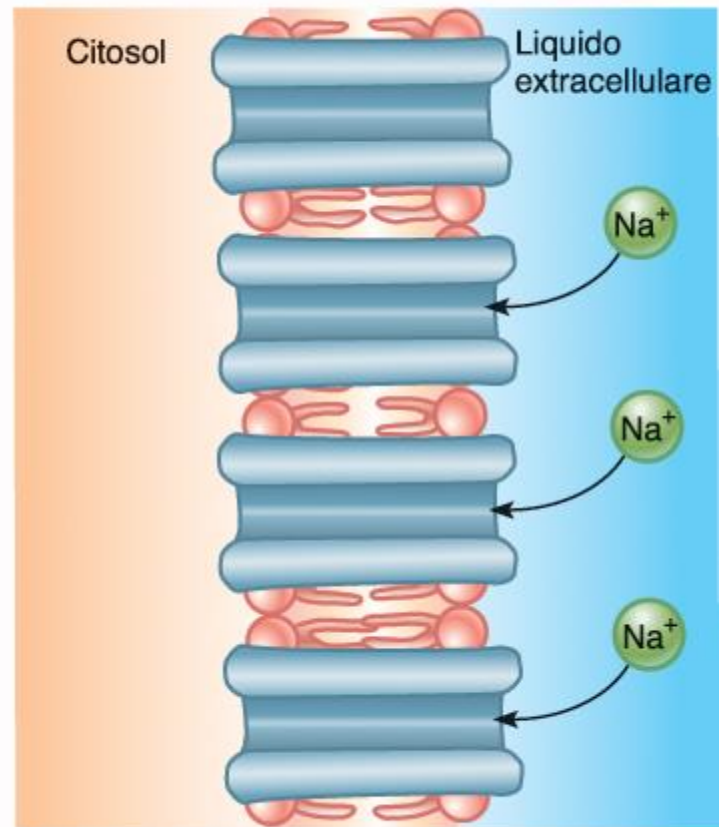
Canali chemiodipendenti



(c) Canali ligando chiusi

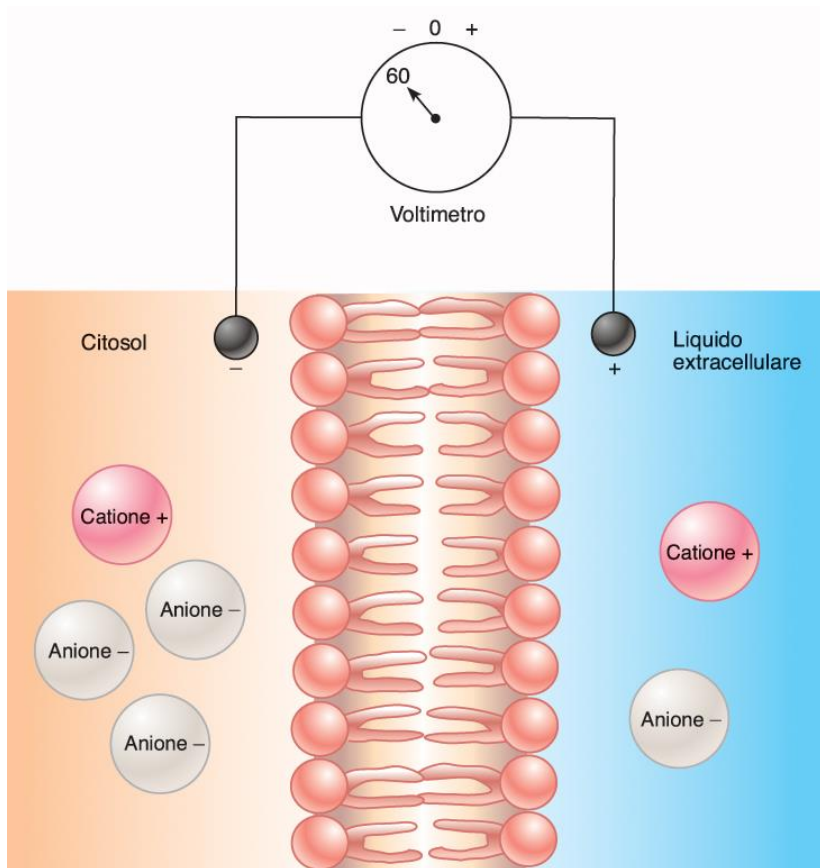


Bassa conduttanza
(a)



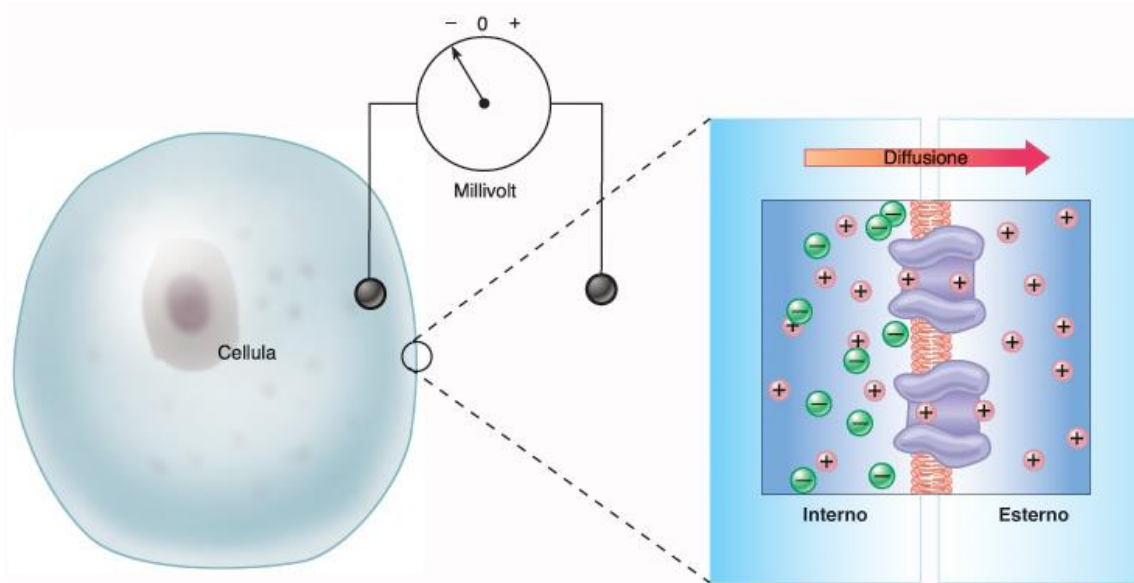
Alta conduttanza
(b)

Il potenziale di membrana a riposo dipende da:

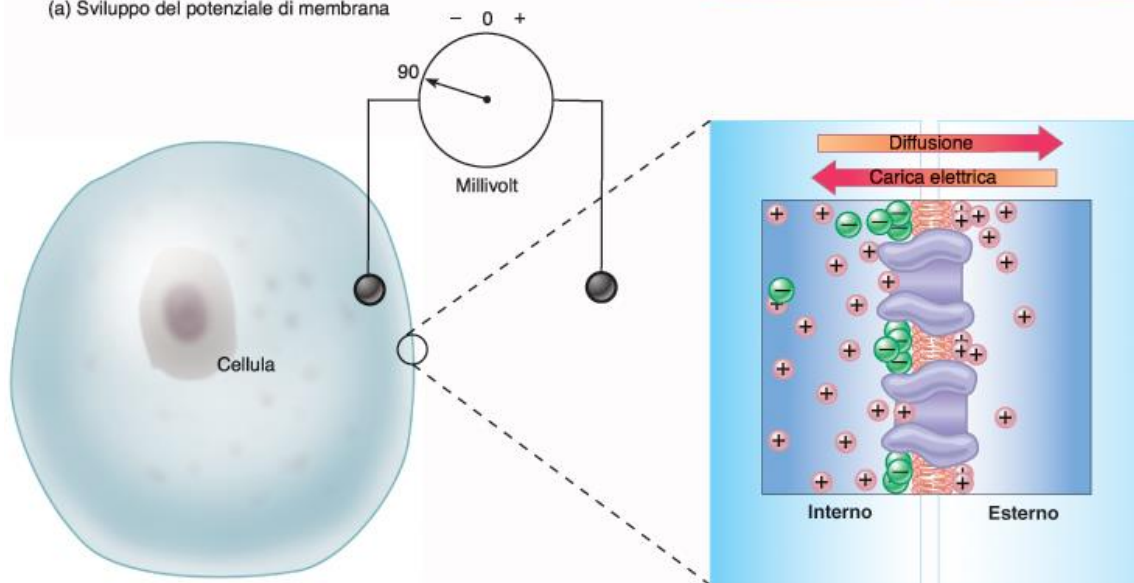


1. Le forze elettrochimiche che spingono gli ioni Na^+ e K^+ ad attraversare la membrana
2. Le differenze di permeabilità della membrana nei confronti degli ioni Na^+ e K^+ e anioni proteici
3. Pompa Na^+ / K^+

Potenziale d'equilibrio del potassio



(a) Sviluppo del potenziale di membrana

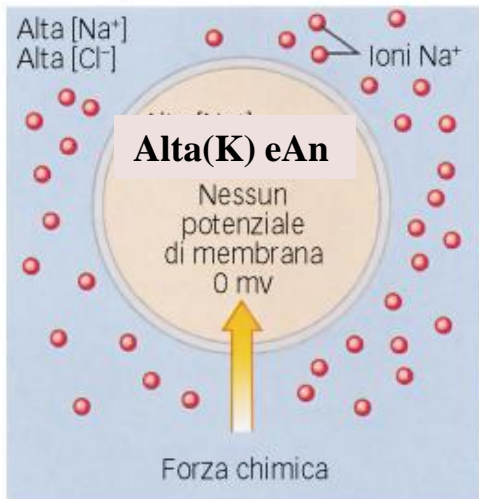


(b) Equilibrio elettrochimico

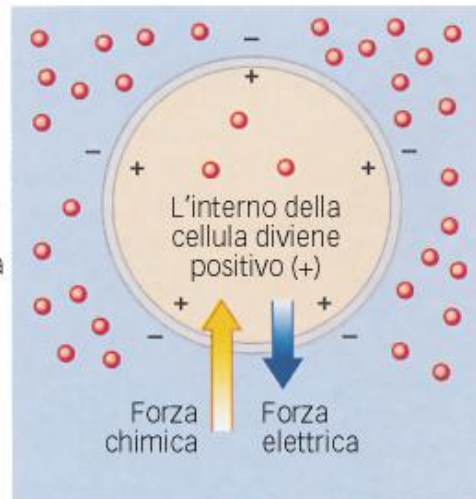
+ Ione potassio
- Anione organico

Potenziale d'equilibrio del sodio

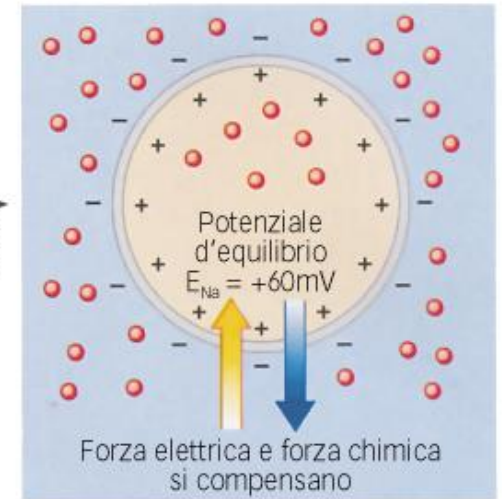
Cellula 2: permeabile solo al sodio



Il potenziale di membrana si sviluppa



Si stabilisce l'equilibrio

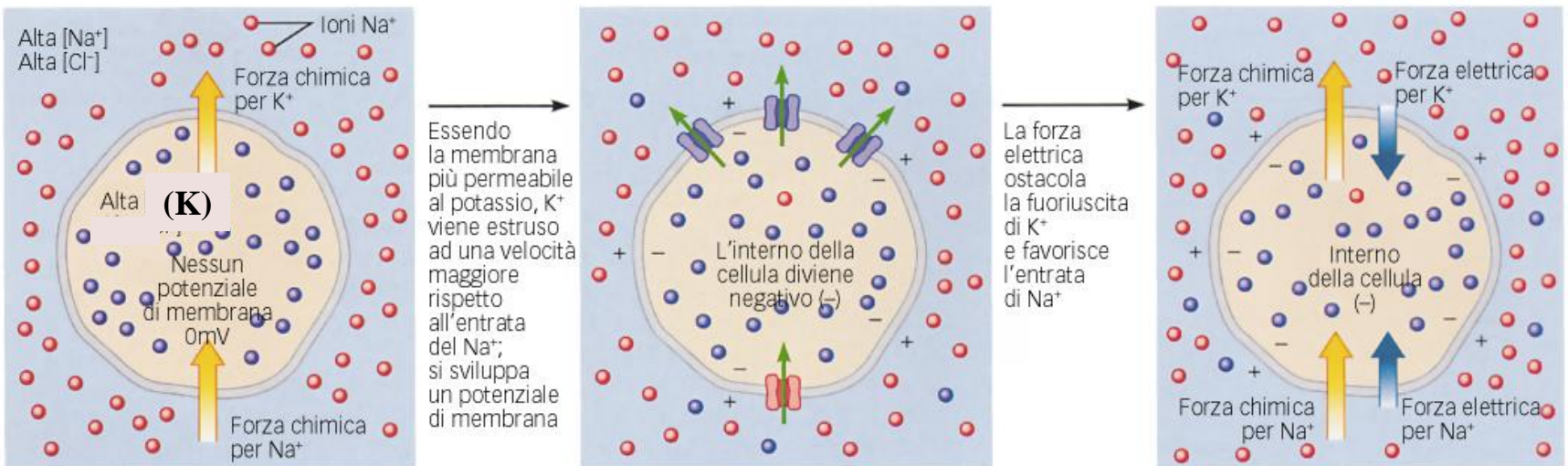


(a)

(b)

(c)

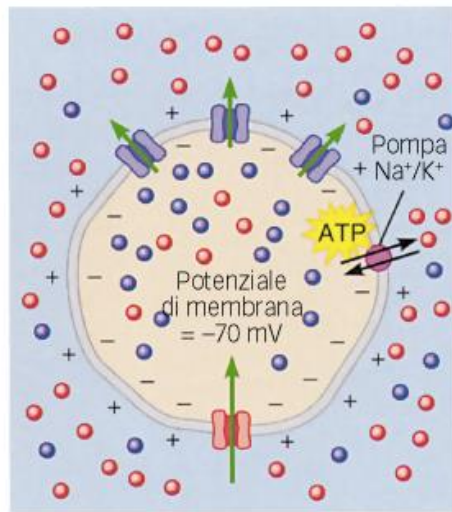
Potenziale di membrana a riposo



(a)

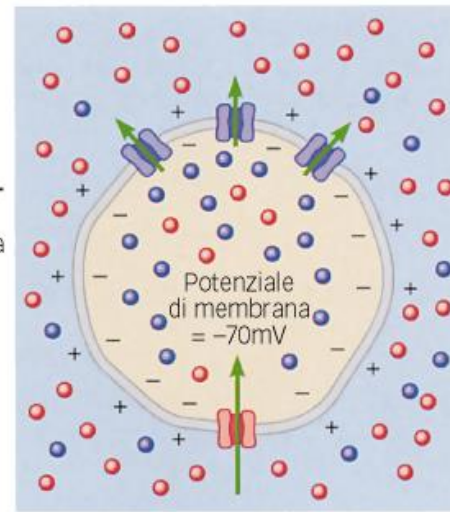
(b)

(c)



(e)

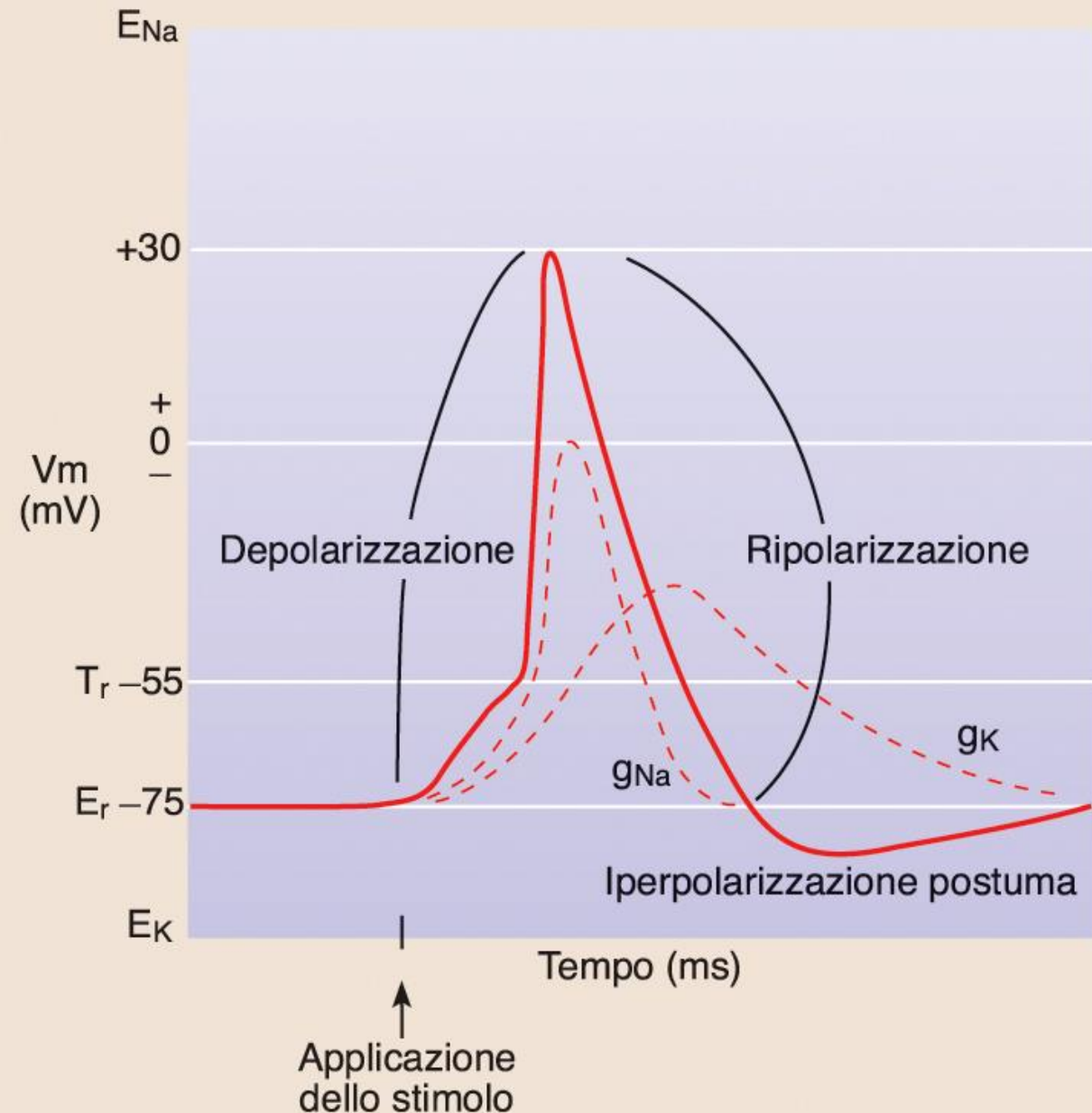
La pompa Na^+/K^+ bilancia le perdite attraverso la membrana mantenendo i gradienti di Na^+ e K^+ costanti (stato stazionario)



(d)

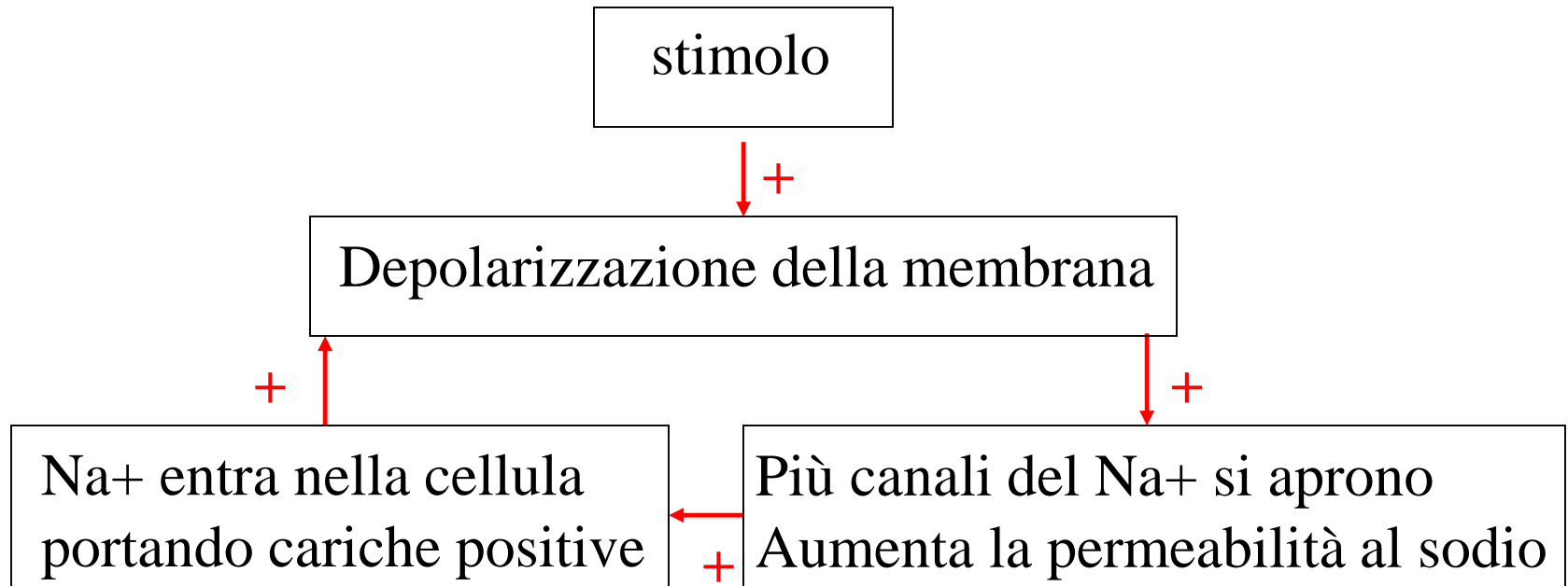
La fuoriuscita di K^+ diminuisce e l'ingresso di Na^+ accelera. Alla fine il potenziale di membrana si stabilizza

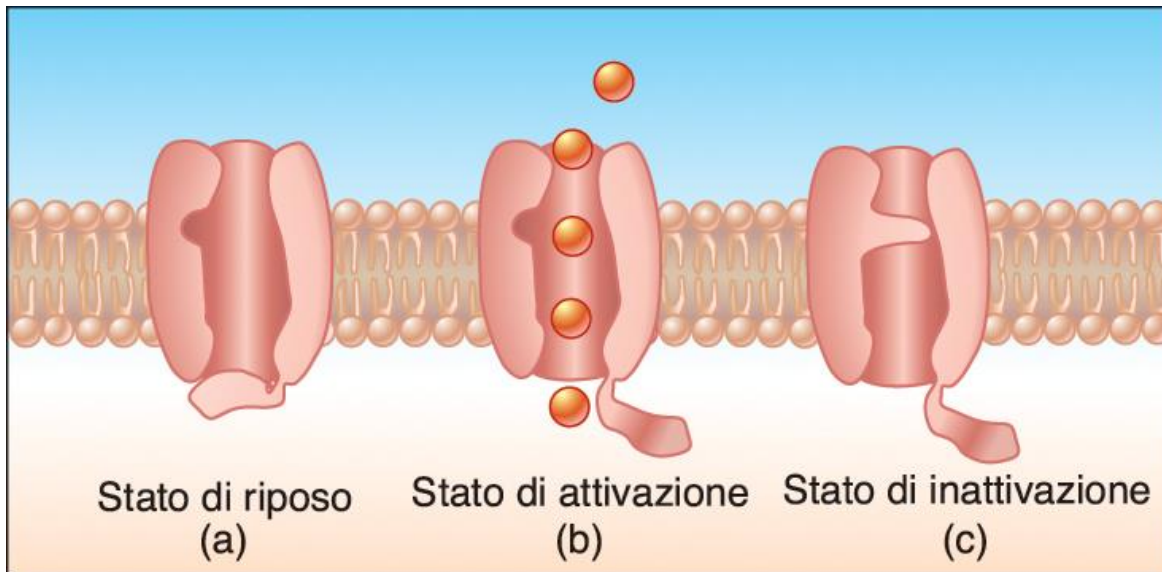
Potenziale d'azione



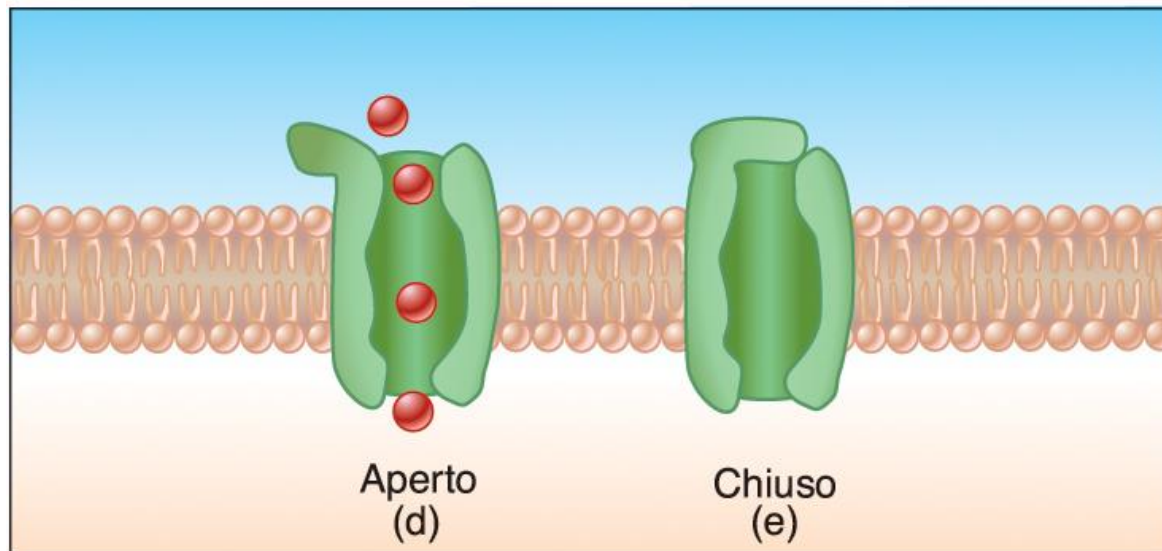
è una variazione transitoria del potenziale di membrana ed è dovuto all'apertura e alla chiusura di canali voltaggio-dipendenti che controllano l'ingresso del Na^+ e l'uscita del K^+

Ciclo di Hodgkin



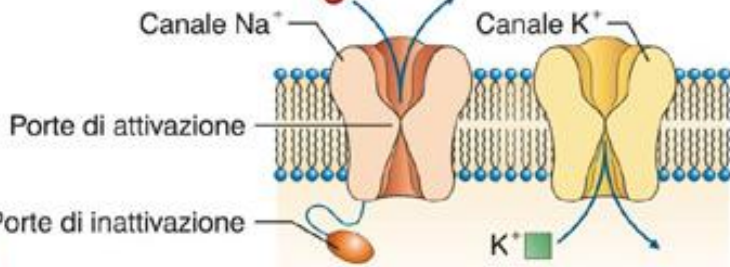


Canale ionico voltaggio-dipendente per il sodio

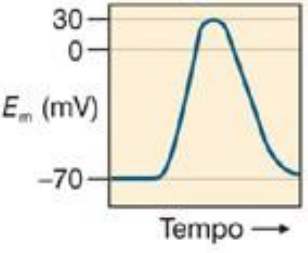
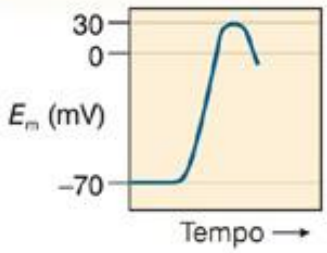
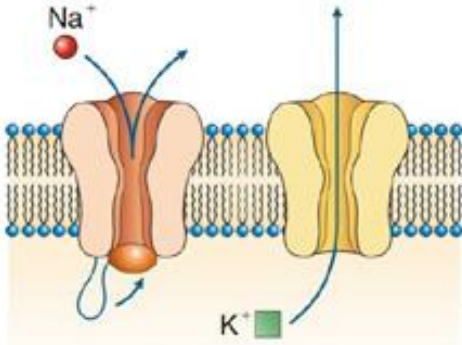
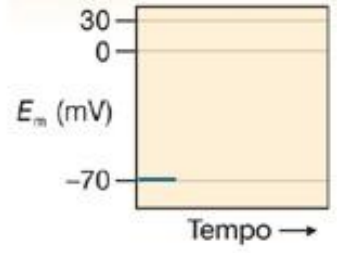
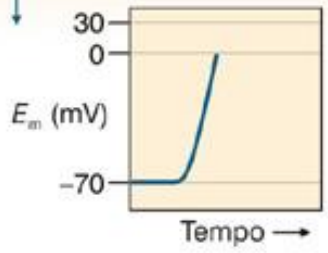
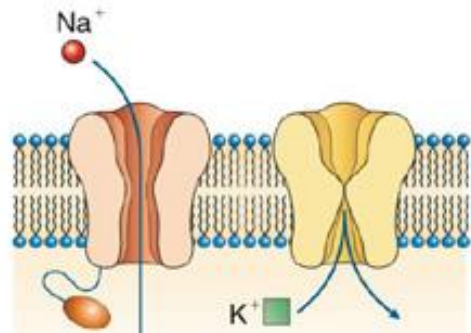


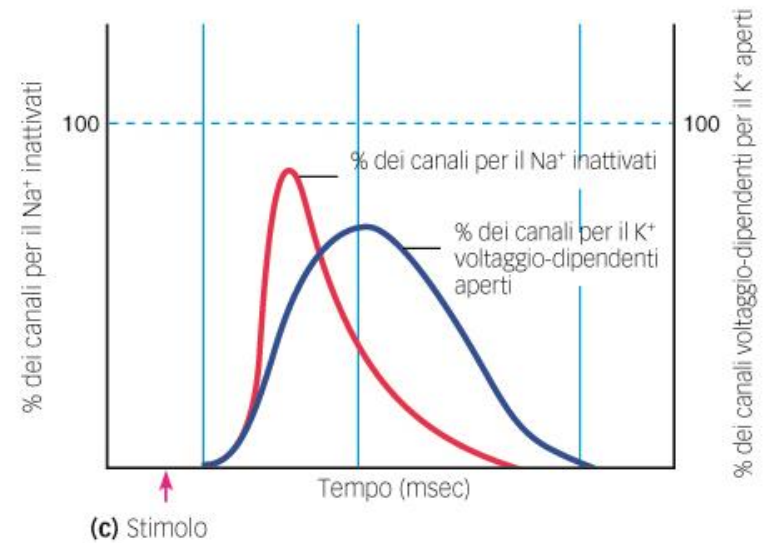
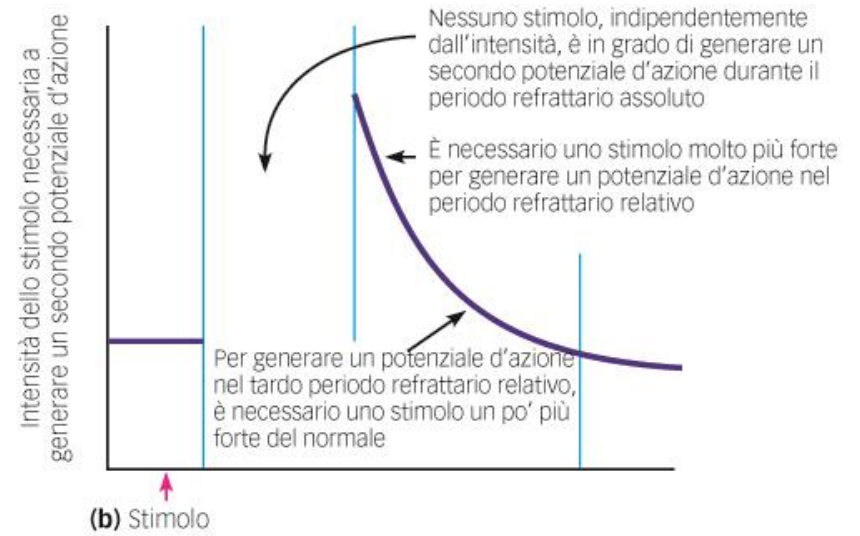
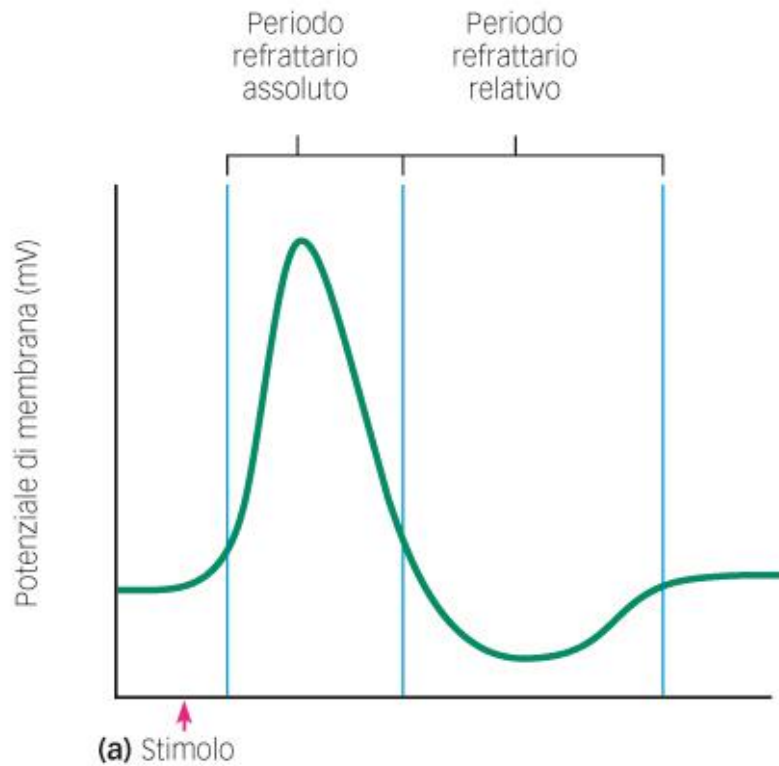
Canale ionico voltaggio-dipendente per il potassio

Versante extracellulare



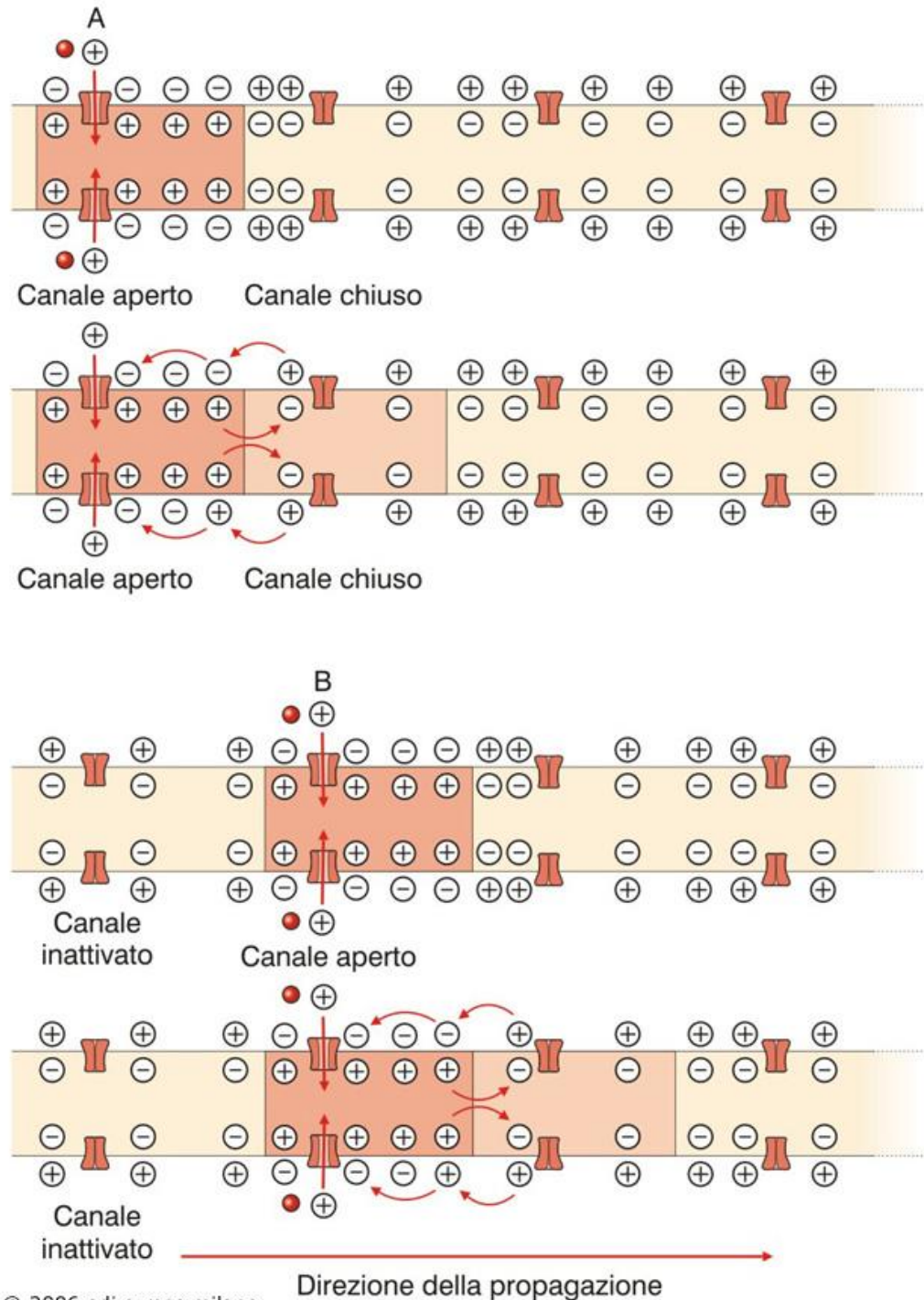
Citosol





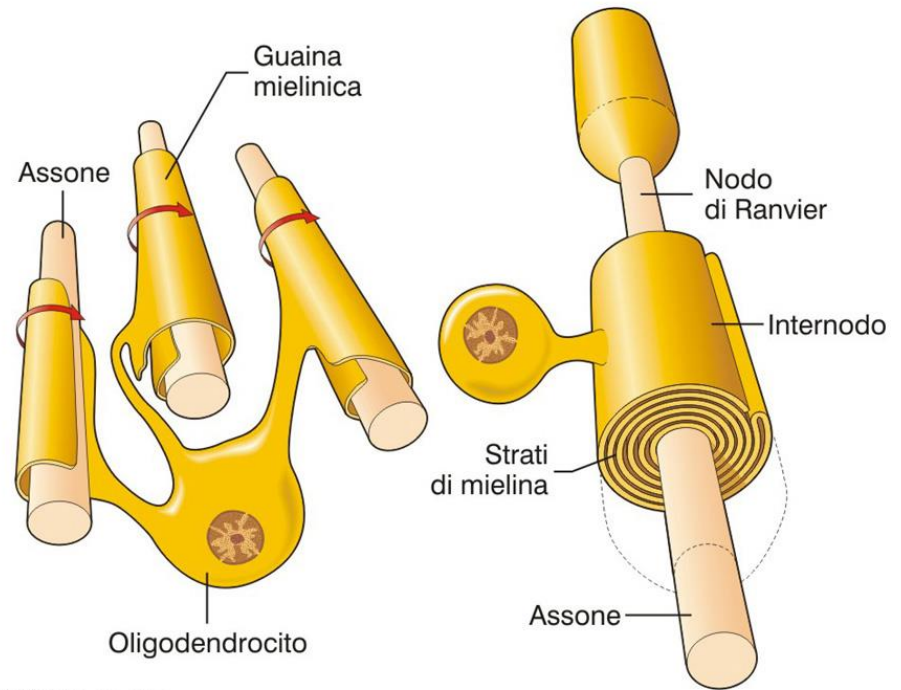
Conduzione potenziale d'azione assoni amielinici

La corrente entrante nella zona attiva A si propaga longitudinalmente nelle zone adiacenti B, causandone la depolarizzazione. Quando si raggiunge la soglia si innesca il potenziale d'azione

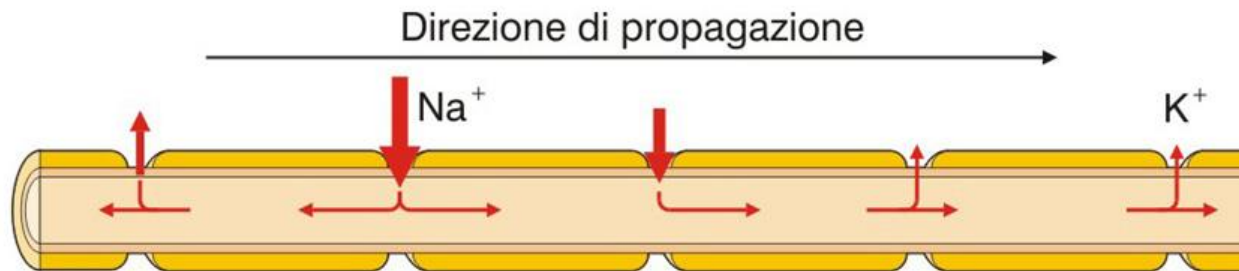


Negli assoni mielinici

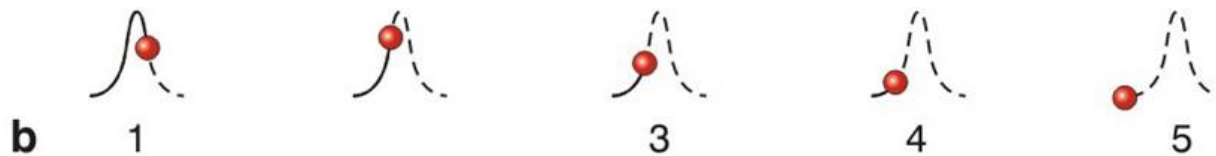
Conduzione saltatoria



© 2006 edi.ermes milano



a



© 2006 edi.ermes milano

Di seguito titolo, autore e editore delle fonti da cui sono state prese le immagini e i video mostrati durante le lezioni di fisiologia come supporto didattico :

Fisiologia, Stanfield - German, Edises

Fisiologia, Silverthorn, Ambrosiana

Fisiologia, Berne – Levy, Ambrosiana

Fisiologia generale e umana, Rhoades- Pflanzner, Piccin

Physiology Animations, versione 2.2.07 Argosy Publishing, Inc., 2007-20017