

# La trasmissione dell'Impulso Nervoso

## Il Neurone

**Neuroni:** cellule specializzate per la trasmissione degli impulsi.

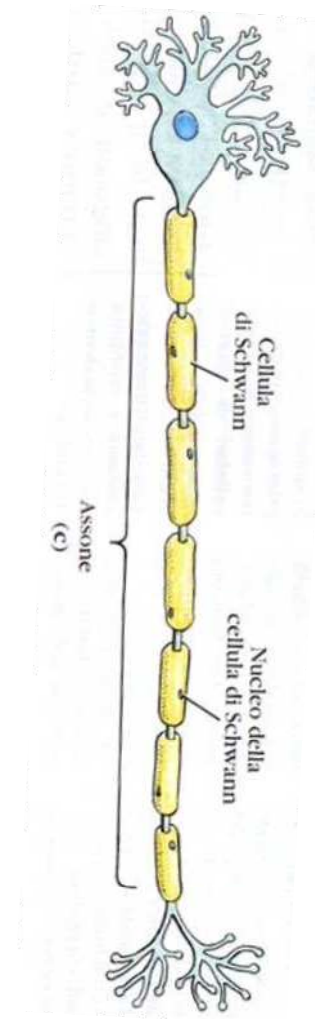
Dendriti prolungamenti riccamente ramificati e un lungo Assone fibroso.

La parte terminale dell'Assone è costituita da *Bottoni terminali* contenenti delle vescicole.

**Neuroni Mielinici:** sono rivestiti da una guaina proteico-lipidica costituita da molti strati della membrana cellulare delle *Cellule di Schwann*.

Tale guaina avvolge l'assone tranne che alla sua estremità e in alcuni punti detti *Nodi di Ranvier*.

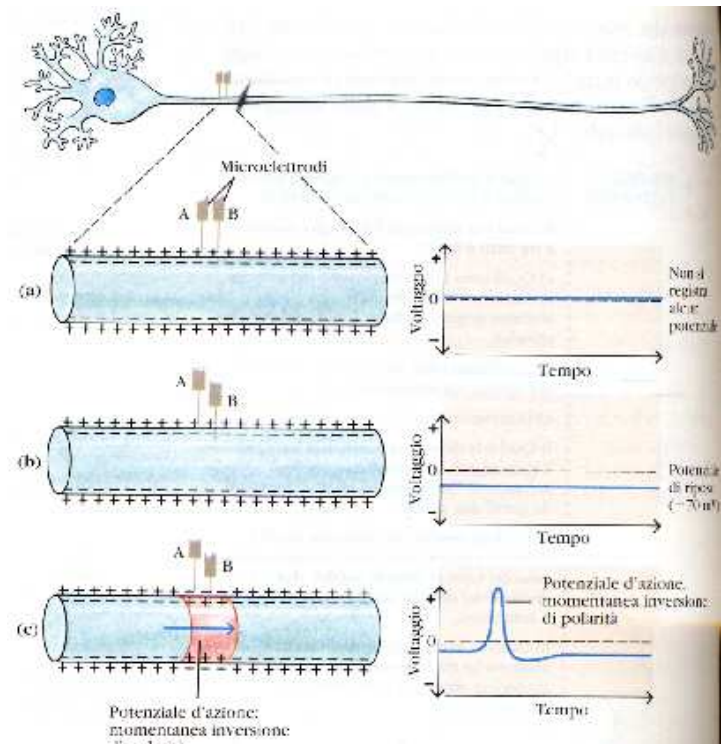
**Neuroni Amielinici**



## Potenziale elettrico della membrana

Il potenziale elettrico della membrana dell'assone è misurato mediante microelettrodi collegati a un oscilloscopio:

- entrambi gli elettrodi sono posti nel liquido extracellulare  $\Rightarrow$  non si registra alcuna d.d.p.
- un elettrodo è posto all'interno della membrana cellulare e uno fuori  $\Rightarrow$  si osserva una d.d.p. costante di circa 70 mV con l'interno negativo - *Potenziale di Riposo* -
- se l'assone è stimolato e percorso da un impulso nervoso  $\Rightarrow$  l'oscilloscopio registra una breve inversione di polarità - *Potenziale d'Azione* -



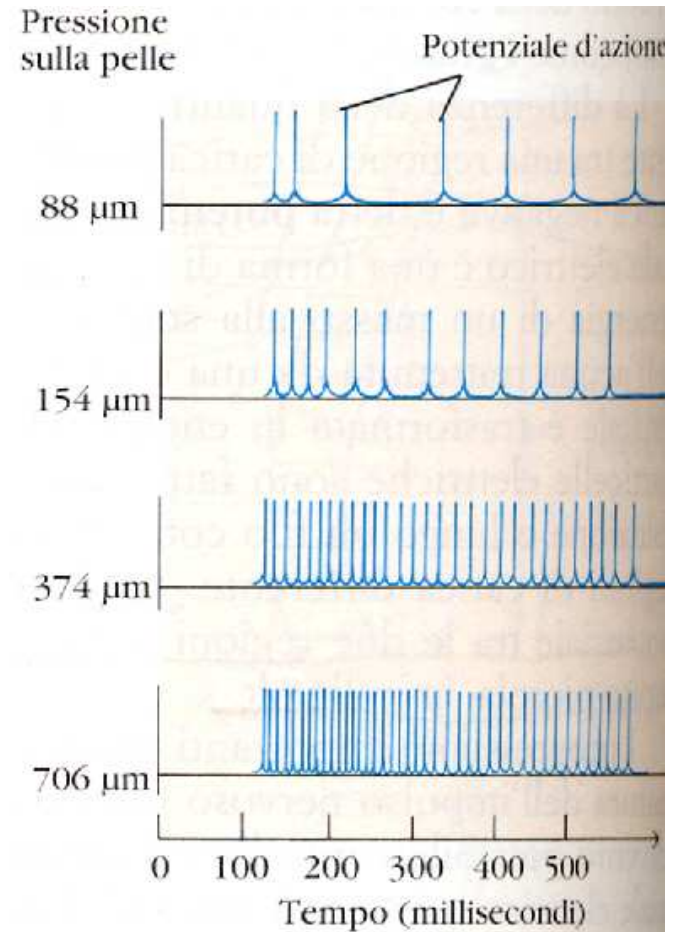
## Potenziale d'Azione

### Legge del Tutto o Niente

*Gli impulsi di un neurone hanno tutti la stessa intensità e stessa durata a prescindere dall'intensità dello stimolo.*

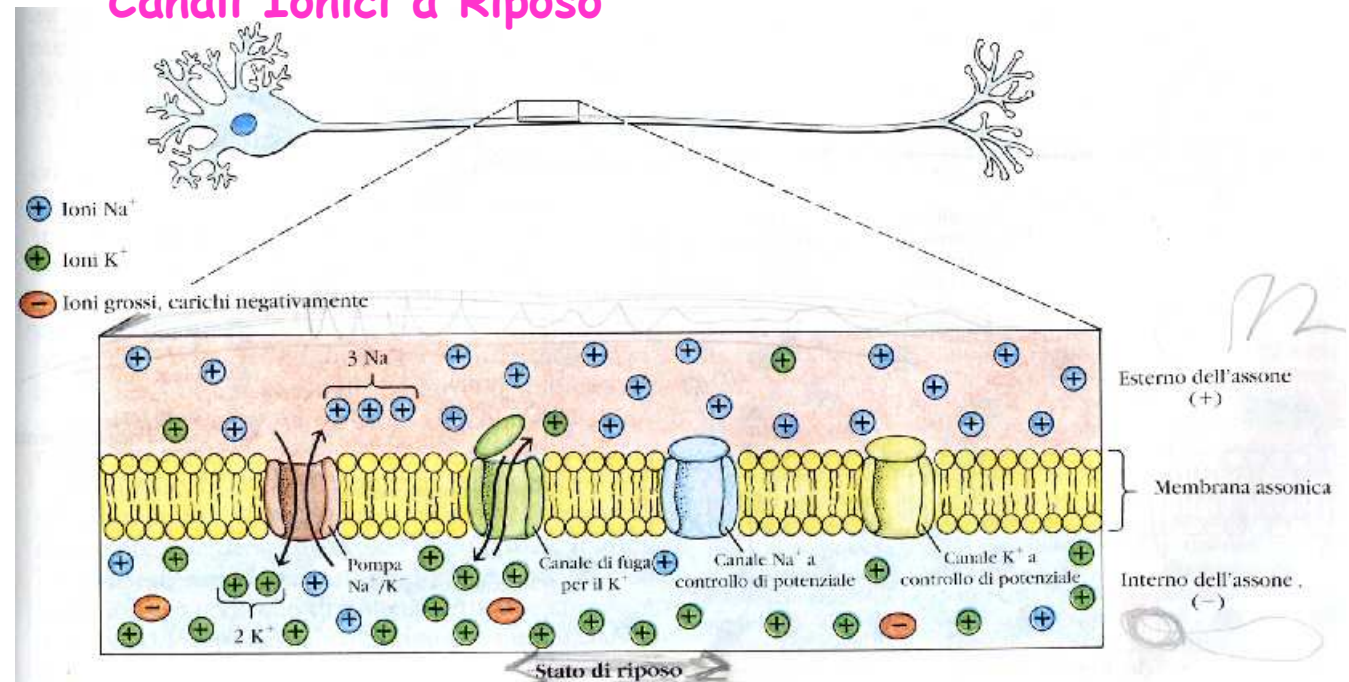
Stimolando con un bastoncino un neurone sensoriale di un gatto:

- Più profondamente si comprime l'epidermide più rapidamente si registrano gli impulsi.
- Gli impulsi sono tutti della stessa durata e intensità.
- Lo stimolo però per produrre il Potenziale d'Azione deve superare un valore di soglia.



## Canali Ionici a Riposo

- La pompa Na/K spinge fuori dall'assone 3 ioni  $\text{Na}^+$  e porta dentro 2 ioni  $\text{K}^+$ .
- Il canale di fuga per il  $\text{K}^+$  è aperto e permette che gli ioni entrino ed escano.
- I canali a controllo per il  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  sono chiusi
- Il numero di canali di fuga per il  $\text{Na}^+$  è trascurabile



A riposo la concentrazione degli ioni  $\text{K}^+$  è maggiore nel citoplasma che nel liquido extracellulare  $\Rightarrow$  gli ioni  $\text{K}^+$  diffondono fuori attraverso i canali di fuga per il  $\text{K}^+$

I grossi ioni negativi non possono andare fuori anch'essi

La piccola carica negativa presente internamente attrae un piccolo numero di ioni  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  che passano attraverso i rispettivi canali di fuga.

Gli  $\text{Na}^+$  vengono rimossi attraverso la pompa Na/K mantenendo le concentrazioni che rendono possibile il potenziale di riposo



**A riposo la membrana è polarizzata negativamente verso l'interno.**

## Potenziale d'azione

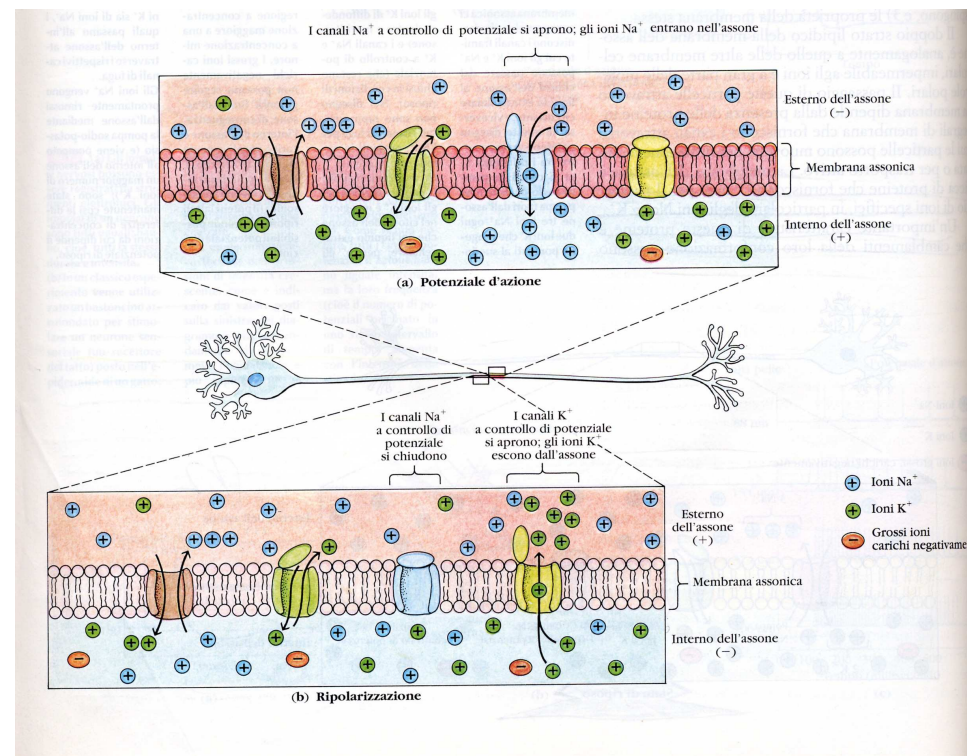
Nel punto in cui avviene la stimolazione si aprono i canali a controllo del  $\text{Na}^+$ :

Gli ioni  $\text{Na}^+$  migrano verso l'interno secondo il loro gradiente di concentrazione.

L'interno dell'assone diviene  $> 0$  e la polarità della membrana si inverte.

Gli ioni  $\text{K}^+$  escono seguendo il loro gradiente di concentrazione e ripristinano il potenziale di riposo.

La pompa  $\text{Na}/\text{K}$  fa tornare ai livelli iniziali le concentrazioni ioniche.



## Propagazione dell'impulso nervoso

- Un piccolo segmento della membrana assonica diviene leggermente depolarizzato a causa degli ioni<sup>+</sup> presenti all'interno della membrana;

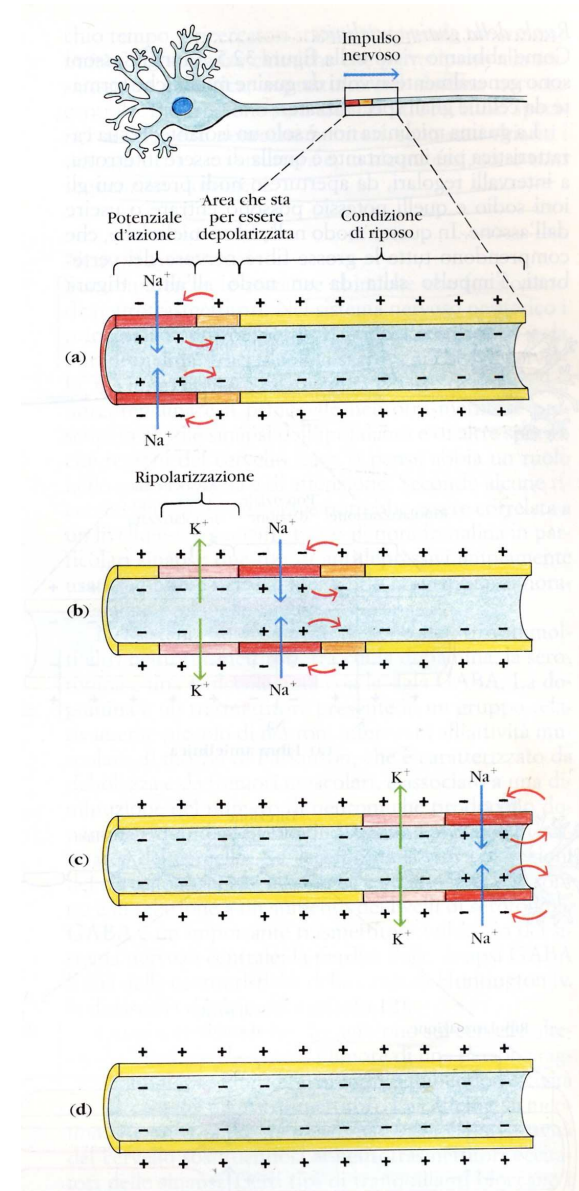
- Nella regione depolarizzata si aprono i canali del Na<sup>+</sup> a controllo di potenziale e tali ioni migrano verso l'interno;

⇒ si crea un potenziale d'azione che depolarizza la regione adiacente della membrana;

- Nella zona in cui il PdA è appena passato si aprono i canali a controllo di potenziale per gli ioni K<sup>+</sup> che escono restituendo alla membrana il valore del potenziale a riposo. Durante tale processo sono chiusi i canali del Na<sup>+</sup> a controllo di potenziale.

- Ora la membrana è pronta per rispondere a nuovi stimoli con nuovi PdA.

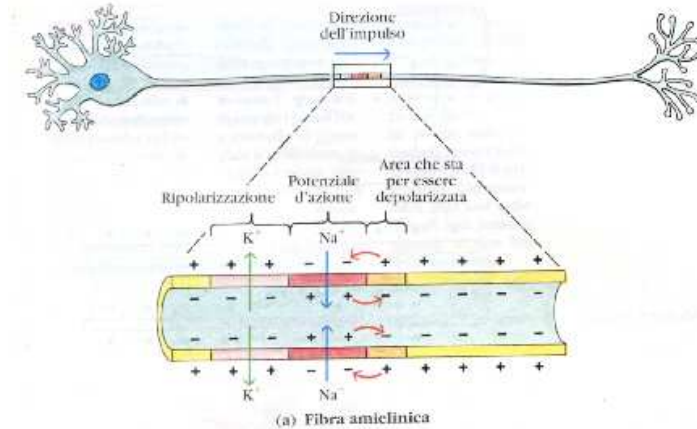
⇒ Il PdA si propaga in una sola direzione.



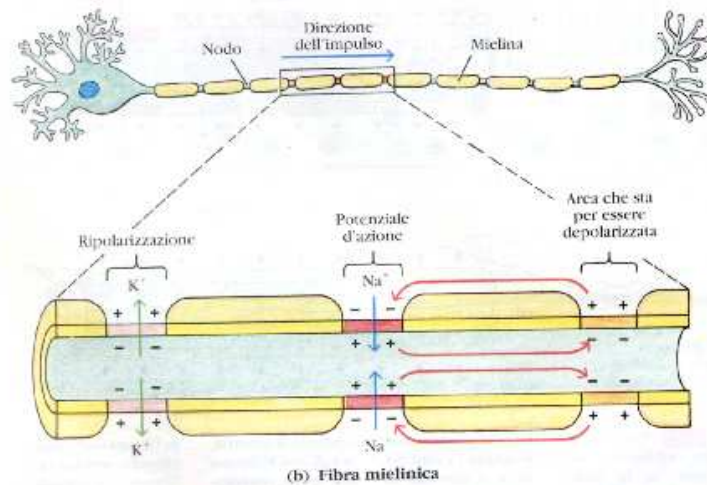
## Propagazione dell'impulso nervoso in una cellula amielinica

La membrana assonica è a contatto per tutta la sua lunghezza col liquido extracellulare, tutte le regioni della membrana sono ricche di canali ionici e pompe Na/K.

*L'impulso nervoso si propaga lungo l'assone per mezzo di un flusso locale di corrente.*



## Propagazione dell'impulso nervoso in una cellula mielinica



La membrana assonica delle fibre mieliniche è a contatto col liquido extracellulare solo in corrispondenza dei nodi.

Praticamente tutti i canali e le pompe sono dislocate nei nodi  $\Rightarrow$  i PdA possono essere generati solo in tali regioni.

*L'impulso nervoso salta da un nodo a un altro accelerando la conduzione*



## La Trasmissione Sinaptica

Gli eccitamenti sono trasmessi da una cellula a un'altra tramite Sinapsi.

Una Sinapsi è composta da due elementi: *bottoni sinaptici e spine dendritiche* separati tra loro da circa 15÷100 nm.

Nei bottoni ci sono delle vescicole contenenti dei mediatori chimici, o neurotrasmettitori, responsabili della trasmissione.

Nella sinapsi la membrana della cellula nervosa e quello della vescicola si fondono. Quando arriva il potenziale d'azione l'area di fusione si rompe e i neurotrasmettitori vengono liberati nello spazio intersinaptico che si combinano con dei recettori specifici delle membrane delle cellule post-sinaptiche.

Dopo essere stati liberati i neurotrasmettitori sono o distrutti rapidamente da enzimi o riassorbiti dai bottoni terminali e l'effetto da essi prodotto ha fine.

Gli impulsi trasmessi nelle sinapsi per mezzo dei neurotrasmettitori possono avere un effetto eccitatorio o inibitorio a seconda del suo effetto sul potenziale di membrana sulla membrana

⇒ ⇒ ⇒ Effetto Modulatore

La sommatoria di tutti i segnali eccitatori e inibitori che giungono su un neurone determina o meno l'inizio di un impulso.

