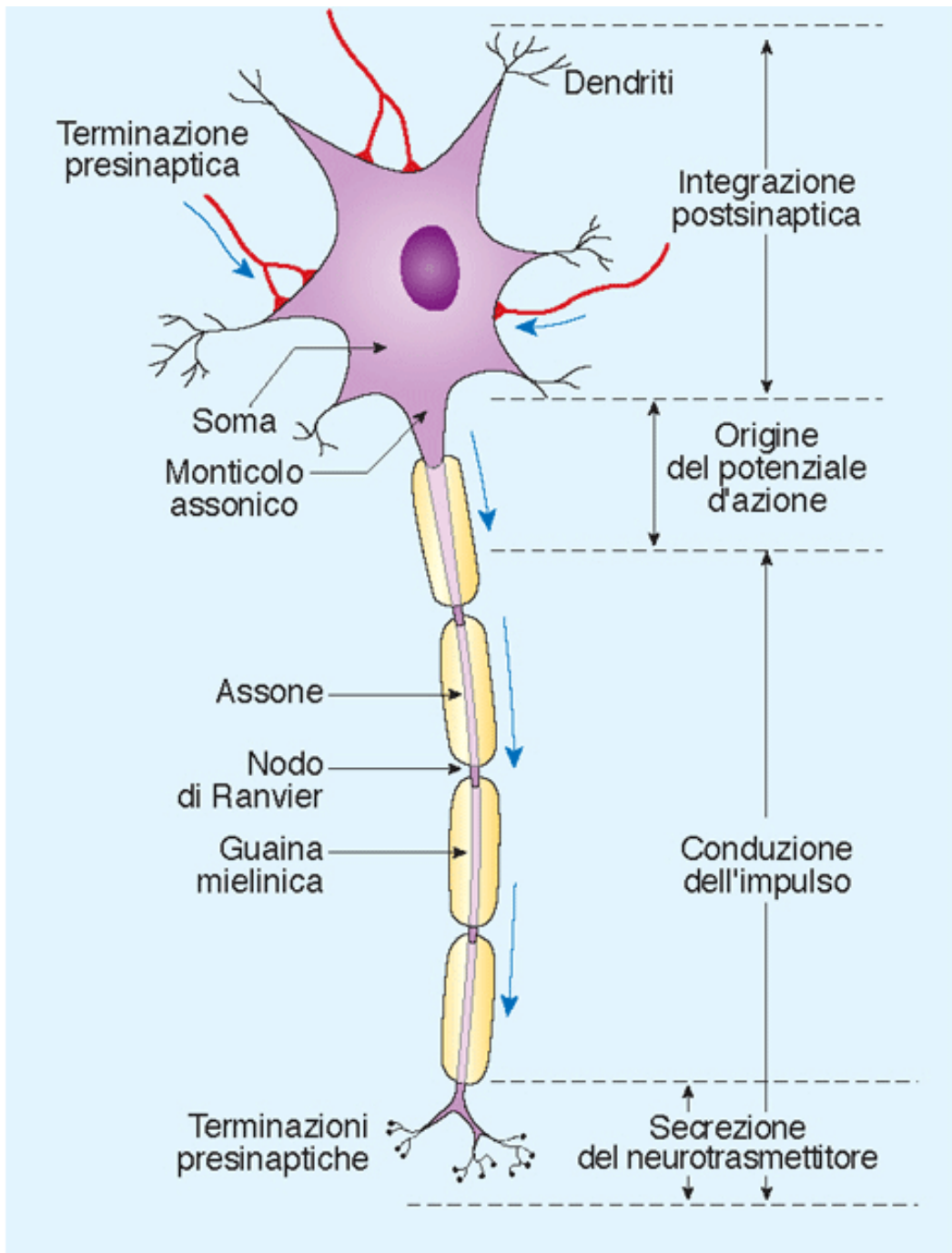
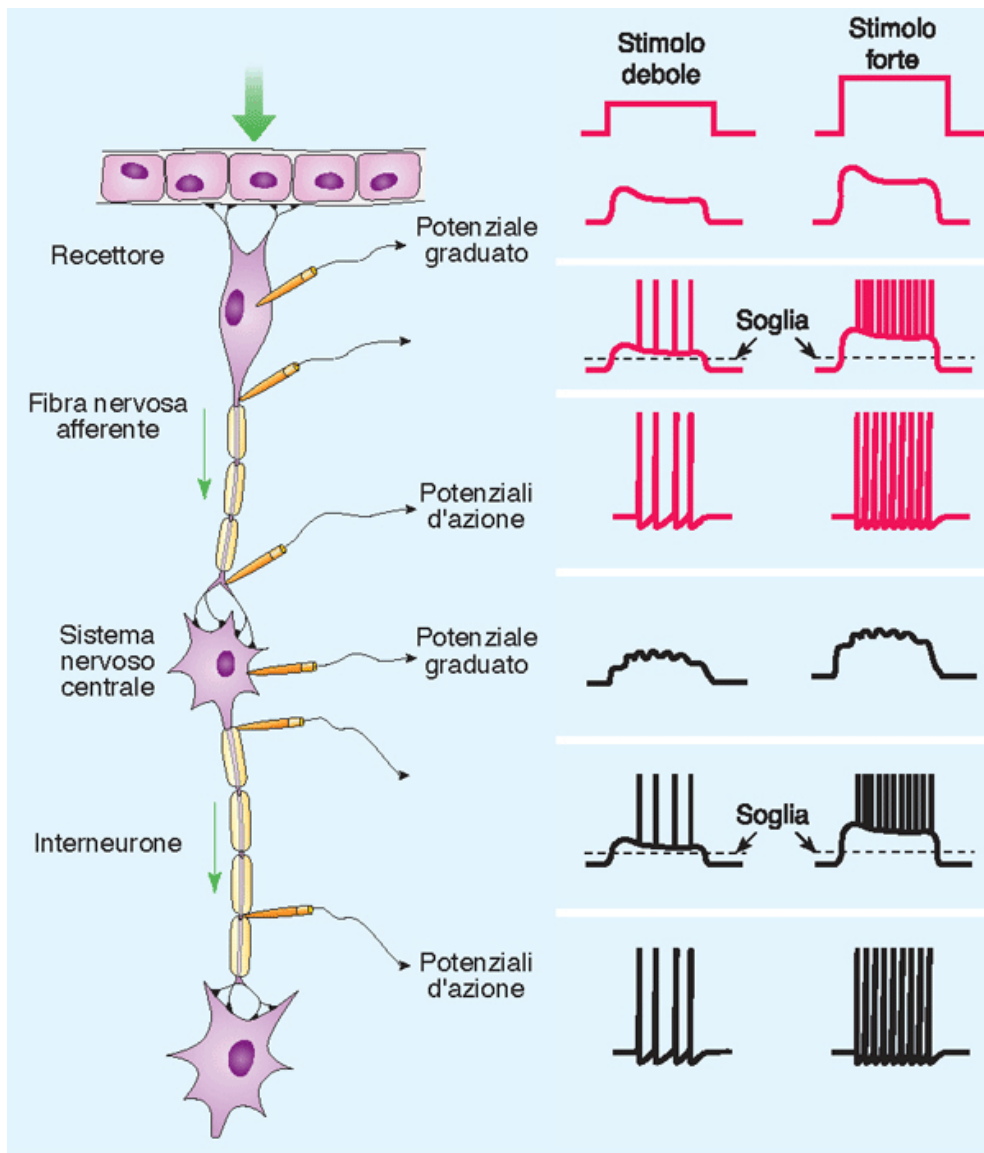


1.4 PROPAGAZIONE DEL POTENZIALE D'AZIONE

Ruolo funzionale delle diverse parti nel neurone



• Potenziali graduati e potenziali d'azione nel neurone



- i potenziali graduati hanno un'ampiezza proporzionale all'intensità dello stimolo
- possono convertiti in treni di impulsi **tutto-o-niente** nel monticolo assonico
- sono propagati in modo **elettrotonico**, ovvero decadono in ampiezza, quindi non trasferiscono informazioni a lunga distanza

• Conduzione elettrotonica

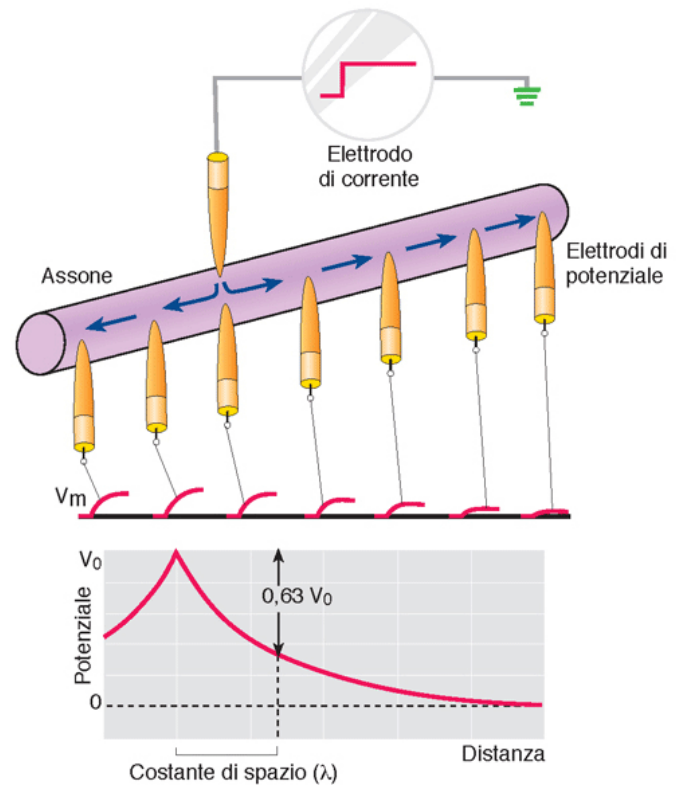
- I potenziali graduati e le depolarizzazioni sottosoglia **decregono** in ampiezza dal punto di stimolazione a causa delle proprietà passive della membrana (R e C)
- Si propagano in modo passivo (**conduzione elettrotonica**)

Il potenziale decade lungo x secondo:

$$V_x = V_0 e^{-x/\lambda}$$

$$\lambda = \sqrt{R_m/R_{in}}$$

λ = **costante di spazio**,
è la distanza a cui $V_x = 0.37 V_0$



I fattori che influenzano la velocità di propagazione del PA

- La velocità di propagazione del PA è proporzionale alla costante di spazio della membrana: $v \propto \lambda$

$$\lambda \propto \sqrt{R_m/R_i} \propto \sqrt{d}$$

d = diametro della fibra

- quindi la velocità di propagazione aumenta se:

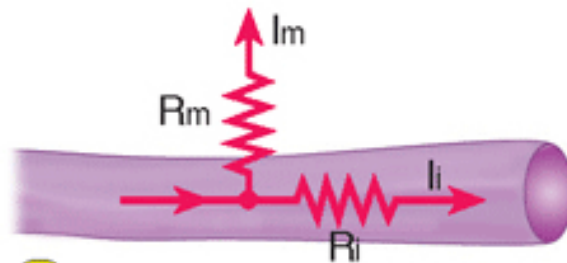
1 - aumenta R_m (mielina, neuroni di mammifero)

2 - diminuisce R_i (aumentando il diametro dell'assone, assone gigante di calamaro)

Fibre di grosso diametro conducono il potenziale d'azione

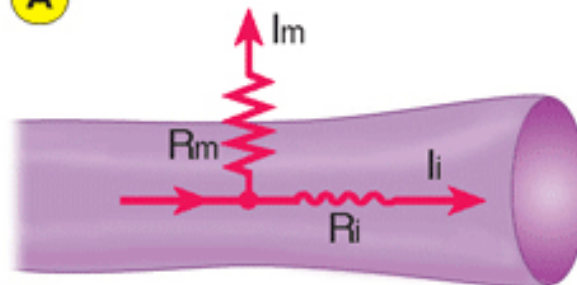
più velocemente delle fibre di piccolo diametro

- La velocità di propagazione v varia da **120 m/s** (fibre larghe) a **10 cm/s** (fibre sottili)



Assone normale

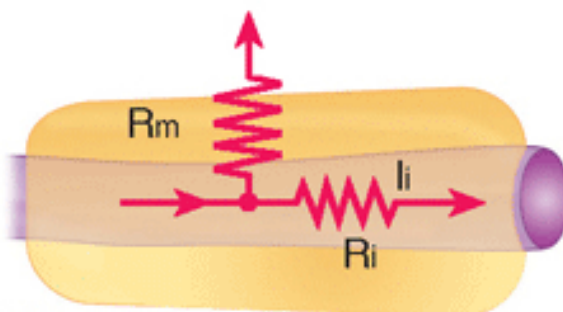
A



Assone con grande diametro

R_i diminuisce
 λ aumenta

B

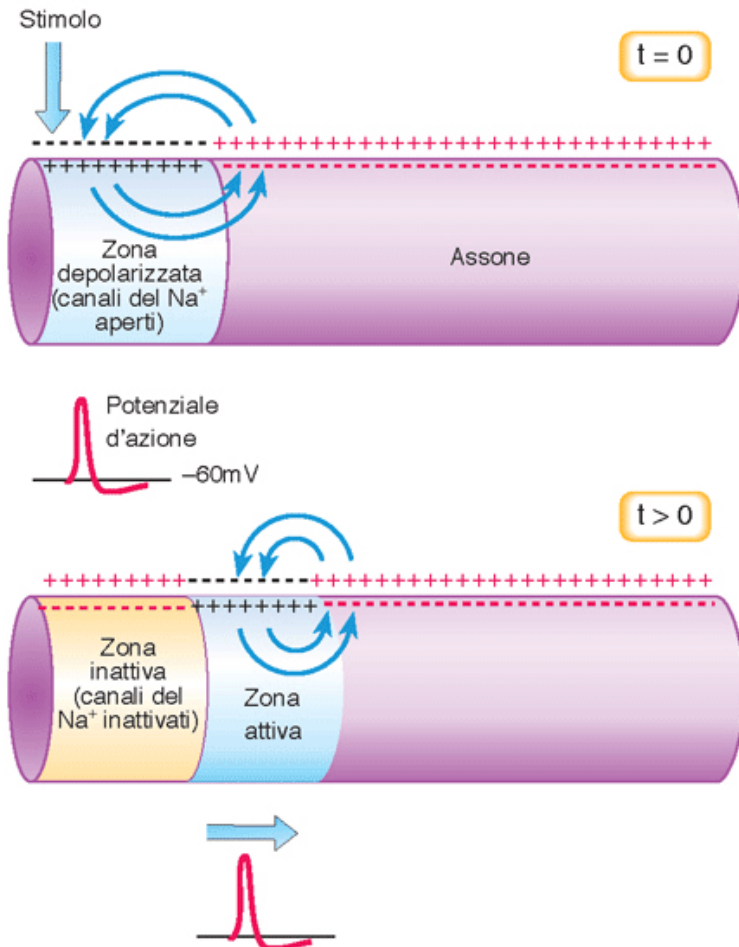


Assone con guaina mielinica

R_m aumenta
 λ aumenta

C

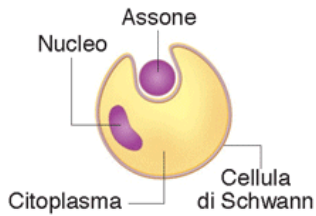
Propagazione del potenziale d'azione nell'assone non mielinizzato



Un PA genera **correnti di circuito locale** che depolarizzano le zone circostanti

La refrattarietà della membrana (canali del Na^+ inattivati) impedisce la propagazione del PA in senso retrogrado.

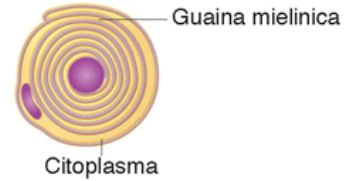
Formazione della MIELINA



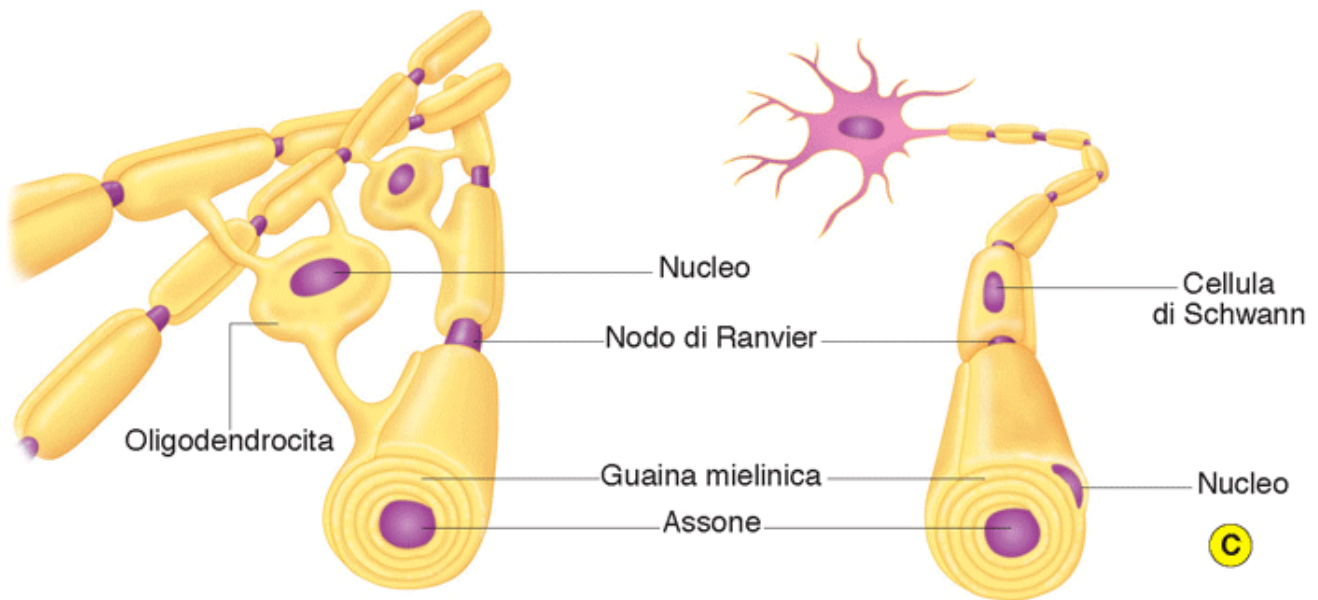
La cellula di Schwann si avvolge intorno all'assone



Il nucleo è spinto all'esterno della guaina mielinica



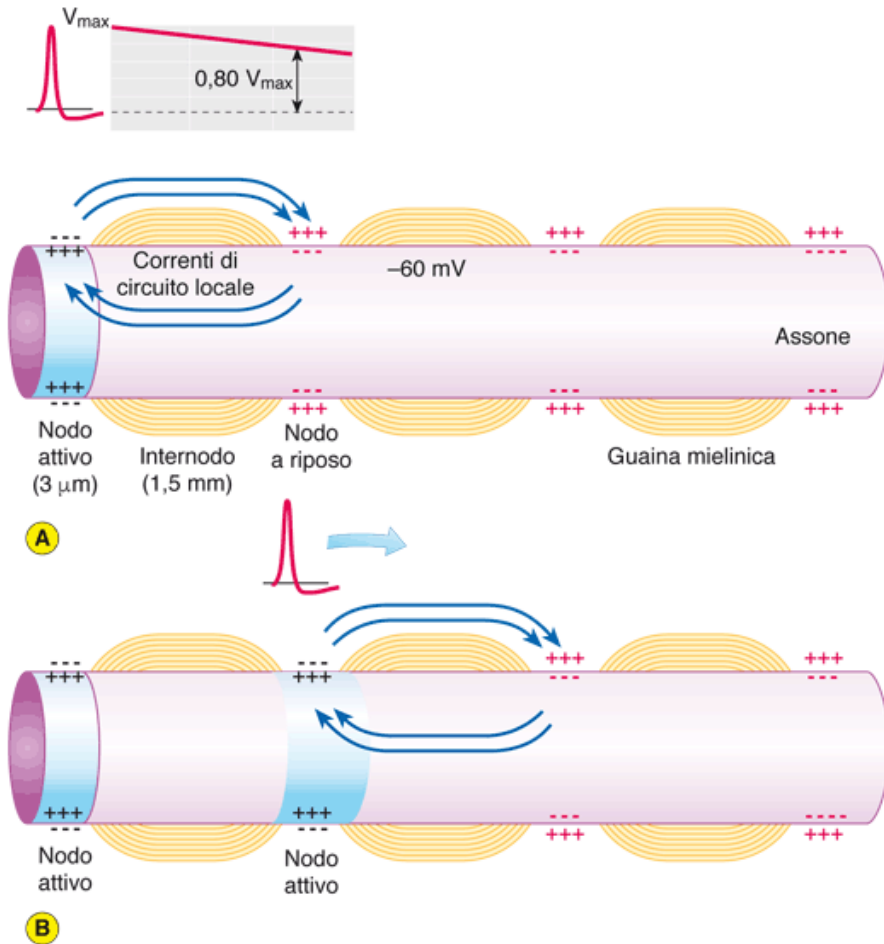
La mielina è formata da strati multipli di membrana cellulare



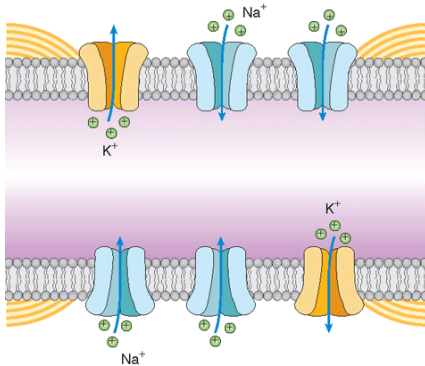
Un oligodendrocita (SNC) forma rivestimenti attorno a più assoni.

Ogni cellula di Schwann (SNP) forma la mielina attorno ad un segmento di assone.

• Propagazione del potenziale d'azione nell'assone mielinizzato (CONDUZIONE SALTATORIA)



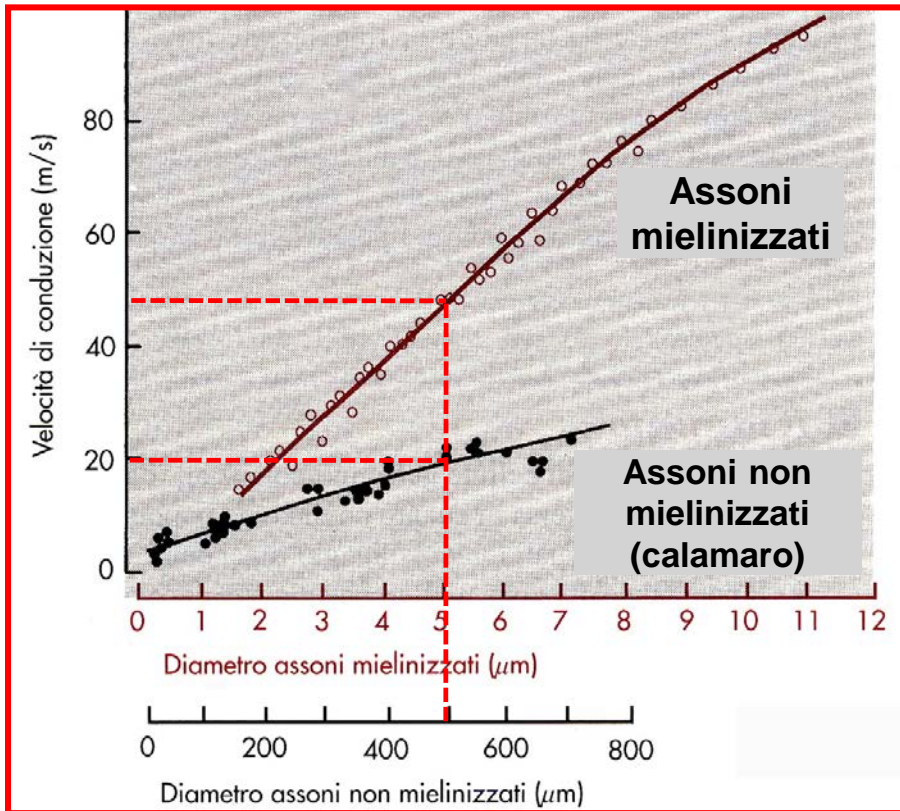
L'isolamento elettrico della guaina mielinica riduce la perdita di correnti lungo la fibra, che riescono a depolarizzare i nodi adiacenti.



La corrente fluisce direttamente dal nodo di Ranvier successivo, a causa dell' elevata resistenza.

Nel nodo successivo, la corrente depolarizza la membrana fino al valore soglia a causa della elevata densità di canali del Na^+ .

La velocità di conduzione aumenta notevolmente nelle fibre mielinizzate

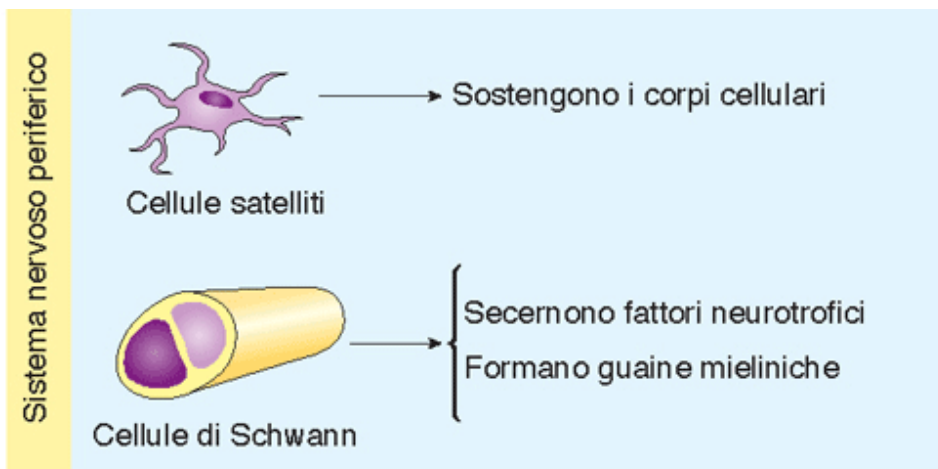
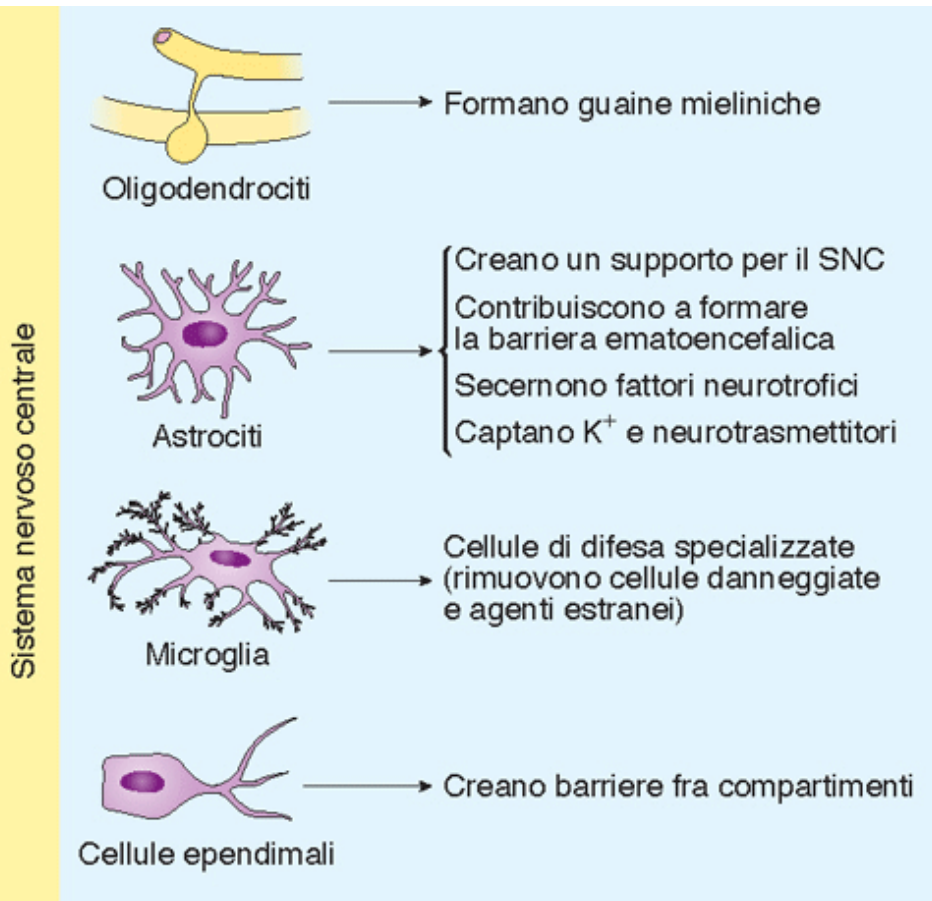


- un assone gigante di calamaro (privo di mielina) con diametro di $500 \mu m$ ha una v di conduzione di circa 20 m/s
- una fibra nervosa di mammifero mielinizzata con un diametro di $5 \mu m$ ha una v di conduzione di circa 50 m/s. Se la fibra fosse amielinica la v si ridurrebbe a 0.5 m/s
- un assone mielinizzato conduce il PA più velocemente di una fibra amielinica con diametro 100 volte maggiore

La guaina mielinica aumenta la velocità di conduzione in quanto:

- incrementa la costante di spazio (λ) dell'assone
- rende possibile l'insorgenza del PA nei nodi di Ranvier

• Cellule gliali



Funzioni delle cellule gliali:

- non conducono l'impulso, rappresentano il 90% delle cellule nel SN
- stimolano la formazione della barriera ematoencefalica, che protegge il SNC da sostanze tossiche
- servono da **elementi di sostegno** o per **isolare** gruppi di neuroni
- **fagocitano** frammenti cellulari
- mantengono il **K⁺ extracellulare costante** e **captano i neurotrasmettitori** liberati durante l'attività sinaptici
- oligodendrociti e cellule di Schwann: **circondano soma e assone delle cellule nervose: formano la guaina mielinica**: ogni 1-2 mm di guaina si nota un'interruzione di 1-2 μm (**nodo di Ranvier**)

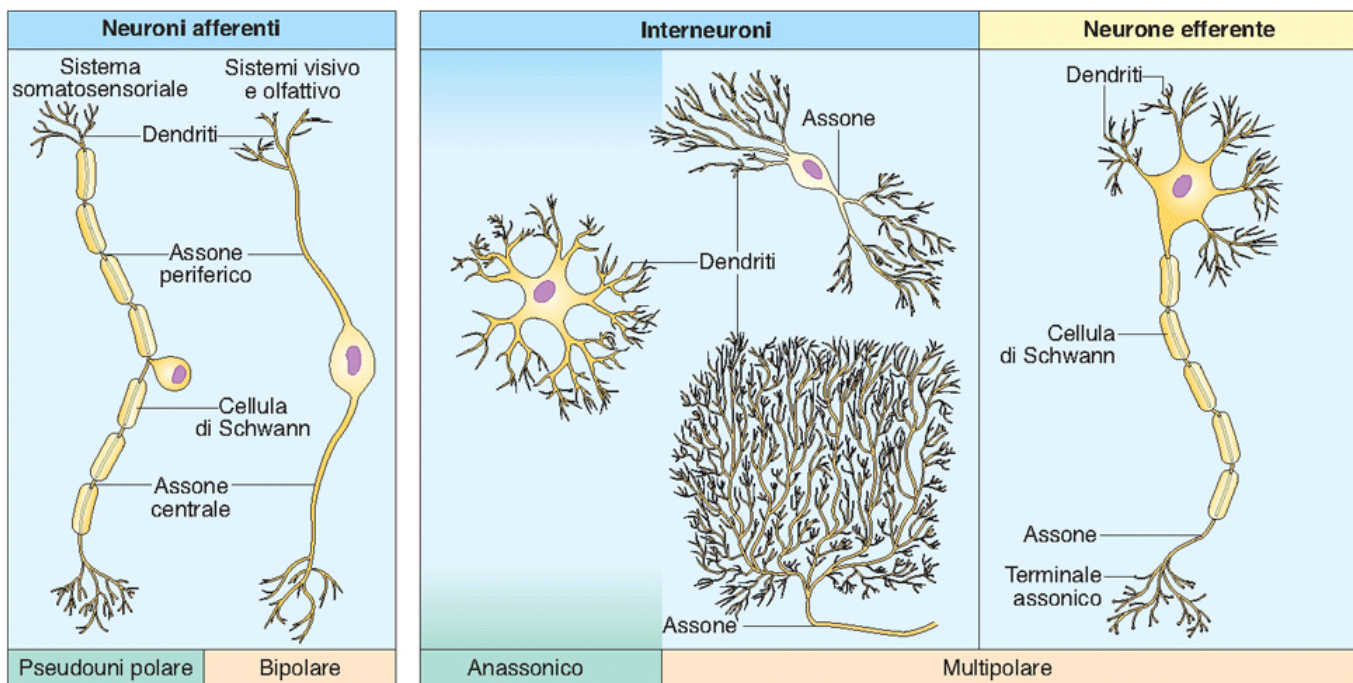


Figura 5.1 Classificazione anatomica e funzionale dei neuroni.

Classificazione delle fibre nervose				
	A α	A β	A δ	C
Diametro (μm)	13-20	6-12	1-5	0,2-1,5
Velocità di conduzione (m/s)	78-120	36-72	6-30	0,5-2

Figura 5.2 Dimensioni e velocità di conduzione delle fibre nervose.

TABELLA 6.4 Differenze fra il potenziale graduato e il potenziale d'azione

Potenziale graduato	Potenziale d'azione
L'ampiezza varia con l'entità dell'evento scatenante	Tutto-o-nulla. Una volta depolarizzata la membrana fino alla soglia, l'ampiezza è indipendente dall'entità dell'evento scatenante
Può essere sommato	Non può essere sommato
Non ha soglia	Ha una soglia che è di solito di 15 mV più depolarizzata rispetto al potenziale a riposo
Non ha periodo refrattario	Ha un periodo refrattario
È condotto in maniera decrementale, cioè l'ampiezza diminuisce con la distanza	È condotto senza decremento; la depolarizzazione è amplificata a un valore costante in ciascun punto lungo la membrana
La durata varia con le condizioni scatenanti	La durata è costante per un dato tipo cellulare in condizioni costanti
Può essere una depolarizzazione o un'iperpolarizzazione	È solo una depolarizzazione
Avviato da uno stimolo ambientale (recettore), da un neurotrasmettitore (sinapsi) o spontaneamente	Avviato da un potenziale graduato
Il meccanismo dipende da canali ligando-dipendenti o da altre modificazioni chimiche o fisiche	Il meccanismo dipende da canali voltaggio-dipendenti