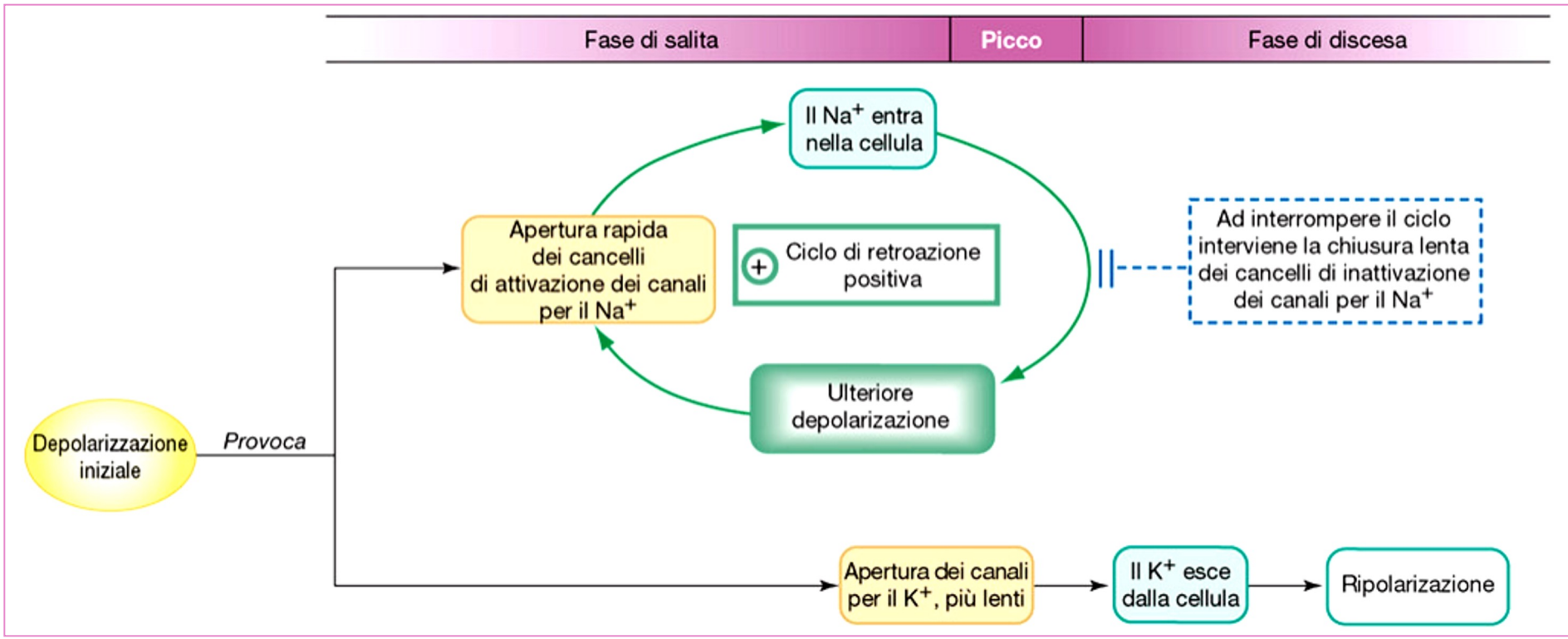
Avevamo terminato con il Ciclo di Hodgkin che caratterizza le varie fasi di un potenziale d'azione

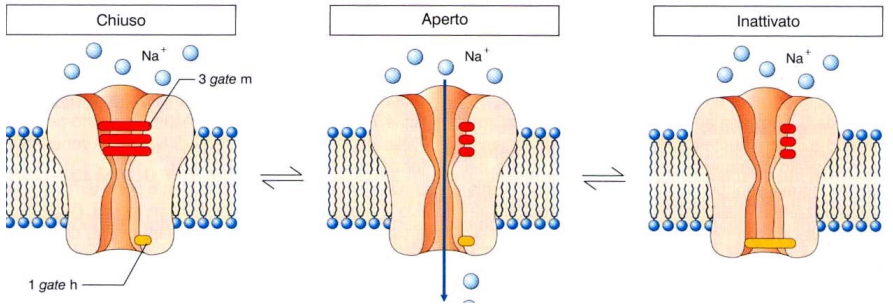


Il Periodo di refrattarietà

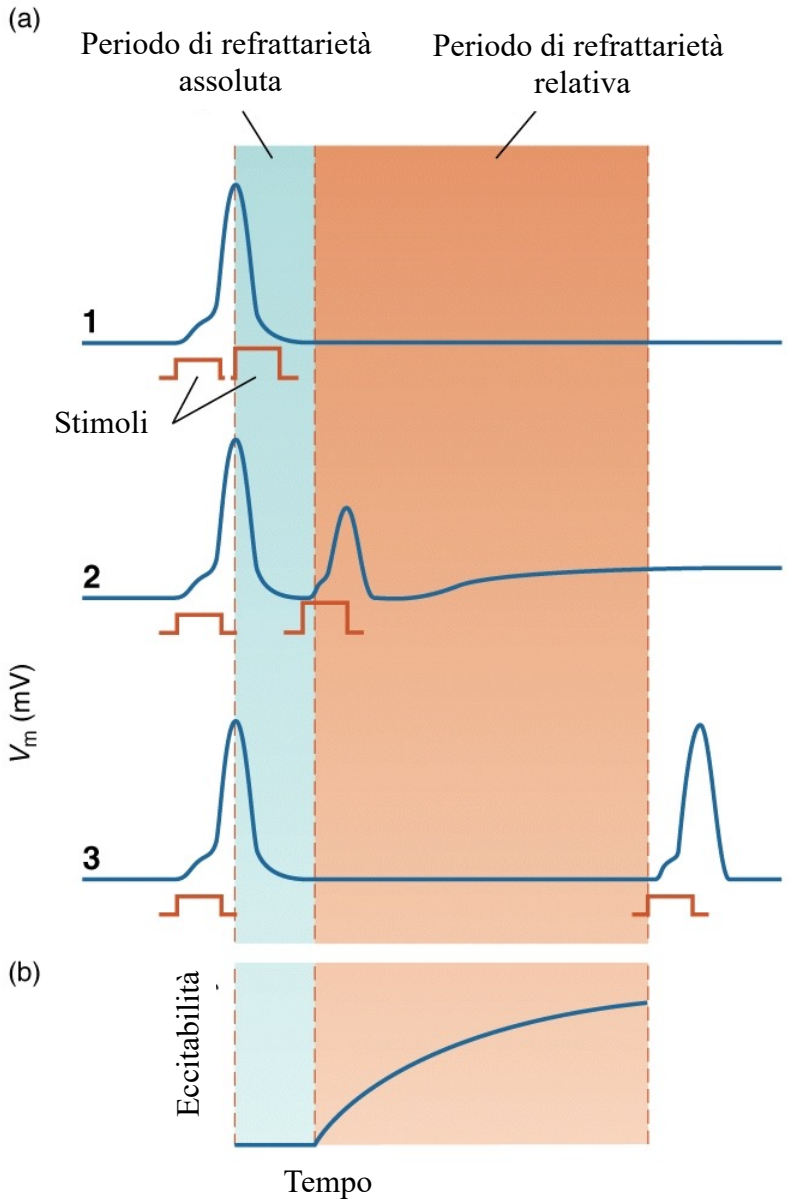
Refrattarietà assoluta

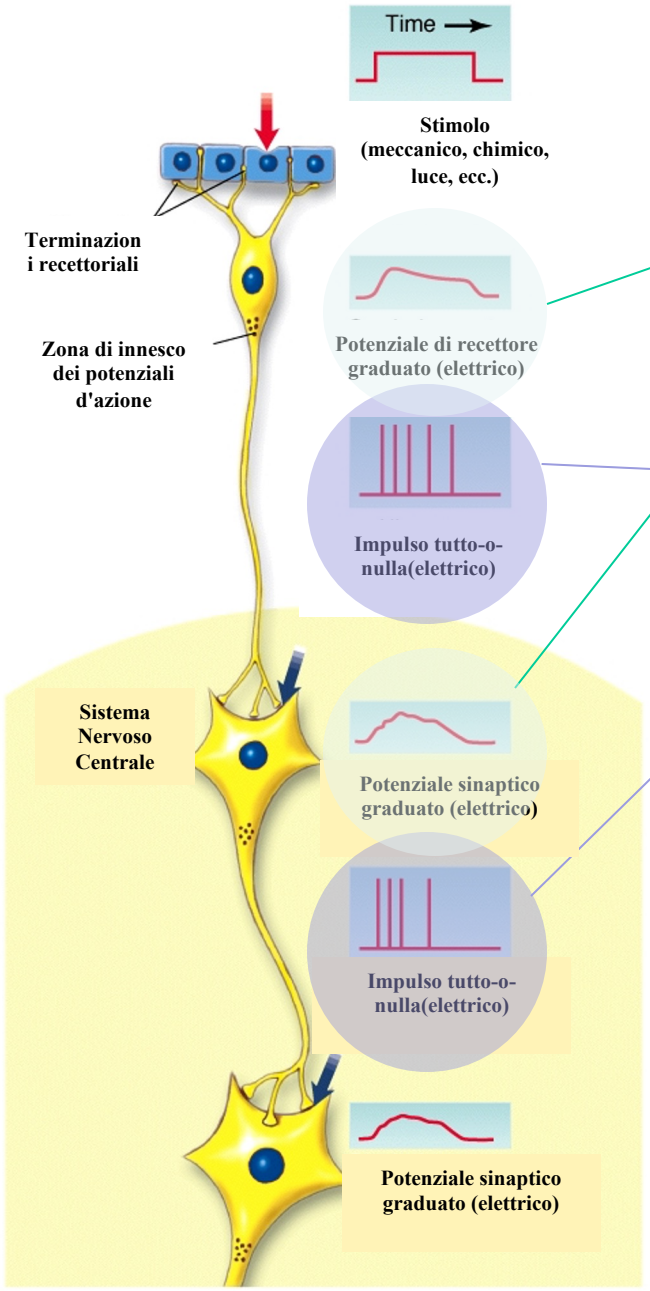
Refrattarietà relativa

Stati conformazionali del canale del Na^+ voltaggio-dipendenti



N.B. l'inattivazione dei canale del Na^+ voltaggio-dipendenti è <u>indipendente</u> da V_m



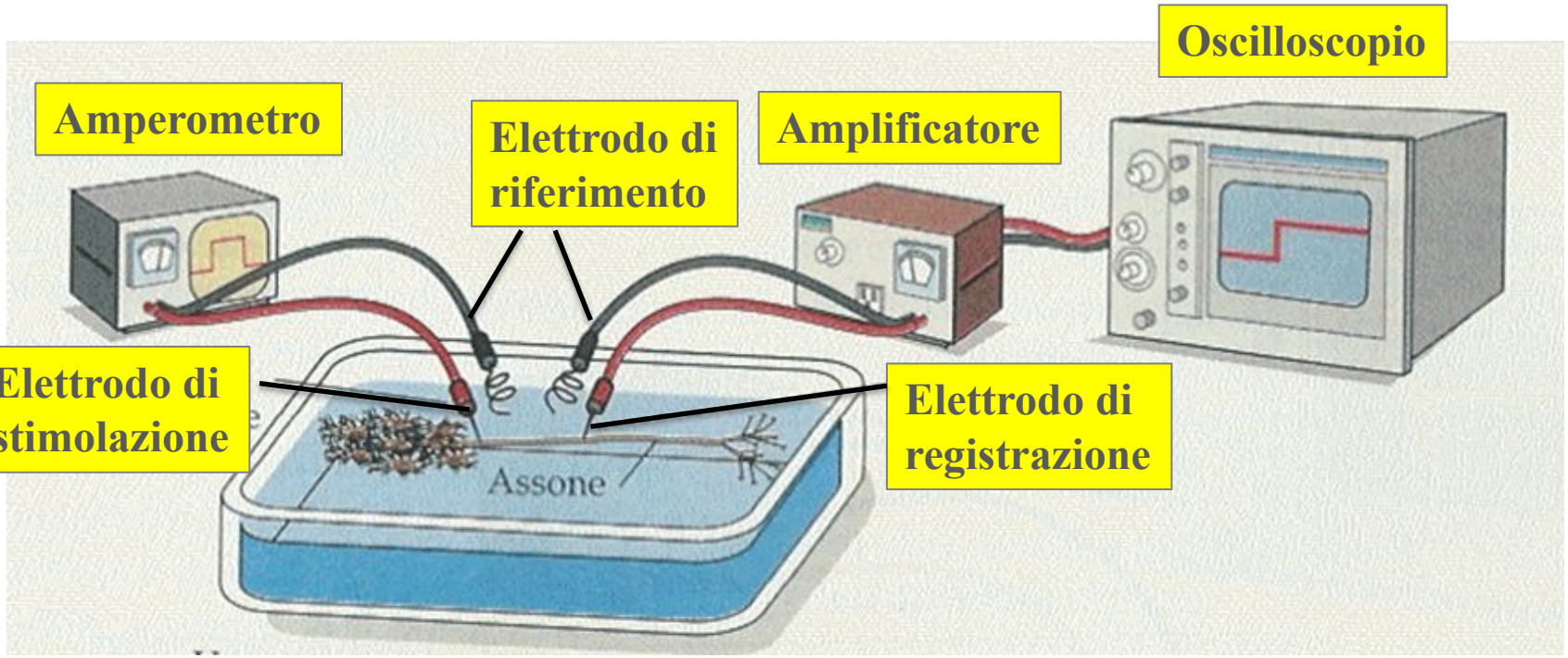


Deputati al trasferimento d'informazione dall'ambiente esterno alle cellule, o tra due cellule contigue, e all'integrazione dei segnali nervosi

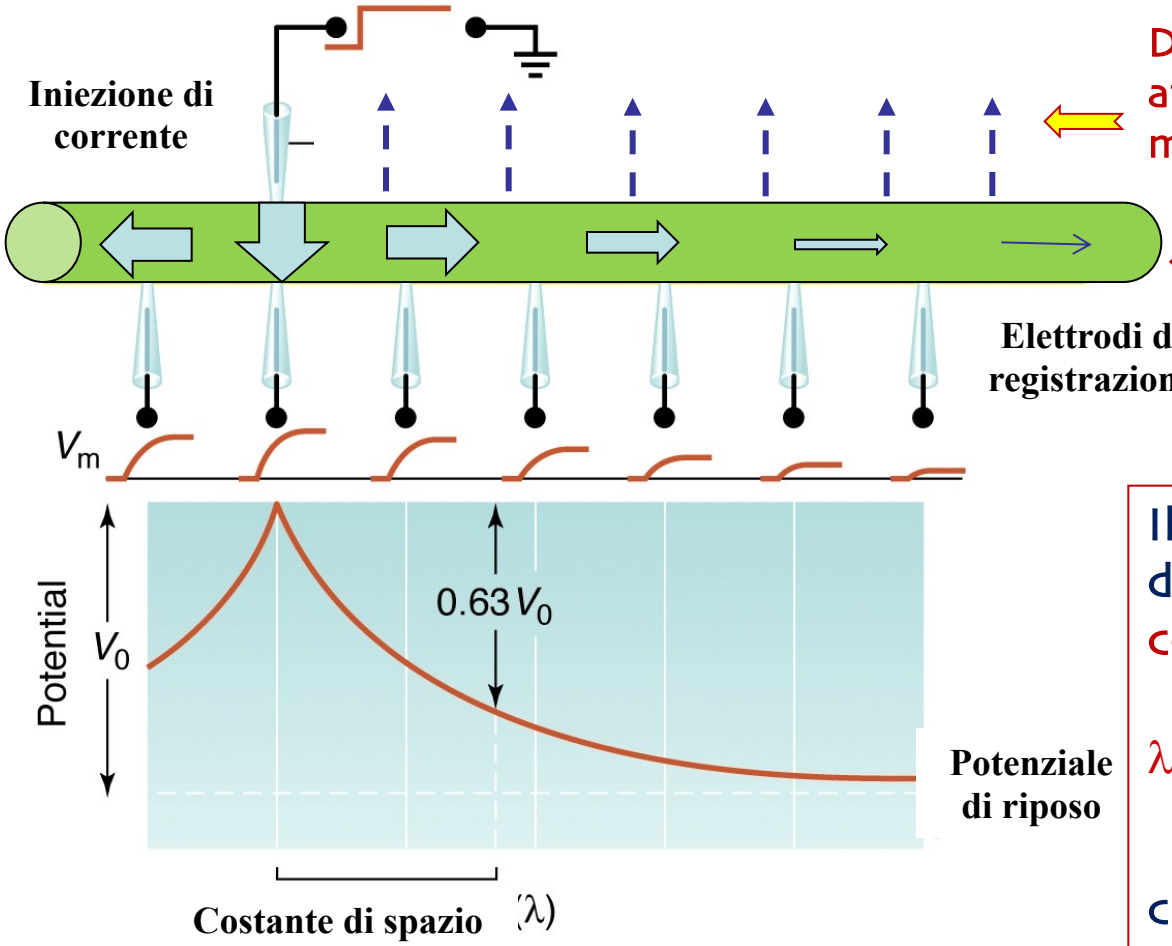
Deputati alla propagazione rapida e su lunghe distanze dell'informazione

La trasmissione di un segnale in un circuito neuronale avviene attraverso l'alternanza di potenziali elettrici graduali e potenziali d'azione

Come si registra la propagazione di un potenziale lungo un assone?



Propagazione di un potenziale elettrotonico



Dispersione di corrente attraverso le resistenze di membrana (Rm)

Dispersione di corrente attraverso le resistenze longitudinali (Rl)

Potenziale di riposo

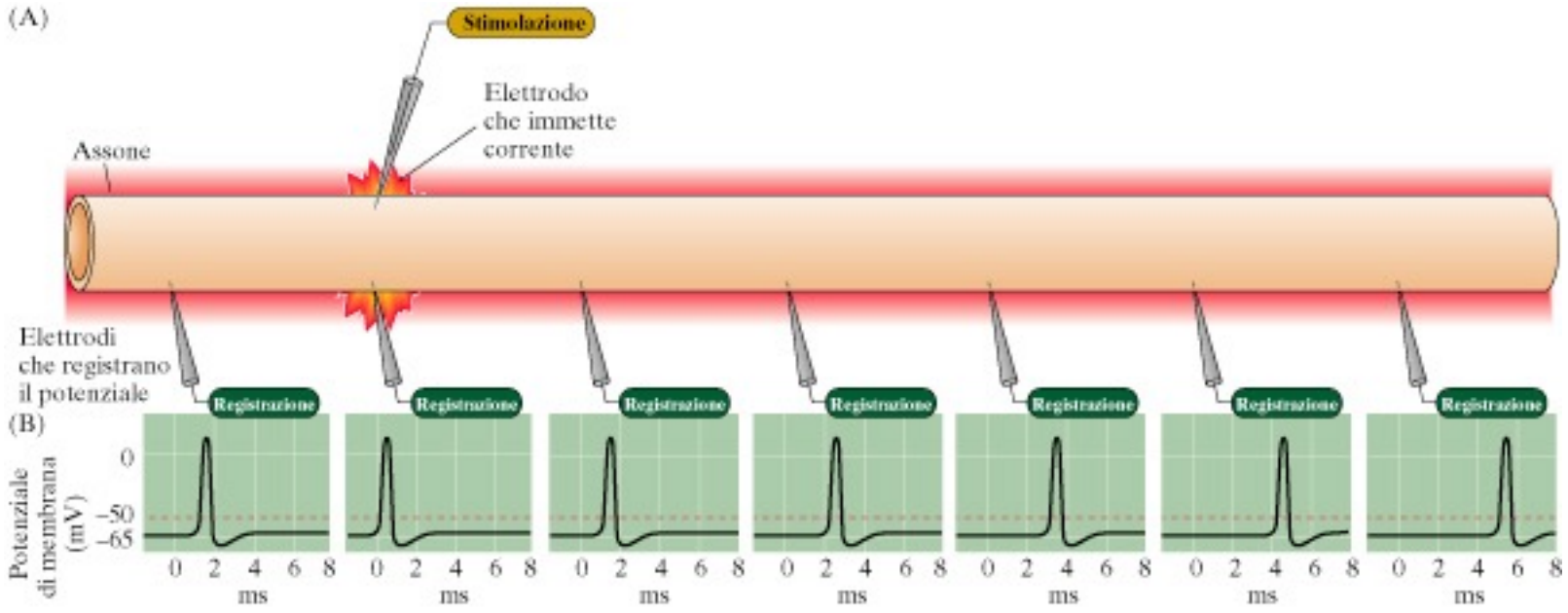
Il decadimento di V_m in funzione della distanza dipende dalla costante di spazio

$$\lambda = \sqrt{\frac{Rm}{R_i + R_e}} = \sqrt{\frac{Rm}{Rl}}$$

che è la distanza alla quale il potenziale transmembrana decade del 63% del suo valore iniziale nel punto di iniezione (v_o)

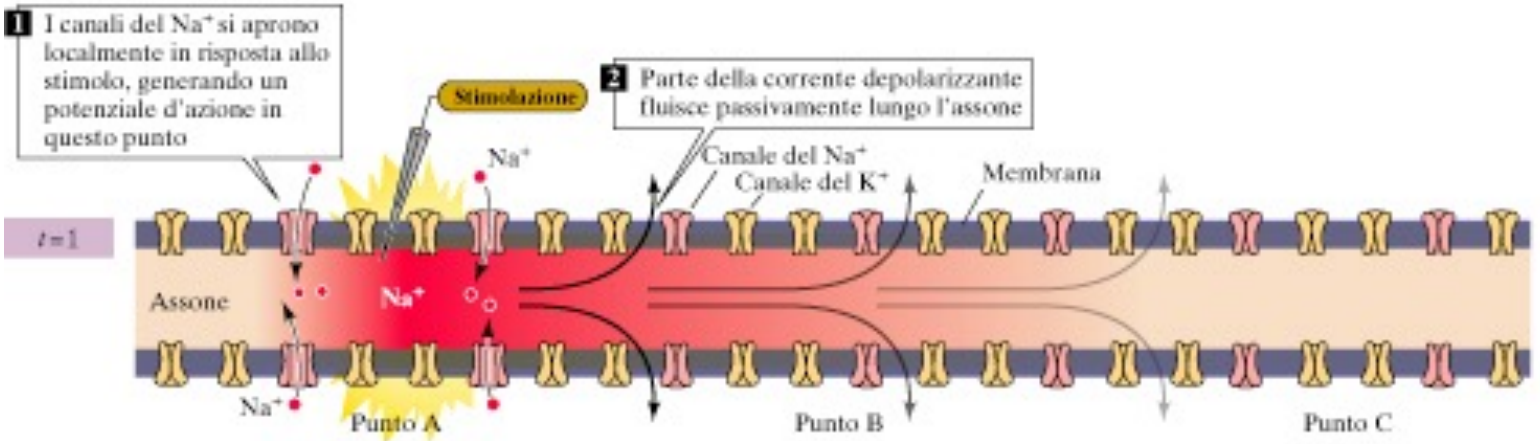
Messaggio 1: una corrente elettrotonica genera potenzali elettrotonici che decadono con la distanza. Si basa sulle proprietà passive della membrana

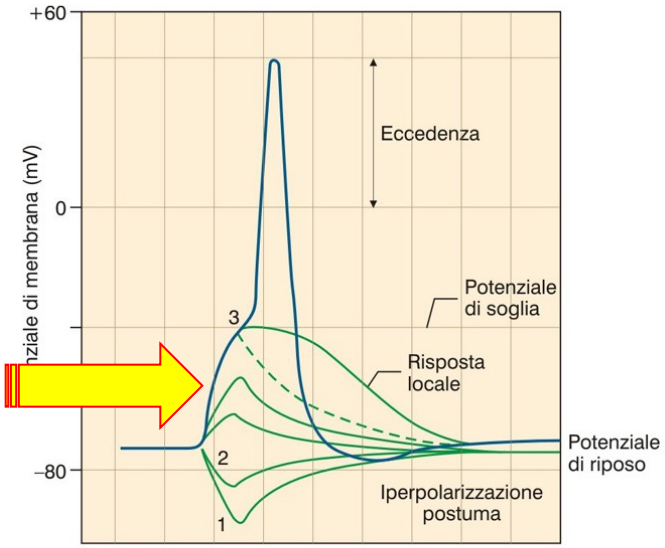
Propagazione di un potenziale d'azione



Messaggio 2: i potenzali d'azione NON decadono con la distanza.
Questa proprietà si basa sulle capacità auto-rigenerative dei canali ionici voltaggio-dipendenti del Na^+ (proprietà attive della membrana)

Tutte le Caratteristiche del potenziale d'azione

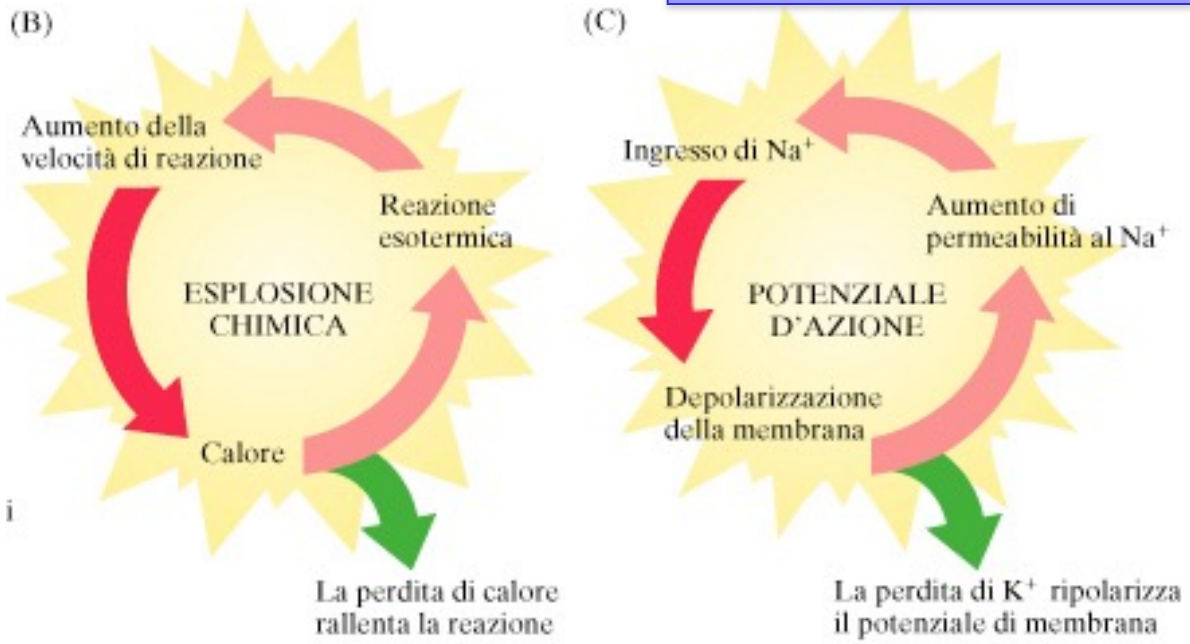




1. Il potenziale d'azione si genera sempre da un potenziale elettrotonico

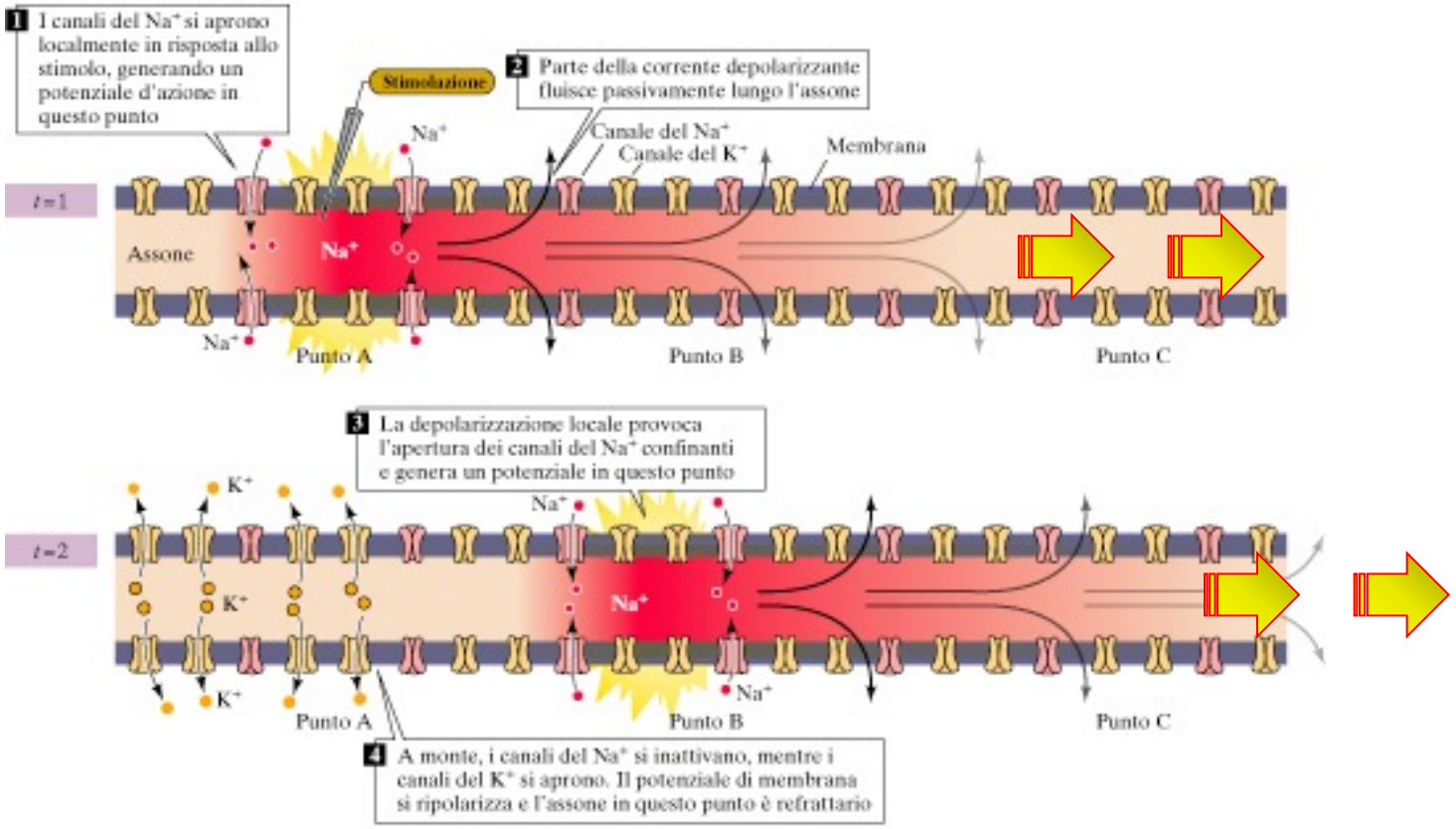
Tutte le Caratteristiche del potenziale d'azione

Ciclo di Hodgkin



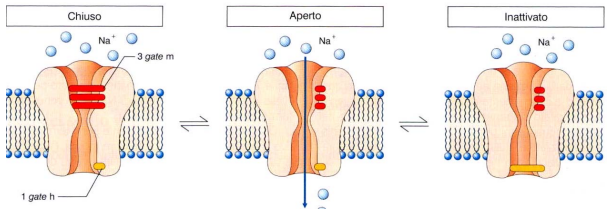
2. Il potenziale d'azione è un evento rigenerativo e di tipo tutto-o-nulla

Tutte le Caratteristiche del potenziale d'azione

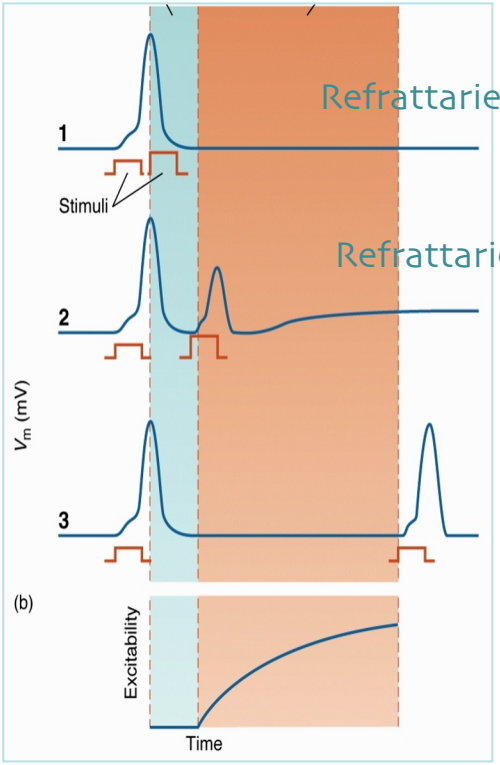


3. Il potenziale d'azione si propaga anterogradamente.

Questo è dovuto alla proprietà di inattivazione de canali del Na+ voltaggio-dipendenti



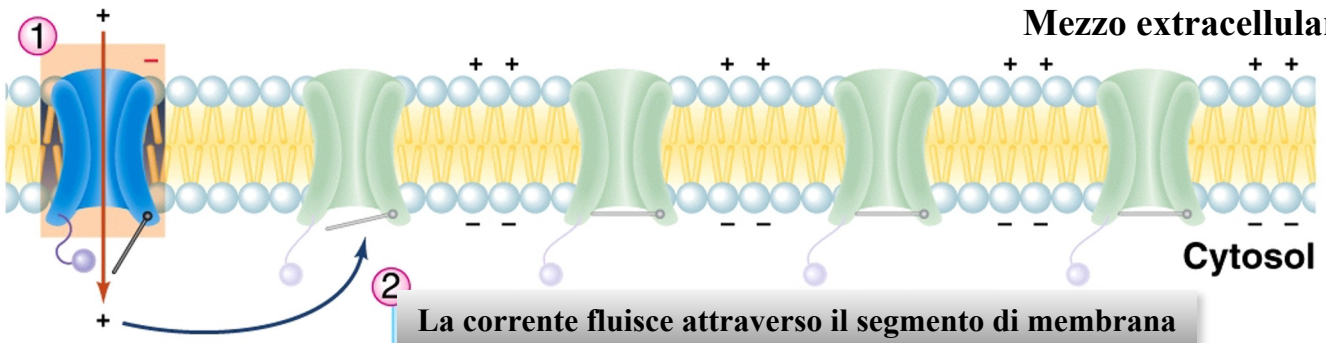
Tutte le Caratteristiche del potenziale d'azione



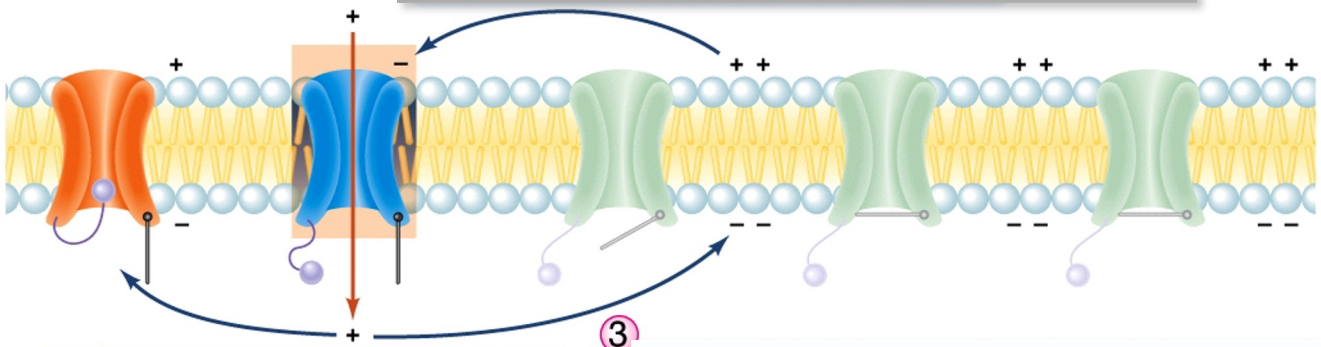
4. I potenziali d'azione non si sommano.

La proprietà si basa sulla presenza del periodo di refrattarietà della membrana plasmatica

Riassumendo

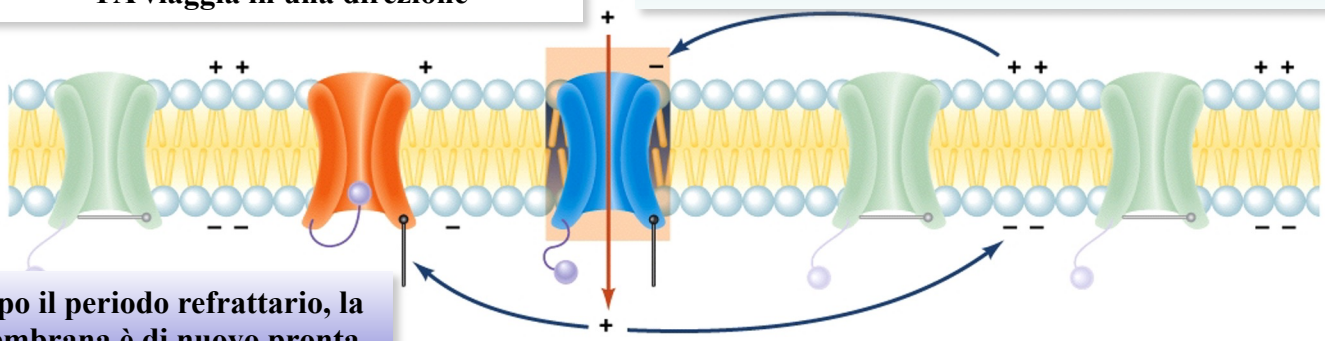


2 La corrente fluisce attraverso il segmento di membrana attivato, depolarizza il segmento successivo



Il segmento ripolarizzato è refrattario, il PA viaggia in una direzione

3 Il segmento adiacente raggiunge la soglia, la corrente fluisce, depolarizza il segmento successivo



Dopo il periodo refrattario, la membrana è di nuovo pronta per essere attivata

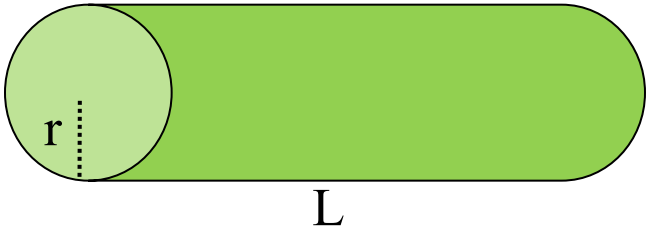
Il processo continua

Direzione di propagazione →

Ma quanto è veloce un potenziale d'azione?
Cosa condiziona la sua velocità?

Relazione tra velocità di conduzione e diametro assonale

Immaginiamo un assone come un cilindro di lunghezza unitaria L
e di diametro variabile r



R_m di un assone di lunghezza (L) unitaria $= 1/r$

(in quanto l'area di superficie di un cilindro di lunghezza L, è = $2\pi rL$)

$R_I = 1/r^2$

(in quanto l'area della sezione trasversa dell'assone è = πr^2)

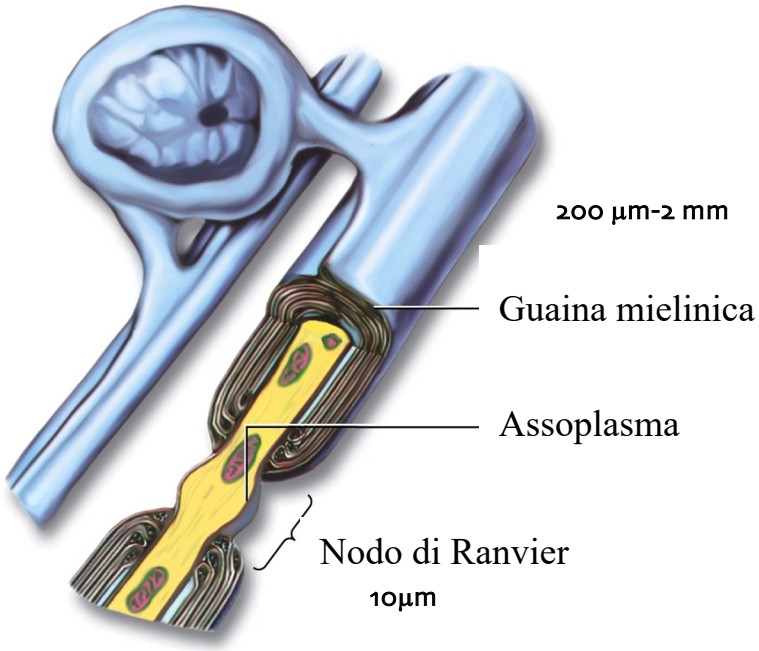
Per ogni incremento di r la riduzione di R_I sarà maggiore della riduzione di R_m

Poiché $\lambda = \sqrt{\frac{Rm}{R_I}} = \sqrt{\frac{1/r}{1/r^2}} = \sqrt{1/r \times r^2} = \sqrt{r}$

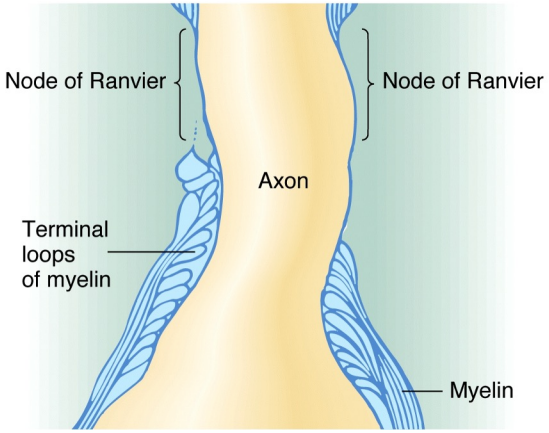
ad un aumento del raggio corrisponde un aumento di λ

Relazione tra velocità di conduzione e presenza di guaina mielinica

(a) Oligodendrocita

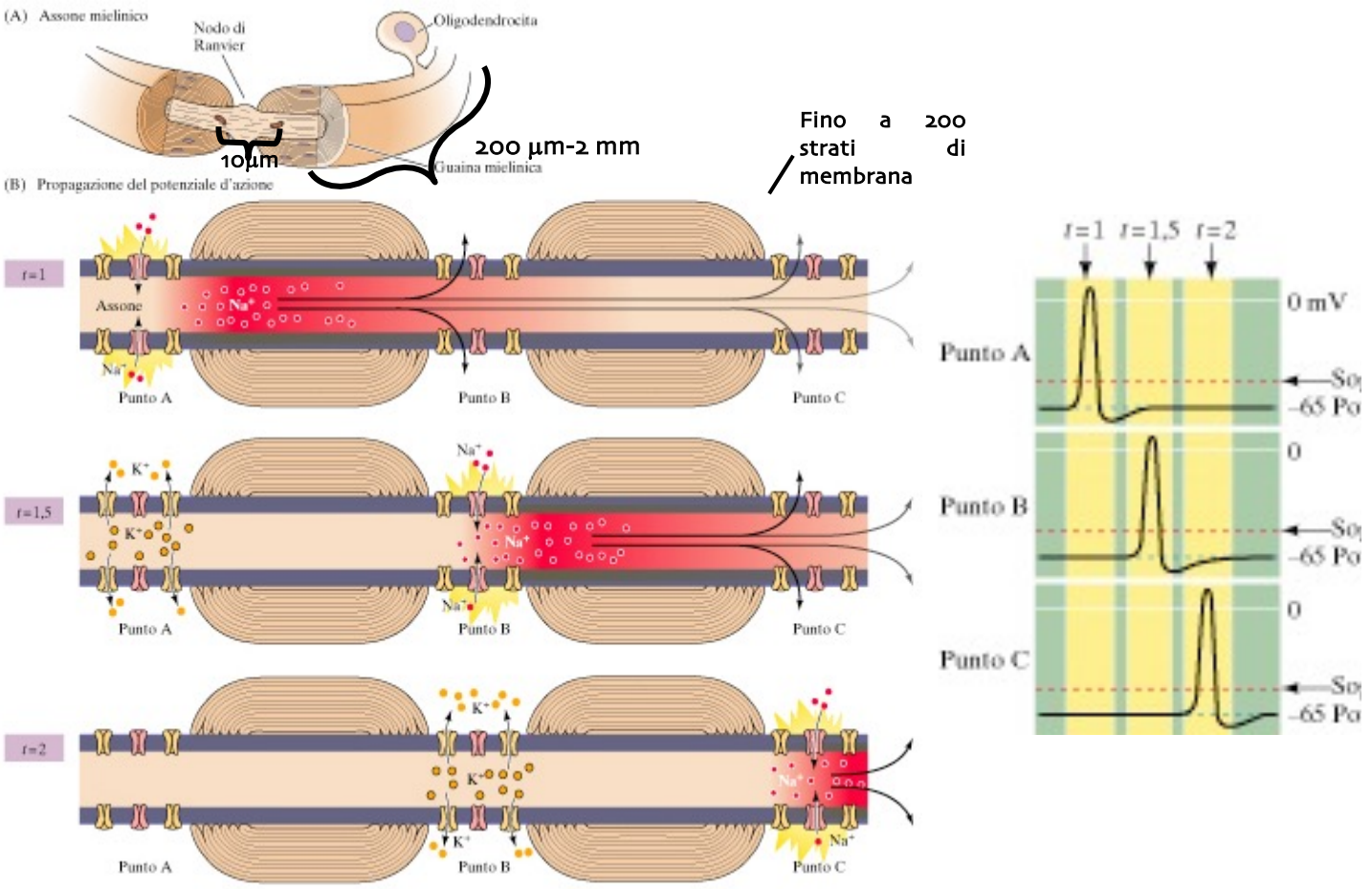


Assoni mielinizzati

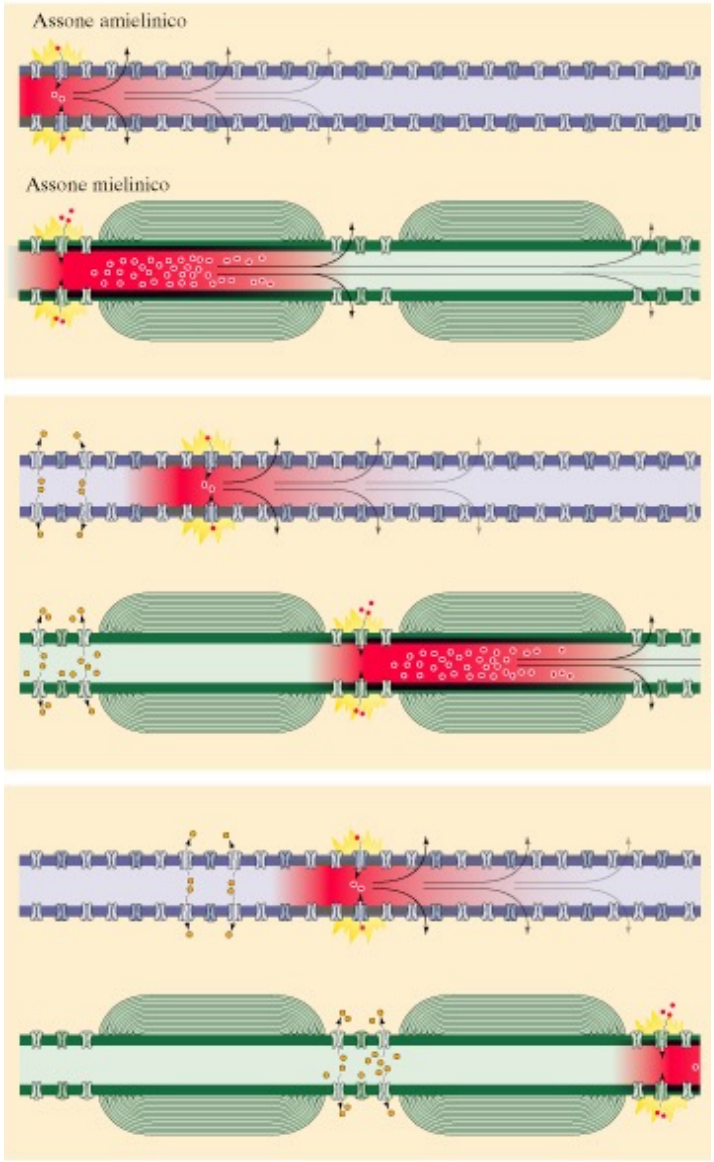


Conduzione saltatoria rapida negli assoni mielinici

Mielina aumenta la resistenza transmembrara e riduce la capacità elettrica effettiva della membrana neuronale



Differenza di conduzione di un potenziale d'azione lungo un assone amielinico e uno mielinico



Velocità di conduzione

Assoni amielinici: viaggiano con una velocità di frazioni di m/sec

Assoni mielinici: viaggiano con una velocità che può variare da pochi mm/sec a 120 m/sec