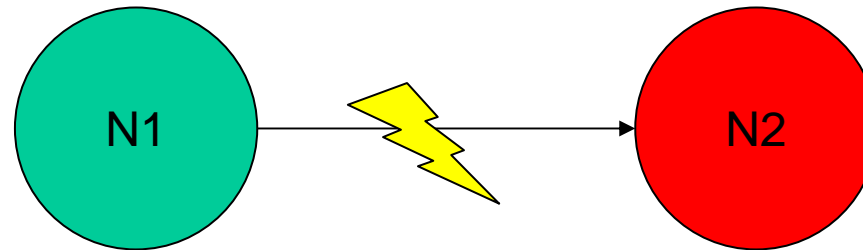


- **La sinapsi: zona di contatto tra due neuroni responsabile della trasmissione del segnale elettrico.**



Punto di discontinuità

Elettriche

Chimiche: **Eccitatorie**
 Inibitorie

La sinapsi

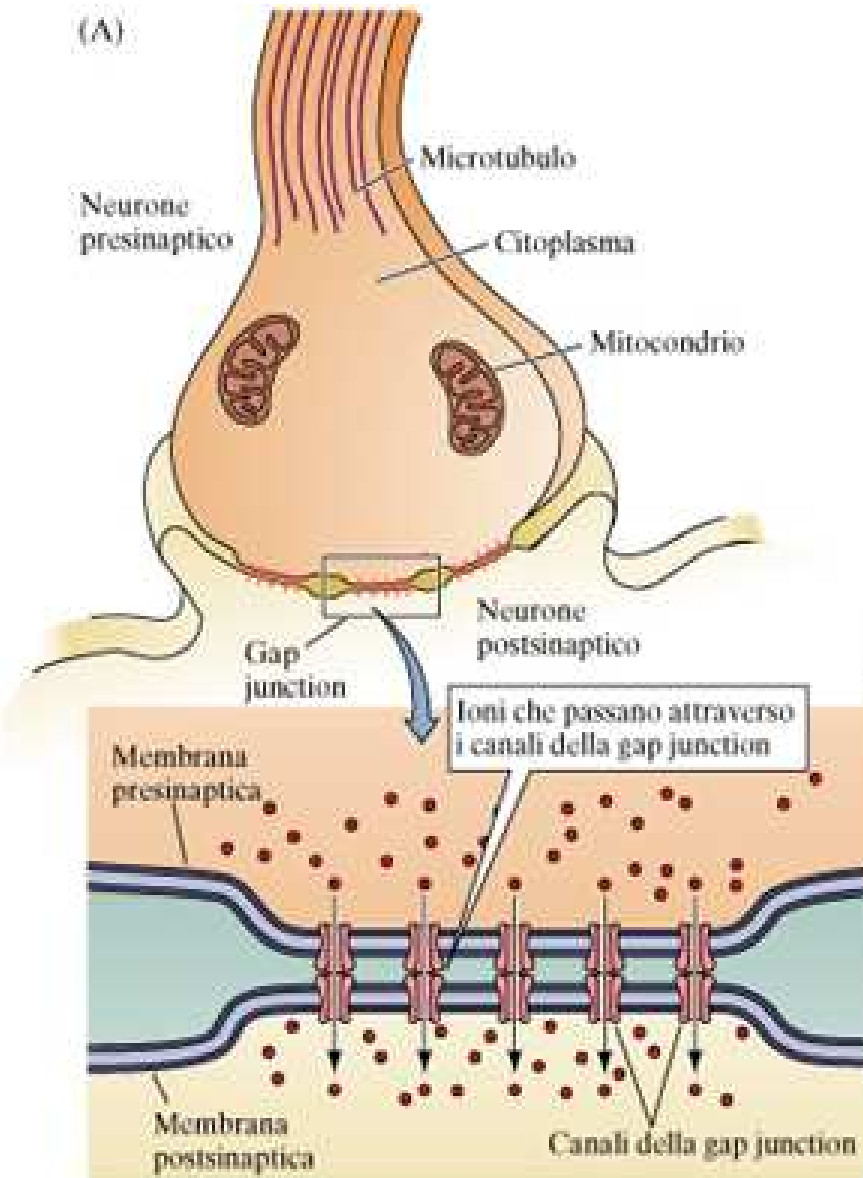
I neuroni comunicano
attraverso la sinapsi.

La **sinapsi** è la giunzione tra
due neuroni o tra o tra un
neurone e una cellula
effettrice.

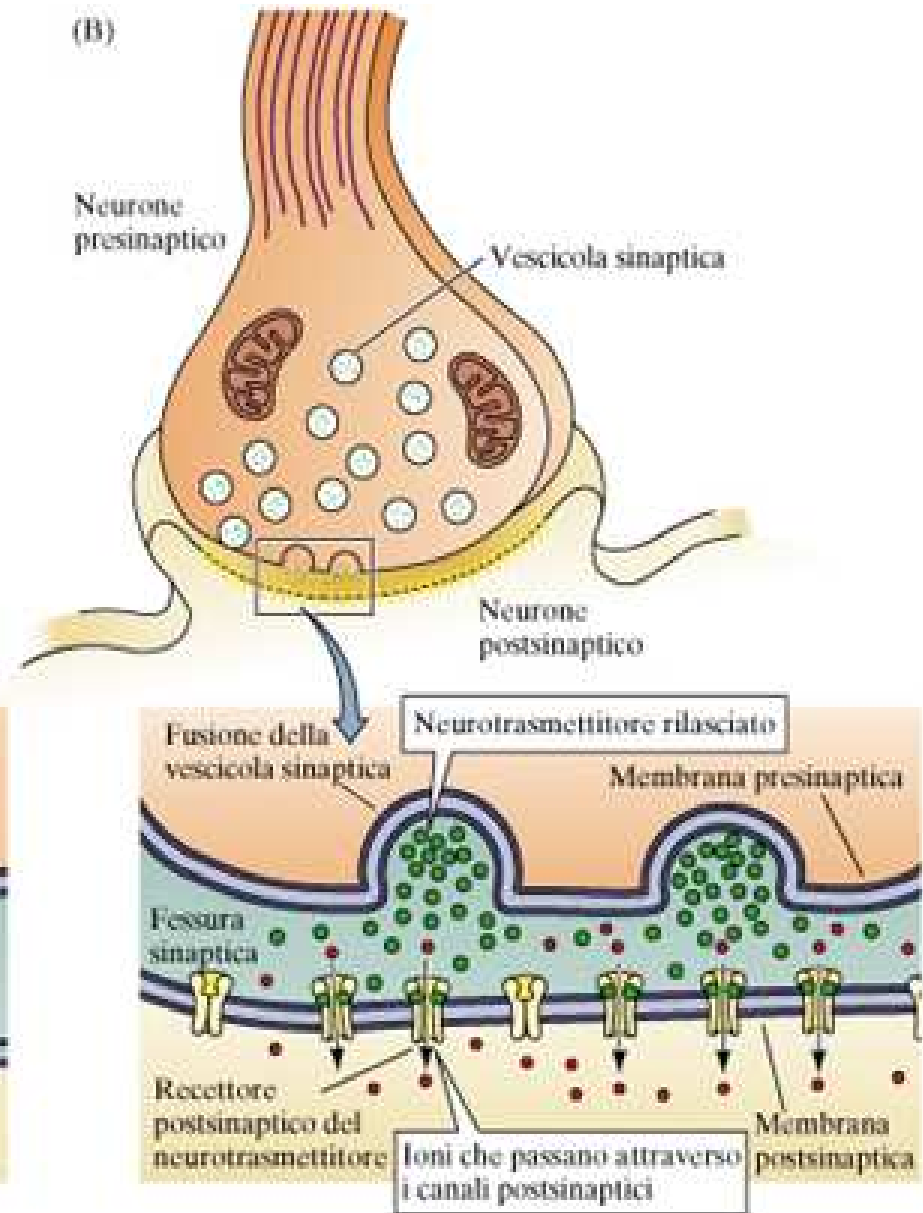
Ve ne sono due tipi :la
sinapsi **elettrica** e la
sinapsi **chimica**



Sinapsi elettrica

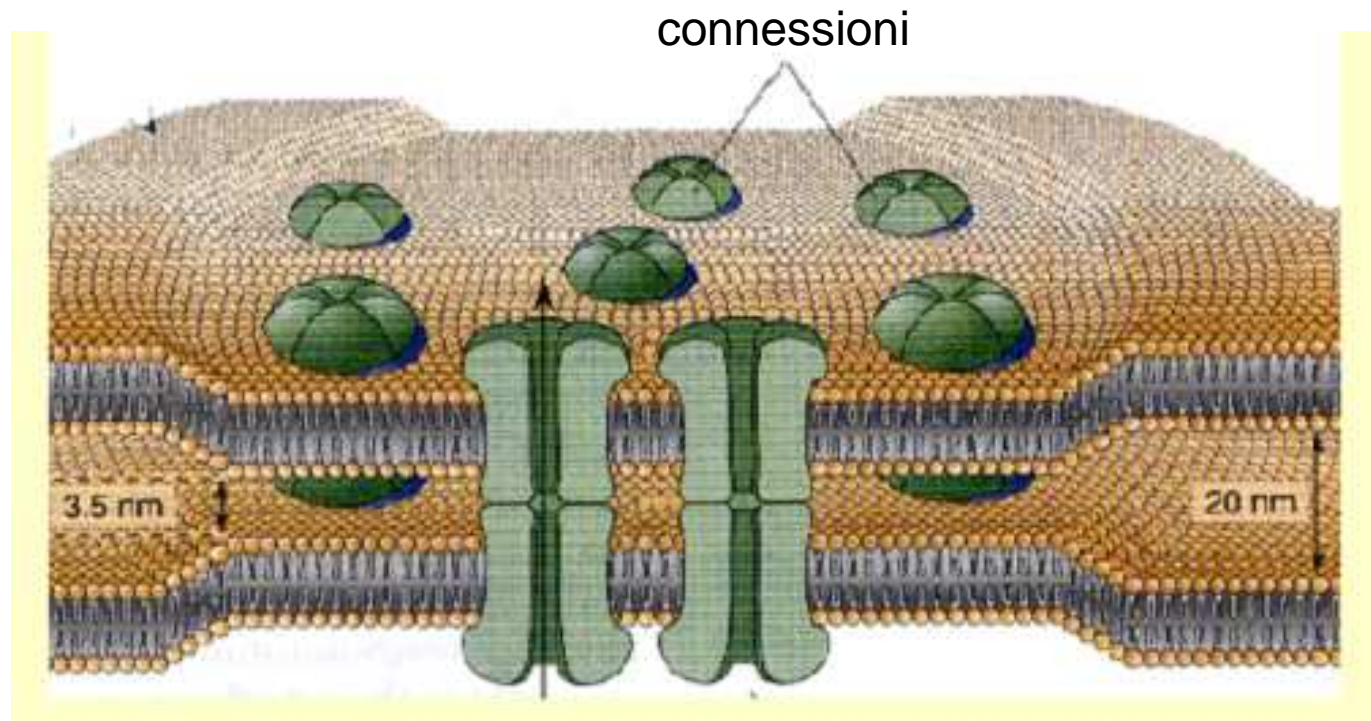


Sinapsi chimica



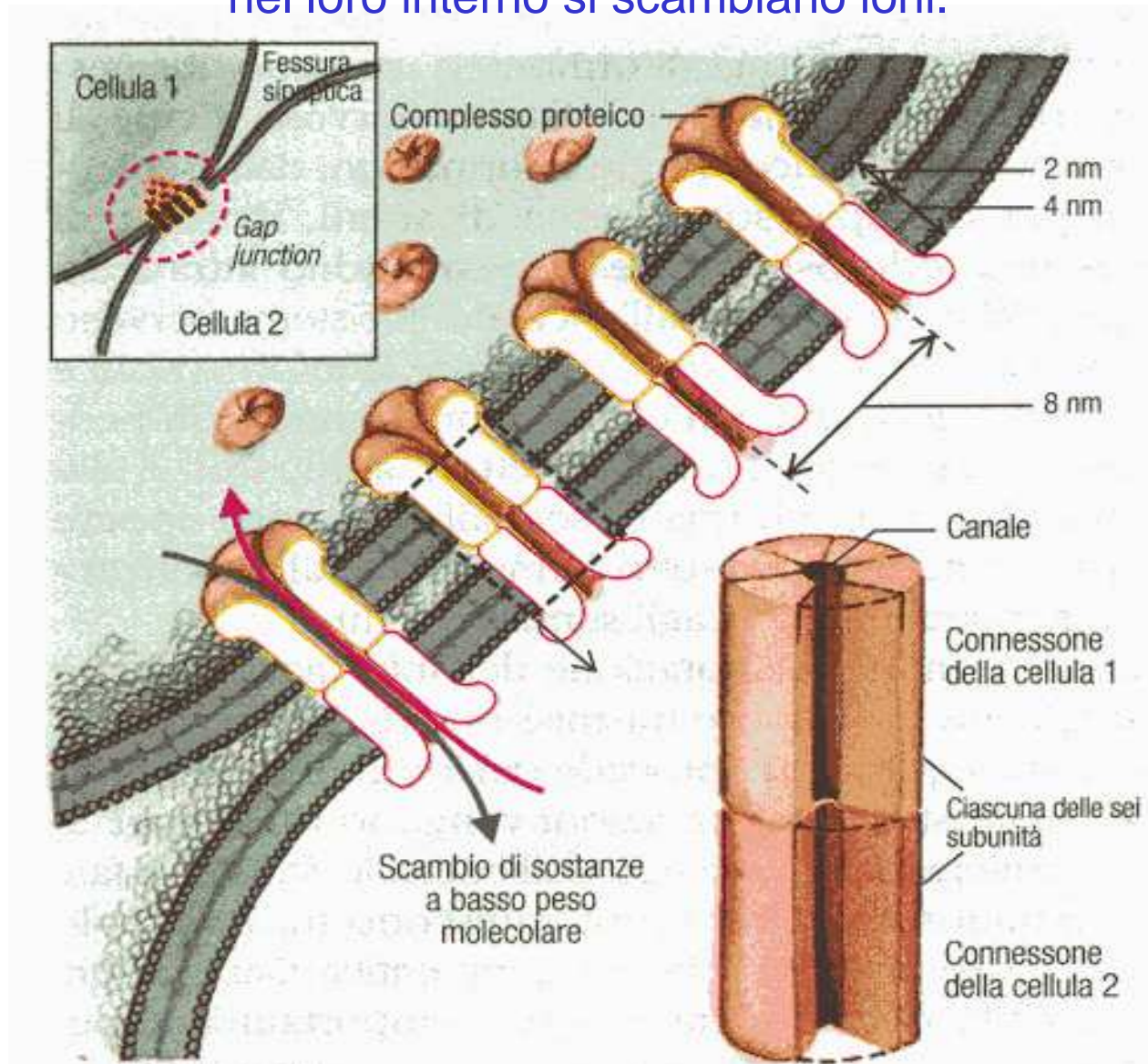
Struttura di una sinapsi elettrica

Gap junction



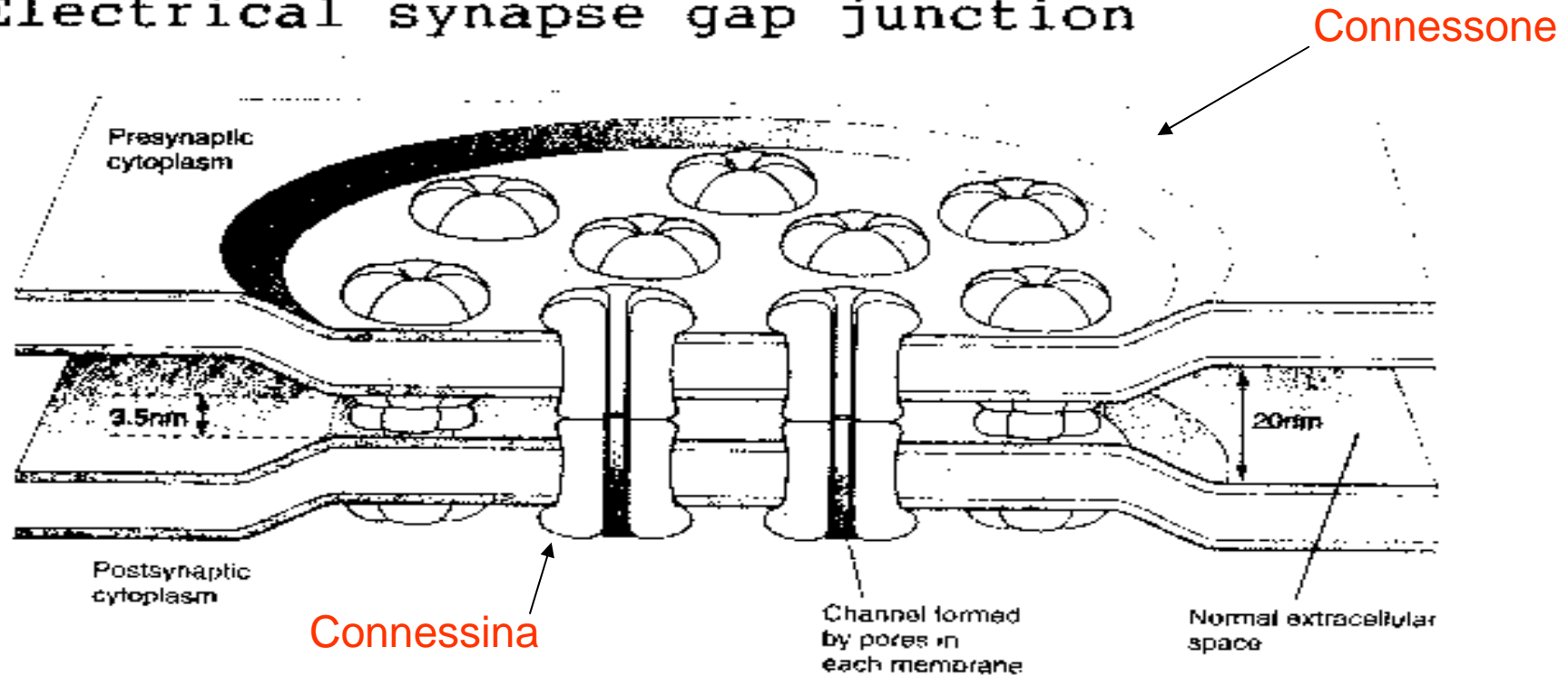
Sinapsi elettrica a livello di gap junction

I connessioni formano canali che congiungono i citoplasma di cellule adiacenti; nel loro interno si scambiano ioni.



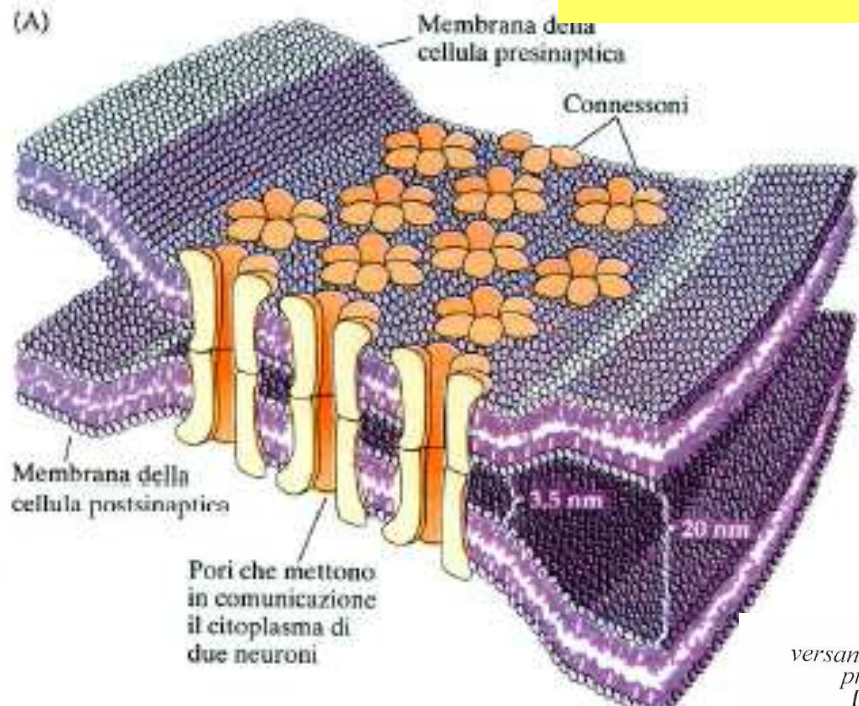
Sinapsi elettriche

Electrical synapse gap junction



Distanza tra le 2 membrane 35A

SINAPSI ELETTRICA



Ogni connessione è formato da 6 subunità (connessine) ognuna comprende 6 STM. Le connessine – diaframma ad iride

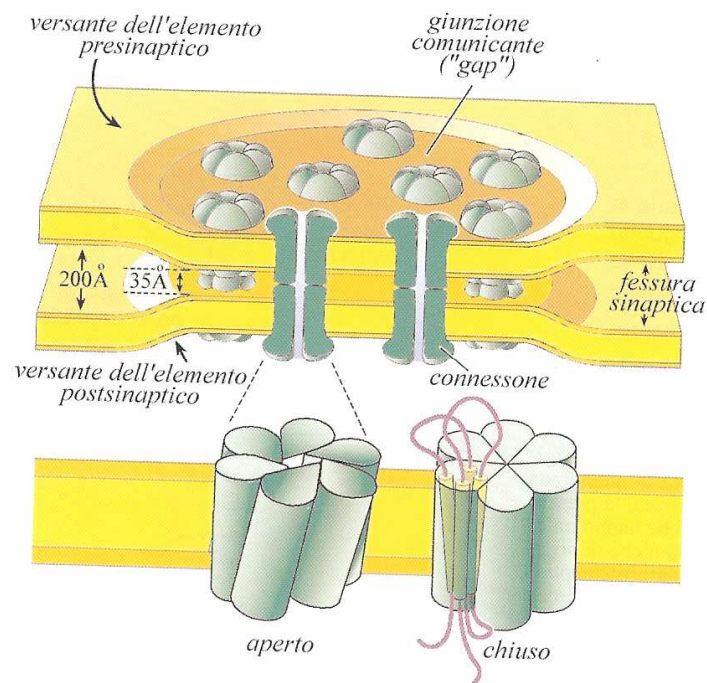
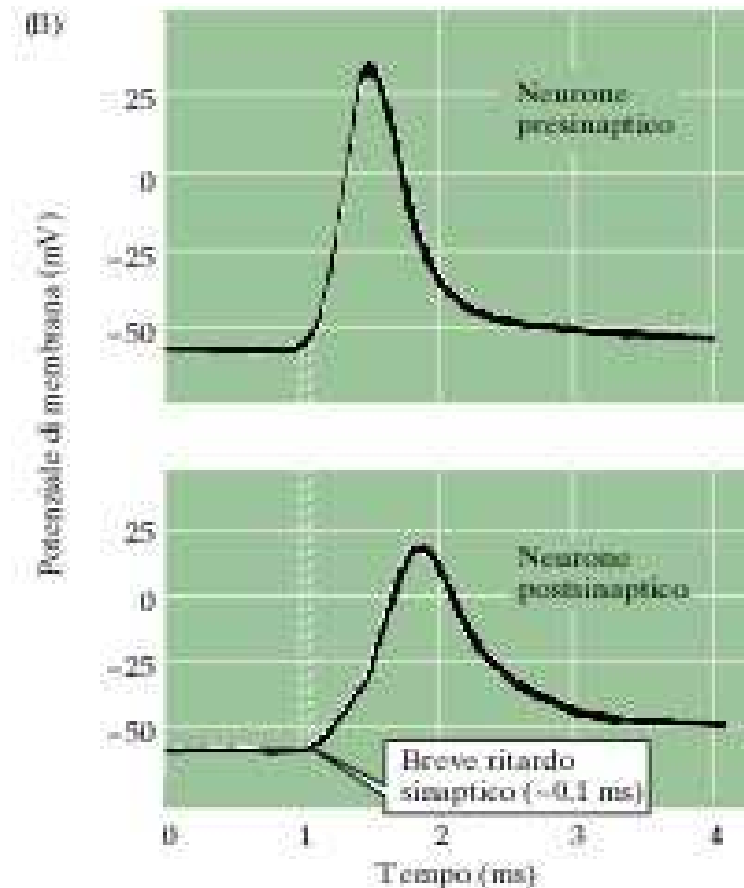
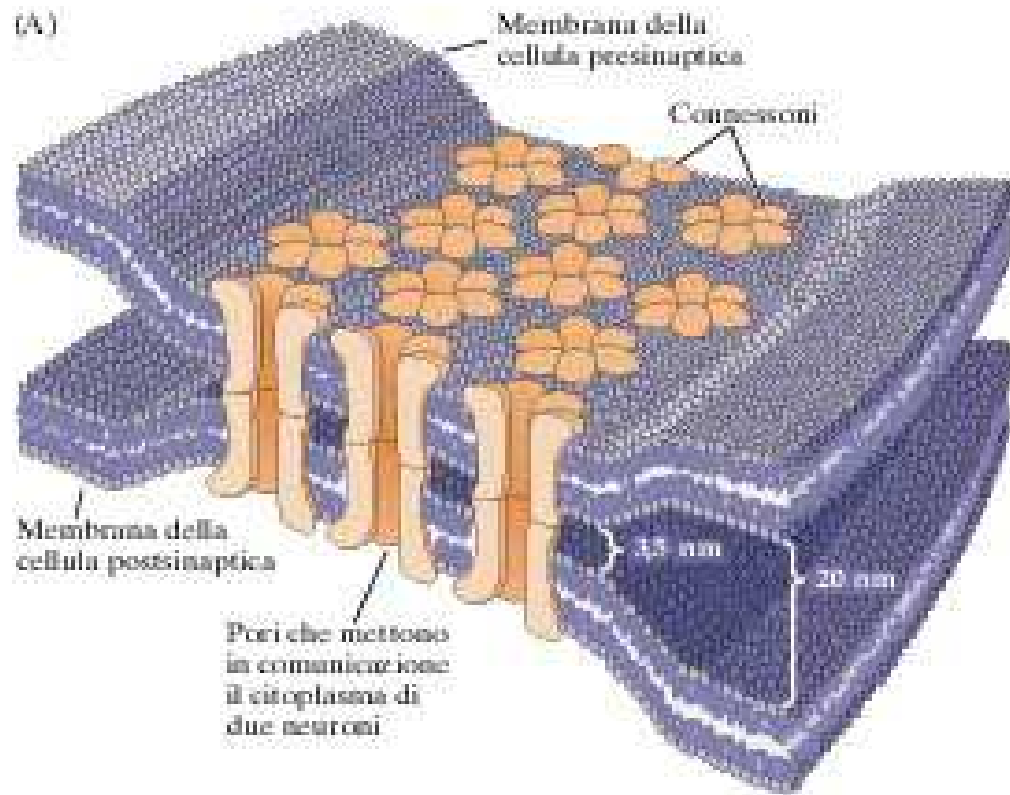


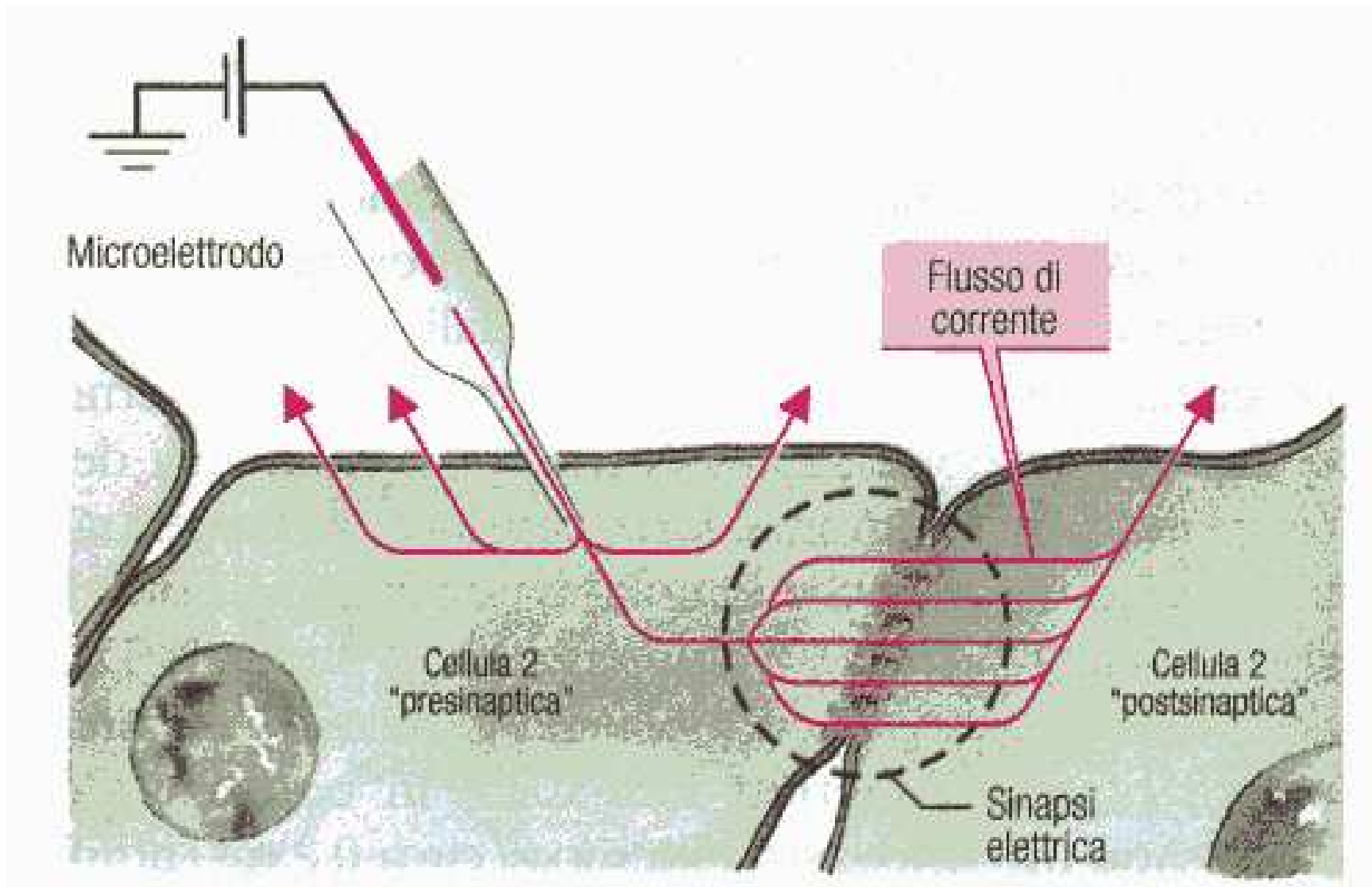
Fig. 7.30 - Rappresentazione di una giunzione comunicante ("gap junction") all'interno di una sinapsi elettrica. In ogni giunzione, la fessura sinaptica si riduce da ca. 200 Å a ca. 35 Å. La fessura è attraversata da canali ad elevata conduttanza elettrica costituiti da "connessoni". La pervietà dei canali è regolabile, per effetto del lento moto delle molecole proteiche ("connessine") che li costituiscono.

Le sinapsi elettriche:

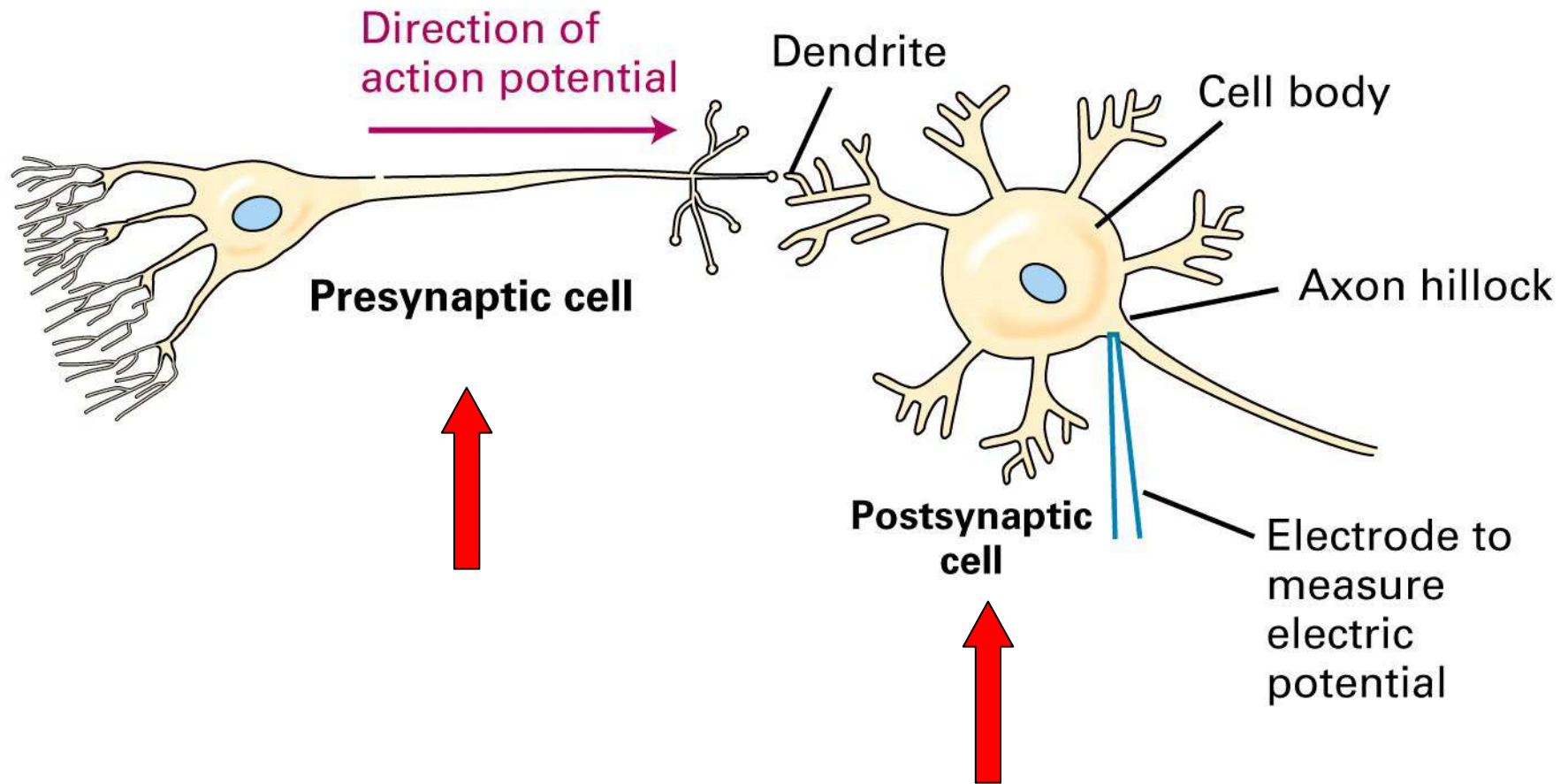
- Membrana pre e post sinaptica molto vicine (35A) giunzioni gap. Bidirezionali in alcuni casi **rettificanti**
- Ritardo sinaptico. Miocardio sincizio funzionale.
- Inaffaticabilità. Non sono capaci di elaborare il segnale che viene trasmesso.



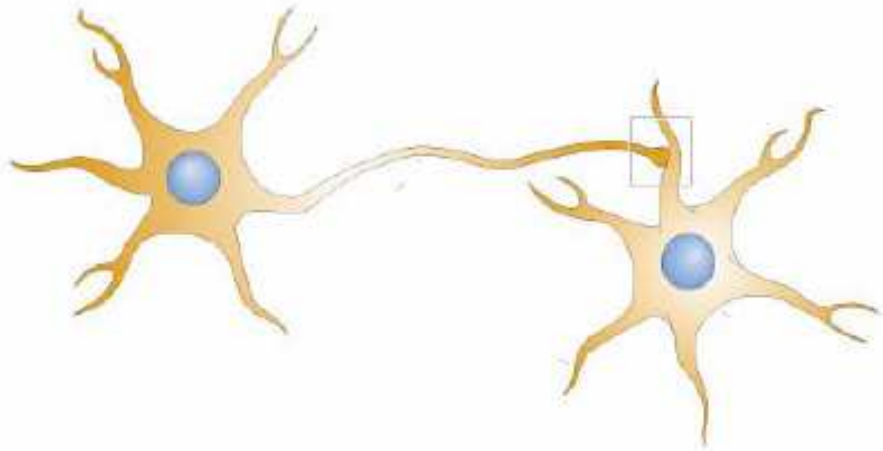
Correnti applicate ad una cellula si propagano nell'altra tramite la sinapsi elettrica, fluendo attraverso i connessioni



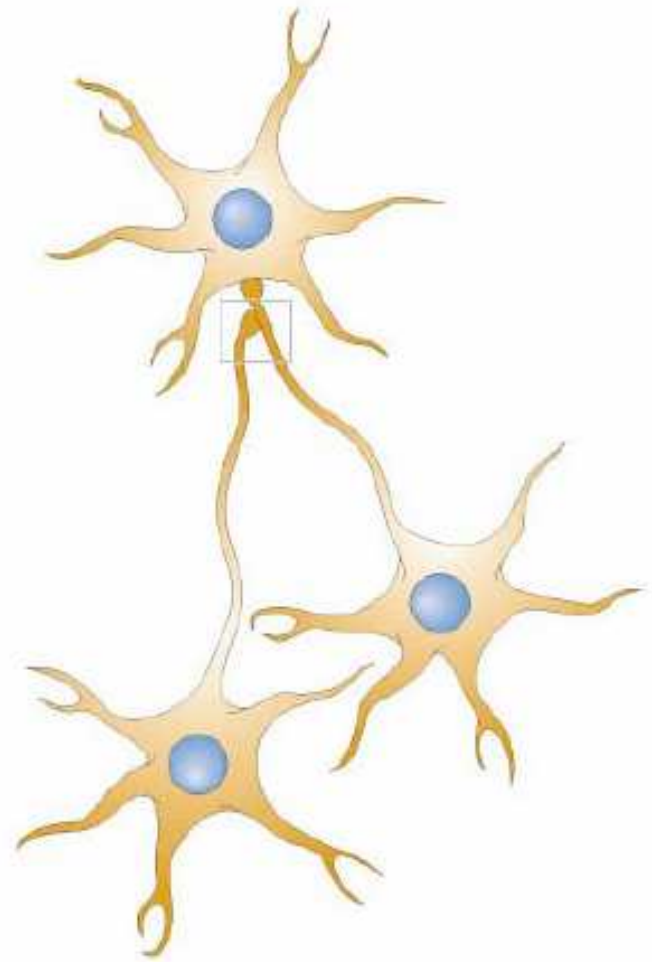
Sinapsi chimica: struttura



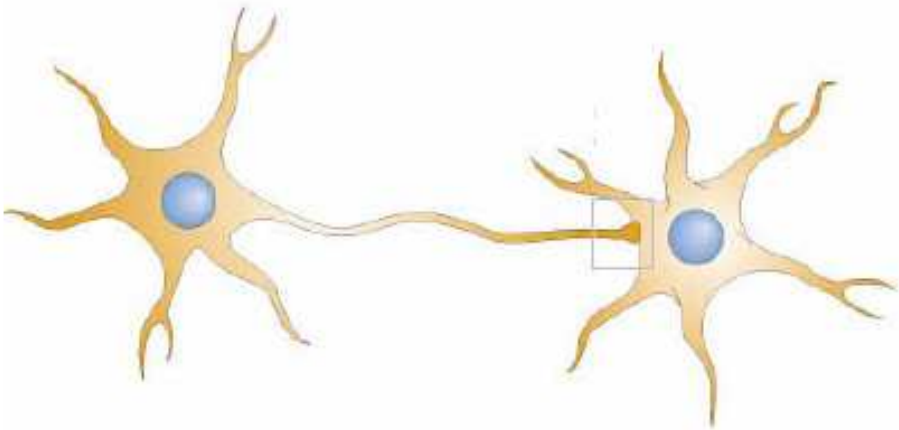
assodendritica

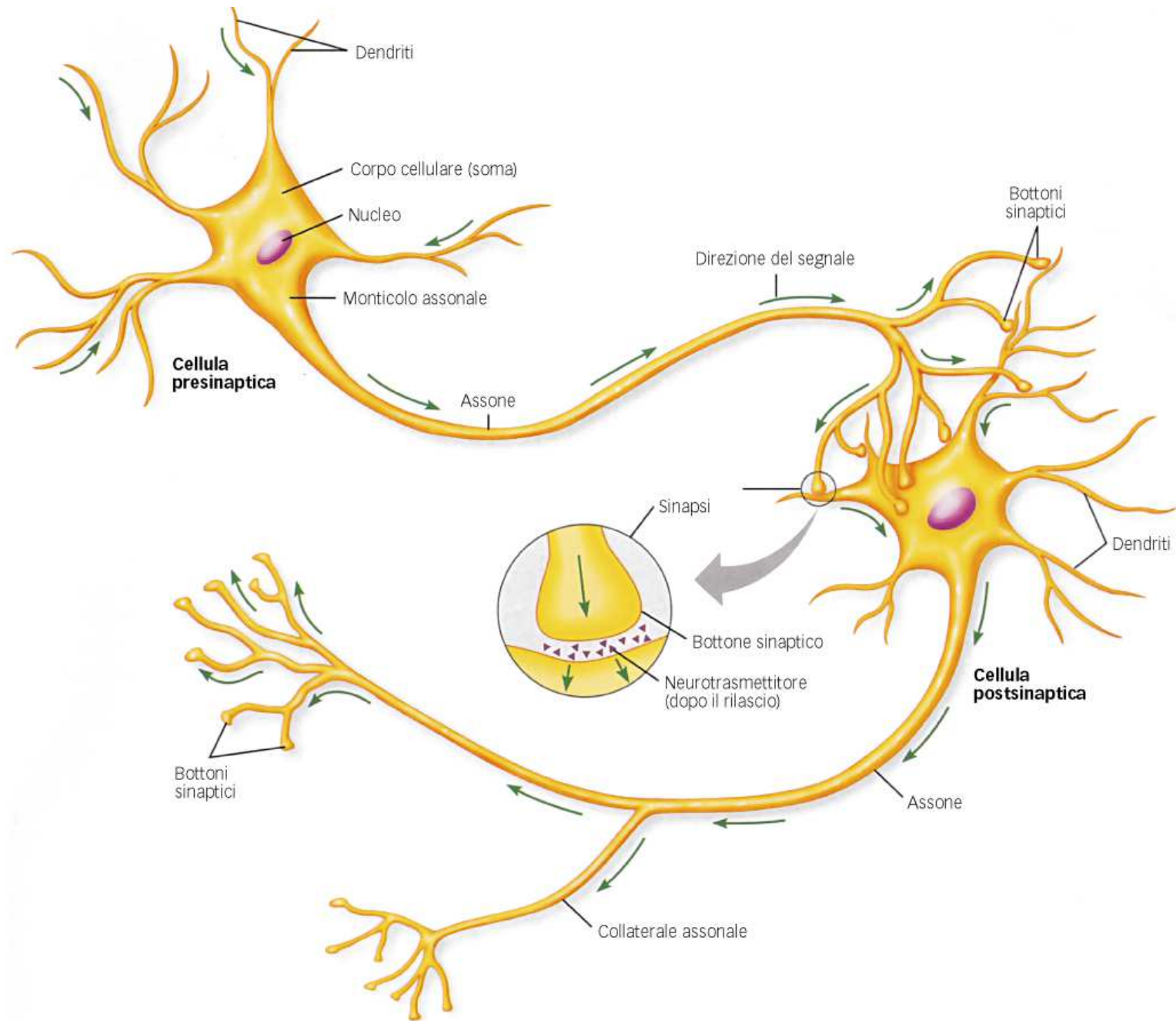


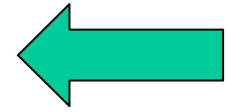
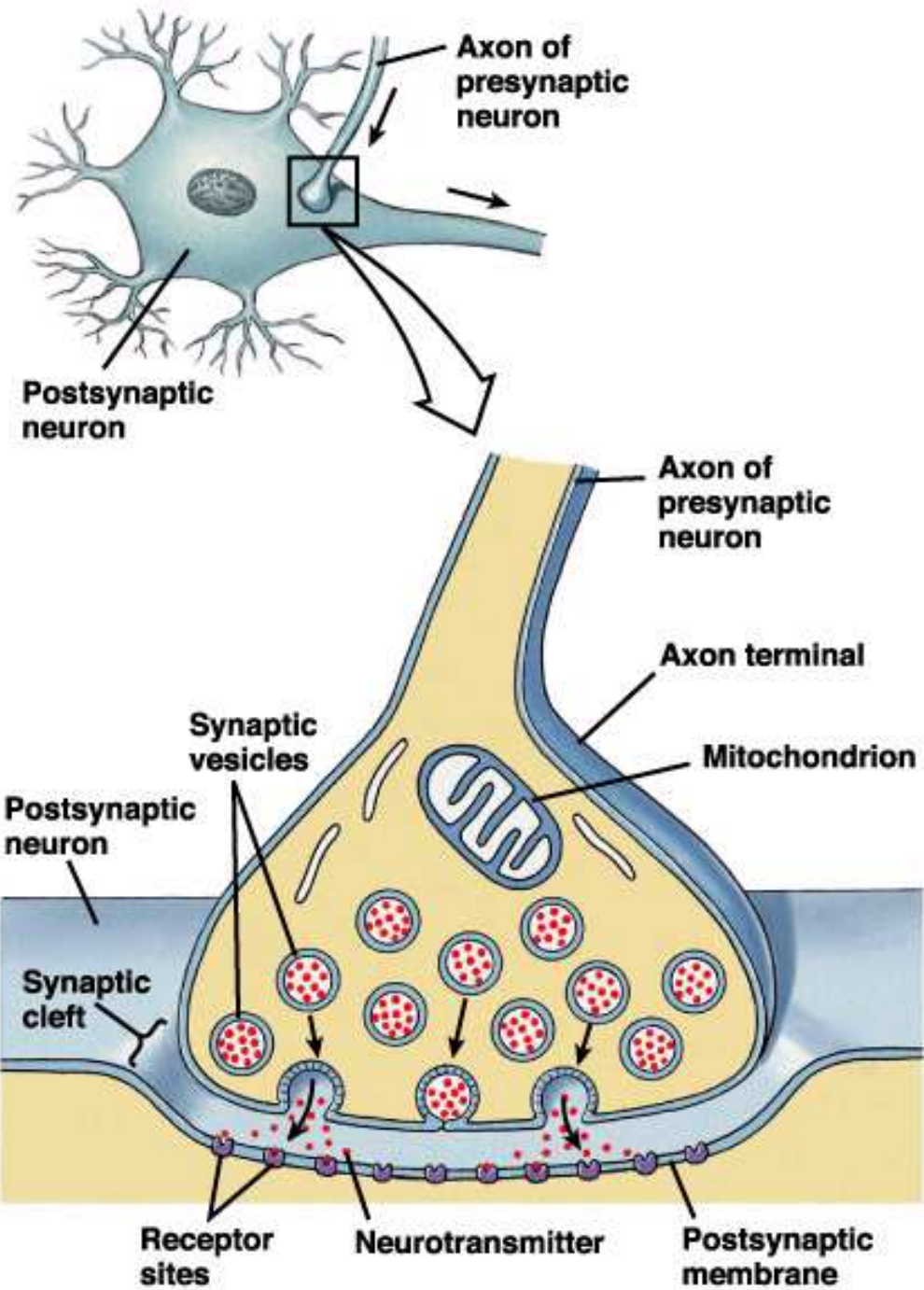
assoassonica



assosomatica





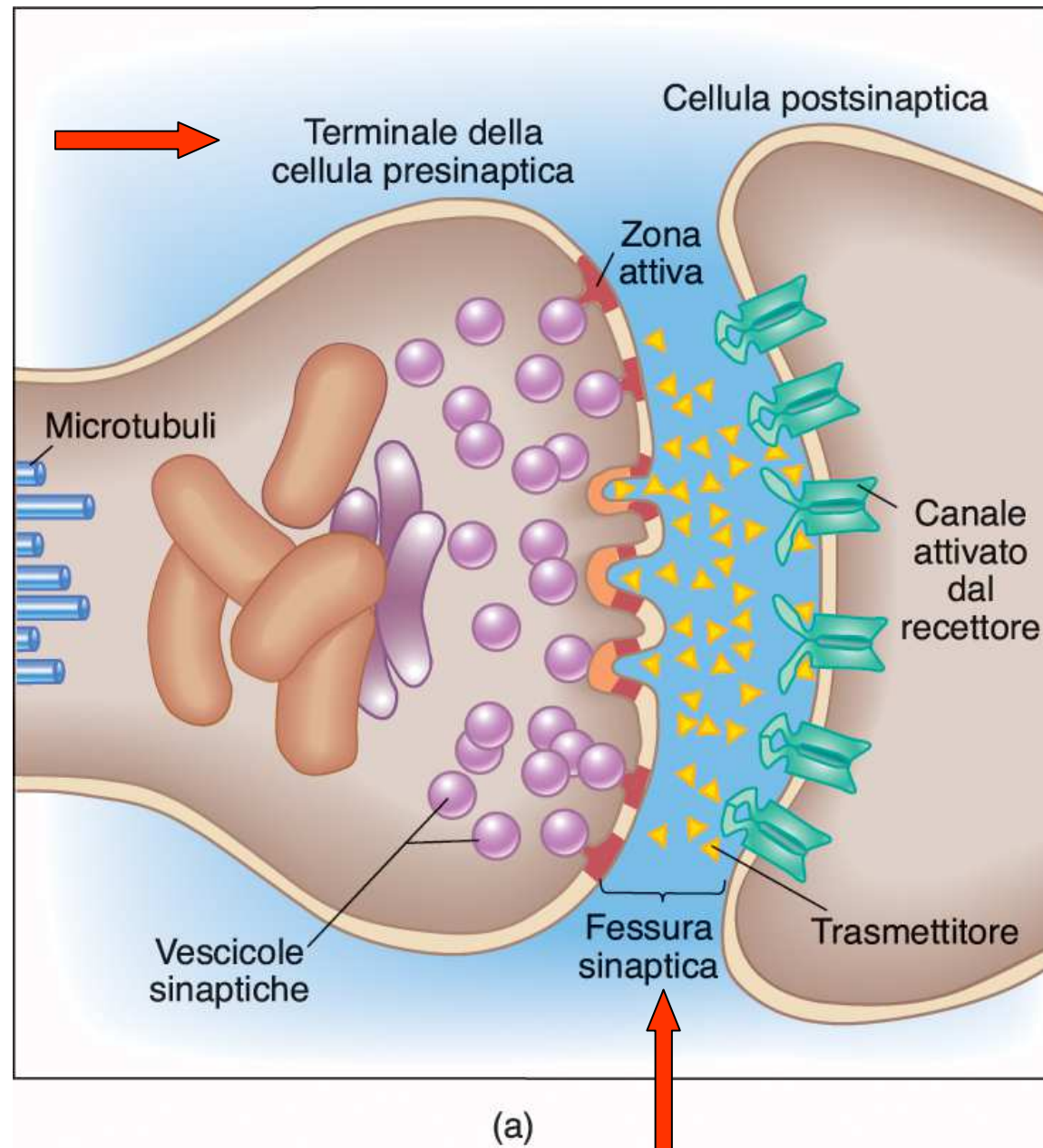


Sinapsi Chimica

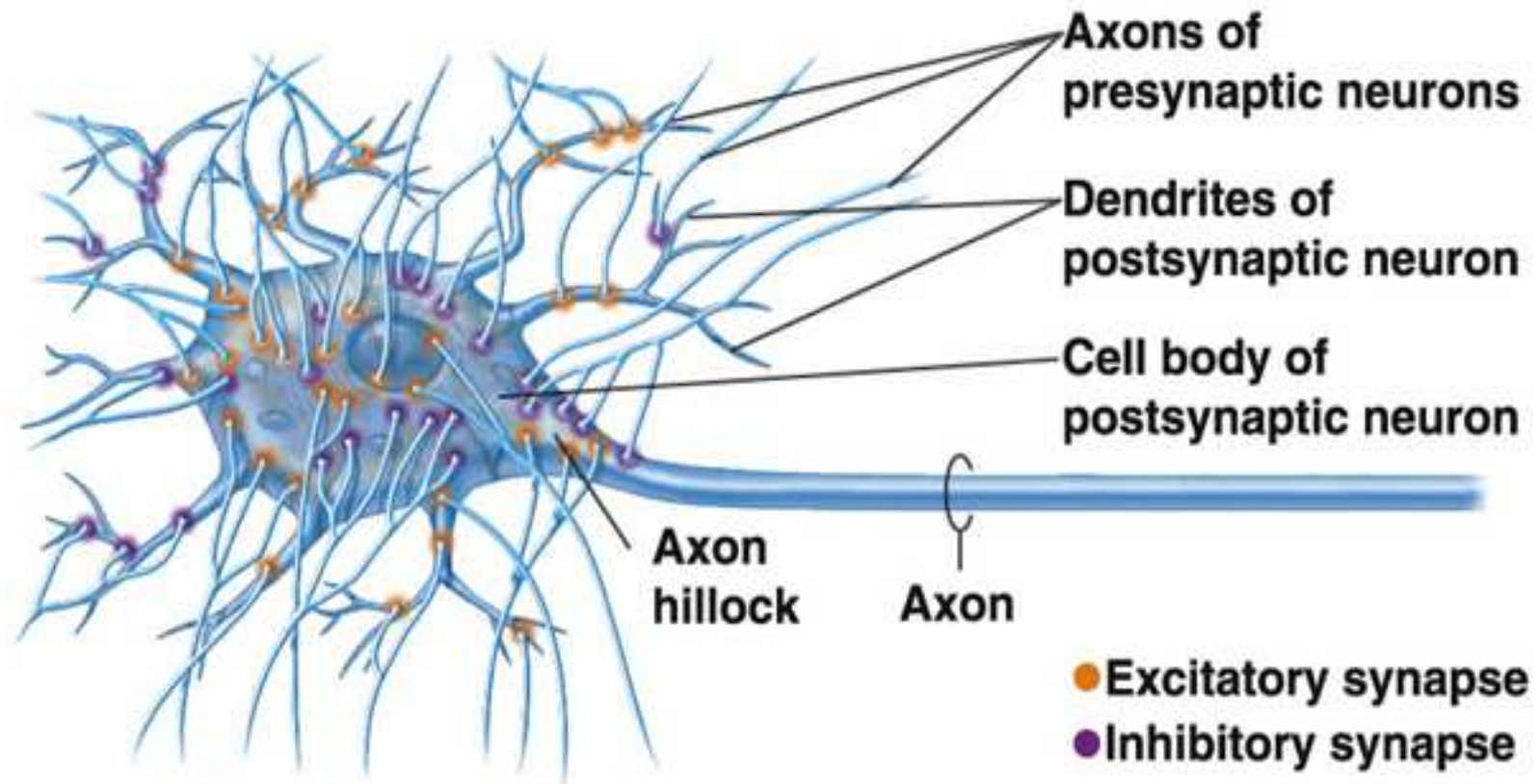
Sommazione
Sinibitorie s eccitatorie

Affaticabilità

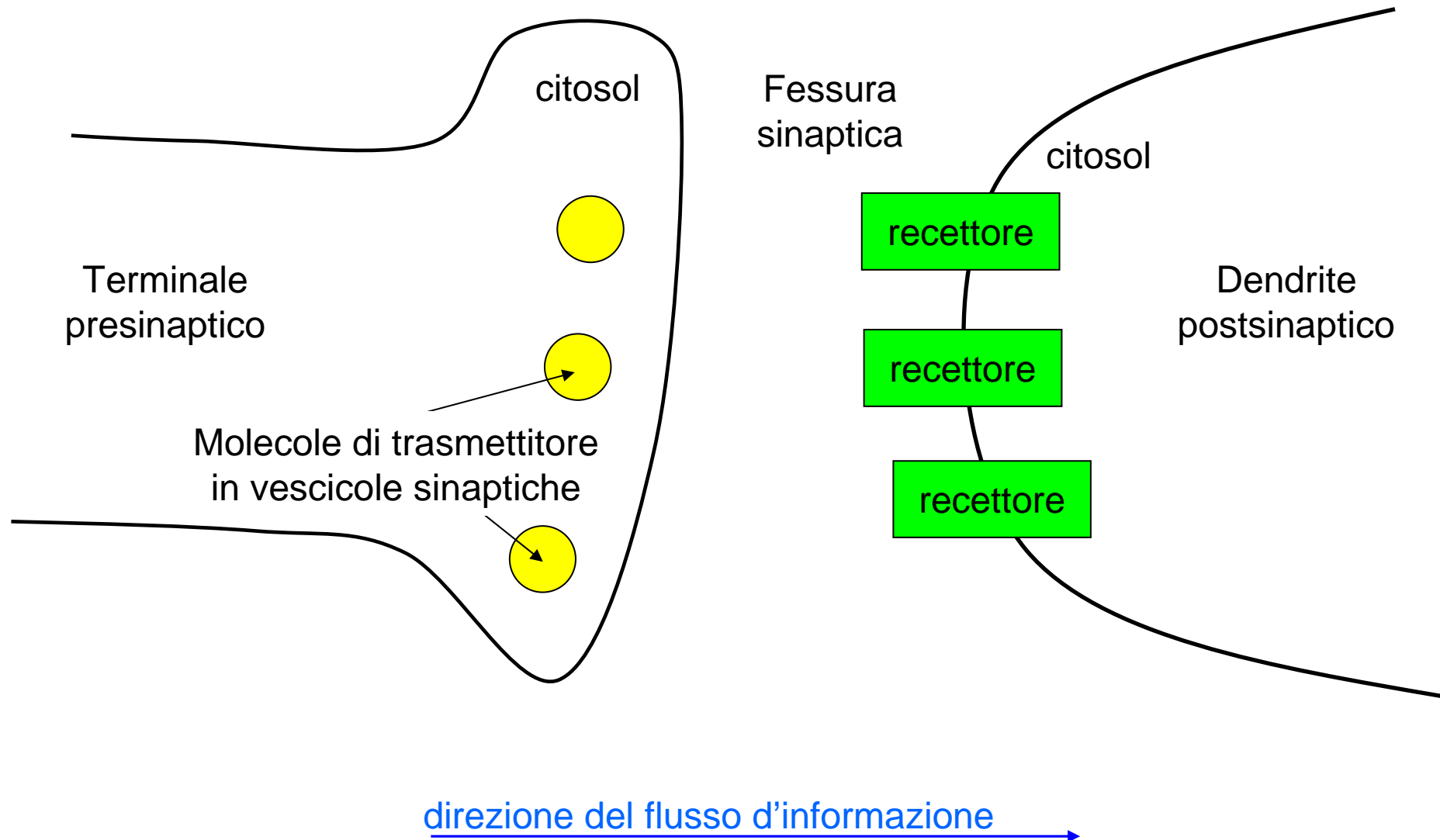
Spazio sinaptico 200A



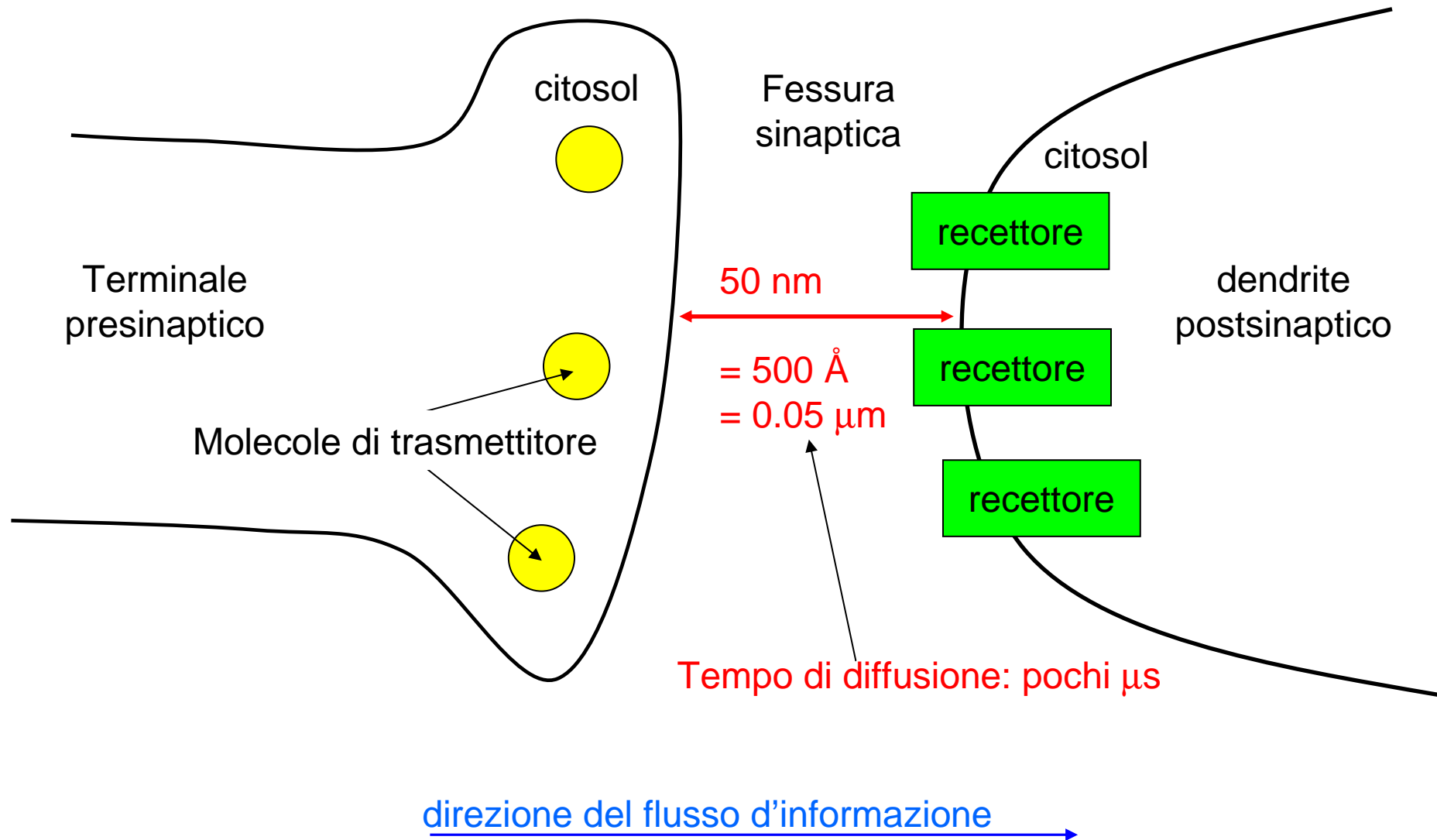
Sinapsi eccitatorie ed inibitorie



La chimica è uno dei linguaggi del sistema nervoso, p.es. a livello delle sinapsi



La diffusione attraverso lo spazio sinaptico è rapidissima



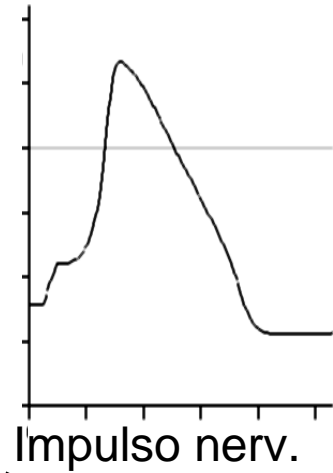
Come fa il neurotrasmettitore contenuto nelle vescicole a riversarsi nello spazio sinaptico?

Le cellule hanno sviluppato sistemi elaborati per pompare il Ca^{2+} fuori dalla cellula mantenendone bassa la concentrazione nel citosol

Un aumento transitorio e locale del Ca^{2+} intracellulare può essere usato per promuovere la

comunicazione cellulare

La fusione delle vescicole sinaptiche è promossa prima da un **evento elettrico** e poi da uno **chimico**



terminale presinaptico

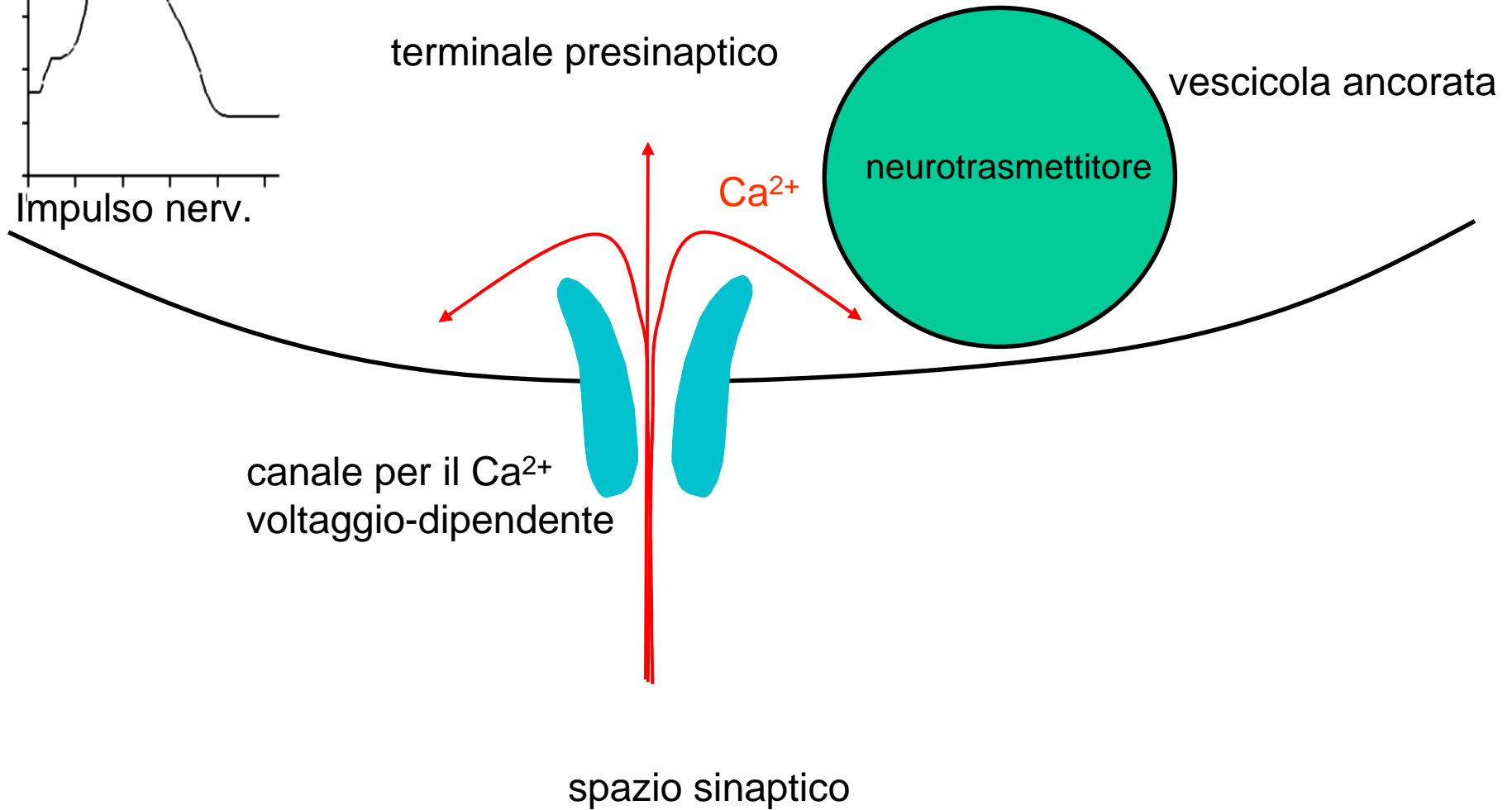
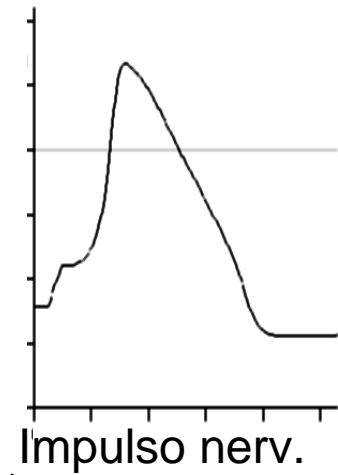


vescicola ancorata

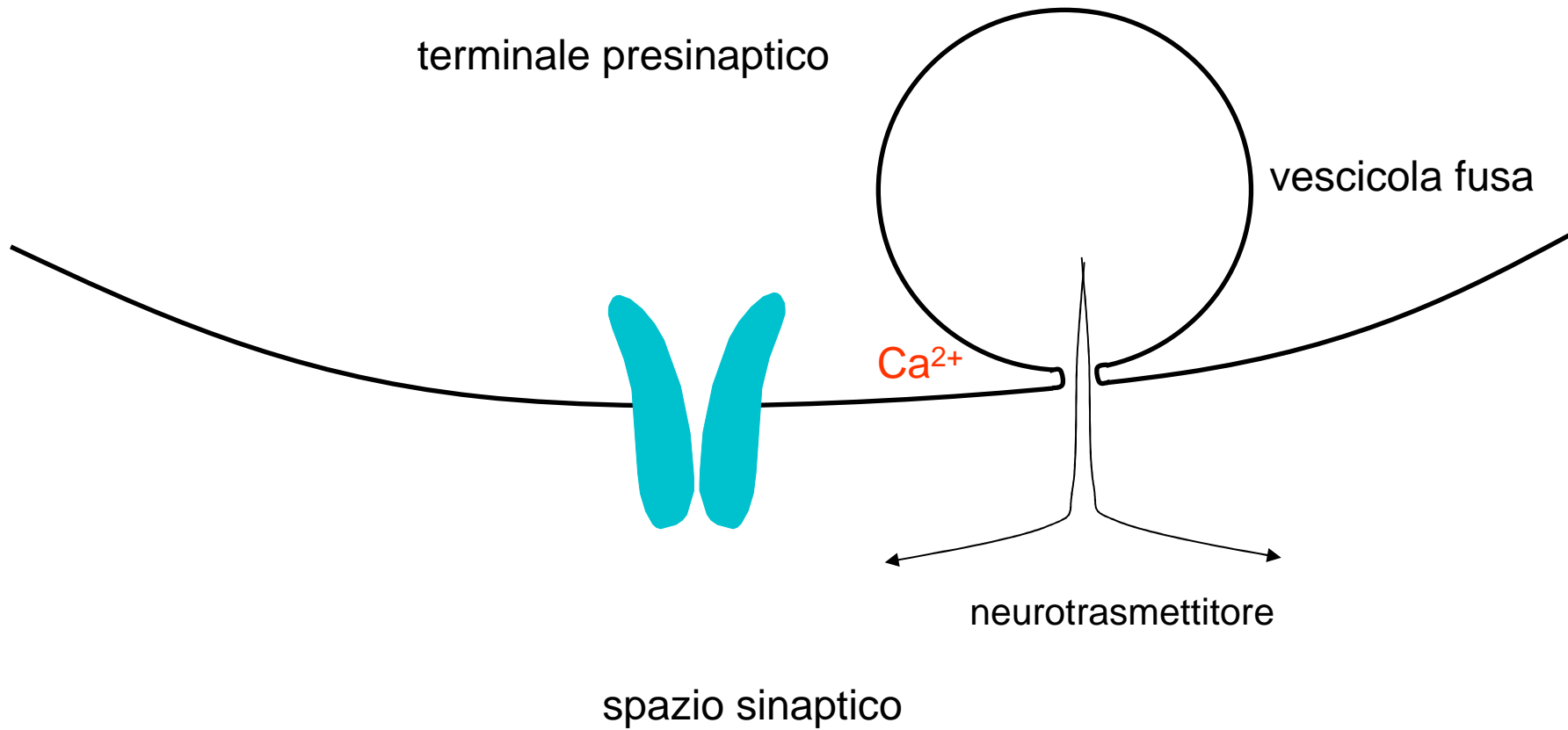
canale per il Ca^{2+}
voltage-dipendente

spazio sinaptico

La fusione delle vescicole sinaptiche è promossa prima da un **evento elettrico** e poi da uno **chimico**



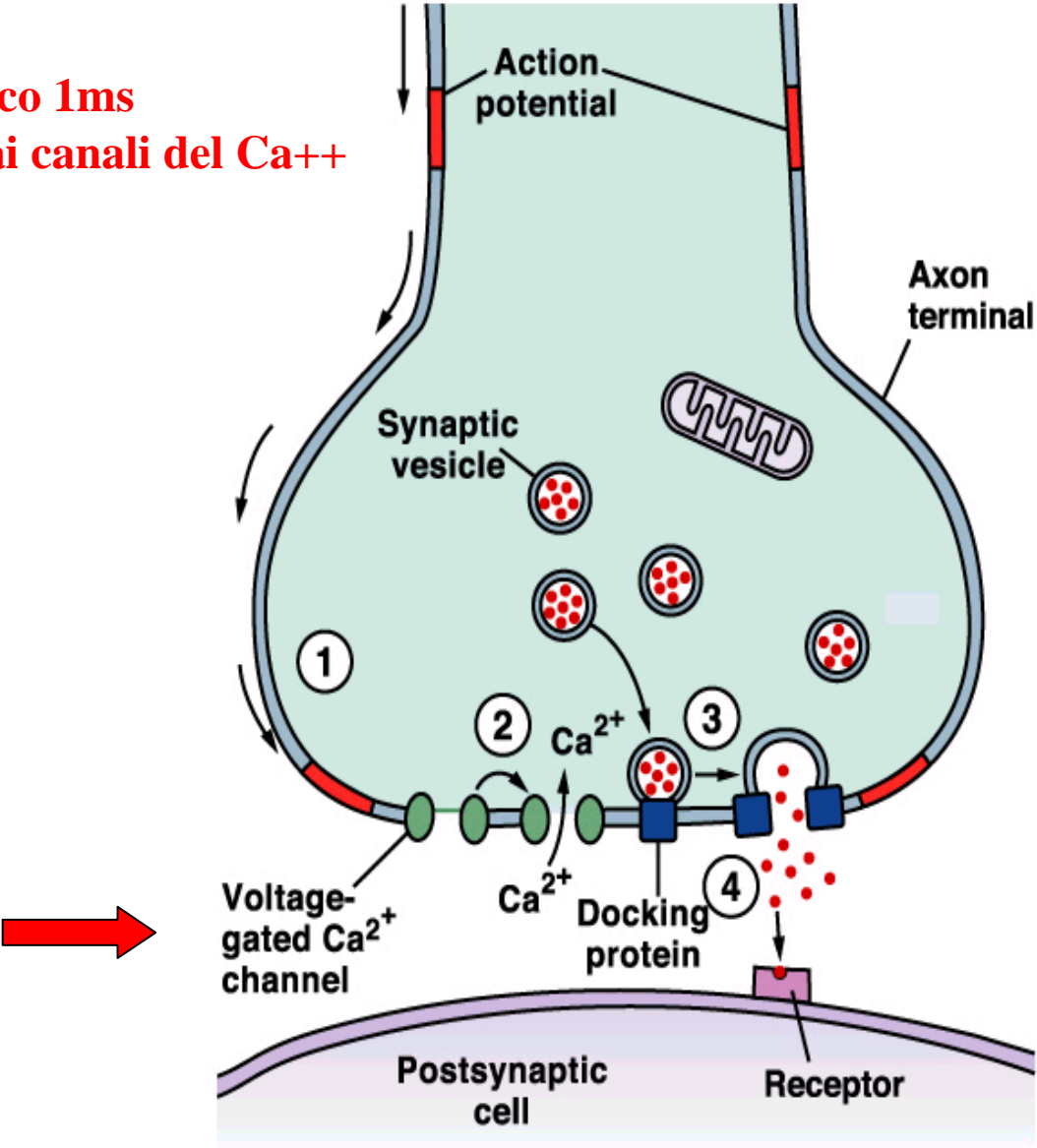
La fusione delle vescicole sinaptiche è promossa prima da un **evento elettrico** e poi da uno **chimico**



Eventi Sinaptici

Ritardo sinaptico 1ms
0.6 ms dovuto ai canali del Ca^{++}

Kd



Il neurotrasmettitore agisce attivando il recettore postsinaptico per un tempo molto breve, dopo di che la sua azione si estingue

Modalità di estinzione del neurotrasmettitore:

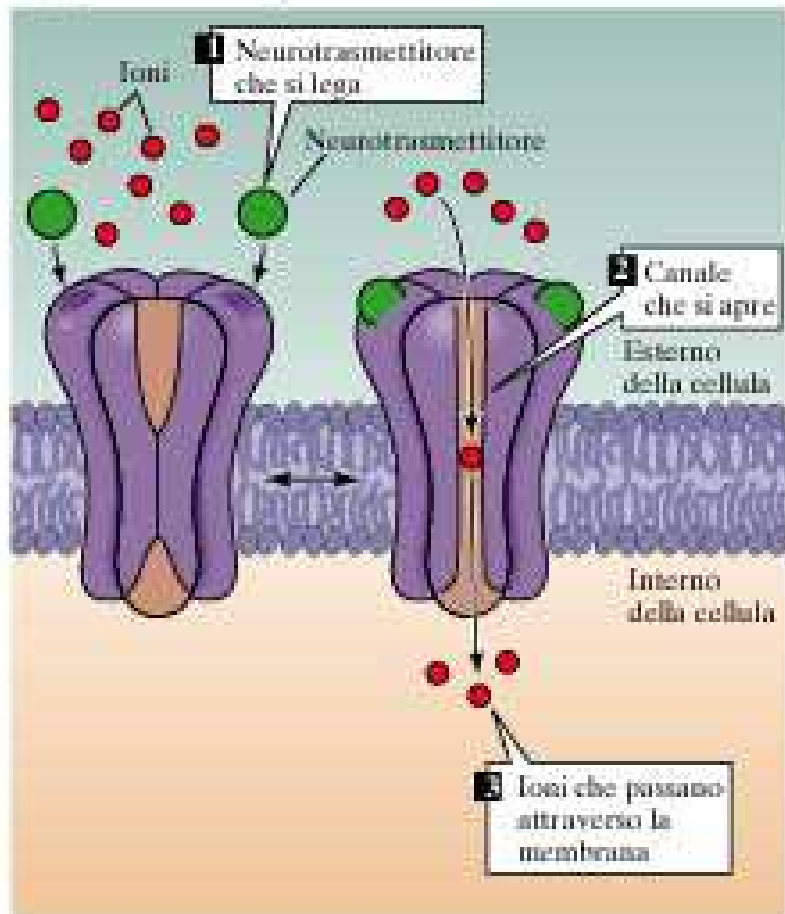
- diffusione al di fuori della fessura sinaptica
- scissione enzimatica
- riassorbimento nella terminazione pre-sinaptica

Recettori-canale

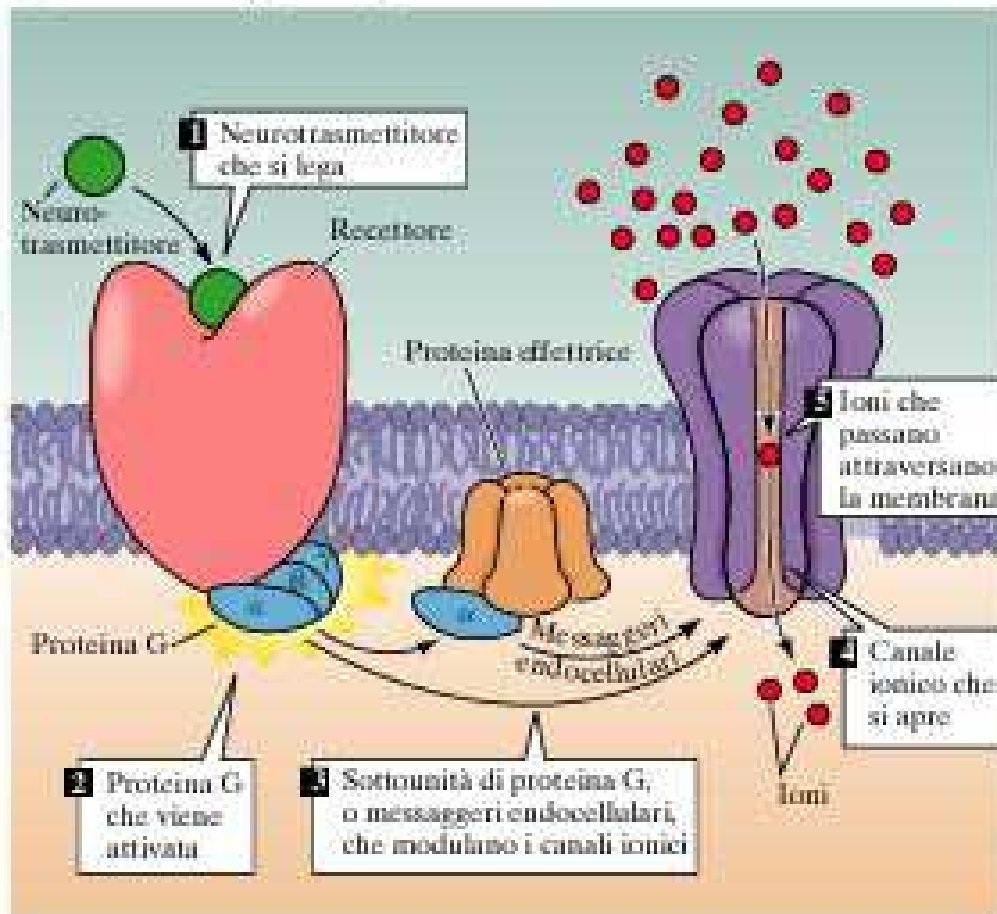
- Nicotinici (acetilcolina)
- GABAergici di tipo A (GABA)
- Glutamatergici (glutammato)
- Glicinergerici (glicina)

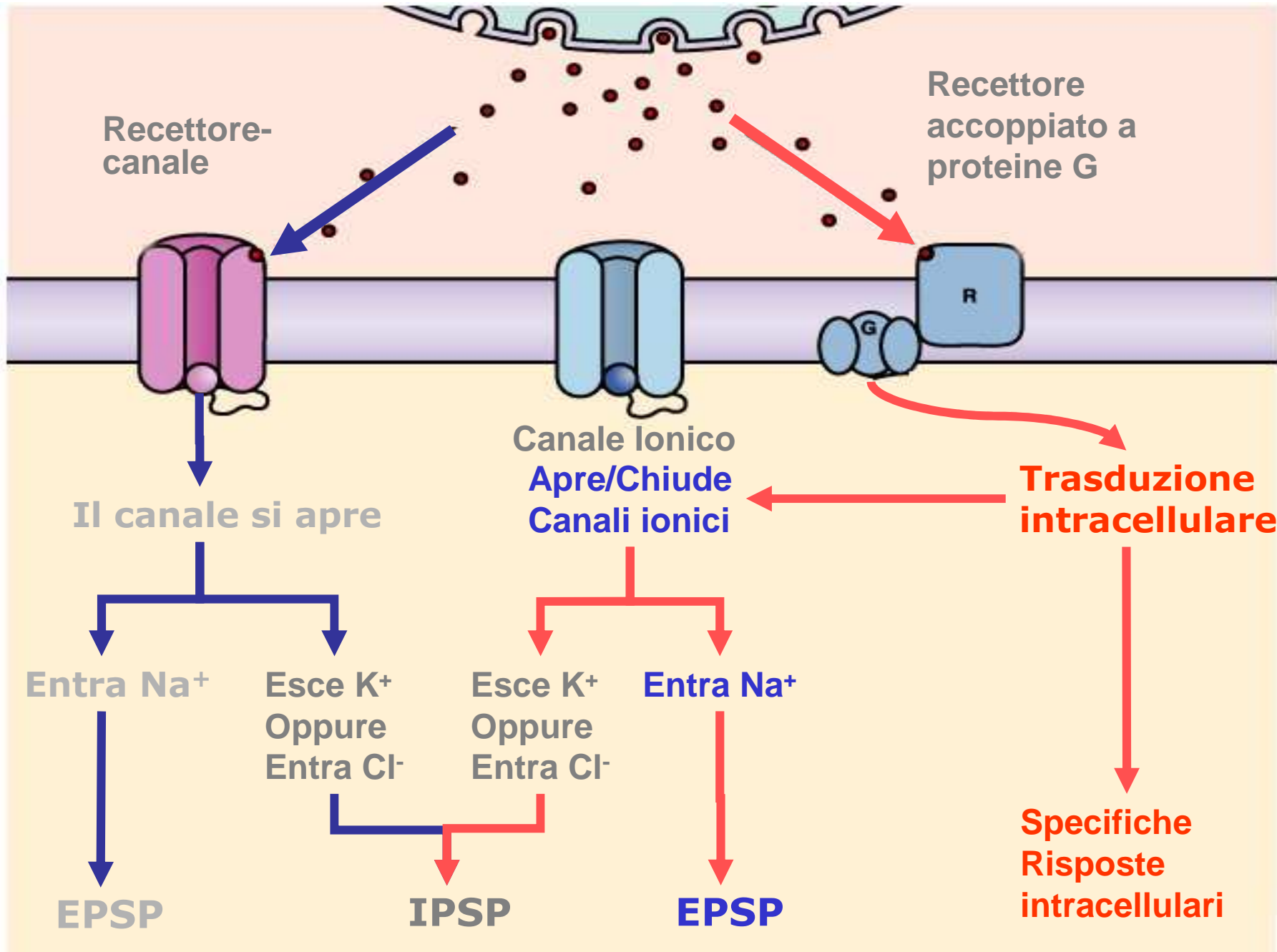
Meccanismo d'azione dei NT: diretto (R Ionotropici) e indiretto (R Metabotropici)

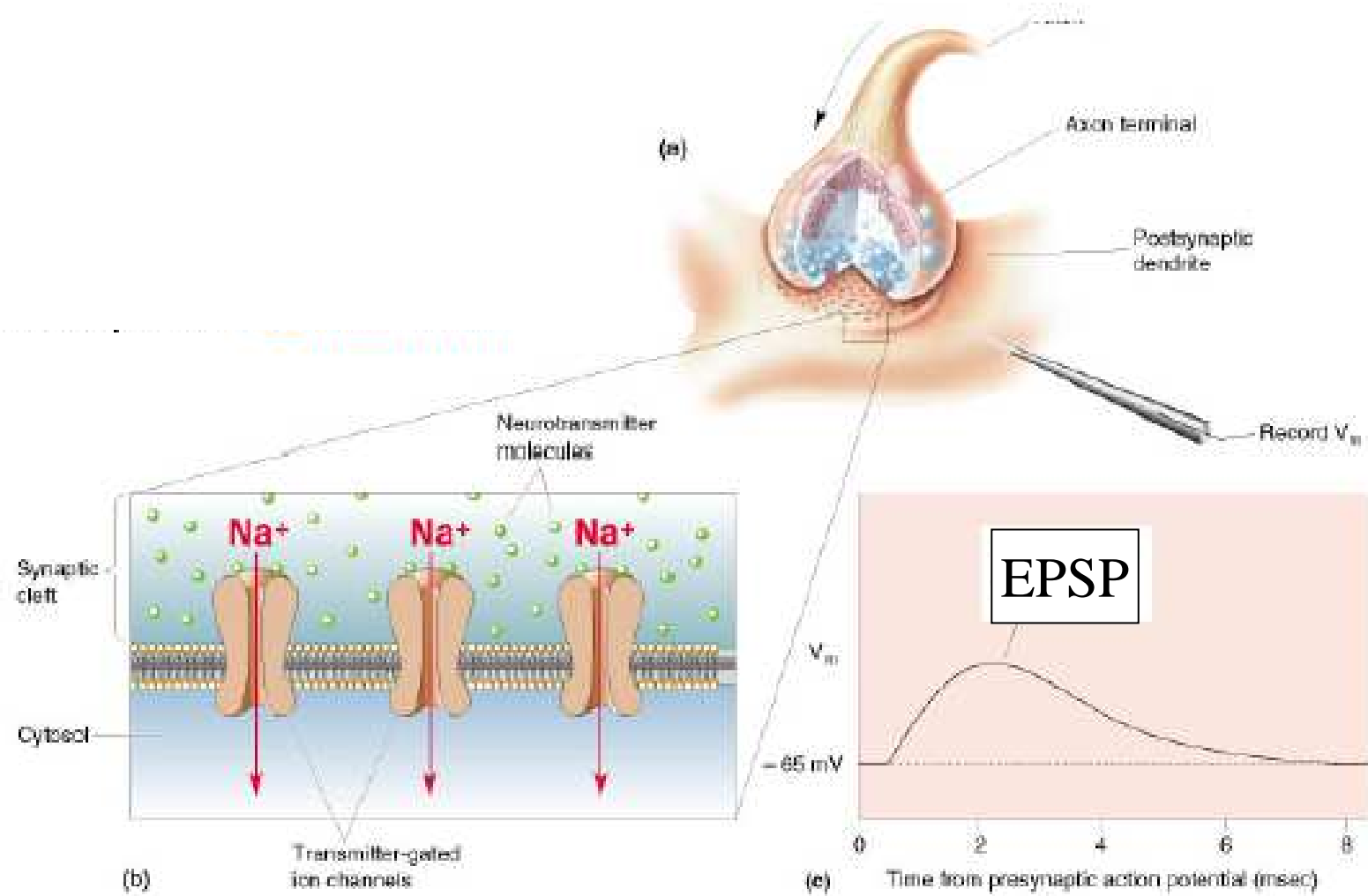
(A) Canali ionici a porta chimica

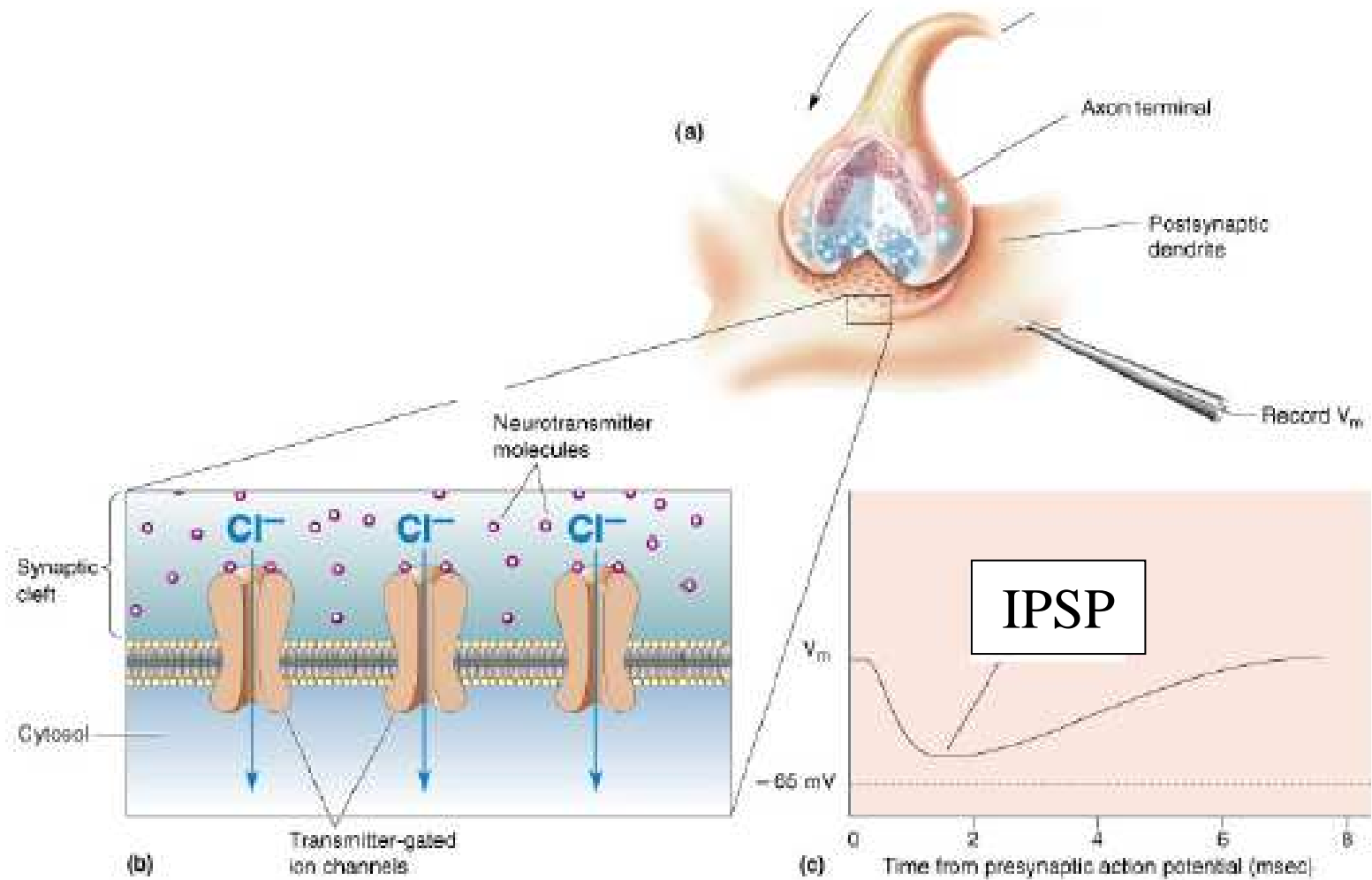


(B) Recettori accoppiati alla proteina G









GABA acido γ -aminobutirrico

**Recettori Metabotropici : 7 STM. Risposte lente.
EPSP IPSP**

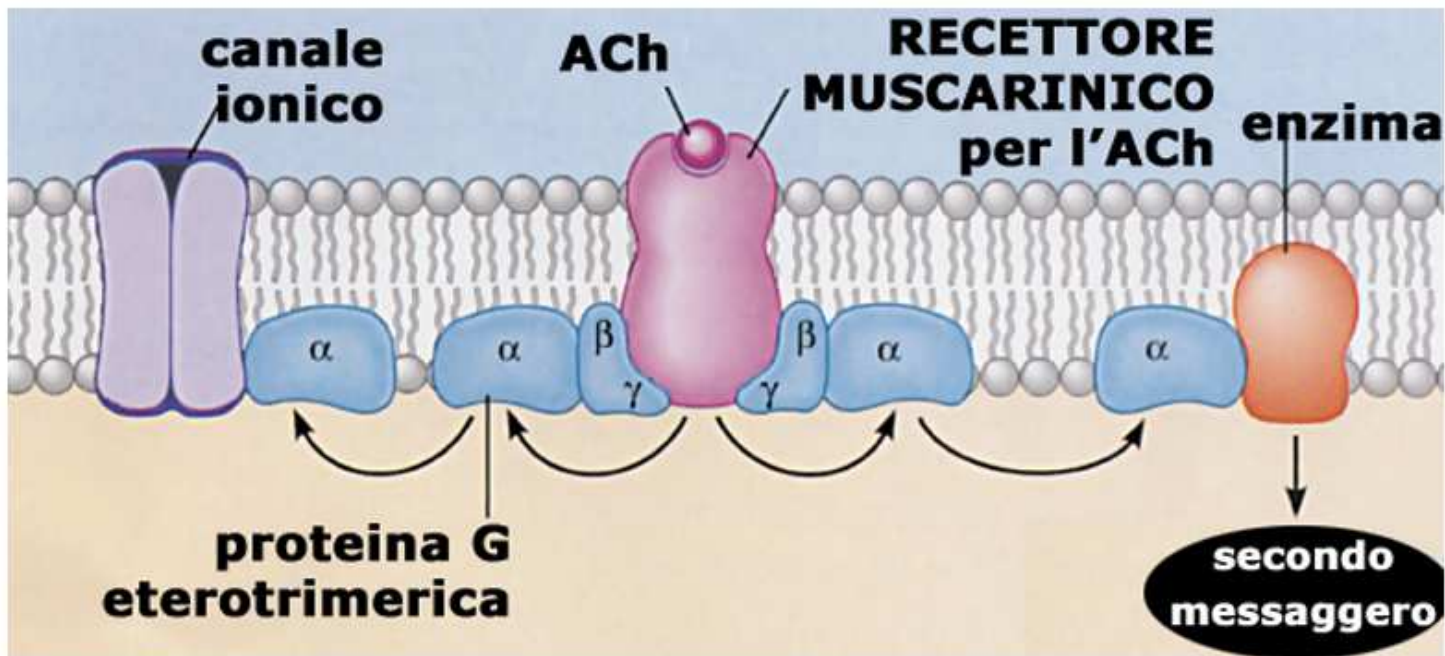
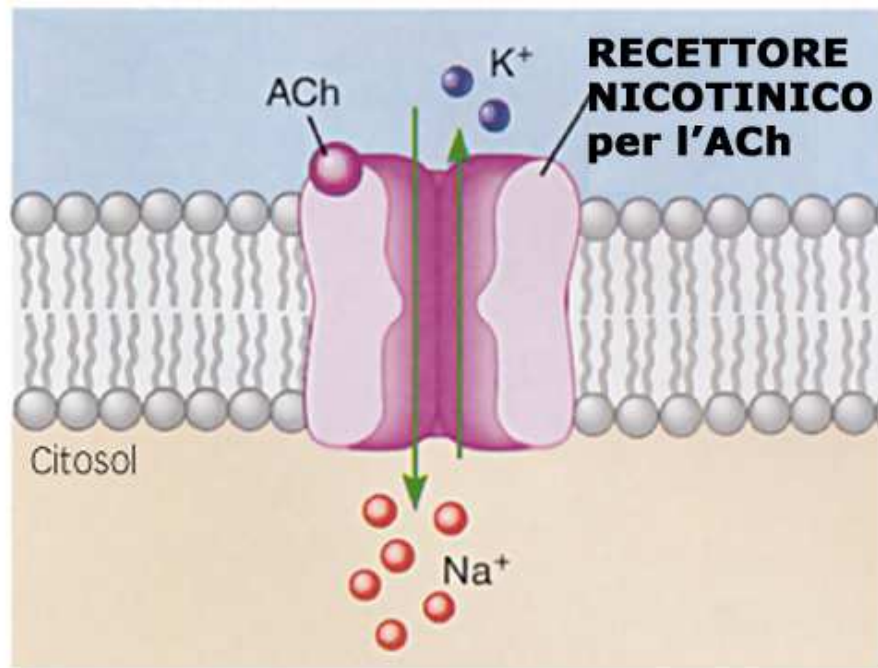
Recettori ionotropici : Risposte veloci. EPSP IPSP

5 subunità ognuna 4STM. Raggruppate in 2 famiglie

- a) Famiglia: Ach, GABA, glicina, serotonina**
- b) Acido glutamico**

La maggior parte dei neurotrasmettitori presentano R
iono e metabotropici es. Ach

Le catecolamine e neuropeptidi dispongono solo di R metabotropici
E quindi evocano risposte lente

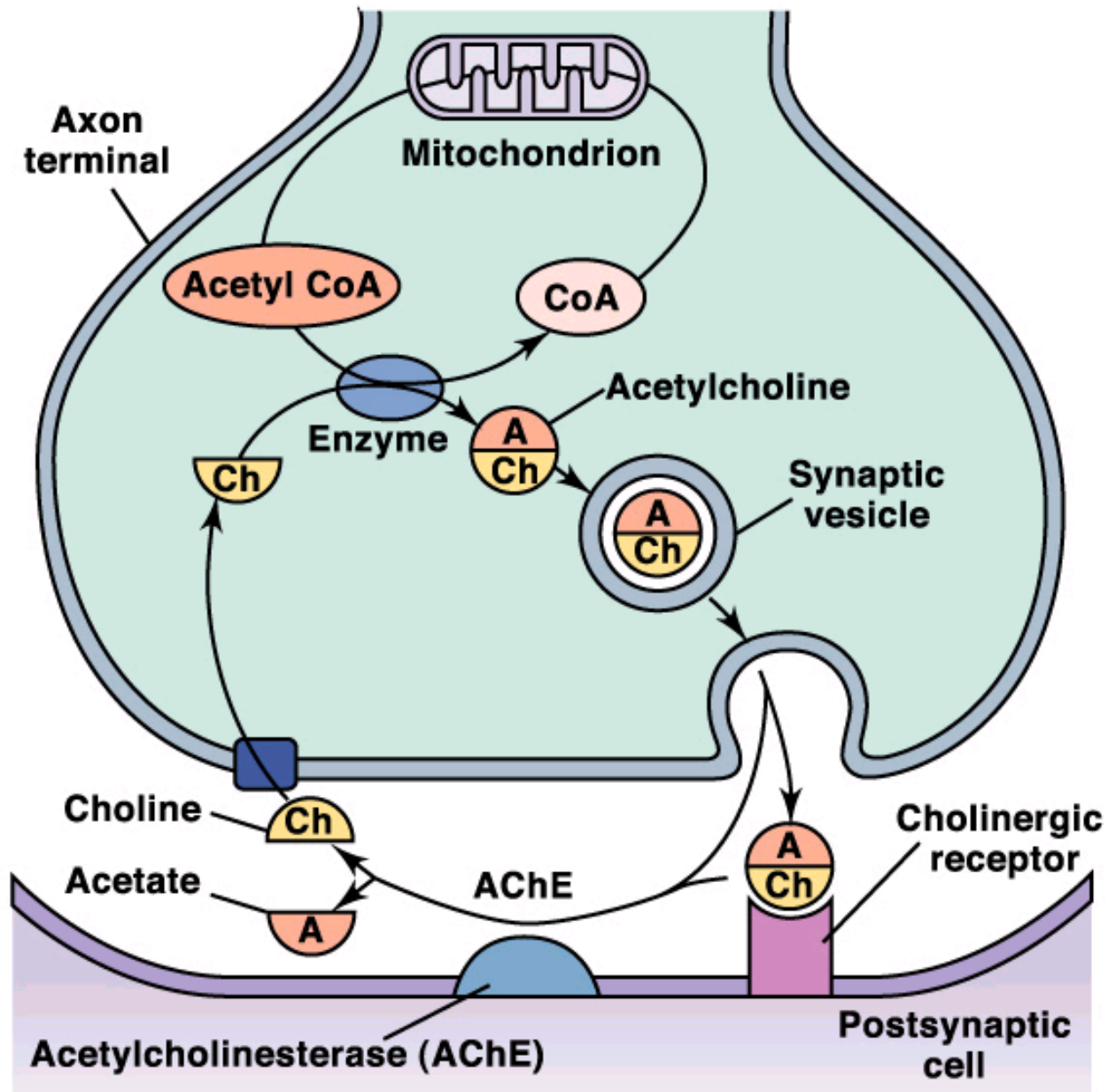


Sintesi, immagazzinamento e liberazione dei NT

Il **ciclo** del NT nel neurone presinaptico si articola in tre processi:

- 1) Sintesi e immagazzinamento
- 2) Liberazione del NT
- 3) Rimozione e recupero del NT

Sintesi e riciclo dell'acetilcolina



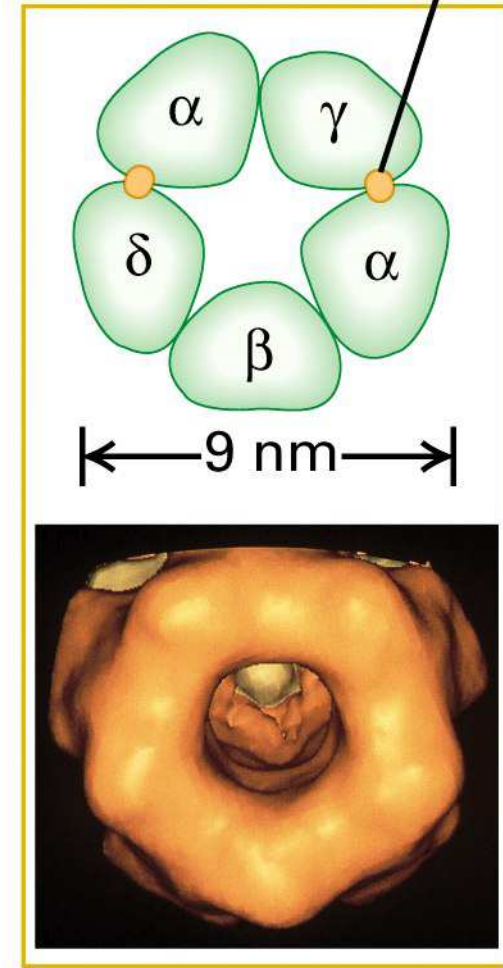
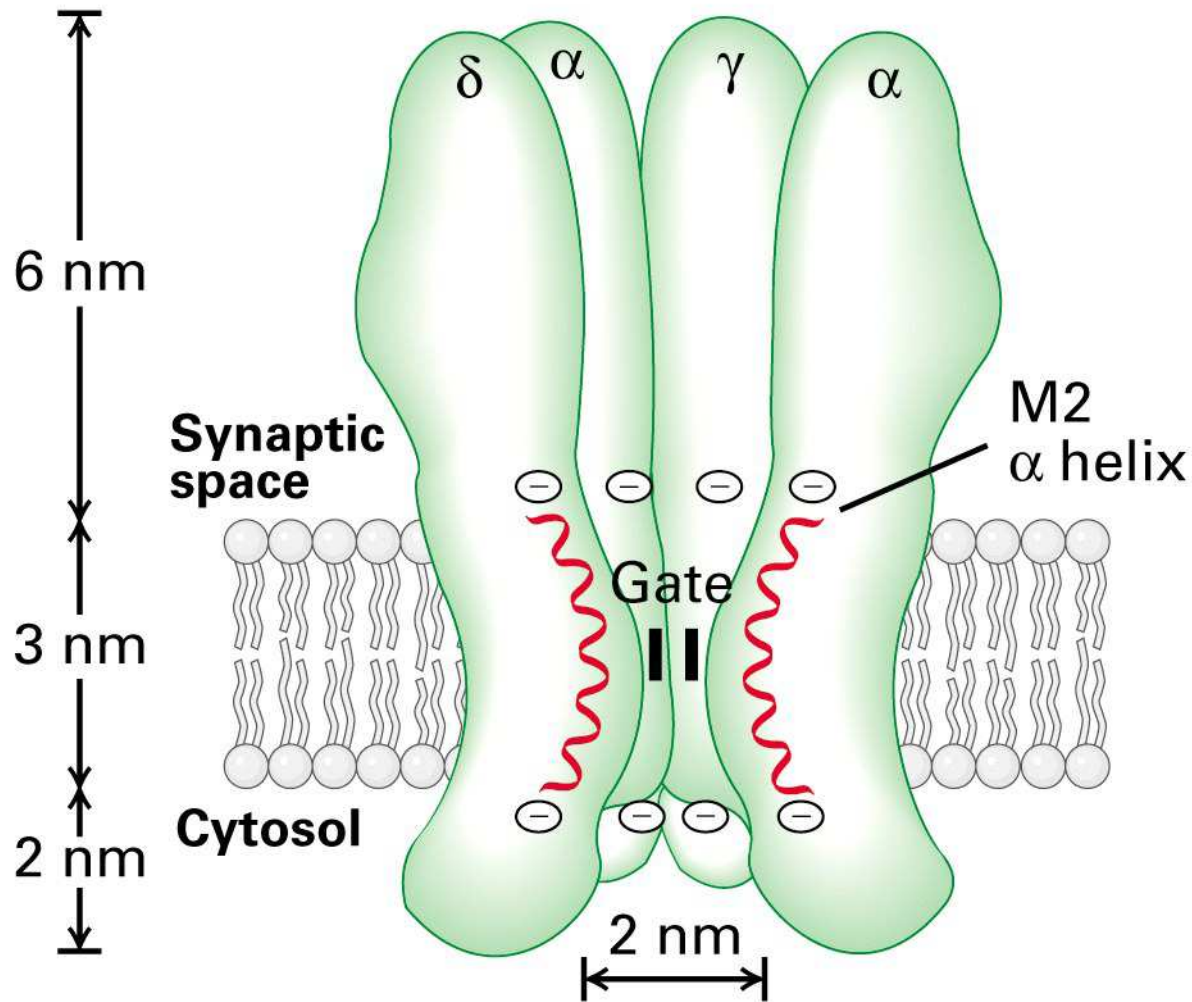
Kd

Recettore nicotino per l'acetilcolina (giunzione neuromuscolare)

Canale formato da 5 subunità (2 α) Ogni subunità 4STM

(a) Il segmento M2 forma le pareti del canale

(b) Acetylcholine binding site



Tubocurarina blocca il canale

Caratteristiche del potenziale post-sinaptico

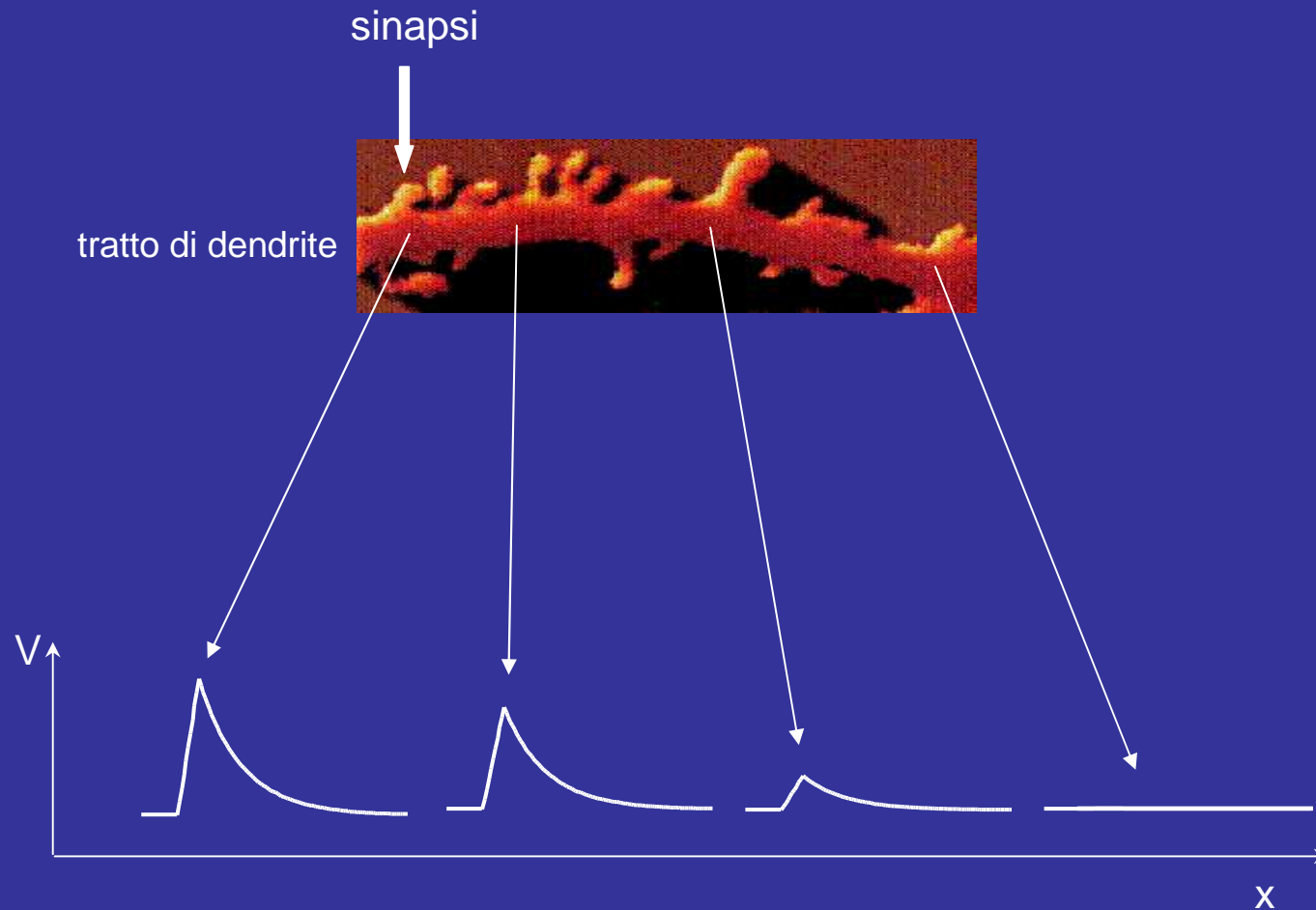
- 1) Ampiezza \ll del potenziale d'azione (< 10 mV)*
- 2) Durata $>$ del potenziale d'azione (>10 ms)*
- 3) Può essere depolarizzante o iperpolarizzante (PPSE o PPSI)**
- 4) E' locale (non propagabile)
- 5) E' graduale
- 6) E' sommabile

*Ampiezza e Durata dipendono da:

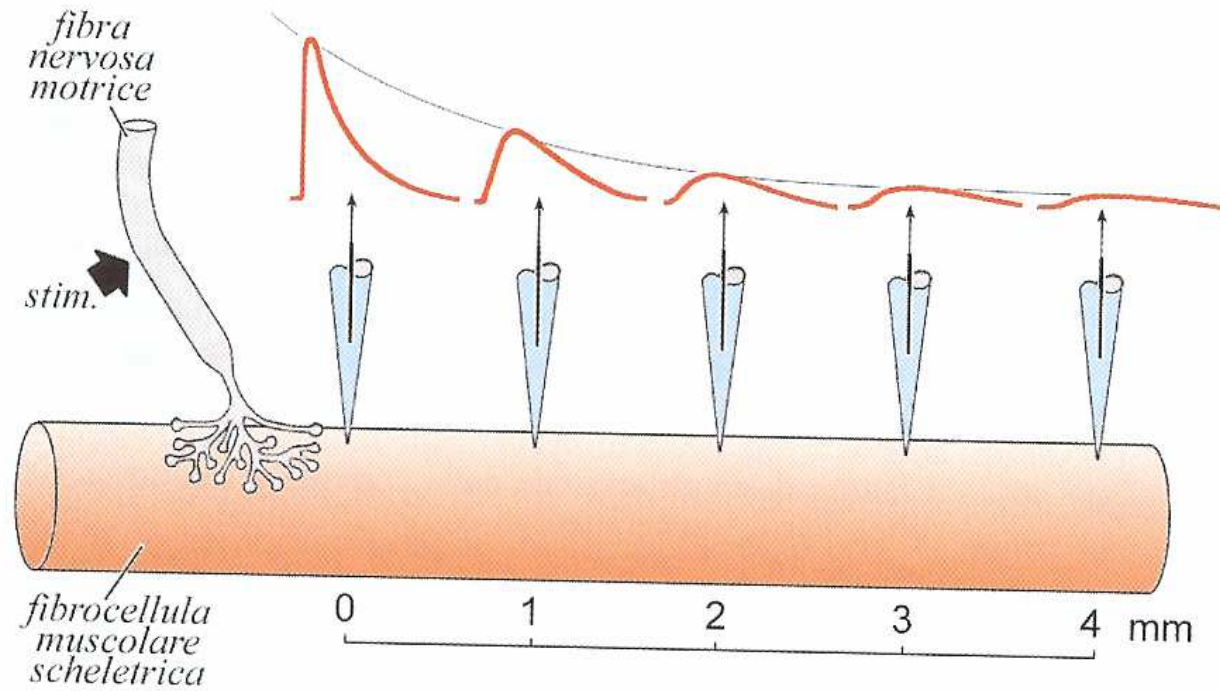
- a) Quantità di neurotrasmettitore liberato
- b) Estensione della membrana su cui agisce il NT

**Il fatto che si tratti di un PPSE o di un PPSI dipende dal tipo di recettore attivato

Il potenziale postsinaptico è locale

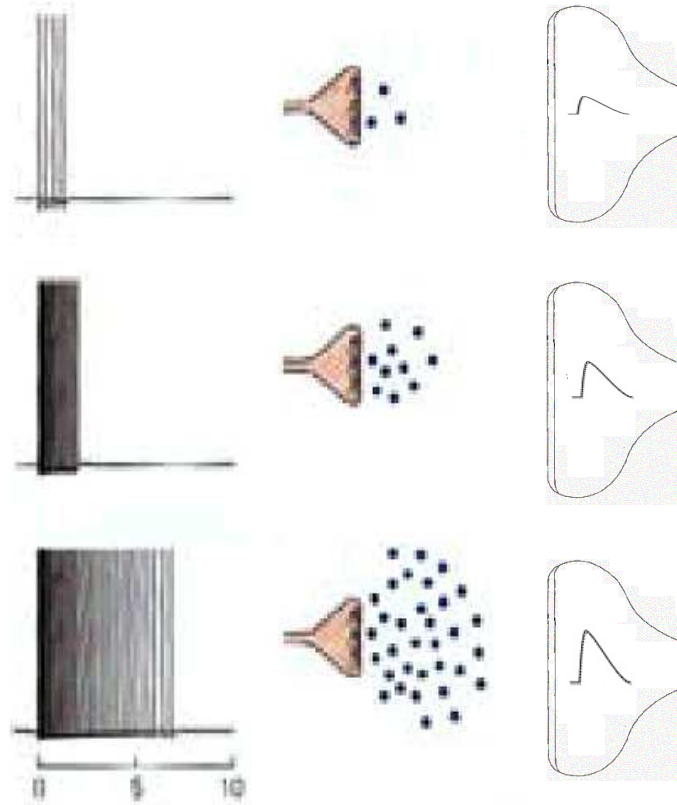


Registrazioni del PPS in punti del dendrite a distanze crescenti dal punto in cui la sinapsi è stata attivata



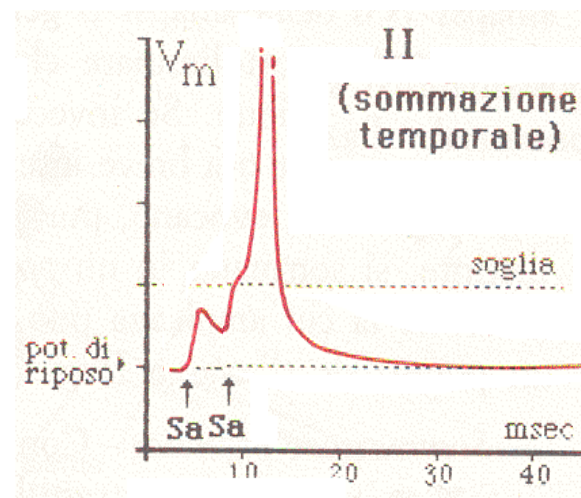
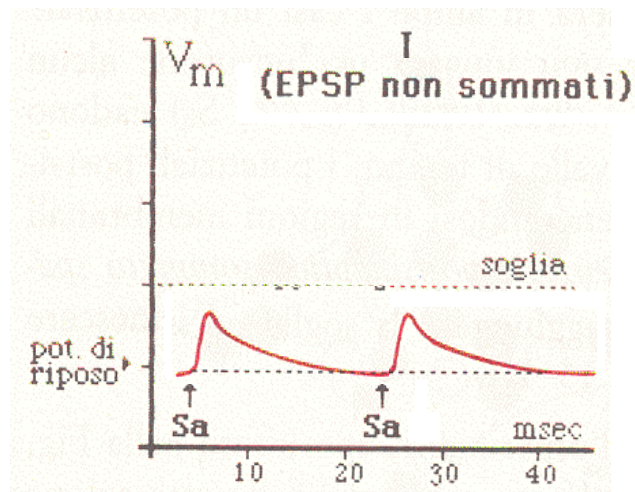
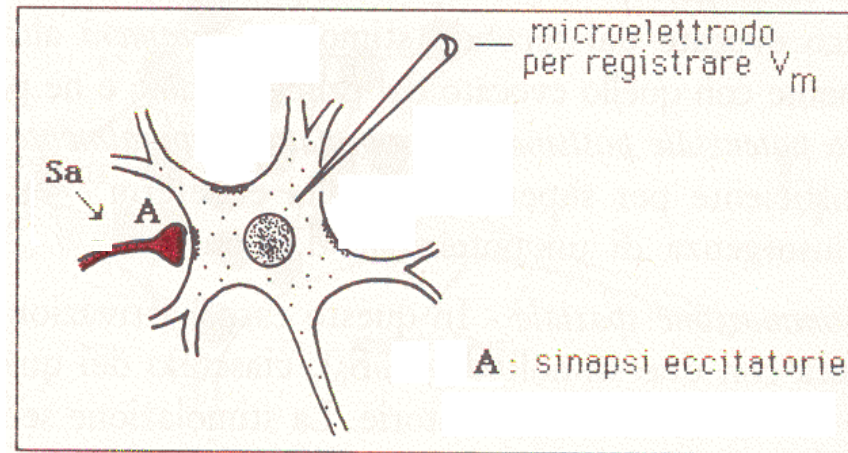
Potenziale di placca: segue le proprietà di cavo studiato utilizzando il curaro o $< [Ca]_{extr}$

Il potenziale postsinaptico è graduale



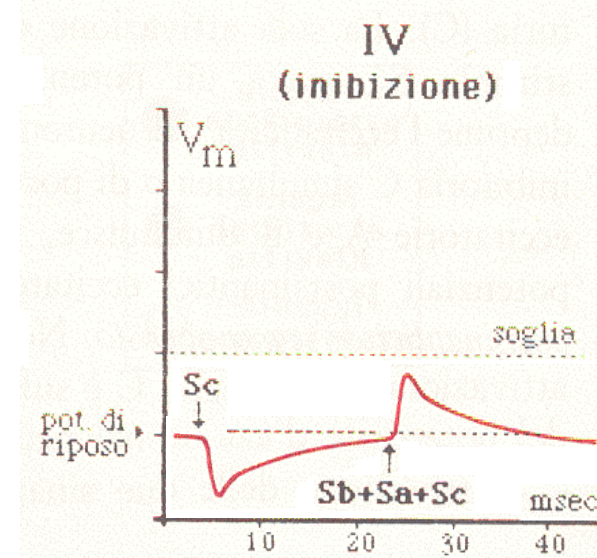
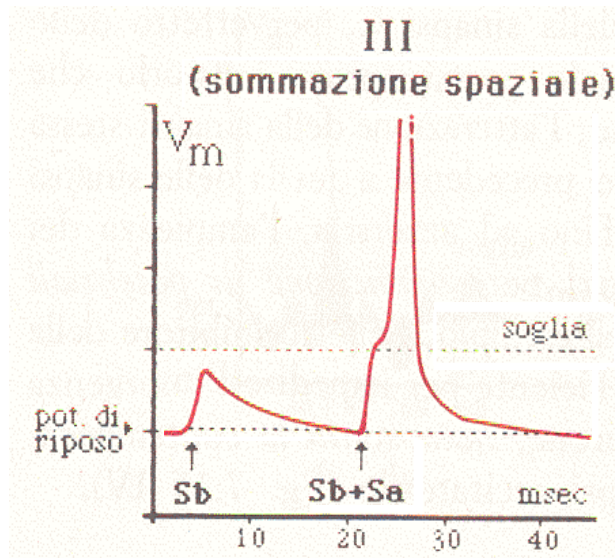
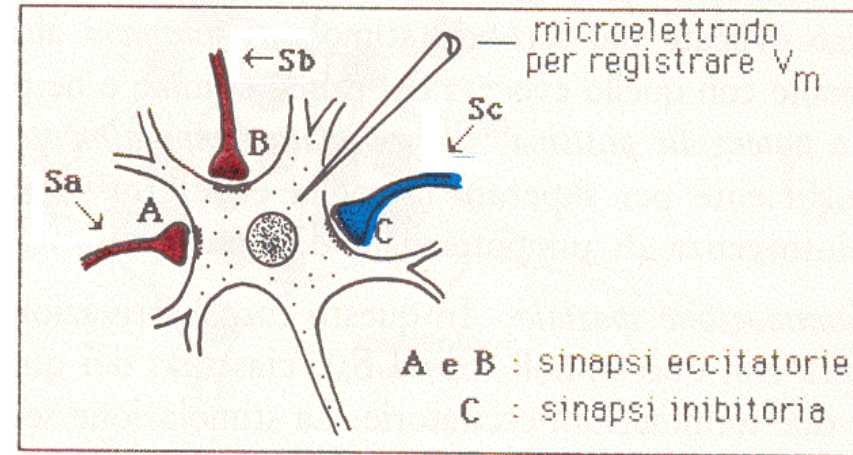
Sommazione temporale

È il caso di un unico terminale presinaptico che libera neurotrasmettitore ad ondate successive

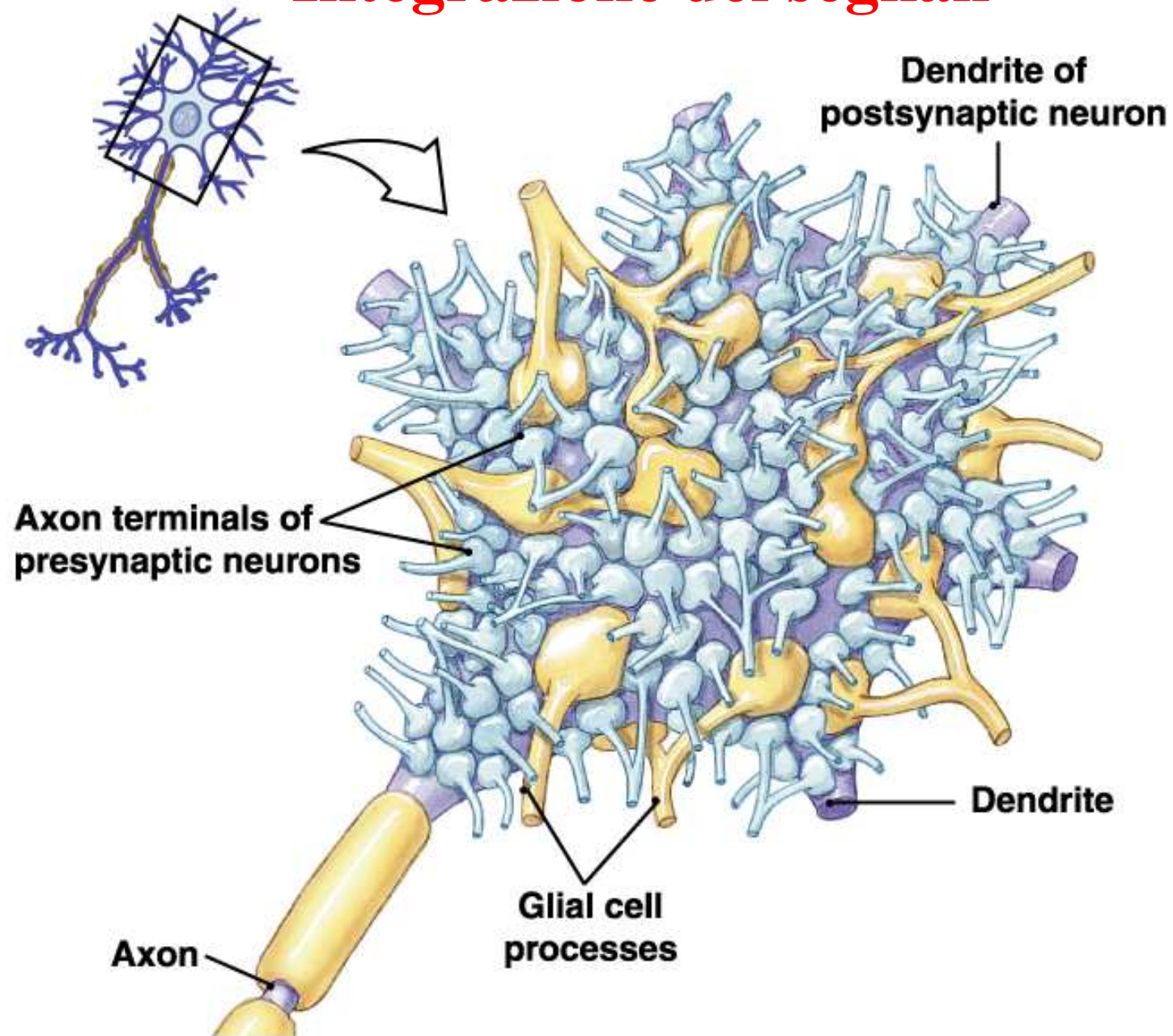


Sommazione spaziale e inibizione

È il caso di più terminali presinaptici che liberano neurotrasmettitore contemporaneamente



Integrazione dei segnali



Integrazione dei segnali

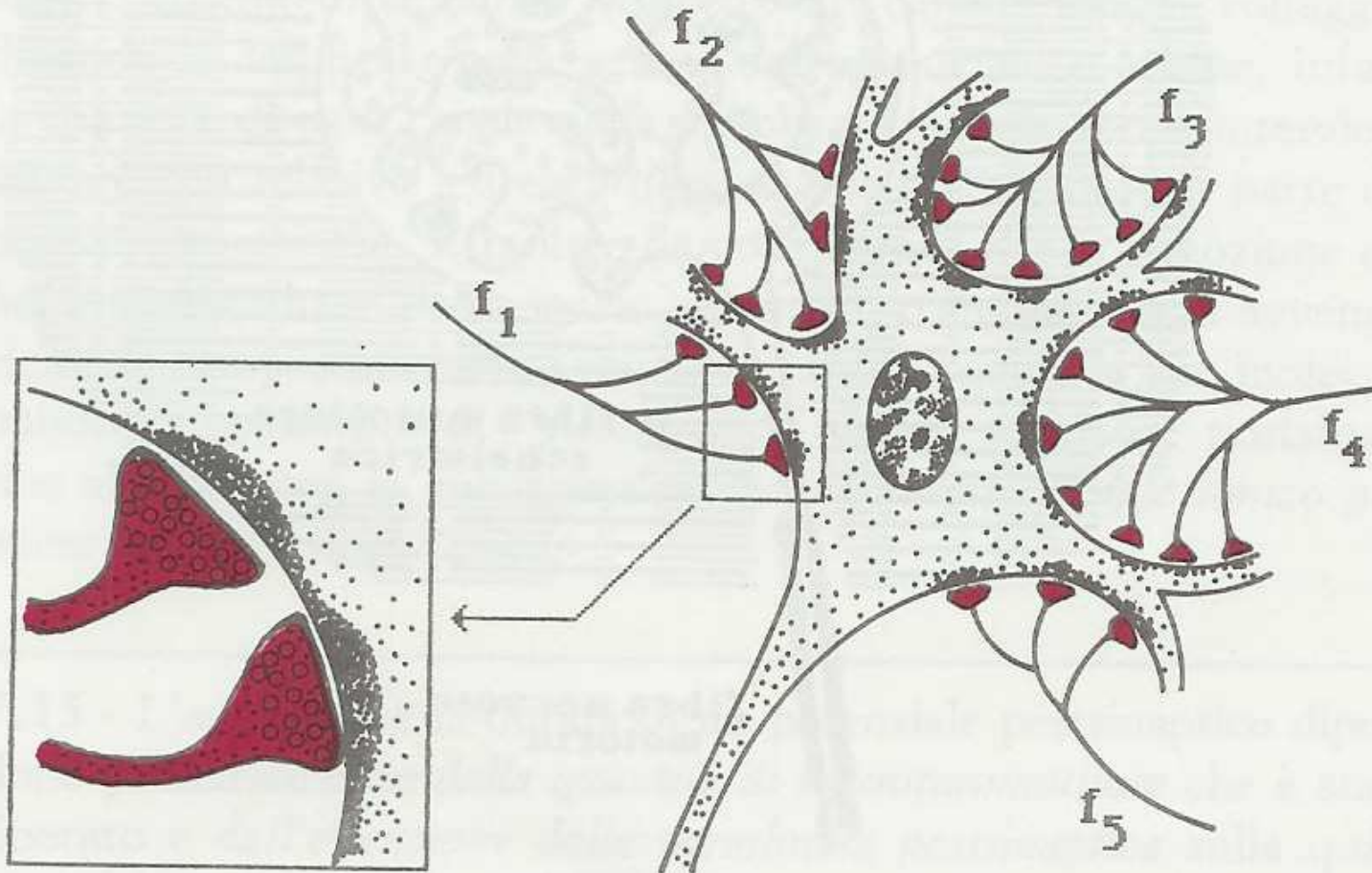
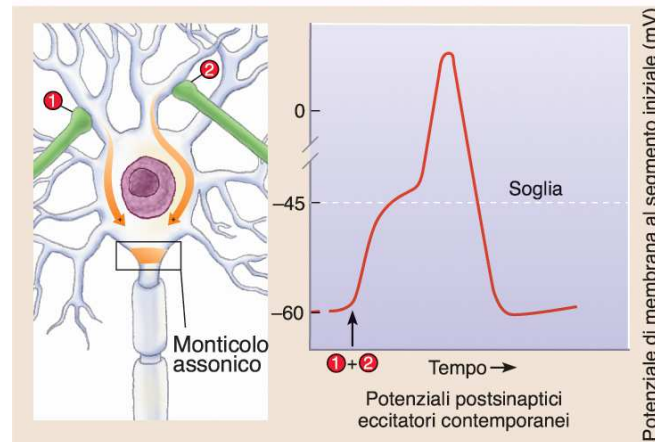
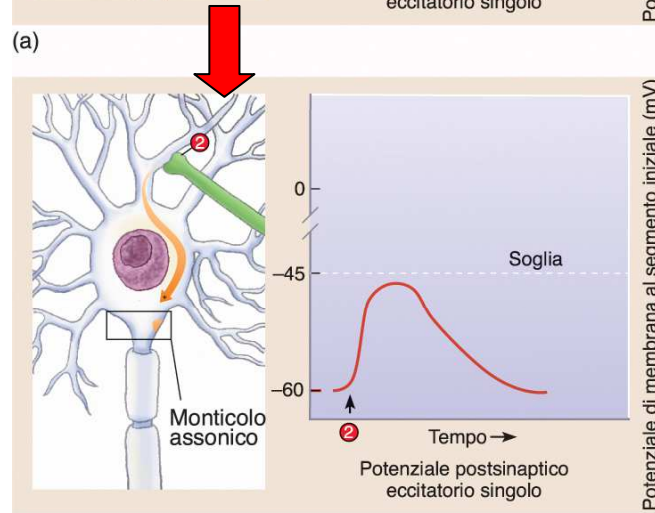
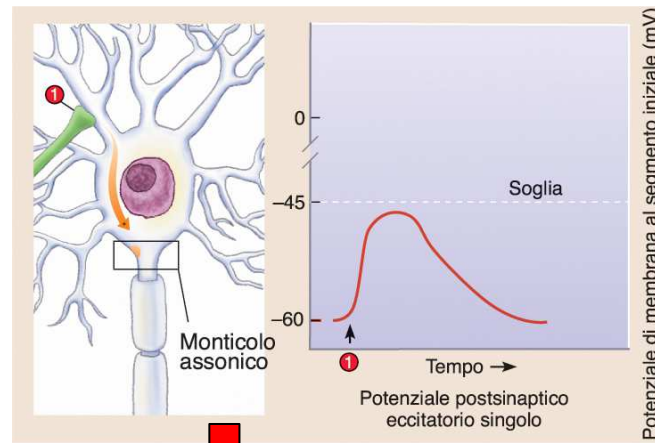


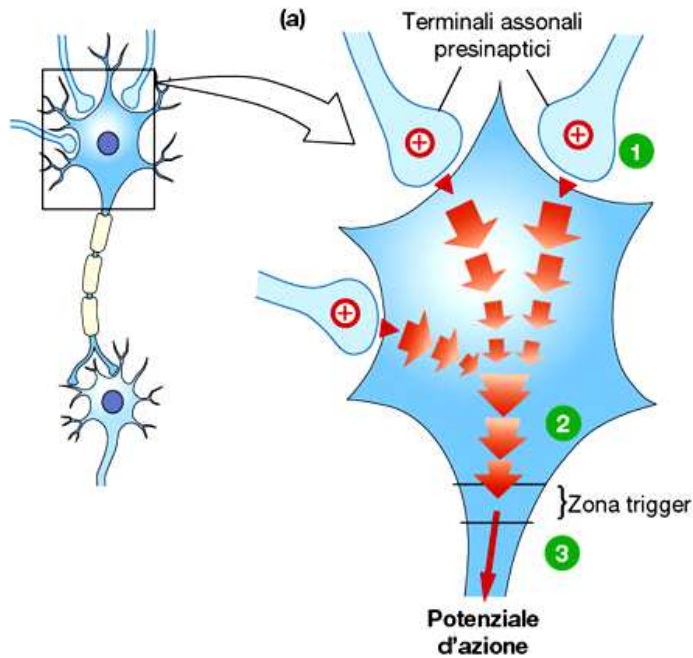
Fig. 7.13 - Rappresentazione schematica di alcuni contatti sinaptici multipli sul soma e sui dendriti di un neurone centrale; (f_1 ... f_5 : fibre nervose afferenti al neurone). Nell'inserto: immagine ingrandita di due contatti, mostrandone le terminazioni presinaptiche (piedi terminali) contenenti vescicole sinaptiche.

Sommazione Spaziale (λ) di EPSP

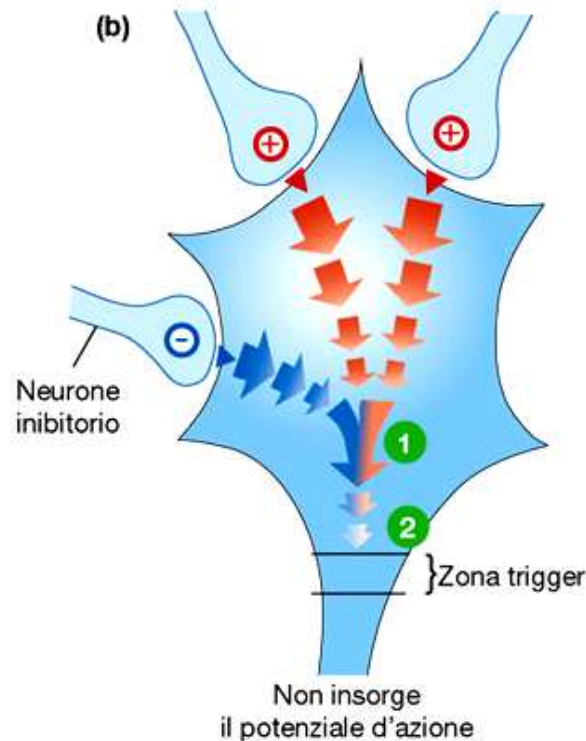


(c)

Sommazione Spaziale (λ)

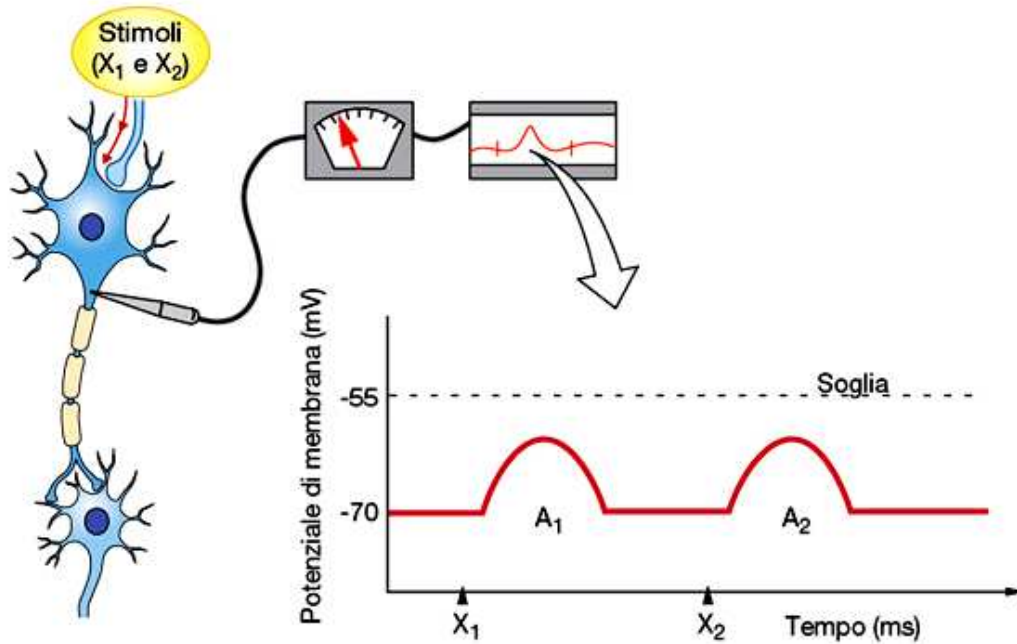


- 1 Tre neuroni eccitatori scaricano; i rispettivi EPSP, che sono potenziali graduati, separatamente sono tutti sottosoglia.
- 2 Gli EPSP arrivano contemporaneamente alla zona trigger e si sommano, creando un potenziale graduato soprasoglia.
- 3 Si genera un potenziale d'azione.

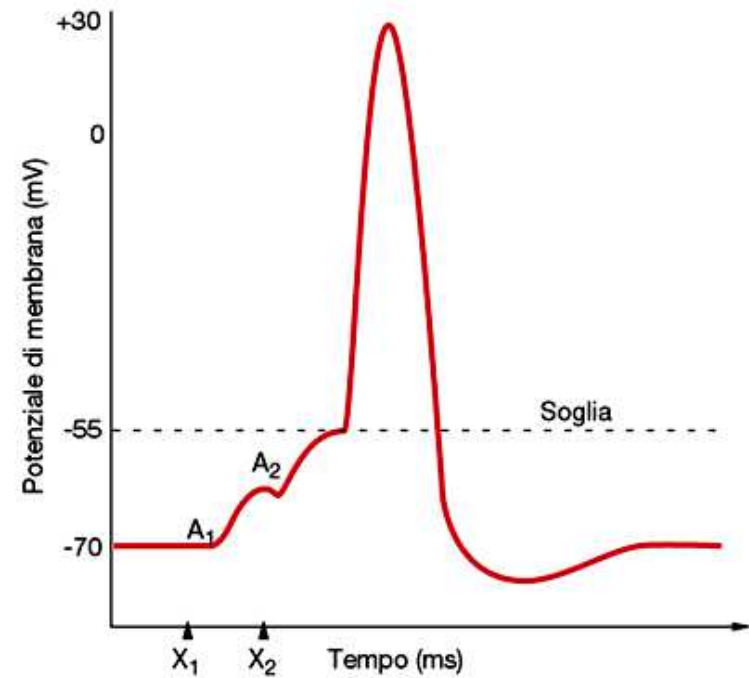


- 1 Un neurone inibitorio e due neuroni eccitatori scaricano.
- 2 I loro PSP sommati sono sottosoglia perciò non parte nessun potenziale d'azione.

SOMMAZIONE TEMPORALE (τ)

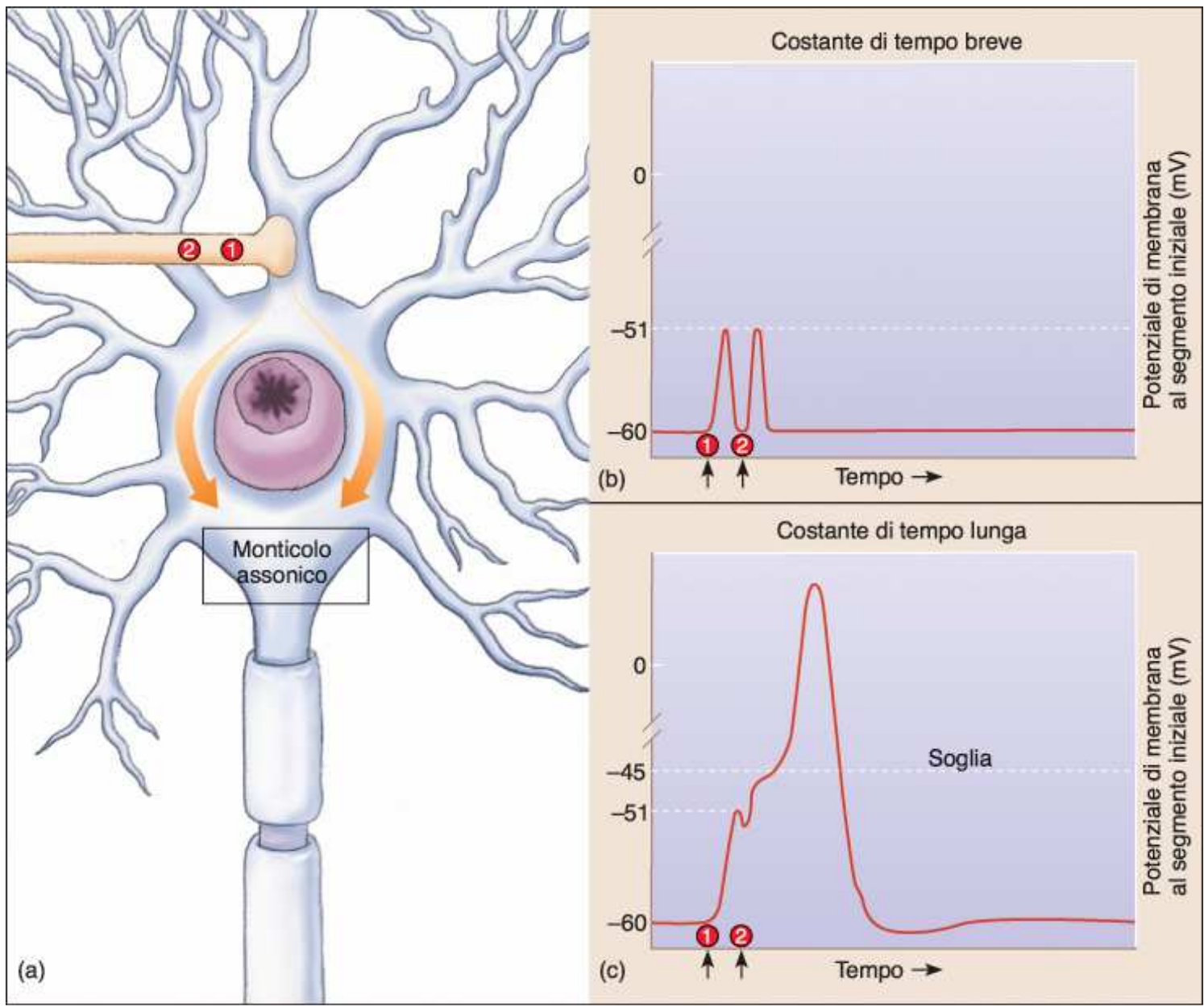


(a) Nessuna sommazione Due EPSP graduati sottosoglia non provocheranno un potenziale d'azione se sono distanziati nel tempo.



(b) Sommazione temporale che provoca un potenziale d'azione Se due EPSP sottosoglia giungono alla zona trigger in tempi ravvicinati, possono sommarsi e provocare un potenziale d'azione.

SOMMAZIONE TEMPORALE



Sommazione Spaziale e Temporale

