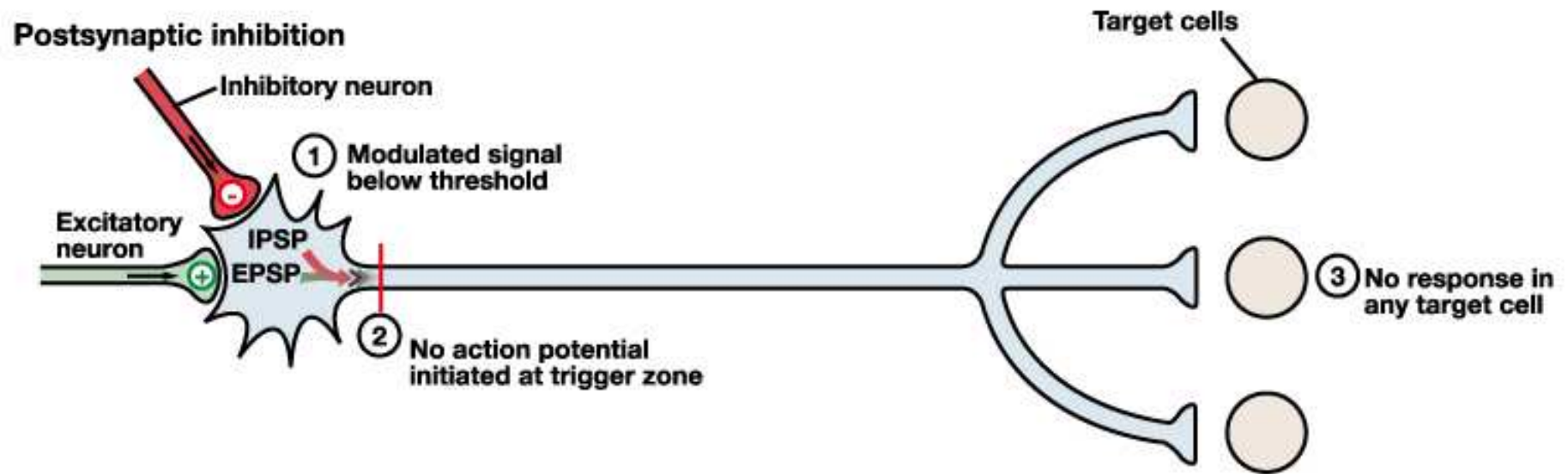


Sinapsi inhibitorie



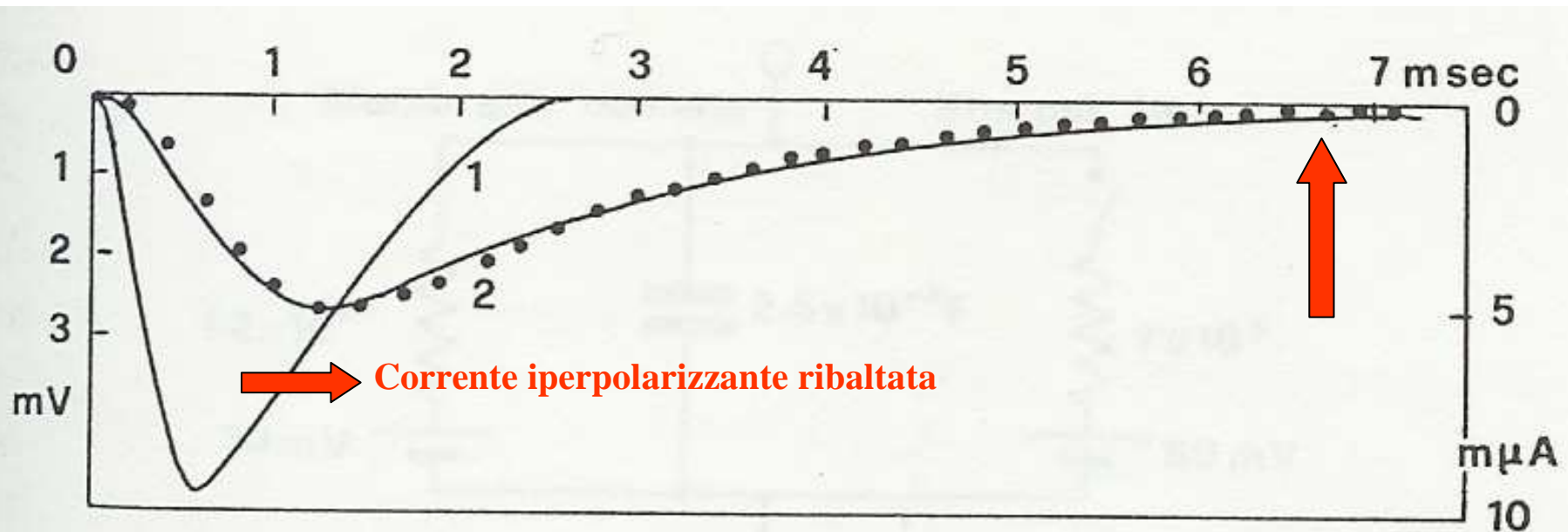


Figura 7-11 – Andamento temporale dell'IPSP (curva 2) e della corrente di membrana durante un IPSP (la curva della corrente è invertita). Per ulteriori spiegazioni si veda il testo (Araki e Terzuolo, 1962).

Durata dell'IPSP

Inibizione post Sinaptica IPSP potenziale graduabile

GABA e glicina

Canali anionici per il Cl

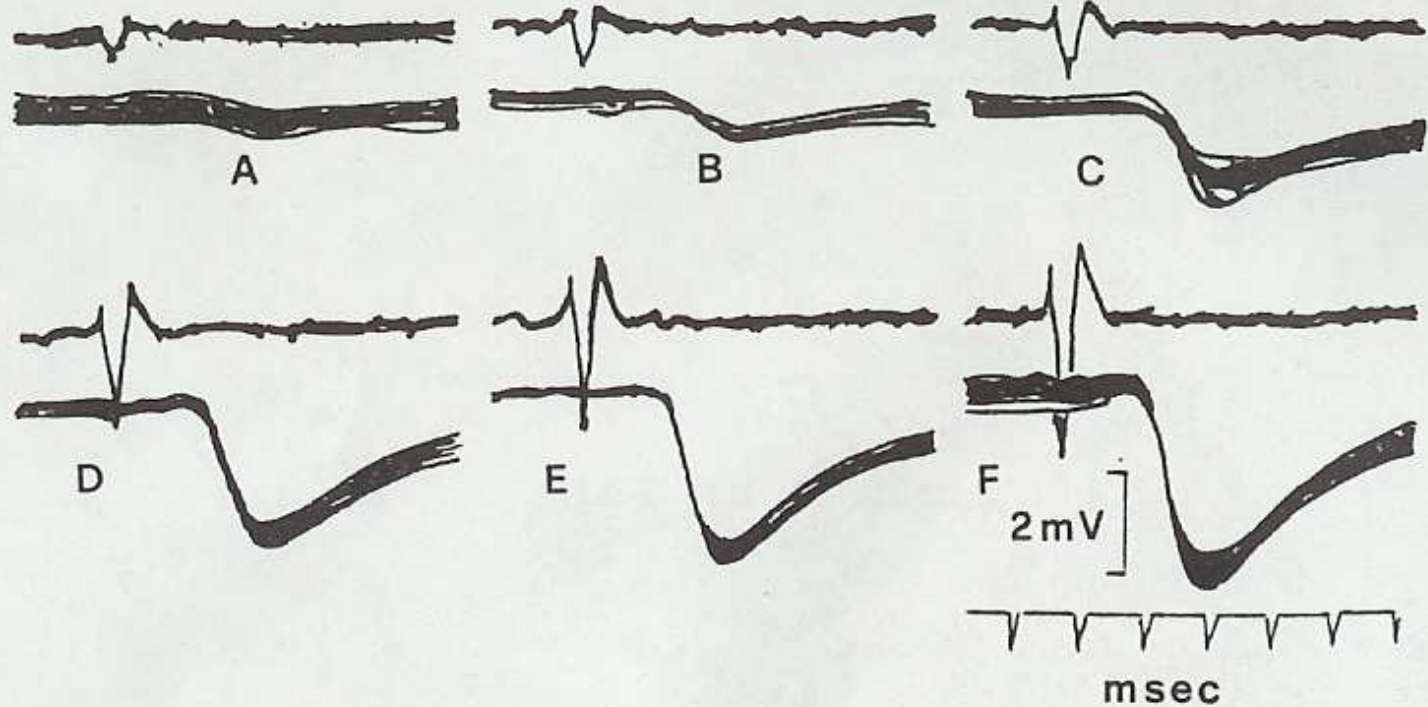


Figura 7-9 – Risposta inibitoria in un motoneurone di gatto (bicipite-semitendinoso) a scariche afferenti dal muscolo antagonista (quadricipite). L'intensità dello stimolo aumenta da A ad F. La traccia superiore di ogni coppia mostra la scarica afferente registrata dalla radice dorsale (da Coomb, Eccles e Fatt, 1955d).

> **Lo stimolo > IPSP**

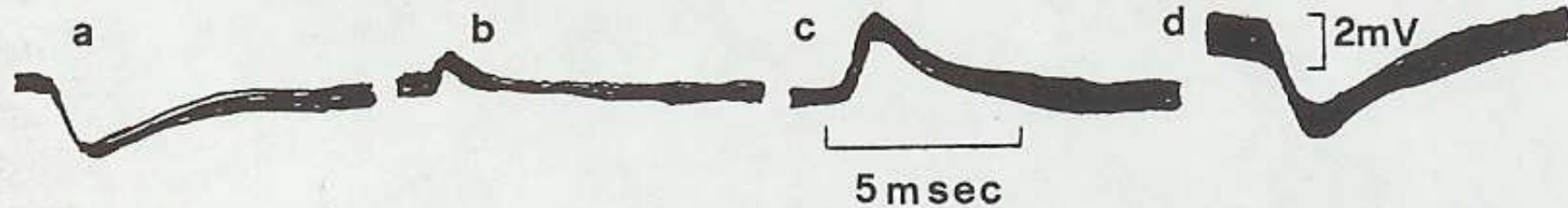


Figura 7-14— Effetto delle concentrazioni crescenti di Cl^- all'interno sull'IPSP di un motoneurone di gatto. Le curve sono ottenute inserendo un microelettrodo riempito con KCl 3 M nella cellula. La curva *a* era ottenuta immediatamente dopo l'inserimento, mentre le curve *b* e *c* in tempi successivi. Si noti la variazione nell'IPSP in seguito alla diffusione di Cl^- fuori dall'elettrodo. La curva *d* era ottenuta immediatamente dopo *c*, ma con il potenziale di membrana fissato ad un valore più basso, -27 mV invece di -59 mV (da Coombs, Eccles e Fatt, 1955b).

> $[\text{Cl}^-]$ > IPS

**IPSP > con la dep
< con la iperpo**

Si inverte a -82mv

E Cl

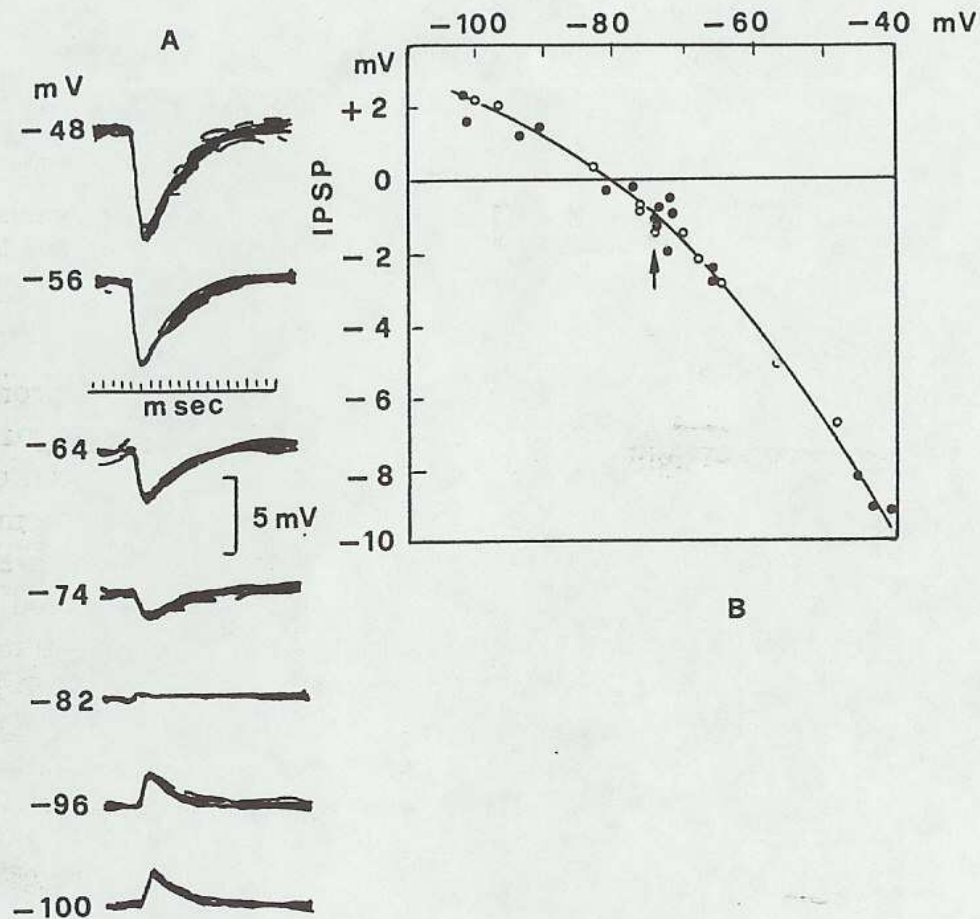
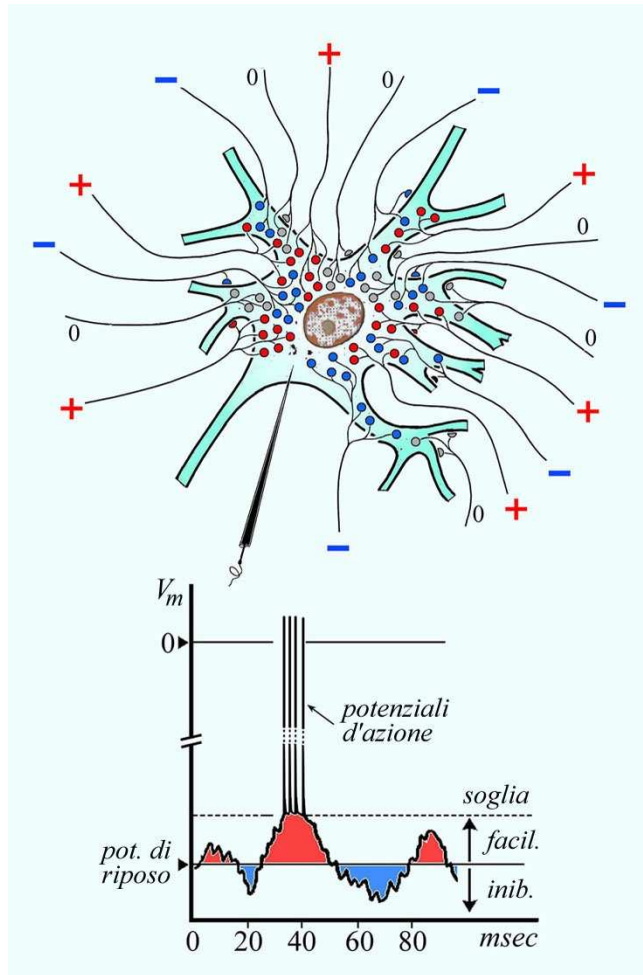


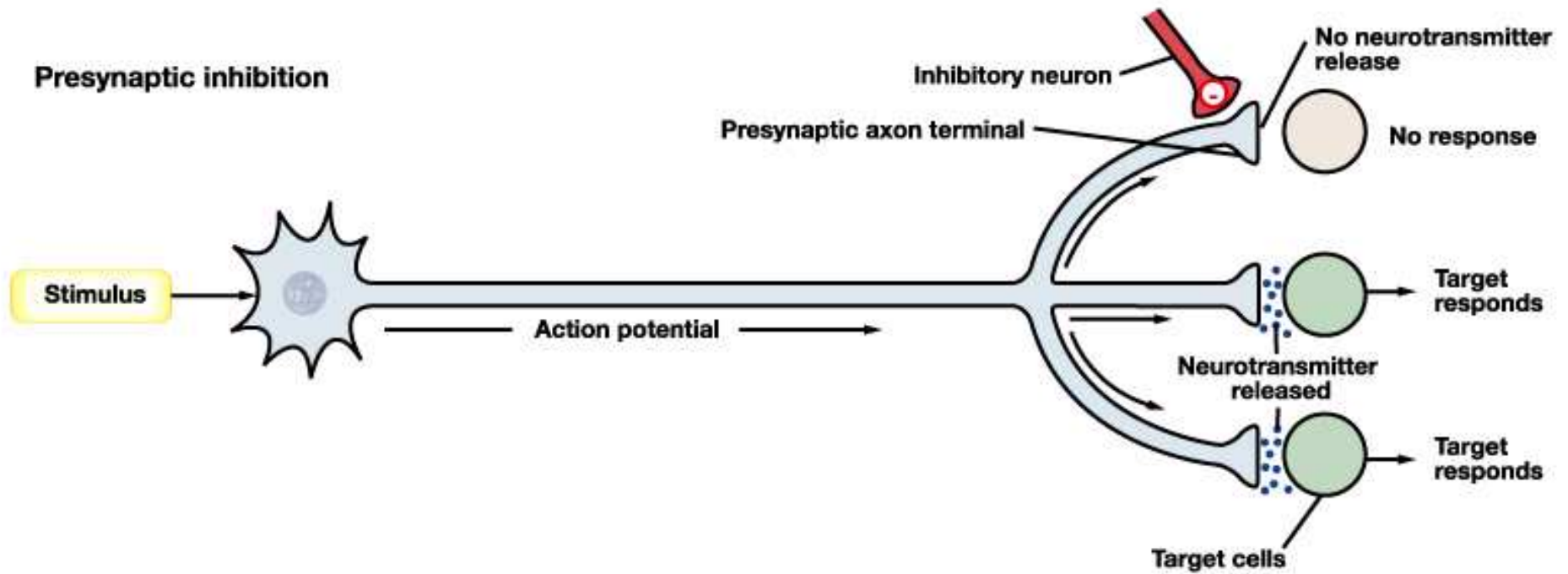
Figura 7-12 – A: IPSP registrati intracellularmente da un motoneurone del bicipite-semitendinoso mediante un microelettrodo a doppia canna. I traccati, formati dalle sovrapposizioni di circa 40 curve, mostrano gli IPSP innescati da una scarica afferente dal quadricipite. Il potenziale di membrana viene mantenuto al valore indicato applicando una corrente stazionaria mediante l'altra canna del microelettrodo. Il potenziale di riposo è -74 mV. B: Diagramma delle misure di una serie parzialmente mostrata in A. Sull'ascissa sono riportati i potenziali di membrana e sulle ordinate le ampiezze dei rispettivi IPSP. Gli IPSP iperpolarizzanti sono riportati verso il basso e quelli depolarizzanti verso l'alto (Coombs, Eccles e Fatt, 1955b).

Sinapsi

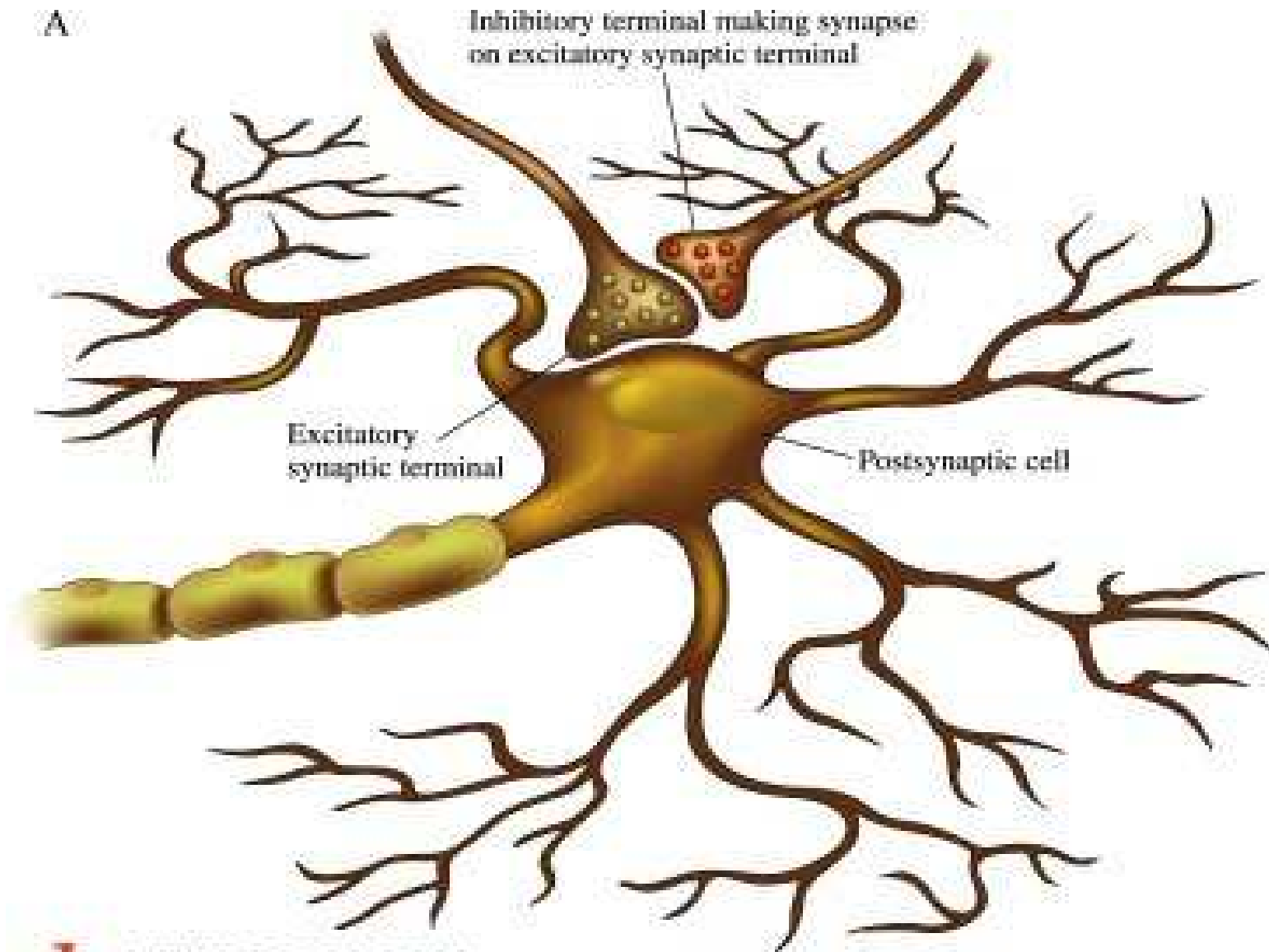


Il neurone, “bombardato” da input eccitatori ed inibitori, ne calcola la media istante per istante
→ *integrazione sinaptica*.

Inibizione presinaptica



A



Inibizione Presinaptica

Sinapsi assoassonica

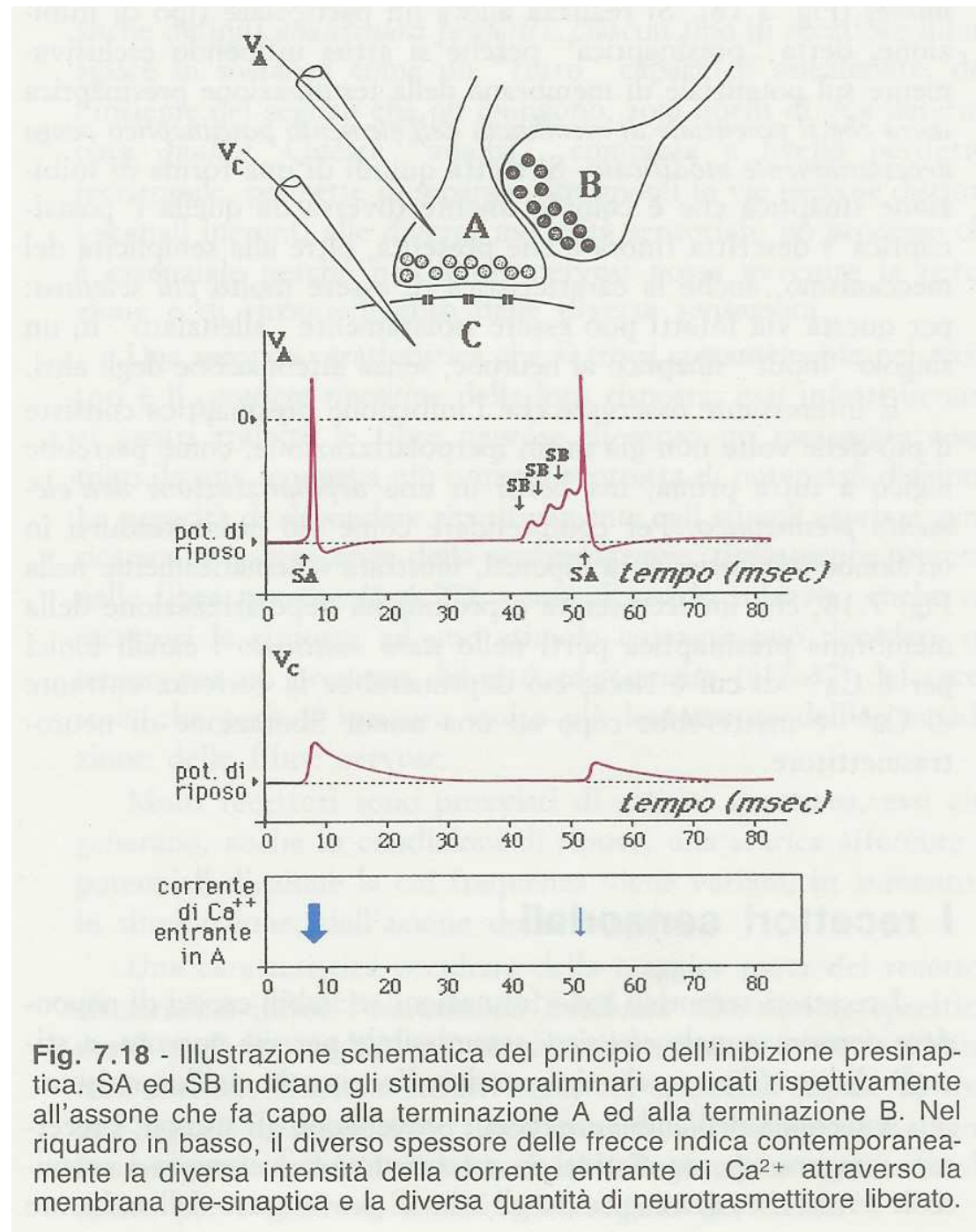


Fig. 7.18 - Illustrazione schematica del principio dell'inibizione presinaptica. SA ed SB indicano gli stimoli sopraliminari applicati rispettivamente all'assone che fa capo alla terminazione A ed alla terminazione B. Nel riquadro in basso, il diverso spessore delle frecce indica contemporaneamente la diversa intensità della corrente entrante di Ca^{2+} attraverso la membrana pre-sinaptica e la diversa quantità di neurotrasmettitore liberato.

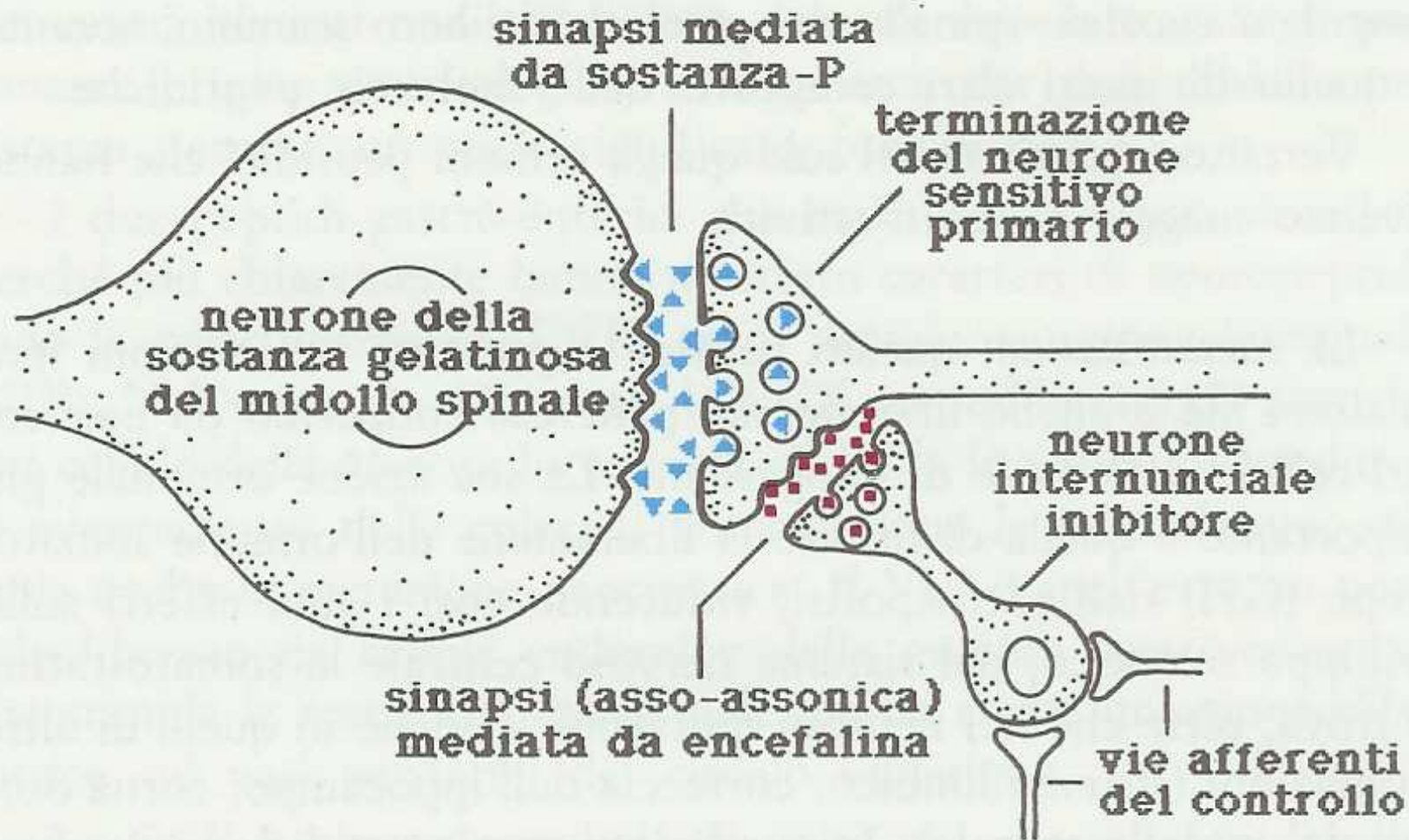


Fig.8.45 - Schema del meccanismo di controllo dei segnali dolorifici nelle sinapsi della sostanza grigia delle corna dorsali del midollo spinale. Il controllo avviene per inibizione pre-sinaptica mediata da un'encefalina.

Endorfine riducono la liberazione della sostanza P

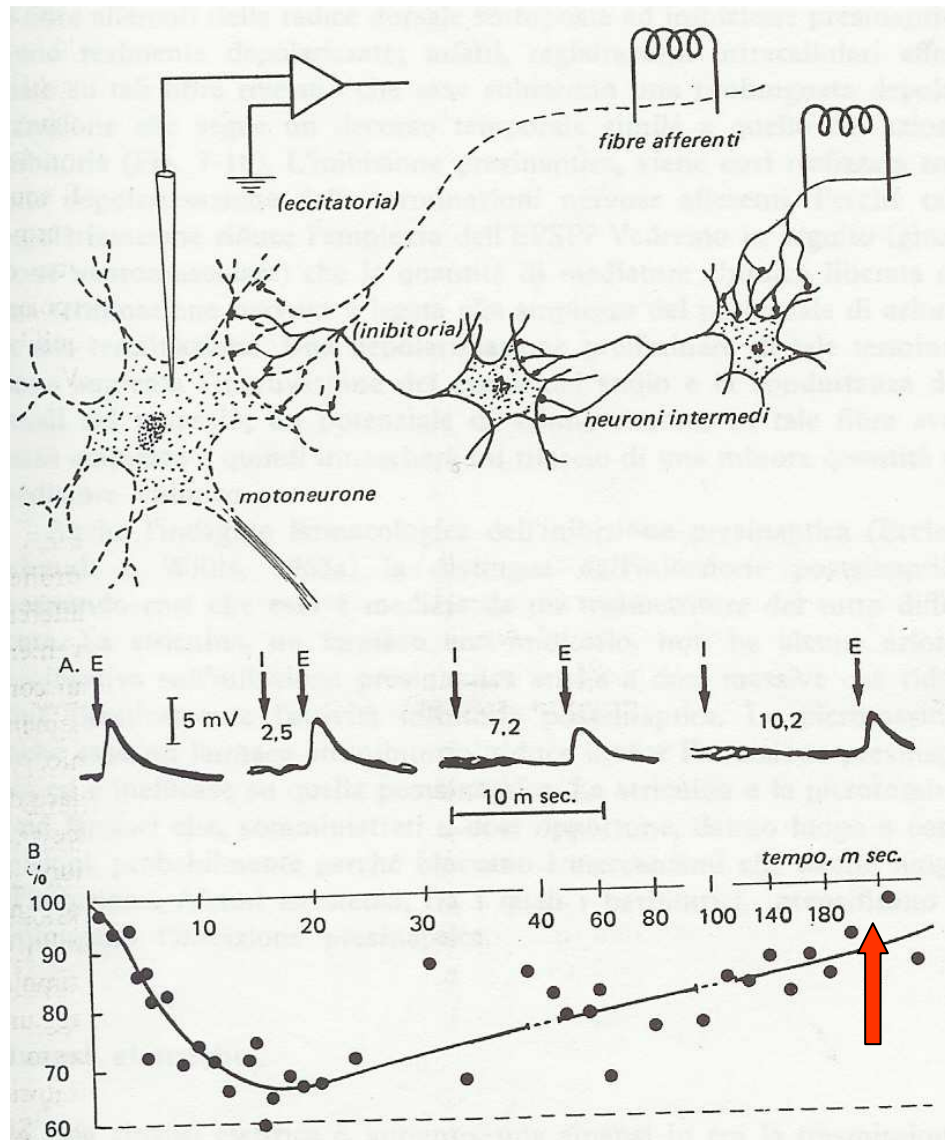
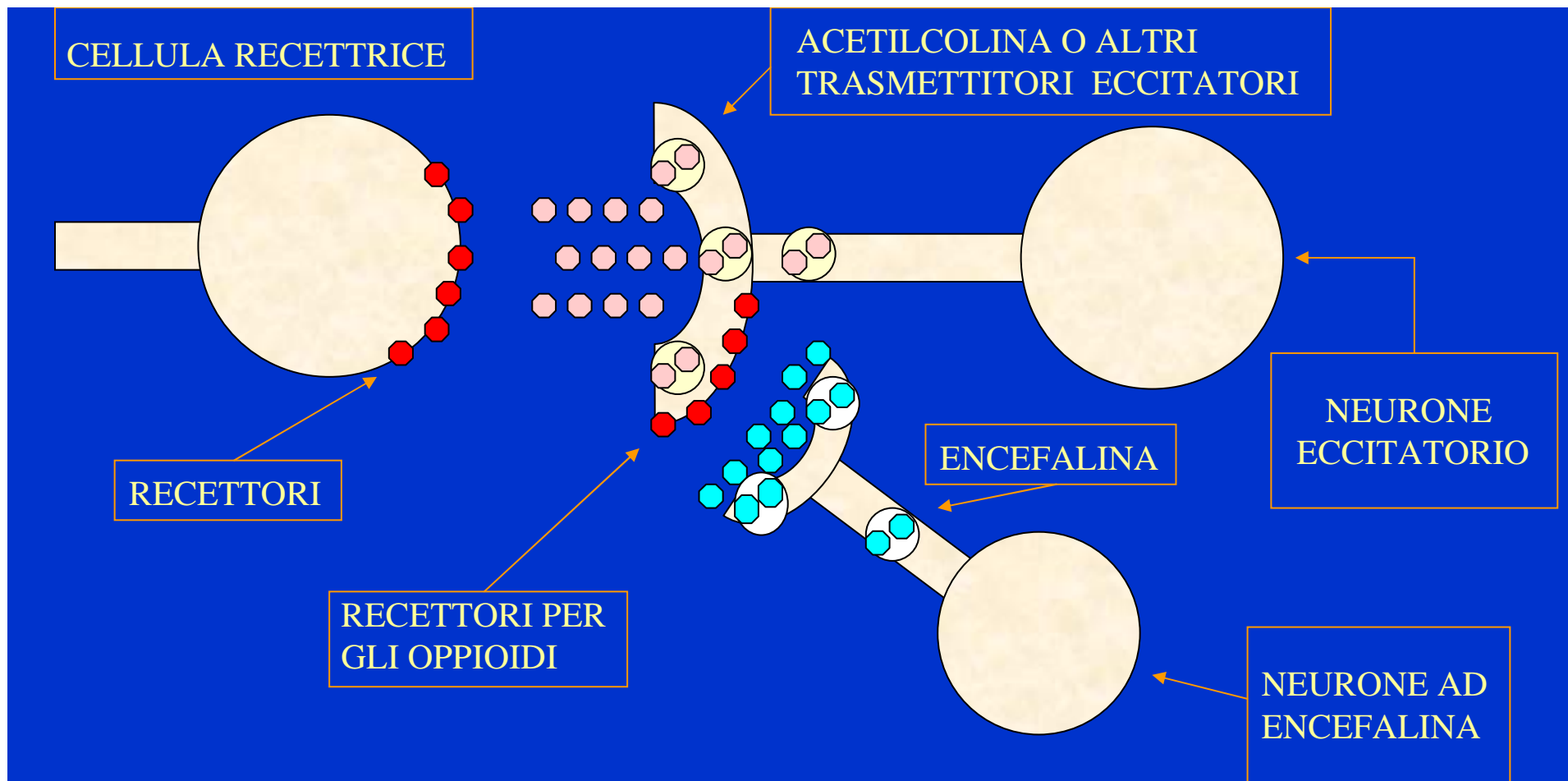


Figura 7-15 – Riduzione prolungata degli EPSP monosinaptici. A: registrazioni intracellulari da un motoneurone. Il primo tracciato (controllo) mostra l'EPSP prodotto da una scarica standard in un appropriato nervo afferente. I tracciati successivi mostrano la parziale riduzione di questo EPSP ad opera di una precedente stimolazione di altre fibre afferenti ad intervalli di tempo (in msec) indicati sui tracciati. B: l'andamento temporale della riduzione dell'EPSP. Ordinate: gli EPSP sono riportati in per cento rispetto ai controlli. Ascisse: intervalli tra le scariche condizionante e test. Nota che la riduzione è massima dopo circa 15-20 msec e persiste per oltre 200 msec. (Eccles, Eccles e Magni, 1961).

Endorfine riducono la liberazione della sostanza P



Il meccanismo d'azione dell'encefalina può essere indiretto. Invece di agire direttamente sulla cellula recettrice, l'encefalina può bloccare la liberazione di trasmettitori eccitatori, quali la acetilcolina ed il glutammato in tal modo riducendo il segnale eccitatorio in arrivo. Tale sistema inibitorio presinaptico può modulare l'attività dei neuroni delle vie ascendenti della sensibilità dolorifica. Gli oppioidi agirebbero legandosi ai recettori enefalinerfici; potenziando così gli effetti inibitori del sistema.

Peptidi

La sostanza P:11 aa. Il rilascio determina una lenta depolarizzazione (meccanismo indiretto)

Coinvolta nelle vie della sensibilità dolorifica.

La capsaicina (contenuta nel **peperoncino** rosso) determina la scomparsa della sostanza P.

Le droghe oppiacee (**morfina**) inibiscono la liberazione della sostanza P dalle terminazioni pre sinaptiche. Usate per calmare il dolore e i loro effetti fisiologici sono potenziati perché Producono uno stato di euforia.

Assuefazione, feed-back negativo riducono la produzione di endorfine.

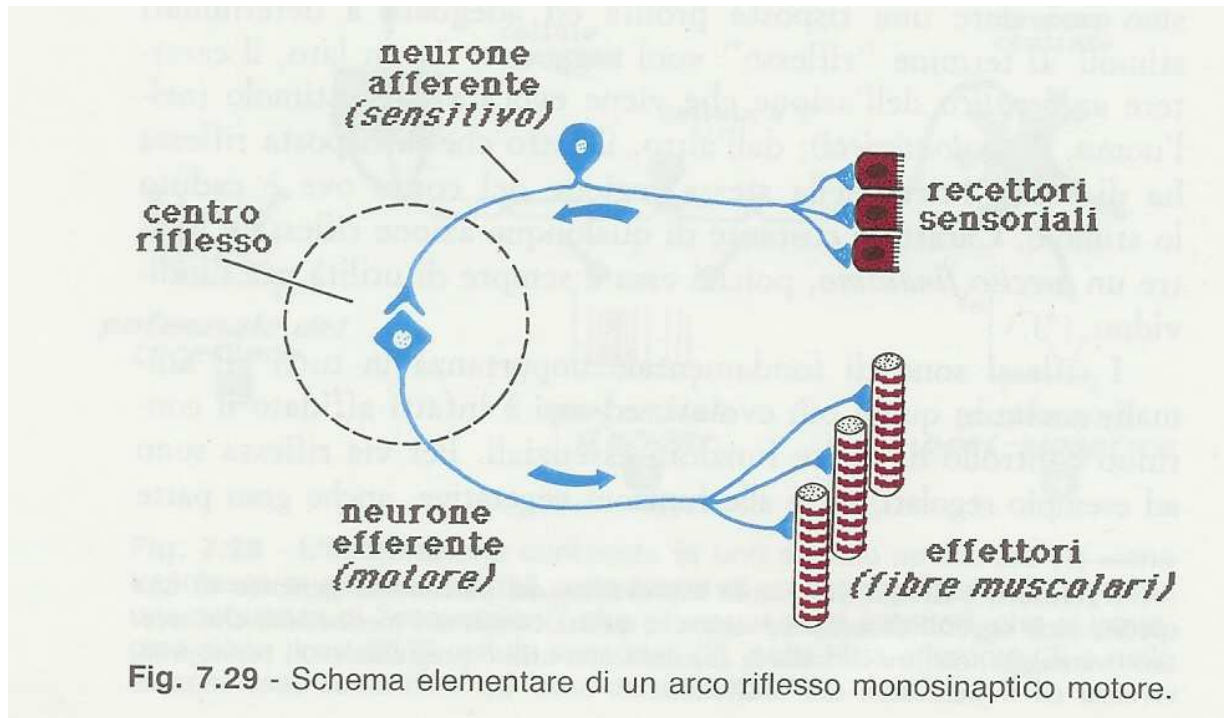
Oppioidi endogeni (**endorfine**) operano dei meccanismi naturali del controllo del dolore.

Riflessi: carattere automatico dell'azione che viene evocata da uno stimolo
la risposta riflessa ha inizio dove cade lo stimolo
azione utile all'organismo.

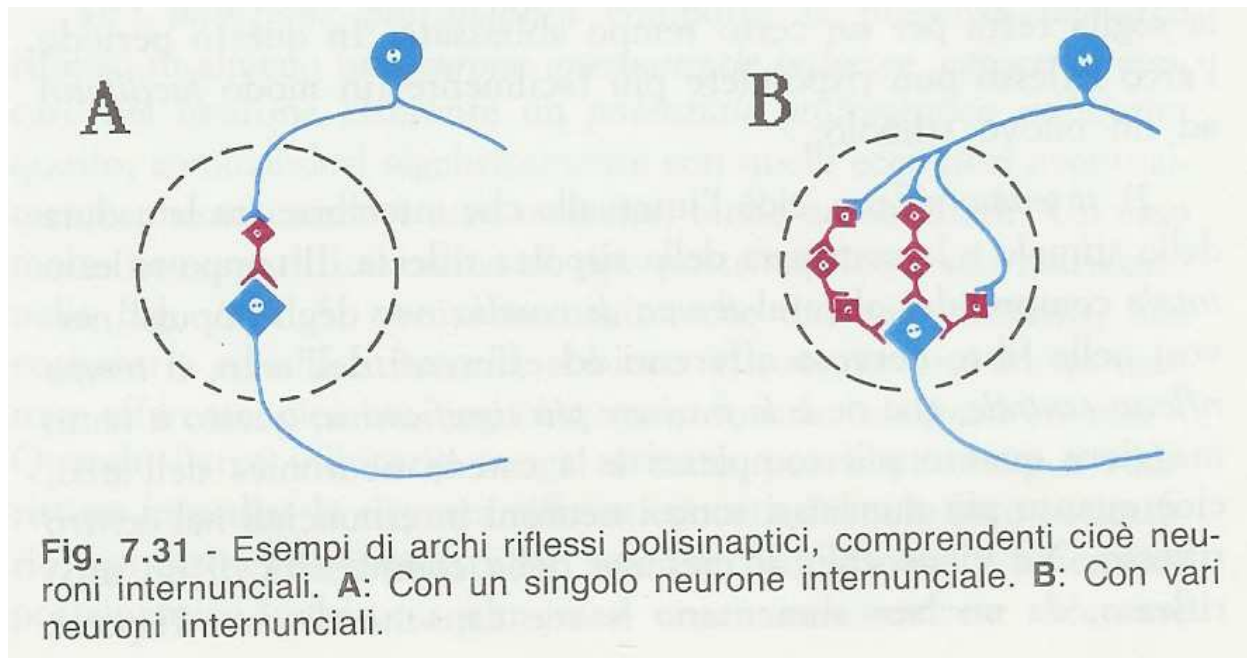
Riflessi incondizionati

Riflessi condizionati (richiedono una esperienza precedente, è richiesto l'intervento delle
funzioni integrative del SN. Riconoscimento dello stimolo (memoria))

Archi Riflessi



Interneuroni



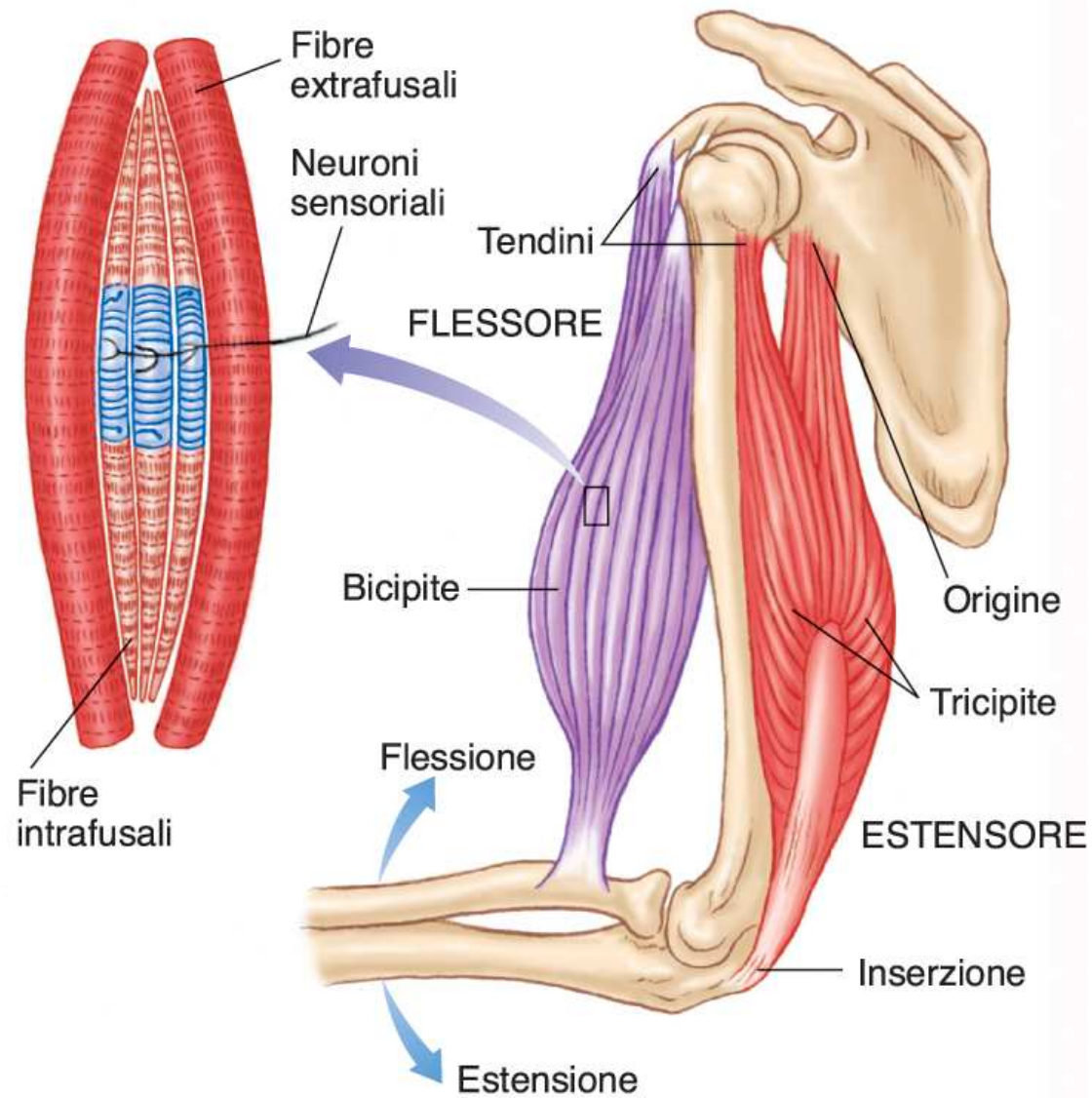


Fig 9-4: muscolo scheletrico è composto da fibre muscolari extrafusali ed intrafusali attaccate ai tendini che uniscono il muscolo all'osso. I muscoli scheletrici lavorano in coppia (flessori ed estensori).

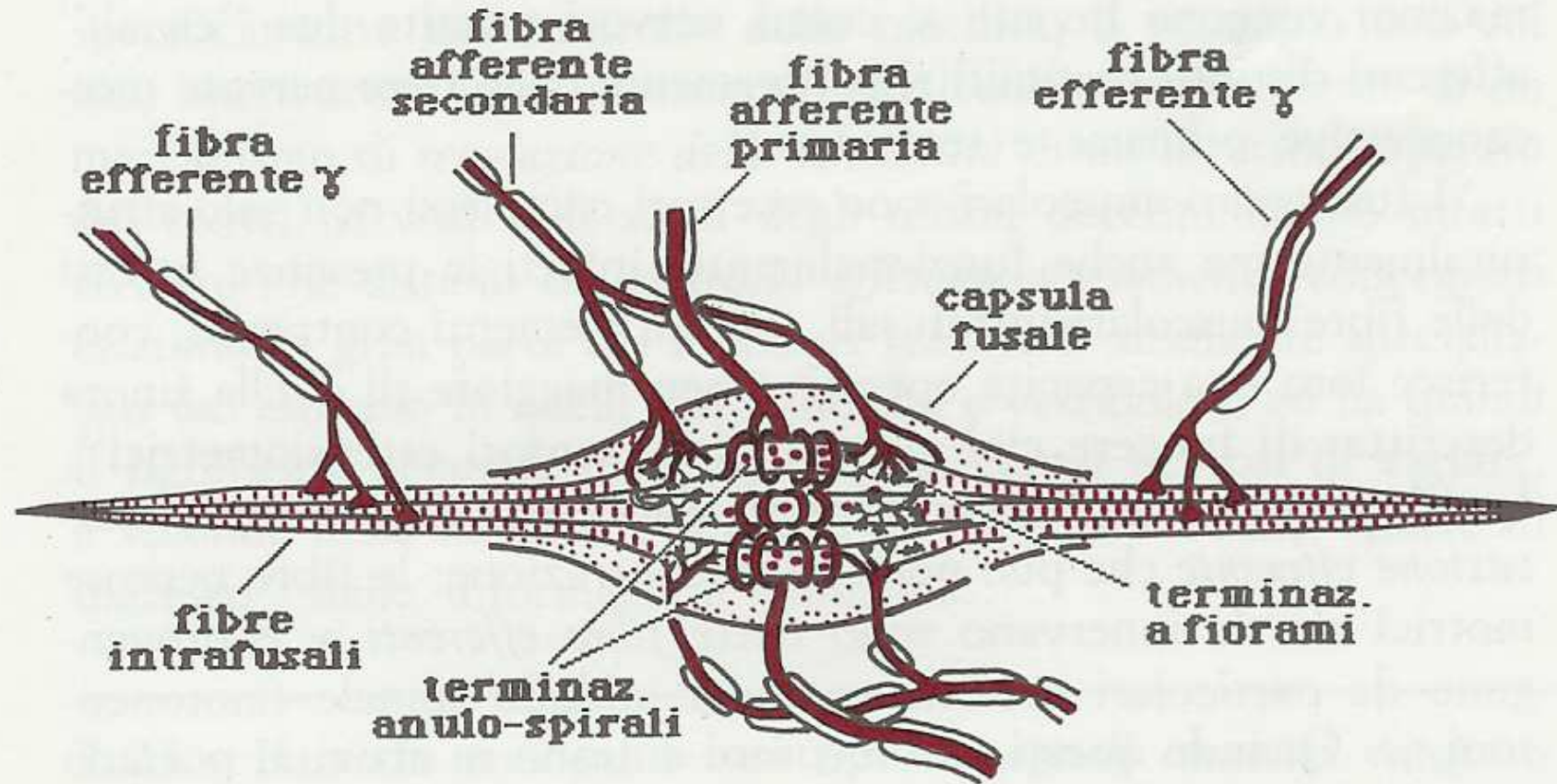
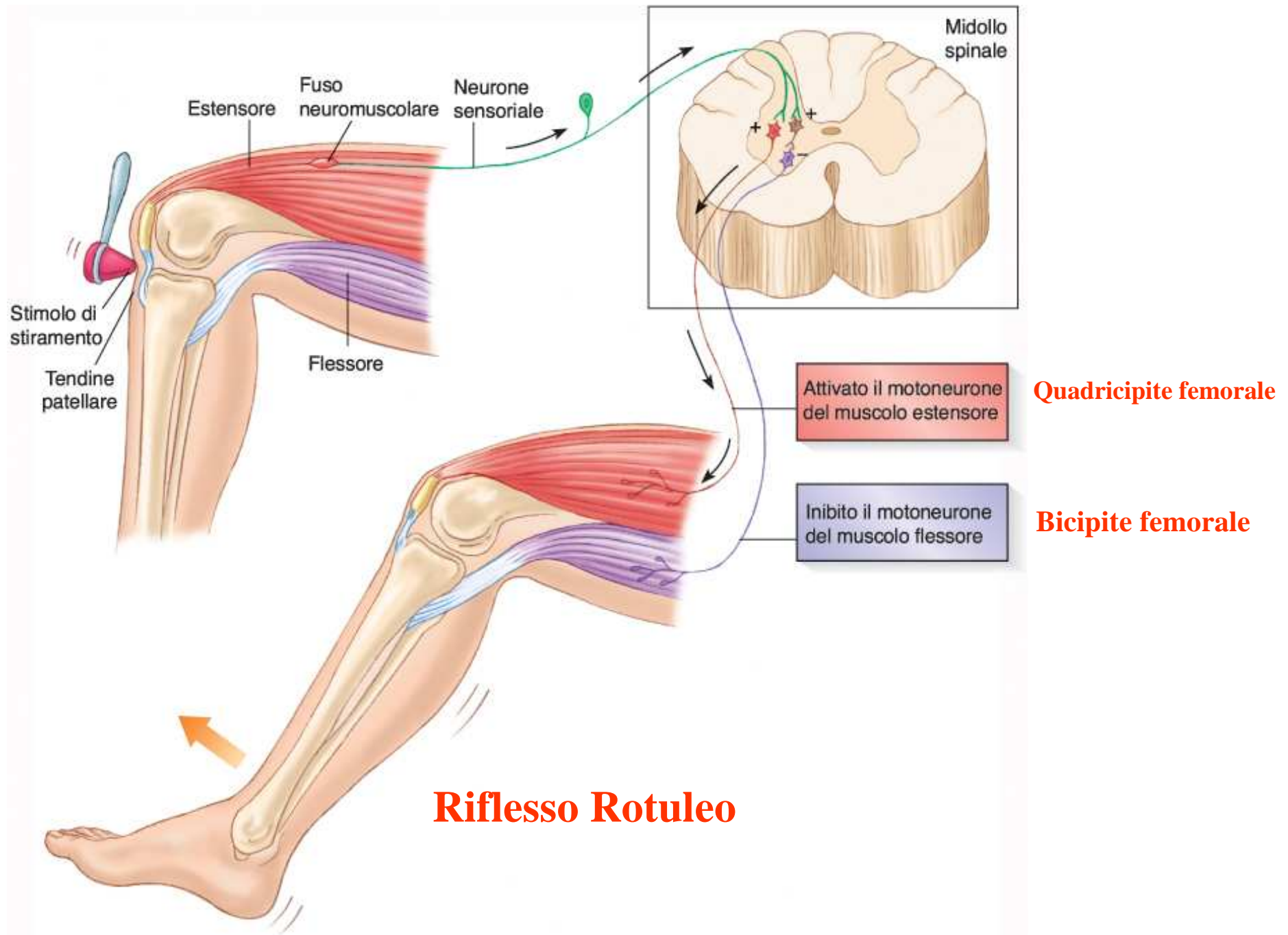
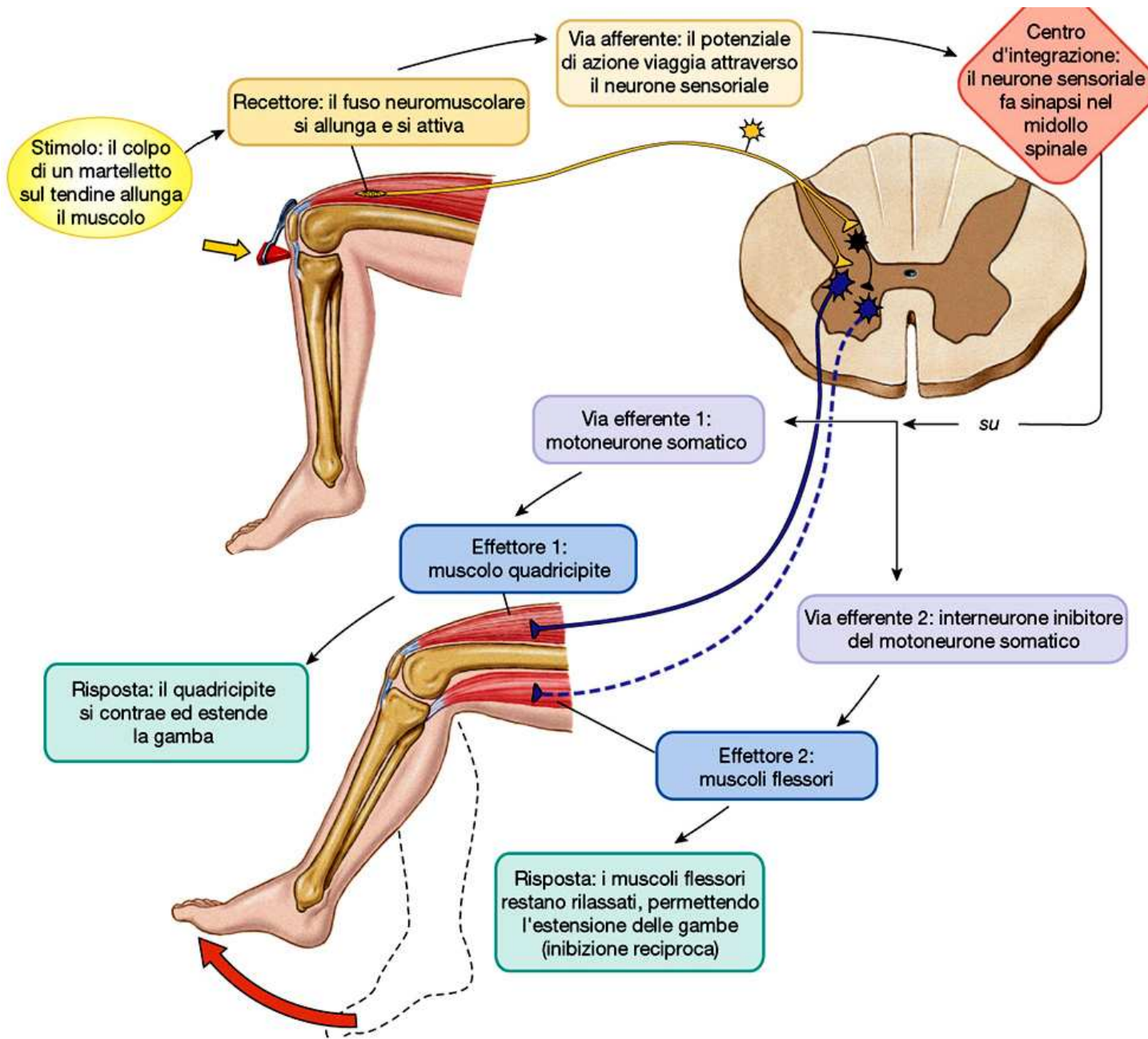


Fig. 7.26 - Rappresentazione semi-schematica di un fuso neuromuscolare, completo della sua innervazione motoria (γ -efferente).

Le fibre muscolari presentano fibre muscolari modificate in organi di senso chiamati fusi muscolari. Sono dei neuroni recettori (propriocettori) che informano il SNC sul grado di allungamento dei Muscoli.

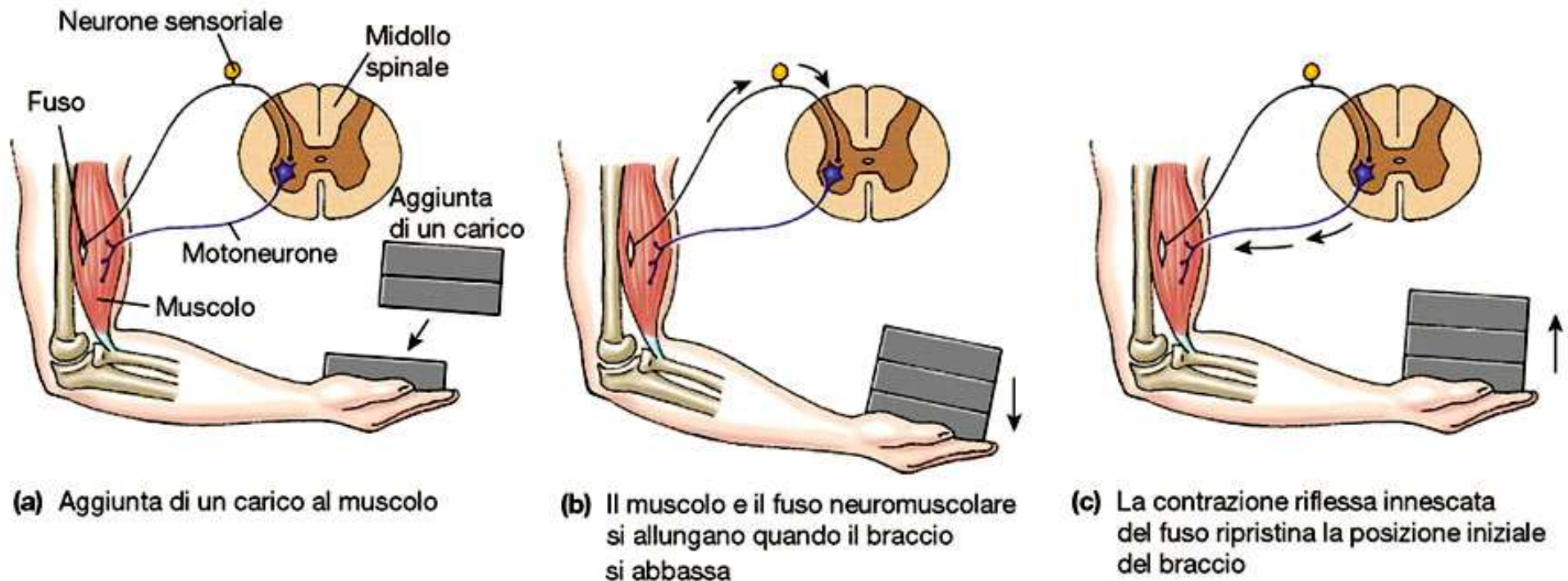




Un circuito nervoso semplice, il riflesso miotatico o patellare

il riflesso del fuso neuromuscolare:

l'aggiunta di un carico al muscolo determina un allungamento del muscolo e dei suoi fusi, provocando una contrazione riflessa



Riflesso Miotico Inverso

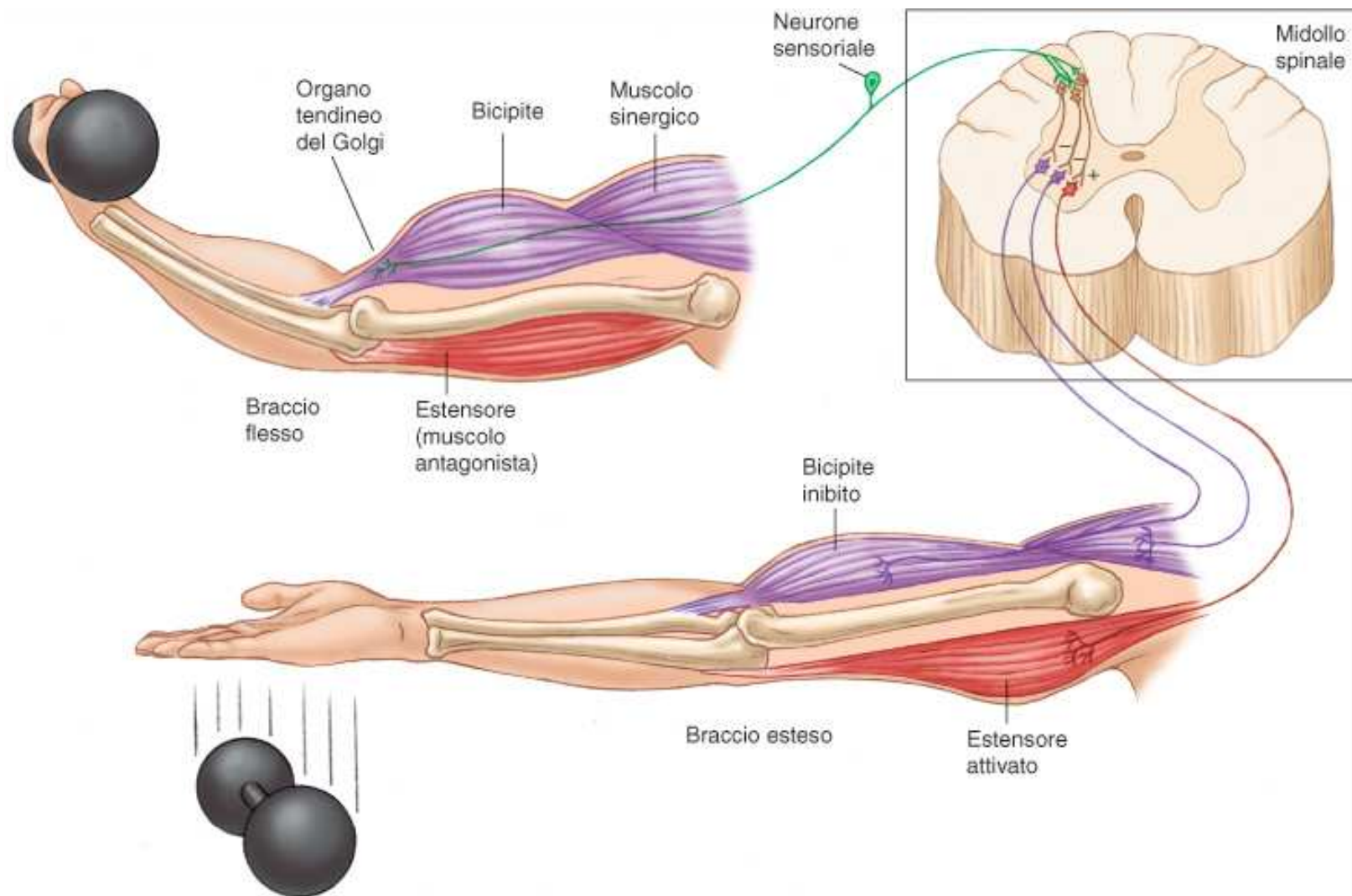


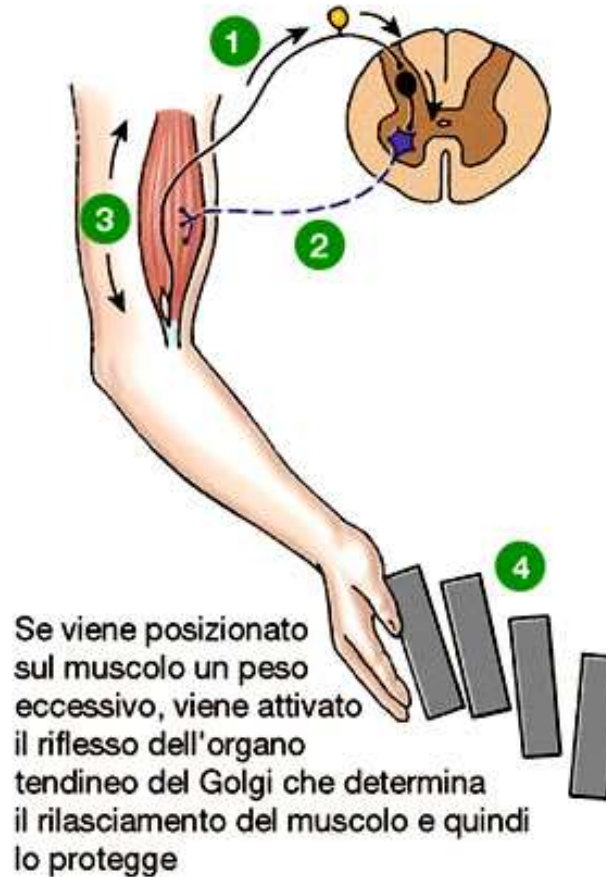
Fig 9.12: rilevamento di un carico eccessivo da parte dell'organo tendineo del Golgi che determina il rilasciamento del bicipite e la contrazione dell'estensore in modo tale che il braccio venga esteso e venga lasciato cadere il peso.

il riflesso dell'organo tendineo del Golgi protegge il muscolo da carichi eccessivi

se la contrazione muscolare innescata dal riflesso del fuso si avvicina alla tensione massima, si attivano gli organi tendinei di Golgi determinando il rilasciamento muscolare e la caduta del peso



La contrazione muscolare allunga l'organo tendineo del Golgi



- 1 Il neurone dall'organo tendineo del Golgi scarica.
- 2 Il motoneurone viene inibito.
- 3 Il muscolo si rilassa.
- 4 Il peso viene lasciato cadere.

Gli organi muscoli tendinei di Golgi

Il riflesso miotattico inverso

Gli organi muscoli tendinei di Golgi sono posti all' interno dei capi tendinei (in serie rispetto alle fibre muscolari

Sono rilevatori di tensione

Contrariamente ai fusi neuromuscolari, non proiettano direttamente, ma attraverso un interneurone inibitorio, al motoneurone alfa

Provocano un rilassamento muscolare

Significato protettivo per evitare lo "strappo del tendine"

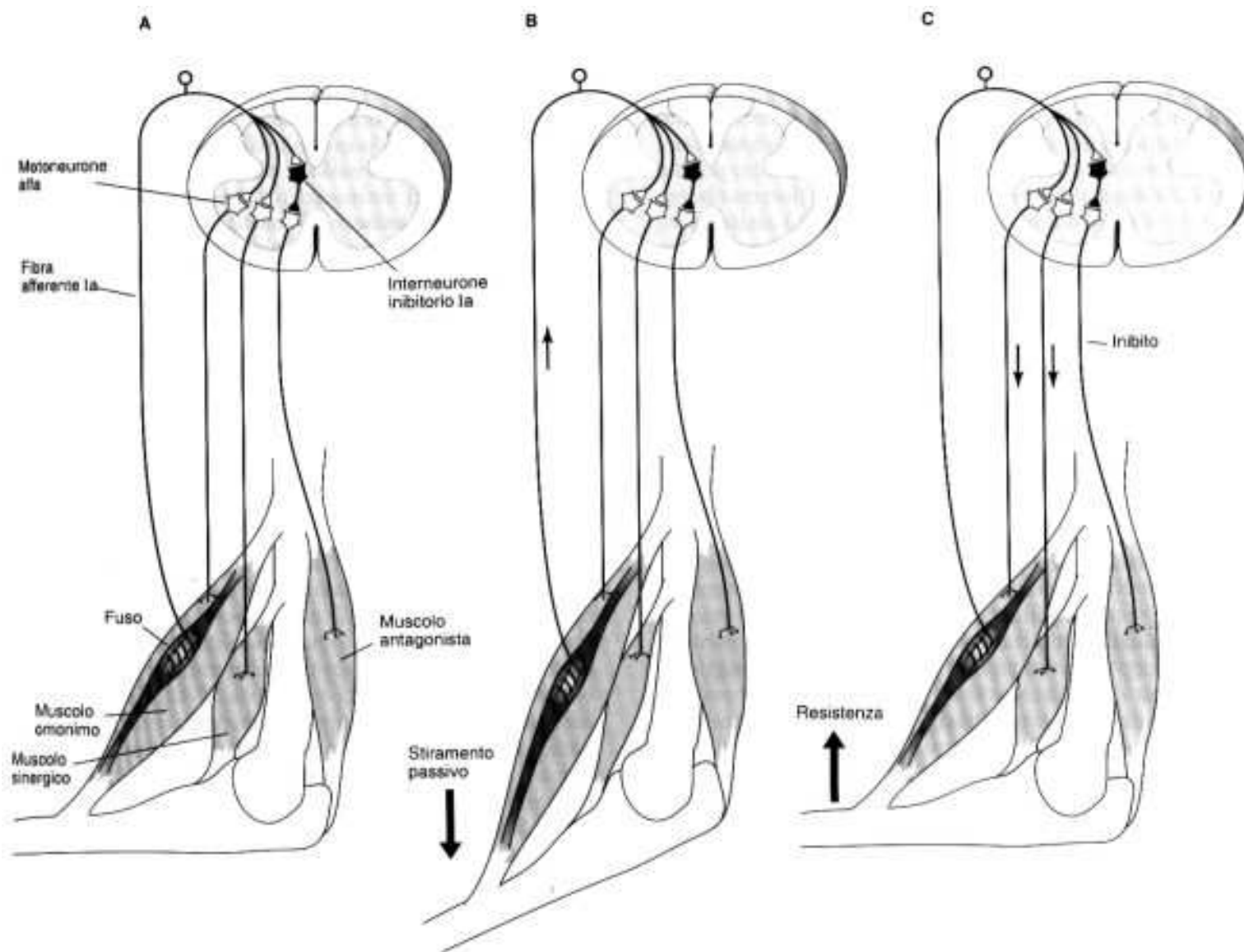


FIGURA 37-11

Il riflesso da stiramento viene provocato dall'eccitamento dei fusi neuromuscolari.

A. Le fibre afferenti Ia stabiliscono connessioni monosinaptiche con i motoneuroni che innervano il muscolo dal quale prendono origine (omonimo) e con i motoneuroni che innervano i muscoli sinergici. Inoltre, esse inibiscono i motoneuroni dei muscoli antagonisti attraverso un interneurone inibitorio.

B. Quando il muscolo viene stirato, aumenta la frequenza di scarica delle fibre afferenti Ia.

C. Ciò provoca la contrazione del muscolo omonimo e dei muscoli sinergici ed il rilasciamento dei muscoli antagonisti. Quindi, questo riflesso tende ad opporsi allo stiramento, esaltando le proprietà elastiche dei muscoli.

Riflesso da evitamento

