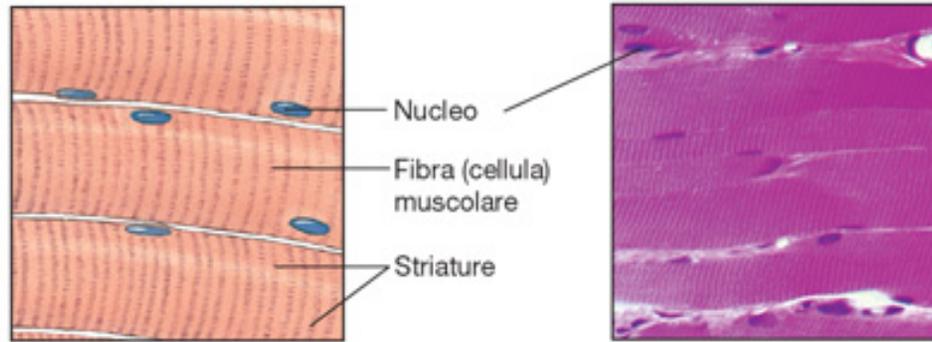
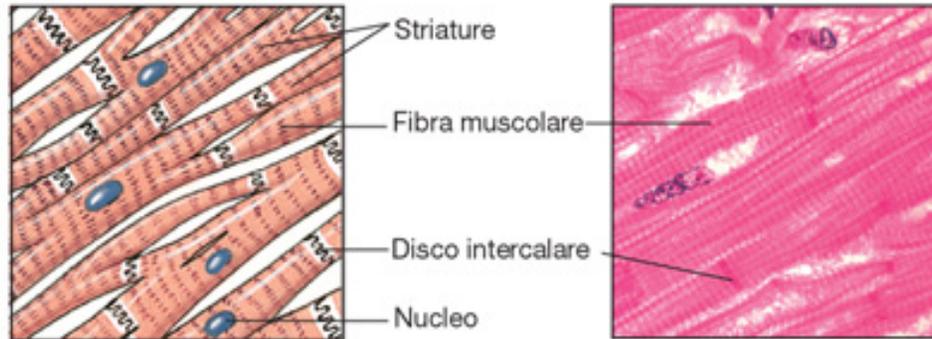


# Il muscolo e riflessi nervosi

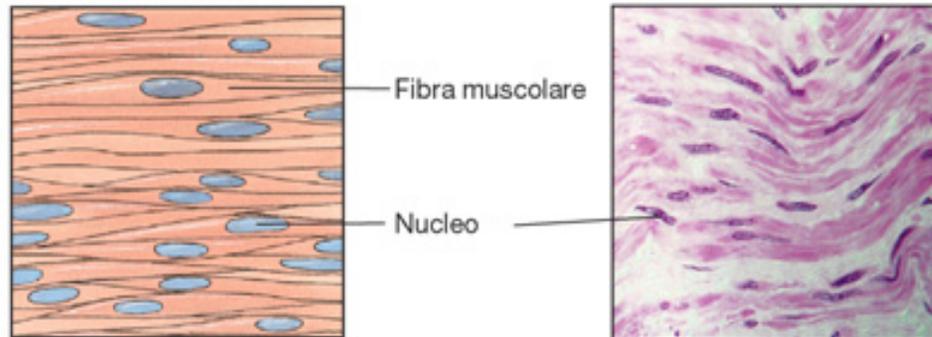
**(a) Muscolo scheletrico**



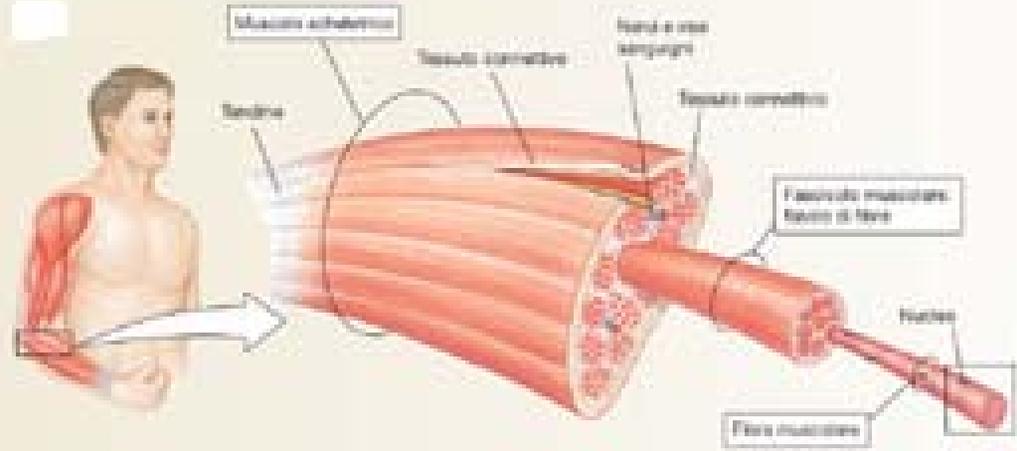
**(b) Muscolo cardiaco**



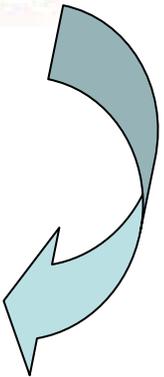
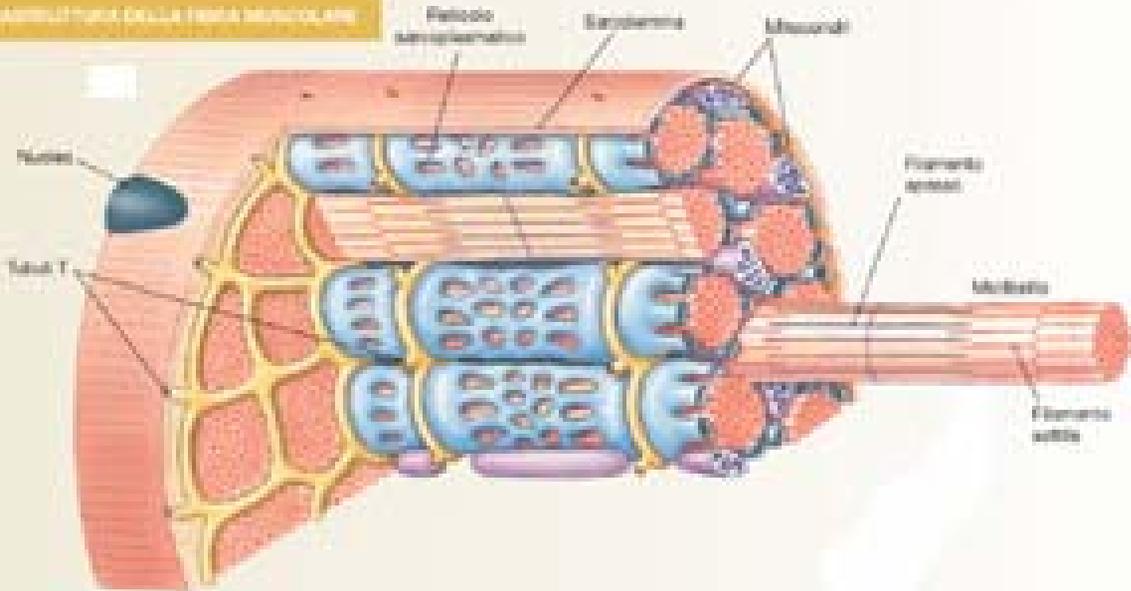
**(c) Muscolo liscio**



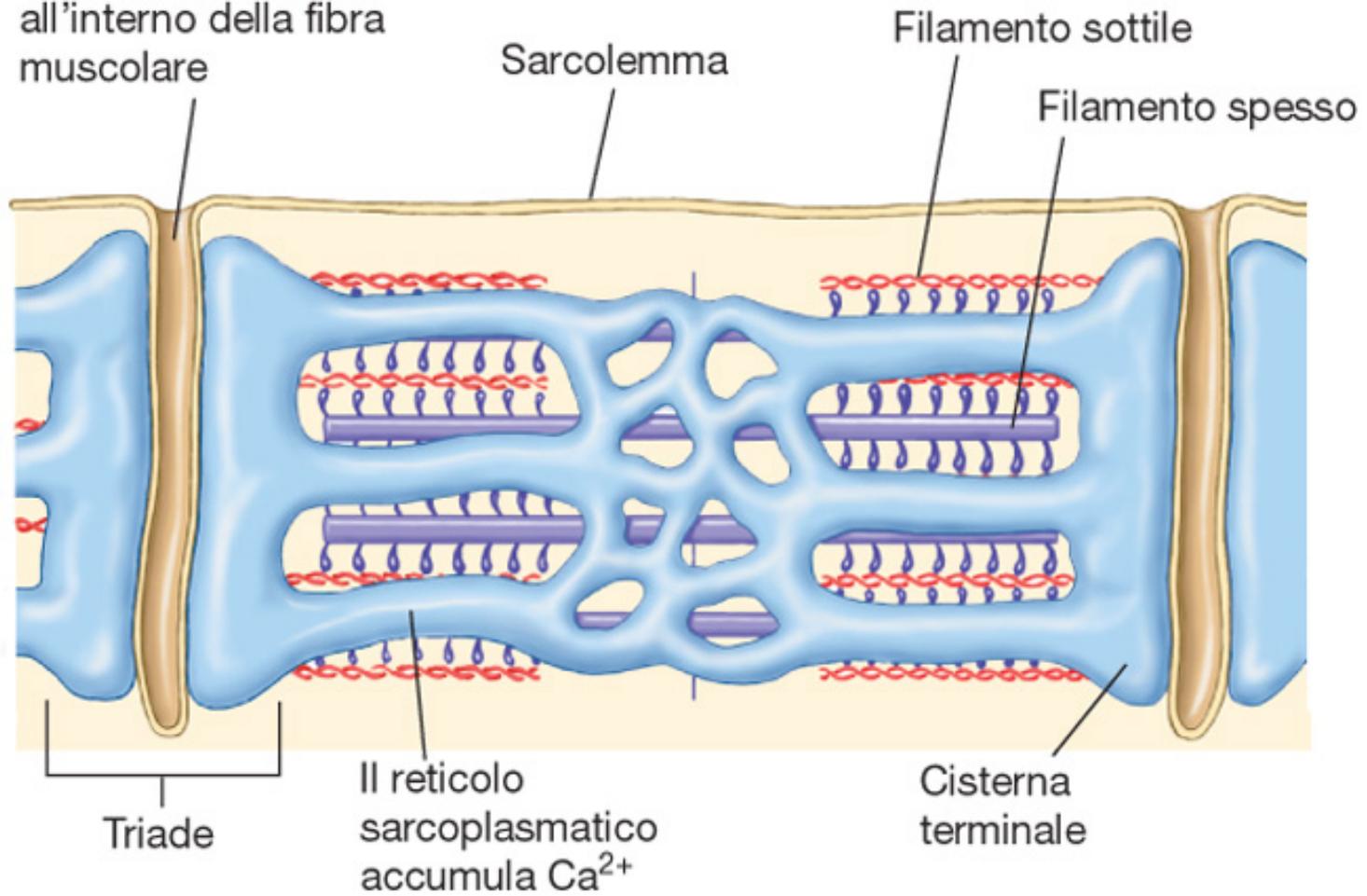
ANATOMIA DEL MUSCOLO SKELETTICO

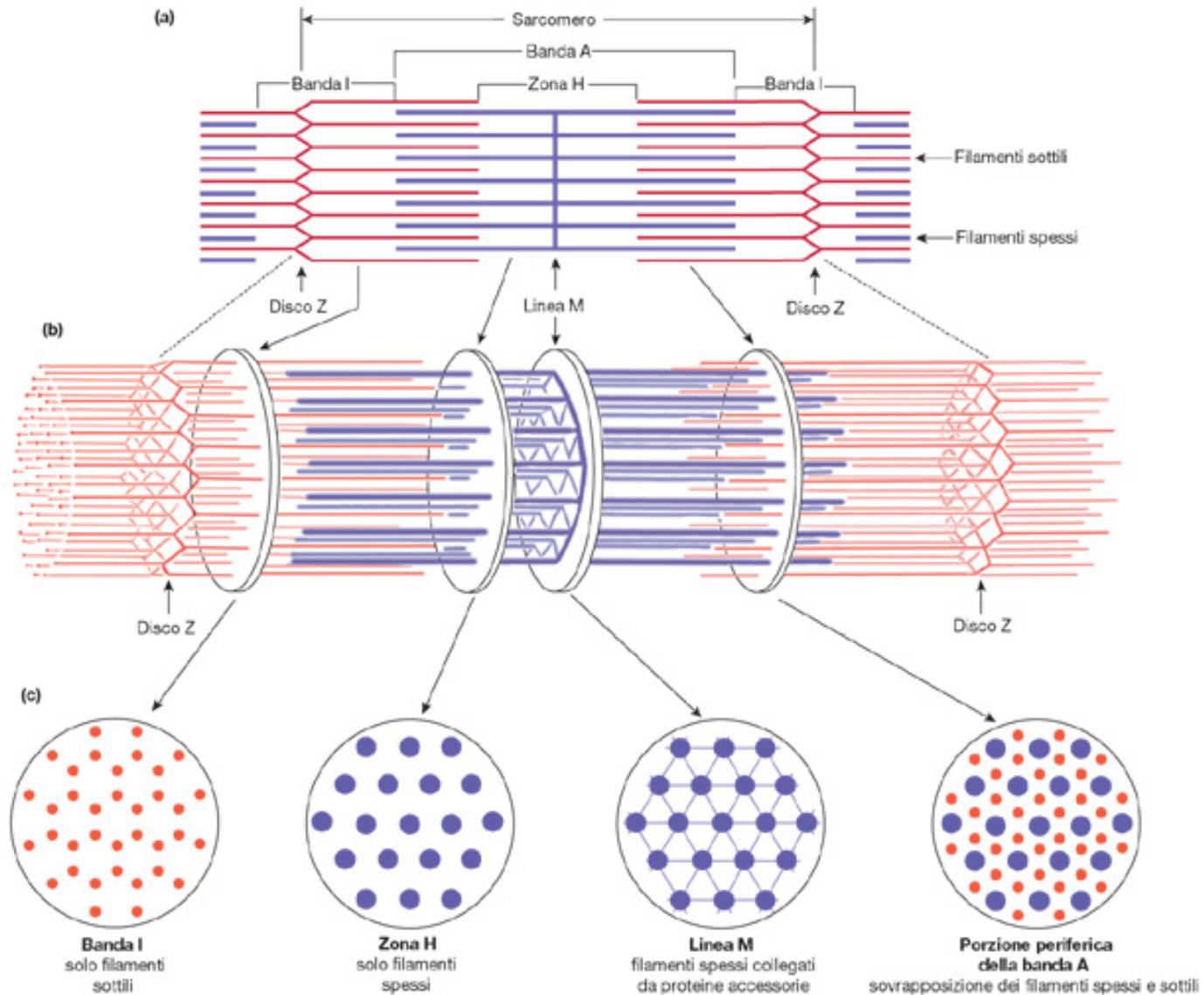


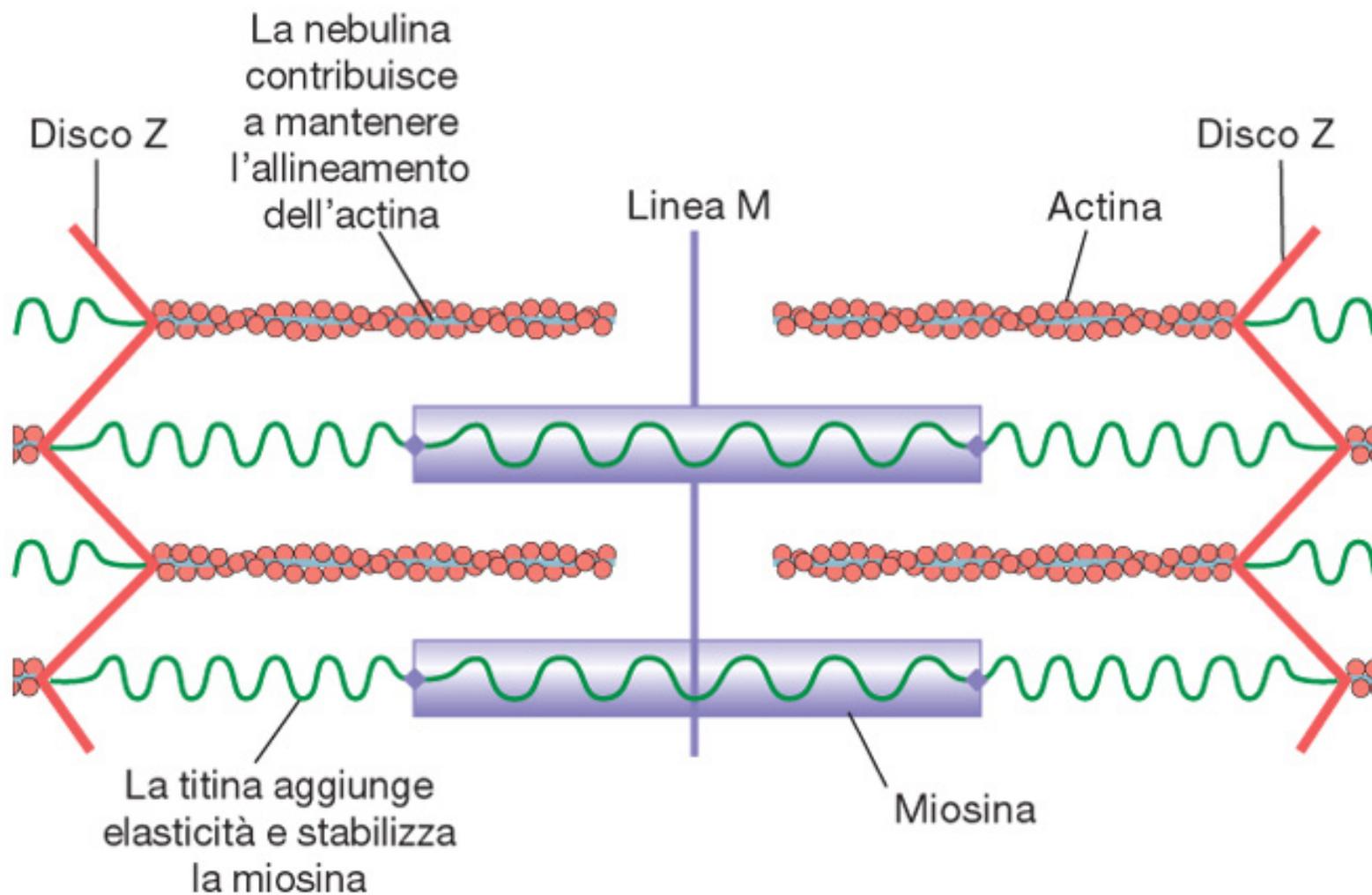
ULTRAMICROSCOPIA DELLA FIBRA MUSCOLARE

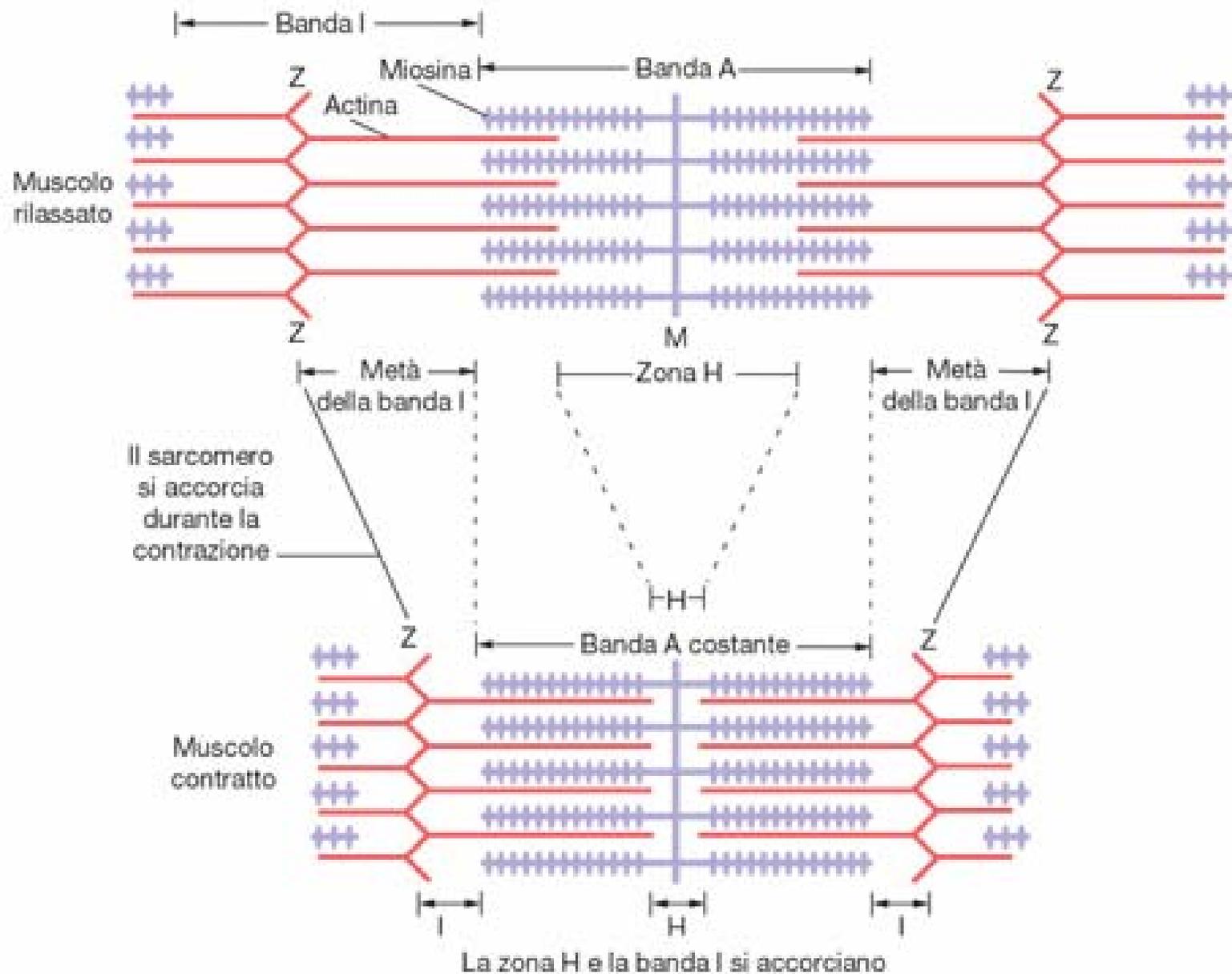


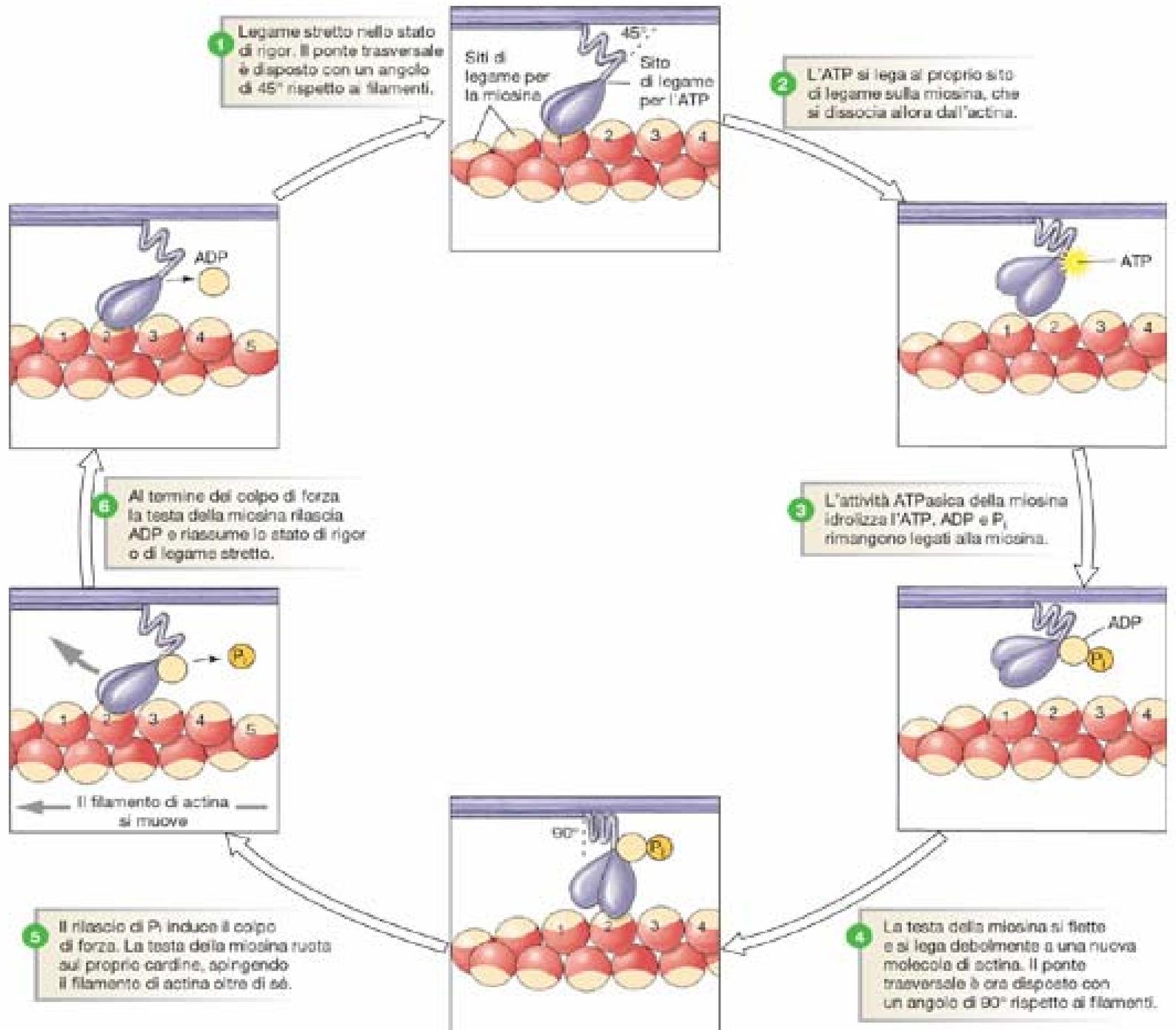
Il tubulo T conduce i potenziali d'azione all'interno della fibra muscolare



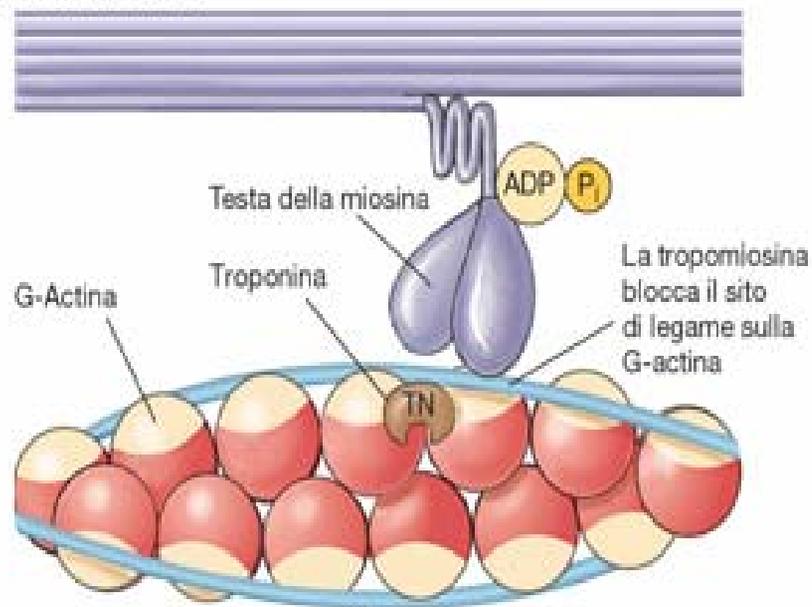




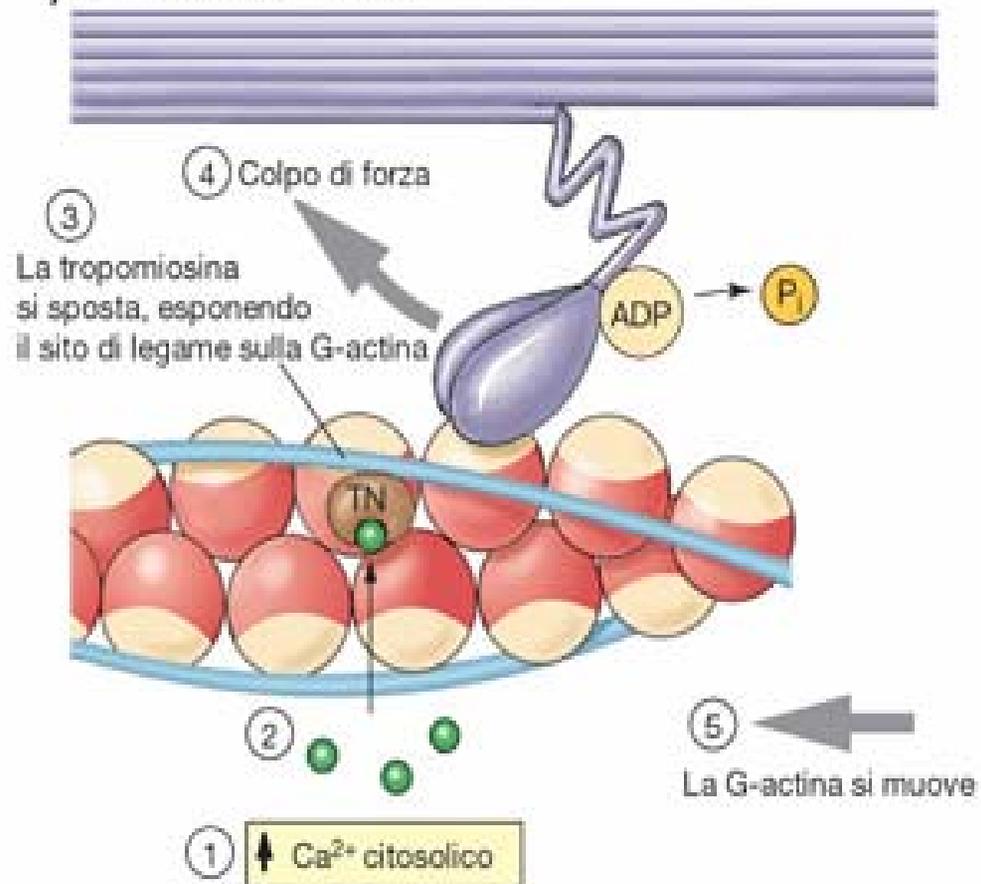




(a) Stato rilasciato



y) Inizio della contrazione



Muscolo a riposo



ATP derivato dal metabolismo + creatina    ►    ADP + fosfocreatina

Muscolo in esercizio



Fosfocreatina + ADP

creatina  
chinasi

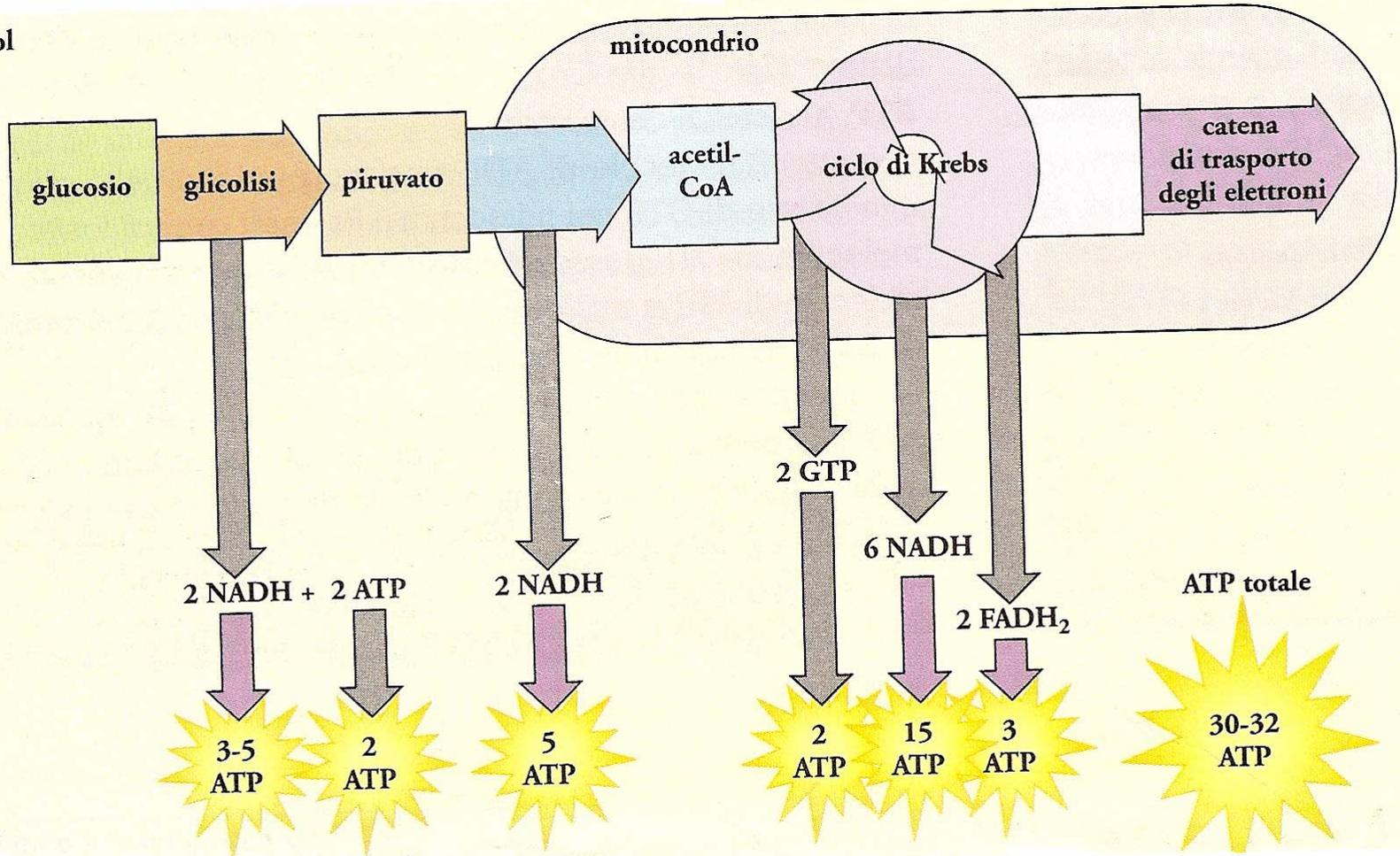
Creatina + ATP

necessario per

- Miosina ATPasi (contrazione)
- $\text{Ca}^{2+}$ -ATPasi (rilasciamento)
- $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -ATPasi (riporta nei loro compartimenti di origine gli ioni che attraversano la membrana cellulare durante il potenziale d'azione)

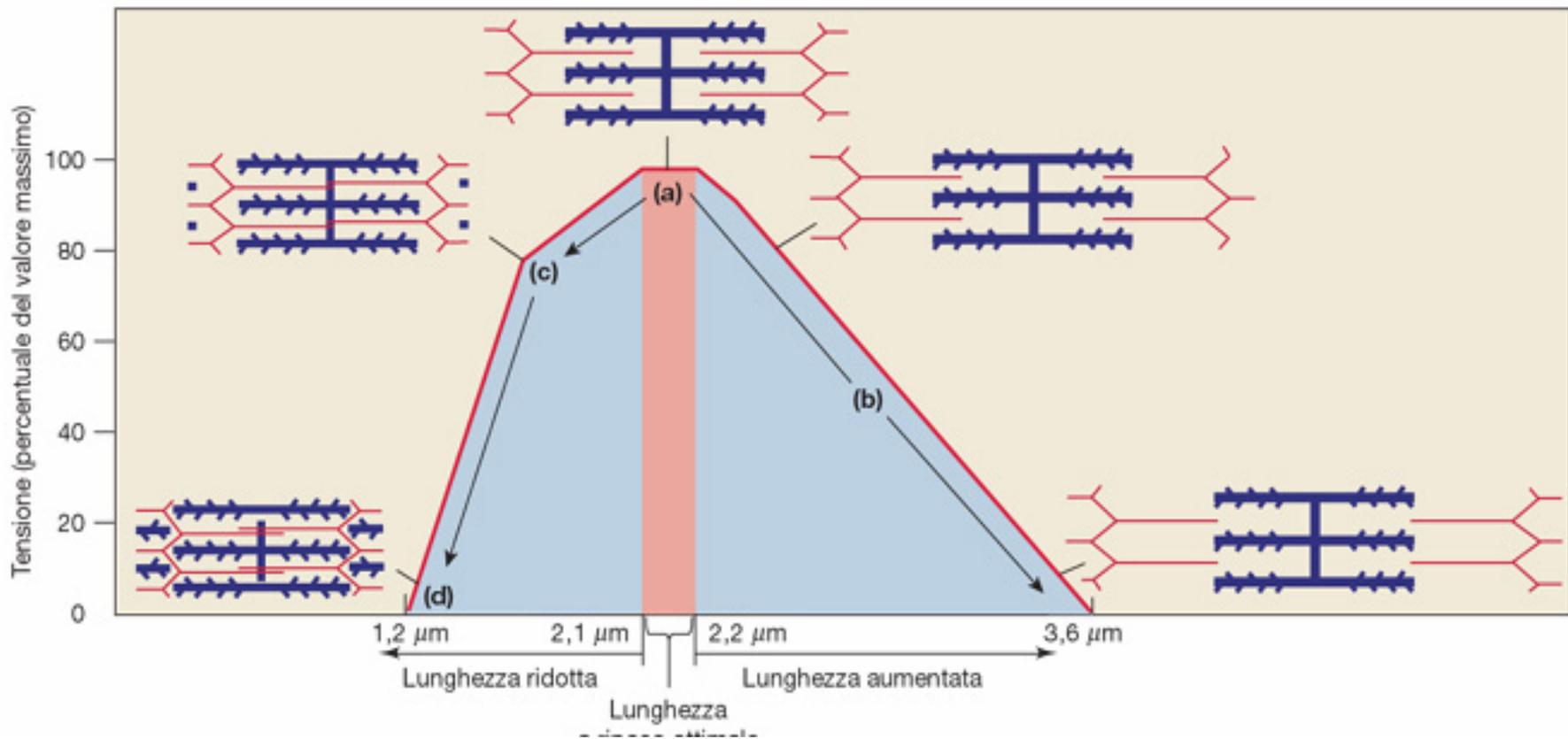
citosol

mitocondrio

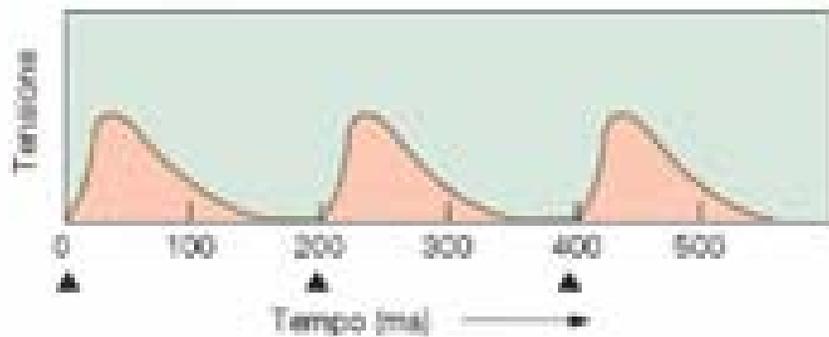


**TABELLA 12-2** Caratteristiche dei tipi di fibre muscolari

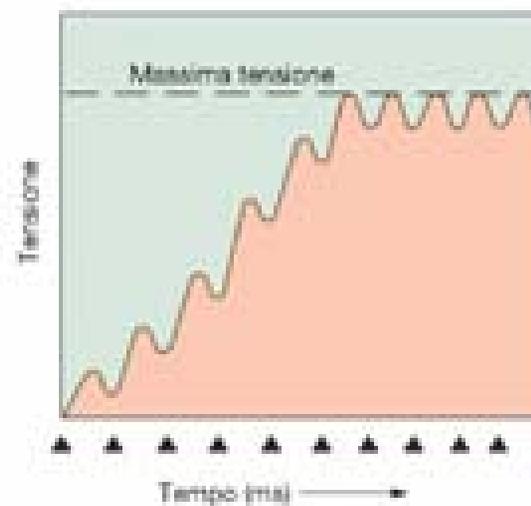
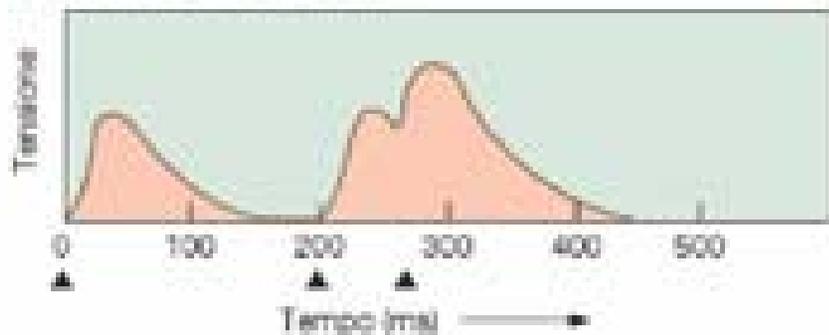
	<b>LENTO OSSIDATIVO; MUSCOLO ROSSO</b>	<b>RAPIDO OSSIDATIVO-GLICOLITICO; MUSCOLO ROSSO</b>	<b>RAPIDO GLICOLITICO MUSCOLO BIANCO</b>
<b>Velocità di sviluppo della tensione massima</b>	Il più lento	Intermedio	Il più rapido
<b>Attività ATPasica della miosina</b>	Lenta	Rapida	Rapida
<b>Diametro</b>	Piccolo	Medio	Grande
<b>Durata contrazione</b>	La più lunga	Breve	Breve
<b>Attività della Ca<sup>2+</sup>-ATPasi nel RS</b>	Moderata	Elevata	Elevata
<b>Resistenza alla fatica</b>	Resistente	Resistente	Facile AFFATICAMENTO
<b>Uso</b>	Il più frequentemente impiegato: postura	Ortostatismo, deambulazione	Il meno USATO: SALTO
<b>Metabolismo</b>	Ossidativo; aerobico;	Glicolitico, ma diventa più ossidativo con l'allenamento di resistenza	Glicolitico rispetto a ossidativo
<b>Densità dei capillari</b>	Alta	Media	Bassa
<b>Numero di mitocondri</b>	Elevato	Moderato	Basso
<b>Colore</b>	Rosso scuro (mioglobina)	Rosso	Pallido



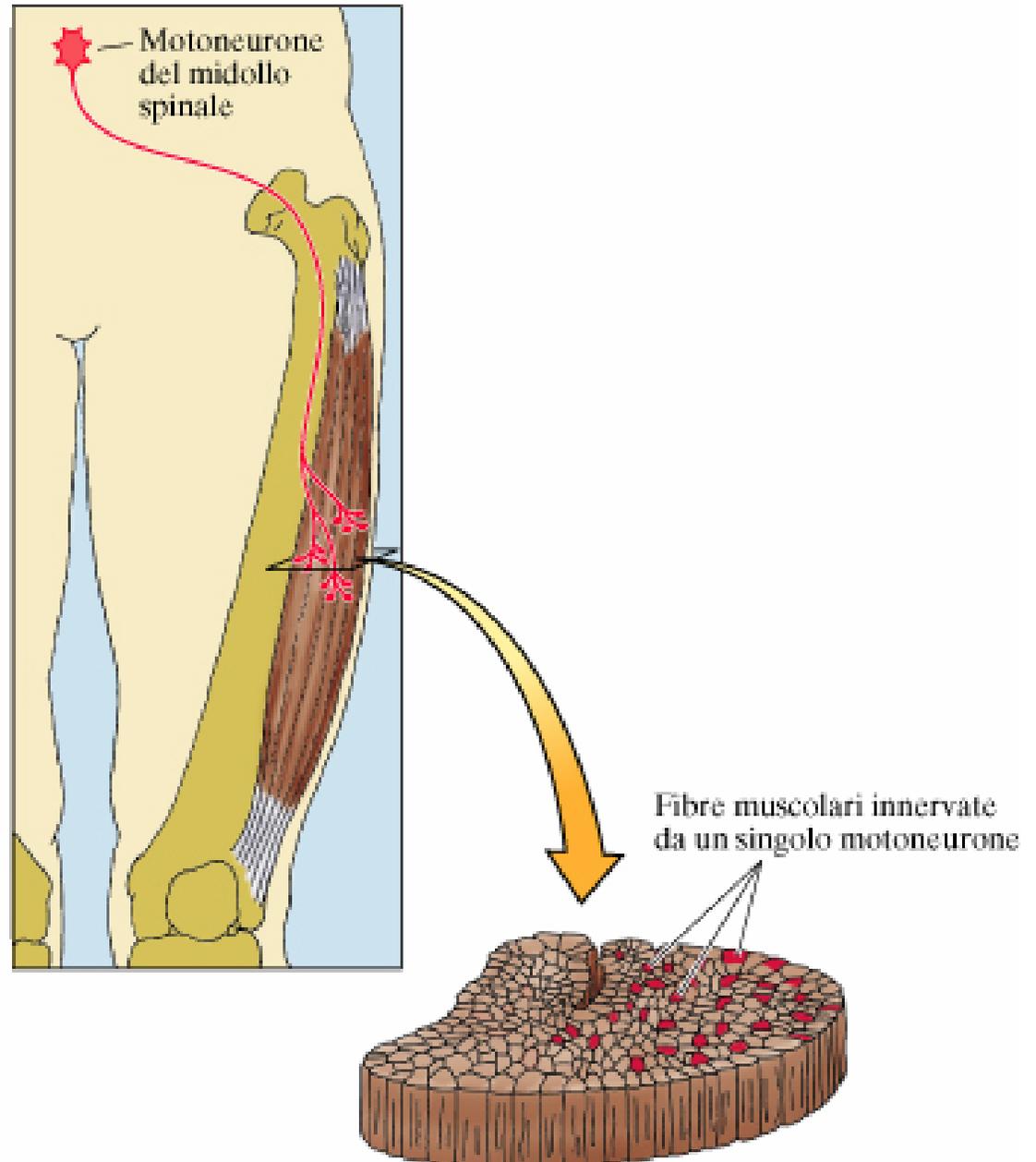
(a) **Scosse muscolari singole:** il muscolo si rilassa completamente tra gli stimoli (▲).

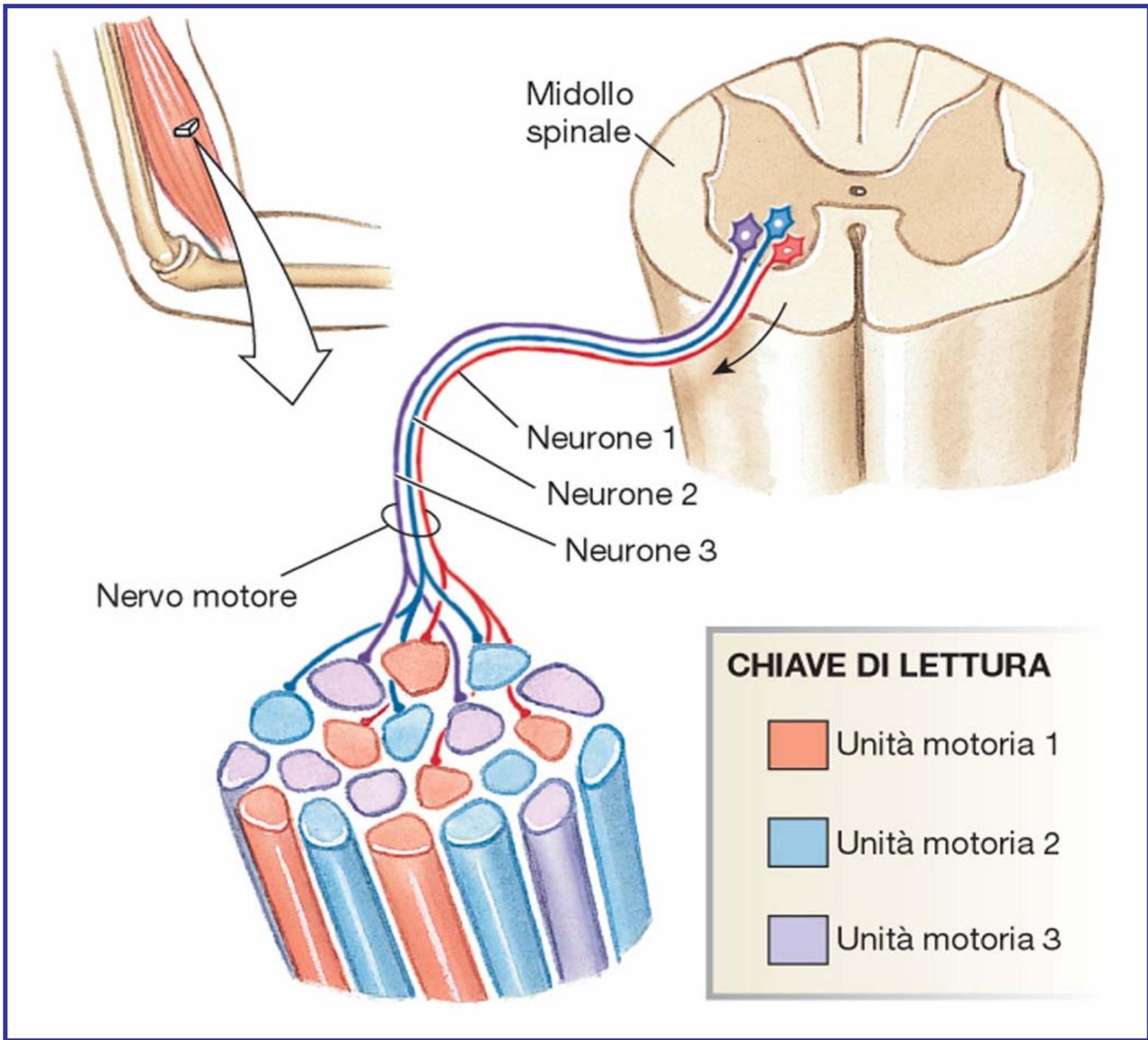


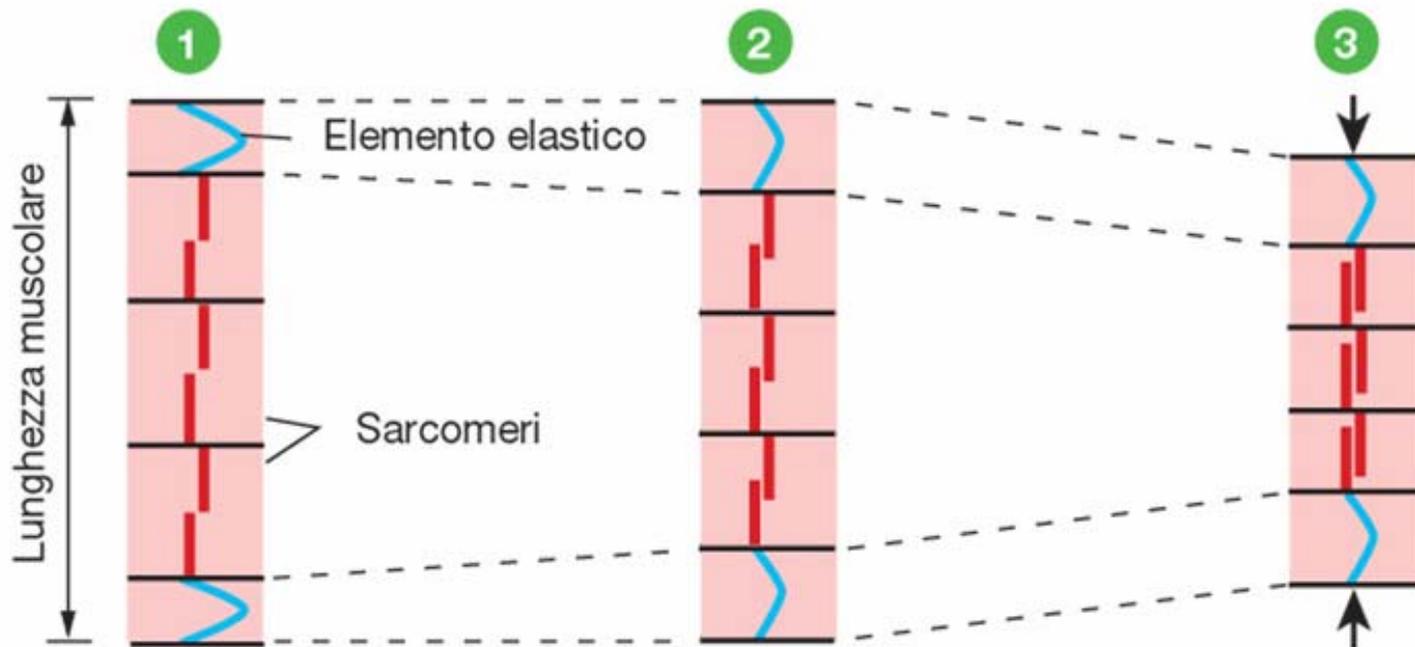
(b) **Sommazione:** gli stimoli ravvicinati non consentono al muscolo di rilassarsi completamente.



# UNITA' MOTORIA



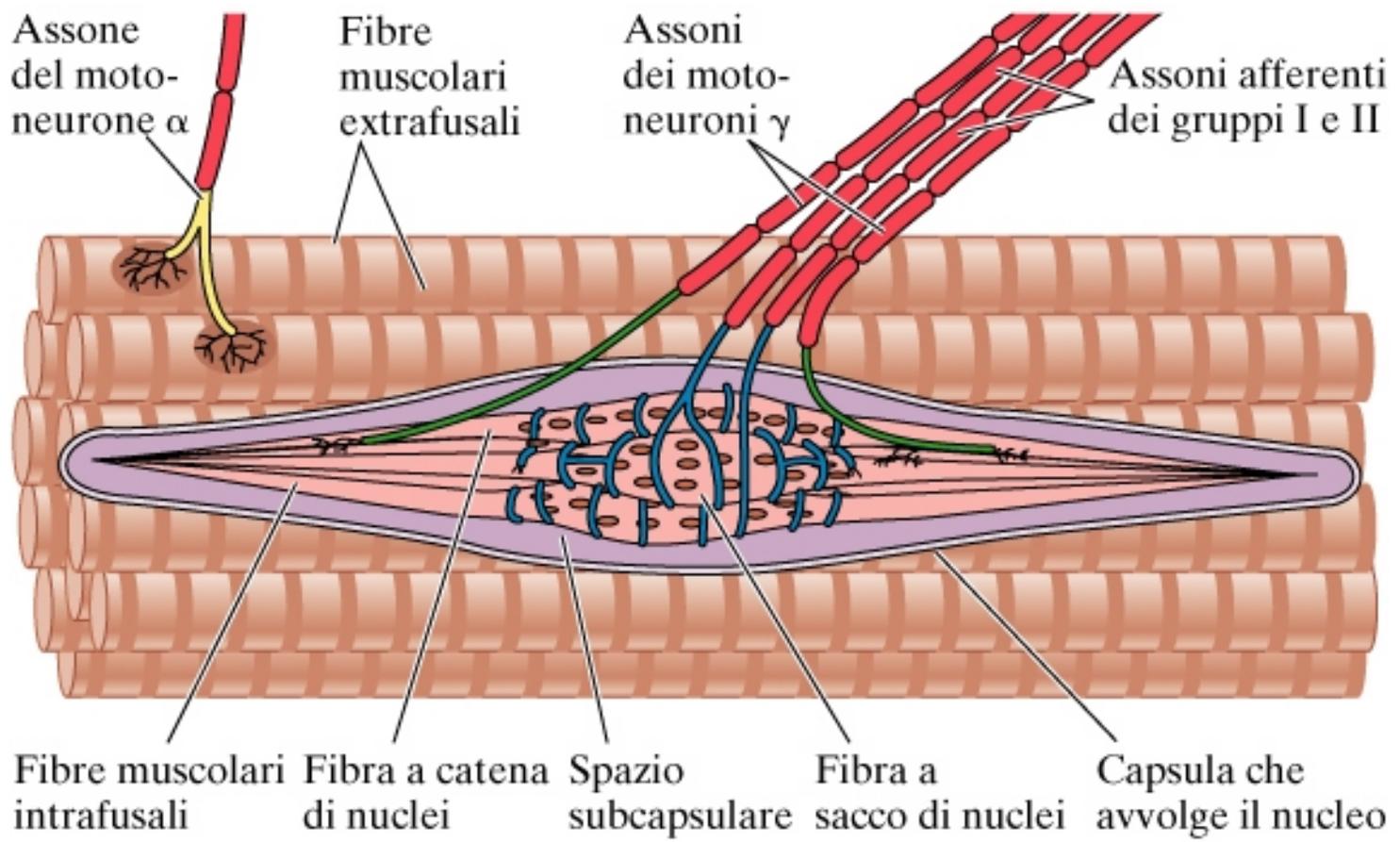




**1 Muscolo a riposo**

**2 Contrazione isometrica:** il muscolo non si accorcia. I sarcomeri si accorciano, generando forza, mentre gli elementi elastici si allungano, consentendo alla lunghezza del muscolo di rimanere costante.

**3 Contrazione isotonica:** i sarcomeri si accorciano ulteriormente. Poiché gli elementi elastici sono già stirati, l'intero muscolo si accorcia.



I fusi neuromuscolari (lunghezza 4-10 mm) sono composti da:

- a) Fibre muscolari, dette intrafusali
- b) Terminazioni sensitive, in posizione centrale
- c) Terminazioni motorie, in posizione polare

Le **fibre intrafusali**, sono più piccole delle extrafusali e non forniscono alcun contributo significativo alla forza generata dalla contrazione muscolare. Si distinguono 3 tipi di fibre intrafusali:

Fibre a catena di nuclei 2

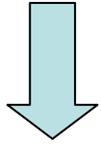
Fibre a sacco di nuclei ±5

dinamiche  
statiche



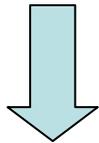
Nei fusi vi sono 2 tipi di terminazioni sensitive:

**Terminazione primaria** composta da ramificazioni terminali di una sola fibra afferente di gruppo **Ia**. Queste fibre afferenti si distribuiscono a tutti e 3 i tipi di fibre intrafusali.



**Sensibile alla velocità di variazione della lunghezza del fuso**

**Terminazione secondaria** composta da ramificazioni terminali di una sola fibra afferente di gruppo **II**. Queste fibre afferenti terminano sulle fibre a catena di nuclei e sulle fibre a sacco, di tipo statico.



**Sensibile alla lunghezza del fuso**

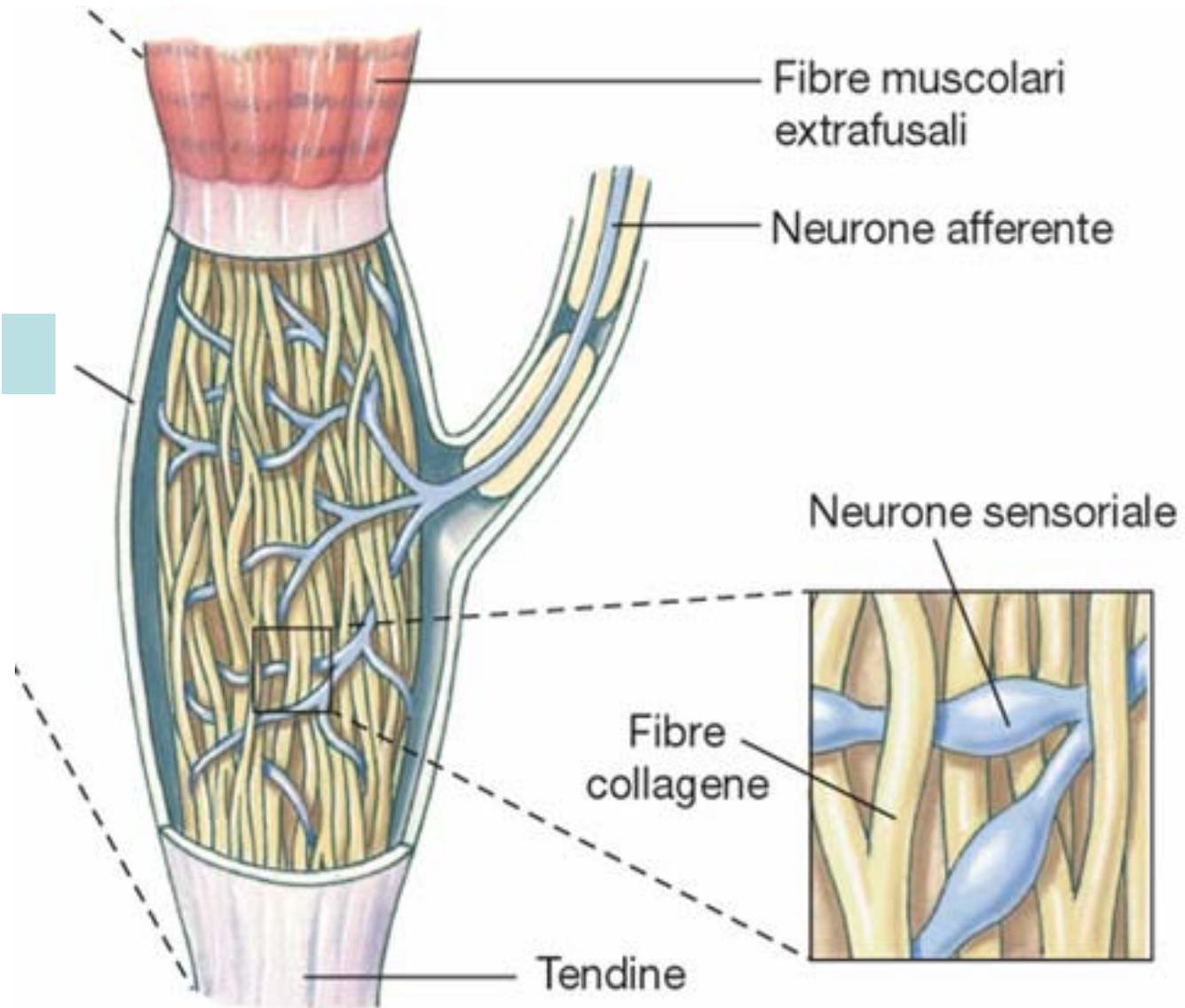
Le Terminazioni motorie regolano la sensibilità del fuso neuromuscolare, terminando in corrispondenza delle regioni polari, cioè delle regioni contrattili. Nei mammiferi l'innervazione intra ed extra fusale è distinta in:

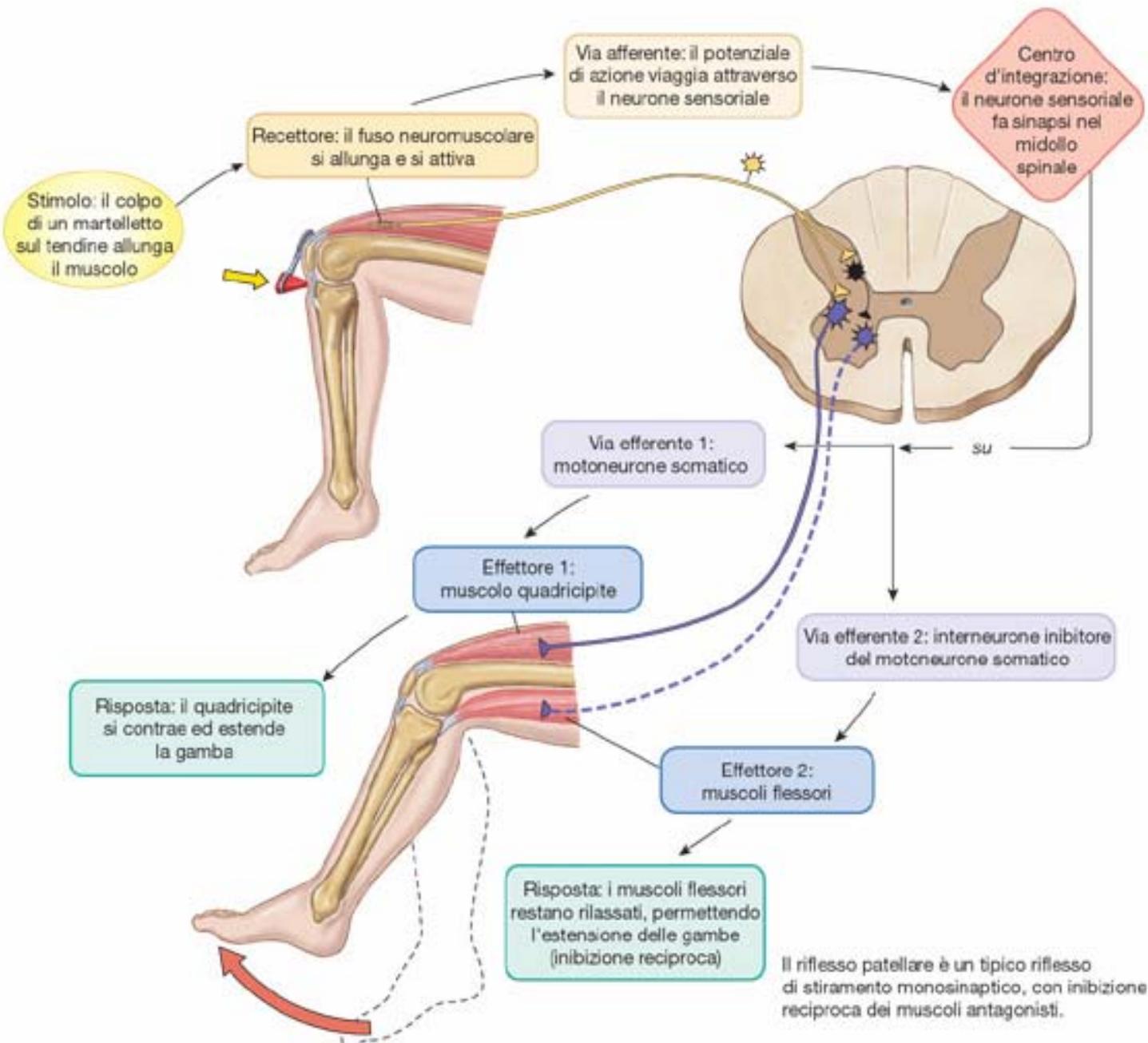
**Moto-neuroni  $\gamma$**  (sistema fusi-motorio) {  
Motoneuroni  $\gamma$  statici  
Motoneuroni  $\gamma$  dinamici

**Moto-neuroni  $\alpha$**  (sistema scheletro-motorio)

# Organi tendinei del Golgi

Di circa 1 mm, è disposto a livello della giunzione del muscolo con il tendine. Ogni organo è innervato da una fibra di tipo **1b** (primo b). Quando o.t.G. viene sottoposto a tensione, le fibre collagene vengono stirate. Gli org. tendinei vengono stirati facilmente quando aumenta la tensione a seguito di una contrazione. Forniscono informazioni complementari rispetto ai fusi.





Stimolo: il colpo di un martelletto sul tendine allunga il muscolo

Recettore: il fuso neuromuscolare si allunga e si attiva

Via afferente: il potenziale di azione viaggia attraverso il neurone sensoriale

Centro d'integrazione: il neurone sensoriale fa sinapsi nel midollo spinale

Via efferente 1: motoneurone somatico

Effettore 1: muscolo quadricipite

Risposta: il quadricipite si contrae ed estende la gamba

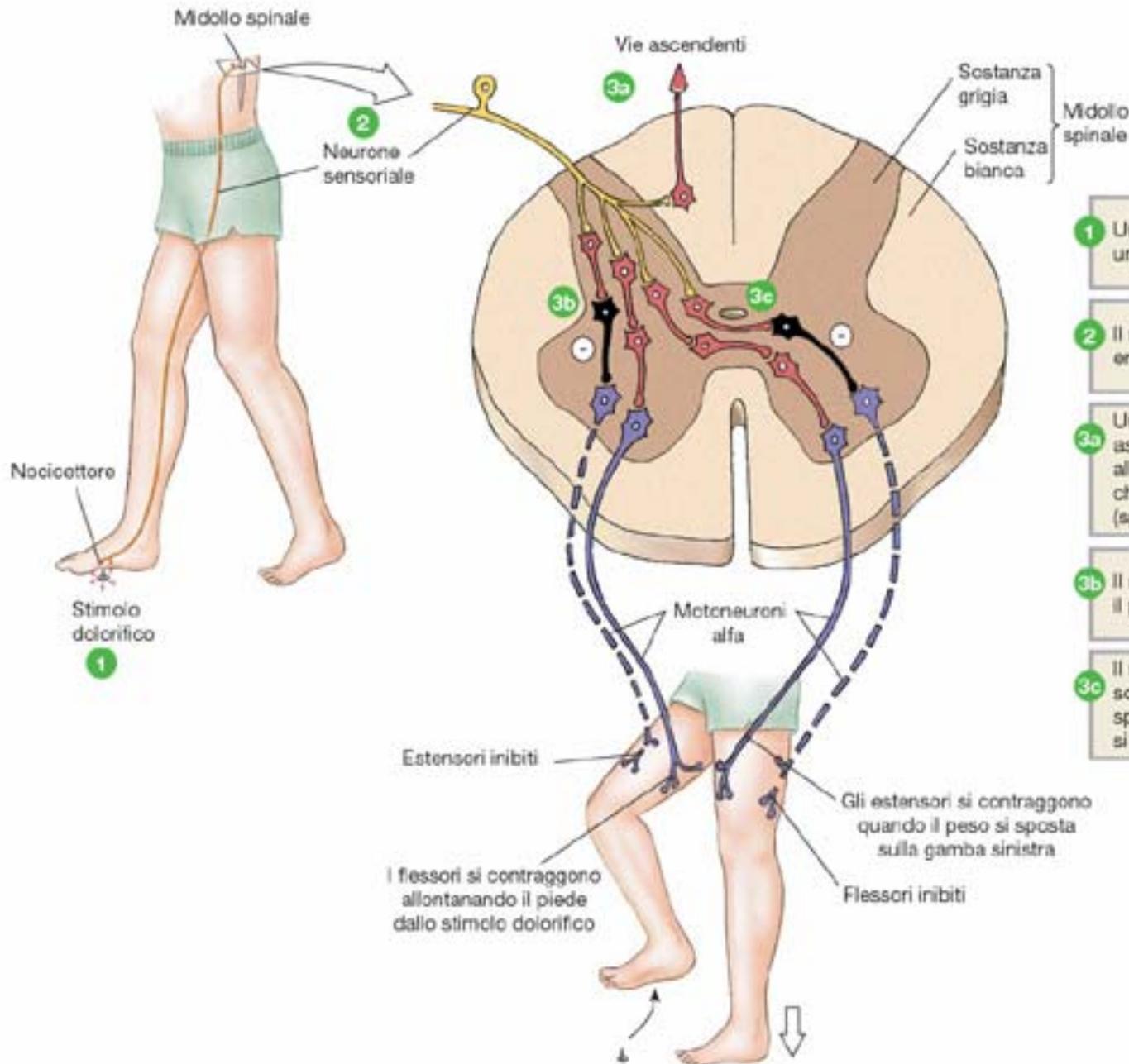
Via efferente 2: interneurone inibitore del motoneurone somatico

Effettore 2: muscoli flessori

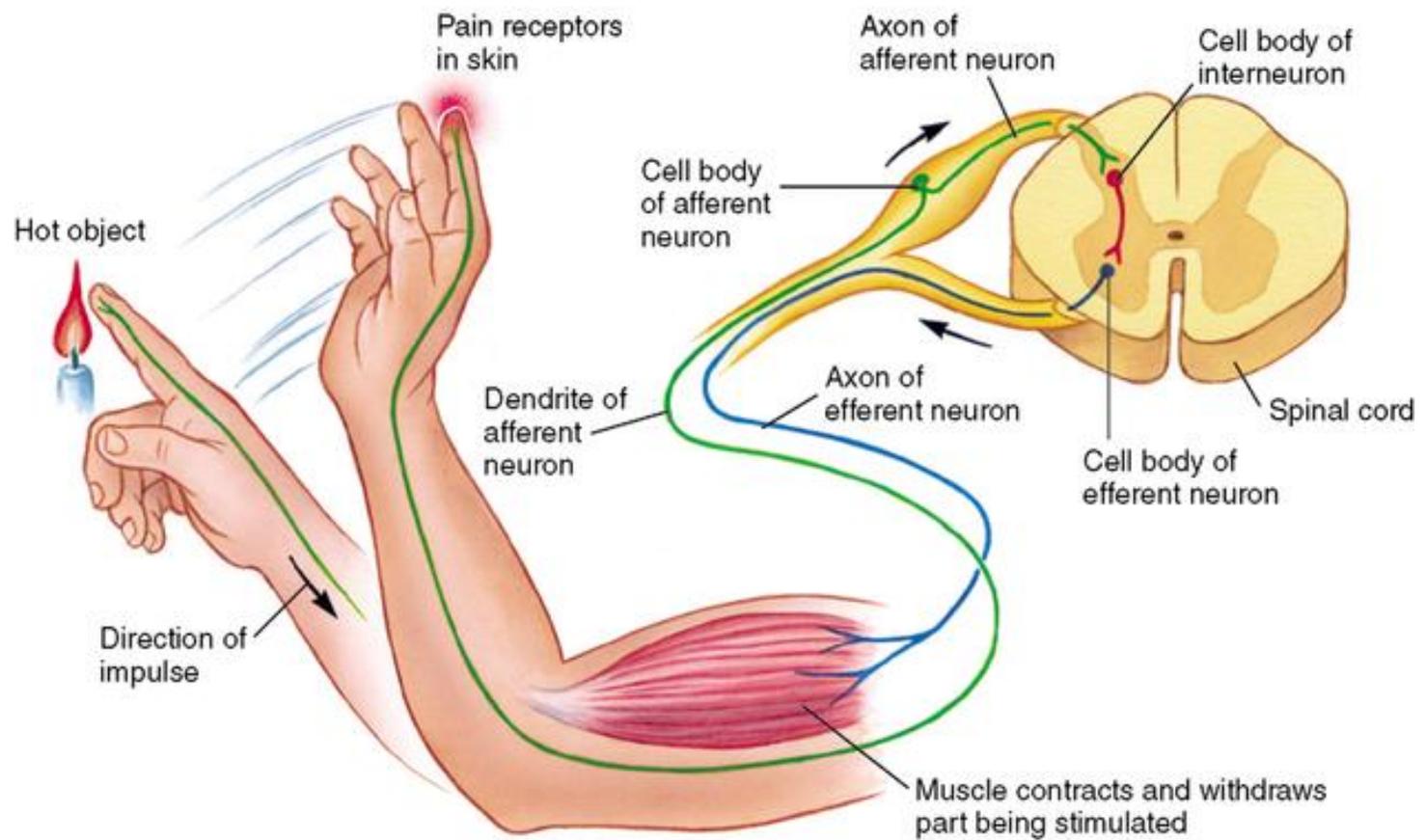
Risposta: i muscoli flessori restano rilassati, permettendo l'estensione delle gambe (inibizione reciproca)

Il riflesso patellare è un tipico riflesso di stiramento monosinaptico, con inibizione reciproca dei muscoli antagonisti.

# RIFLESSI FLESSORI



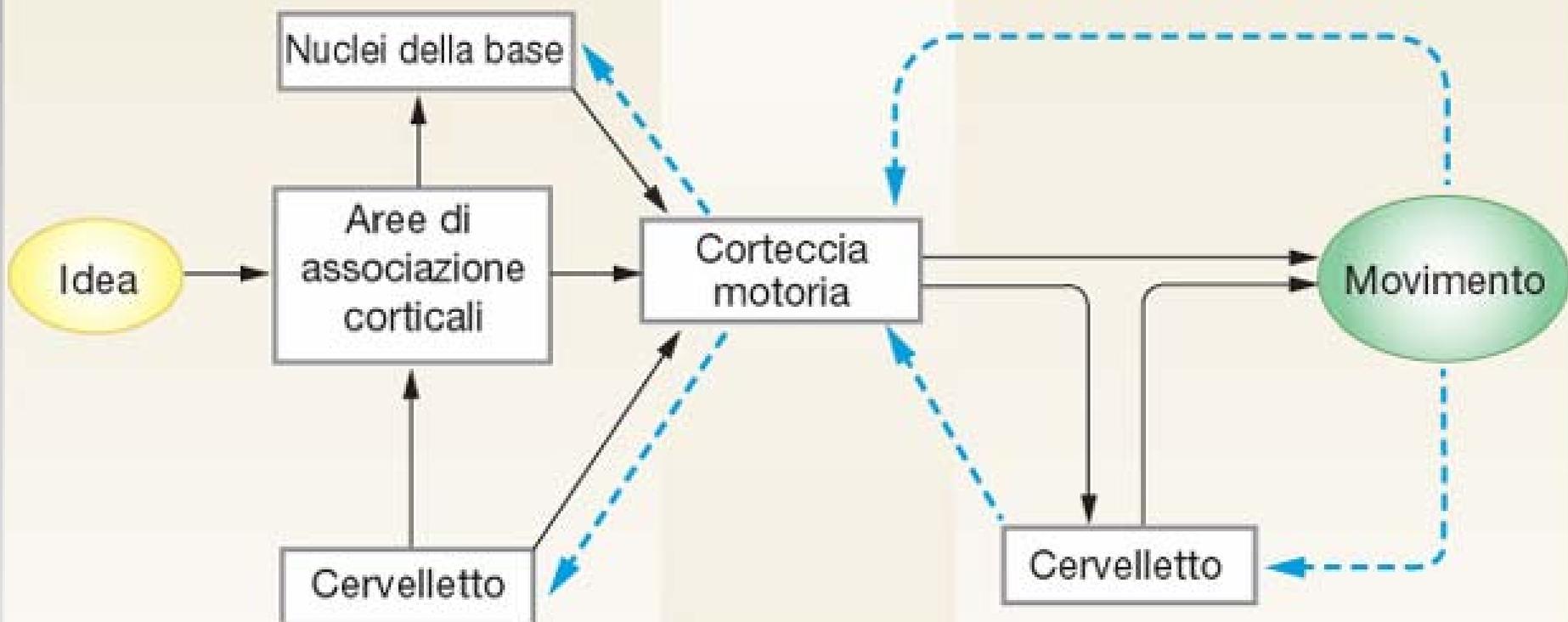
- 1 Uno stimolo dolorifico attiva un nocicettore.
- 2 Il neurone sensoriale primario entra nel midollo spinale e diverge.
- 3a Una delle collaterali attiva le vie ascendenti che porteranno sia alla sensazione cosciente (dolore), che ad aggiustamenti posturali (spostamento del centro di gravità).
- 3b Il riflesso di retrazione allontana il piede dallo stimolo doloroso.
- 3c Il riflesso estensore crociato sostiene il corpo quando il peso si sposta sul lato opposto a quello dove si è avuta la stimolazione dolorosa.



PROGRAMMAZIONE  
DEL MOVIMENTO

INIZIO  
DEL MOVIMENTO

ESECUZIONE  
DEL MOVIMENTO



---> Vie di retroazione

