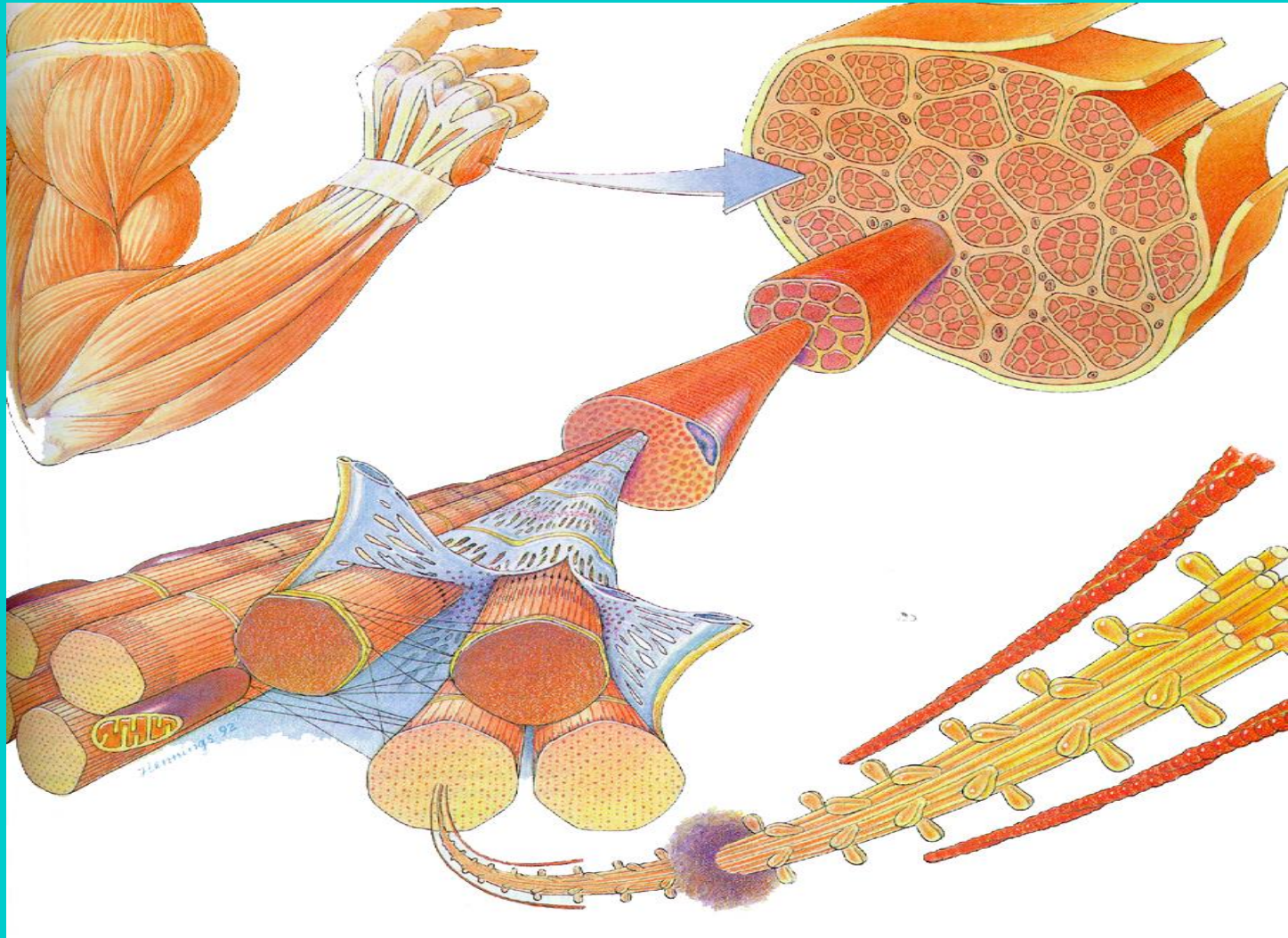


Muscolo, un sistema a cilindri



Motilità

La motilità è una caratteristica fondamentale della materia vivente

Dagli organismi unicellulari a quelli più evoluti, la motilità si manifesta nelle forme più svariate

La espressione più evidente della motilità è la contrazione muscolare

Le varie forme di movimento (flusso assonico, moto flagellare, segragazione dei cromosomi, endo- ed esocitosicontrazione, etc...) sono riconducibili all'azione di particolari proteine motrici, specializzate per convertire l'energia chimica in energia meccanica

Le proteine motrici sono generalmente enzimi ATPasici capaci di tradurre l'energia liberata dall'ATP in una precisa deformazione strutturale della propria molecola

Questo moto intramolecolare elementare delle proteine motrici genera tutte le forme di movimento note

Le proteine motrici sono pertanto dei motori molecolari, dei dispositivi che trasformano l'energia in forza meccanica e/o spostamento dissipando calore

I tre tipi di muscolo

a - **Muscolo scheletrico**

E' costituito da cellule multinucleate striate (per la presenza regolare di actina e miosina) ed è inserito sulle ossa dello scheletro. Controlla i movimenti del corpo e risponde solo ad impulsi provenienti da motoneuroni (volontario); rappresenta il 40% della massa corporea.

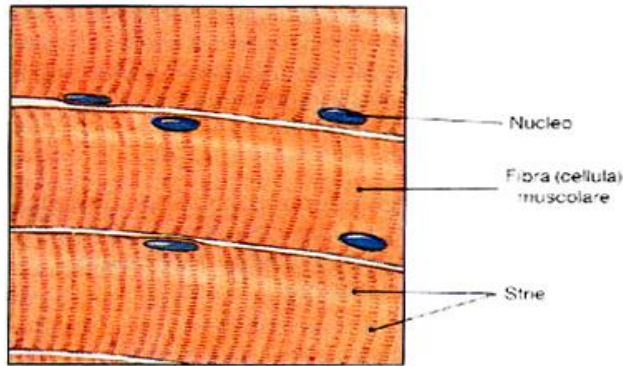
b - **Muscolo cardiaco**

E' costituito da cellule mononucleate striate. Si trova solo nel cuore e si contrae spontaneamente (involontario); rappresenta il 5% della massa corporea.

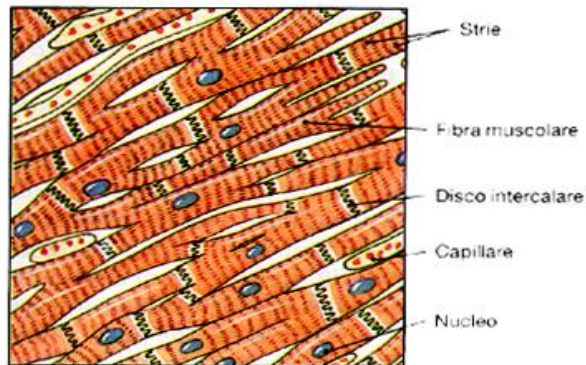
c - **Muscolo liscio**

E' costituito da cellule mononucleate non striate. E' il muscolo principale degli organi interni e cavi ed è controllato dal sistema nervoso autonomo (involontario); rappresenta il 5% della massa corporea.

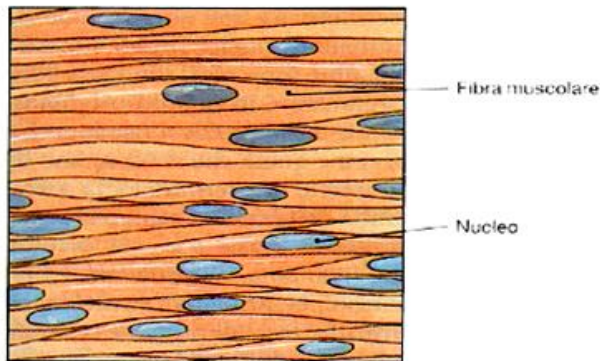
(a) Muscolo scheletrico



(b) Muscolo cardiaco



(c) Muscolo liscio



Proprietà del tessuto muscolare

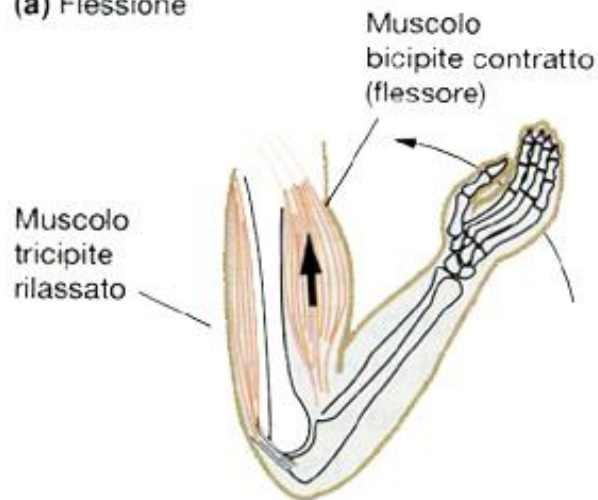
- **eccitabilità**
- **accorciamento, tensione**
- **estensibilità**
- **elasticità**

Funzioni del muscolo

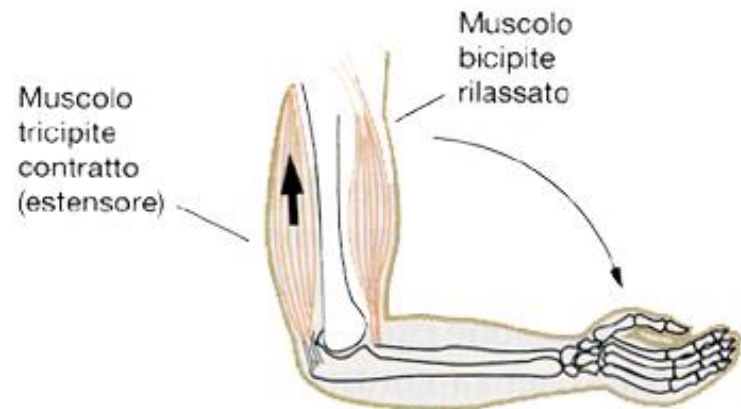
- **movimento**
- **postura**
- **produzione di calore**

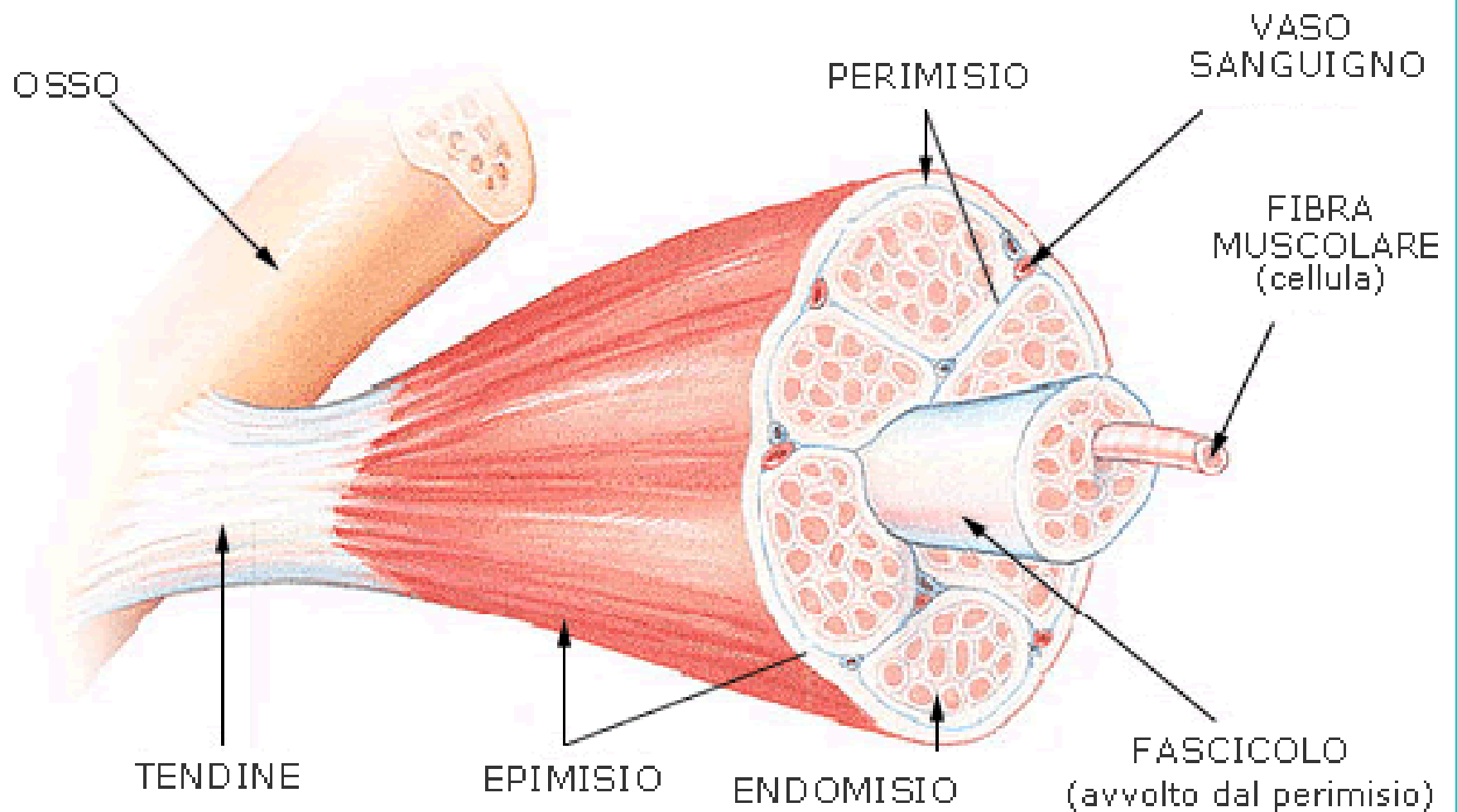
Muscoli agonisti e antagonisti. I muscoli scheletrici possono contrarsi per avvicinare un segmento osseo, ma non per allontanarlo. Quindi solitamente i muscoli del corpo controllano i movimenti in coppie o gruppi come nel caso del bicipite e tricipite del braccio che funzionano come flessore ed estensore. In questo caso i due muscoli si definiscono *antagonisti*. Quando i muscoli agiscono consensualmente per produrre uno stesso movimento vengono definiti *sinergisti*.

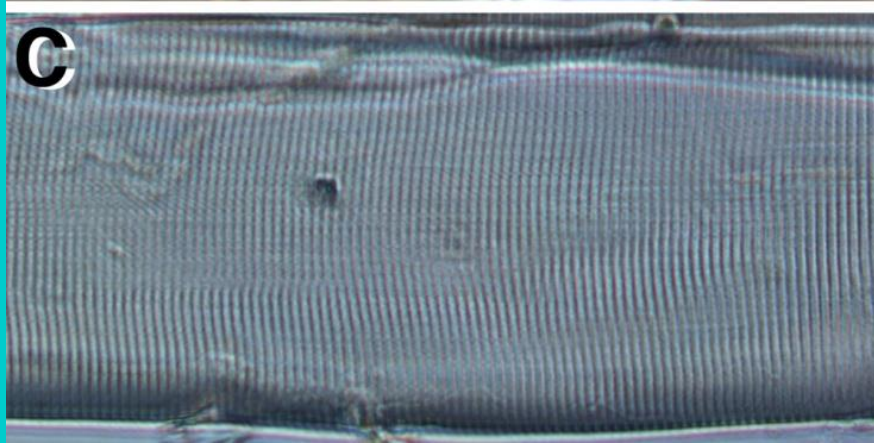
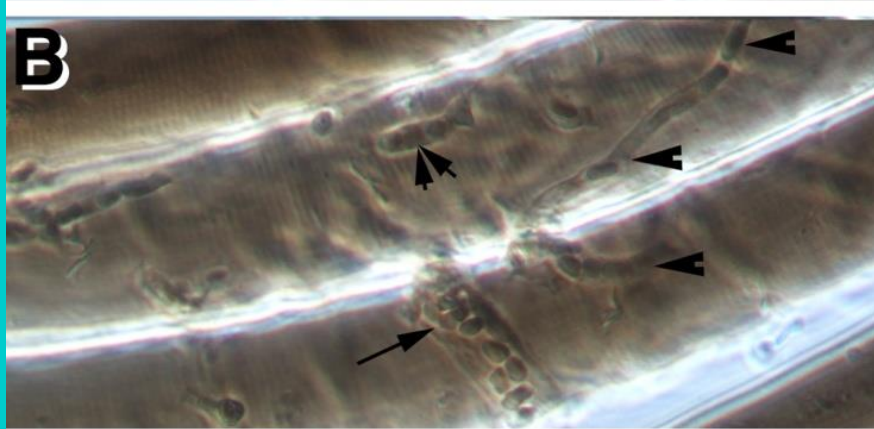
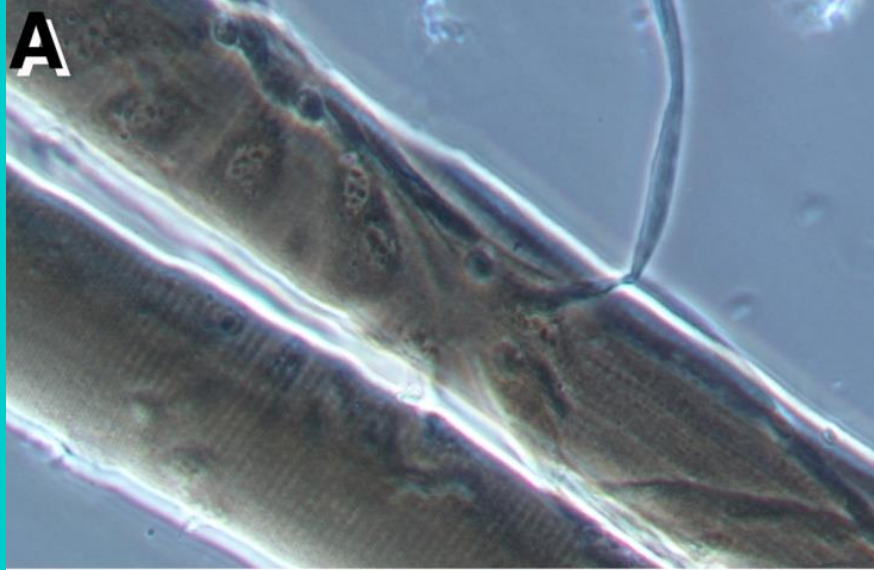
(a) Flessione



(b) Estensione

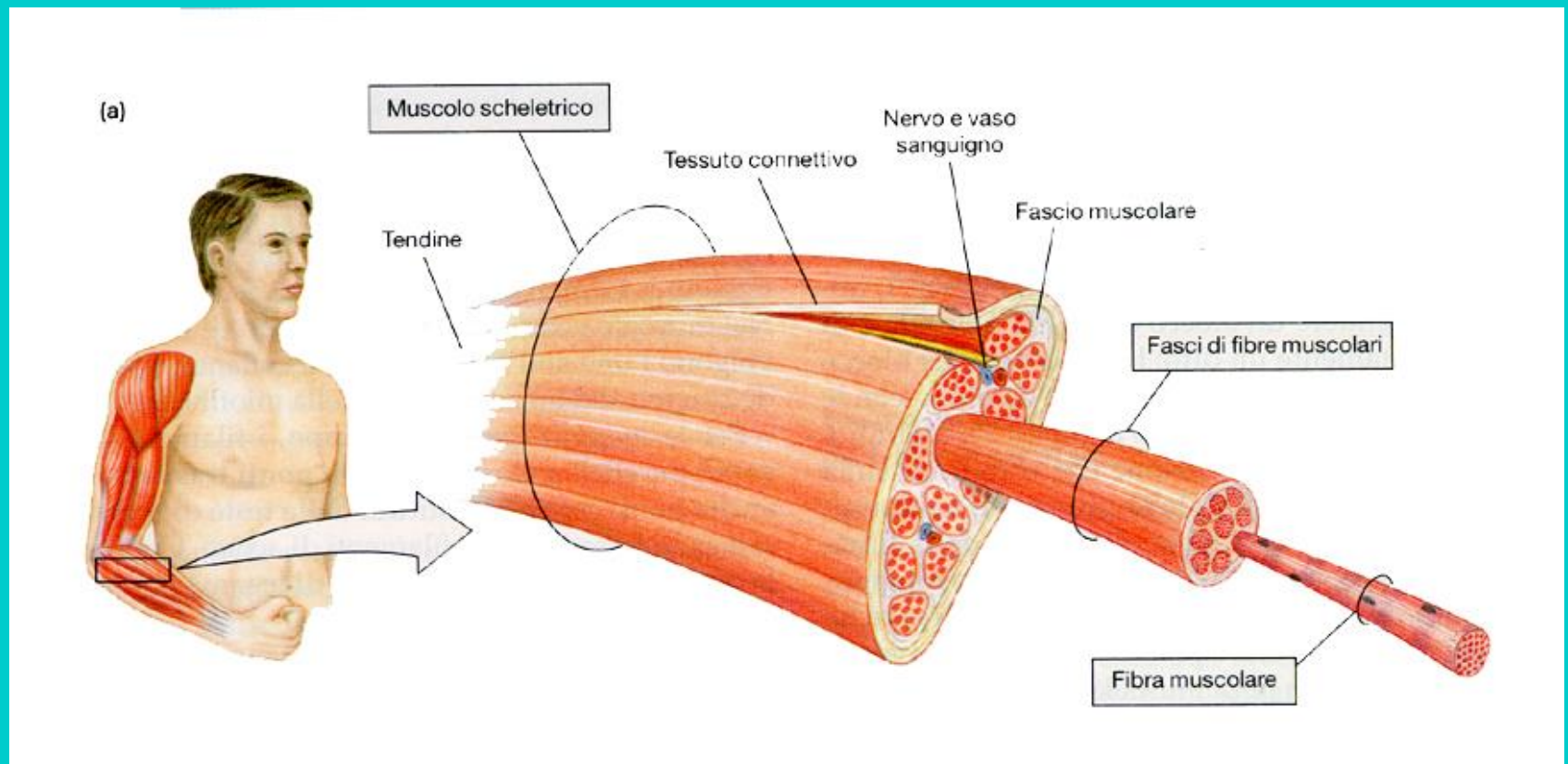




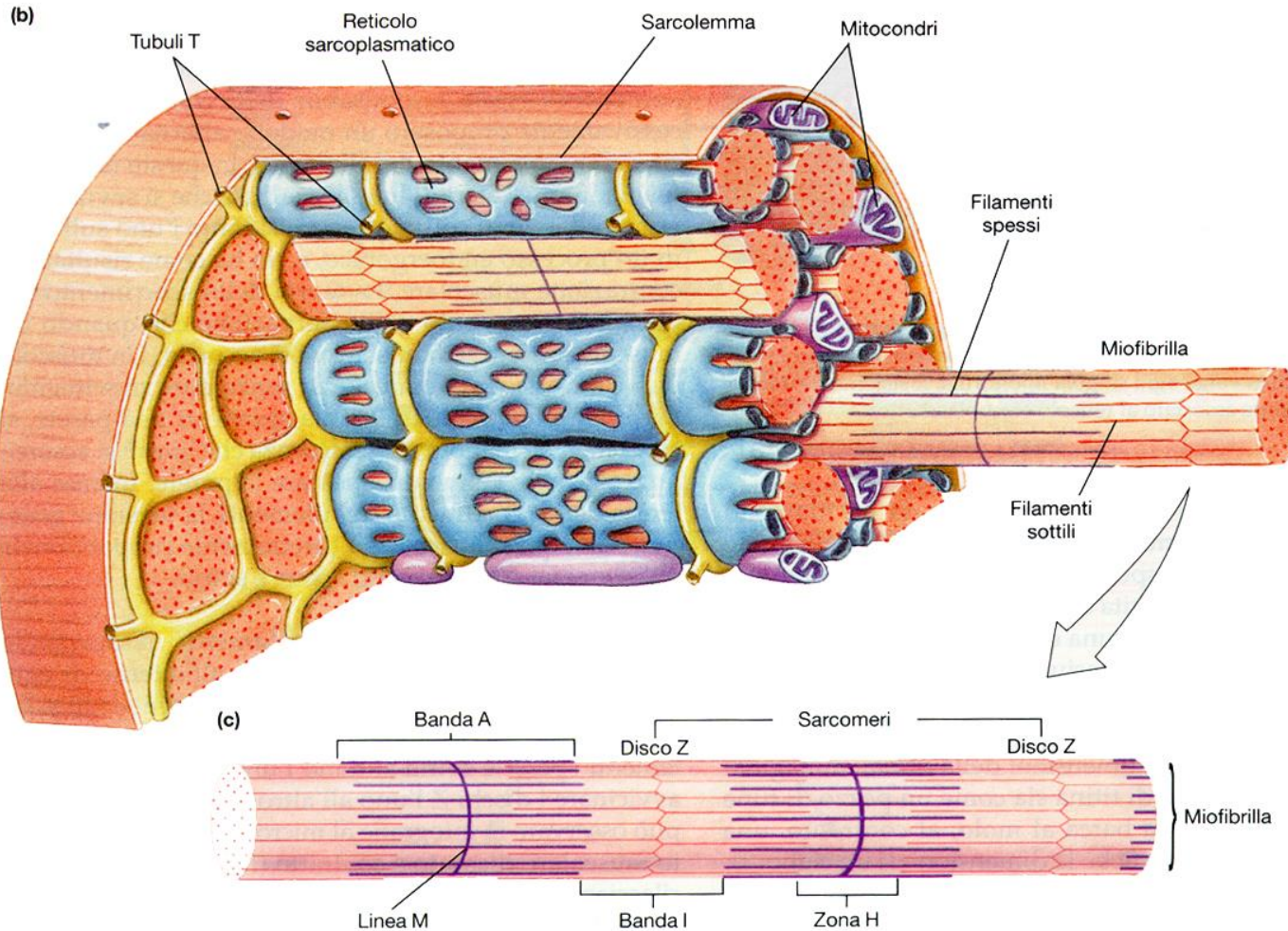


Muscolo, fasci e fibre.

I muscoli sono collegati alle ossa attraverso tendini costituiti di collagene e rivestiti da una guaina connettivale. Sono costituiti da fasci di fibre che sono separati da tessuto connettivo contenente vasi, nervi e fibre elastiche.

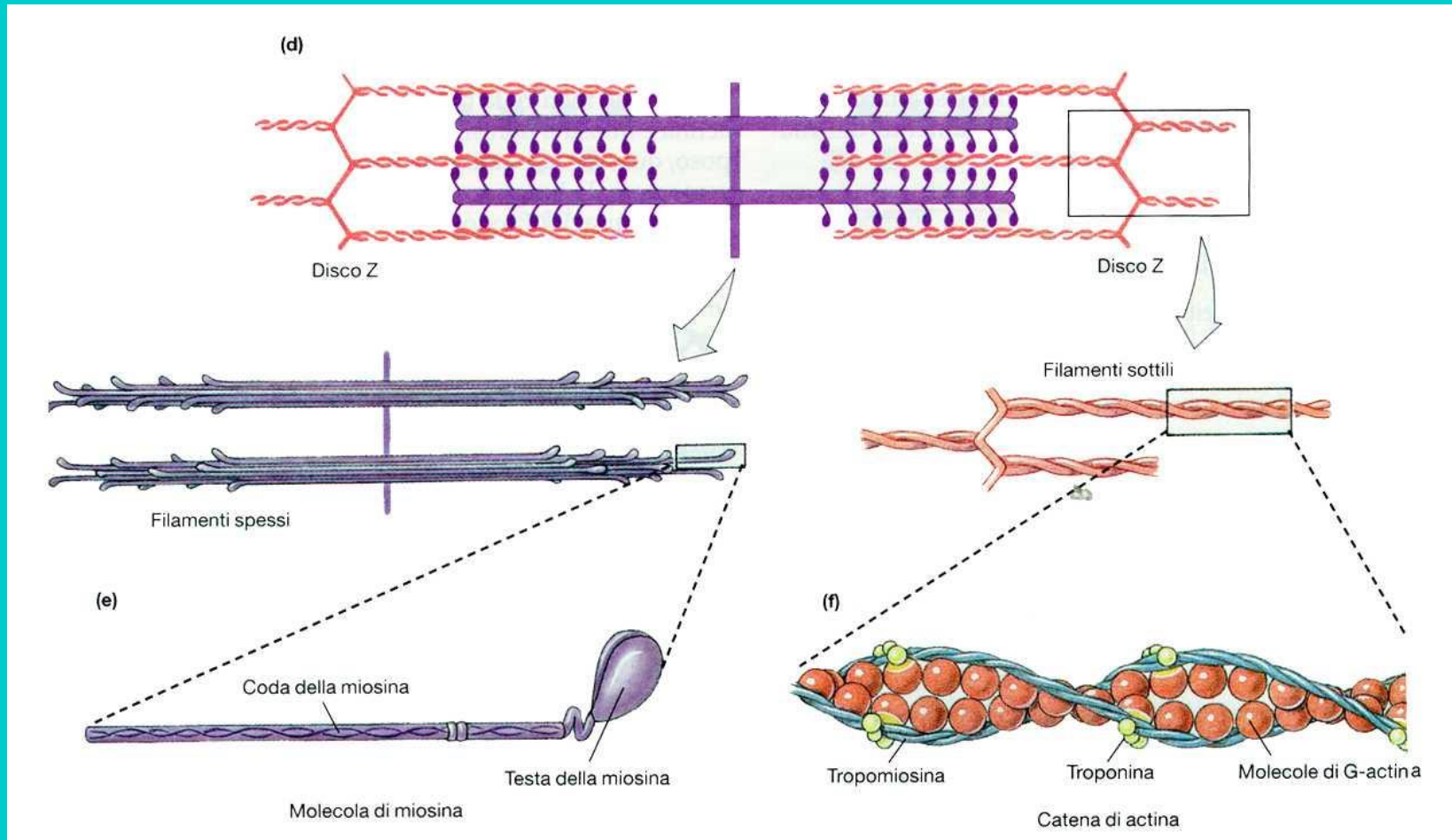


La fibra muscolare e le miofibrille

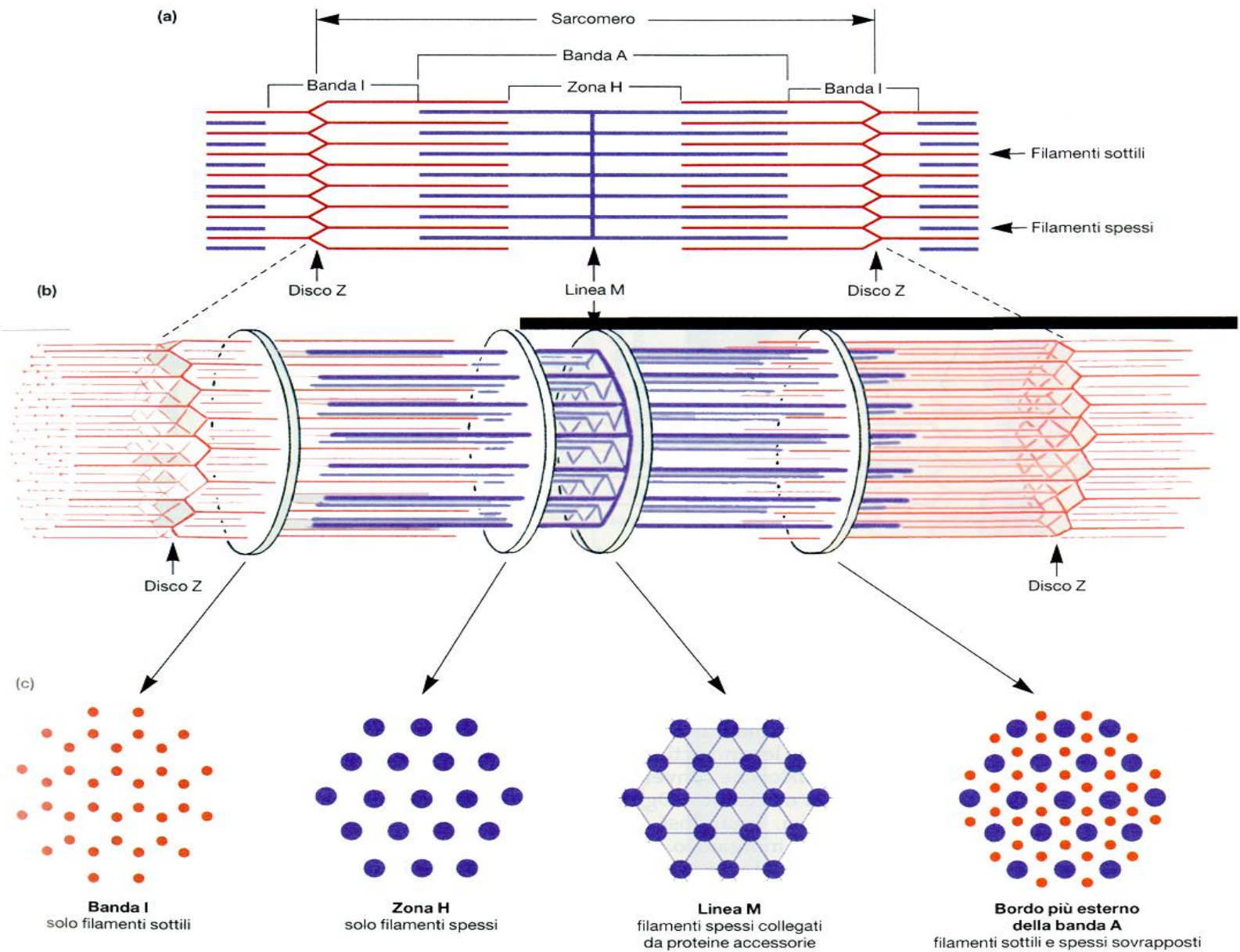


Zona H (*helles-*
chiaro) filamenti
di miosina
Banda I (*isotropo*)
filamenti di actina
Banda A (*anisotr.*)
sovrapposizione di
filamenti di
miosina e di actina
Linea M (*mittel*)
connette filamenti
di miosina
adiacenti
all'interno della
zona H
Disco Z (*zwischen-*
tra) taglia a zig
zag attraverso
ciascuna banda I

Il sarcomero: rappresenta l'unità funzionale contrattile del muscolo striato che si estende da una linea Z alla successiva. Contiene diverse proteine la cui interazione genera la contrazione (miosina e actina (contrattili), troponina e tropomiosina (regolatorie), titina e nebulina (giganti accessorie)).

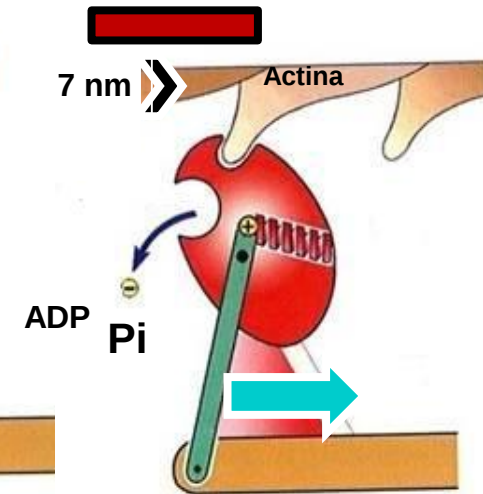
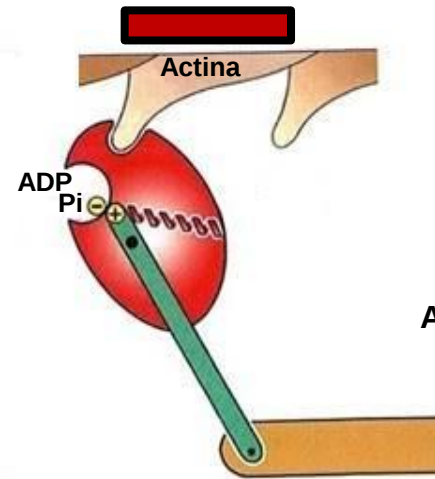
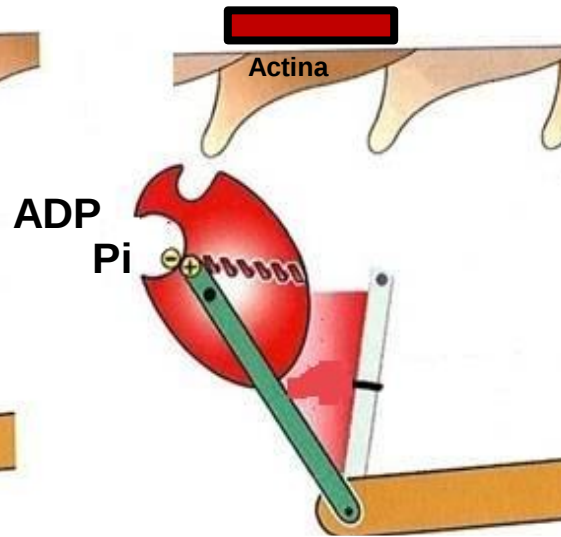
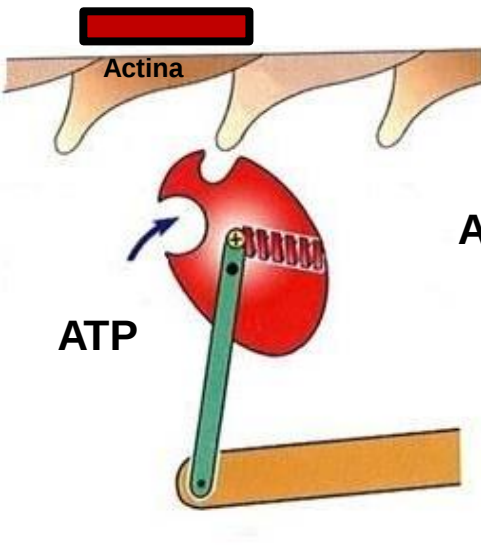


Miosina: esamero; MW 520,000; 2 catene pesanti MW: 220,000 ciascuna. C-terminale: un'elica, N-Terminale: testa Globulare



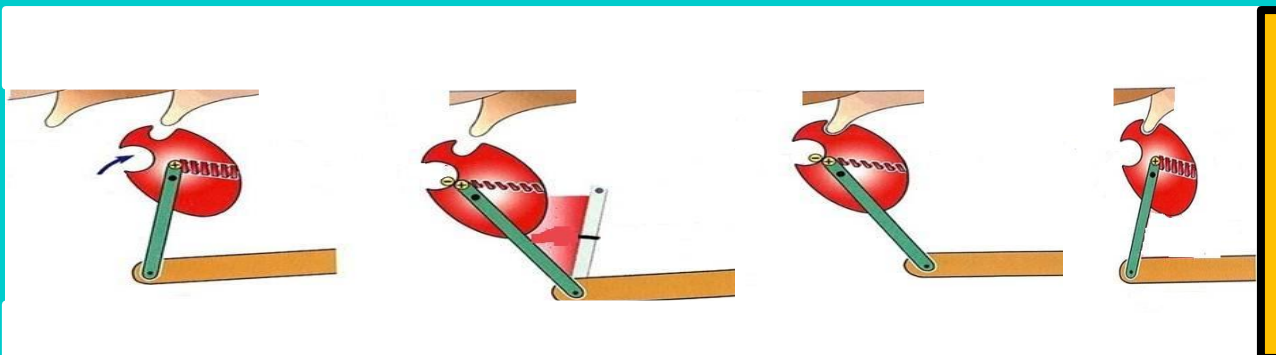
Recovery stroke

Power stroke



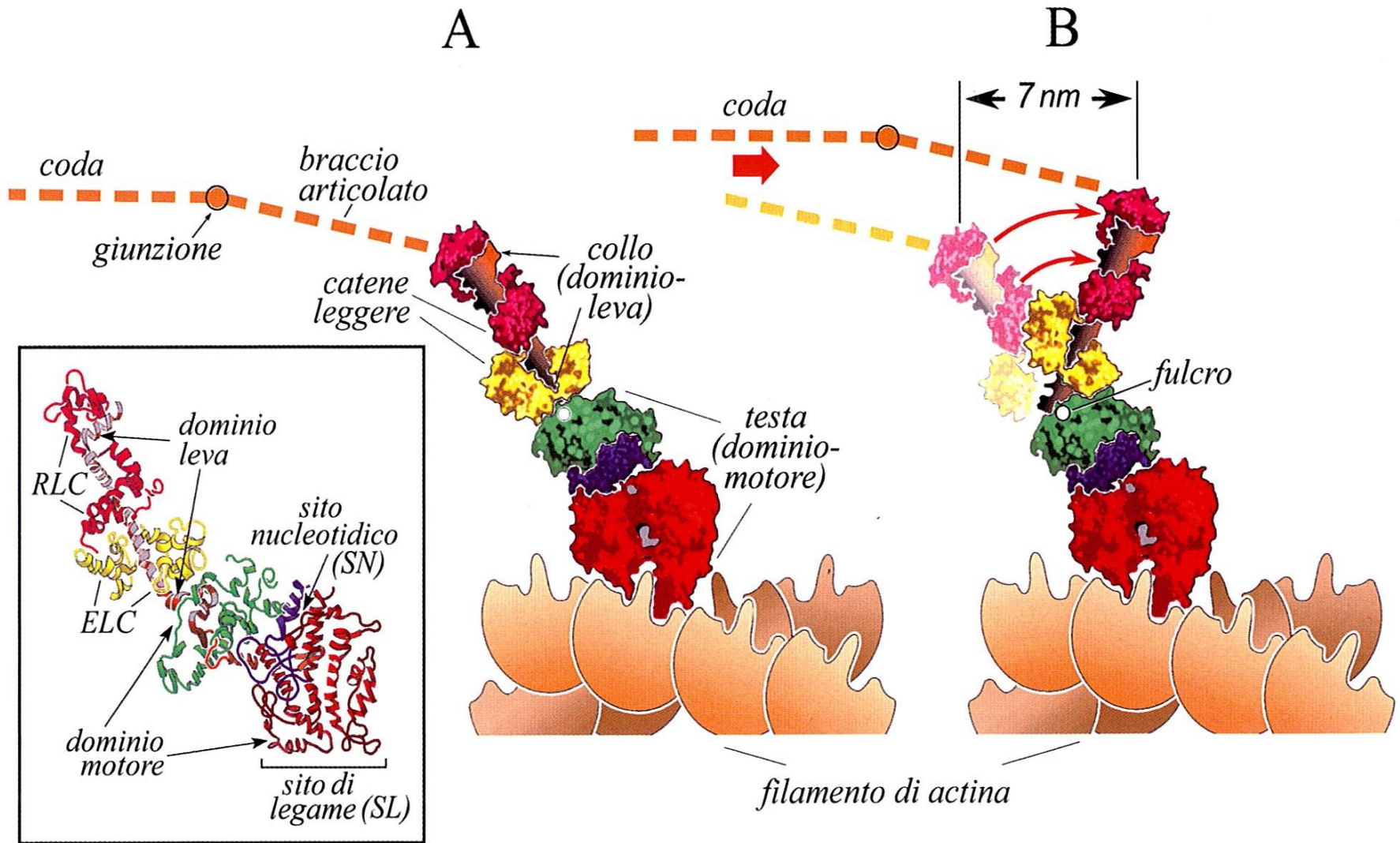
Fase distacco- estensione

Fase attacco-flessione



Linea M del sarcomero

ATP + H₂O = ADP + Pi + Energia (7,3 calorie per mole di ATP)



La teoria dello scorrimento dei filamenti

Formulata da Hugh Huxley nel 1969 e basata sull'evidenza sperimentale derivante da

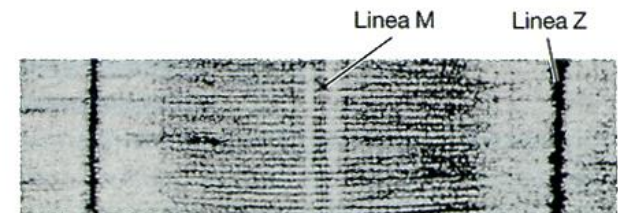
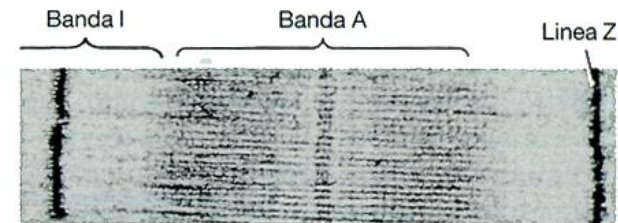
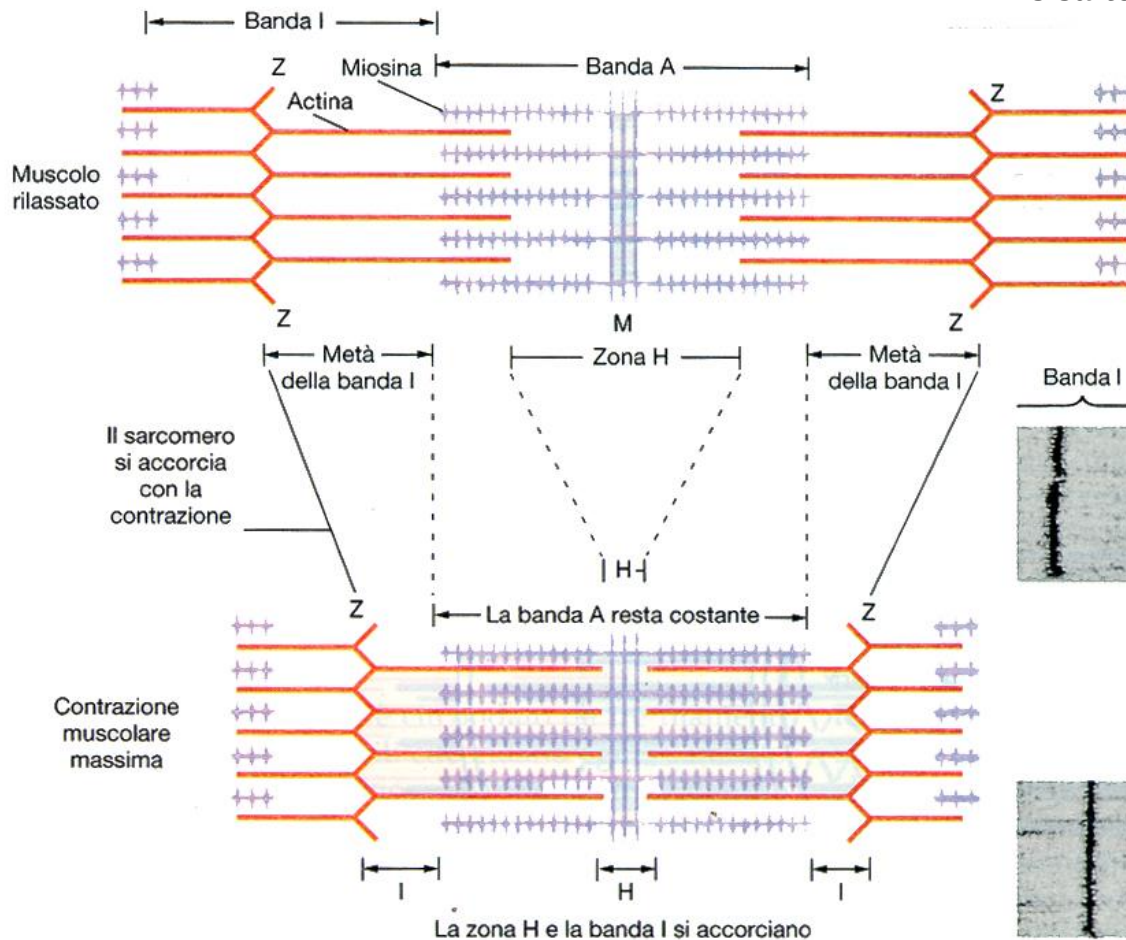
- microscopia elettronica
- diffrazione a raggi X sul muscolo vivente
- analisi biochimica delle proteine muscolari

Accorciamento sarcomero 400 nm circa

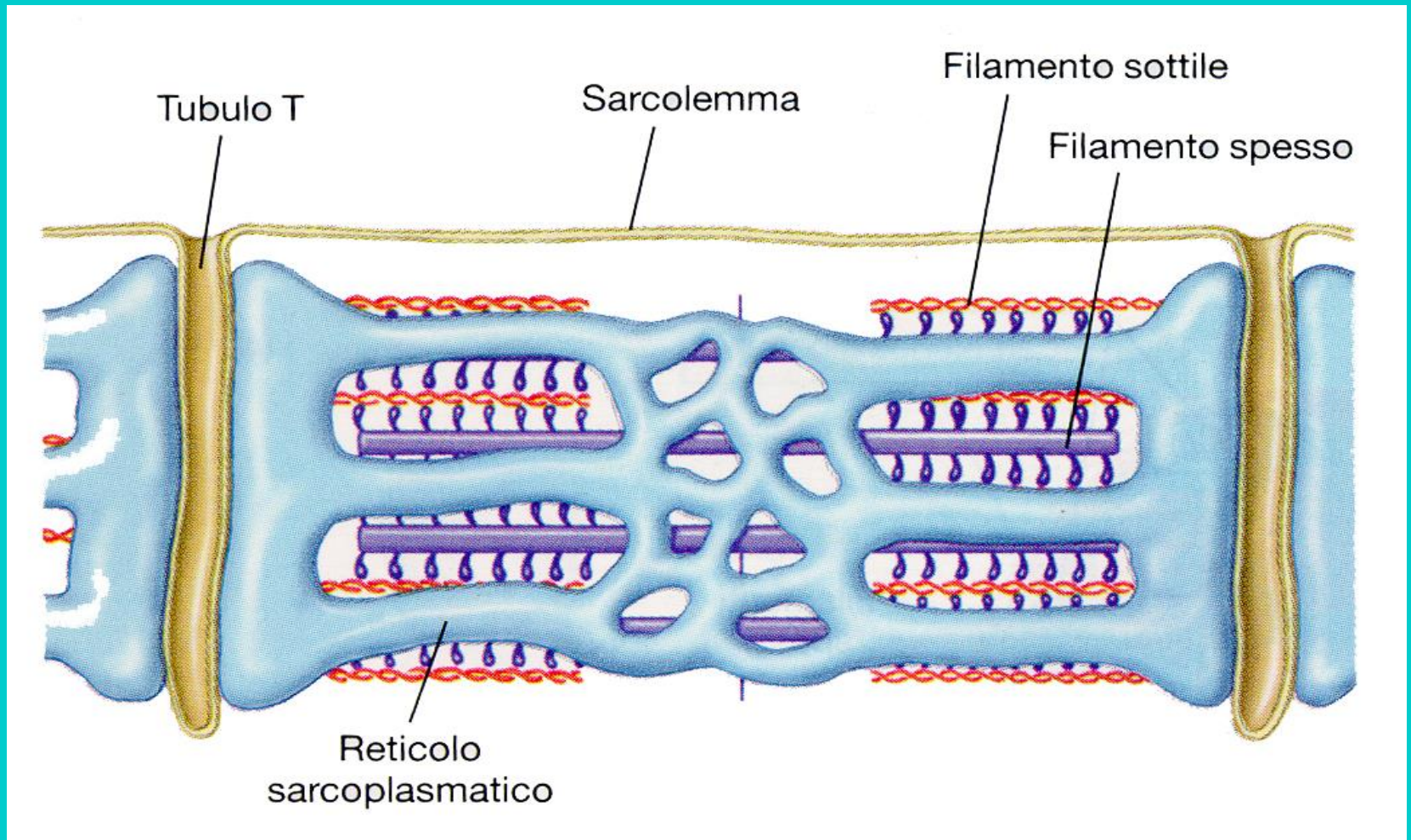
Accorciamento ai tendini:

$400\text{nm} \times \text{numero sarcomeri}$

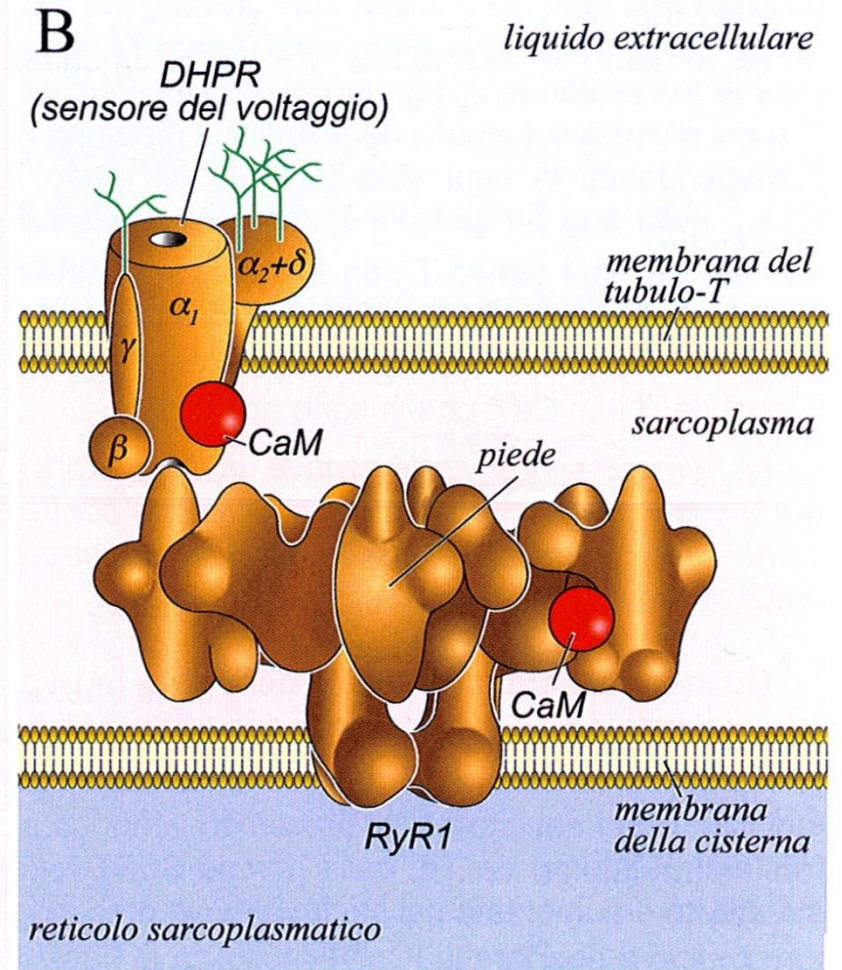
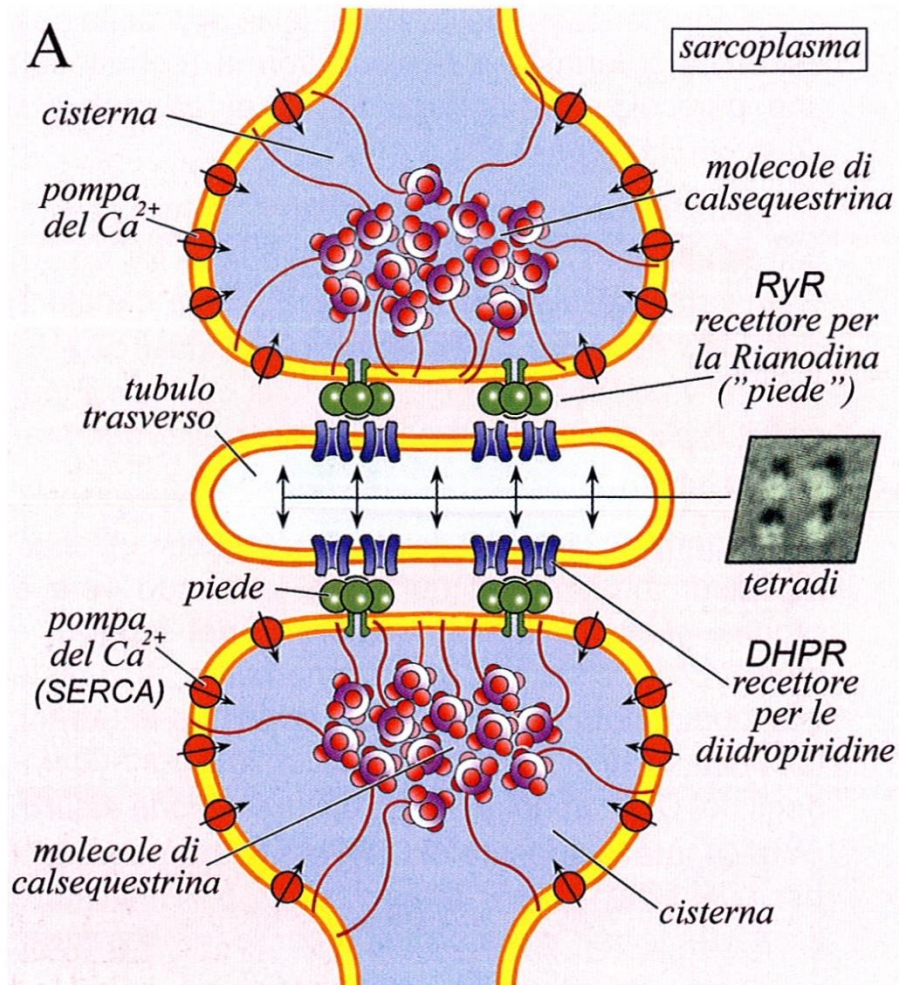
Es sartorio di rana = 16 mm, si accorcia di 3,2 mm
(circa 8000 sarcomeri)



Il Reticolo Sarcoplasmatico: avvolge ogni singola miofibrilla ed è il sistema di membrane che controlla la concentrazione di Ca^{2+} citoplasmatica.



TESSUTI MUSCOLARI



Un neurone innerva più fibre muscolari scheletriche



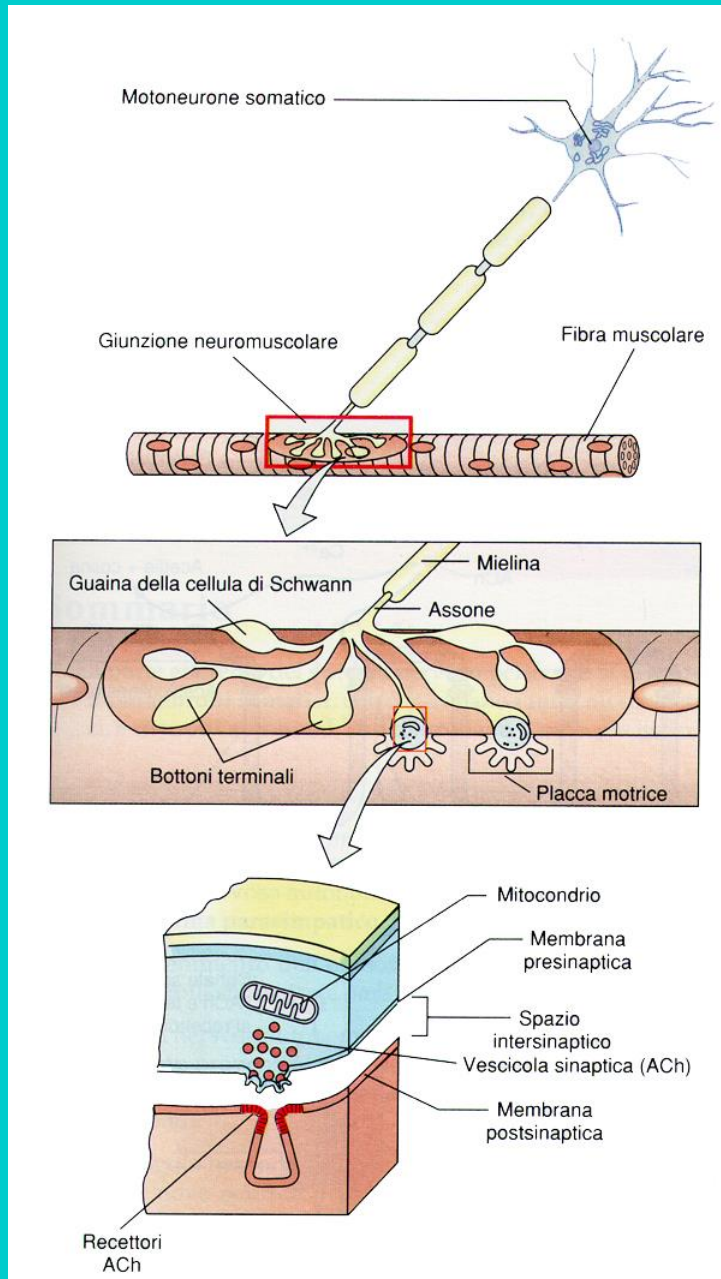
La giunzione neuromuscolare si ramifica a formare diverse placche motrici

I corpi cellulari dei neuroni somatici si trovano all'interno della sostanza grigia del midollo spinale o del cervello.

L'assone è singolo e raggiunge la cellula bersaglio che può anche essere molto lontana (fino ad un metro di distanza).

L'impulso trasmesso dal sistema nervoso al muscolo scheletrico è

sempre di tipo eccitatorio.

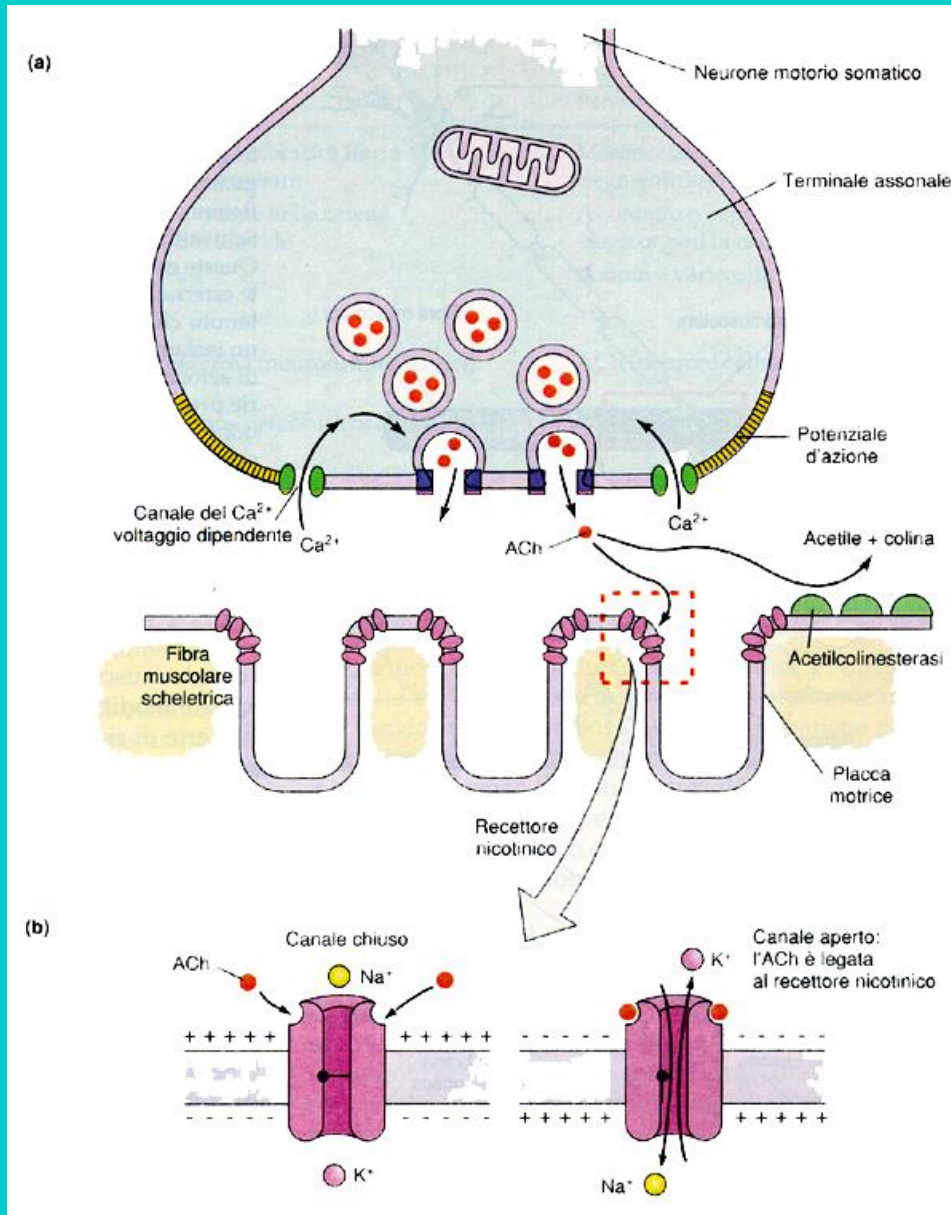


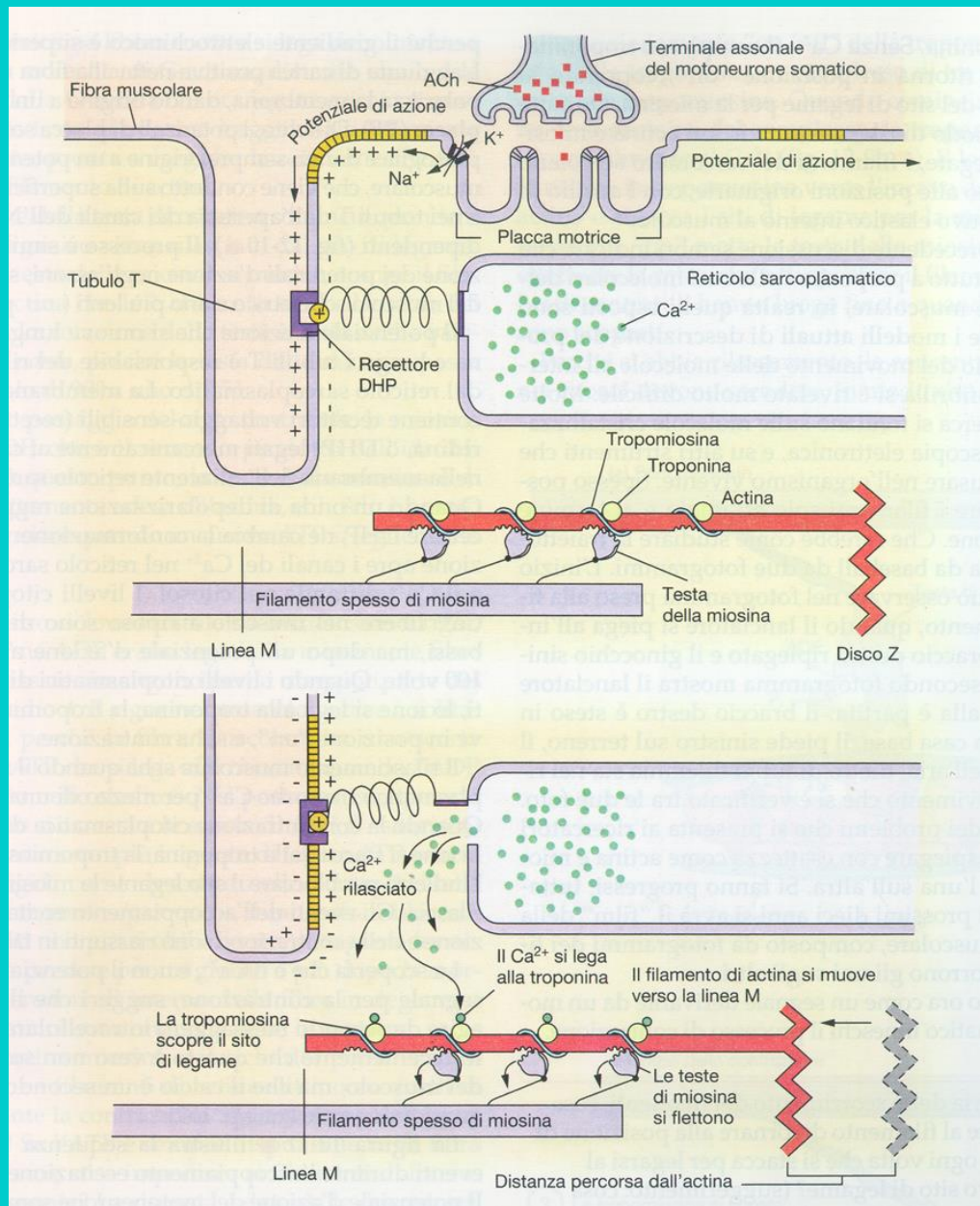
Acetilcolina e depolarizzazione del sarcolemma

L'acetilcolina viene rilasciata nello spazio intercellulare della placca motrice in seguito alla depolarizzazione del terminale assonale.

L'acetilcolina si lega ai recettori nicotinici della membrana postsinaptica che formano canali per cationi monovalenti (Na^+ e K^+).

L'apertura di questi canali permette l'ingresso di Na^+ e quindi depolarizzazione della membrana plasmatica della fibra muscolare.





**Accoppiamento
eccitazione-
contrazione.**

È il processo che trasduce il segnale elettrico proveniente dai motoneuroni in contrazione muscolare. L'acetilcolina genera un potenziale di placca che determina l'origine del potenziale d'azione muscolare (PDA). Questo potenziale d'azione scatena il rilascio di Ca^{2+} dagli stores intracellulari.

Basi molecolari della contrazione

- 1 - La testa della miosina è legata ad una molecola di G-actina**
- 2 - Il legame dell'ATP alla testa della miosina induce il rilascio**
- 3 - L'idrolisi dell'ATP induce il movimento della miosina**
- 4 - La testa della miosina si lega ad una nuova G-Actina**
- 5 - ADP e fosfato vengono rilasciati**
- 6 - La testa ruota generando quindi lo scorrimento**