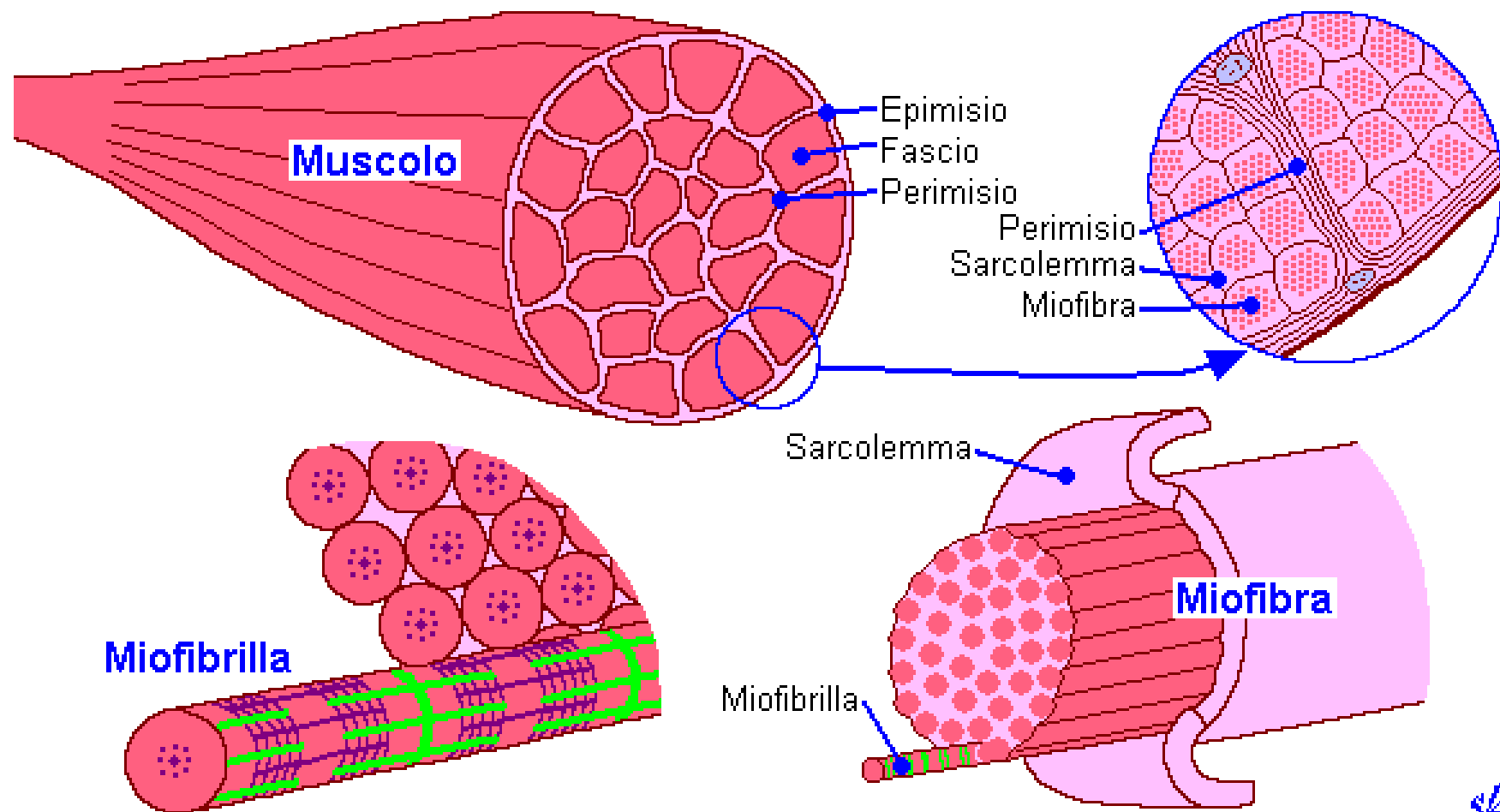
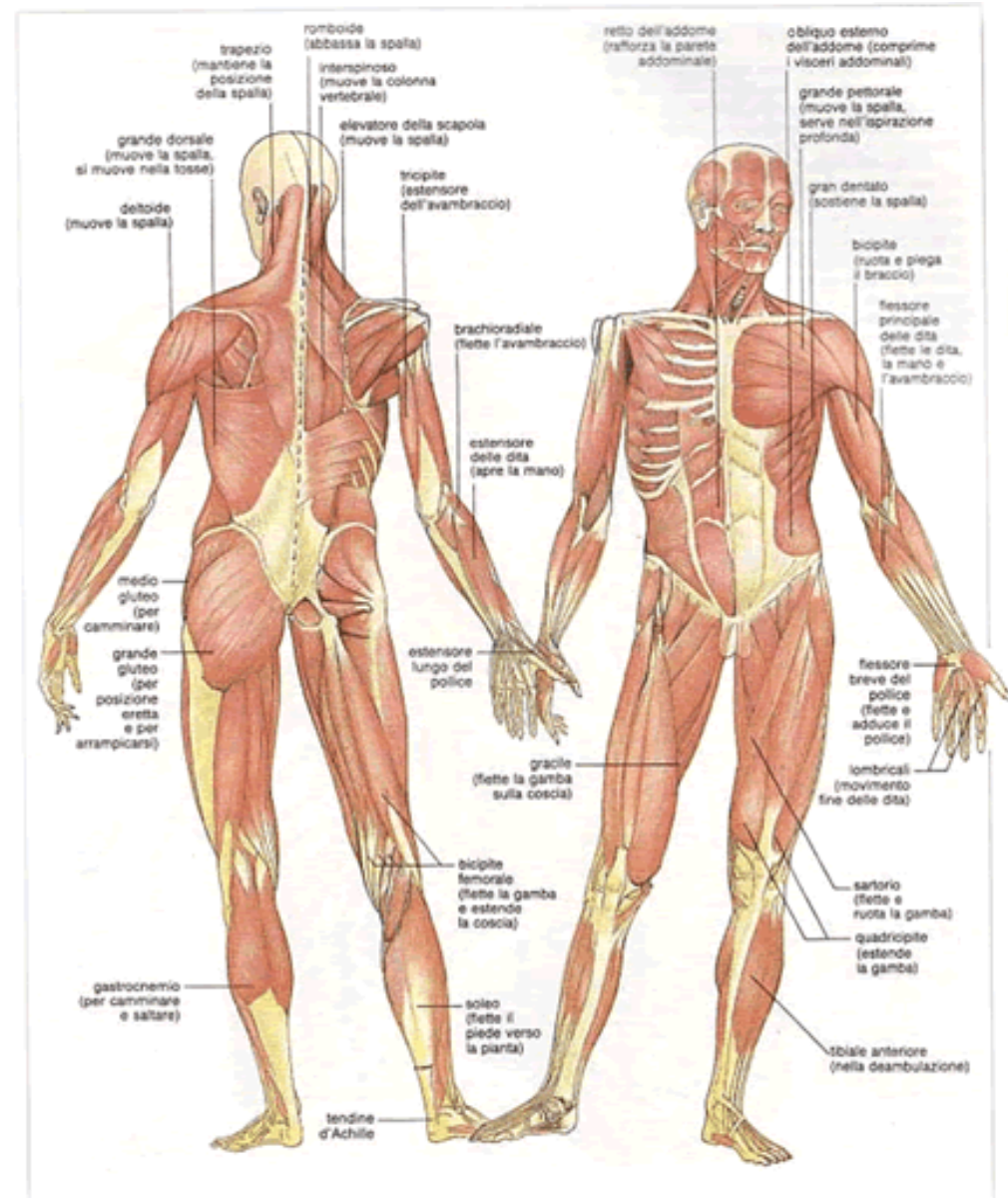




IL SISTEMA MUSCOLARE

I muscoli costituiscono il 40-45 % del peso del corpo umano e sono gli organi attivi del movimento

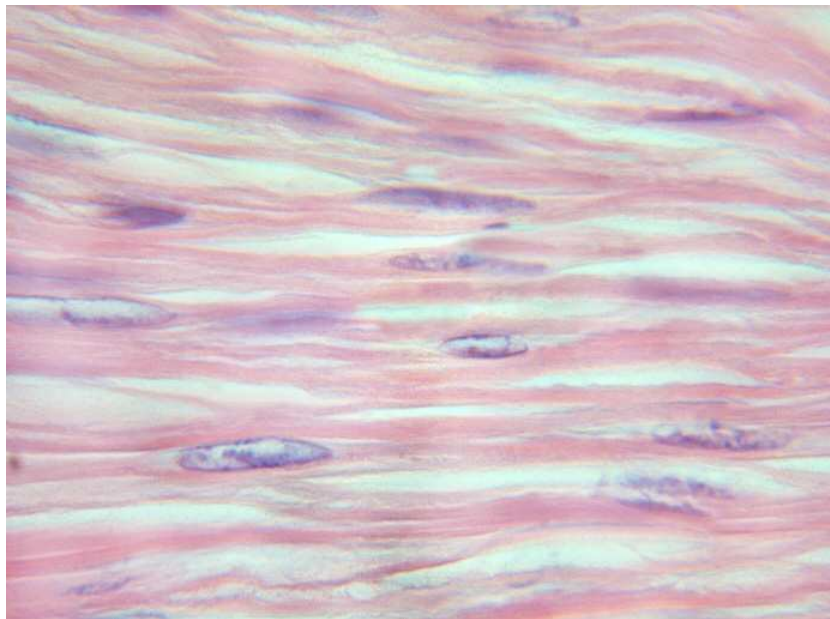
L'insieme dei muscoli costituisce il sistema muscolare che è annesso all'apparato locomotore.



A seconda che i muscoli siano in rapporto con lo scheletro o entrino nella struttura degli organi cavi, essi vengono distinti in :

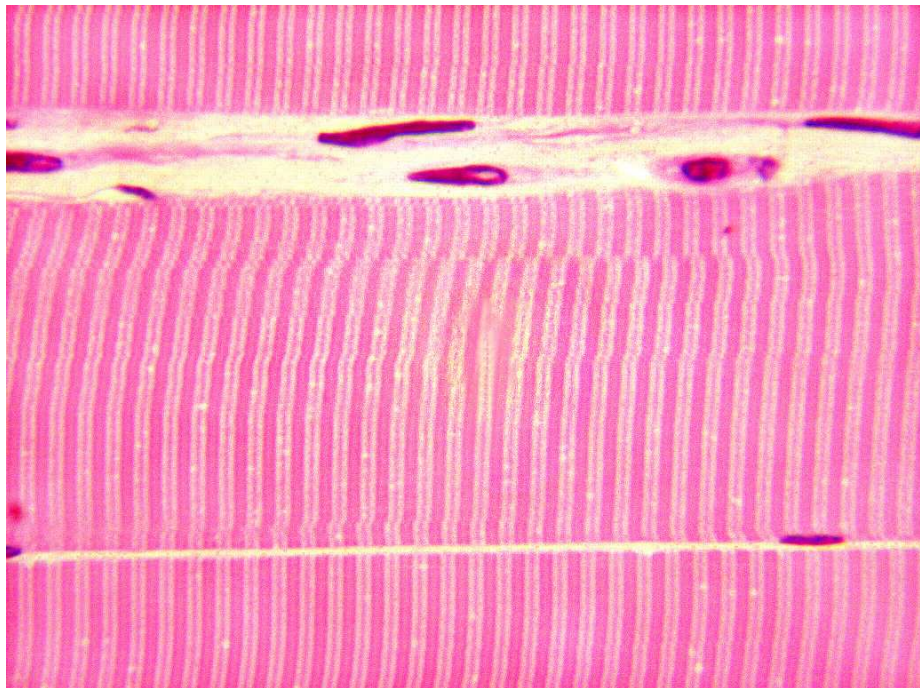
Muscoli scheletrici o striati

Muscoli viscerali o lisci



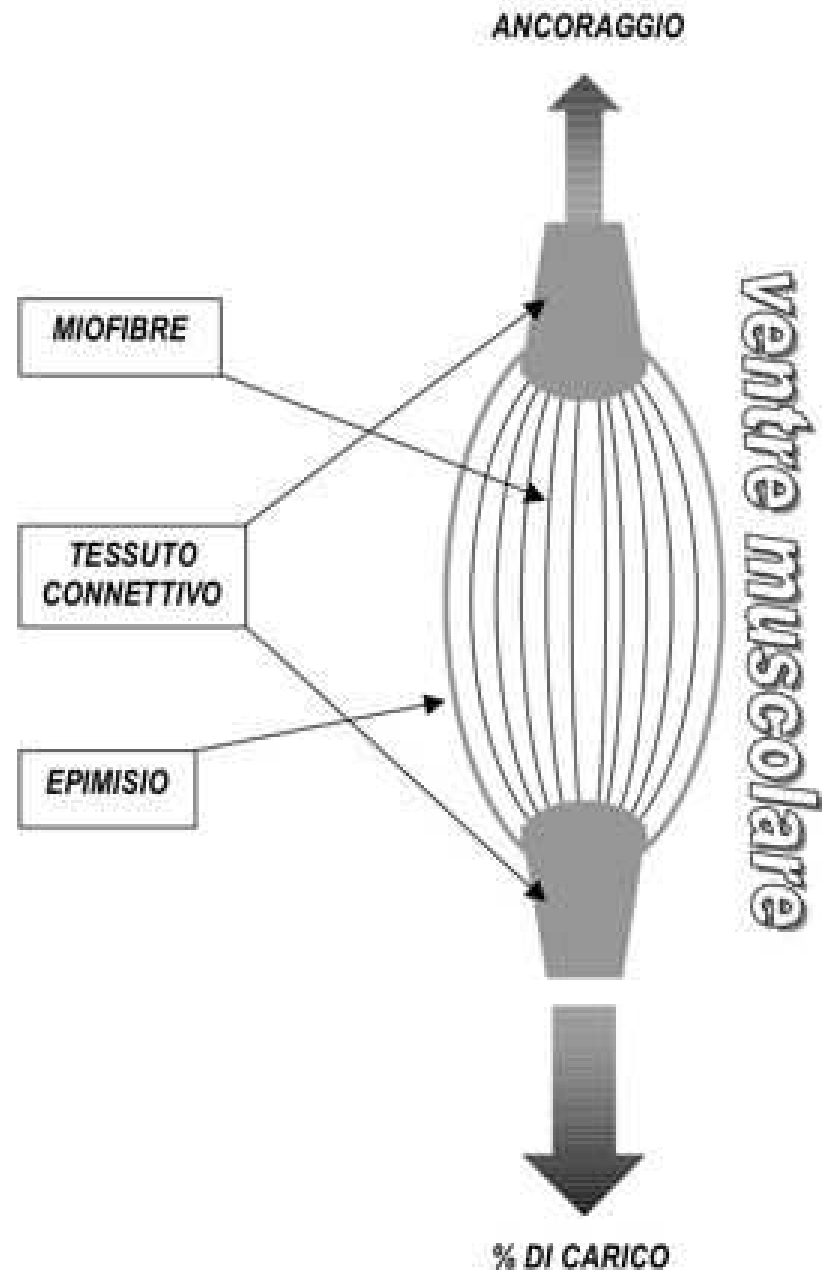
Tessuto muscolare liscio

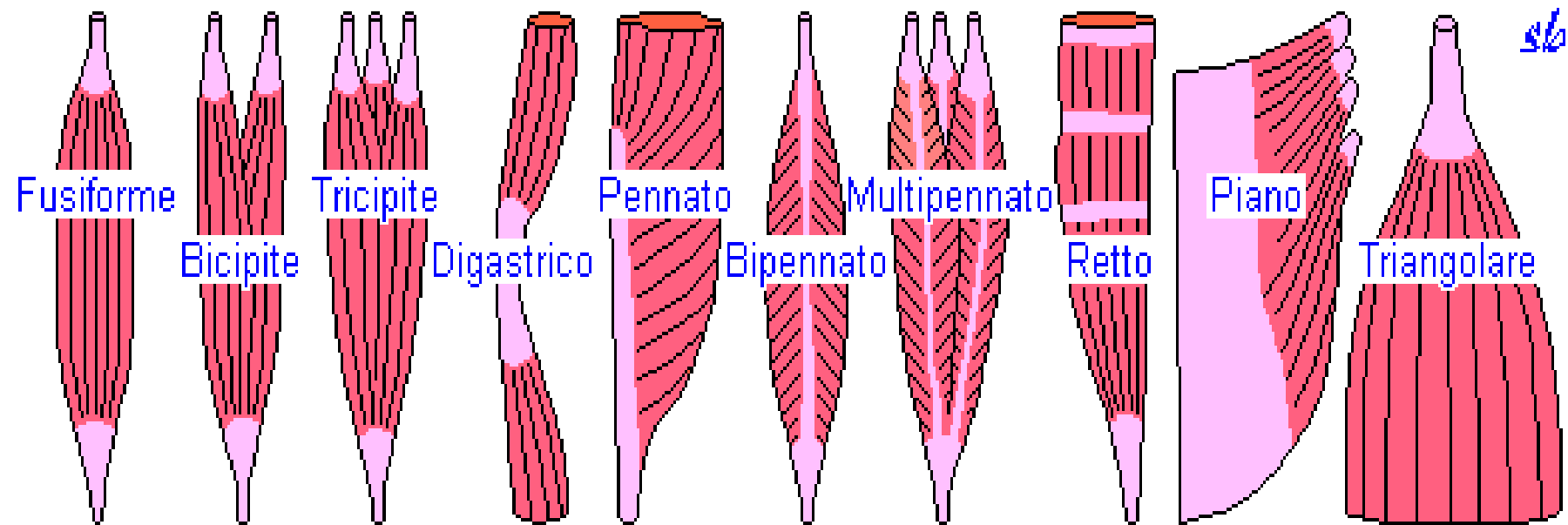
Il tessuto muscolare è in generale costituito da cellule contrattili specializzate , raggruppate insieme e organizzate in maniera specializzata, chiamate **fibre muscolari**



Tessuto muscolare striato

I muscoli hanno forma variabilissima e hanno denominazione variabile, a seconda della loro FORMA, del numero dei loro capi o VENTRI, della loro STRUTTURA, della loro LOCALIZZAZIONE, della loro INSERZIONE, della loro AZIONE, della loro DIREZIONE





CLASSIFICAZIONE DEI MUSCOLI

In ogni muscolo scheletrico sono presenti tre strati concentrici di tessuto; l'epimisio, il perimisio e l'endomisio che costituiscono l'organizzazione della componente connettivale.

L'epimisio é costituito da uno strato denso connettivale che delimita il muscolo e gli dà la forma

Il perimisio é una ulteriore suddivisione in fasci che contengono le fibre muscolari e prendono il nome di fascicoli.

L'endomisio si trova intorno ad ogni fibra muscolare e serve da connessione con le fibre limitrofe.

Le fibre connettivali dell'endomisio e del perimisio sono unite fra loro

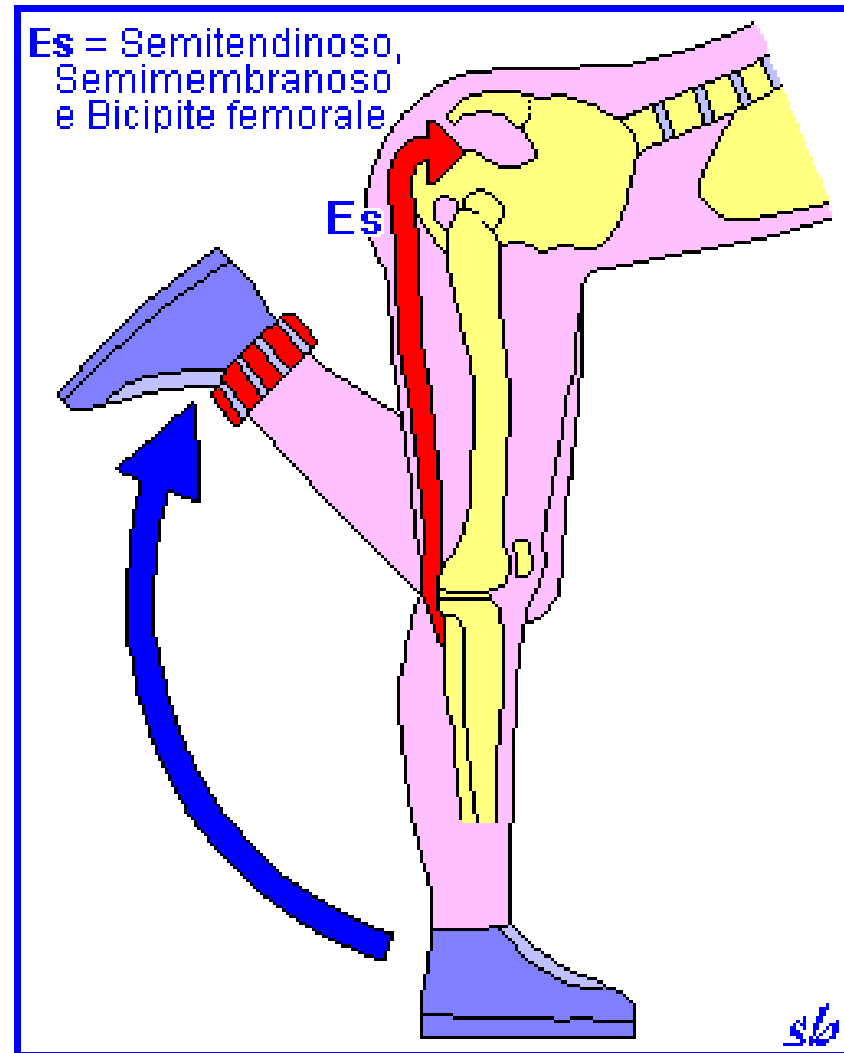
I muscoli sono uniti alle ossa da robusti fasci di tessuto connettivo denso denominati tendini; alcuni tendini sono rivestiti da una guaina tendinea. Il tendine è un cordone cilindrico, quando invece prende una forma laminare assume il nome di aponevrosi .

Queste si trovano nei **muscoli larghi** o nei **muscoli a ventaglio**, che hanno ampie origini e/o inserzioni

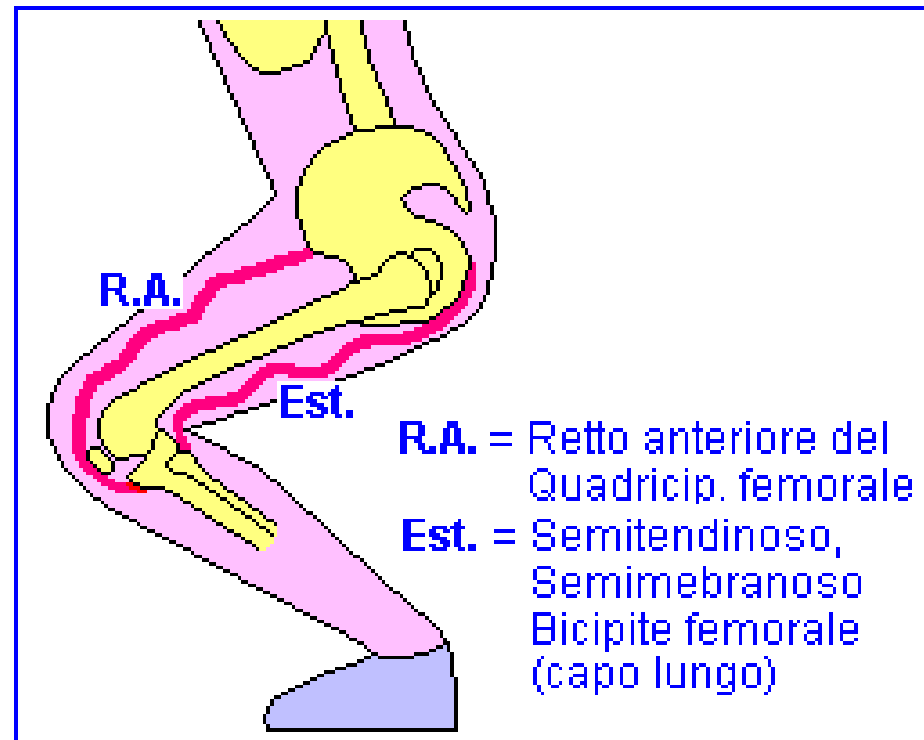
Tra alcuni tendini e le ossa sottostanti vi sono dei sacchetti ripieni di liquido: le BORSE.

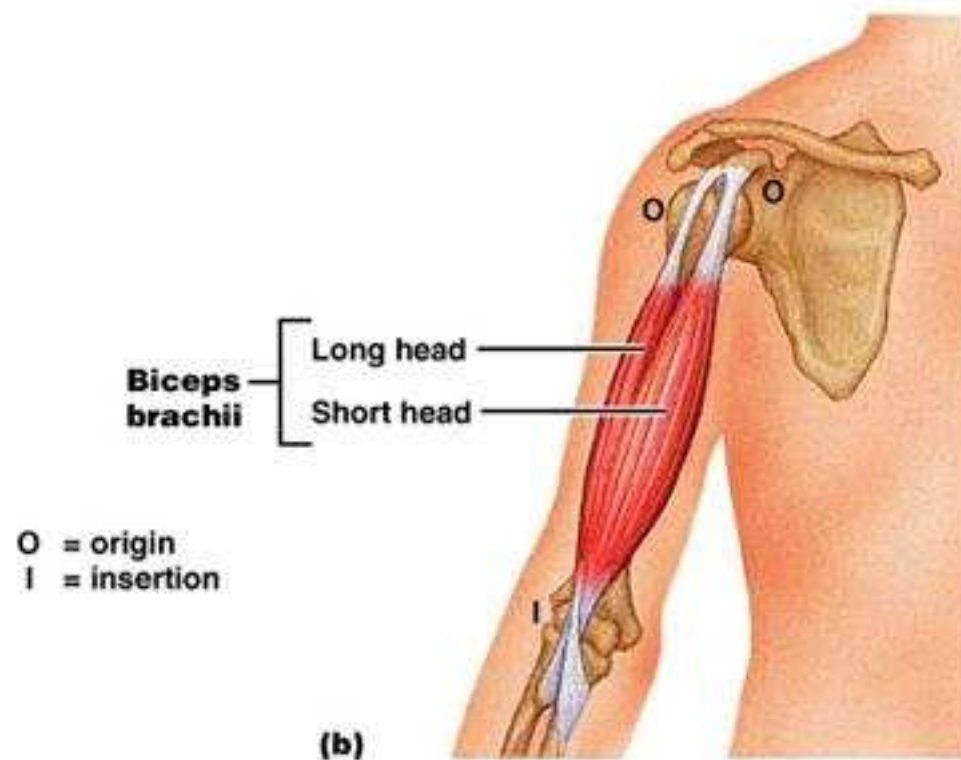


La maggior parte dei muscoli scheletrici si inserisce su due ossa che presentano tra di loro un'articolazione mobile

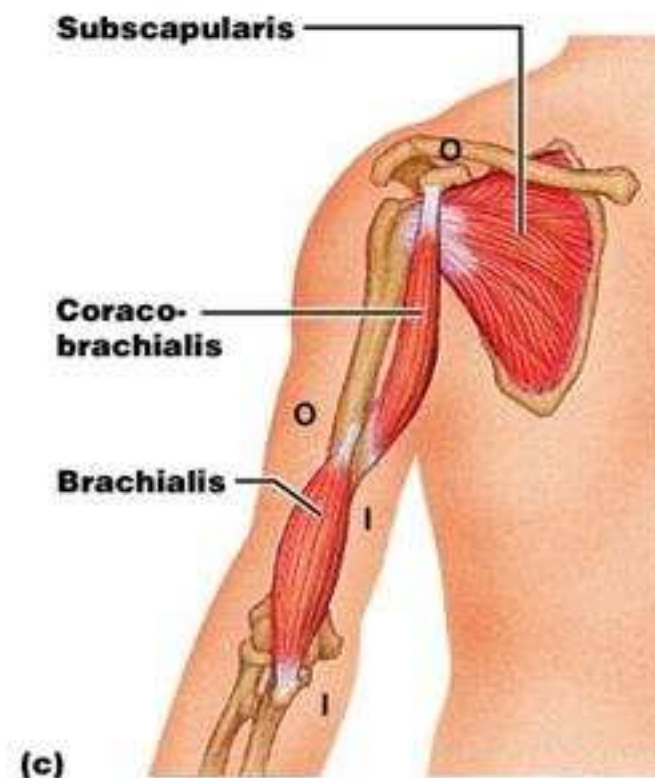


Nei muscoli scheletrici si distinguono due estremità: l'origine e la inserzione. L'origine è quella situata sulla parte ossea che non viene mossa dal muscolo, o che è comunque meno mobile, l'inserzione si trova invece sulla parte che viene spostata. Negli arti l'origine è sempre prossimale, l'inserzione distale





Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



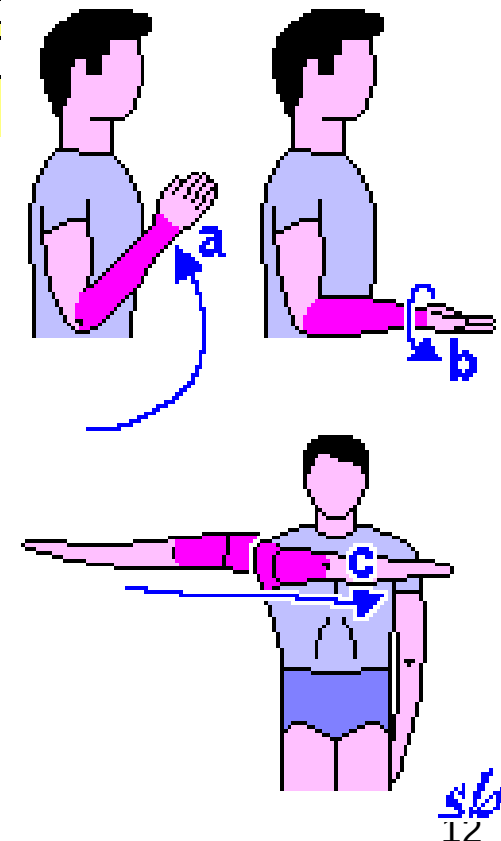
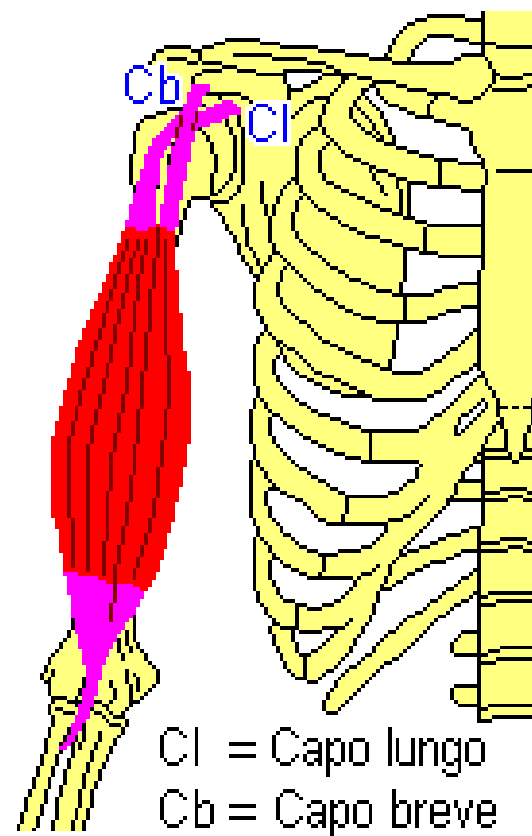
I movimenti prodotti dai muscoli
inseriti su piani ossei sono:

La FLESSIONE e l'ESTENSIONE

L'ADDUZIONE e l'ABDUZIONE

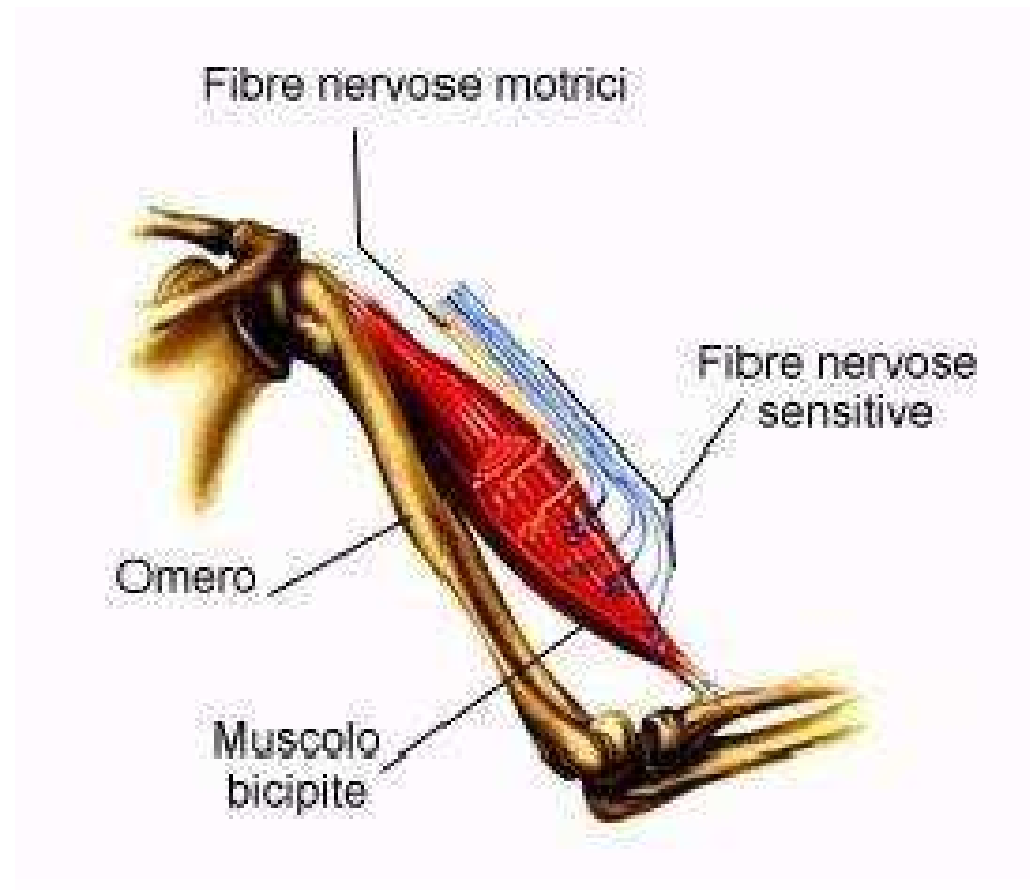
La ROTAZIONE

La PRONAZIONE e la
SUPINAZIONE



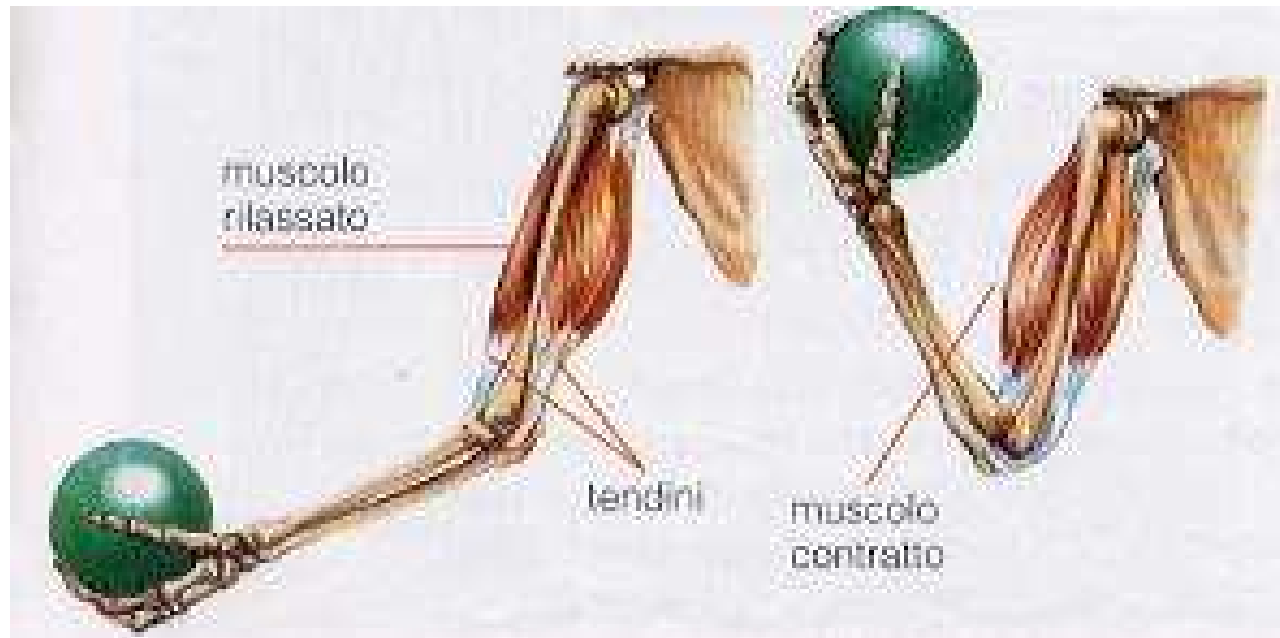
Un muscolo non è mai solo nel produrre un determinato movimento: più muscoli possono riunirsi insieme per raggiungere lo scopo: si parla in questo caso di muscoli sinergisti.

Quando invece le masse muscolari svolgono funzione opposta si parla di muscoli
ANTAGONISTI



Tra tutti i muscoli che si contrappongono contemporaneamente , quello principale, responsabile dl movimento particolare, è detto AGONISTA o motore primario. Gli altri muscoli che aiutano a produrre il movimento sono detti SINERGICI.



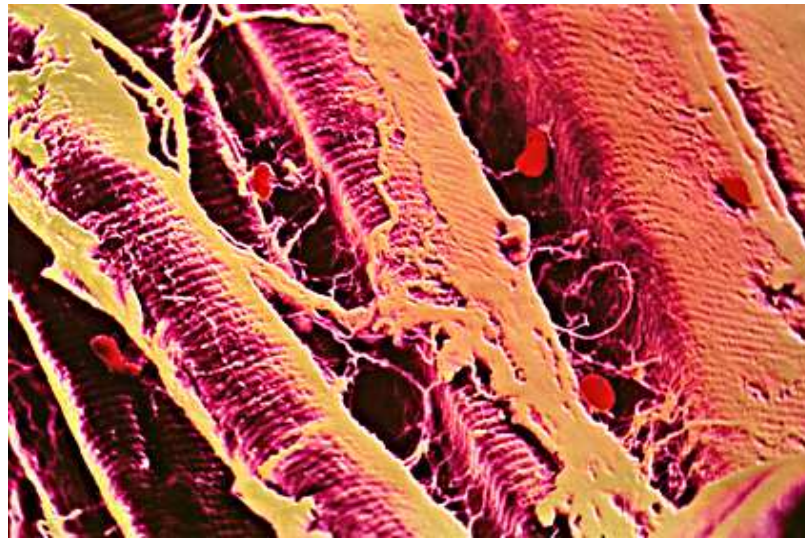


I muscoli sono ancora suddivisi in **VOLONTARI** e **INVOLONTARI**

I **muscoli volontari** eseguono movimenti che dipendono dalla nostra volontà; quelli **involontari**, invece, lavorano autonomamente e indipendentemente dal fatto che noi lo vogliamo o no.
Un'eccezione è rappresentata dal cuore.

La **contrazione muscolare** è il risultato di una serie di modificazioni intracellulari coordinate che porta a movimento della fibra muscolare e, di conseguenza, del muscolo stesso.

La contrazione avviene in tutti i tipi di muscolo; è meglio rappresentata nel muscolo scheletrico, dove esiste una struttura metamerica (il [sarcomero](#)) dotata di particolarità morfologiche e funzionali.



Le fibre muscolari si accorciano quando si contraggono e si allungano quando si rilassano. Per compiere questo lavoro hanno bisogno di zuccheri e di ossigeno: queste sostanze sono portate dal sangue che nutre le cellule dei muscoli. Quasi tutto il calore del nostro corpo è prodotto dal lavoro che compiono i muscoli quando si muovono. Quando il muscolo non riceve l'ossigeno di cui ha bisogno, si produce troppo acido lattico, che causa dolore



Quando si parla di contrazione muscolare si pensa sempre ad un accorciamento delle fibre attivate ; questo non è sempre vero .

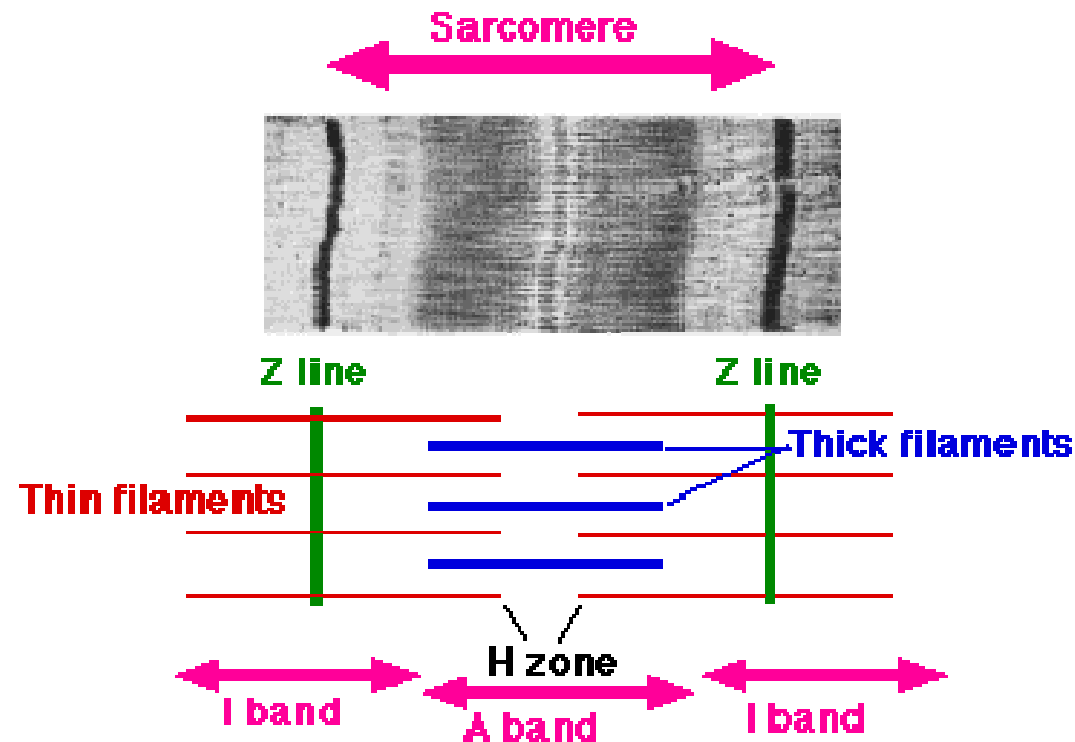
In generale vengono identificati tre tipi di contrazione

Contrazione isotonica I due capi articolari si avvicinano durante la contrazione (sollevare un carico; es.:il braccio solleva una valigia).

Contrazione isometrica (o statica) Durante la contrazione muscolare la distanza tra i due capi articolari rimane invariata (es.: il braccio mantiene sollevata la valigia).

Nella maggior parte dei casi la contrazione isotonica di un muscolo provoca un movimento nell'articolazione.

In questo tipo di contrazione il muscolo si accorcia e l'inserzione terminale del muscolo si sposta verso l'inserzione di origine.



La contrazione isometrica di un muscolo scheletrico non produce alcun movimento . Essa produce una tensione all'interno del muscolo, senza provocarne l'accorciamento. La contrazione isometrica si ha quando il muscolo non si accorcia e non si ha alcun movimento.

Il termine ISOMETRIA deriva dal greco e vuol dire “ugual misura”

Quando un muscolo si contrae isometricamente si crea tensione senza accorciamento perché il carico è uguale alla forza muscolare

L'uomo è capace di mantenere il corpo in posizione o POSTURA grazie ad un particolare tipo di contrazione, detto CONTRAZIONE TONICA

In una contrazione tonica si contraggono poche fibre muscolari nello stesso momento: il muscolo complessivamente non si contrae e quindi non si ha movimento

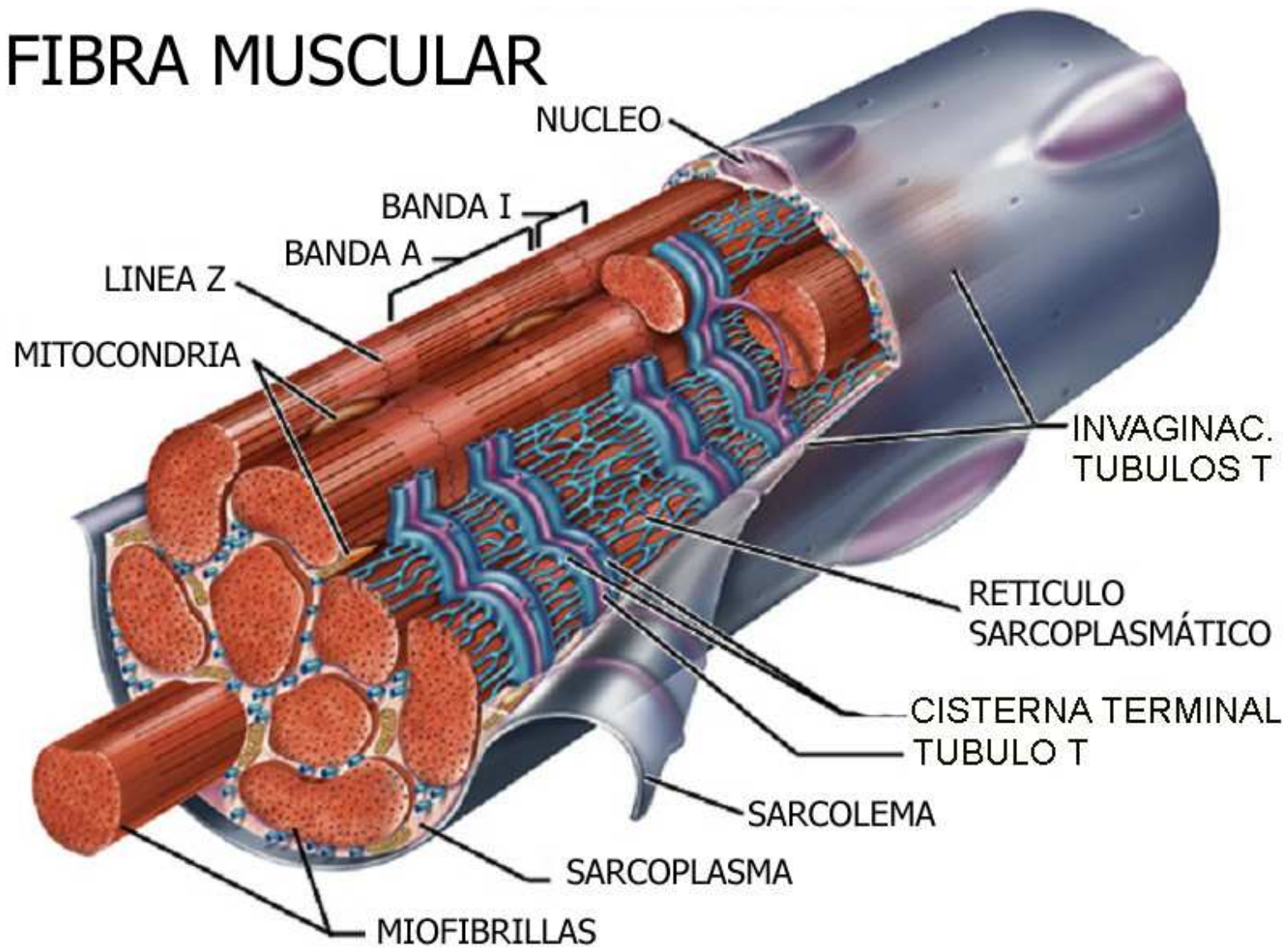
IL TONO MUSCOLARE GARANTISCE LA POSTURA

La fibra muscolare scheletrica ha forma vagamente cilindrica, ; in essa si rilevano numerosi nuclei (anche centinaia) posti a ridosso del *sarcolemma* (è così detta la membrana cellulare delle cellule muscolari) e, soprattutto, presenta una caratteristica striatura trasversale che appare ben evidente al microscopio ottico.

sarcolemma = membrana cellulare delle fibre del tessuto muscolare striato,

Sarcoplasma = citoplasma della cellula muscolare

FIBRA MUSCULAR

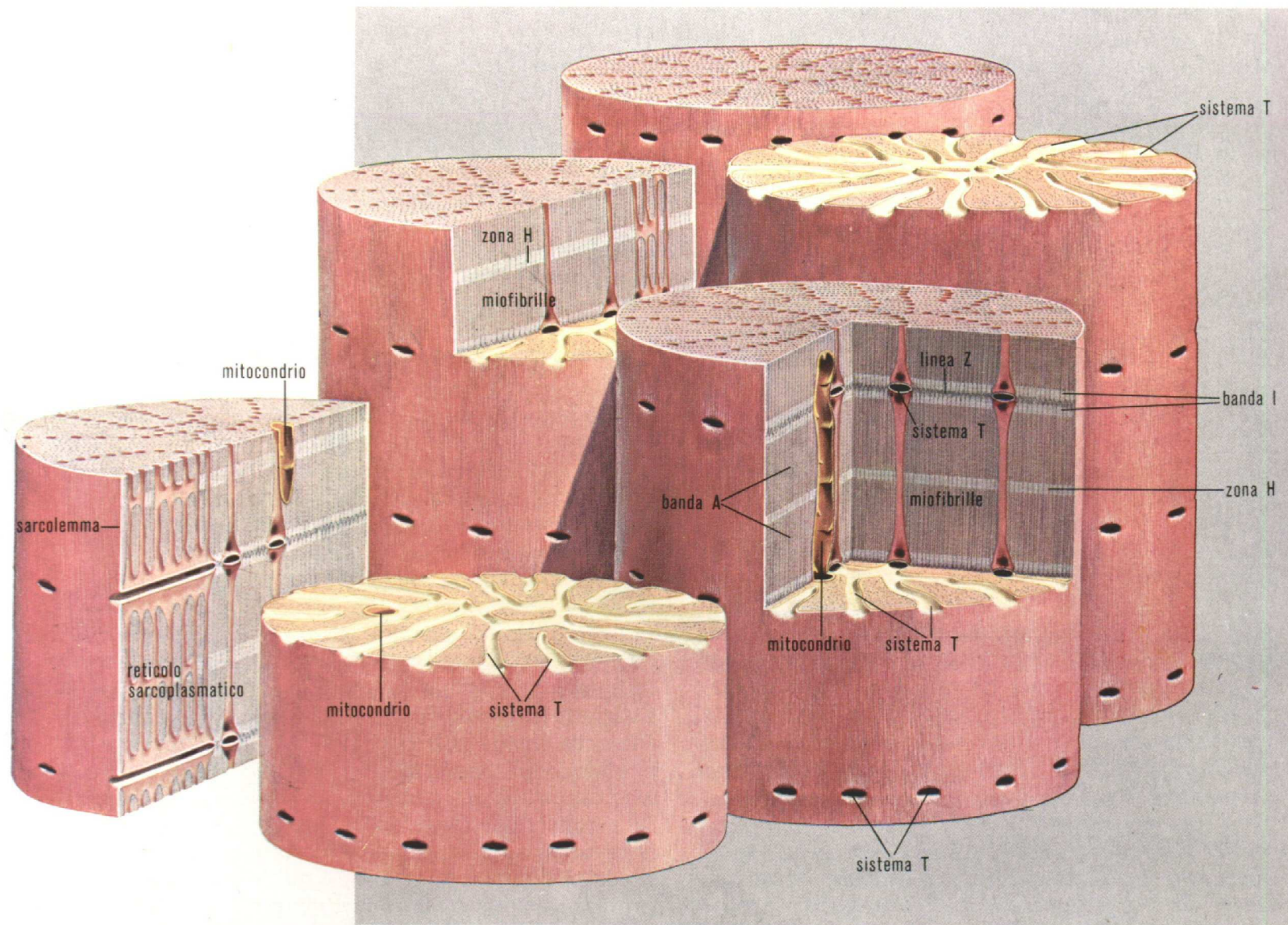


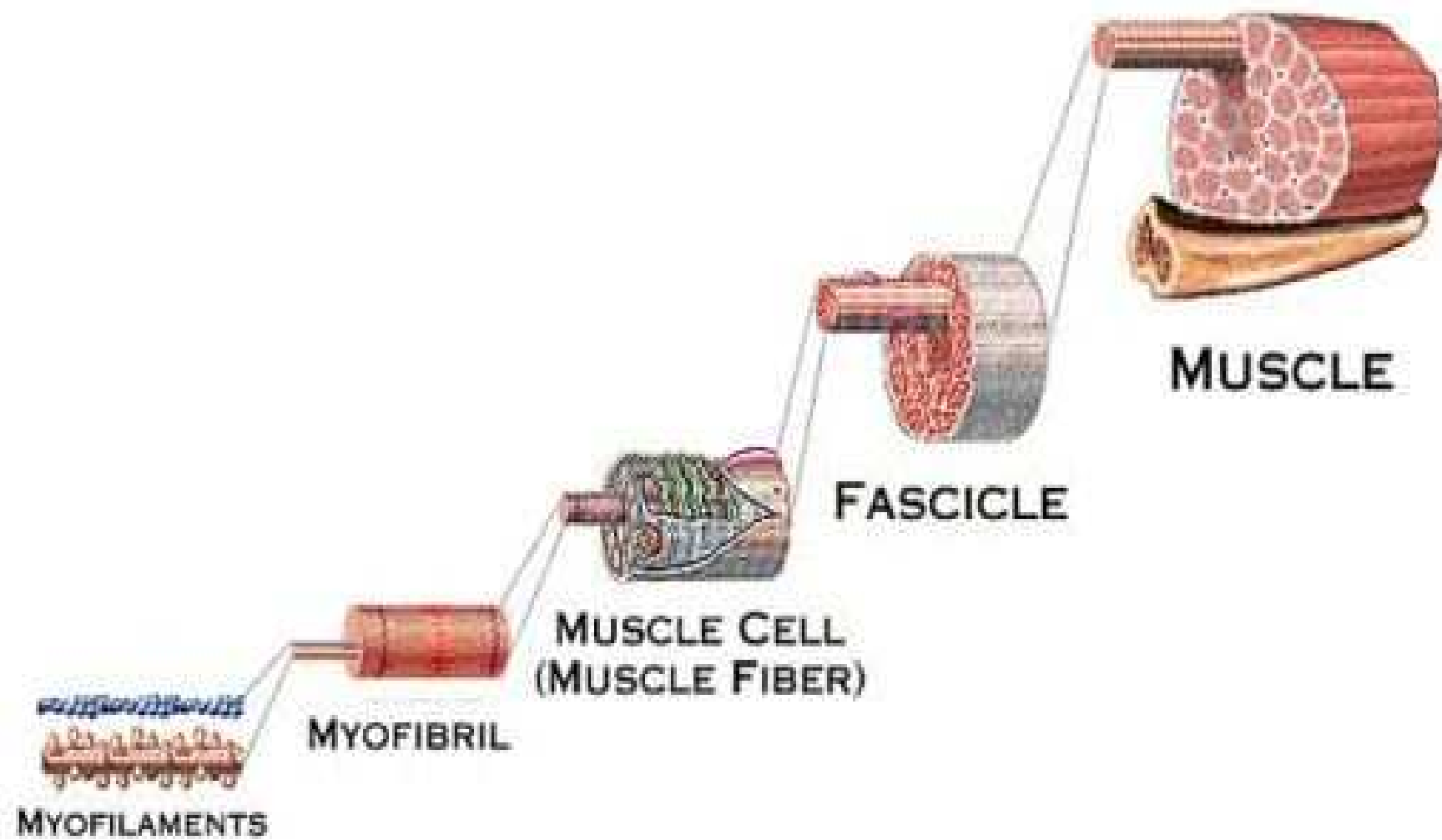
Il **reticolo sarcoplasmatico** (RS) è presente nelle fibrocellule muscolari scheletriche e corrisponde ad un reticolo endoplasmatico liscio specializzato presente in tutte le cellule di qualunque tessuto. Nelle fibrocellule muscolari è molto sviluppato ed è costituito da 2 parti:

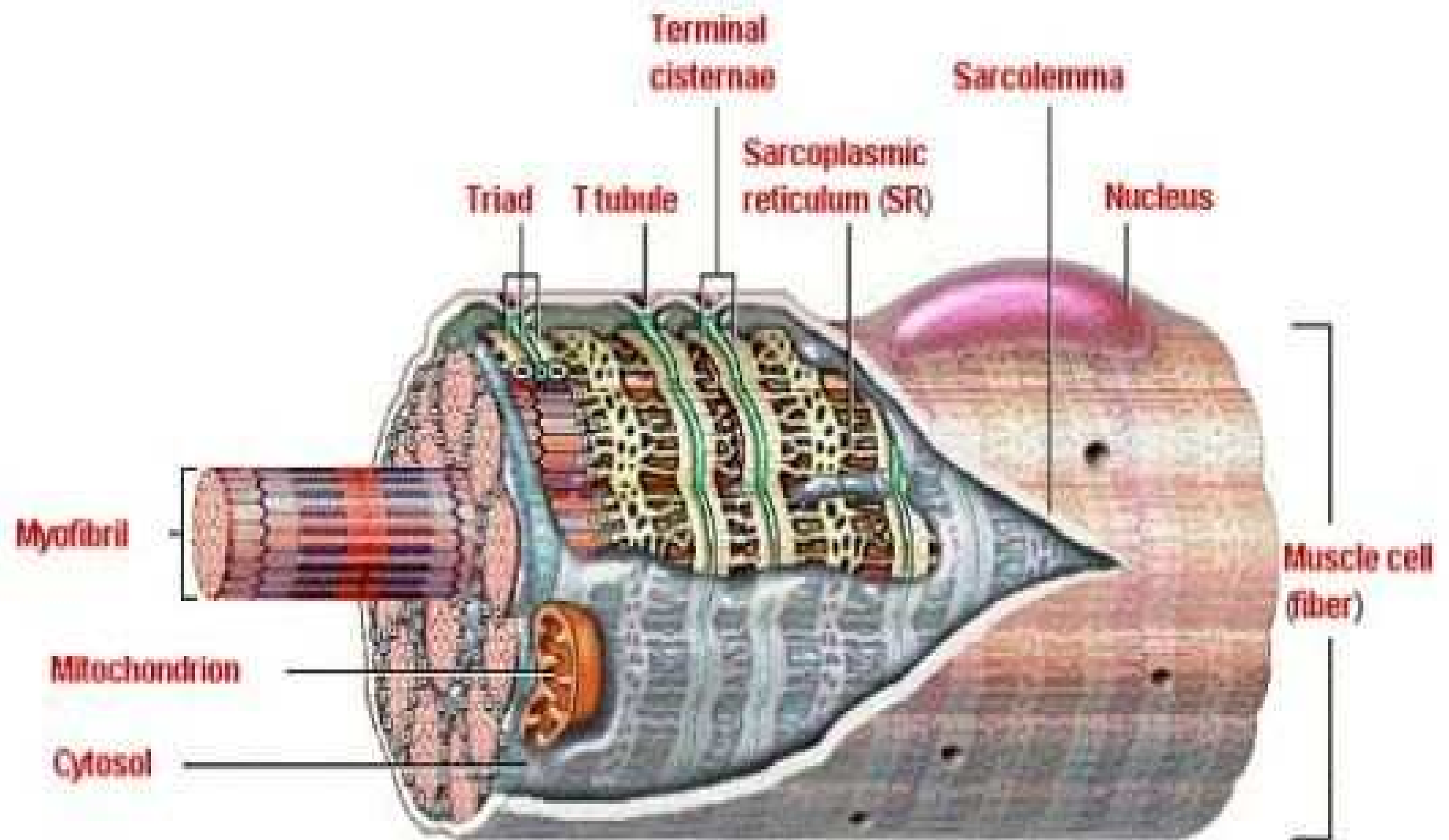
sistema tubulare trasverso (o sistema a T)
e reticolo longitudinale (o sistema B)

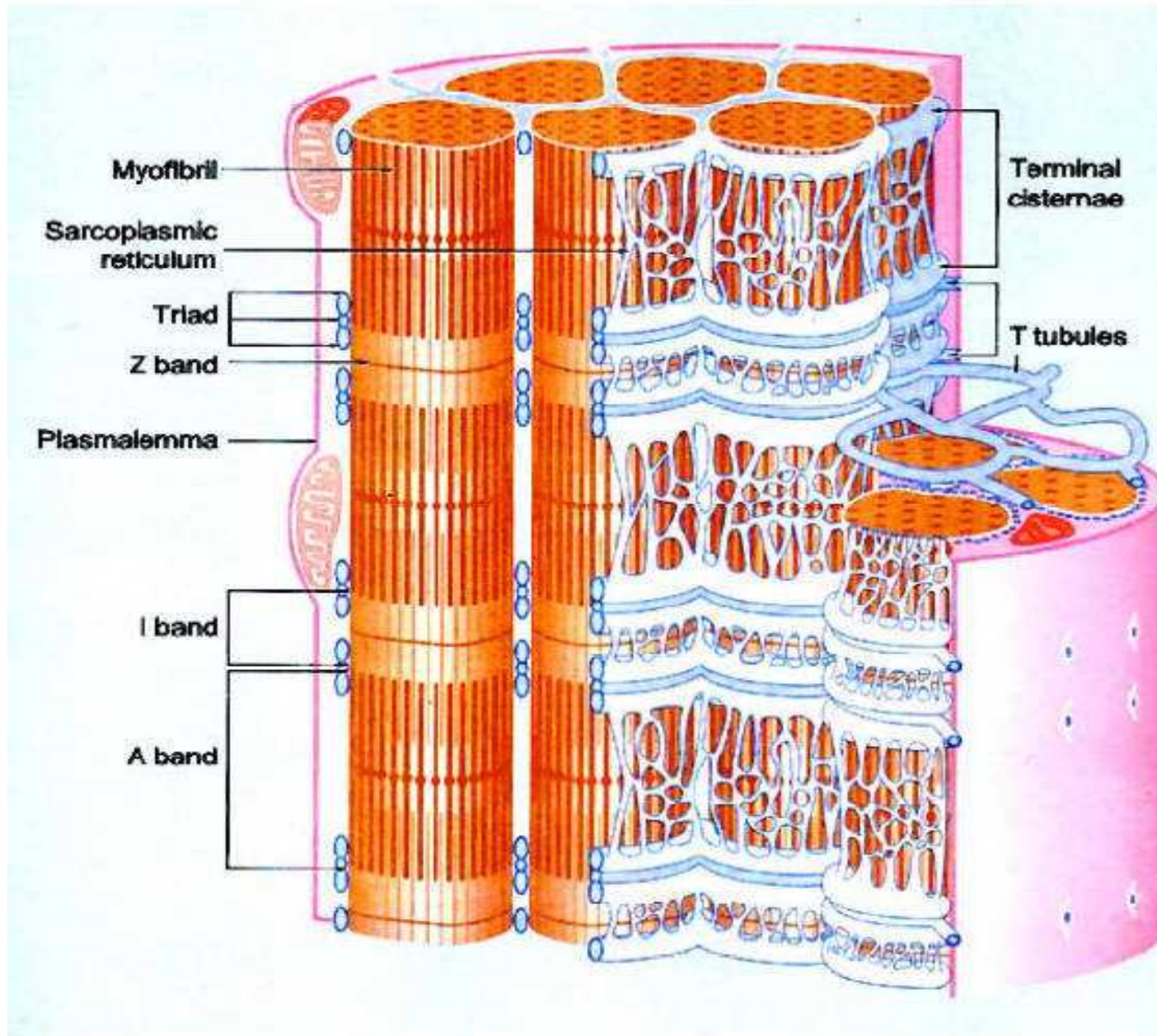
Si ritiene che il reticolo contenga Ca^{++}

Appena sotto il sarcolemma ci sono i nuclei delle fibre disposti in modo regolare. Il numero dei nuclei dipende dalla lunghezza della fibra e va da alcune centinaia ad alcune migliaia; in prossimità delle inserzioni tendinee il numero dei nuclei aumenta e la loro distribuzione risulta essere più irregolare









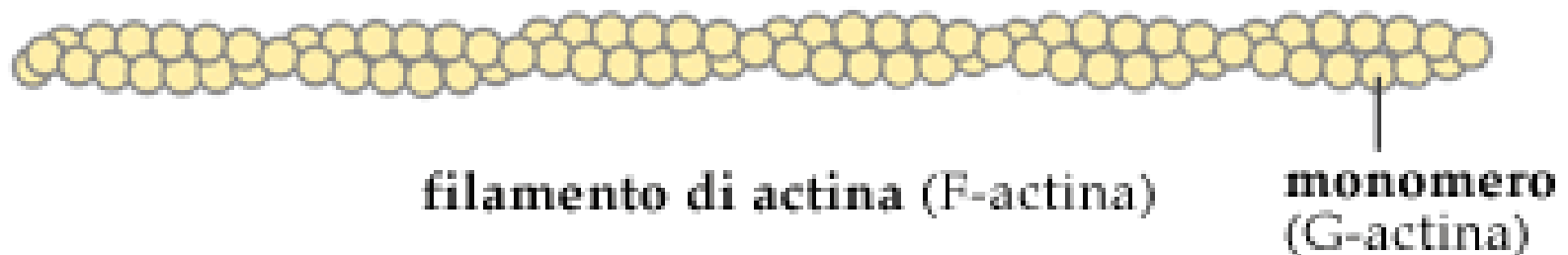
Nel SARCOPLASMA delle cellule sono presenti delle proteine o miofilamenti. Esso è poi ricco di voluminosi mitocondri, disposti in file parallele tra gli elementi contrattili; Questi organuli, sono deputati alla produzione dell'energia (ATP) necessaria per la contrazione del muscolo. Sempre nel citoplasma, va segnalata la presenza di granuli sparsi di glicogeno (un substrato energetico di riserva), gocce lipidiche e mioglobina (una metalloproteina deputata al trasporto e all'immagazzinamento dell'ossigeno).

Il sarcoplasma presenta anche:

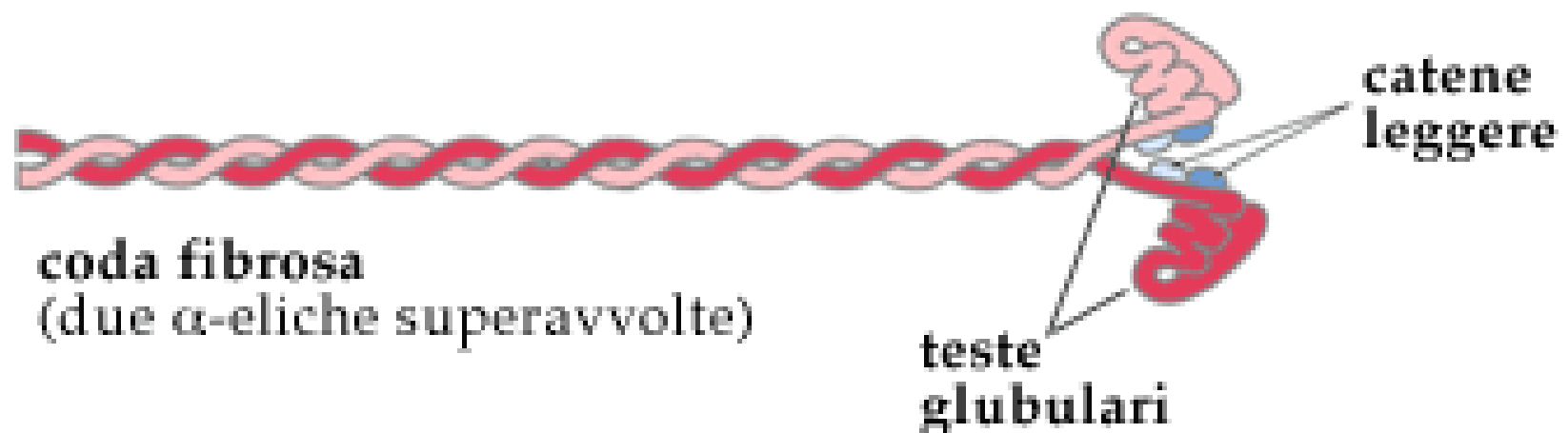
- GOCCE LIPIDICHE (riserva di energia)
- GRANULI DI GLICOGENO (riserva di energia)
- MIOGLOBINA (riserva di ossigeno)

Le cellule muscolari striate , presentano caratteristiche striature trasversali visibili anche ad occhio nudo

Tali striature sono dovute alla disposizione regolare delle proteine contrattili o **MIOFIBRILLE**, presenti nel citoplasma delle cellule muscolari: esse sono l'**Actina** e la **Miosina**



La **miosina** ha una struttura mista: è costituita da *due catene pesanti*, che si organizzano in una lunga coda *fibrosa* (costituita da due α -eliche superavvolte) e in due teste *globulari*, alla cui composizione concorrono anche *quattro catene leggere*



E

filamento sottile



molecola
di actina

F

filamento spesso



molecola di miosina



teste

Da sole, esse
costituiscono
oltre l'80% delle
proteine del
muscolo
scheletrico ed è
attraverso la loro
interazione che si
genera la
contrazione



Le miofibrille presentano al microscopio una colorazione striata da bande più scure, alternate da bande più chiare. Le bande più chiare sono dette isotrope, mentre quelle più scure anisotrope. Ogni banda isotropa è attraversata da un filamento trasversale detto linea Z. La banda anisotropa è attraversata invece da una banda più chiara detta banda H.

La porzione di miofibrilla compresa tra una stria Z e la successiva è detta **sarcomero** ed è l'unità funzionale del tessuto muscolare striato



Nel **sarcomero**, l'unità contrattile delle fibre muscolari, diverse molecole di miosina si associano in fasci, con le teste sfalsate, a costituire i cosiddetti *filamenti spessi*; mentre le molecole di actina, associate con altre due proteine (tropomiosina e troponina) formano i *filamenti sottili*.

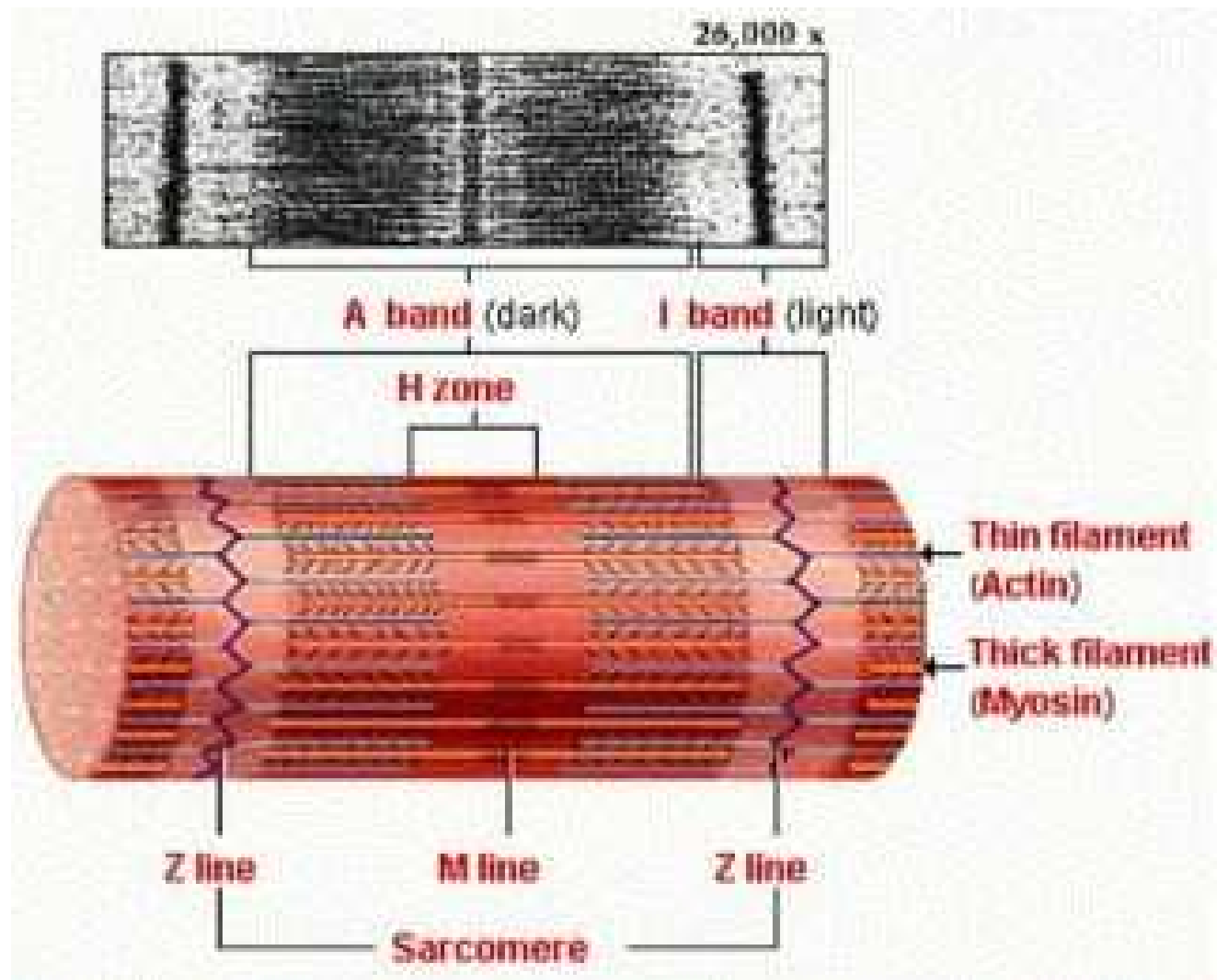
Il sarcomero , formato dai miofilamenti di actina e miosina, è l'unità contrattile o unità funzionale fondamentale della muscolatura scheletrica. Il sarcomero è formato dai filamenti di actina e miosina, disposti in maniera tale da dare al microscopio la visione di strisce più chiare o più scure alternate a cui sono state assegnate, come nome ,delle lettere:

la banda I (regione in cui troviamo solo filamenti sottili)

la banda A (regione in cui troviamo entrambi i filamenti)

la zona H (regione in cui troviamo solo filamenti di miosina)

la linea Z (inizio e fine del sarcomero, linea su cui si inseriscono i filamenti di actina).



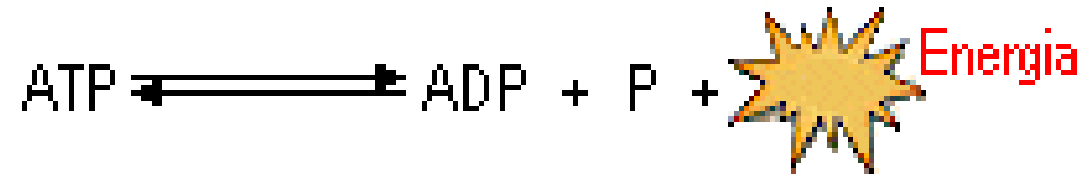
La contrazione avviene perché particolari siti delle teste di miosina sono in grado di legarsi a speciali recettori posti sulle membrane di actina; successivamente la testa della miosina si muove verso il centro del sarcomero trascinando con sé l'actina e provocando lo scivolamento del filamento sottile verso il centro mentre il filamento spesso resta immobile. Una volta terminato il movimento in avanti, la testa della miosina si stacca dall'actina arretrando e legandosi ad un'altra molecola di actina. Con questo movimento i filamenti sottili vengono fatti scorrere verso il centro trascinando con sé le bande Z.

Il meccanismo di **contrazione muscolare** può essere così riassunto

- le linee Z si avvicinano

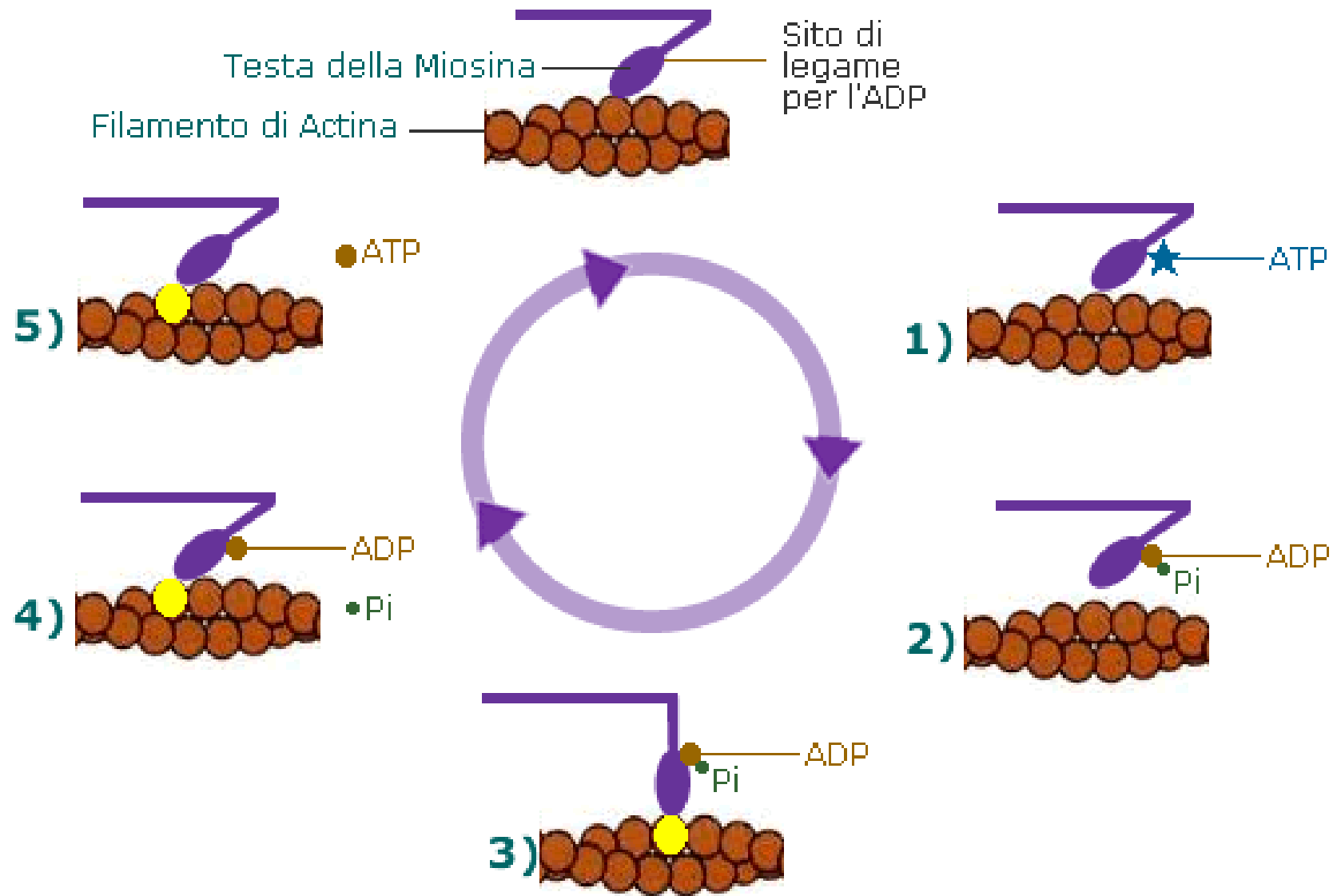
la banda I si riduce per l'avvicinamento fra banda A e linea Z

- la **zona H** scompare.



L'accorciamento di una cellula muscolare richiede energia: essa viene fornita dalla rottura delle molecole di ATP

Senza ATP e Ca^{++} non si formano i ponti trasversali tra le molecole di actina e miosina e non è quindi possibile il fenomeno della contrazione muscolare



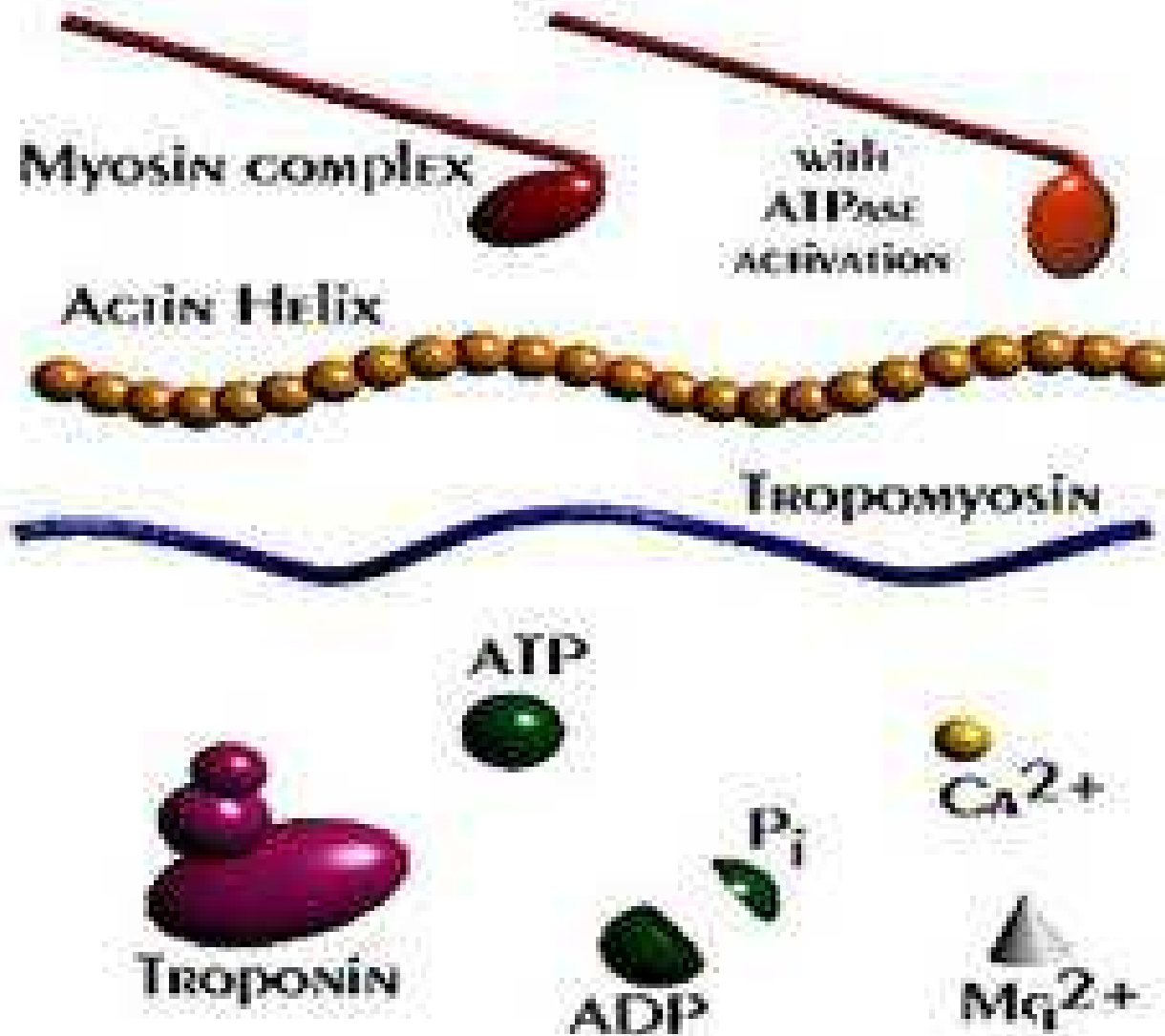
La contrazione muscolare è controllata dagli ioni Ca^{2+} , contenuti nei vacuoli del reticolo che circonda le miofibrille, e da due gruppi di molecole organiche: la tropomiosina; la troponina.

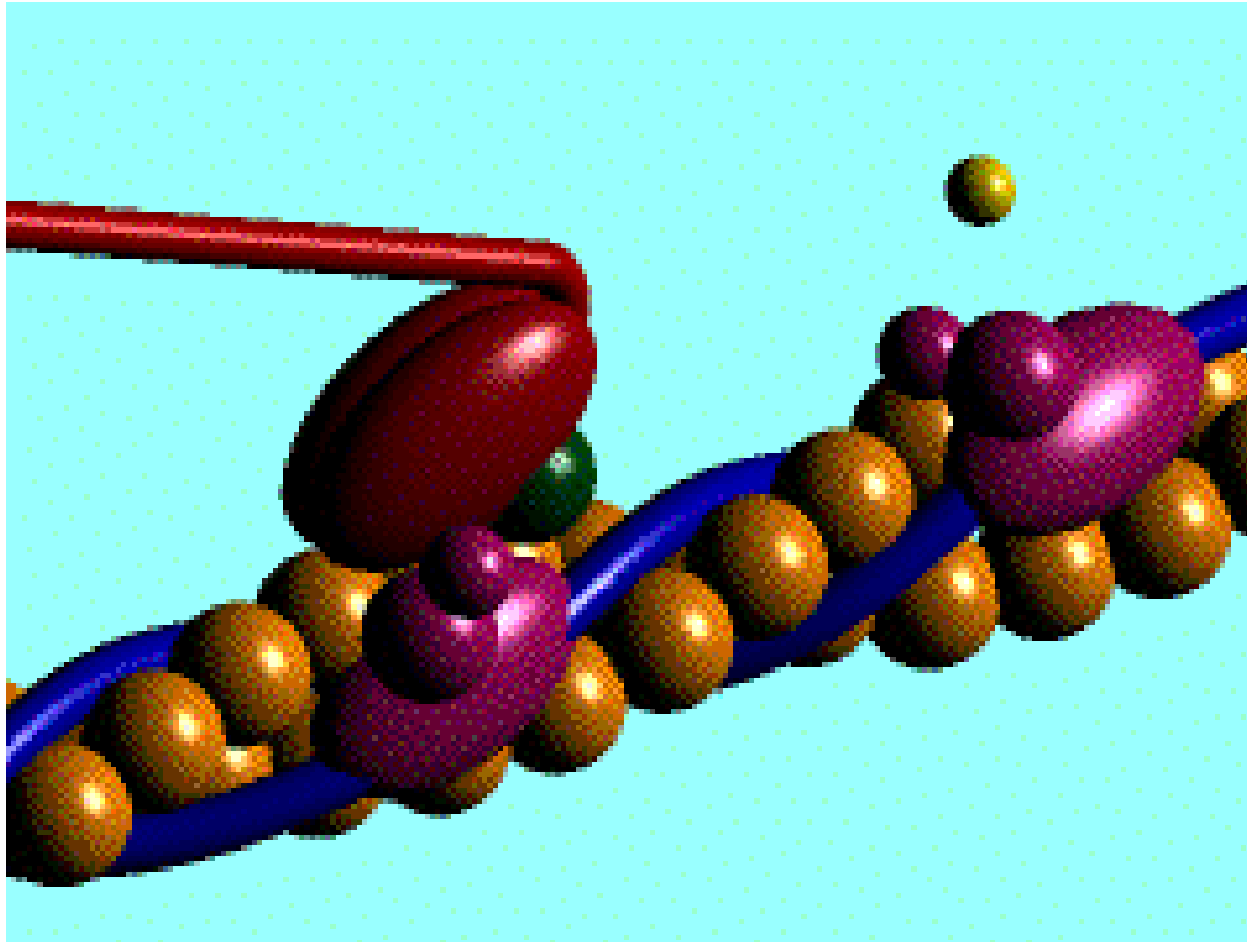
Queste molecole proteiche partecipano al meccanismo in qualità di proteine regolatrici.

Il Ca^{++} è rilasciato nel citoplasma quando il muscolo viene stimolato a contrarsi

La sede di deposito di ioni Ca , essenziali per il processo di contrazione, è il reticolo sarcoplasmatico: esso è costituito da una serie di tubuli e di cisterne che si dispongono attorno a ciascuna miofibrilla , in particolare a livello della stria H, cioè nella parte centrale della miofibrilla.

Da questa parte centrale dipartono dei tubuli longitudinali rispetto alle miofibrille , che si dilatano in sorta di cisterne: l'insieme di due cisterne e di un'introflessione dei tubuli T(introflessioni della membrana plasmatica della fibra muscolare) prende il nome di TRIADE

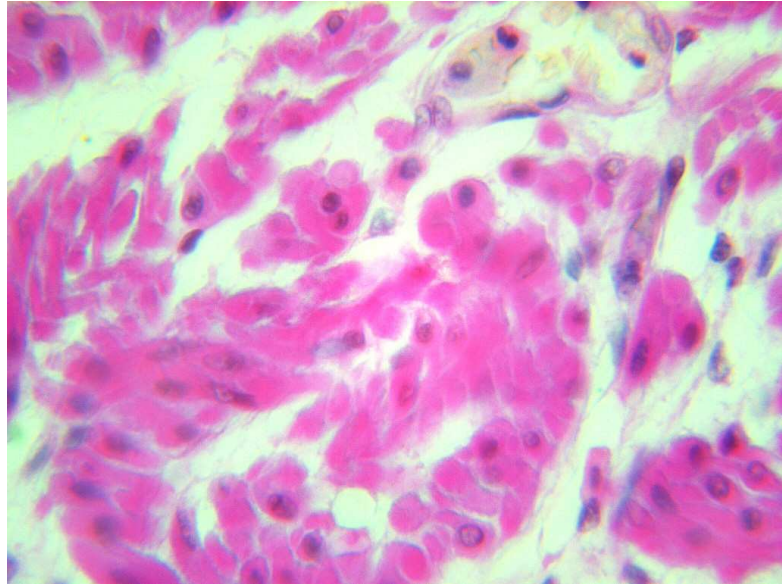




Il **muscolo liscio** si differenzia da quello striato per il modo in cui sviluppa tensione. La muscolatura liscia, diversamente da quella scheletrica, è formata da cellule uninucleate e non multinucleate (o sincizi)

La contrazione muscolare nella fibra striata sviluppa tensione molto più rapidamente di quanto avvenga nella fibra liscia, e si rilascia anche molto più rapidamente.

La muscolatura liscia, sebbene più lenta a rispondere, può sostenere la contrazione per lunghi periodi di tempo senza affaticarsi.



Il **tessuto muscolare liscio** è formato da fibre muscolari lisce cioè cellule allungate affusolate alle estremità. Ogni cellula contiene un unico nucleo centrale ed è lunga pochi decimi di millimetri. Si dice liscio perché le cellule mostrano una struttura quasi uniforme. La cellula è attraversata da sottili filamenti, le miofibrille, che sono la parte contrattile della cellula. I muscoli lisci sono involontari, cioè si contraggono senza essere sottoposti al controllo della volontà. Inoltre si contraggono e si rilasciano più lentamente rispetto a quelli striati

La **fibrocellula liscia** ha forma allungata, fusata. ,con la parte centrale, contenente il nucleo, più larga rispetto alle estremità che appaiono più ristrette.

Le fibrocellule si organizzano in fasci e si dispongono sfasate; Manca in questo tipo cellulare un vero e proprio reticolo sarcoplasmatico

Questo tipo di tessuto è presente, come accennato, nei vasi sanguigni, nello stomaco, nell'intestino, nella vescica, nell'utero ed in altri organi interni.

Fibrocellule muscolari enormi si trovano nell'utero nel corso di gravidanza, a causa dell'enorme distensione ed espansione dell'organo

Le fibre contrattili nel muscolo liscio non sono disposte in sarcomeri organizzati: actina e miosina sono disposti in lunghi fasci che si estendono in diagonale alla periferia cellulare, formando una struttura a rete intorno al nucleo centrale. Questa disposizione obliqua fa sì che le fibre muscolari lisce divengano tondeggianti durante la contrazione, invece di accorciarsi semplicemente.

Il muscolo liscio ha filamenti di actina e miosina più lunghi rispetto al muscolo scheletrico e ridotto reticolo sarcoplasmatico

