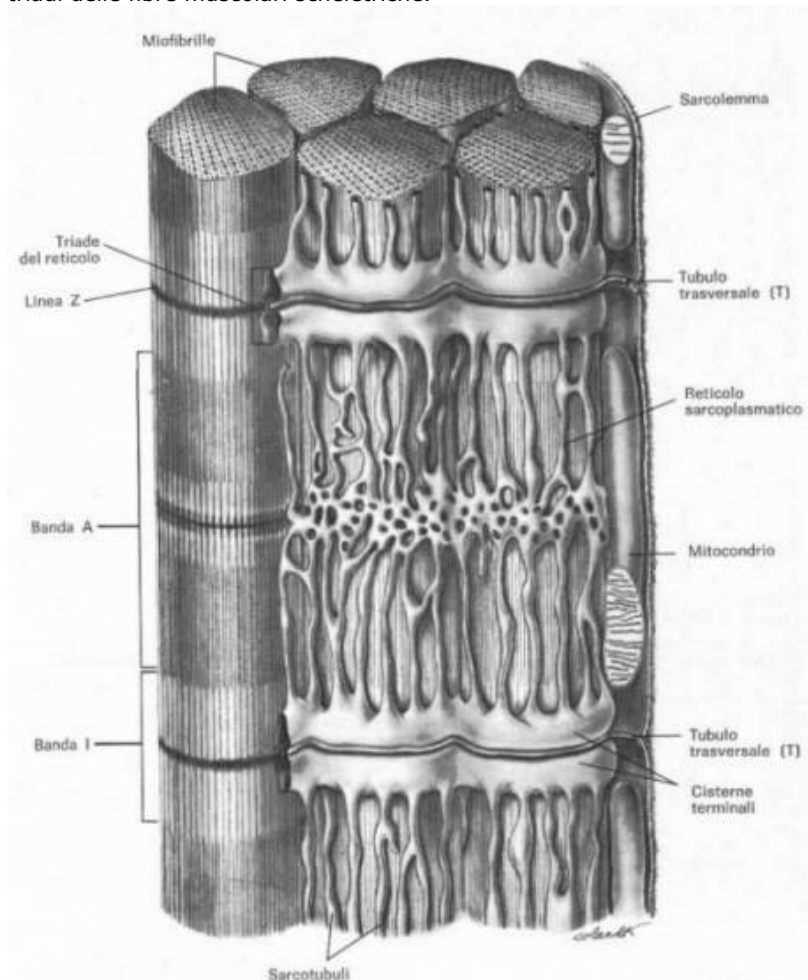


La fibra muscolare

sarcoplasma

Gli usuali organuli non differiscono sostanzialmente da quelli presenti in altri tipi cellulari. Il piccolo complesso del Golgi, che si trova in vicinanza di molti nuclei, non sembra particolarmente attivo. I mitocondri sono abbondanti ai poli dei nuclei ed al di sotto del sarcolemma, sono inoltre molto numerosi nei sottili interstizi compresi tra le miofibrille. In accordo con il fatto che la contrazione muscolare implica un elevato consumo di energia, i mitocondri presentano creste molto numerose e strettamente accostate. L'intimo rapporto tra i mitocondri e gli elementi contrattili fa in modo che la sorgente dell'energia chimica (ATP) venga a trovarsi vicina alle sedi in cui è utilizzata nelle miofibrille. Il reticolo sarcoplasmatico è un organulo importante, è costituito da un sistema continuo di canalicoli, limitati da una membrana, denominati sarcotubuli, che si estendono per tutto il sarcoplasma, formando una rete a maglie strette intorno a ciascuna miofibrilla. Quest'organulo corrisponde al reticolo endoplasmatico degli altri tipi cellulari, ma nel muscolo presenta una morfologia caratteristica, è infatti formato da complessi che si ripetono ordinatamente lungo le miofibrille. I tubuli che si trovano in corrispondenza della banda A hanno un orientamento prevalentemente longitudinale, ma si anastomizzano abbondantemente tra loro nella regione della banda H. Ad intervalli regolari lungo le miofibrille i sarcotubuli longitudinali confluiscono in canali orientati trasversalmente, di maggior calibro, denominati cisterne terminali. Queste sono riunite in coppie, costituite da 2 membri tra loro paralleli, che decorrono trasversalmente rispetto alle miofibrille in intimo rapporto con un elemento intermedio più sottile, denominato tubulo T o trasversale; le 3 formazioni associate, disposte perpendicolarmente alle miofibrille, rappresentano le cosiddette triadi delle fibre muscolari scheletriche.

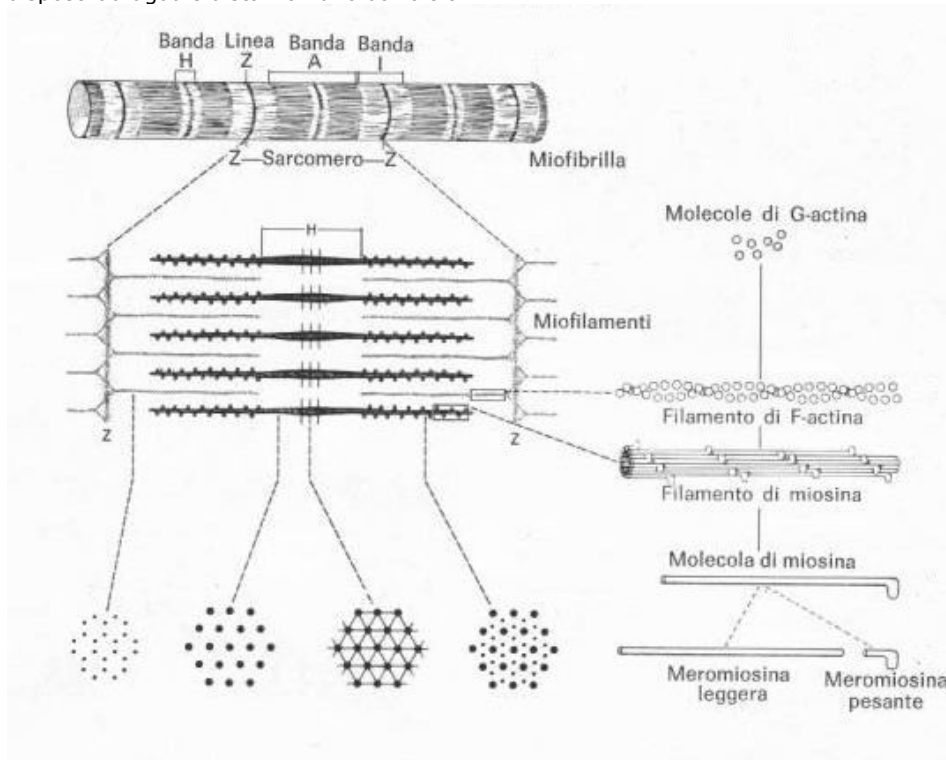


Raffigurazione schematica della disposizione del reticolo sarcoplasmatico attorno alle miofibrille delle fibre muscolari scheletriche. I sarcotubuli a decorso longitudinale si continuano con elementi disposti trasversalmente (cisterne terminali); un sottile tubulo a decorso trasversale (tubulo T), che si inserisce nel sarcoplasma a partire dal sarcolemma, è fiancheggiato da 2 cisterne terminali e con queste forma le triadi. La localizzazione delle triadi varia da specie a specie. Nel muscolo illustrato (rana) le triadi si trovano a livello della linea Z. Nei mammiferi se ne annoverano 2 per ciascun sarcomero, localizzate alla giunzione tra la banda A e la I.

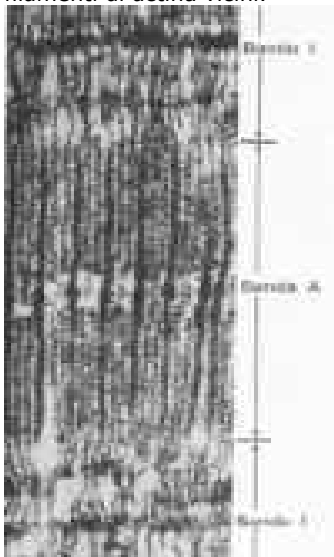
Ultrastruttura delle miofibrille

Le miofibrille sono le più piccole unità contrattili e sono costituite da subunità più piccole dette miofilamenti. Questi appartengono a 2 tipi, differenti per dimensioni e composizione chimica; la striatura trasversale della fibra muscolare riflette le particolari modalità con cui sono disposti nella miofibrilla i 2 sistemi di filamenti submicroscopici. I filamenti più spessi sono costituiti da miosina, hanno un diametro di 100 \AA e lunghezza di $1,5 \mu$, sono paralleli tra loro e distano 450 \AA l'uno dall'altro. Un fascio di filamenti di miosina tra loro paralleli rappresenta il principale costituente della banda A e ne determina la lunghezza. I filamenti appaiono più spessi nella loro parte media e si assottigliano alle estremità. Sono mantenuti in registro da sottili connessioni trasversali, che, giacendo tutte in uno stesso piano, posto nel mezzo della banda A, costituiscono, nel loro insieme, la linea M. Nelle sezioni condotte perpendicolarmente alle miofibrille a livello della banda H, i filamenti spessi appaiono disposti secondo un regolare ordinamento esagonale. I filamenti più

sottili sono costituiti da actina, hanno un diametro di 50 \AA e si estendono per circa 1μ da ciascuna parte della linea Z, compongono pertanto la banda I, ma non sono limitati a questa poichè penetrano per un certo tratto nelle adiacenti bande A, occupando gli interstizi compresi tra i filamenti spessi. Pertanto nelle sezioni trasversali che interessano le estremità della banda A ogni filamento di miosina appare circondato dalle sezioni puntiformi di 6 filamenti di actina disposti ad uguale distanza l'uno dall'altro.



I filamenti di actina si spingono più o meno profondamente all'interno della banda a a seconda del grado di contrazione della miofibrilla. Quando questa è rilasciata, i filamenti sottili che penetrano nella banda A provenienti dalle opposte linee Z, non si toccano; la distanza compresa tra le loro estremità libere determina l'ampiezza della banda H, che può essere quindi definita come la parte centrale della banda A che non è raggiunta dai filamenti di actina. Ne segue che la banda H diviene più ampia quando le miofibrille vengono stirate e si fa invece molto sottile o scompare del tutto per effetto della contrazione. I filamenti spessi e quelli sottili, alle 2 estremità della banda A e cioè nelle regioni in cui sono mutuamente paralleli ed interdigitati, distano tra loro $100-200 \text{ \AA}$; questo stretto intervallo è attraversato da ponti trasversali, che si succedono a regolare distanza, estendendosi radialmente da ciascun filamento di miosina verso i filamenti di actina vicini.



Micrografia elettronica di sezione longitudinale di muscolo psoas di coniglio. Si nota la disposizione dei filamenti spessi e di quelli sottili. È compreso un intero sarcomero. Nella banda I, posta a ciascuna delle estremità della figura, si trovano solo filamenti sottili. Nella banda A i filamenti sottili della banda I sono interdigitati con i filamenti spessi. Ogni filamento di actina, avvicinandosi alla linea Z, si divide in 4 subunità più sottili, fra loro divergenti, denominate filamenti Z; ciascuno di questi decorre obliquamente attraverso la linea Z fino a raggiungere uno dei filamenti di actina del sarcomero contiguo. I filamenti di actina che appartengono a 2 diversi sarcomeri si inseriscono sulla linea Z sfasati gli uni rispetto agli altri, ne segue che i filamenti Z, visti in sezione longitudinale, hanno un caratteristico decorso a zig-zag. Si ritiene che i filamenti Z contengano tropomiosina, una delle proteine estraibili dal muscolo.