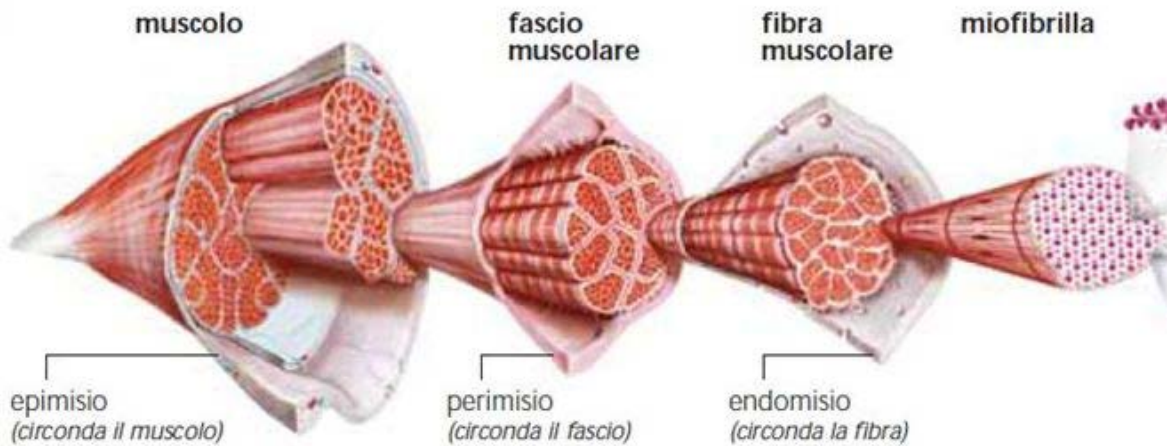
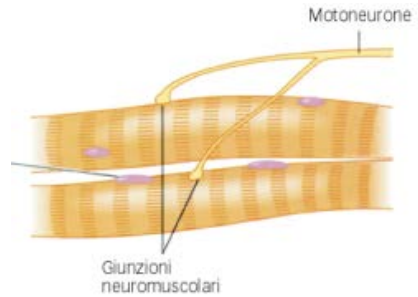
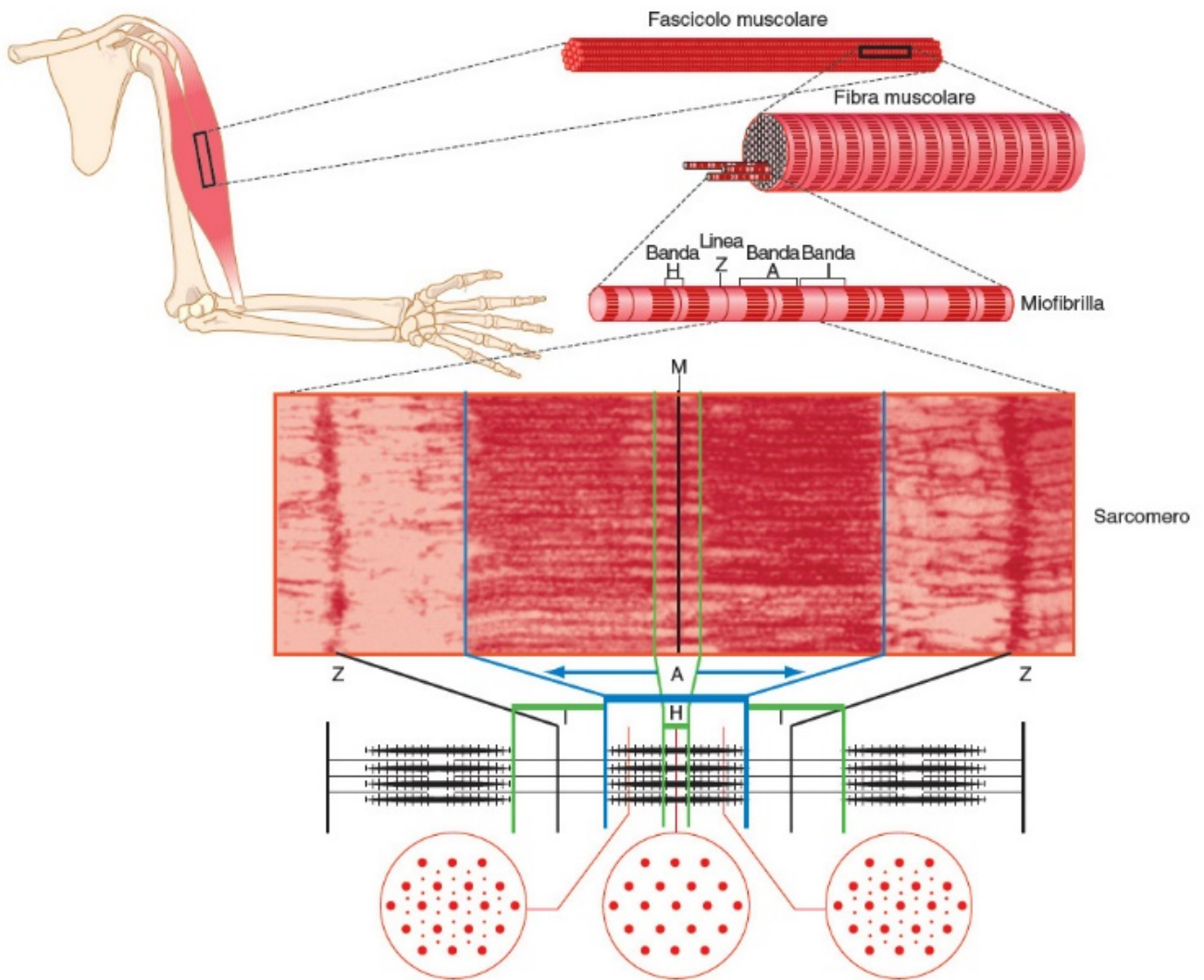


# Capitolo 4.1 MUSCOLO SCHELETRICO

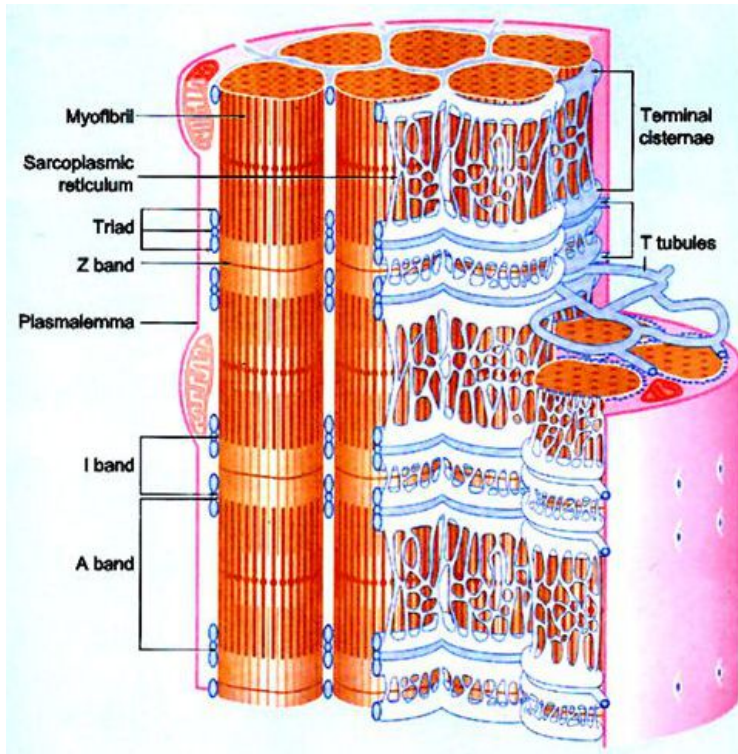
- grandi cellule polinucleate
- striatura trasversale
- contrazione volontaria  
(innervato dal motoneurone  $\alpha$ )





**Figura 18.1** Muscolo scheletrico, organizzazione macroscopica (fascicoli muscolari, fibre muscolari e miofibrille) e organizzazione microscopica (sarcomeri e miofilamenti). In basso è rappresentata la disposizione dei miofilamenti sottili e spessi in sezione trasversa presenti nella banda A (zona di sovrapposizione dei filamenti sottili e spessi) e nella banda H (zona con solo i filamenti spessi).

# La fibra muscolare scheletrica

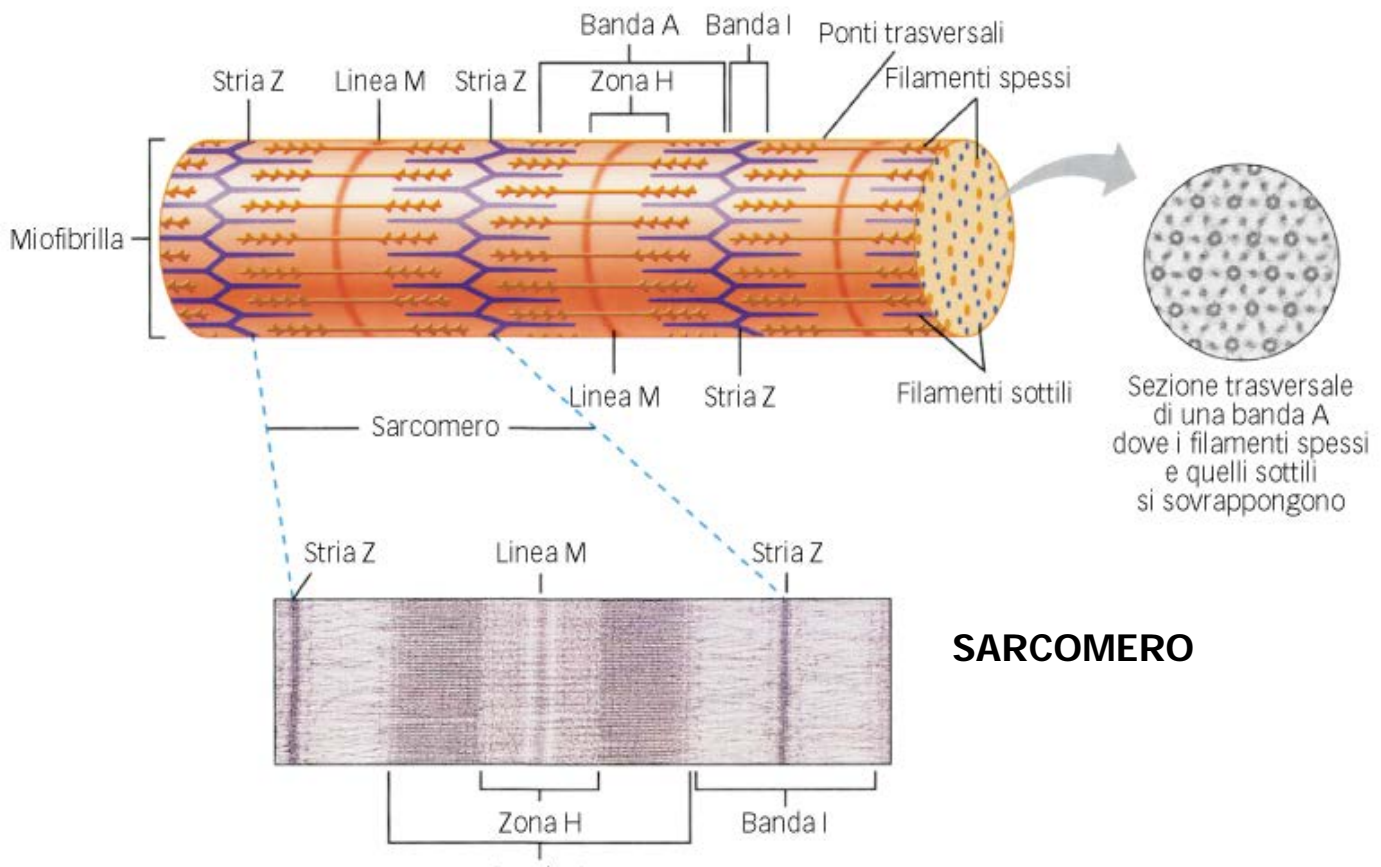


**reticolo sarcoplasmatico** (5% del volume cellulare) è un deposito di  $\text{Ca}^{2+}$

**miofibrille**: costituiscono l'apparato contrattile; disposte lungo la fibra e costituite da filamenti spessi e sottili. Sono circa  $100 \div 10000$  per fibra; ciascuna miofibrilla contiene 1500 **filamenti spessi** e 3000 **filamenti sottili**.

Rete di **tubuli trasversali**, invaginazioni della membrana nell'interno della fibra muscolare.

# La miofibrilla



- le ***miofibrille*** sono disposte lungo l'asse maggiore della cellula, hanno un diametro di circa  $1\text{ }\mu\text{m}$ , contengono l'apparato contrattile, costituiscono quasi interamente il citoplasma della cellula scheletrica.
- la struttura a bande è dovuta alla presenza di due tipi di ***filamenti*** (***sottili e spessi***) nelle miofibrille, disposti in modo altamente organizzato: i filamenti sottili sono disposti ad esagono intorno a quelli spessi. Rapporto sottili/spessi =  $2/1$
- la banda chiara (***I***) è divisa in due dalla ***stria Z*** e contiene filamenti sottili. La banda scura (***A***) contiene filamenti spessi e sottili. La banda ***H*** contiene solo filamenti spessi ed è divisa dalla ***linea M***.



# Il sarcomero

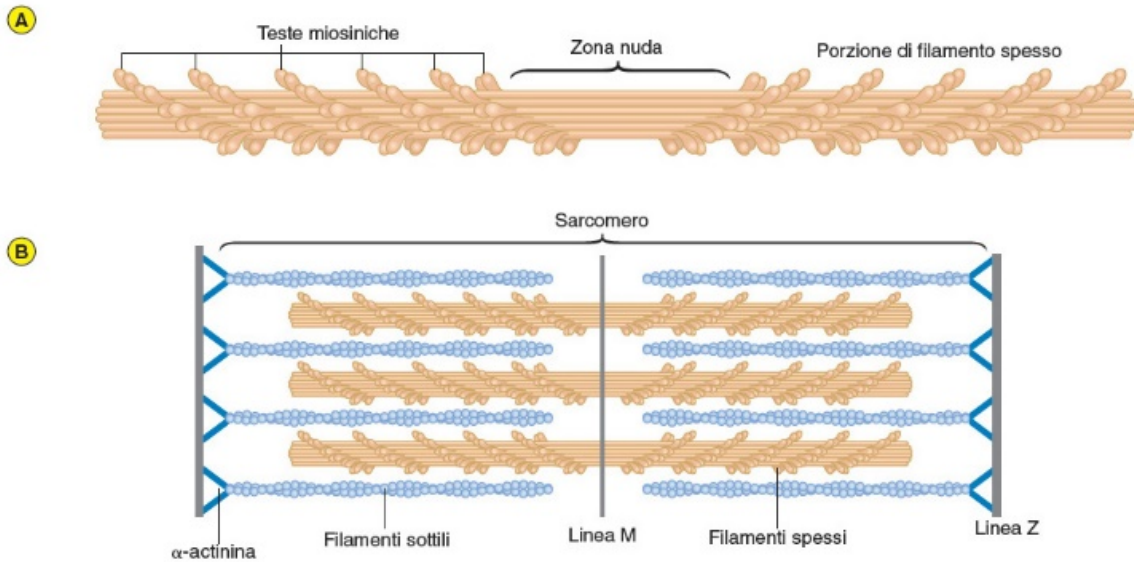


Figura 18.3 (A) Assemblaggio di un filamento spesso. (B) Disposizione dei filamenti in un sarcomero.

- l'unità che si ripete lungo la miofibrilla si chiama **sarcomero**, delimitato da due **strie Z**
- nel centro del sarcomero sono localizzati i filamenti spessi
- i filamenti sottili sono ancorati alle strie Z
- la ***α-actinina*** è un componente della stria Z

# I filamenti contrattili

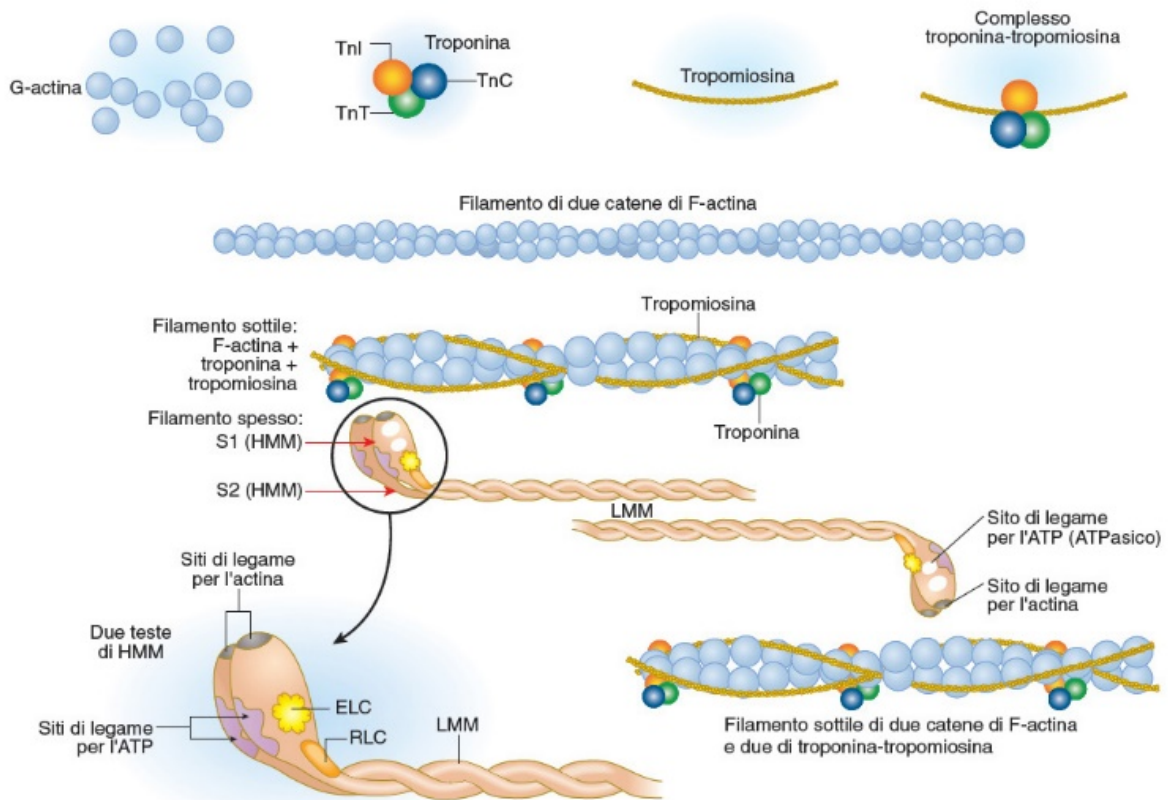
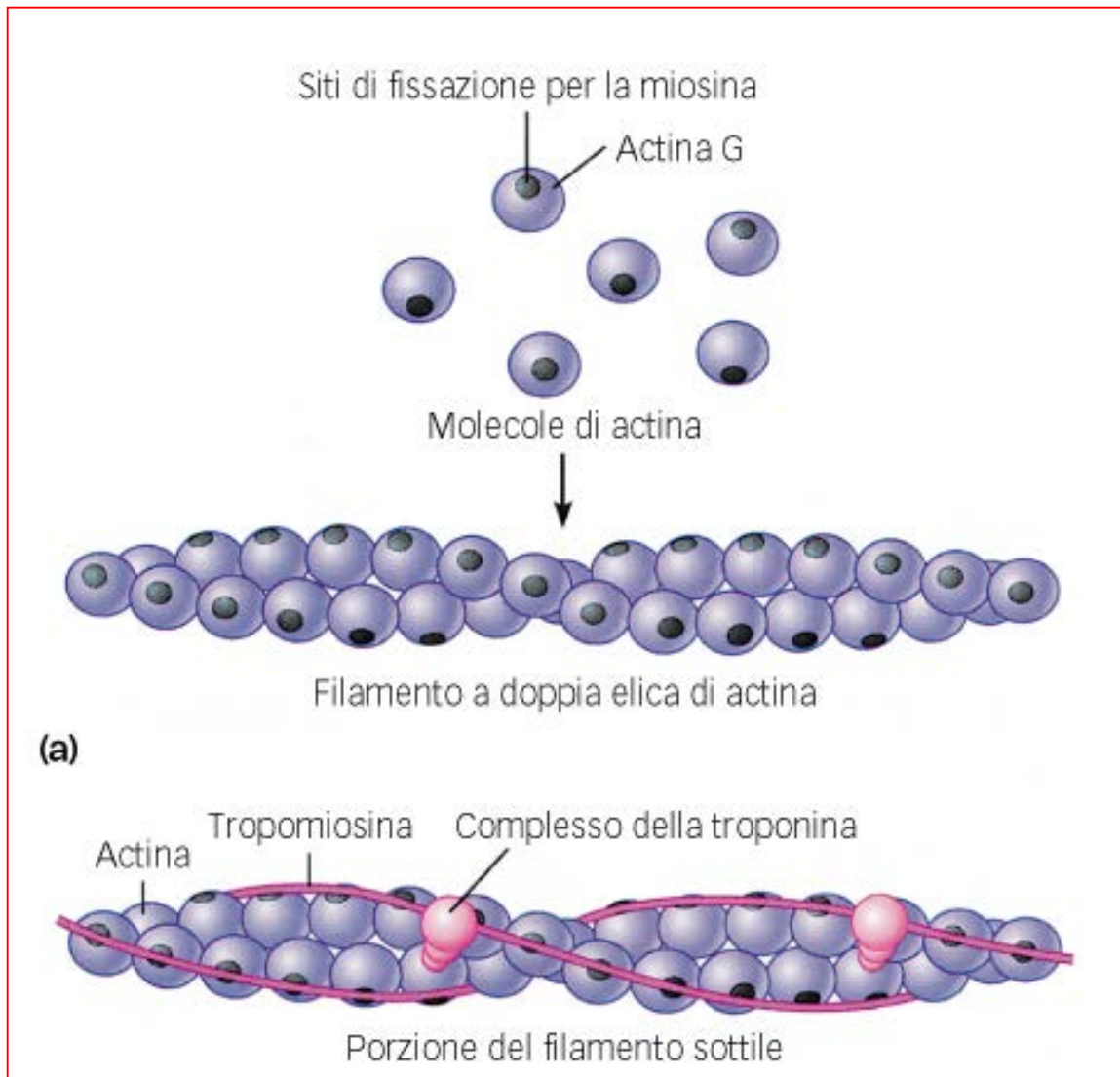


Figura 18.2 Proteine dei filamenti sottili e dei filamenti spessi.

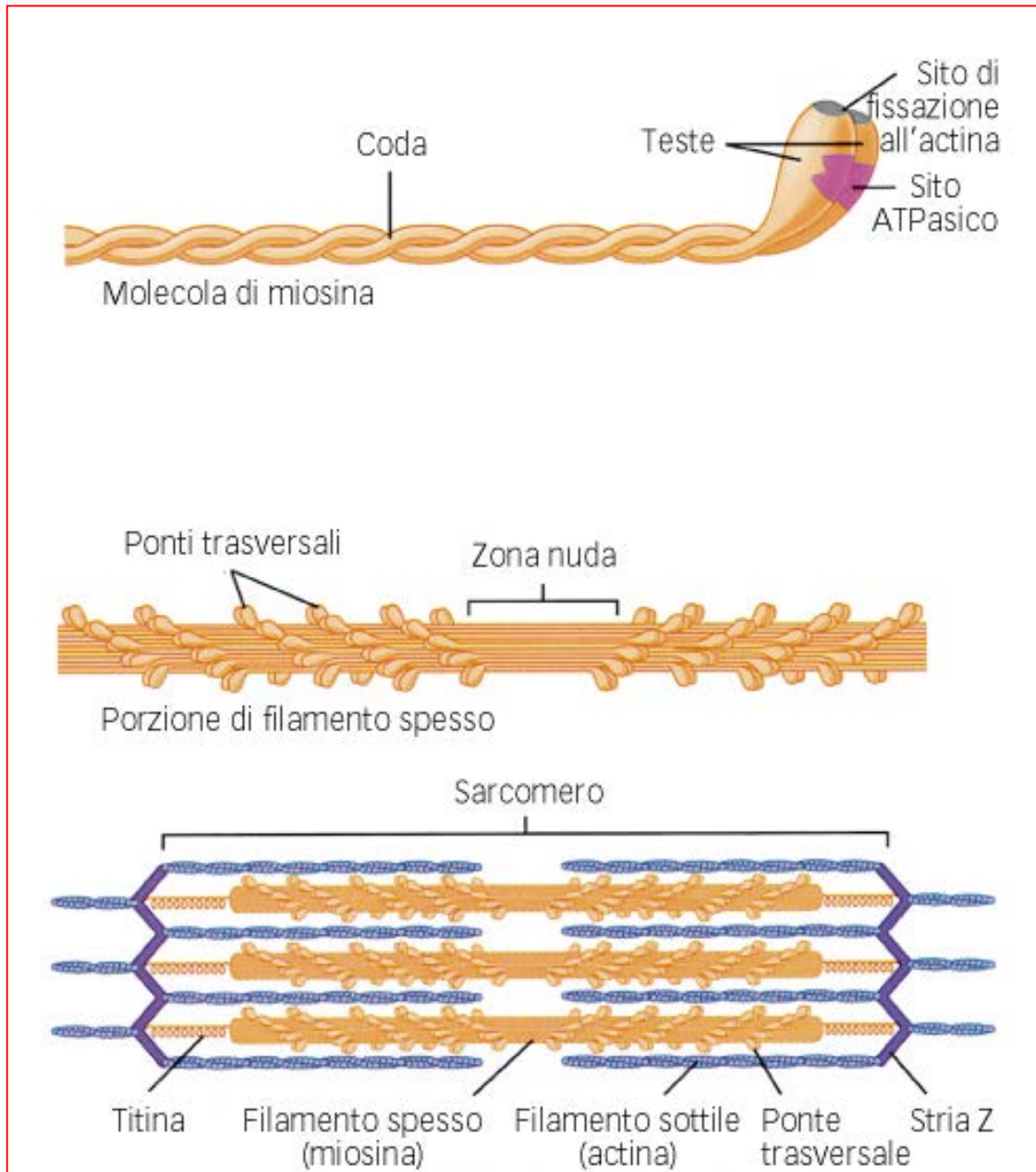
**LMM:** catene di meromiosina leggera  
**HMM:** catene di meromiosina pesante

# I filamenti sottili



- il filamento sottile è costituito da proteine contrattili (*actina*) e proteine regolatrici (*troponina* e *tropomiosina*)
- *actina*: (43 KD) le molecole di G-actina sono disposte lungo 2 filamenti avvolti a doppia elica (*F-actina*) e possiedono siti attivi per il legame della miosina
- *tropomiosina*: (70 KD) proteina filamentosa formata da due  $\alpha$ -eliche disposte nel solco di due eliche di F-actina
- *troponina*: (80 KD) composta da 3 subunità: *TnI* (inibisce il legame actina-miosina), *TnT* (è legata alla tropomiosina), *TnC* (possiede 4 siti di legame ad alta affinità per il  $Ca^{2+}$ )

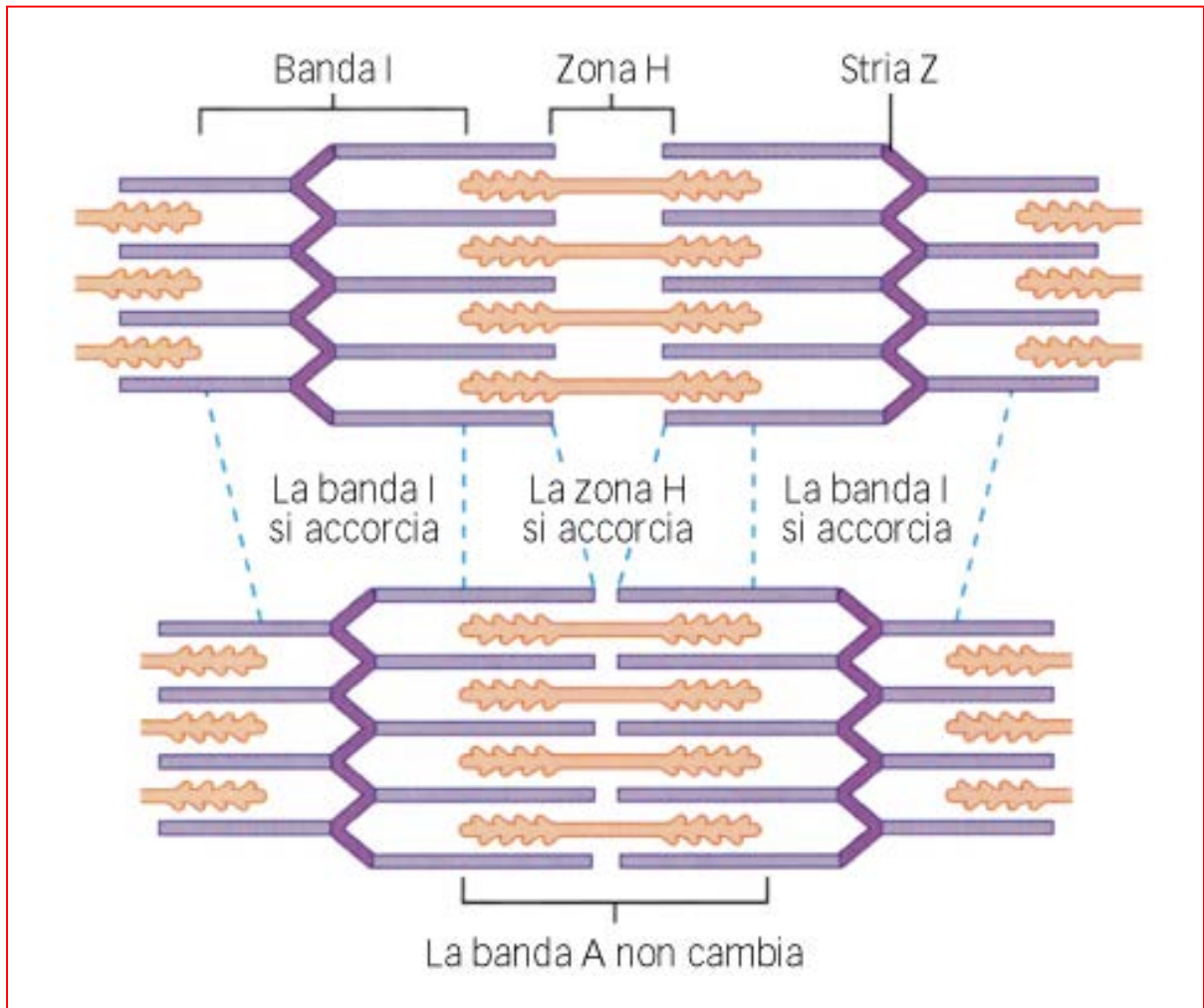
# I filamenti spessi



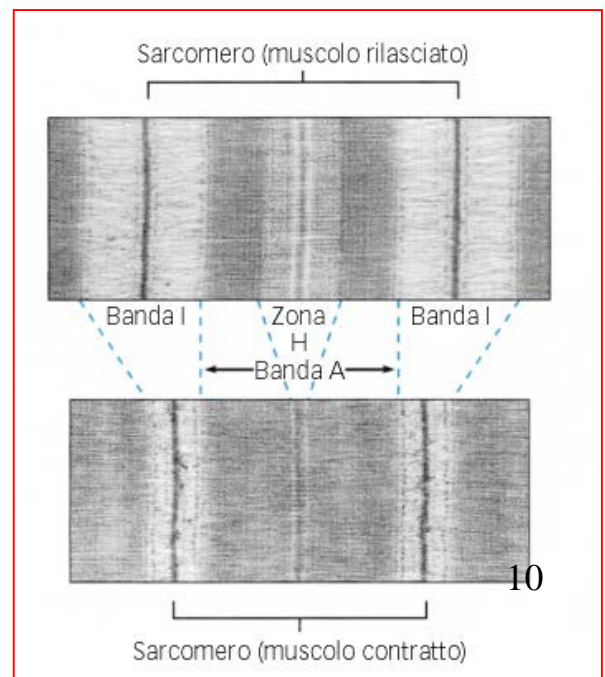
- il filamento spesso contiene ~ 200 molecole di ***miosina***
- la miosina è un dimero formato da 2 subunità, ciascuna formata da una coda da una testa



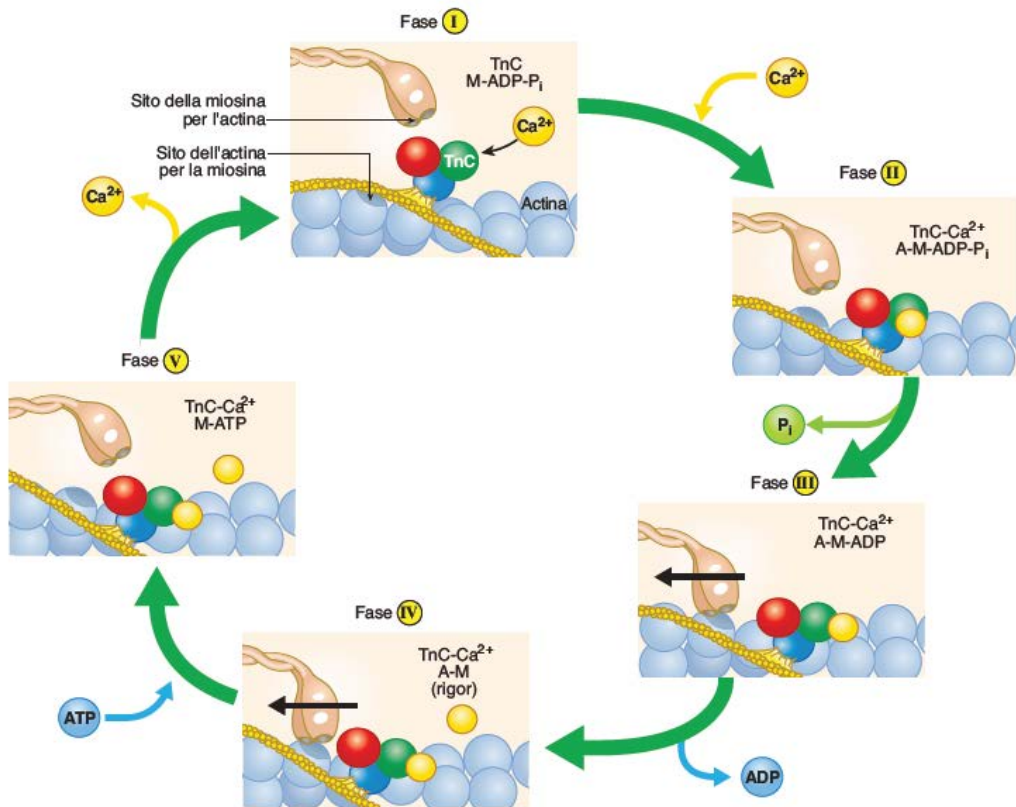
# Slittamento dei filamenti durante la contrazione



- durante la contrazione il sarcomero si **accorcia**
- la banda A rimane immutata mentre le bande I ed H si accorciano
- i filamenti **sottili** e **spessi** non modificano la loro lunghezza ma **scorrono** gli uni sugli altri



# Il ciclo dei ponti trasversali

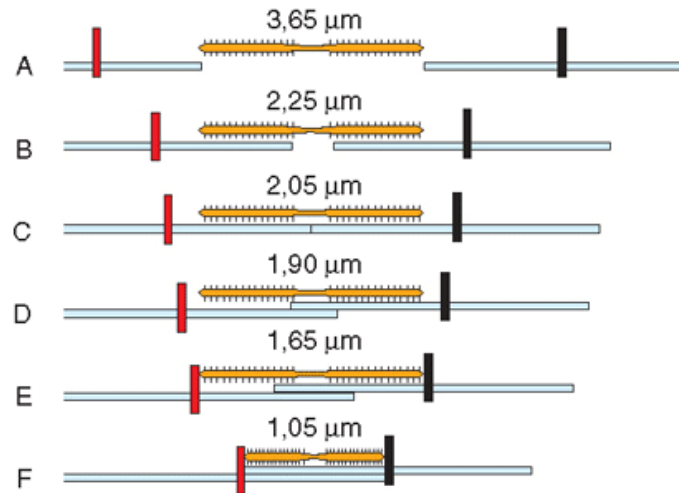
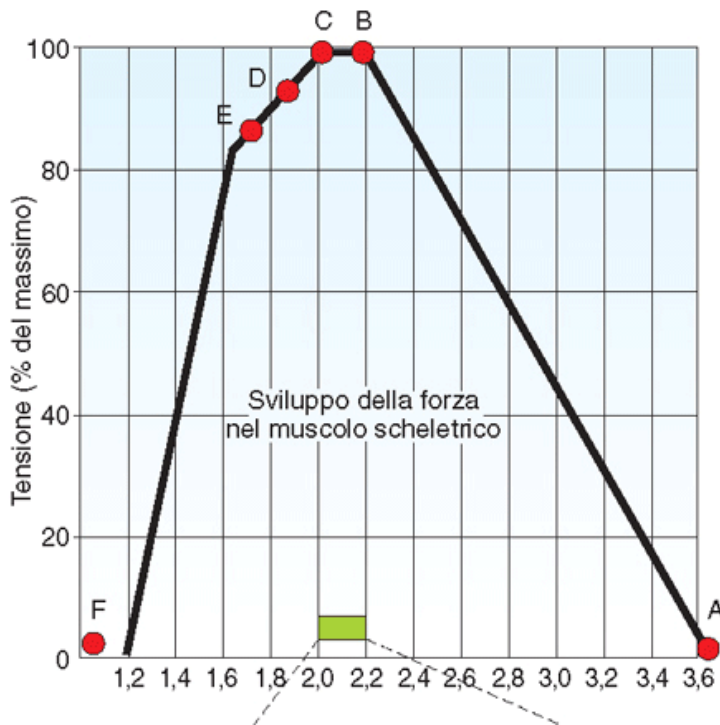


**Tabella 18.1** Ciclo dei ponti trasversali.

| Evento   | Proteine  | Azione   |
|----------|---|--|
| Fase I   | Troponine (TnI, TnC, TnT) e tropomiosina Miosina S2 | La tropomiosina occupa i siti recettivi dell'actina per la miosina.<br>La miosina è nella forma M-ADP-P <sub>i</sub>   |
| Fase II  | Troponine (TnI, TnC, TnT) e tropomiosina Miosina S2 | 1) Gli ioni Ca <sup>2+</sup> si legano alla TnC, 2) diminuisce l'inibizione della TnI, 3) la TnT sposta la tropomiosina, 4) il sito dell'actina per la miosina diventa disponibile, 5) si forma il complesso actomiosinico: A-M-ADP-P <sub>i</sub> |
| Fase III | Complesso actomiosinico Miosina (S1-S2)             | Il complesso A-M-ADP-P <sub>i</sub> libera P <sub>i</sub> e diventa A-M-ADP. S1 e S2 si flettono e generano il colpo di forza  |
| Fase IV  | Complesso actomiosinico                             | Il complesso A-M-ADP perde ADP e diventa A-M. Continua la generazione di forza   |
| Fase V   | Complesso actomiosinico                             | 1) La miosina lega l'ATP; 2) la miosina si stacca dall'actina e ritorna nella condizione di riposo; 3) l'attività ATPasica della miosina riforma il complesso M-ADP-P <sub>i</sub>   |

- **Relazione tensione-lunghezza per dimostrare la teoria dello scorrimento del sarcomero**

Durante una **contrazione isometrica**, la tensione sviluppata dal muscolo dipende dalla lunghezza iniziale del muscolo prima della contrazione



per diversi gradi di allungamento del muscolo varia la tensione sviluppata:

- alla lunghezza ottimale,  $L_o$ , il muscolo sviluppa la **massima tensione**
- per valori minori o maggiori di  $L_o$ , la tensione è minore
- la relazione lunghezza-tensione è una prova del meccanismo di scorrimento dei filamenti durante la contrazione