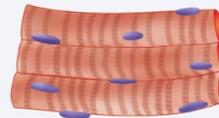
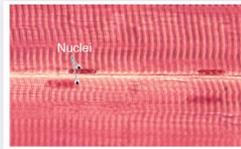


## Lezione 18

### Il Tessuto muscolare

#### TESSUTO MUSCOLARE SCHELETRICO

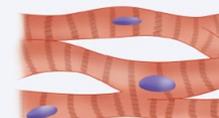
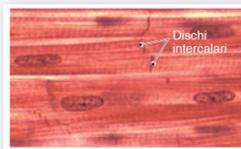
- è costituito da fibre striate, tubulari e multinucleate
- di solito è inserito sulle ossa, tramite i tendini
- è volontario



Cellule muscolari striate scheletriche (fibre muscolari)

#### TESSUTO MUSCOLARE CARDIACO

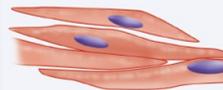
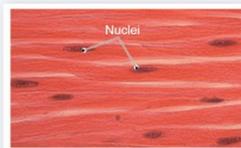
- è costituito da cellule striate, tubulari, ramificate che possiedono uno o, a volte, due nuclei
- è presente nelle pareti del cuore
- è involontario



Cellule muscolari striate cardiache

#### TESSUTO MUSCOLARE LISCIO

- è costituito da cellule lunghe, sottili e affusolate
- le cellule non sono striate e possiedono un solo nucleo
- è distribuito nelle pareti dei vasi sanguigni e degli organi interni
- è involontario



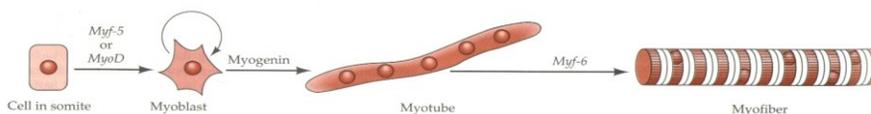
Cellule muscolari lisce

**Figura 19.1** ▲ Istologia dei diversi tipi di tessuto muscolare. Le microfotografie nella colonna centrale si riferiscono a sezioni longitudinali di muscolo scheletrico, cardiaco e liscio osservate al microscopio ottico.

**TABELLA 19.1** ► Confronto delle principali caratteristiche dei tre tipi di tessuto muscolare

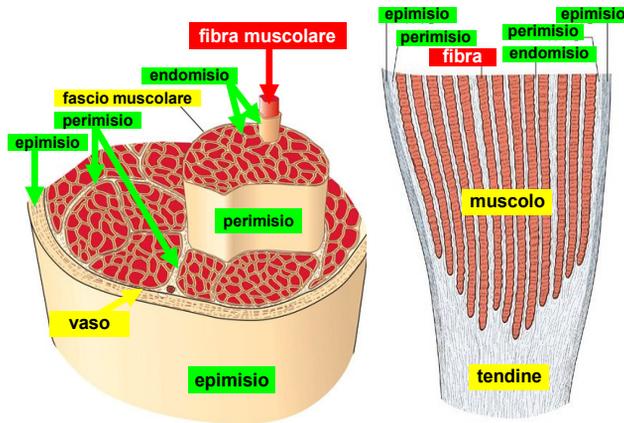
| <i>Tessuto muscolare striato scheletrico</i>   | <i>Tessuto muscolare striato cardiaco</i>  | <i>Tessuto muscolare liscio</i>   |
|--|--|---|
| È un muscolo volontario sotto il controllo di motoneuroni somatici   | È un muscolo involontario sotto il controllo del centro cardiaco del midollo allungato (porzione del sistema nervoso centrale, SNC, che collega l'encefalo con il midollo spinale)                                     | È un muscolo involontario sotto il controllo del centro vasomotore del midollo allungato e di altri centri regolatori del SNC   |
| Forma i muscoli scheletrici, i muscoli mimici, i muscoli oculomotori estrinseci, la lingua, il diaframma, la porzione terminale del retto; è presente anche nel terzo superiore dell'esofago, nella laringe, nella faringe | Forma il tessuto muscolare del cuore o miocardio   | Forma principalmente la tonaca muscolare degli organi cavi vascolari e viscerali; forma anche la muscolatura dell'iride e i muscoli erettori dei peli; è presente anche nella parete dei dotti escretori delle ghiandole esocrine di calibro maggiore |
| Per contrarsi deve essere stimolato da un motoneurone  | Non richiede la stimolazione da parte di un motoneurone, poiché è in grado di contrarsi spontaneamente   | Si contrae a seguito della stimolazione da parte del sistema nervoso autonomo (SNA) simpatico o a seguito di stimoli ormonali e meccanici   |
| La contrazione è indotta dal rilascio di acetilcolina  | La contrazione è regolata dal rilascio di adrenalina e noradrenalina   | La contrazione è indotta dal rilascio di neurotrasmettitori (adrenalina e noradrenalina), mediatori locali (per es., prostaglandine), ormoni (per es., ossitocina) o stimolo meccanico  |
| La contrazione avviene a seguito del legame del $Ca^{2+}$ alla troponina. Il $Ca^{2+}$ è accumulato nel reticolo sarcoplasmatico   | La contrazione avviene a seguito del legame del $Ca^{2+}$ alla troponina. Il $Ca^{2+}$ è accumulato nel reticolo sarcoplasmatico   | La contrazione avviene a seguito del legame del $Ca^{2+}$ alla calmodulina  |
| Le fibre muscolari presentano una caratteristica striatura trasversale   | Le cellule muscolari (cardioci) presentano una caratteristica striatura trasversale. Sono presenti numerosi dischi intercalari che consentono la trasmissione dell'impulso da una cellula muscolare cardiaca all'altra | Non è presente la tipica striatura trasversale; tra le cellule della muscolatura liscia viscerale sono presenti giunzioni comunicanti   |
| La contrazione è veloce  | La velocità della contrazione è inferiore a quella del tessuto muscolare striato scheletrico   | La contrazione è lenta e prolungata nel tempo   |

## Sviluppo delle cellule del tessuto muscolare scheletrico



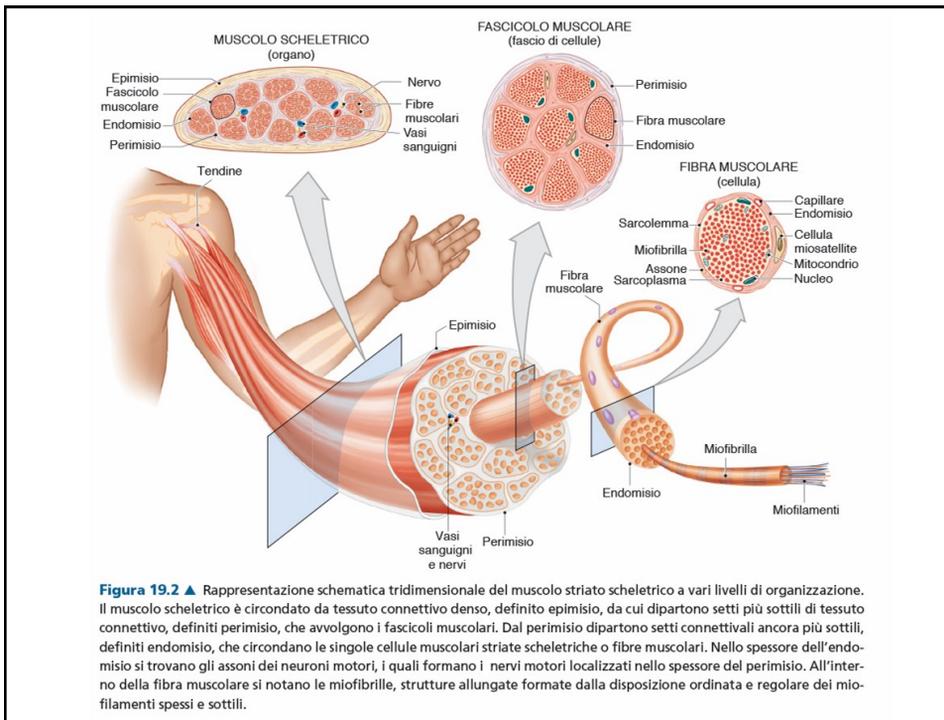
I mioblasti (cellule unucleate) proliferano e si fondono a formare i miotubi che differenziandosi danno origine alle miofibre o fibre muscolari

## ORGANIZZAZIONE GENERALE

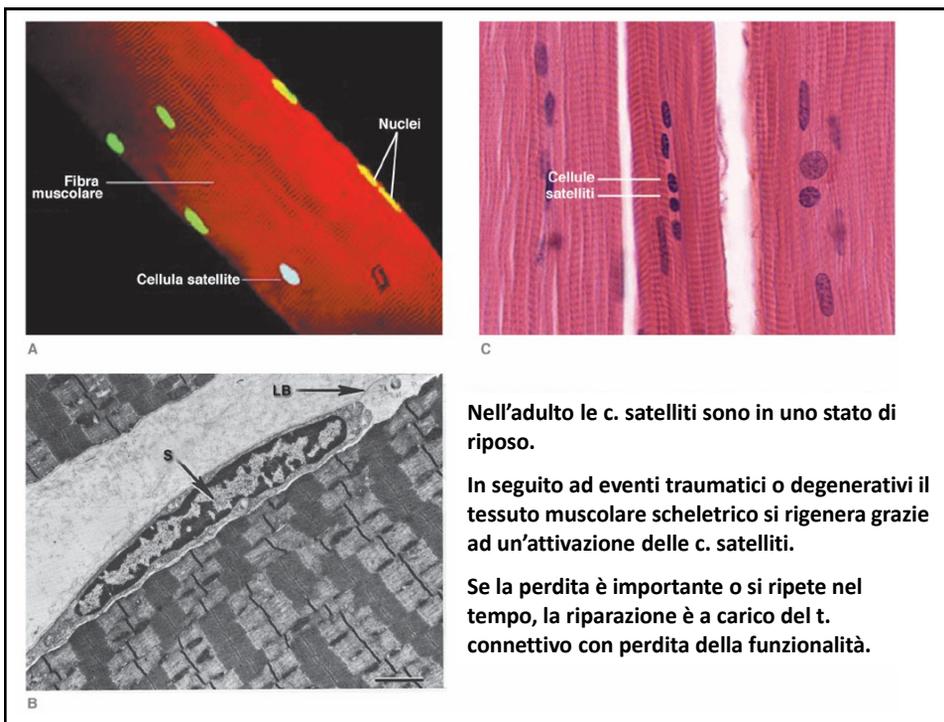
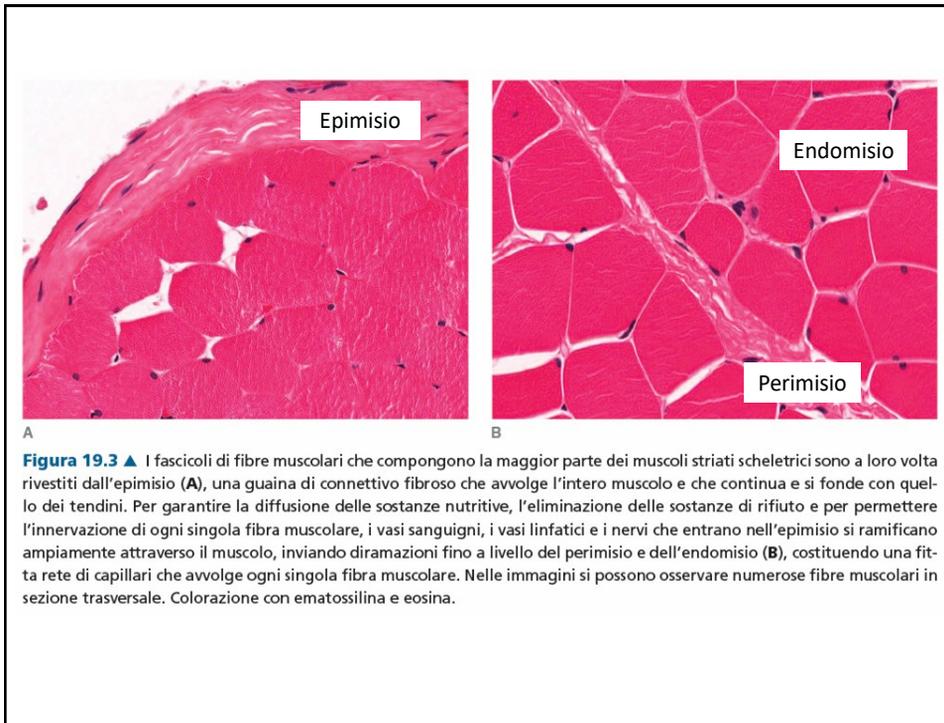


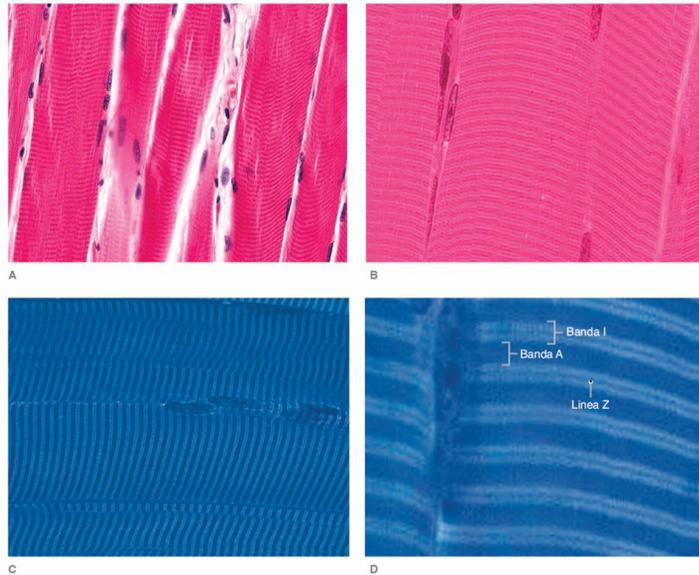
- nei muscoli le fibre si dispongono parallele le une alle altre
- ogni fibra muscolare è circondata da connettivo reticolare (l'ENDOMYSIO) che costituisce la membrana basale delle fibre muscolari.
- le fibre muscolari costituiscono i fasci muscolari, avvolti da connettivo (PERIMYSIO)
- più fasci muscolari costituiscono il muscolo che è avvolto da una guaina connettivale (EPIMYSIO)

**Il connettivo dei muscoli (ricco in fibre reticolari e fibre elastiche) si continua con il connettivo denso a fasci paralleli che costituisce i tendini**

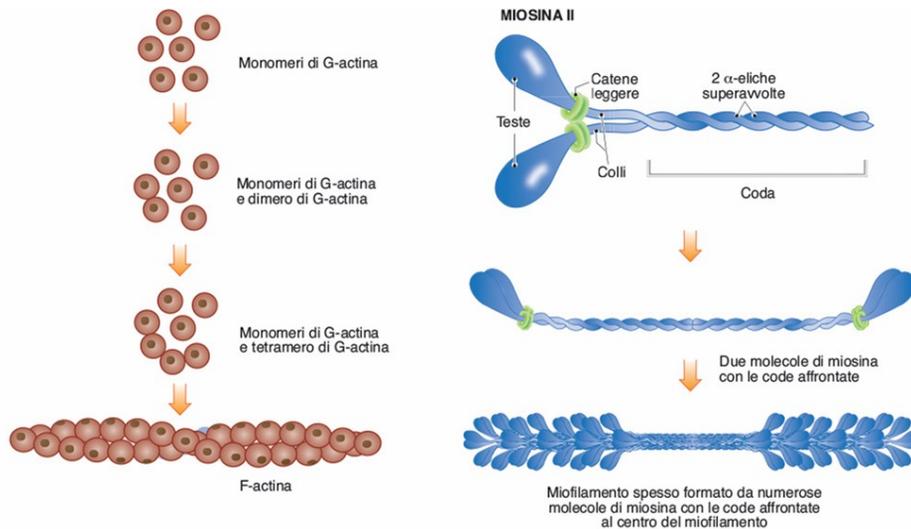


**Figura 19.2** ▲ Rappresentazione schematica tridimensionale del muscolo striato scheletrico a vari livelli di organizzazione. Il muscolo scheletrico è circondato da tessuto connettivo denso, definito epimysio, da cui dipartono setti più sottili di tessuto connettivo, definiti perimysio, che avvolgono i fascicoli muscolari. Dal perimysio dipartono setti connettivali ancora più sottili, definiti endomysio, che circondano le singole cellule muscolari striate scheletriche o fibre muscolari. Nello spessore dell'endomysio si trovano gli assoni dei neuroni motori, i quali formano i nervi motori localizzati nello spessore del perimysio. All'interno della fibra muscolare si notano le miofibrille, strutture allungate formate dalla disposizione ordinata e regolare dei miofilamenti spessi e sottili.

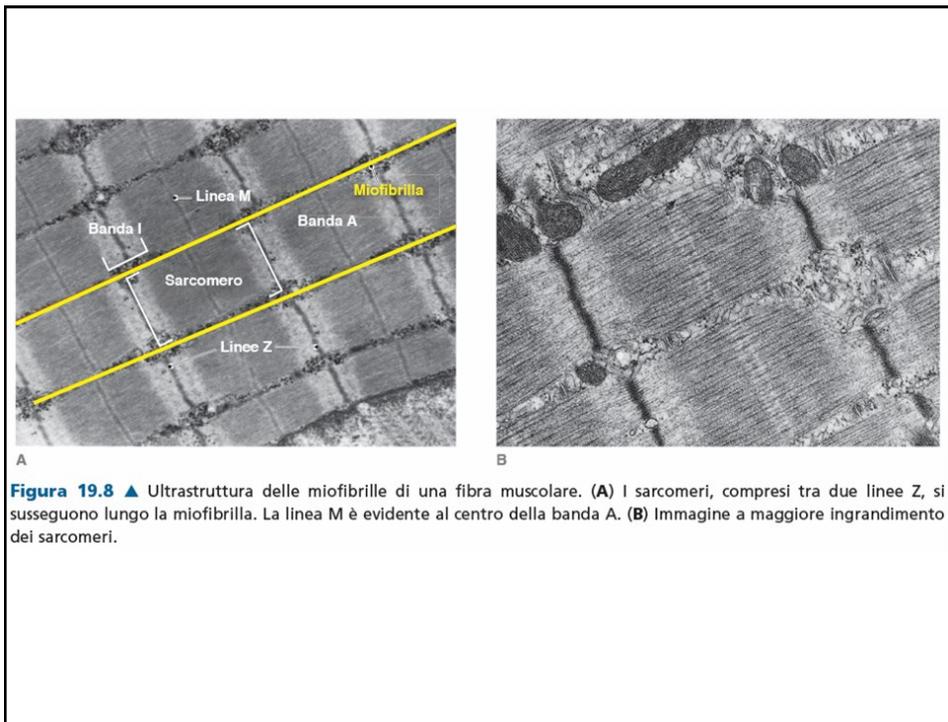
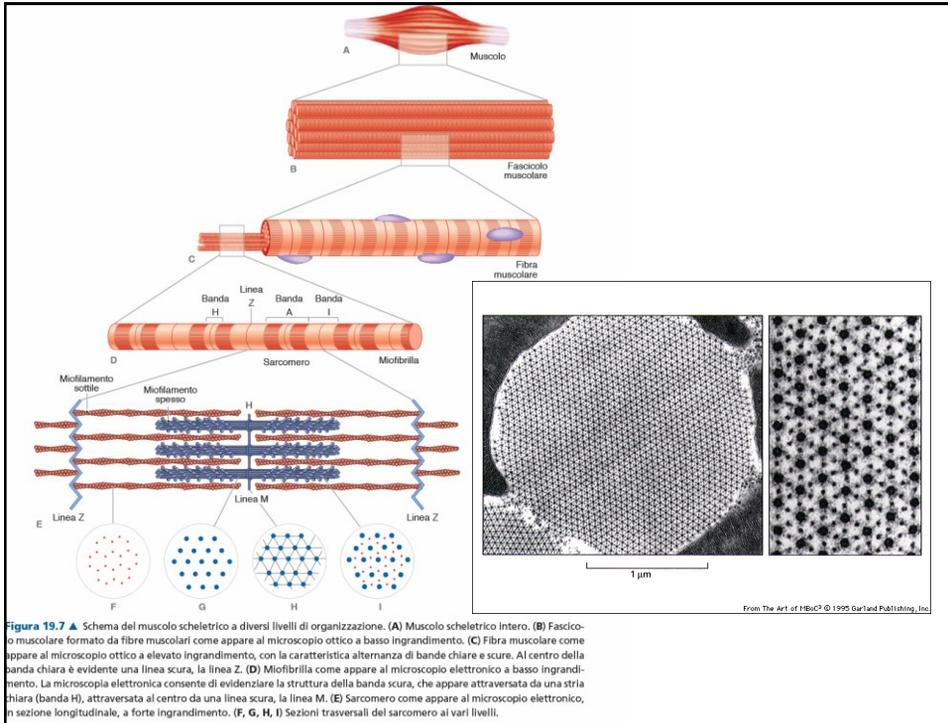


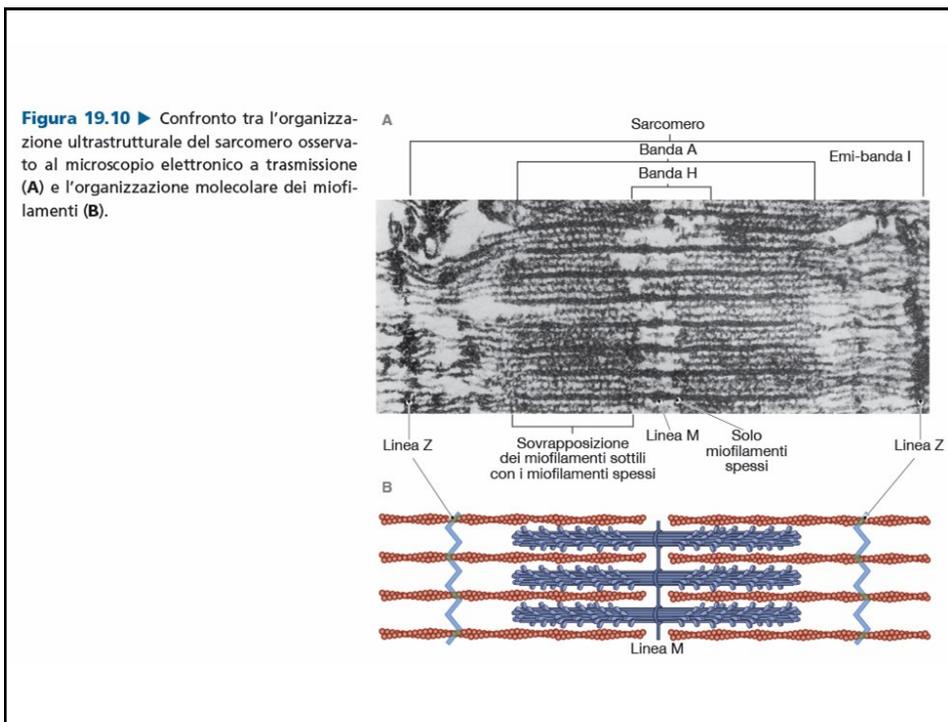
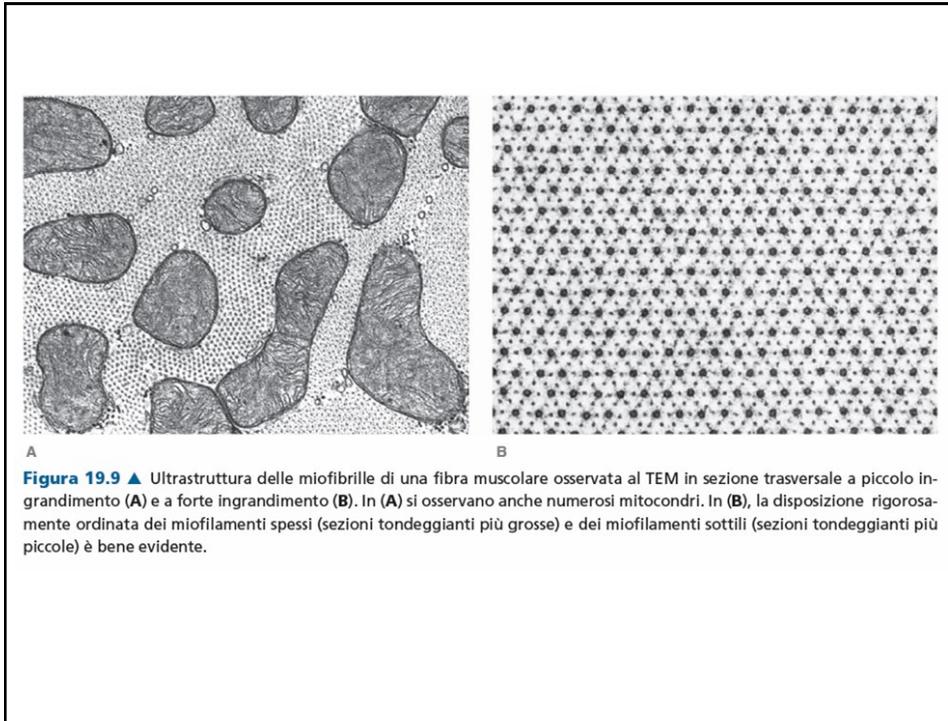


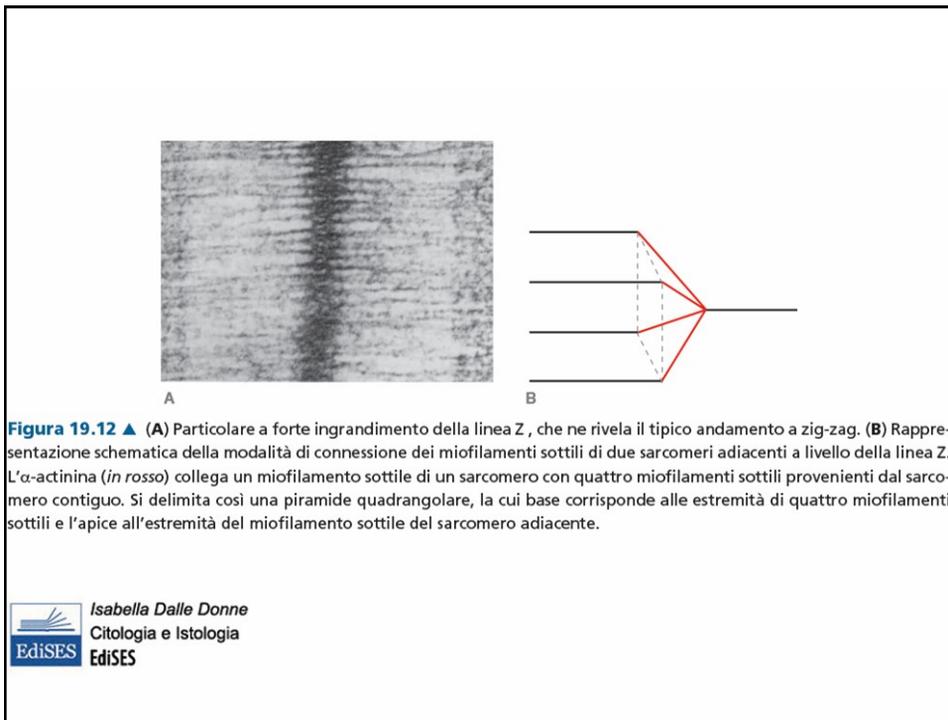
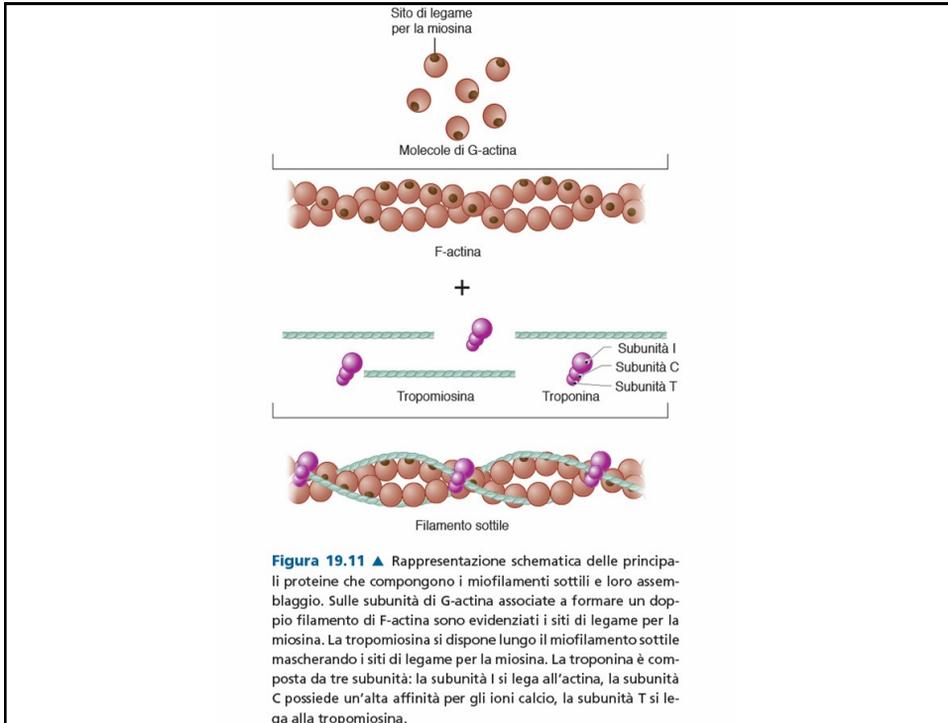
**Figura 19.5** ◀ Osservazione al microscopio ottico, a diversi ingrandimenti, di cellule muscolari striate scheletriche colorate con ematosilina-eosina (A, B) e con ematosilina ferrica (C, D). A piccolo ingrandimento (A) e a forte ingrandimento (B, C, D) sono evidenti le striature trasversali delle fibre muscolari, dovute all'alternanza di bande chiare e bande scure delle miofibrille. Nelle immagini si notano anche i numerosi nuclei appiattiti tra il sarcolemma e le miofibrille (nuclei ipolemmali o subsarcolemmali).

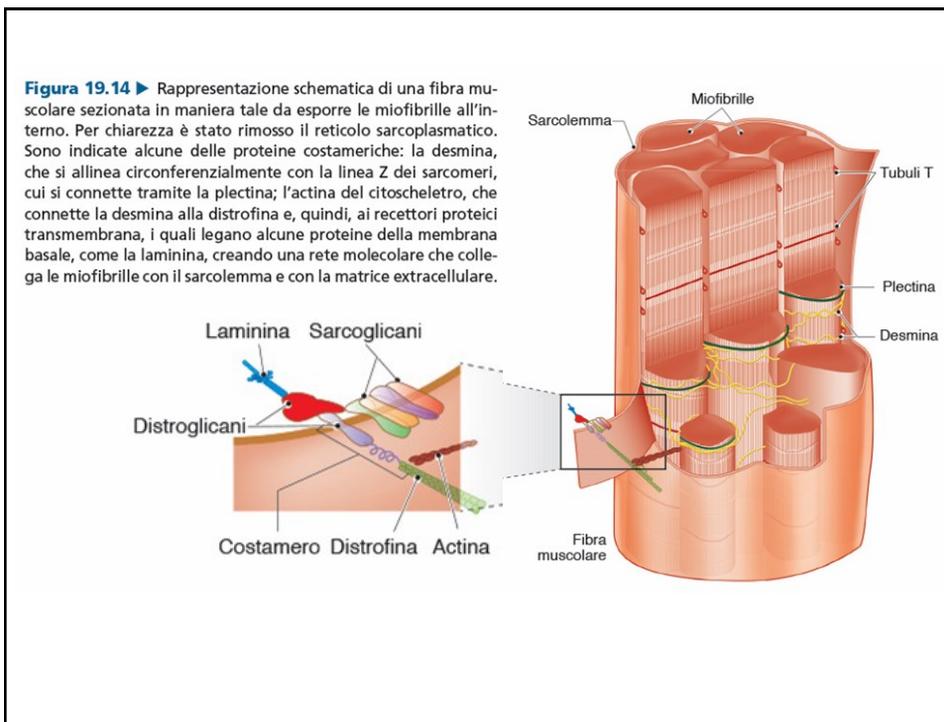
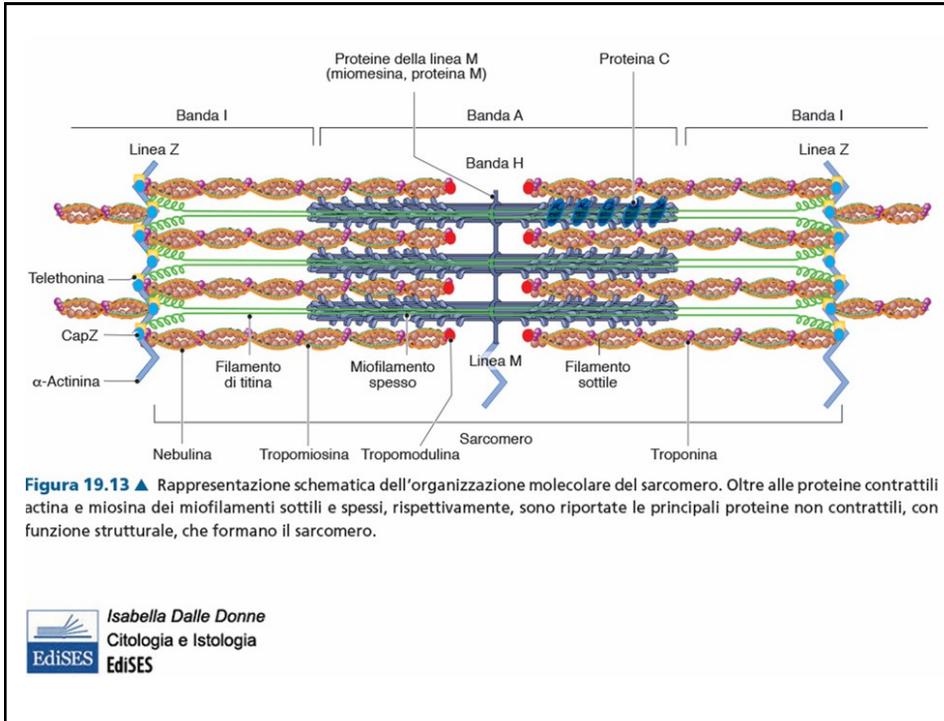


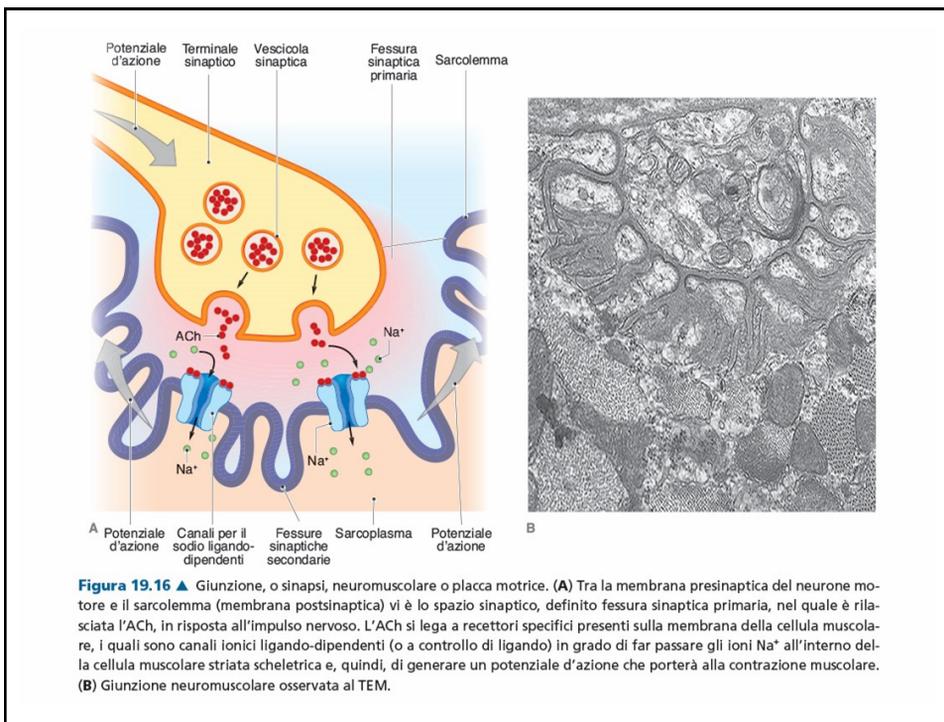
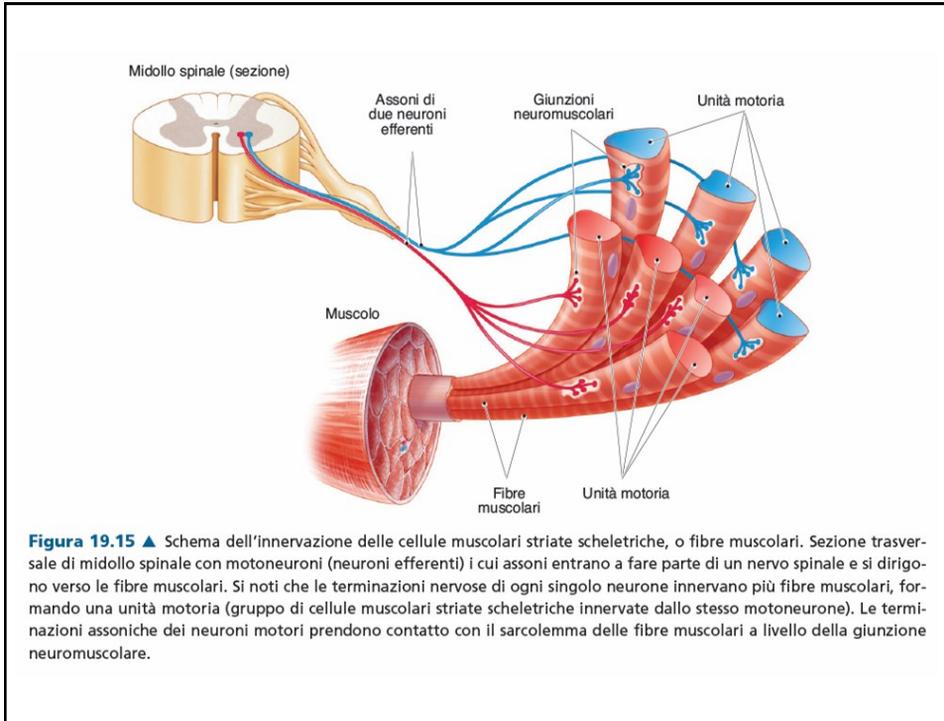
**Figura 19.6** ▲ (A) Monomeri di G-actina a progressivi stadi di polimerizzazione e due filamenti di F-actina avvolti l'uno intorno all'altro a formare il miofilamento sottile. (B) Molecola di miosina di tipo II (miosina sarcomerica) formata da due catene pesanti e quattro catene leggere e molecole di miosina che si aggregano a formare il miofilamento spesso.

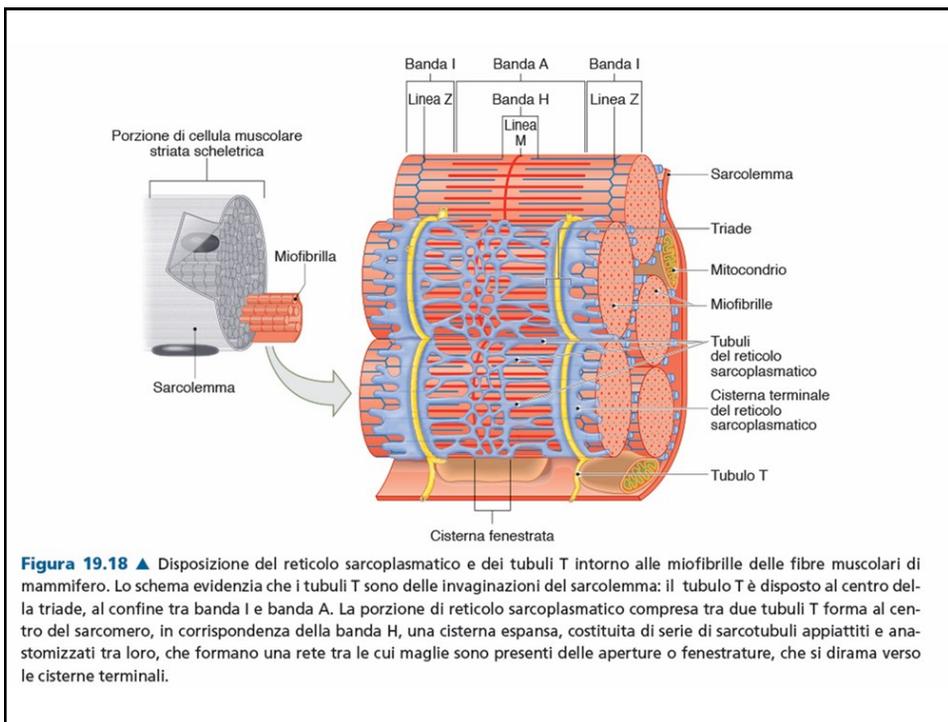
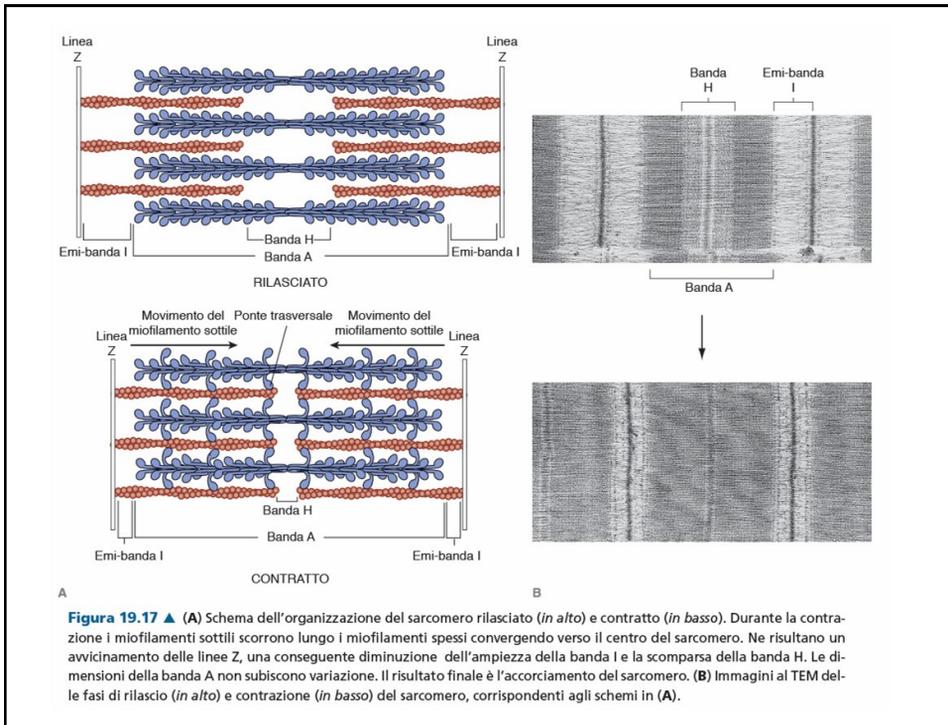


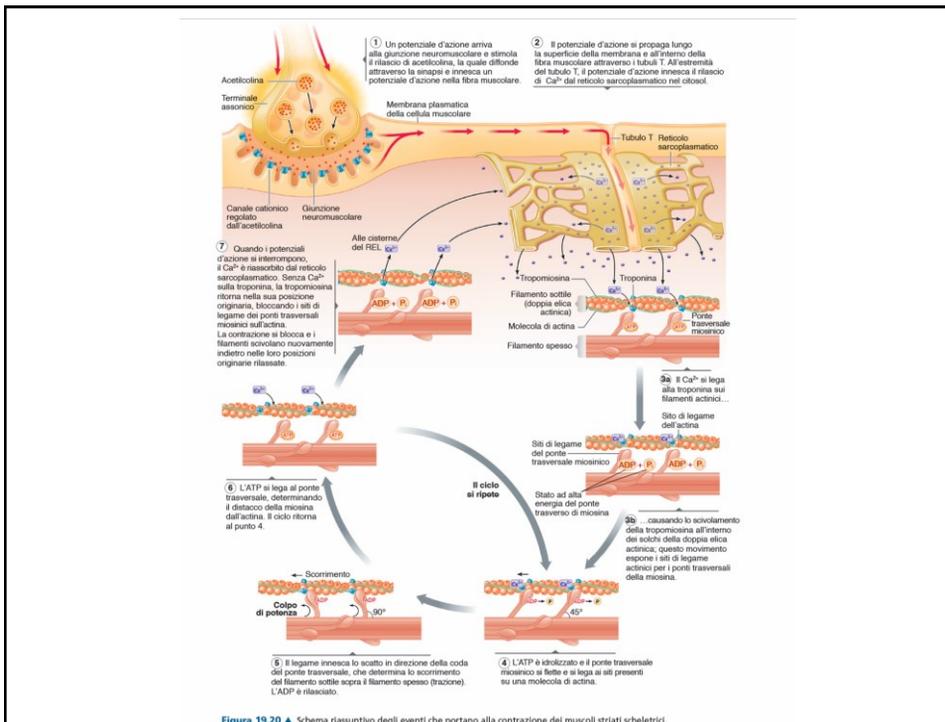
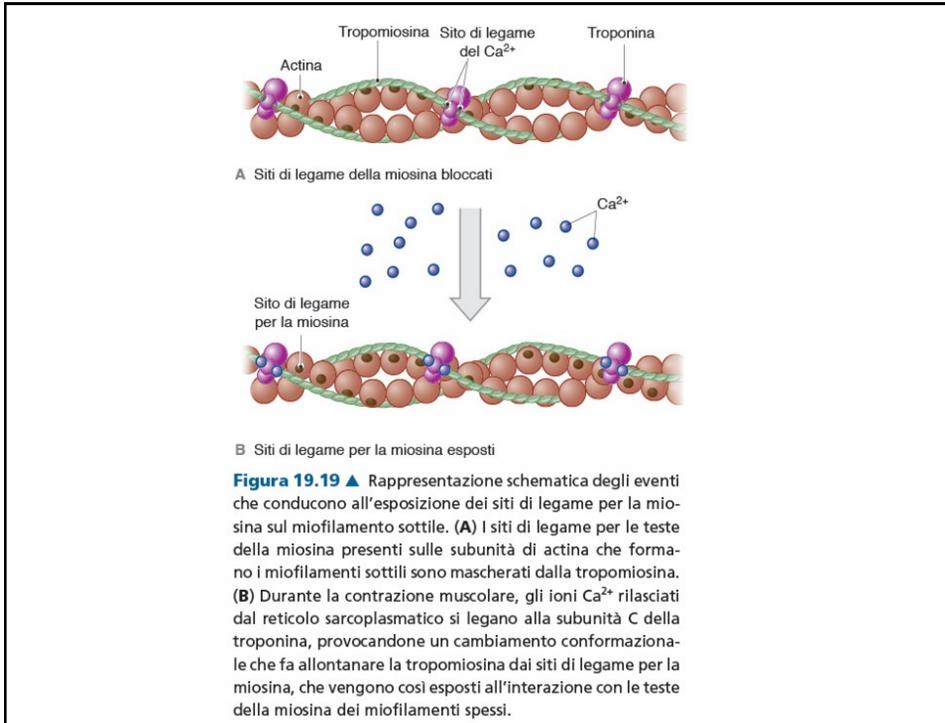


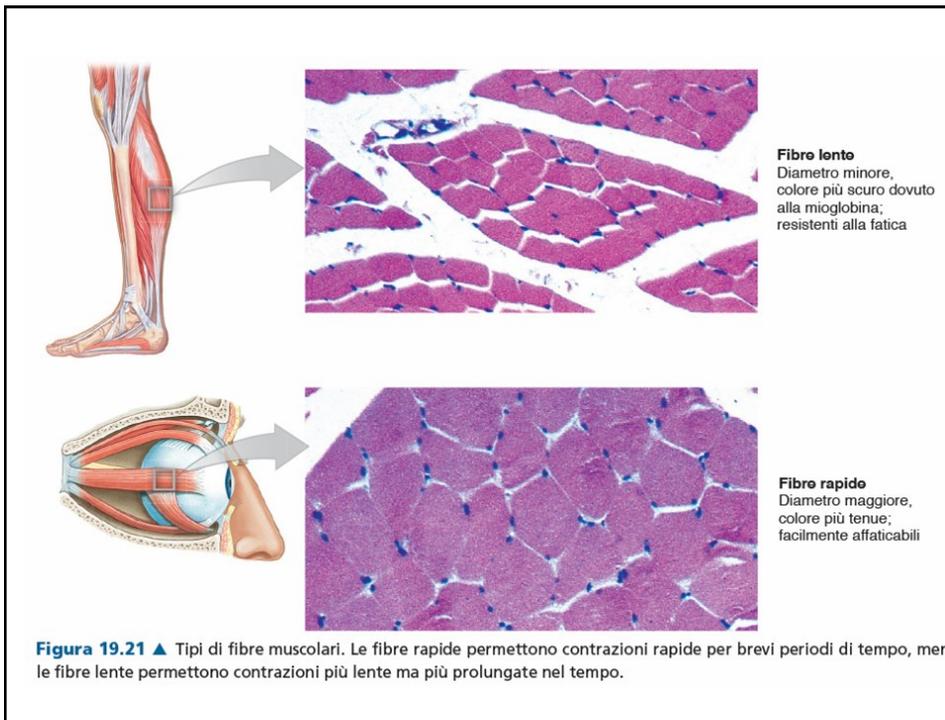
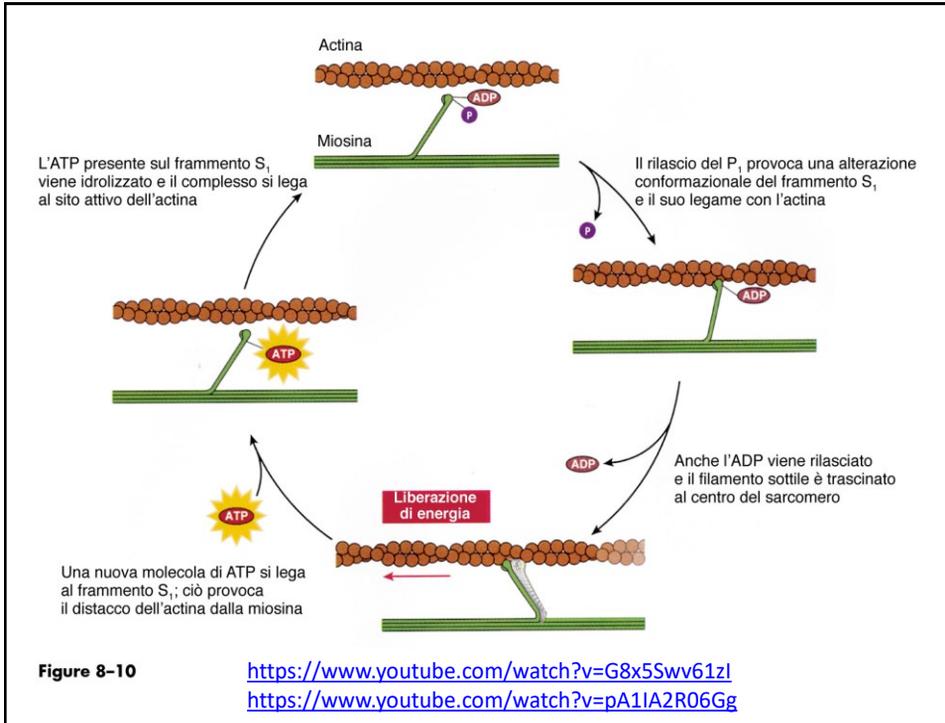






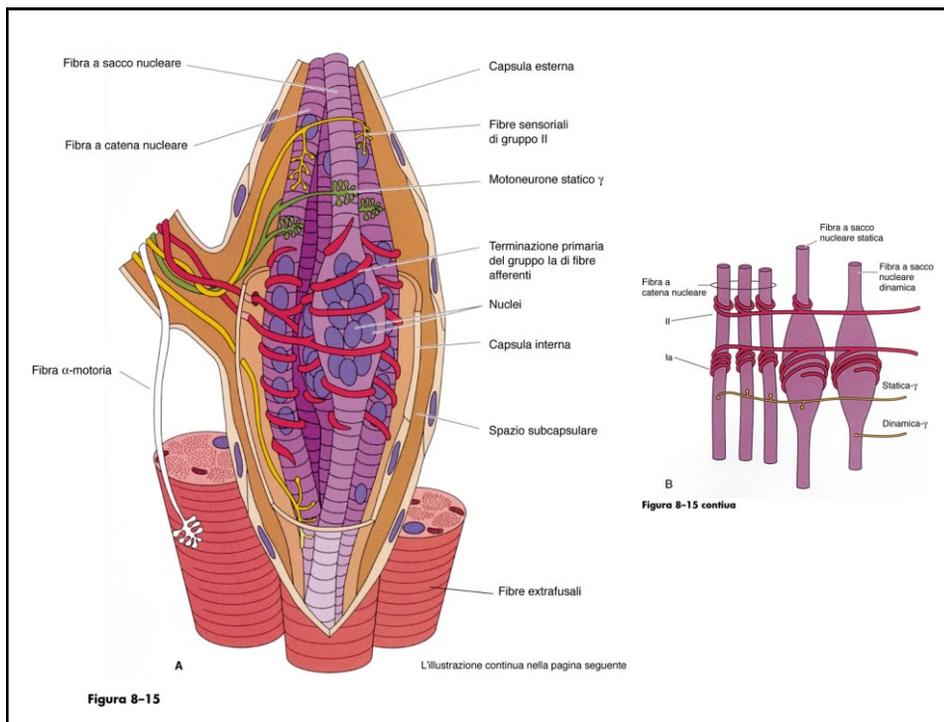


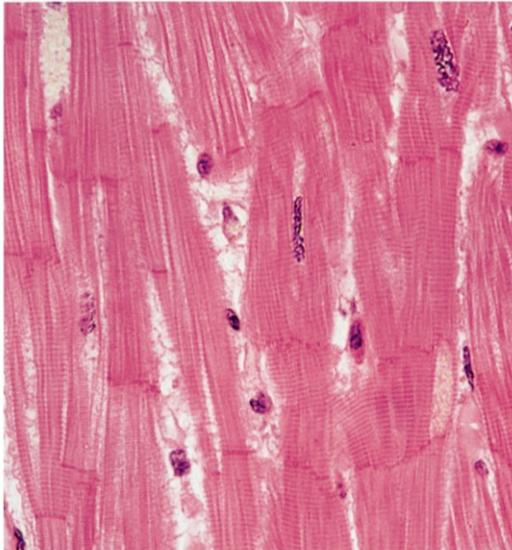




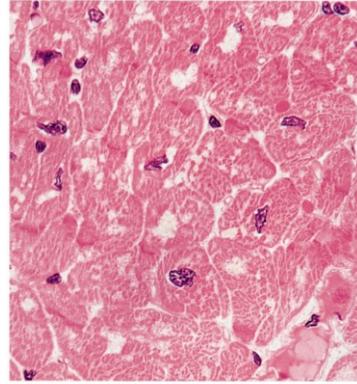
## Fonti energetiche della contrazione muscolare

|                                      | Fibre tipo I<br>(rosse o lente) | Fibre tipo IIa<br>(intermedie) | Fibre tipo IIx<br>(bianche intermedie) | Fibre tipo IIb<br>(bianche o veloci) |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------------|
| Tempo di contrazione                 | Lento                           | Moderatamente Veloce           | Veloce                                 | Molto Veloce                         |
| Dimensione dei motoneuroni           | Piccola                         | Media                          | Grande                                 | Grande                               |
| Resistenza alla fatica               | Elevata                         | Abbastanza elevata             | Intermedia                             | Bassa                                |
| Tipo di attività a cui sono preposte | Aerobica                        | Anaerobica prolungata          | Anaerobica a breve termine             | Anaerobica a breve termine           |
| Massima durata d'uso                 | Ore                             | < 30 minuti                    | < 5 minuti                             | < 1 minuto                           |
| Potenza Prodotta                     | Bassa                           | Media                          | Elevata                                | Molto Elevata                        |
| Densità Mitocondri                   | Elevata                         | Elevata                        | Media                                  | Bassa                                |
| Densità Capillare                    | Elevata                         | Intermedia                     | Bassa                                  | Bassa                                |
| Capacità ossidativa                  | Elevata                         | Elevata                        | Intermedia                             | Bassa                                |
| Capacità glicolitica                 | Bassa                           | Elevata                        | Elevata                                | Elevata                              |
| Principale carburante di deposito    | Trigliceridi                    | Fosfocreatina, glicogeno       | Fosfocreatina, glicogeno               | Fosfocreatina, glicogeno             |



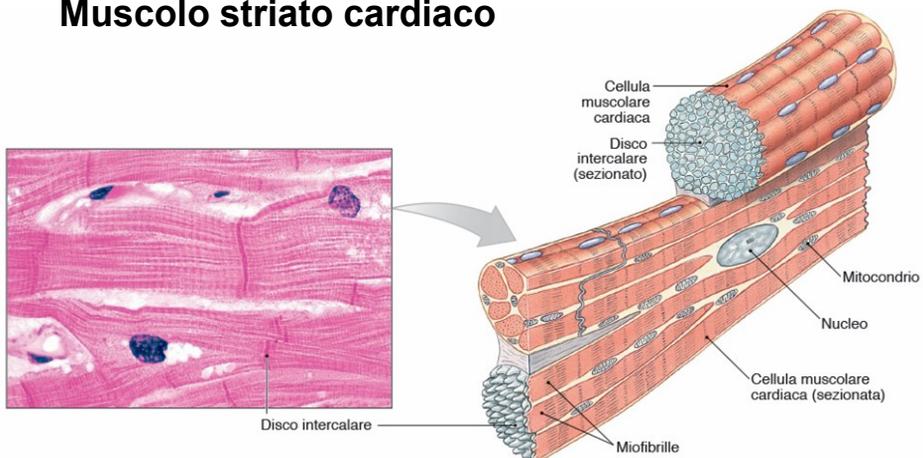


**Figura 8-16**

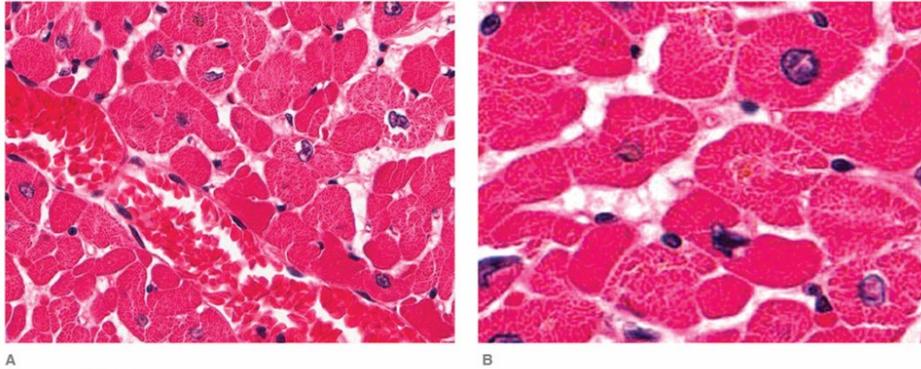


**Figura 8-17**

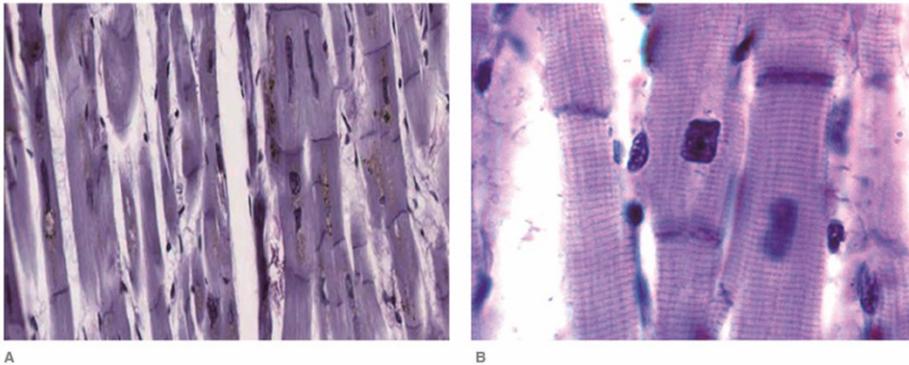
## Muscolo striato cardiaco



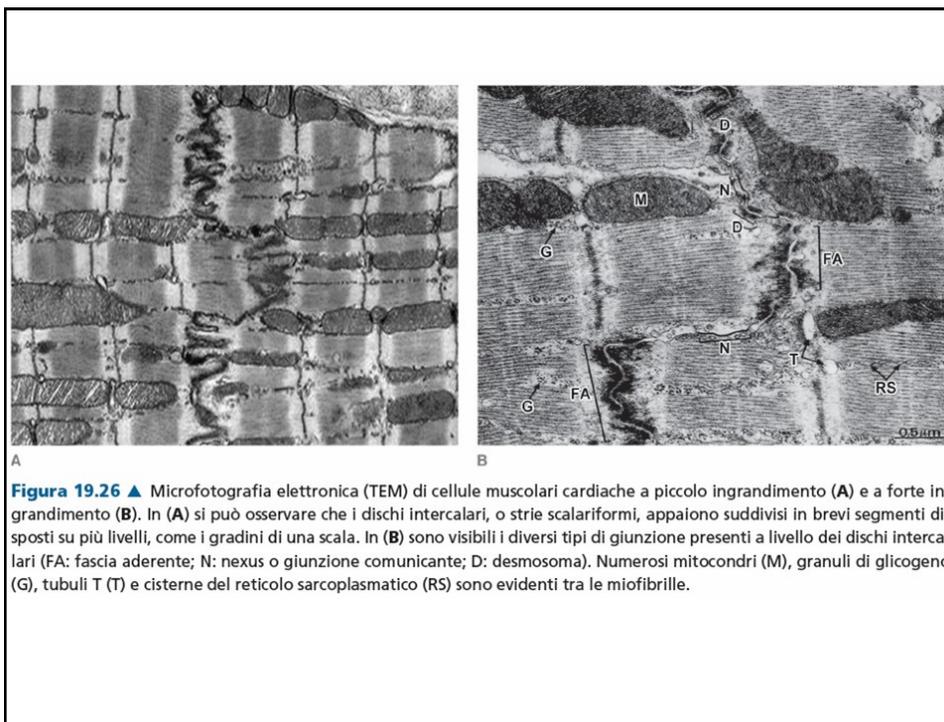
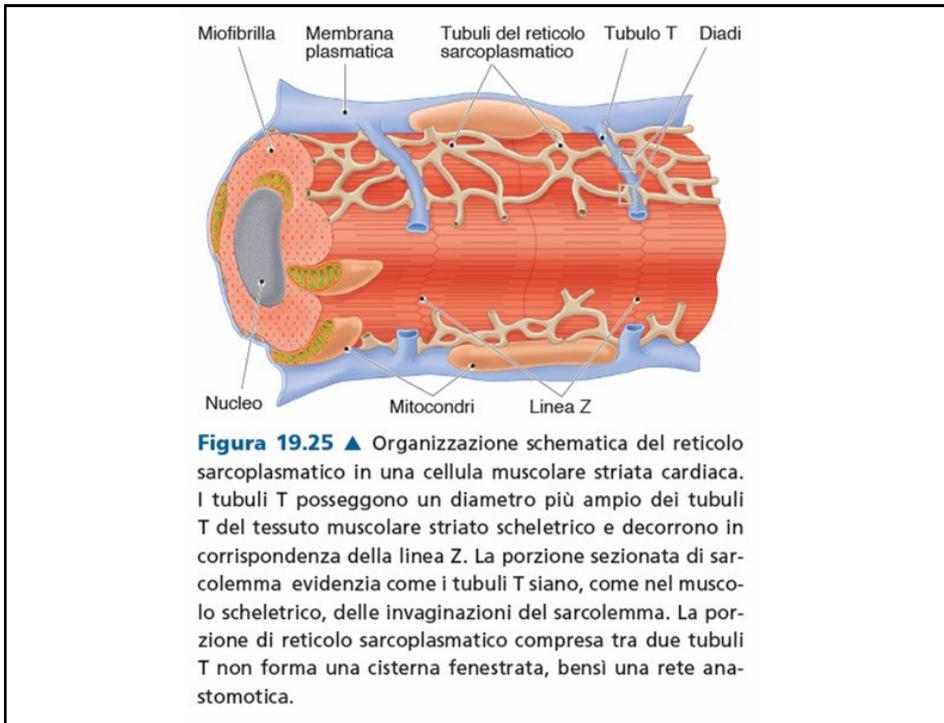
**Figura 19.22 ▲** Preparato istologico e immagine schematica del tessuto muscolare striato cardiaco, che mostrano la presenza di un singolo nucleo (si ricorda che i cardiociti possono anche essere binucleati) in posizione centrale e i dischi intercalari tipici di questo tessuto.



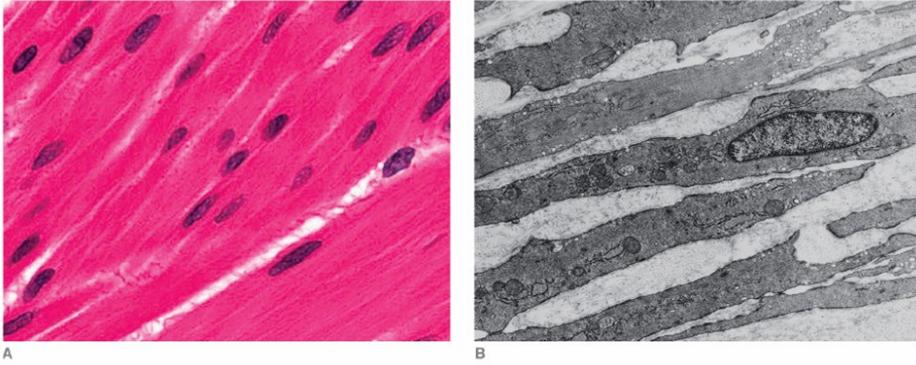
**Figura 19.23** ▲ Sezioni trasversali di tessuto muscolare striato cardiaco osservato al microscopio ottico a piccolo ingrandimento (A) e a forte ingrandimento (B). È evidente la presenza di un solo nucleo per cellula, in posizione centrale. In alcuni cardiociti il nucleo non è visibile poiché non era nel piano di sezione. In (A) si può osservare la presenza di un vaso ematico in cui sono bene evidenti le cellule endoteliali. Colorazione con ematossilina e eosina.



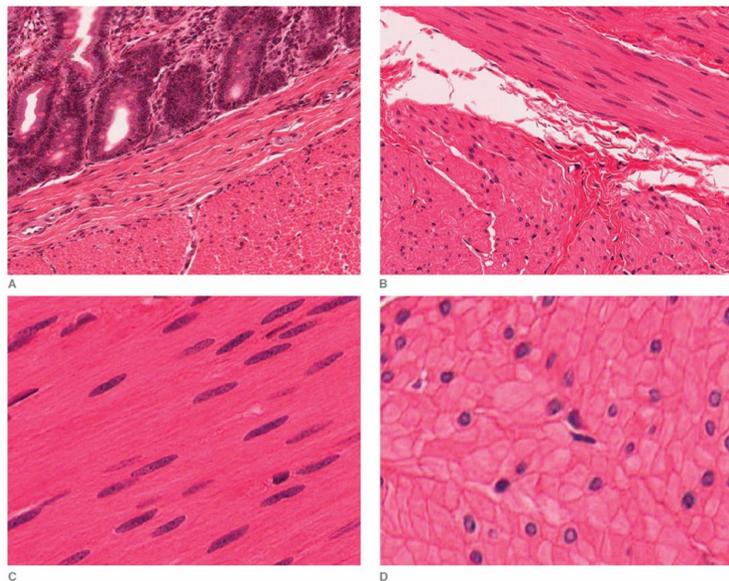
**Figura 19.24** ▲ Sezioni longitudinali di tessuto muscolare striato cardiaco osservato al microscopio ottico a piccolo ingrandimento (A) e a forte ingrandimento (B). I cardiociti hanno nuclei dalla forma rotondeggiante o allungata. Si notano anche le caratteristiche striature trasversali e, al confine tra i cardiociti, i dischi intercalari. Colorazione con ematossilina ferrica.



## Muscolo liscio

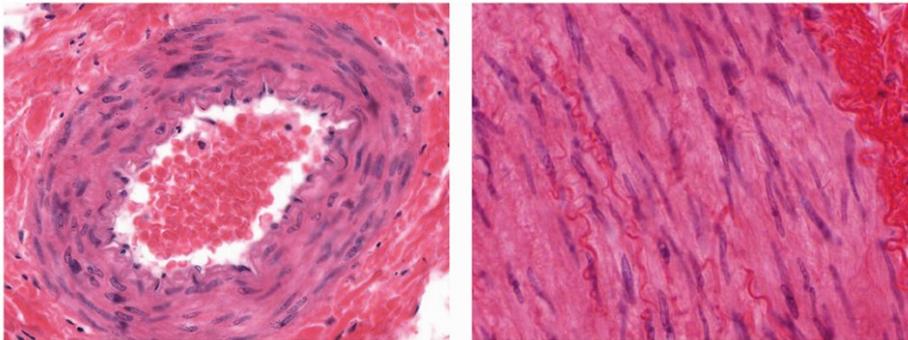


**Figura 19.27** ▲ Preparato di cellule muscolari lisce osservato al microscopio ottico (A) e al microscopio elettronico a trasmissione (B). Si noti la forma fusata delle cellule e la presenza del nucleo nella parte centrale delle stesse. Il preparato istologico è colorato con ematossilina e eosina.

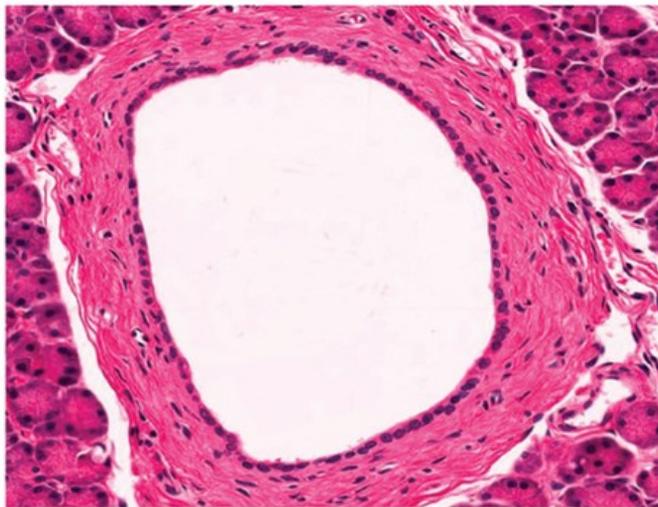


**Figura 19.28** ▲ Preparato di tessuto muscolare liscio dell'intestino in cui sono evidenti la sezione longitudinale e la sezione trasversale. (A, B) La sezione longitudinale (*in alto*) mostra la forma allungata e fusata delle cellule muscolari lisce. La sezione trasversale (*in basso*) delle cellule muscolari lisce mostra i nuclei centrali circondati da poco citoplasma. (C) Sezione longitudinale di muscolo liscio osservata a forte ingrandimento. (D) Sezione trasversale di muscolo liscio osservata a forte ingrandimento, in cui si osserva bene la posizione centrale dei nuclei (quando sono presenti nel piano di sezione). Colorazione con ematossilina e eosina.

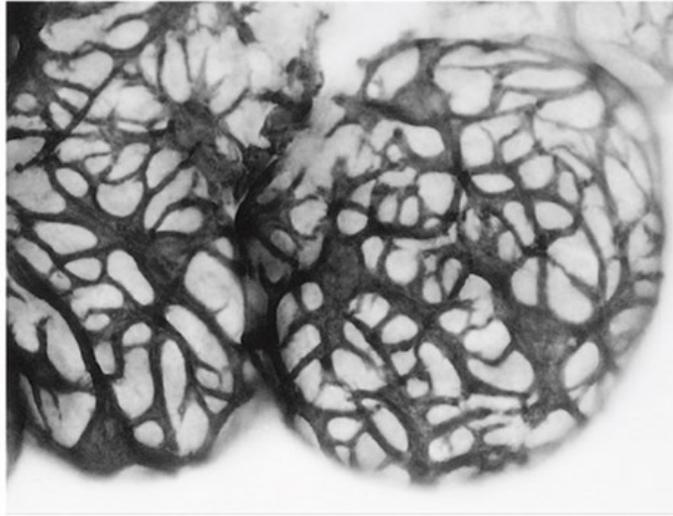
## Muscolo liscio nei vasi arteriosi



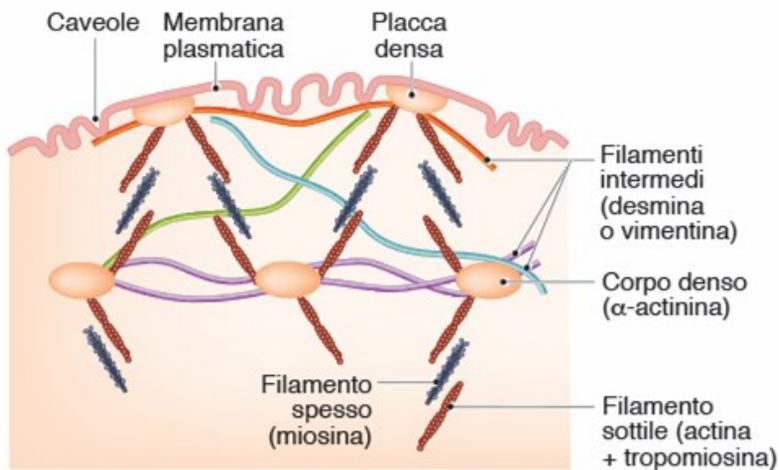
**Figura 19.29** ▲ Sezione trasversale di arteria muscolare. (A) Arteria muscolare a piccolo ingrandimento. La maggior parte della parete del vaso è costituita di tessuto muscolare liscio, con le cellule orientate perpendicolarmente all'estensione del vaso. L'endotelio riveste la superficie luminale del vaso. (B) A forte ingrandimento si può apprezzare l'organizzazione della parete dell'arteria muscolare, in cui la tonaca media è costituita da uno spesso strato di cellule muscolari lisce e da fibre elastiche. Colorazione con ematossilina e eosina.



**Figura 19.30** ▲ Preparato di pancreas esocrino in cui si può osservare un ampio dotto interlobulare in sezione trasversale. Sotto l'epitelio cubico monostratificato che delimita il lume, si possono osservare alcuni strati di cellule muscolari lisce. Colorazione con ematossilina e eosina.



**Figura 19.31** ▲ Preparato di adenomeri acinosi in cui si osservano le cellule mioepiteliali che circondano gli acini. Immunocolorazione per l'actina.



**Figura 19.32** ▲ Rappresentazione schematica dell'organizzazione dei corpi densi e dei filamenti sottili, spessi e intermedi in una cellula muscolare liscia.

