

I TESSUTI ECCITABILI: TESSUTO MUSCOLARE & NERVOSO

CARATTERISTICHE GENERALI DEL TESSUTO MUSCOLARE

- I movimenti degli animali sono espressioni di comandi nervosi tradotti in attività muscolari coordinate.
- Alla base del movimento nelle diverse specie ci sono tre meccanismi:
 - Movimento ameboide
 - Oscillazione di ciglia e flagelli.
 - Contrazione muscolari.
- I muscoli sono la componente attiva del movimento, generando la forza per il movimento.
- Tessuto di derivazione mesodermica, costituito da cellule allungate denominate fibrocellule altamente specializzate ed in grado di contrarsi.
- Trasformano energia chimica in energia meccanica.

■ Le proprietà funzionali che contraddistinguono le cellule muscolari sono:

- **Contattilità:** una caratteristica propria del protoplasma di tutte le cellule dovuta alla presenza di proteine contrattili, actina e miosina, che interagendo permettono quei piccoli movimenti e le variazioni morfologiche che normalmente avvengono durante la vita di una cellula (mitosi, fagocitosi, movimento ameboide). Le cellule muscolari contengono un'elevatissima concentrazione di proteine contrattili che raggiungono un tale livello di organizzazione strutturale da permettere il movimento di segmenti corporei.

- **Eccitabilità** è la proprietà di alcune cellule, definite appunto eccitabili (cellule muscolari e nervose) di reagire ad uno stimolo, grazie alla capacità della loro membrana plasmatica di modificare il loro potenziale.

- **Estensibilità /elasticità**

ISTOGENESI DEL TESSUTO MUSCOLARE

- Il tessuto muscolare liscio, si origina dal connettivo embrionale. Nel corso del differenziamento in fibrocellula muscolare, le cellule mesenchimali subiscono un progressivo allungamento del corpo cellulare; vengono sintetizzati i miofilamenti.

- Il tessuto muscolare striato scheletrico e quello cardiaco derivano direttamente dal mesoderma. In particolare, nel corso del differenziamento in muscolo scheletrico, i mioblasti si fondono fra loro formando cellule sincizi, un'unica massa cellulare derivata dalla fusione di più cellule dove nuclei mantengono la loro individualità.

TESSUTO MUSCOLARE

- Formato da cellule altamente specializzate (cellule eccitabili → contrazione), denominate fibrocellule o cellule muscolari, in grado di contrarsi e di trasformare energia chimica in energia meccanica.
- E' responsabile dei meccanismi contrattili degli organismi pluricellulari.
- Altri meccanismi di contrazione????
- Esistono 3 tipologie di tessuto muscolare:

1. **Tessuto muscolare liscio:**

- Ricopre la parete dei visceri e dei vasi
- Formato da fibrocellule muscolari mononucleate che formano fasci di fibre muscolari, i cui filamenti non si organizzano a formare striature.
- E' innervato dal Sistema Nervoso Autonomo
- La contrazione è involontaria.

2. **Tessuto muscolare striato scheletrico:**

- Compongono i muscoli che si inseriscono sullo scheletro.
- Formato da grossi fasci di cellule multinucleate caratterizzati dalle classiche striature trasversali e longitudinali.
- E' innervato dal Sistema Nervoso Centrale
- La contrazione è volontaria.

3. **Tessuto muscolare striato cardiaco:**

- Costituisce il parenchima cardiaco.
- Le cellule sono mononucleate, ma le fibre sono striate
- La contrazione è involontaria.

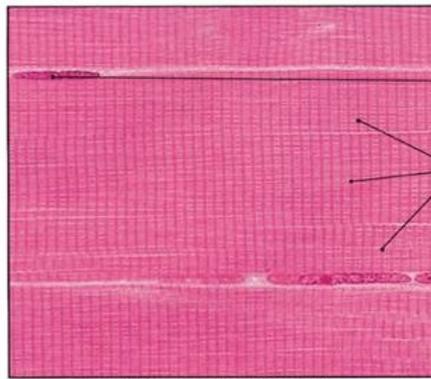
- Tre tipologie di tessuto muscolare, diverse tra loro per localizzazione, struttura e controllo nervoso:
- **Tessuto muscolare striato scheletrico:** costituisce il parenchima dei muscoli scheletrici, organi che hanno origine e inserzione sullo scheletro con cui costituiscono l'apparato locomotore. Sono muscoli volontari la cui contrazione è controllata dal Sistema Nervoso Centrale (SNC)
- **Tessuto muscolare striato cardiaco:** costituisce il miocardio, parenchima del cuore, organo cavo a prevalente natura muscolare a contrazione involontaria, la cui contrazione ritmica viene innescata da cellule muscolari modificate e regolata dal Sistema Nervoso Autonomo (SNA).
- **Tessuto muscolare liscio o viscerale:** costituisce parte della parete degli organi cavi; come il tessuto muscolare cardiaco è sotto il controllo del SNA ma non presenta la striatura o bandeggiatura propria del tessuto muscolare scheletrico.



Le cellule sono lunghe, cilindriche, striate e multinucleate

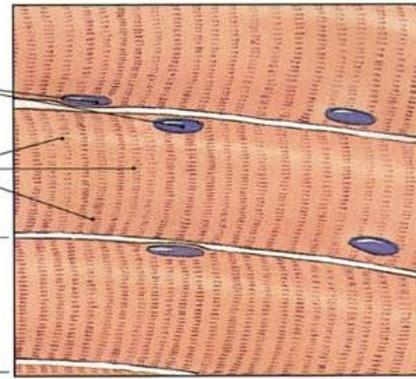
SEDE: In rapporto con il tessuto connettivo e il tessuto nervoso nei muscoli scheletrici e in organi come i muscoli della gamba e del braccio

FUNZIONI: Muove o stabilizza la posizione dello scheletro; controlla l'ingresso e l'uscita degli apparati digerente, respiratorio e urinifero; genera calore, protegge i visceri



Muscolo scheletrico × 181

Nuclei
Striature
Fibra muscolare



Cellule satelliti

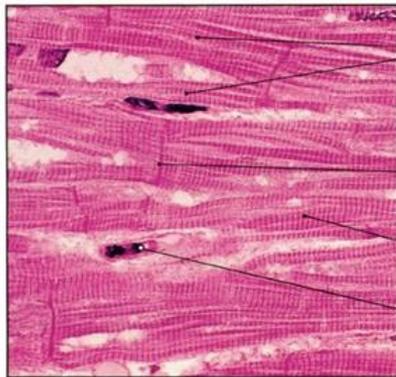
(a)



Le cellule sono corte, ramificate, striate, mononucleate e interconnesse dai dischi intercalati

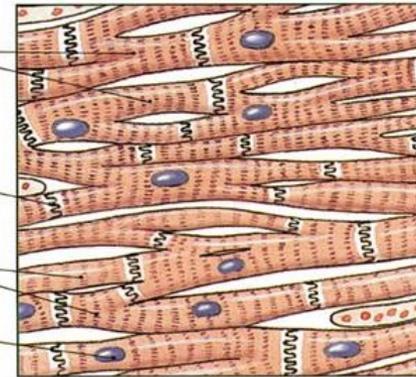
SEDE: Cuore

FUNZIONI: Spinge il sangue in circolo; regola la pressione (idrostatica) ematica



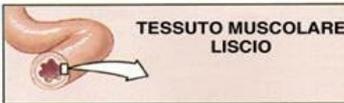
Muscolo cardiaco × 450

Miocardiociti
Dischi intercalati
Striature
Nucleo



Cellule staminali cardiache

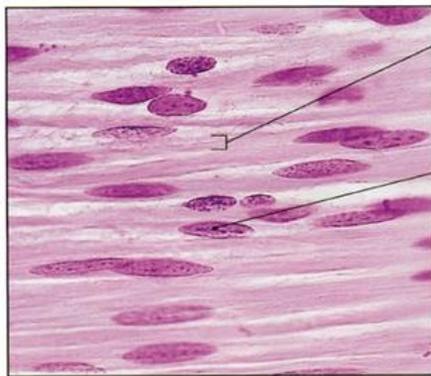
(b)



Le cellule sono corte, fusate, non striate, con un singolo nucleo al centro

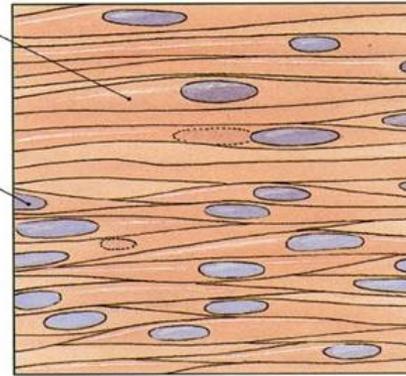
SEDE: Circonda le pareti dei vasi ematici e degli apparati digerente, respiratorio, urinifero e genitale

FUNZIONI: Spinge cibo, urina e secrezioni; regola il calibro delle vie respiratorie e dei vasi, contribuendo così a regolare il flusso ematico tissutale



Muscolo liscio × 235

Cellula muscolare liscia
Nucleo

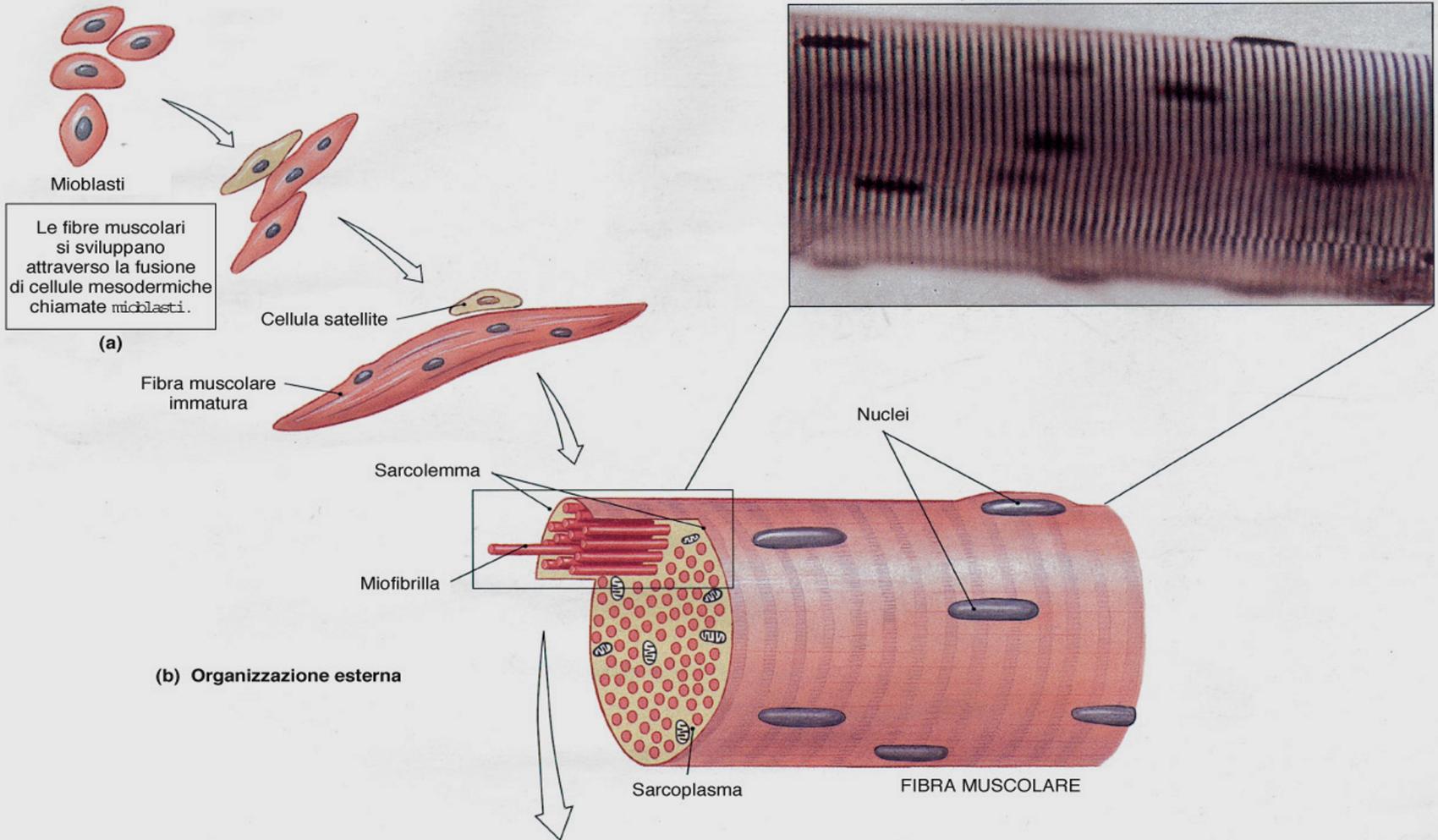


Ipertrofia e iperplasia

(c)

MUSCOLO SCHELETRICO

- Formato da elementi cellulari multinucleati, denominati fibre muscolari, derivati per fusione dai mioblasti.
- Durante il processo di differenziamento, man mano che le proteine contrattili vengono sintetizzate ed assumono la loro organizzazione tridimensionale, i nuclei, inizialmente centrali, vengono spostati in prossimità del sarcolemma per favorire la dinamica contrattile.
- Le fibre muscolari si organizzano in fasci che insieme a tessuto connettivo formano il muscolo.
- Questo nel suo insieme è avvolto dall'epimisio, mentre il perimisio avvolge il fascio e l'endomisio avvolge ciascuna fibra.
- Presenza di cellule staminali, denominate cellule satelliti, responsabili della crescita post-natale del muscolo scheletrico (per iperplasia ed ipertrofia) e normalmente quiescenti nell'adulto ma che in risposta a specifici stimoli (danno o aumento di tensione) differenziano in nuovi mioblasti



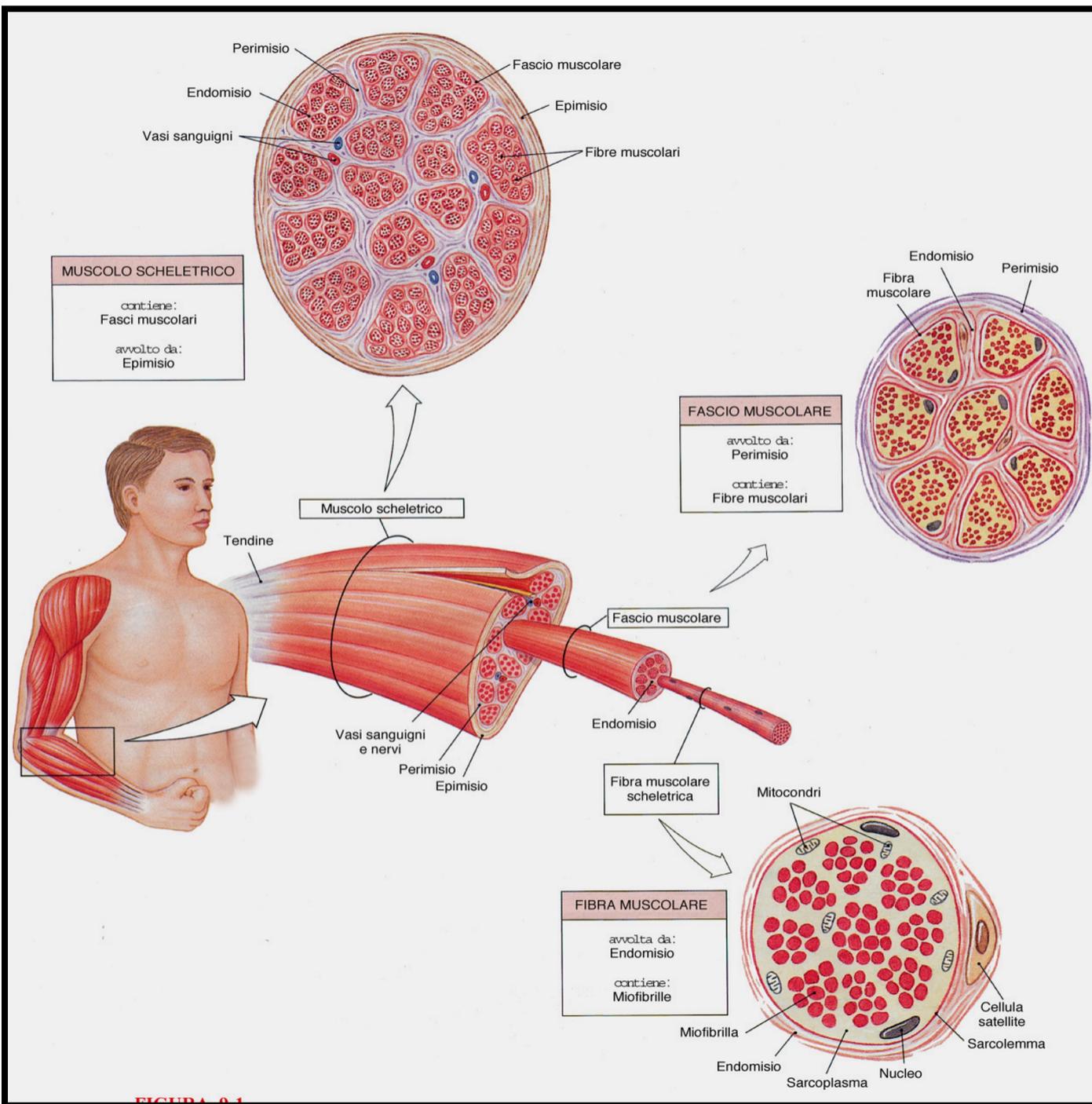
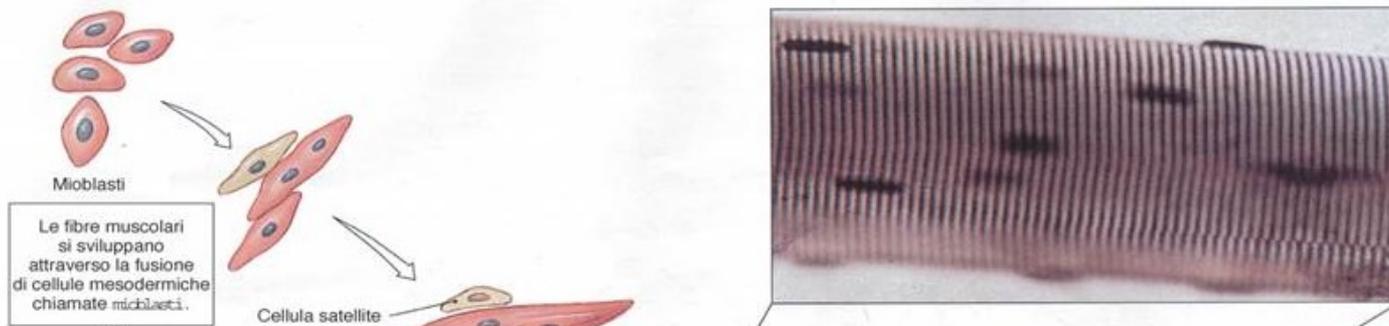


FIGURA 9.1

FIBRE MUSCOLARI SCHELETRICHE

- La cellula muscolare è di forma allungata viene indicata come fibra muscolare. La membrana plasmatica viene indicata come sarcolemma; il citoplasma come sarcoplasma il reticolo endoplasmatico come reticolo sarcoplasmatico.
- Le fibre muscolari sono le unità morfofunzionali del muscolo striato scheletrico.
- Presentano le seguenti caratteristiche:
 1. Sono cellule multinucleate derivate per fusione dai mioblasti. I nuclei sono generalmente posizionati alla periferia.
 2. Presentano 2 tipi di striature:
 - **Striatura longitudinale:** formata dall'organizzazione dei miofilamenti in miofibrille; visibile al microscopio ottico.
 - **Striatura trasversale:** formata in base alla rifrangenza e alla colorabilità dall'alternanza di bande scure e bande chiare (microscopio elettronico).



(a)

Fibra muscolare immatura

Sarcolemma

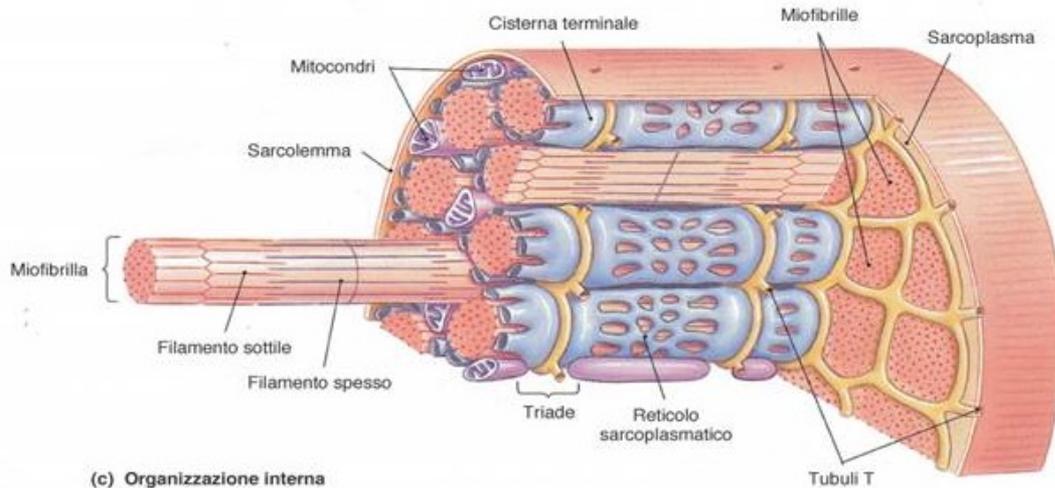
Miofibrilla

(b) Organizzazione esterna

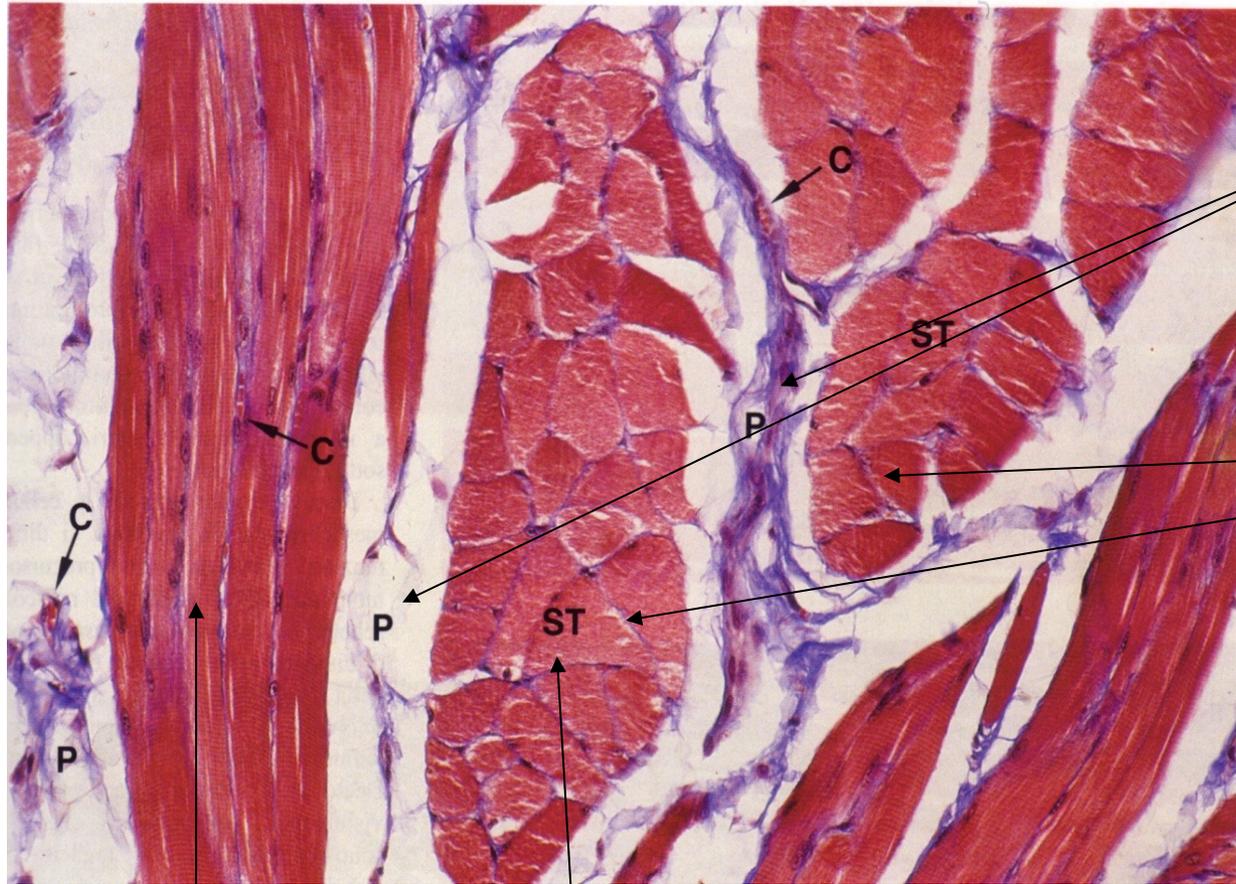
Sarcoplasma

FIBRA MUSCOLARE

Nuclei



(c) Organizzazione interna

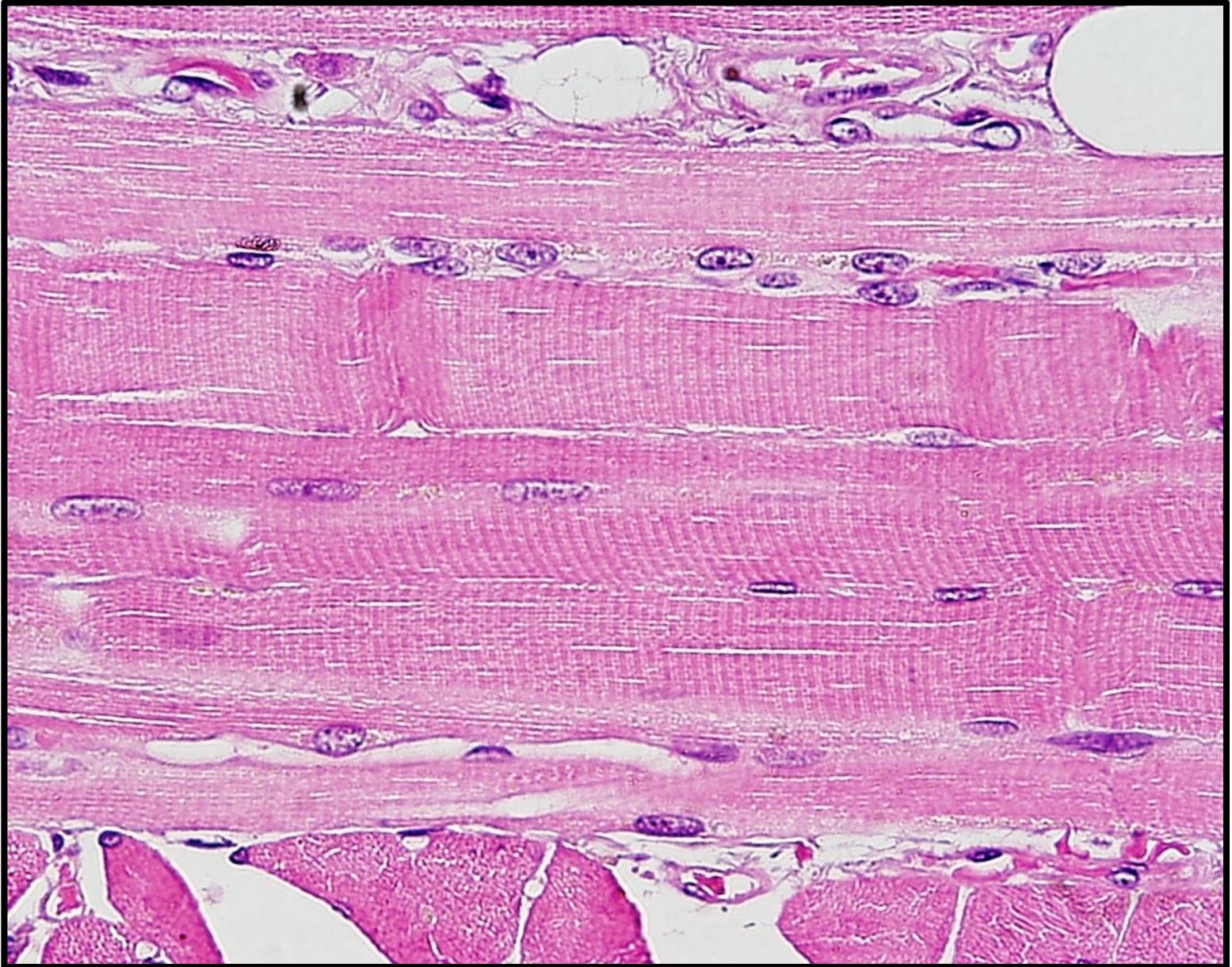


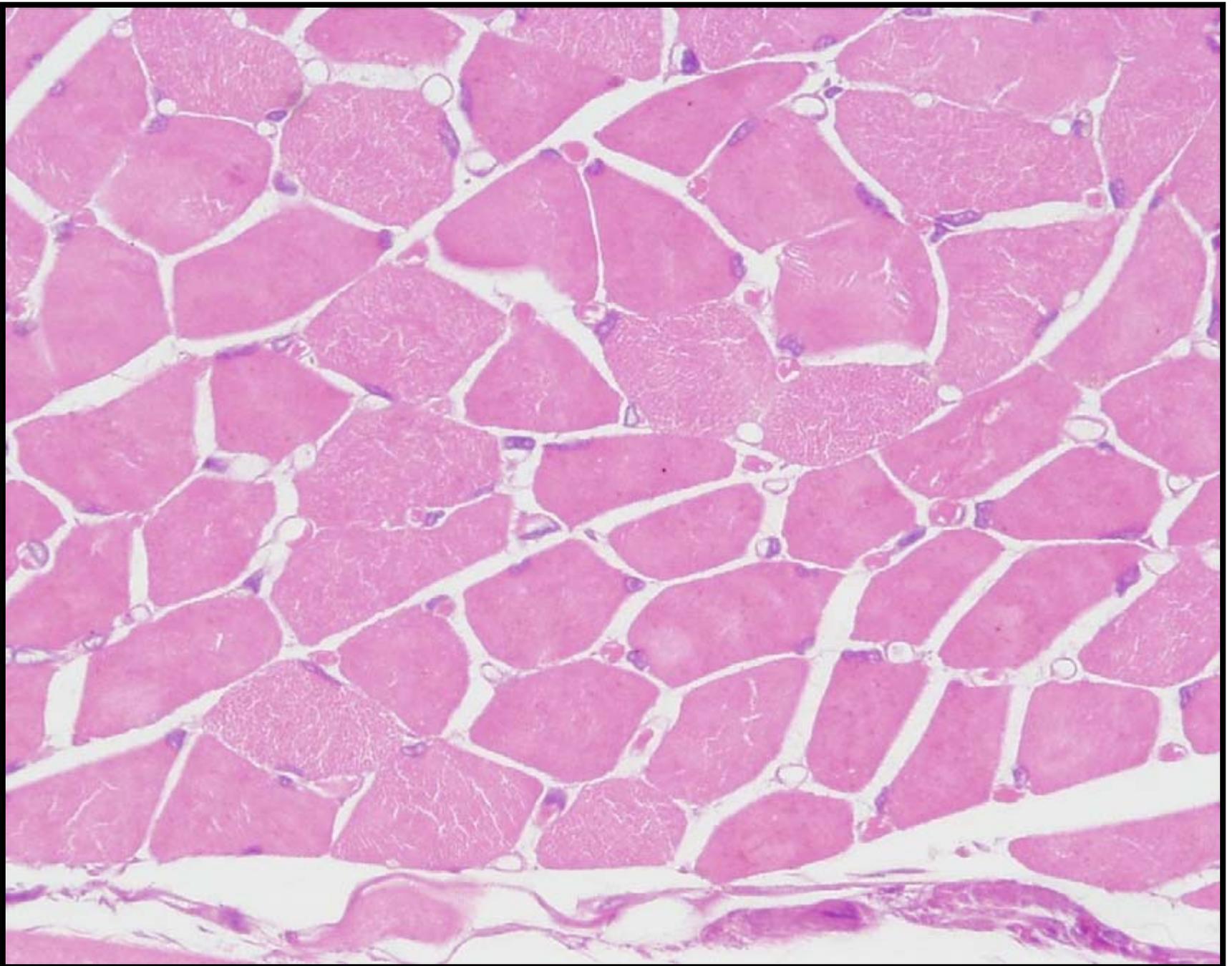
perimysio

endomysio

Sezione longitudinale

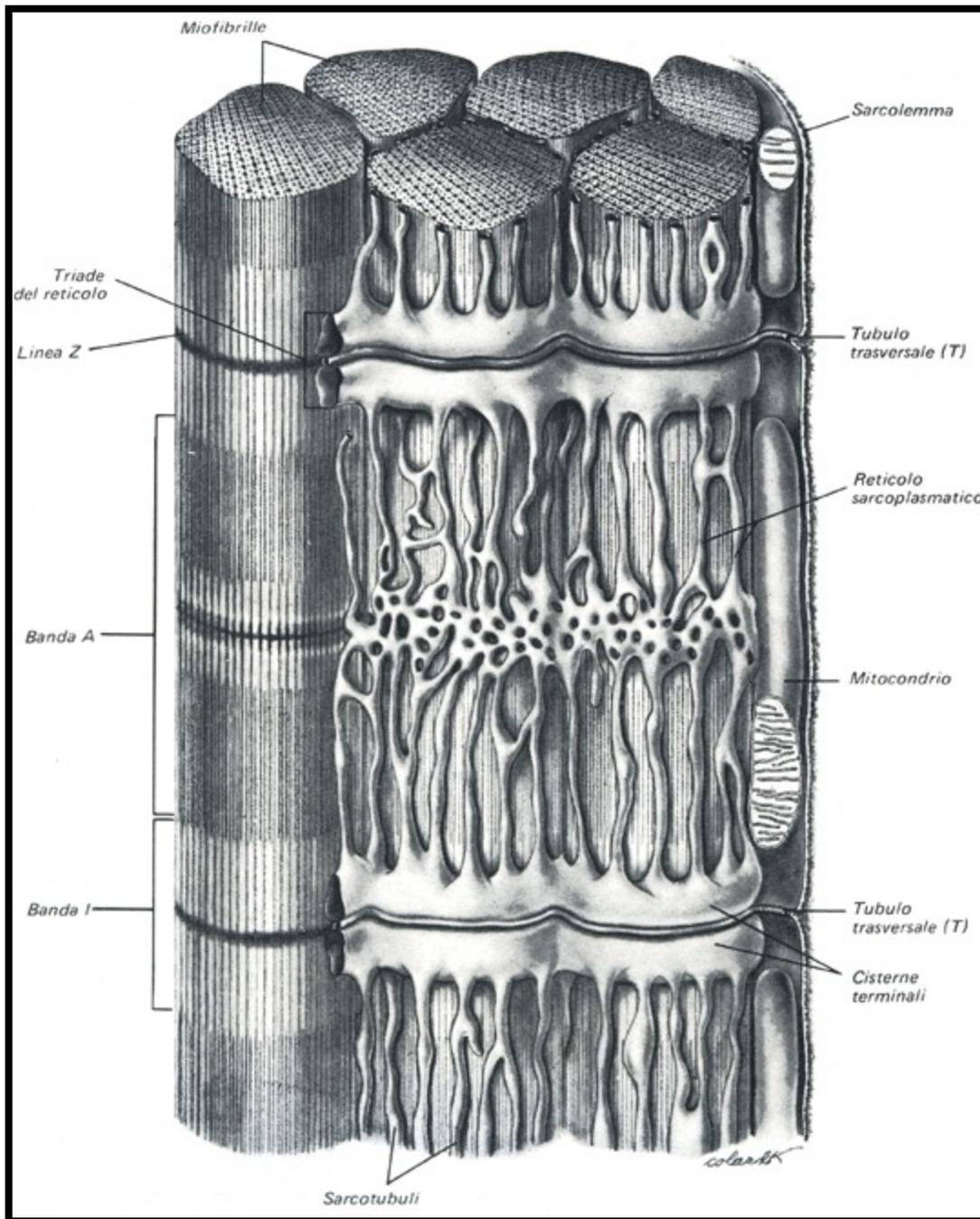
Sezione trasversale





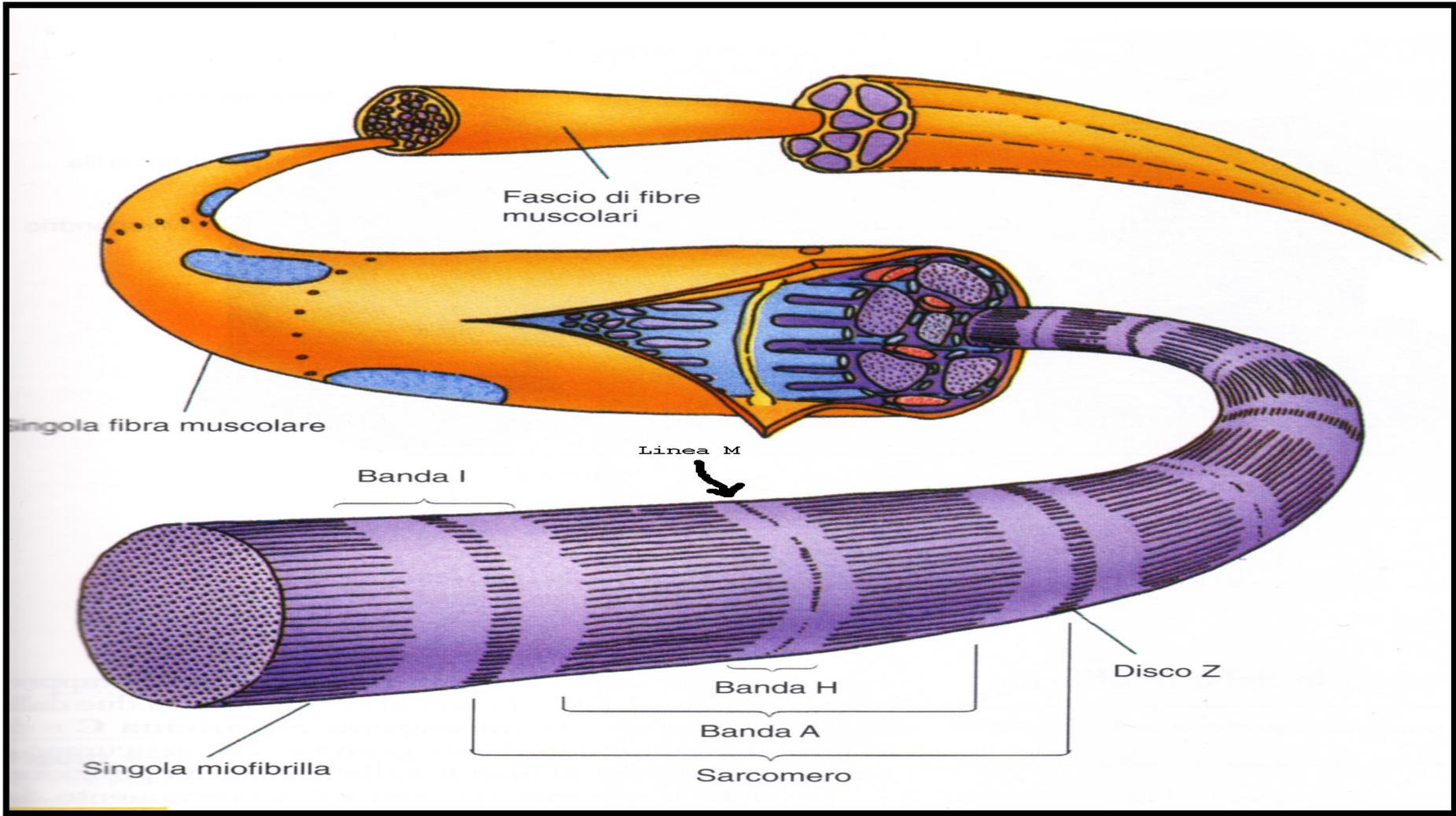
RETICOLO SARCOPLASMATICO

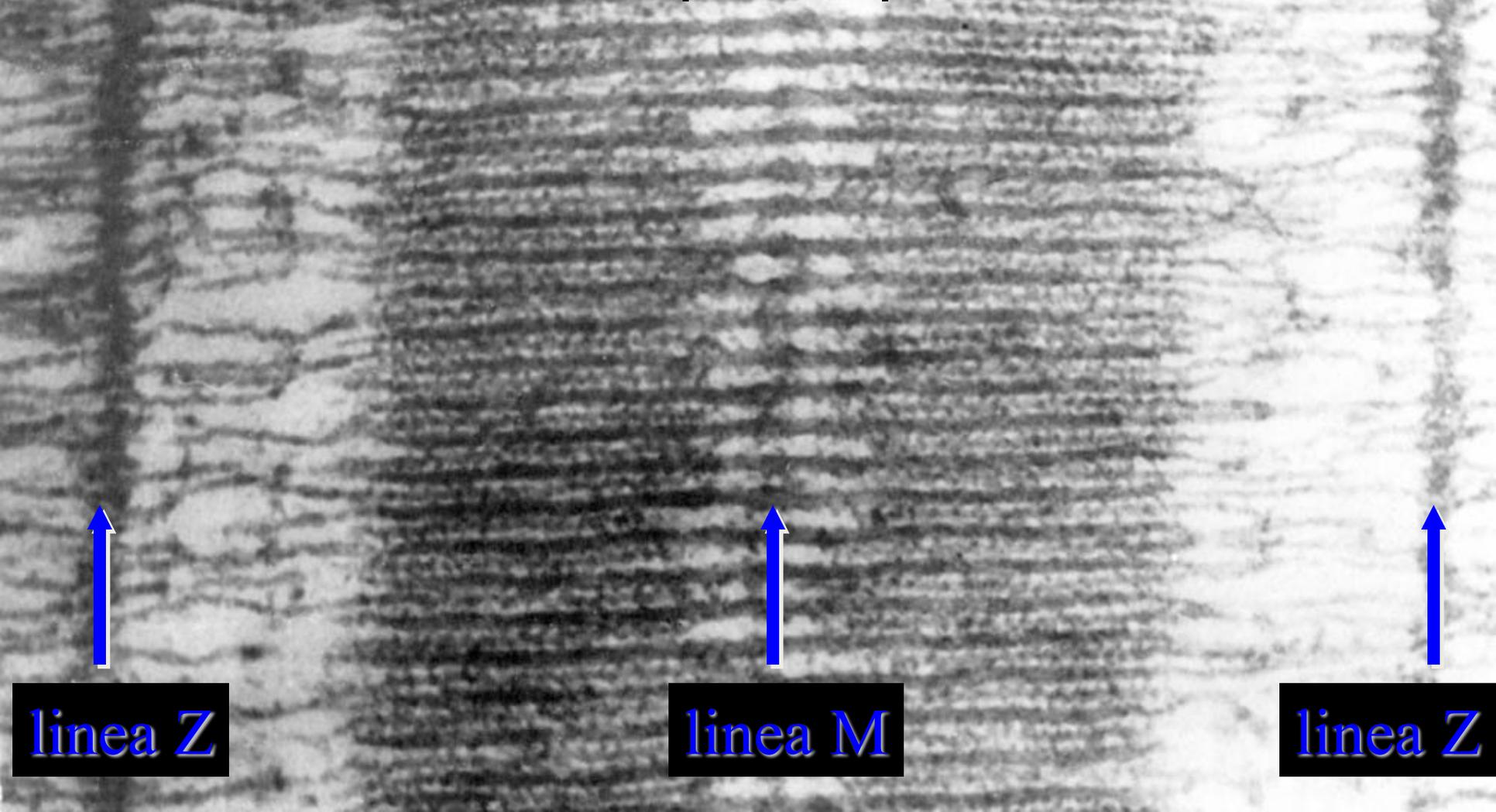
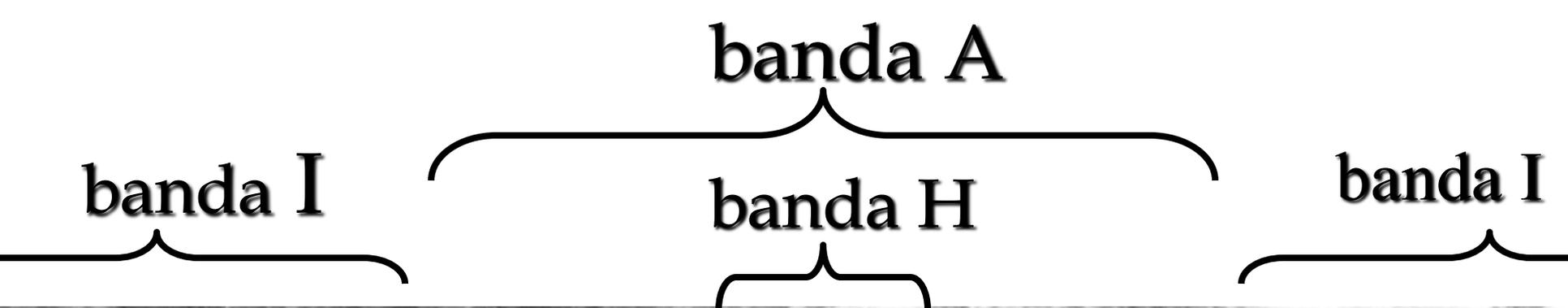
- Corrisponde al REL di molti tipi cellulari, ma nel muscolo assume importanti proprietà fisiologiche di controllo nella contrazione muscolare.
- E' formato da elementi longitudinali e trasversali che avvolgono le miofibrille:
 - Gli elementi longitudinali sono costituiti dai sarcotubuli (cisterne delimitate da membrane) che decorrono lungo le fibre confluendo in una regione slargata e fenestrata , che a sua volta termina nella cisterna terminale.
 - La cisterna terminale ha orientamento trasversale; termina a livello della stria Z negli Anfibi e nel miocardio e a livello della zona di congiunzione tra banda A e I nel muscolo striato scheletrico dei Mammiferi.
 - La cisterna terminale, insieme ai tubuli T che decorrono tra due cisterne terminali adiacenti, forma la triade o sistema t.
 - Il tubulo T che decorre trasversalmente rispetto all'asse longitudinale della fibra, origina da un'invaginazione del sarcolemma ed è quindi in contatto con l'esterno.



STRIATURE E FILAMENTI

- La particolare striatura trasversale caratteristica del muscolo scheletrico, è data dall'organizzazione dei miofilamenti che compongono le miofibrille di cui sono composte a loro volta le fibre muscolari.
- La striatura è dovuta all'alternanza, al microscopio elettronico, di bande scure (bande A) e bande chiare (bande I).
- La banda A è divisa in due dalla banda H, a sua volta divisa dalla stria M, più scura.
- La banda I è, invece divisa in due dalla stria Z. La porzione di fibra compresa tra due strie Z adiacenti si chiama sarcomero e costituisce l'unità contrattile del muscolo scheletrico.





- L'alternanza delle bande riflette l'organizzazione ultrastrutturale dei miofilamenti che compongono le fibrille.

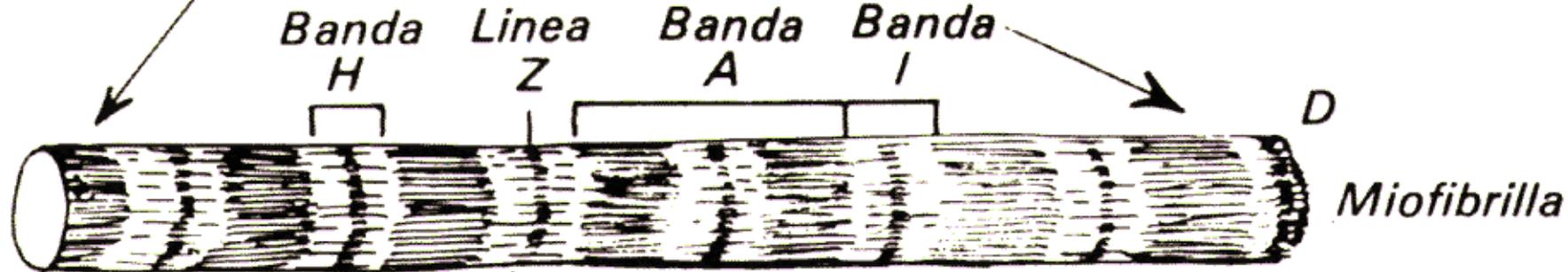
- Si riconoscono due tipi di filamenti:

1. I filamenti spessi:

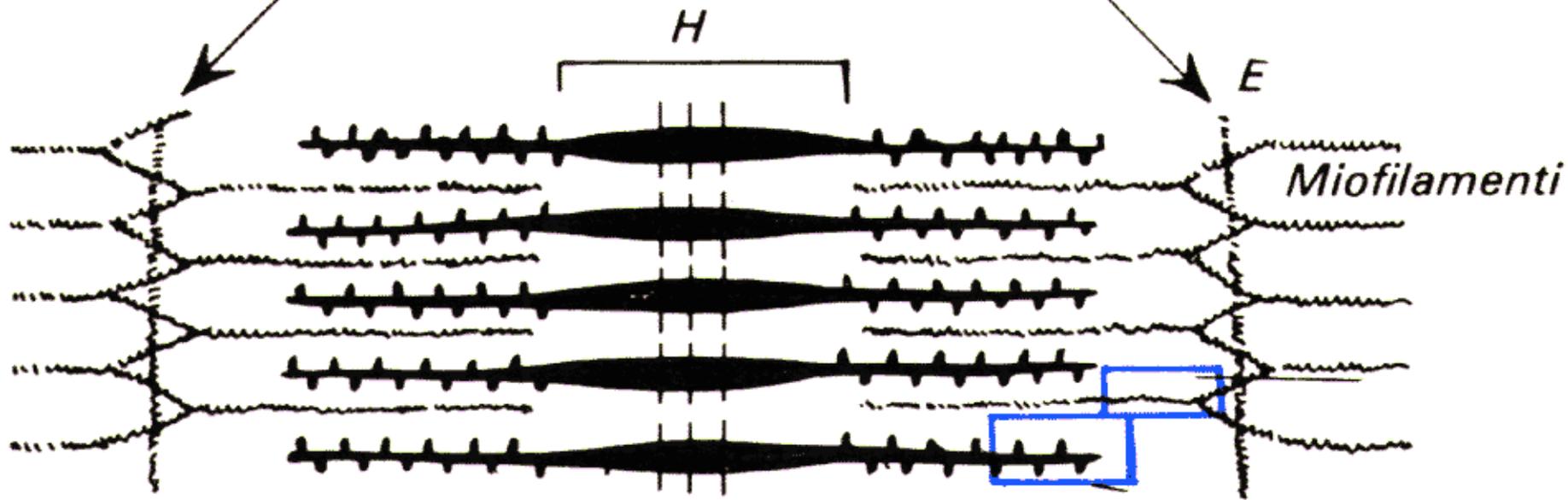
- Sono costituiti da miosina e dalle proteine accessorie
- Occupano l'intera banda A e sono più spessi nella parte centrale dove formano la stria M

2. I filamenti sottili:

- Costituiti da actina (costituente principale), troponina e tropomiosina con funzioni regolative.
- Partono dalla stria Z e percorrono tutta l'emibanda I

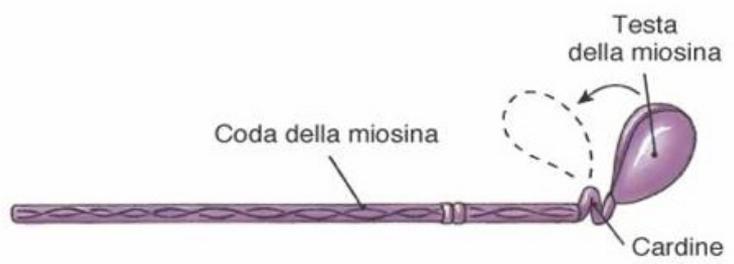
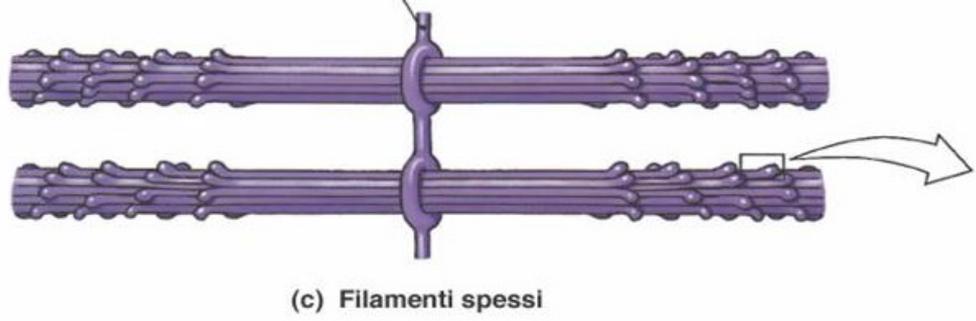
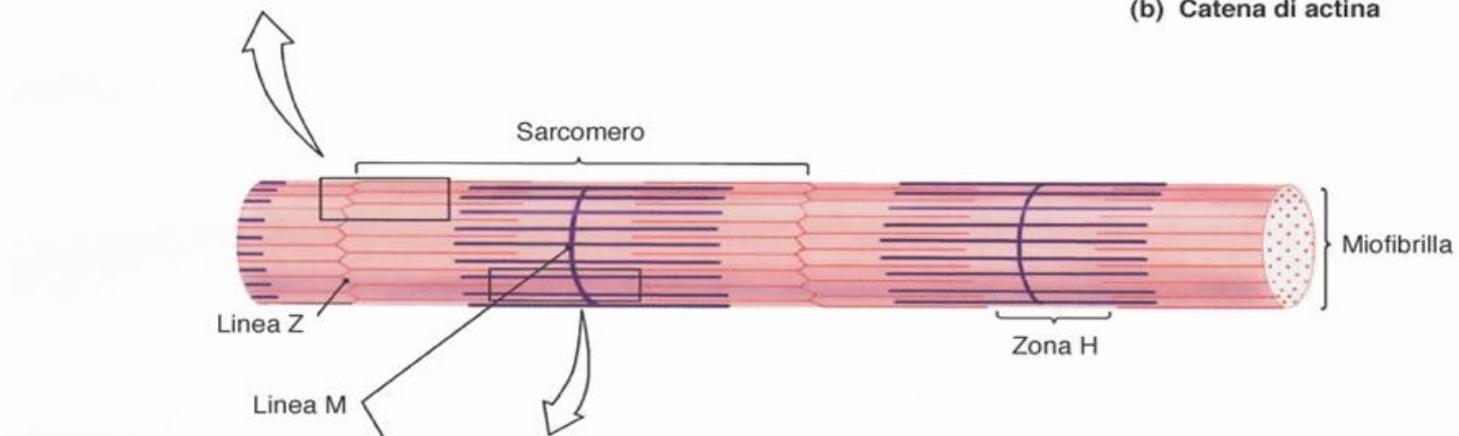
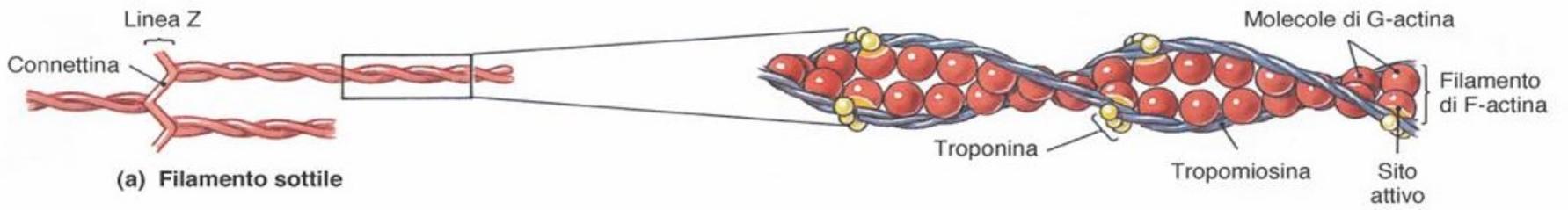


Z-Sarcomero-Z

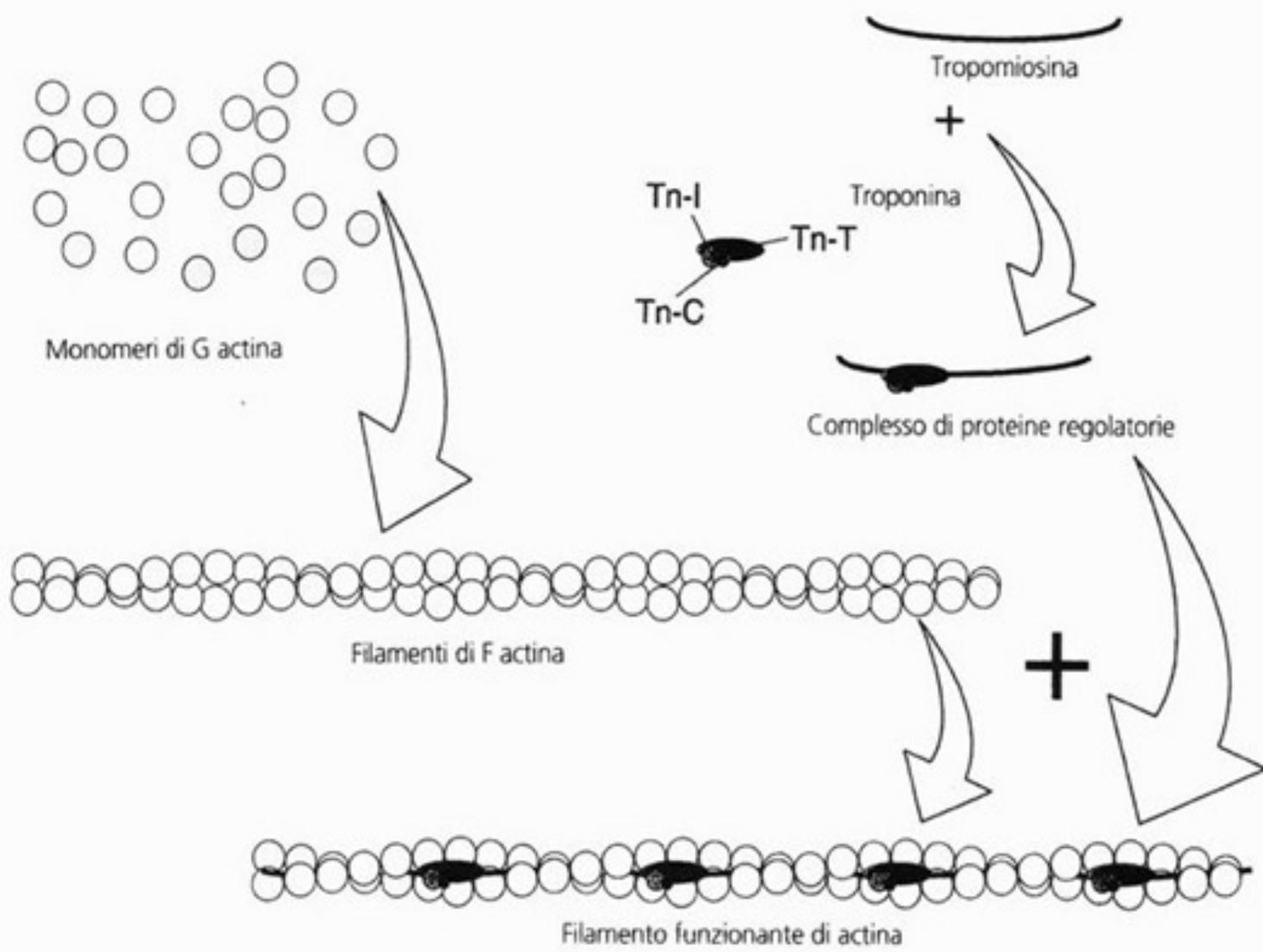


STRUTTURA MOLECOLARE DEI MIOFILAMENTI

- I filamenti spessi sono formati da miosina e da proteine accessorie.
- Presentano una porzione centrale liscia ed una periferica dotata di protuberanze, i ponti trasversali, in grado di legare i filamenti sottili.
- I filamenti sottili sono formati da actina (componente principale) e da due proteine con funzioni regolatorie: la troponina e la tropomiosina. La miosina e l'actina interagiscono fra loro in presenza di ATP per formare il complesso "actomiosina" responsabile della contrazione muscolare.
- La miosina è un dimerico formato da due subunità uguali legati fra loro con polarità opposta; ciascuna subunità è formata da una coda rettilinea e da una testa globosa.
- Ogni filamento sottile è, invece, formato da due filamenti di F-actina, polimero, i cui monomeri sono molecole globulari di G-actina.

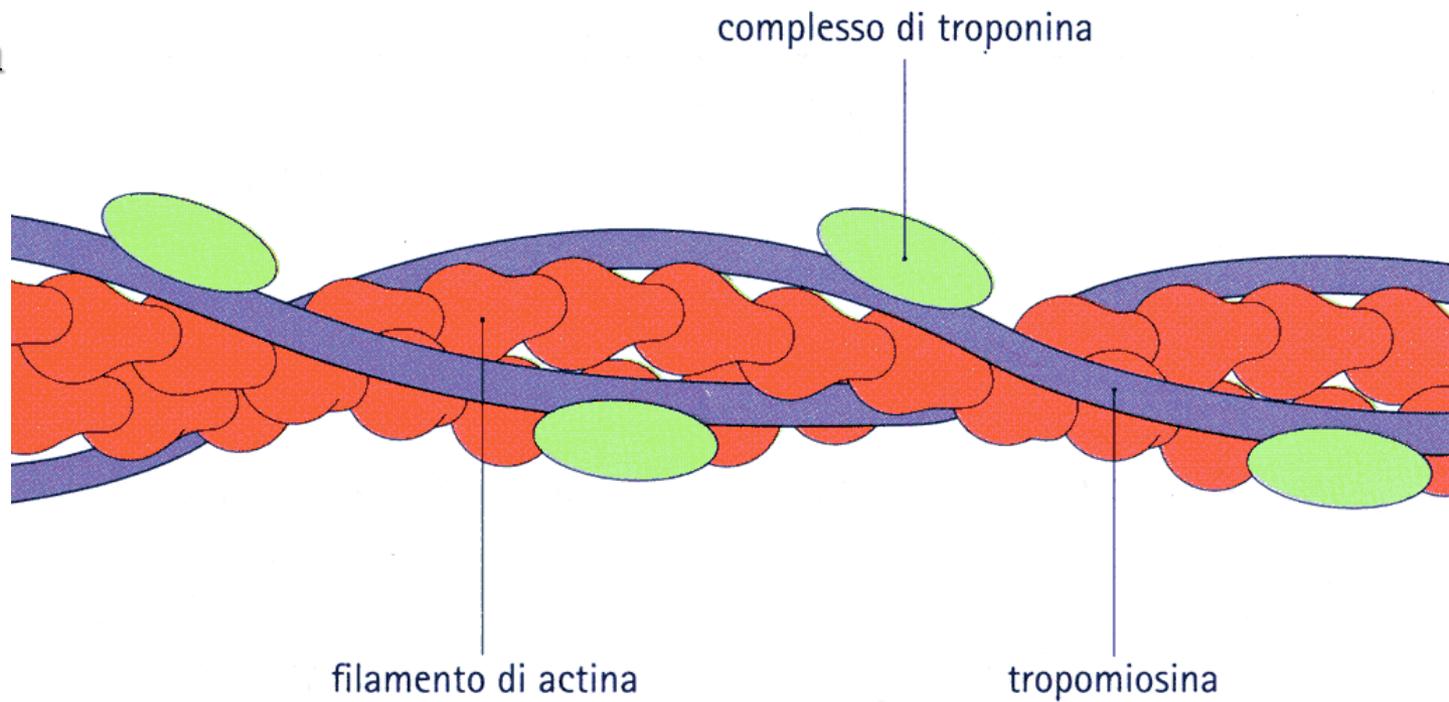


(d) Molecola di miosina



Assemblaggio dei filamenti sottili di actina nel muscolo scheletrico.

actina e miosina

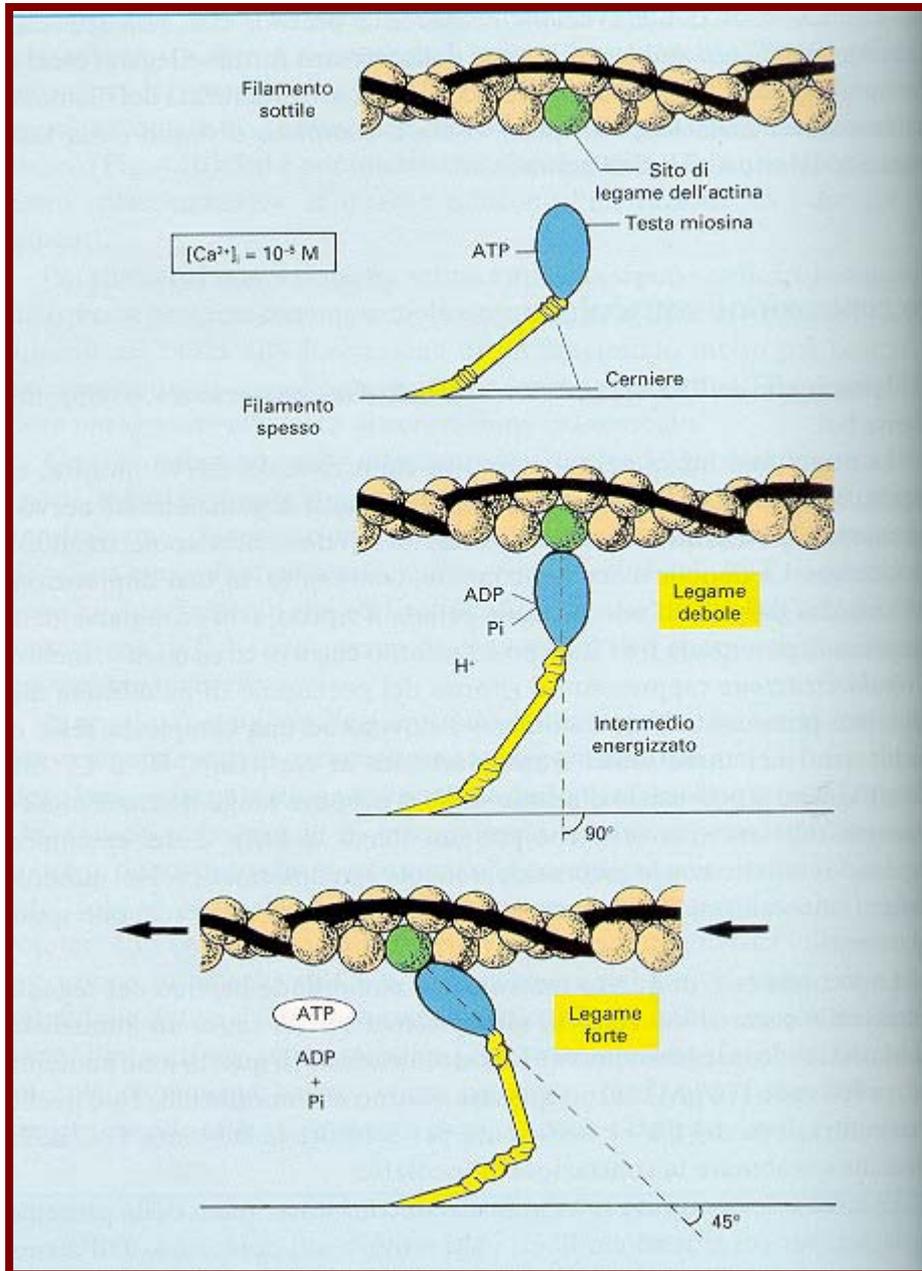


**coda della miosina:
doppia elica proteica**



**testa della miosina:
proteina globulare**

LA CONTRAZIONE MUSCOLARE

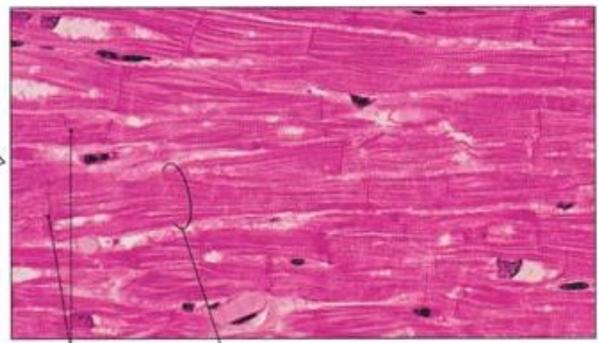
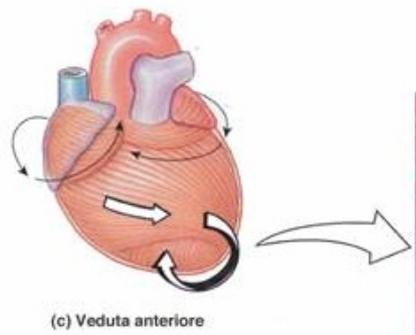
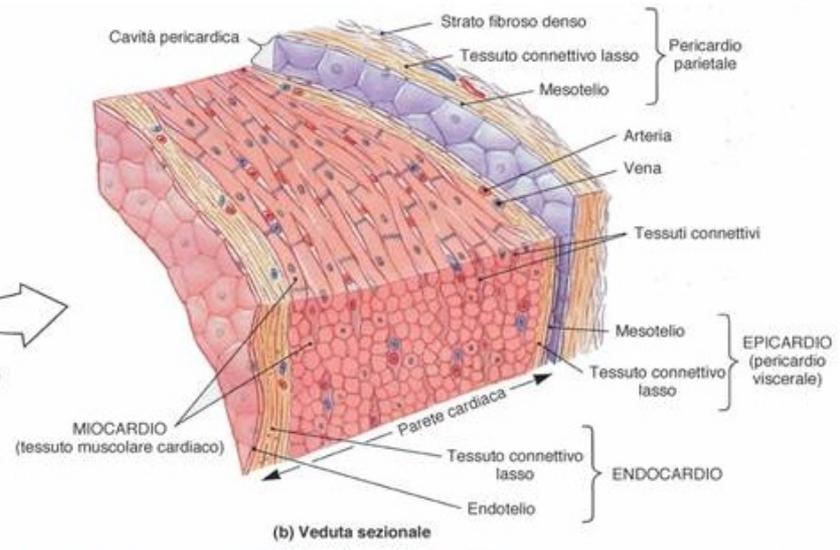
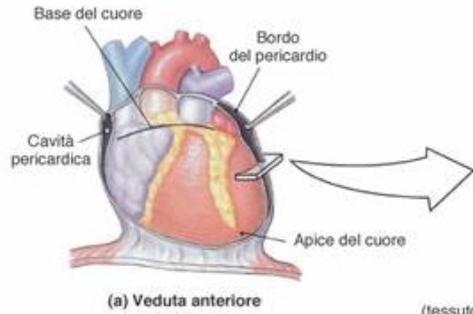


- Il muscolo è costituito da cellule eccitabili, cioè da cellule in grado di evocare un potenziale d'azione. L'effetto del potenziale d'azione è la contrazione muscolare.
- Quando un muscolo si contrae, le strie Z si avvicinano e il sarcomero si accorcia.
- Il meccanismo attraverso cui questo avviene è stato postulato nella teoria dello scorrimento dei filamenti che prevede lo scorrimento dei filamenti sottili sui filamenti spessi attraverso il legame della testa della miosina alle molecole di actina e successivo scorrimento.

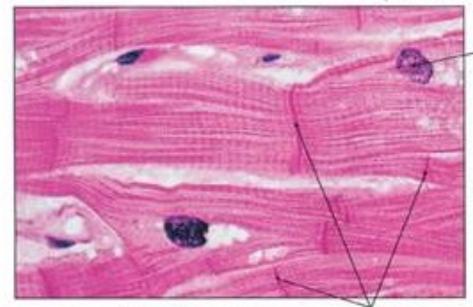
MUSCOLO STRIATO CARDIACO

- Costituisce il miocardio.
- E' un tessuto muscolare striato la cui contrazione NON è sotto il controllo della volontà.
- Presenta caratteristiche intermedie tra la muscolatura scheletrica e quella viscerale:
 1. Le fibrocellule cardiache sono formate da singole cellule con un singolo nucleo in posizione centrale.
 2. I miocardiociti sono uniti tra loro da particolari strutture di connessione detti dischi intercalari che formano apparati giunzionali complessi.
 3. Il sarcoplasma è più abbondante di quello della muscolatura scheletrica e i mitocondri sono più voluminosi e abbondanti.
 4. Il reticolo sarcoplasmatico presenta importanti differenze con quello del muscolo scheletrico:
 - I tubuli t sono più voluminosi e si trovano come negli anfibi a livello della stria Z
 - Mancano le cisterne terminali e trasversali sostituite da espansioni dei sarcotubuli
 - Non sono presenti triadi ma diadi costituite da espansioni dei sarcotubuli e tubuli t.

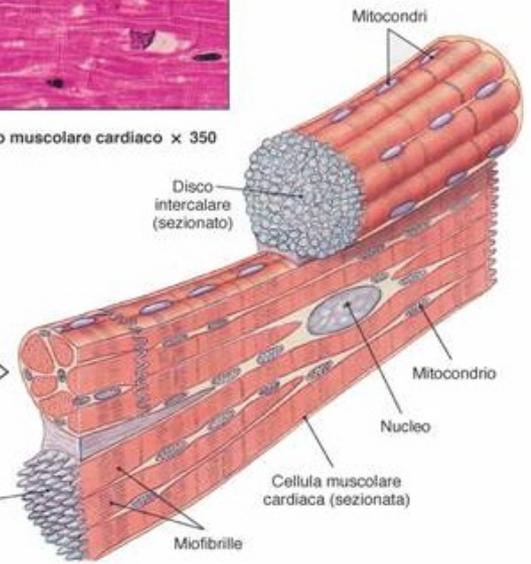
- Il tessuto muscolare cardiaco è un tipo di muscolo striato a contrazione involontaria che costituisce la tonaca media della parete del cuore chiamata miocardio.
- Il miocardio è responsabile della contrazione ritmica del cuore ed è interposta tra endocardio (tonaca interna) ed epicardio (tonaca esterna).
- Formato da cellule denominate cardiomiociti strettamente connesse da sistemi giunzionali detti dischi intercalari a formare un sincizio funzionale.
- Attraverso la contrazione coordinata e sequenziale di atri e ventricoli, la sistole, il cuore pompa il sangue all'interno della grande o della piccola circolazione.
- Analogamente agli altri tessuti corporei, anche il miocardio necessita di un costante apporto ematico per il rifornimento di ossigeno e nutrienti (garantito dalla circolazione coronarica) e per la rimozione dei prodotti di rifiuto (vene cardiache).

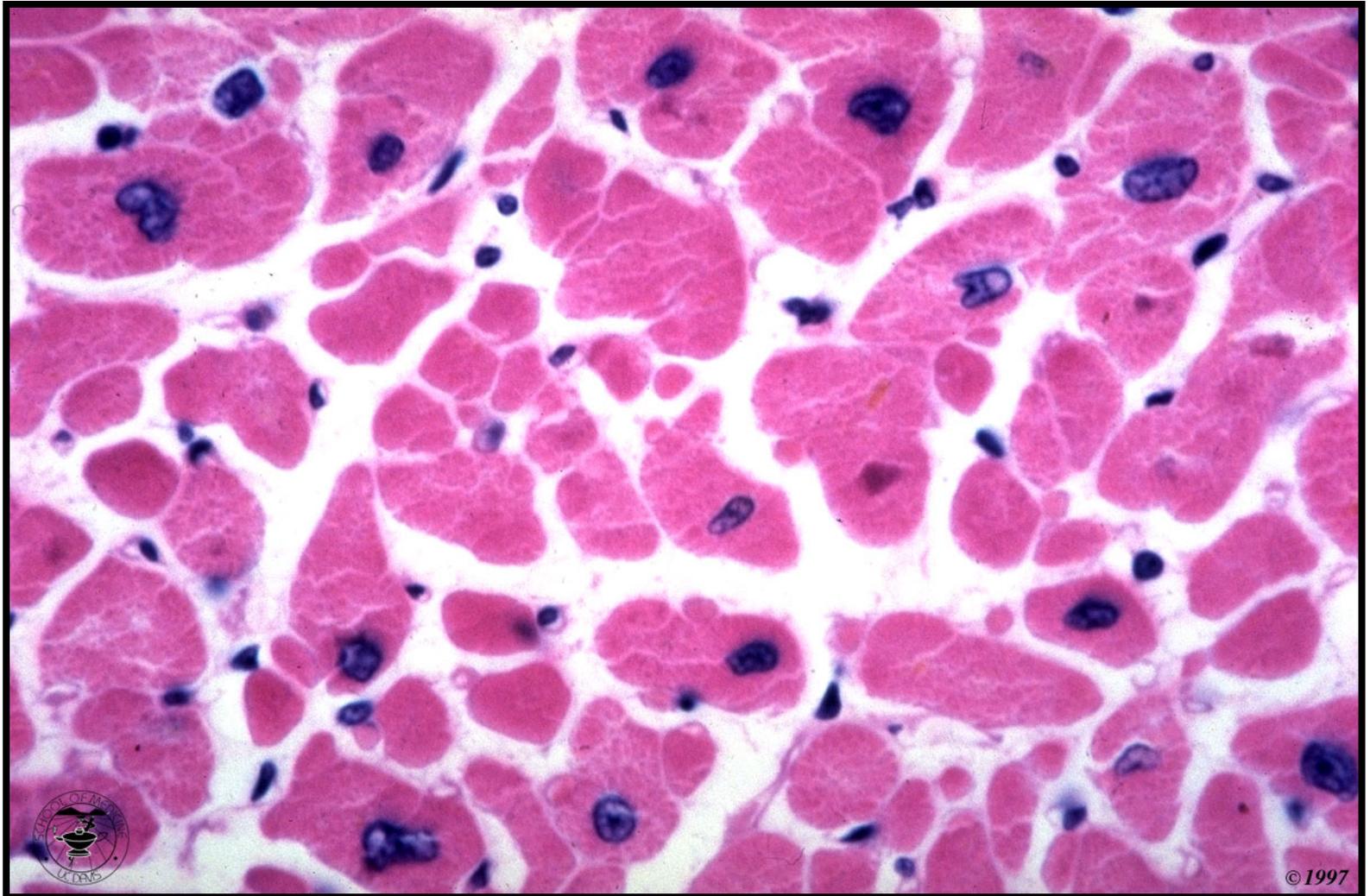


Dischi intercalari
Cellula muscolare cardiaca (miocardiocita)



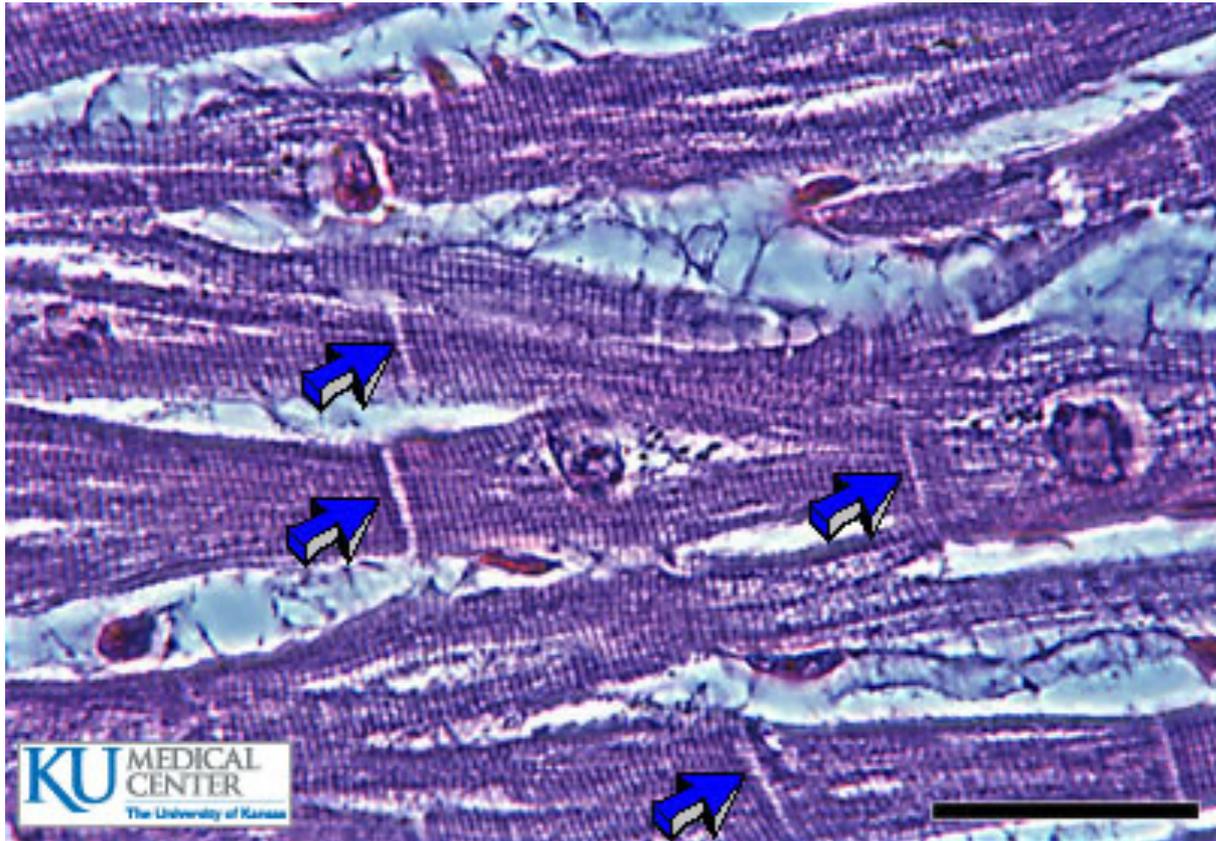
Dischi intercalari



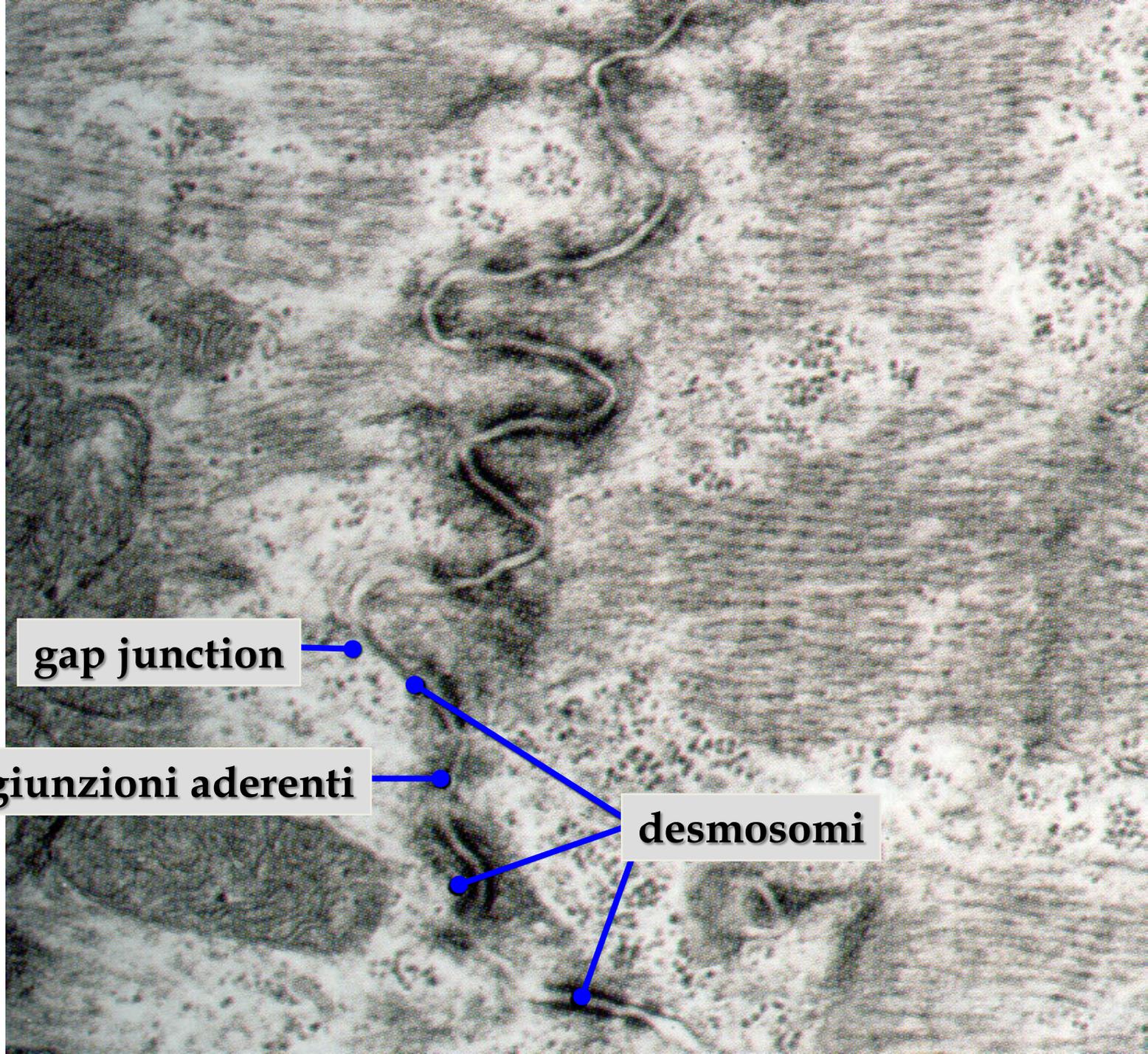


© 1997

DISCHI INTERCALARI



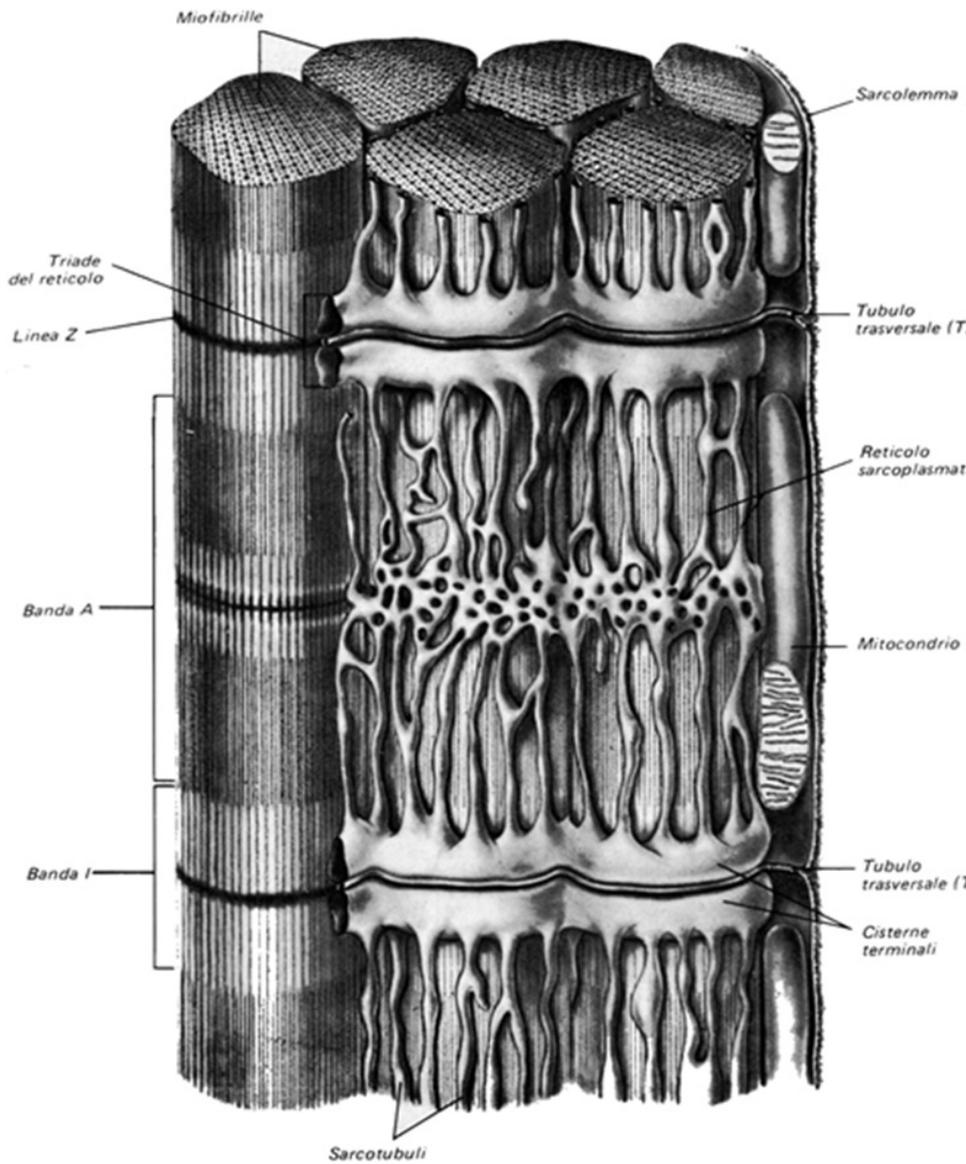
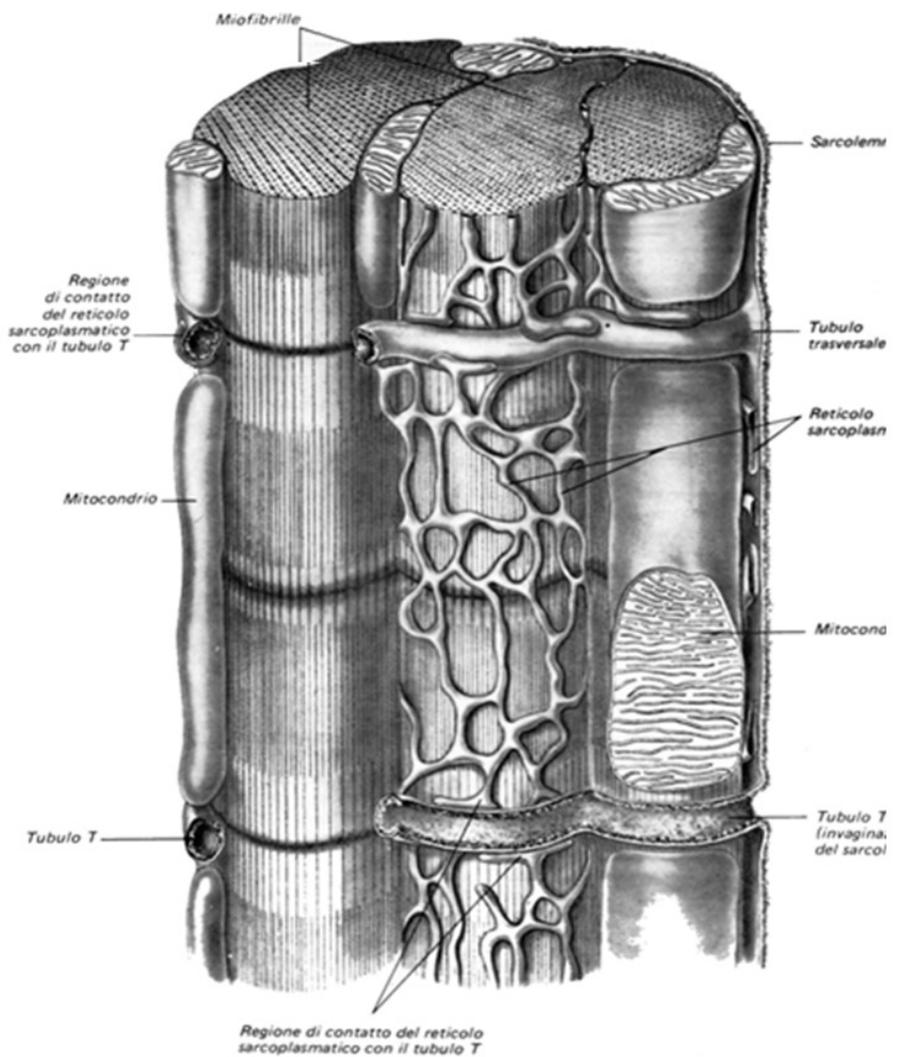
- Sono zone di contatto e di adesione tra le membrane plasmatiche di due cardiomiociti adiacenti.
- Sono visibili come sottili strie trasversali interposte tra le estremità delle cellule adiacenti.
- Non consentono passaggio di filamenti da una fibra all'altra
- Formano un articolato complesso giunzionale dove giunzioni gap permettono la rapida diffusione dell'impulso da un cardiomiocita a quello adiacente (sincizio funzionale)



gap junction

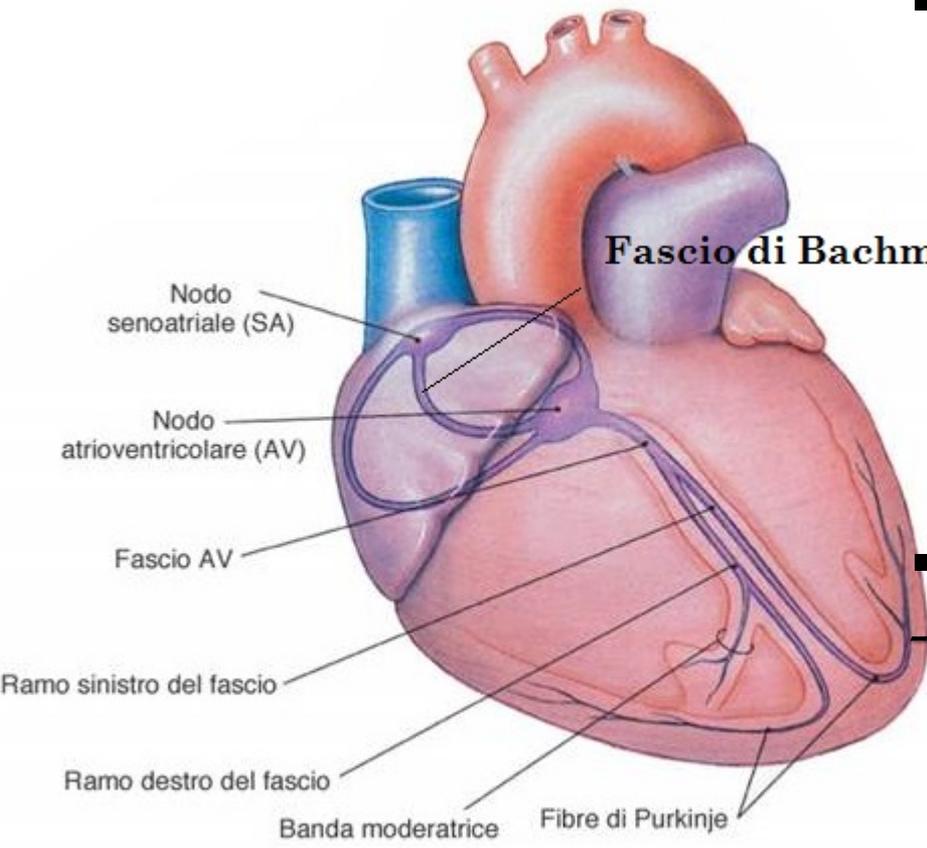
giunzioni aderenti

desmosomi



MIOCARDIO SPECIFICO

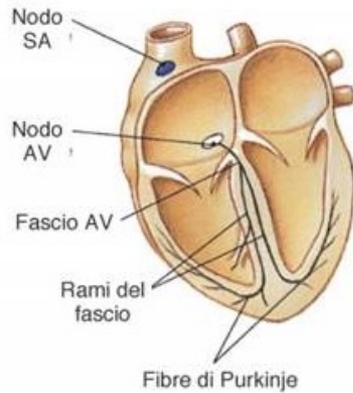
- La maggior parte del parenchima cardiaco è costituito da cardiomiociti con le caratteristiche fin qui descritte che sono responsabili della contrazione del cuore e che nel loro insieme costituiscono il così detto miocardio comune o miocardio di lavoro.
- **Ma come si genera lo stimolo necessario alla contrazione dei miocardiociti?**
- Esistono miocardiociti modificati e specializzati per la genesi e la conduzione dell'impulso elettrico che nel loro insieme costituiscono il miocardio specifico o miocardio di conduzione.



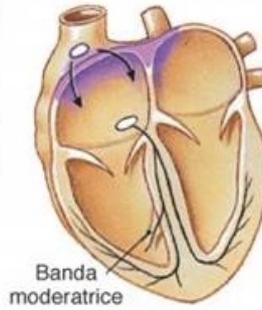
(a) Nodi e fibre di conduzione

- E' la sede di insorgenza degli stimoli elettrici che determinano la contrazione della muscolatura cardiaca e rappresenta la principale via di trasmissione degli stessi. E' costituito da fasci di mofibrille specializzate che nel loro insieme costituiscono il miocardio specifico.
- Costituito da:
 - **Nodo seno-atriale:** sito nell'atrio destro a livello dello sbocco della vena cava superiore; è formato dalle cellule del nodo del seno o più grandi delle altre cellule del miocardio, che nel loro insieme costituiscono il pacemaker cardiaco e che contraendosi indipendentemente e autonomamente originano lo stimolo elettrico

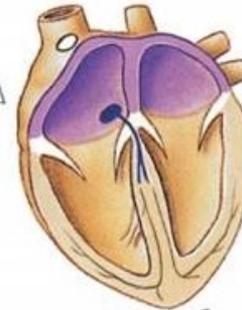
- **Nodo atrio-ventricolare:** localizzato tra la cuspidi mediale della valvola atrioventricolare destra tricuspide e lo sbocco del seno coronario e connesso al nodo SA da 3 fasci di fibre specializzati in fascio internodali (anteriore, mediale ed il posteriore). Qui l'impulso subisce un leggero ritardo, in modo da concedere ai ventricoli il tempo sufficiente per il riempimento completo dopo la contrazione atriale (Sistole atriale).
- **Fascio comune atrio-ventricolare di His:** si stacca dal nodo atrioventricolare e percorre il interventricolare dove si divide in due diramazioni destra e sinistra, le cui parti distali sono costituite da cellule più grandi di quelle del miocardio comune dette fibre o cellule di Purkinje.
- **Fibre di Purkinje:** La branca destra permette la contrazione del ventricolo destro mentre la parte sinistra permette la contrazione del ventricolo sinistro.



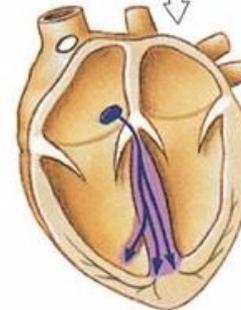
FASE 1:
Attivazione del nodo SA e inizio dell'attività atriale.
Tempo = 0



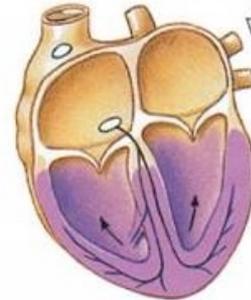
FASE 2:
Lo stimolo raggiunge il nodo AV.
Tempo trascorso = 50 msec



FASE 3:
A livello del nodo AV vi è un ritardo di 100 msec. Inizio della contrazione ventricolare.
Tempo trascorso = 150 msec

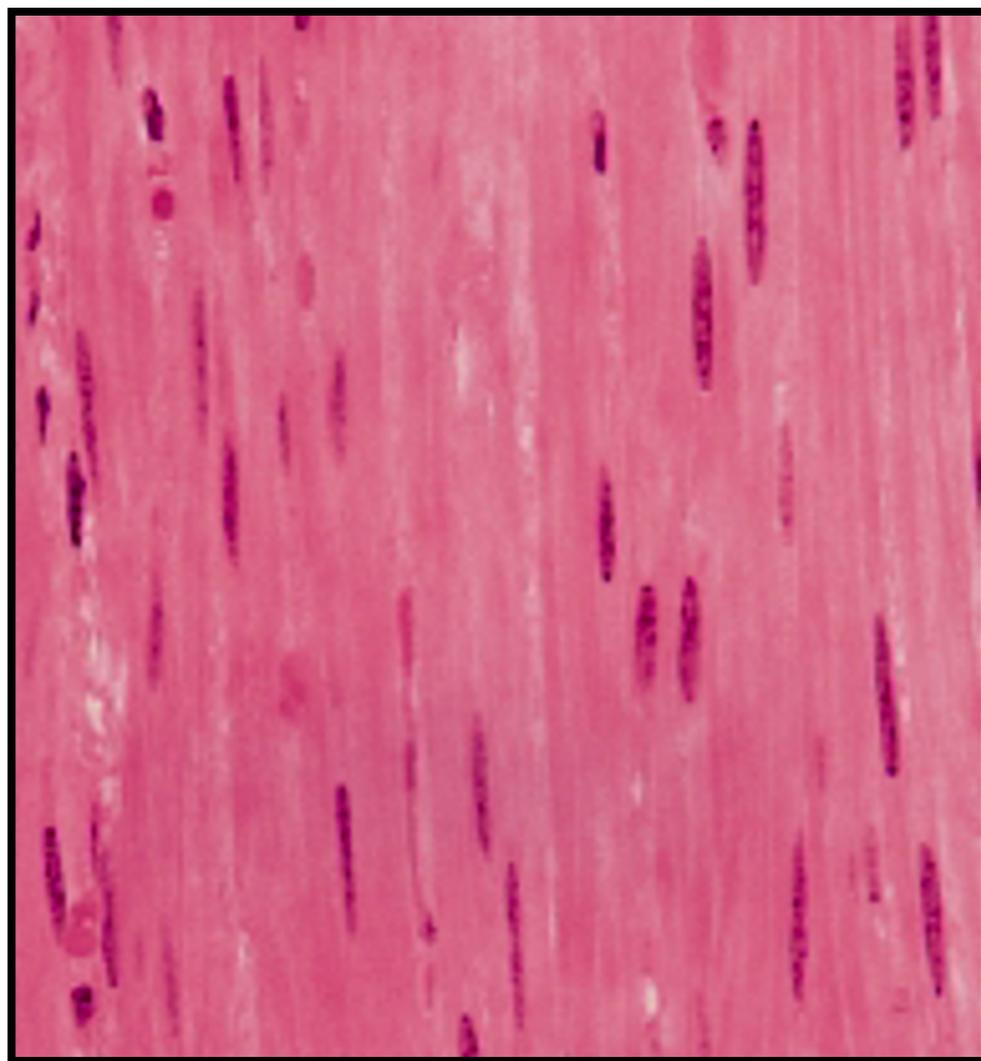


FASE 4:
L'impulso viaggia lungo il setto interventricolare attraverso il fascio AV e i rami del fascio, verso le fibre di Purkinje.
Tempo trascorso = 175 msec



FASE 5:
L'impulso è distribuito dalle fibre di Purkinje e trasmesso al miocardio ventricolare. La contrazione atriale viene completata. Inizia la contrazione ventricolare.
Tempo trascorso = 225 msec

MUSCOLO LISCIO



- Di origine mesodermica; si forma per differenziazione delle cellule mesenchimali in fibrocellule muscolari.
- Forma la tonaca muscolare di arterie e vene e la parete muscolare del tubo digerente, delle vie respiratorie, genitali e urinarie.
- Il reticolo sarcoplasmatico è meno sviluppato essendo costituito da un insieme di cisterne in cui non sono presenti i tubuli t che nelle cellule muscolari lisce vengono rimpiazzati da invaginazioni della membrana chiamate caveole.

- Le fibrocellule muscolari lisce sono strettamente ravvicinate e avvolte da tessuto connettivo in fasci a costituire le lamine muscolari che compongono le tonache muscolari dei visceri.
- Generalmente le lamine sono composte da strati ad andamento diverso:
 - Lo strato più interno è composto da lamine ad andamento circolare
 - Lo strato più esterno è composto da lamine ad andamento longitudinale.
- I fasci così costituiti, compongono, quindi, muscoli lisci unitari o multi-unitari a seconda che il motoneurone che li innerva riesca a raggiungere ogni singola fibrocellula o meno:
 - **Muscolatura unitaria:** strati muscolari dell'intestino, dell'utero e degli ureteri e degli altri organi cavi degli apparati respiratorio urogenitali e digerente. In questi muscoli l'innervazione da parte del motoneurone SNA è meno diffusa e non raggiunge direttamente ogni singola cellula che, pertanto, è connessa alla cellula adiacente da giunzioni comunicanti e funziona quindi come un sincizio funzionale.
 - **Muscolatura multi-unitaria:** l'innervazione è più diffusa ed ogni singola fibra è innervata da un motoneurone consentendo in questo modo contrazioni estremamente precise e graduali (muscoli erettori del pelo, vasi sanguigni).

- I muscoli lisci, pur avendo una morfologia molto simile tra loro, presentano proprietà differenti nei vari organi a seconda del tipo di contrazione e dalla modalità con cui questa si propaga.

- La muscolatura liscia è, infatti caratterizzata da 2 modalità di contrazione:

1. La contrazione ritmica: prevede l'insorgenza ritmica di impulsi periodici che si propagano come un'onda (muscolatura della parete intestinale)

2. La contrazione tonica: prevede, invece, uno stato continuo di contrazione, denominato tono muscolare.

- In base al meccanismo di propagazione dell'impulso, la muscolatura liscia si distingue in:

1. **Muscolatura liscia multiunitaria:**

- Presenta delle terminazioni nervose simili a quelle della giunzione neuromuscolare della placca motrice del muscolo striato scheletrico → le cellule di una stessa area si contraggono simultaneamente

2. **Muscolatura liscia viscerale:**

- L'impulso, una volta generato, si propaga liberamente alle cellule vicine per la presenza di giunzioni gap, presenti tra le membrane plasmatiche di cellule adiacenti.

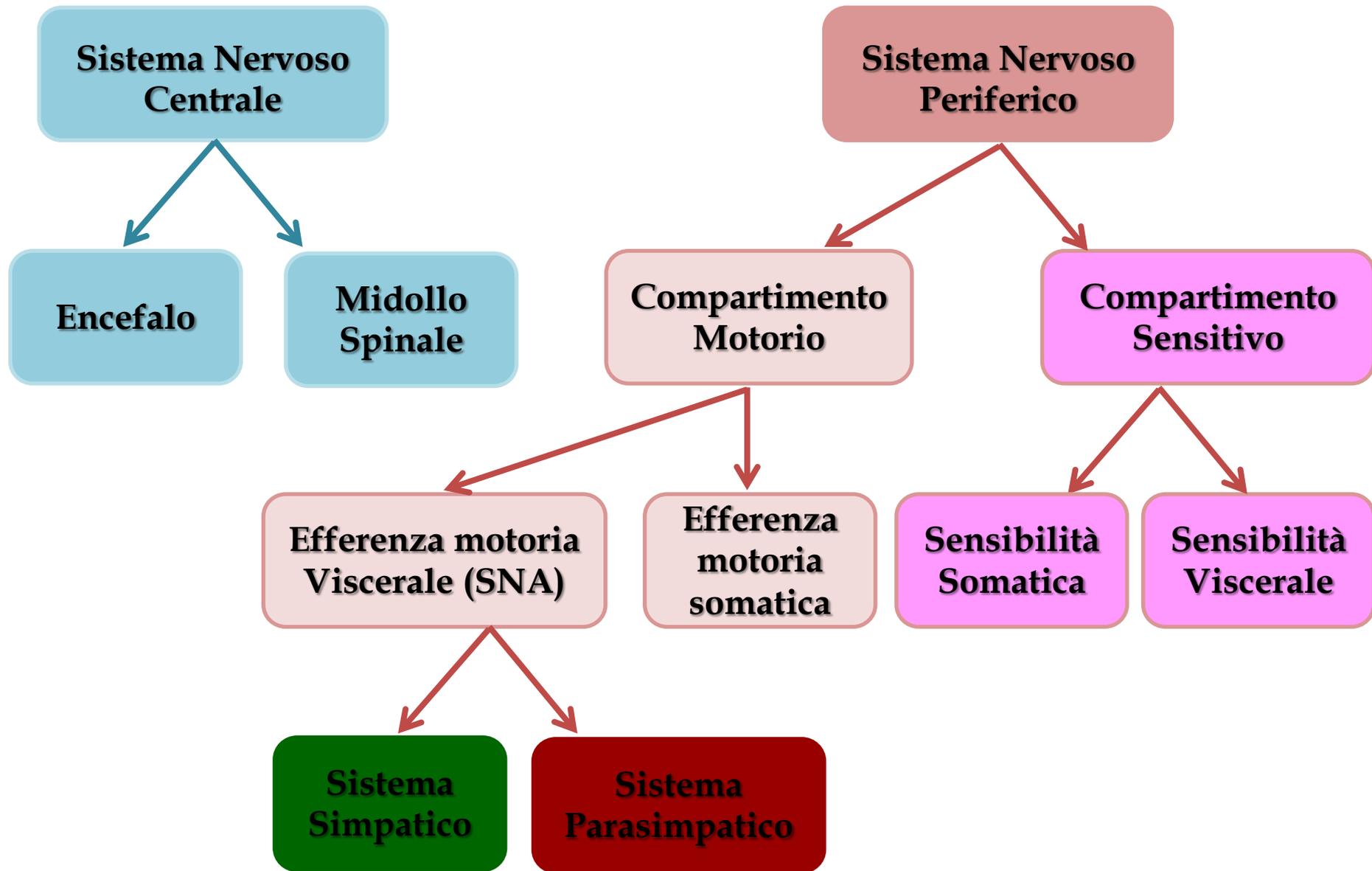
- La contrazione e l'eccitabilità del muscolo liscio sono molto più lente di quelle di un muscolo scheletrico, ma la fibra muscolare liscia è meno suscettibile alla fatica.
- Il muscolo liscio è, inoltre soggetto ad un controllo di tipo involontario ad opera del SNA (simpatico e parasimpatico) ed è sensibile agli ormoni.
- Queste sue caratteristiche lo rendono particolarmente adatto alla regolazione del calibro dei vasi, allo svuotamento degli organi cavi e a consentire la progressione del bolo alimentare lungo il tubo digerente.

SISTEMA NERVOSO

- Genera dall'ectoderma.
- Insieme al sistema endocrino coordina e regola l'attività degli altri apparati.
- Presenta un meccanismo di comunicazione chimica con tessuti e organi bersaglio.
- La principale differenza con il sistema endocrino sta nel tipo di risposta: la risposta del sistema nervoso è una risposta a breve termine, rapida di breve durata che termina con la cessazione dello stimolo. Le risposte endocrine sono invece più lente e di durata maggiore (risposta a lungo termine).
- È costituito da tessuto nervoso, un tessuto costituito da cellule eccitabili specializzate nella comunicazione cellulare.
- L'unità morfo-funzionale è il neurone, assistito da cellule di supporto chiamate cellule gliali.

FUNZIONI SISTEMA NERVOSO

- Il sistema nervoso è essenzialmente composto di due parti:
 - **Una componente afferente o sensitiva**
 - **Una componente efferente o motoria.**
- Attraverso le sue componenti, quindi:
 - Fornisce informazioni e sensazioni sull'ambiente esterno (esterocettori) ed interno (propriocettori).
 - Integra ed interpreta le informazioni sensoriali.
 - Risponde agli stimoli attivando gli organi effettori in grado di generare una risposta motoria o metabolica.
 - Coordina attività volontarie e involontarie
 - E' la sede delle funzioni cognitive, delle emozioni, della memoria ecc.



▪ Si compone essenzialmente di due parti:

1. **SNC** (Sistema Nervoso Centrale):

- Comprende encefalo e midollo spinale
- È responsabile dell'elaborazione delle informazioni sensitive e degli stimoli motori

2. **SNP** (Sistema Nervoso Periferico)

- Comprende il resto del tessuto nervoso al di fuori del Sistema Cerebrospinale
- Trasporta informazioni sensitive somatiche o viscerali al SNC (**porzione afferente sensitiva**)
- Trasporta informazioni motorie ai muscoli scheletrici o ai visceri (**porzione efferente motoria**):

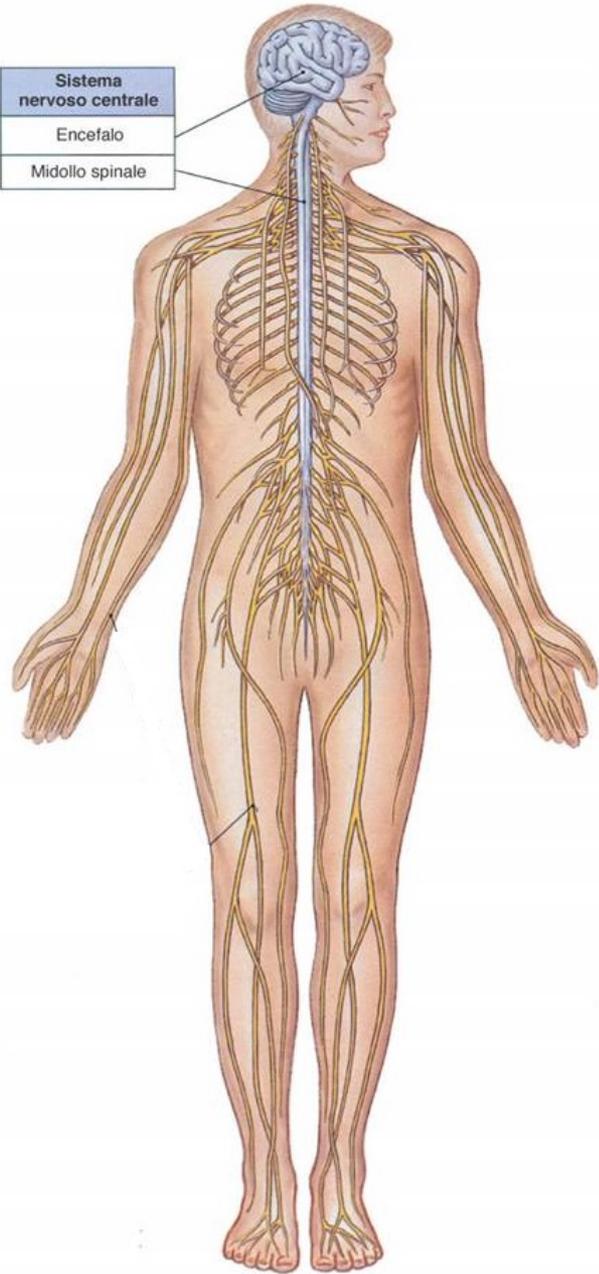
▪ La porzione efferente comprendente l'efferenza motoria viscerale compone a sua volta il Sistema Nervoso Autonomo, costituito da:

1. Sistema Nervoso Simpatico
2. Sistema Nervoso Parasimpatico.

SISTEMA NERVOSO CENTRALE (SNC)

- Definito anche sistema cerebrospinale o della vita di relazione, è composto dall'encefalo e dal midollo spinale ed occupa la porzione assiale.
- L'encefalo è racchiuso all'interno della cavità cranica e protetto dalle ossa e dalle membrane (meningi) che la definiscono.
- Il midollo spinale è la porzione extra-cranica del sistema nervoso centrale;
 - E' accolto nel canale midollare costituito dal sovrapporsi dei fori vertebrali delimitati dagli archi vertebrali delle vertebre che compongono la colonna.
 - E' avvolto e protetto dalle meningi spinali.
 - Si estende fino al tratto lombare della colonna vertebrale compreso fra L1 ed L3 e si prolunga con un'estensione fibrosa, il *filum terminale* fino al coccige.
 - Collega il SNC al SNP.

Sistema nervoso centrale
Encefalo
Midollo spinale



SISTEMA NERVOSO PERIFERICO (SNP)

- Consiste di tutte le restanti porzioni di tessuto nervoso situate al di fuori del SNC.
- Costituito da Nervi e gangli:
 - Nervi: Fasci di fibre bianche costituiti dagli assoni mielinizzati dei neuroni tenuti insieme da tessuto connettivo fibroso.
 - Gangli: corpicciolo rotondeggiante costituito dai corpi cellulari dei neuroni.
- Funzionalmente suddiviso in un compartimento sensitivo ed uno motorio ciascuno dei quali ulteriormente suddiviso in una componente somatica ed una viscerale.

- **Compartimento sensitivo afferente:** trasporta al SNC segnali sensitivi raccolti dai recettori:
 - Sensibilità somatica: raccoglie i segnali provenienti da recettori localizzati a livello della cute, dei muscoli e delle articolazioni.
 - Sensibilità viscerale: raccoglie i segnali provenienti dai visceri della cavità toracica e addominopelvica.

- **Compartimento motorio efferente:** trasporta i segnali elaborati dal SNC alle cellule delle ghiandole e dei muscoli che mettono in atto le risposte dell'organismo. Le cellule e gli organi che rispondono ai comandi provenienti dal sistema nervoso sono chiamati effettori:
 - Efferenza motoria somatica: trasporta i segnali ai muscoli scheletrici. Queste informazioni determinano le contrazioni muscolari che sono sotto il controllo volontario, così come le contrazioni muscolari involontarie chiamate riflessi somatici.

 - Efferenza motoria viscerale: compone il sistema nervoso autonomo

SISTEMA NERVOSO AUTONOMO (SNA)

- Costituito dall'efferenza motoria viscerale del Sistema Nervoso Periferico.
- Trasporta i segnali alle ghiandole, al muscolo cardiaco e al muscolo liscio.
- Non dispone di controllo volontario su questi effettori, ma opera ad un livello non cosciente.
- E' costituito da:
 - **Sistema Nervoso Simpatico**: ha funzione stimolatoria o eccitatoria; prepara l'organismo per l'azione accelerando il battito cardiaco o incrementando la frequenza respiratoria.
 - **Sistema Nervoso Parasimpatico**: ha un effetto inibitorio

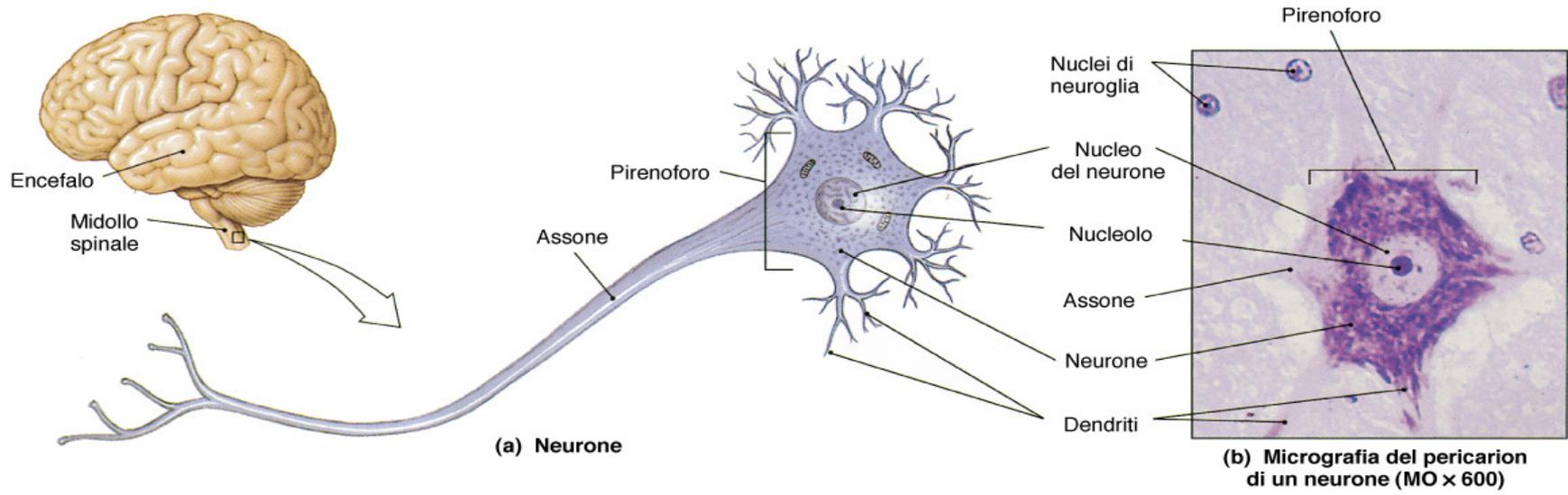


FIGURA 3-21

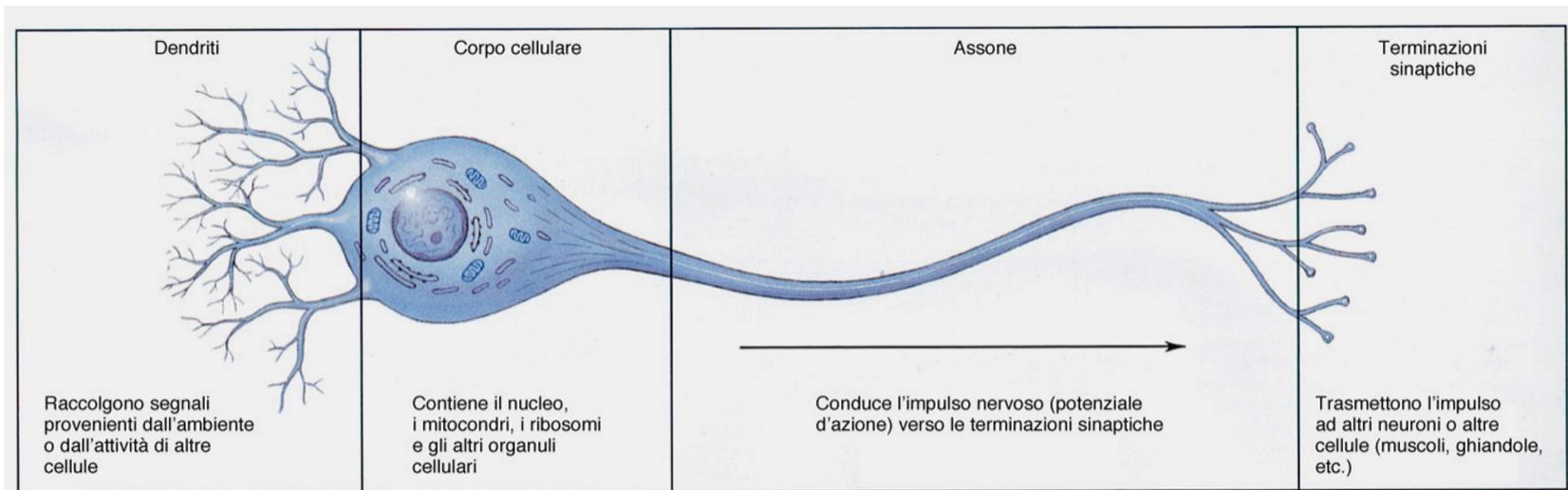
Tessuto nervoso. Immagini schematiche (a) e istologiche (b) di un neurone “tipo”. I neuroni sono specializzati nella conduzione di impulsi elettrici tra le regioni corporee.

CITOTIPI DEL TESSUTO NERVOSO

- Il tessuto nervoso è costituito da due tipi di cellule:
 1. Neuroni
 - Specializzati nella conduzione di impulsi elettrici
 2. Cellule gliali (nevroglia)
 - Isolano i neuroni
 - Costituiscono una rete di sostegno per il tessuto nervoso
 - Mantengono la capacità di dividersi e
 - Sono in grado di riparare lesioni
 - Hanno funzione di isolamento elettrico.

NEURONI

- Hanno un corpo cellulare stellato detto pinofero con un voluminoso nucleo posto centralmente
- Hanno perso la capacità di dividersi
- Presentano 2 tipi di prolungamenti:
 1. Dendriti:
 - Sono multipli
 - Costituiscono la via afferente del neurone in quanto porta le informazioni al pinofero.
 2. Assone:
 - Costituisce la via efferente (porta le informazioni alla periferia)
 - È unico
 - Presenta una o più terminazioni che formano le sinapsi

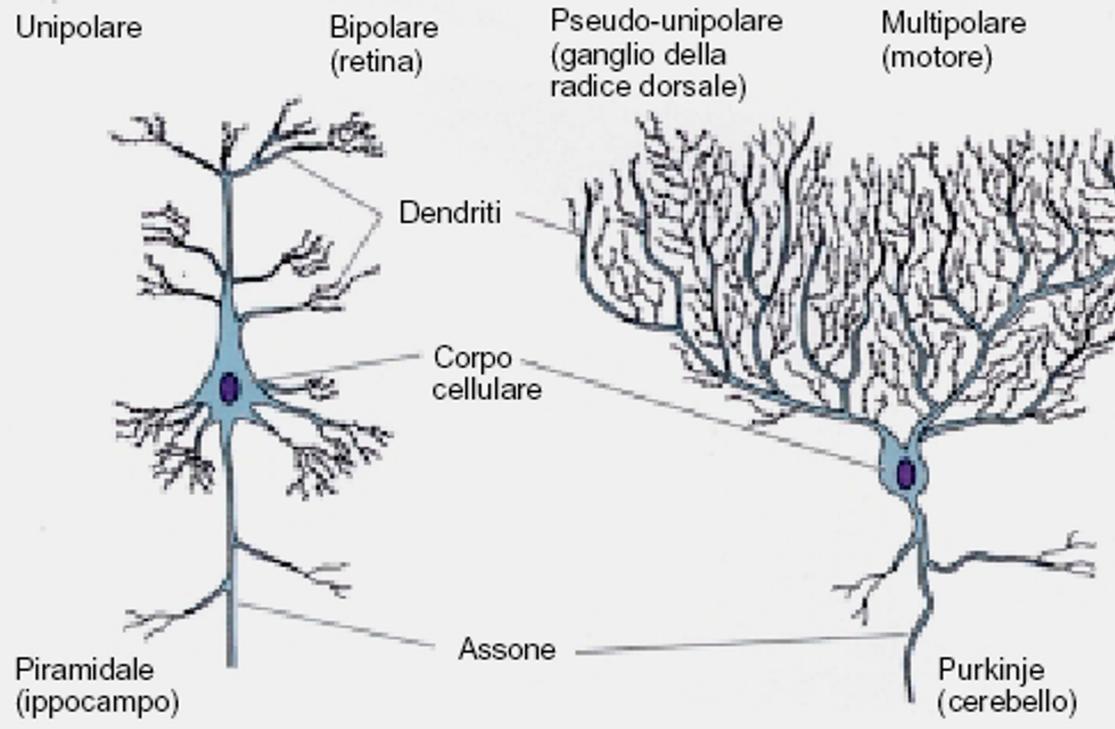
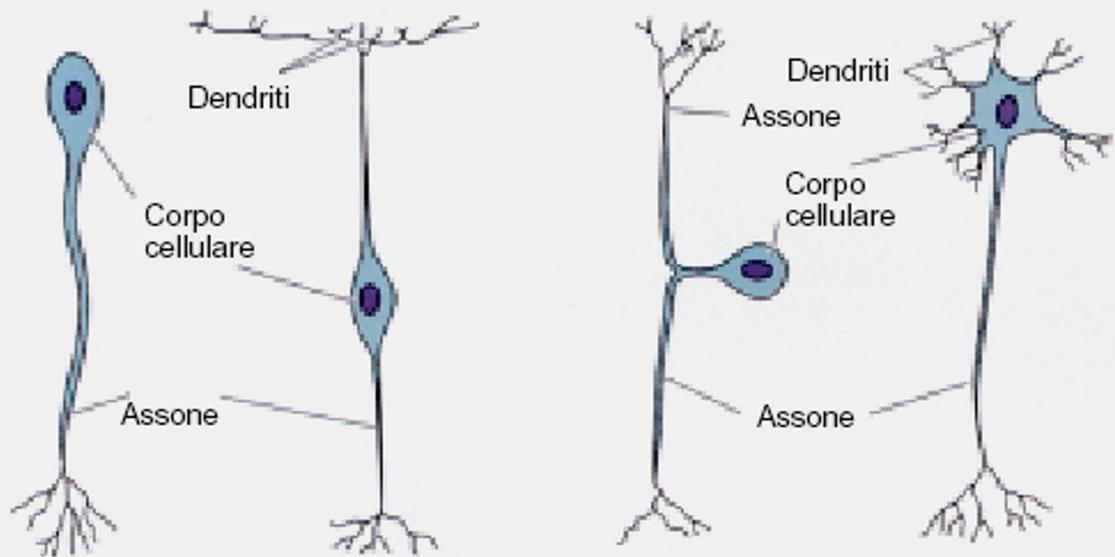


▪ I neuroni possono essere classificati su:

1. Base strutturale: in funzione del numero di processi che emergono dal corpo cellulare
2. Base funzionale.

▪ In base alla struttura si classificano in:

- Neuroni anassonici: sono talmente piccoli che non c'è possibilità di distinguere dal punto di vista morfologico i dendriti dagli assoni.
- Neuroni bipolari: hanno dendriti piccoli e sottili che confluiscono a formare un unico dendrite.
- Neuroni pseudounipolari: i processi dendritici sono in continuità fra loro; il pinofero è posto lateralmente
- Neuroni multipolari: sono i neuroni più comuni nel sistema nervoso centrale. Possiedono diversi dendriti e un singolo assone.



Unipolare

Bipolare (retina)

Pseudo-unipolare (ganglio della radice dorsale)

Multipolare (motore)

Piramidale (ippocampo)

Purkinje (cerebello)

▪ Su base funzionale, i neuroni si dividono in:

1. Neuroni sensitivi:

- Hanno i corpi cellulari al di fuori del sistema nervoso centrale
- Conducono le informazioni verso il SNC (midollo o encefalo)

2. Neuroni motori:

- Compongono la porzione efferente del sistema nervoso

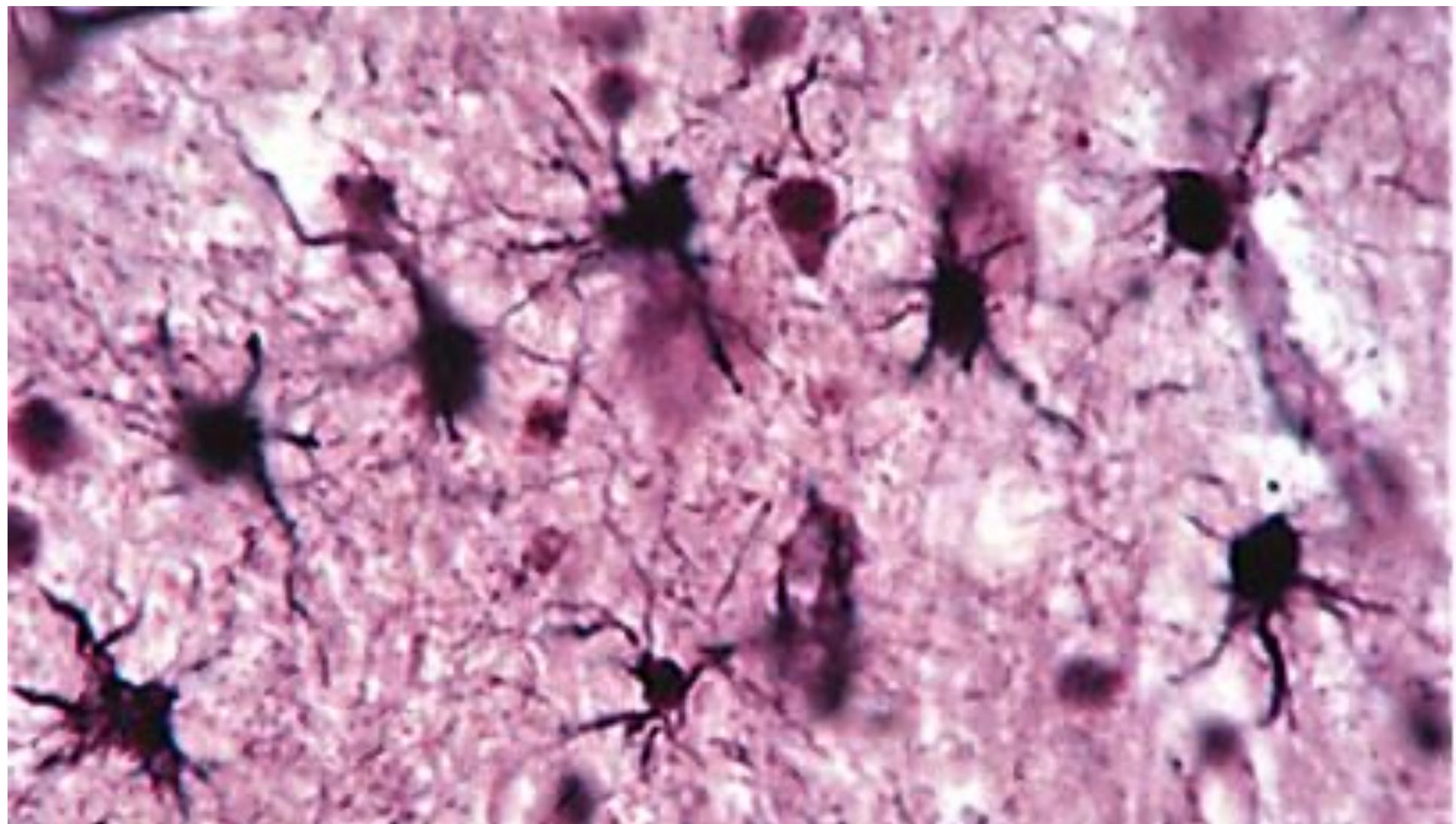
3. Interneuroni

- Sono i neuroni di collegamento tra i neuroni sensitivi e quelli motori.

NEVROGLIA

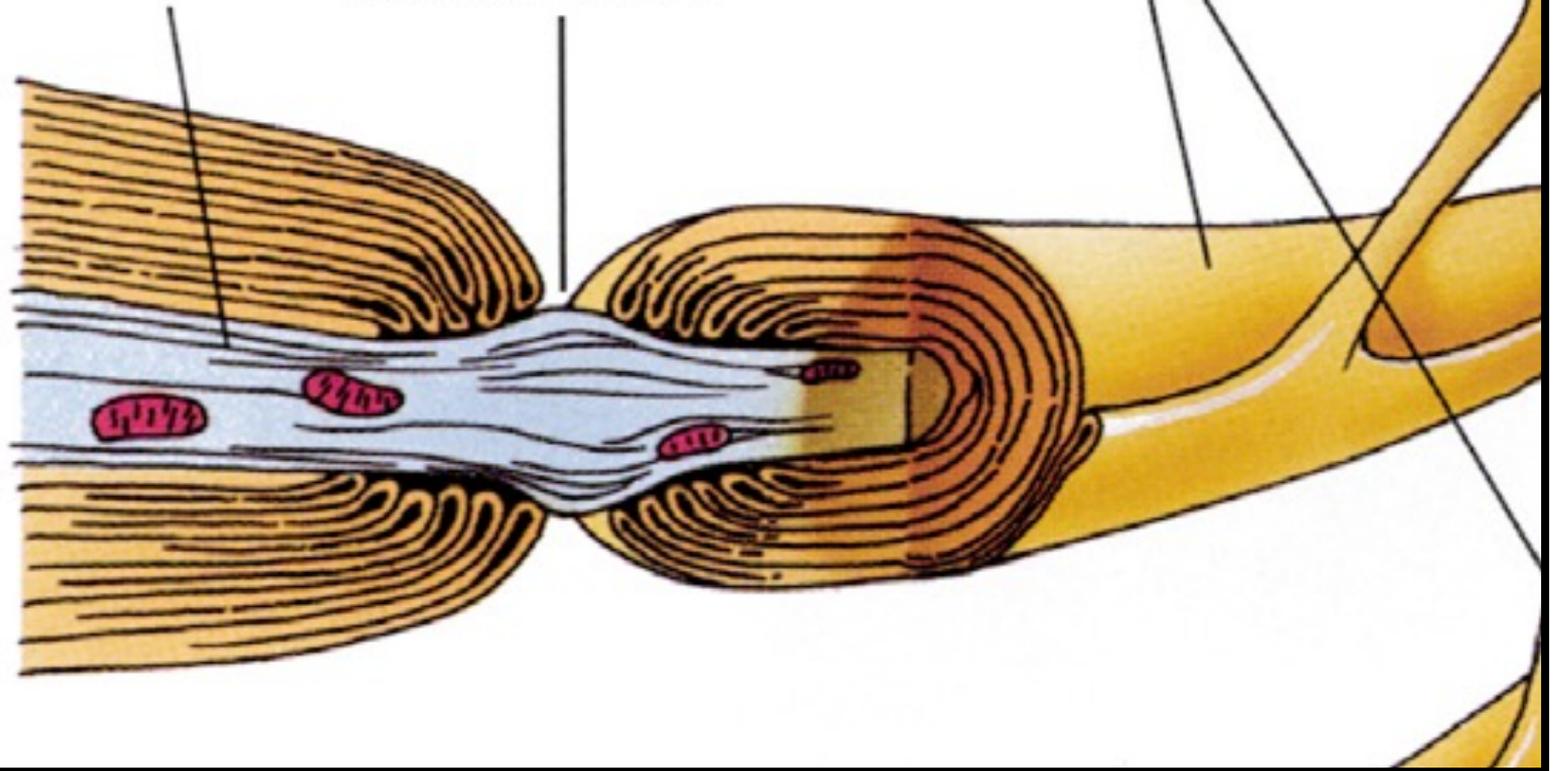
- Sono diverse nel sistema nervoso centrale e nel sistema nervoso periferico e sono responsabili della loro diversa organizzazione tissutale.
- Gli astrociti associandosi con i neuroni li isolano fisicamente gli uni dagli altri e dal liquido interstiziale circostante:
 - Assumono funzioni importanti di protezione e sostegno
 - Mantengono la barriera ematoencefalica secernendo sostanze che ne mantengono l'omeostasi.
 - Riparano il tessuto neuronale danneggiato.
- Le cellule di Schwann formano un rivestimento completo intorno ad ogni assone, sia esso mielinico o amielinico (la mielina aumentando il diametro dell'assone ne aumenta la conduttanza e la velocità di trasmissione dell'impulso):
 - Isolano l'assone elettricamente.
 - Permettono la propagazione dell'impulso
 - Il rivestimento è interrotto dai Nodi di Ranvier

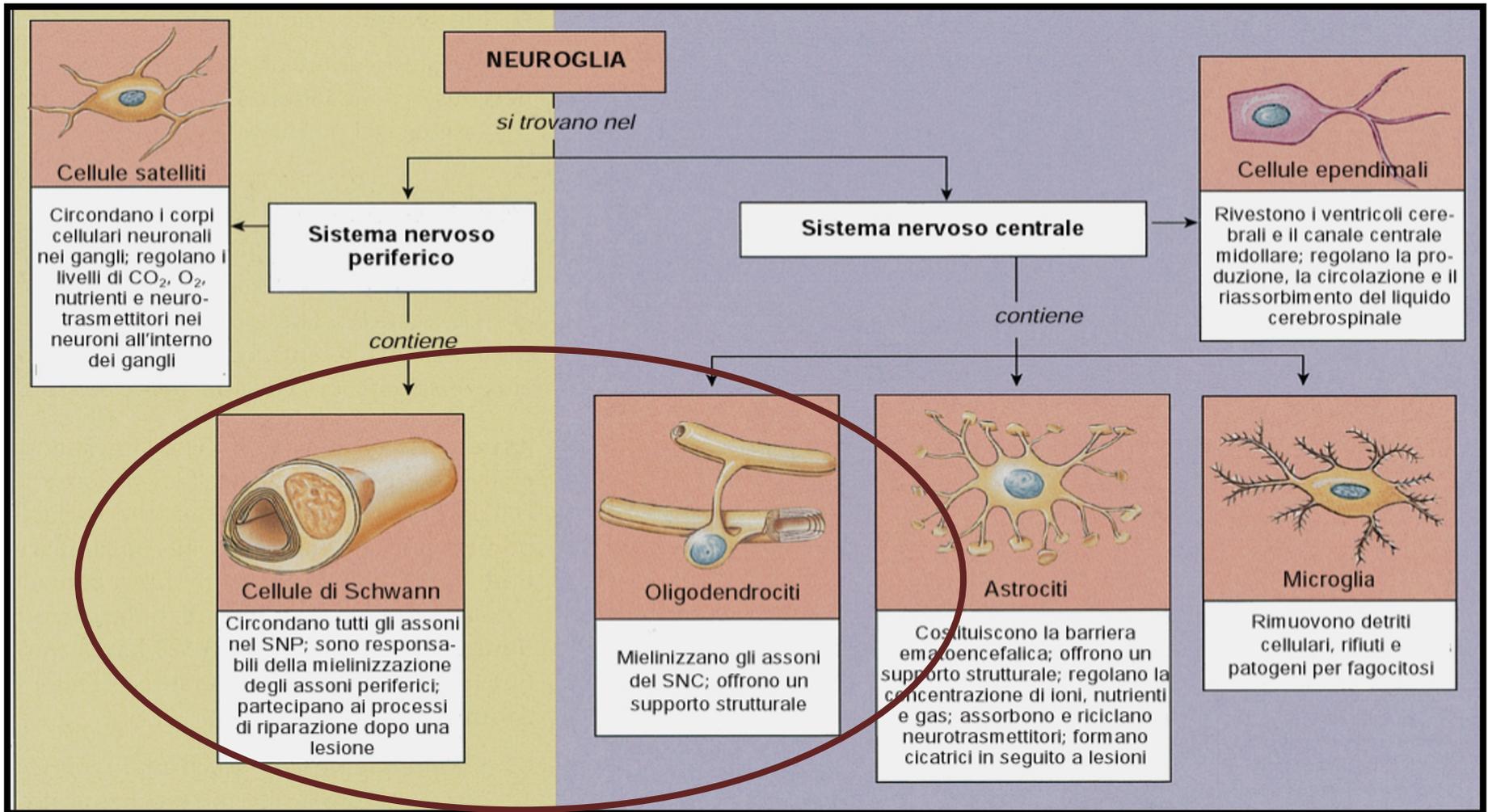
ASTROCITA



Assone

Nodo di Ranvier



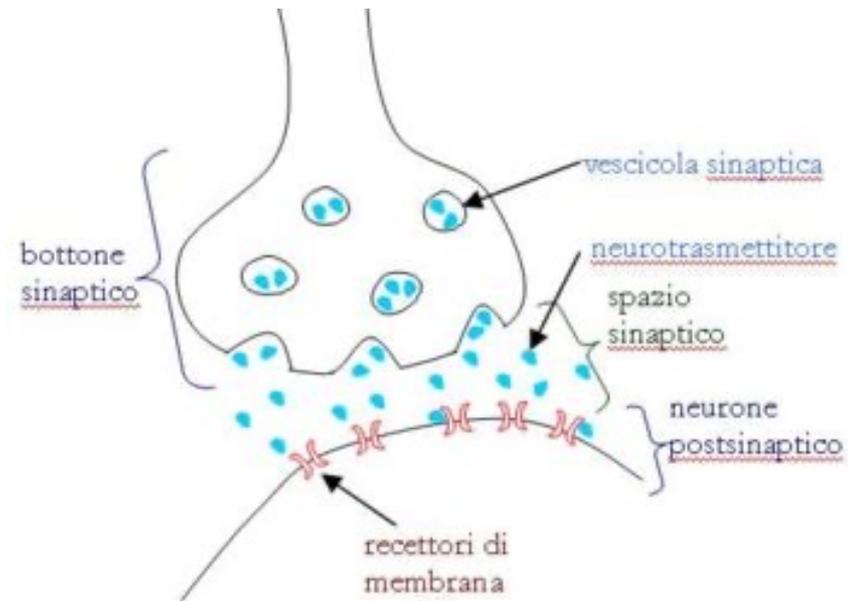


I RECETTORI

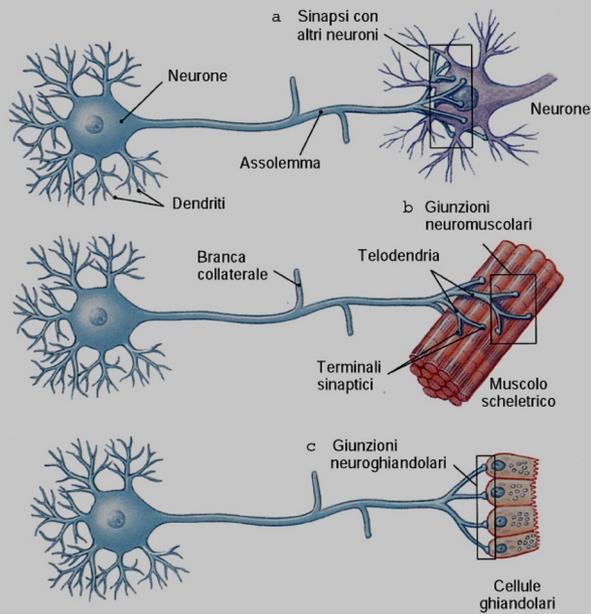
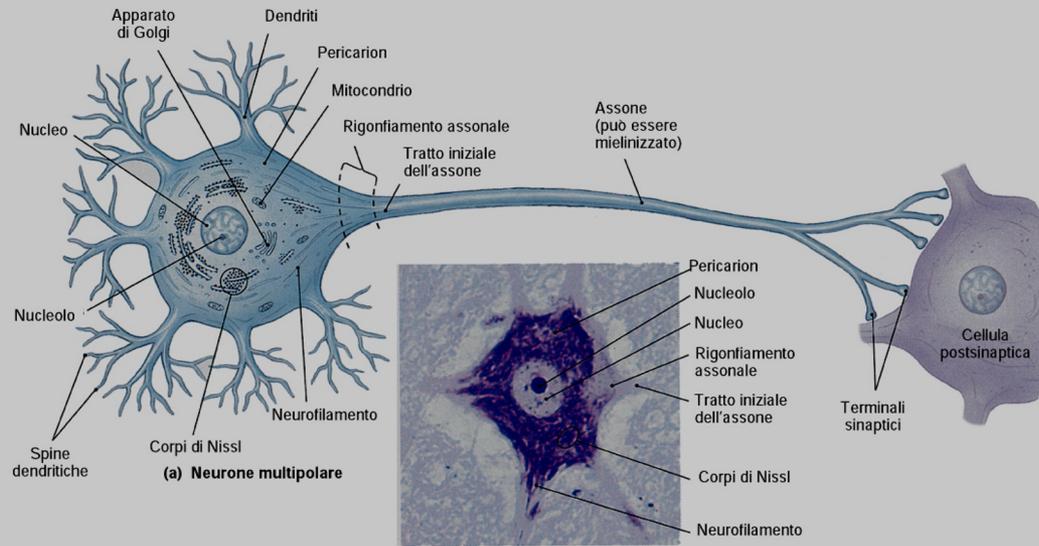
- Sono neuroni sensitivi o cellule controllate da neuroni sensitivi.
- Sono responsabili della percezione dello stimolo.
- Si distinguono in:
 1. Esterocettori: raccolgono informazioni sensoriali concernenti il tatto, la vista ecc..oppure la temperatura e la pressione.
 2. Propriocettori: controllano la postura e la contrazione dei muscoli scheletrici
 3. Interocettori: Ricevono informazioni dagli apparati.

LE SINAPSI

- Le sinapsi sono il luogo dello spazio dove un neurone comunica con un'altra struttura. Consentono la trasmissione dell'impulso nervoso da un neurone ad un altro mediante un segnale di tipo chimico.
- Il **neurone pre-sinaptico** possiede delle vescicole che contengono delle sostanze chimiche (**neurotrasmettitori**).
- All'arrivo dell'impulso nervoso, i neurotrasmettitori sono rilasciati all'esterno, nello **spazio sinaptico**.



- Il **neurone post-sinaptico** possiede dei recettori di membrana che legano il neurotrasmettitore e trasformano il segnale chimico in segnale elettrico. Il segnale elettrico viene poi propagato lungo l'assone fino alla sinapsi successiva.
- I neurotrasmettitori possono inviare segnali di tipo:
 - Eccitatorio** → generano un potenziale d'azione nel neurone post-sinaptico
 - Inibitorio** → diminuiscono la tendenza di generare un potenziale d'azione nel neurone post-sinaptico



(b)

