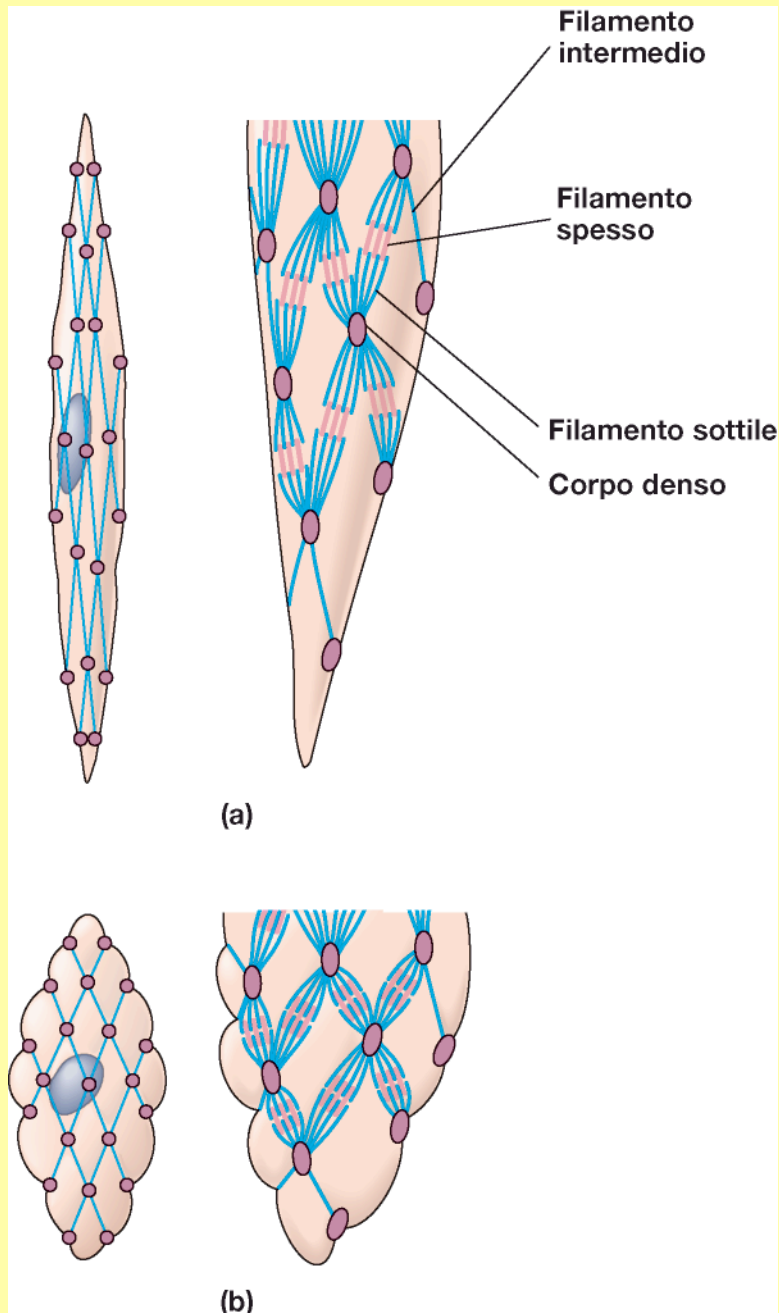


Muscolo liscio

- Arterie
- nell' intestino
- nei bronchioli
- nella vescica
- nell' utero, etc.



Muscolo liscio non ha striature, poiché manca dei sarcomeri come li abbiamo conosciuti nel muscolo scheletrico.

I filamenti sottili sono legati ai corpi densi

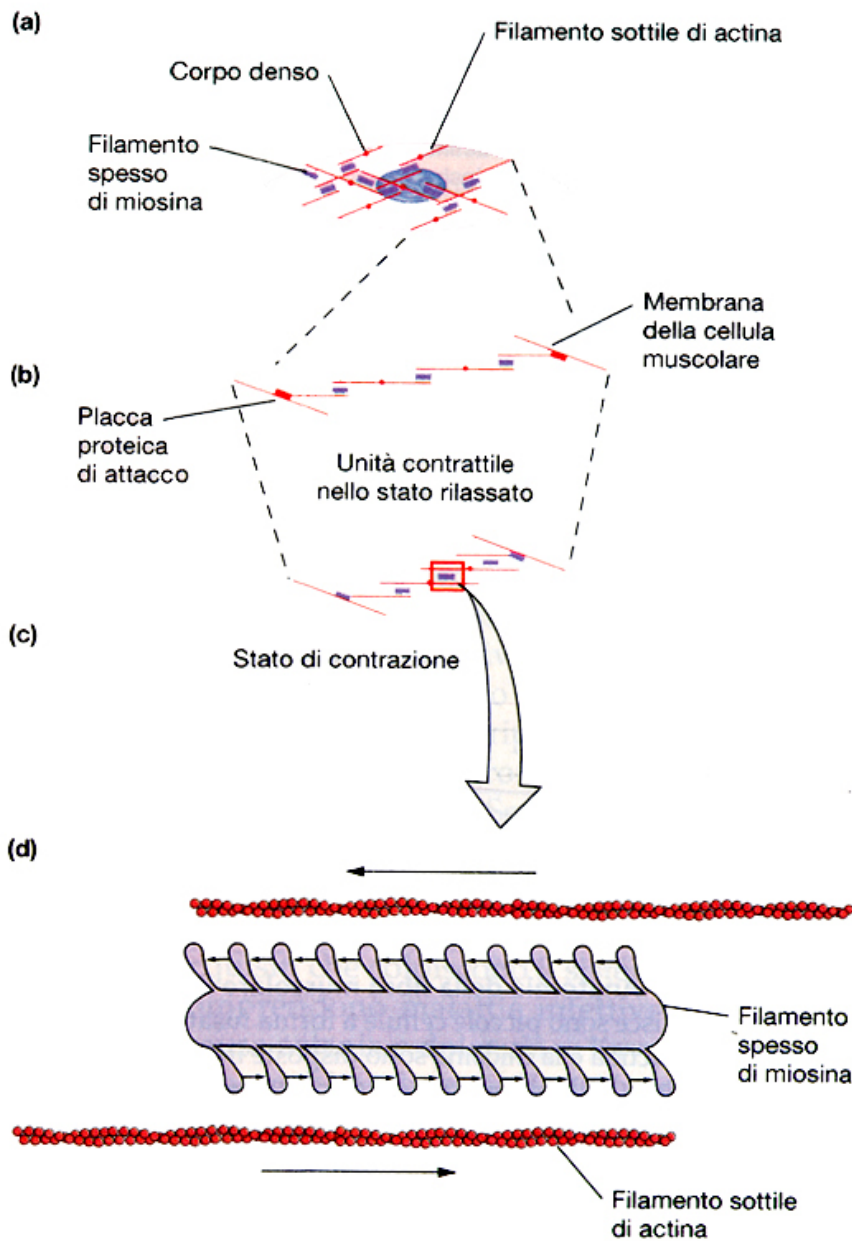
Scorrimento dei filamenti nel muscolo liscio:

I filamenti di actina e miosina del muscolo liscio sono più lunghi di quelli dei muscoli scheletrico e cardiaco.

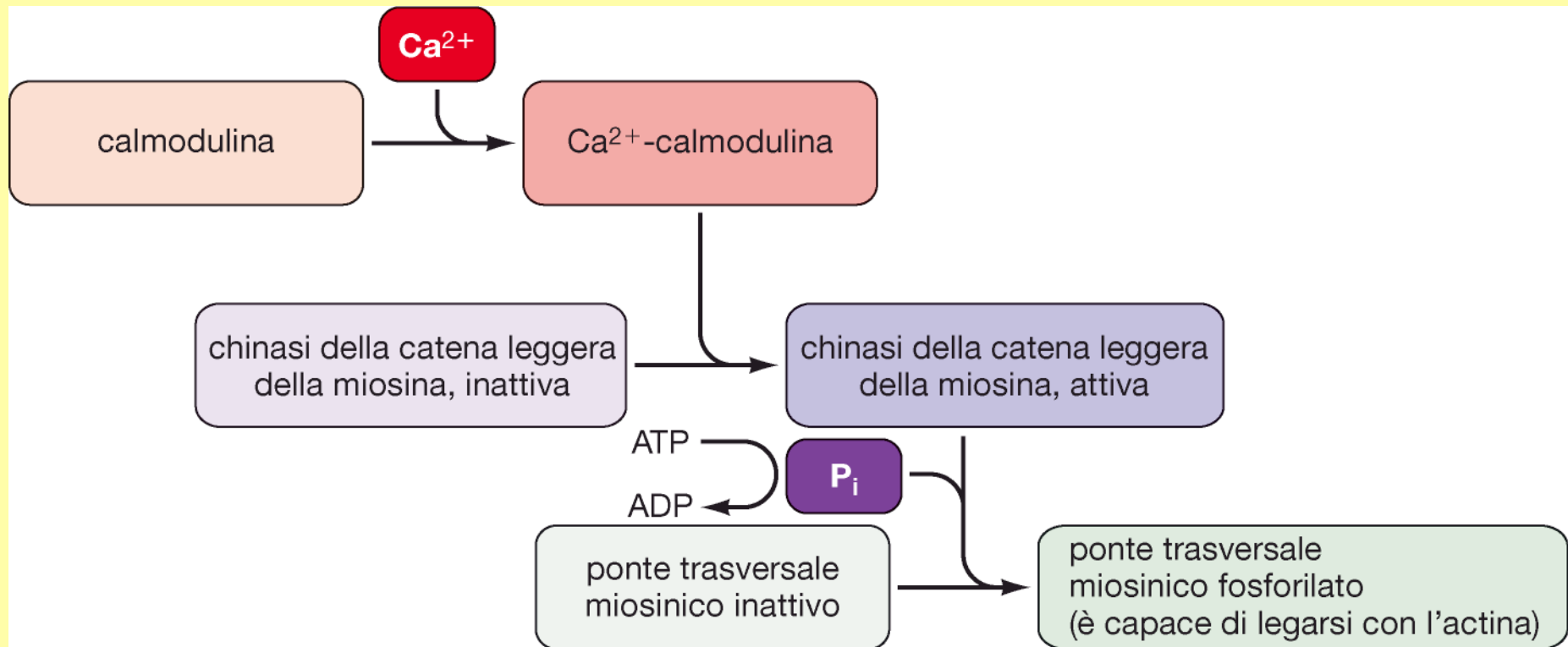
I filamenti di miosina possiedono teste su tutta la loro lunghezza.

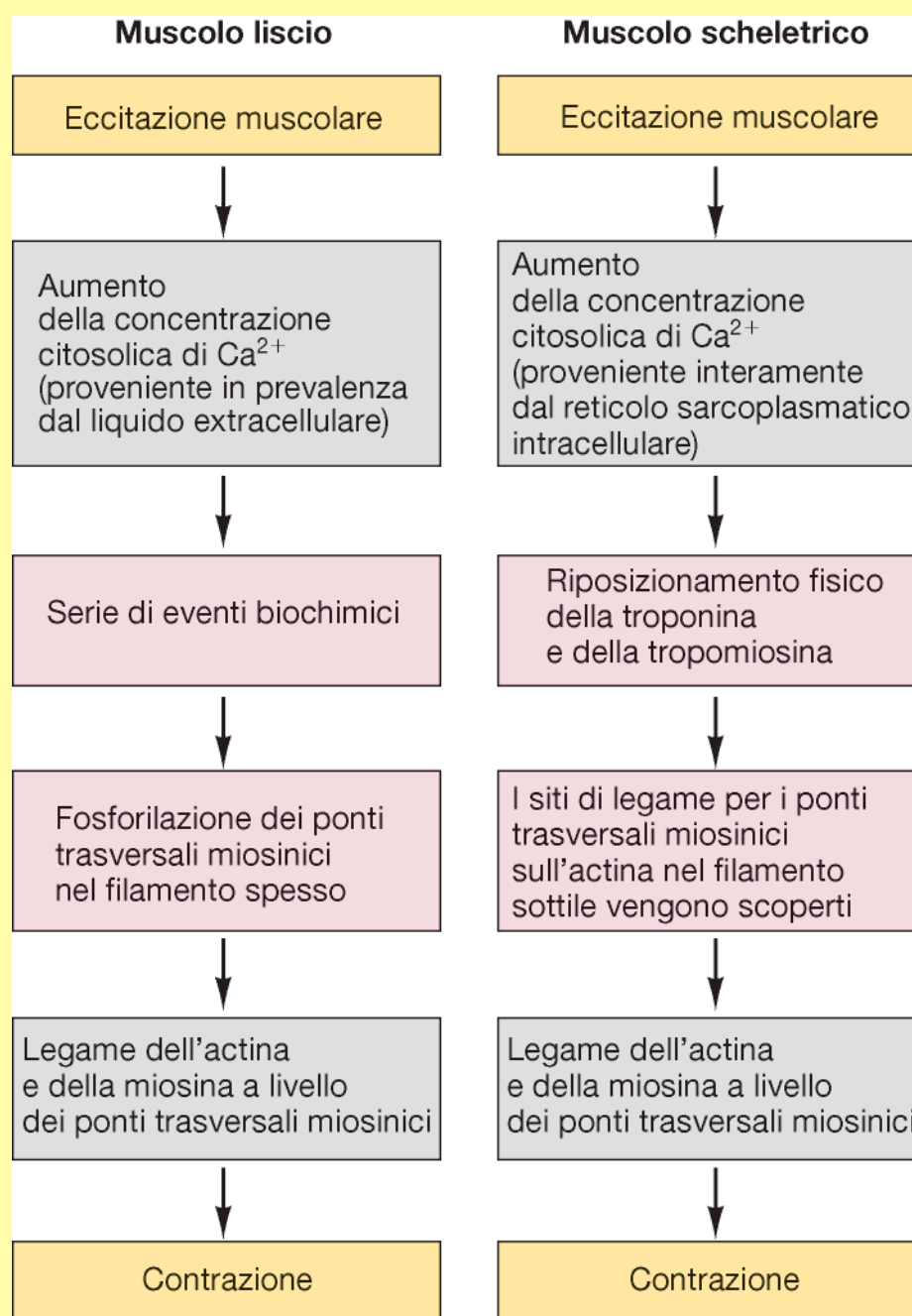
Nel muscolo liscio la miosina può scorrere sui filamenti di actina per un spazio più lungo perché manca la limitazione dovuta alla lunghezza del sarcomero.

I muscoli lisci possono accorciarsi di più di quelli scheletrici.



Ruolo del calcio intracellulare nella contrazione del muscolo liscio

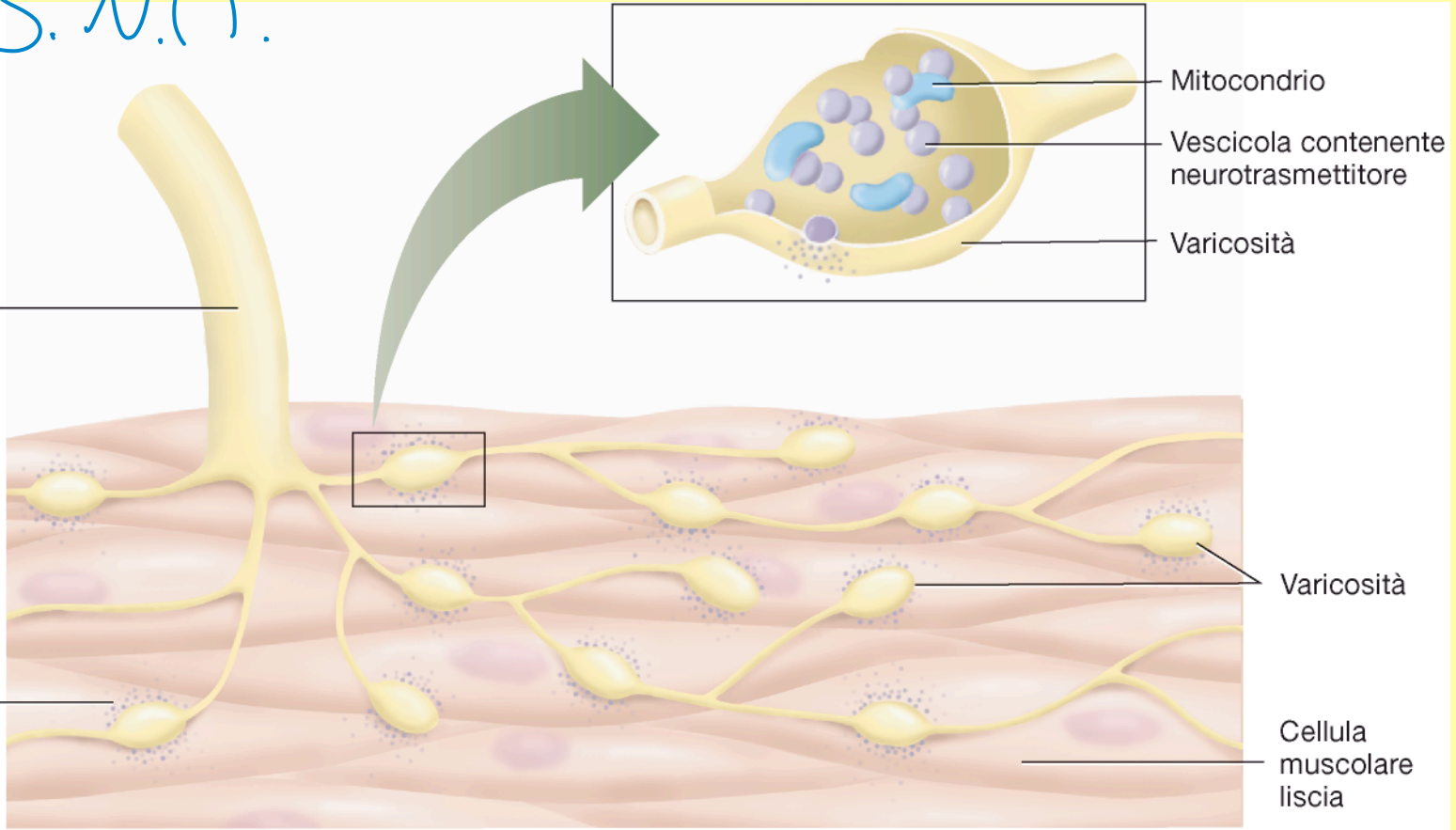




S.N.A.

Assone
del neurone
postgangliare

Neurotrasmettitore



Mitocondrio

Vescicola contenente
neurotrasmettitore

Varicosità

Varicosità

Cellula
muscolare
liscia

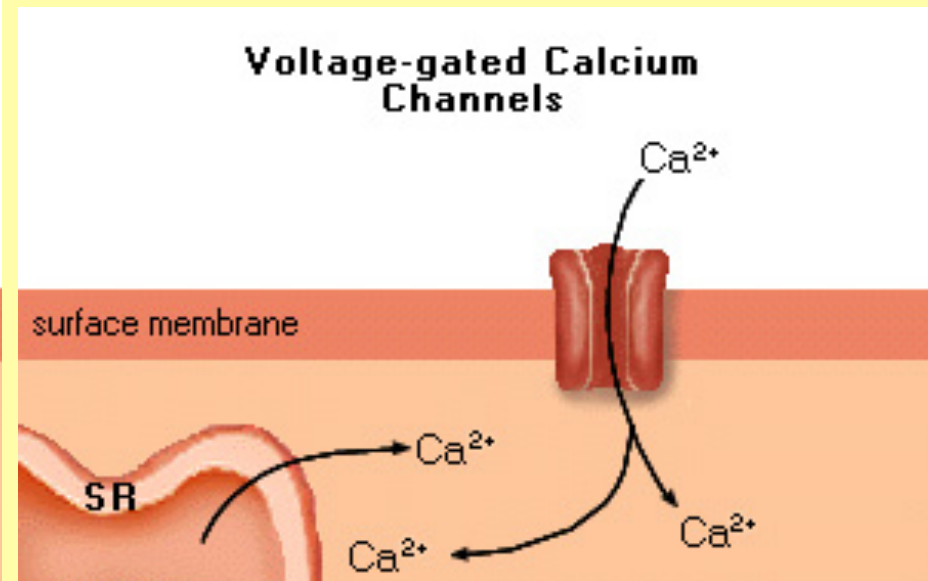
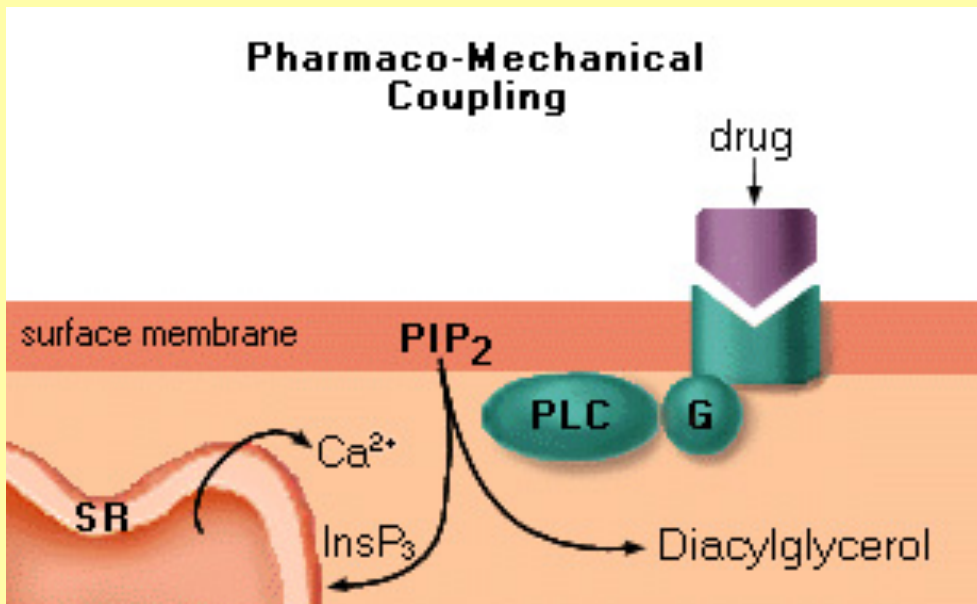
Classificazione dei recettori per le catecolamine

<i>Tipo di recettore</i>	<i>Bersaglio</i>	<i>Effetto</i>	<i>Agonista</i>
α_1	Musc. liscio arterie e vene	Vasocostrizione	Noradrenalina
α_2	Circolo cutaneo	Vasocostrizione	Noradrenalina

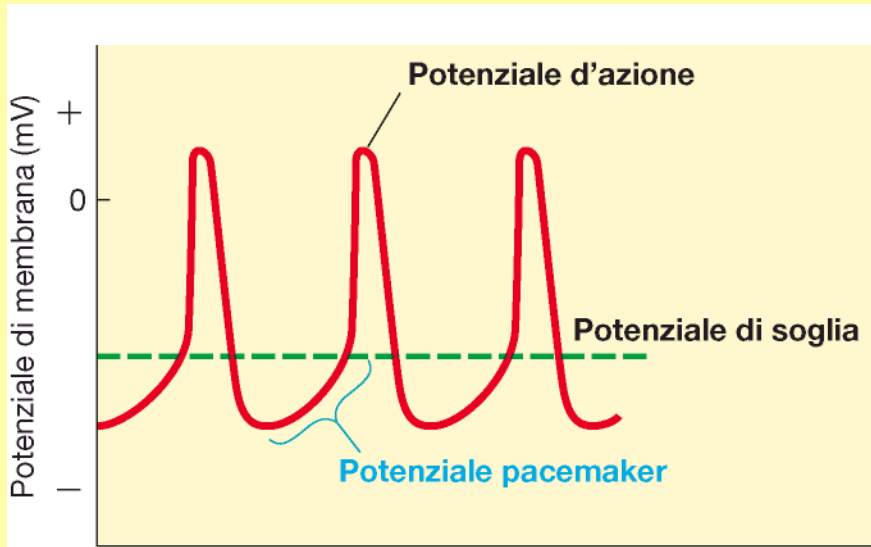
Due meccanismi di accoppiamento eccitazione-contrazione

Nel primo meccanismo chiamato accoppiamento farmaco-meccanico: un neurotrasmettitore o un ormone si lega ai suoi recettori sulla membrana superficiale e attiva la fosfolipasi C che induce rilascio di calcio

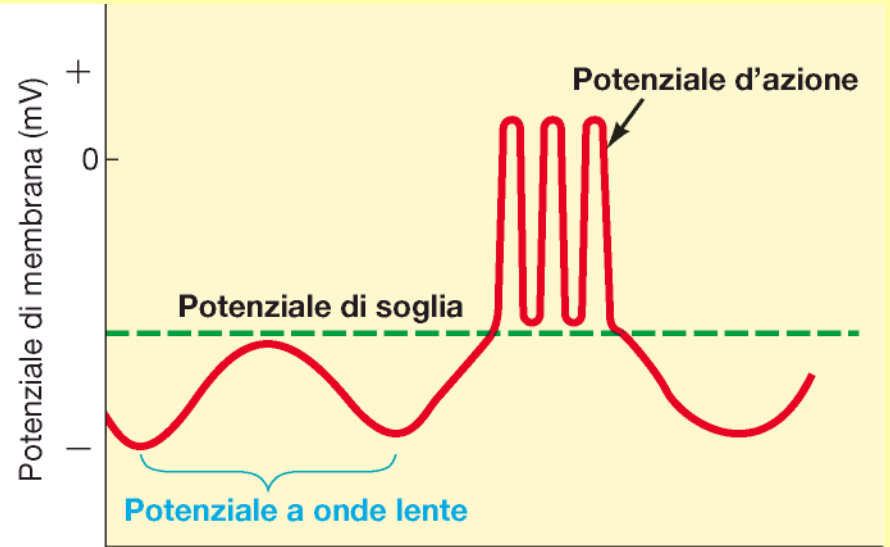
Nel secondo meccanismo, che dipende dalla depolarizzazione della cellula muscolare liscia, il calcio entra nella cellula dal liquido extracellulare



L' aumento del calcio intracellulare può attivare la contrazione direttamente ed indurre il reticolo sarcoplasmatico a rilasciare più calcio, con il fenomeno di rilascio di calcio indotto dal calcio.



(a)



(b)

Il muscolo liscio può essere diviso in due tipologie principali: multiunitario e unitario (viscerale).

Il muscolo liscio multiunitario ha unità motorie che somigliano a quelle del muscolo scheletrico. La contrazione del muscolo liscio multiunitario è sotto il controllo nervoso e normalmente non si osservano contrazioni spontanee. Queste cellule non sono connesse elettricamente, così le contrazioni sono localizzate. Ci sono solo pochi muscoli lisci multiunitari nei mammiferi, esempi sono i corpi ciliari (muscoli oculari utilizzati nella messa a fuoco), i vasi deferenti e i muscoli piloerettori che intervengono nell'erezione pilifera.

Muscolo liscio unitario: muscoli fasici e muscoli tonici

I muscoli lisci unitari (anche noti come muscoli lisci viscerali) sono più presenti rispetto ai muscoli lisci multiunitari. Esempi di muscoli lisci unitari si trovano nelle pareti dei vasi sanguigni e in organi cavi come intestino, utero e gli ureteri.

Diversamente dal muscolo liscio multiunitario, le cellule del muscolo liscio unitario sono connesse elettricamente via giunzioni comunicanti a bassa resistenza. Questo permette che l'eccitazione di una cellula diffonda alle vicine e quindi che il tessuto operi come una unità funzionale. In questa proprietà è simile al muscolo cardiaco.

Il muscolo liscio unitario può essere successivamente classificato in muscoli lisci **fasici** e tonici. I muscoli lisci fasici, come quelli delle pareti dell'intestino mostrano un comportamento contrattile ritmico (fasico). Queste contrazioni fasiche sono associate con potenziali d'azione prodotti da cambiamenti rigenerativi nella permeabilità di canali del calcio a voltaggio sensibili. Così queste cellule mostrano potenziali d'azione dovuti al calcio piuttosto che al sodio come nel caso del nervo e del muscolo. I muscoli lisci **tonici** hanno invece una contrazione continua (tono) e si trovano nelle arterie e negli sfinteri.

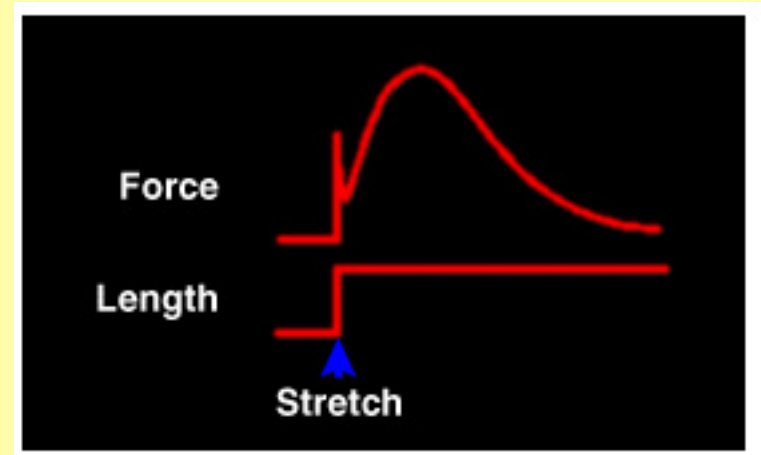
I muscoli lisci tonici sono ineccitabili elettricamente e le contrazioni toniche non sono associate alla generazione di potenziali d'azione.

I filamenti sono inseriti su zone di attacco sulla superficie della membrana o su corpi densi che sono analoghi alle linee Z del muscolo striato. Il contenuto di actina e tropomiosina è circa doppio rispetto al muscolo scheletrico, ma il contenuto di miosina è 4-5 volte meno rispetto al muscolo scheletrico. Nondimeno, il muscolo liscio può sviluppare una forza (normalizzata per la sezione trasversale) circa doppia rispetto al muscolo scheletrico.

Le cellule muscolari lisce sono generalmente più piccole (da 5 a 50 micrometri in diametro) delle cellule muscolari scheletriche (da 10 a 100 micrometri di diametro). Non hanno i tubuli trasversi. Il reticolo sarcoplasmatico è meno sviluppato rispetto al muscolo cardiaco o allo scheletrico.

Muscolo liscio unitario: contrazioni spontanee (cellule pacemaker che generano potenziali pacemaker) o attivate da stiramento

Alcuni muscoli lisci unitari mostrano contrazioni spontanee che sono indipendenti dal controllo nervoso. Queste contrazioni sono associate a potenziali d'azione generati da attività elettrica spontanea (pace-making), come nelle regioni degli ureteri. Alcuni muscoli lisci unitari possono essere attivati dallo stiramento (figura). Lo stiramento causa una depolarizzazione di queste cellule muscolari lisce che porta alla generazione di potenziali d'azione, che causano contrazione. Così questi muscoli lisci resistono attivamente allo stiramento o alla distensione (per esempio i muscoli delle pareti intestinali o della vescica).

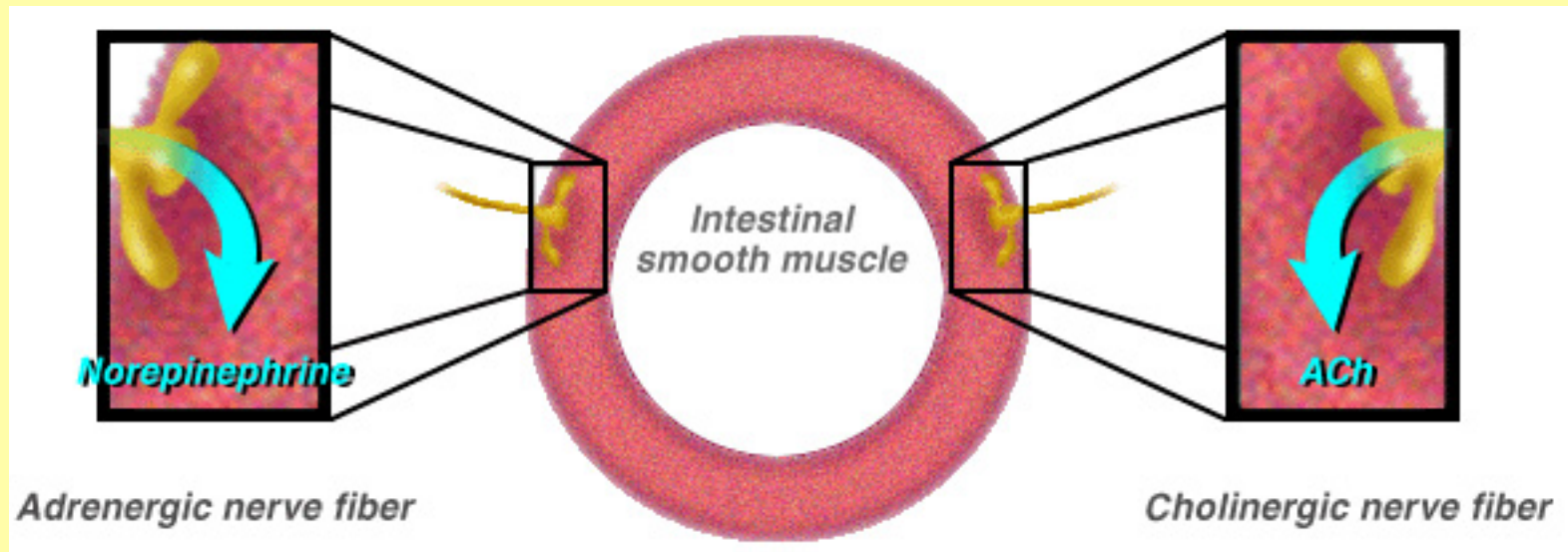


La maggiorparte dei muscoli lisci unitari sono sensibili a stimoli la noradrenalina, adrenalina, l'istamina o gli ormoni. Un esempio relativo agli ormoni è l'utero che contiene muscoli lisci sensibili ad estrogeni e al progesterone.

I muscoli lisci unitari non rispondono in modo identico agli stessi agenti chimici. Piuttosto la risposta dipende dal tipo di recettore di membrana con cui questi agenti interagiscono e da come questi recettori, a loro volta, influiscono sulla cellula.

Per esempio, i muscoli lisci intestinali sono innervati sia da fibre nervose adrenergiche che colinergiche (vedi figura dopo). La stimolazione delle fibre nervose colinergiche rilascia acetilcolina dalle varicosità che causa aumento di forza contrattile. La stimolazione delle fibre nervose adrenergiche rilascia noradrenalina, che induce il muscolo liscio a rilassarsi.

D'altronde, il muscolo liscio di molti vasi sanguigni è sensibile alla noradrenalina che deriva dai nervi adrenergici o che circola nel sangue (rilasciata dalla ghiandola surrene). In questi muscoli lisci, comunque, la norepinefrina induce un incremento della contrazione dei vasi.



rilasciamento

contrazione

Miosina fosfatasi - Attivata da adrenalina

Recettore per epinefrina



ATP → cAMP

Protein kinasi inattiva



Protein kinasi attiva



Miosina fosfatasi
inattiva

Miosina fosfatasi
attiva

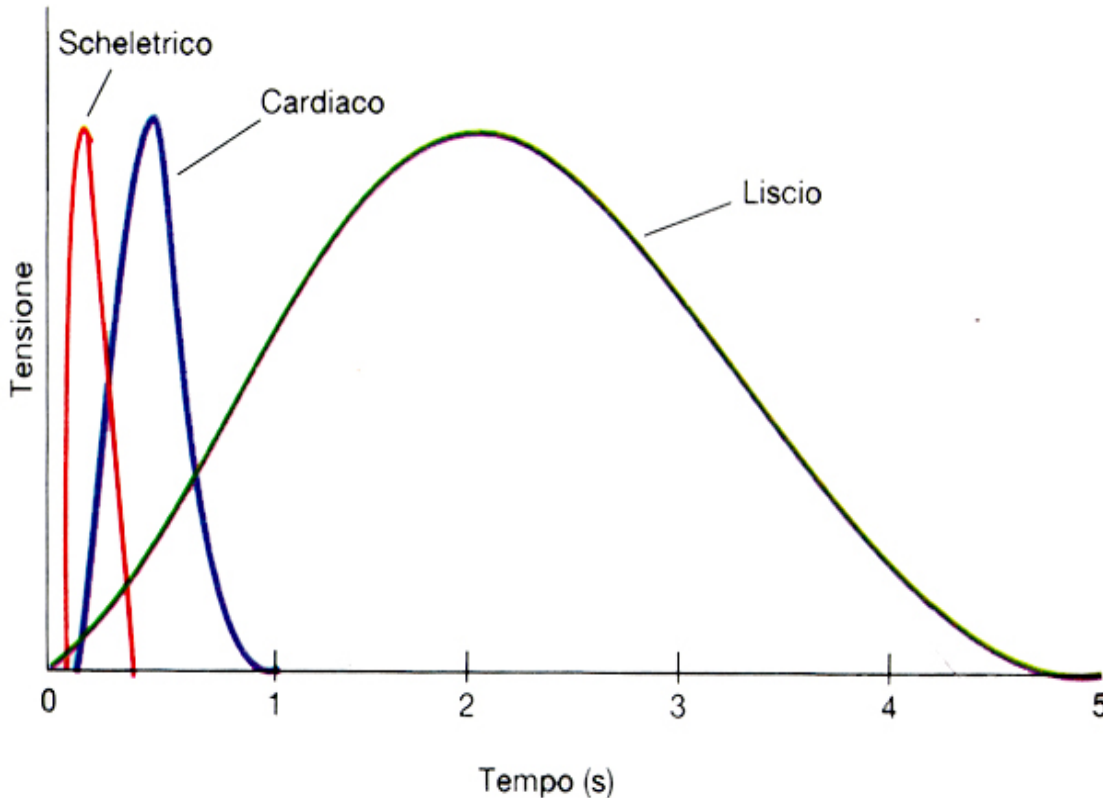


rilasciamento

Muscolo Liscio: velocità e durata della

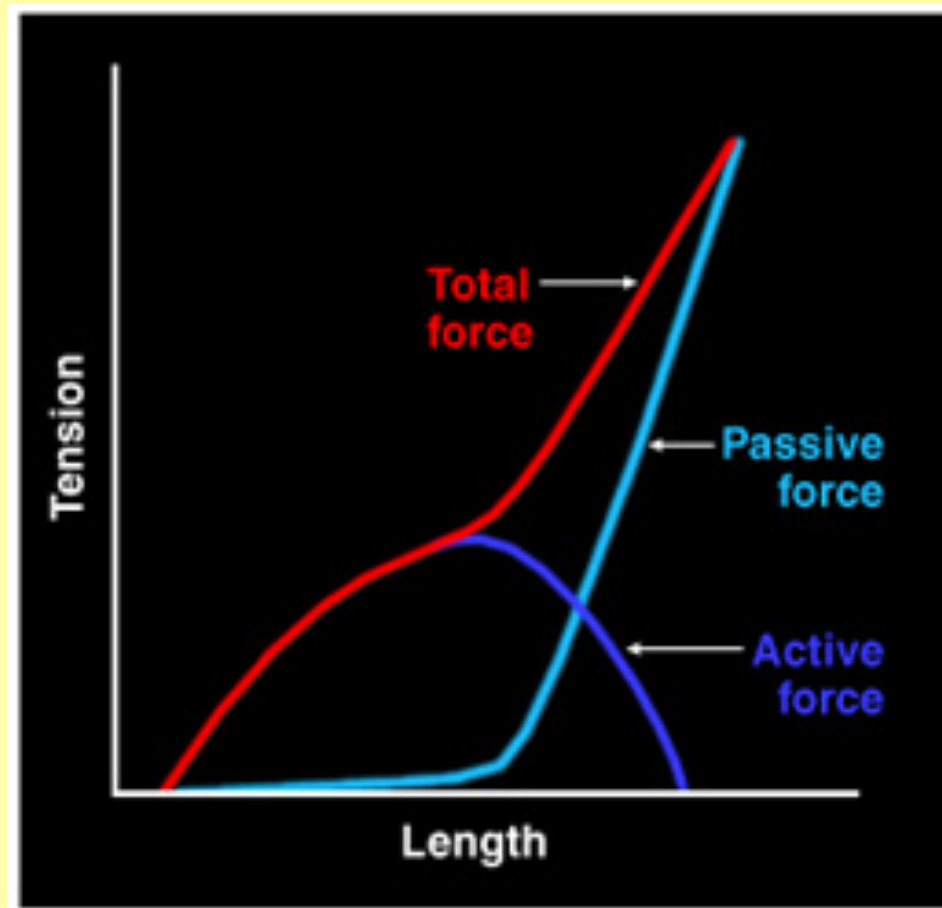
contrazione. La maggior parte della muscolatura liscia si trova nella parete degli organi cavi. La velocità di contrazione nel muscolo liscio è molto più bassa che non nei muscoli scheletrico e cardiaco. A differenza di questi ultimi però

la contrazione può essere sostenuta per tempi molto più lunghi. La tensione muscolare mantenuta costantemente dal muscolo liscio a livello misurabile viene detta tono.



Il risultato di una tale relazione tensione attiva-lunghezza piatta è la risultante di una forza attiva meglio mantenuta a qualsiasi lunghezza relativa.

La forza attiva nel muscolo liscio, normalizzata per l'area trasversale, è circa doppia rispetto a quella del muscolo scheletrico, anche se il muscolo liscio contiene quattro cinque volte meno miosina. Non è chiaro perché i ponti trasversali sono in grado di sviluppare parecchia forza.



La relazione carico-velocità del muscolo liscio è simile nella forma a quello del muscolo striato (figura). La massima velocità di accorciamento è dalle 300 alle 500 volte più lenta del muscolo scheletrico a rapida contrazione, in accordo alla sua bassa velocità di idrolisi dell' ATP della miosina.

