

Funzione del muscolo scheletrico

Movimento delle ossa, con apertura o chiusura di angoli articolari.
Tutti i movimenti sono la conseguenza della contrazione dei muscoli scheletrici

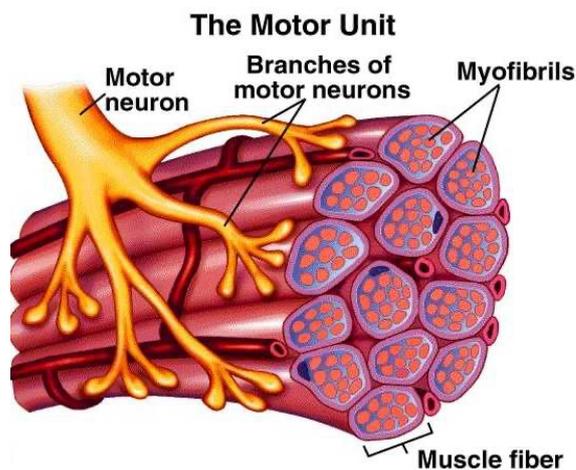
I tendini sono inseriti su due ossa diverse e quando si contraggono flettono o estendono i segmenti ossei (li avvicinano o li allontanano)



3

Un unico neurone può controllare 3-1000 fibre, tutte all'interno dello stesso muscolo.

Una fibra muscolare è di solito innervata da un unico motoneurone



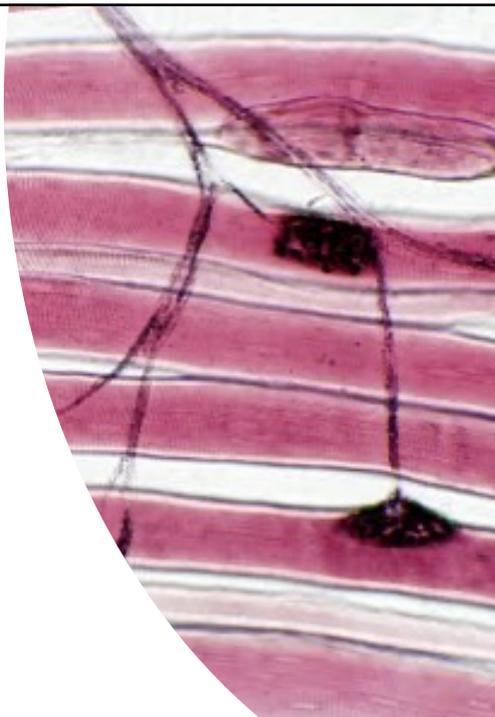
UNA UNITA' MOTRICE è formata da un motoneurone e da tutte le fibre muscolari che controlla

Queste fibre muscolari sono innervate da un unico motoneurone: ciò significa che non devono ricevere input da più neuroni per contrarsi

4

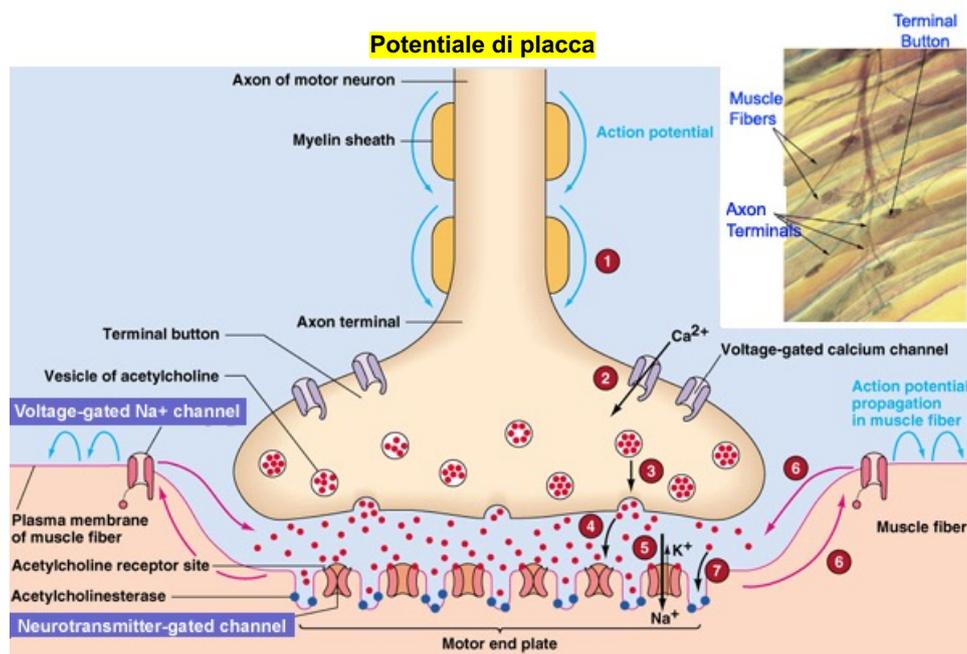
Concetti chiave

- Funzionamento della sinapsi neuromuscolare
- Accoppiamento eccitazione-contrazione



5

The Neuromuscular Junction



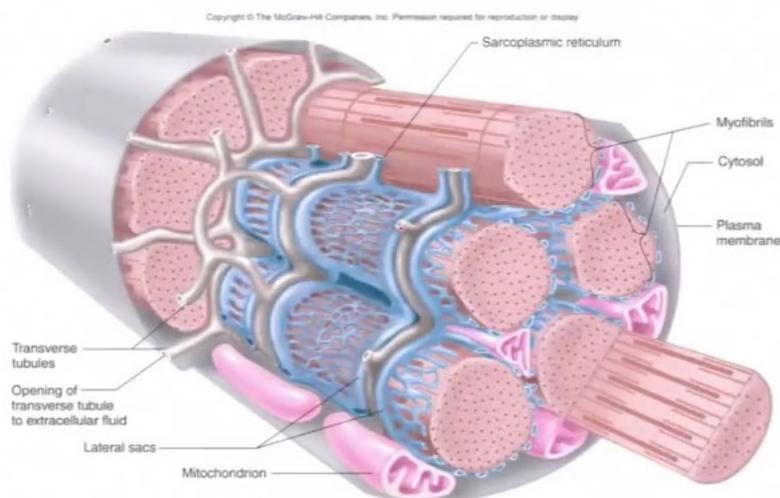
6

Eventi nella placca

- Arrivo del PA nella terminazione nervosa, apertura canali del Ca^{++} voltaggio-dipendenti e liberazione di Ach
- Legame dell' Ach al recettore **nicotinico** ionotropico: attivato direttamente da Ach
- Apertura canali del Na^+ e depolarizzazione della membrana muscolare (potenziale di placca)
- Apertura dei canali del Na^+ voltaggio-dipendenti
- Idrolisi dell'Ach (Ach-esterasi)

7

Excitation-Contraction (E-C) Coupling

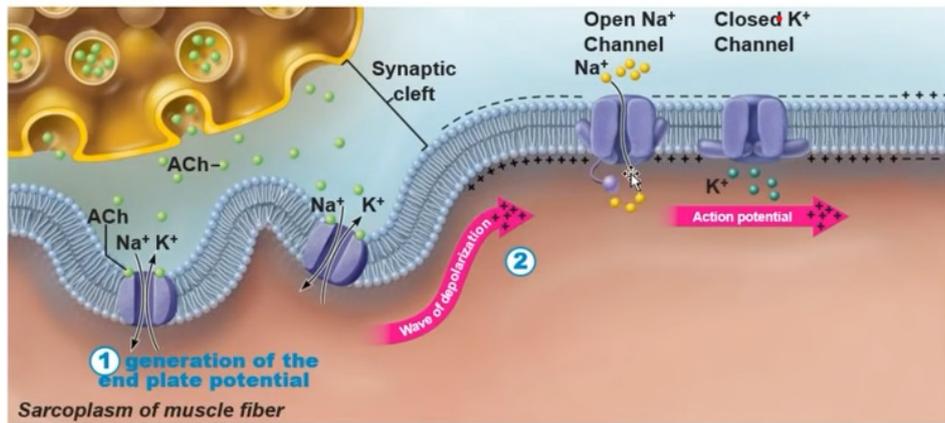


<https://www.youtube.com/watch?v=UZNPv86y7Fg>

L'accoppiamento tra potenziale d'azione della membrana e la contrazione è mediato dal calcio. Il muscolo scheletrico ha un sistema di controllo basato sui filamenti sottili di actina. Il rilassamento si verifica attraverso la rimozione degli ioni calcio.

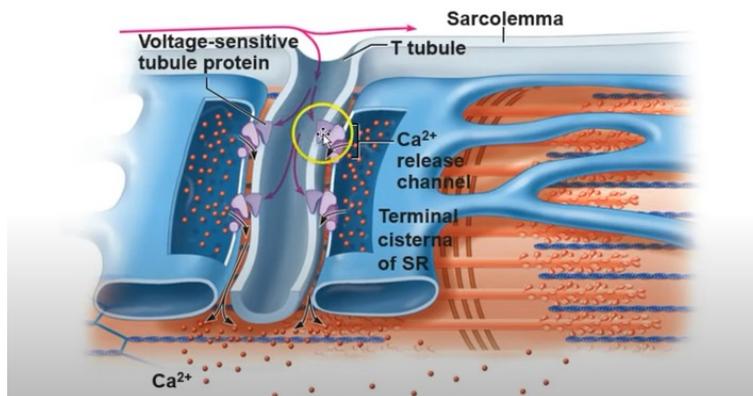
8

Propagazione potenziale di placca

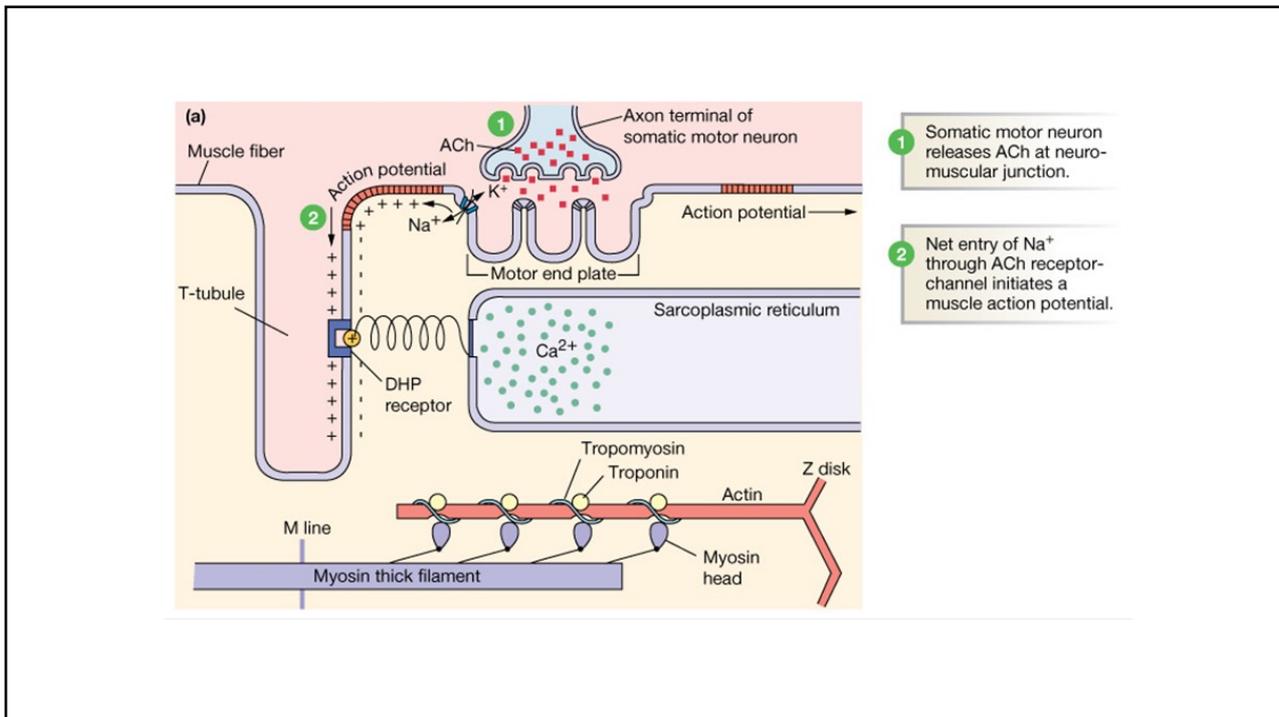


10

Proteine voltaggio-dipendenti (recettori rianodinici)



11



12

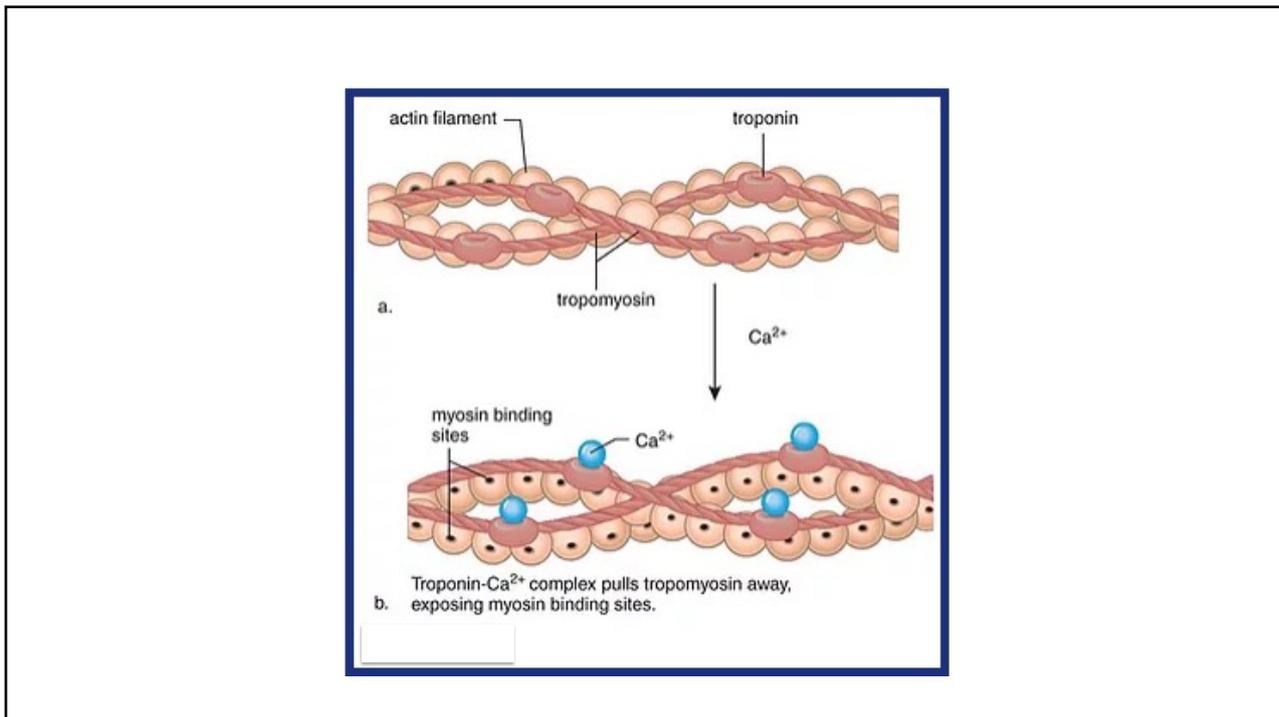
Il meccanismo di scorrimento dei filamenti, miosina e actina, è alla base dell'accorciamento del muscolo stimolato dall'acetilcolina.

L'interazione tra miosina e actina è regolata dagli ioni calcio

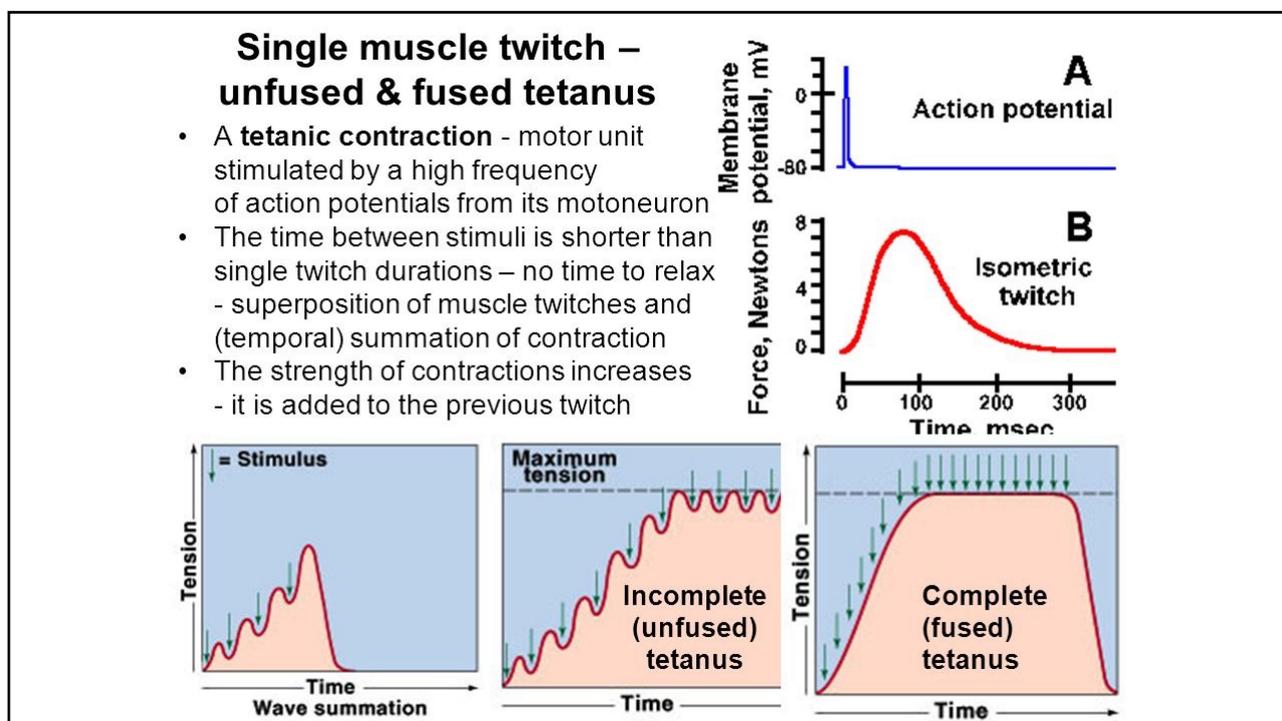
L'inversione del potenziale di membrana induce la contrazione con un meccanismo che prende il nome di **ACCOPPIAMENTO ECCITAZIONE-CONTRAZIONE (E-C Coupling)**.

Labels: sarcomere, thick filament (myosin filament), thin filament (actin filament), Z disc, RELAXATION, CONTRACTION.

13



14



15

Acetilcolinesterasi (AChE)

- **Inibitori dell' AChE** (o anticolinesterasici) provocano accumulo di ACh negli spazi sinaptici
 - **reversibili**: eserina (fitostigmina)
 - **irreversibili**: organofosfati, carbamati
- Azione: effetti sul SNC, effetti sulla placca motrice (lunga stimolazione seguita da paralisi)

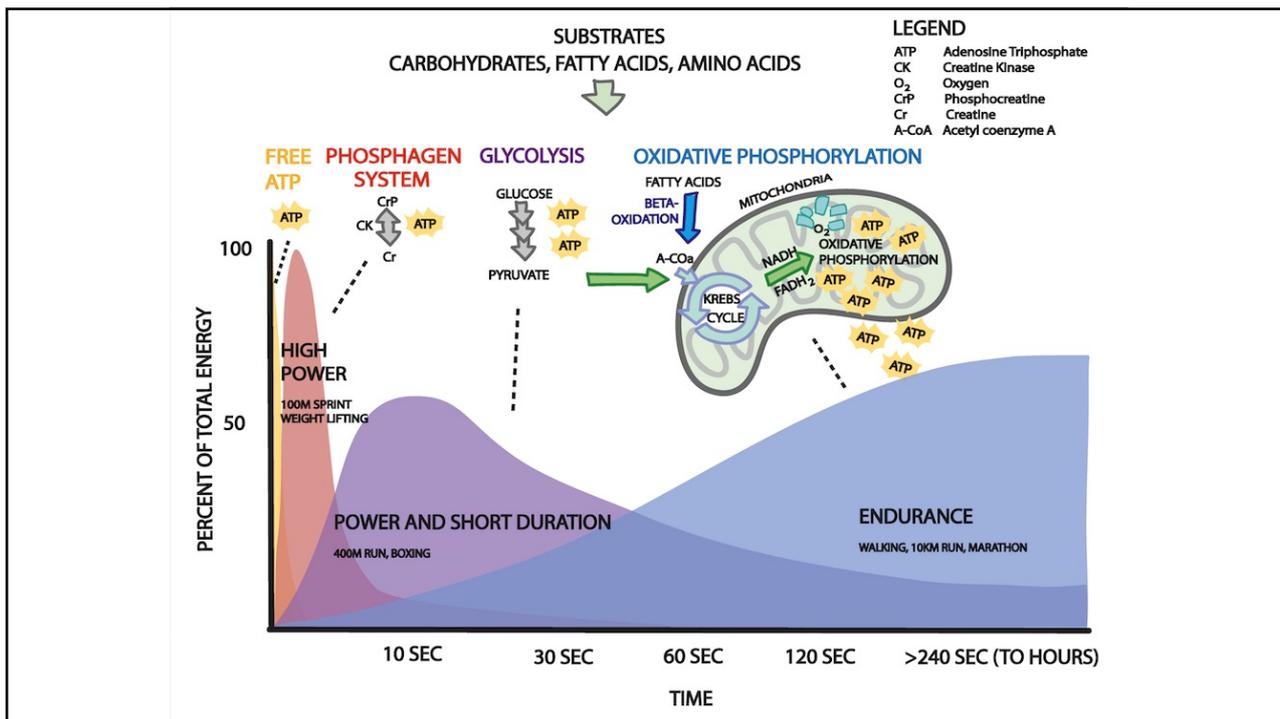


16

Metabolismo del muscolo

- L'energia per la contrazione è data dall'ATP
- L'ATP della fibra muscolare deve essere ricostituito in continuazione
 - **La sintesi dell'ATP può avvenire in 3 modi:**
- Meccanismo AEROBICO: duraturo, sfrutta glucidi (fegato, sangue) e grassi
- Meccanismo ANAEROBICO (in assenza di O₂):
 - ALATTACIDICO: sforzi più intensi: utilizzo iniziale di fosfocreatina, che però dura 8-10 sec. Se lo sforzo continua, si passa al
 - LATTACIDICO (glicolitico): possibilità di tensioni elevate per circa 1 min. utilizza glicogeno, con produzione di ac. lattico

18



19

Metabolismo fibre muscolari

Fonti energetiche: glucosio, glicogeno, acidi grassi

Maratona (resistenza) → metabolismo **aerobico (ossidativo)** produce ATP usando la fosforilazione ossidativa, brucia il glucosio ematico e gli acidi grassi.

400 metri (velocità) → il metabolismo **anaerobico (glicolitico)** produce ATP e acido lattico attraverso la glicolisi, brucia il glucosio e il glicogeno muscolare.

100 metri (velocità 8-10 sec.) → la **creatina fosfato** dona un PO_4 per convertire ADP in ATP nei primi secondi di attività muscolare.

20

Classificazioni

Muscoli fasici

- Funzione di movimento
- Si affaticano presto
- Contengono più fibre **bianche** (rapide)
- Si contraggono più rapidamente
- In genere superficiali, flessori e adduttori

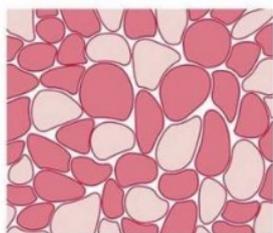
Muscoli tonici

- Funzione di sostegno, postura
- Si affaticano poco
- Contengono più fibre **rosse** (lente)
- Si contraggono più lentamente
- Localizzati più profondamente e medialmente
- Estensori e abduttori
 - a contrazione lenta, costante
 - a contrazione rapida

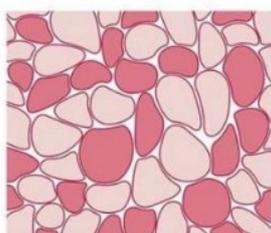
21

Classificazioni

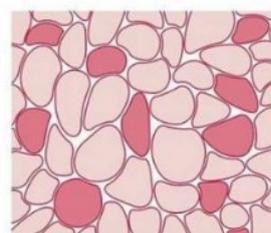
Rosse, lente
 maggiore dipendenza
 da sangue e O₂



Rosa, intermedie



Bianche, rapide
 minore dipendenza da
 sangue e O₂

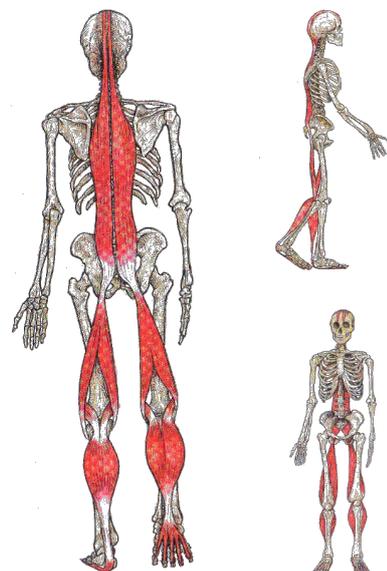


22

Fibre lente (rosse) ossidative

- I muscoli rossi sono composti prevalentemente da fibre a scossa lenta (fibre di tipo I)
- I muscoli composti da fibre tipo I possono sviluppare tensioni piccole per lunghi periodi senza esaurire le riserve energetiche (es. muscoli estensori antigravitari)

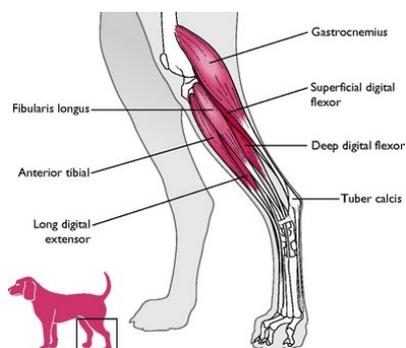
Metabolismo prevalente: aerobico (ossidativo) e anaerobico lattacidico (glicolitico)



23

Fibre rapide rosa (pink) ossidative (intermedie)

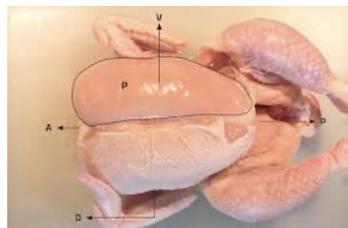
- Resistenza alla fatica intermedia
- Hanno caratteristiche intermedie tra fibre di tipo I e tipo II b.
- Sono “rosse” ma veloci
- Metabolismo prevalente: anaerobico lattacidico e aerobico



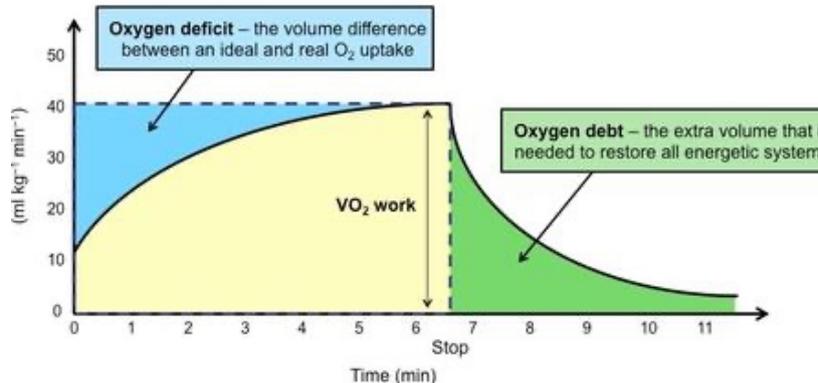
24

Fibre rapide (bianche) glicolitiche

- Velocità di contrazione rapida: per il salto o lo scatto
- Attività esplosiva ma scarsa resistenza alla fatica
- Es: muscoli bianchi delle ali/petto di pollo, che usa le ali per compiere vigorosi tentativi di fuga
- **Metabolismo energetico: anaerobico alattacido (glucosio/glicogeno) e lattacido (creatin-fosfato e ADP)**



25



Quantità di O₂ necessaria per ritornare alle condizioni di pre-esercizio

Debito di ossigeno

Rappresenta la quantità di ossigeno che serve per:

- Rimpiazzare l'ossigeno prelevato da GR e mioglobina
- Ricostruire le scorte di creatina ~P
- Ricostruire le scorte di glicogeno
- Convertire l'acido lattico in glucosio (nel fegato)

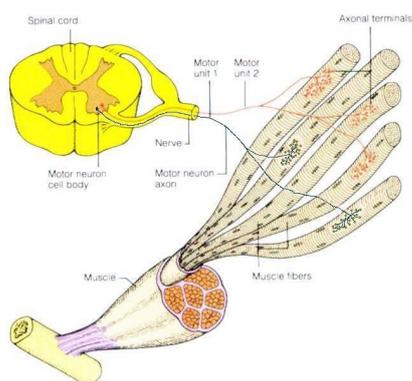
26

Unità motrici

- Muscoli antigravitari → un solo motoneurone innerva centinaia di fibre
- Muscoli oculomotori → un motoneurone innerva poche fibre (circa 10)
- Il SN determina la forza di contrazione reclutando più unità motorie nello stesso tempo (**SOMMAZIONE SPAZIALE**) oppure aumentando la frequenza di contrazione (**SOMMAZIONE TEMPORALE**)

27

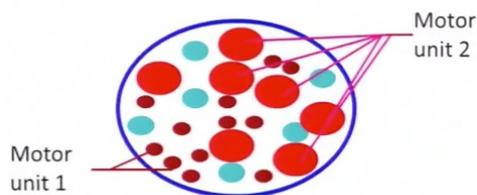
Tipi di fibra e unità motrici



Diversi tipi di fibra muscolare = diverse unità motrici

I movimenti fini richiedono un controllo nervoso maggiore :

- piccole unità motrici (poche fibre) = movimenti fini
- grandi unità motrici (tante fibre) = maggiore tensione



28