



Generalità sui muscoli

- Il **tessuto muscolare** è considerato il “tessuto motore” del corpo umano, in quanto è al suo interno che l’energia chimica, proveniente dalla demolizione degli alimenti, viene trasformata in energia meccanica di contrazione e quindi in movimento.
- Secondo una definizione generale, basata sulla disposizione delle cellule che la costituiscono, la muscolatura del corpo umano assume sostanzialmente due aspetti:
 - **muscolatura liscia**
 - **muscolatura striata**



Generalità sui muscoli

- **La muscolatura liscia** è quella che riveste e permette la contrazione degli organi interni come l'intestino, l'utero, la vescica e i vasi sanguigni.
- **La muscolatura striata** è invece quella dei muscoli scheletrici, i muscoli cioè che rivestono le ossa dello scheletro e permettono ai diversi segmenti ossei di muoversi relativamente tra loro. Striata, è anche quella del muscolo cardiaco.



Generalità sui muscoli

- Un'altra suddivisione della muscolatura è fatta sulla base della volontarietà o meno della contrazione muscolare:
- **muscoli volontari:** in quanto la loro contrazione è soggetta al controllo del sistema nervoso periferico somatico, che sono i muscoli scheletrici;
- **muscoli involontari:** che si contraggono a prescindere dalla volontà dell'individuo, sono cioè sotto il controllo del sistema nervoso periferico autonomo. Questi sono: il muscolo cardiaco e tutta la muscolatura liscia.



Tipi di tessuti muscolari

- **3 tipi di tessuti muscolari:**

- 1) Tessuto muscolare scheletrico**

- Si ritrova nei **muscoli scheletrici**
- Costituisce circa il *40% del peso corporeo*
- Costituito da cellule *striate*

- 2) Tessuto muscolare cardiaco** – si ritrova solo nelle pareti del cuore

- 3) Tessuto muscolare liscio** – si ritrova nelle pareti degli organi cavi

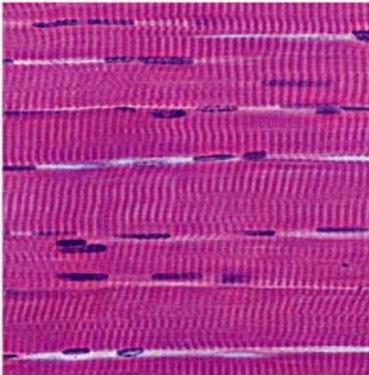
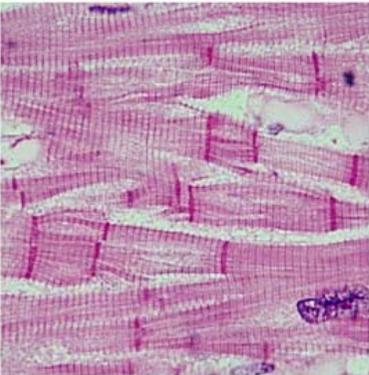
- Le cellule non hanno le striature

Confronto fra muscolo scheletrico, cardiaco e liscio

TABLE

10.2

Comparison of Skeletal, Cardiac, and Smooth Muscle

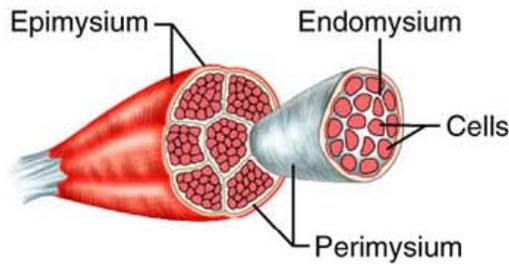
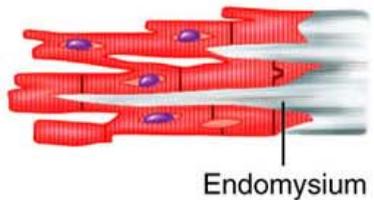
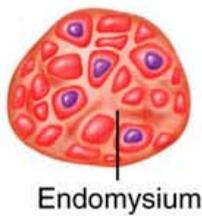
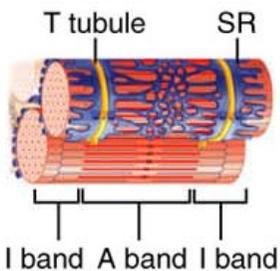
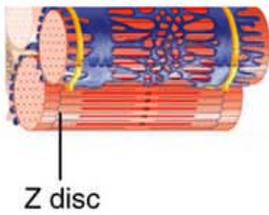
Characteristic	Skeletal	Cardiac	Smooth
Body location	 <p>Attached to bones or (some facial muscles) to skin</p>	 <p>Walls of the heart</p>	 <p>Mostly in walls of hollow organs, such as the stomach, respiratory tubes, bladder, blood vessels, and uterus</p>
Cell shape and appearance	  <p>Single, very long cylindrical, multinucleate cells with very obvious striations</p>	  <p>Branching chains of cells; uni- or binucleate; striations</p>	  <p>Single, fusiform, uninucleate; no striations</p>
Regulation of contraction	Voluntary	Involuntary	Involuntary

Confronto fra muscolo scheletrico, cardiaco e liscio

TABLE

10.2

Comparison of Skeletal, Cardiac, and Smooth Muscle (continued)

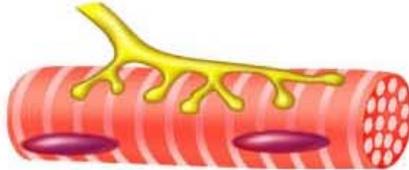
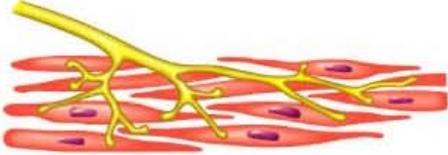
Characteristic	Skeletal	Cardiac	Smooth
Connective tissue components	 <p>Epimysium, perimysium, and endomysium</p>	 <p>Endomysium attached to fibrous skeleton of heart</p>	 <p>Endomysium</p>
Presence of myofibrils composed of sarcomeres	Yes	Yes, but myofibrils are of irregular thickness	No, but actin and myosin filaments are present throughout
Presence of T tubules and site of invagination	 <p>Yes; two in each sarcomere at A-I junctions</p>	 <p>Yes; at Z discs; larger diameter than those of skeletal muscle</p>	No; caveolae along the sarcolemma

Confronto fra muscolo scheletrico, cardiaco e liscio

TABLE

10.2

Comparison of Skeletal, Cardiac, and Smooth Muscle (continued)

Characteristic	Skeletal	Cardiac	Smooth
Elaborate sarcoplasmic reticulum	Yes	Less than skeletal muscle; scant terminal cisternae	Equivalent to cardiac muscle; some SR contacts the sarcolemma
Presence of gap junctions	No	Yes; at intercalated discs	Yes; in single-unit muscle
Cells exhibit individual neuromuscular junctions	 <p>Yes</p>	No	 <p>Not in single-unit muscle; yes in multiunit muscle</p>
Source of Ca ²⁺ for calcium pulse	Sarcoplasmic reticulum (SR)	SR and from extracellular fluid	SR and from extracellular fluid

Funzioni del tessuto muscolare

■ **Movimenti**

- *Muscolo scheletrico* – si inserisce sullo scheletro

Muove il corpo spostando i segmenti ossei

- *Muscolo liscio* – sposta fluidi ed altre sostanze attraverso gli organi

- **Mantenimento della postura** – conferisce la capacità al corpo di rimanere seduto o in piedi

- **Stabilizzazione delle articolazioni**

- **Generazione di calore**

- La contrazione muscolare produce calore
- Aiuta a mantenere la normale temperatura corporea



Caratteristiche funzionali dei muscoli

Caratteristiche funzionali

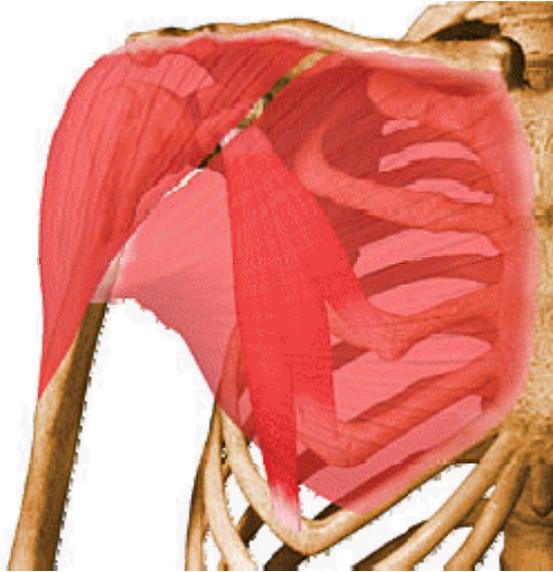
- **Contrattilità**
 - Le cellule muscolari accorciandosi generando forze di trazione
- **Eccitabilità**
 - Impulsi nervosi elettrici stimolano le cellule muscolari a contrarsi
- **Estensibilità**
 - I muscoli possono essere allungati alla loro lunghezza originale dalla contrazione di un muscolo antagonista
- **Elasticità**
 - Ritornano alla lunghezza originale dopo essere stati allungati



Conformazione dei muscoli

- Alla lunghezza del muscolo a riposo è correlata strettamente la capacità di accorciamento dovuta alla contrazione.
- Il *volume proprio* di ciascuno dei 374 muscoli è variabile in funzione dell'età, del sesso, della costituzione, dell'attività di lavoro o sportiva.
- Nei confronti della forma, a seconda della prevalenza di uno o due diametri sugli altri, si distinguono:
 - Muscoli **lunghi**
 - Muscoli **larghi**

Conformazione dei muscoli

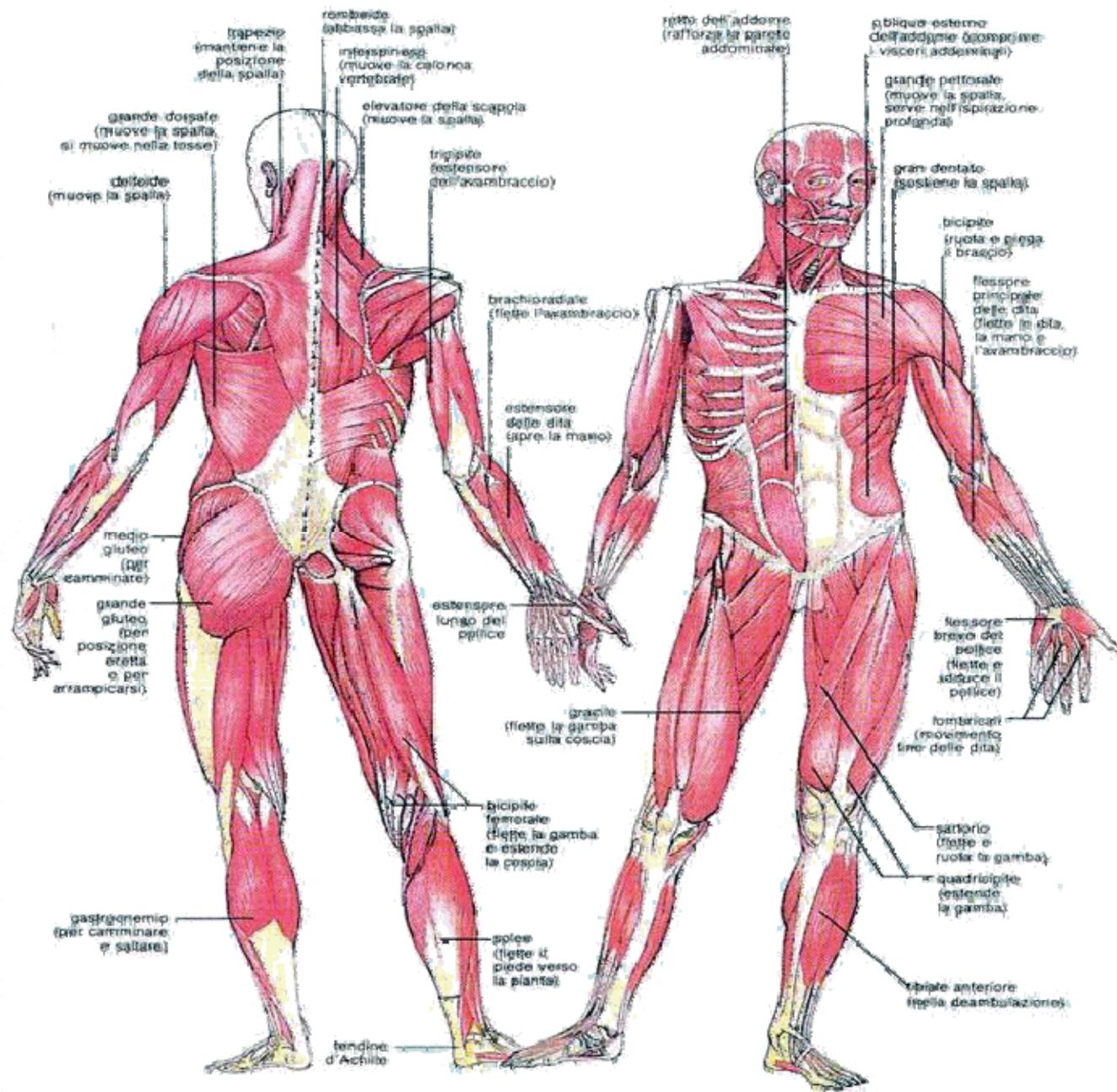


Muscoli larghi

Muscoli lunghi



I principali muscoli scheletrici dell'uomo e le loro funzioni





Struttura dei muscoli scheletrici

- I muscoli scheletrici sono organi di varia forma e volume, In questi si distinguono ad occhio nudo:
 - **parti carnose**, di colore rosso
 - **parti tendinee**, di colore bianco splendente.
- Inseriti sullo scheletro, con la potenza sviluppata dalla loro forza contrattile, modificano l'orientamento dei segmenti ossei dello scheletro, quanto e come lo permettono le articolazioni. Inoltre, ne mantengono la postura



Struttura della parte carnosa dei muscoli

- I muscoli scheletrici presentano uno *schema architettonico* comune.
- Cellule dei muscoli
 - Sono conosciute con il nome di **fibre muscolari**
- Contrazione muscolari
 - E' determinata da due tipi di miofilamenti (proteine contrattili)
 - Un tipo contiene **actina**
 - Un altro tipo contiene **miosina**
 - Queste due proteine generano la forza contrattile



Struttura della parte carnosa dei muscoli

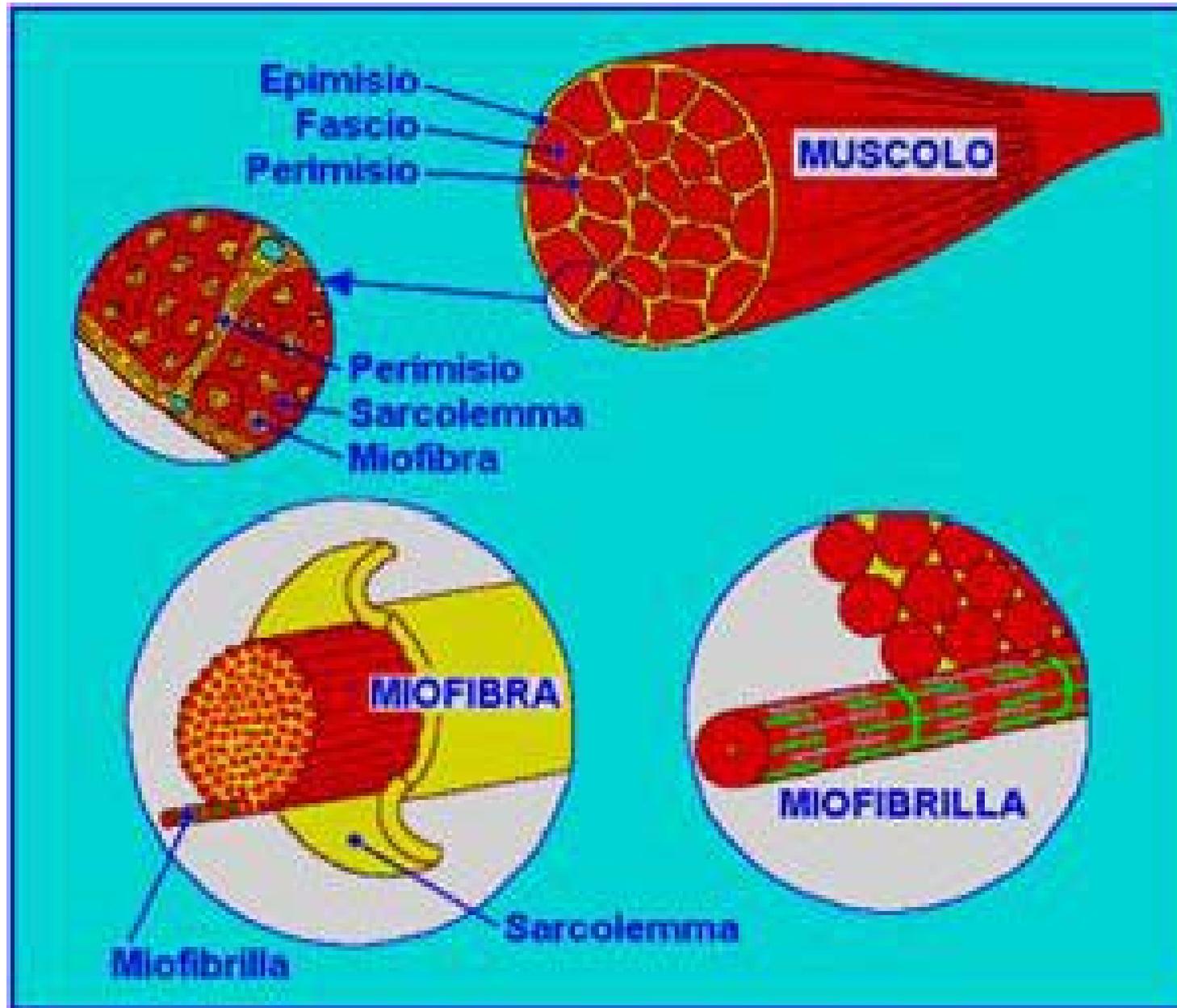
- La membrana plasmatica è chiamata **sarcolemma**
- Il citoplasma è chiamato **sarcoplasma**
- Ogni muscolo è un vero e proprio organo costituito principalmente da **tessuto muscolare**, contiene inoltre:
 - Tessuto connettivo
 - Nervi
 - Vasi ematici, ogni muscolo è infatti rifornito da:
 - Un nervo
 - Un'arteria
 - Una o più vene



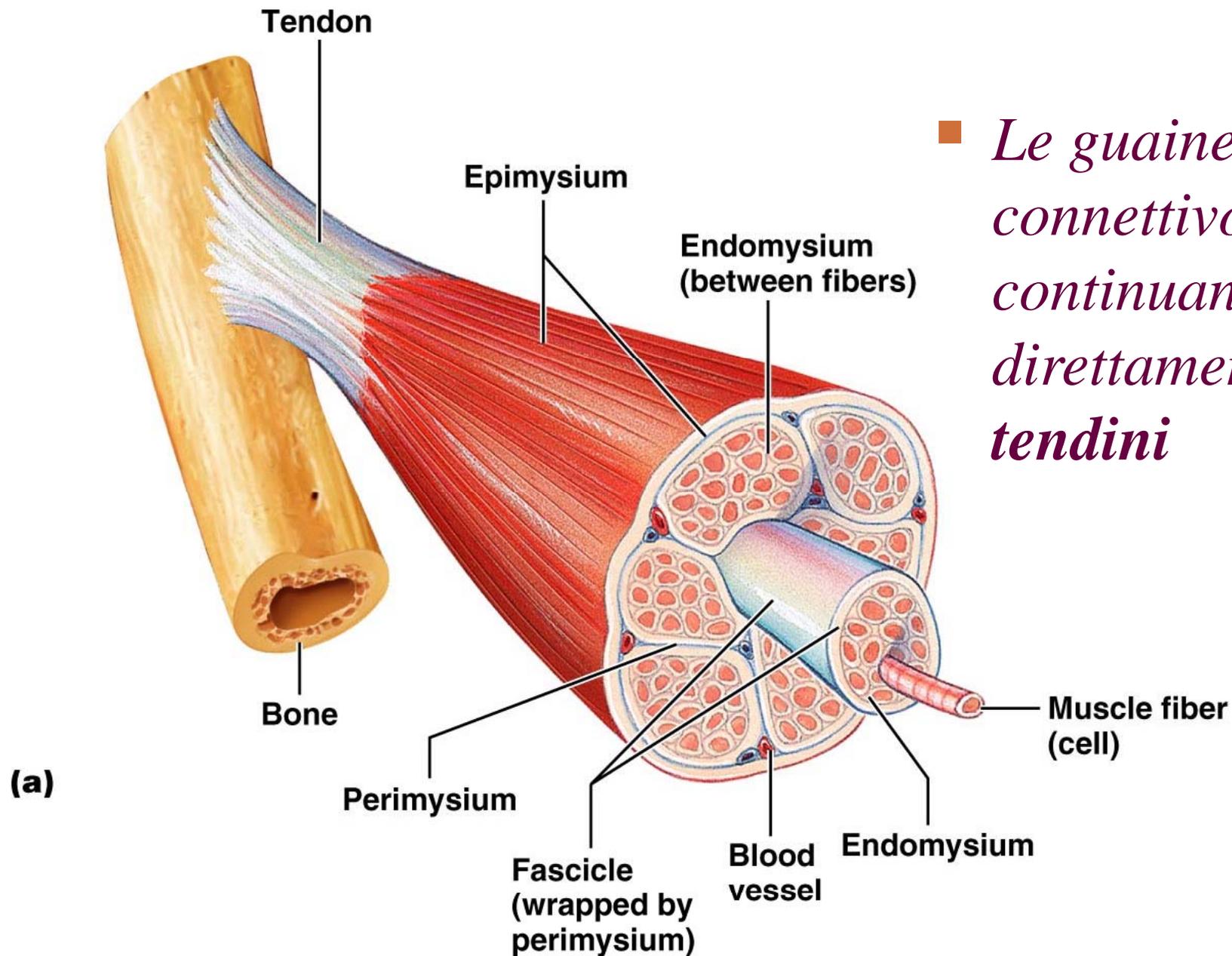
Struttura della parte carnosa dei muscoli

- *Tessuto connettivo e fascicoli*
 - Le guaine del tessuto connettivo tengono insieme il muscolo scheletrico e le sue fibre
 - **Epimisio** – Membrana connettivale fibrosa densa e regolare che circonda l'intero muscolo. Essa invia in profondità robusti setti connettivali che, ramificandosi, dividono la massa muscolare in fasci via via più minuti.
 - **Perimisio** – Avvolge ciascuno fascicolo (gruppi di fibre muscolari)
 - **Endomisio** – sottile guaina di tessuto connettivo che avvolge ogni singola cellula muscolare

Struttura della parte carnosa dei muscoli



Struttura della parte carnosa dei muscoli



- *Le guaine di tessuto connettivo si continuano direttamente con i tendini*

Figure 10.1a

I tendini

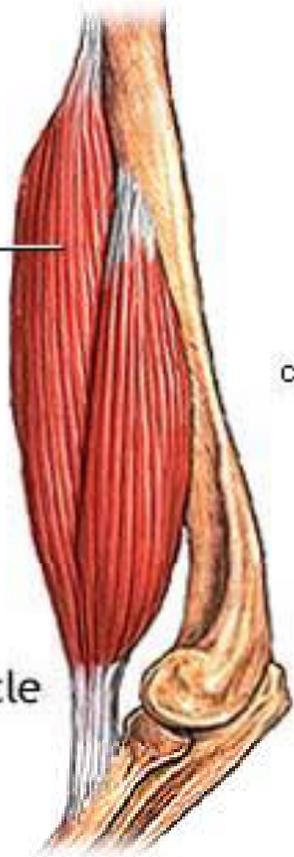
- Più o meno massicce, nei confronti della parte carnosa, si distinguono nei muscoli, le parti terminali destinate all'inserzione dei muscoli stessi sullo scheletro.

**Achilles
Tendon**



Skeletal
muscle

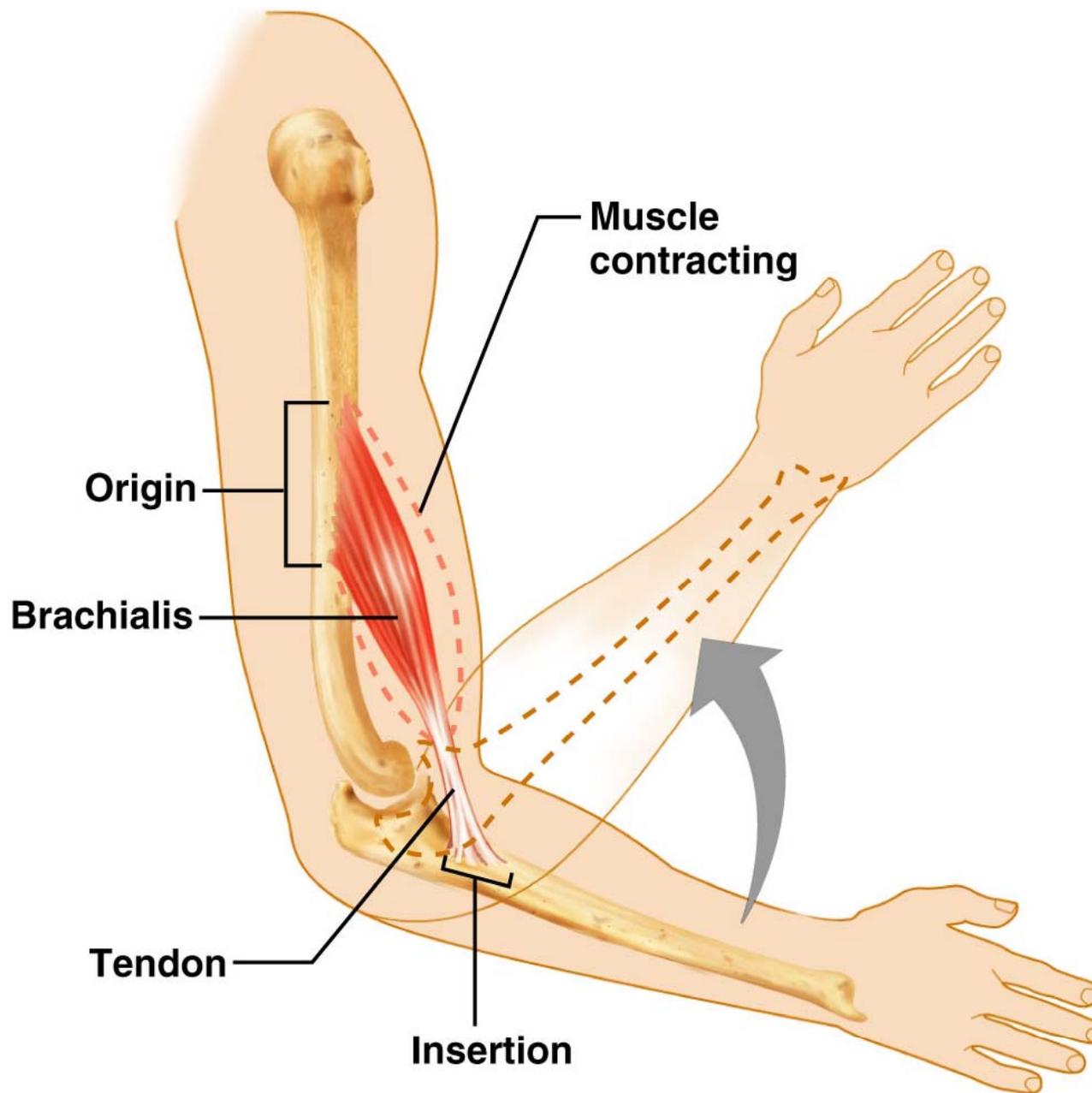
Tendons
bind muscle
to bone



- **Inserzioni muscolari**

- I muscoli prendono inserzione sugli organi scheletrici, di regola, mediante 2 soli capi (la maggiorparte dei muscoli decorre da un osso ad un altro):
 - **Capo d'origine** – Sul segmento osseo meno mobile
 - **Capo terminale o d'inserzione** – Sul segmento osseo più mobile

Inserzioni muscolari





I tendini - Struttura

- La **parte tendinea dei muscoli** è costituita da tessuto fibroso denso a fasci paralleli.
 - Tra le fibre collagene del tendine sono disposte fibre elastiche che funzionano da ammortizzatori elastici all'inizio della contrazione muscolare
- Le fibre tendinee, in corrispondenza dei punti di attacco, si fissano direttamente sul tessuto osseo.



Tipi di fibre del muscolo scheletrico

Le fibre del muscolo scheletrico sono classificate in base:

- Quanta energia producono (ATP)
- Quanto velocemente si contraggono

Sono divise in 3 classi

- **Fibre lente ossidative (Tipo I)**
 - Fibre rosse – a contrazione lenta
- **Fibre veloci glicolitiche (Tipo IIx)**
 - Fibre bianche - a contrazione veloce
- **Fibre veloci ossidative (Type IIa)**
 - Fibre intermedie



Tipi di fibre del muscolo scheletrico

- **Fibre lente ossidative (Tipo I)**
 - Colore rosso dovuto all'abbondanza di mioglobina
 - Producono energia grazie al metabolismo aerobico
 - Contengono un grande numero di mitocondri
 - Riccamente vascolarizzate
 - Si contraggono lentamente e conferiscono una grande resistenza alla fatica
 - Le fibre hanno un piccolo diametro



Tipi di fibre del muscolo scheletrico

- **Fibre veloci glicolitiche (Tipo IIx)**
 - Contengono *poca mioglobina e mitocondri*
 - Hanno un *diametro doppio* rispetto alle fibre lente –ossidative
 - Contengono un maggior numero di miofilamenti ed sono capaci di generare maggior energia
 - Producono energia grazie al metabolismo anaerobico
 - Si contraggono rapidamente, ma si affaticano in breve tempo



Tipi di fibre del muscolo scheletrico

- **Fibre veloci ossidative (Tipo IIa)**
 - Hanno un diametro intermedio
 - Si contraggono rapidamente come le fibre veloci glicolitiche
 - Sono ossigeno-dipendenti
 - Hanno un alto contenuto di mioglobina ed una ricca vascolarizzazione
 - Abbastanza resistenti alla fatica
 - Più potenti rispetto alle fibre lente ossidative



Disposizione dei fascicoli muscolari

- Muscolo scheletrico – costituito da fascicoli
 - **Fascicoli** – disposti secondo diversi pattern
 - La disposizione dei fascicoli è in funzione dell'azione del muscolo stesso

- Tipi di disposizione dei fascicoli
 - **Paralleli** – I fascicoli decorrono paralleli lungo l'asse maggiore del muscolo
 - Strap-like – sternocleidomastoideo
 - Fusiformi – bicipite brachiale



Disposizione dei fascicoli muscolari

- **Convergenti**

- L'origine del muscolo è ampia
- I fascicoli convergono verso l'inserzione tendinea
- Esempio – gran pettorale

- **Pennati**

- **Unipennati** – I fascicoli si inseriscono su una faccia del tendine
- **Bipennati** – I fascicoli si inseriscono su entrambi le facce del tendine
- **Multipennati** – I fascicoli si inseriscono in un grande tendine da tutti i lati



Disposizione dei fascicoli muscolari

- **Circolari**

- I fascicoli sono disposti secondo anelli concentrici
 - Circondano le aperture esterne del corpo
 - Sfintere – nome generico per un muscolo circolare
 - Esempio
 - Muscoli orbiculari dell'occhio o della bocca

Disposizione dei fascicoli muscolari

Pectoralis major



(a) Convergent

Biceps brachii



(b) Fusiform

Sartorius



(c) Parallel

Orbicularis oris



(d) Circular

Deltoid



(e) Multipennate

Rectus femoris

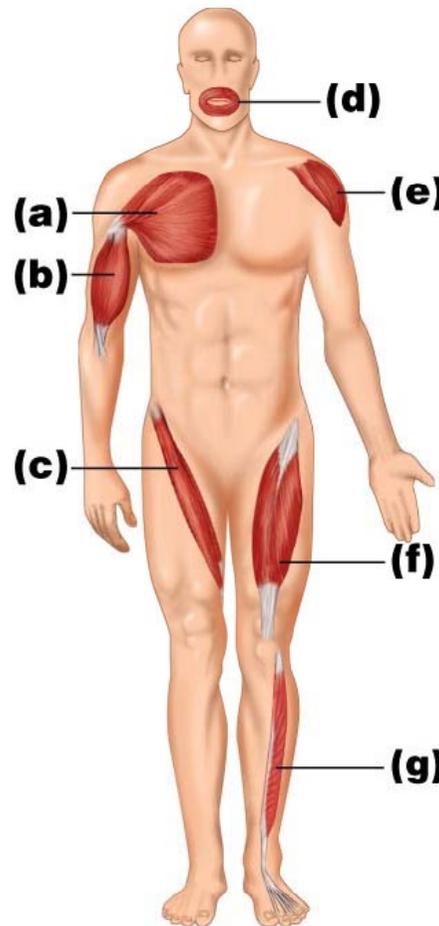


(f) Bipennate

Extensor digitorum longus



(g) Unipennate





Interazioni fra i muscoli scheletrici

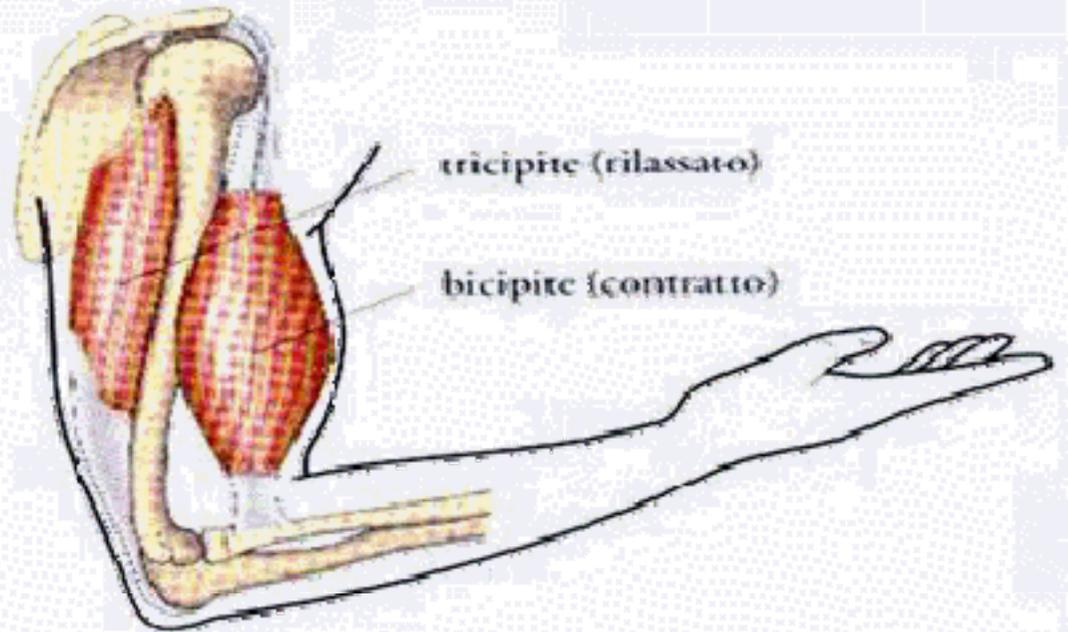
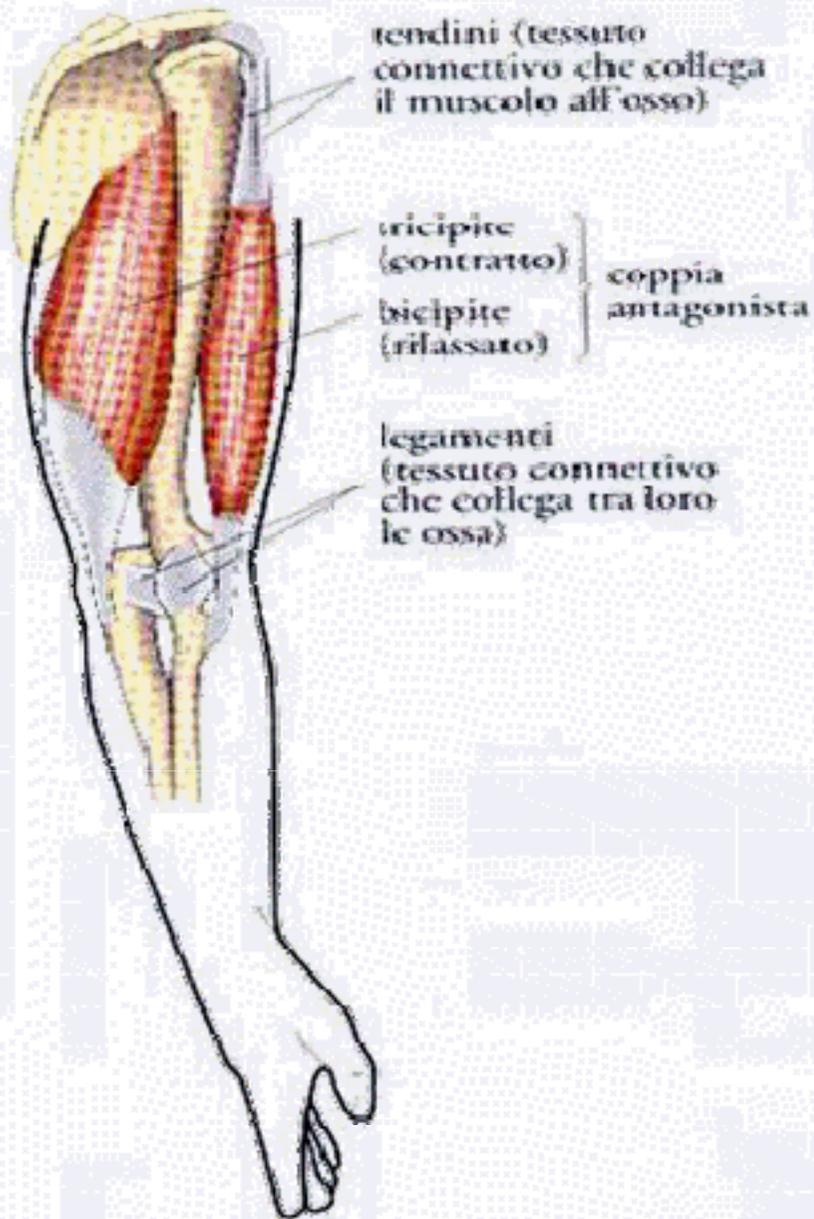
- Un muscolo non è in grado di invertire un movimento che produce
- Per fare ciò è necessaria l'azione di un altro muscolo
- Muscoli che determinano un'azione opposta si trovano ai lati opposti di un'articolazione



Interazioni fra i muscoli scheletrici

- **Prime mover** (agonisti)
 - Sono i maggiori responsabili di un determinato movimento
- **Antagonisti**
 - Si oppongono o invertono un determinato movimento
- **Sinergisti** – aiutano il muscolo agonista
 - Con l'aggiunta di forza supplementare
 - Riducendo i movimenti indesiderati
- **Fissatori**
 - É un muscolo sinergico che mantiene un osso saldamente in posizione

Interazioni fra i muscoli scheletrici





Malattie del tessuto muscolare

- Il tessuto muscolare solitamente va incontro a poche malattie
 - Il tessuto cardiaco è l'eccezione
- Muscolo scheletrico
 - Marcata resistenza alle infezioni
- Muscolo liscio
 - Solitamente i problemi derivano da agenti irritanti esterni

- **Distrofia muscolare**

- E' un gruppo di malattie geneticamente ereditate che causano una progressiva distruzione delle fibre muscolari
 - I muscoli affetti si ingrandiscono e le fibre muscolari sono sostituite da tessuto connettivo e da grasso
 - Degenerazione muscolare
 - Tipi di distrofia muscolare
 - Distrofia muscolare di Duchenne
 - Distrofia Mitonica



Malattie del tessuto muscolare

- **Sindrome del dolore miofasciale**
 - Il dolore è causato da bande di fibre muscolari contratte
- **Fibromialgia**
 - Una sindrome dolorosa cronica ad eziologia ancora abbastanza incerta
 - Spesso colpisce le donne
 - Sintomi – fatica, disturbi del sonno, dolore muscolare severo, mal di testa



Tessuto Muscolare durante la vita

- Il tessuto muscolare si sviluppa dai **mioblasti**
 - Mioblasti si fondono per formare le fibre del muscolo scheletrico
 - Le fibre del muscolo scheletrico si contraggono dalla *settima settimana* di sviluppo
- Con il passare degli anni
 - Aumento del tessuto connettivo
 - Il numero delle fibre muscolari diminuisce
- Perdita di massa muscolare con l'invecchiamento
 - Riduzione della forza del 50% all'età di 80aa
 - **Sarcopenia** – atrofia muscolare