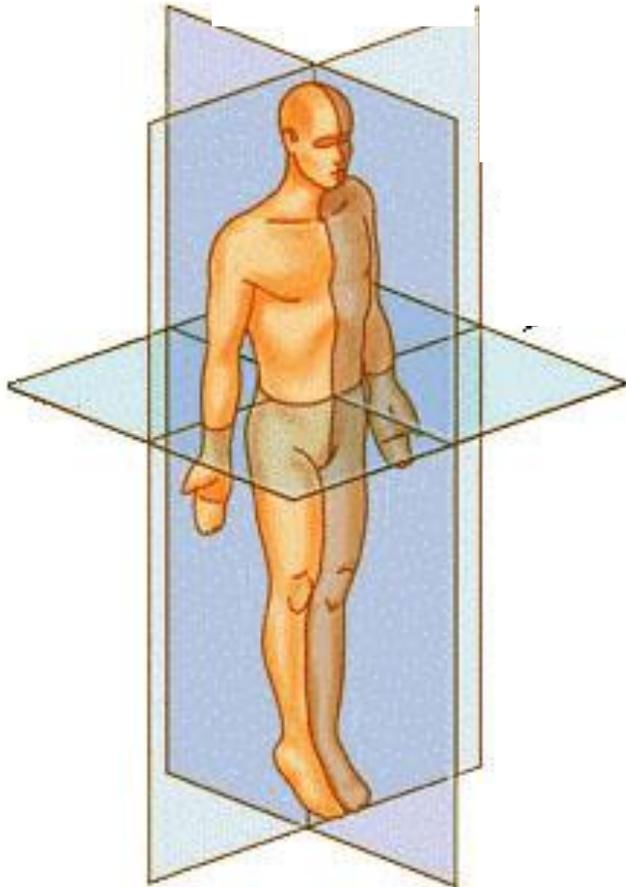


Sommario

- ▶ Riferimenti anatomici
- ▶ Principali movimenti del corpo umano
- ▶ Il sistema osteo-articolare
- ▶ Il sistema muscolo-scheletrico

Convenzioni

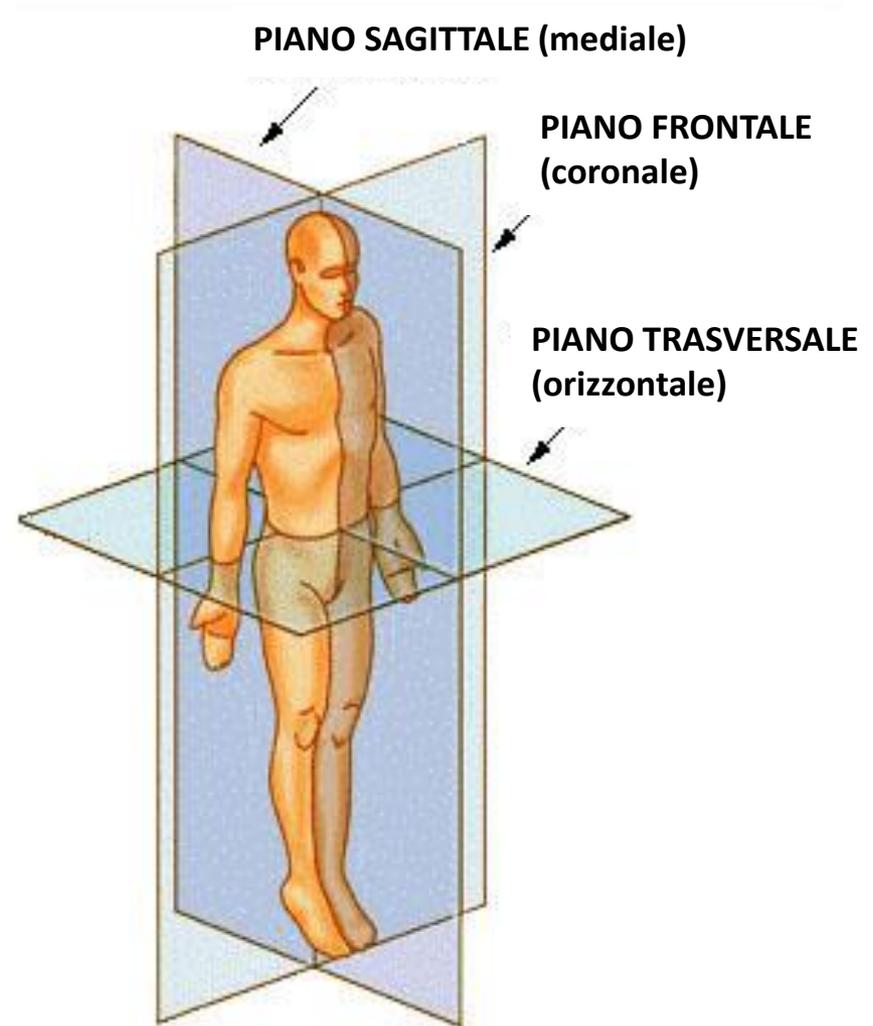


- ▶ Viene definita una **posizione anatomica di riferimento** nel modo seguente:
 - ▶ Posizione eretta
 - ▶ Talloni uniti
 - ▶ Braccia distese
 - ▶ Palmi delle mani rivolti in avanti
- ▶ Rispetto a tale posizione vengono definiti i **piani anatomici** e gli **assi anatomici**

Piani anatomici

Ognuno dei tre piani anatomici divide il corpo umano in due metà.

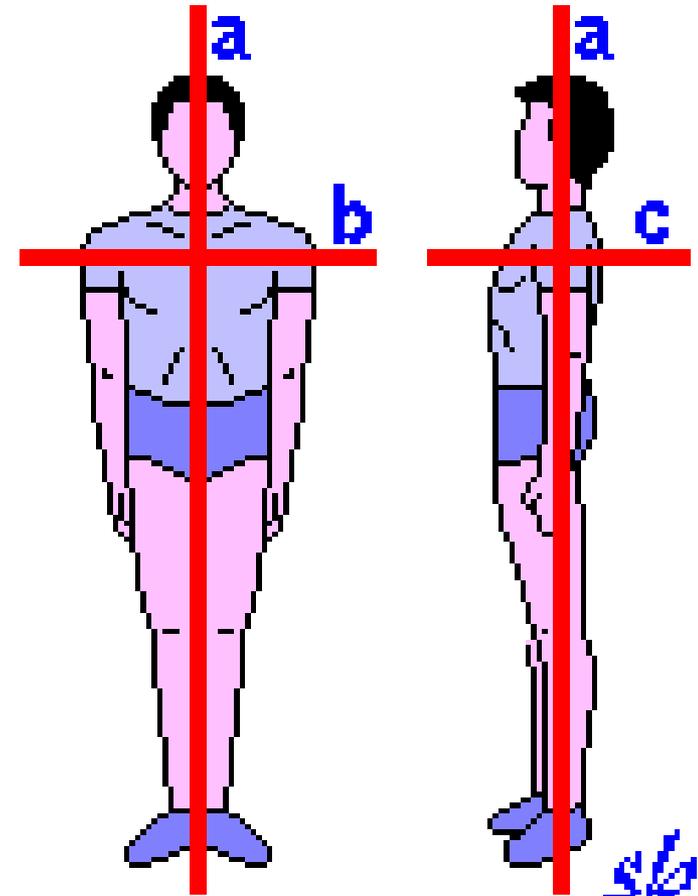
- ▶ **Piano sagittale:** individua le metà destra e sinistra
- ▶ **Piano frontale:** individua le metà anteriore e posteriore
- ▶ **Piano trasversale:** individua le metà superiore ed inferiore



Assi anatomici

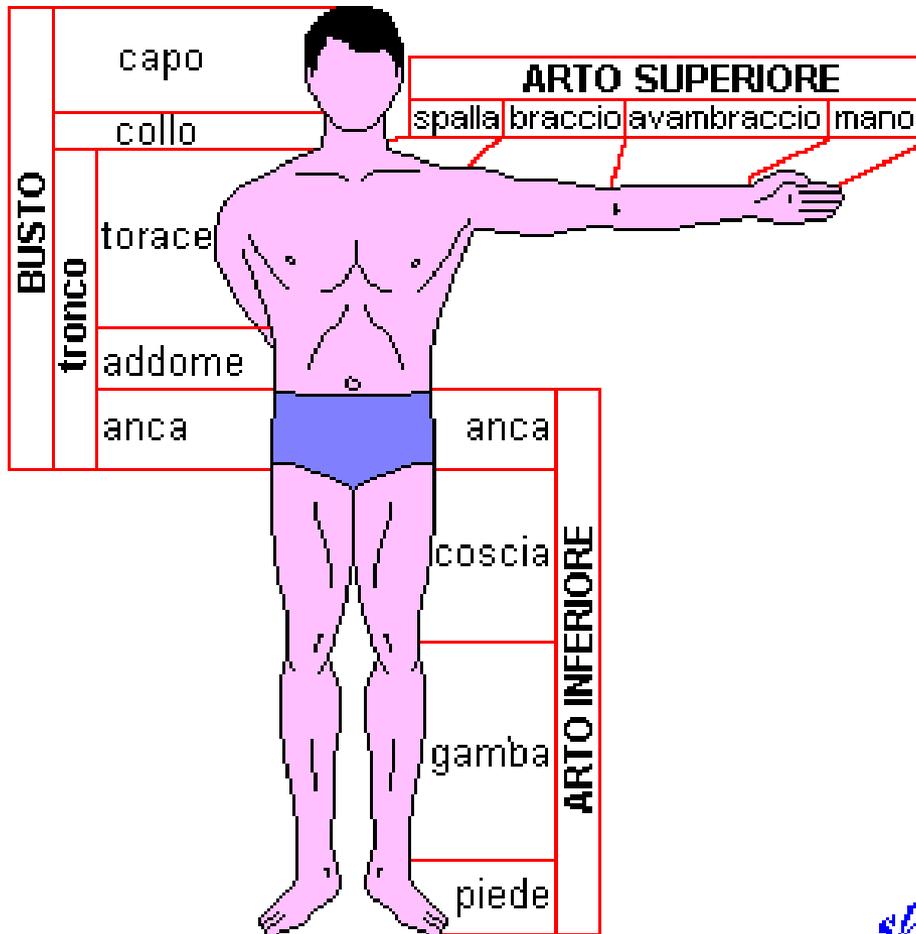
I tre assi di riferimento sono perpendicolari a ciascuno dei piani anatomici.

- ▶ **Asse longitudinale (a):**
perpendicolare al piano trasversale
- ▶ **Asse trasversale (b):** perpendicolare al piano sagittale
- ▶ **Asse antero-posteriore (c):**
perpendicolare al piano frontale

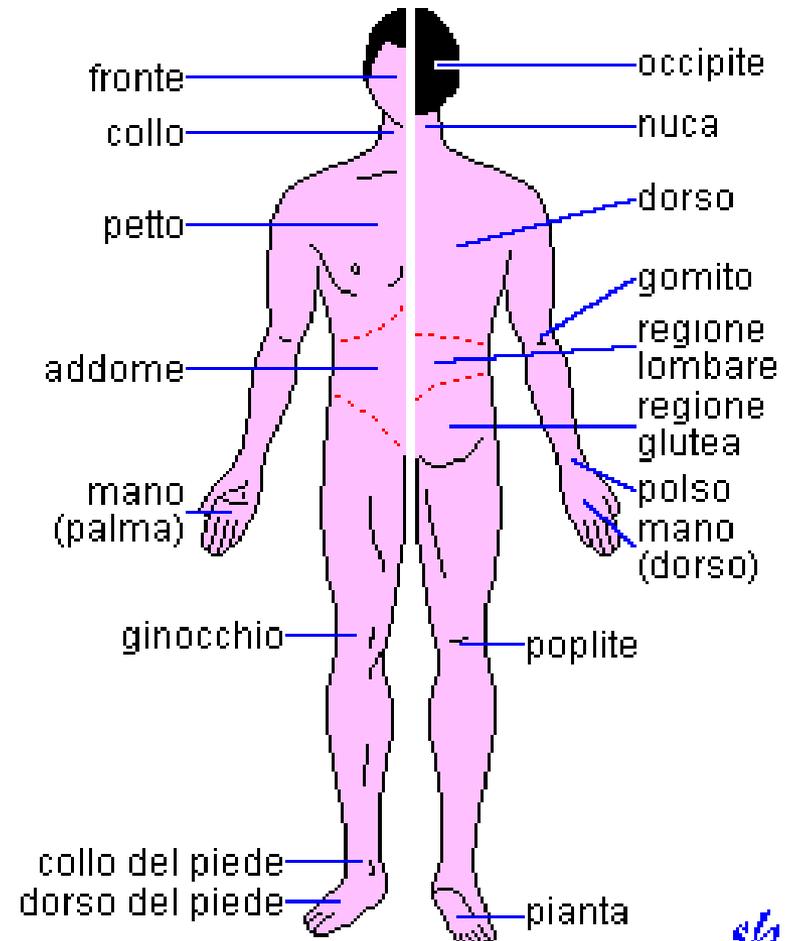


Nomenclatura: parti anatomiche

Segmenti del corpo



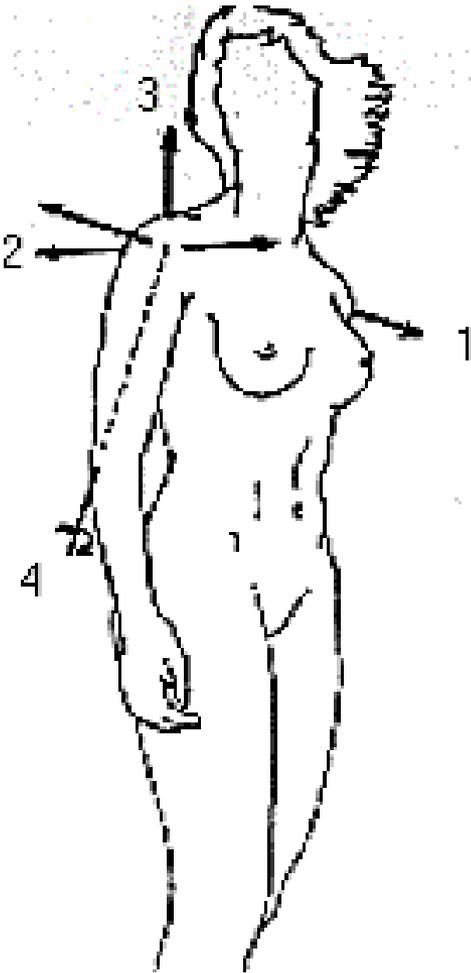
Zone del corpo



Nomenclatura: localizzazioni anatomiche

- ▶ **Cranico:** localizzato sulla testa
- ▶ **Caudale:** localizzato sulle natiche
- ▶ **Centrale:** si riferisce alla centralità del corpo (es. sistema nervoso centrale indica il cervello e la colonna vertebrale)
- ▶ **Periferico:** si riferisce alla superficie del corpo (es. i nervi)
- ▶ **Prossimale:** localizzato verso il tronco (verso il cuore)
- ▶ **Distale:** localizzato lontano dal tronco (dal cuore)
- ▶ **Dorsale:** sulla schiena, indica anche la superficie superiore del piede e della mano
- ▶ **Ventrale:** riferito alla parte frontale (addome)
- ▶ **Palmare:** localizzato sul palmo della mano
- ▶ **Plantare:** localizzato sulla suola del piede

Movimenti articolari



I movimenti articolari possono essere ricondotti a definiti assi di riferimento. L'esempio si riferisce agli assi della spalla.

1 - asse trasverso – passa per entrambe le spalle

2 - asse anteroposteriore – perpendicolare al piano frontale

3 - asse longitudinale – verticale passante per la spalla

4 - asse longitudinale del segmento – allineato col braccio, dipende dalla posizione di quest'ultimo

Movimenti elementari delle articolazioni

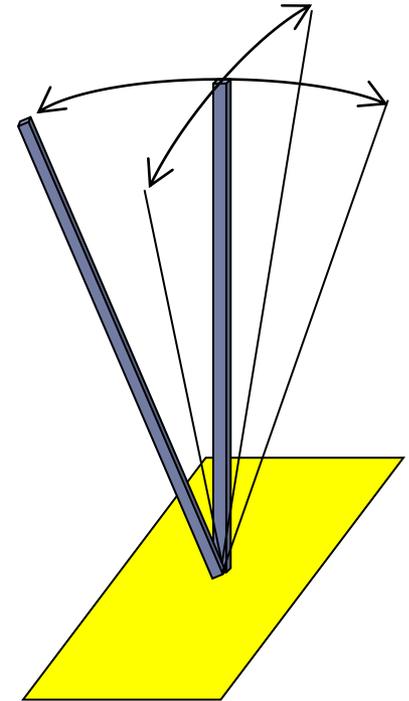
I principali movimenti delle articolazioni avvengono per mezzo di **rotazioni attorno ad alcuni assi di riferimento**.

Negli schemi semplificati che seguono il “punto di contatto” tra il segmento mobile e il piano è considerato il *centro ideale dell’articolazione*.

In ogni articolazione può essere definito un numero di **gradi di libertà**, che consiste nel numero di movimenti indipendenti che possono essere compiuti.

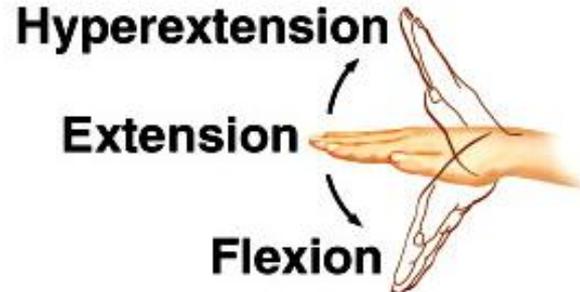
Movimento angolare

- Il punto di contatto non varia
- Il segmento ruota attorno ad un asse posto sul piano e passante per il punto di contatto
- 2 gradi di libertà

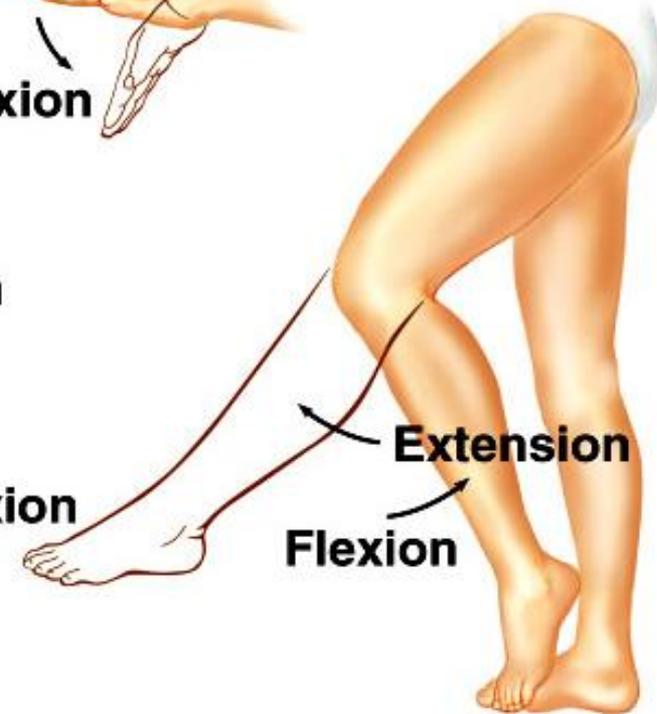


Esempi di movimenti angolari

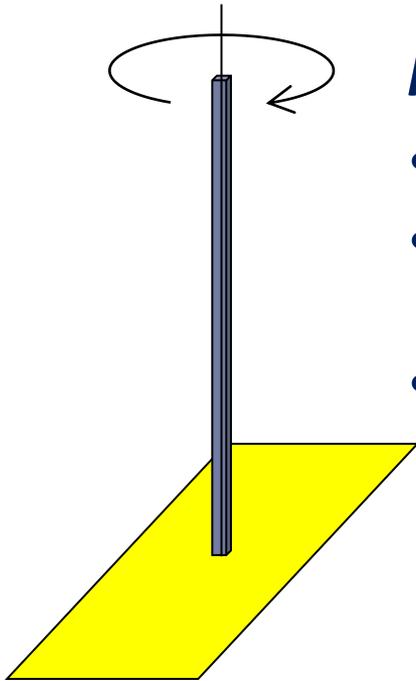
Abduzione - Adduzione



Flessione - Estensione



Movimenti elementari delle articolazioni

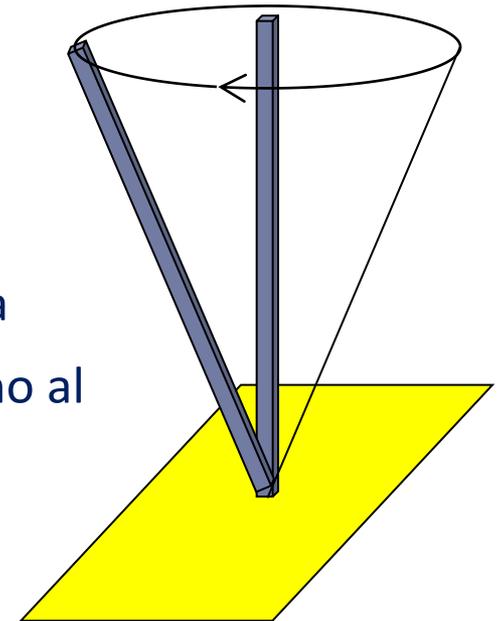


Rotazione

- Il punto di contatto non varia
- Il segmento ruota attorno al proprio asse
- 1 grado di libertà

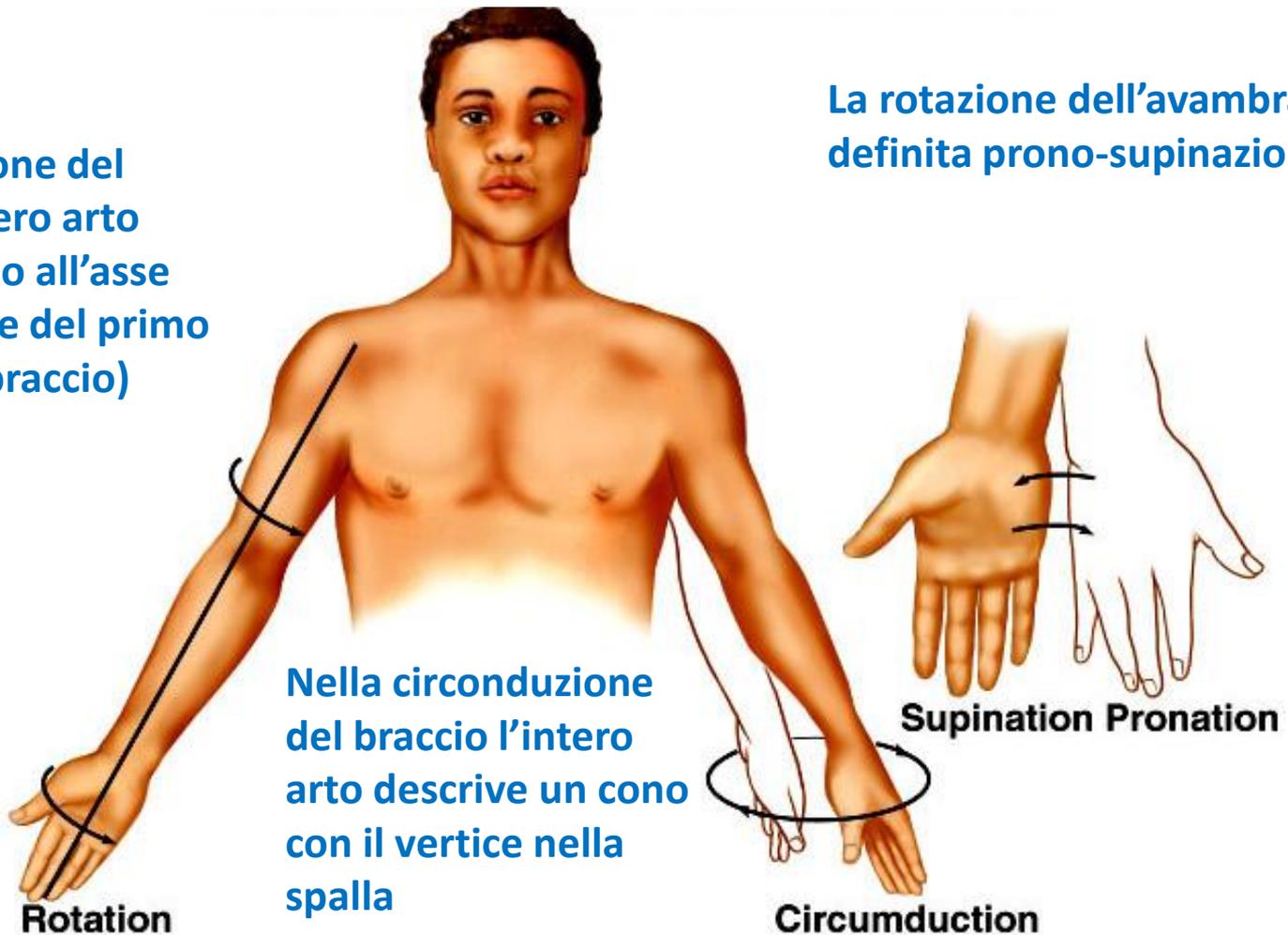
Circonduzione

- Il punto di contatto non varia
- Il segmento non ruota attorno al proprio asse
- L'asse descrive un cono
- 1 grado di libertà



Esempi di rotazione e circonduzione

Nella rotazione del braccio l'intero arto ruota attorno all'asse longitudinale del primo segmento (braccio)



La rotazione dell'avambraccio è definita prono-supinazione

Nella circonduzione del braccio l'intero arto descrive un cono con il vertice nella spalla

Rotation

Circumduction

Supination Pronation

Arto superiore: movimenti del braccio

a-b) flessione

c) estensione

d-e) abduzione

f) adduzione

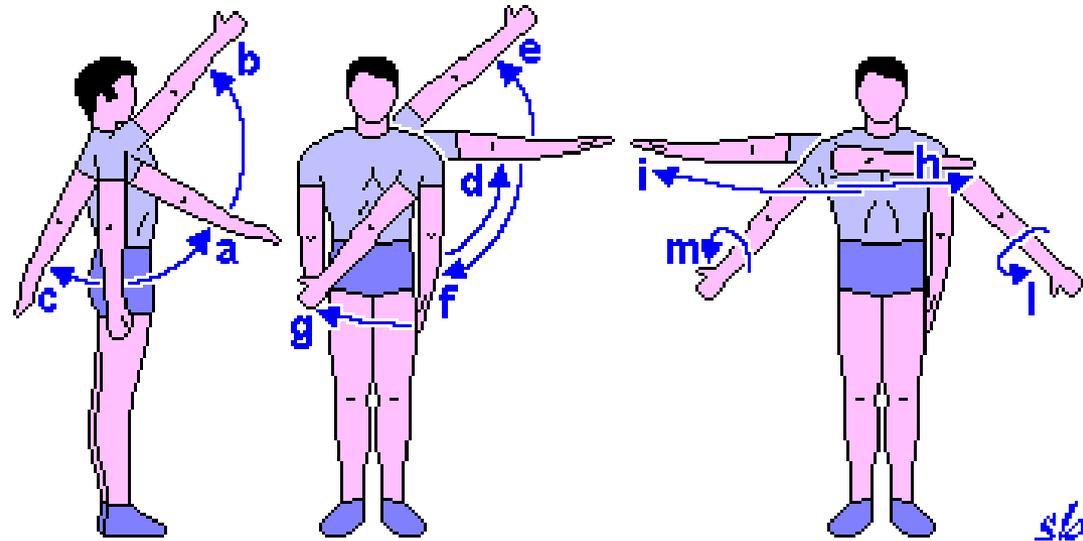
g) indentro sul piano frontale

h) indentro sul piano orizzontale

i) infuori sul piano orizzontale

l) rotazione interna

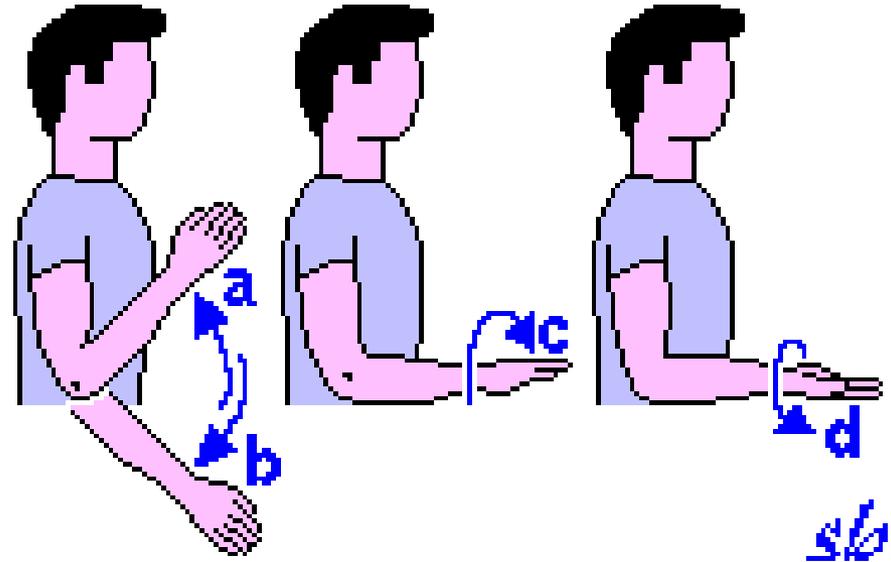
m) rotazione esterna



I movimenti del braccio interessano per intero tutto l'arto superiore.

La combinazione di flesso-estensione con abduzione e adduzione produce il movimento di circonduzione

Arto superiore: movimenti dell'avambraccio

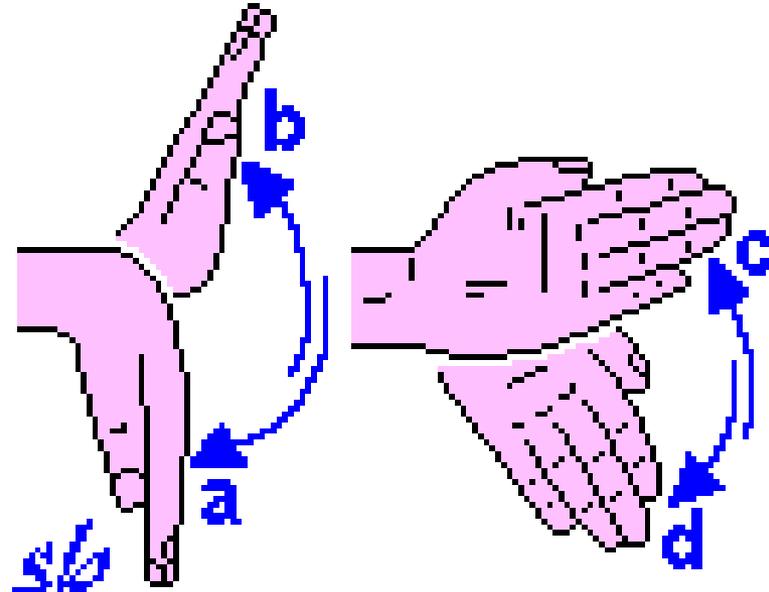


- a) flessione
- b) estensione
- c) pronazione o rotazione interna (mediale)
- d) supinazione o rotazione esterna (laterale)

I movimenti dell'avambraccio interessano anche la mano.

Arto superiore: movimenti del polso

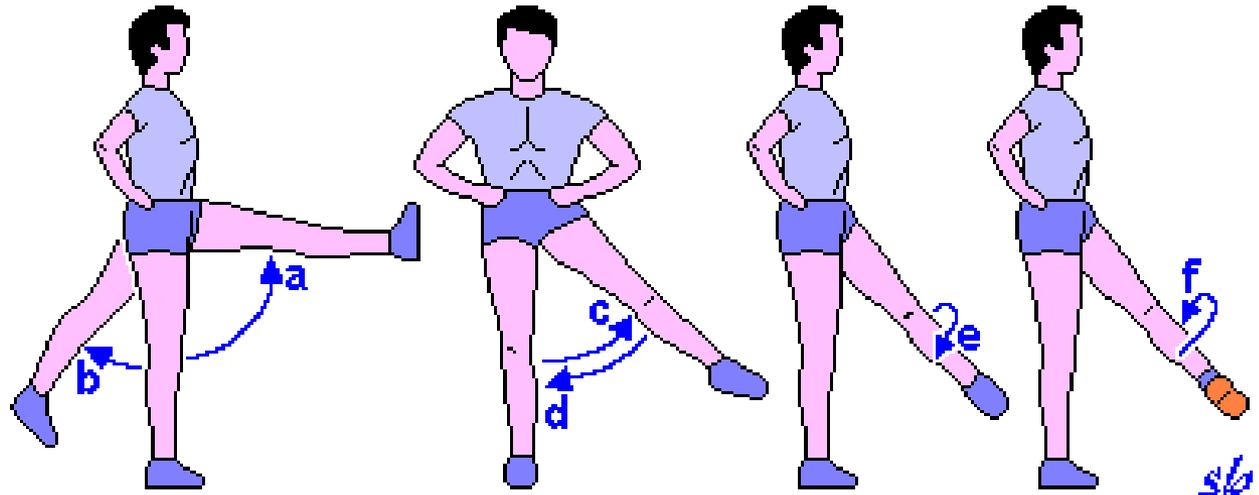
- a) flessione;
- b) estensione;
- c) abduzione;
- d) adduzione.



La combinazione di flesso-estensione con abduzione e adduzione produce il movimento di circonduzione

Arto inferiore: movimenti della coscia

- a) flessione
- b) estensione
- c) abduzione
- d) adduzione
- e) rotazione interna (mediale)
- f) rotazione esterna (laterale)



I movimenti della coscia interessano per intero tutto l'arto inferiore.

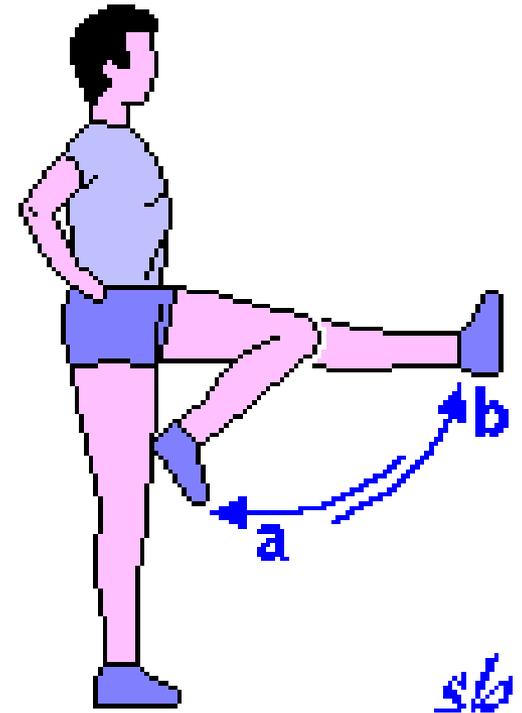
La combinazione di flesso-estensione con abduzione e adduzione produce il movimento di circonduzione.

Arto inferiore: movimenti della gamba

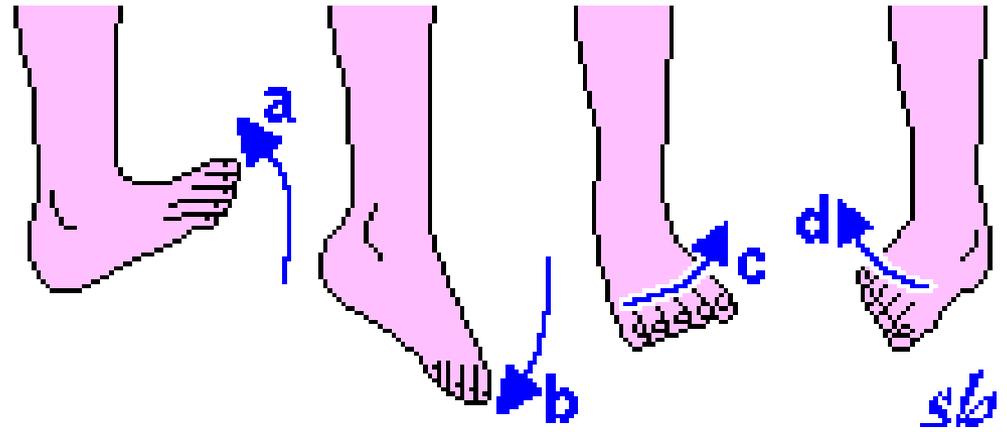
- a) flessione
- b) estensione

Oltre alla flessione-estensione, è consentito anche un limitato movimento di rotazione (interna ed esterna).

I movimenti della gamba interessano anche il piede.



Arto inferiore: movimenti del piede



- a) flessione dorsale o flessione
- b) flessione plantare o estensione
- c) rotazione interna o supinazione o inversione
- d) rotazione esterna o pronazione o eversione

La combinazione di flesso-estensione con la rotazione produce il movimento di circonduzione.

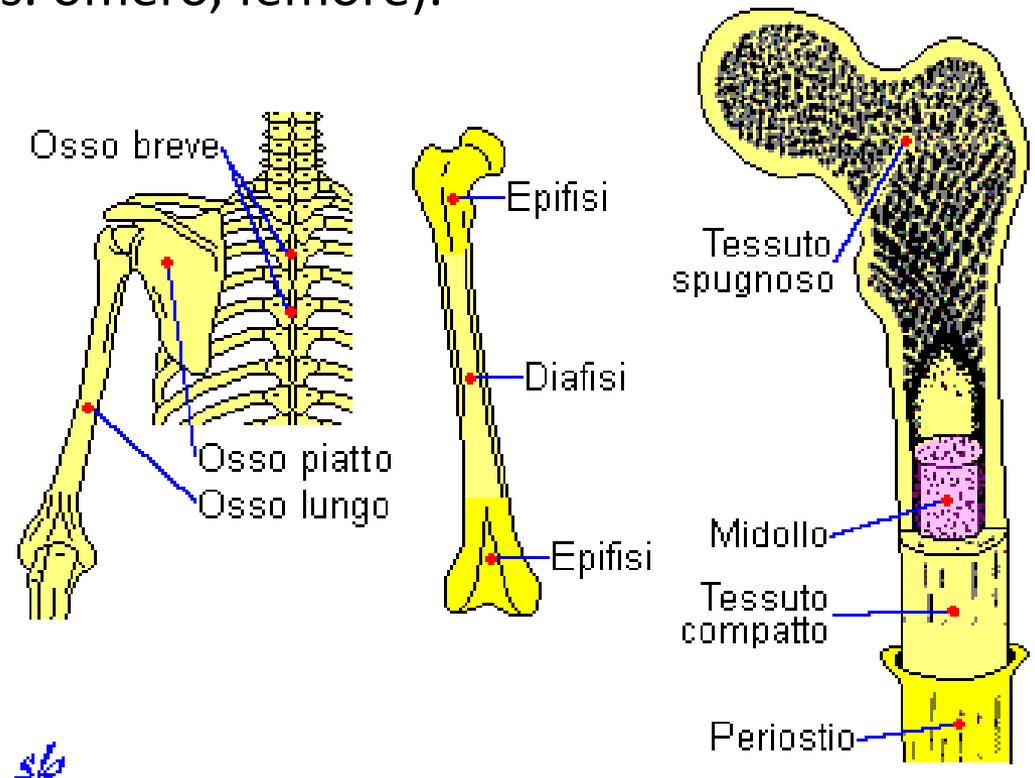
Le ossa

Le ossa costituiscono le parti rigide dei diversi segmenti corporei.

A seconda delle proporzioni, si distinguono in ossa brevi (es. vertebre), piatte (es. scapola) o lunghe (es. omero, femore).

Le ossa lunghe si considerano divise in tre parti: una centrale (diafisi) e due estreme (epifisi)

Le ossa, grazie alla connessione col sistema muscolare, funzionano da leve consentendo la stabilità e il movimento.

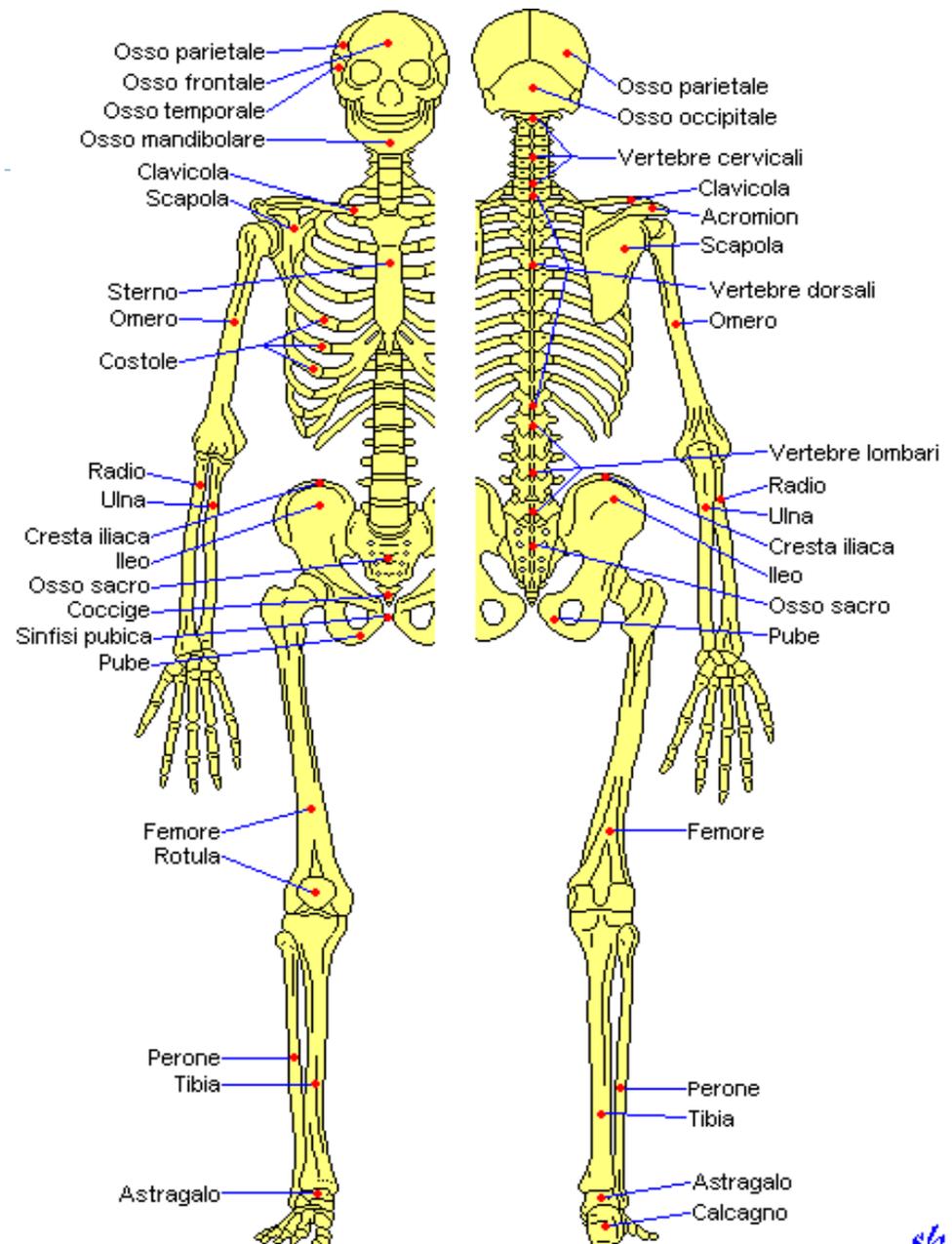


sb

Lo scheletro

Le ossa sono collegate tra loro dalle articolazioni.

Il movimento relativo tra segmenti ossei adiacenti dipende dalla forma delle superfici articolari e dai mezzi di connessione



Principali articolazioni

Articolazioni del tronco:

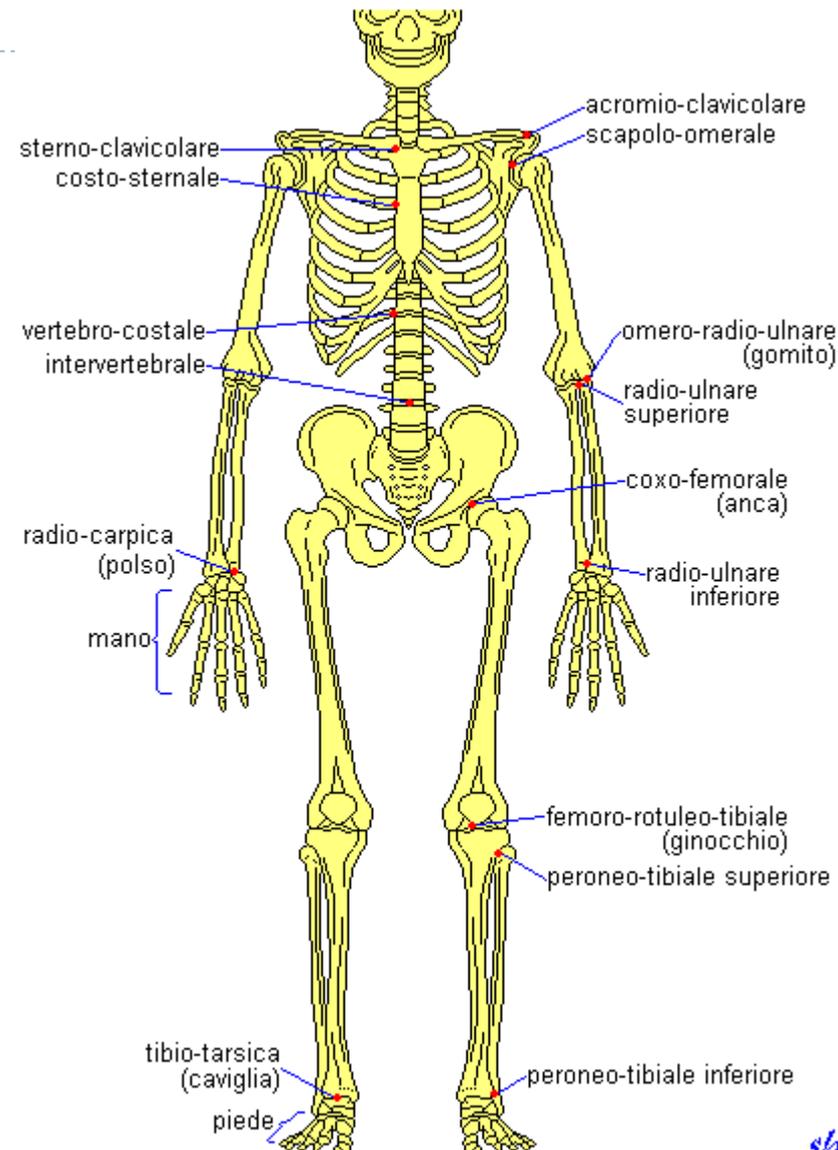
- Capo (occipito-atlantoidea, atlanto-epistrofea);
- Colonna vertebrale (intervertebrali);
- Vertebro-costali;
- Costo-sternali.

Articolazioni degli arti superiori:

- Spalla (sterno-clavicolare, acromio-clavicolare, scapolo-omerale);
- Gomito (omero-radio-ulnare prossimale);
- Polso (radio-ulnare distale, radio-carpica);
- Articolazioni della mano.

Articolazioni degli arti inferiori:

- Anca (coxo-femorale);
- Ginocchio (femoro-rotuleo-tibiale);
- Caviglia (tibio-tarsica);
- Articolazioni del piede.

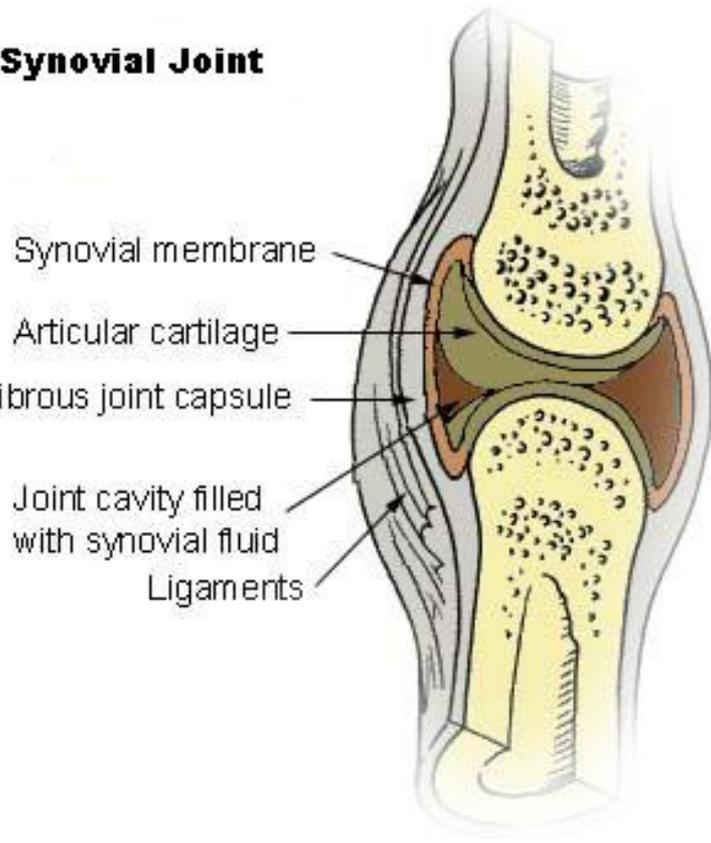


Le articolazioni: classificazione

- ▶ **Sinartrosi:** presentano superfici articolari immobili. Unite tra di loro da tessuto osseo, tessuto cartilagineo e tessuto connettivo. Non hanno una meccanica articolare. Esempio: ossa del cranio.
- ▶ **Anfiartrosi:** articolazioni semimobili. Generalmente caratterizzate da superfici articolari quasi pianeggianti, con interposizione di un disco cartilagineo (es. vertebre). Consentono piccoli movimenti in tutte le direzioni.
- ▶ **Diartrrosi:** permettono movimenti ampi. Sono completamente avvolte da un manicotto di connettivo (capsula). I capi ossei presentano superfici articolari di forme diverse, che determinano il tipo di moto relativo.

Struttura delle articolazioni

Synovial Joint



Capsula articolare: manicotto di tessuto connettivo denso, riveste completamente l'articolazione.

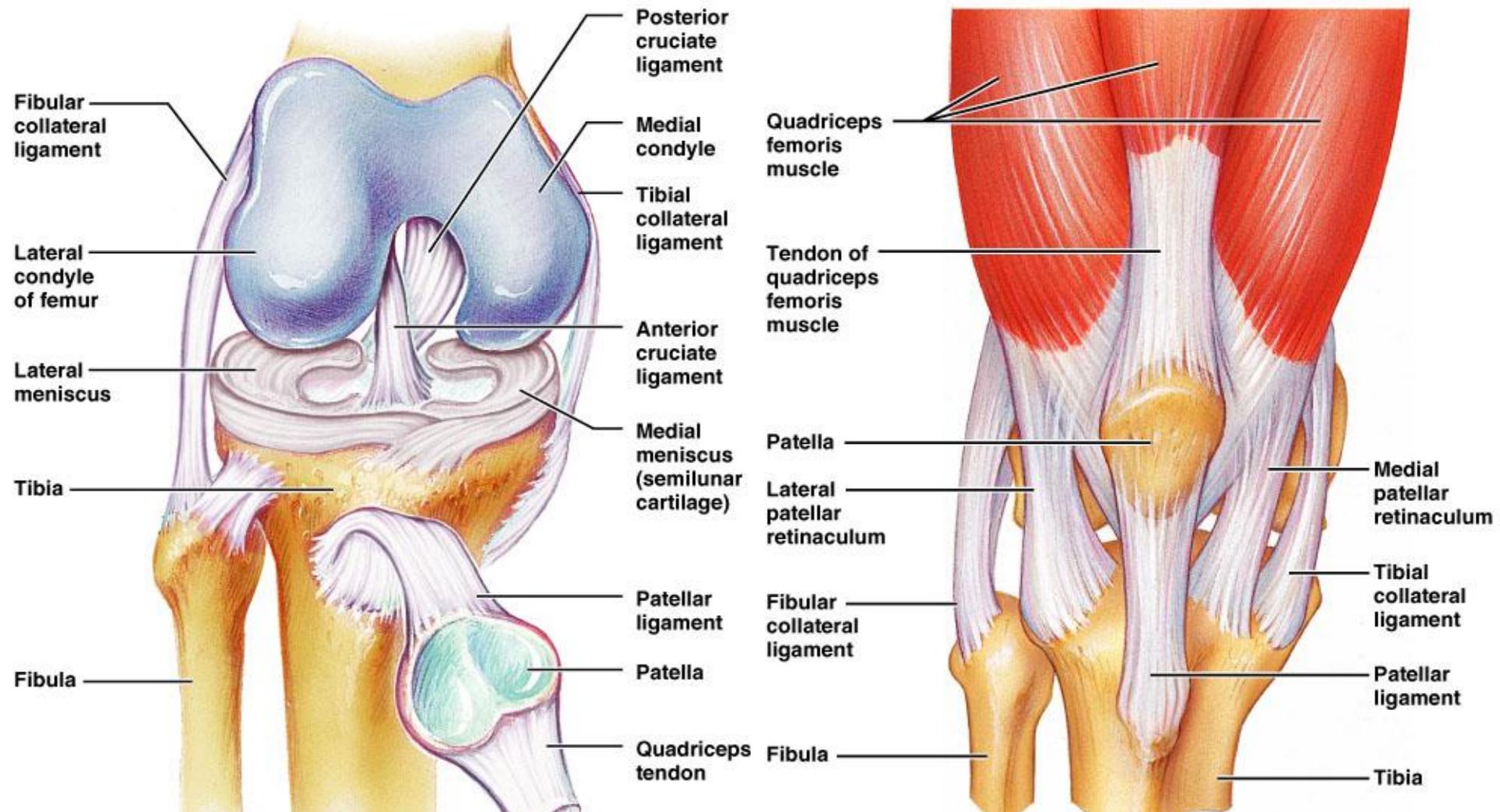
Legamenti: cordoni che uniscono un capo osseo all'altro, sono molto resistenti, possono situarsi all'interno o all'esterno della capsula articolare.

Tendini dei muscoli: si inseriscono sull'osso.

Cartilagini articolari: rivestono le superfici articolari. In alcune articolazioni (es. ginocchio) si frappone anche un **disco** cartilagineo. Sono composte di materiale soffice, compressibile, estensibile e deformabile, tendono a riacquistare lo spessore di riposo.

Membrana sinoviale: secerne un liquido viscoso (l. sinoviale) che funge da lubrificante.

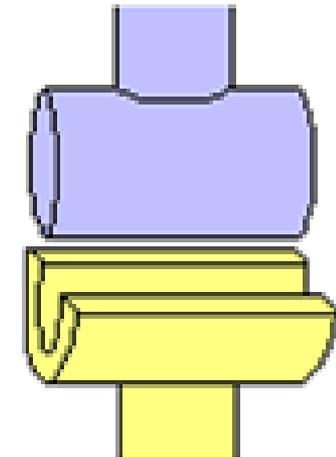
Articolazione del ginocchio



Principali articolazioni

Trocleo-artrosi

- Presenta una gola concava entro la quale si inserisce una faccia convessa (troclea)
- Consente movimenti di flessione ed estensione
- Il movimento relativo principale è una rotazione attorno ad un asse (1 g.d.l.)
- Equivalente meccanico: cerniera piana
- Esempi: gomito, ginocchio, caviglia, interfalangee.



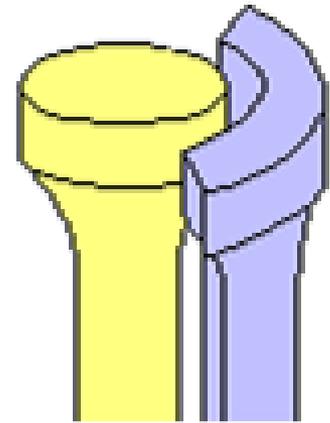
Trocleo-artrosi



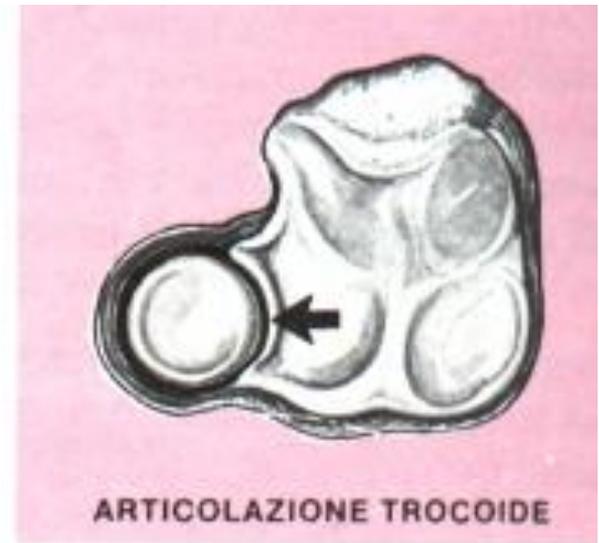
Principali articolazioni

Trocoide

- Presenta un cilindro osseo avvolto da un anello fibroso
- Consente movimenti di pronazione e supinazione
- Il movimento relativo è una rotazione attorno ad un asse (1 g.d.l.)
- Equivalente meccanico: ~ cerniera piana
- Esempio: accoppiamento tra capitello del radio e ulna.



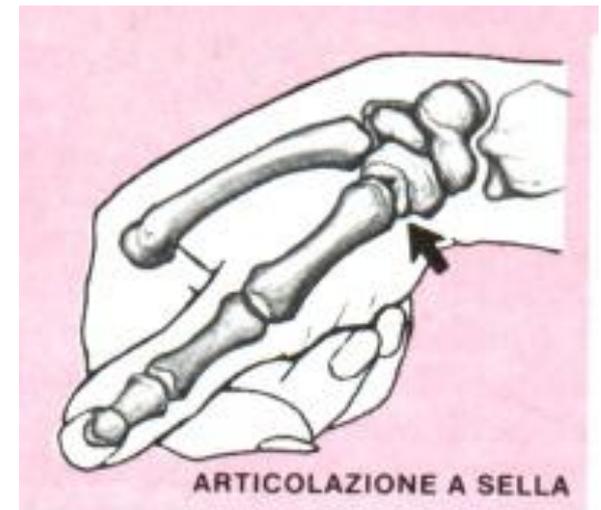
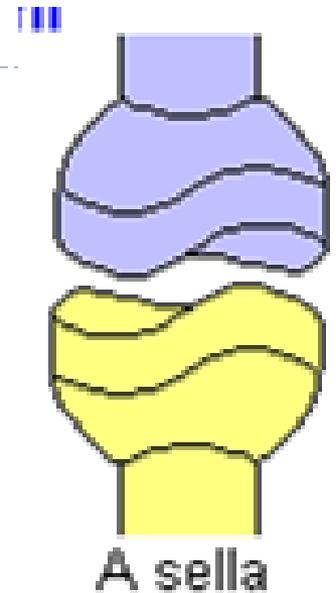
Trocoide



Principali articolazioni

Articolazione a sella

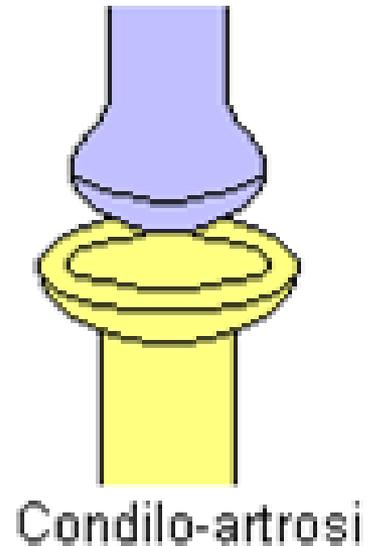
- Ognuna delle due superfici ha una curvatura concava e una convessa
- Consente movimenti di flessione, estensione, abduzione e adduzione
- Il movimento relativo è un movimento angolare (2 g.d.l.)
- Equivalente meccanico: giunto cardanico
- Esempi: carpo-metacarpo del pollice, sterno-clavicola.



Principali articolazioni

Condilo-artrosi

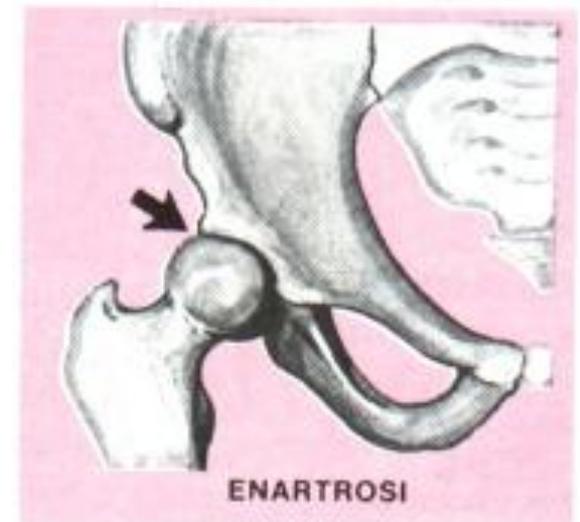
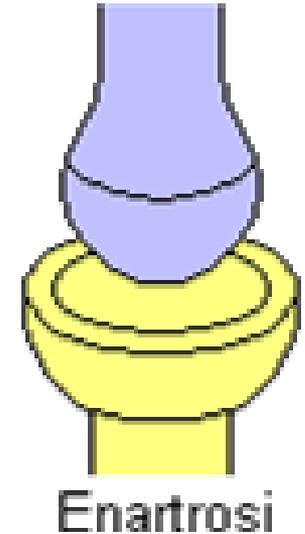
- Presenta una sporgenza convessa allargata (ovoidale) inserita in una superficie concava anch'essa ovoidale
- Consente movimenti di flessione, estensione, abduzione ed adduzione
- Il movimento relativo è un movimento angolare (2 g.d.l.)
- Equivalente meccanico: giunto cardanico
- Esempio: radio-carpo.



Principali articolazioni

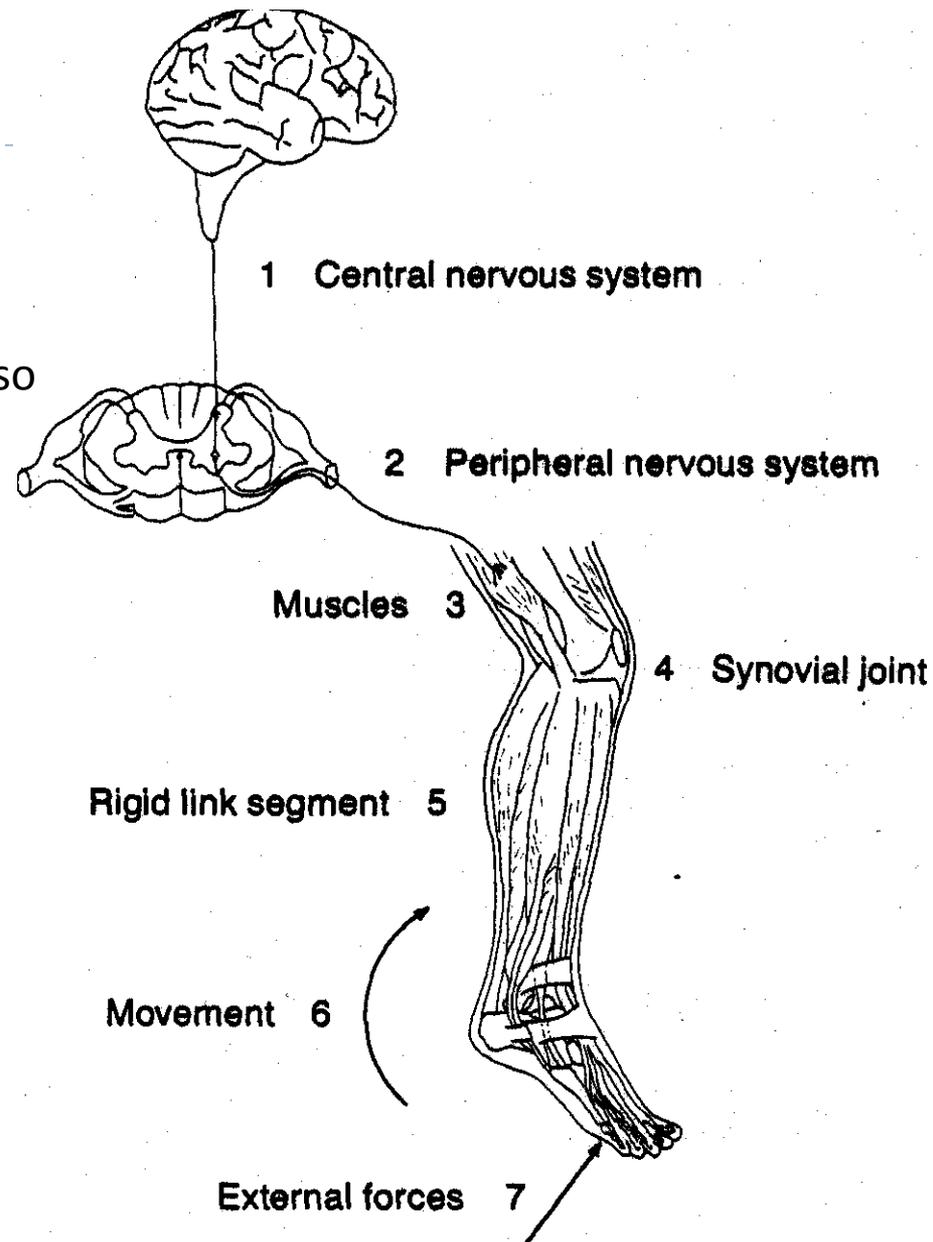
Enartrosi

- Presenta una sporgenza sferica inserita in una superficie concava anch'essa sferica
- Consente movimenti di flessione, estensione, abduzione, adduzione e rotazione
- Il movimento relativo è un movimento angolare più una rotazione (3 g.d.l.)
- Equivalente meccanico: giunto sferico
- Esempio: anca, scapola-omero.



Generazione e controllo del movimento

1. Generazione del comando dal Sistema Nervoso Centrale;
2. Trasmissione del comando al Sistema Nervoso Periferico;
3. Contrazione dei muscoli opportuni;
4. Generazione di forze e momenti nelle articolazioni (forze intersegmentali);
5. Azionamento dei segmenti dell'arto (regolazione del moto relativo tra due segmenti adiacenti);
6. Movimento coordinato dei segmenti, atto a generare un movimento funzionalmente efficiente; viene valutato da un feedback (propriocezione);
7. Interazione dell'arto con l'ambiente esterno (es. forze piede/terreno).



Propriocezione

La **propriocezione** è la capacità di percepire e riconoscere lo stato di contrazione dei propri muscoli e la posizione del proprio corpo nello spazio, anche senza il supporto della vista.

Ha un'importanza fondamentale nel meccanismo di controllo del movimento. Le alterazioni della propriocezione determinano sul piano clinico i sintomi dell'**atassia** (disturbo consistente nella progressiva perdita della coordinazione muscolare che quindi rende difficoltoso eseguire i movimenti volontari).

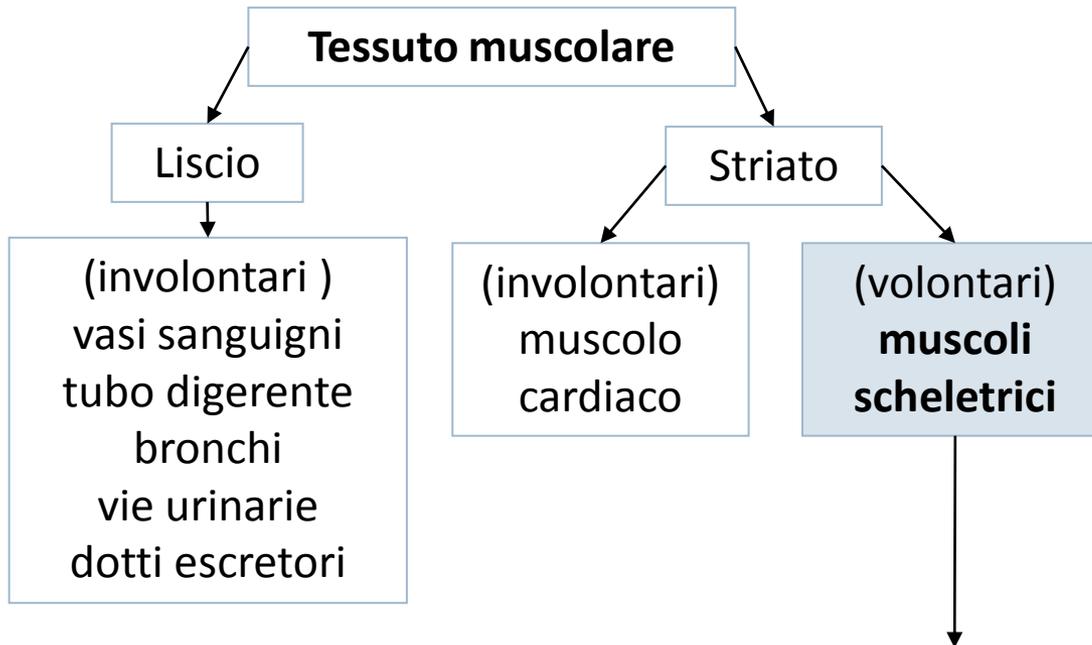
È resa possibile dalla presenza di specifici **recettori**, sensibili alle variazioni delle posture del corpo e dei segmenti corporei, che inviano i propri segnali ad alcune particolari aree encefaliche. Questi recettori sono posizionati in posizioni specifiche a seconda della funzione che rivestono; importanti recettori sono:

Recettori vestibolari, corrispondenti alle strutture del labirinto.

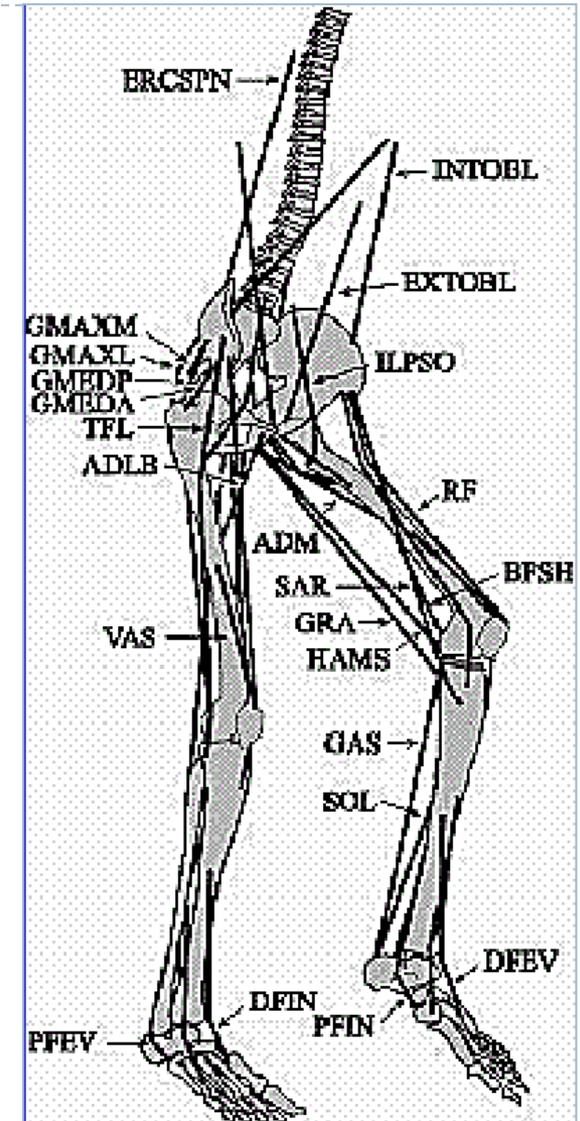
Fusi neuromuscolari, si trovano all'interno dei muscoli striati volontari del corpo umano, disposti in parallelo e strettamente connessi con le fibre del muscolo in cui si trovano, sensibili alle variazioni di lunghezza del muscolo.

Organi di Golgi, posti in corrispondenza della giunzione muscolo-tendinea, sensibili alle variazioni di tensione.

I muscoli scheletrici

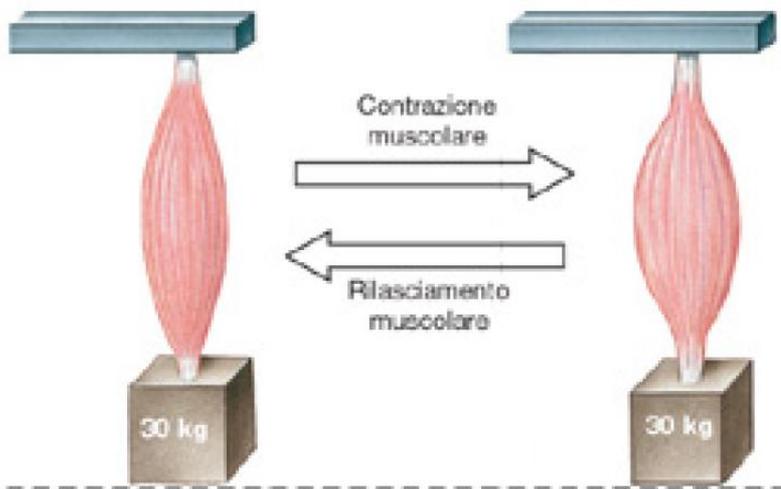


- Attaccati alle ossa tramite i **tendini** (parte terminale del tessuto muscolare).
- **Contrattilità**: capacità di esercitare una forza di trazione.
- Controllano locomozione, postura, respirazione, masticazione, espressione,

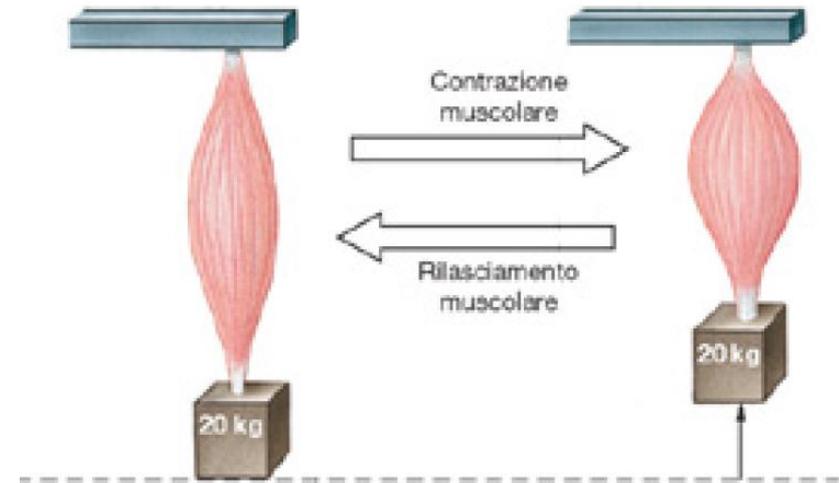


Contrazione dei muscoli

Durante una contrazione il muscolo esercita una forza che dipende dal grado di attivazione delle fibre muscolari.



Nella **contrazione isometrica** il muscolo è costretto a mantenere una lunghezza costante (o perché vincolato ad estremità fisse o perché la forza esercitata non è sufficiente a spostare il carico).



Nella **contrazione isotonica** il carico è costante e il muscolo può spostare il carico variando la sua lunghezza. In queste condizioni il muscolo può sia allungarsi sia accorciarsi.

Contrazione dei muscoli

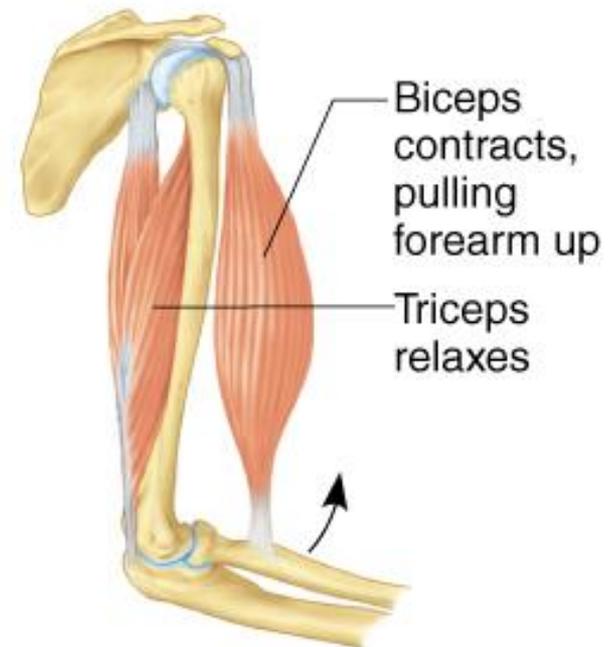
Per controllare il movimento di un'articolazione sono sempre presenti almeno due muscoli, (agonista-antagonista) che agiscono in contrapposizione.

Agonista: è il muscolo che contrasta direttamente il carico esterno.

Antagonista: è il muscolo opposto, che si mantiene rilassato quando non deve contrastare un carico.

Nell'esempio raffigurato, il bicipite (agonista) si contrae per contrastare un peso posto sulla mano, mentre il tricipite (antagonista) è rilassato.

Se il carico si inverte di segno (ad esempio la mano poggia su una stampella per reggere parte del corpo), i due muscoli si scambiano di ruolo.

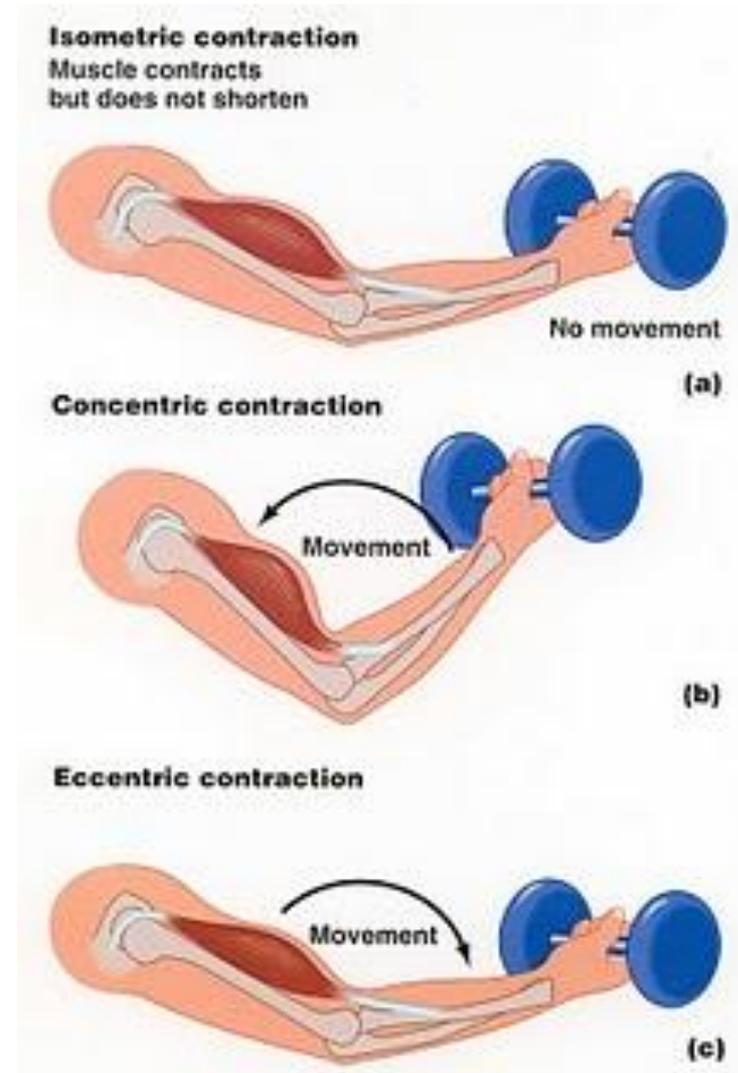


Contrazione dei muscoli

Contrazione isometrica:
il muscolo agonista mantiene inalterata la lunghezza

Contrazione concentrica:
il muscolo agonista si accorcia (compie un lavoro positivo)

Contrazione eccentrica:
il muscolo agonista si allunga (compie un lavoro negativo)

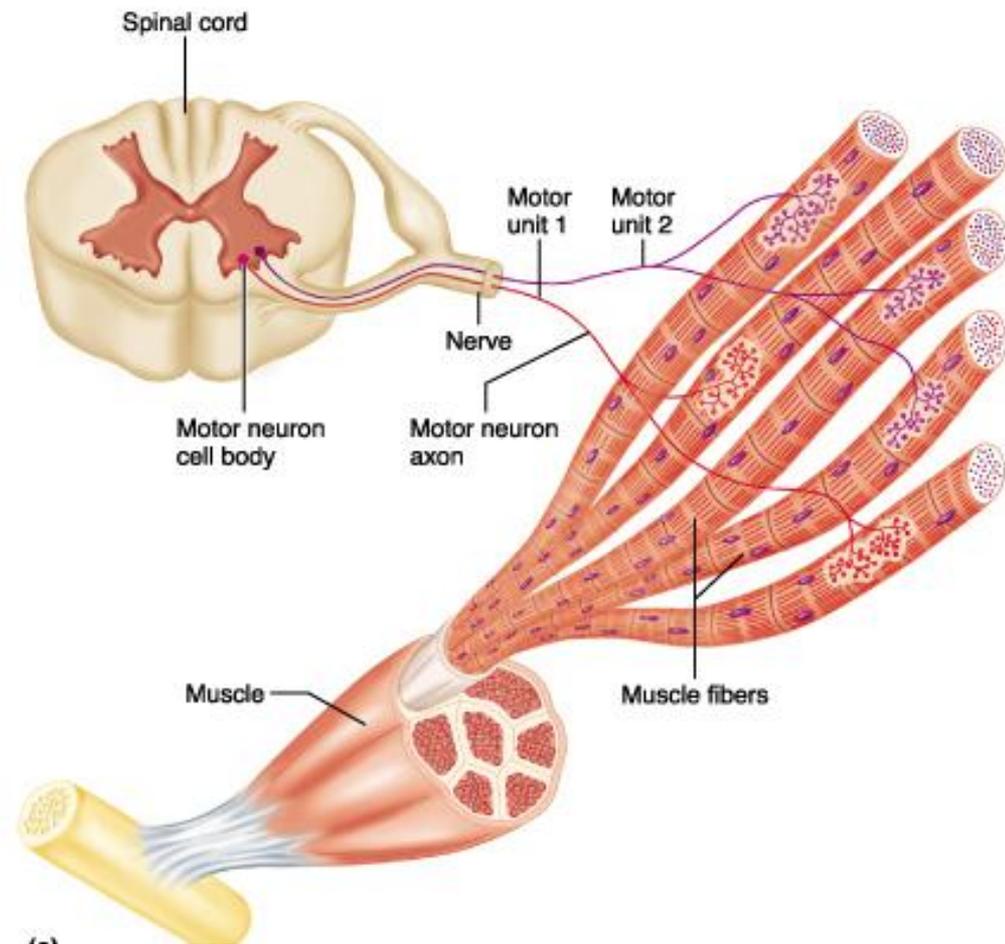


Azionamento dei muscoli

I muscoli sono innervati da **moto-neuroni**, che fanno parte del sistema nervoso periferico e sono comandati dal sistema nervoso centrale.

L'**unità motoria** è costituita dal moto-neurone e dalle fibre muscolari da esso innervate.

Moto-neurone e fibre muscolari sono collegati dalla **placca motrice**, o *giunzione neuromuscolare*, che è un tipo particolare di *sinapsi*.



Stimolazione dei muscoli

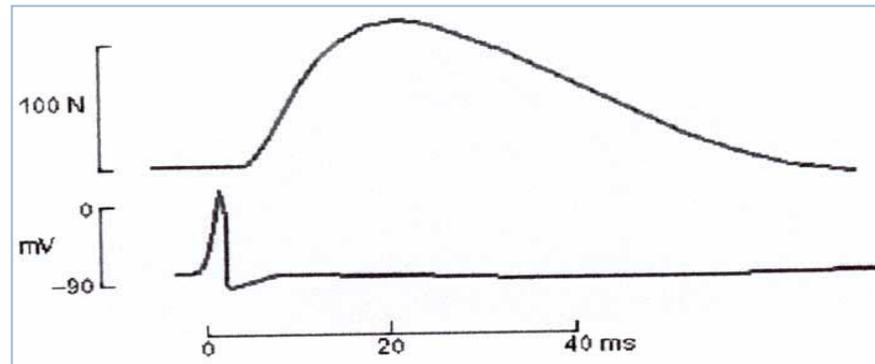
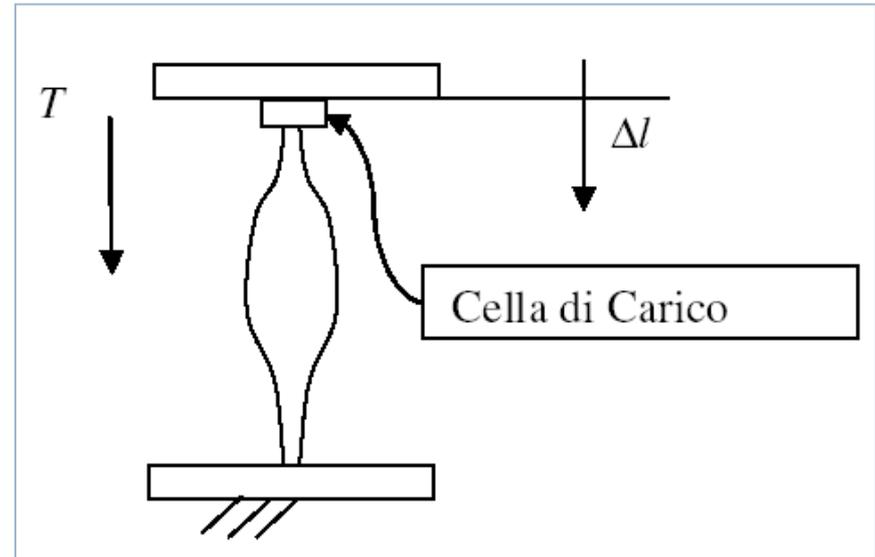
Si può stimolare la contrazione del muscolo tramite un segnale elettrico; la tensione esercitata dal muscolo viene misurata mediante una cella di carico, col muscolo posto in condizione isometrica.

La forza varia con la lunghezza iniziale. Infatti, la tensione massima viene sviluppata quando il muscolo è alla lunghezza di riposo l_0 .

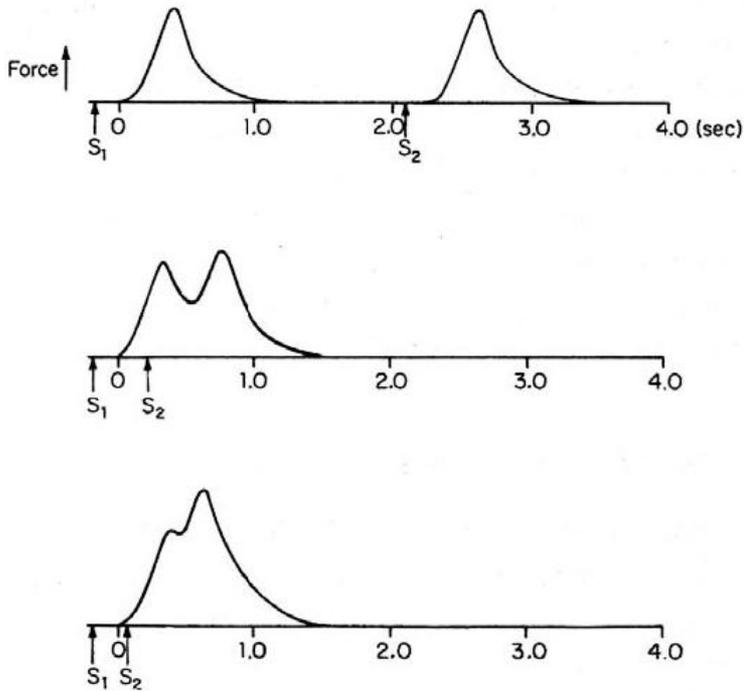
Un impulso elettrico produce una singola **scossa** (*twitch*) costituita da una contrazione seguita da un rilassamento.

Tra l'impulso elettrico e la scossa intercorre un periodo di latenza di circa 15 ms.

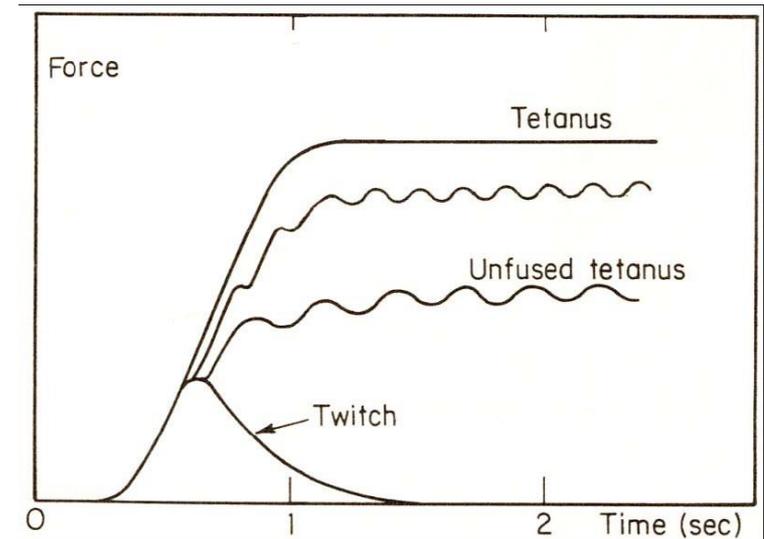
Una singola scossa dura circa 150 ms.



Fenomeno del tetano



Se due impulsi (s_1 e s_2) si susseguono ad intervalli minori di 150 ms si ha la sovrapposizione delle scosse, con un aumento della forza complessiva.



Perché un muscolo eserciti una forza continua occorre stimolarlo con una serie di impulsi successivi.

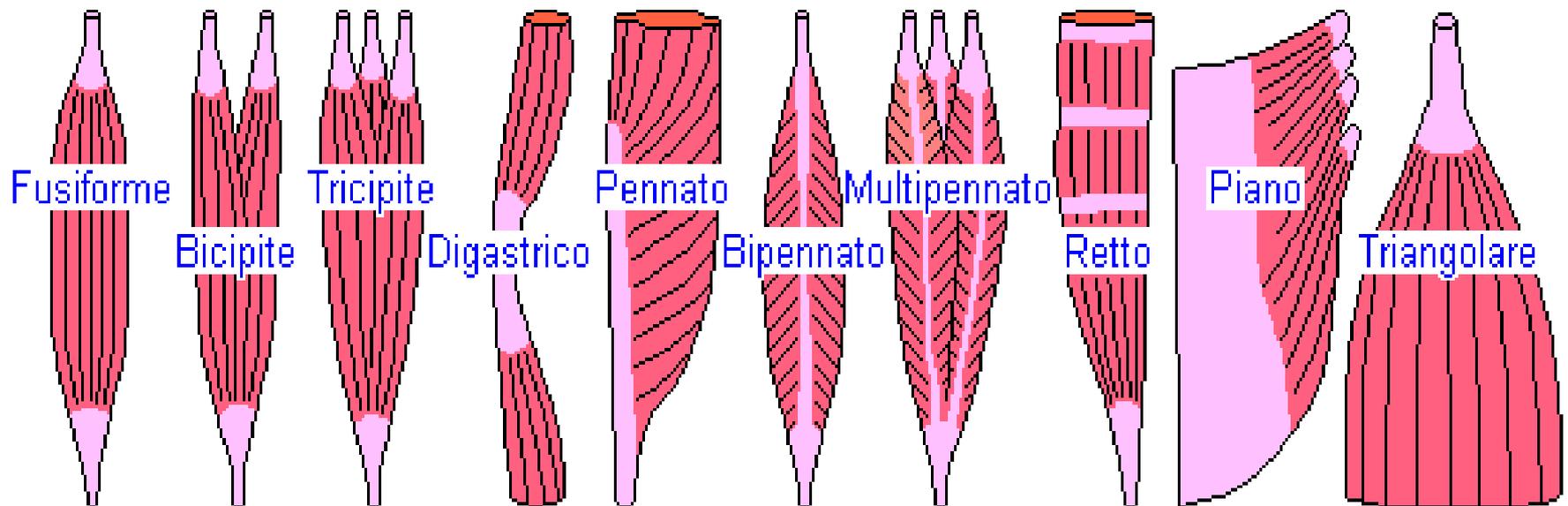
Oltre una certa frequenza di impulsi le singole scosse si fondono, generando una forza continua di valore costante (**tetanizzazione del muscolo**).

Conformazione dei muscoli

Le caratteristiche del muscolo sono influenzate dalla disposizione delle fibre rispetto alla direzione longitudinale.

Disposizione parallela: movimenti ampi, elevata velocità.

Disposizione obliqua: grande forza sviluppata, deformazione più limitata.



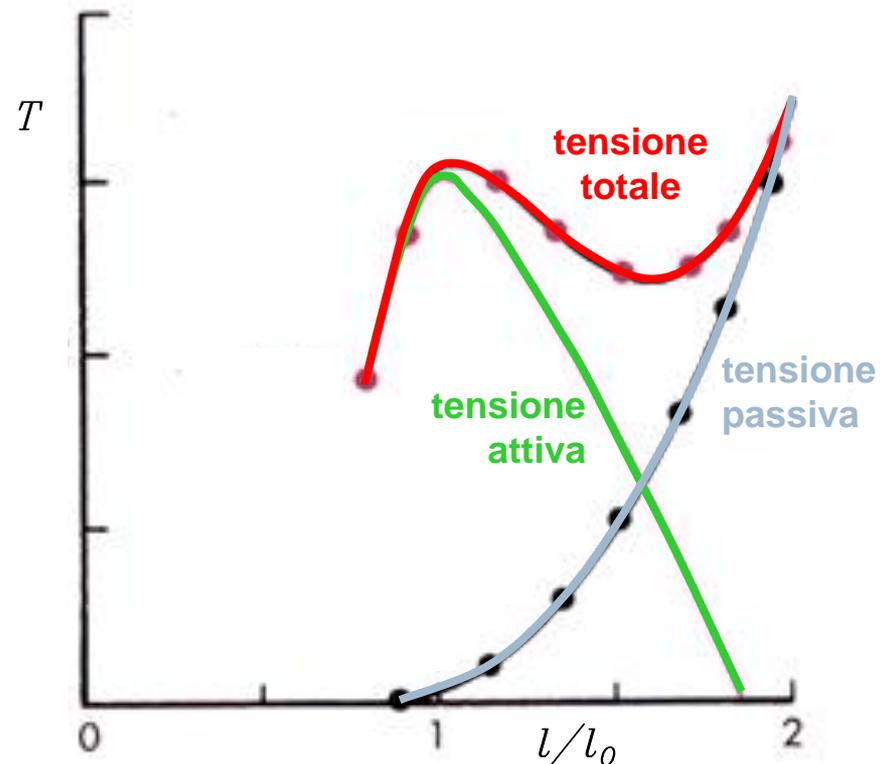
La forza muscolare

Un muscolo può sviluppare solo una forza di trazione (**tensione**) che dipende dalla lunghezza l del muscolo rispetto alla lunghezza di riposo l_0 .

La **tensione passiva** è misurata nel muscolo **non stimolato elettricamente**, imponendo diversi valori di $l > l_0$.

La **tensione totale** è misurata nel muscolo **stimolato in condizione isometrica**. Presenta un massimo per $l \approx l_0$ nei muscoli a fibre parallele (es. sartorio), assente invece nei muscoli pennati (es. gastrocnemio).

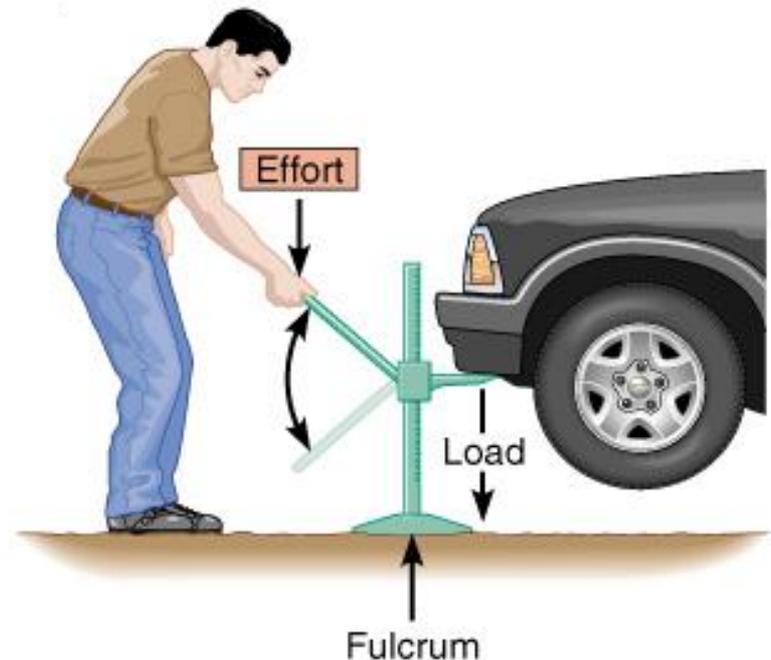
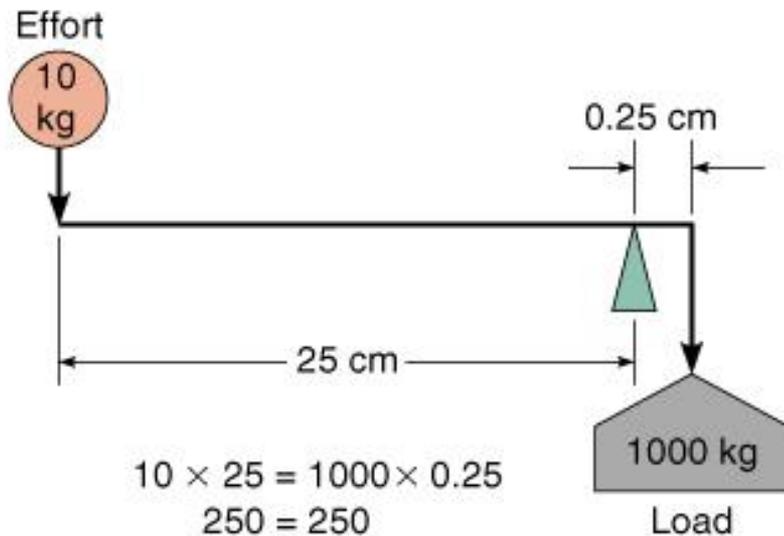
La **tensione attiva** non è misurata direttamente ma **calcolata come differenza** tra le due precedenti. È sviluppata dalle fibre muscolari nel processo di contrazione.



Funzionamento del sistema muscolo-scheletrico

Il sistema muscolo scheletrico ha un funzionamento analogo a sistemi di azionamento a leva.

Lo sforzo di azionamento è ridotto o moltiplicato secondo il rapporto dei bracci di leva.

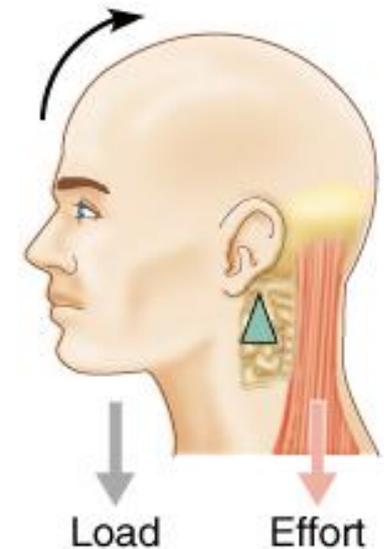
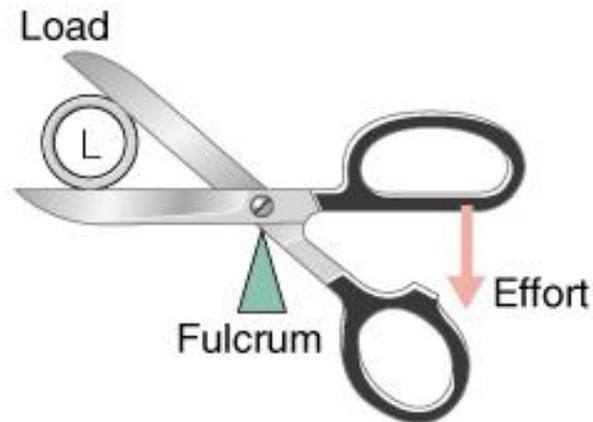
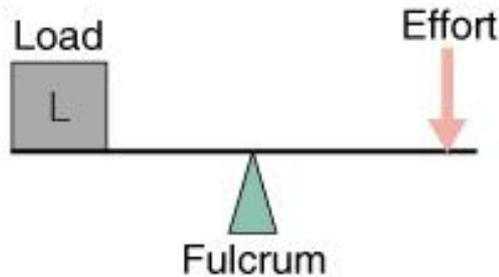


Leva di primo genere

Fulcro posto tra forza di azionamento e carico

Esempio meccanico: forbici

Esempio biomeccanico: flessione-estensione del capo

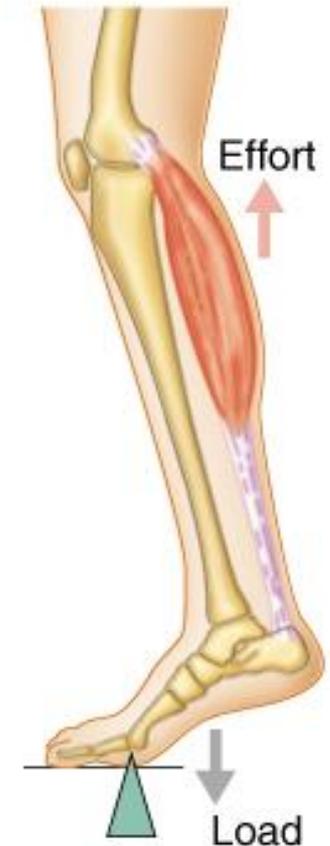
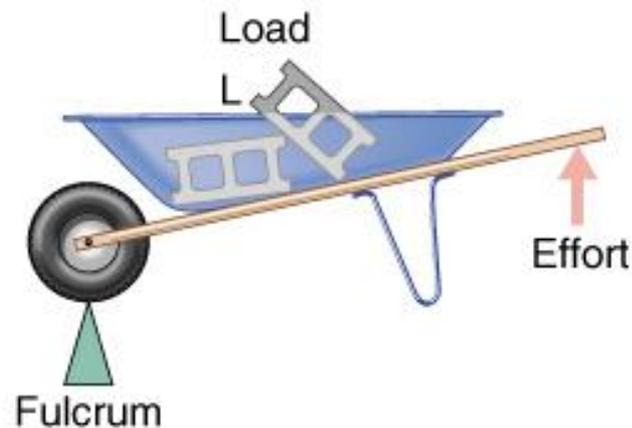
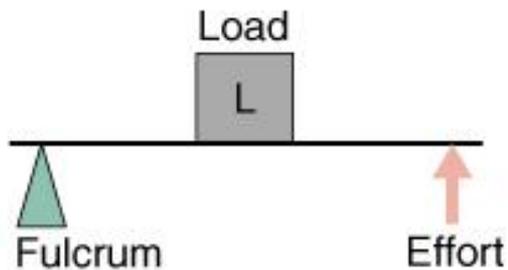


Leva di secondo genere

Carico posto tra forza di azionamento e fulcro

Esempio meccanico: carriola

Esempio biomeccanico: appoggio sull'avampiede

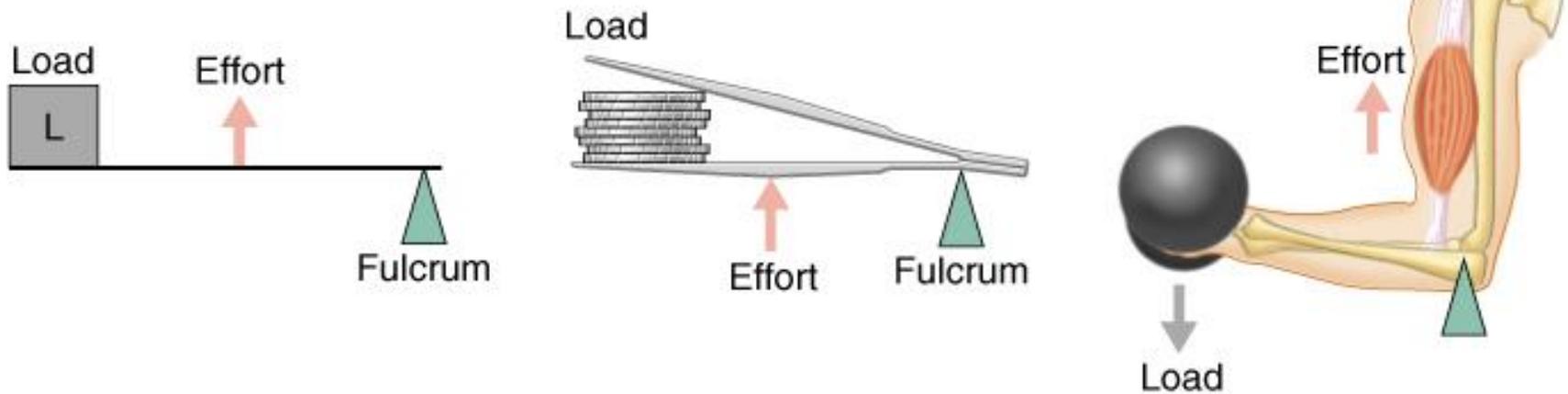


Leva di terzo genere

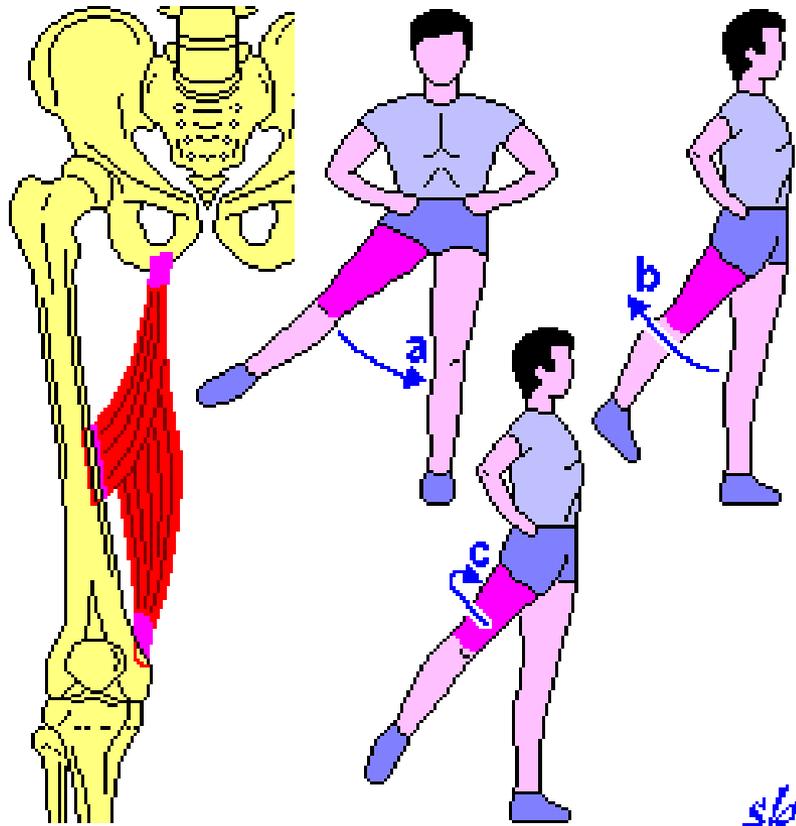
Forza di azionamento posta tra carico e fulcro

Esempio meccanico: pinzetta

Esempio biomeccanico: flessione dell'avambraccio



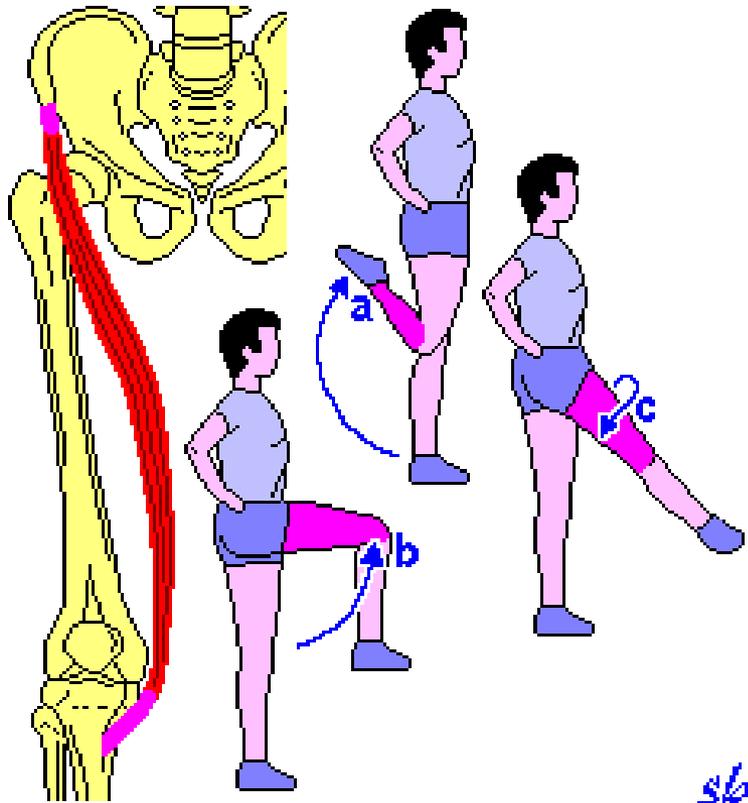
Attacco dei muscoli allo scheletro



Muscoli monoarticolari:
le inserzioni tendinee estreme uniscono due segmenti ossei articolati tra di loro. Il muscolo controlla il movimento di una sola articolazione.

Es.: il muscolo grande adduttore controlla il movimento dell'anca

Attacco dei muscoli allo scheletro

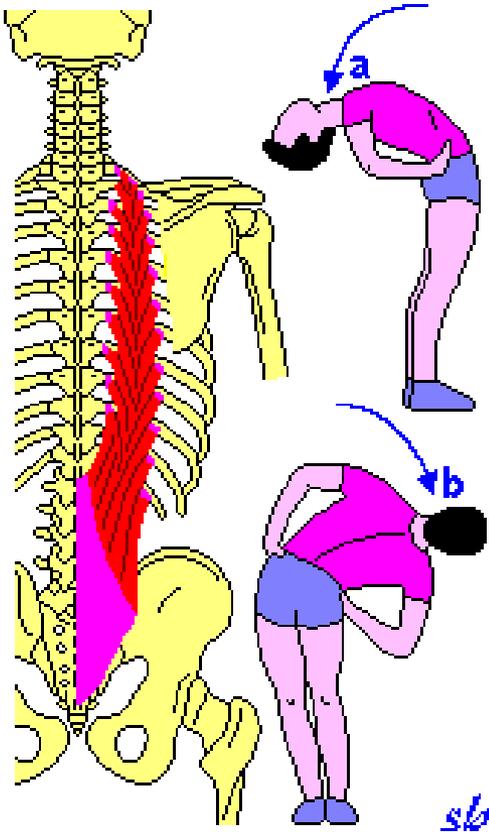


Muscoli biarticolari:

le inserzioni tendinee estreme uniscono tre segmenti ossei articolati in sequenza tra di loro. Il muscolo controlla il movimento di due articolazioni;

Es.: il muscolo sartorio controlla il movimento dell'anca e del ginocchio

Attacco dei muscoli allo scheletro



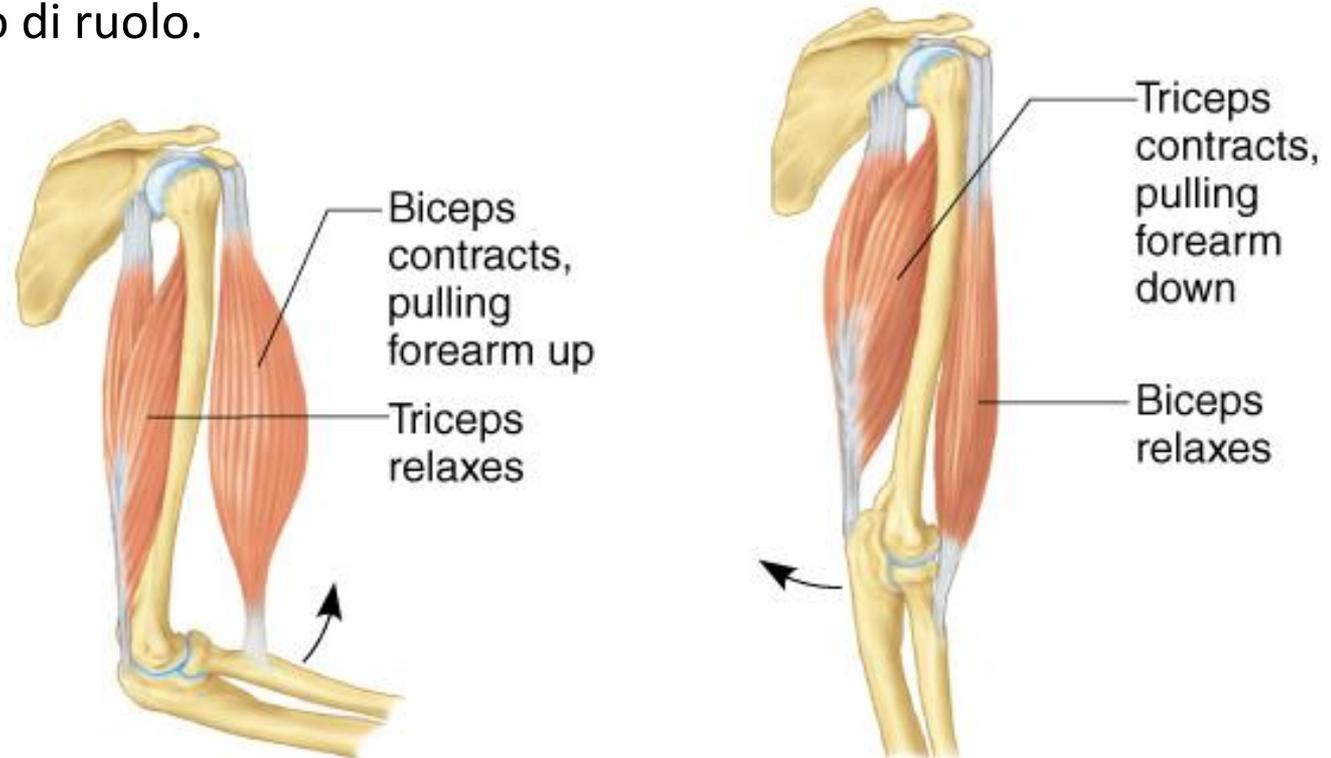
Muscoli pluriarticolari:
le inserzioni tendinee
uniscono e muovono più
segmenti ossei.

Es.: il muscolo ileocostale
controlla il movimento della
colonna vertebrale

Ruolo dei muscoli

Agonista: è il muscolo che controlla direttamente il movimento.

Antagonista: è il muscolo che può effettuare il movimento opposto al muscolo agonista. Agisce anche come *modulatore* ovvero, mantenendo un certo tono, coopera con l'agonista al controllo del movimento. Nel movimento opposto i due muscoli si scambiano di ruolo.



Ruolo dei muscoli

Oltre al ruolo di agonista/antagonista, i muscoli possono assumere altri ruoli ausiliari:

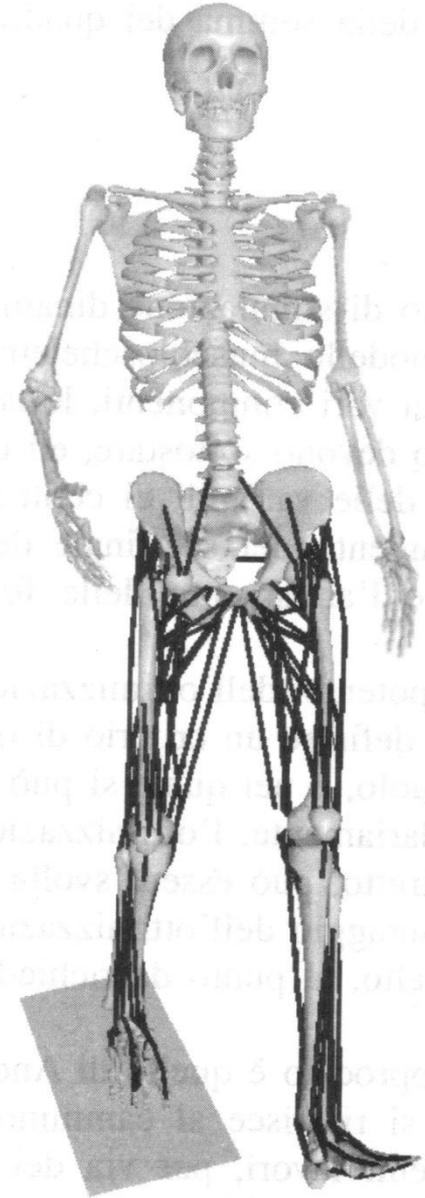
Sinergico: non è il muscolo effettore principale del movimento ma vi partecipa insieme all'agonista.

Fissatore: con una contrazione statica (isometrica), fissa saldamente i segmenti rispetto ai quali un altro segmento si muove.

Neutralizzatore: la sua contrazione neutralizza parzialmente l'azione di altri muscoli agonisti, tipicamente biarticolari, il cui intervento completo non permetterebbe la possibilità di localizzare il movimento ad una sola articolazione ma muoverebbe più segmenti corporei contemporaneamente.

Valutazione degli sforzi muscolari

- ▶ Una **struttura osteo-articolare** può essere assimilata ad una struttura **robotica**, con **membri rigidi** e giunti che consentono movimenti relativi con **definiti gradi di libertà**.
- ▶ L'**analisi dinamica inversa** dell'arto permette di determinare le forze generalizzate compressive nelle articolazioni (**forze intersegmentali**).
- ▶ Le forze intersegmentali sono costituite sia dalle azioni che movimentano l'articolazione (**forze muscolari**) sia dalle reazioni vincolari nel giunto (**forze interarticolari**).
- ▶ Per distinguere le forze muscolari da quelle interarticolari è necessario un **modello muscolo-scheletrico** dell'arto, con l'individuazione dei singoli muscoli attivati durante un movimento e la determinazione esatta dei punti di attacco dei tendini.



Scomposizione delle forze intersegmentali

- ▶ Le forze ***intersegmentali*** si scompongono in forze ***muscolari*** e forze ***interarticolari***
- ▶ La determinazione analitica delle forze muscolari e interarticolari richiede la definizione di un ***modello muscolo-scheletrico*** del segmento e ***un modello fisiologico*** del muscolo.
- ▶ Può essere conveniente effettuare la scomposizione di forze e momenti secondo direzioni che hanno un significato anatomico. A tale scopo si possono adottare gli ***assi anatomici dei giunti***.

Assi anatomici dei giunti

Gli assi anatomici si riferiscono ai principali movimenti possibili in un'articolazione. Solitamente la terna formata dai tre assi non è ortogonale.

L'esempio seguente è relativo al ginocchio. Per ogni asse sono riportati la forza e il momento che interessano il corrispondente movimento o grado di libertà

asse medio-laterale del segmento

prossimale:

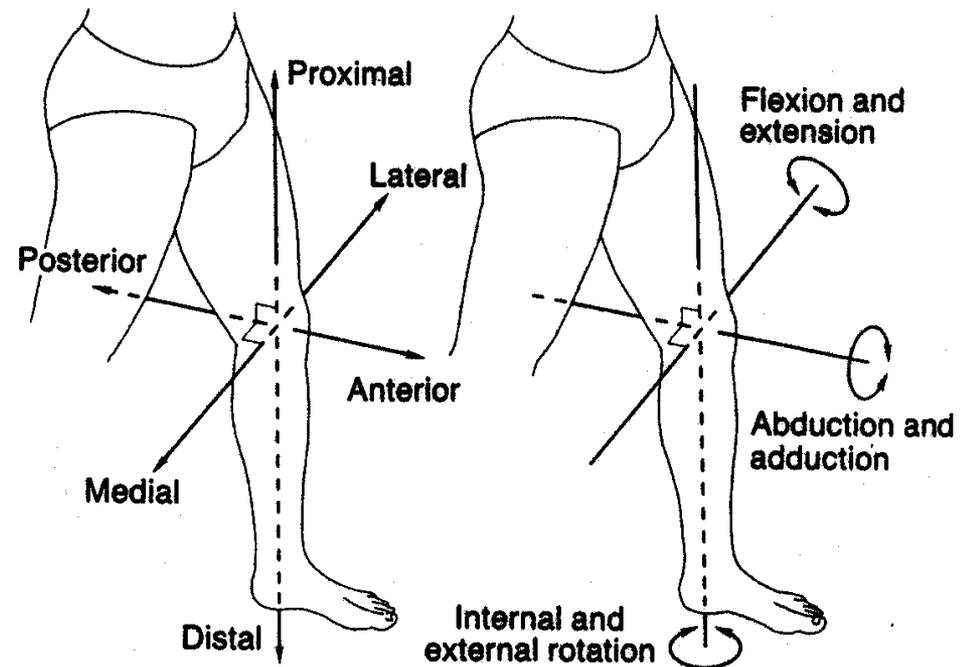
- ▶ forza medio-laterale
- ▶ momento di flessione-estensione

asse longitudinale del segmento distale:

- ▶ forza prossimale-distale
- ▶ momento di rotazione interna-esterna

asse perpendicolare ai due precedenti:

- ▶ forza antero-posteriore
- ▶ momento di abduzione-adduzione



Valutazione delle forze intersegmentali

Esempio: flessione statica dell'avambraccio nel piano sagittale

Poiché l'analisi è effettuata nel piano, si considerano solo 2 componenti di forza e 1 di momento.

Facendo riferimento ai giunti anatomici, si ha:

Z – asse medio-laterale del segmento prossimale

X – asse longitudinale del segmento distale (avambraccio)

Y – asse antero-posteriore (perpendicolare a X e Z)

Se sono note le condizioni di carico:

$W=15\text{ N}$ (peso dell'avambraccio);

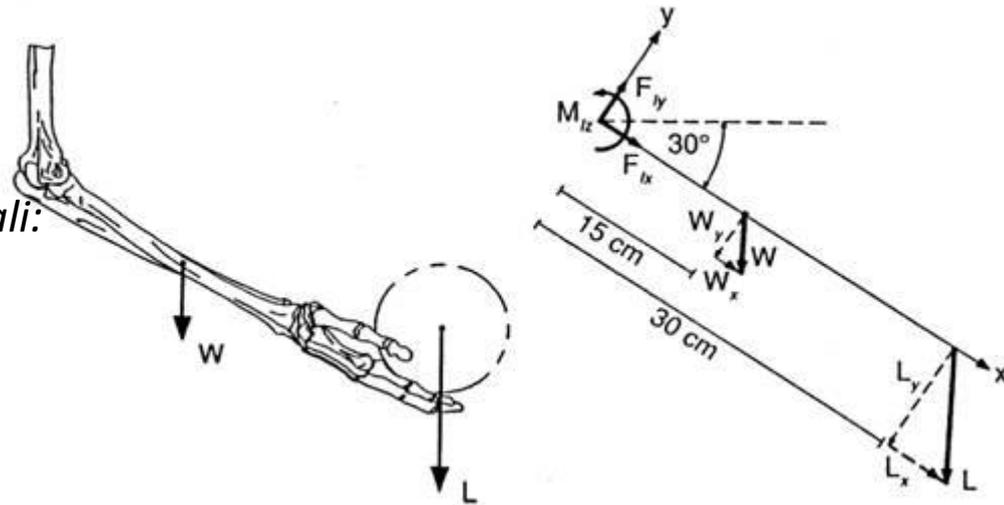
$L=20\text{ N}$ (carico sulla mano);

Si possono calcolare le forze intersegmentali:

$M_{iz}=714,5\text{ N}\cdot\text{cm}$ (momento di flessione-estensione);

$F_{iy}=30,3\text{ N}$ (forza antero-posteriore);

$F_{ix}=-17,5\text{ N}$ (forza prossimale-distale).



Forze interarticolari e sforzi muscolari

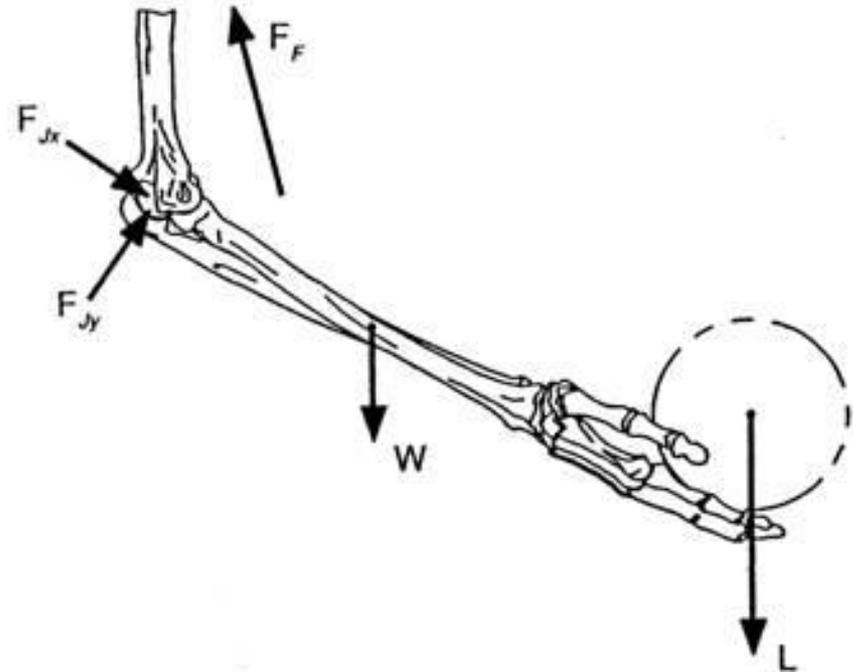
Dalle forze intersegmentali si possono ricavare le forze interarticolari (scambiate tra le superfici delle articolazioni a contatto) e le forze esercitate dai muscoli.

In un *modello muscolo-scheletrico elementare* si possono considerare i flessori raggruppati in un unico muscolo.

Definendo il punto di attacco del muscolo posto a 3 cm dal gomito; con un'inclinazione di 45° rispetto all'asse longitudinale dell'avambraccio, si possono calcolare la forza muscolare e le forze interarticolari nel gomito:

$F_F = 337 \text{ N}$ (forza muscolare);

$F_{jx} = 220,8 \text{ N}$; $F_{jy} = -208 \text{ N}$; (componenti della forza interarticolare, di valore complessivo pari a 303 N).



Riferimenti e link

- ▶ Tutte le figure siglate *sb* sono di Stelvio Beraldo, Maestro di Sport del CONI, www.sporttraining.net
- ▶ Frolich, Human Anatomy, Mechanics of Movement

Licenza d'uso



- ▶ Queste diapositive sono distribuite con licenza Creative Commons “Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 2.5 Italia (CC BY-NC-SA 2.5)”
- ▶ Sei libero:
 - ▶ di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare quest'opera
 - ▶ di modificare quest'opera
- ▶ Alle seguenti condizioni:
 - ▶ **Attribuzione** — Devi attribuire la paternità dell'opera agli autori originali e in modo tale da non suggerire che essi avallino te o il modo in cui tu usi l'opera.
 - ▶ **Non commerciale** — Non puoi usare quest'opera per fini commerciali.
 - ▶ **Condividi allo stesso modo** — Se alteri o trasformi quest'opera, o se la usi per crearne un'altra, puoi distribuire l'opera risultante solo con una licenza identica o equivalente a questa.
- ▶ <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/it/>

