

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA



FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Scienze Motorie

Teoria del Movimento Umano

Dott. Giuseppe ANNINO

g_annino@hotmail.com

MOVIMENTO E SVILUPPO INTELLETTIVO

Numerose ricerche scientifiche ribadiscono il ruolo del movimento nel favorire fin dalla nascita lo sviluppo di capacità percettive e cognitive. Le esperienze motorie portano il bambino a conoscere e sperimentare il rapporto con l'ambiente (gli altri e gli oggetti) ed hanno un ruolo decisivo nello sviluppo della capacità di percezione ossia di elaborazione delle informazioni sensoriali provenienti dall'esterno del corpo (visive, uditive), dalla sua superficie (tattili) e dall'interno (propriocettive).



MOVIMENTO E SVILUPPO INTELLETTIVO

Le sollecitazioni sensoriali tattili, visive ed uditive provocate dall'azione stimolano e sviluppano i processi cerebrali che sono alla base della costruzione della memoria e delle altre capacità mentali.



EFFETTI DEL MOVIMENTO SULL'INTELLIGENZA

- 1. Sviluppa, stimola e migliora la funzionalità delle vie sensoriali afferenti e questo consente di far arrivare a livello cerebrale una maggiore quantità e qualità di informazioni. Le afferenze maggiormente interessate nel processo sono la tattile, la visiva, l'uditiva e la sensibilità interna o propriocettiva e le afferenze labirintiche.**
- 2. Ad un aumento qualitativo e quantitativo delle afferenze sensoriali fanno riscontro, a livello cerebrale, un aumento di opportunità di elaborazione delle informazioni ed una maggiore capacità di gestione delle stesse.**
- 3. La costruzione progressiva di schemi di movimento legati alle esperienze pratiche favorisce l'evoluzione dell'intelligenza e la strutturazione di capacità e competenze cognitive elementari, intermedie e superiori.**

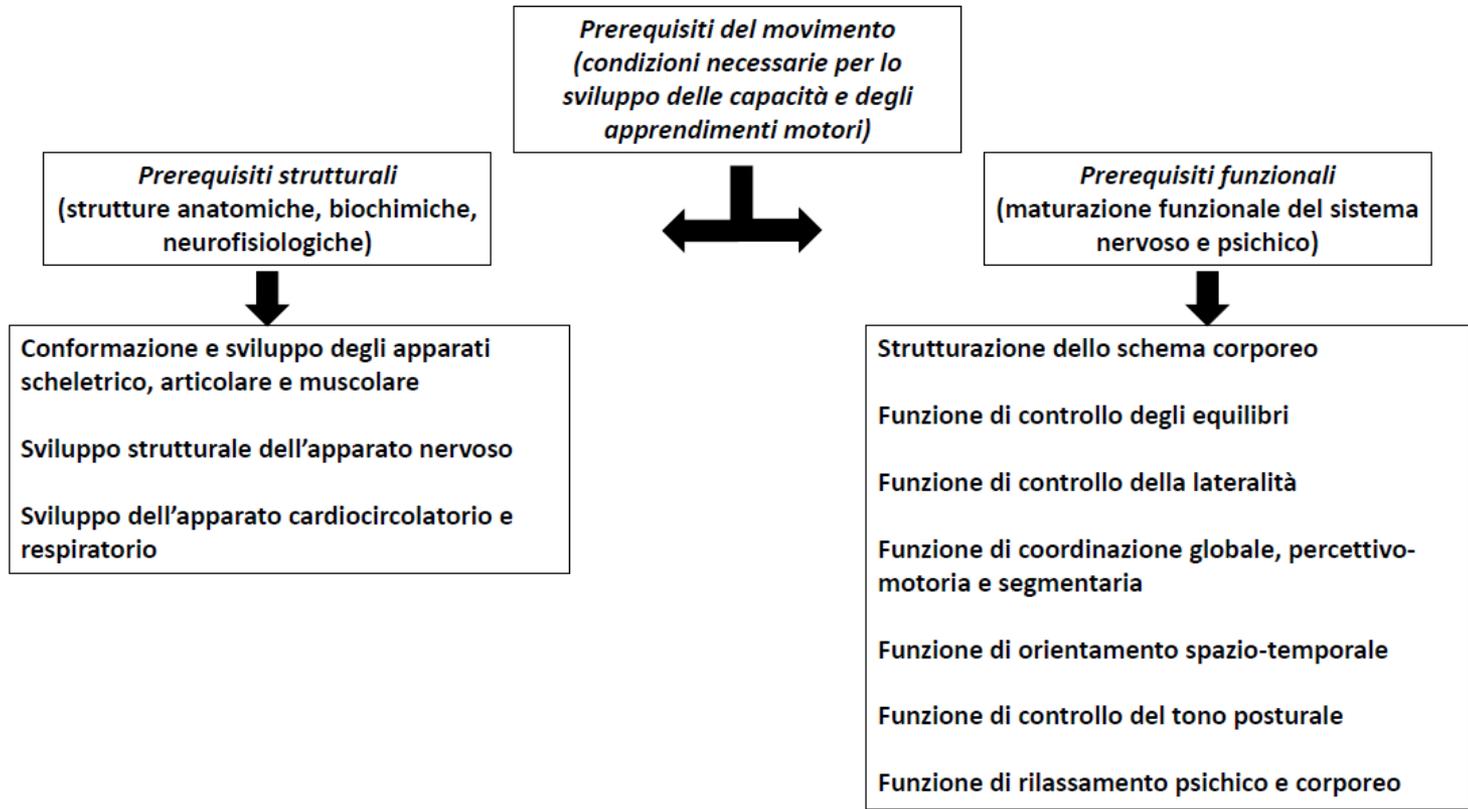
EFFETTI DEL MOVIMENTO SULL'INTELLIGENZA

- 4. L'evoluzione di competenze cognitive si rivela utile non solo all'aspetto coordinativo-esecutivo del movimento ma anche allo sviluppo di capacità come il leggere, lo scrivere, il contare ecc.**
- 5. Aiuta il bambino a gestire le esperienze affettive legate al successo o all'insuccesso di una determinata attività.**
- 6. Stimola e favorisce il passaggio da una morale eteronoma a una morale autonoma e consapevole.**

Sviluppo, conservazione delle funzionalità dell'organismo umano e ritardo nel processo di invecchiamento



	Età evolutiva	Età adulta	Età anziana
<i>Apparato osseo</i>	Sviluppo in lunghezza ed in spessore	Stimolazione della nutrizione del tessuto osseo e mantenimento delle condizioni funzionali	Ritardo dell'invecchiamento osseo e prevenzione dell'osteoporosi
<i>Apparato articolare</i>	Mantenimento della mobilità fisiologica funzionale	Miglioramento della mobilità	Prevenzione delle artrosi e recupero e mantenimento delle escursioni articolari
<i>Apparato muscolare</i>	Sviluppo muscolare generalizzato e sviluppo del tono posturale e funzionale	Mantenimento del tono posturale e della funzionalità dell'intero apparato. Ipertrofia. Aumento della resistenza localizzata.	Recupero e mantenimento del tono posturale
<i>Apparato cardiocircolatorio</i>	Sviluppo e potenziamento del muscolo cardiaco e di tutto l'apparato circolatorio periferico	Miglioramento e mantenimento di tutta la funzionalità cardiocircolatoria	Prevenzione delle trombosi, recupero e mantenimento della funzionalità cardiocircolatoria
<i>Apparato respiratorio</i>	Scoperta, conoscenza e miglioramento della funzionalità	Mantenimento della funzionalità	Recupero e mantenimento della funzionalità respiratoria
<i>Apparato digerente</i>		Mantiene la funzionalità dell'apparato favorendo i processi di gestione	Ad intensità moderata, facilita ed accorcia il processo digestivo
<i>Apparato sessuale</i>		Mantiene e migliora la funzionalità	



Componenti e strutture del movimento

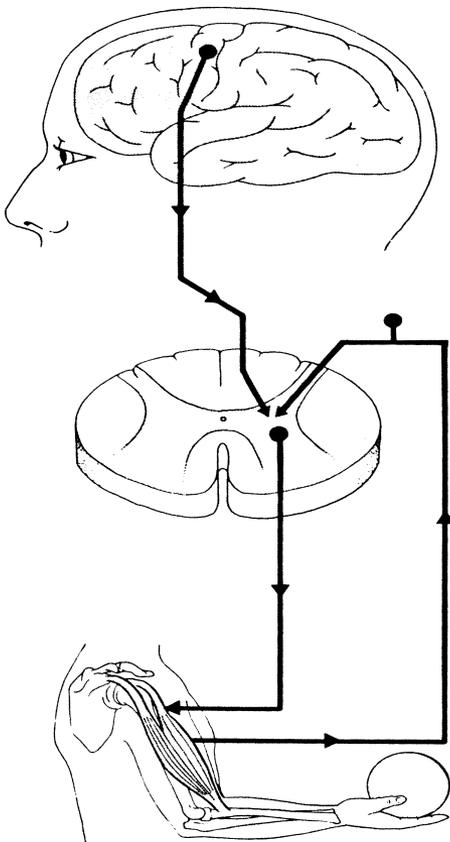
<i>Posture</i>	Schemi posturali	Schemi motori di base
<i>Stazioni</i>	Flettere	Camminare
Eretta	Estendere	Strisciare
In ginocchio	Addurre	Procedere carponi
Seduta	Abdurre	Correre
Decupito supino/prono/laterale	Ruotare	Strisciare
	Elevare	Scavalcare
<i>Atteggiamenti</i>	Deprimere	Saltare
Tipo	Protrarre	Atterrare
Arco	circondurre	Rotolare
Torto o ruotato		Afferrare
Raccolta/max raccolta		Lanciare
Ginocchio		Arrampicarsi
Squadra/max squadra		Attaccare
		Difendersi
<i>Attitudini</i>		Nuotare
Di appoggio		
Neutra		
Di sospensione		
Di volo		

Caratteristiche del Sistema Neuromuscolare

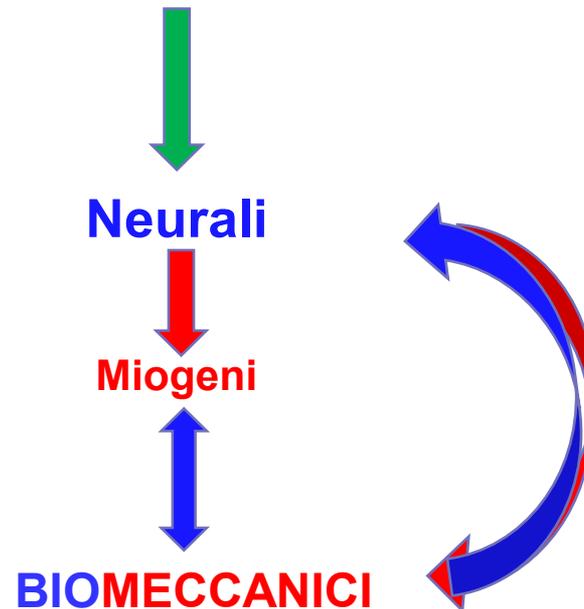
- **Unità motorie ed elementi di attivazione neuromuscolari**
- **Caratteristiche biofisiche della contrazione muscolare**
- **Tipi di contrazione muscolare:**
 - contrazione isometrica**
 - contrazione concentrica**
 - ciclo stiramento accorciamento muscolare**
- **Il principio di reclutamento delle fibre**
- **Effetto del prestiramento sul comportamento muscolare**
- **Il riflesso da stiramento**
- **Funzione dei propriocettori muscolo-tendinei ed articolari nella regolazione del movimento.**
- **Stiffness Muscolare**

CONTRAZIONE MUSCOLARE

Il Sistema neuromuscolare è composto dal SN, definito anche sistema neurale e dalla parte muscolare o sistema miogeno. Il muscolo si contrae e produce movimento in quanto viene eccitato da uno stimolo che parte dall'area motoria del cervello e si trasmette attraverso il midollo spinale, da qui attraverso un motoneurone arriva sulle fibre muscolari.

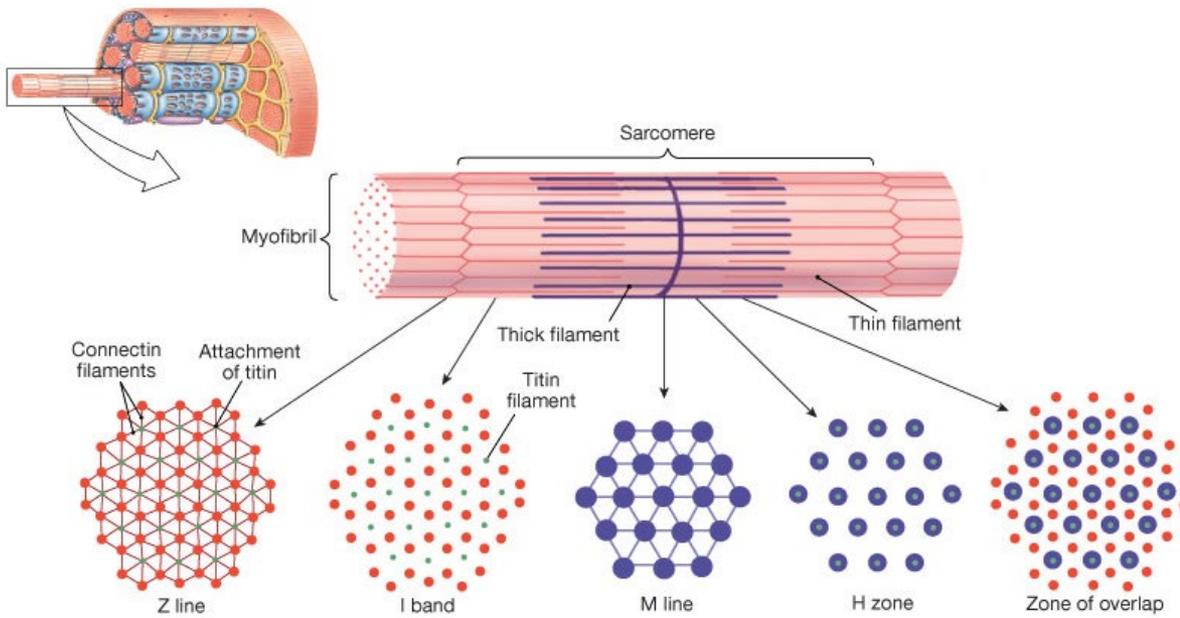


Fattori che influenzano la forza e la velocità di contrazione muscolare

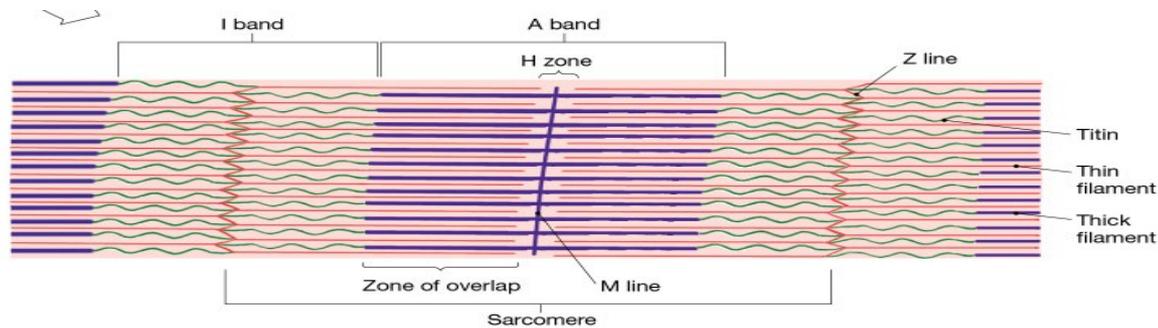


Approfondire la contrazione muscolare, completa in tutti i suoi passaggi, utilizzando qualsiasi testo di fisiologia

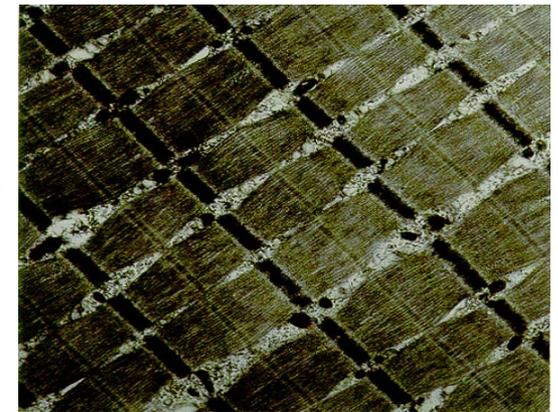
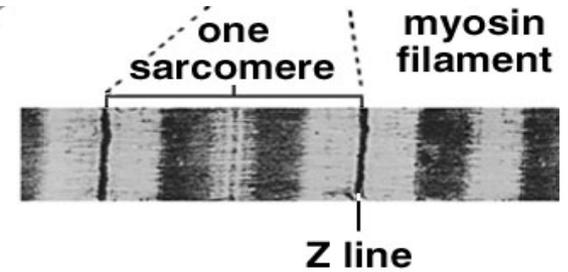
Microstruttura del Sarcomero



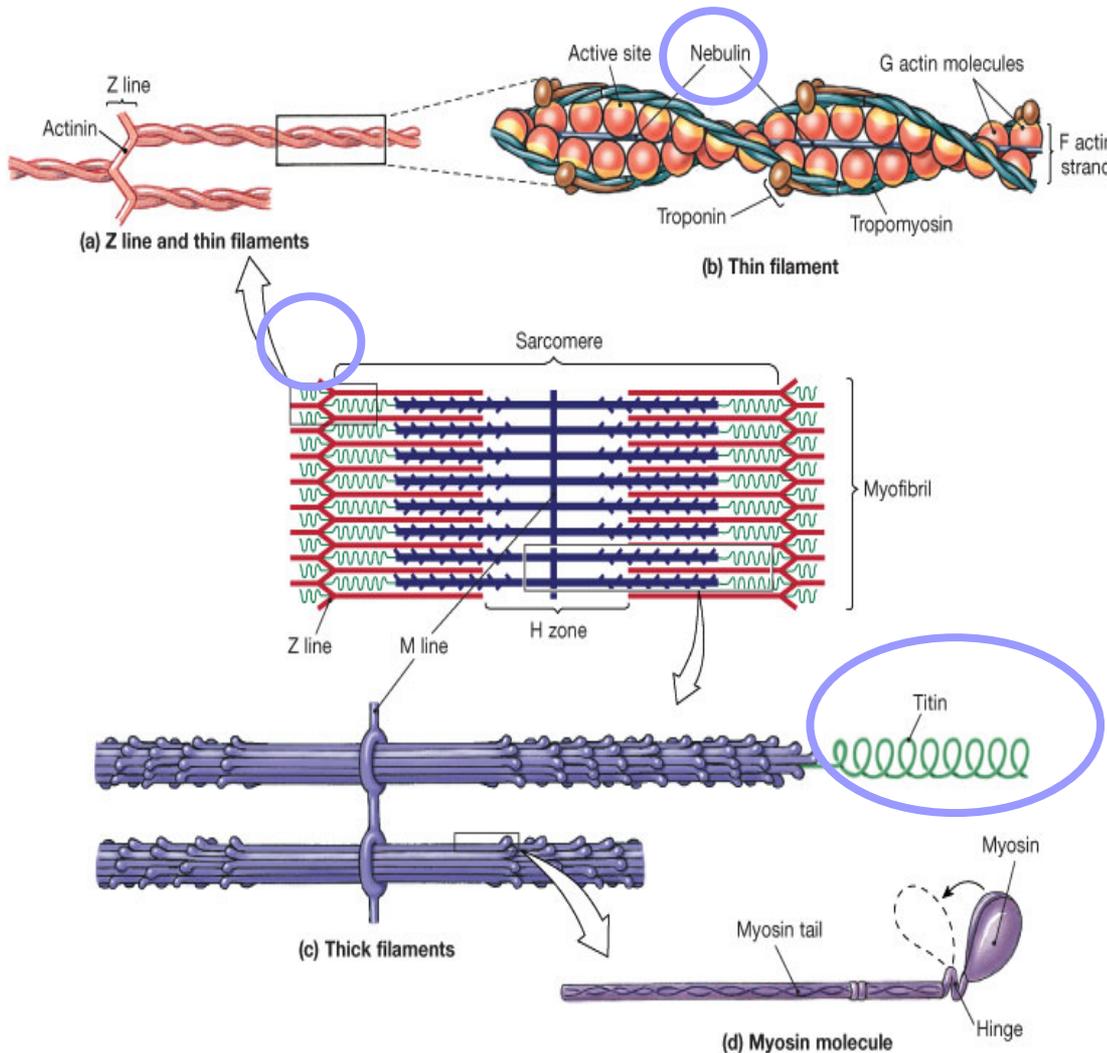
(a) Organization of thick and thin filaments



(b) Sarcomere in longitudinal section



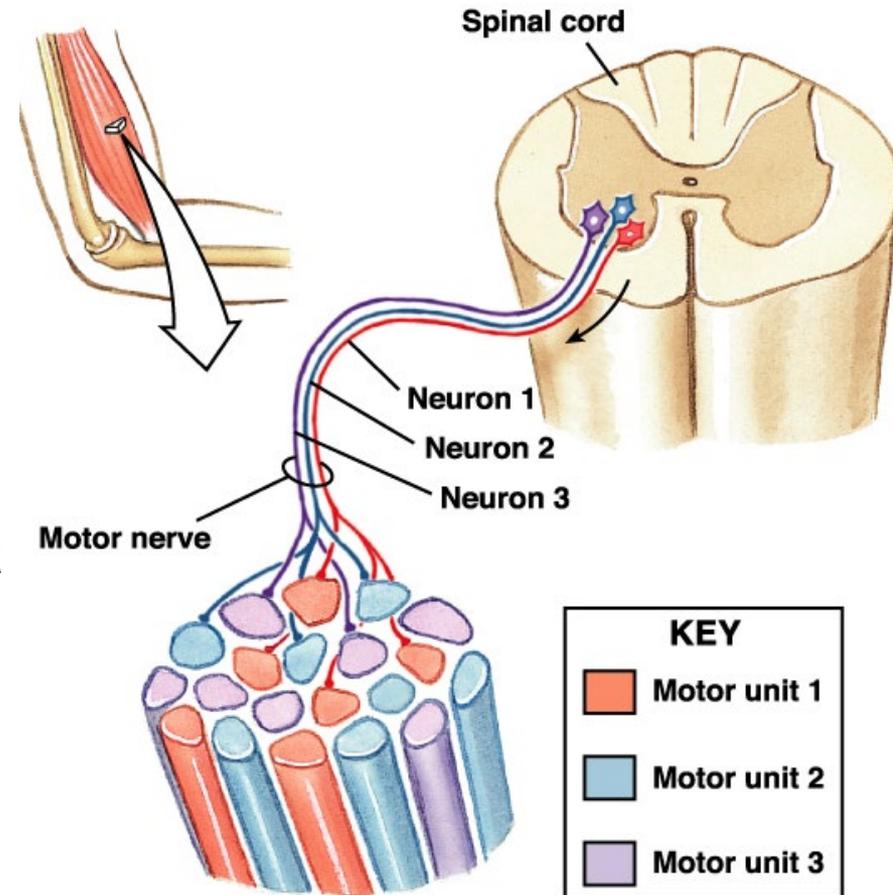
Contraction: The Sliding Filament Theory



- ***Nebulin***, an inelastic protein helps align the thin filaments.
- ***Dystrophin*** links thin filaments to sarcolemma and transmits the tension generated to the tendon.
- ***Titin*** anchors thick filament to the **M line** and the **Z line**.
 - the portion of the molecule between the Z line and the end of the thick filament can stretch to 4 times its resting length and spring back unharmed.
 - has a role in recovery of the muscle from being stretched.

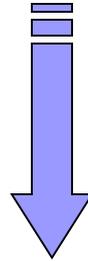
Unità Motoria

- **Unità Motoria** è definita dal un motoneurone e da tutte le fibre muscolari da esso innervate
- Quando il motoneurone viene stimolato tutte le fibre muscolari da esso innervate verranno contratte come una sola unità
- Il numero di fibre muscolari per UM può variare da poche unità a parecchie migliaia:
 - Le più piccole UM sono deputate a movimenti fini e delicati.
 - I muscoli extraoculari tipicamente hanno poche UM mentre I muscoli grandi come quelli posturali possiedono ampie UM



TIPI DI UNITA' MOTORIE

Soglia di attivazione bassa, piccole, lente e resistenti alla fatica



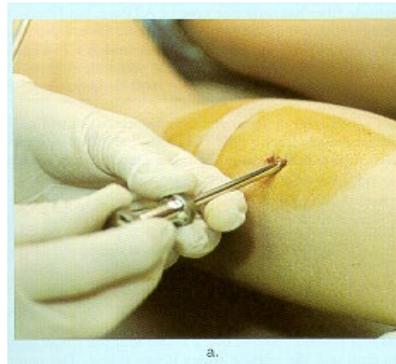
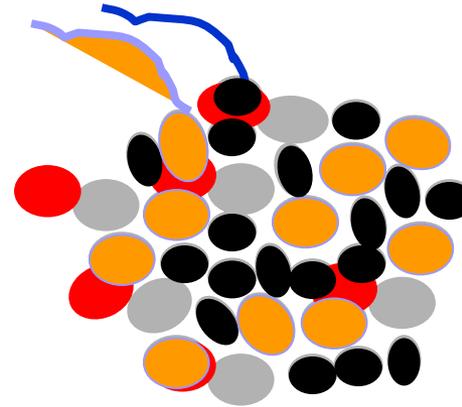
Soglia di attivazione alta, grandi, veloci e velocemente affaticabili

Unità Motorie e distribuzione delle fibre

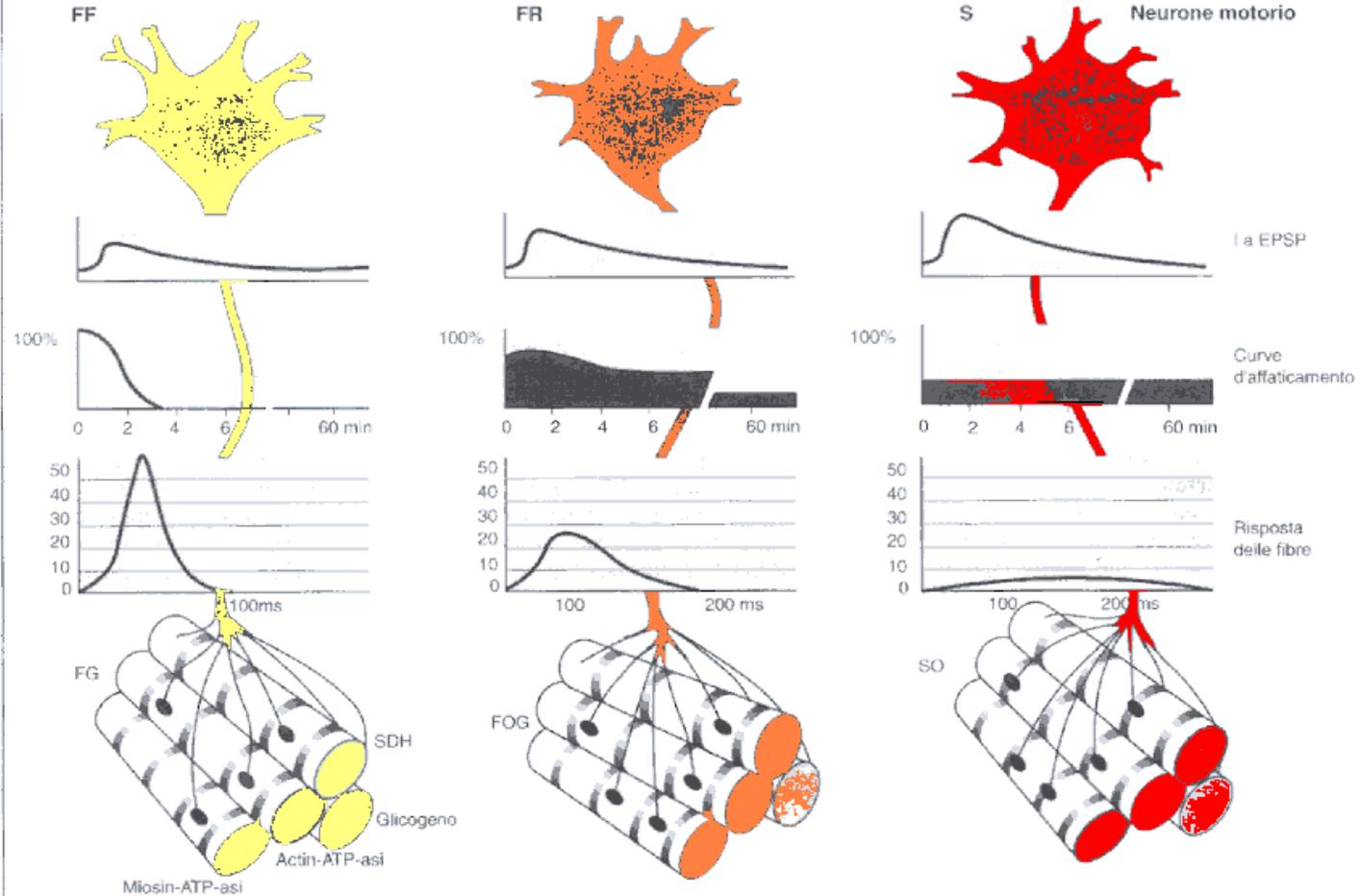
Slow motor units (S)

Fast oxidative and
glycolytic (FOG)

Fast glycolytic (FG)



MOTOR UNITS



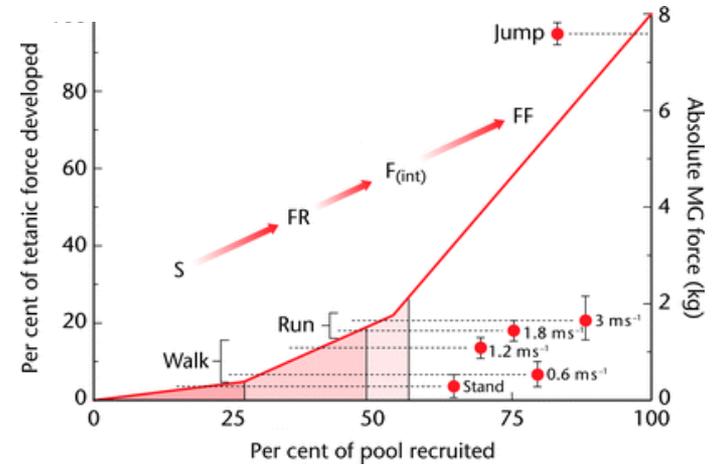
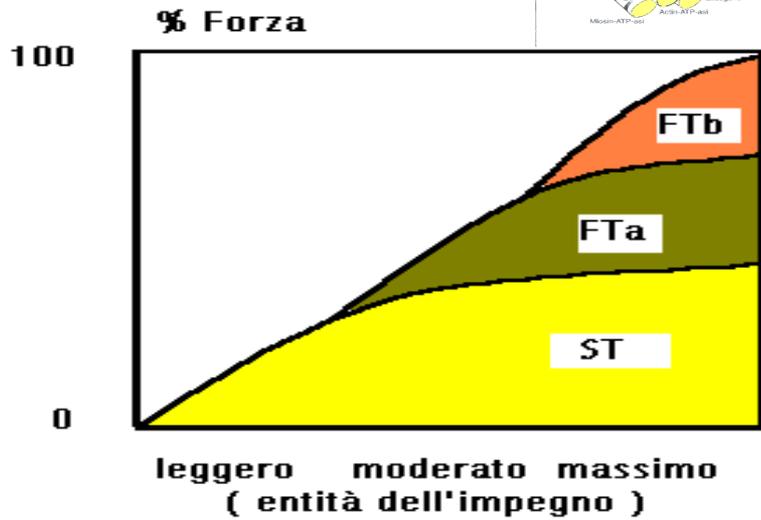
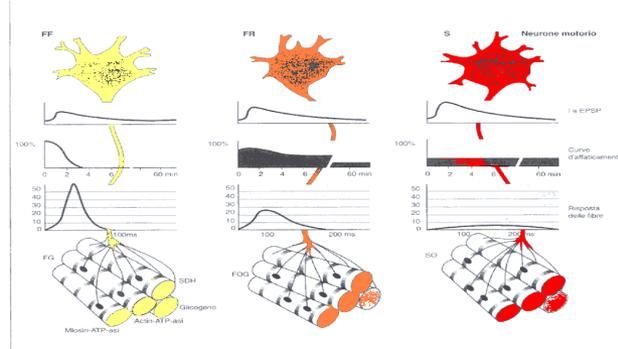
FIBRE TYPES

Varibilità delle risposte muscolari

- OVVIAMENTE UN MUSCOLO SCHELETRICO PUO' ESSERE CONTRATTO A QUALSIASI INTENSITA' E CON LA FORZA DESIDERATA
- E' POSSIBILE OTTENERE CONTRAZIONI LENTE O VELOCI DELL'INTERO MUSCOLO VARIANDO LA FREQUENZA DI STIMOLO INVIATA ALLE FIBRE MUSCOLARI E ATTRAVERSO IL RECLUTAMENTO, CIOE' VARIANDO IL NUMERO E LE DIMENSIONI DELLE UNITA' MOTORIE COINVOLTE

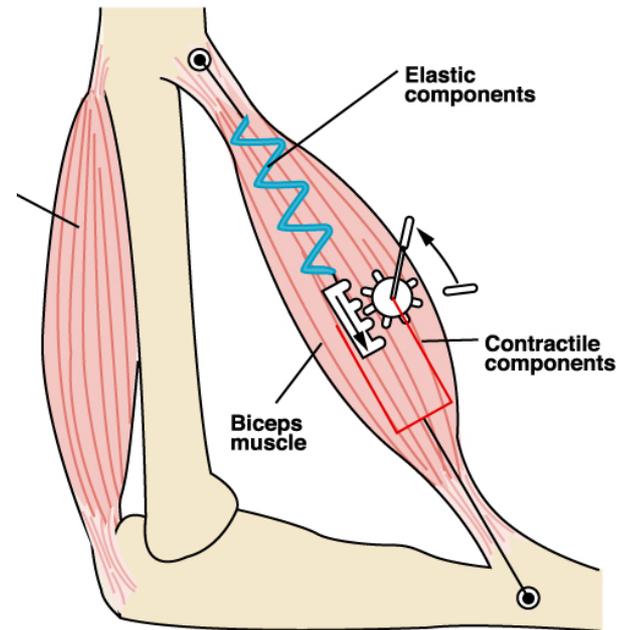
Comparete l'atto di sollevare una penna con l'atto di sollevare un tavolo

RECLUTAMENTO DELLE UNITA' MOTORIE



Tensione Interna VS Tensione Esterna

- In un muscolo scheletrico in contrazione, le miofibrille all'interno delle fibre muscolari generano una **tensione interna**. Tale tensione viene trasferita agli **elementi elastici in serie** del muscolo – fibre dell'endomiso, perimiso, epimiso, e tendini. La tensione degli EES è conosciuta come **tensione esterna**.



Gli EES si comportano come degli elastici. Inizialmente si allungano facilmente, ma quando sono allungati diventano rigidi e più adatti a trasferire la tensione esterna alla resistenza applicata.

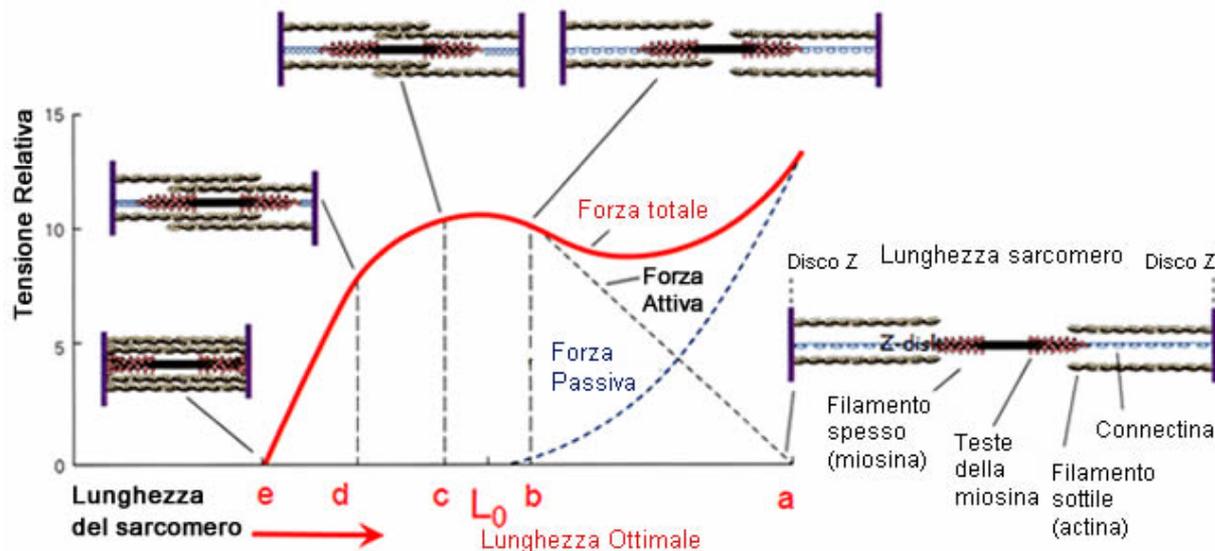
Provate a sollevare un peso attaccato ad una fascia elastica. Cosa succede?

La tensione muscolare può essere distinta in attiva e passiva.

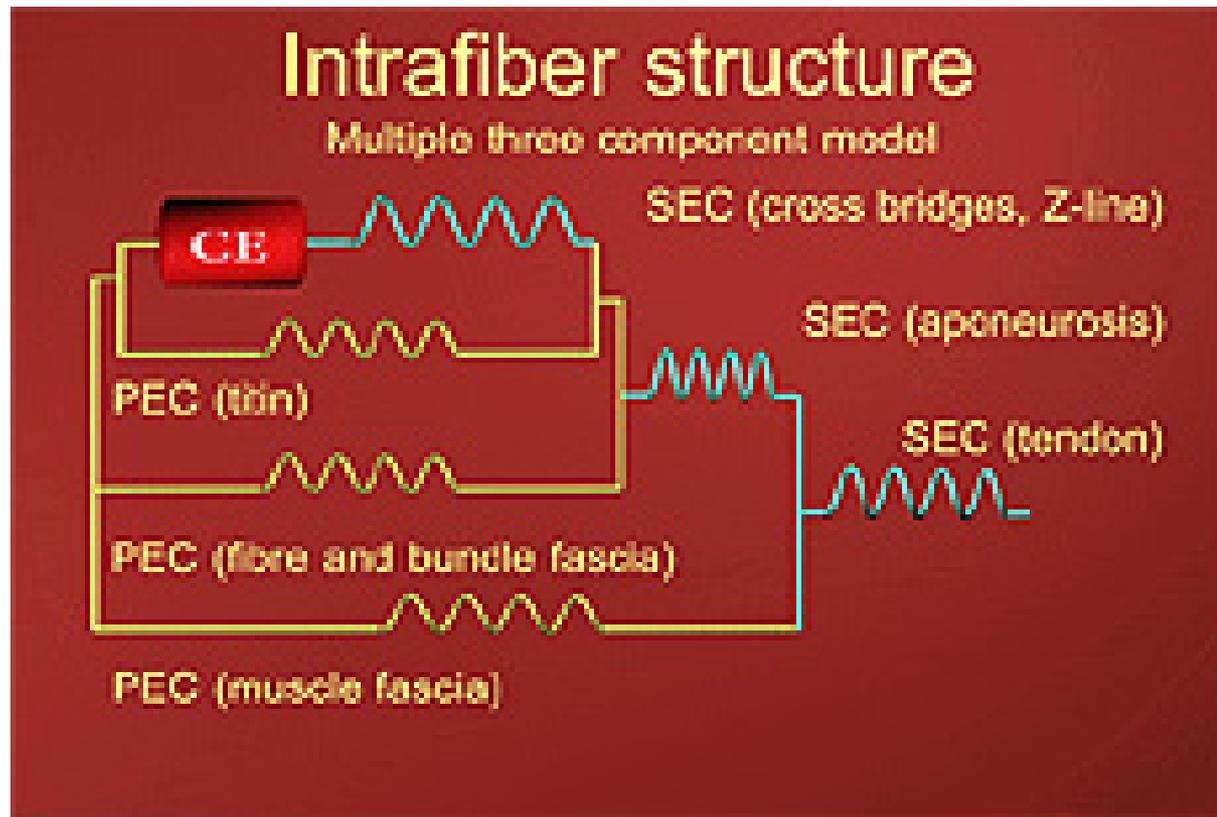
La tensione attiva è rappresentata dalla forza generata dall'interazione tra actina e miosina.

La tensione passiva deriva dalle componenti del tessuto connettivo presente nei muscoli quando questo viene allungato oltre la sua lunghezza di riposo.

Entrambe non possono essere considerate separate in quanto la matrice extracellulare del muscolo è alquanto complessa (Proske and Morgan, 1999).



Il processo di allungamento muscolare, può essere interpretato esaminando il muscolo come un insieme di elementi plastici ed elastico-viscosi posti in parallelo ed in serie.



I Tendini: proprietà fisiche

I tendini per la loro funzionalità devono possedere caratteristiche di stiffness e forza, nonché proprietà elastiche

Infatti, la capacità di assorbire ed utilizzare energia elastica può essere il meccanismo principale che può ridurre la quantità di energia metabolica spesa durante la locomozione

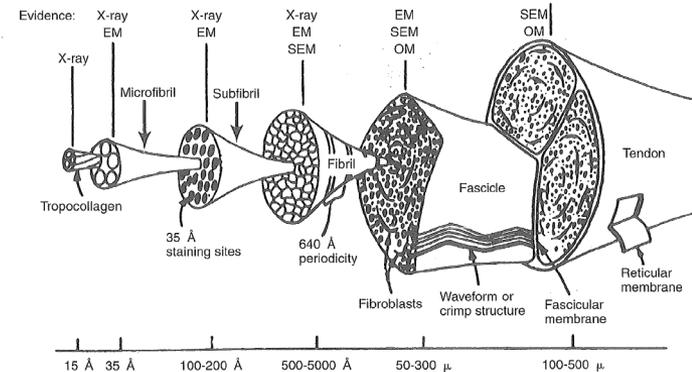
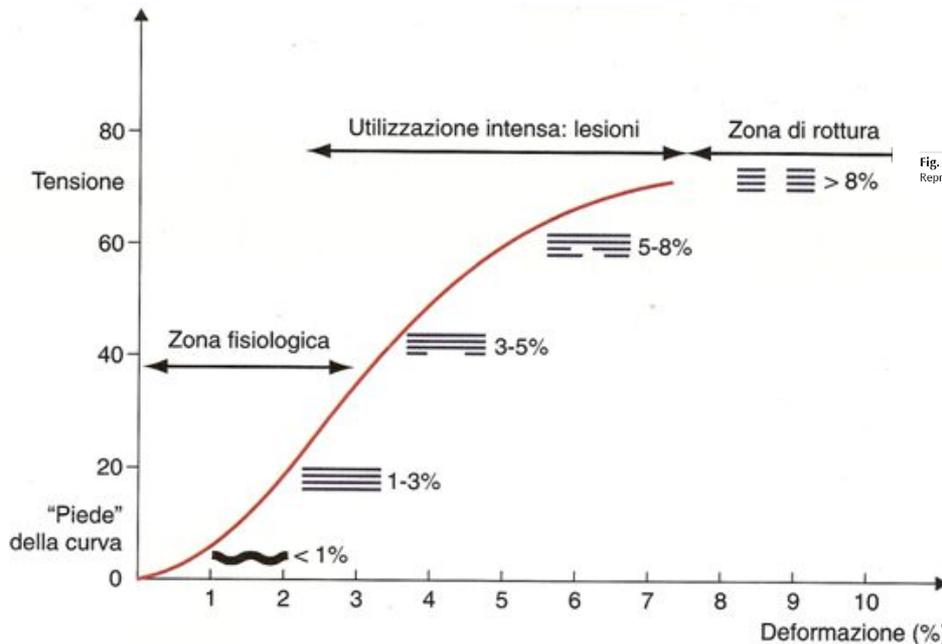
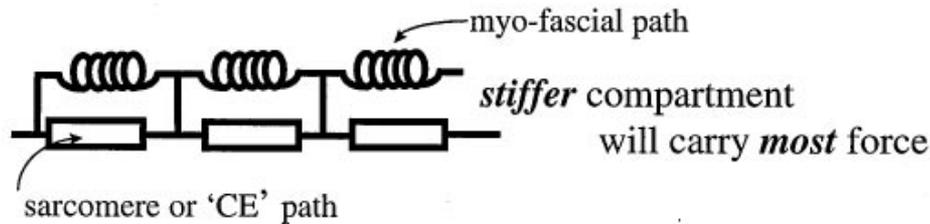


Fig. 4.1. Collagen hierarchy. Reprinted from Kastelic, Galeski, and Baer (1978).

TIPI DI CONTRAZIONE MUSCOLARE

ISOMETRICO
(statico)

NON-ISOMETRICO
(dinamico)

CONCENTRICO

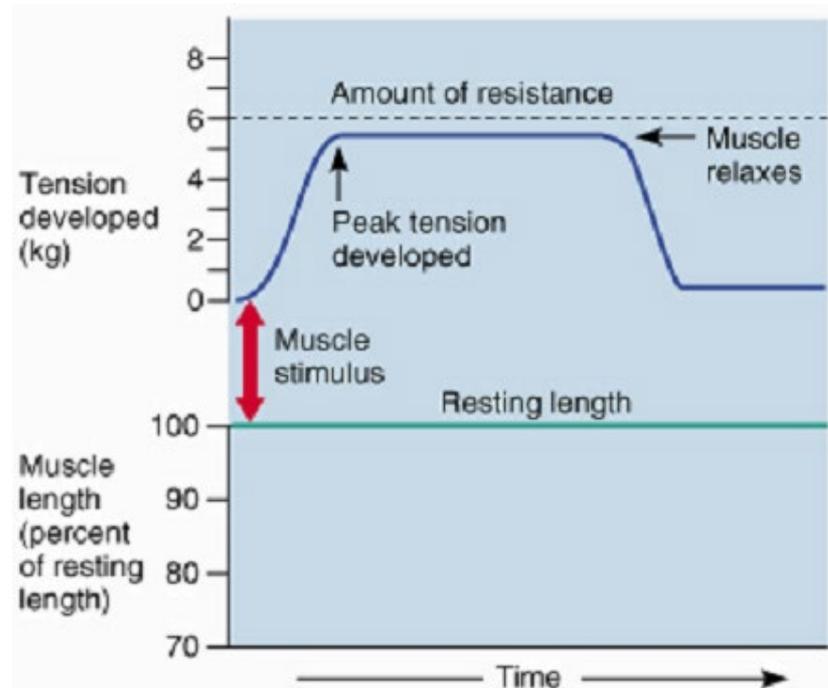
ECCENTRICO

ISOTONICO

ISOCINETICO



ISOMETRIC CONTRACTIONS

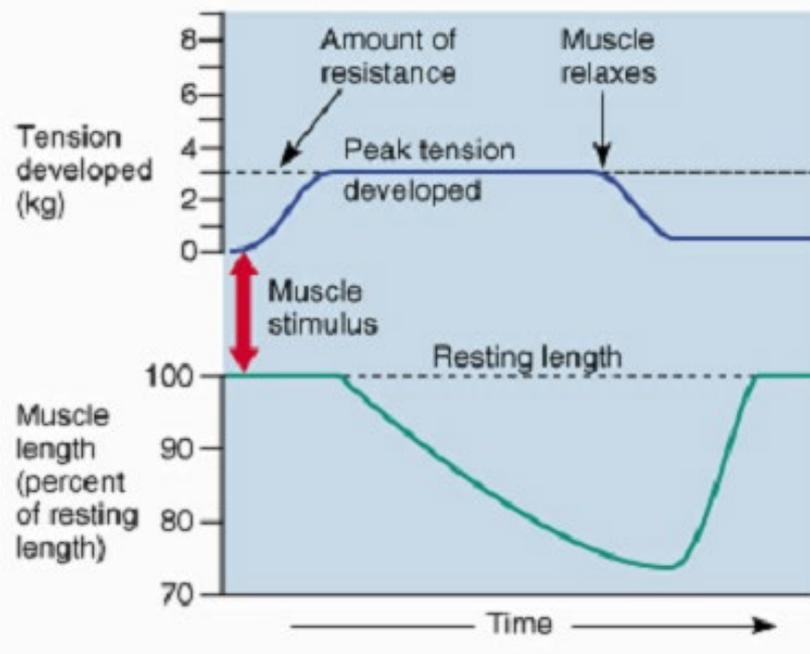
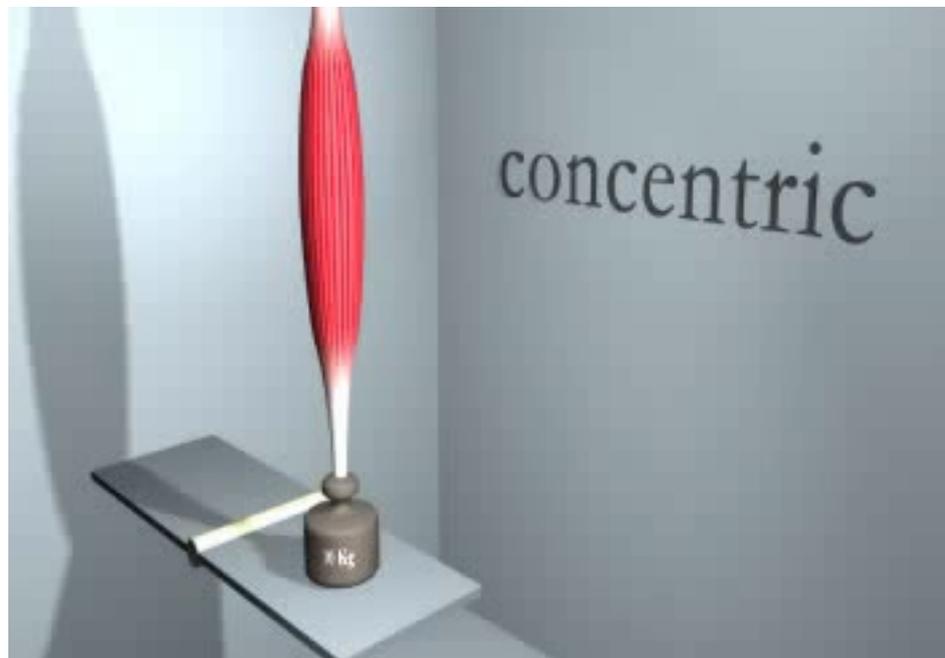


UN MUSCOLO ACCORCIANDOSI SVILUPPA TENSIONE E LA TRASMETTE ALLA STRUTTURA SCHELETRICA DI INSERZIONE ALLUNGANDO IL TENDINE MA SENZA PRODURRE SPOSTAMENTO DEI CAPI ARTICOLARI (MOVIMENTO)

FORZA MUSCOLARE = RESISTENZA ESTERNA

NESSUN SPOSTAMENTO DELLE LEVE E DEI PUNTI DI INSERZIONE

CONCENTRIC CONTRACTION



UN MUSCOLO ACCORCIANDOSI SVILUPPA TENSIONE E LA TRASMETTE ALLA STRUTTURA SCHELETRICA DI INSERZIONE ALLUNGANDO IL TENDINE PRODUCENDO SPOSTAMENTO DEI CAPI ARTICOLARI (MOVIMENTO)

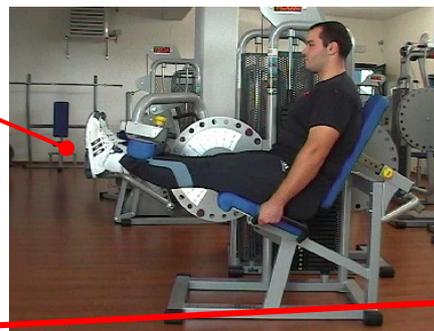
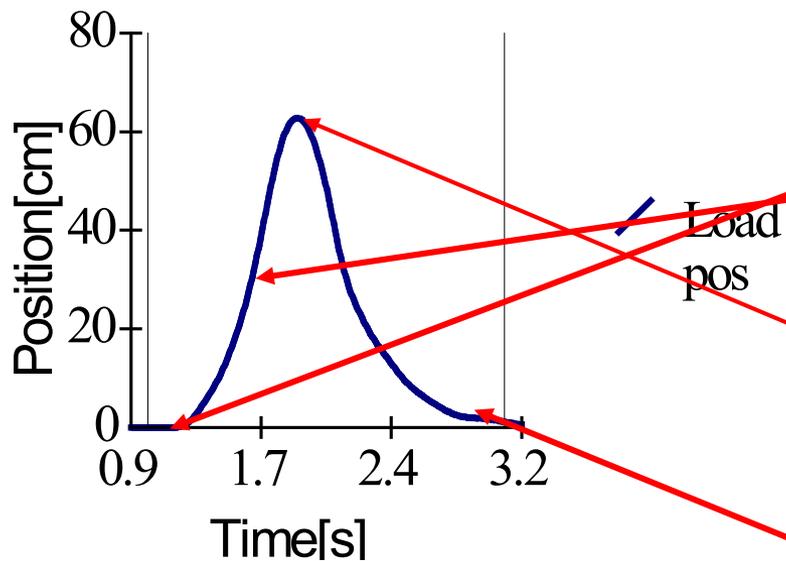
FORZA MUSCOLARE > RESISTENZA ESTERNA

ANALISI DI MOVIMENTI ISOTONICI

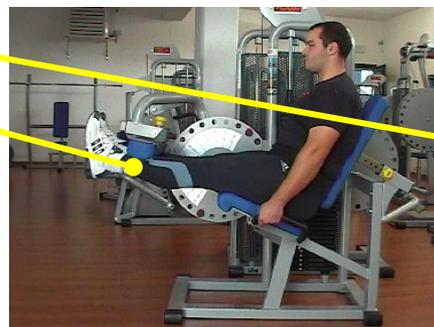
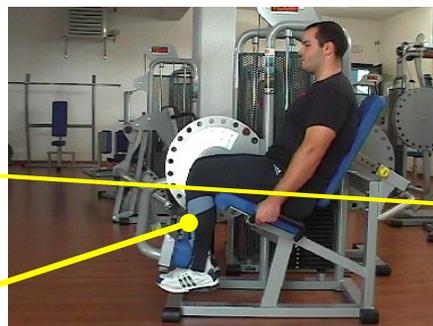
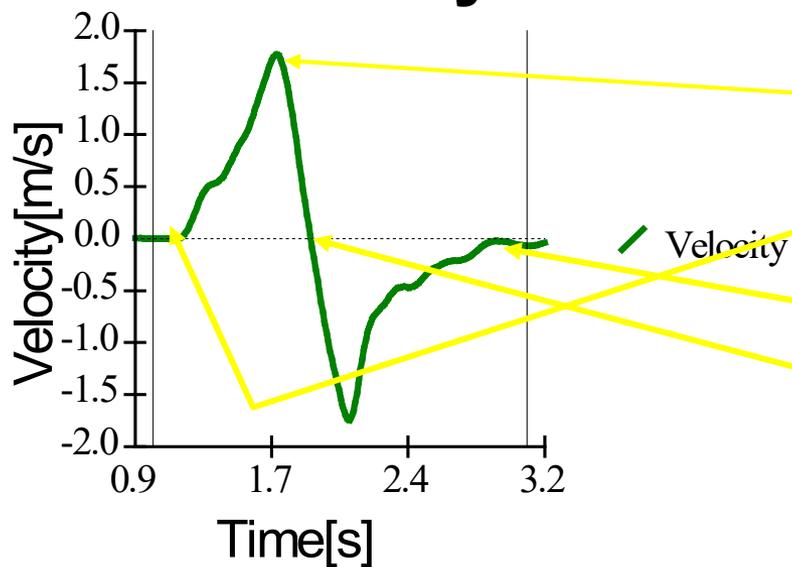
**Analisi di un movimento con regime
concentrico**

**In un movimento concentrico la
velocità è sempre positiva.**

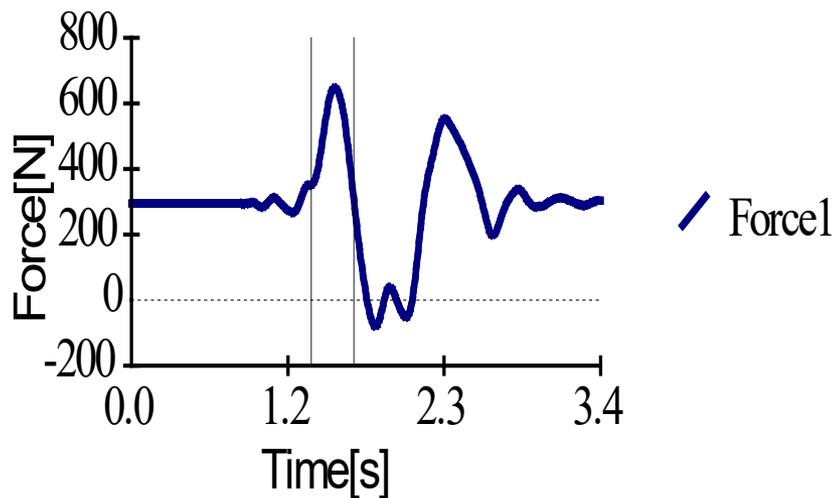
Position



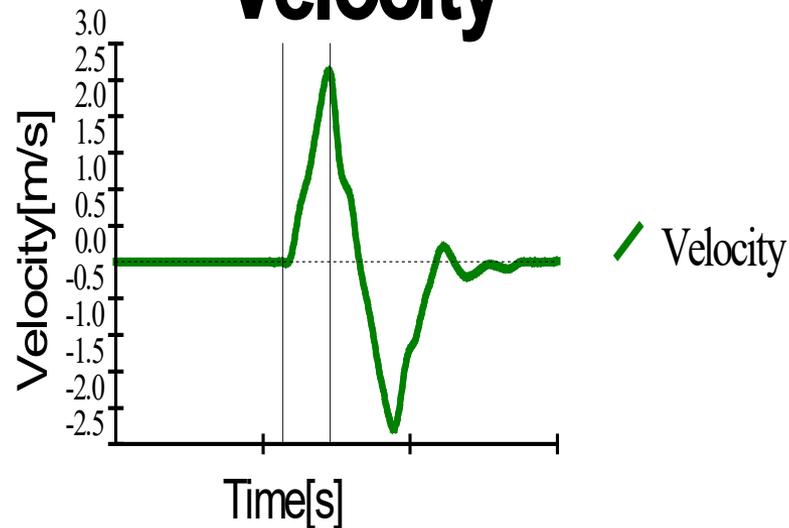
Velocity



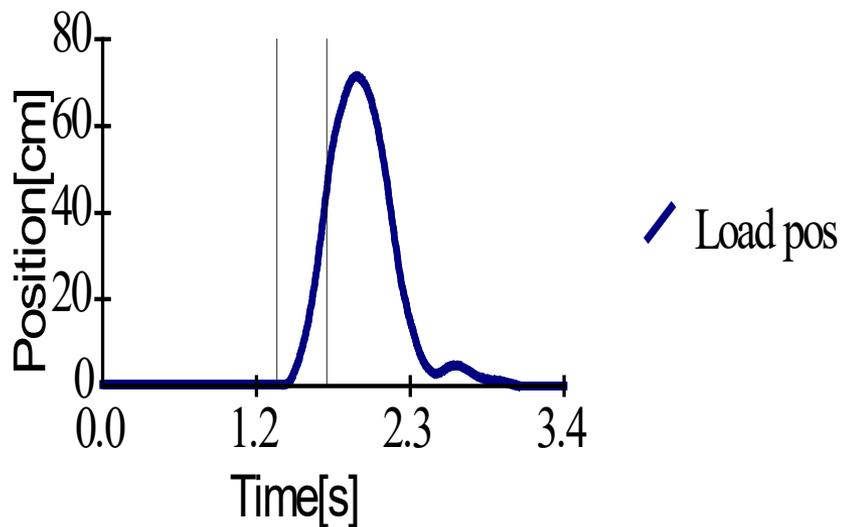
Force



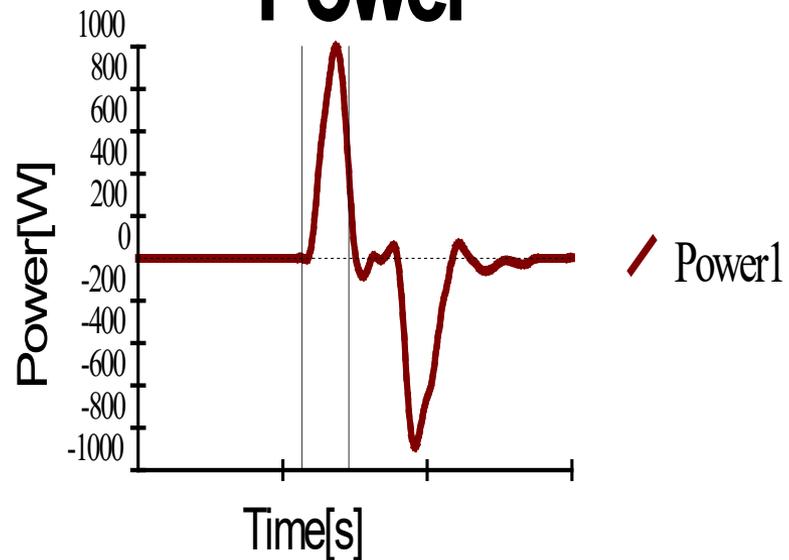
Velocity



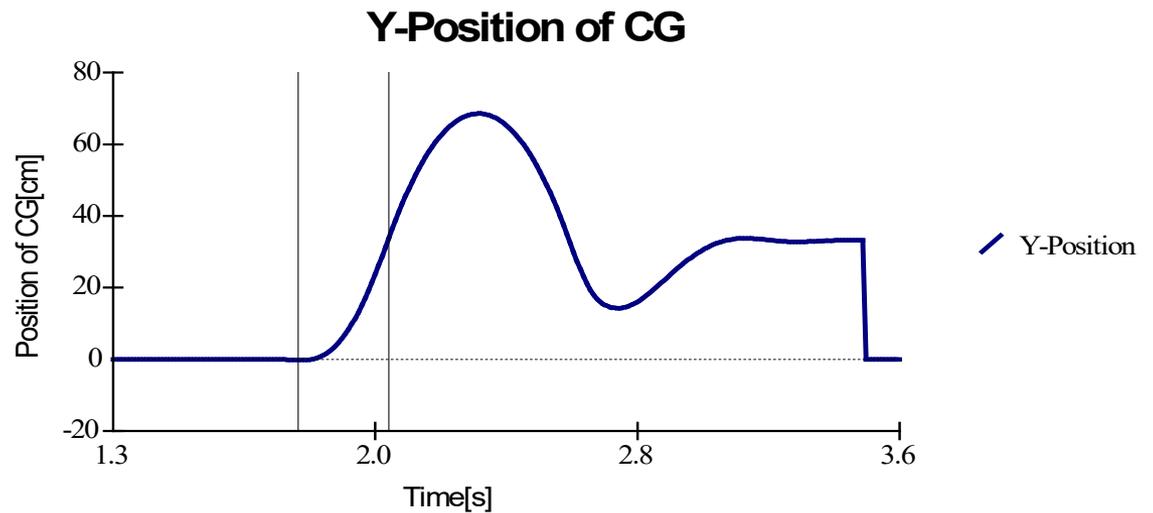
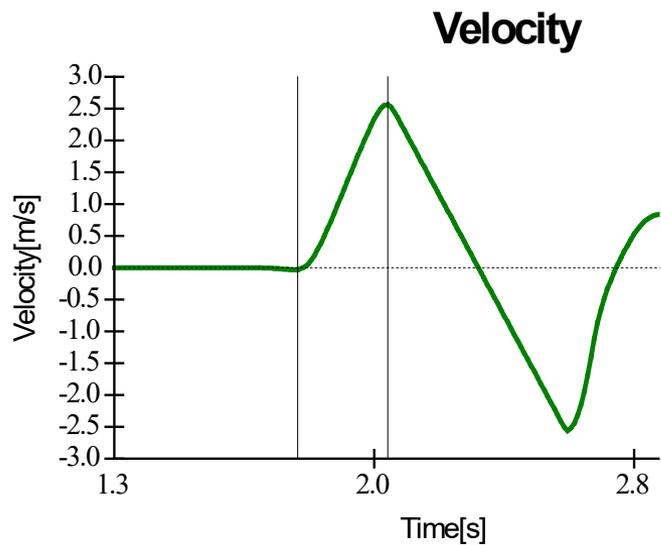
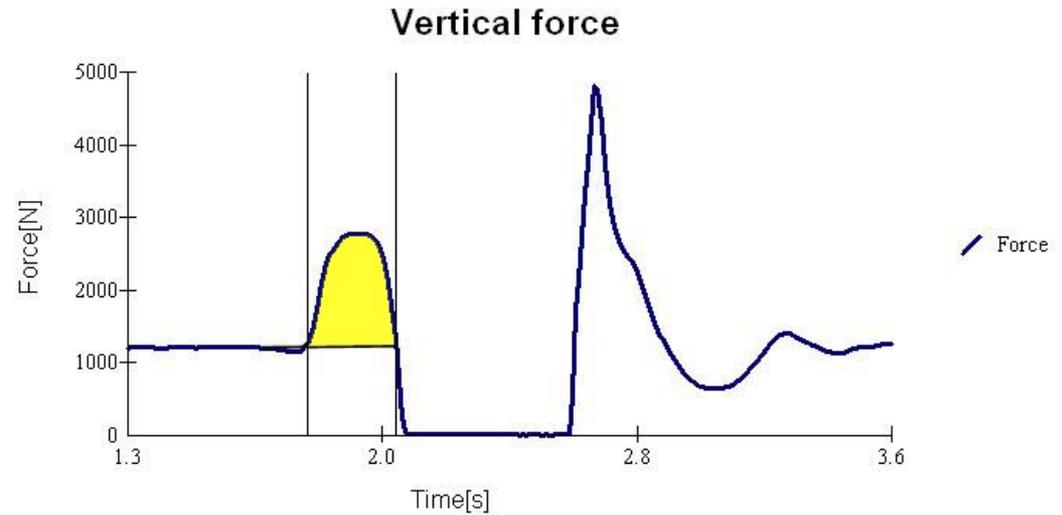
Position



Power



CONCENTRIC CONTRACTION SQUAT JUMP

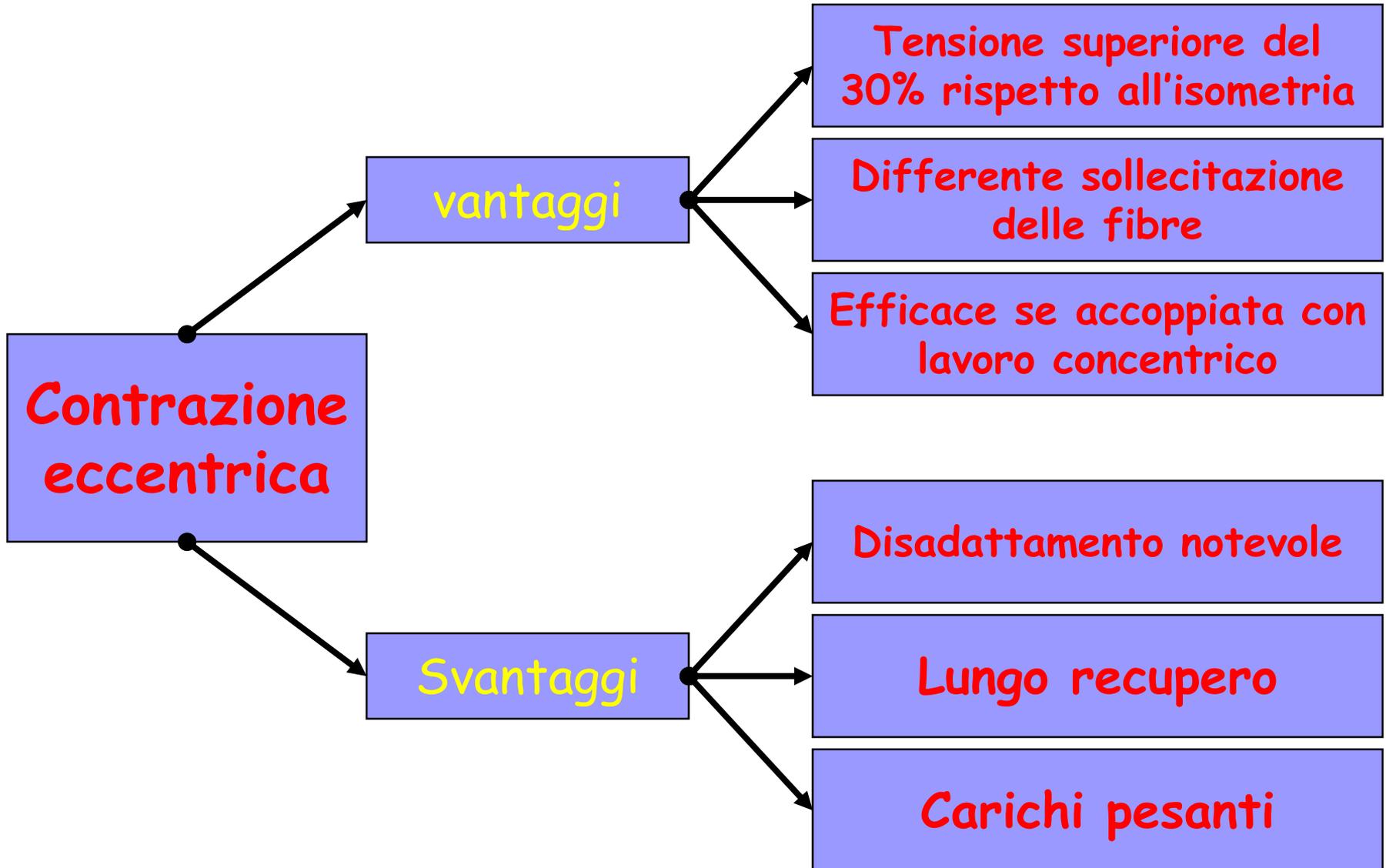


ECENTRIC CONTRACTION

Il movimento eccentrico è un movimento in cui il muscolo si contrae ma i capi articolari si allontanano tra loro, cioè il muscolo non riesce a vincere la resistenza esterna. Il muscolo e i suoi elementi elastici in serie (SEE) e in parallelo (PES) si allungano opponendosi alla resistenza esterna

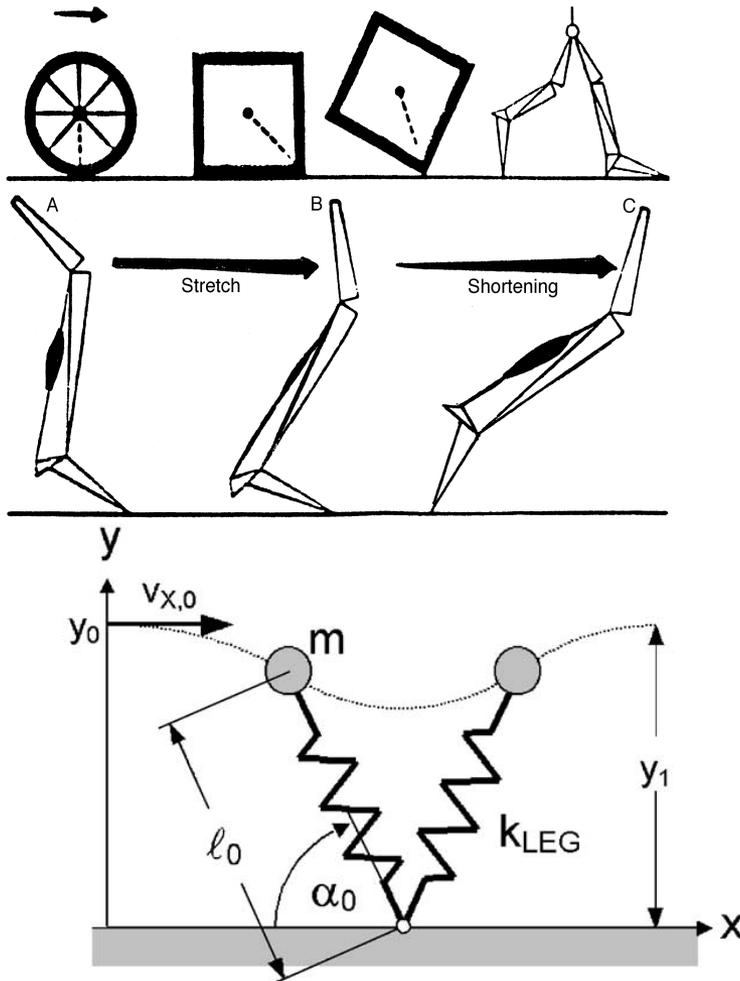
FORZA MUSCOLARE < RESISTENZA ESTERNA

ECENTRIC CONTRACTION



STRECH-SHORTENING CYCLE

Strategia evolutiva del sistema neuromuscolare utilizzata in tutti i movimenti naturali (cammino, corsa, salti con contromovimento, lanci)



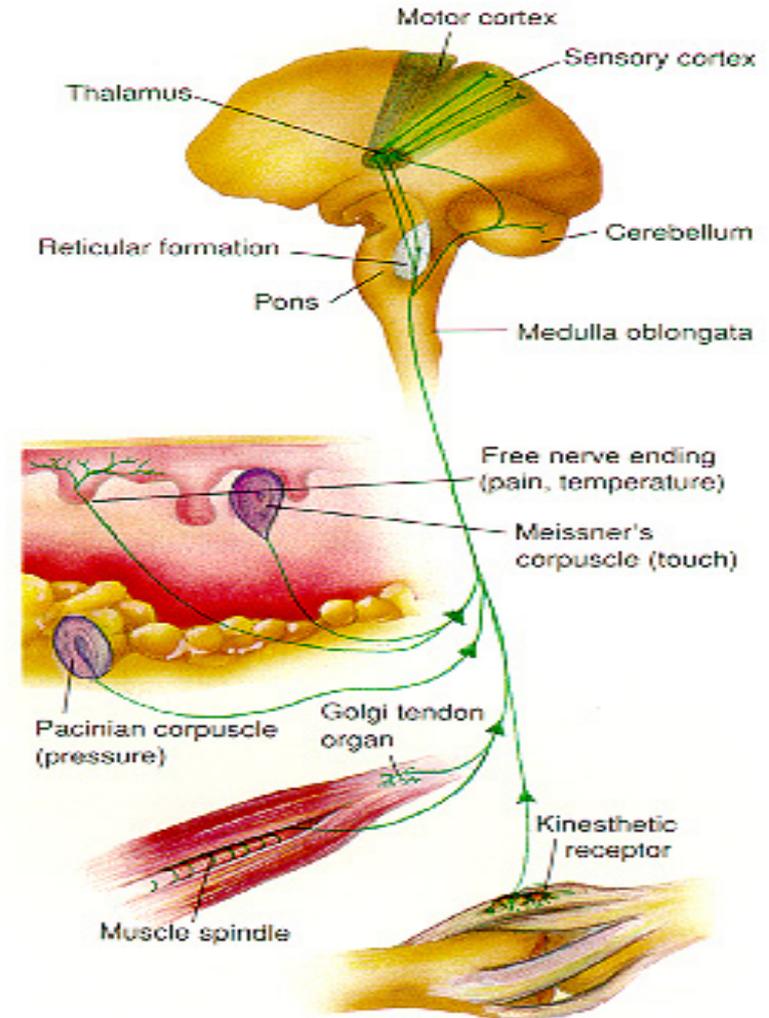
Il muscolo allungandosi accumula energia elastica negli SEE e innesca il riflesso da stiramento (mediato dai fusi neuromuscolari) che interverranno nella fase concentrica successiva aumentandone l'out-put motorio. Tale condizione si verifica solo se il passaggio dalla fase eccentrica a quella concentrica, definito tempo di accoppiamento o coupling time, si verifica in un tempo brevissimo ($\sim 0,005$ s). Difatti per tempi di accoppiamento progressivamente superiori quota parte dell'energia elastica accumulata durante la fase eccentrica si disperde in energia termica e il riflesso da stiramento si sviluppa durante il tempo di accoppiamento senza apportare nessun vantaggio alla fase concentrica successiva

SENSORIMOTOR INTEGRATION

I movimenti umani sono sempre regolati da azioni riflesse mediate dai recettori presenti nei muscoli, tendini, legamenti e cute che in relazione alla loro grado di stimolazione integrano l'azione motoria migliorandone l'esecuzione

■ MUSCLE RECEPTORS

- MUSCLE SPINDLES
- GOLGI TENDON ORGANS (GTO)
- PACINIFORM CORPUSCLES
- FREE NERVE ENDINGS



Classificazione in base al tipo di stimolo

Una modalità di classificazione dell'attività riflessa può essere rappresentata dalla suddivisione in base agli stimoli sensoriali che possono indurre la risposta.

1. **PROPRIOCETTIVI** quando sono provocati da afferenze interne muscolari, articolari e vestibolari.
2. **ESTEROCETTIVI** quando derivano da afferenze di recettori del tatto e del gusto.
3. **TELECETTIVI** quando sono indotti da stimolazioni acustiche, visive e olfattive.
4. **ENTEROCETTIVI** quando sono provocati da afferenze della muscolatura liscia.
5. **NOCICETTIVI** quando l'impulso attivante è di tipo dolorifico.

Ontogenesi della motricità riflessa

“Grasping” o riflesso di prensione -> chiusura della mano quando avviene il contatto tattile del palmo con un oggetto esterno;

Riflesso posturale labirintico del capo -> neonato tenta di estendere la testa da posizione prona.

Reazioni di equilibrio -> servono per evitare di cadere e controllare la posizione del corpo nello spazio in opposizione alla forza di gravità.

Riflessi condizionati o acquisiti

I riflessi condizionati creano nuovi legami tra gli stimoli provenienti dal mondo esterno e i processi fisiologici, facilitando in tal modo l'adattamento dell'organismo alle diverse situazioni.



Funzione e ruolo degli interneuroni spinali

Mediare e fungere da interfaccia tra le varie afferenze sensoriali e propriocettive, le vie discendenti del controllo motorio ed i motoneuroni alfa e gamma.

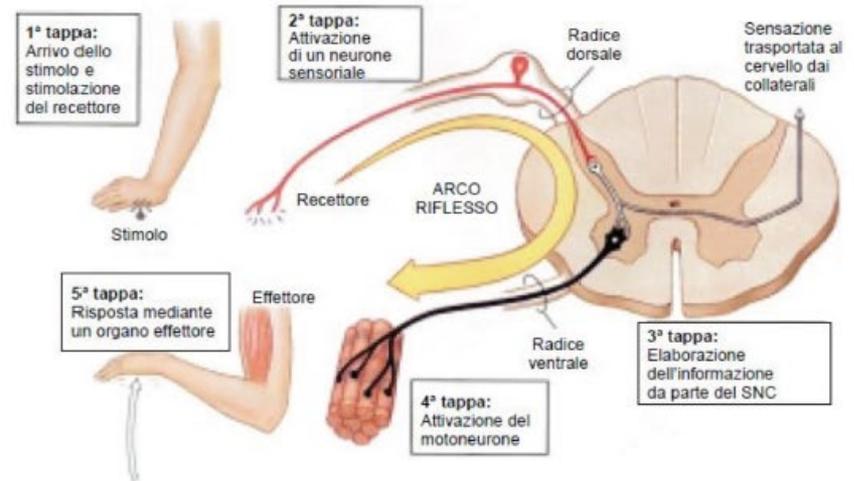
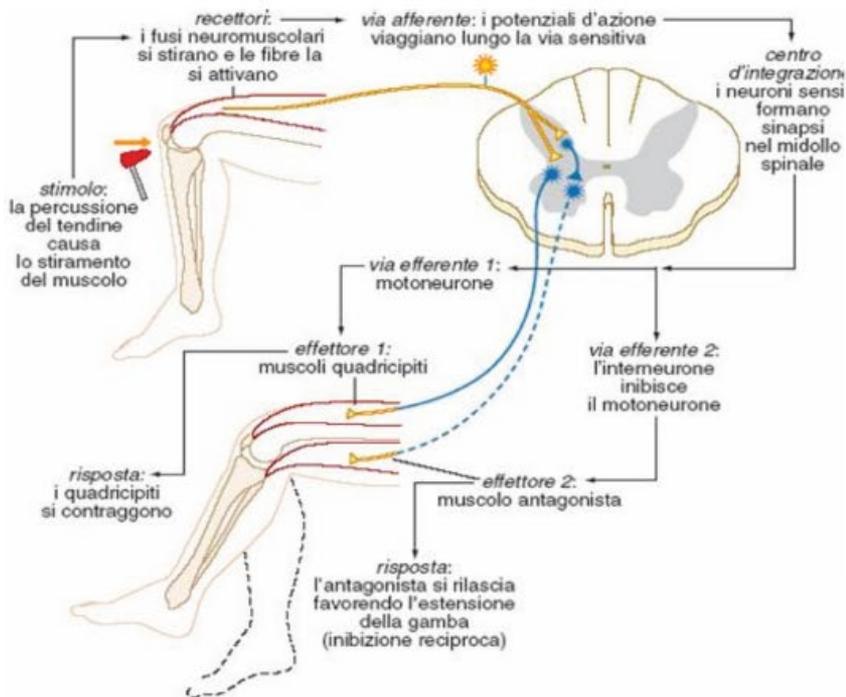
Le afferenze che trasmettono possono essere di tipo inibitorio o eccitatorio. Le prime quando nell'esecuzione di un movimento riflesso diventa indispensabile inibire l'azione dei muscoli antagonisti al movimento stesso.

Il processo per il quale la contrazione di un gruppo di muscoli accompagnato dal rilasciamento dei muscoli antagonisti è denominato *inibizione reciproca*.



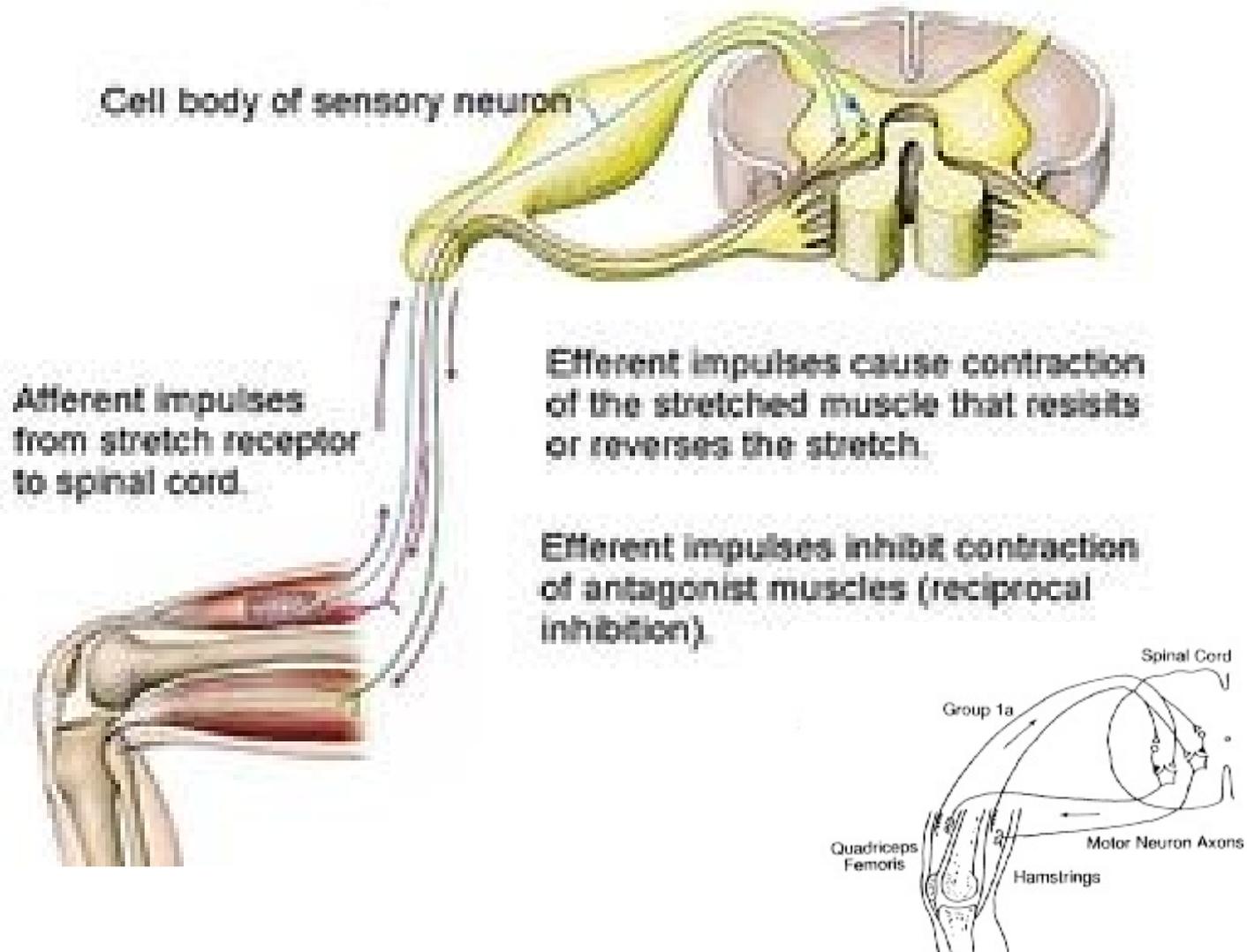
Riflesso flessorio

Riflessi monosinaptici e polisinaptici



ASPETTI NEURALI DELLA PLIOMETRIA

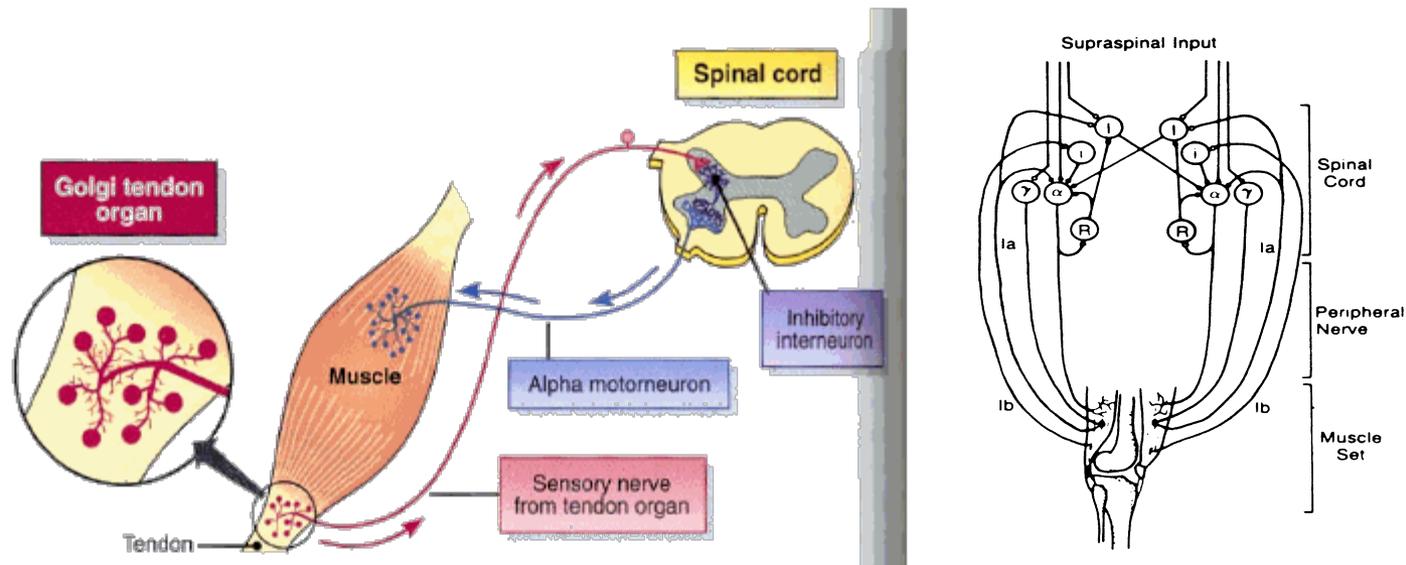
FUSI NEUROMUSCOLARI



ASPETTI NEURALI DELLA PLIOMETRIA

Golgi Tendon Organs

- High threshold
- Function to protect the muscle and connective tissue from injury
- Are stimulated with excessive tension during muscle shortening or when the muscle is stretched passively
- Cause a reflex inhibition of the muscle



La velocità della modulazione riflessa

1. Il primo picco di attività EMGs si verifica tra i 30 e i 50 millisecondi e corrisponde al riflesso monosinaptico da stiramento.
2. Le reazioni di riflesso polisinpatico da stiramento avvengono tra i 50 e gli 80 millisecondi.

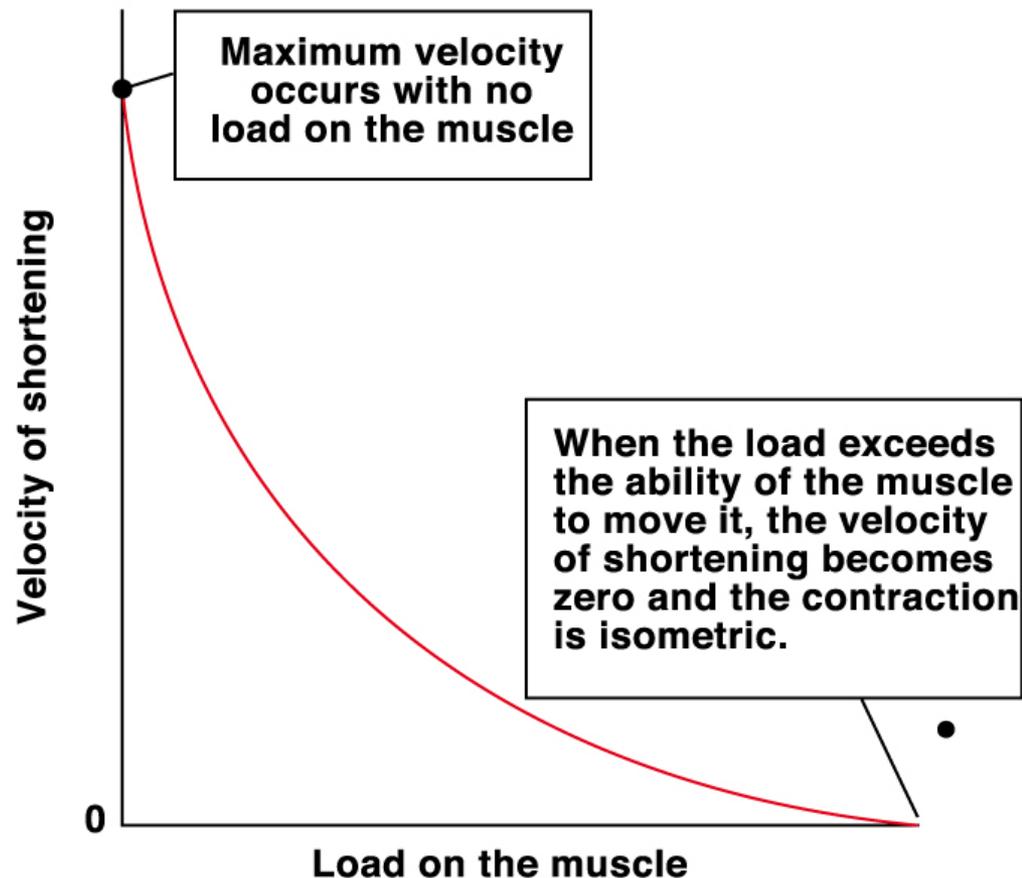


3. Le reazioni indotte hanno tempo di latenza che si aggira attorno agli 80-120 millisecondi.



Forza e velocità di contrazione

- Esiste una relazione inversa tra l'aumento di forza e la velocità di contrazione.
- Più il carico è alto, maggiore sarà il tempo impiegato per iniziare a muovere il carico perchè la tensione muscolare, che aumenta gradualmente, deve superare la resistenza esterna prima che si verifichi l'accorciamento muscolare
- Più ponti acto-miosinici devono essere formati, più fibre devono essere reclutate e questo comporta l'impiego un tempo di un tempo maggiore



Forza e velocità di contrazione

Tale fenomeno fu osservato per la prima volta da Fenn and Marsh (1935). Stimolando il sartorio di rana alla cui estremità venivano attaccati pesi gradualmente più pesanti e misurando il tempo di contrazione osservarono la relazione F-v. Successivamente AV. Hill, replicando lo stesso esperimento, identifica un altro fenomeno legato alla potenza meccanica muscolare ($F \times v$) e la sua relazione quadratica con la velocità elaborando la curva P-v.

Fenn and Marsh (1935)

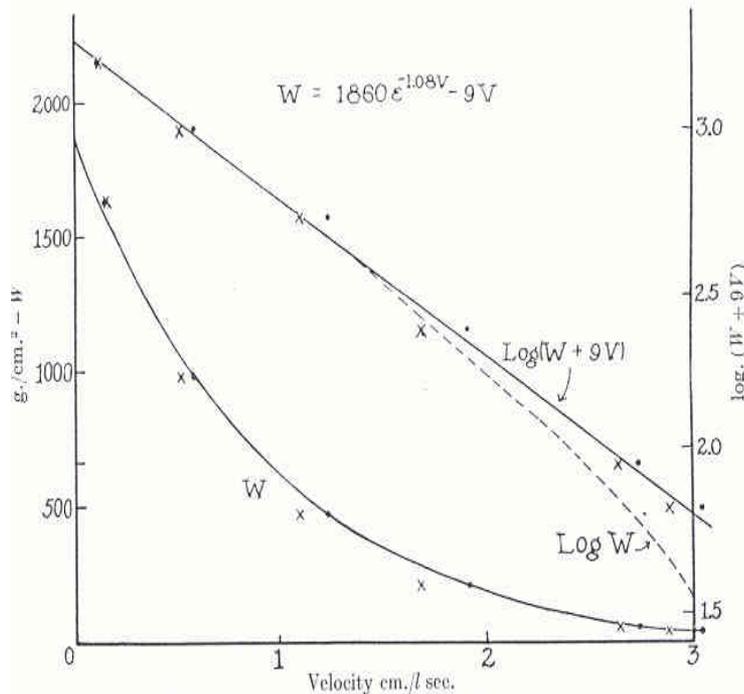
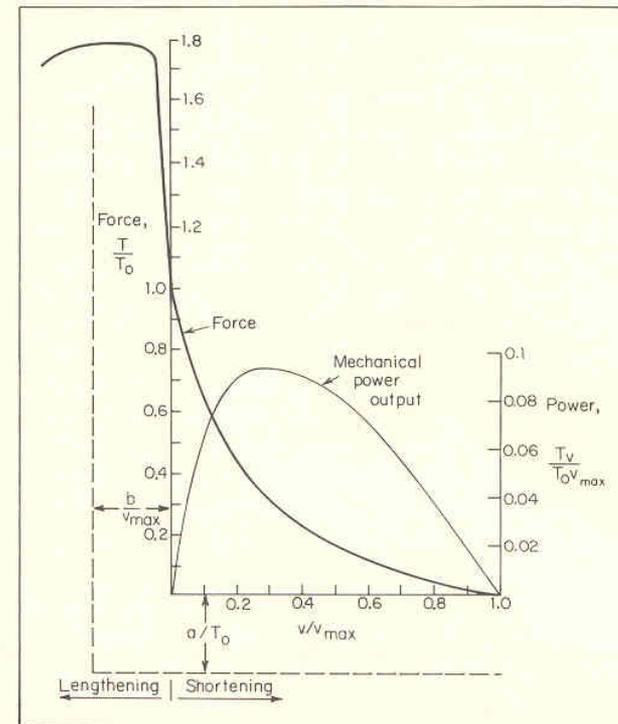


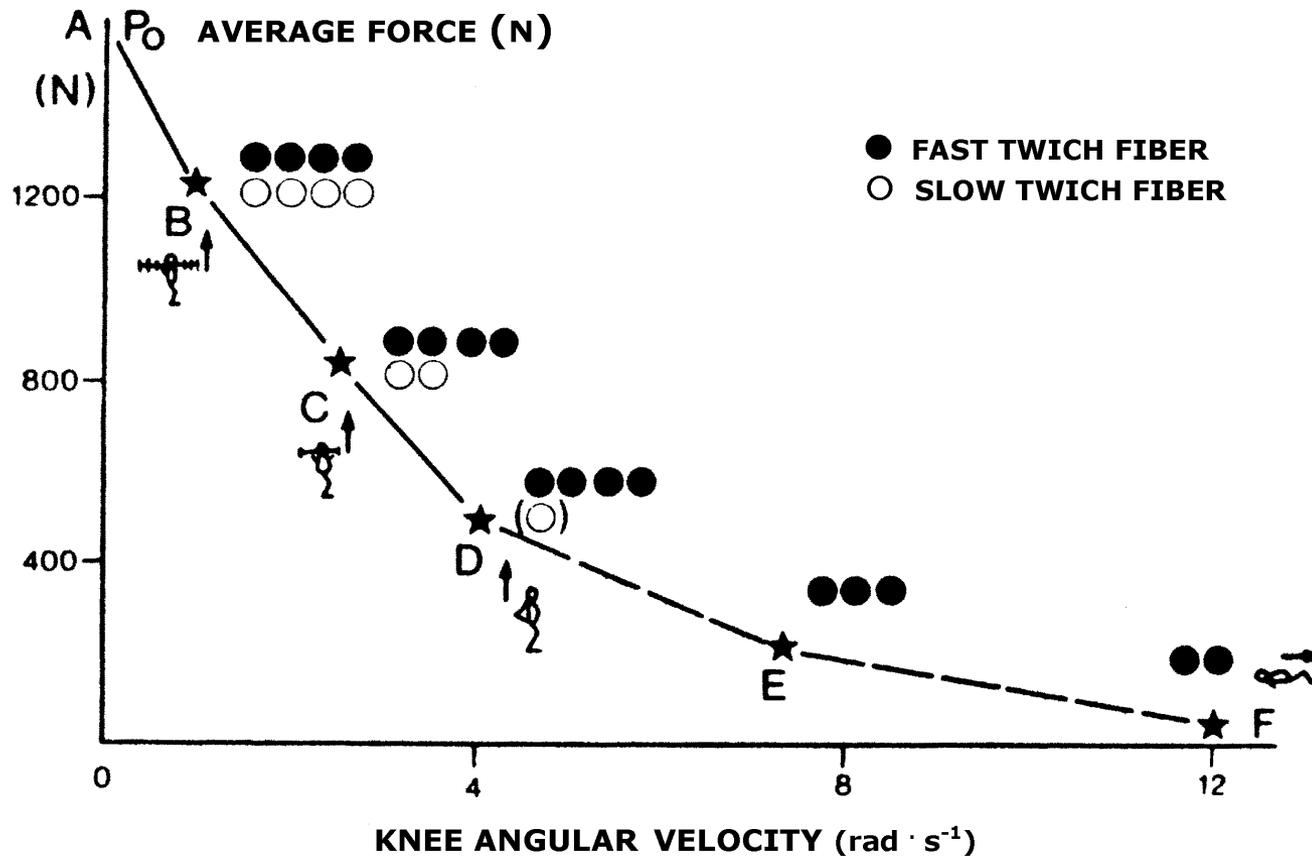
Fig. 4. Same as Fig. 1. Sartorius muscle 118 mg. September 5, 1934. Temp. 0°C . Data Table I.

AV Hill (1938)



Forza e velocità di contrazione

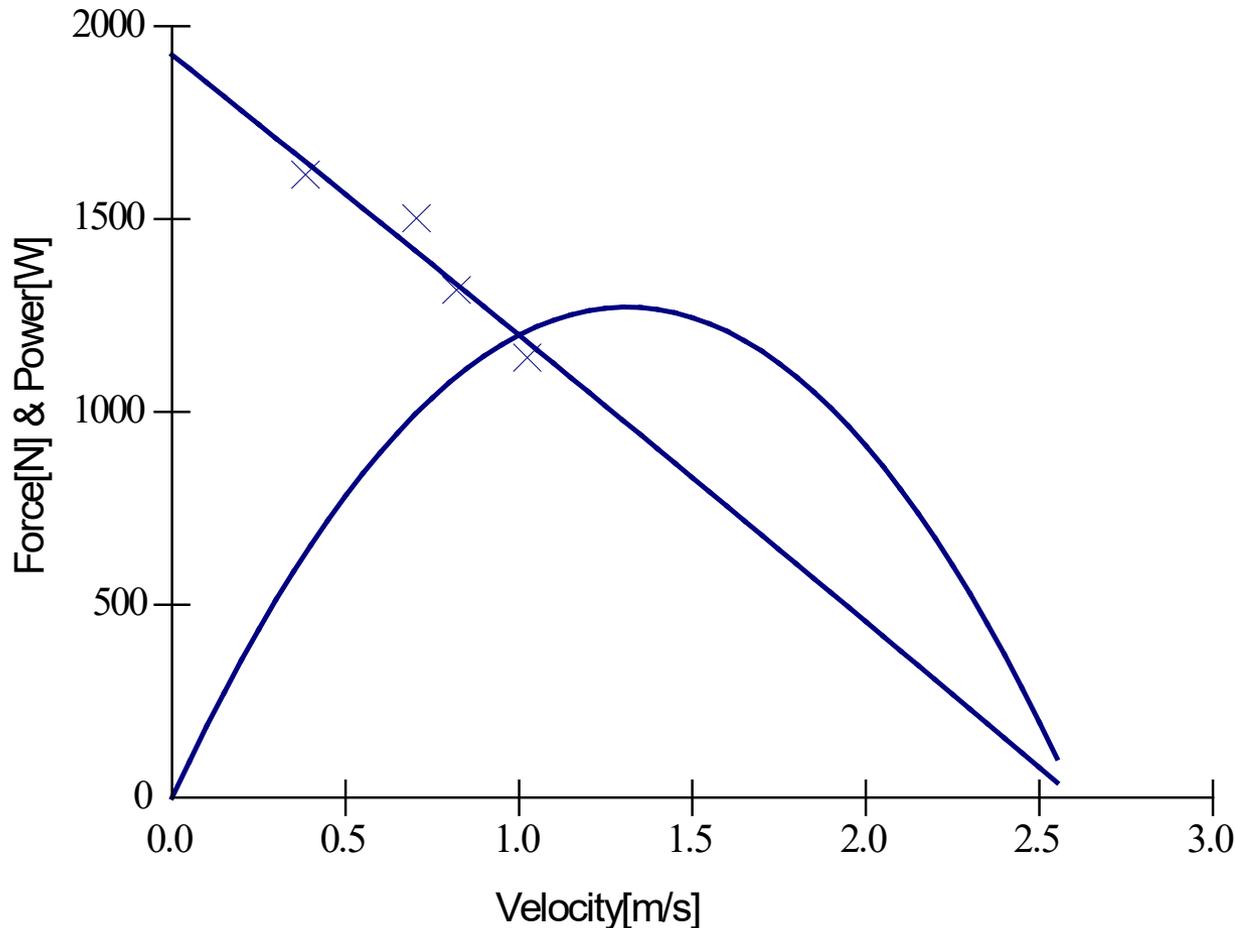
Tale fenomeno viene osservato nell'uomo per la prima volta nell'essere umano da Komi P. e Bosco C. nel 1980 utilizzando movimenti balistici a carichi crescenti. Tale osservazione porta all'elaborazione di una teoria di reclutamento delle Unità Motorie (UM) in relazione al carico spostato alla massima velocità di contrazione possibile, aggiungendo così alle relazioni meccaniche di F-v e P-v anche la componente neuromuscolare.



Forza e velocità di contrazione

es. di determinazione delle curve F-v e P/v attraverso un test eseguito a carichi crescenti

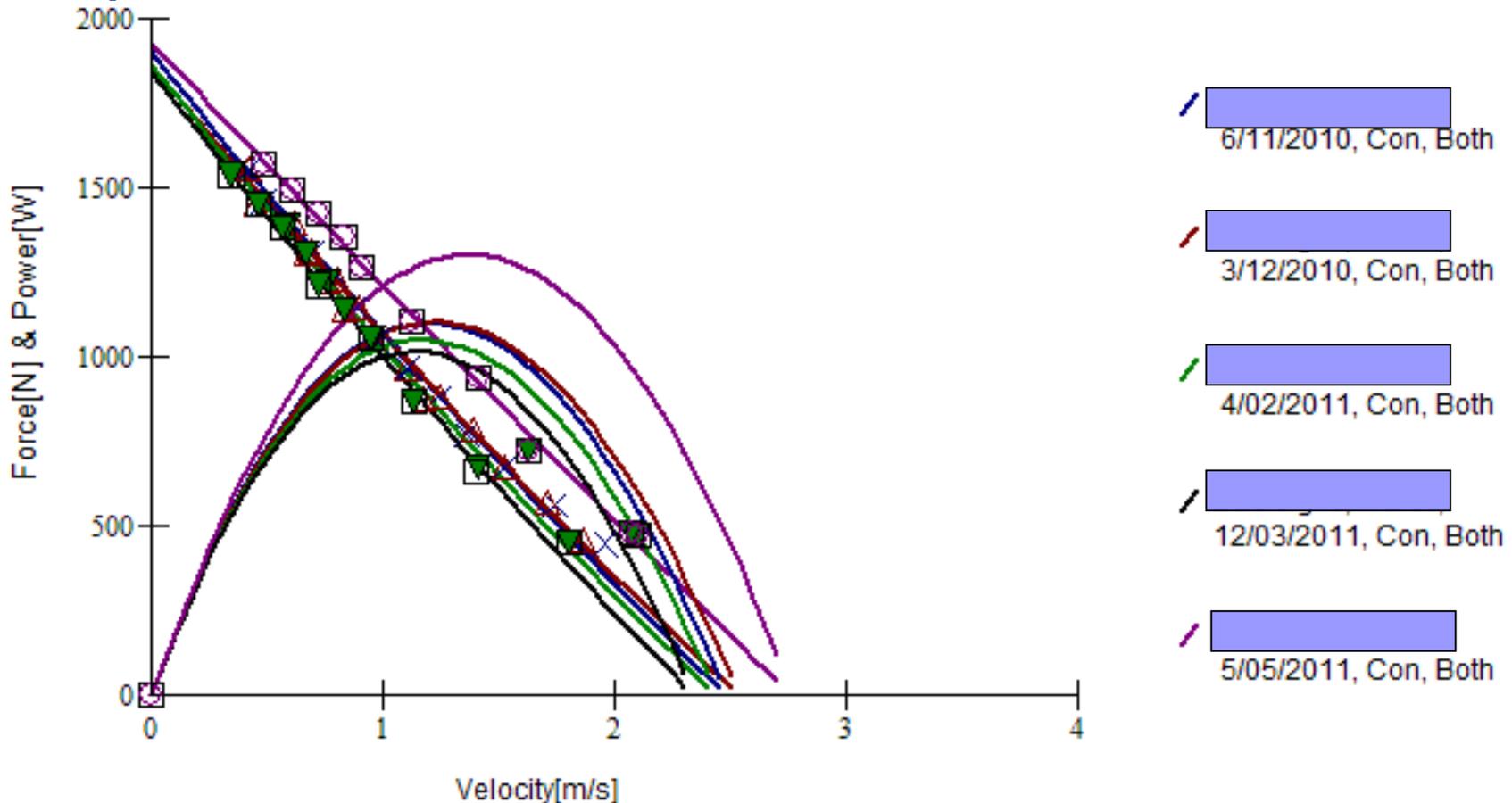
Half Squat



24/08/2005, Con, Both

Forza e velocità di contrazione

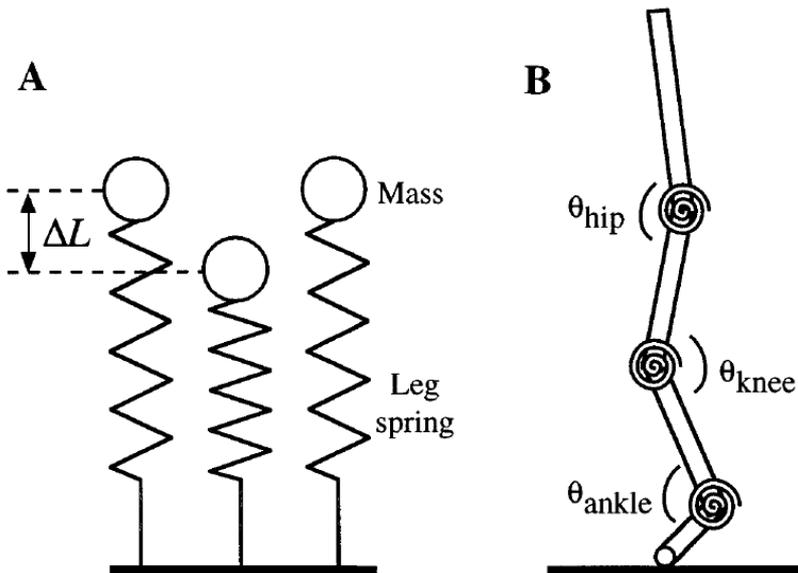
es. di determinazione delle curve F-v e P/v attraverso un test eseguito a carichi crescenti in un atleta di élite nel tempo. Come si può osservare il lo spostamento verso dx della curva P-v ha portato l'atleta non solo ad avere una Pmax maggiore ma anche una velocità assoluta di contrazione muscolare a carichi bassi notevolmente superiore rispetto ai test precedenti risultando maggiormente discriminante rispetto alla curva F-v. Pertanto, atleti con una Pmax più alta riescono a sviluppare maggiore velocità a carichi bassi e quindi più correlata con la prestazione sportiva rispetto ai valori di Fmax (Annino 2009)



STIFFNESS MUSCOLARE

Un'altra importante caratteristica biofisica dell'apparato muscoloscheletrico e sistema neuromuscolare in relazione alla capacità di sviluppare forza e potenza muscolare soprattutto contro superfici di appoggio è rappresentata dalla stiffness. In campo fisiologico, con il termine *stiffness* si indica la forza, la resistenza, la densità e la rigidità dei tendini e del tessuto connettivo del muscolo. Maggiore è la *stiffness* di questi tessuti, maggiore è l'energia che può essere immagazzinata durante un movimento eccentrico, per essere poi restituita e liberata durante la fase concentrica.

Secondo la **legge di Hooke**, la deformazione elastica che subisce il tessuto Miotendineo è proporzionale alla forza applicata, $F = k \times s$, pertanto l'indice di elasticità o Stiffness $k = F \times s^{-1}$



Ferris, Daniel P., and Claire T. Farley. Interaction of leg stiffness and surface stiffness during human hopping. *J. Appl. Physiol.* 82(1): 15–22, 1997

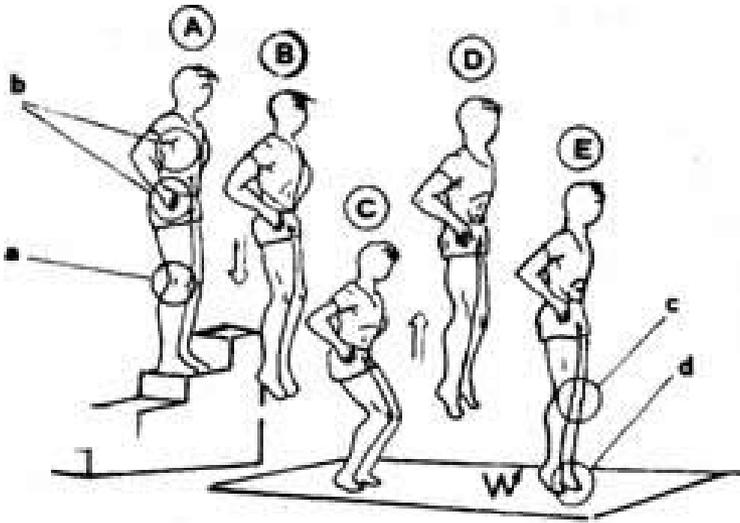
STIFFNESS MUSCOLARE

Oltre alla componente fisico-meccanica dei tessuti va considerata anche la componente neuromuscolare legata al riflesso da stiramento come già osservato nel ciclo stiramento-accorciamento (SSC). Pertanto, la stiffness dal punto di vista biologico è la capacità dell'organismo di sviluppare una Forza reattivo-elastica-riflessa in tempi brevissimi. Tale caratteristica si manifesta e si sviluppa nei movimenti definiti pliometrici

Il movimento o esercizio pliometrico è composto dal ciclo stiramento accorciamento ed è caratterizzato da due fasi di volo separate dall'impatto con il suolo

Per essere definito regime pliometrico bisogna che il tempo di contatto al suolo si realizzi in tempi brevissimi.

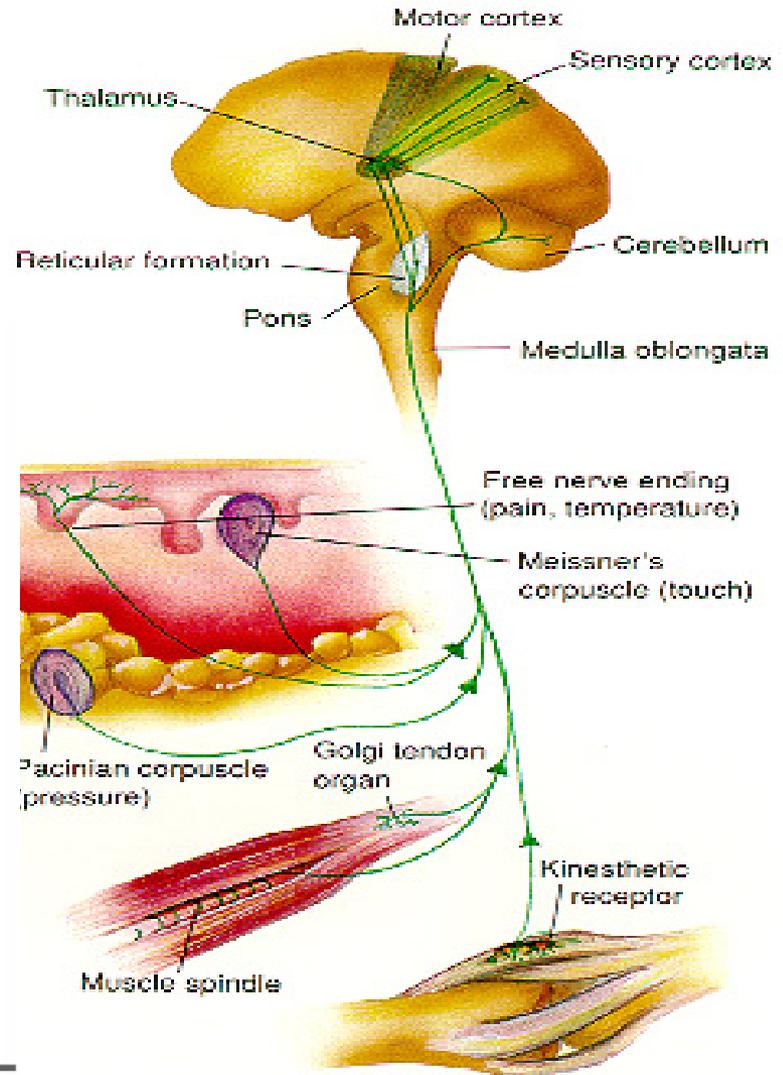
Pertanto, nei movimenti eseguiti in regime pliometrico (corsa, salti continui, balzi ecc) un ruolo importante viene giocato dall'integrazione sensomotoria mediata dal sistema propriocettivo attraverso i circuiti riflessi



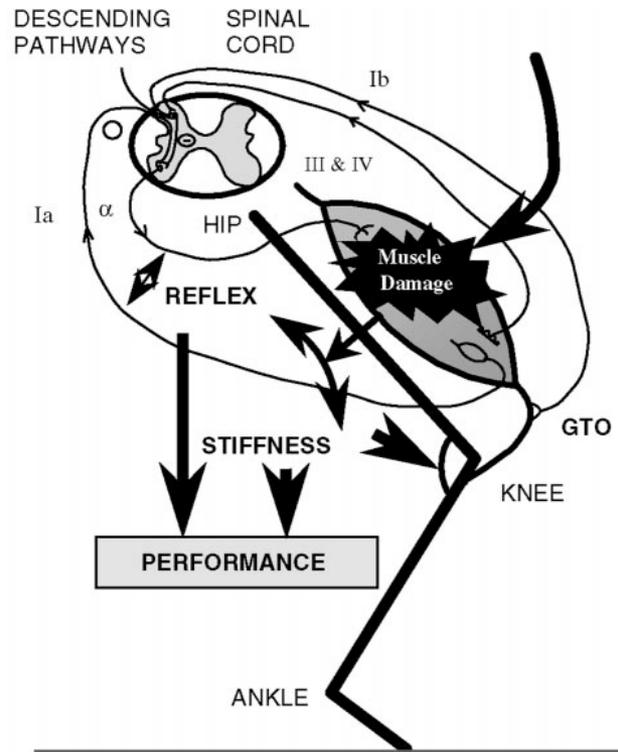
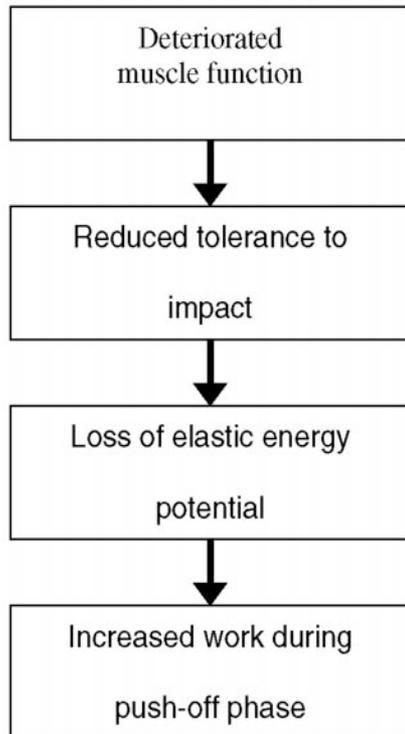
SENSORIMOTOR INTEGRATION

■ MUSCLE RECEPTORS

- MUSCLE SPINDLES
- GOLGI TENDON ORGANS (GTO)
- PACINIFORM CORPUSCLES
- FREE NERVE ENDINGS



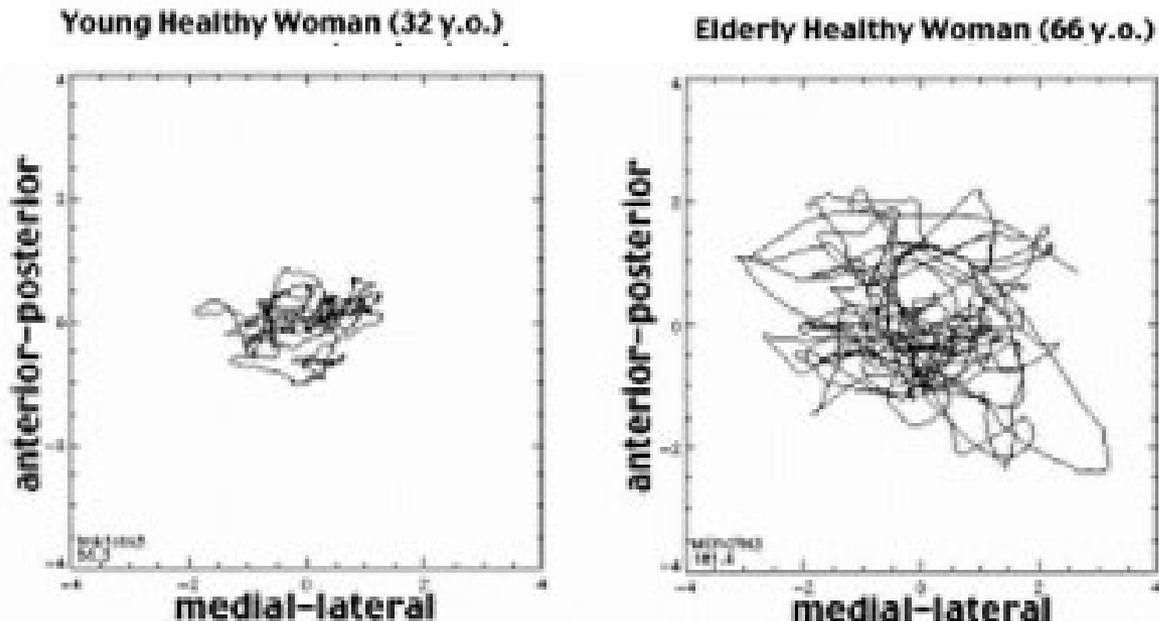
SSC Fatigue



Integrazione Sensomotoria ed Equilibrio Posturale

Per mantenere la postura eretta, l'azione destabilizzante della gravità, deve essere contrastata da una forza correttiva esercitata dai piedi contro la forza di reazione del terreno. Il piede riceve quindi informazioni dai recettori dell'articolazione della caviglia e dai loro numerosi recettori cutanei presenti nella pianta dei piedi. Quindi, il piede rappresenta una fonte di informazioni critiche utilizzate per controllare la postura eretta (Kavounoudias et al. 2001; Meyer et al. 2004). Il deteriorarsi con l'età del sistema propriocettivo porta ad una maggiore instabilità nell'anziano come dimostrato dal percorso (Sway Path) della proiezione a terra antero-posteriore e medio-laterale del Centro di Pressione (CoP)

SWAY PATH OF CoP



The efficacy of plantar stimulation on human balance control

Una ridotta informazione dai propriocettori plantari come conseguenza dell'età avanzata o a una condizione di freddo o anestesia o fatica dei muscoli plantari, è associata ad un incremento dell'oscillazione posturale causata da un riflesso postural perturbato. In tale contesto, il tipo di superficie che si interfaccia tra la superficie di appoggio e il piede gioca un ruolo fondamentale nel controllo posturale. Così anche la presenza di una superficie soffice come quella utilizzate in molte scarpe sportive può causare un disturbo multidirezionale nel mantenimento della postura eretta (Patel et al. 2008). Alcuni studi hanno dimostrato che aumentando la stimolazione dei propriocettori plantari come lo stimolo vibratorio in fase di appoggio durante il cammino (Novak and Novak 2006; Priplata et al. 2006) o l'uso di superfici dotati di piccoli rilievi in grado di stimolare i propriocettori plantari durante la posizione eretta (Annino et al, 2015, Palazzo et al, 2015) sono in grado di migliorare il controllo posturale anche in condizioni di fatica (Palazzo et al., 2019)

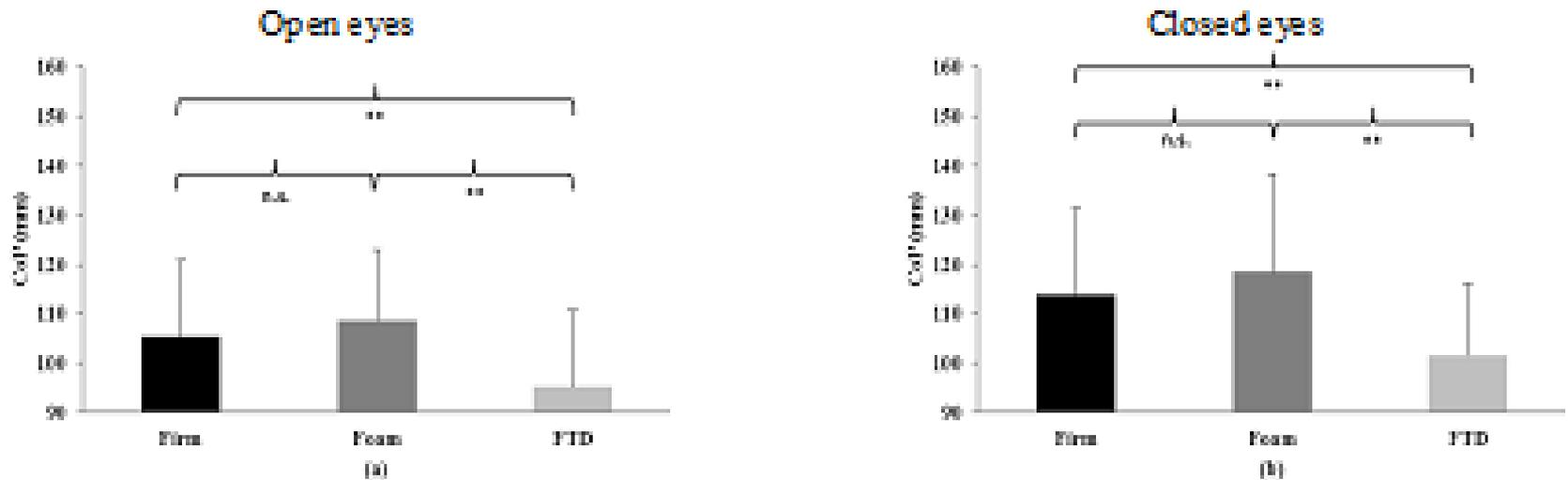


Figure 1 Effect of three different surfaces in the young adults. Left and right panels represent the effect of firm, foam and FTD surfaces on CoP (mean and SD) with open (a) and closed eyes (b). The significant values are reported (** $p < 0.01$).

The efficacy of plantar stimulation on human balance control

Pertanto, superfici di supporto in grado di aumentare la pressione plantare come quelle rigide e textured sembrano essere in grado di innescare una stimolazione dei meccanocettori plantari contribuendo all'integrazione del sistema gravicettoriale che, anche in assenza di visione è in grado di minimizzare lo spostamento posturale sia nei giovani (Annino et al 2015, Annino et al 2017) anche in condizioni di fatica (Palazzo et al. 2019) che negli anziani (Palazzo et al, 2015) nonché in condizioni di fatica.

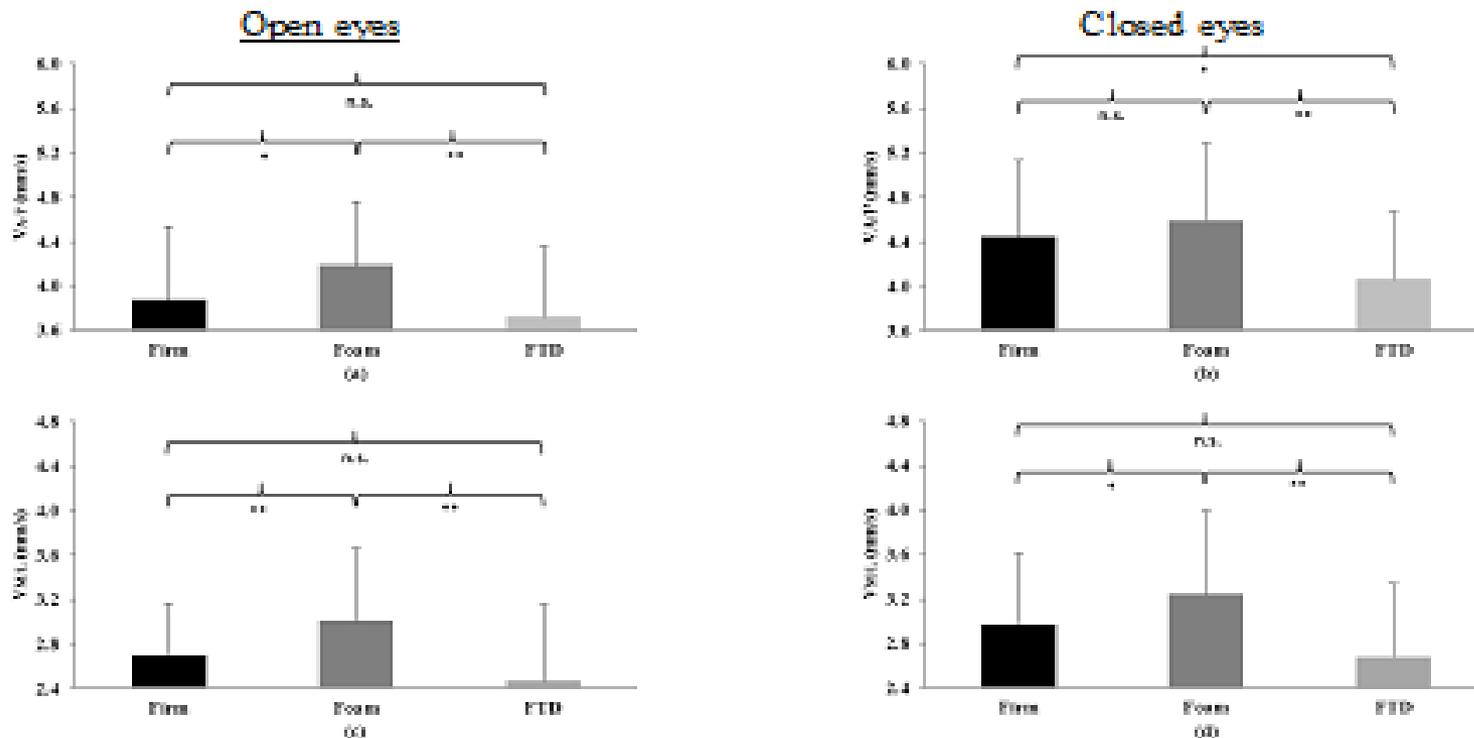


Figure 2 Differences of $V_{A/P}$ and $V_{M/L}$. Left and right panels represent the sway velocity in A/P (a, b) and M/L (c, d) directions both open and closed eyes on three different surfaces (mean and SD). The significant values are reported (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$).

LE LEVE DEL CORPO UMANO

“Datemi un punto d’appoggio e vi solleverò il mondo...”

“Archimede”



LE LEVE DEL CORPO UMANO

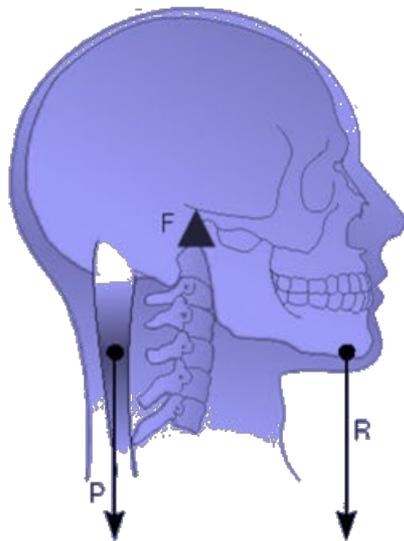
Si chiamano macchine semplici quei dispositivi (leve, carrucole, verricelli) che servono per equilibrare o vincere una forza (detta **forza resistente**) applicando un'altra forza di intensità o direzione diversa (detta **forza motrice**).

L'uso di una macchina è tanto più conveniente quanto più piccola è la forza da applicare rispetto a quella resistente.

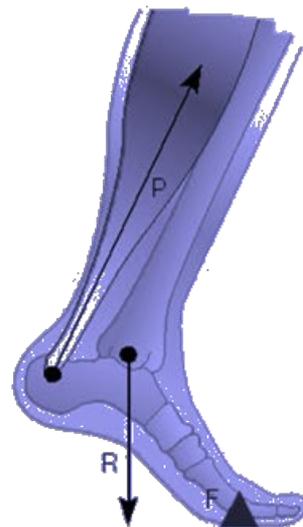
DEFINIZIONE DI LEVA (fisica)



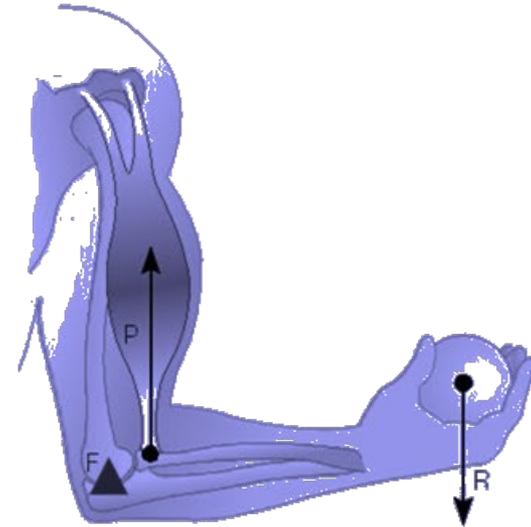
È una macchina semplice composta da 2 bracci (braccio di forza e braccio di resistenza) e da un fulcro



I genere
Interfissa



II genere
Interresistente
Vantaggiosa

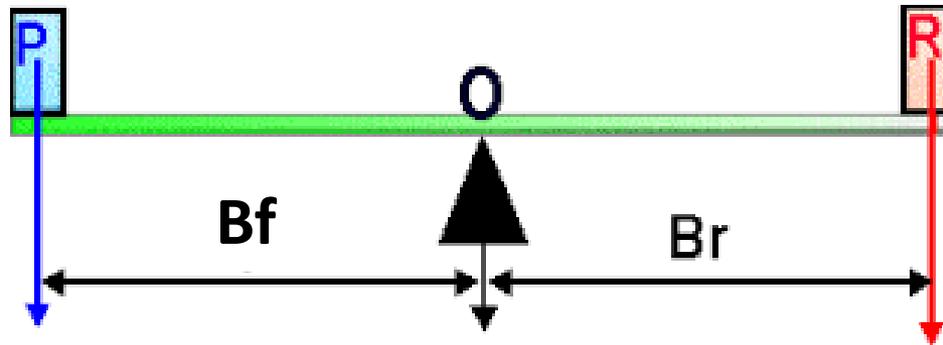


III genere
Interpotente
Svantaggiosa

Alla leva si possono applicare due forze:

Resistenza R = forza che si vuole vincere

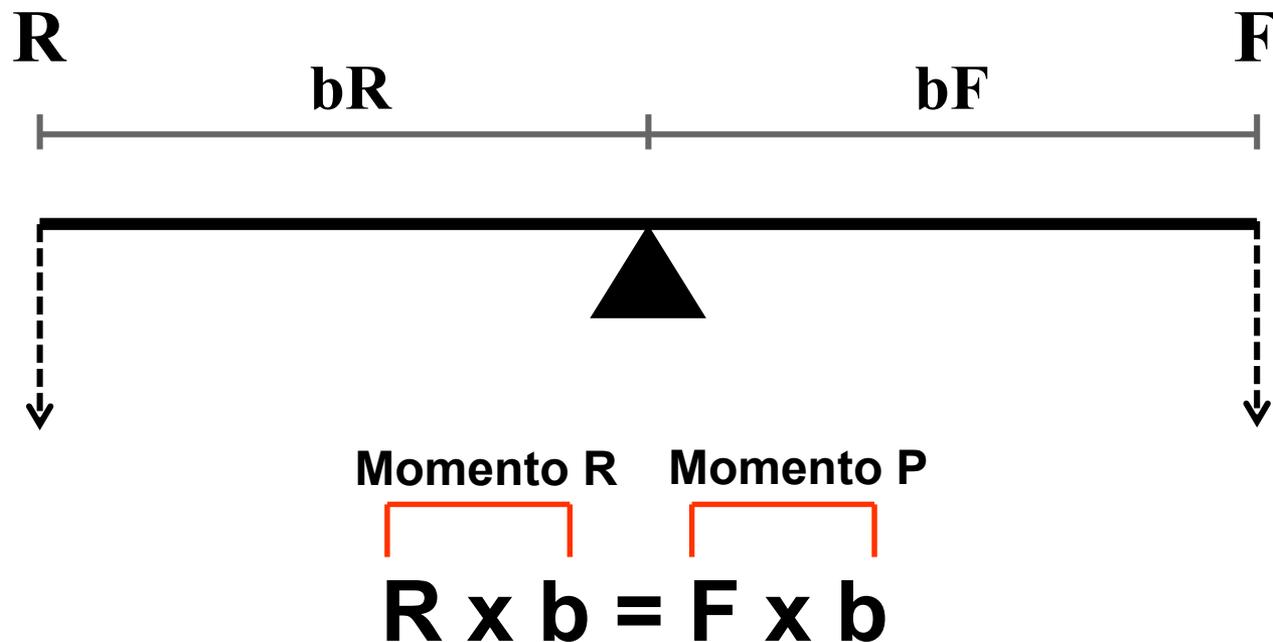
Forza F = forza che si applica per vincere la resistenza



La distanza tra il fulcro e il punto in cui si applica la resistenza è detto:
braccio della resistenza (Br)

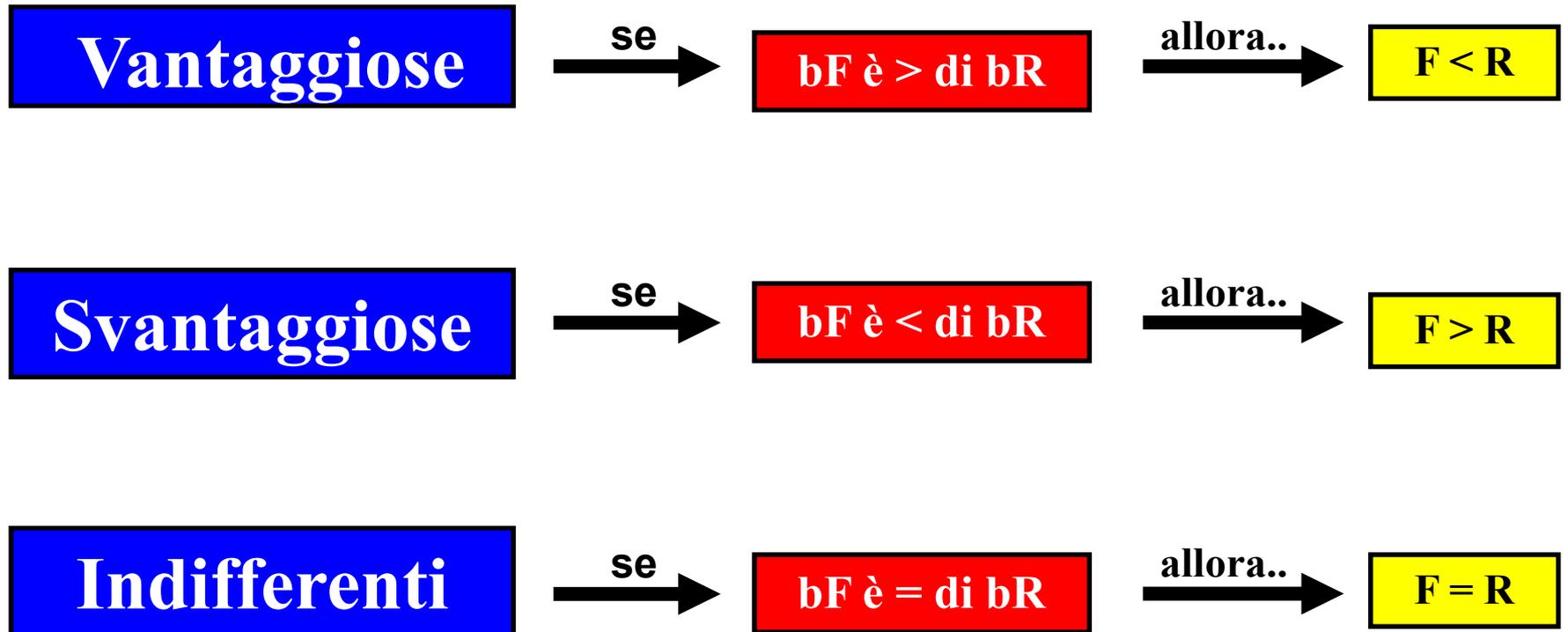
La distanza tra il fulcro e il punto in cui si applica la forza è detto:
braccio della forza (Bf)

Le leve si basano sul concetto di equilibrio.



Sarà in equilibrio quando i momenti meccanici delle forze applicate avranno lo stesso valore.

Le leve possono essere:

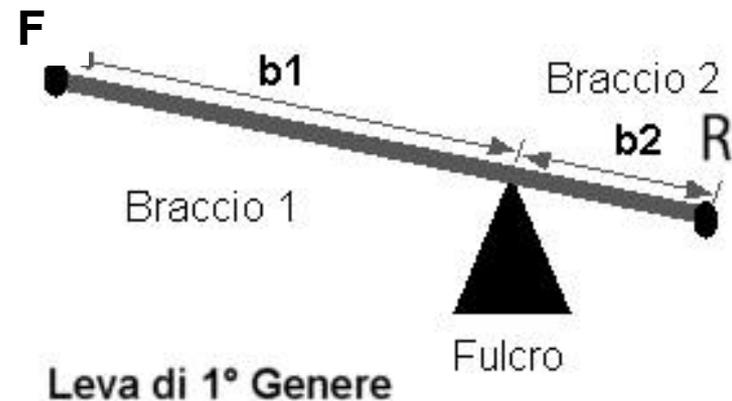


Tipi di leve

1° genere: INTERFULCRATA
hanno il fulcro tra la potenza e la resistenza

Possono essere :

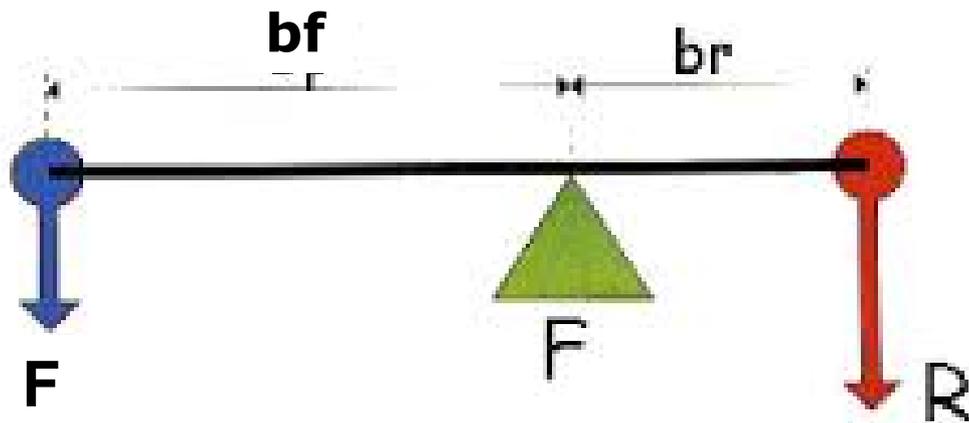
- **VANTAGGIOSE**
- **SVANTAGGIOSE**
- **INDIFFERENTI**



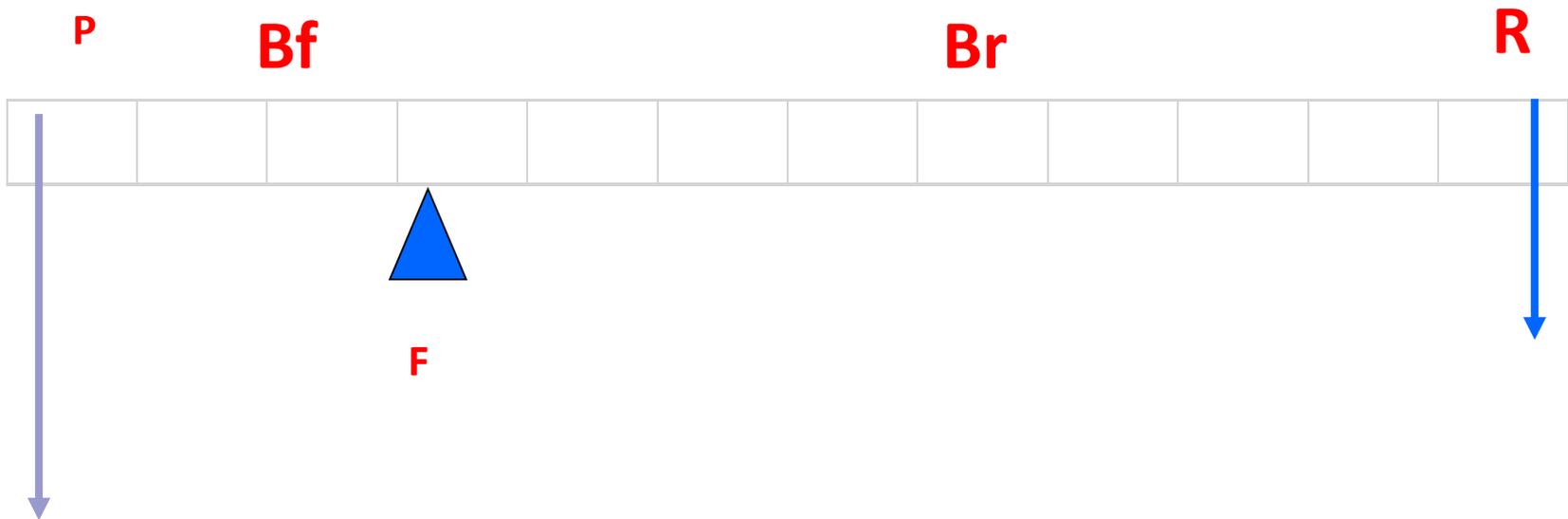
LEVE di 1° genere

- **VANTAGGIOSE**

Le leve sono vantaggiose quando la F è minore di R perché il braccio della forza è maggiore del braccio della resistenza.



SVANTAGGIOSE



LEVE di 1° genere

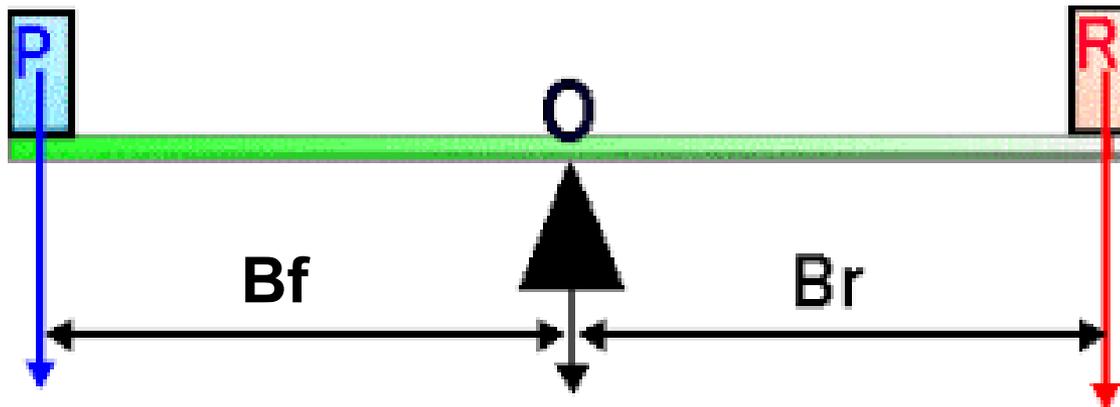
- **SVANTAGGIOSE**

Le leve sono svantaggiose quando la F è maggiore di R perché il braccio della potenza è minore del braccio della resistenza.

LEVE di 1° genere

- INDIFFERENTI

Le leve sono indifferenti quando la **P** è **uguale ad R** perchè il braccio della potenza è uguale al braccio della resistenza.

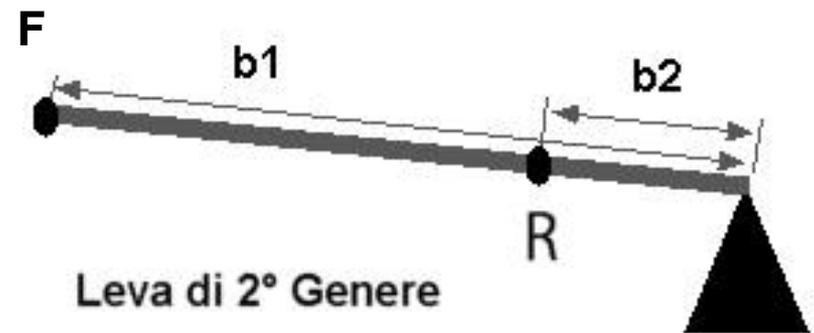
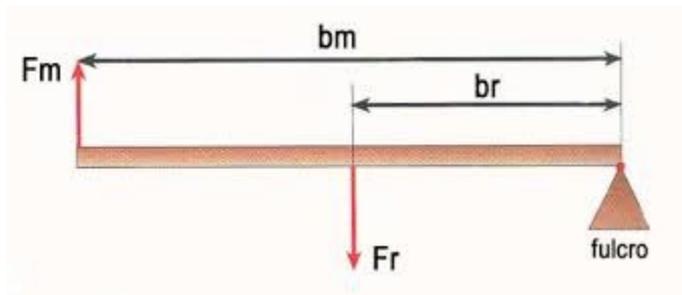


Tipi di leve

2° genere: INTER-RESISTENTE
hanno la resistenza tra il fulcro e la potenza

Sono sempre :

- **Vantaggiose**



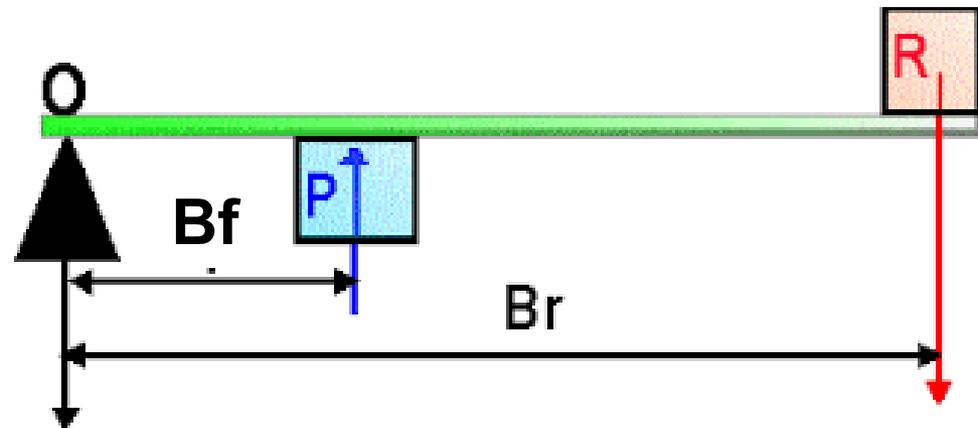
Tipi di leve

3° genere: INTERPOTENTE

hanno la potenza tra il fulcro e la resistenza

Sono sempre :

- Svantaggiose



LE LEVE DEL CORPO UMANO

I muscoli scheletrici (che rappresentano l'elemento attivo del movimento), inserendosi sulle ossa (che rappresentano l'elemento passivo del movimento), per mezzo della contrazione muscolare determinano il movimento. Questo è possibile grazie alle articolazioni (che rappresentano l'elemento di congiunzione e perno delle ossa).

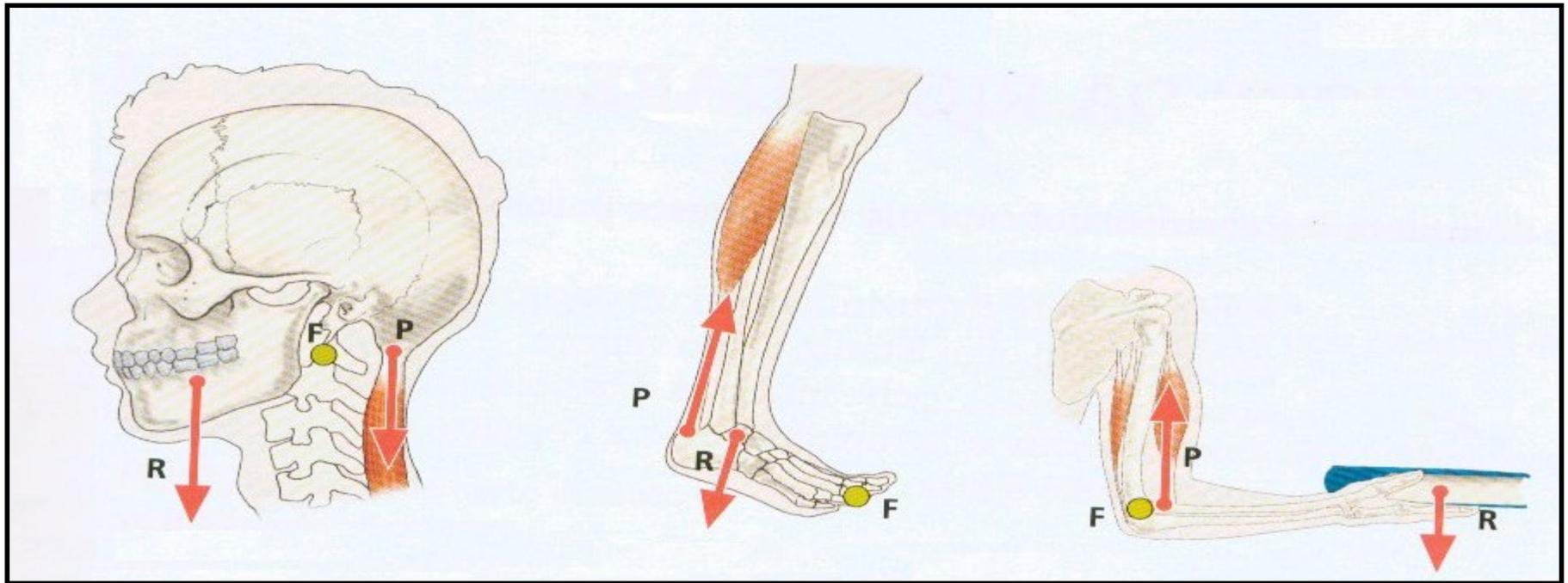
FULCRO: asse di rotazione (di solito l'articolazione, ma può anche essere un punto di appoggio o di presa);

POTENZA: punto in cui viene applicata la forza (di solito l'origine o l'inserzione muscolare, non il ventre muscolare);

RESISTENZA: punto in cui viene generata la resistenza stessa (un peso, lo spostamento di un segmento corporeo, la gravità, ecc.).

Le leve del corpo umano

Tutto l'apparato locomotore è basato su un **sistema di leve**. Questa situazione determina che, tutte le volte che c'è movimento, si produce una leva che può essere di **primo**, di **secondo** o di **terzo tipo**.



1° genere

2° genere

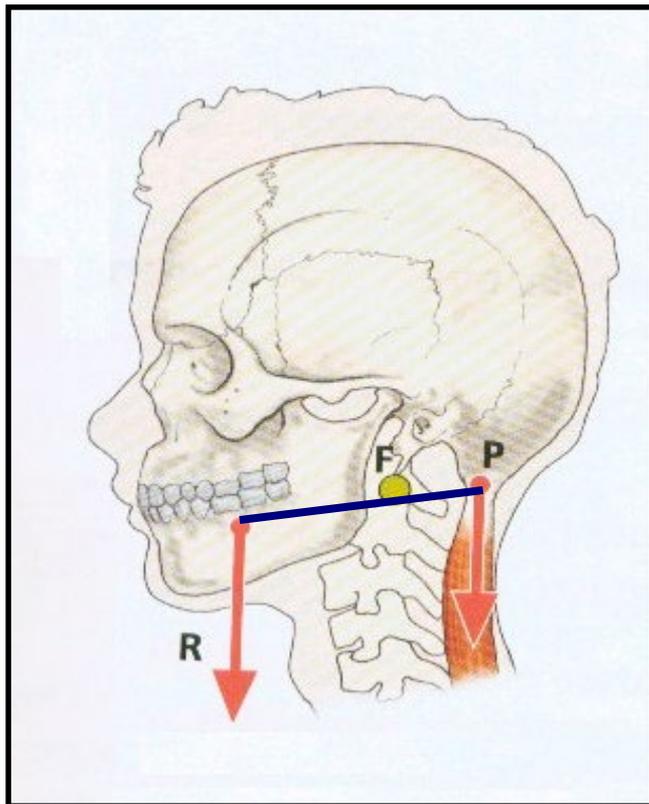
3° genere

Leva di 1° GENERE

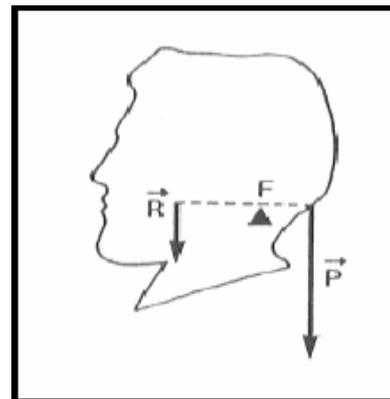
Articolazione di appoggio del capo Atlanto – Occipitale.

In questo caso **SVANTAGGIOSA**

bP è < di bR



FULCRO = **ARTICOLAZIONE**
Resistenza = **PESO del CAPO**
FORZA = **MUSCOLI SPLENICI**



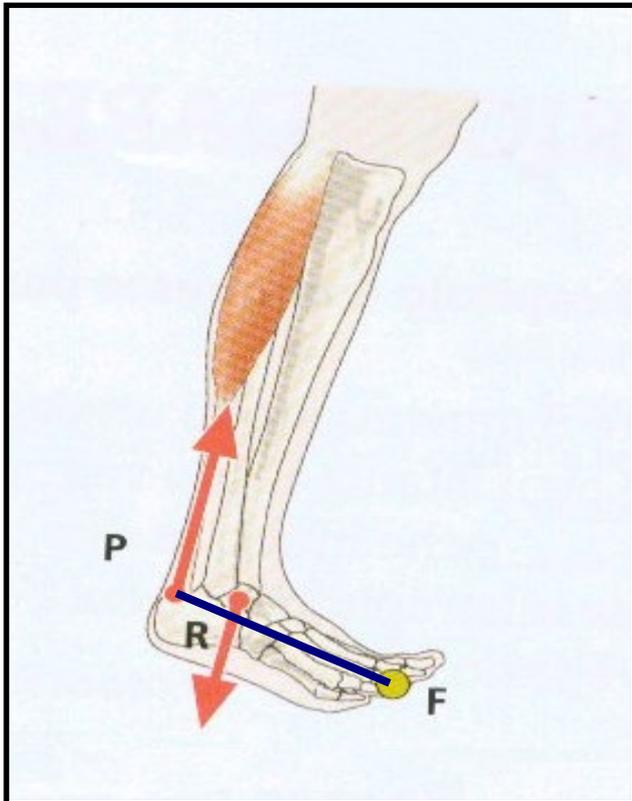
Leva di 2° GENERE

Sollevamento sugli avampiedi

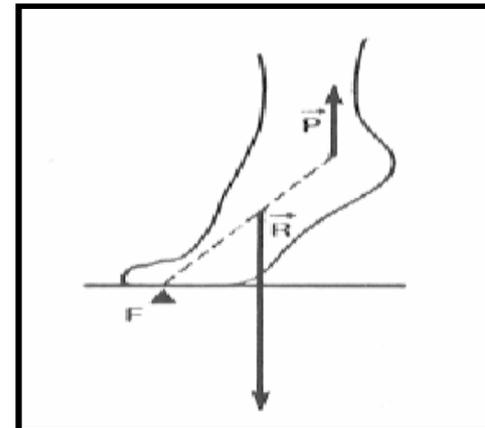
Flessione plantare del piede dalla stazione eretta

VANTAGGIOSA

bP è > di bR



FULCRO = **AVANPIEDE**
RESISTENZA = **PESO** che grava sulla **CAVIGLIA**
FORZA = **MUSCOLI GEMELLI**



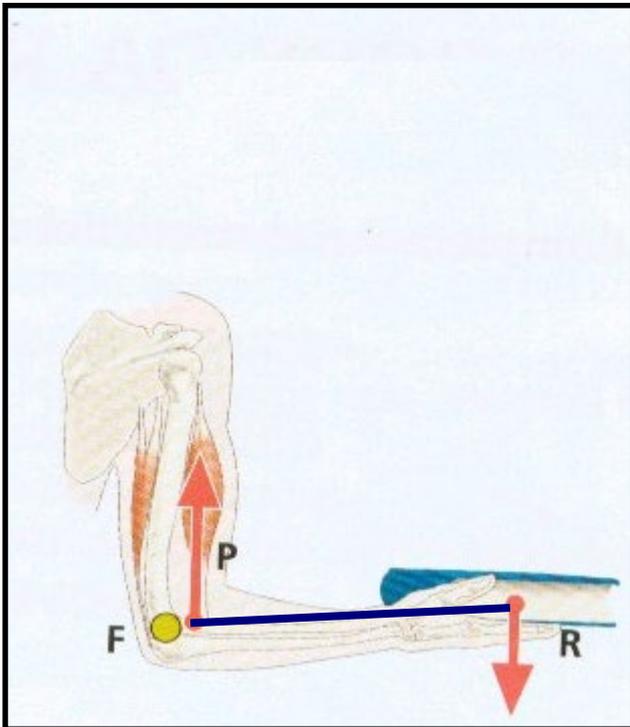
Leva di 3° GENERE

Articolazione del Gomito

Flessione dell'avambraccio sul braccio

SVANTAGGIOSA

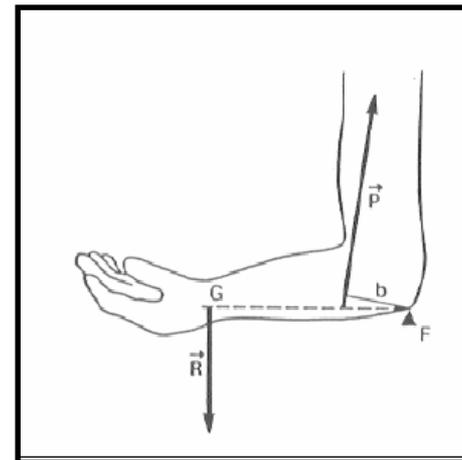
$bP \text{ è } < \text{ di } bR$

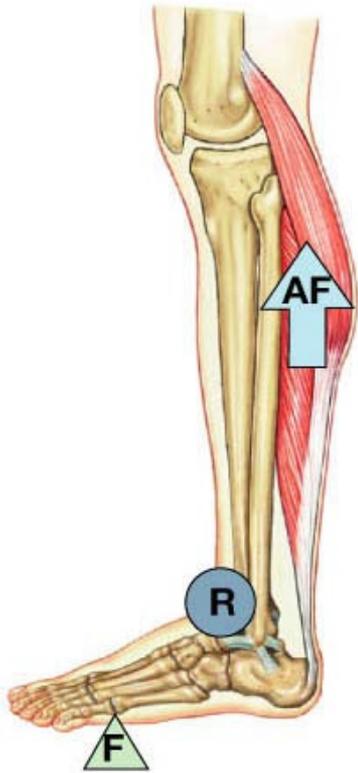


FULCRO = ARTICOLAZIONE del GOMITO

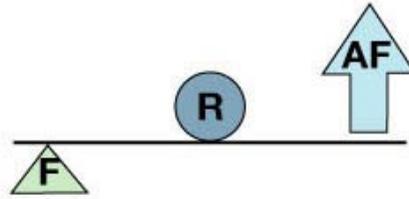
RESISTENZA = PESO dell'AVAMBRACCIO e della eventuale massa sostenuta dalla mano

FORZA = Forza esercitata dal **M. BICIPITE BRACHIALE**

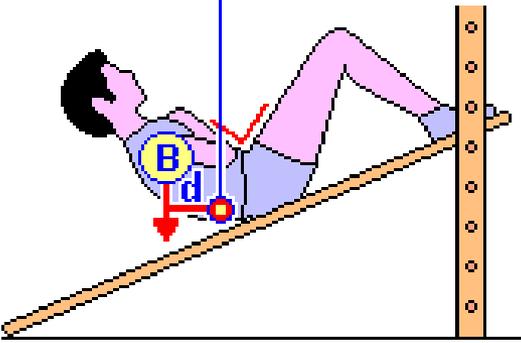
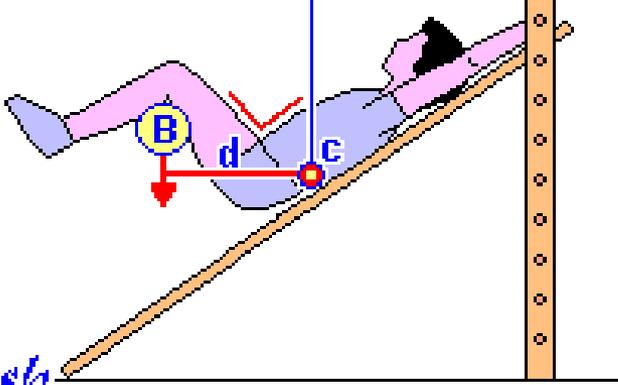
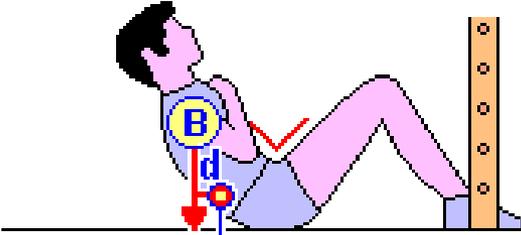
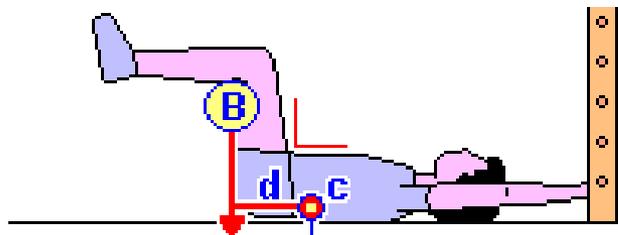




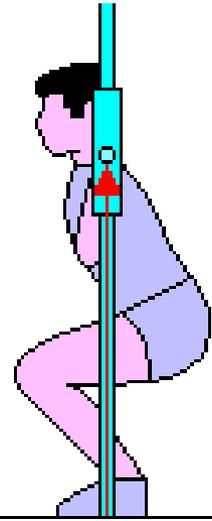
(b) Second-class lever



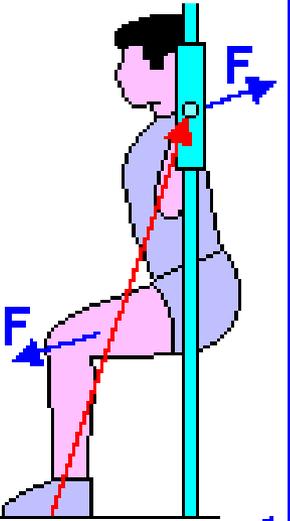
Movement completed

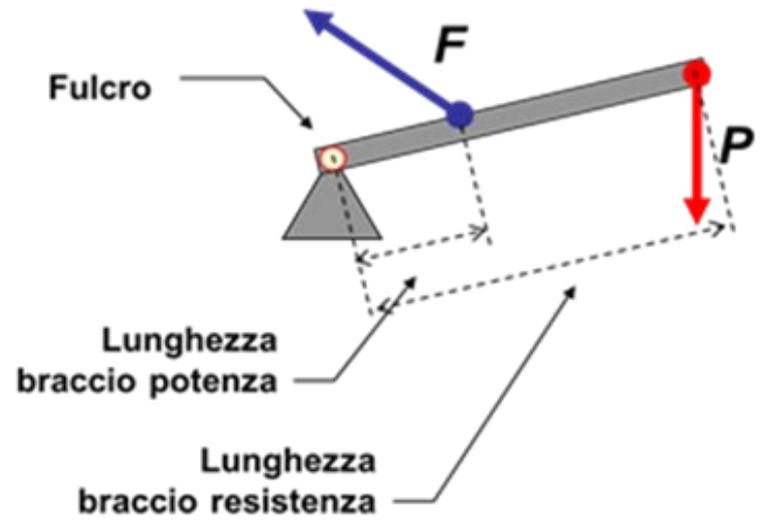
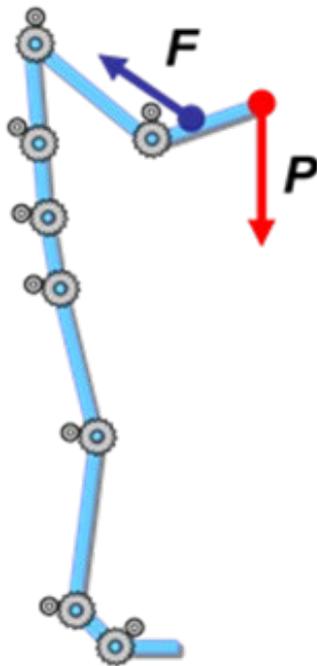
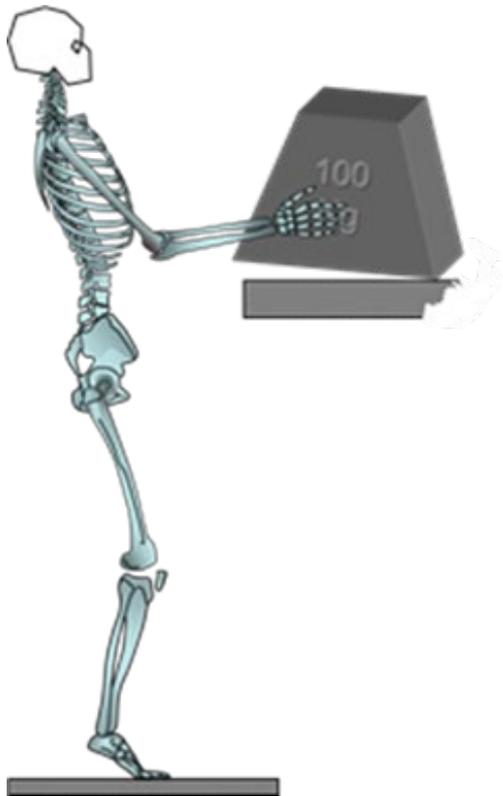


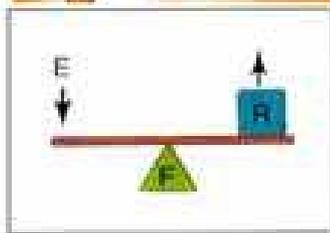
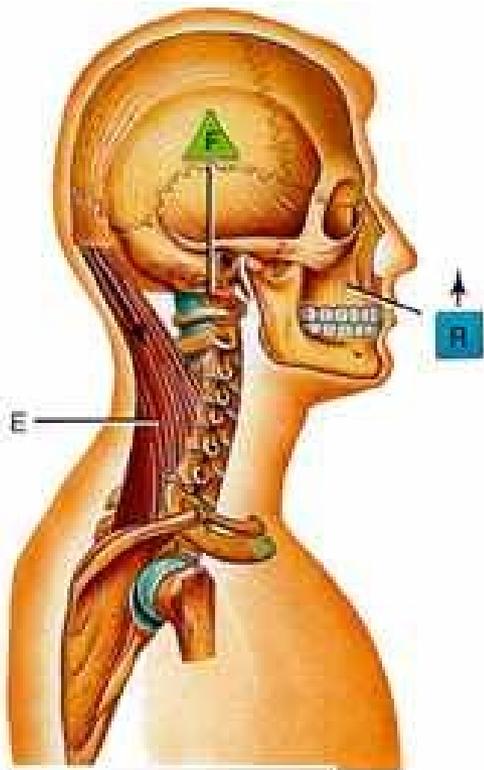
Posizione corretta



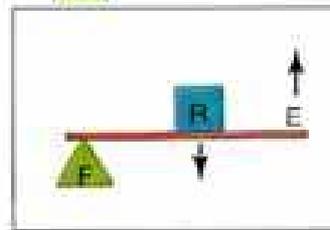
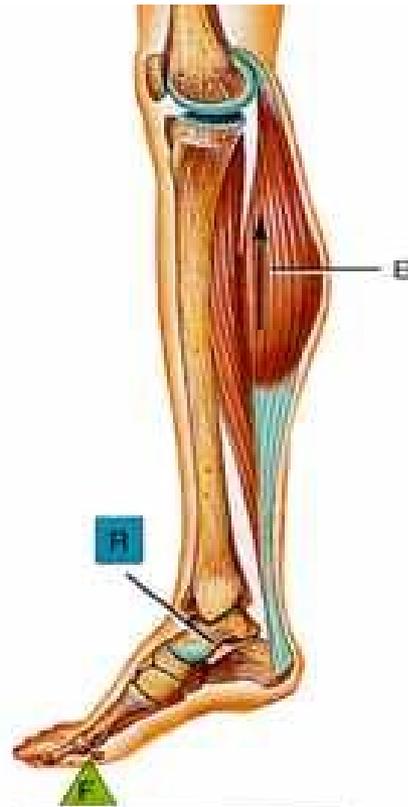
Posizione non corretta



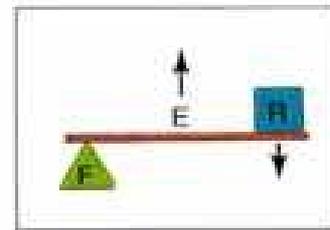
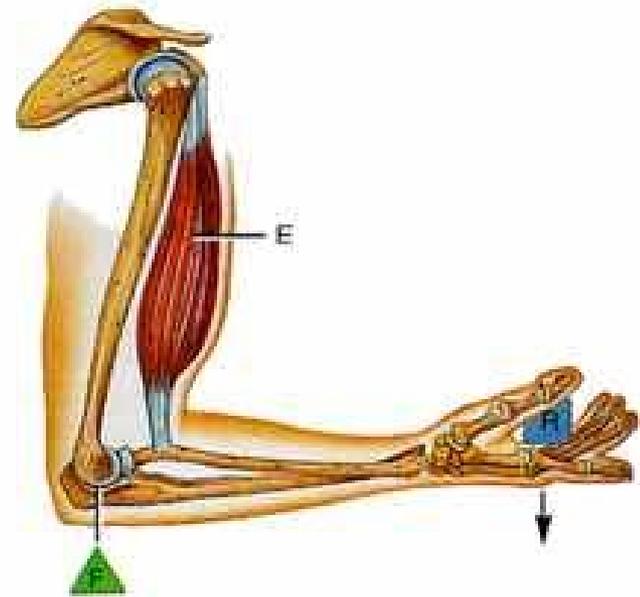




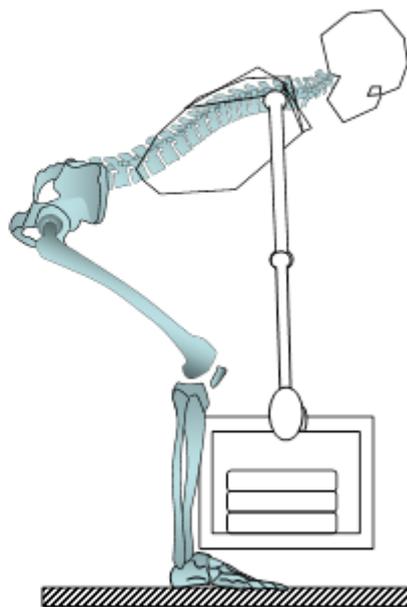
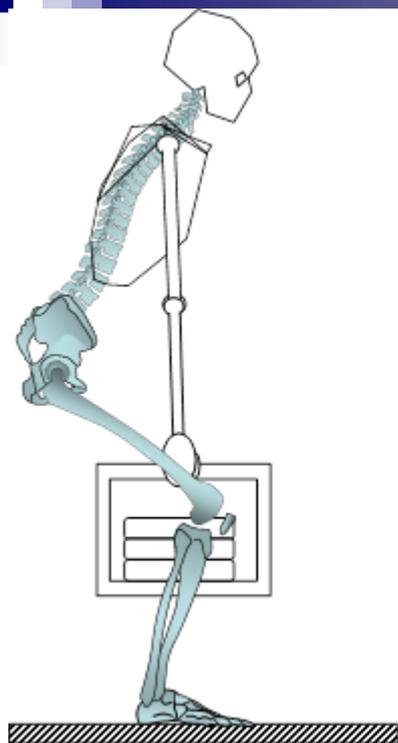
(a) First-class lever



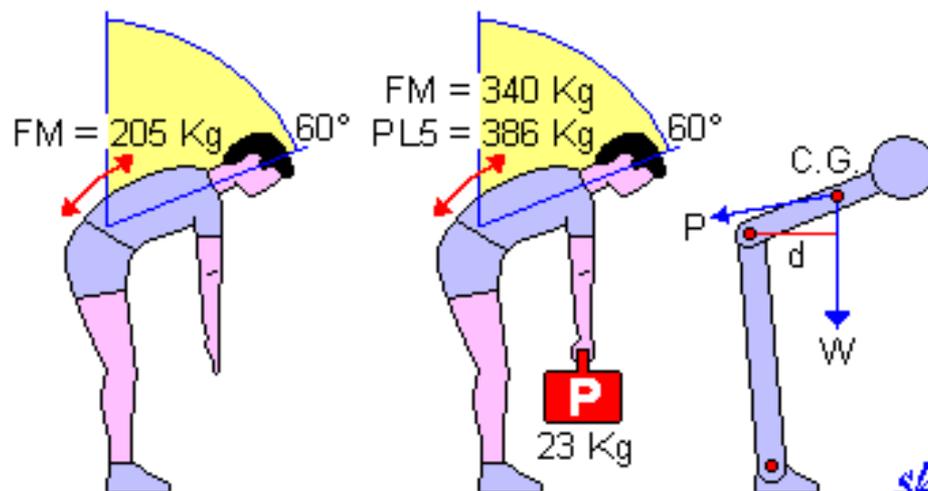
(b) Second-class lever

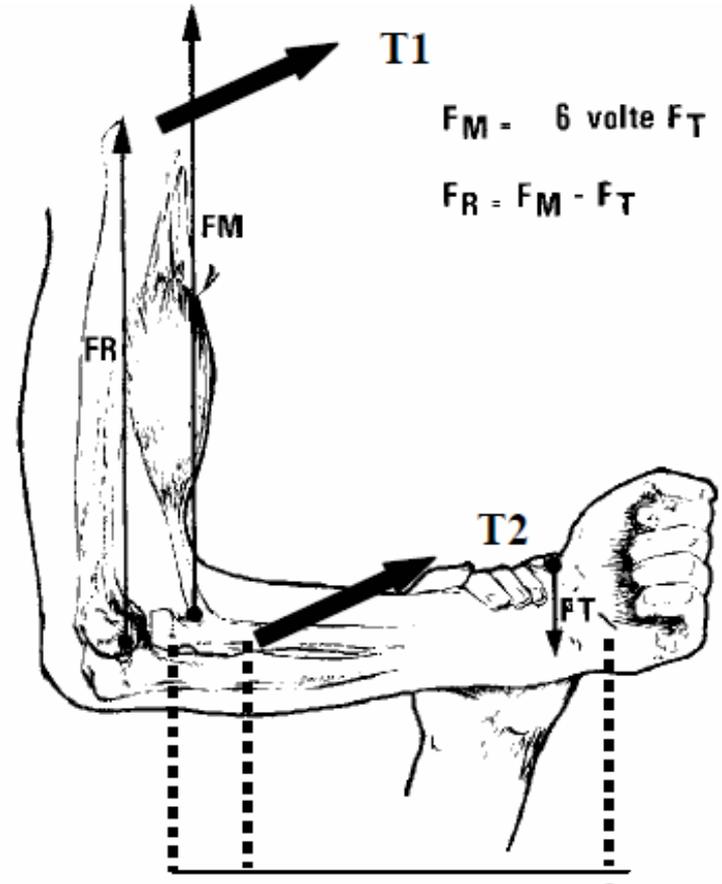
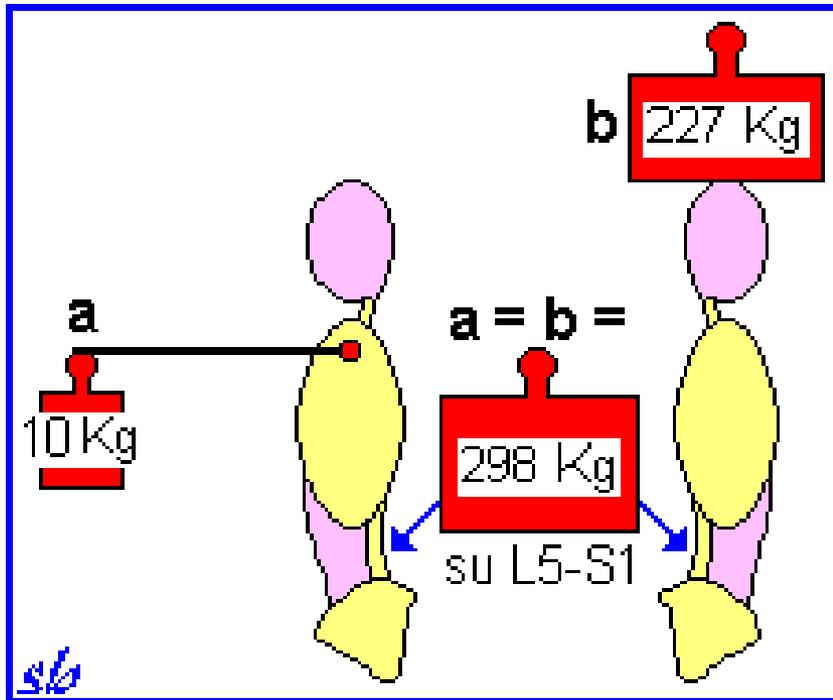


(c) Third-class lever



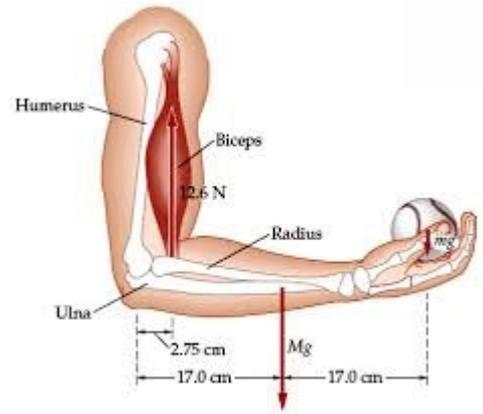
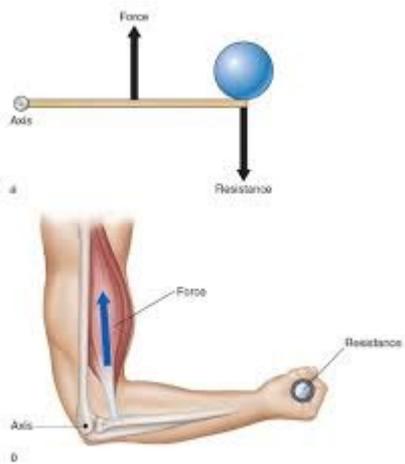
C.G. = centro di gravità
 W = peso totale della testa, braccia e tronco
 P = tensione dei muscoli estensori della colonna vertebrale

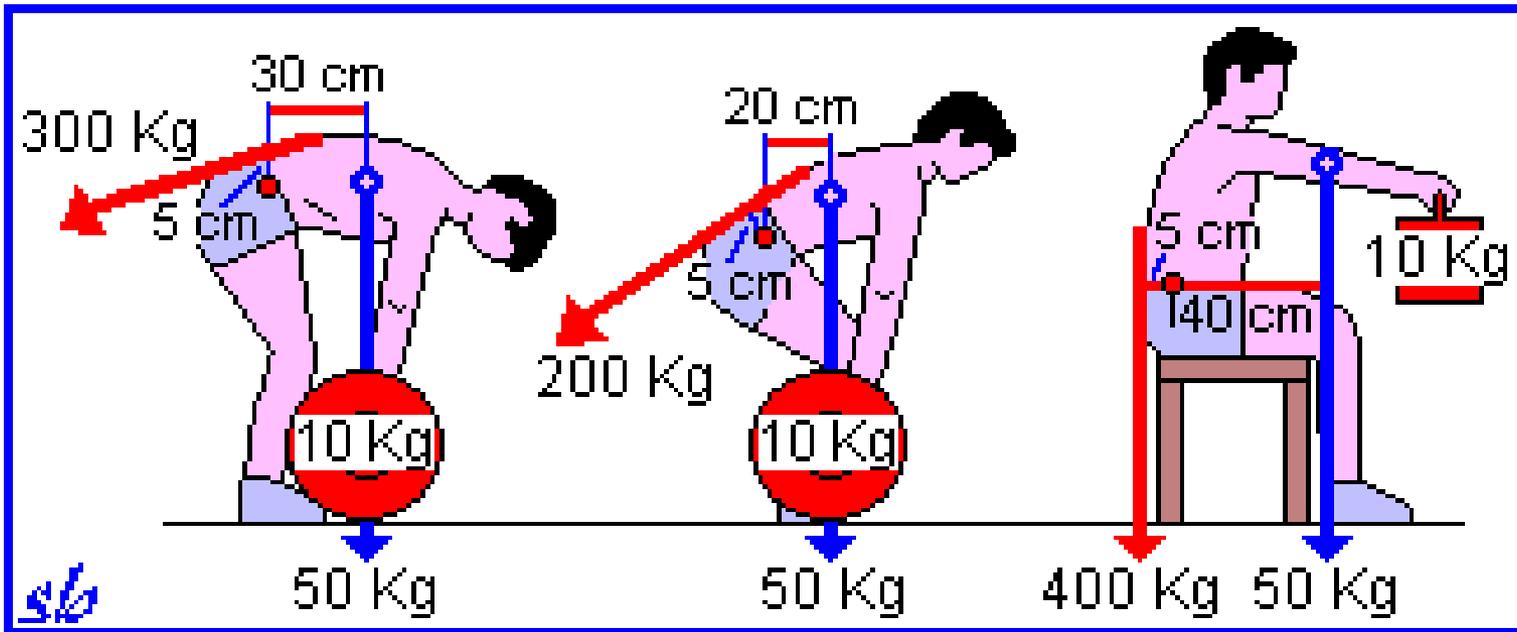




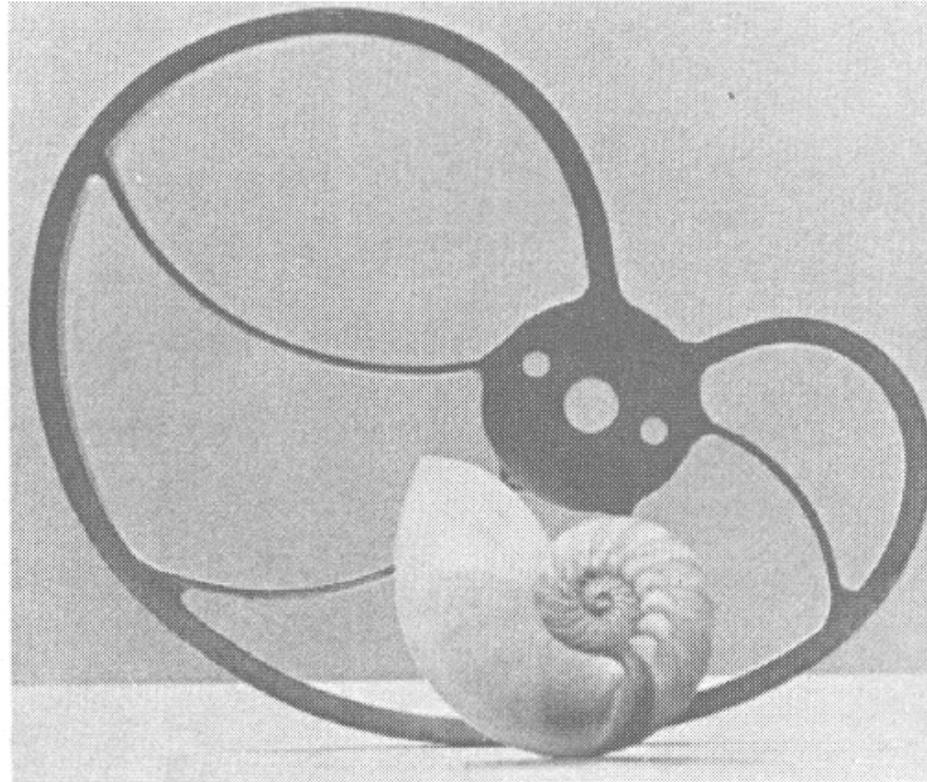
$$F_M = 6 \text{ volte } F_T$$

$$F_R = F_M - F_T$$



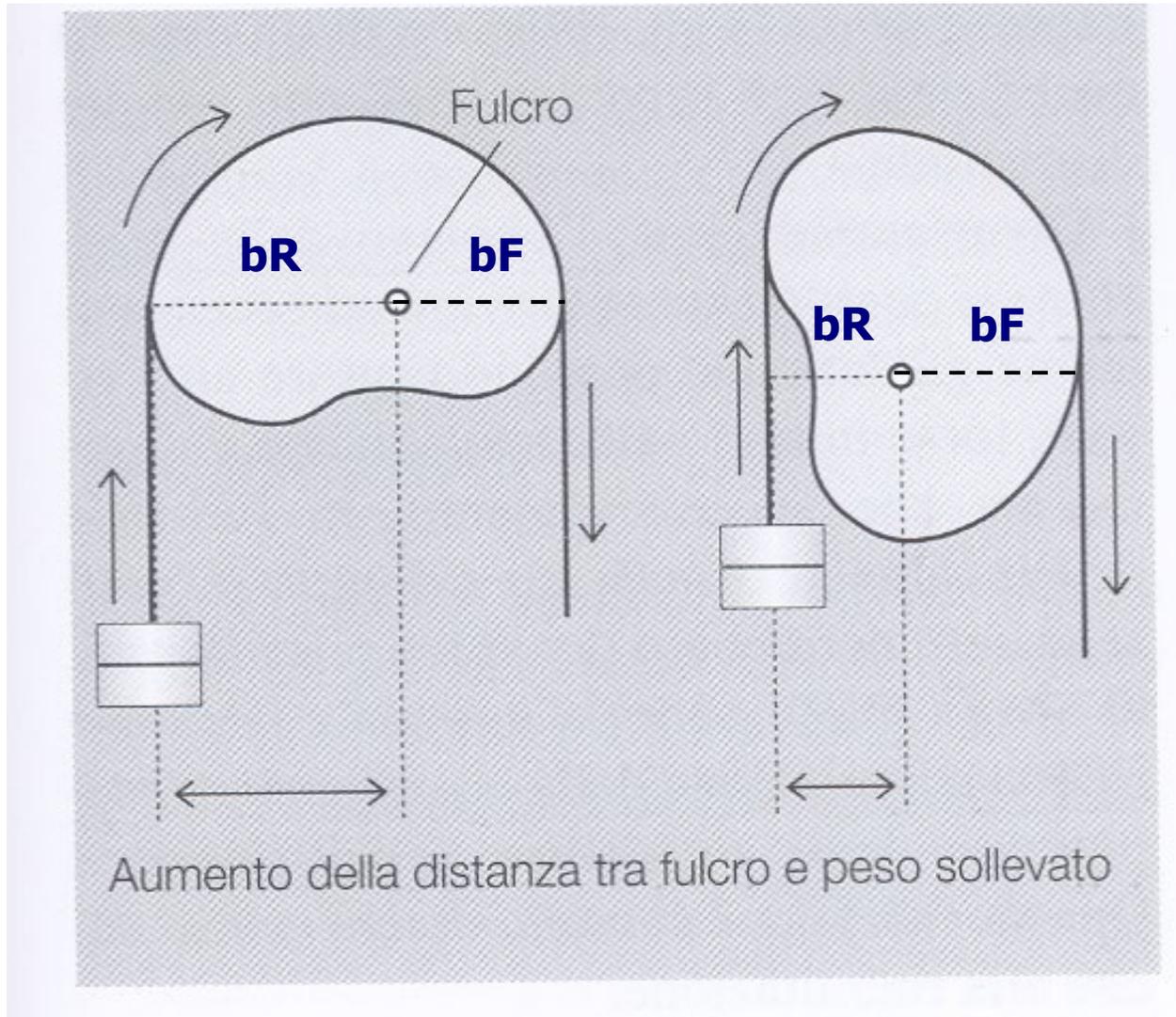


Macchine a resistenza variabile

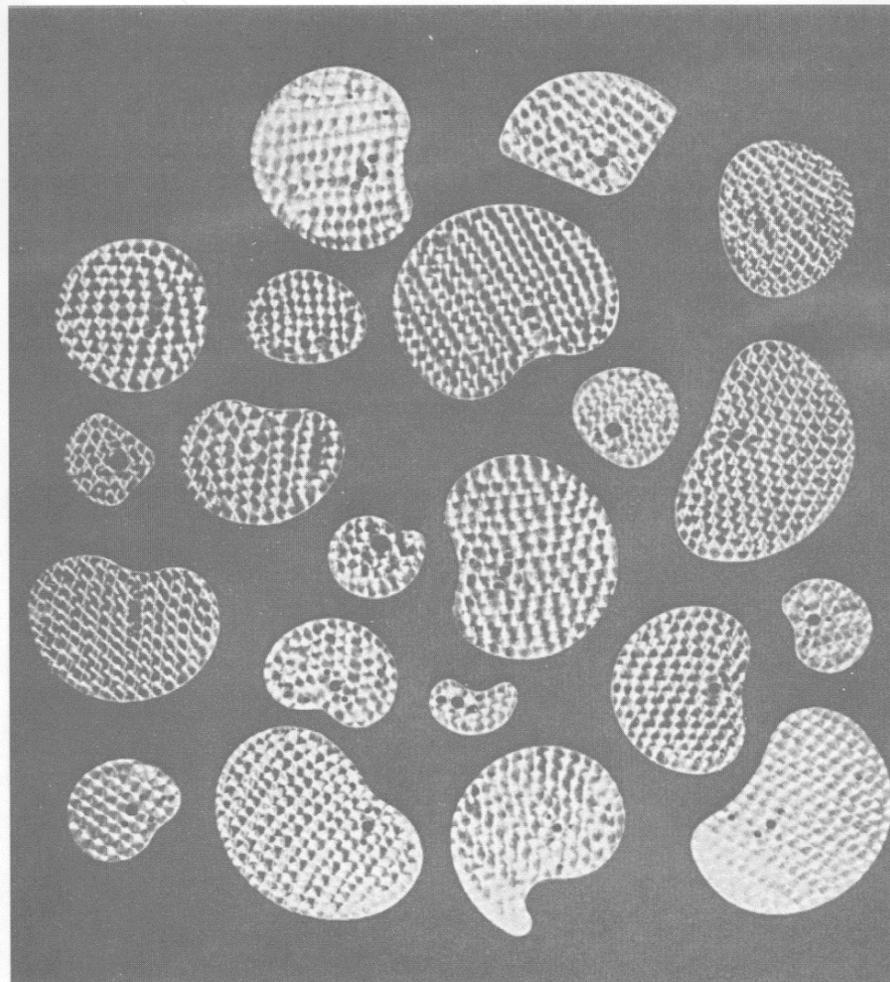


Le originali camme a spirale di Jones ricordavano la conchiglia di un nautilo, suddivisa in camere; da qui prendono il nome i nuovi attrezzi Nautilus.

Macchine a resistenza variabile



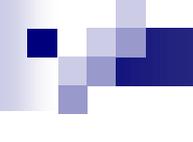
Macchine a resistenza variabile



L'immagine mostra una dozzina di camme Nautilus di varie forme e dimensioni. Ogni gruppo muscolare del vostro corpo possiede una forza rappresentabile con una potenziale curva della forza diversa da quella degli altri. In questo modo le camme, costruite secondo principi scientifici, vengono incorporate nelle specifiche macchine Nautilus per compensare queste differenze.

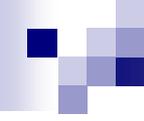
Macchine a resistenza variabile





MOVIMENTO ISOCINETICO

UN MOVIMENTO ISOCINETICO
PERMETTE DI ESEGUIRE UN
LAVORO MUSCOLARE A
VELOCITÀ COSTANTE



**UN MOVIMENTO ISOCINETICO
NON ESISTE IN NATURA E
PUÒ ESSERE RIPRODOTTO
SOLO CON PARTICOLARI
APPARECCHIATURE**



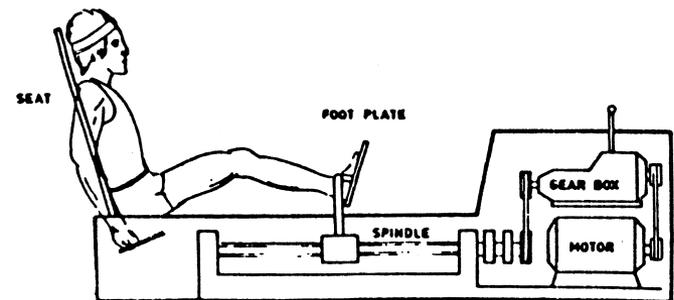
ANALISI DI UN MOVIMENTO ISOCINETICO

Un movimento eseguito su una macchina isocinetica, a differenza di quando avviene in una attivazione muscolare naturale, il muscolo non può assolutamente creare

buona riproducibilità

- movimento innaturale indotto da strumentazione
- assenza di ciclo stiramento accorciamento

Un movimento isocinetico è caratterizzato da una velocità angolare costante



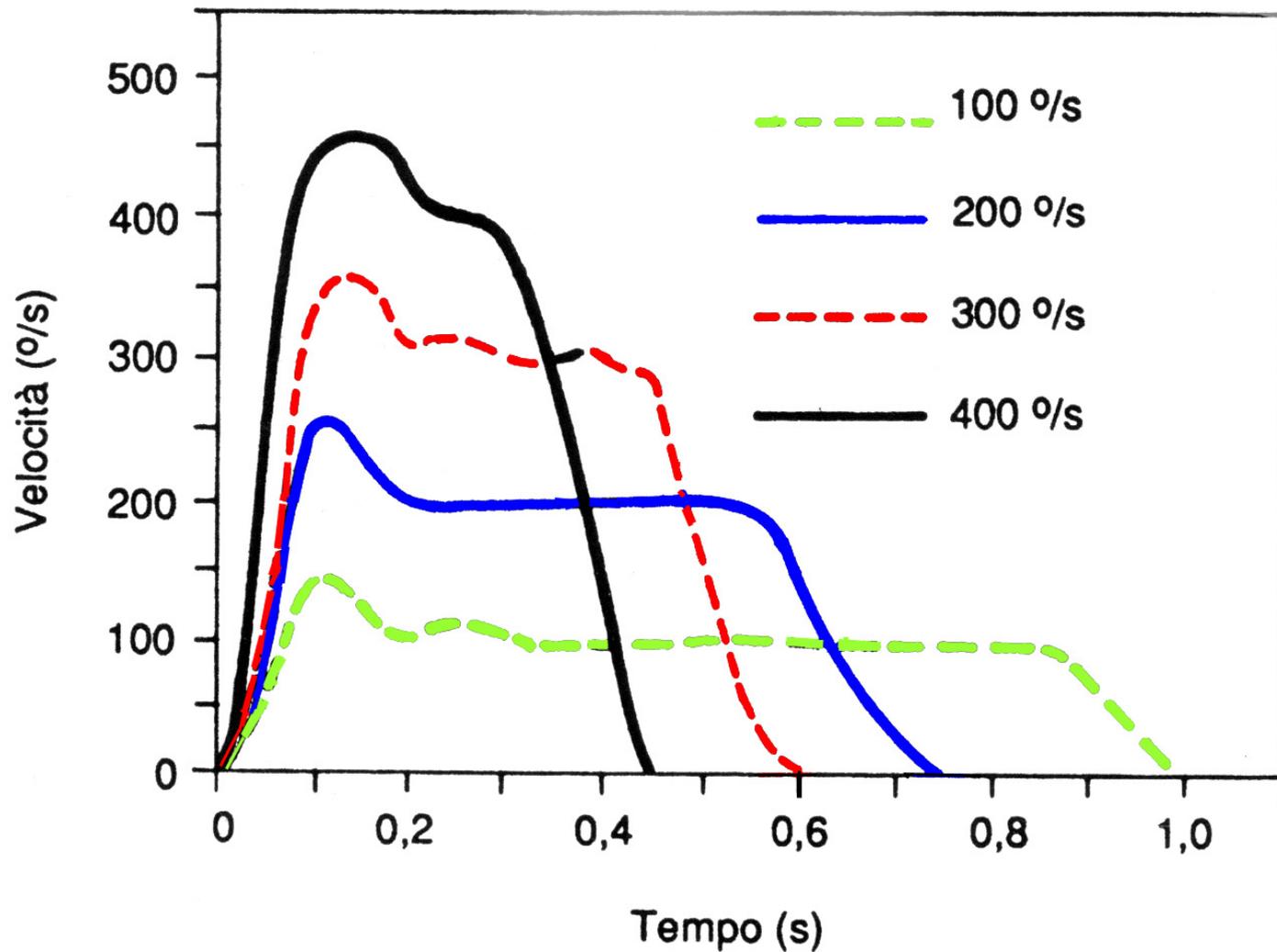


Fig. 1 - Velocità angolare della gamba durante estensione del ginocchio eseguita su dinamometro isocinetico a diverse velocità angolari. 100°-400°/s (da: Ostering, 1986,1).

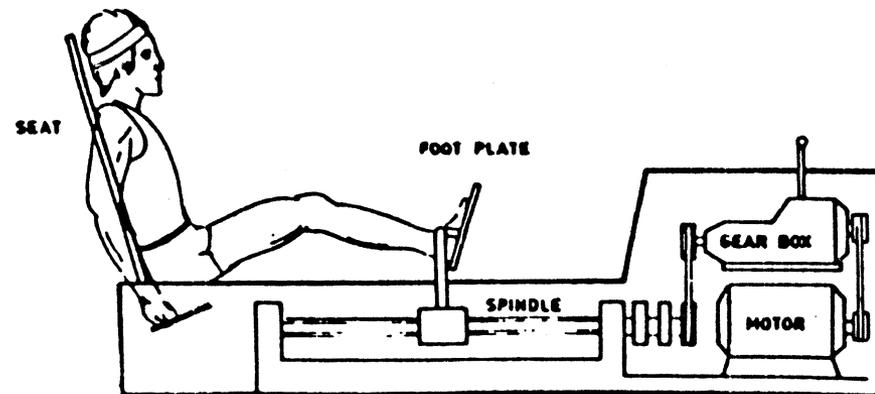
VALUTAZIONE FUNZIONALE NEUROMUSCOLARE

Valutazione Isocinetica

movimento che avviene a velocità angolare costante, effettuato alla massima intensità su apparecchiatura complessa

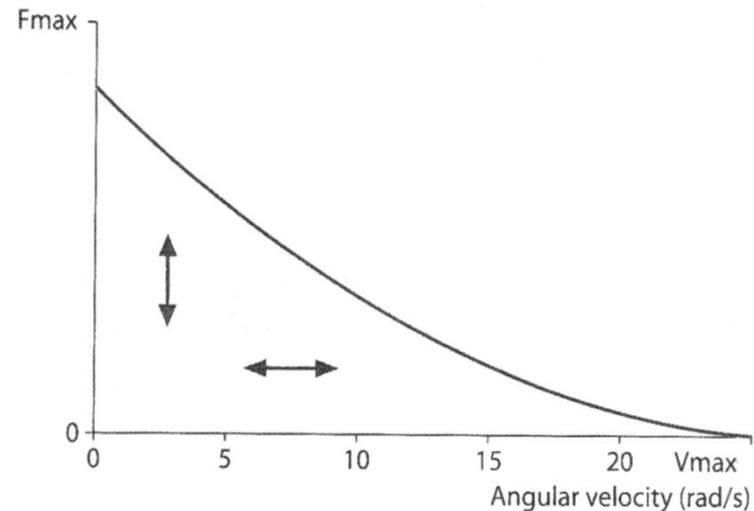
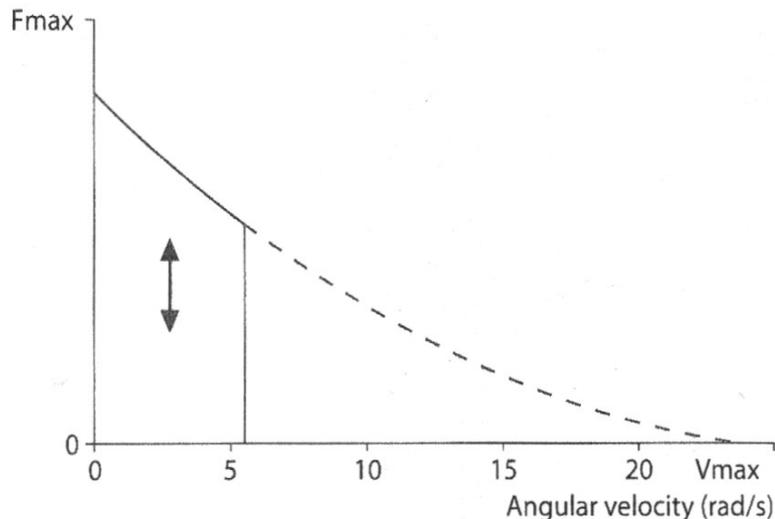
buona riproducibilità

- movimento innaturale indotto da strumentazione
- assenza di ciclo stiramento accorciamento



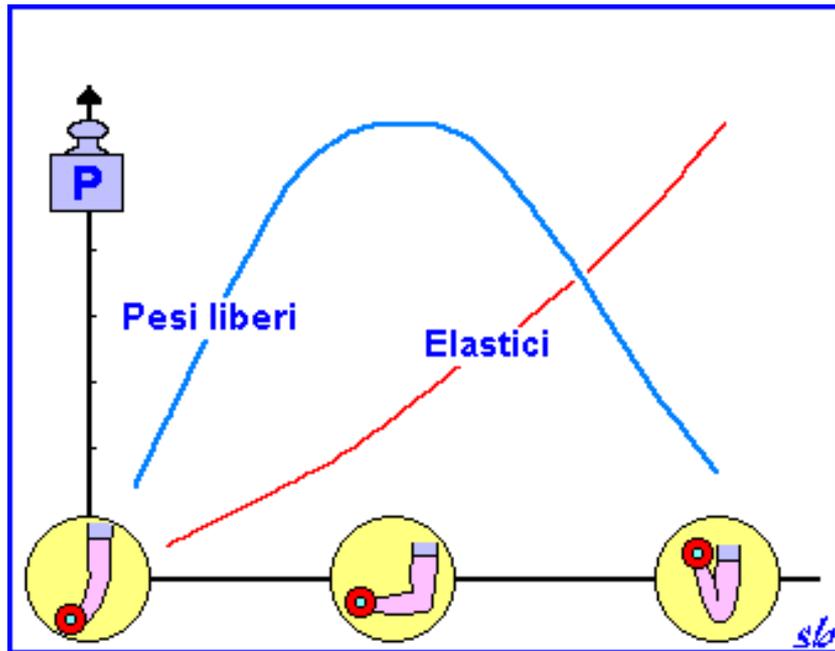
Valutazione Isocinetica

Le macchine isocinetiche non vanno oltre i 5-6 rad/s di velocità e quindi una valutazione neuromuscolare eseguita con questo metodo non fornisce indicazioni su tutto il range di velocità che il sistema neuromuscolare è in grado di sviluppare. Pertanto se si tiene in considerazione che la velocità di gran parte dei movimenti sportivi (calciare, correre, saltare, lanciare ecc) raggiunge i 12-14 rad/s è chiaro che le informazioni che scaturiscono da una valutazione isocinetica non consentiranno informazioni sufficientemente attendibili sulle potenzialità del sistema neuromuscolare, sul suo condizionamento e soprattutto sul recupero dello stesso dopo infortunio. Inoltre, il movimento a velocità costante non stimola i propriocettori in grado di registrare le variazioni di velocità (Corpuscoli del Pacini) che rimangono silenti quando l'articolazione ruota a velocità costante (Freeman et al., 1967) alterando la completa regolazione della stiffness muscolare (Bosco C., 1999).



MOVIMENTO AUXOTONICO

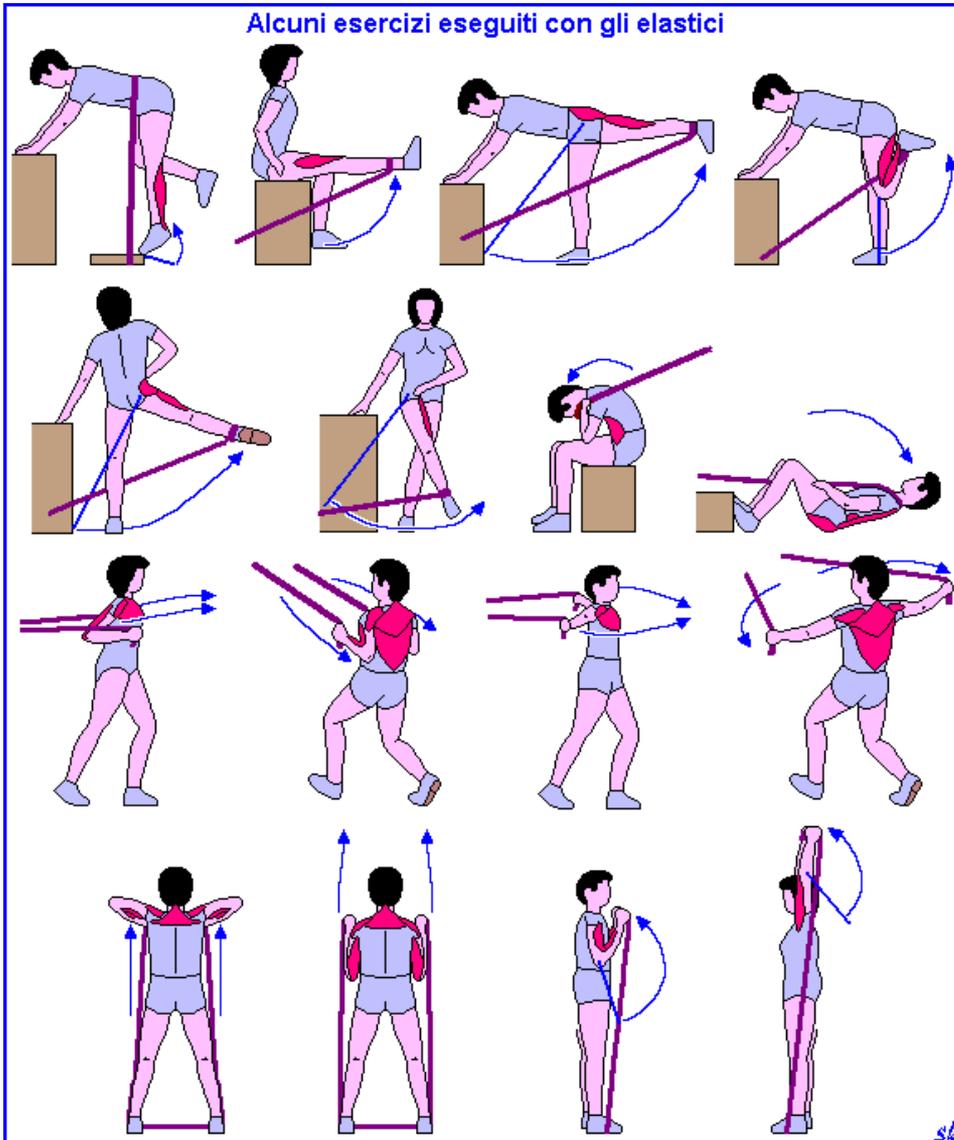
Un movimento auxotonico (movimento contro resistenza elastica) prevede un aumento del carico durante lo spostamento con conseguente aumento della tensione muscolare alla fine del movimento.



Pertanto i movimenti auxotonici utilizzano patterns di attivazione neuromuscolare diametralmente opposti a quelli utilizzati nei movimenti naturali dove la massima espressione di forza si osserva nelle prime fasi del movimento e non alla fine. Per tale motivo l'utilizzo di esercizi con elastico è assolutamente sconsigliata per i muscoli dinamici.

MOVIMENTI AUXOTONICI

Alcuni esercizi eseguiti con gli elastici



Esercizi con elastici possono essere utilizzati per muscoli stabilizzatori delle articolazioni degli arti (cuffia muscoli rotatori della spalla, pronatori e supinatori della caviglia) o per attività di fitness generale. Sono assolutamente da sconsigliare come mezzo di condizionamento neuromuscolare per gli atleti impegnati nelle attività agonistiche perché i patterns di attivazione neuromuscolare sono aspecifici per non dire opposti a quelli effettuati nelle discipline sportive eseguite in ambiente gravitazionale. Tra gli esercizi da vietare agli atleti vanno inseriti anche esercizi di sprint di salto e di spostamento in genere eseguiti contro resistenze elastiche (Annino, 2007).