



Trasferimento e Specificità
nell'Allenamento della
Forza:

Un Approccio Basato sui
Sistemi Dinamici
Complessi



Prof. Rodolfo Vastola

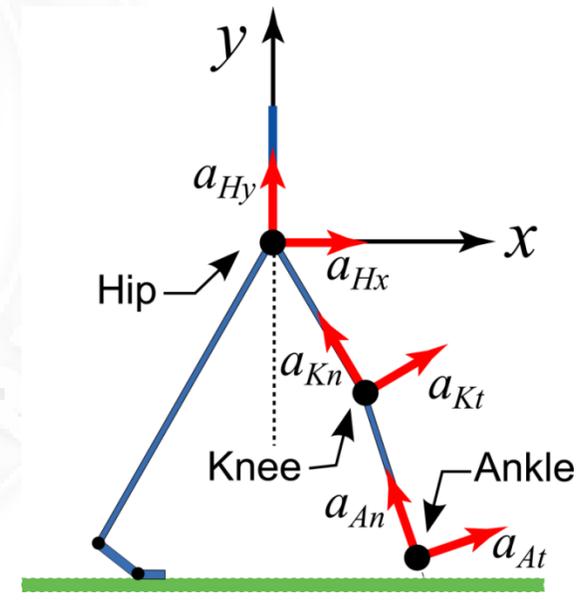
Napoli, 11/04/2020

I modelli proposti sono il risultato di una visione riduzionista del processo di allenamento e quindi il valore predittivo e l'efficienza può risultare minimo.

Le forme organizzative proposte richiedono tutte *variazioni* nel processo di allenamento ritenendola una modalità più efficiente. Ma non è chiaro perché tali *variazioni* funzionano meglio in modello rispetto a un altro.

Per questa ragione l'adattamento dovuto all'allenamento rimane un evento incidentale e imprevedibile, e quindi ciò risulta essere la parte più vulnerabile della teoria dell'allenamento.

Il tutto dipende in gran parte dal non tenere conto dei NOISE e soprattutto che l'uomo è un sistema COMPLESSO.



WILLIAM J. KRAEMER
STEVEN J. FLECK
MICHAEL R. DESCHENES

FISIOLOGIA DELL'ESERCIZIO FISICO

INTEGRARE
GLI ASPETTI
TEORICI CON
L'APPLICAZIONE
PRATICA




CALZETTI
MARIUCCI
e d i t o r i

Come nel caso di tutte le fonti energetiche, un aumento degli enzimi associati a quella via energetica, o un aumento del substrato disponibile potrebbe potenzialmente aumentare la produzione o la ricostituzione di ATP. Nel fare questo, ci si può aspettare che migliori anche la prestazione in attività che si collegano strettamente a quella particolare via energetica. Adattamenti che potrebbero potenzialmente aumentare la prestazione in attività che si collegano strettamente al sistema ATP-CP comprendono cambiamenti dell'enzima creatinchinasi e del contenuto intramuscolare di ATP e CP a riposo.

ADATTAMENTI ENZIMATICI ALL'ATTIVITÀ FISICA DEL SISTEMA ATP-CP

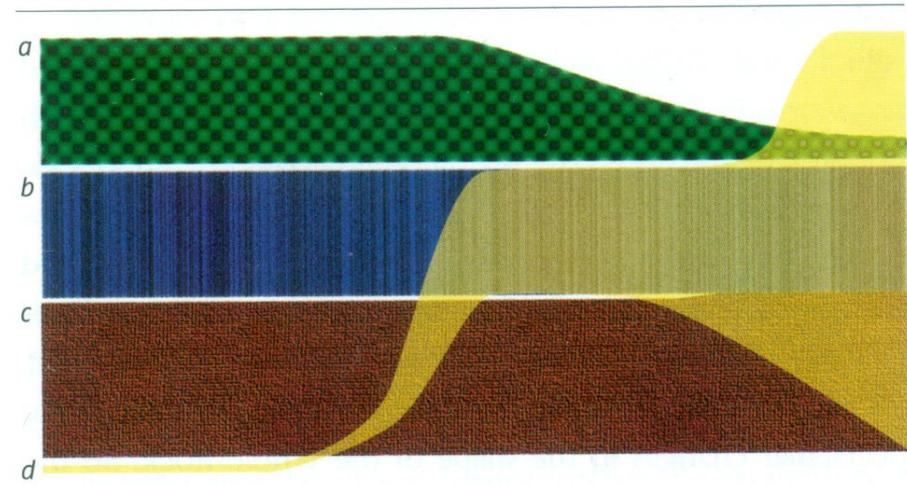
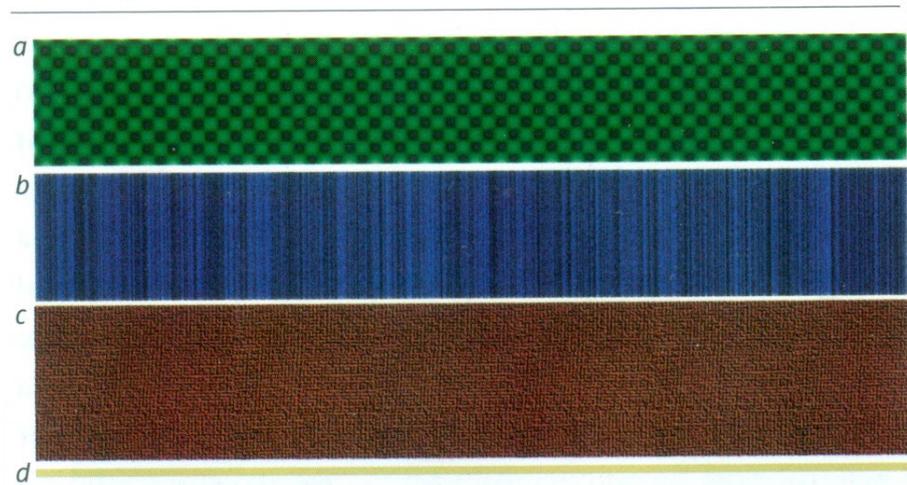
Aumenti dell'attività dei principali enzimi implicati nel sistema ATP-CP potrebbero determinare una rigenerazione più rapida dell'ATP, determinando un miglioramento della prestazione di attività ad alta potenza a breve durata. La creatinchinasi è il principale enzima implicato nella rigenerazione dell'ATP derivante dalla scissione di CP. Dopo l'allenamento con i pesi e l'allenamento con lo sprint sono stati osservati aumenti, riduzioni e anche nessun cambiamento nell'attività di questo enzima.^{5,11,17,22} Anche se non sono stati descritti frequentemente cambiamenti, indotti dall'allenamento, dell'attività della creatinchinasi, alcuni studi hanno invece dimostrato aumenti significativi dell'attività di questo enzima; tra cui un aumento del 14% circa dopo un allenamento contro resistenza isocinetica⁵ e del 44% circa dopo allenamento al cicloergometro con sprint cosiddetti super massimali.¹⁷

ADATTAMENTI DELL'ATP E DELLA CP ALLO SFORZO FISICO

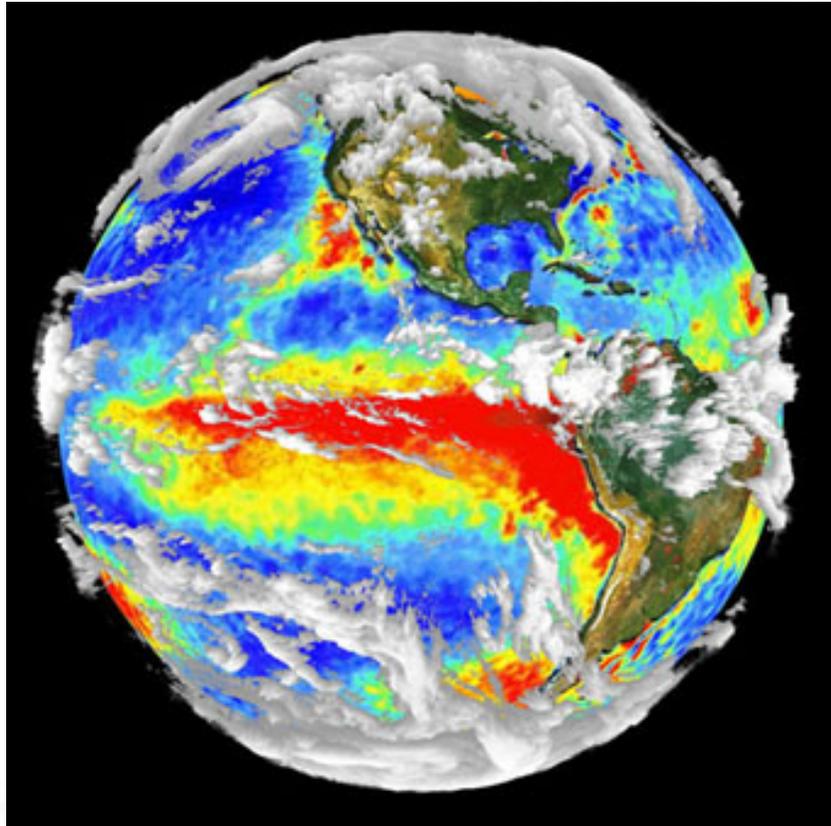
Aumenti delle concentrazioni di ATP e CP intramuscolari potrebbero aumentare la prestazione di attività ad alta intensità e a breve durata. L'allenamento con i pesi^{14,22} e l'allenamento

tipo sprint^{6,19} hanno determinato sia aumenti significativi che nessun cambiamento delle concentrazioni di ATP e CP intramuscolari. Al contrario, la ricerca ha dimostrato con certezza che l'allenamento di resistenza non ha nessun effetto significativo sulle concentrazioni di ATP e CP intramuscolari.^{1,12} Dopo 5 mesi di allenamento contro resistenza [che, come il Lettore accorto già sa, è cosa ben diversa dall'allenamento di resistenza, NdC], tuttavia, le concentrazioni intramuscolari a riposo di CP e ATP sono aumentate, rispettivamente, del 22% e del 18%, mentre la forza massima è aumentata del 28%.¹⁴ In un altro studio, è stato mostrato che, dopo 6 settimane di allenamento tipo sprint, le concentrazioni a riposo di questi fosfageni sono risultate invariate, anche se si sono verificati una diminuzione del tempo di sprint sui 40 m e un miglioramento della capacità di ripetere lo sprint (tempo totale per sei sprint da 40 m separati da 24 secondi) di circa il 2%.⁶ Questi risultati dimostrano che un aumento della prestazione nell'attività ad alta intensità e di breve durata può verificarsi con e senza un aumento significativo dell'ATP e della CP intramuscolari.

Che possa verificarsi un aumento della prestazione ad alta intensità e di breve durata, senza un significativo cambiamento dell'ATP e della CP intramuscolari a riposo, può dipendere dal fatto che si verifichi o meno una deplezione di questi fosfageni durante l'attività. Stime della deplezione di ATP durante singole prove di sprint della durata di 30 secondi e tra 10 e 12,5 secondi sono, rispettivamente, circa il 45% e tra il 14 e il 32% dei valori pre-esercizio.⁶ Stime della deplezione di CP dopo singole prove di sprint (tra 10 e 30 secondi) e dopo sprint ripetuti (30 secondi) indicano che la deplezione oscilla dal 20 al 60% dei valori pre-esercizio.⁴ Questo indica che la deplezione completa di ATP e CP non può verificarsi nelle attività ad alta intensità che durano 30 secondi o meno.



Sistemi complessi



Sistemi biologici complessi



Tabella 12.1 Record del mondo in alcune discipline dell'atletica leggera, dal primo cronometraggio elettronico a oggi, insieme alla differenza percentuale e alla variazione percentuale per anno

Distanza	Atleta	Luogo	Data	Tempo	Δ (%)	Δ (%) per anno
100 m	J. Hines (USA)	Città del Messico	14.10.1968	9" 95	3,718	0,0907
	U. Bolt (Giamaica)	Berlino	16.08.2009	9" 58		
200 m	J. Smith (USA)	Città del Messico	16.10.1968	19" 82	3,277	0,0787
	U. Bolt (Giamaica)	Berlino	20.08.2009	19" 19		
800 m	S. Coe (UK)	Oslo	05.06.1979	1' 42" 33	1,388	0,0420
	D. Rudisha (Kenia)	Londra	09.07.2012	1' 40" 91		
5.000 m	D. Quax (N. Zelanda)	Stoccolma	05.07.1977	13' 12" 87	4,480	0,166
	K. Bekele (Etiopia)	Hengelo (NL)	31.05.2004	12' 37" 35		
10.000 m	F. Mamede (Portogallo)	Stoccolma	02.07.1984	27' 13" 81	3,445	0,164
	K. Bekele (Etiopia)	Bruxelles	26.08.2005	26' 17" 53		



Il comprendere la maniera in cui avviene l'adattamento al carico di lavoro non è ancora molto chiaro in quanto sono poche le ricerche condotte in questo campo e le risposte possono essere differenti da soggetto a soggetto. Infine non è chiaro come possano influire i Noise nel processo di allenamento.

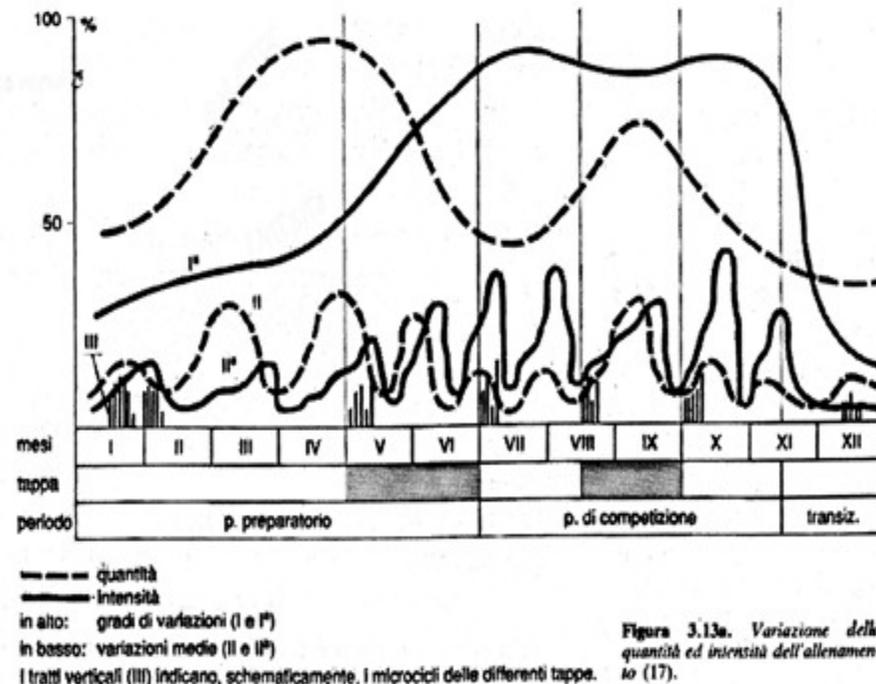
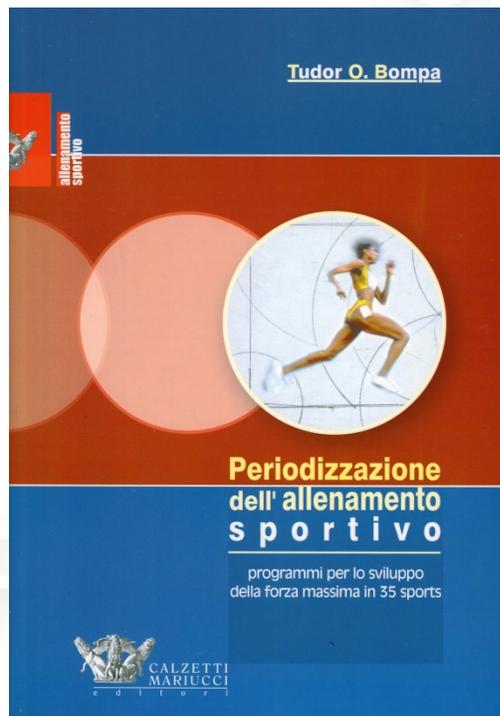
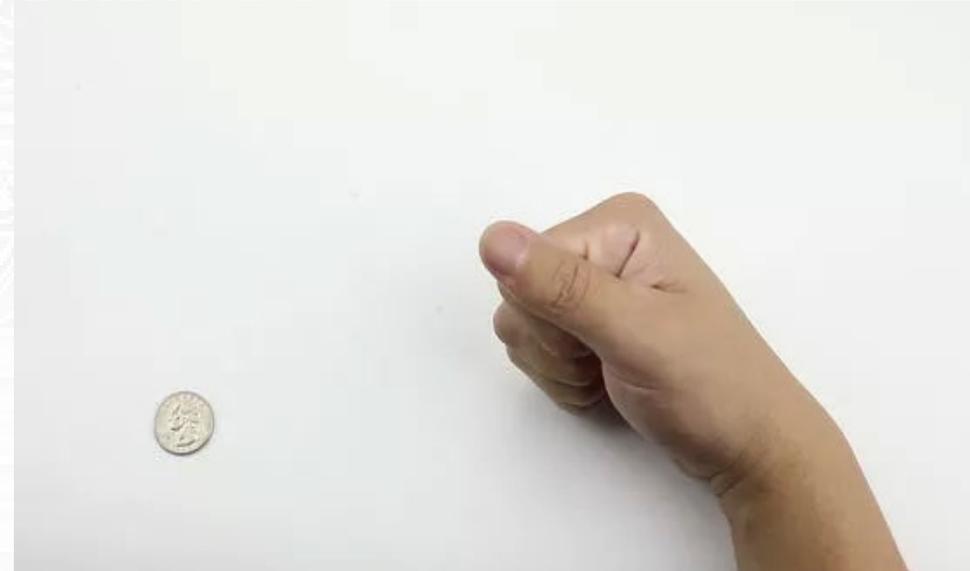


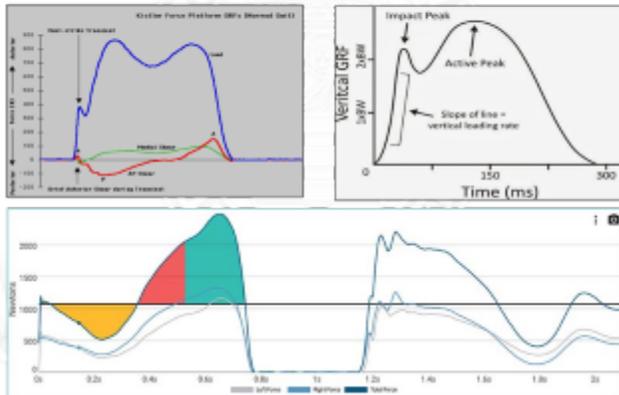
Figura 3.13a. Variazione della quantità ed intensità dell'allenamento (17).

La Forza è definita come la capacità del muscolo di generare tensione.....

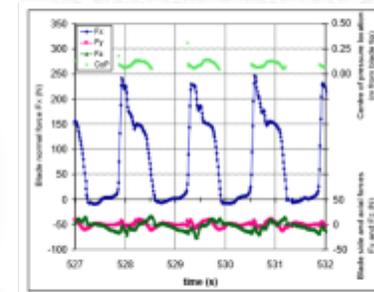
La Forza è la capacità del sistema neuromuscolare di vincere o opporsi a una resistenza esterna



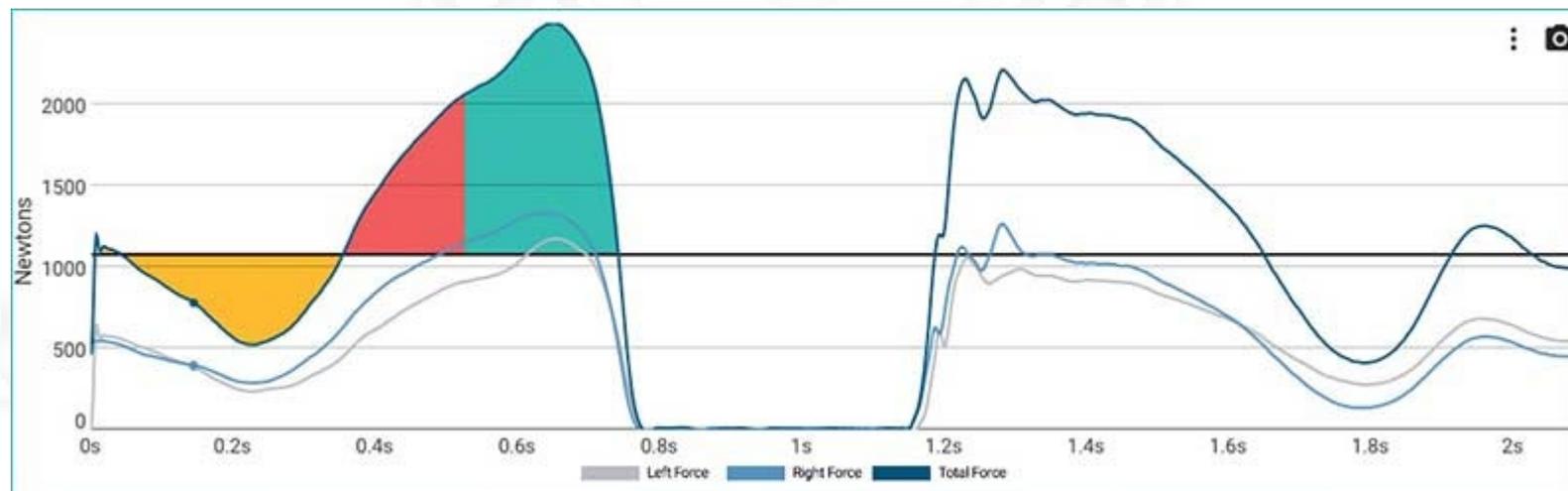
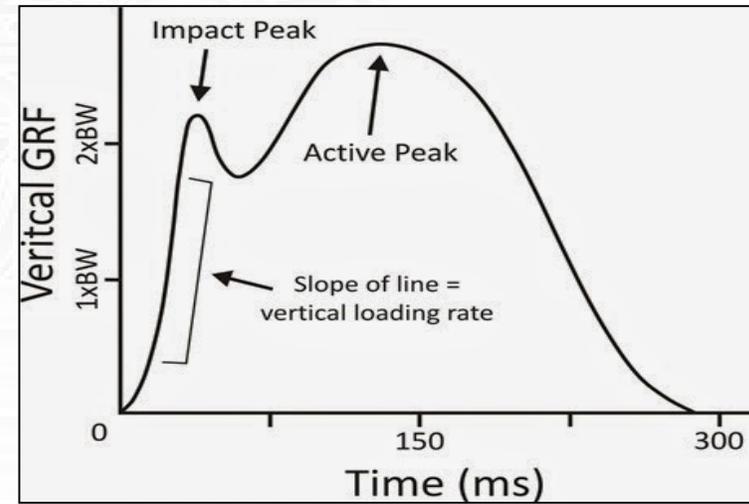
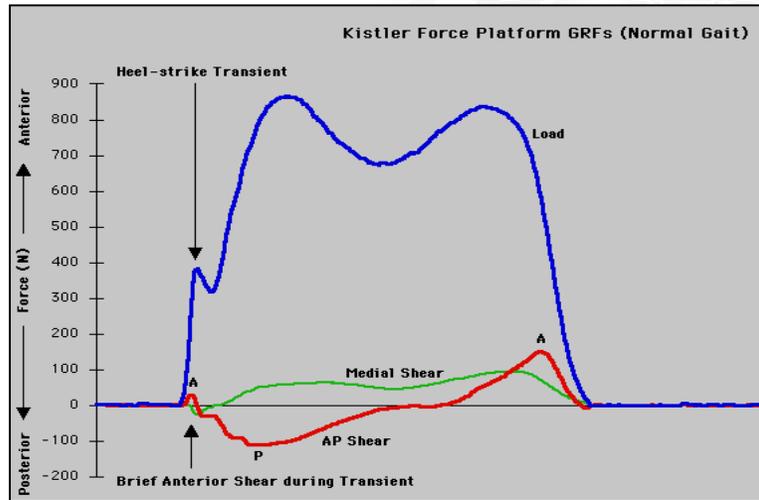
Il Problema dei Gradi di Libertà



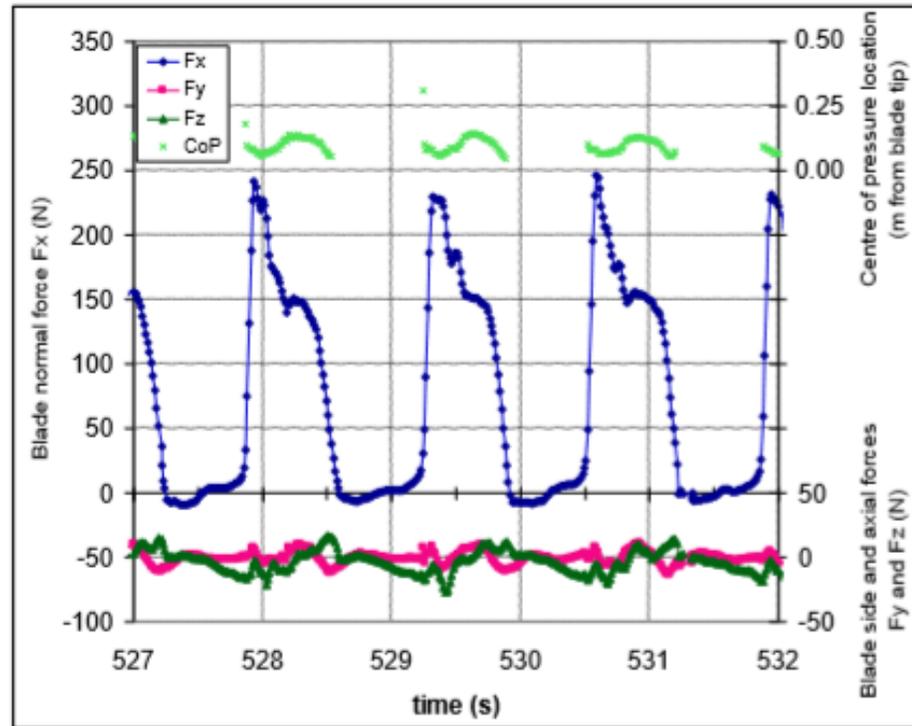
Il Problema dei Gradi di Libertà



Il Problema dei Gradi di Libertà

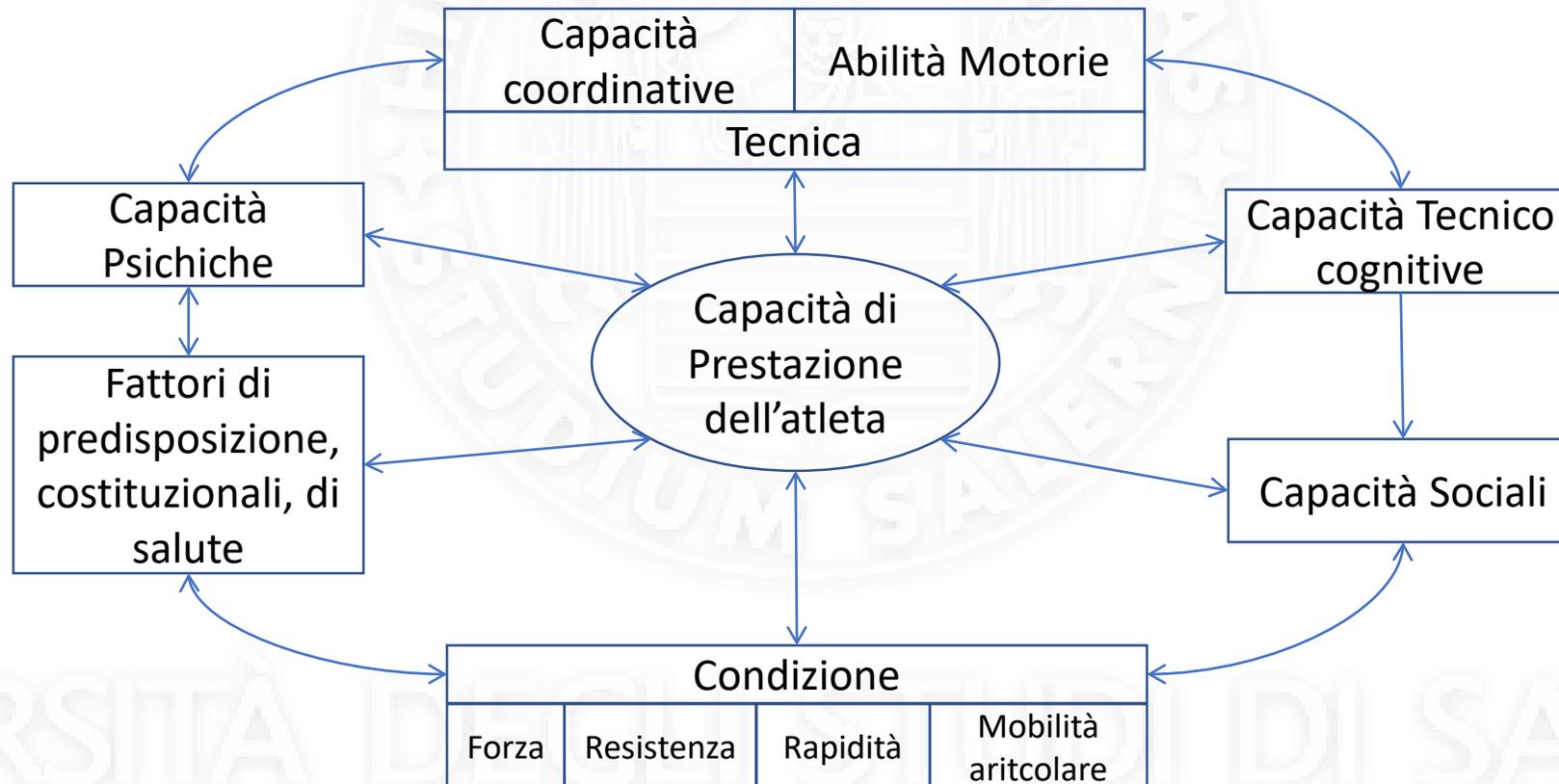


Il Problema dei Gradi di Libertà

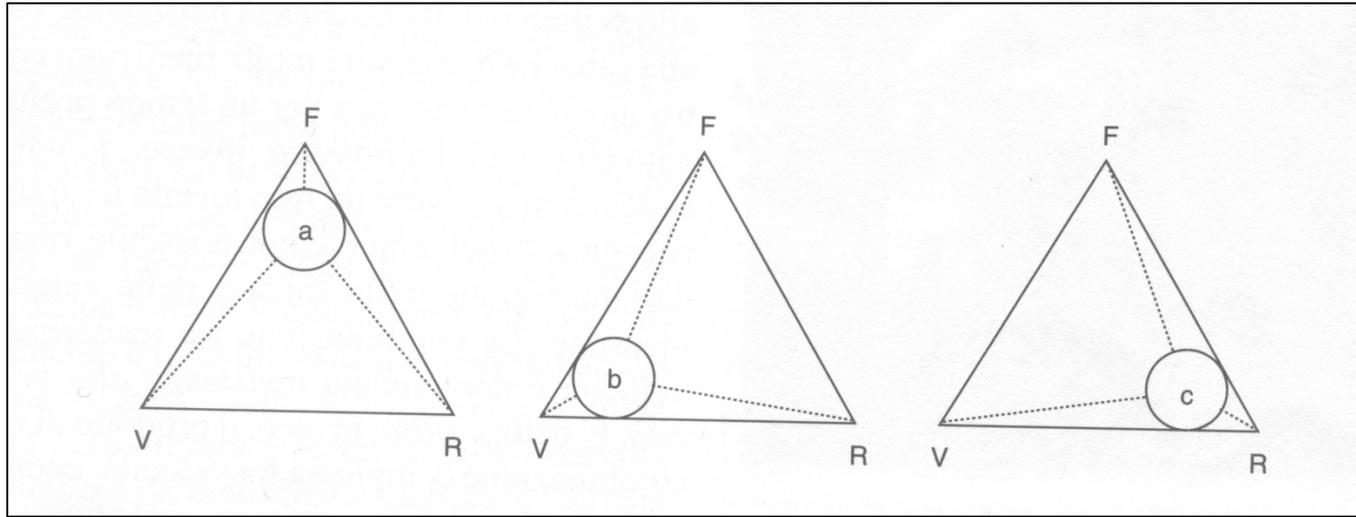


La capacità di prestazione sportiva

La capacità di prestazione sportiva rappresenta il grado di formazione di una determinata prestazione motorio sportiva che è determinata da una molteplicità di fattori specifici.



La Capacità di Prestazione può essere allenata solo globalmente.



Specificità e trasferimento nell'allenamento

Trasferimento: Il contributo che la pratica di un determinato modello di movimento dà al miglioramento di un altro modello di movimento è noto come trasferimento di allenamento.



Gli esercizi di forza raramente assomigliano esternamente al movimento atletico, e quindi anche il modo in cui gli esercizi contribuiscono alla competizione è abbastanza "invisibile".



ANALISI DEL MOVIMENTO

COMPONENTE VISIBILE

COMPONENTE INVISIBILE

Possiamo quindi determinare quali componenti sono abbastanza simili da consentire il **trasferimento**. La somiglianza di movimento tra i tipi di esercizio è nota come **specificità**. La specificità del tipo di esercizio è la principale garanzia per il **trasferimento** dell'allenamento al movimento atletico; e un approccio sistematico alla specificità negli esercizi è quindi cruciale per l'efficacia dell'allenamento specifico per lo sport.

Gli esercizi di forza per migliorare i movimenti sportivi sono quasi sempre esercizi di pratica parziale, in cui un piccolo numero di elementi del movimento sportivo viene allenato rispetto a caratteristiche isolate.

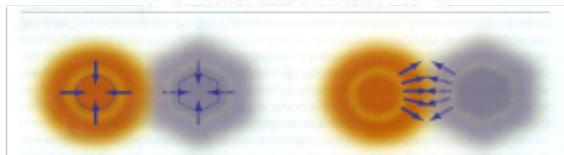


I collegamenti sensomotori (il modo in cui le informazioni sensoriali e motorie formano un insieme contestuale nel movimento) saranno diversi nell'esercizio di pratica parziale rispetto alla tecnica sportivo

La connessione che il corpo deve essere in grado di realizzare tra le numerose connessioni sensorie sono perciò essenziali per il funzionamento e la sopravvivenza dell'organismo.

Questo rende sensata l'idea di progettare un processo di apprendimento che non solo sviluppi le connessioni sensorie ma sia in grado di connetterle tra di loro.

L'inserire delle perturbazioni «NOISE» affini al core della tecnica realizzativa consente di esplorare e apprendere al meglio.



Un approccio riduzionista non ci consente di comprendere quali siano gli esercizi sono utili per migliorare una determinata azione sportiva.

In alcuni casi potrebbe esserci un trasferimento così scarso dagli esercizi di pratica parziale che il valore di investire tempo in esercizi basati esclusivamente su somiglianze nella struttura esterna del movimento deve essere messo in discussione.



Figure 1.9 Part practice (left) and whole practice (right) to improve trunk control when running.

Sistemi Dinamici e l'allenamento della stabilità

Gli effetti dell'autorganizzazione della coordinazione intermuscolare che avviene negli impatti ad alta intensità può essere un miglior punto di parte sia nell'allenamento della forza che in caso di rieducazione nel training delle transizioni di fase.

Bisogna allenare o rieducare i sistemi di controllo che sono alla base della gestione del movimento.

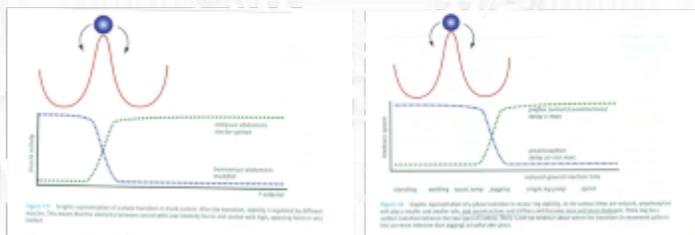
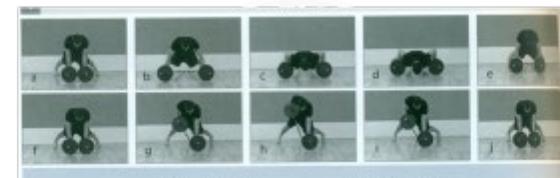
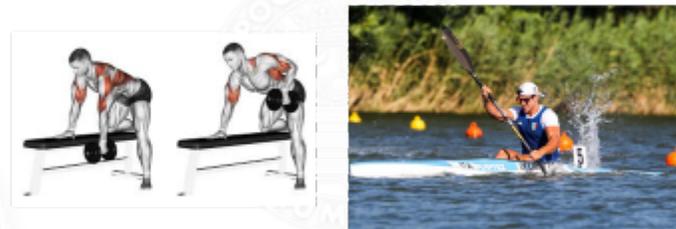


Figure 1.7 Single-peak model of a runner's foot strike. After the landing, stability is provided by the foot. The force is then applied to the ground and the runner moves forward and upward.

Figure 1.8 Single-peak model of a runner's foot strike. The force is then applied to the ground and the runner moves forward and upward. The force is then applied to the ground and the runner moves forward and upward.

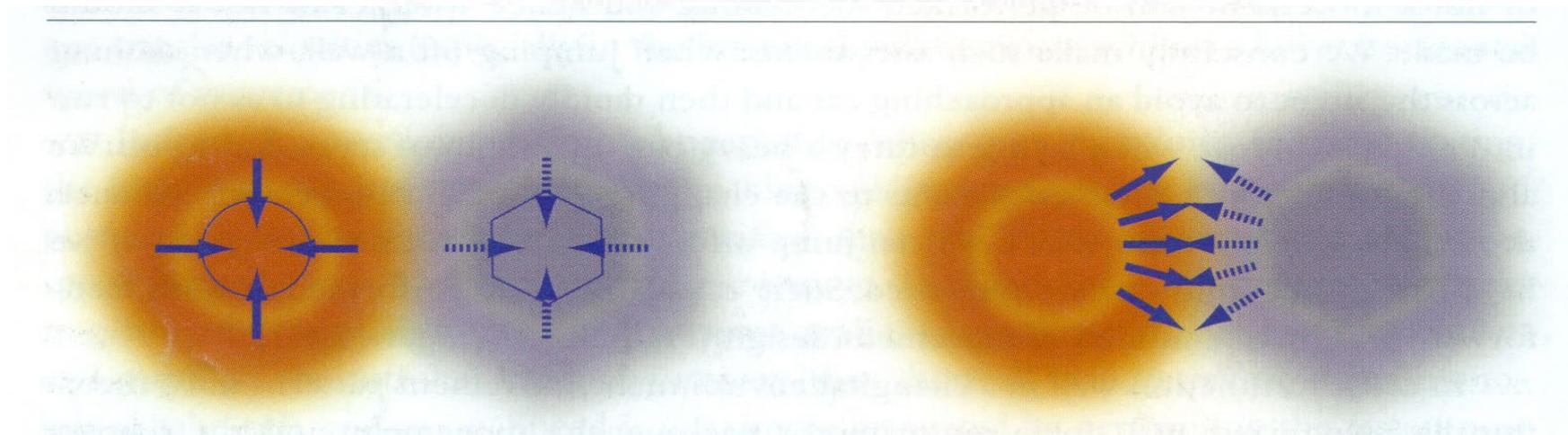
La pratica comune di scegliere esercizi di forza che si basano esclusivamente sulla somiglianza negli angoli articolari e nelle variazioni angolari non può essere detto che garantisca un adeguato trasferimento.



La connessione che il corpo deve essere in grado di realizzare tra le numerose connessioni sensomotorie sono perciò essenziali per il funzionamento e la sopravvivenza dell'organismo.

Questo rende sensata l'idea di progettare un processo di apprendimento che non solo sviluppi le connessioni sensomotorie ma sia in grado di connetterle tra di loro.

L'inserire delle perturbazioni «NOISE» affini al core della tecnica realizzativa consente di esplorarla e apprenderla al meglio.



Un approccio riduzionista non ci consente di comprendere quali siano gli esercizi sono utili per migliorare una determinata azione sportiva.

La pratica comune di scegliere esercizi di forza che si basano esclusivamente sulla somiglianza negli angoli articolari e nelle variazioni angolari non può garantire un adeguato trasferimento.



In alcuni casi potrebbe esserci un trasferimento così scarso dagli esercizi di pratica parziale che il valore di investire tempo in esercizi basati esclusivamente su somiglianze nella struttura esterna del movimento deve essere messo in discussione

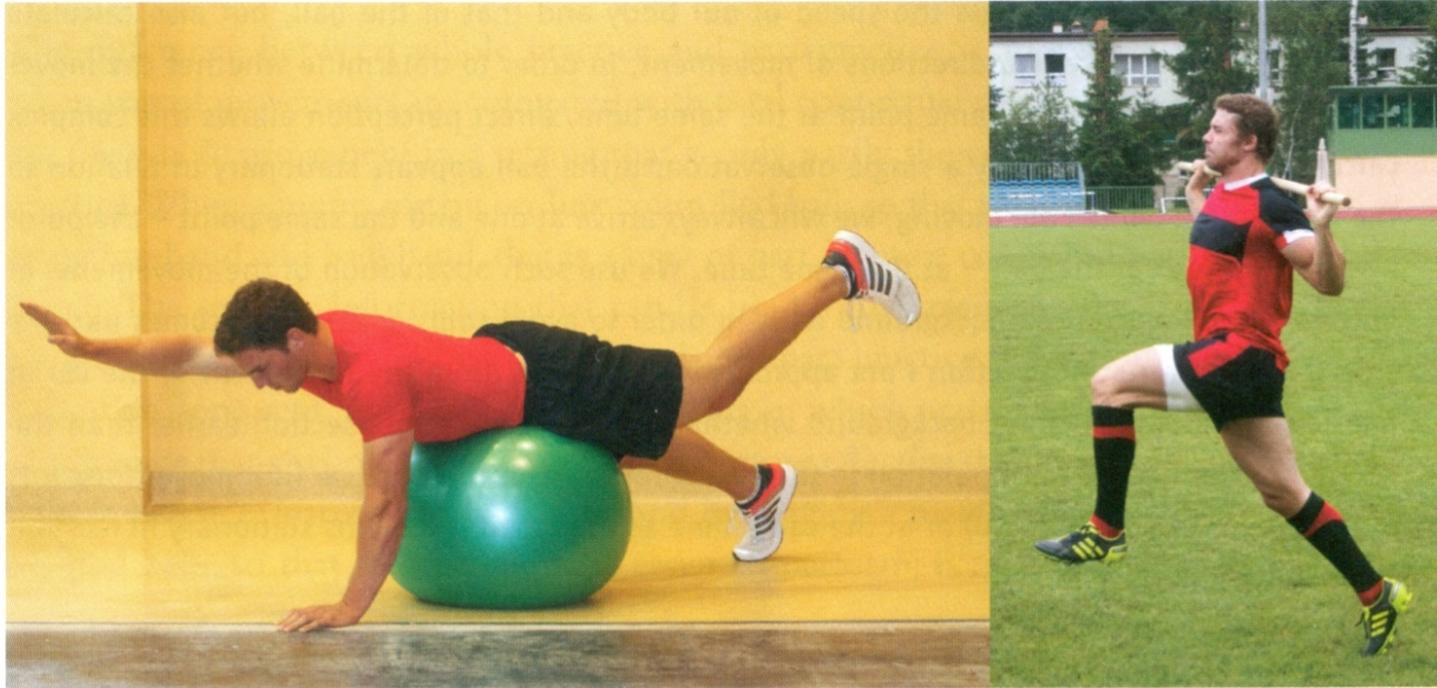


Figure 1.10 Part practice (left) and whole practice (right) to improve trunk control when running.

Sistemi Dinamici e l'allenamento della stabilità

Gli effetti dell'autorganizzazione della coordinazione intermuscolare che avviene negli impatti ad alta intensità può essere un miglior punto di parte sia nell'allenamento della forza che in caso di rieducazione nel training delle transizioni di fase.

Bisogna allenare o rieducare i sistemi di controllo che sono alla base della gestione del movimento.

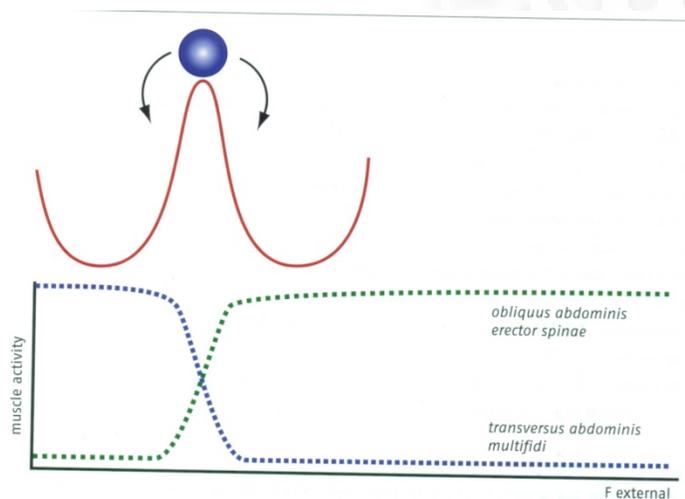


Figure 1.15 Graphic representation of a phase transition in trunk control. After the transition, stability is regulated by different muscles. This means that the similarity between control with low-intensity forces and control with high, opposing forces is very limited.

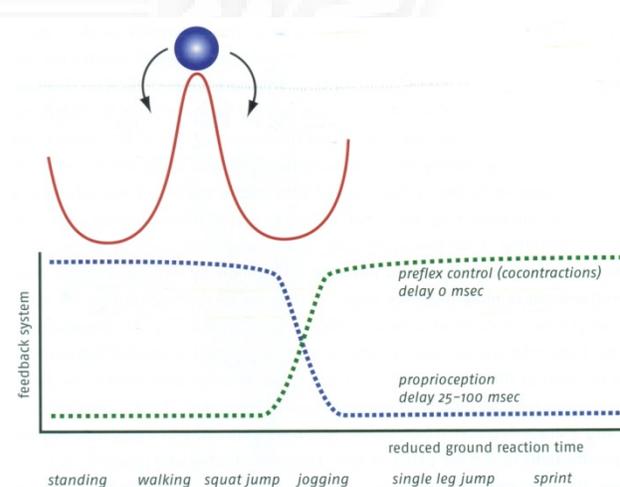
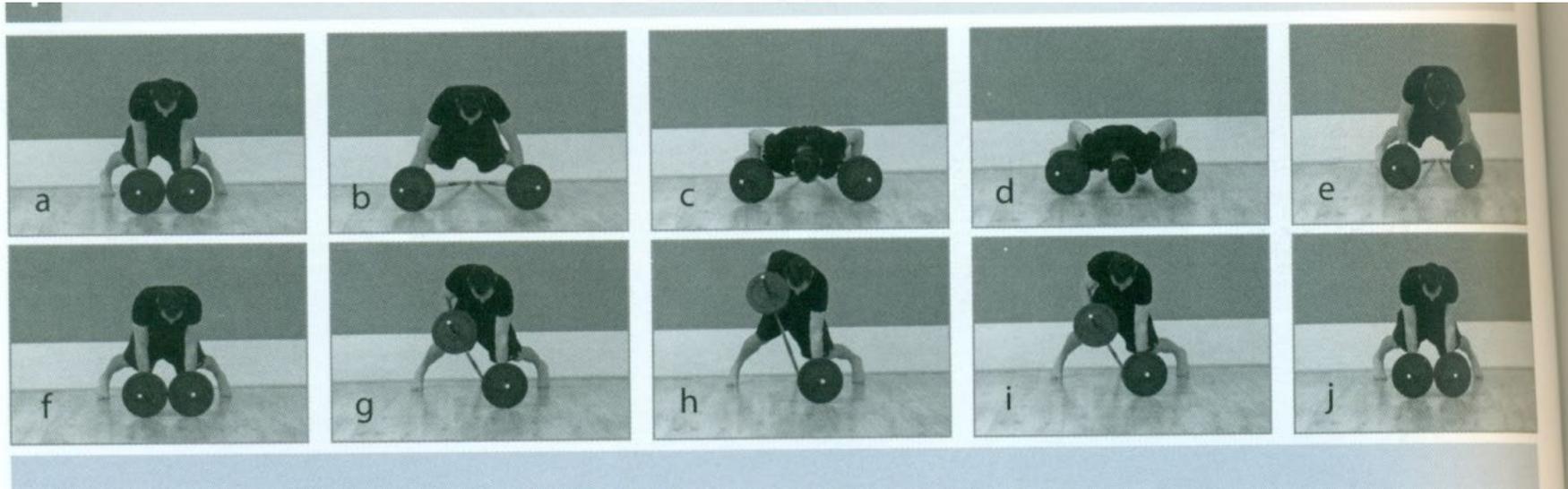


Figure 1.16 Graphic representation of a phase transition in stance-leg stability. As the contact times are reduced, proprioception will play a smaller and smaller role, and cocontractions and stiffness will become more and more dominant. There may be a sudden transition between the two types of control. There is still no evidence about where the transition (in movement patterns that are more intensive than jogging) actually takes place.



Un altro termine chiave oltre a "**trasferimento**" è "**generalizzazione**".

1. Per "trasferimento dell'apprendimento" si intende il modo in cui due modelli di movimento più o meno correlati possono influenzare le prestazioni dell'altro e possono portare a prestazioni precise e stabili del movimento (attraverso la fissazione dei movimenti in abilità chiuse: Gentile).
2. Per "**Generalizzazione**" indica il modo in cui un modello di movimento può essere reso flessibile attraverso una serie di adattamenti in modo che sia appropriato in un ambiente di movimento in evoluzione (attraverso la diversificazione del movimento in abilità aperte: Gentile).

I movimenti sportivi devono soddisfare entrambi i criteri: fissazione di modelli stabili e flessibilità in un ambiente mutevole.

La Forza Massima è Contestuale e non è universalmente applicabile nel movimento.

L'espressione di Forza è correlata alla capacità dell'atleta di essere abile nella sua tecnica sportiva.

Per proteggere il corpo dall'interazione eccessiva e incontrollabile di forze, le capacità allenate come la produzione di forza sono principalmente trasferibili ai relativi modelli di movimento, creando un legame tra quante fibre muscolari un atleta può reclutare e l'abilità tecnica dell'atleta.

Questo evidenzia ancora una volta il fatto che la forza dipende in effetti dalla coordinazione.

Questa contestualità del trasferimento della forza massima si applica non solo tra diverse tecniche sportive, ma anche tra esercizi di forza e tecniche sportive.



Una domanda importante che un allenatore dovrebbe porsi - oltre alla questione della specificità - al fine di determinare l'efficacia degli esercizi è se **la quantità di forza prodotta nell'esercizio si riferisca alla quantità di forza prodotta e necessaria durante la tecnica sportiva.**



Gli allenatori spesso pensano che la massima quantità di forza che un muscolo possa produrre sia sempre raggiunta in sala di muscolazione.

Alcune tecniche sportive (corsa) mostrano un modello estremo di eccitazione e inibizione a livello del midollo spinale a causa del contributo della motricità riflessa (il riflesso di inciampo, il riflesso dell'estensore incrociato, il riflesso della suola del piede e così via). Di conseguenza, in tali movimenti si verificano picchi di produzione di forza che difficilmente possono essere raggiunti attraverso una massima contrazione volontaria.

La produzione di forza va cercata non solo nella quantità di sovraccarico, ma anche nell'interazione tra produzione di forza e altri aspetti della prestazione.

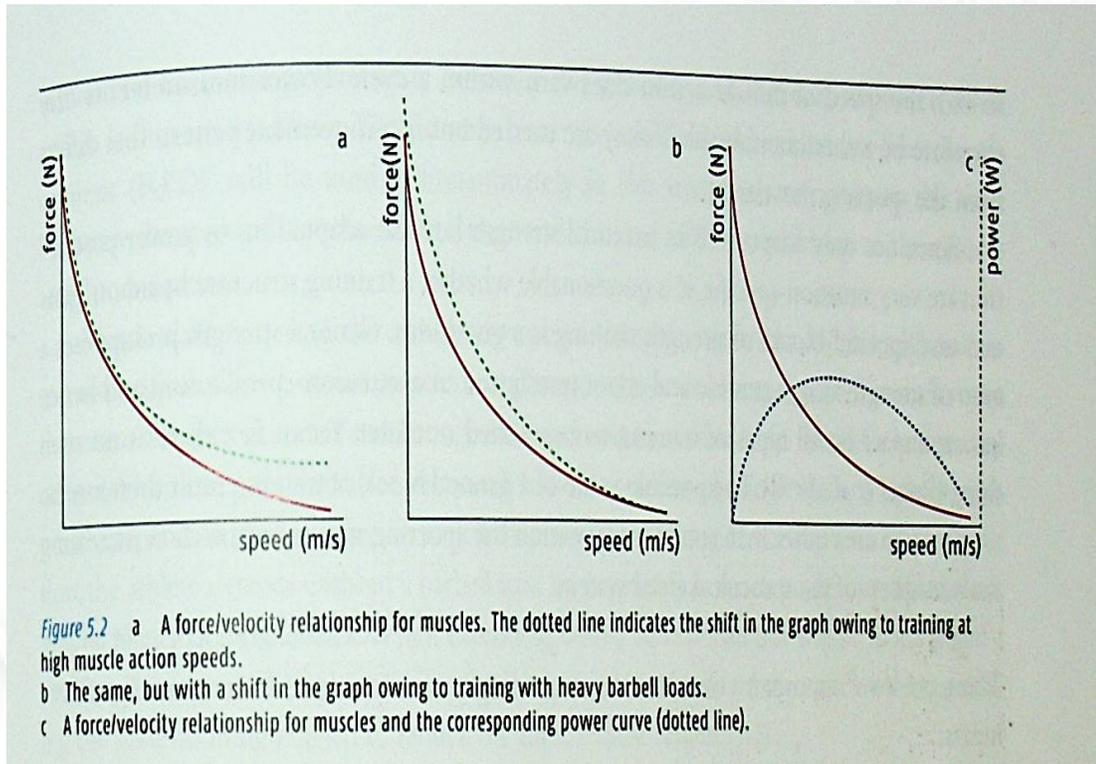


Potenza e trasferimento

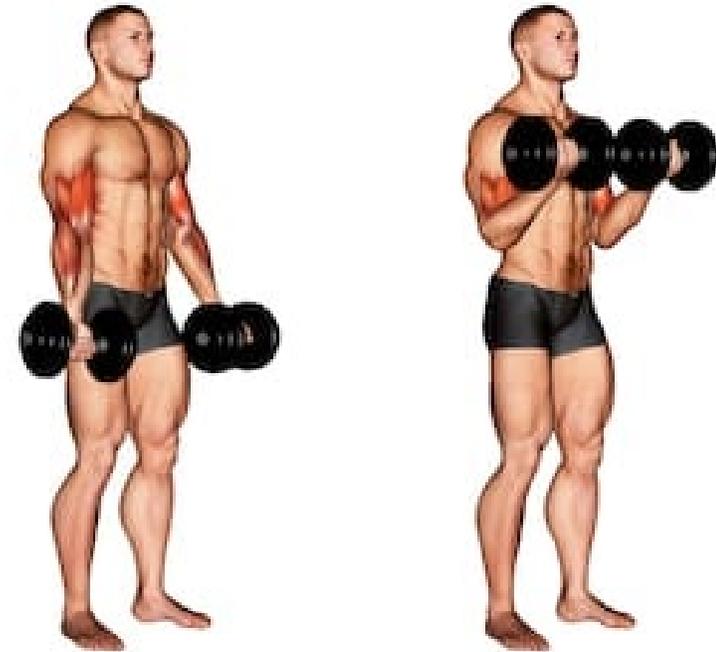
In molti movimenti sportivi, **la forza massima** non è una capacità che determina la prestazione.

In molti sport l'intenzione è di accelerare il corpo dell'atleta o un oggetto che si sta già muovendo a una certa velocità, per fare ciò i muscoli devono produrre forza e accorciarsi rapidamente.

Questo legame tra forza e velocità è noto come potenza. Un canoista che effettua una pagaiata dovrà applicare una forza all'acqua che si sta già muovendo a una determinata velocità in relazione alla barca; la forza non sarà quindi prodotta staticamente ma dinamicamente e i muscoli devono avere una data velocità di accorciamento per applicare la forza all'acqua in movimento



Maggiore è la velocità dell'azione muscolare, minore è la forza che la fibra muscolare può produrre. Con un'azione muscolare estremamente rapida (ad es. Un dritto da tennis da tavolo), sarà possibile una produzione di forza molto ridotta

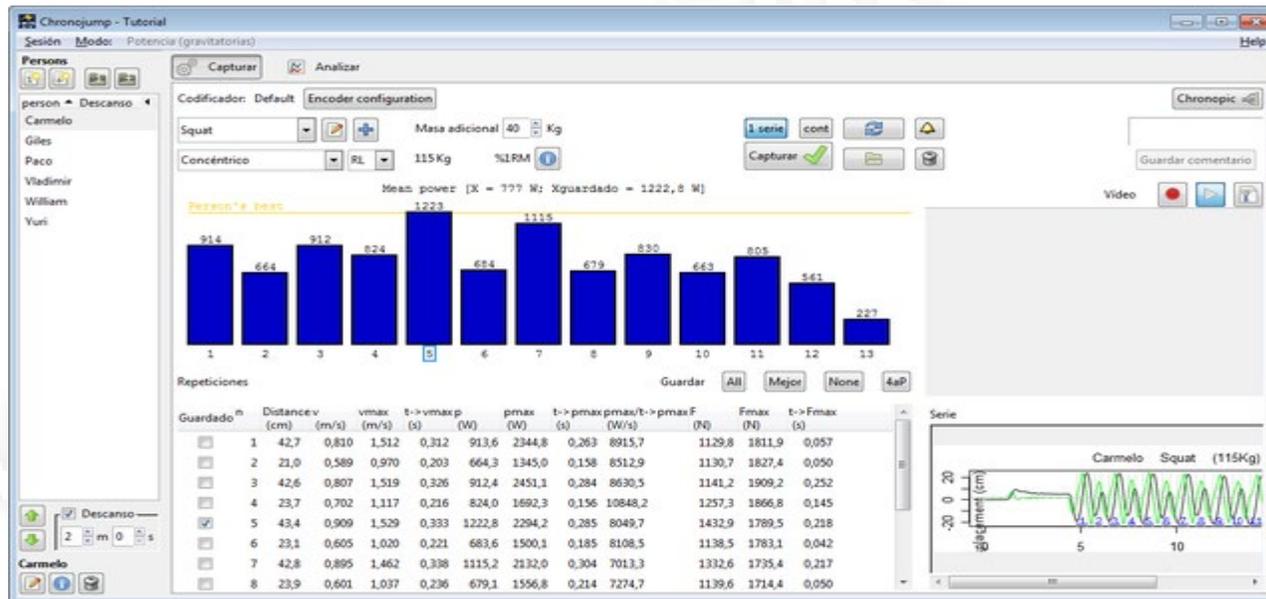


Gli atleti trarranno vantaggio dalla scelta dell'allenamento di potenza per creare un legame tra produzione di forza e velocità in modo tale che l'adattamento ottimale si verifichi nella parte della curva forza / velocità che è rilevante per il movimento sportivo.

Ai risultati delle misurazioni della potenza viene ancora attribuita una notevole importanza, che talvolta viene persino considerata cruciale quando si progetta un piano di allenamento.

- Le misurazioni di potenza sono un'immagine accurata delle prestazioni di un atleta?
- Esistono sport con una velocità di movimento costante?

Misurare la massima forza possibile a una sola velocità ci dirà poco o nulla su rispetto a una tecnica di movimento in cui la velocità cambia ad aumentare



Anche se la tecnica di esecuzione sembra avere una velocità costante, la velocità dell'azione muscolare varia all'interno di un ciclo. Pertanto, le misurazioni della potenza possono essere alquanto discutibili se eseguite in un modello di movimento diverso dal movimento sportivo.

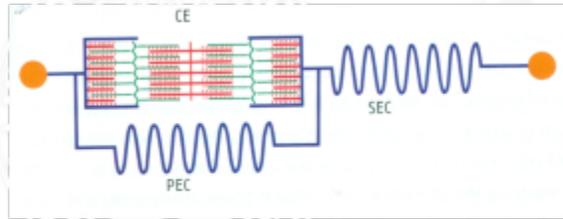


Dal momento che non solo gli adattamenti nella forza massima, ma anche gli adattamenti nella produzione di potenza sono molto specifici della situazione, è discutibile se una struttura di allenamento basata su blocchi "**generali**" e "**specifici**" di allenamento della forza sia una buona idea.

La forza generale presuppone un tipo di forza che è generica e non viene trasferita nella gesto specifico, e quindi può avere un impatto su tutti i tipi di allenamento da svolgere in seguito. Eppure in realtà non esiste nulla del genere (Baker et al, 1994).

Il possibile valore di un blocco generale di allenamento deve quindi essere cercato in un'area diversa dall'applicabilità all'interno del movimento sportivo, **come aumentare la robustezza del sistema muscolo-scheletrico.**

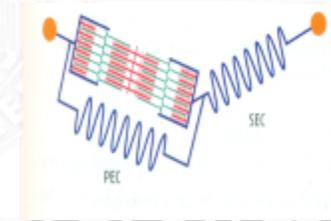
Caratteristiche
e meccaniche
del Muscolo.
Modello di
Hill (1970)



- CE: Elemento Contrattile.
- SEC: Componenti Elastiche in Serie.
- PEC: Componenti Parallele Elastiche
- La quantità delle componenti elastiche può variare enormemente tra differenti muscoli.

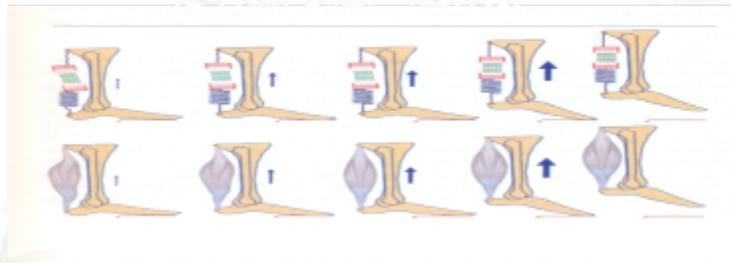
Il muscle slack

I gradi necessari da raggiungere affinché la tensione consenti la produzione di forza è definita muscle slack.

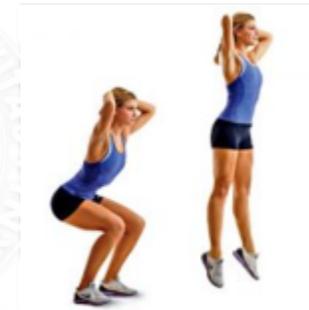
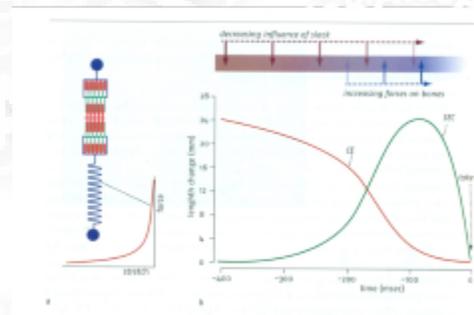


Il muscle slack

La velocità con i muscoli raggiungono la posizione in cui possono essere in tensione è perciò solitamente più importante da performare che il totale di forza che eventualmente viene prodotta.

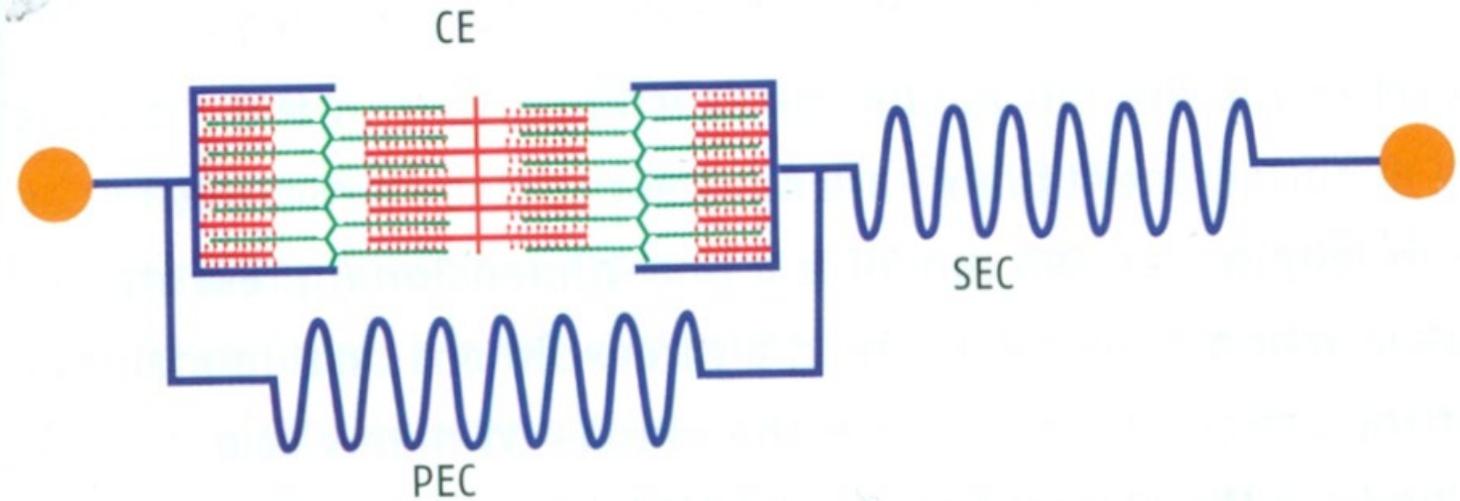


Il muscle slack



Le ragioni del contromovimento risiedono nella possibilità di avere una maggiore velocità nel pretensionamento.

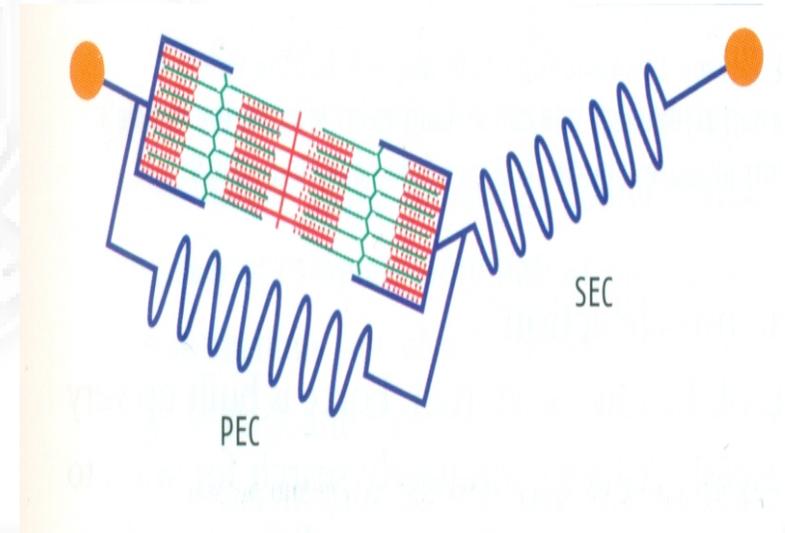
Caratteristiche
e meccaniche
del Muscolo.
Modello di
Hill (1970)



- CE: Elemento Contrattile.
- SEC: Componenti Elastiche in Serie.
- PEC: Componenti Parallele Elastiche
- La quantità delle componenti elastiche può variare enormemente tra differenti muscoli.

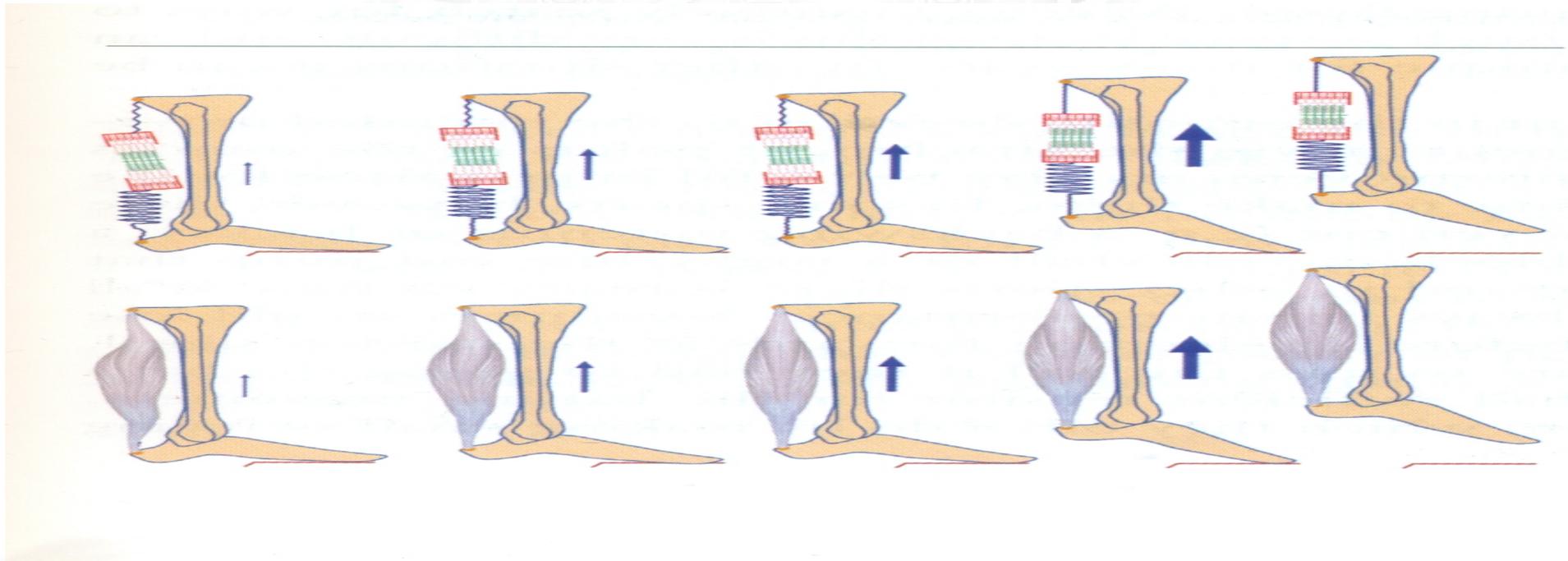
Il muscle slack

I gradi necessari da raggiungere affinché la tensione consenti la produzione di forza è definita muscle slack.

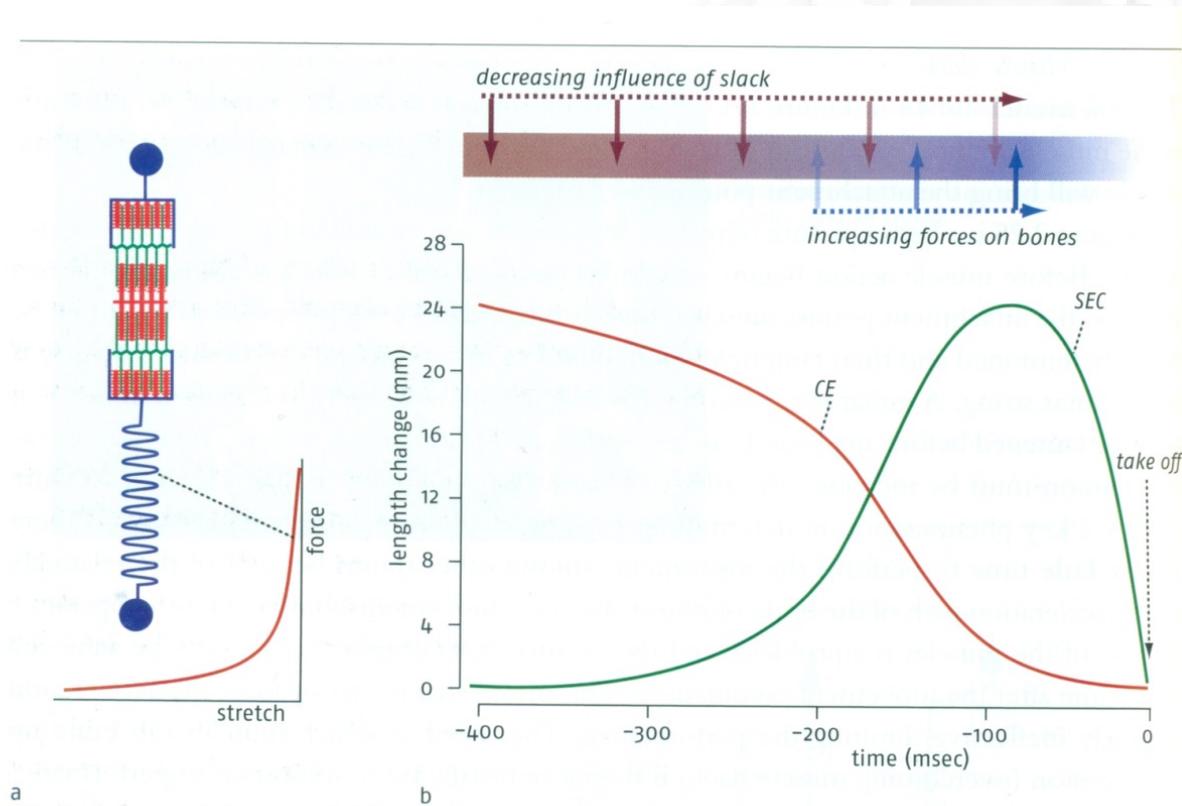


Il muscle slack

La velocità con i muscoli raggiungono la posizione in cui possono essere in tensione è perciò solitamente più importante da performare che il totale di forza che eventualmente viene prodotta.



Il muscle slack



Le ragioni del contromovimento risiedono nella possibilità di avere una maggiore velocità nel pretensionamento.

Considerazioni sulla produzione di potenza nei movimenti sportivi:

1. La quantità totale di potenza che un atleta produce molto dipende dalla velocità con cui può essere sviluppata la forza nei muscoli. Questo accumulo avviene in una serie di passaggi:
 - dallo stimolo alle giunzioni neuromuscolari del motoneurone all'inizio dell'azione della fibra muscolare (ritardo elettrochimico);
 - dall'inizio dell'azione della fibra muscolare fino a quando non viene applicata la forza alle componenti elastiche a serie passiva (SEC);
 - dal momento in cui la forza viene applicata alle SEC passive fino all'irrigidimento delle SEC e la trasmissione della forza delle fibre muscolari all'origine e inserzione del muscolo;
 - Il rilascio delle SEC con la produzione di potenza verificatasi fibre muscolari (Roberts & Konow, 2013).

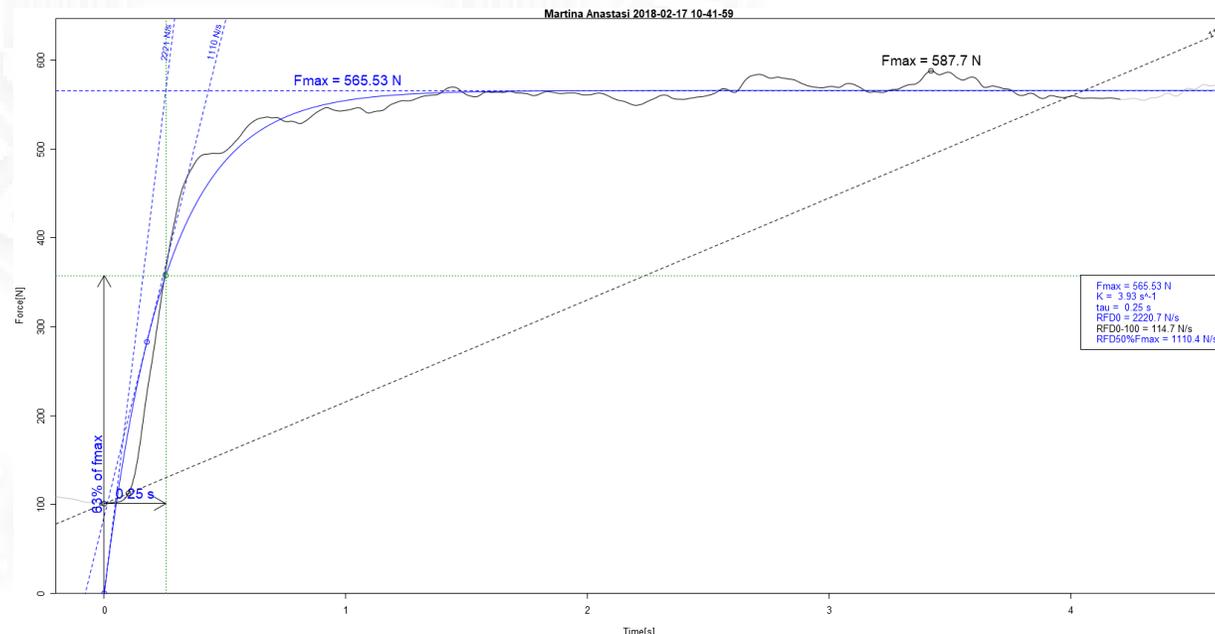
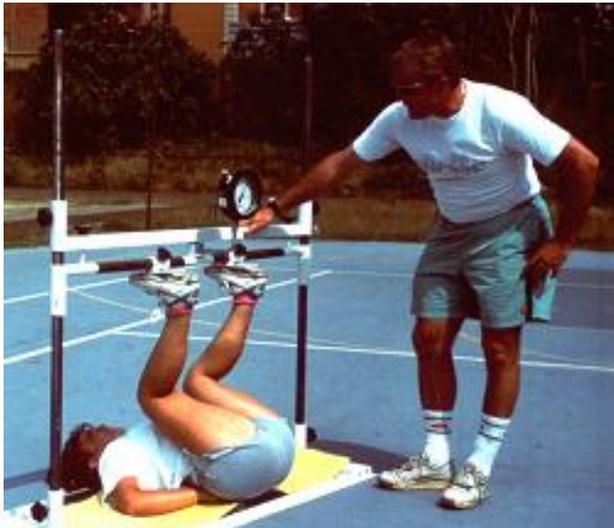
Esistono diversi termini comunemente usati per il «build up», come ritardo elettromeccanico (EMD), muscle slack e tasso di sviluppo della forza (RFD).

- EMD indica il tempo che intercorre tra l'inizio dello stimolo ricevuto dal muscolo nelle giunzioni neuromuscolari e il momento in cui le fibre muscolari iniziano ad applicare forza ai punti di attacco muscolare.
- Muscle slack indica il tempo che intercorre tra l'inizio dell'azione della fibra muscolare e la fine del «build up» di forza nel muscolo (quando il picco forza / potenza viene raggiunta nei punti di attacco), cioè senza il ritardo (elettrico) tra lo stimolo alle giunzioni neuromuscolari e inizio dell'azione delle fibre muscolari.
- La RFD è definita in un maniera meno chiaro. Di solito si presume che inizi con la produzione di forza nei punti di attacco muscolare. Tuttavia, a volte viene scelto un punto precedente dopo lo stimolo alle fibre muscolari. La fine della RFD è la stessa della fine del rilassamento muscolare.

Le misurazioni RFD vengono quasi sempre eseguite contro la resistenza. A volte viene misurato una tirata contro una barra fissa, che consente di quantificare l'accumulo di forza isometrica. A volte un bilanciere viene accelerato da fermo, consentendo di quantificare l'accumulo di potenza.

Il modo in cui si sviluppa la forza in tali situazioni può essere fondamentale diverso (attraverso la forza esterna del carico e / o concedendo un contro movimento) rispetto alla **RFD** senza molta resistenza esterna (usando la pretensione da cocontrazioni).

Questa differenza fondamentale è così grande che non si può semplicemente supporre che la misurazione della **RFD con resistenza** ci dica qualcosa sulla qualità della **RFD senza resistenza**.



RNO

La differenza tra muoversi con e senza un bilanciere carico è simile alla differenza tra la tecnica di vogata realizzata in canottaggio in una barca da competizione e quella su un ergometro.

Raramente i campioni di canottaggio indoor sono campioni in outdoor.

La resistenza dell'acqua difficilmente può essere utilizzata per ridurre il muscle slack all'inizio della vogata, quindi è necessaria una buona tecnica con utilizzi le **cocontrazioni** per determinare un efficace accumulo di forza sui remi.



Le differenze nella postura del corpo tra la misurazione e il movimento atletico possono quindi ridurre ulteriormente la rilevanza delle misurazioni.

Categorie di specificità

Due schemi di movimento sono generalmente considerati "specifici" l'uno rispetto all'altro se le loro caratteristiche sono più o meno simili. Queste somiglianze possono essere divise in cinque categorie.

1. Somiglianza nella struttura interna del movimento:

- somiglianza intramuscolare;
- somiglianza intermuscolare: somiglianza nella cooperazione tra diversi muscoli.

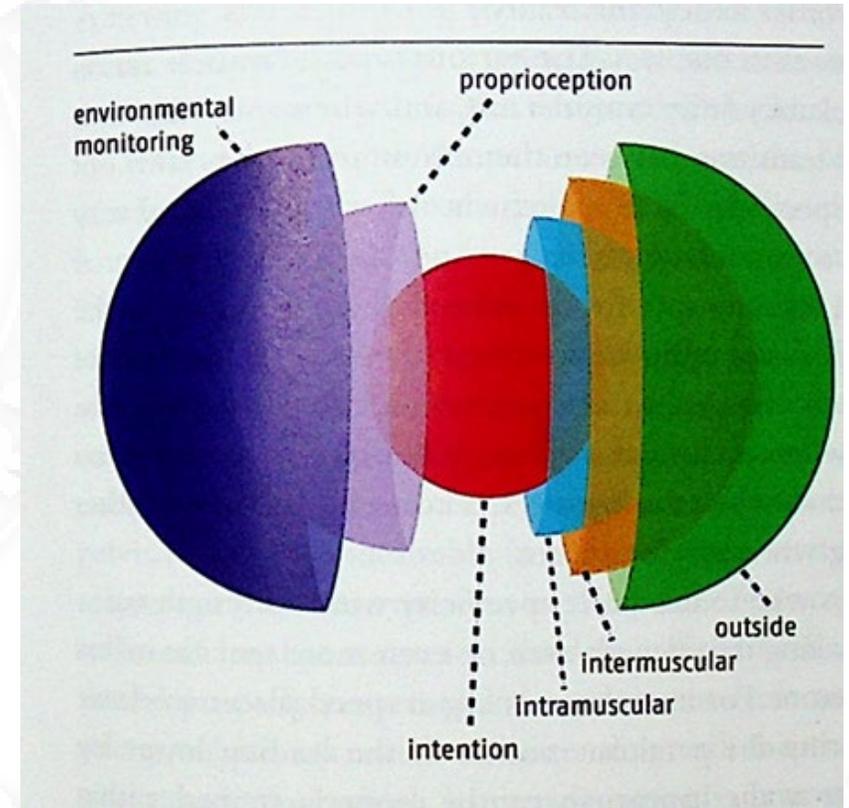
2. Somiglianza nella struttura esterna del movimento;

3. Somiglianza nella produzione di energia.

4. Somiglianza nei modelli sensoriali:

- modelli sensoriali simili provenienti dall'ambiente;
- modelli sensoriali simili provenienti dal corpo (propriocezione).

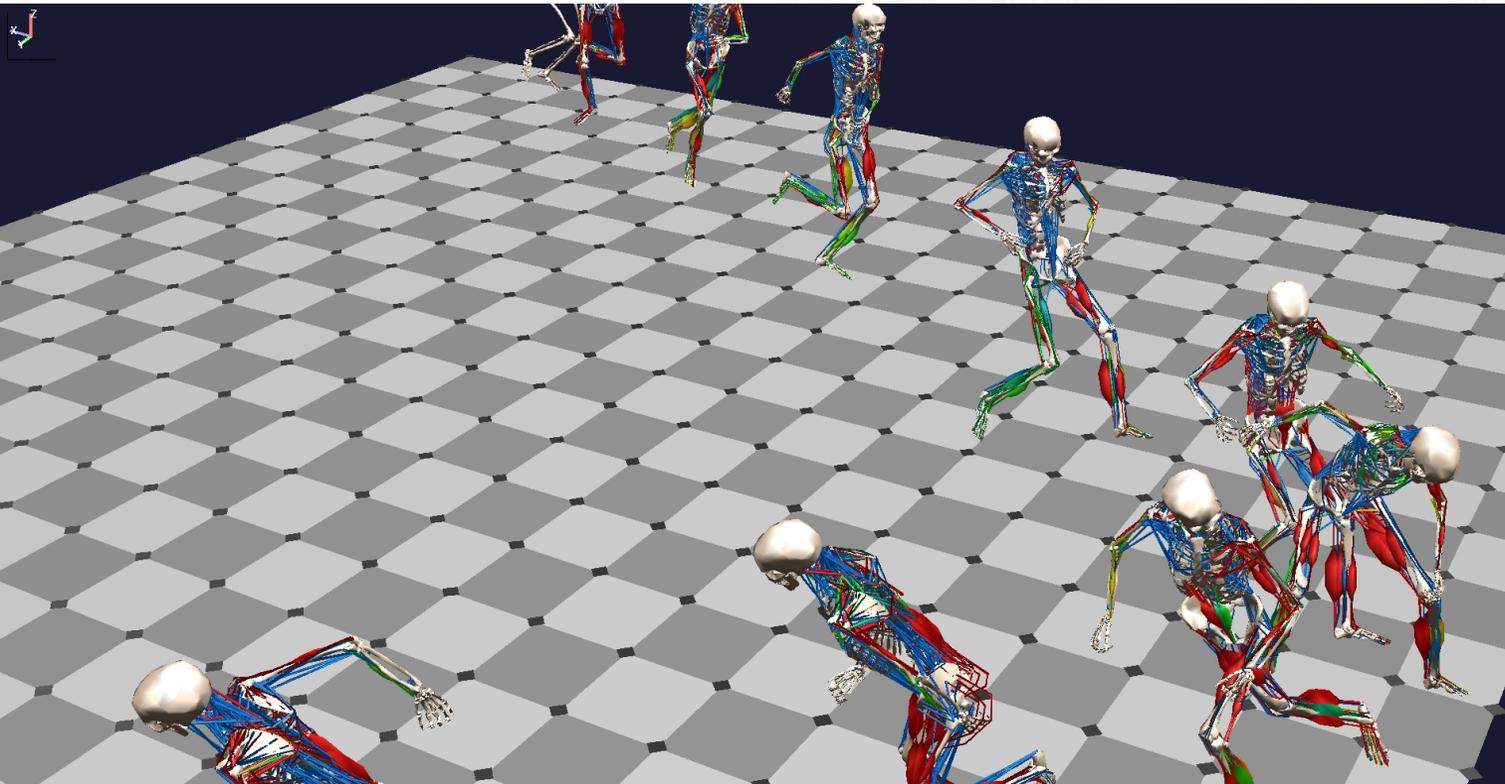
5. Somiglianza nell'intenzione del movimento.



Somiglianza del movimento attraverso la somiglianza della struttura interna del movimento

La coordinazione intermuscolare e intramuscolare è molto difficile da misurare e la ricerca finora ha rivelato troppo poco per fare affermazioni conclusive su ciò che sta accadendo "sotto la pelle".

Le caratteristiche cinestetiche di movimento, intermuscolare e intramuscolare, sono finora determinate principalmente tramite **modelli anatomici**.



DI DI SALERNO

Coordinazione Intramuscolare

L'allenamento di forza è molto adatto per ottimizzare la coordinazione all'interno di un singolo muscolo. La cooperazione tra le fibre muscolari all'interno di un muscolo durante l'azione è molto complessa e varierà notevolmente, a seconda dell'impostazione in cui il muscolo deve lavorare.

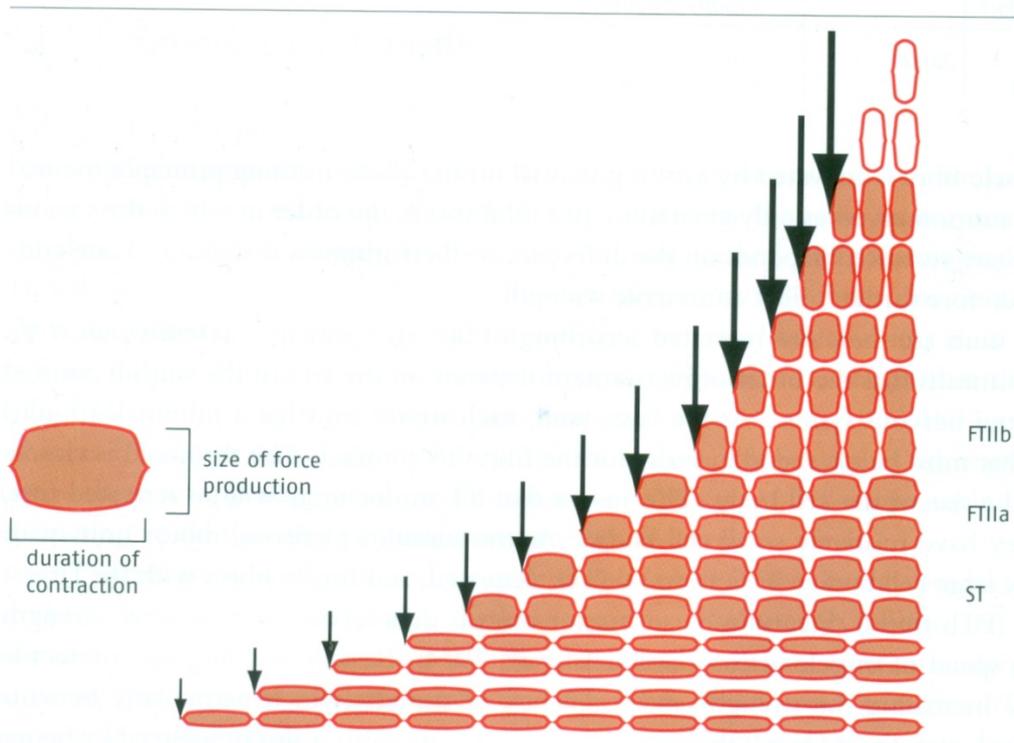


Figure 2.34. Size principle. To recruit larger and larger units, the size of the stimulus must increase.

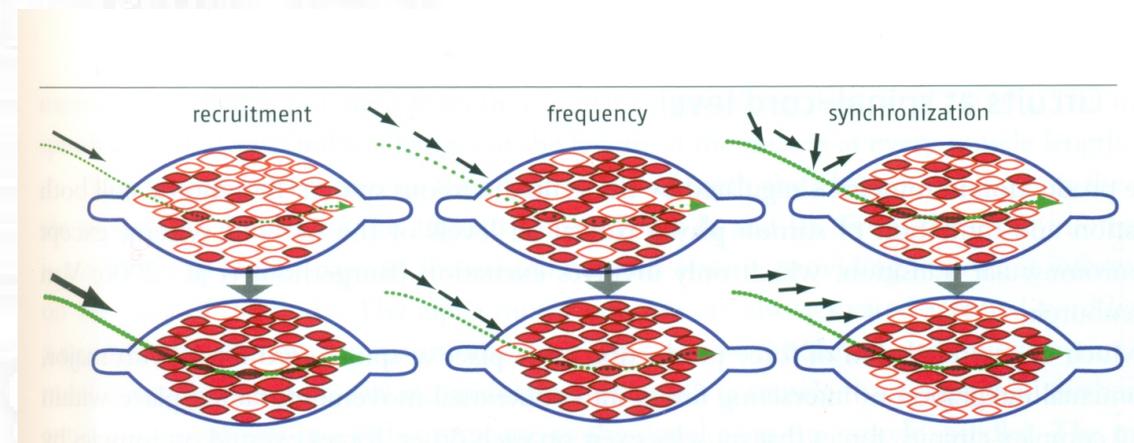
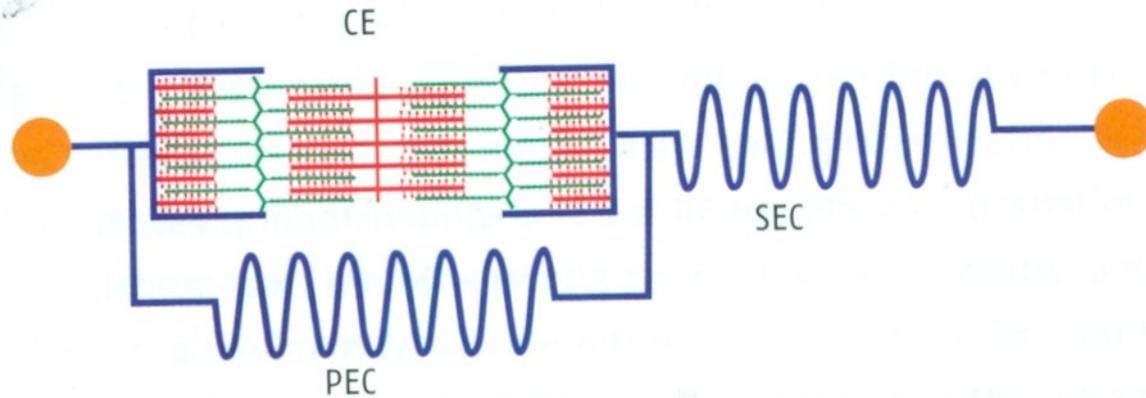


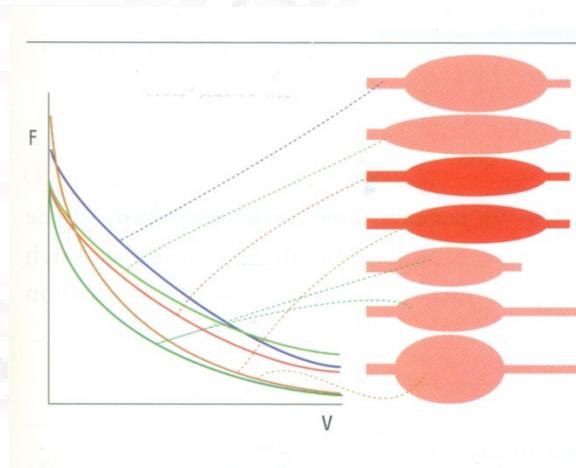
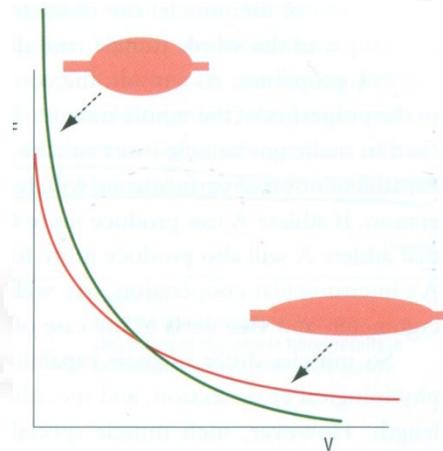
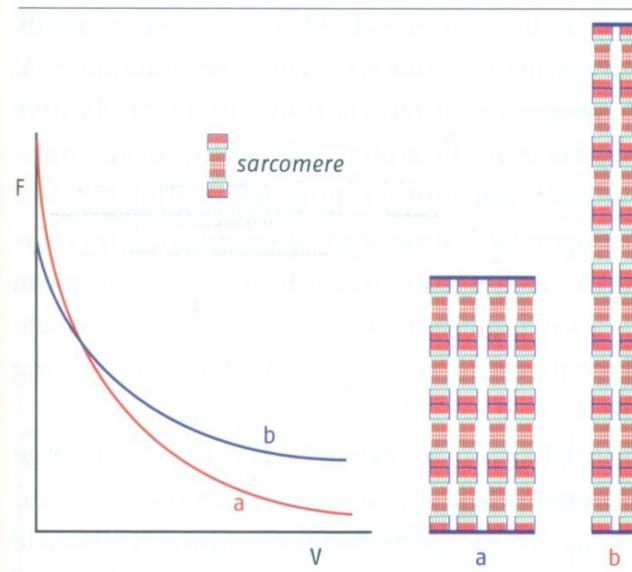
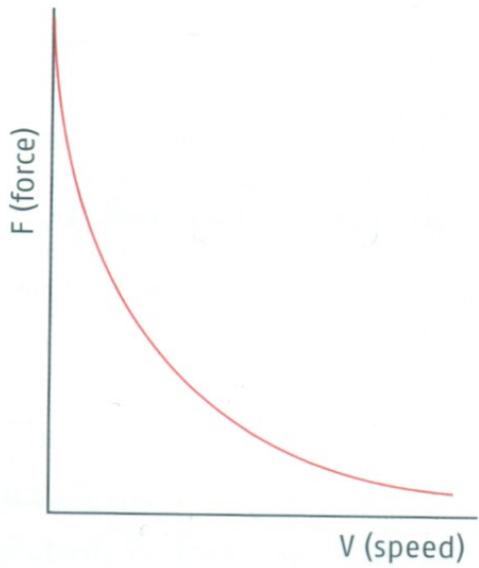
Figure 2.35 Force production in a muscle depends on the size of the stimulus (i.e. recruitment), the height of the stimulus

1. La cooperazione tra le fibre muscolari e i tessuti passivi che trasmettono la forza dell'azione muscolare non è stata ancora studiata a fondo. Esiste **un modello monodimensionale** di questo (modello di Hill), ma è necessario un modello tridimensionale per descrivere la realtà.
2. I muscoli possono fare il loro lavoro in differenti modi: i vari tipi di azione muscolare (concentrica, eccentrica, isometrica ed elastica) differiscono considerevolmente e quando un movimento viene eseguito correttamente non c'è transizione graduale tra loro. In pratica si rivelano compartimentati e quindi **la specificità di un esercizio a livello intramuscolare dipende molto dal tipo di azione muscolare da mettere in atto.**



La domanda è se sia sempre saggio massimizzare la specificità nell'ambito dell'allenamento della forza. In alcuni casi lo è, ma in altri rendere l'esercizio della forza ancora più specifico rende l'esercizio troppo difficile o addirittura pericoloso.



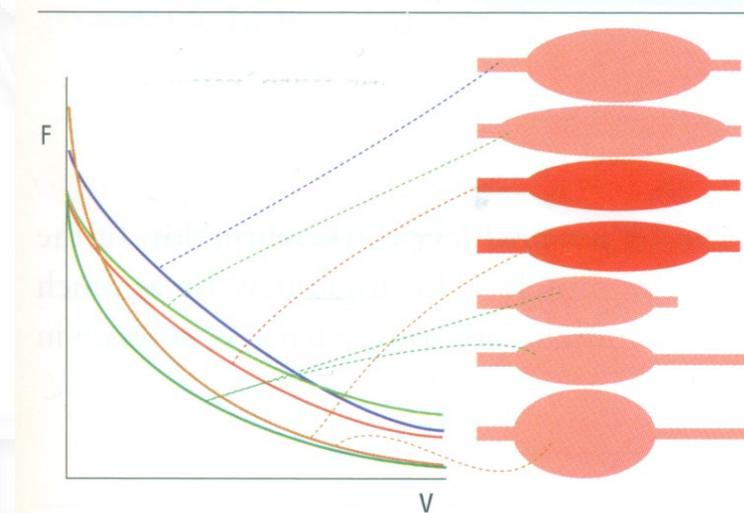


La struttura muscolare pennata e influenze su F/L e F/V

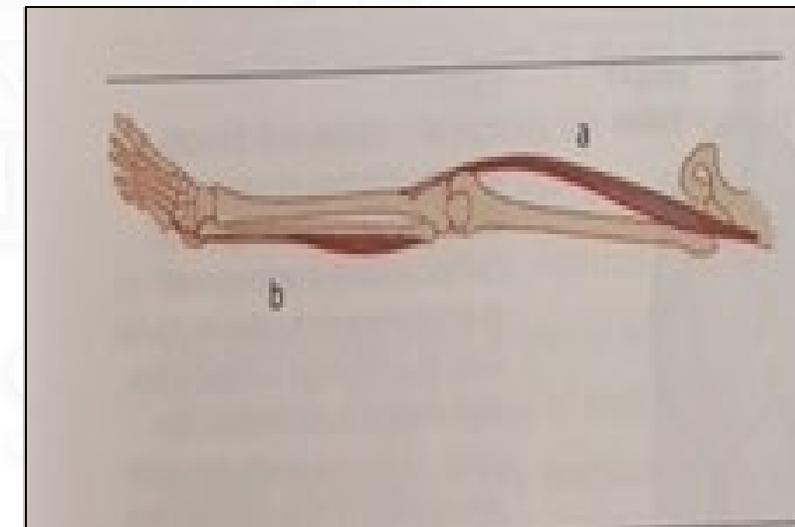
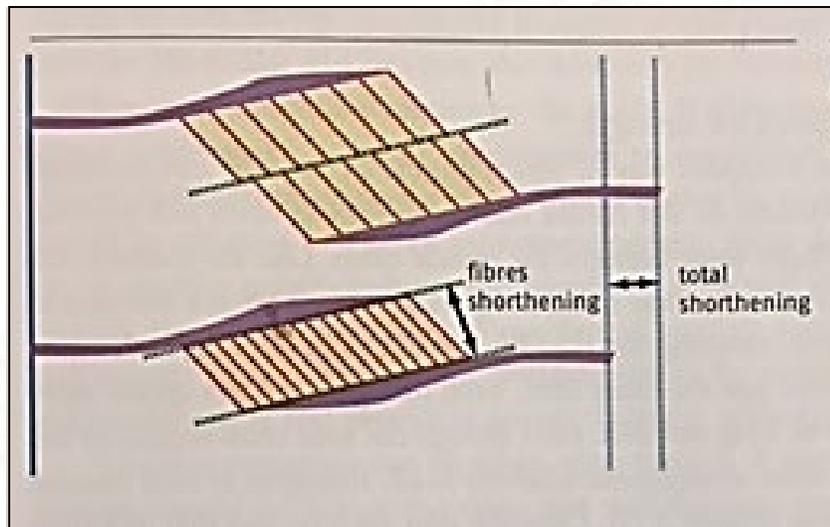
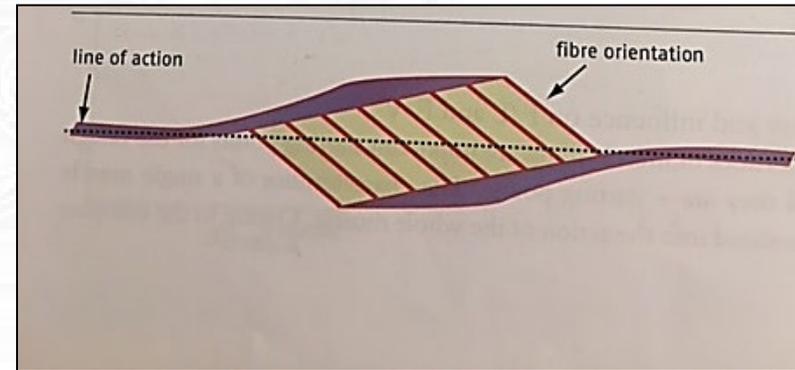
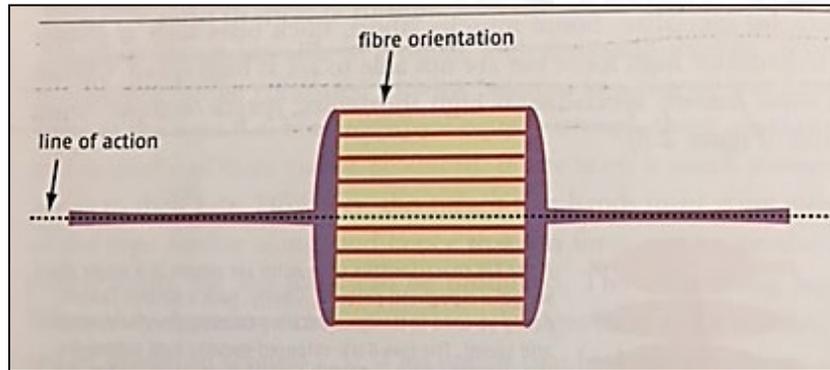
Le F/L e F/V caratteristiche delle fibre muscolari sono un importante punto di partenza al fine di progettare un piano abilitante o di valutazione di una abilità.

Bisogna tenere presente che l'architettura interna delle fibre muscolari può essere caratterizzata da fibre con differenti proprietà.

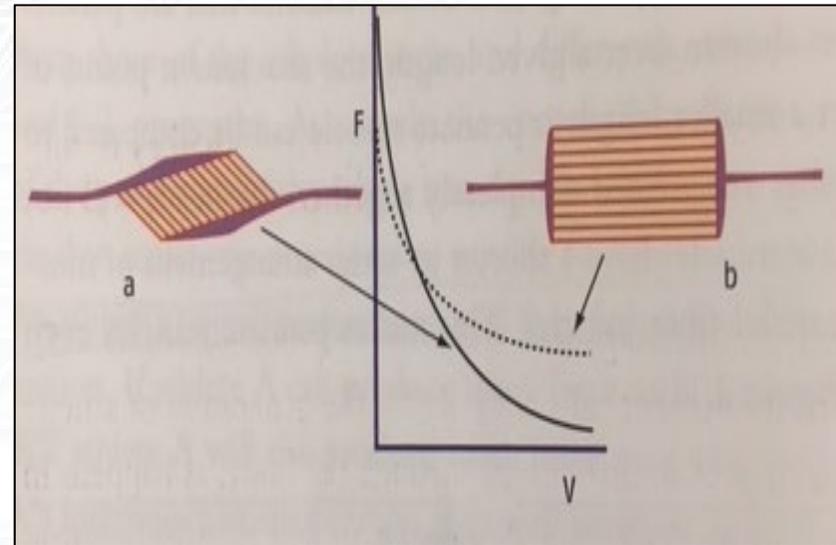
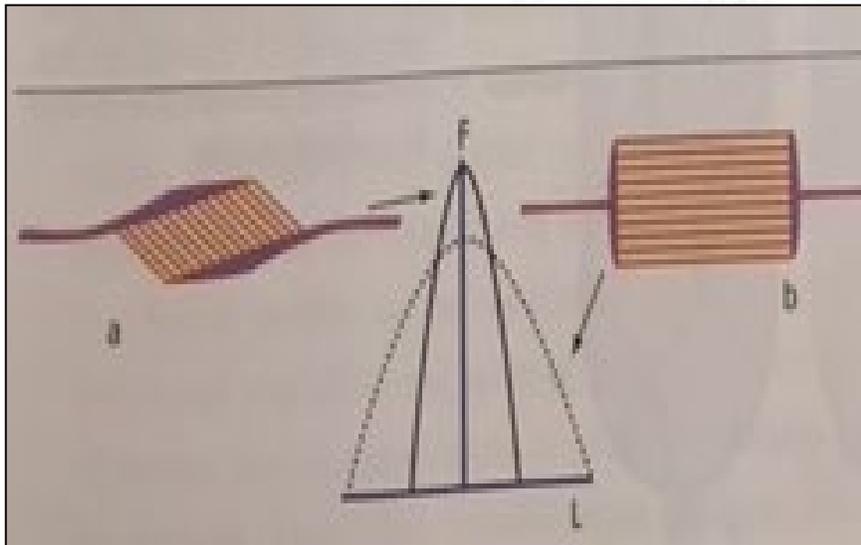
Differenti strutture muscolari presentano caratteristiche diverse.



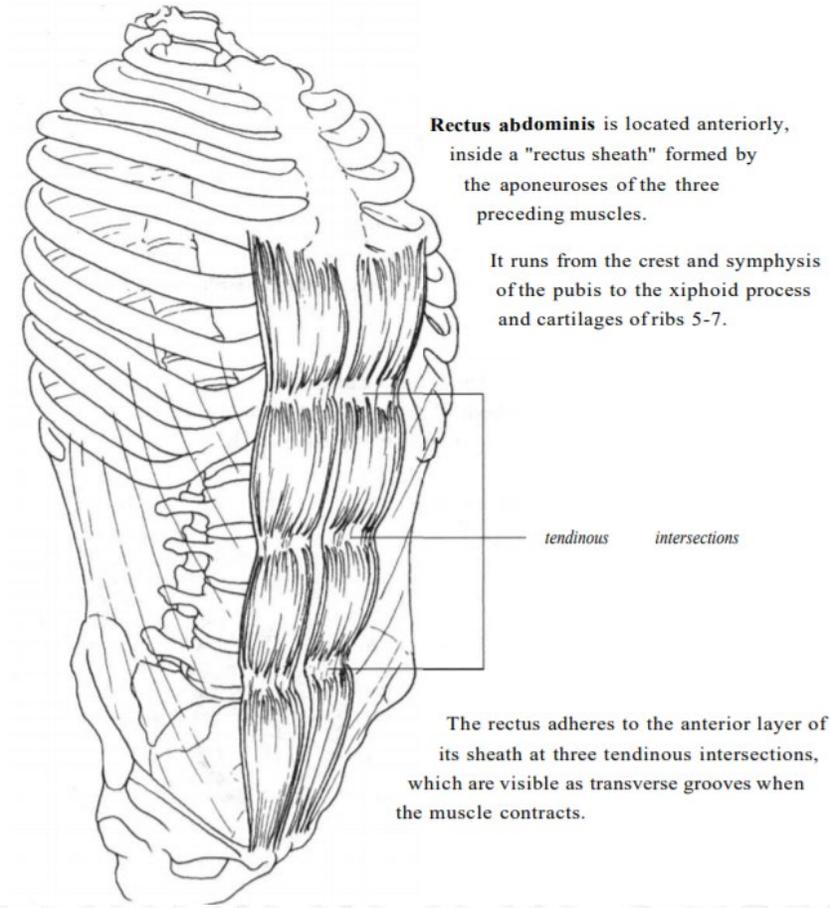
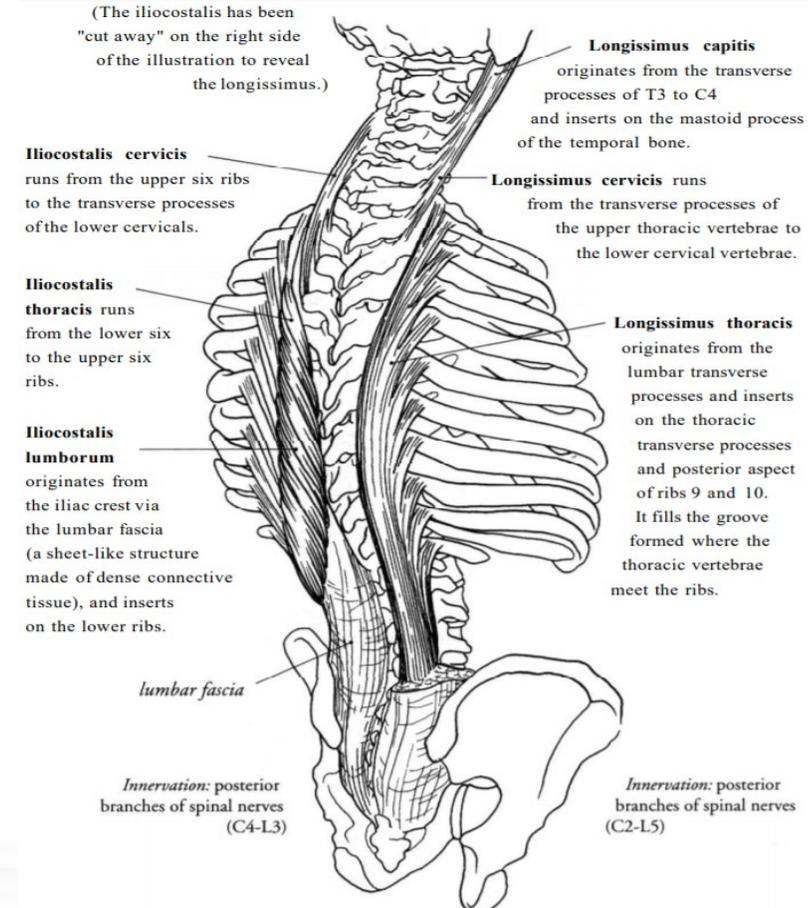
Muscoli a fibre parallele e pennati.



Muscoli a fibre parallele e pennati.

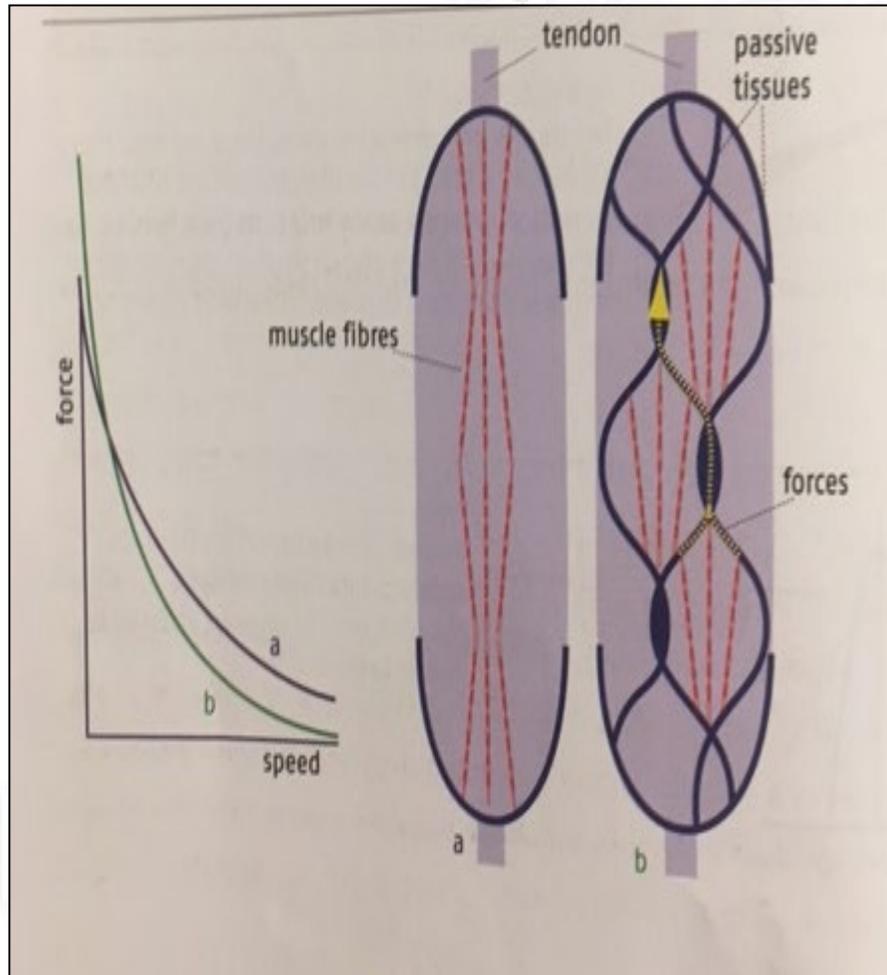


Muscoli a diversa struttura



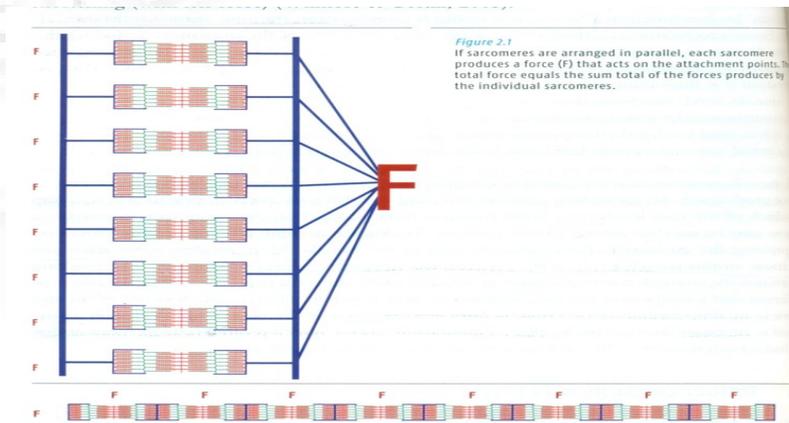
Otticamente questi muscoli sono lunghi e sottili ma hanno un comportamento più simile a muscoli con una conformazione breve e spessa.

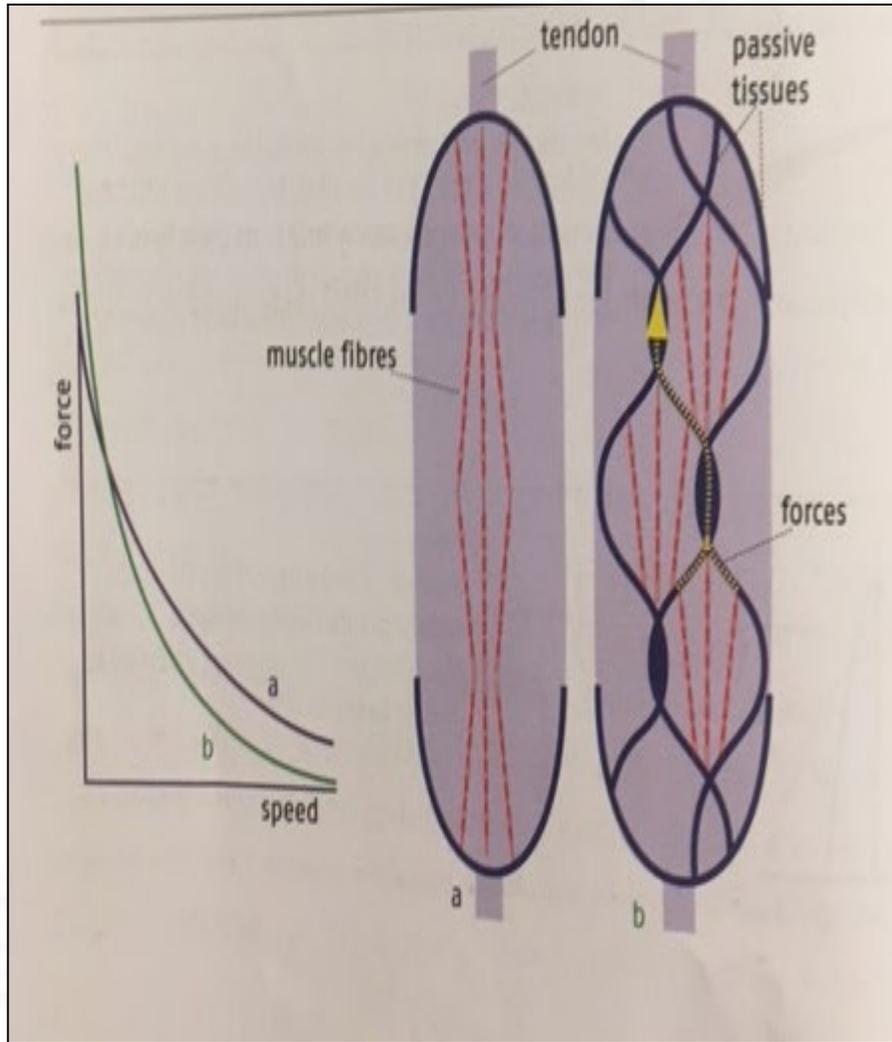
Muscoli a diversa struttura



Alcuni muscoli presentano una struttura che prevede oltre alle fibre muscolari e i tendini, anche una grande quantità di collagene tra le fibre muscolari.

Anche se le fibre muscolari sono poste visivamente in serie, il loro collegamento al collagene rende il muscolo molto simile a una disposizione in serie.





ROCRATICA CIVI



UNIVE

ERNO



Strutture complesse di muscoli con differenti caratteristiche è **la preconditione per l'efficienza e la stabilità dei movimenti.**

L'efficienza dei movimenti non è legata esclusivamente alla produzione di energia cinetica del muscolo ma anche come questa energia è trasportata attraverso il corpo tramite le catene cinetiche.

Se i muscoli avessero la stessa struttura andrebbe a ledere la capacità di cooperazione tra i muscoli, e paradossalmente in un determinato movimento potrebbero realizzarsi milioni di combinazioni di collaborazione.

Invece la specializzazione garantisce un minor numero di combinazioni per determinato pattern di movimento. Ci sono solo un numero limitato di modi per muoversi efficientemente.

La diversità nell'architettura dei muscoli crea generici blocchi di costruzione la cui efficienza rende il movimento stabile e fornisce una base generica per i movimenti collegati



Ogni muscolo va allenato secondo le sue caratteristiche

Le componenti stabili ed economiche del movimento sono indicati in letteratura come "attrattori" e instabili e ad alta energia come "fluttuatori" (noti anche nella teoria della transizione di fase come "parametri di ordine" e "parametri di controllo" - Kelso, 1995)



Coordinazione intermuscolare

L'allenamento di forza è anche molto adatto per ottimizzare la cooperazione tra i muscoli. In molti sport, la coordinazione intermuscolare è il fattore da cui dipende maggiormente la prestazione, soprattutto di alto livello.

La coordinazione intermuscolare è così complessa che almeno due requisiti devono essere soddisfatti quando si eseguono movimenti sportivi:

- 1. La tecnica deve essere eseguito in modo efficiente ed economico.** Nei modelli contestuali di movimento ciò significa tentare **di fare un uso ottimale delle capacità elastiche** dei muscoli insieme all'azione isometrica, riducendo così la quantità di lavoro concentrico o di altro tipo con alti costi energetici associati.



La coordinazione intermuscolare determina il risultato del movimento.

La specializzazione del muscolo dipende dall'attività proposta, ma deve tenere conto anche dell'architettura del muscolo.

La struttura muscolare può essere parallela o pennata

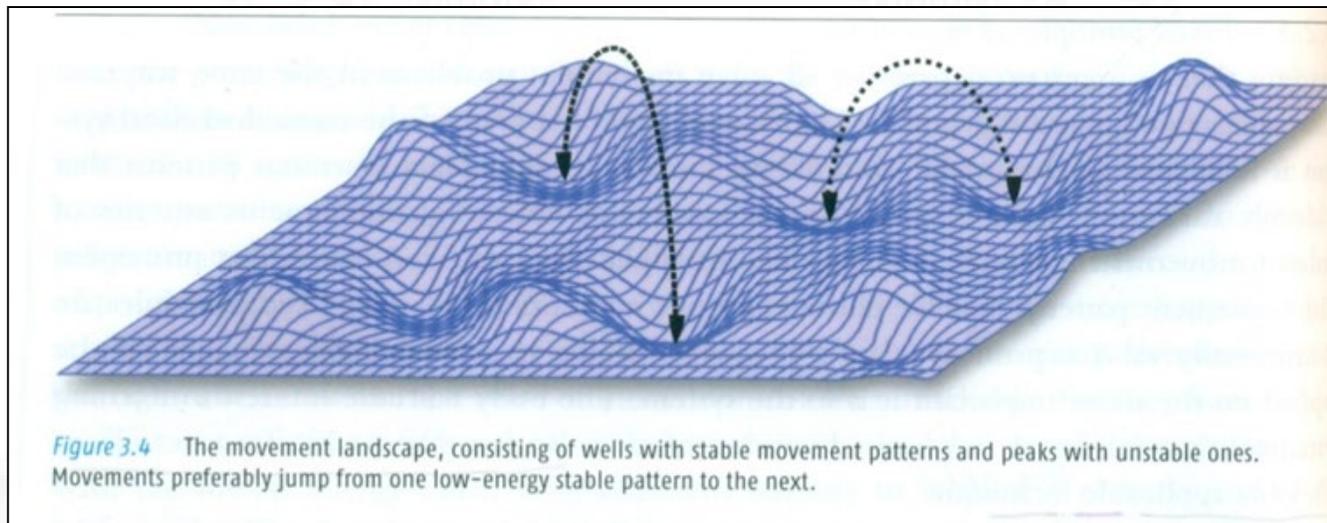
Coordinazione intermuscolare

L'allenamento di forza è anche molto adatto per ottimizzare la cooperazione tra i muscoli. In molti sport, la coordinazione intermuscolare è il fattore da cui dipende maggiormente la prestazione, soprattutto di alto livello.

La coordinazione intermuscolare è così complessa che almeno due requisiti devono essere soddisfatti quando si eseguono movimenti sportivi:

- 1. Il movimento deve essere controllabile.** Ciò è possibile solo se i modelli di movimento sono costruiti **su principi fissi** che sono integrati in modo flessibile e in un modello completo. Tra l'altro, ciò richiede la presenza di cocontrazioni e sinergie che rendono l'esecuzione del movimento resistente a rotture ed errori di controllo.

I movimenti sono quindi progettati eliminando gradi di libertà fino a quando non viene lasciato un modello **robusto ed efficiente**. Qui "robusto" significa stabile e difficile da perturbare, ed "efficiente" significa realizzare il movimento con costi energetici minimi.



I **Fluttuatori** sono necessari per adattare il movimento dell'atleta alle mutevoli richieste dell'ambiente in continua evoluzione.

Senza i fluttuatori il movimento sarebbe realizzato rigidamente, e le influenze dall'ambiente non potrebbero essere incorporate efficacemente nel modello temporaneo.



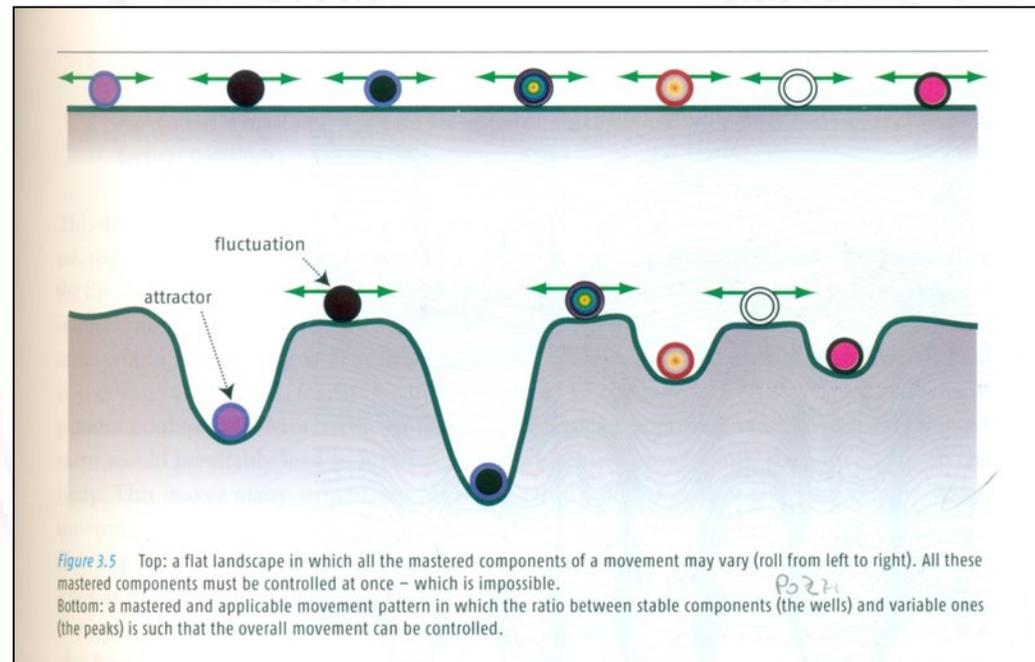
Un movimento **CONTESTUALE** consiste quindi in una miscela di Attrattori e Fluttuatori, che deve soddisfare due criteri principali:

- L'intero movimento deve essere il più stabile possibile (e quindi economico).
- Il numero di Fluttuatori deve essere il più piccolo possibile e sufficiente da soddisfare le richieste dell'ambiente.

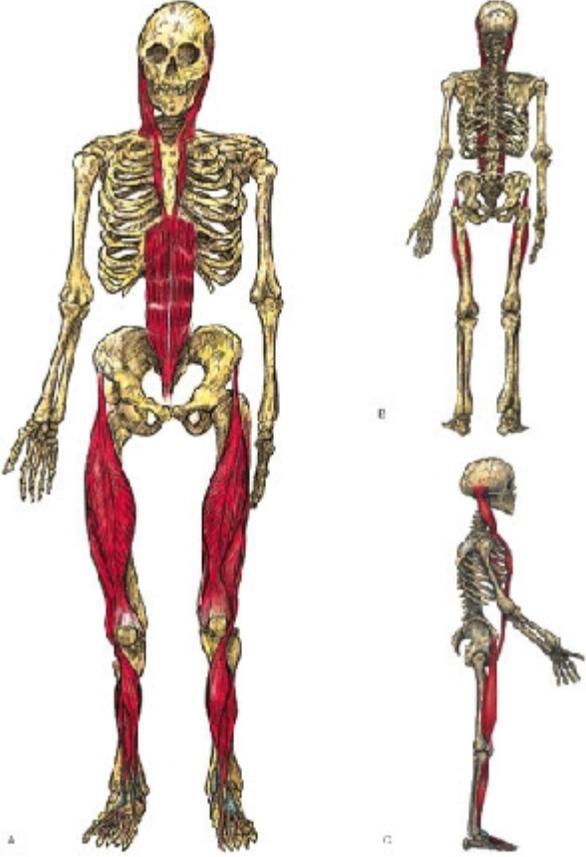
Il numero di Fluttuatori deve essere il più piccolo possibile perché il movimento è controllabile solo se c'è un numero limitato di variabili da controllare.

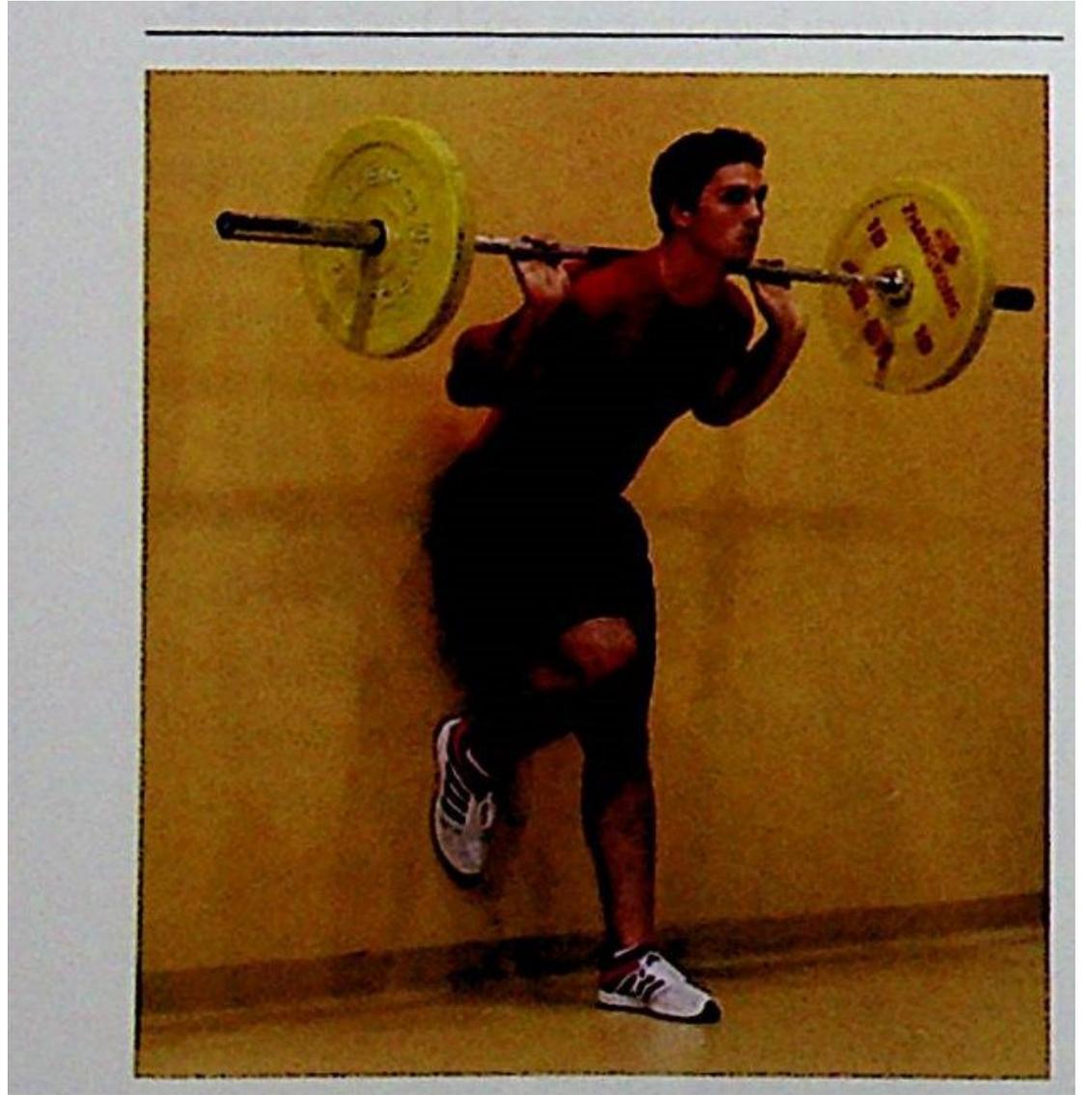
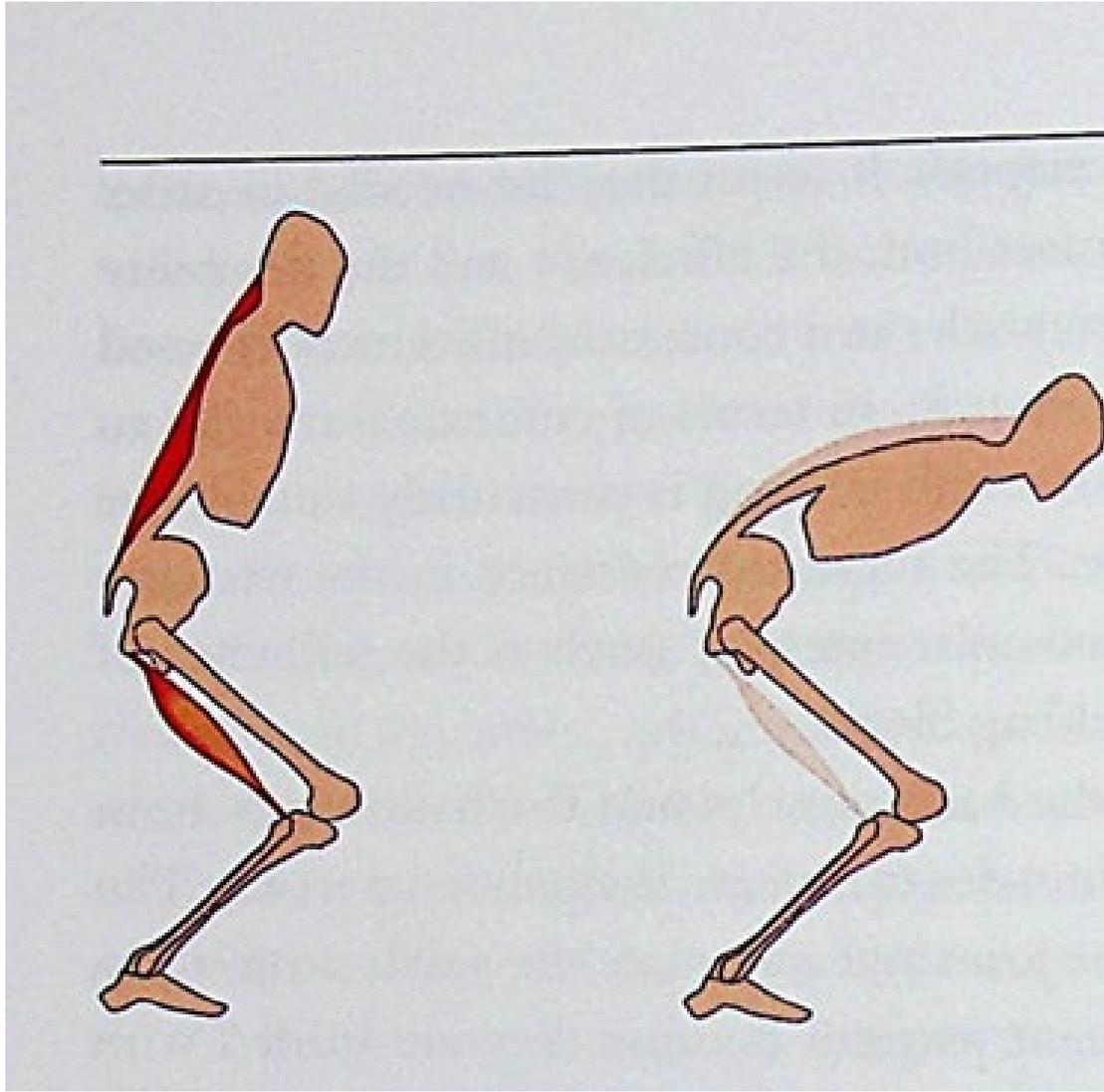
In altre parole, imparare a muoversi **non è solo una domanda di apprendimento delle varie componenti del movimento**, ma anche imparare il rapporto tra le componenti stabili e instabili del movimento (Davids et al., 2008).

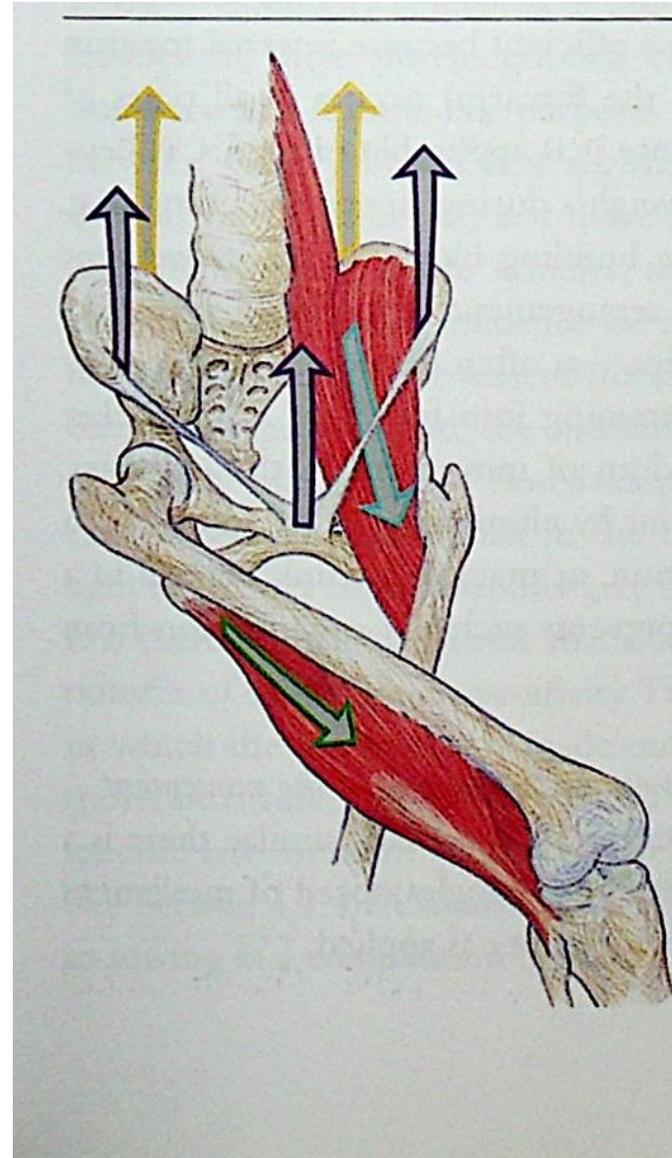
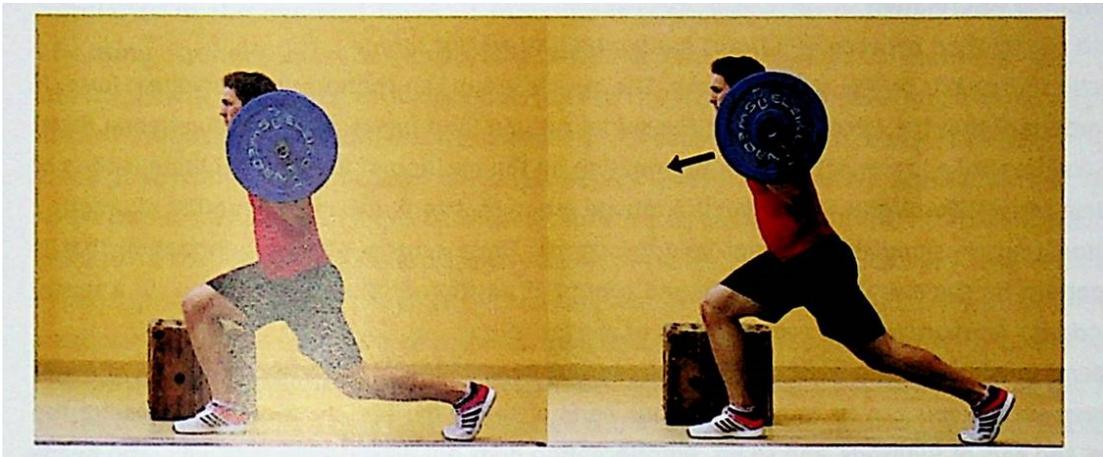
Il **Processo di Apprendimento** per i movimenti contestuali quindi richiede più tempo di quanto generalmente si pensi, poiché non è sufficiente imparare le componenti corrette del movimento - è anche necessario comprendere quali componenti devono essere utilizzate in modo stabile e quali in modo variabile.

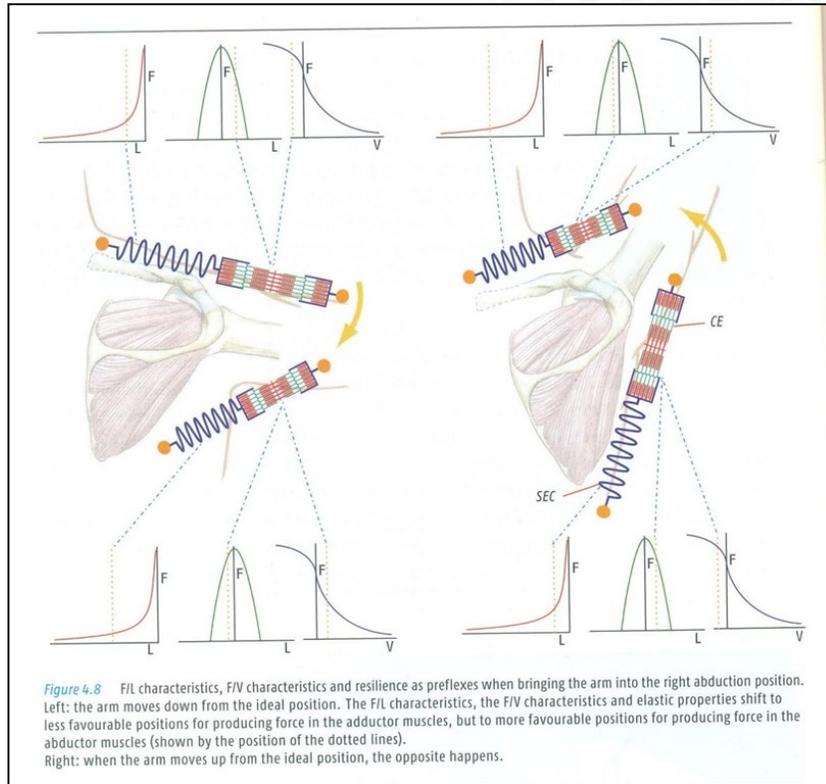


In termini di **trasferimento contestuale** al controllo non lineare del movimento sportivo, l'**allenamento della forza** è particolarmente adatto per l'esercizio e il miglioramento di questi elementi **costitutivi fissi**











L'effetto compensatore del **preflex** migliora con l'aumentare della velocità di movimento e della produzione di forza.

Il movimento a velocità media con produzione di forza sub-massimale è quindi meno accurato del movimento a piena velocità, anche se il rumore del segnale è maggiore alla massima velocità.

I **preflex** compensano quindi errori minori nell'esecuzione del movimento e migliorano la padronanza del colpo.

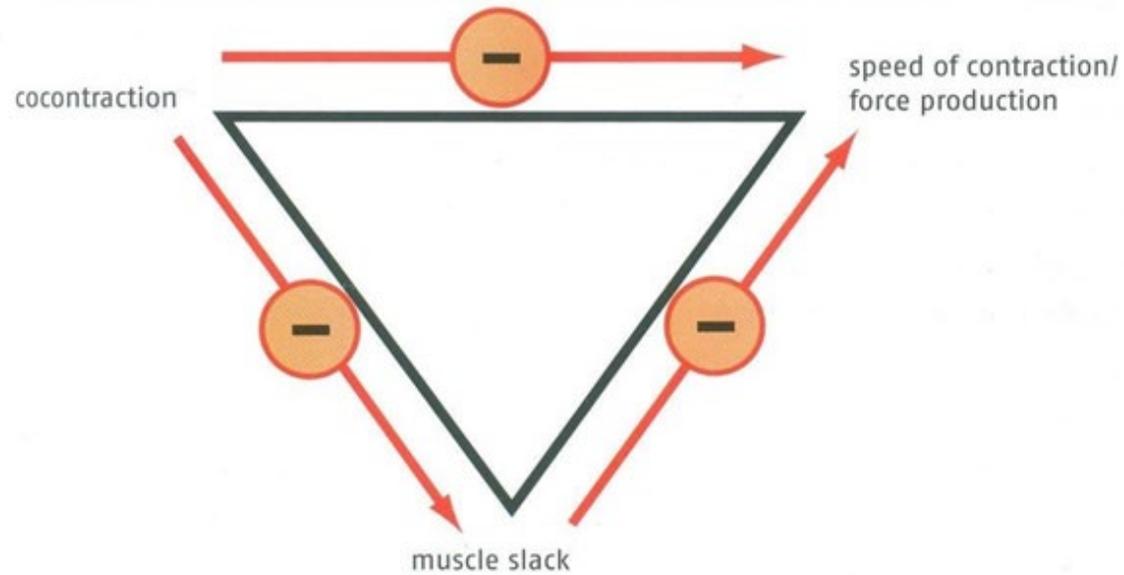
Uno dei principali vantaggi dei **preflex** è che il tempo di risposta è nullo (0 millisecondi), quindi possono apportare correzioni quando il sistema nervoso centrale ha un tempo di intervento insufficiente.

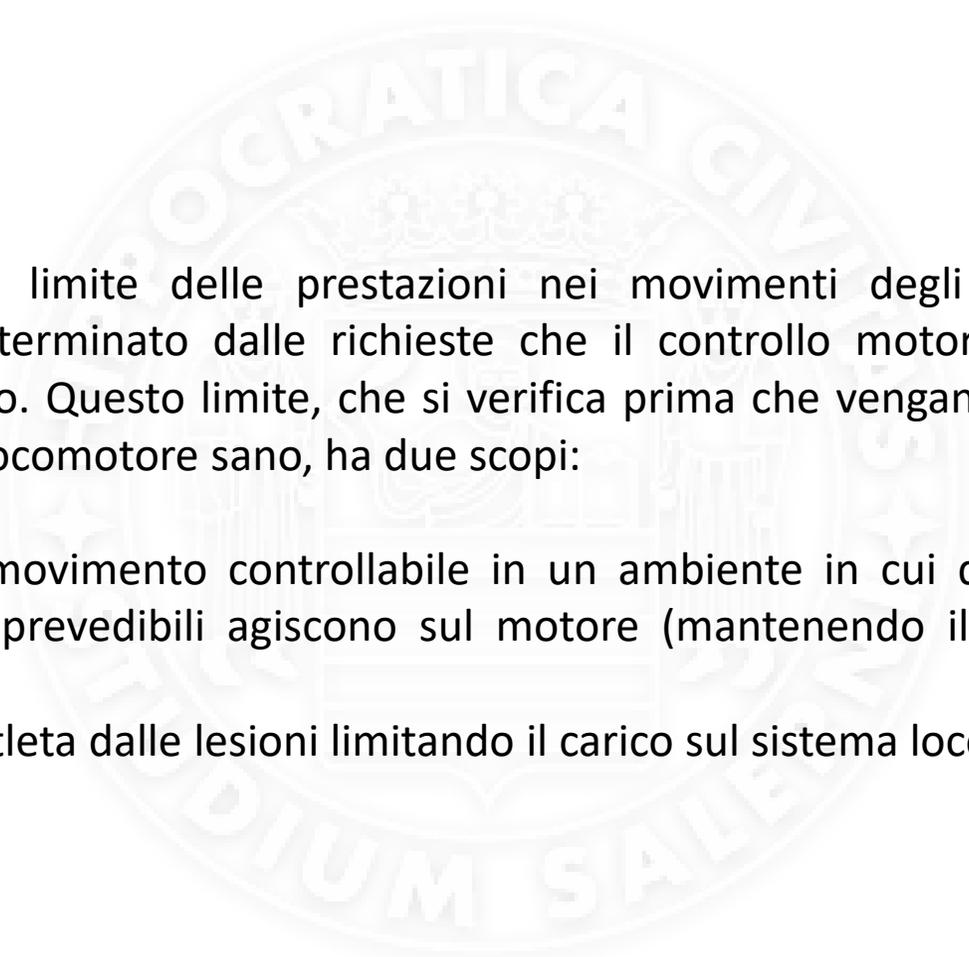
Le co-contrazioni correggono quindi gli errori nel movimento. Allo stesso tempo, tuttavia, gli antagonisti inibiscono la velocità dell'azione muscolare degli agonisti, e il movimento sarà eseguito più lentamente.

In altre parole, più velocità, più rumore, più co-contrazioni, più la intensità con cui il movimento sarà performato è inibita.

Il movimento sarà quindi limitato da meccanismi che fanno sì che il movimento risponda in modo robusto alle perturbazioni esterne (come le forze di reazione a terra o agli oppositori) e agli errori interni (di controllo) prima che venga raggiunto il limite di capacità di carico.

Le co-contrazioni non limitano solo l'intensità (velocità e forza) con cui un movimento può essere eseguito, ma hanno anche un impatto positivo. Questo perché facilitano il pretensionamento (sfavorendo il muscle slack).

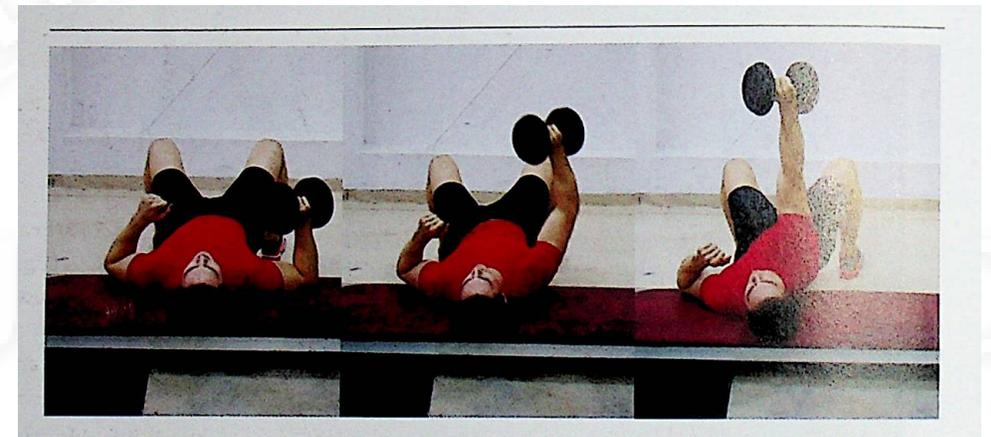
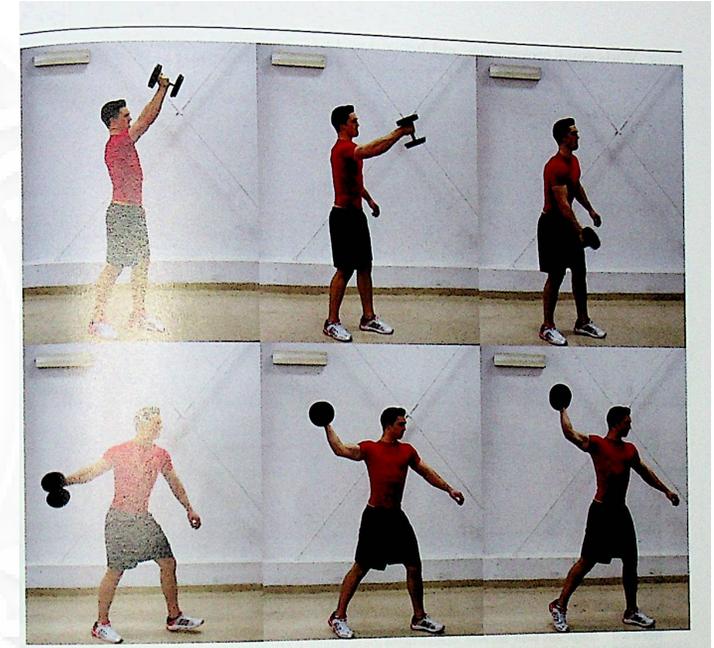
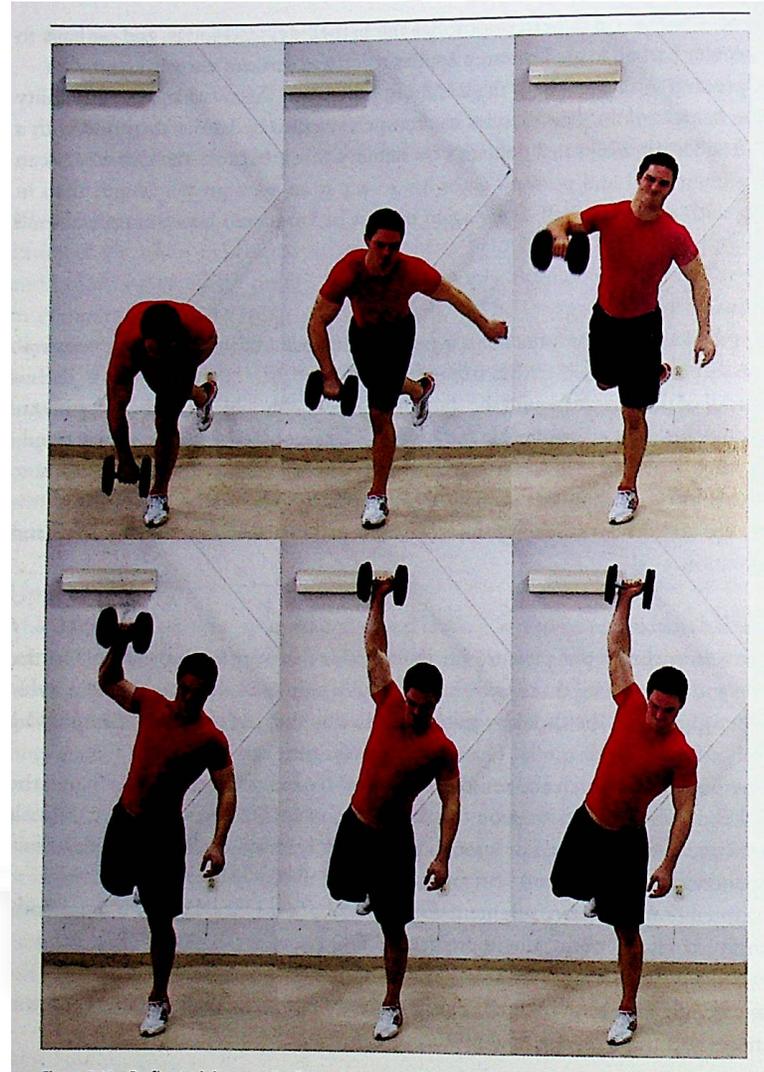
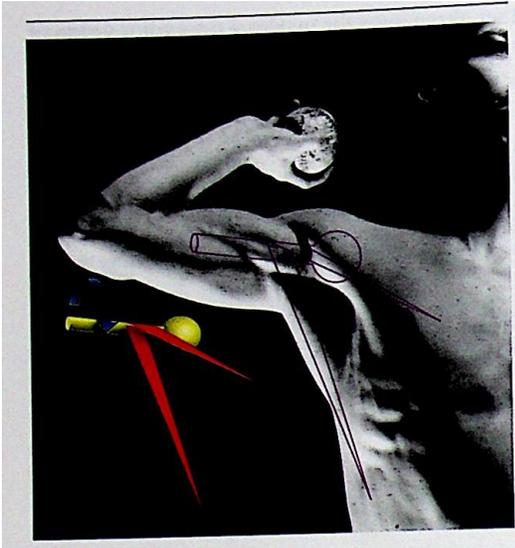




In conclusione, il limite delle prestazioni nei movimenti degli esplosivi è probabilmente determinato dalle richieste che il controllo motorio fa su un movimento intenso. Questo limite, che si verifica prima che vengano raggiunti i limiti del sistema locomotore sano, ha due scopi:

1. mantenere il movimento controllabile in un ambiente in cui diverse forze perturbanti imprevedibili agiscono sul motore (mantenendo il movimento robusto);
2. proteggono l'atleta dalle lesioni limitando il carico sul sistema locomotore.

Usando i pesi liberi durante l'allenamento della forza (ad esempio un overhead a braccio singolo con un manubrio) questi elementi costitutivi del movimento degli arti superiori vengono praticati e migliorati. L'organizzazione di questi elementi costitutivi deve essere auto-organizzata



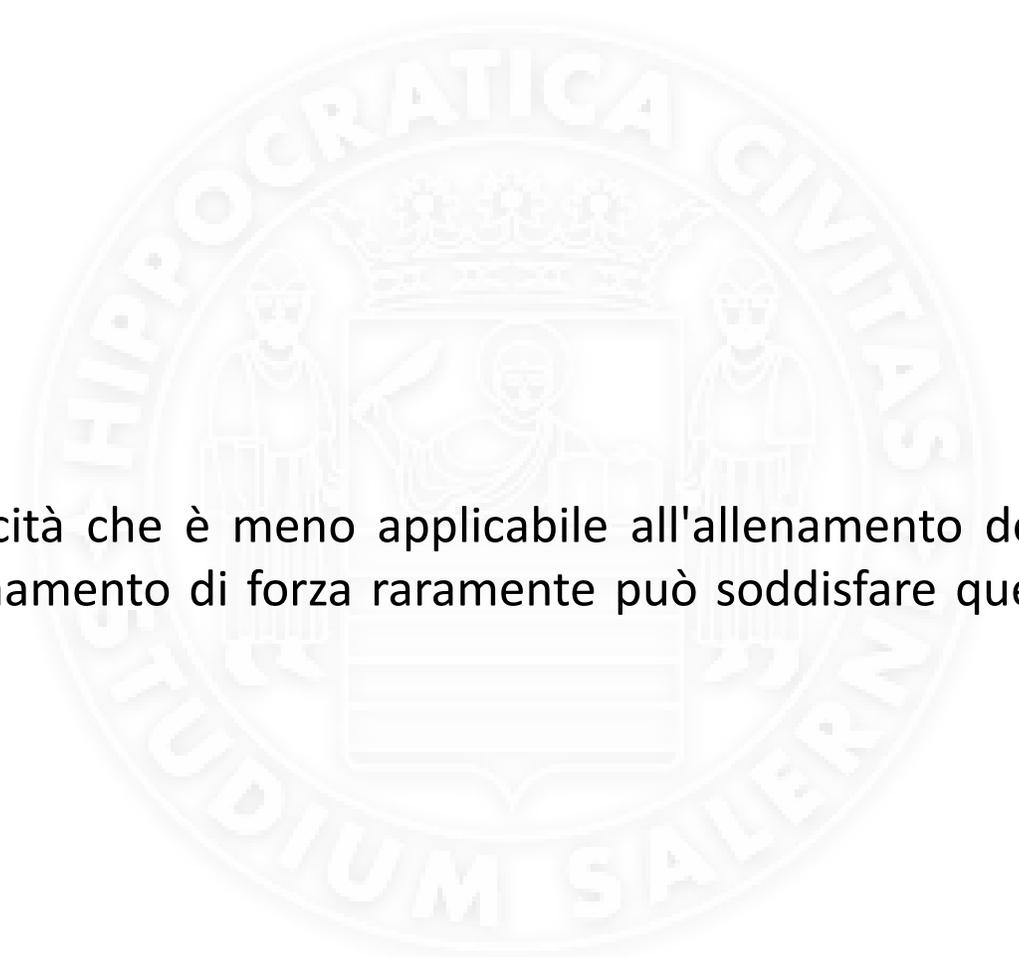
Somiglianza di movimento attraverso somiglianze nella struttura esterna del movimento

Se i risultati del movimento dei vari schemi di movimento sono esternamente simili, esiste un certo grado di specificità. Qui possiamo considerare le somiglianze negli angoli delle articolazioni, la velocità di movimento o la velocità angolare delle articolazioni e la direzione in cui viene applicata la forza.



Le somiglianze nella struttura del movimento esterno sono un importante punto di partenza nella ricerca di alta specificità e trasferimento efficiente degli esercizi, tra le altre ragioni perché la forma del movimento è importante per la rappresentazione virtuale di un modello di movimento che viene chiamato dall'atleta.

La forma aiuta quindi a integrare l'intenzione, i modelli sensoriali e l'aspetto del movimento.

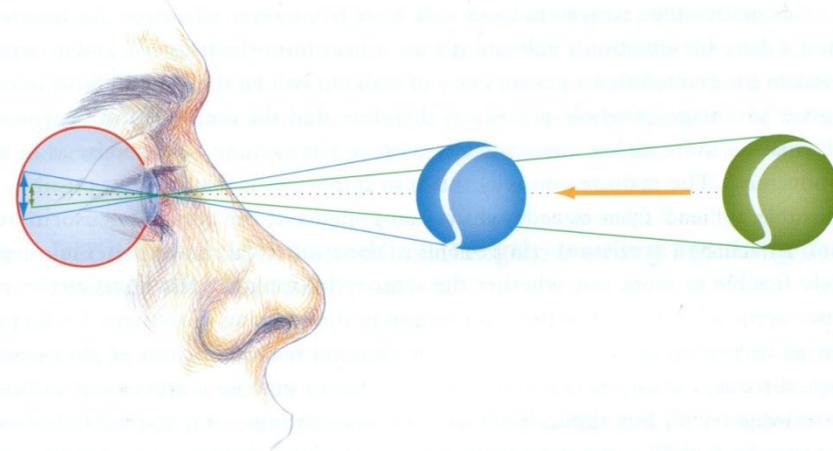
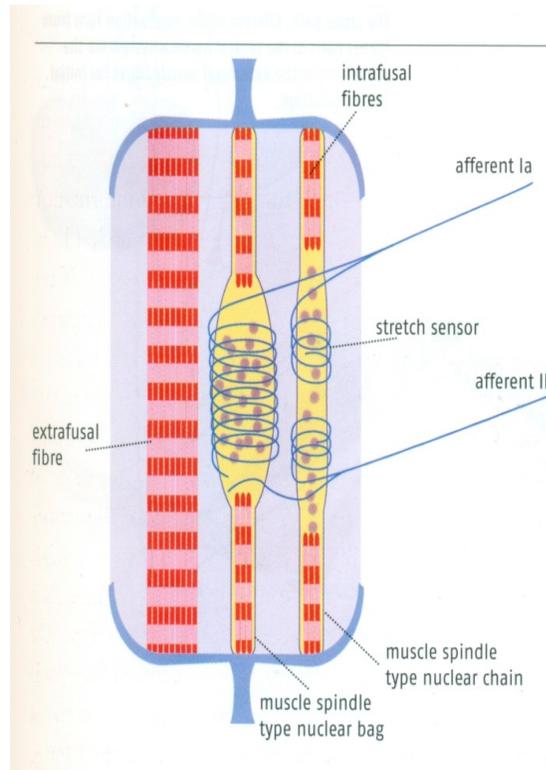


La caratteristica della specificità che è meno applicabile all'allenamento della forza è la somiglianza della produzione di energia. L'allenamento di forza raramente può soddisfare questo criterio per il trasferimento dell'allenamento.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

Somiglianza del movimento attraverso la somiglianza nei modelli sensoriali

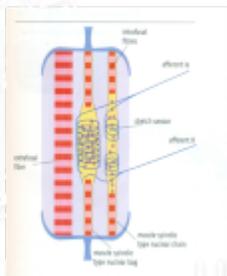
Ai fini della pratica dell'allenamento si può fare un'utile distinzione tra organi sensoriali che registrano l'ambiente (occhi, orecchie, sistema vestibolare, tatto e così via) e quelli che registrano lo stato del corpo, un processo noto come "propriocezione" (fusi muscolari, sensori tendinei, sensori articolari)



La regolazione dei modelli motori alla luce delle informazioni sensoriali determina in gran parte la qualità dell'esecuzione del movimento. È quindi sicuro presumere che la somiglianza nelle informazioni sensoriali abbia un impatto notevole sul trasferimento di formazione e specificità

Il fuso muscolare è una struttura lunga circa cinque millimetri e si trova nel muscolo, parallelo alle fibre muscolari extrasfusali. Il fuso contiene un sensore che trasmette un segnale in risposta all'allungamento. La sua struttura lo rende sensibile ai cambiamenti passivi della lunghezza nel muscolo. Le fibre afferenti del gruppo Ia registrano e trasportano le informazioni sulla quantità e sulla velocità di aumento della lunghezza. Le fibre afferenti del gruppo II registrano e trasportano informazioni sull'aumento della lunghezza.

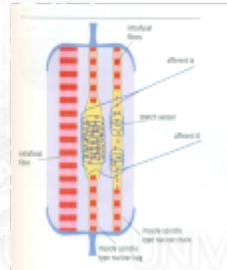
Poiché il fuso del muscolo è parallelo alle fibre muscolari extrasfusali, i cambiamenti di lunghezza in queste fibre influenzano la lunghezza del sensore nel fuso del muscolo. Se il muscolo si allunga, anche il fuso muscolare con il suo sensore si allungherà e trasmetterà un segnale più forte. Se il muscolo si accorcia, anche il fuso muscolare con il suo sensore si accorcia e trasmette un segnale più debole.



I sensori nel fuso muscolare possono anche variare di lunghezza sotto l'influenza di parti superiori del sistema nervoso centrale attraverso i motoneuroni gamma efferenti, che innervano le fibre muscolari intrafusali situate nel fuso del muscolo.

Se queste fibre intrafusali si contraggono concentricamente, il sensore del fuso muscolare si allunga e, se si rilassano, il sensore si accorcia. Quindi avviene una regolazione che permette di leggere in maniera adeguata lo stato di allungamento del muscolo rispetto allo stato «Attuale» di accorciamento. Lo stimolo dei motoneuroni gamma imposta il sensore sulla sua lunghezza iniziale per la registrazione dello stiramento.

Il fuso muscolare può quindi rispondere ai cambiamenti nella lunghezza del muscolo ad ogni lunghezza del muscolo.



I fusi trasmettono la registrazione della lunghezza e dei cambiamenti di lunghezza nel muscolo al midollo spinale attraverso le fibre afferenti (Tipi Ia e II).

Da lì l'informazione viene trasmessa a parti superiori del sistema nervoso centrale, fornendo importanti informazioni sullo stato del corpo.

I motoneuroni alfa sono anche attivati a livello del midollo spinale come risultato delle informazioni gamma afferenti.

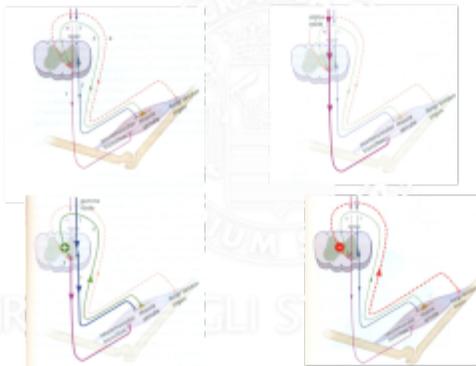
Questo provoca stimolazione e azione muscolare.

Il fuso muscolare agisce quindi come sistema di controllo di lunghezza (un muscolo che è allungato oltre i contratti previsti in una risposta riflessa al segnale dal fuso muscolare).

Il muscolo può quindi essere controllato in diversi modi:

- direttamente attraverso lo stimolo dei motoneuroni alfa;
- indirettamente attraverso lo stimolo dei motoneuroni gamma, che altera la reattività del fuso muscolare e, a sua volta, supporta l'attività dei motoneuroni alfa.

Quest'ultimo meccanismo è noto come «alpha/gamma coactivation» «stretch reflex».



Il modo in cui il fuso neuromuscolare e GTO funzionano è effettivamente complesso.

Il fuso neuromuscolare attivo è in contatto con parti superiori del sistema nervoso centrale, che può avere un'influenza maggiore sull'intero effetto della coattivazione alfa / gamma e sull'allungamento riflesso attraverso l'attività del fuso muscolare.

- In una deliberata azione muscolare isometrica, l'attività del fuso neuromuscolare sostiene il tono muscolare.
- In una deliberata azione muscolare concentrica, l'attività del fuso neuromuscolare cessa (attraverso il controllo del sistema nervoso centrale).

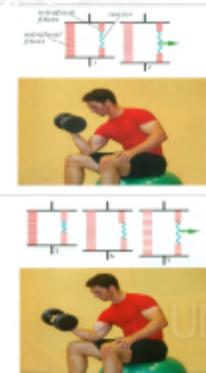
La vecchia idea che i fusi muscolari funzionino principalmente o solo attraverso i riflessi a livello del midollo spinale deve quindi lasciare il posto a un livello molto più complesso, modello interattivo e flessibile, di cui l'azione a livello del midollo spinale è solo una parte.

Il sistema dovuto al fuso neuromuscolare

(percorso indiretto) consente al muscolo di raggiungere una lunghezza predeterminata, più o meno indipendentemente dalle forze esterne coinvolte.

Visto in termini di funzione motoria più ampia, ciò significa che il sistema può garantire che alcune influenze esterne (forze) perturbanti possano essere in qualche modo neutralizzate dalla progettazione della funzione motoria.

Il sistema di movimento è quindi in grado di progettare abilità motorie in accordo con un piano predeterminato che incorpora l'adattamento a fattori esterni (monitoraggio della lunghezza del muscolo mediante il ciclo gamma) che sono necessari per l'esecuzione di successo di un determinato compito.



Oltre al monitoraggio dell'azione muscolare da parte del ciclo gamma, la forza contrattile del muscolo è influenzata da un altro "sensore", l'organo tendineo del Golgi (GTO). Il GTO non è controllato dal sistema nervoso centrale, e quindi è un sensore passivo. Quando il muscolo è teso, il tendine si estende, attivando il GTO.

Il GTO attiva, tra le altre cose, il feedback di inibizione del muscolo a livello del midollo spinale, questo sistema è molto più sensibile di quanto si pensasse:

- il GTO può persino registrare l'aumento di tensione causato dall'attività di una sola unità motoria.

Il fuso neuromuscolare e i sistemi tendinei del Golgi sono essenzialmente sistemi conservativi: tentano di contrastare rapidi, estremi cambiamenti nella lunghezza e nella tensione muscolare

Oltre all'attivazione riflessa del proprio "muscolo", il fuso neuromuscolare e il GTO hanno un'influenza inibitoria sugli antagonisti, nota come "inibizione reciproca". Nell'estensione dell'anca, l'attivazione delle fibre muscolari nel gluteo massimo sarà quindi accompagnata da un effetto inibitorio sulle fibre dell'ileopecteo.

Questa interazione tra eccitazione e inibizione è di importanza per la coordinazione intermuscolare e potrà essere alterato dall'allenamento della forza.

Ci sarà una riduzione co-contrazione: contrazione simultanea del agonista e l'antagonista (Huijbregts & Claris, 1995), la quale può determinare una minore stabilità articolare ma allo stesso tempo un aumento della coppia a livello articolare.

Anche l'azione dei vari agonisti (ad esempio i vari muscoli estensori intorno all'articolazione dell'anca) sarà coordinata meglio.

Entrambi i cambiamenti derivanti dall'allenamento di forza sono specifici del movimento.

In molte situazioni sportive è molto difficile stimare quanto controllo alfa e gamma diano la combinazione ottimale per un modello di movimento.

Il sistema di controllo motorio deve, per così dire, imparare a stimare una larghezza di banda all'interno della quale deve rimanere la dimensione delle forze esterne in modo da consentire la correzione ottimale delle deviazioni dal sistema gamma.



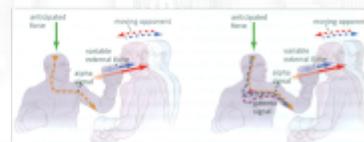
I discendenti devono regolare l'attività del fuso neuromuscolare in modo che le forze esterne inaspettatamente grandi (dovute a terreni irregolari) possano essere adeguatamente corrette per mantenere più o meno gli stessi angoli del ginocchio e dell'anca.

Allo stesso tempo, l'attività gamma non deve essere così elevata che gli angoli del ginocchio e dell'anca non si adattino alle forze esterne e gli sci non scivolino più, ma rimbalzano sulla neve.

I pugili che vogliono imparare una combinazione di pugni devono farlo in modo tale che i movimenti del loro braccio rimangano indipendenti dalle forze che agiscono sulla mano che punge durante la combinazione.

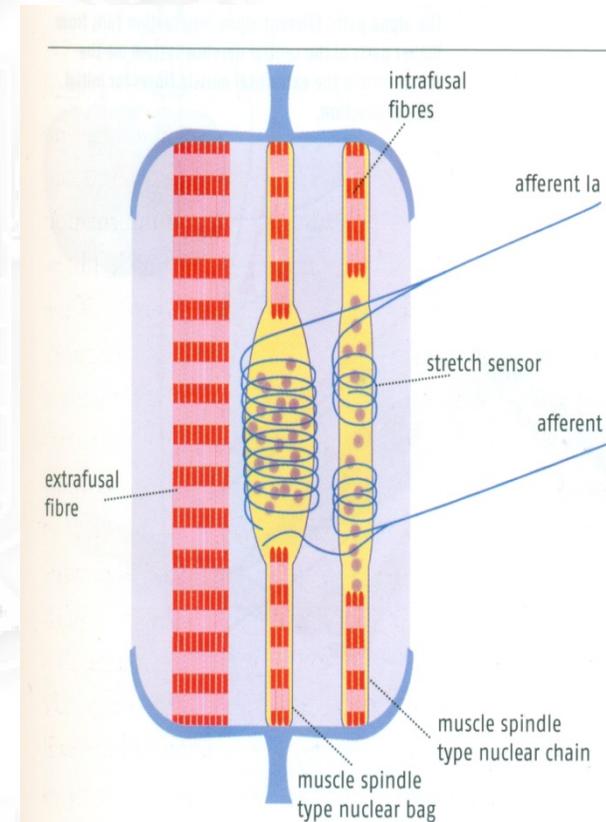
Un avversario che avanza durante tale combinazione genererà forze esterne più grandi di quelle che si ritirano.

Se la combinazione è controllata solo da un'attività di tipo alfa, un movimento mal giudicato dall'avversario perturba così tanto il modello che sarà molto difficile continuare la combinazione.



Il fuso muscolare è una struttura lunga circa cinque millimetri e si trova nel muscolo, parallelo alle fibre muscolari extrafusali. Il fuso contiene un sensore che trasmette un segnale in risposta all'allungamento. La sua struttura lo rende sensibile ai cambiamenti passivi della lunghezza nel muscolo. Le fibre **afferente del gruppo Ia** registrano e trasportano le informazioni sulla quantità e sulla velocità di aumento della lunghezza. Le **fibre afferenti del gruppo II** registrano e trasportano informazioni sull'aumento della lunghezza.

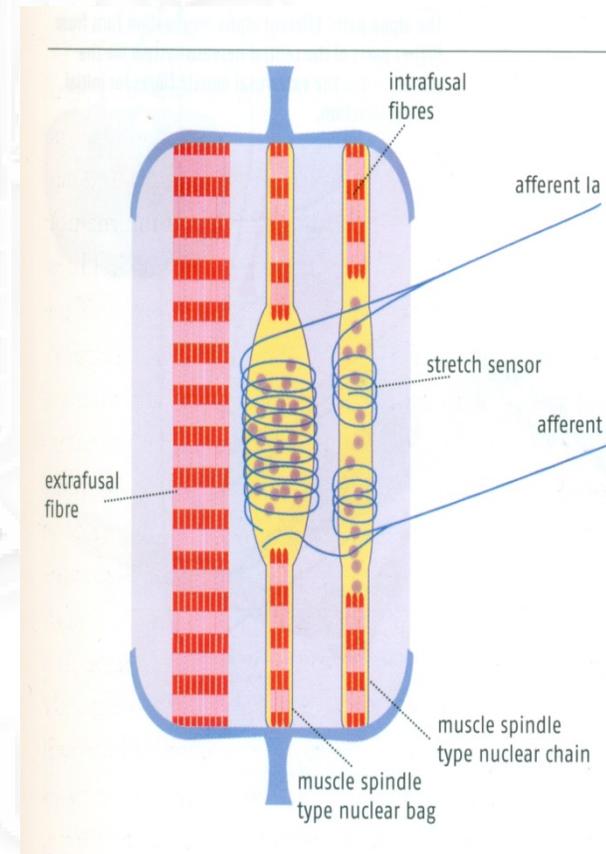
Poiché il fuso del muscolo è parallelo alle fibre muscolari extrafusali, i cambiamenti di lunghezza in queste fibre influenzano la lunghezza del sensore nel fuso del muscolo. Se il muscolo si allunga, anche il fuso muscolare con il suo sensore si allungherà e trasmetterà un segnale più forte. Se il muscolo si accorcia, anche il fuso muscolare con il suo sensore si accorcia e trasmette un segnale più debole.



I sensori nel fuso muscolare possono anche variare di lunghezza sotto l'influenza di parti superiori del sistema nervoso centrale attraverso i motoneuroni gamma efferenti, che innervano le fibre muscolari intrafusali situate nel fuso del muscolo.

Se queste fibre intrafusali si contraggono concentricamente, il sensore del fuso muscolare si allunga e, se si rilassano, il sensore si accorcia. Quindi avviene una regolazione che permette di leggere in maniera adeguata lo stato di allungamento del muscolo rispetto allo stato «Attuale» di accorciamento. Lo stimolo dei motoneuroni gamma imposta il sensore sulla sua lunghezza iniziale per la registrazione dello stiramento.

Il fuso muscolare può quindi rispondere ai cambiamenti nella lunghezza del muscolo ad ogni lunghezza del muscolo.



I fusi trasmettono la registrazione della lunghezza e dei cambiamenti di lunghezza nel muscolo al midollo spinale attraverso le fibre afferenti (Tipi Ia e II).

Da lì l'informazione viene trasmessa a parti superiori del sistema nervoso centrale, fornendo importanti informazioni sullo stato del corpo.

I motoneuroni alfa sono anche attivati a livello del midollo spinale come risultato delle informazioni gamma afferenti.

Questo provoca stimolazione e azione muscolare.

Il fuso muscolare agisce quindi come sistema di controllo di lunghezza (un muscolo che è allungato oltre i contratti previsti in una risposta riflessa al segnale dal fuso muscolare).

Il muscolo può quindi essere controllato in diversi modi:

- direttamente attraverso lo stimolo dei motoneuroni alfa;
- indirettamente attraverso lo stimolo dei motoneuroni gamma, che altera la reattività del fuso muscolare e, a sua volta, supporta l'attività dei motoneuroni alfa.

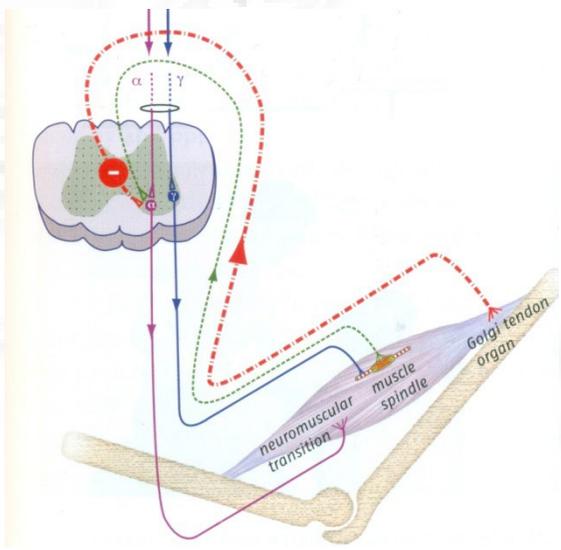
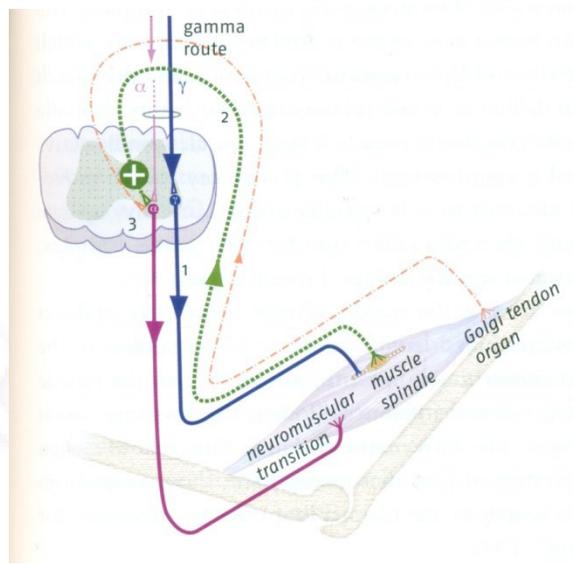
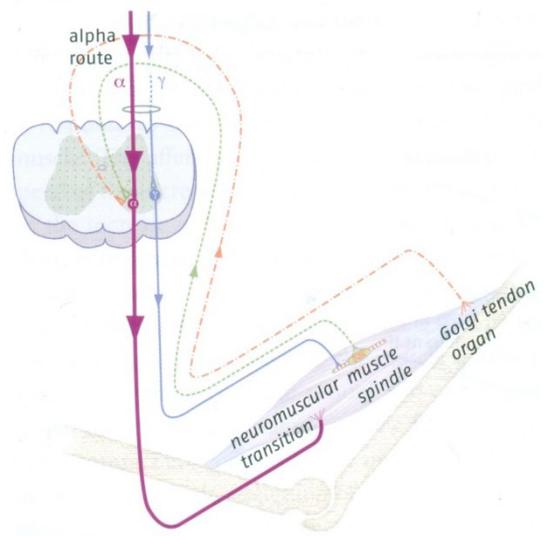
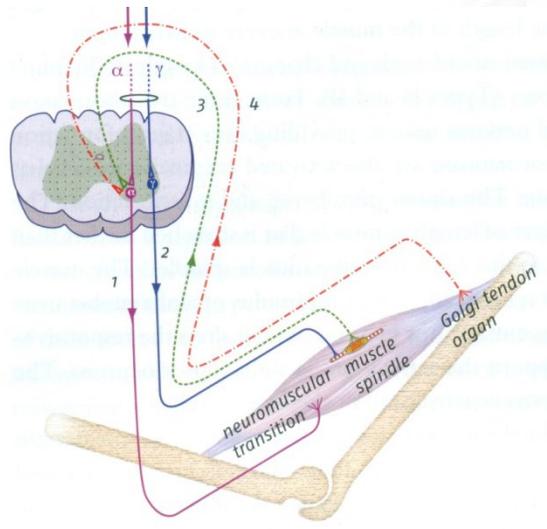
Quest'ultimo meccanismo è noto come «alpha/gamma coactivation» o «stretch reflex».

Oltre al monitoraggio dell'azione muscolare da parte del ciclo gamma, la forza contrattile del muscolo è influenzato da un altro "sensore", l'organo tendineo del Golgi (GTO). Il GTO non è controllato dal sistema nervoso centrale, e quindi è un sensore passivo. Quando il muscolo è teso, il tendine si estende, attivando la GTO.

Il GTO attiva, tra le altre cose, il feedback di inibizione del muscolo a livello del midollo spinale, questo sistema è molto più sensibile di quanto si pensasse:

- il GTO può persino registrare l'aumento di tensione causato dall'attività di una sola unità motoria.

il fuso neuromuscolare e i sistemi tendinei del Golgi sono essenzialmente sistemi **conservativi**: tentano di contrastare rapidi, estremi cambiamenti nella lunghezza e nella tensione muscolare



UNIVER

GLI S

SALERNO

Il modo in cui il fuso neuromuscolare e GTO funzionano è effettivamente complesso.

Il fuso neuromuscolare attivo è in contatto con parti superiori del sistema nervoso centrale, che può avere un'influenza maggiore sull'intero effetto della coattivazione alfa / gamma e sull'allungamento riflesso attraverso l'attività del fuso muscolare.

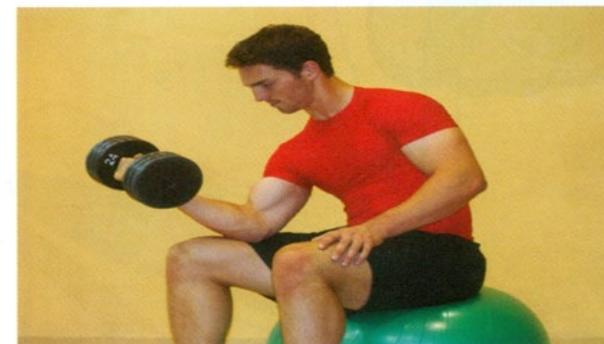
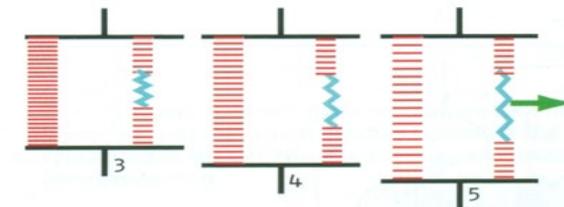
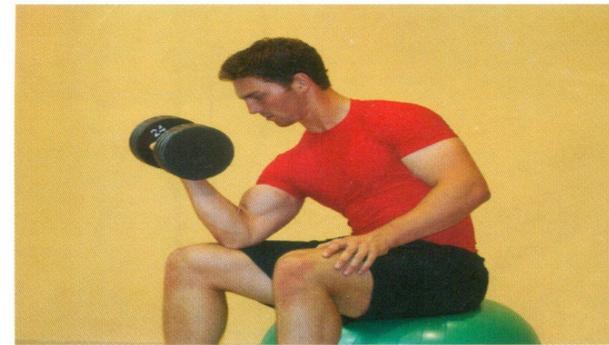
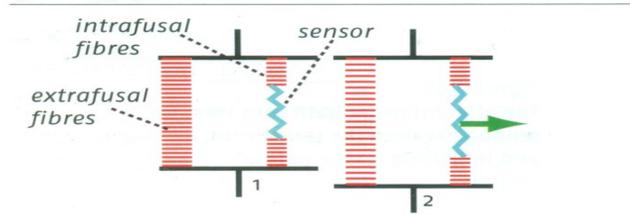
- **In una deliberata azione muscolare isometrica, l'attività del fuso neuromuscolare sostiene il tono muscolare.**
- **In una deliberata azione muscolare concentrica, l'attività del fuso neuromuscolare cessa (attraverso il controllo del sistema nervoso centrale).**

La vecchia idea che i fusi muscolari funzionino principalmente o solo attraverso i riflessi a livello del midollo spinale deve quindi lasciare il posto a un livello molto più complesso, modello interattivo e flessibile, di cui l'azione a livello del midollo spinale è solo una parte.

Il sistema dovuto al fuso neuromuscolare (percorso indiretto) consente al muscolo di raggiungere una lunghezza predeterminata, più o meno indipendentemente dalle forze esterne coinvolte.

Visto in termini di funzione motoria più ampia, ciò significa che il sistema può garantire che alcune **influenze esterne (forze) perturbanti** possano essere in qualche modo **neutralizzate dalla progettazione della funzione motoria**.

Il sistema di movimento è quindi in grado di progettare abilità motorie in accordo con un piano predeterminato che incorpora l'adattamento a fattori esterni (monitoraggio della lunghezza del muscolo mediante il ciclo gamma) che sono necessari per l'esecuzione di successo di un determinato compito.



Oltre all'attivazione riflessa del proprio "muscolo", il fuso neuromuscolare e il GTO hanno un'influenza inibitoria sugli antagonisti, nota come "**inibizione reciproca**". Nell'estensione dell'anca, l'attivazione delle fibre muscolari nel gluteo massimo sarà quindi accompagnata da un effetto inibitorio sulle fibre dell'ileopsoas.

Questa interazione tra eccitazione e inibizione è di importanza per la coordinazione intermuscolare e potrà essere alterato dall'allenamento della forza.

Ci sarà una riduzione co-contrazioni: contrazione simultanea del agonista e l'antagonista (Huijbregts & Clarijs, 1995), la quale può determinare una minore stabilità articolare ma allo stesso tempo un aumento della coppia a livello articolare.

Anche l'azione dei vari agonisti (ad esempio i vari muscoli estensori intorno all'articolazione dell'anca) sarà coordinata meglio.

Entrambi i cambiamenti derivanti dall'allenamento di forza sono specifici del movimento.

In molte situazioni sportive è molto difficile stimare quanto controllo alfa e gamma diano la combinazione ottimale per un modello di movimento.

Il sistema di controllo motorio deve, per così dire, imparare a stimare una larghezza di banda all'interno della quale deve rimanere la dimensione delle forze esterne in modo da consentire la correzione ottimale delle deviazioni dal sistema gamma.



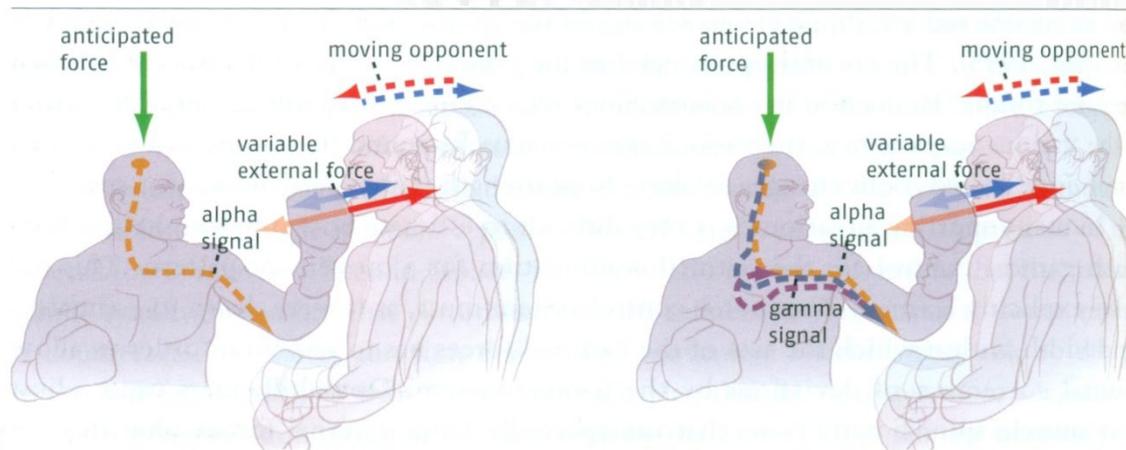
I discesiisti devono regolare l'attività del fuso neuromuscolare in modo che le forze esterne inaspettatamente grandi (dovute a terreni irregolari) possano essere adeguatamente corrette per mantenere più o meno gli stessi angoli del ginocchio e dell'anca.

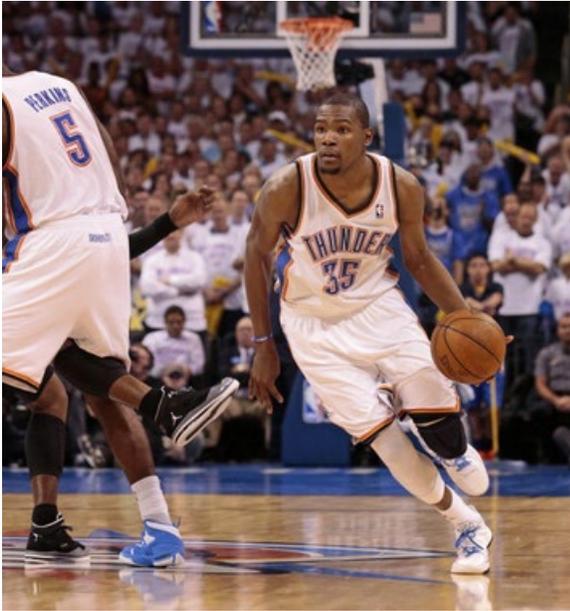
Allo stesso tempo, l'attività gamma non deve essere così elevata che gli angoli del ginocchio e dell'anca non si adattino alle forze esterne e gli sci non scivolino più, ma rimbalzano sulla neve.

I pugili che vogliono imparare una combinazione di pugni devono farlo in modo tale che i movimenti del loro braccio rimangano indipendenti dalle forze che agiscono sulla mano che punge durante la combinazione.

Un avversario che avanza durante tale combinazione genererà forze esterne più grandi di quelle che si ritirano.

Se la combinazione è controllata solo da un'attività di tipo alfa, un movimento mal giudicato dall'avversario perturba così tanto il modello che sarà molto difficile continuare la combinazione.





La principale specificità delle informazioni sensoriali nell'ambito dell'allenamento della forza risiede quindi nella **propriocezione**. Ciò gioca un ruolo particolarmente importante nell'allenamento della forza per quanto riguarda il trasferimento dell'allenamento durante schemi di movimento complicati. Naturalmente, questi sono soprattutto i movimenti che comportano solo un lieve aumento del sovraccarico.

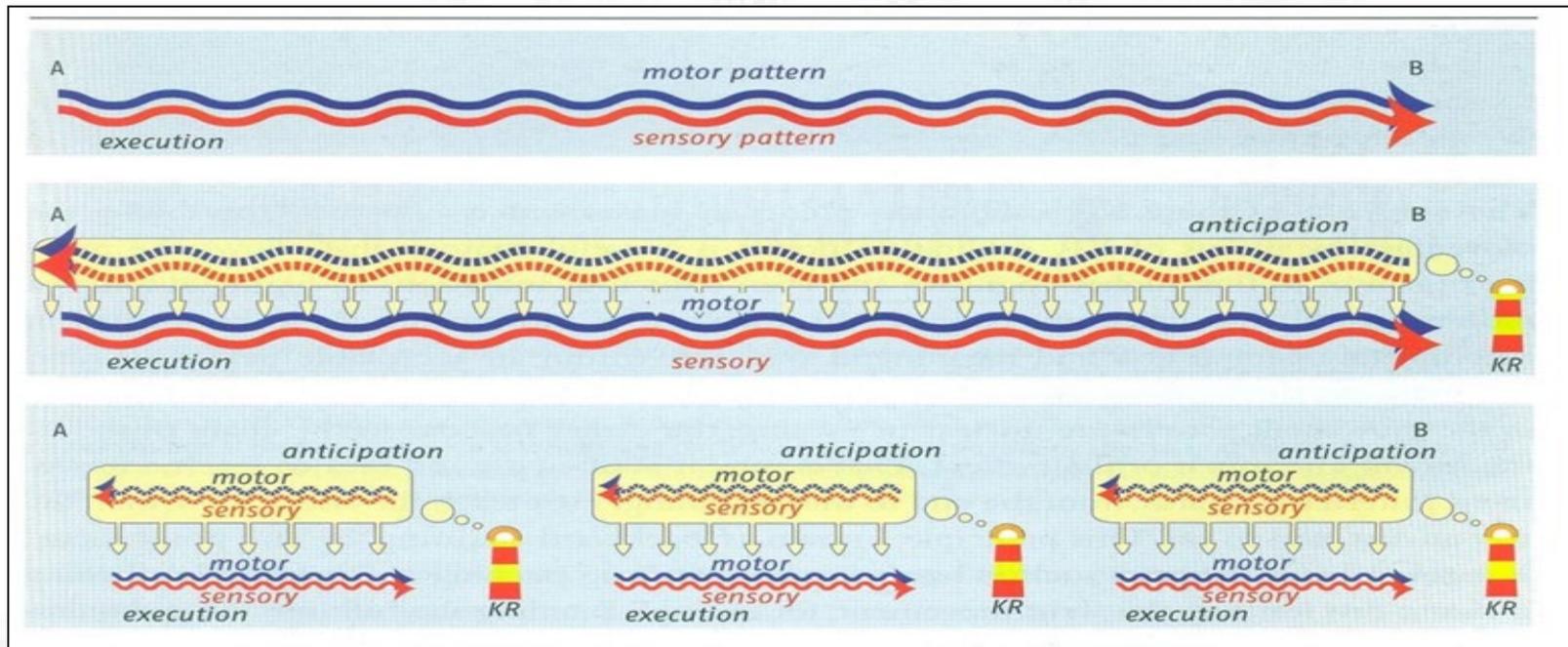
Tuttavia, il problema che si pone è che le informazioni propriocettive sono principalmente elaborate da processi inconsci e che la consapevolezza delle informazioni dal corpo (attenzione interna) fa ben poco per migliorare i modelli motori.

L'attenzione consapevole al movimento migliora il risultato della pratica (il livello raggiunto alla fine della sessione di pratica). Tuttavia, non sarà facile convertire il risultato della pratica in un risultato di apprendimento (il livello di abilità che diventa permanente).

In conclusione, le informazioni sensoriali sono molto importanti per il processo di apprendimento, ma è molto difficile e spesso impossibile utilizzarle come punto di partenza diretto per l'insegnamento.

Somiglianza del movimento attraverso la somiglianza nell'intenzione del movimento

Il sistema di apprendimento cerca di ragionare dall'intenzione del movimento al processo (l'azione muscolare), e utilizza principalmente **la conoscenza intrinseca dei risultati per farlo**. In questo senso è chiaro che un esercizio si tradurrà soprattutto nel trasferimento a un movimento sportivo se l'intenzione è la stessa in entrambi i casi. La somiglianza nell'intenzione dei movimenti è quindi una caratteristica della specificità.



Conoscenza della Performance (KP) e Conoscenza del Risultato (KR) aumentati

Il modo in cui viene dato il feedback influenza notevolmente il risultato di apprendimento che si desidera ottenere. È quindi utile distinguere tra i vari tipi di feedback. Per prima cosa dobbiamo distinguere tra:

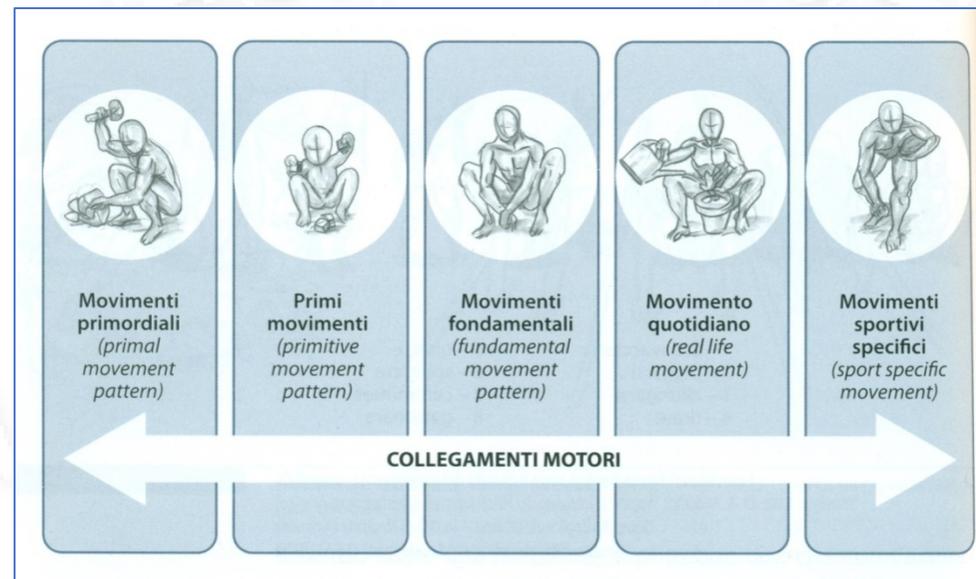
- **Feedback intrinseco:** feedback che l'atleta riceve nell'eseguire il movimento stesso (incluso il feedback propriocettivo);
- **Feedback estrinseco/aumentato:** feedback esterno (dalle istruzioni dell'allenatore, immagini video e così via).

Il feedback può anche essere diviso in:

- Informazioni sulla conoscenza della prestazione (KP);
- Informazioni sulla conoscenza del risultato (KR) (cioè conoscenza dello stato raggiunto seguendo il movimento).

Il modello di intenzione-azione consente di trarre due conclusioni interessanti per quanto riguarda la progettazione dell'allenamento per la forza:

- 1. Poiché i movimenti iniziano con l'intenzione**, i movimenti senza una chiara intenzione non rientrano altrettanto bene nella struttura organizzativa del sistema, come movimenti con un obiettivo chiaramente definito. I movimenti non contestuali sono quindi in qualche modo non orientati; fluttuano nel cervello e non hanno una struttura logica.



Nei movimenti che hanno una forte relazione con il contesto in cui vengono eseguiti, l'intenzione del movimento sarà abbastanza ovvia



Quanto più intensamente viene definita l'intenzione del movimento per il sistema di apprendimento, tanto più auto-organizzazione sarà automatizzata e più rapida verso tale intenzione

Se non vi è alcuna intenzione, o se è vago, il sistema di apprendimento troverà difficile organizzare correttamente l'esecuzione del movimento.

In molti esercizi di forza l'intenzione intrinseca non è chiara, o manca del tutto.

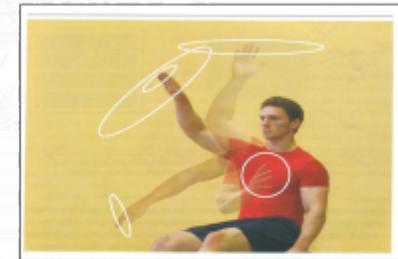
L'allenamento di forza basato sull'addestramento di specifici gruppi muscolari, che è consuetudine nel mondo della riabilitazione di fitness, body building e post infortunio, **interviene nella fase finale del design del movimento**; di conseguenza, non allena la flessibilità dell'uso muscolare e quindi è meno efficace. Ciò è particolarmente vero se applicato alle abilità aperte.



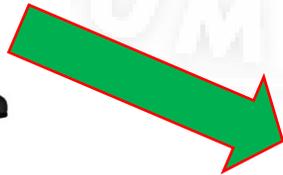
Un movimento sportivo contestuale non dovrebbe essere un incidente, e la pratica di uno sport non dovrebbe certamente significare svolgere una serie di incidenti.

I movimenti dovrebbero far parte di una matrice coerente e dovrebbero esserci relazioni tra categorie di movimenti correlati.

Bernstein usò il termine compito "motorio equivalente" per descrivere queste relazioni (Bernstein, 1996).



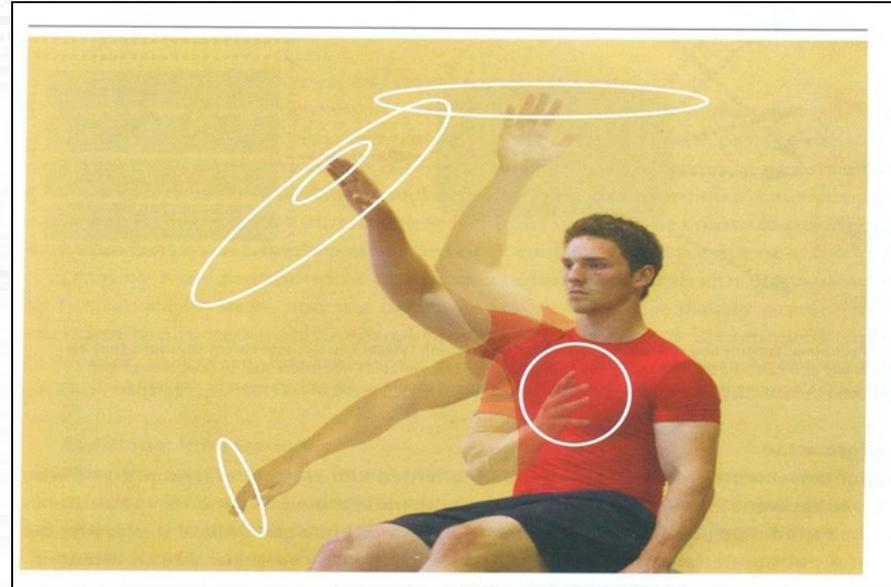
L'allenamento di forza basato sull'addestramento di specifici gruppi muscolari, che è consuetudine nel mondo della riabilitazione di fitness, body building e post infortunio, **interviene nella fase finale del design del movimento**; di conseguenza, non allena la flessibilità dell'uso muscolare e quindi è meno efficace. Ciò è particolarmente vero se applicato alle abilità aperte.



Un movimento sportivo contestuale non dovrebbe essere un incidente, e la pratica di uno sport non dovrebbe certamente significare svolgere una serie di incidenti.

I movimenti dovrebbero far parte di una matrice coerente e dovrebbero esserci relazioni tra categorie di movimenti correlati.

Bernstein usò il termine compito "motorio equivalente" per descrivere queste relazioni (Bernstein, 1996).



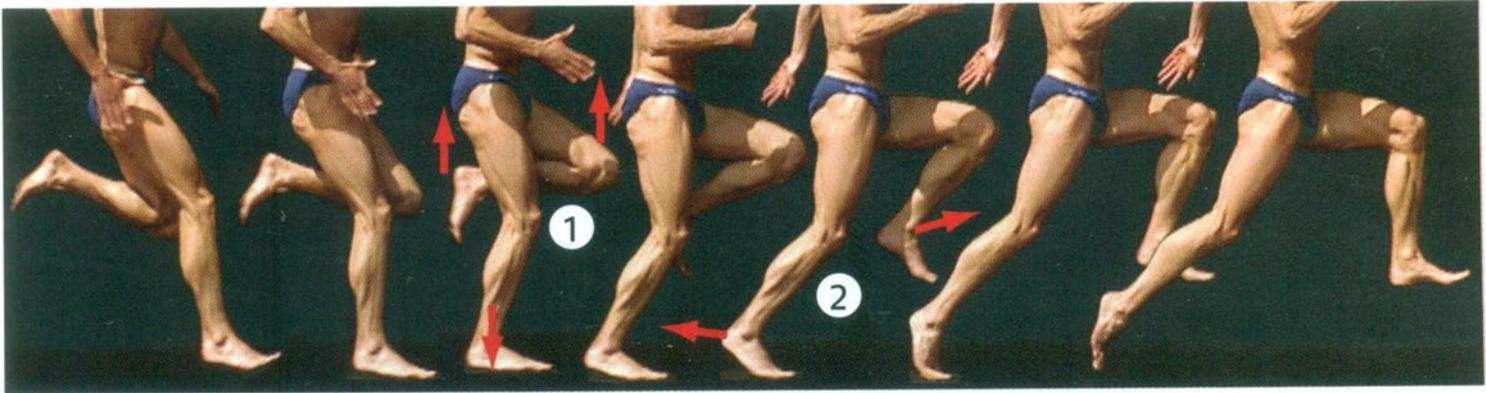
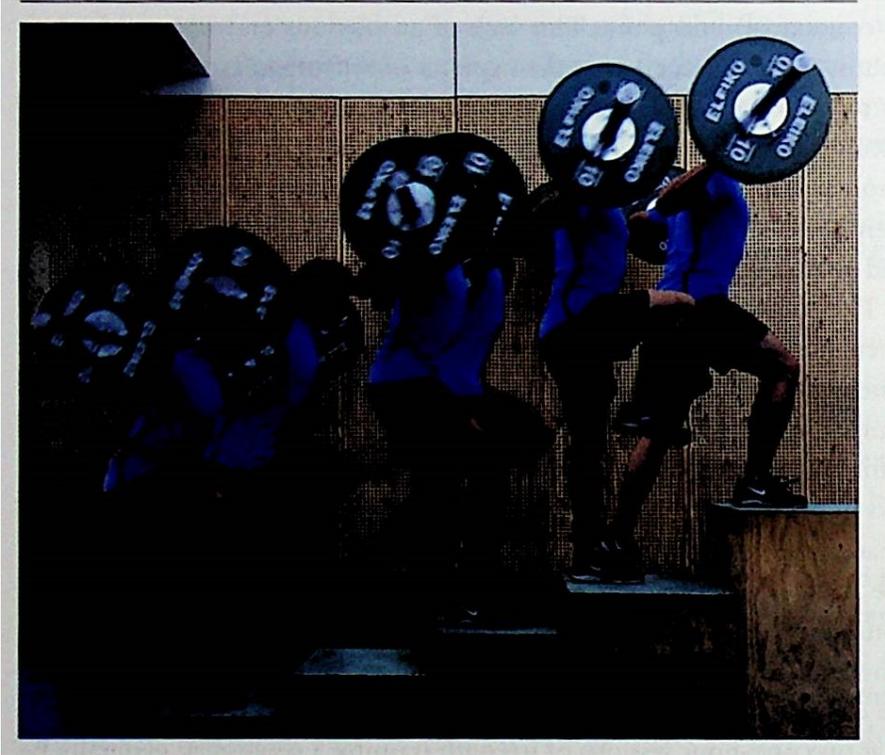
La mancanza di un ovvio punto finale (che non manca quando si lancia un bersaglio) è a scapito dell'autorganizzazione dei modelli di movimento efficaci verso il bersaglio, e quindi dell'apprendimento di utili componenti di base dei modelli di movimento.



Le kettlebell, che vengono sollevati e fatte oscillare con una mano, vengono utilizzate per caricare e allenare le catene muscolari in diversi modi. I movimenti di oscillazione e sollevamento possono essere eseguiti con la massima libertà di movimento nello spazio tridimensionale. Vi sono quindi elevate esigenze in materia di controllo del movimento.

Tuttavia, l'effetto di apprendimento in termini di coordinamento intermuscolare è inferiore alle aspettative, poiché è molto difficile includere un punto finale preciso e soprattutto mirato negli esercizi con kettlebell

Step Up su box di 25 cm

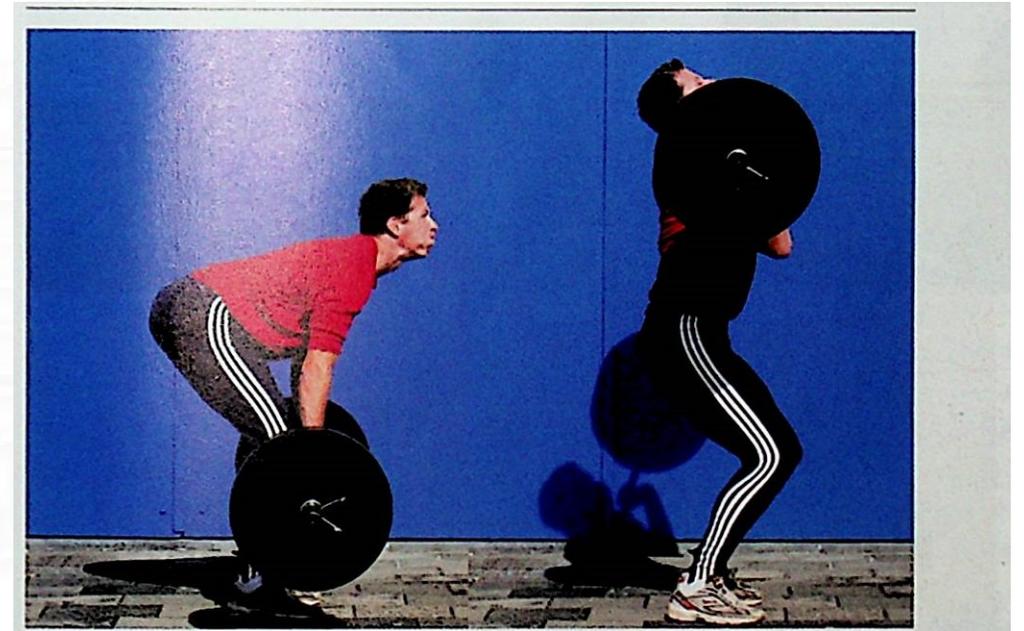


Esecuzione di un clean

Un clean può essere utilizzato per allenare la corretta tempistica dell'estensione prossimale-distale delle articolazioni degli arti inferiori e la coordinazione intermuscolare di accompagnamento.

In assenza di chiare informazioni intrinseche sul KR, questo tempismo è molto difficile da imparare, ecco perché ogni sollevatore di pesi cerca di inserire chiare informazioni sui risultati quando esegue questo esercizio.

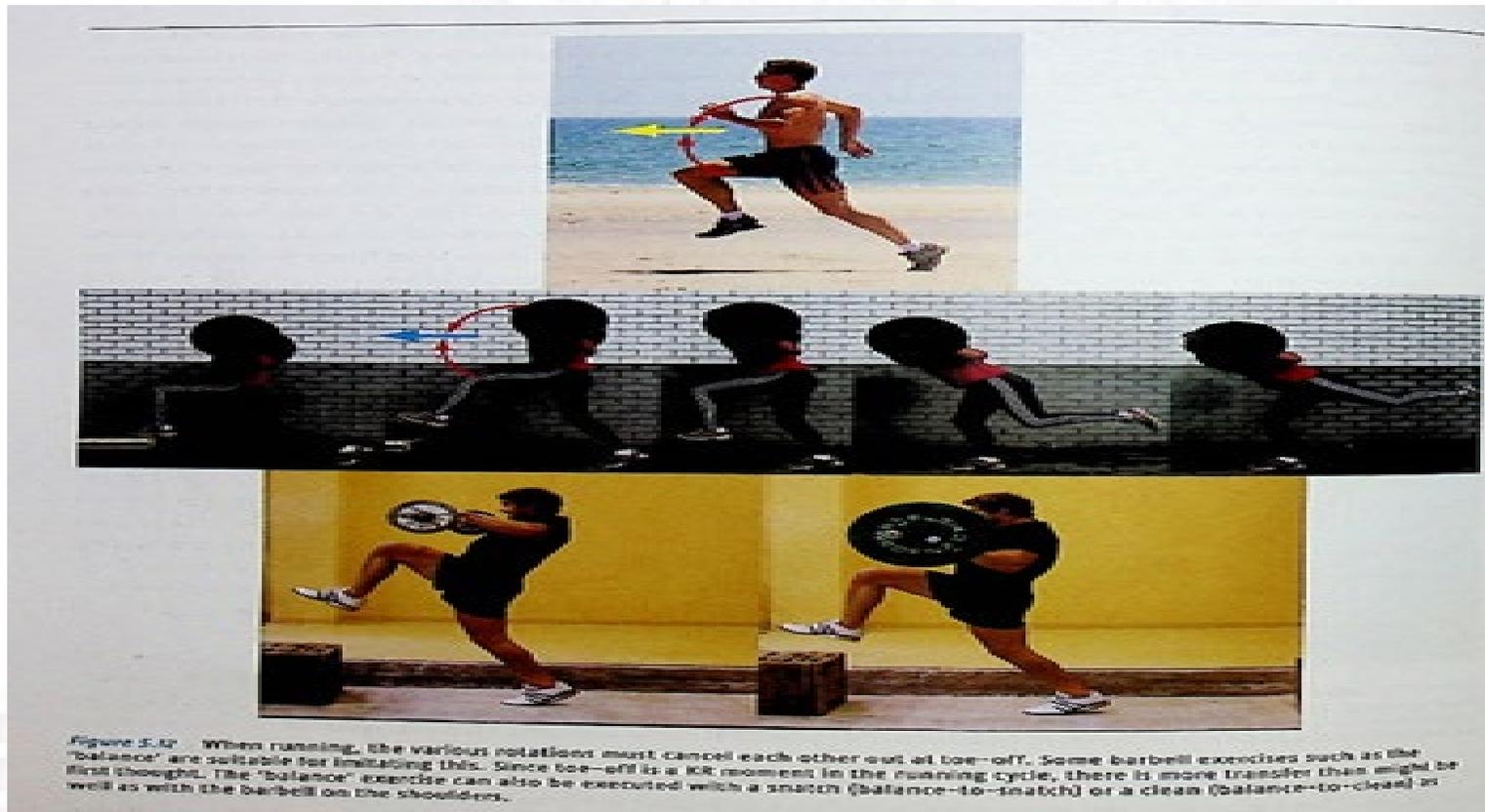
1. guardare il soffitto durante il clean;
2. Il clean deve terminare in una posizione con il bilanciere appoggiato davanti al corpo sul petto e sulle dita;
3. L'atleta deve trovarsi in una posizione ben bilanciata in cui il peso possa essere trasportato comodamente.
4.



La corsa

La corsa è un movimento ciclico o continuo.

Nella tecnica corretta non c'è rotazione anteriore o rotazione attorno all'asse longitudinale nel punto in cui il piede lascia il terreno (punta del piede). Una posizione ben bilanciata fornisce quindi informazioni intrinseche su KR che i rischi di rotazione in punta di piedi sono stati correttamente compensati.



Il lancio è dominato a livello intramuscolare dall'azione dei muscoli elastici e, a livello intermuscolare, dal trasporto di energia dal prossimale al distale; nell'aspetto esteriore è contrassegnato da un modello di movimento dalla rotazione esterna a quella interna della spalla e dalla neutralità o supinazione alla pronazione nell'avambraccio.

La specificità in termini di intenzione (il movimento del polso che è la posizione finale del movimento e la traiettoria della palla) non può essere garantita a lungo quando ci si allena con resistenza crescente



DI SALERNO

Bilancieri contro macchine per la forza



Limitazioni sulla specificità dell'allenamento della forza: Sovraccarico rispetto a specificità

Allenarsi con il sovraccarico ma senza specificità di solito ha un impatto positivo molto scarso su movimento atletico. Ciò è particolarmente vero per gli atleti che sono già allenati per l'alto livello. Affinché l'allenamento per la forza specifico diventi utile per lo sport trasforma l'allenamento della forza in un difficile gesto di giocoleria.

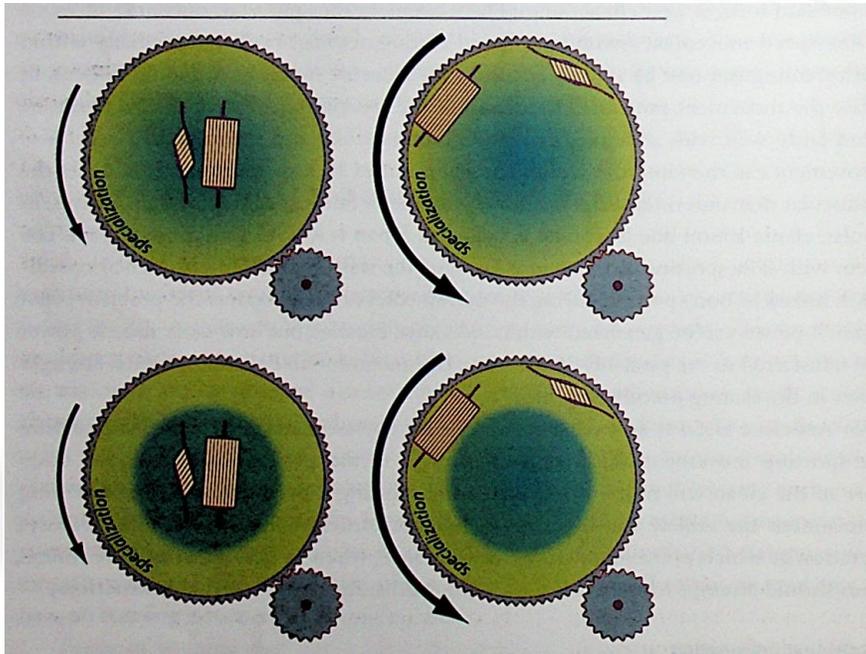


Negli sport con movimento ad **alta velocità articolare** (sprint, salto e così via), la specificità all'interno dell'allenamento della forza deve essere ricercata soprattutto **nella struttura interna del movimento**. La coordinazione intramuscolare e intermuscolare sono quindi il punto di partenza per l'esecuzione.

Ci sono due ragioni per questo. In primo luogo, **in tali sport è quasi sempre impossibile imitare il movimento generale con alta resistenza e quindi bassa velocità di movimento** (la forma esterna).

Inoltre, i movimenti sportivi ad alta velocità richiedono una coordinazione intramuscolare molto elevata. Sulla base di questa azione muscolare specializzata, la coordinazione intermuscolare può essere migliorata mediante esercizi di forza

Quando si eseguono gli schemi intermuscolari rilevanti, la somiglianza della forma esteriore è un potenziale **bonus**.



Negli sport con movimenti a bassa velocità articolare (nuoto, pattinaggio di velocità, canottaggio, ciclismo) la specificità all'interno dell'allenamento della forza può essere affrontata al meglio dalla struttura esterna del movimento. In tal caso il movimento procede verso l'interno. Poiché il movimento sportivo è lento, può essere imitato abbastanza bene con una resistenza aggiuntiva. Gli aspetti intramuscolari e intermuscolari del movimento possono quindi migliorare all'interno di **posture rilevanti**.



Esercizi che non sono specifici con il movimento sportivo non contribuiranno al suo miglioramento. Nella migliore delle ipotesi, non avranno alcun effetto sul movimento; nel peggiore dei casi, comprometteranno la sua qualità. Semplicemente non è vero dire che tali esercizi "**non possono fare alcun male**", possono creare un "trasferimento negativo" riducendo la qualità del movimento sportivo.

1. I processi di **apprendimento** sono molto lenti e non coinvolgono solo la padronanza delle varie componenti del movimento, ma identificano anche le sue parti stabili e mutevoli e le sue principali caratteristiche sensoriali. In particolare, un tipo errato di allenamento può rendere più difficile distinguere i componenti fissi e mutevoli del movimento (attrattori e fluttuatori). Gli errori nella progettazione dell'allenamento della forza possono influire negativamente su entrambe le componenti.

I muscoli devono essere impiegati all'interno del movimento nel modo in cui funzionano meglio. Se gli atleti sono spesso costretti a usare i propri muscoli in un modo che non è il più efficace, il loro uso dei muscoli passerà da fisso a «combinato» e il movimento sportivo verrà eseguito in modo meno efficace

Un componente mutevole cruciale è la quantità di muscle slack all'interno del modello di movimento. Un corridore da jogging ha meno rigidità (cioè meno pretensione e quindi più rilassamento muscolare) rispetto a uno che sta scattando.

Il modello di movimento può essere adattato alla velocità di movimento richiesta regolando il rilassamento muscolare. Il solito problema negli sport esplosivi è l'eccessivo rilassamento muscolare, quindi è necessario trovare tipi di allenamento che lo ridurranno.

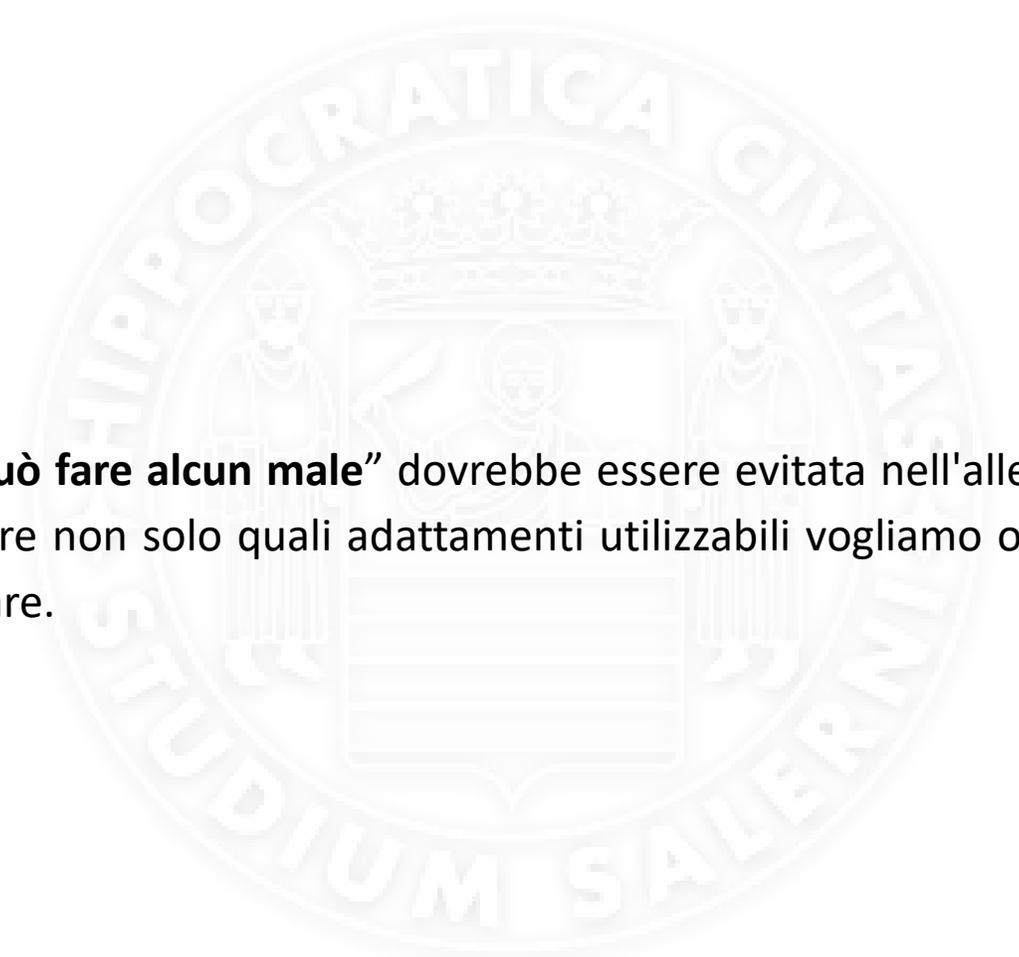
Gli esercizi di forza che includono contromovimenti espliciti (un movimento verso il basso prima di un'estensione esplosiva da uno squat o un grande backswing prima di lanciare una palla medica) ridurranno la rigidità, quindi è una buona idea minimizzare tali contromovimenti. Va notato qui che l'allenamento con bilanciere ha sempre un impatto negativo sul controllo del muscle slack, poiché il peso del bilanciere facilita la pretensione muscolare.

Effetti coordinativi negativi del cambiamento morfologico correlato all'allenamento della forza

L'allenamento con ipertrofia è quindi dannoso per la coordinazione, perché interferisce con la meccanica muscolare e coordinazione intermuscolare ed è chiaramente fuori moda nell'ambito dell'allenamento di forza specifico per lo sport, anche negli sport che richiedono una grande produzione di forza, come lanciare eventi in atletica leggera.

I ricercatori stanno trovando sempre più prove del fatto che l'allenamento provoca molti tipi di cambiamenti muscolari e che tutti questi cambiamenti sono correlati nei movimenti contestuali. Oltre ad adattamenti ben noti come l'ipertrofia e i cambiamenti nella lunghezza dei muscoli, l'allenamento con ipertrofia può, ad esempio, adattare l'angolo di pennatura delle fibre muscolari alla linea di azione (Aagaard et al, 2001).

Non sono solo le fibre muscolari che possono adattarsi in modo sfavorevole a causa dell'allenamento della forza - lo stesso può accadere a tessuti passivi come la fascia, il tessuto connettivo. Le opinioni sul ruolo del tessuto connettivo nel sistema locomotore stanno cambiando rapidamente. Si presume ora sempre più che, ad esempio, la fascia trasmetta segnali e quindi informazioni quando viene allungata e che altre parti del sistema locomotore, come i muscoli, rispondano a questo (Myers, 2009).



Quindi la mentalità “**non può fare alcun male**” dovrebbe essere evitata nell'allenamento di forza specifico per lo sport. Dobbiamo considerare non solo quali adattamenti utilizzabili vogliamo ottenere, ma anche quali effetti di allenamento vogliamo evitare.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO



Grazie per l'Attenzione

rvastola@unisa.it

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

