

Lo sviluppo dei fattori neuromuscolari nelle discipline di endurance

$$E = \hbar\omega$$
$$U_m = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 I^2}{r^2}$$
$$U = \frac{W_{AB}}{Q_E} = \frac{|E_{PA} - E_{PB}|}{Q_E}$$
$$v = \frac{m h}{2\pi r m_e}$$
$$m_e = \frac{M_m}{N_A} = \frac{M_m \cdot 10^{-3}}{N_A}$$
$$\hbar = \frac{M_m}{N_A} = \frac{M_m \cdot 10^{-3}}{N_A}$$
$$l_t = l_0(1 + d\Delta t)$$
$$I = \frac{U_0}{R + R_i}$$
$$E = \frac{2e U m_e}{R \cdot S}$$
$$y_{Ax} = \sqrt{2/L} \sin \frac{n\pi x}{L}$$
$$d\vec{l} = \mu_s \iint \vec{J} d\vec{S}$$
$$T = \frac{\sqrt{3 k T N_A}}{M_m} = \frac{\sqrt{3 R_m T}}{M_m \cdot 10^{-3}}$$
$$F_n = \rho_0 \sigma_0$$
$$X_L = \frac{U_m}{T_m} = \omega L = \frac{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r}{2\pi f L}$$
$$F_g = \frac{m_1 m_2}{r^2}$$
$$R_m = \frac{C}{T}$$
$$k = \pm \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}} (E - V)$$
$$E = \frac{Ec}{q} \int_{-\infty/2}^{+\infty/2} \sin(\omega t + \phi) dy$$
$$\omega = 2\pi f$$
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad V = \frac{1}{\sqrt{E \cdot \mu_1}} = \frac{C}{\sqrt{E_r \cdot \mu}}$$
$$\phi_e = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{m_1}{x} + \frac{m_2}{x'} = \frac{m_2 - m_1}{n}$$
$$\oint \vec{D} d\vec{S} = Q$$
$$P_C = \frac{1}{r} A_U$$
$$R = \frac{U}{I}$$
$$F_V = \rho \underline{F}_n$$
$$W_e = U_e I t$$

Villa Lagarina 20 gennaio 2018

QUELLO CHE SAPPIAMO

Perché un mezzofondista/fondista deve allenare la forza



FORZA E FATTORI METABOLICI

Non ci sono evidenze scientifiche che dimostrino un aumento del $\text{VO}_{2\text{max}}$ in seguito ad un allenamento combinato di endurance e forza, mentre ci sono molti contrasti relativamente alla Soglia Anaerobica.

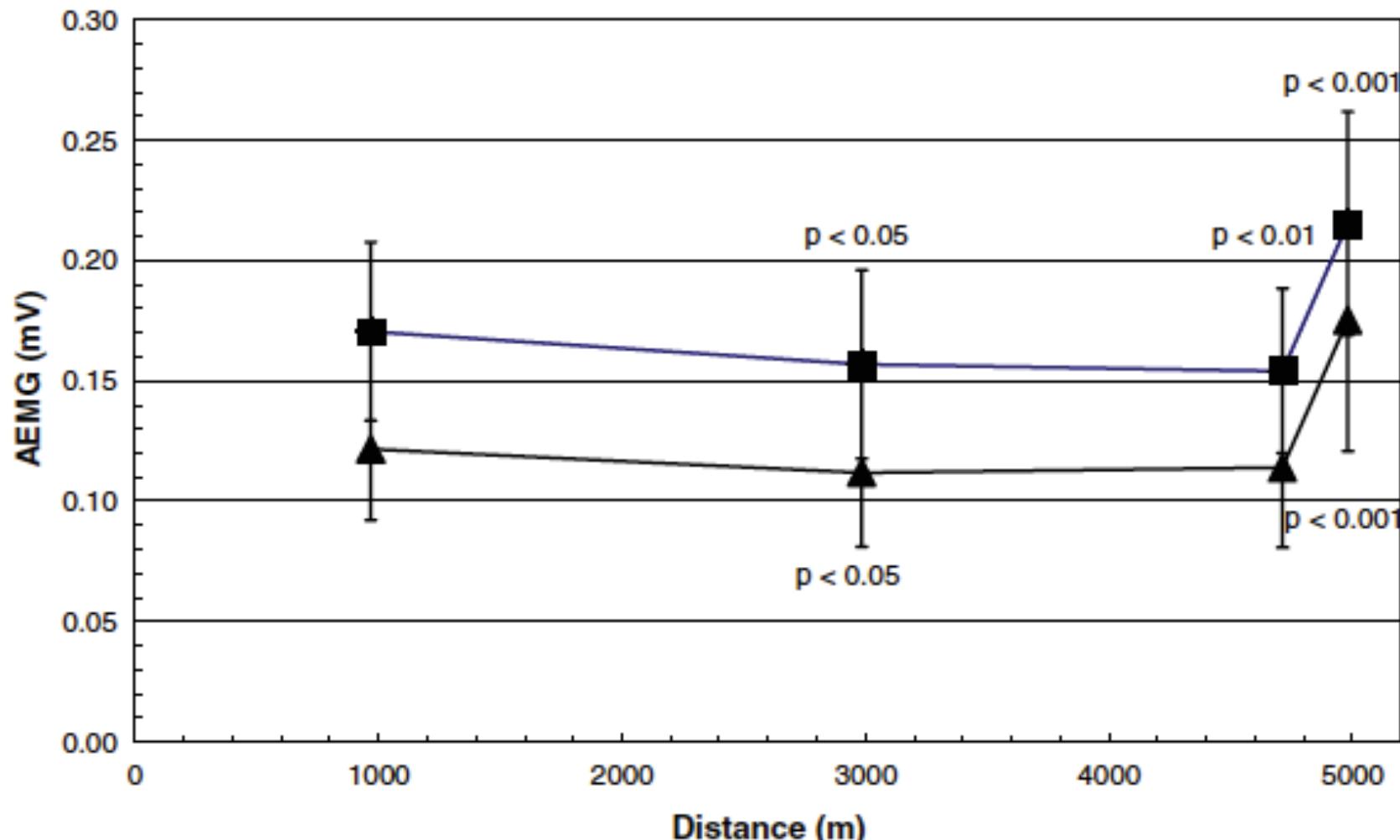




**UN PERIODO DI ALCUNE SETTIMANE DI ALLENAMENTO
DELLA FORZA DETERMINA UN MIGLIORAMENTO DEL GESTO
SPECIFICO DELLA CORSA CON CONSEGUENTE AUMENTO
DELL'ECONOMIA**

(Pavolainen 1999; Millet 2002; Hoff 2002; Saunders 2006;Nummela 2006.....)

La velocità e l'economia di corsa sono correlate alle qualità neuromuscolari (Nummela e al. – 2006)



Differenze del segnale elettromiografico nella fase di contatto e preattivazione durante una corsa di 5000 mt. (GARA-TEST)

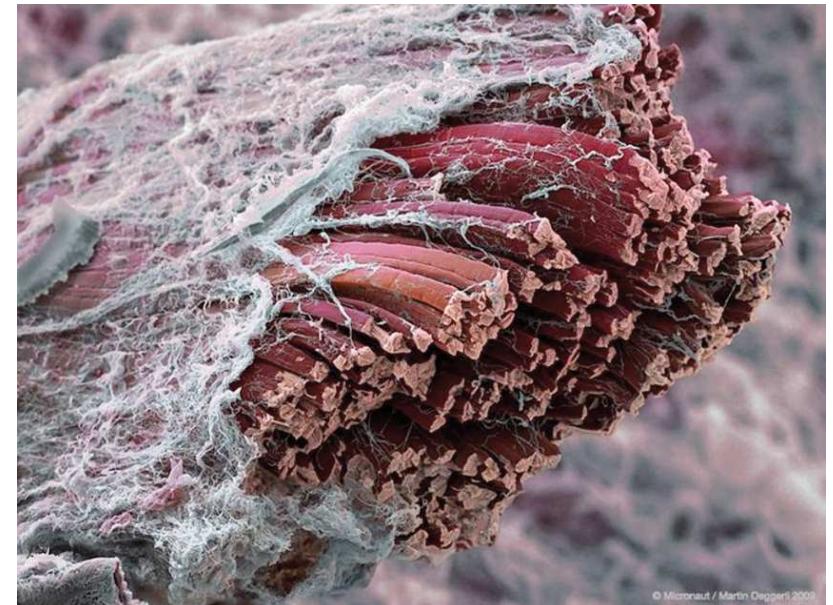
IL PRINCIPIO ISPIRATORE



Un corpo non è in grado di aumentare la velocità senza incrementare la forza applicata in ogni singolo movimento

I NOSTRI DUBBI

- Allenando la forza non si perde in capacità aerobica?
- Quale espressione di forza per l'endurance?
- Prima o dopo un allenamento di resistenza?
- E nel periodo agonistico?
- Serve sollevare molti kg. ad un mezzofondista/fondista?
- Usando i pesi non si provoca ipertrofia?
- Meglio i pesi liberi o le macchine?
- Con le donne?
- E il core training?
- E l'instabilità?
- Quali mezzi utilizzare?
- Quale programmazione?
-
-

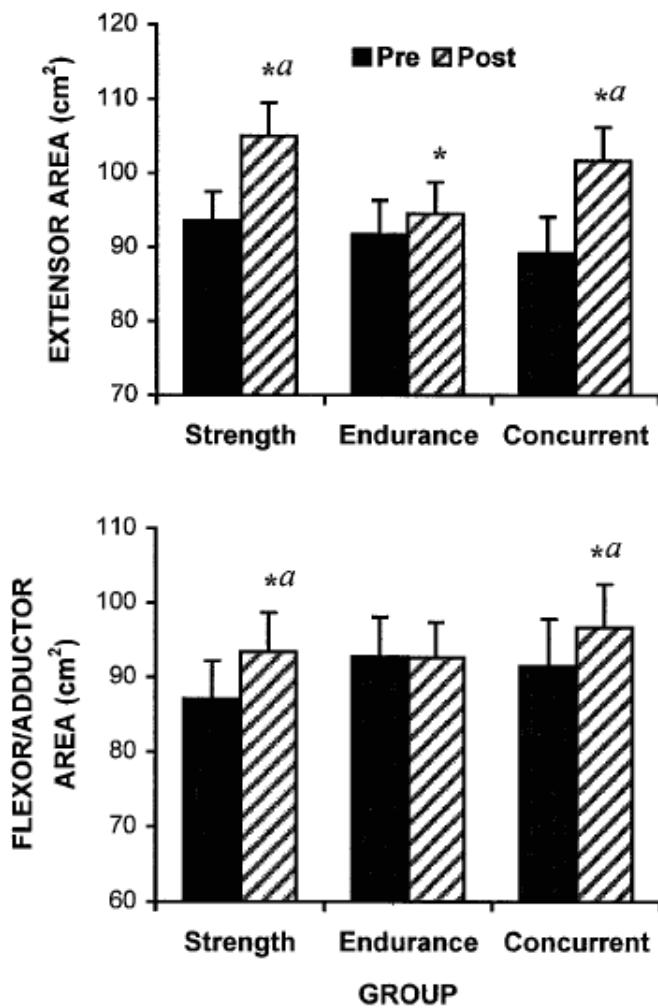


FORZA E ENDURANCE

Lo sviluppo dell'una danneggia l'altra?



Il danno muscolare indotto dall'esercizio fisico ha un impatto negativo non solo negli sport di forza e potenza, ma anche negli sport di resistenza. (Marcora e Bosio – 2006)



**L'allenamento concorrente (Forza-Resistenza)
non compromette gli adattamenti della Forza
(McCarthy e al. – 2002)**



FIGURE 1—Thigh extensor (top) and flexor/adductor (bottom) muscle cross-sectional area. Values are means \pm SE *Within group, post significantly different from pre; $P < 0.0167$. "Change significantly different from endurance group; $P < 0.05$.

QUALE FORZA PER L'ENDURANCE?

ESPRESSIONI DELLA FORZA UTILI AD UN MEZZOFONDISTA

- ◆ Resistenza alla forza
 - ◆ Forza rapida
 - ◆ Forza massima
 - ◆ Forza reattivo – resistente (finali di gara)
- 
- Soprattutto nel mezzofondo breve (**ma non solo**)



L'allenamento della forza esplosiva può portare a specifici adattamenti neurali:

- aumenta il tasso di attivazione delle unità motorie**
- si evita l'ipertrofia muscolare.**

(Paavolainen & al. 1999)

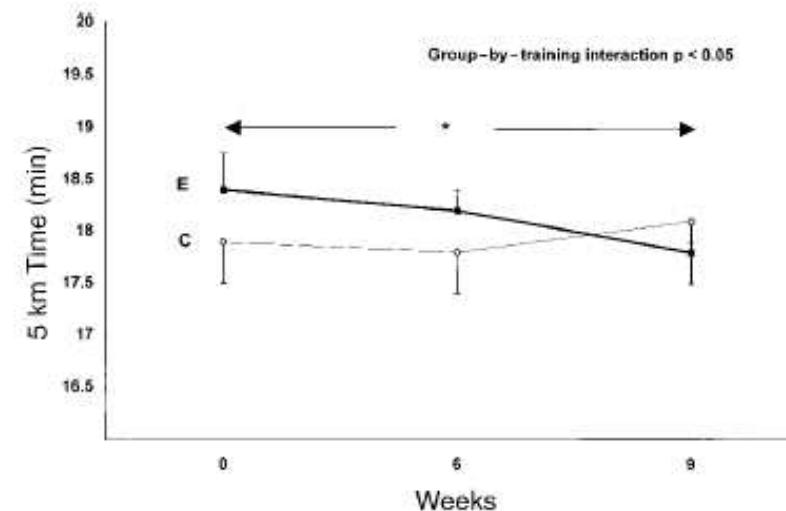
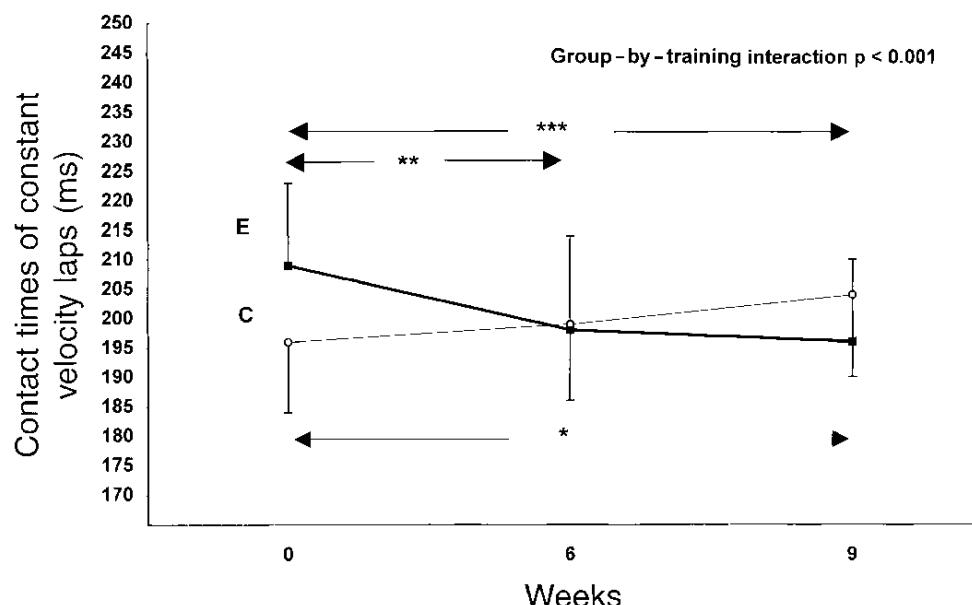


Fig. 2. Average (\pm SD) 5-km running time in E and C groups during course of 9-wk simultaneous explosive-type strength and endurance training. * $P < 0.05$.

9 settimane di allenamento di forza esplosiva (32% dell'allenamento) ha determinato:

- Diminuzione tempi di contatto al suolo
- Deciso miglioramento tempi di percorrenza di una prova di 5 km
(Paavolainen & al. 1999)

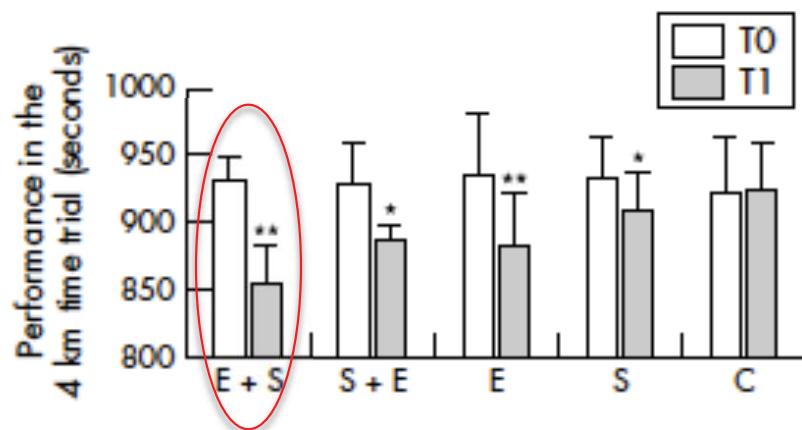
MA PRIMA O DOPO UN ALLENAMENTO DI RESISTENZA?

Chtara e coll. (2005) hanno dimostrato che non solo non esiste incompatibilità, ma è da preferire, **nella stessa seduta di allenamento**, far seguire prima l'allenamento della resistenza e poi quello della forza.

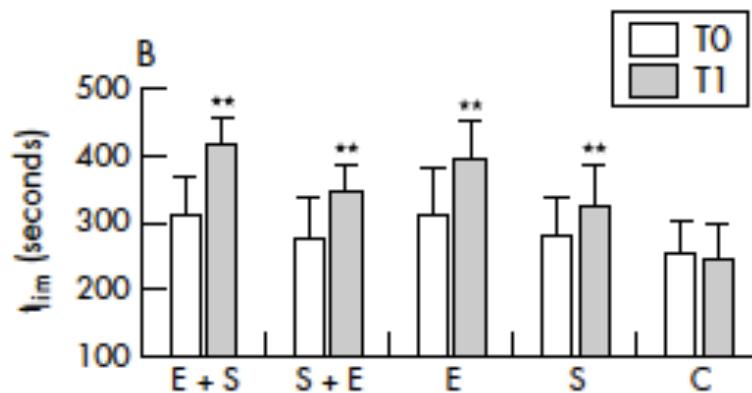


E + S = Allenamento combinato prima Resistenza e poi Forza
S + E = Allenamento combinato prima Forza e poi Resistenza
E = Solo allenamento di Endurance
F = Solo allenamento di Forza
C = Gruppo di Controllo

Changes in the 4 km time trial after training.



Changes the time to exhaustion at $\dot{V}O_{2\max}$ (t_{lim}) after training.



NEL PERIODO AGONISTICO

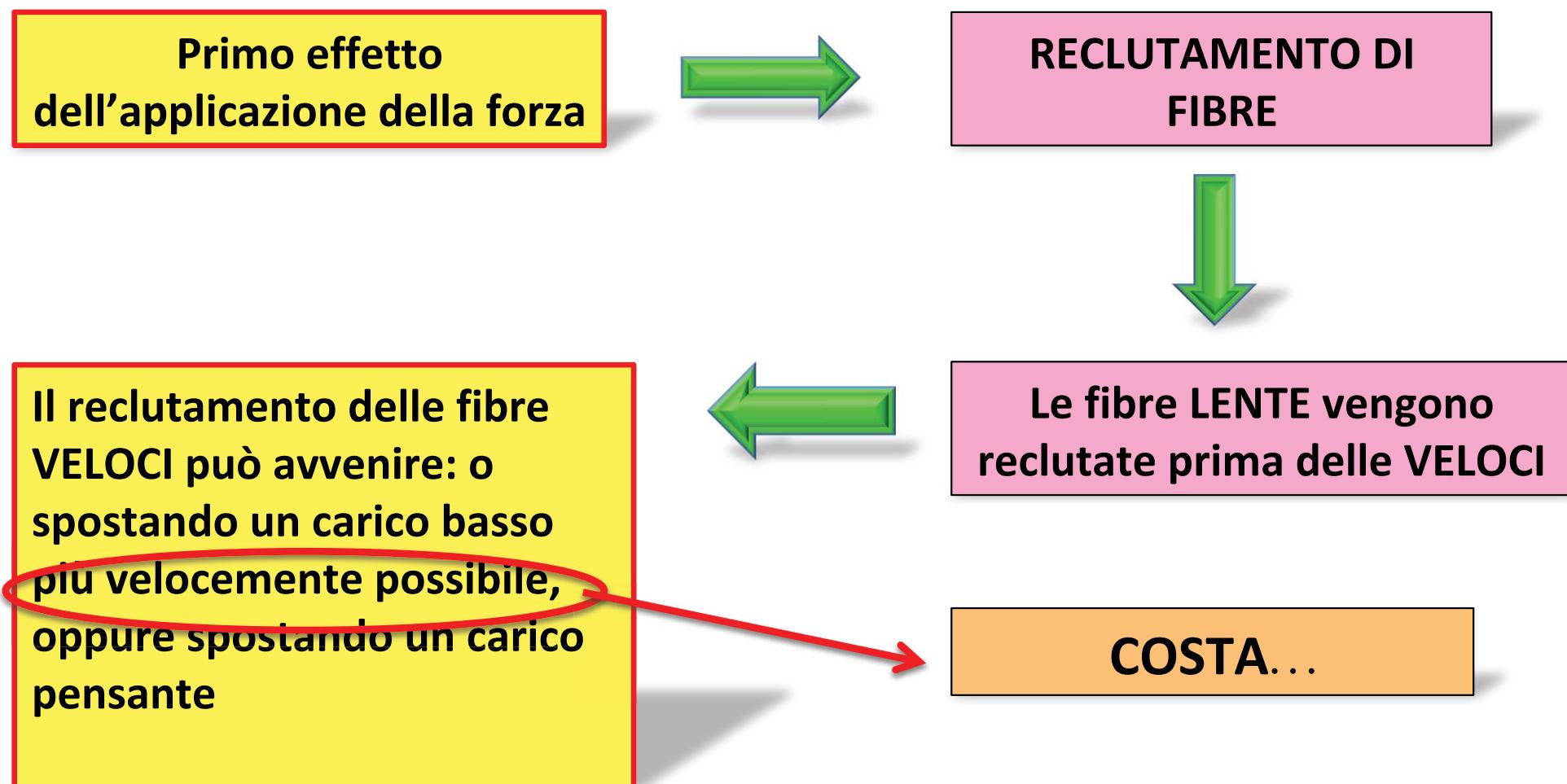
- ◆ CON L'AVVICINARSI DEL PERIODO AGONISTICO IL TRAINING DIVENTA PIU' SPECIFICO: **MENO ESERCIZI E PIU' RIPETIZIONI**
- ◆ EVITARE ECCESSIVI CARICHI GENERALI DI LAVORO
- ◆ EVITARE GLI EFFETTI DEL DETRAINING
- ◆ MANTENERE IL GIUSTO RAPPORTO TRA FORZA MASSIMA, FORZA ESPLOSIVA E RESISTENZA ALLA FORZA

E' sufficiente 1 seduta settimanale della durata di 20' (6x5-6 ripetizioni con carico dell'85% 1RM, ripartite su 4 esercizi) per mantenere inalterata la capacità di forza raggiunta dopo 3 mesi di allenamento con due sedute settimanali di Forza Massima

(Rønnestad el. – 2010)



SERVE AD UN ATLETA DI ENDURANCE UTILIZZARE CARICHI ELEVATI?



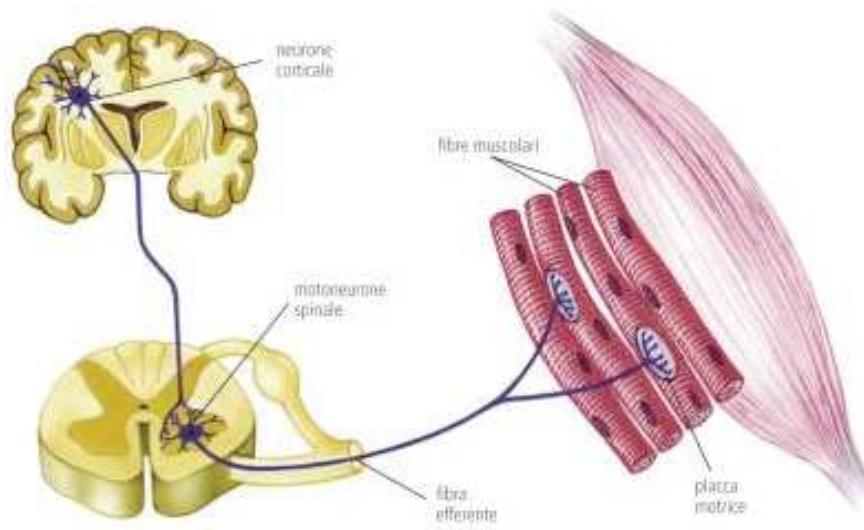
Gli studi relativi alla relazione tra forza e resistenza degli ultimi anni evidenziano come l'allenamento della forza con carichi pesanti risulti più efficace

Table 1. Effects of heavy and explosive strength training on endurance performance

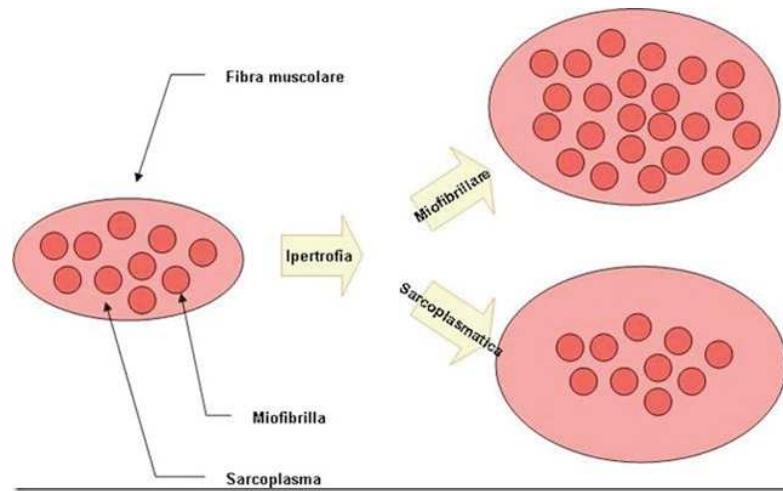
Potential positive physiological and performance effect	Evidence of benefit	Potential negative physiological and performance effect	Evidence of negative outcome
Improved VO_{max}	No	Increased body mass	No
Improved exercise economy	Yes	Compromised relative VO_{max}	No
Improved anaerobic capacity	Yes	Increased diffusion distance	No
Improved lactate threshold	Yes	Reduced capillarization	No
Reduced or delayed fatigue	Yes	Reduced oxidative enzyme activity	No
Improved maximal strength	Yes		
Improved rate of force development	Yes		
Improved maximal speed	Yes		
Improved endurance performance	Yes		

PESI = IPERTROFIA?

- L'incremento di forza di un muscolo è dovuto ad adattamenti e modificazioni sia della parte miogena sia della parte neurale



- I primi adattamenti avvengono a livello del sistema nervoso e successivamente avvengono cambiamenti a livello morfologico (ipertrofia)



FATTORI CHE CONCORRONO ALL'IPERTROFIA



METODOLOGIA UTILIZZATA

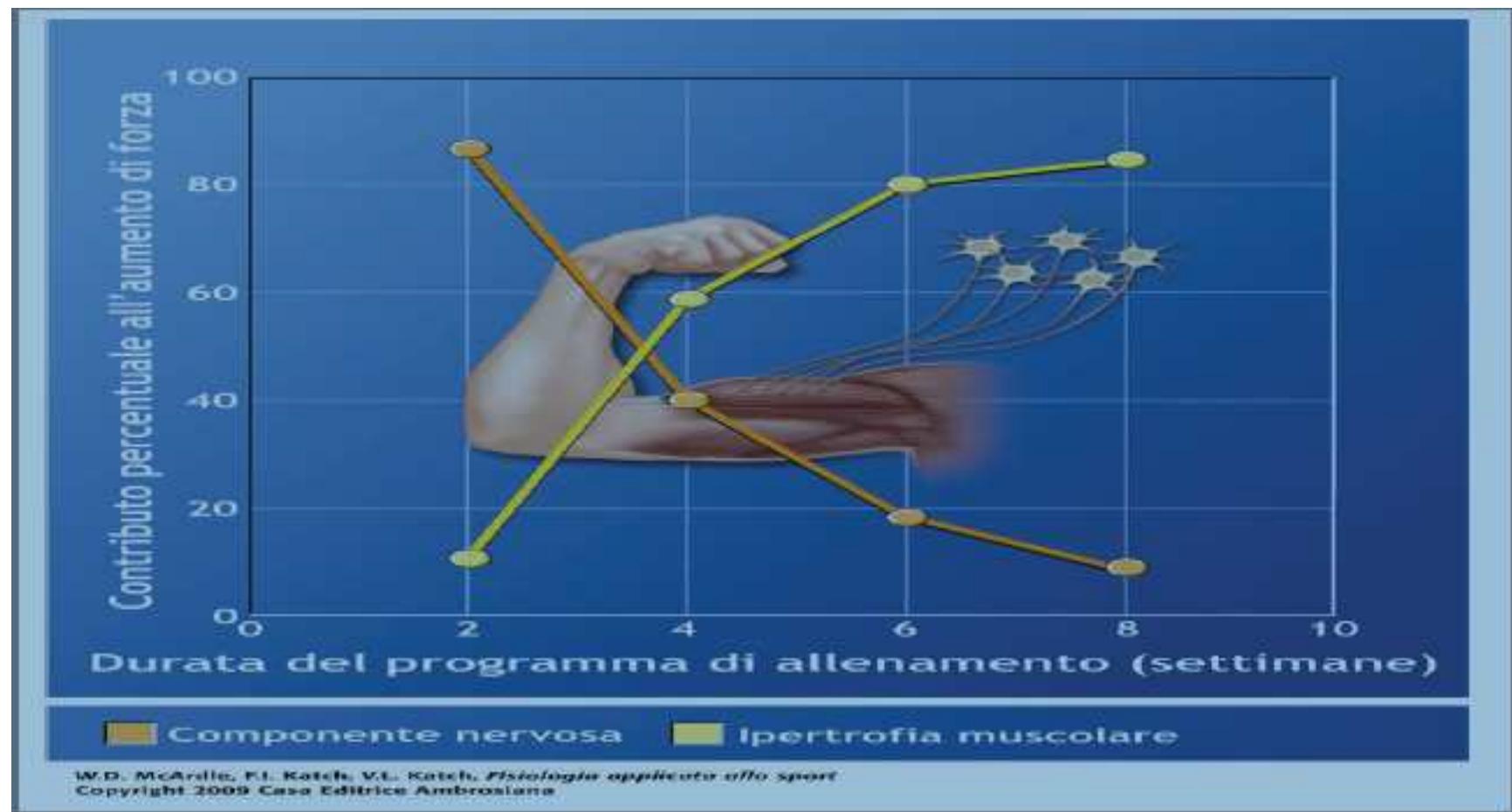
- n° di serie e di ripetizioni
- % di 1RM
- durata del recupero



DURATA DELL'ALLENAMENTO

- n° di settimane di lavoro

AUMENTO DELLA FORZA CONSEGUENTE AD UN PROGRAMMA DI ALLENAMENTO DI 8 SETTIMANE



PALESTRA (macchine e pesi liberi a confronto)

MACCHINE	
VANTAGGI	SVANTAGGI
<ul style="list-style-type: none">▪ isolamento muscolare ottimale.▪ Postura corretta▪ Facile utilizzo▪ Consentono una applicazione pressoché costante dell'intensità di carico programmata.▪ Le macchine isocinetiche e a camme, impegnando il muscolo per una intensità costante per tutta l'escursione articolare, consentono di diminuire il numero di serie in ciascun esercizio.	<ul style="list-style-type: none">• Ridotto intervento dei muscoli sinergici (coordinazione intermuscolare)• Non migliorano la coordinazione motoria.• Carichi estremamente localizzati sulle strutture articolari.• Limitata velocità esecutiva, (limitato intervento sulla forza rapida).• Normalmente ogni macchina è limitata alla esecuzione di un solo specifico esercizio.

PALESTRA (macchine e pesi liberi a confronto)

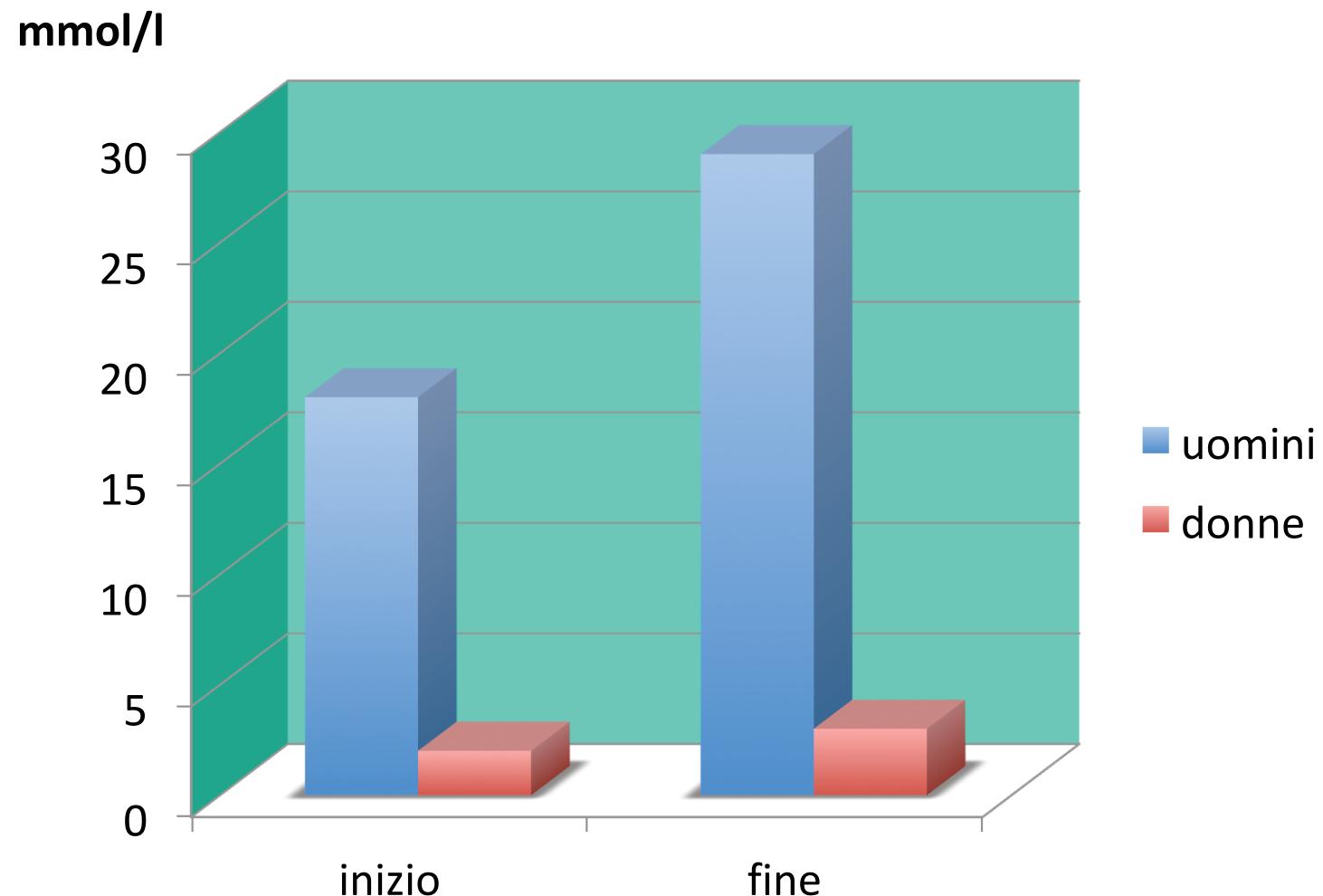
PESI LIBERI	
VANTAGGI	SVANTAGGI
<ul style="list-style-type: none">• Migliorano la coordinazione motoria e la coordinazione intermuscolare• Possibilità di ritmi esecutivi diversi.• Allenano (staticamente) anche le masse muscolari stabilizzatrici del movimento.• Consentono una vastissima gamma di esercizi.• Consentono di sviluppare tutte le espressioni della forza.	<ul style="list-style-type: none">• Possono richiedere la presenza di un partner.• Nei principianti è necessaria una fase di apprendimento• Non consentono esercizi di notevole isolamento muscolare• Non consentono la applicazione costante della percentuale di carico desiderata durante tutta l'escursione articolare

DONNE E FORZA

QUELLO CHE SAPPIAMO:

- **La forza massima delle atlete è pari a circa i due terzi di quella dei maschi** (Drinkwater, 1988)
- **I massimi valori di forza degli arti inferiori delle atlete sono pari a circa il 60-70% di quelli dei maschi** (Dal Monte e Faina, 1999)
- **Nei test di balzo le atlete elevano il centro di gravità ad un'altezza del 22-26% inferiore a quella dei maschi** (Bosco, 1994; Dal Monte e Faina, 1999)
- **Le caratteristiche contrattili dei muscoli dell'uomo sono migliori di quelle della donna, come pure il controllo neuromuscolare e la capacità di coordinazione**
(Davies e coll. 1996)

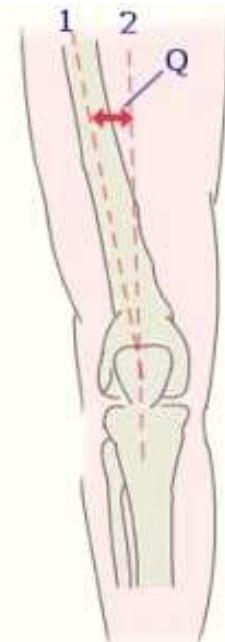
RISPOSTA DEL TESTOSTERONE UOMINI E DONNE INIZIO E FINE ALLENAMENTO





**MAGGIORE INFLUENZA DI LESIONI ANATOMICO-FUNZIONALI
NELLE DONNE SPORTIVE RISPETTO AGLI UOMINI A CAUSA:**

- **Minore forza muscolare**
- **Minore resistenza legamentosa**
- **Asse anatomico del ginocchio più sfavorevole**



QUANTO PUÒ INFLUIRE UN APPROCCIO METODOLOGICO ERRATO?

**Introduzione tardiva
dell'utilizzo dei sovraccarichi**

**Utilizzo di protocolli
standard non adatti**

**Infortuni da stress
nei primi mesi di
allenamento**



LE DONNE SONO ALLENABILI E DEVONO ESSERE ALLENATE CON PROGRAMMI IDENTICI AGLI UOMINI

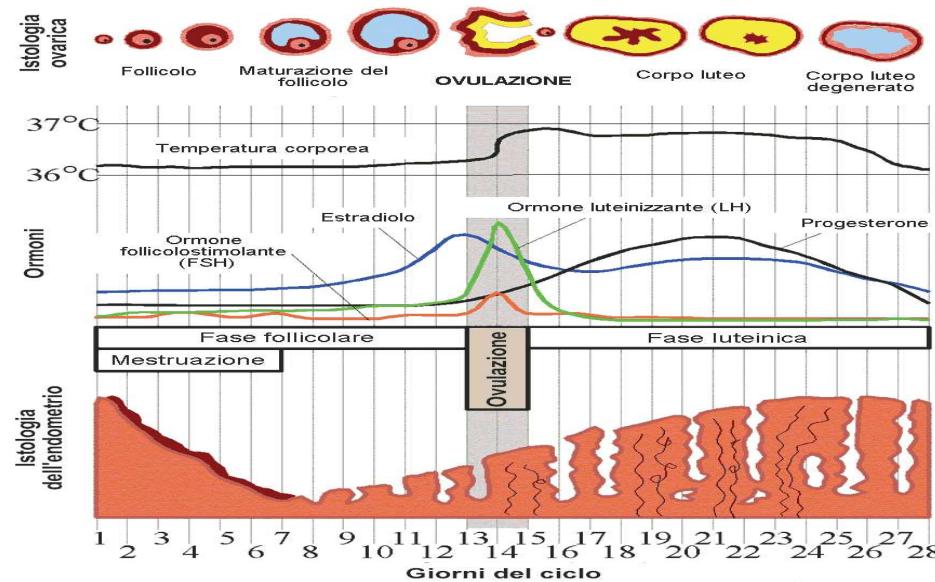
(Ebbé, Jensen, 1984 – Fleck, Kraemer, 2004)

....ma anche in quei giorni?.....

LA CAPACITA' AEROBICA, LA RISPOSTA VENTILATORIA E L'ADATTAMENTO METABOLICO ALL'ESERCIZIO FISICO NON SONO CONDIZIONATI DALLA FASE DEL CICLO MESTRUALE

(De Sousa et al. –1990; Lebrun-1993; Marzorati et al.1993)

....lo stesso vale anche per la forza?.....



Frequency variations of strength training sessions triggered by the phases of the menstrual cycle. (Reis e al. - Sports Med. 1995)

Regular Training (RT): una seduta di forza **ogni 3 giorni durante tutto il ciclo mestruale**

Menstrual Cycle Triggered Training (MCTT), un allenamento **ogni due giorni nella fase follicolare e una volta a settimana nella fase Luteinica.**



SUPERIORI LIVELLI DI FORZA

DONNE E FORZA

Il mio personalissimo approccio

Tutte le volte che ho un dubbio



AGGIUNGO 5 Kg. IN PIÙ

Quando ne ho un altro



AGGIUNGO 1 RIPETIZIONE



CORE TRAINING E INSTABILITÀ

Evidenze scientifiche



Ambito rieducativo

Numerose contraddizioni



- Mondo sportivo
- Atleti d'élite

L'UTILIZZO DI ATTREZZI "DESTABILIZZANTI" AUMENTA LA
COORDINAZIONE TRA MUSCOLI AGONISTI, ANTAGONISTI, SINERGICI E
STABILIZZATORI

(Rutherford OM, Jones DA, 1986)

ALLENAMENTO DEL CORE

**AUMENTO DELL'ATTIVITA' DEI MUSCOLI DEL TRONCO FINO AL 50%
RISPETTO AGLI STESSI ESERCIZI ESEGUITI IN CONDIZIONI NORMALI**

(Behm DG, Leonard AM, Young WB, Bonsey WA, MacKinnon)



EFFETTI DELL'INSTABILITÀ SULLE FUNZIONI MUSCOLARI

Riduzioni della capacità di esprimere forza di circa il 70%
(LEG EXTENSION) e 20%
(FLESSORI PLANTARI CAVIGLIA)
(Behm e Anderson – 2002)



Ridotto possibilità di trasfer nei gesti tipici di un modello prestativo. (Richardson e al. 2005; Hibbs e al. 2008)

Alte % di riduzioni della capacità di esprimere forza e velocità riscontate su altri esercizi
(Kornecki – 2001; Drinkwater – 2007; McBride – 2006; Godman – 2008)



GRAN PARTE DELLA FORZA CHE IN CONDIZIONI STABILI SI ESPRIME IN MOVIMENTO, IN CONDIZIONI INSTABILI SERVE A CREARE STABILITA'

(Behm DG, Anderson K., Curnew RS - 2002)

Instability resistance and balance training effects	Rehabilitation	Musculoskeletal health	Sports performance
↑ trunk activation when compared to similar intensity stable activities	*	*	+
↑ limb muscle activation when compared to similar intensity stable closed kinetic chain exercises (i.e., squats)	↓ loads used to prevent injury	*	Near-maximal or maximal activation can be achieved with high loads
↓ limb muscle activation when compared to similar stable open kinetic chain conditions	‡	‡	‡
↑ cocontractions with acute exposure to instability	↑ cocontractions increase joint protection	†	Unknown whether chronic instability training will reduce cocontractions
↑ agonist stabilization functions	↑ agonist stabilization may increase joint protection	†	Unknown whether chronic instability training will transfer agonist stabilizer to motive functions
↓ force and power output	‡	‡	‡
↑ static balance	↑ Limited or unknown application to dynamic balance	†	† Specific sport practice may provide sufficient dynamic balance training effect
Action specificity	?	?	?

* Significant benefit.

† Minimal benefit.

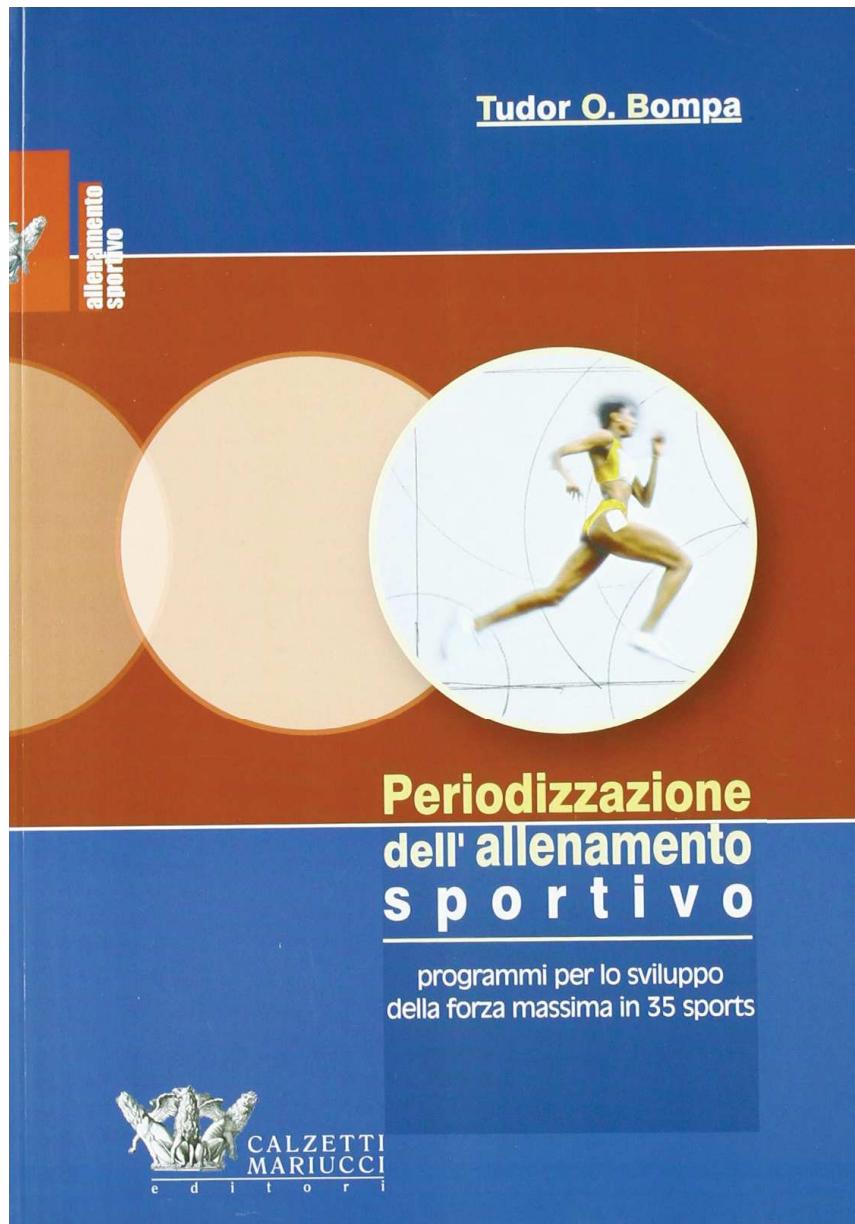
‡ No benefit.

(Behm – 2002)

INSTABILITY TRAINING APPLICAZIONI PRATICHE

- Solo se l'impegno per l'equilibrio e la stabilizzazione è limitato è possibile richiedere più energia e concentrazione per vincere un carico esterno in maniera corretta;
- I vantaggi maggiori del lavoro in instabilità si hanno a livello del tronco;
- L'obiettivo deve essere quello di ottenere miglioramenti a livello di equilibrio, propriocezione, coordinazione e sinergismi muscolari piuttosto che guadagni di forza;
- Stimolare sempre la volontà esecutiva;
- Deve essere eseguito in alternanza all'allenamento tradizionale per non compromettere gli schemi motori più specifici e dinamici.

UNA LETTURA PER ME ILLUMINANTE



**L’allenamento della
forza deve essere
programmato e
organizzato**

ESEMPIO DI PROGRAMMAZIONE

FASE	DURATA	FREQ. SETT.	CONTENUTI	NOTE
Introduttivo forza	3 sett.	3	Preatletici a carico naturale	+ esercitazioni che facilitano l'adattamento della forza *
Blocco 1	4 sett. U 6 sett. D	3	Sviluppo della Forza Massima	<ul style="list-style-type: none"> • Carichi dal 75 al 85% di 1 RM • Ripetizioni 3-4 • Serie 6 • Recuperi 4'
Blocco 2	4-6 sett.	2	Sviluppo della Forza Esplosiva	<ul style="list-style-type: none"> - Carico naturale (balzi in piano, fra hs, ecc.) - Con sovraccarico - **
Blocco 3	Periodi successivi	1-2	Resistenza alla Forza e Forza Speciale	<ul style="list-style-type: none"> ○ Circuiti a set ○ Salite ○ Corsa con cintura zavorrata ○ ** ○ ***

* Sviluppo della mobilità articolare, sviluppo della forza del tronco, degli stabilizzatori

** Viene mantenuta 1 seduta settimanale di Forza Massima in palestra

*** Ogni 10-12 gg. 1 seduta di Forza esplosiva

CONCLUSIONI

- I fattori limitanti le discipline di endurance non sono solo da ricercare tra i fattori centrali relativi alla captazione di O₂, ma anche da interazione delle caratteristiche neuromuscolari e anaerobiche.
- L'allenamento della forza contribuisce a migliorare le prestazioni di resistenza migliorando l'economia del movimento, ritardando la fatica, migliorando la capacità anaerobica e aumentando la velocità massima.
- L'allenamento della forza posticipa l'esaurimento delle fibre di tipo I e ritarda l'attivazione delle fibre di tipo II.
- Lo sviluppo della forza esplosiva contribuisce al miglioramento della performance anche nelle discipline di endurance.
- Le donne possono e devono essere allenate come gli uomini.
- L'utilizzo delle superfici instabili non può essere considerato un metodo efficace per migliorare la forza muscolare.

ALCUNE COSE CHE FACCIO

