

# Fattori neuromuscolari nella marcia: intermittente forza vs. esercitazioni in ampiezza

Gaspare Pavei<sup>1</sup>, Dario Cazzola<sup>2</sup>, Orazio Romanzi<sup>3</sup>, Antonio La Torre<sup>4</sup>

(<sup>1</sup>) Facoltà di Scienze Motorie - Università degli Studi, Milano

(<sup>2</sup>) PhD, Human Physiology Department - Università degli Studi di Milano

(<sup>3</sup>) Allenatore Specialista Marcia

(<sup>4</sup>) Dipartimento di Scienza dello Sport, Nutrizione e Salute - Università degli Studi di Milano



## Introduzione

Da alcuni anni, ormai, sia tra i tecnici di atletica leggera che nella comunità scientifica internazionale si dibatte il tema dello sviluppo degli aspetti neuromuscolari nelle

discipline di endurance.

Questa metodica di *training*, detta anche “allenamento concorrente”, è stata provata essere un utile mezzo per migliorare la performance nelle specialità di resistenza (Berg 2003, Saunders 2004).

Nella letteratura scientifica viene evidenziata l'importanza di questo connubio tra endurance e aspetti neuromuscolari riferendosi a fattori collegati alla potenza muscolare, oltre ai tradizionali fattori limitanti la performance di resistenza tra cui il massimo consumo di ossigeno ( $VO_{2max}$ ), la sua frazione di utilizzo ( $fVO_{2max}$ ) e l'economia di corsa (Bassett e Hwley 1997 e 2000).

L'inserimento di allenamenti di forza nella classica preparazione di resistenza, permette di “contrastare con maggior efficacia l'insorgere della fatica dovuta all'incapacità del muscolo di continuare a sostenere l'intensità richiesta, sia per l'aumentata forza sia per una differente percezione della fatica” (Marcora e Bosio 2007).

Il miglioramento degli aspetti neuromuscolari consente di mantenere il carico di lavoro richiesto senza cali prestativi sia a livello meccanico sia mentale, in quanto l'atleta non percepisce un maggior sforzo nel prosieguo della gara. (Scott et al. 2003). A livello neuromuscolare, inoltre, si ottengono benefici nella sincronizzazione, nella coordinazione e nel turnover delle fibre muscolari permettendo quindi una corretta esecuzione tecnica, migliorando di fatto l'economia del gesto col procedere della distanza.

L'atleta è quindi in grado di mantenere per un tempo maggiore velocità più elevate e di sostenere quei bruschi cambi di ritmo che sempre più spesso risultano determinanti nei finali di gara.

La marcia è annoverata a tutti gli effetti come una disciplina di resistenza, ma gli allenatori da diversi decenni (in primis, il compianto Maestro dello Sport,

Tommaso Assi, ed Enrico Arcelli negli anni '70) hanno introdotto all'interno dei differenti periodi e nelle diverse sedute, allenamenti di forza con differenti metodiche. Da quel momento gli approcci al lavoro muscolare sono stati sempre più sistematici, sia attraverso esercitazioni a carico libero sia con l'utilizzo di sovraccarichi.

Molta enfasi è stata posta sull'utilizzo di percorsi in salita, sia di differente durata, che con pendenze variabili.

Da alcuni anni si è sviluppato, grazie alla propria facilità realizzativa, il circuit training, le cui modalità esecutive e basi scientifiche sono state ampiamente trattate in un precedente numero di *Atletica Studi* da Agnello et al. (2008). Grazie alla riflessione e agli "scambi" con tecnici di altre specialità, anche nella marcia hanno iniziato a trovare spazio proposte tese a conseguire un miglioramento degli aspetti neuromuscolari come ad esempio l'intermittente forza e le esercitazioni in ampiezza.

## Scopo

Lo scopo di questo lavoro è quello di confrontare, in un gruppo di giovani marciatori, l'effetto di due metodiche di allenamento della forza in ambito resistenza: l'intermittente forza e le esercitazioni in ampiezza; analizzandone le diverse modalità esecutive e la loro influenza sulla performance, in termini di tempo di percorrenza e forza sviluppata, sottoforma di ampiezza del passo.

## Il lavoro intermittente

Il lavoro intermittente fu descritto per la prima volta da Astrand e

Christensen nel 1960 come una metodica di allenamento che prevede l'alternanza di carichi ad alto valore cardiovascolare con periodi di recupero attivi e/o passivi, di egual o minor durata.

Grazie a questa metodica di allenamento si è evidenziato che il soggetto riusciva a sostenere per un tempo maggiore una intensità pari o superiore al suo  $VO_{2max}$  rispetto ad un esercizio di tipo continuo.

All'interno del lavoro intermittente però esistono delle interessanti variazioni:

I. L'ALLENAMENTO INTERMITTENTE AD ALTA INTENSITÀ (HIT): è ritenuto dalla comunità scientifica internazionale, il miglior modo per aumentare il  $VO_{2max}$  in atleti di alto livello (Tabata et al. 1997; Billat et al. 2000; Billat 2001). *La caratteristica principale del lavoro intermittente è quella di effettuare delle ripetute di alcune decine di secondi ad una intensità medio-alta, testimoniata dalla % di Frequenza Cardiaca (Fc) utilizzata rispetto alla Frequenza Cardiaca massima, e dalla ridotta oscillazione di Fc tra le fasi attive e le fasi di pausa.* In questo modo l'esercitazione è protratta con carichi cardiorespiratori medio alti, corrispondenti ad una elevata percentuale del  $VO_{2max}$ , stimolando così il miglioramento delle componenti aerobiche centrali. Variando opportunamente il tempo di lavoro e quello di recupero, l'esercitazione comporterà un aumento della produzione di lattato, ma senza un suo accumulo netto. Vi sono evidenze per pensare che anche la mioglobina, contenuta in maggior misura nelle fibre rosse, aumenti la sua attività nella muscolatura

impegnata nell'esercizio integrando e supplendo all'apporto di ossigeno che deriva dalla circolazione sanguigna al fine di soddisfare le esigenze energetiche del muscolo. L'utilizzo dell' HIT porta al massiccio reclutamento delle fibre muscolari e secondo la teoria del "size principle" di Henneman (1965) vede progressivamente reclutate (e quindi utilizzate) le fibre lente (tipo I), le veloci ossidative (tipo IIa) e, per finire, le veloci (tipo IIx). Attraverso l'esecuzione di questa modalità di allenamento ed in relazione alla sua durata lo stimolo allenante sarà completo.

I. INTERMITTENTE FORZA (IF): Un contributo originale allo sviluppo del "metodo intermittente" è venuto dal ricercatore e metodologo dell'allenamento francese Gilles Cometti (1998), il quale ha saputo integrare all'interno della stessa seduta di allenamento gli aspetti più propriamente fisiologici del lavoro intermittente con i cosiddetti aspetti neuromuscolari.

Proprio per questo motivo il lavoro intermittente, originariamente ideato e praticato soprattutto nelle specialità di corsa di resistenza dell'atletica, ha trovato una sua applicazione negli sport di squadra tra cui il calcio, la pallacanestro e la pallavolo ed utilizzato sempre di più dai preparatori atletici data la natura intermittente del loro modello prestativo. Più specificatamente egli ha proposto di alternare nelle fasi attive esercizi riferibili alle diverse espressioni di forza seguiti nelle fasi di recupero da esercitazioni tecniche specifiche della disciplina sportiva. (figura 1)

Pur trattandosi di esercitazioni

correttamente definite di “intermittente forza”, proprio per la successione degli esercizi, possono consentire di enfatizzare comunque gli aspetti cardiovascolari nonostante si stia eseguendo un’esercitazione a prevalente carattere neuromuscolare.

Il protocollo utilizzato e proposto in questo articolo è basato sull’alternanza di sforzi a media ed alta intensità ottenuti mediante esercizi di forza e seguito da tratti marciati ad alta velocità, riprendendo i concetti dell’IF proposti da Cometti.

Un lavoro tecnico mirato ad eseguire esercitazioni di frequenza ed ampiezza del passo di marcia a varie velocità e su distanze differenti ha come scopo quello di sollecitare in maniera specifica quelle qualità di forza utili per sviluppare l’economia del gesto tecnico del marciare. Inoltre grazie ad una maggior tonicità delle fibre e ad un miglior sinergismo muscolare si dovrebbe ottenere una spesa energetica minore per ogni singola contrazione muscolare.

Hanley e collaboratori (2008) analizzando gli effetti della fatica nelle gare della 20km e 50km di

Coppa Europa hanno riscontrato che nel finale di entrambe le gare si assiste ad una diminuzione della velocità di marcia a causa di una riduzione dell’ampiezza del passo, mentre la frequenza resta pressoché inalterata. Questo fenomeno si manifesta maggiormente sulla distanza dei 50 km. E’ anche partendo da queste considerazioni preliminari sono state ideate e sviluppate le cosiddette esercitazioni in ampiezza che verranno ampiamente trattate nel prossimo paragrafo.

### Le esercitazioni in ampiezza

Sono esercitazioni che prevedono l’esecuzione di tratti di marcia di 100 – 200 – 400 m, nei quali si deve cercare mantenere la massima ampiezza del passo, ponendo però particolare attenzione sia al numero di passi effettuati e al mantenimento di un’alta velocità esecutiva del gesto. Questo particolare tipo di allenamento dovrebbe portare l’atleta a gestire ed assimilare una maggior ampiezza del passo, che se conservata a parità di frequenza, porta ad una maggior velocità di

avanzamento.

Per fare ciò è necessario che l’atleta aumenti la forza applicata in ciascuna fase di spinta. In questo modo, allenando il gesto specifico ad alta intensità e a massima ampiezza, si possono ottenere miglioramenti degli aspetti neuromuscolari specificamente riferibili al gesto del marciare.

Diversi studi in letteratura si sono occupati delle variazioni di ampiezza e frequenza nel cammino (Cavagna e Franzetti 1986; Minetti et al. 1995; Minetti e Saibene 1992; Umberg e Martin 2007) e tutti concludono che l’uomo si sposta nel modo più economico, scegliendo spontaneamente la frequenza e l’ampiezza del passo ottenendo così di minimizzare il costo energetico della camminata. Questo dato è stato rimarcato anche nella marcia da Morgan e Martin (1986); essi dimostrarono che i marciatori scelgono spontaneamente la lunghezza del passo ottimale ad ogni velocità di progressione. Se però ci si limitasse a questa ipotesi, qualsiasi tentativo del tecnico di aumentare l’ampiezza del passo dell’atleta sarebbe controproducente.

In realtà gli studi hanno dimostrato che per minime variazioni di ampiezza del 5% (circa 5 - 10cm in più ad ogni passo) non c’è differenza significativa di costo, ovvero l’atleta necessiterà di un extra costo per aumentare l’ampiezza, ma questo aumento di energia richiesta per ottenere una maggior ampiezza, potrebbe essere trascurabile. Ancora poco si conosce sull’incidenza che questo “extra costo” potrebbe avere all’aumentare del tempo d’esercizio.

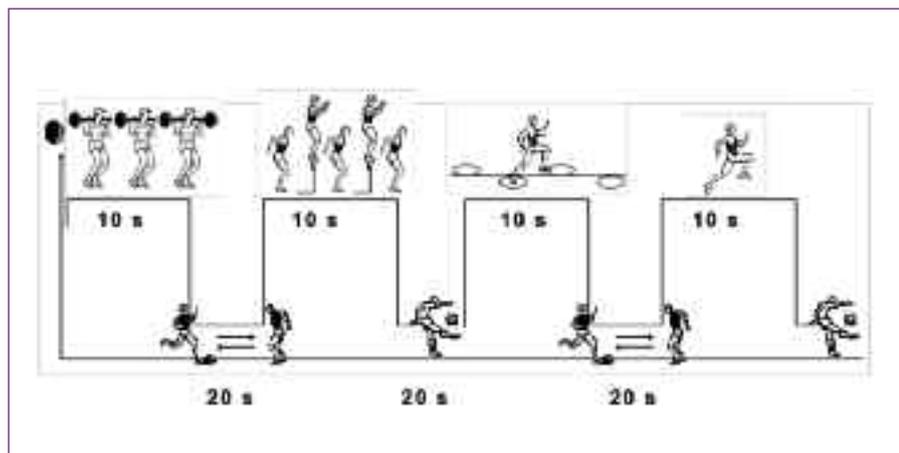


Figura 1: Esempio di intermittente forza di Cometti con alternanza di differenti esercitazioni di forza e componenti tecniche. Da Cometti 1998

E' possibile quindi ipotizzare, in relazione all'esperienza svolta sino ad ora sul campo, che l'assimilazione delle esercitazioni in ampiezza, oltre ad avere una natura fortemente e specificamente correlata al gesto del marciare, aumentando la tonicità muscolare migliora l'efficienza dei diversi distretti muscolari impegnati nel gesto e conseguentemente l'efficacia biomeccanica del passo di marcia.

## Lo studio

Hanno partecipato allo studio 10 atleti, eterogenei per prestazioni ed età, i quali sono stati suddivisi in maniera randomizzata in due sottogruppi, mantenendo comunque un'equivalenza dei valori atletici dei gruppi medesimi (tabella 1, 2 e 3); i due sottogruppi son stati denominati:

Intermittente forza (IF)

Ampiezza (A)

Lo studio, della durata di 9 settimane nel periodo generale (settembre – ottobre 2010), è stato strutturato secondo il seguente schema:

1^ - 2^ TEST ( Test-Re-Test); fase di SPERIMENTAZIONE ; TEST Intermedio – 2^ fase di SPERIMENTAZIONE - TEST finali

Gli atleti hanno svolto il protocollo sperimentale per due volte alla settimana. In entrambe le occasioni la sessione di allenamento era l'unica sessione giornaliera.

Ogni seduta di allenamento era preceduta da una fase di riscaldamento uguale per entrambi i gruppi.

Il periodo di sperimentazione è stato di 10 settimane, per un to-

tale di 20 sedute di allenamento. Le altre tre sedute settimanali, comuni ai due gruppi, prevedevano marcia continua a differenti velocità, seguendo il piano di allenamento previsto dal tecnico.

Le variabili misurate nelle sedute di allenamento sono state:

- **Frequenza Cardiaca massima:** ogni atleta era dotato di cardiofrequenzimetro.
- **Rating of Perceived Exertion (RPE):** attraverso la somministrazione della scala di Borg® 6-20, in cui 6 era il valore minimo di fatica e 20 quello massimo.
- **Tempi di svolgimento dei vari elementi esercitativi.**

## I TEST UTILIZZATI

Sono stati scelti due test da campo, per monitorare i cambiamenti tra l'inizio, la fase intermedia e la fase finale del protocollo sperimentale adottato:

**Test VAM (velocità aerobica massima):** 1000 metri marciati in step da 100m a velocità crescenti, considerando l'ultima velocità marciata come VAM.

**Test Ampiezza:** 400 metri marciati in ampiezza considerando i parametri di frequenza (n° di passi), ampiezza (lunghezza) del passo, mediante video analysis, e mettendo questi parametri in relazione col tempo impiegato. I test sono stati eseguiti prima di iniziare la sperimentazione, test e re-test d'ingresso (per escludere la variabilità interindividuale); a metà sperimentazione, test intermedio (alla quinta settimana) e alla fine, test e re-test finali.

Sono tutti giovani atleti che hanno praticato la disciplina della marcia in maniera differente e con diverse esperienze. Osservando con attenzione i primati personali (*personal best*, PB) si potrà osservare che essi hanno un buon livello di competitività nazionale relativamente alla categoria di appartenenza.

Questa eterogeneità del campione è comune a tanti gruppi di allenamento e rispecchia, a nostro parere, una problematica comune che l'allenatore si trova quotidianamente ad affrontare, nel cercare di somministrare stimoli differenziati in relazione al valore

Sesso	Età (anni)	Attività	Personal Best	Peso (kg)	Altezza (m)
M	20	Continua da 9 anni	42'31" - 10km	60.5	1.76
M	18	Continua da 6 anni	49'00" - 10km	56.5	1.68
M	19	Continua da 6 anni	47'33" - 10km	58	1.78
M	19	Continua da 6 anni	49'00" - 10Km	67	1.77
M	16	Continua da 5 anni	24'03" - 5km	70,5	1.80
M	16	Discontinua da 5 anni	24'16" - 5km	63.5	1.75
M	14	Discontinua da 2 anni	10'30" - 2km	49	1.54
M	14	Continua da 1 anno	24'00" - 4 km	49	1.75
M	13	Continua da 1 anno	10'45" - 2km	38	1.53
M	15	Discontinua da 1 anno	23'00" - 4km	45	1.75

**Tabella 1:** caratteristiche degli atleti che hanno partecipato alla sperimentazione



atletico differente da atleta ad atleta e la necessità di mantenere, specialmente nelle discipline di resistenza, un “gruppo” consistente di atleti. Sulla base di questo campione d’atleti è stata eseguita una divisione randomizzata in modo da ottenere i due gruppi esercitativi omogenei (tabella 2 e 3).

## Descrizione dei due protocolli di lavoro

### GRUPPO 1- INTERMITTENTE FORZA

Dopo un breve riscaldamento sono state eseguite sei esercitazioni scaturite dal riferimento teorico e pratico alle proposte di Cometti.

Nel nostro protocollo quelli che erano esercizi tradizionalmente eseguiti di corsa venivano sostituiti da tratti effettuati di marcia. In luogo dei classici “allunghi”, abbiamo deciso di far marciare le distanze prefissate alla velocità corrispondente alla VAM per ottenere una risposta cardiovascolare più standardizzata ed accentuata.

### ESEMPIO DI CIRCUITO INTERMITTENTE -FORZA

15” esercizi di potenziamento:  
Flessioni balzate  
100m marcia a ritmo vam  
15” esercizi di potenziamento:  
Balzi ginocchia tese 200m marcia a ritmo vam  
15” esercizi di potenziamento: Di-varicate laterali  
100m marcia a ritmo vam  
15” esercizi di potenziamento: Di-varicate sagittali jump200m marcia a ritmo vam  
15” esercizi di potenziamento:  
Skip rapido  
100m marcia a ritmo vam  
15” esercizi di potenziamento:  
Calciata rapida  
300m marcia a ritmo vam

Al termine di questa successione di esercizi di potenziamento seguiti da tratti di marcia a ritmo VAM è stata svolta, dopo una macropausa di 10 minuti, una prova massimale sui 600m volta a stimolare la potenza aerobica massima in con-

Atleta	Sesso	Età (anni)	Attività	Personal Best	Peso (kg)	Altezza (m)
IF1	M	19	Continua da 6 anni	47'33" - 10km	58	1.78
IF2	M	19	Continua da 6 anni	49'00" - 10Km	67	1.77
IF3	M	16	Continua da 5 anni	24'03" - 5km	70,5	1.80
IF4	M	14	Continua da 1 anno	24'00" - 4 km	49	1.75
IF5	M	15	Discontinua da 1 anno	23'00" - 4km	45	1.75
media		16.6			57.9	1.77
SD		2.3			11.0	0.02

Tabella 2: caratteristiche degli atleti inclusi nel gruppo “Intermittente Forza”

Atleta	Sesso	Età (anni)	Attività	Personal Best	Peso (kg)	Altezza (m)
A1	M	20	Continua da 9 anni	42'31" - 10km	60.5	1.76
A2	M	18	Continua da 6 anni	49'00" - 10km	56.5	1.68
A3	M	16	Discontinua da 5 anni	24'16" - 5km	63.5	1.75
A4	M	13	Continua da 1 anno	10'45" - 2km	38	1.53
A5	M	14	Discontinua da 2 anni	10'30" - 2km	49	1.54
media		16.2			53.5	1.65
SD		2.8			10.0	0.11

Tabella 3: Caratteristiche degli atleti inclusi nel gruppo “Esercitazioni in Ampiezza”

dizioni di affaticamento.

## GRUPPO 2- ESERCITAZIONI IN AMPIEZZA

Dopo un breve riscaldamento sono state svolte le sei esercitazioni in ampiezza così articolate:

- 3 x 100m marcia in ampiezza; recupero 2' tra una prova e l'altra.
- 2 x 200m marcia in ampiezza; recupero 2' tra una prova e l'altra.
- 1 x 300m marcia in ampiezza; recupero 2' tra una prova e l'altra.

Queste esercitazioni sono già conosciute e presenti in molte sedute d'allenamento di atleti di alto livello.

La chiave dell'efficacia delle esercitazioni in ampiezza risiede nel-

l'impegno che l'atleta mette nell'eseguire le prove e nell'attenzione dell'allenatore nel contare i passi fatti nel rispetto del gesto tecnico. Un maggior numero di passi preclude infatti l'efficacia della prova stessa.

Se queste accortezze vengono rispettate, giocano un ruolo fondamentale le pause al termine di ogni esercitazione: l'atleta infatti risulta muscolarmente stanco nonostante la brevità della prova e i 2 minuti di pausa saranno il tempo minimo richiesto, scaturito da molte esperienze fatte sul campo, per recuperare, e non un tempo casuale imposto dall'allenatore.

Al termine di questa successione di esercizi di potenziamento seguiti da tratti di marcia a ritmo VAM è stata svolta, dopo una macropausa di 10 minuti, una prova

massimale sui 600m volta a stimolare la potenza aerobica massima in condizioni di affaticamento.

## Risultati

Vengono ora presentati, sotto forma di tabella, i risultati del protocollo sperimentale nei due gruppi. Nelle tabelle 4 e 5 sono presentati i risultati dei test eseguiti dai due gruppi. I test - re-test iniziali e finali sono stati mediati poiché non presentavano differenza significativa tra i valori.

## Discussione

Dalle tabelle 4, 5 e 6 si può osservare come entrambe le metodiche di potenziamento abbiano messo in luce un miglioramento

	PRE				INTERMEDIO				POST			
	t (s)	Borg	Fc max		t (s)	Borg	Fc max		t (s)	Borg	Fc max	
<b>a</b>												
IF1	22.3	15	182		23.2	14	173		22.1	16	170	
IF2	23.3	17	184		22.9	16	180		22.2	17	181	
IF3	22.4	15	179		24.8	13	178		21.8	18	179	
IF4	29.7	14	172		29.6	14	170		28.2	16	175	
IF5	30.8	17	167		30.9	15	165		29.1	16	169	
<b>b</b>	t (m:s.d)	N.passi	Borg	Fc max	t (m:s.d)	N.passi	Borg	Fc max	t (m:s.d)	N.passi	Borg	Fc max
IF1	01:39.5	301	14	177	01:39.0	292	14	178	01:28.5	301	18	179
IF2	01:39.5	304	16	185	01:39.0	300	16	180	01:29.5	300	17	182
IF3	01:28.5	257	17	177	01:25.0	256	17	175	01:19.0	261	17	176
IF4	01:43.0	319	15	171	01:38.0	318	16	170	01:33.0	320	16	173
IF5	01:44.0	320	15	171	01:39.0	318	16	170	01:34.5	322	16	173

**Tabella 4:** Risultati dei test del gruppo Intermittente forza. Pre: prima della sperimentazione; Intermedio: a metà sperimentazione; Post: alla fine della sperimentazione.

a) Dati relativi al test VAM con il tempo (t) dell'ultimo step espresso in secondi; il valore della scala di Borg e la Frequenza Cardiaca massima rilevata durante il test.

b) Dati relativi ai 400m in Ampiezza, con il tempo; il numero di passi effettuati; il valore della scala di Borg e la Frequenza Cardiaca massima rilevata durante il test.

	PRE				INTERMEDIO				POST			
	t		Fc		t		Fc		t		Fc	
<b>a</b>	(s)	Borg	max	(s)	Borg	max	(s)	Borg	max	(s)	Borg	max
A1	19.8	16	186	19.2	18	185	19.2	18	189	19.2	18	189
A2	20.6	15	196	21.2	19	206	20.4	19	202	20.4	19	202
A3	23.6	13	188	24.2	14	186	23.6	15	186	23.6	15	186
A4	28.1	13	170	28.3	15	168	26.6	16	173	26.6	16	173
A5	27.3	15	167	28.1	16	166	26.2	17	166	26.2	17	166
<b>b</b>	t (m:s.d)	N.passi	Borg	Fc max	t (m:s.d)	N.passi	Borg	Fc max	t (m:s.d)	N.passi	Borg	Fc max
A1	01:19.0	275	16	184	01:17.0	273	18	181	01:19.5	278	19	189
A2	01:27.0	291	15	186	01:23.0	286	19	200	01:23.5	285	19	195
A3	01:27.0	274	17	187	01:26.0	273	17	184	01:21.5	266	17	185
A4	01:44.7	349	13	172	01:40.0	350	13	170	01:39.5	350	14	170
A5	01:45.5	356	14	168	01:48.0	360	14	168	01:46.5	353	16	165

**Tabella 5:** Risultati dei test del gruppo Ampiezza. Pre: prima della sperimentazione; Intermedio: a metà sperimentazione; Post: alla fine della sperimentazione.

a) Dati relativi al test VAM con il tempo (t) dell'ultimo step espresso in secondi; il valore della scala di Borg e la Frequenza Cardiaca massima rilevata durante il test.

b) Dati relativi ai 400m in Ampiezza, con il tempo; il numero di passi effettuati; il valore della scala di Borg e la Frequenza Cardiaca massima rilevata durante il test.



	dt VAM	dt 400m	dN. Passi
IF1	-0.1	-11.0	0
IF2	-1.1	-10.0	-4
IF3	-0.6	-9.5	5
IF4	-1.5	-10.0	1
IF5	-1.8	-9.5	2
media	-1.0 (0.6)	-10.0 (0.6)	0.6 (3.1)
A1	-0.6	0.5	3
A2	-0.2	3.5	-6
A3	0.0	-5.5	-8
A4	-1.5	-5.1	1
A5	-1.1	1.0	-3
media	-0.7 (0.6)	-2.5 (3.1)	-2.6 (4.6)

**Tabella 6:** Variazione (delta) Pre e Post nei parametri: tempo, espresso in secondi, dell'ultimo step VAM; tempo, espresso in secondi, e Numero di Passi impiegati per concludere i 400m, nei due gruppi (IF e A).

della performance tra cui:

- Il tempo di percorrenza nel test VAM post è inferiore al pre (1 secondo nel IF e 0.7 secondi nel A)
- Il tempo nei 400m post è inferiore al pre (10 secondi nel IF e 2.5 secondi nel A).
- La percezione dello sforzo (Scala di Borg 6-20®) e la Frequenza Cardiaca massima rilevata nelle esercitazioni e nei test indicano che le attività si svolgono ad un'intensità cardiovascolare medio elevata, tipica delle gare di marcia (Vernillo et al. 2009).

Analizzando i dati più specificamente:

- Il gruppo IF ha un miglioramento in ambedue i test, più marcato nella prova dei 400m, anche se la distanza è stata marciata con un maggior numero di passi.
- Il gruppo A migliora nei due test, diminuendo nei 400m il numero di passi.

Comparando i due gruppi si nota che il gruppo IF migliora maggiormente la velocità di percorrenza sia nel test VAM che nei 400m rispetto al gruppo A, questo è probabilmente imputabile alla maggior velocità a cui sono stati marciati i metri nelle esercitazioni dal gruppo IF.

Quindi se da un lato vi è un miglioramento a livello organico centrale, dall'altro non sembrano essere migliorati i parametri periferici di forza (maggior numero di passi).

Il gruppo A migliora anch'esso la velocità esecutiva della distanza dei 400m-test, ma, a differenza del gruppo IF, è capace di finire la prova dei 400m con un numero inferiore di passi.

In questo caso vi è un miglioramento dei fattori periferici neuromuscolari che portano ad un miglioramento globale della performance.

Discutendo questi risultati si può affermare che le esercitazioni in ampiezza si collocano come maggiore affinità in quel gruppo di mezzi utili ad essere performanti nei finali di gara, dove tutti gli atleti sentono la fatica, e dunque occorrono, oltre all'efficienza massima dei tradizionali fattori ( $VO_{2max}$ , Soglie,..) anche capacità coordinative ed efficienza muscolare per realizzare fasi di spinta utili e a mantenere l'ampiezza del passo.

## Conclusioni

Si è voluto confrontare due differenti metodiche d'allenamento per la componente periferica dei lavori di resistenza.

Entrambe le metodiche sono rivolte, attraverso la combinazione di esercizi di carattere neuromuscolare seguite da esercitazioni specifiche di marcia, a sollecitare sia il comparto cardiovascolare che quello muscolare.

Si è voluto verificare se l'inserimento di esercizi volti a migliorare contemporaneamente il gesto tecnico, la tonicità muscolare e la potenza aerobica risultino essere particolarmente efficaci, utili e se l'aumentata efficacia muscolare possa permettere di contrastare meglio l'effetto della fatica e consentire al marciatore di incrementare la velocità nei finali di gara.

Entrambe le metodiche di potenziamento hanno fatto scaturire dei miglioramenti. In entrambi i gruppi è migliorata infatti sia la velocità aerobica massima (VAM), sia il

tempo finale sui 400m, differenziandosi ulteriormente come effetto specifico.

Infatti gli effetti di questo protocollo sperimentale relativi al gruppo cosiddetto "Intermittente Forza" si sono manifestati in misura maggiore sui cosiddetti fattori centrali, mentre per il gruppo definito "Ampiezza" gli effetti maggiori si sono manifestati sui cosiddetti fattori periferici.

Dal punto di vista della programmazione degli allenamenti, in base alle esperienze sinora svolte da alcuni tecnici, scaturiscono le seguenti varianti:

- **Periodo pre-competitivo o competitivo:** sono maggiormente indicati i lavori in ampiezza poiché c'è la necessità di migliorare ed ottimizzare le componenti periferiche senza sovraccaricare le componenti centrali già ampiamente stressate durante la preparazione generale con il grande volume di chilometri. Questa soluzione va pensata accuratamente alla luce dei maggiori tempi di recupero che il carico neuromuscolare richiede senza dimenticare che c'è la necessità di trovare il giusto equilibrio tra le esercitazioni in ampiezza e il numero di chilometri "di qualità" all'interno del periodo.
- **Periodo generale:** si può prediligere un lavoro di intermittente forza, anche aumentando la durata dell'esecuzione che abbiamo proposto nel nostro protocollo al fine di migliorare sia i parametri cardiorespiratori, aggiungendo la "qualità" solitamente poco impiegata in

questo periodo, sia i parametri di forza per la costruzione generale dell'efficienza delle capacità neuromuscolari dell'atleta.

Bisogna però specificare che queste due metodiche di allenamento non si escludono vicendevolmente, ma possono essere

efficacemente integrate all'interno di un microciclo.

L'obiettivo di questo articolo è anche quello di aprire una riflessione riguardante le metodiche più efficaci di allenamento della forza nella marcia.

E' dunque auspicabile in un futuro assai prossimo un confronto tra

i tecnici di settore per disporre di dati più consistenti e identificare, attraverso il confronto delle diverse esperienze, quali siano le metodiche più razionali per migliorare l'efficienza neuromuscolare e le performances degli atleti.

## Bibliografia

- Agnello L., Fiorillo E., Perricelli G., Dotti A., Vernillo G. e La Torre A. (2008) L'allenamento combinato di forza ed endurance per le discipline di resistenza: la marcia. *Atletica Studi* 3, 36-53
- Astrand I, Astrand Po, Christensen Eh, Hedman R., (1960) Intermittent muscular work. *Acta Physiol Scand.* Apr 25;48:448-53
- Bassett D.R., Howley E.T., (1997), Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29, 591-603
- Bassett D.R., Howley E.T., (2000), Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29, 591-603
- Berg K., (2003); Endurance training and performance in runners: research limitations and unanswered questions. *Sports Med.* 33(1):59-73. Review.
- Billat, L.V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendation for middle-and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. *Sports Medicine* 31 (2): 75-90.
- Billat, L.V. (2002). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle-and long-distance running. Part I: aerobic interval training, *Sports Medicine* 31 (1) 13-31.
- Cavagna G.A. e Franzetti P. (1986). The determinants of the step frequency in walking in humans. *J. Physiol.* 373,235-242
- Cometti G. (1998). *Metodi moderni di potenziamento muscolare aspetti pratici.* Calzetti e Mariucci Perugia
- Hanley B., Bissas A. e Drake A. (2008). The biomechanics of elite race walking: technique analysis and the effects of fatigue. *New Studies in Athletics* 23:4; 17-25.
- Henneman E., Somjen G., Carpenter DO. (1965) Functional significance of cellsize in spinal motoneurons. *J. Neurophysiol.* 28: 555-560.
- Marcora S.M., Bosio A., Effect of exercise-induced muscle damage on endurance running performance in human, *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 17, 2007, 662-671
- Minetti AE e Saibene F. (1992). Mechanical Work Rate minimization and freely chosen stride frequency of human walking: a mathematical model. *Journal of Experimental Biology* 170, 19-34.
- Minetti A.E., Capelli C., Zamparo P., di Prampero P.E. e Saibene F. (1995). Effects of stride frequency on mechanical power and energy expenditure of walking. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27(8):1194-1202.
- Morgan D.W. e Martin P.E. (1986). Effect of stride length alteration on racewalking economy. *Can. J. Appl. Spt. Sci.* 11(4):221-217.
- Saunders P.U., Pyne D.B., Telford R.D., Hawley J.A., (2004) Factors affecting running economy in trained distance runners, *Sport Med.*, 34, 7, 465-485
- Saunders P.U., Telford R.D., Pyne D.B., Peltola E.M., Cunningham R.B., Gore C.J., Hawley J.A., (2006) Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners, *J. Strength Cond. Res.*, 20, 4, 947-54
- Tabata, J., Irisawa, K., Nishimura, M., Ogita, F., Miyachi, M. (1990) Metabolic profile of high-intensity intermittent exercise. *Med Sci Sports Exerc* 29: 390-395.
- Umberg BR e Martin PE (2007). Mechanical power and efficiency of level walking with different stride rates. *J. Exp. Bio.* 210, 3255-3265
- Vernillo G., Piacentini MF, Agnello L., Fiorella PL., La Torre A. (2009) determinazione dell'intensità dello sforzo nelle gare indoor di marcia. *Atletica Studi* 2, 11-19