

L'allenamento combinato di forza ed endurance per le discipline di resistenza: la marcia

Luca Agnello¹⁻², Enzo Fiorillo³, Gianni Perricelli⁴, Antonio Dotti⁵, Gianluca Vernillo¹, Antonio La Torre¹

¹Facoltà di Scienze Motorie, Università degli Studi-Milano

²Dipartimento di Scienze Mediche di Base ed Applicate, Università "G. D'Annunzio" Chieti-Pescara

³Allenatore Specialista FIDAL

⁴Allenatore FIDAL

⁵Allenatore Benemerito FIDAL

Introduzione

Negli ultimi anni l'allenamento di forza nelle discipline di endurance è oggetto di numerosi studi poiché molti coaches e ricercatori hanno ipotizzato che lo sviluppo di programmi di training misto "endurance+forza" potesse essere una delle strade per migliorare le prestazioni nelle discipline di resistenza. In particolare sono stati studiati i fattori neuromuscolari legati all'insorgere della fatica durante le prove di endurance. Infatti durante esercizi prolungati e ad intensità elevata l'attività muscolare va incontro ad affaticamento con una diminuzione della capacità del sistema muscolare di produrre forza. Per cercare di ritardare e contrastare l'insorgenza della fatica sono stati introdotti programmi di forza nelle discipline di resistenza. Attualmente numerosi studi hanno dimostrato che l'introduzione di allenamenti di forza nelle discipline di endurance sem-

bra avere un effetto positivo su molti parametri tra i quali alcune espressioni di forza e economia di corsa e altri indici legati alla performance aerobica che permettono il miglioramento della prestazione in queste discipline. Nessuno studio sull'allenamento combinato di forza ed endurance riferito specificamente ad atleti marciatori è presente in letteratura, quindi uno degli scopi del lavoro è quello di analizzare se attraverso allenamenti di forza esplosiva con Circuit Weight Training (CWT) o Circuit Training (CT) è possibile migliorare la performance dei marciatori. Ci si propone inoltre di analizzare come organizzare questo tipo di allenamento nella periodizzazione, dato che fino ad ora, nel mondo della marcia, non si è mai discusso approfonditamente questo tipo di argomento. Dobbiamo ricordare che verso la fine degli anni '70 il compianto Maestro dello Sport, Tommaso Assi, insieme ad Enrico Arcelli, introdussero nella preparazione dei marciatori e di atleti di mezzofondo prolungato circuiti di forza, prevalentemente a "carico naturale" abbinati ad esercitazioni tecniche specifiche. Assi ed Arcelli sostenevano che:

- il marciatore moderno necessitava di muscoli capaci di vincere resistenze relative, ma allo stesso tempo capaci di esprimere questa forza per molto tempo in relazione alla durata della gara;
- dall'efficienza dell'apparato muscolare dipendesse la capacità di mantenere un corretto gesto tecnico.

Arcelli e Assi pongono in forma razionale sia il tema degli aspetti neuromuscolari nelle discipline di resistenza sia una proposta operativa specificamente connessa a questa specialità. Crediamo che quelle originali intuizioni che portarono a risultati importanti, ampiamente confermati dai risultati di ricerche in altri Paesi, che in questo lavoro analizzeremo criticamente, vadano riprese.

La nostra ipotesi è quella che l'allenamento combinato di forza attraverso il CT ed endurance possa aumentare la potenza muscolare agendo principalmente sui fattori neuromuscolari e senza intaccare l'aspetto aerobico, contribuendo così a migliorare la performance degli atleti. Riteniamo altresì, che questo lavoro debba essere presente in forma sistematica e duratura nella periodizzazione, come una delle voci che compongono il piano di allena-



mento di un atleta "resistente". Soprattutto in ambito marcia ci si è limitati sino ad oggi a classici lavori di richiamo di efficienza muscolare nella fase iniziale di ripresa della preparazione.

Le tendenze presenti nella periodizzazione moderna, i risultati ottenuti in diversi Paesi da atleti "top level", alcune significative esperienze realizzate anche in Italia dai tecnici più affermati, ci hanno spinto a suggerire di riflettere e percorrere questa strada, cioè quella della presenza di "stimoli allenanti in direzione neuromuscolare" lungo tutta la periodizzazione annuale, variando naturalmente volumi, intensità, finalità in relazione all'età degli atleti, al loro livello di classificazione, agli appuntamenti più importanti del calendario agonistico.

Ricerche scientifiche sull'allenamento di forza e il circuit training

Prima di introdurre nello specifico in che cosa consiste e gli adattamenti provocati dall'allenamento con CT, è doveroso fare alcune considerazioni sulle intensità e sui carichi da mantenere durante un allenamento di forza.

Gli adattamenti all'allenamento di forza sono ben conosciuti e dipendono dall'intensità dell'esercizio, dal volume di lavoro e dalla lunghezza delle pause tra le serie (Ishii 2002). Esercizi con intensità tra il 70-90% di una ripetizione massimale (1RM) e con una potenza del 80% della potenza massima (Pmax) causano un incremento di forza con aumento di ipertrofia muscolare. L'allenamento di forza ad alta intensità determina adattamenti sia a livello nervoso che a livello muscolare (Moritani e DeVries 1979; Hakkinen et al. 1981; Hakkinen & Komi 1983; Staron et al. 1990; Sharman et al. 2001). Moritani e DeVries (1979) hanno dimostrato che un allenamento di forza ad alta intensità determina uno sviluppo della forza nelle prime 3 settimane dovuto principalmente a fattori nervosi; dopo questo periodo si ha aumento dell'ipertrofia muscolare. Questo tipo di allenamento è da evitare in atleti di endurance perché potrebbe aumentare eccessivamente la massa muscolare e diminuire il $\dot{V}O_{2max}$ che è uno dei fattori cardine per lo sviluppo delle performance nelle discipline di endurance. Dall'altra parte se si eseguono esercizi con una intensità tra il 20-50% di 1RM con una potenza tra il 60-80% della Pmax, generalmente si determina un miglio-

mento dell'endurance muscolare senza un sostanziale incremento di dimensione, forza e potenza muscolare (Mc Donagh et al. 1984). Mentre se si utilizzano esercizi tra il 20-70% di 1RM con una potenza maggiore al 90% della Pmax si determina un miglioramento della forza esplosiva con un miglioramento di potenza muscolare. È stato dimostrato che questo tipo di allenamento denominato in letteratura power training determina un incremento di potenza muscolare correlato ad un cambiamento dei fattori nervosi (McBride et al. 2002) con aumento di una maggiore attivazione di unità motorie e un aumento di sincronizzazione (Aagaard et al. 2003; Hakkinen et al. 1985) limitando lo sviluppo di ipertrofia muscolare; ad oggi però non sono ancora state chiaramente identificati i possibili adattamenti della struttura muscolare a questo tipo di allenamento (Hakkinen et al. 1985; McBride et al. 2003; McGuigan et al. 2003; Kyrolainen et al. 2005) e non sono ancora stati ben spiegati gli adattamenti sul sistema neuromuscolare dopo allenamenti con movimenti esplosivi (Hakkinen et al. 1990; McBride et al. 2002).

Alla luce di queste considerazioni e dai molti studi presenti in letteratura sui miglioramenti di performance in discipline di endurance dopo allenamento di forza esplosiva (Paavolainen et al. 1999; Mikko-la et al. 2007; Spurs et al. 2003; Turner et al. 2003), sono stati introdotti negli allenamenti dei marciatori programmi di forza esplosiva con CT con l'intento di migliorare la potenza muscolare, le capacità anaerobiche, l'economia di marcia e la performance.

Origini del circuit training

Il CT fu ideato nel 1956 da R.E. Morgan e G.T. Adamson, due professori del dipartimento di educazione fisica dell'Università di Leeds in Inghilterra (Kravitz 1996). Il termine circuito fa riferimento ad una serie di esercizi accuratamente selezionati e disposti consecutivamente che coinvolgono molti distretti muscolari. Il CT era formato da 9-12 stazioni. Ogni soggetto eseguiva l'allenamento passando da una stazione all'altra in meno di 15-30 secondi con un tempo di esecuzione dell'esercizio di 15-45 secondi pari a 8-20 ripetizioni. Il carico



variava dal 40% al 60% di 1RM. Le ricerche di R.E. Morgan e G.T. Adamson dimostrano che il CT da loro proposto permette di utilizzare un valore di consumo di ossigeno (39% al 51% del VO_{2max}) che risulta in sintonia con le linee guida della American College of Sports Medicine (ACSM) per cui l'intensità dal 40% al 85% VO_{2max} permette lo sviluppo e il mantenimento della fitness cardio-respiratoria (Pollock et al. 1998).

Come costruire un circuit training

L'allenamento con CT moderno è in continua evoluzione e molti sono i parametri che possono variare in base agli obiettivi che vengono prefissati di volta in volta, tra i quali: la scelta e l'ordine degli esercizi, la scelta degli attrezzi, la durata e la modalità delle pause tra una stazione e l'altra e tra una serie e l'altra, la velocità di esecuzione, la durata delle stazioni e il numero di ripetizioni del circuito. Le modalità di costruzione di un circuito a stazioni sono virtualmente infinite compreso l'inserimento di esercizi di gara nella parte finale (esempio 200-1000 metri di corsa o marcia). Si possono creare circuiti per diverse discipline sportive, per diversi livelli di fitness o per specifici gruppi muscolari, per diverse fasce di età, con più o meno enfasi sulle qualità fisiche di forza o endurance.

Il Circuit training è stato sviluppato come una forma di allenamento di forza con l'esecuzione di una serie di esercizi senza o con limitata pausa tra una serie e l'altra. Le poche ricerche presenti in letteratura che hanno approfondito gli effetti adattativi della modalità del lavoro attraverso CT (Tabella 7) sono state eseguite principalmente su soggetti sia giovani che anziani ma sedentari, non allenati

o moderatamente attivi usando un regime di forza con carico non elevato con molte ripetizioni mantenendo una velocità di esecuzione molto bassa.

Il successo di tale metodica di lavoro è dovuto principalmente a due fattori:

1. la possibilità di eseguire il lavoro in spazi ristretti e con un numero elevato di persone (pari almeno al numero di stazioni utilizzate). Con il passare del tempo e lo sviluppo delle palestre e delle sale di potenziamento questo vantaggio è andato scemando, ma a lungo questo fu uno dei motivi importanti della scelta di utilizzare il CT.
2. il fatto di lavorare in piena efficienza utilizzando l'escamotage di far susseguire esercizi che coinvolgessero gruppi muscolari non vicini. Allorché lo stimolo nervoso interviene per produrre un movimento anche se specifico, non può esimersi

dall'irradiare il proprio comando su di un'area più ampia, facendo sì che anche altri muscoli, sebbene con tensione minore, si contraggano. Con l'accortezza di impiegare gruppi muscolari non vicini si ha la garanzia di far lavorare sempre muscoli non affaticati e quindi si ottiene un risultato più redditizio.

Molti studi hanno dimostrato gli effetti benefici dell'allenamento con CT in individui con alcuni tipi di patologia tra cui pazienti con diabete e nei programmi di riabilitazione dei pazienti con problemi cardiaci (Kaikkonen et al. 2000; Maiorana et al. 2000, 2001, 2002; Kelemen & Stewart 1985).

In letteratura i principali parametri studiati dopo un allenamento di forza con CT sono stati le variazioni di forza, $\dot{V}O_{2max}$, cardiovascolari e composizione corporea.

STUDI	SOGGETTI			SPORT	VOLUME ALLENAMENTO DI FORZA	FREQUENZA E DURATA	RISULTATI			
	n°	sexso	età				$\dot{V}O_{2max}$	LT	RE	altro
ALLENAMENTO CIRCUIT TRAINING										
Gettman et al. [1978]	41	M	/	non allenati	2 sets per 15 reps	3 d/wk per 20 wks	↑ 3,5%			
Willmore et al. [1978]	28	M/F	/		massime rep in 30s 40-55% of 1-RM	3 d/wk per 10 wks				↔ massa corporea
Gettman et al. [1979]	16	M	29		2 circuiti di 10-15 reps	3 d/wk per 8 wks	↑			↑ tempo di esaurimento
Gettman et al. [1982]	77	M/F	35,6	non allenati	3 sets of 12-15 reps 30-40% di 1RM	3 d/wk per 12 wks	↑ 12%			↑ 17% di forza
Haennel et al. [1989]	32	M	42,2±2,1	non allenati	3 sets per 15-20 reps	3 d/wk per 9 wks	↑ 11,3%			↓ del 3% massa grassa
Marcinik et al. [1991]	18	M	24-34	non allenati	3 sets per 8-20 reps	3 d/wk per 12 wks	↔	↑ 12%		↑ forza gambe
Kaikkonen et al. [2000]	90	M/F		sedentari	40 minuti per 3 sets con reps variabili	3 d/wk per 12 wks	↑ 10,4%			↑ tempo di esaurimento al 75% $\dot{V}O_{2max}$
Chiara et al. [2005]	20	M	21,4±1,3	non allenati	30 minuti di esercizi con basso carico eseguiti ad alta velocità	3 d/wk per 12 wks	↑ 13,6%		↑	↑ tempo di esaurimento

Tabella 1 - LT = lactate threshold = soglia lattato; sets = serie; reps = ripetizioni; sedentari = che non hanno fatto attività prima dello studio; non allenati = fanno attività fisica ma non seguono un regolare programma di allenamento; $\dot{V}O_{2max}$ = massimo consumo di ossigeno; RE = economia di corsa o del gesto tecnico; M = maschi; F = femmine; min/session = minuti di allenamento per sessione; d/wk = giorni di allenamento alla settimana; wks = settimane; ↔ = nessuna variazione; ↑ = aumento; ↓ = diminuzione.

Forza e Circuit Training

L'allenamento attraverso CT con intensità del 40-50% di 1RM ha determinato un miglioramento di forza del 7-32% in uomini e donne con programmi di allenamento della durata da 8 a 20 settimane (Wilmore et al. 1978; Gettman et al. 1978, 1980, 1982; Haennel et al. 1989; Verrill et al. 1992). Questo risultato è coerente con gli studi di Takarada e Ishii (2002) che hanno dimostrato che gli esercizi di forza con intensità del 50% di 1RM determinano un incremento di forza e massa muscolare se eseguiti con brevi pause di recupero tra le serie (30s). Gli adattamenti del CT eseguiti con intensità molto basse o eseguiti senza nessun carico esterno, cioè a carico naturale mantenendo una potenza sopra i 90%, sono scarsamente studiati. L'esercizio a carico naturale o con bassissimi carichi si pensa che sia inefficace sull'incremento di forza e massa muscolare. Gli ultimi recenti studi sugli allenamenti di forza eseguiti con così bassa intensità, 20-40% di 1RM, evidenziano come queste intensità possono effettivamente incrementare la massa e la forza muscolare, se combinate con una moderata restrizione del flusso ematico durante il lavoro muscolare (Takarada et al. 2000b, 2002; Ishii et al. 2005). Questo tipo di esercizio di forza con restrizione venosa, chiamato Kaatsu training, determina un incremento di reclutamento delle fibre muscolari (Moritani et al. 1992; Takarada et al. 2000b) e contribuisce a migliorare alcune risposte ormonali (Takarada et al. 2000a) correlate all'effetto trofico del muscolo. Nessuno studio ha esaminato gli adattamenti proteici del tipo di fibra a livello muscolare dopo allenamento con CT.

$\dot{V}O_{2max}$ e Circuit Training

In letteratura vi sono ricerche discordanti che attestano sia che l'allenamento con CT determina un miglioramento della fitness aerobica sia che non vi siano variazioni significative. Questa discordanza è probabilmente determinata dai tipi di protocolli utilizzati, dall'intensità di esecuzione dell'esercizio e dai tempi di recupero. Le ricerche che confermano un miglioramento del $\dot{V}O_{2max}$ dimostrano che

l'allenamento con CT, eseguito con esercizi ad un'intensità del 40-60% di 1RM per 12-15 ripetizioni con brevi intervalli tra una serie e l'altra, determina un miglioramento del $\dot{V}O_{2peak}$ (Gettman et al. 1982; Kaikkonen et al. 2000). Questi risultati sono confermati dagli studi di Gettman et al. (1982), Kaikkonen et al. (2000) e Novitsky et al. (1995) che dimostrano un miglioramento della capacità aerobica sia a intensità submassimale che massimale comparabile con i classici esercizi di aerobici.

Altri studi hanno comparato gli effetti dell'allenamento basato sugli esercizi aerobici classici con quelli di allenamenti attraverso CT: in questi ultimi si è determinato un moderato miglioramento del $\dot{V}O_{2max}$ di circa il 5% che è considerato inferiore se paragonato ad un normale programma di allenamento aerobico. Recentemente Gotshalk et al. (2004) hanno studiato un nuovo protocollo di CT che migliora la fitness aerobica in modo significativo. Il protocollo consiste nell'esecuzione di 10 esercizi al 40% di 1RM. Ogni esercizio era composto da 10 ripetizioni con una frequenza di 40 esecuzioni al minuto e con 2-5 secondi di pausa tra un esercizio e l'altro. Gli studi che non dimostrano nessun miglioramento del $\dot{V}O_{2max}$ dopo CT o dopo allenamento di forza con bassi carichi sono quelli di Allen (Allen et al. 1976) con allenamento al 50% di 1RM e il numero di ripetizioni inferiore a 15, e quelli di Fahey e Hickson (Fahey et al. 1973; Hickson et al. 1980) su soggetti giovani e di media età che hanno eseguito allenamenti tradizionali di forza con molte serie e un lungo periodo di pausa tra una serie e l'altra (2 minuti) dimostrando che non vi era nessun miglioramento della capacità aerobica dopo 12-26 settimane di CT. L'assenza di adattamenti cardiocircolatori potrebbe essere spiegata dal fatto che durante l'esecuzione degli esercizi si arrivava a un O₂ corrispondente al 36-45% del $\dot{V}O_{2max}$ (Hempel et al. 1985; Wilmore et al. 1978). Questi valori sono al di sotto di una soglia comunemente raccomandata per migliorare la capacità aerobica (ACSM 1998). Un'altro fattore importantissimo è il tempo di recupero tra un esercizio e l'altro e tra una serie e l'altra: infatti allenamenti di CT caratterizzati da alto numero di ripetizioni e brevi periodi di pausa determinano un moderato miglioramento del $\dot{V}O_{2peak}$

(3-11%) (Gettman & Pollock 1981; Frontera et al. 1990; Gettman et al. 1982). Viceversa i tradizionali programmi che consistono in più serie intervallate da lunghi periodi di recupero (2-4 minuti) non hanno determinato nessun miglioramento e talvolta un peggioramento del $\dot{V}O_{2peak}$ (Hickson et al. 1980; Goldberg et al. 1994; Nakao et al. 1995). È evidente che tutti questi studi abbiano potuto appurare solo un leggero miglioramento della $\dot{V}O_{2max}$. Se si va ad esaminare un atleta di endurance, magari di alto livello, ben altri sono i metodi di allenamento che debbono essere usati. Pur tuttavia in particolari circostanze, come il recupero da infortuni, ripresa attività dopo lunga interruzione, condizioni climatiche proibitive, giovane età, anche il CT nella sua forma intensivo-resistente (detta altresì SET) può concorrere alla efficienza dell'atleta.

Dagli studi si può evincere che l'esecuzione di pochi esercizi ad alta intensità con poco recupero tra un esercizio e l'altro può portare nel complesso a buoni risultati. Inoltre, utilizzando l'allenamento con le ripetizioni in salita combinate con un allenamento di forza attraverso CT, è possibile ottenere una sorta di lavoro intermittente che se viene esteso come minutaggio può permettere all'atleta di effettuare un lavoro simile, da un punto di vista cardiocircolatorio, come impegno a quello del cosiddetto "medio".

Adattamenti Cardiocircolatori e Circuit Training

Allenamenti a breve e medio termine di CT a moderata intensità migliorano sia la capacità aerobica che di forza, ma questi miglioramenti non sono accompagnati da cambiamenti funzionali e morfologici a livello cardiaco, in particolare del ventricolo sinistro (Camargo et al. 2008). Mentre in passato, altri studi hanno evidenziato che un allenamento di CT determina un maggior o simile adattamento cardiovascolare se paragonato ad un esercizio tradizionale di forza con alta intensità e basse ripetizioni (Gettman & Pollock 1981; Stone & O'Bryant 1985). Molti studi riferiti agli effetti acuti del CT suggeriscono che un'intensità del 40% di 1RM non risulta uno stimolo sufficiente per migliorare il traspor-

to dell'ossigeno anche se si mantiene un frequenza cardiaca al di sopra del 60% delle FCmax (Wilmore et al. 1978; Hurley et al. 1984; Ballor et al. 1987; Collins et al. 1991; Garbutt et al. 1994). Molti sono i fattori che intervengono nella relazione FC e $\dot{V}O_2$, tra questi: tipo di esercizio, carico, pausa tra le serie, livello di fitness (Verrill et al. 1992). Per esempio una breve pausa tra le serie nella maggior parte degli studi ha determinato un effetto positivo dell'allenamento attraverso il CT sul miglioramento cardiovascolare (Gettman et al. 1982; Harris & Holly 1987; Haennel et al. 1989). Mentre è stato visto che allenamenti con il 20% di 1RM con un determinato livello di FC determinano un miglioramento cardiovascolare comparabile ad una camminata in persone sedentarie (Kaikkonen et al. 2000). È molto importante dunque, come conseguenza pratica per i tecnici e per tutti coloro che lavorano "sul campo", cercare di monitorare sempre l'intensità esecutiva dei diversi esercizi altrimenti non si sa più su cosa si sta lavorando e che cosa si sta cercando di allenare.

Composizione Corporea e Circuit Training

Durante l'allenamento di CT sono state osservate delle variazioni di composizione corporea, in particolare è stato visto che mediamente vi era un aumento significativo di 1.3-2 kg di massa magra e una diminuzione significativa dello 0,8-2,9% di massa grassa (Gettman & Pollock 1981). In altri studi è stato visto un miglioramento della massa magra di 1,2-3,2 kg e un decremento del 2-3% della massa grassa dopo un programma di 10-20 settimane di CT (Gettman et al. 1978, 1980, 1982; Wilmore et al. 1978). Questi valori sono stati confermati nello studio di Harber et al. (2004) in cui è stata vista una diminuzione dell'1,7% della massa grassa.

Conclusioni sull'Allenamento attraverso il Circuit Training

Dall'analisi delle varie ricerche svolte sul CT emerge che questo tipo di allenamento ha degli effetti benefici sul miglioramento della fitness aerobica con adattamenti cardiorespiratori positivi ma in sogget-

ti sedentari e non allenati. Anche in soggetti sedentari molte sono le variabili da tenere in considerazione per creare adattamenti positivi durante allenamento con CT. Tra queste variabili vi sono:

- La fitness di partenza dei soggetti è molto importante perché se già ben allenati non si creano miglioramenti di $\dot{V}O_{2max}$ né adattamenti cardiovascolari significativi dopo allenamento con CT.
- I tempi di recupero, sia durante le serie che le ripetizioni, sono importanti poiché è stato dimostrato che, se eccessivamente elevati, determinano minimi adattamenti cardiocircolatori che non permettono dei miglioramenti significativi del $\dot{V}O_{2max}$.
- Il carico in % rispetto ad 1RM se troppo basso e sotto il 20% crea scarsi miglioramenti cardiocircolatori e respiratori paragonabili ad una camminata di una persona sedentaria.
- La composizione corporea dopo allenamento con CT determina un leggero aumento di massa magra e una diminuzione di massa grassa. L'aumento di massa muscolare è molto limitato ma la cosa importante è che non determini un'ipertrofia muscolare causando un peggioramento del $\dot{V}O_{2max}$ normalizzato per il peso corporeo.

Queste considerazioni vanno bene per soggetti sedentari e non allenati ma cosa accade negli atleti o in soggetti ben allenati?

In base alle considerazioni sopra elencate si è sviluppato un allenamento di forza con CT nella programmazione dei marciatori con l'obiettivo di migliorare la performance non solo migliorando i parametri come il $\dot{V}O_{2max}$ e i fattori cardiocircolatori, che come già detto possono essere migliorati con sedute di allenamento tradizionali ad una data intensità, ma di lavorare sui fattori neuromuscolari o di migliorare la potenza muscolare tramite allenamenti di forza esplosiva, al fine di incidere, attraverso una maggior "efficienza muscolare", sia sul costo energetico del marciatore sia su una maggior resa degli allenamenti aerobici classici (potenza e/o resistenza).

Lo sforzo è stato quello di intraprendere un lavoro sistematico, prolungato nelle diverse fasi della periodizzazione stagionale, per superare quell'idea ancor oggi molto praticata per alcune discipline di endurance, che la forza vada fatta giusto all'inizio

della preparazione (una sorta di "tonificazione") per poi cedere il passo ai mezzi allenanti classici.

La nostra esperienza nella marcia

Proposte, intuizioni e sperimentazione sul campo

Nell'ambito della programmazione di atlete evolute e giovani marciatrici è stato introdotto il CT nello sviluppo della forza. Gli obiettivi che ci siamo proposti sono stati:

- Rinforzare i distretti muscolari che presentavano strutture deficitarie utilizzando un CT tradizionale per migliorare la forza generale.
- Migliorare la performance.
- Nelle giovani atlete ci siamo prefissati anche l'obiettivo di aumentare l'abitudine al lavoro di forza muscolare sollecitando e ponendo attenzione sin dall'inizio alla corretta esecuzione tecnica degli esercizi.
- Verificare se il CT va in qualche modo a intaccare negativamente il $\dot{V}O_{2max}$.

Programmazione annuale con introduzione di allenamenti di forza per marciatori

Nel periodo iniziale che va da Ottobre a Novembre è stato introdotto un allenamento di potenziamento generale (*Scheda n. 1*) propedeutico all'introduzione del CT con esercizi di forza esplo-

ATLETI

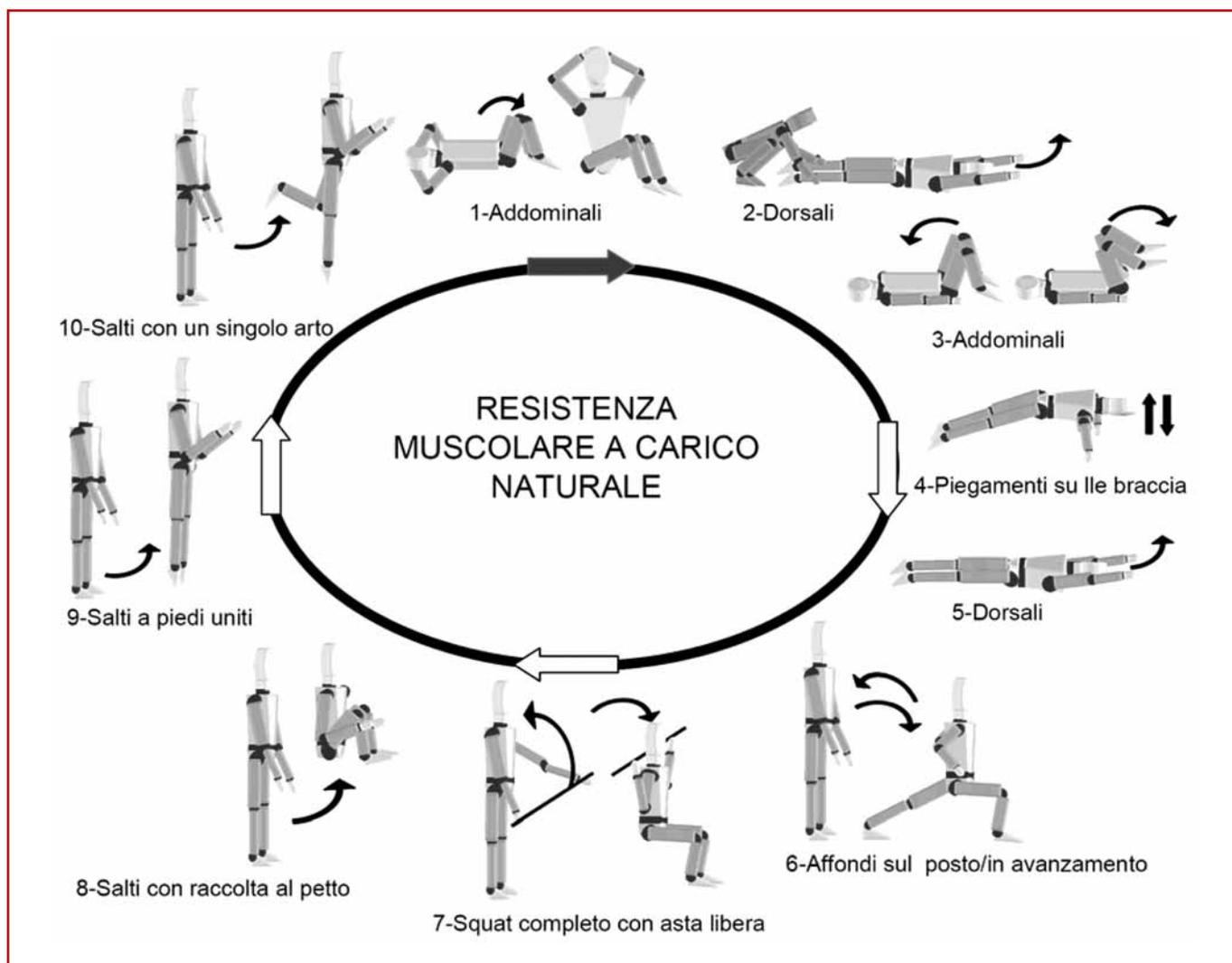
Totale allenamenti settimanali: 10-12
Allenamenti combinati di forza e endurance: 2
Gli allenamenti combinati erano così organizzati:
Mattina: Lavoro di marcia al 75-80% della FCmax.
Pomeriggio: 5 km di marcia al 75-80% della FCmax.
Potenziamento con 10 esercizi a carico naturale (*Scheda n. 1*) con 30" di recupero tra ogni serie.
3x1000 o 1x2000 di marcia con 2' recupero tra ogni ripetizione al 90 % della FCmax.

GIOVANI

Totale allenamenti settimanali: 4-6
Allenamenti combinati di forza e endurance: 1
Gli allenamenti combinati erano così organizzati:
Mattina: /
Pomeriggio: 4 Km al 75-80% della FC max.
Potenziamento con 10 esercizi a carico naturale (*Scheda n.1*) con 30" di recupero tra ogni serie.
3x500 di marcia con 2' recupero tra ogni ripetizione al 90 % della FCmax.

	ESERCIZIO	MODALITÀ	SERIE E RIPETIZIONI
1	Addominali	Isometria	5x20
2	Dorsali / lombari	Arti inferiori bloccati (isometria)	5x20"
3	Addominali	Isometria	5x20
4	Piegamenti su braccia	Facilitati / normali	5x10/15
5	Dorsali / lombari	Utilizzo completo di tronco e arti inferiori con varie combinazioni (isometria)	5x20"
6	Affondi sul posto / in avanzamento	Controllare posizione tronco	3x20
7	Squat completo con asta libera o salti su materasso		3x20
8	Salto con raccolta al petto in alternativa flessioni su una gamba		3x20 3x10/15dx+sx
9	Salto a piedi uniti		3x30
10	Salto con un singolo arto		2x20 dx+sx

Scheda n. 1 - Allenamento per la resistenza muscolare a carico naturale.

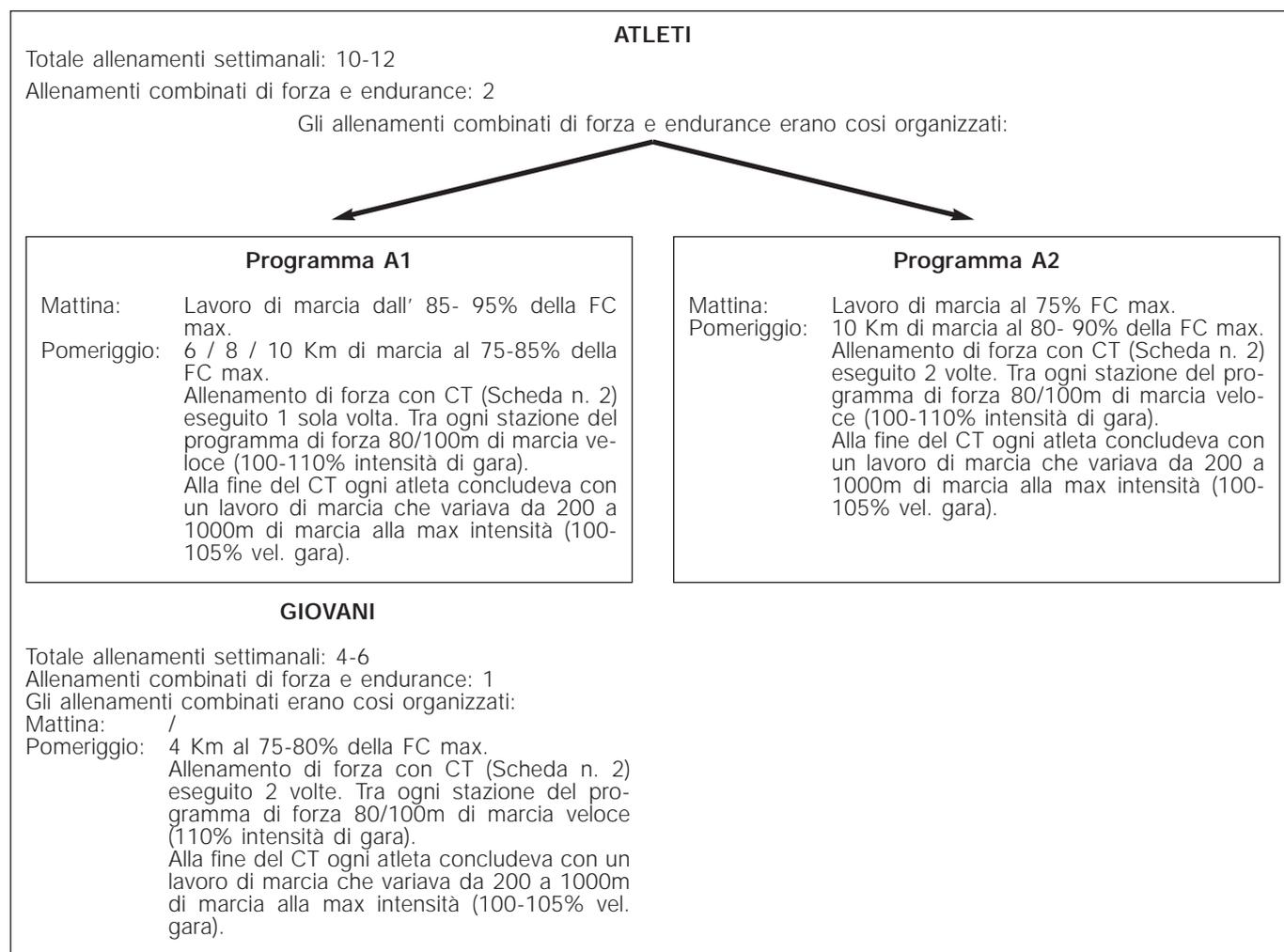




siva. Il programma di allenamento era basato su esercizi di forza per la resistenza muscolare eseguiti a carico naturale con un breve recupero abbinati a lavori di marcia ad alta intensità.

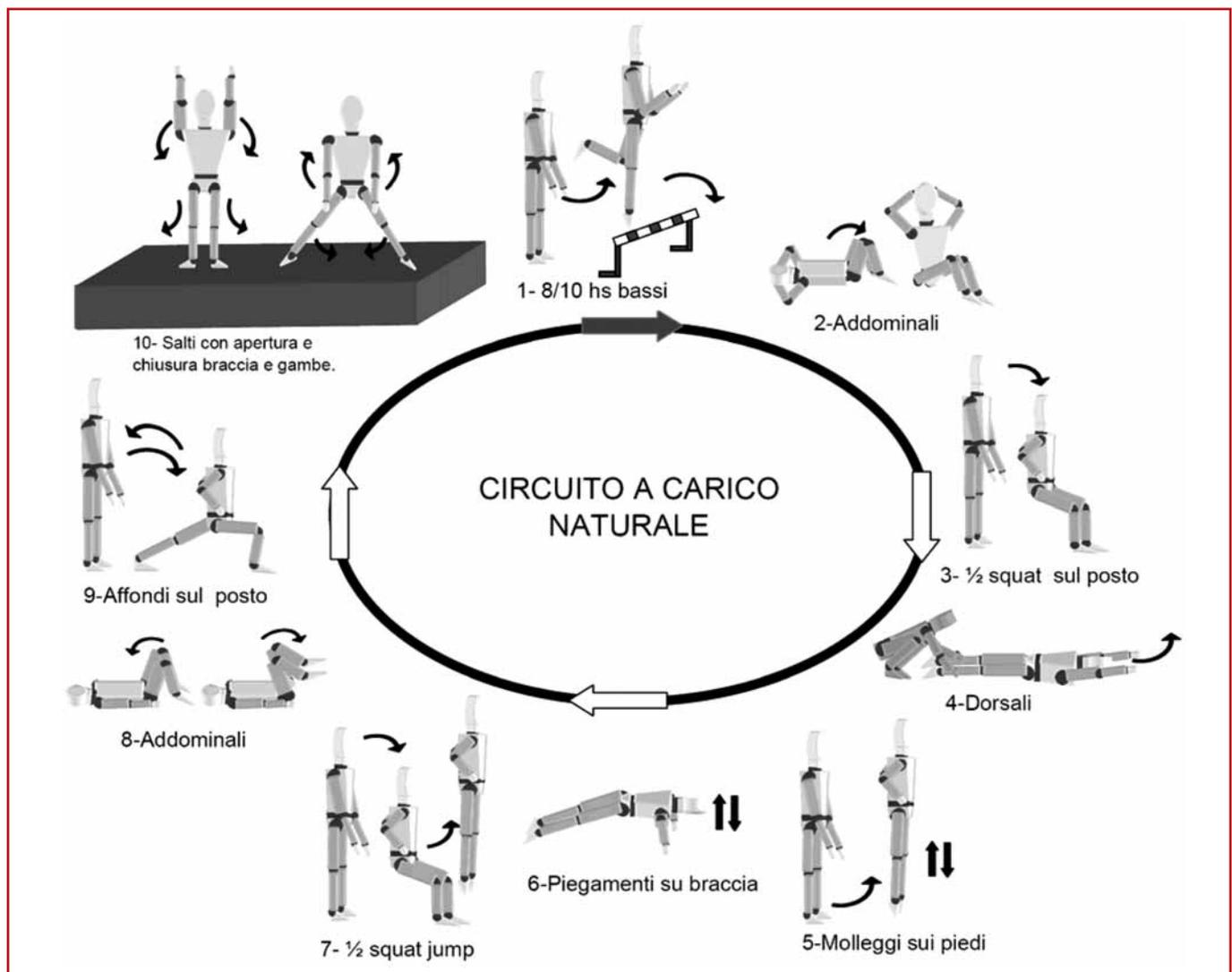
Successivamente nel periodo tra Dicembre e

Gennaio si è passati ad eseguire due volte alla settimana sedute di allenamenti combinati di forza e endurance. Gli allenamenti di forza consistevano in un programma di CT con esercizi di forza esplosiva a carico naturale.



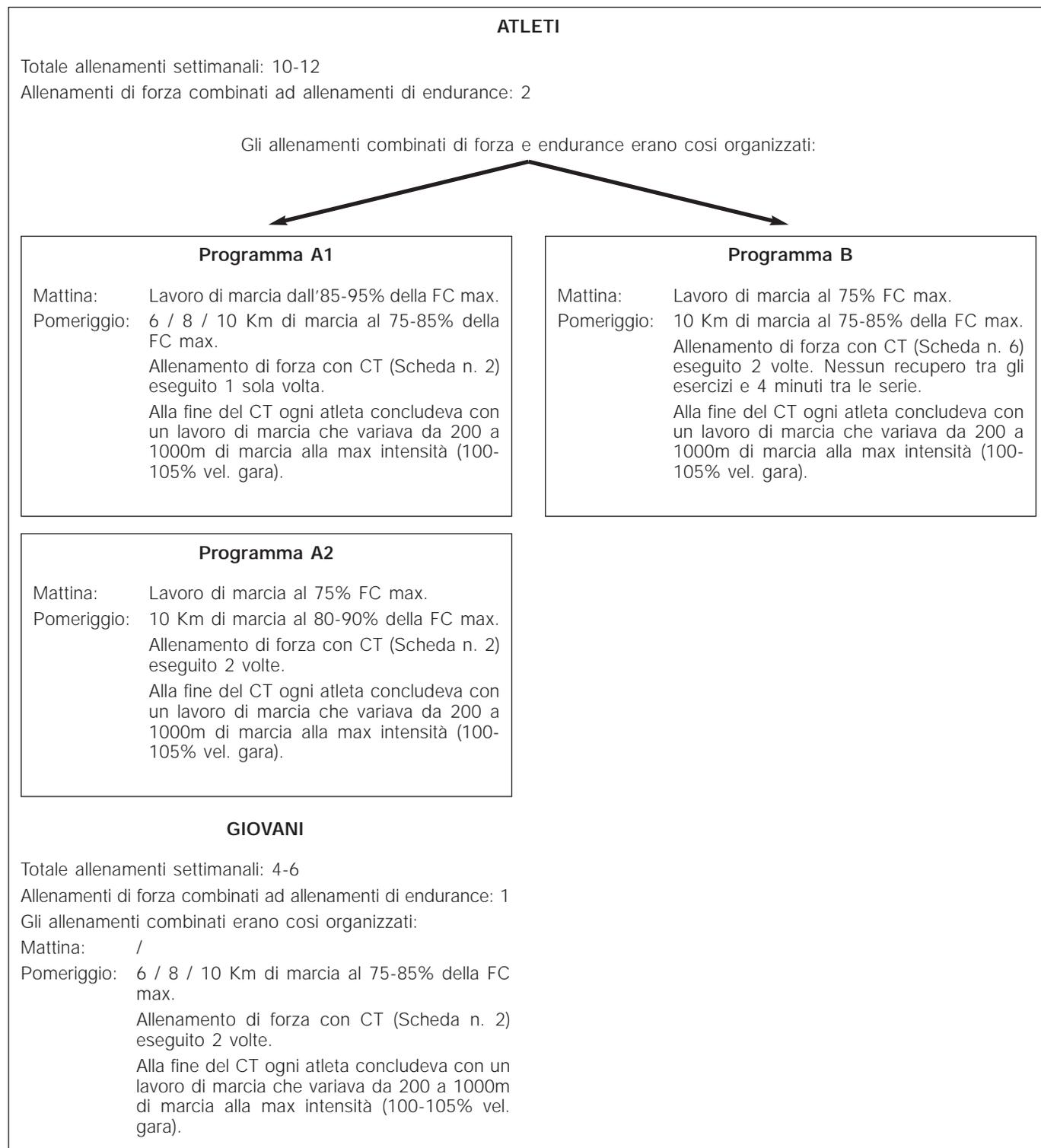
	ESERCIZIO	MODALITÀ	SERIE E RIPETIZIONI
1	n. 8/10 hs bassi	Salto a piedi pari	1x2
2	Addominali	Isometria	20
3	1/2 squat sul posto	Bastone / asta bilanciata	20
4	Dorsali / lombari	Isometria / varie combinazioni	10"/15"/20"
5	Molleggi sui piedi	Dinamici	30"/45"
6	Piegamenti sulle braccia	Facilitati / normali	10/20
7	1/2 squat jump	Libero	15
8	Addominali	Isometria	20
9	Affondi sul posto / in avanzamento	Controllare posizione tronco	15dx+sx
10	Salto con apertura e chiusura braccia e gambe. In alternativa salto con ginocchia al petto	Su materasso	20/25/30

Scheda n. 2 - Circuito a carico naturale.



Nel periodo di Febbraio e nelle prime due settimane di Marzo si è passati ad eseguire un allenamento bisettimanale combinato di forza e endurance. Nel mese di Marzo a causa della presenza di alcune gare sono state inserite solo 4 sedute di

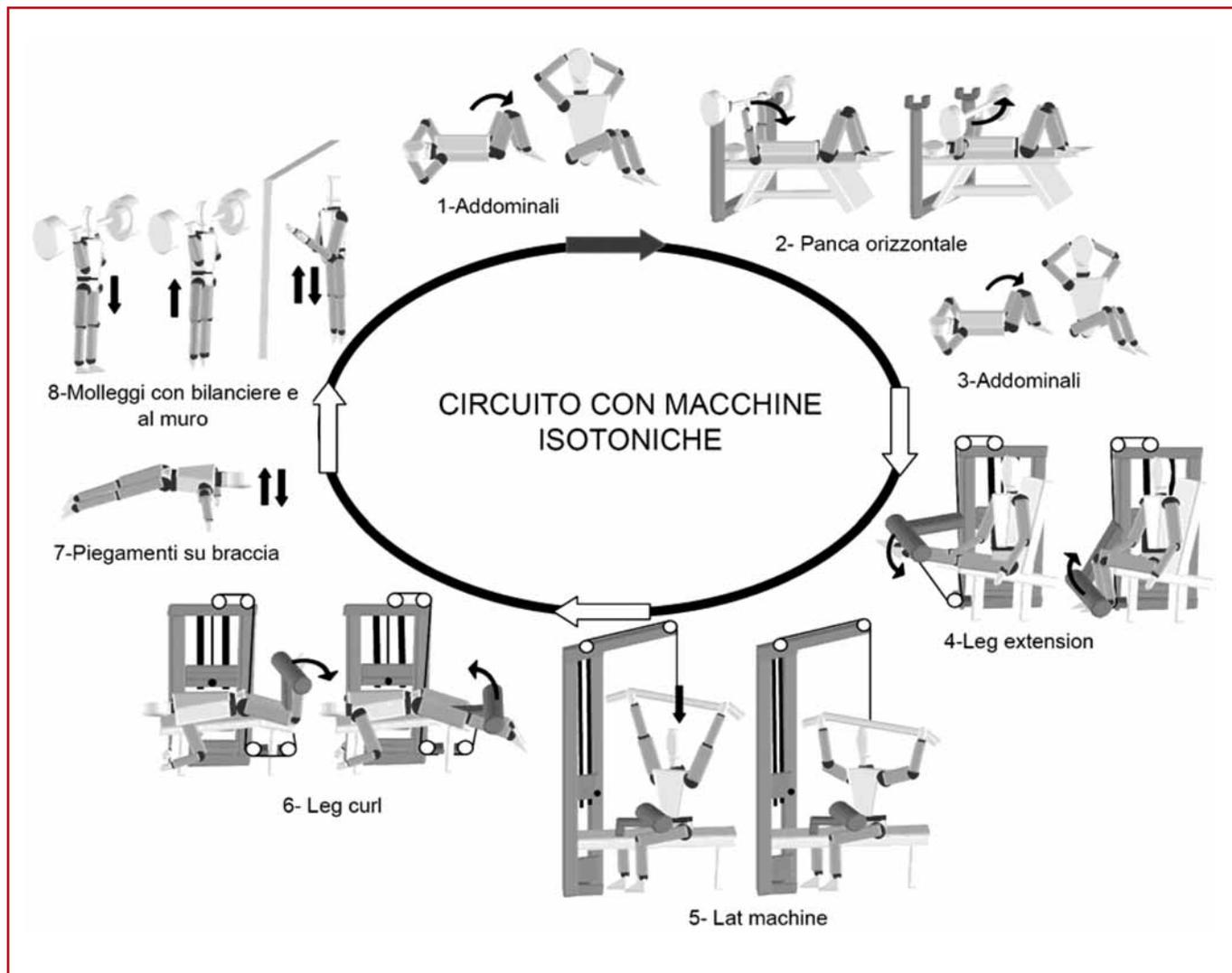
allenamento forza e endurance in tutto il mese. Gli allenamenti di forza consistevano in un programma di CT con esercizi di forza esplosiva a carico naturale (*Scheda n. 2*) oppure con macchine isotoniche (*Scheda n. 3*).



	ESERCIZIO	MODALITÀ	SERIE E RIPETIZIONI
1	Addominali	Isometria	30
2	Pettorali	Panca orizzontali con bilanciere	2x8 al 40% di 1RM
3	Addominali	Isometria	25
4	Quadricipite	Leg extension	2x8 al 40% di 1RM
5	Dorsali	Lat machine in isometria	30"
6	Femorali	Leg curl	2x8 al 40% di 1RM
7	Piegamento sulle braccia		15/18
8	Tricipite surale	Molleggi con bilanciere seguiti da 10 molleggi veloci contro muro	2x8 al 40% di 1RM

* Il numero di ripetizioni inserite nella tabelle fa riferimento ad un determinato soggetto; ovviamente vanno adattate al proprio atleta in modo che possa mantenere un potenza sopra il 90% durante l'esecuzione dell'esercizio in modo da sviluppare la forza esplosiva.

Scheda n. 3 - Potenziamento con macchine.



Dal mese di Aprile fino a giugno sono stati eseguiti allenamenti di forza e endurance fino ad una settimana prima di ogni competizione.

Risultati

La nostra sperimentazione sul campo, durata circa un anno, ha portato a risultati soddisfacenti e incoraggianti. Lungi dal ritenere il solo allenamento combinato "forza-endurance" responsabile



ATLETI

Totale allenamenti settimanali: 10-12

Allenamenti combinati di forza e endurance:1

Gli allenamenti combinati di forza e endurance erano così organizzati:

Programma A1

Mattina: Lavoro di marcia all' 85%-95% FC max
 Pomeriggio: 6 / 8 / 10 Km di marcia al 75-85% della FC max.
 Allenamento di forza con CT (Scheda n. 2) eseguito 1 sola volta. Tra ogni stazione del programma di forza 80/100m di marcia veloce (100-105% vel. gara).
 Alla fine del CT ogni atleta concludeva con un lavoro di marcia che variava da 200 a 1000m di marcia alla max intensità (100-105% vel. gara).

Programma A2

Mattina: Lavoro di marcia al 75% della FC max.
 Pomeriggio: 10 Km di marcia al 80-90% della FC max. Allenamento di forza con CT (Scheda n. 2) eseguito 2 volte. Tra ogni stazione del programma di forza 80/100m di marcia veloce. (100-105% vel. gara).
 Alla fine del CT ogni atleta concludeva con un lavoro di marcia che variava da 200 a 1000m di marcia alla max intensità (100-105% vel. gara).

GIOVANI

Totale allenamenti settimanali: 4-6

Allenamenti combinati di forza e endurance: 1

Gli allenamenti combinati erano così organizzati:

Mattina: /
 Pomeriggio: 4 Km al 75-80% della FC max.
 Allenamento di forza con CT (Scheda n. 2) eseguito 2 volte. Tra ogni stazione del programma di forza 80/100m di marcia veloce (100-105% vel. gara).
 Alla fine del CT ogni atleta concludeva con un lavoro di marcia che variava da 200 a 1000m di marcia alla max intensità.

degli avvenuti miglioramenti prestativi, ci permettiamo di osservare che indubbiamente esso ha contribuito alla realizzazione complessiva del volume e delle intensità di allenamento stabilite, in condizioni di maggior efficacia muscolare.

Pensiamo inoltre che il mantenimento per tutta l'annata competitiva dei lavori combinati ha inciso positivamente nella prevenzione degli infortuni.

I miglioramenti delle performances sono significativamente coincisi dopo l'introduzione di diverse sessioni di allenamenti combinati "forza-endurance".

I dati principali relativi alle migliori prestazioni sono:

- Atleta 1) da 23'18" a 22'11" sui 5 km e da 1h37' a 1h34" sui 20 km
- Atleta 2) da 23'10" a 22'40" sui 5 km e da 1h42" a 1h38" sui 20 km

Le giovani atlete (15 e 17 anni) hanno migliorato tutte il proprio record personale: da 16'18 a 15'45" sui 3 km, da 27'24" a 26'30" sui 5 km e da 54'00" a 52'30" sui 10 km.

Se si fa un confronto delle performance degli ultimi 5 anni sui 5 ,10 e 20 km dell'atleta 1 (Figura 1) si vede come dal 2005 dopo un infortunio non vi erano più stati significativi miglioramenti di performance, mentre nell'ultimo anno (forse anche grazie all'introduzione dell'allenamento di forza attraverso la metodica dei circuiti) ha sensibilmente migliorato le sue prestazioni.

Un'altra osservazione che scaturisce da questa numericamente limitata ma significativa esperienza, in parte attribuibile alla migliorata efficienza muscolare, è relativa al miglioramento nel gesto tecnico della marcia e soprattutto al mantenimento del gesto tecnico corretto ed efficace in condizioni di fatica intensa.

Infine portiamo all'attenzione il caso di un atleta fermo da circa 2 anni per infortunio e successivo intervento chirurgico con prolungato periodo di riabilitazione. Prima dell'infortunio i suoi parametri di gara erano 45' sui 10km e 1h32' sui 20 km con la presenza di problemi tecnici nella esecuzione del gesto a ritmi di marcia veloci (4'35" al km).

Attualmente, dopo 4 mesi dalla ripresa degli allenamenti e con introduzione di sedute combinate

di forza e endurance, non presenta problemi tecnici a ritmi intorno ai 4'30" al km.

Conclusioni

Fino a pochi anni fa l'introduzione di allenamenti di forza nelle discipline di endurance poteva appa-

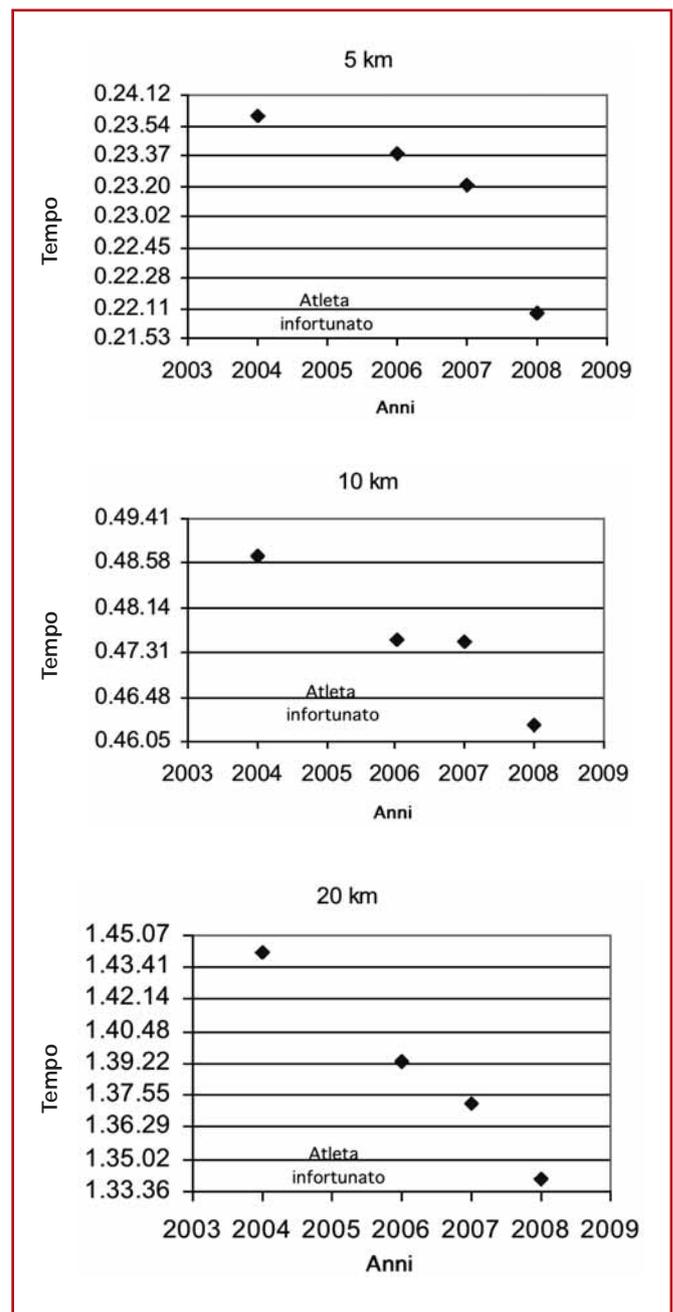


Figura 1 - Variazioni di performance negli anni nella 5, 10 e 20 km di marcia dell'atleta 3.

rire non molto efficace per migliorare le prestazioni. Oggi i risultati di molte ricerche confermano che determinati allenamenti di forza permettono un incremento di alcune espressioni di forza, dell'economia del gesto tecnico (economia di corsa) e altri parametri collegati alle performance aerobica senza che vi sia un decadimento del $\dot{V}O_{2max}$ (Mikkola et al. 2007; Saunders et al. 2006; Hoff et al. 2002; Støren et al. 2008; Turner et al. 2003; Spurs et al. 2003).

La nostra breve esperienza sul campo sembra confermare quanto evidenziato dalle ricerche menzionate.

I risultati ottenuti sembrano costituire un chiaro segnale sulla possibilità di intraprendere questo nuovo percorso anche nella marcia in modo da far entrare il lavoro combinato forza-resistenza come un altro possibile strumento di allenamento per migliorare la prestazione.

Un aspetto sul quale ci permettiamo di insistere è stato quello della continuità del lavoro combinato attraverso le diverse proposte di Circuit Training integrate nel piano di allenamento che includeva naturalmente tutte le voci riguardanti i fattori determinanti la prestazione nella marcia (resistenza e potenza aerobica, soglie, diverse tipologie di lavoro intervallato, tecnica...).

Prospettive future

Indubbiamente resta ancora molto da capire e sperimentare nella combinazione nelle diverse sessioni di allenamento tra lavori orientati al miglioramento delle qualità aerobiche e quelle orientate allo sviluppo degli aspetti neuromuscolari.

In Italia, e in altri Paesi con forte tradizione nella marcia, attorno a questo tema si sono realizzate e si stanno realizzando esperienze significative. L'invito è quello di contribuire ad allargare le conoscenze, a scambiare le esperienze.

Occorrerà introdurre una serie di test di valutazione e di controllo pre e post allenamento di forza con Circuit Training per capire quali siano gli effettivi adattamenti fisiologici indotti e che aiutino a capire e spiegare gli eventuali miglioramenti di performance degli atleti.

Occorrerà comparare il comportamento di alcuni parametri fisiologici (Frequenza cardiaca, Lattato...) nel lavoro attraverso Circuit Training e nelle diverse forme di "allenamento con salite" molto utilizzato e di indubbia utilità.

Capire come valutare gli effetti di questi diversi mezzi di allenamento sull'economia di marcia, sul $\dot{V}O_{2max}$, sulla forza esplosiva degli arti inferiori, sulla frequenza ed ampiezza del passo di marcia.

Bibliografia

- Aagaard P. (2003) Training-induced changes in neural function. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 31(2) Apr, pp. 61-67.
- Allen TE, Byrd RJ, Smith DP. (1976) Hemodynamic consequences of circuit weight training. *Res. Q.* 47, pp. 229-306.
- American College of Sports Medicine. (1998) The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30, pp. 975-991.
- Assi T. (1981) Considerazioni sulla metodologia di allenamento del marciatore di alto livello. *Atletica Studi*, 3, pp. 67-72.
- Assi T. (1982) Incidenza dei fattori tecnico-mecanici nelle corse di lunga distanza. *Atletica Studi*, 4, pp. 13-15.
- Ballor DL, Becque MD, Katch VL. (1987) Metabolic responses during hydraulic resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19, pp. 363-367.
- Camargo MD, Stein R, Ribeiro JP, Schwartzman PR, Rizzatti MO, Schaan BD. (2008) Circuit weight training and cardiac morphology: a trial with magnetic resonance imaging. *Br. J. Sports Med.* 42, pp. 141-145.
- Chtara M, Chamari K, Chouachi M, Chaouchi A, Koubaa D, Feki Y, Millet GP, Amri M. (2005) Effects of intra-session concurrent endurance

- and strength training sequence on aerobic performance and capacity, *Br. J. Sports Med.* 39, pp. 555-560.
- Collins M.A, Cureton KJ, Hill DW, Ray CA. (1991) Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23, pp. 636-640.
- Fahey TD, Brown CH. (1973) The effects of an anabolic steroid on the strength, body composition, and endurance of college males when accompanied by a weight training program. *Med. Sci. Sports Exerc.* 5, pp. 272-276.
- Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Evans WJ. (1990) Strength training and determinants of $\dot{V}O_{2max}$ in older men. *J. Appl. Physiol.*, 68, pp. 329-333.
- Garbutt G, Boocock MG, Reilly T, Troup JD. (1994) Physiological and spinal responses to circuit weight-training. *Ergonomics*, 37, pp. 117-125.
- Gettman LR, Ayres JJ, Pollock ML, Jackson A. (1978) The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. *Med. Sci. Sports*, 10, pp. 171-176.
- Gettman LR, Culter LA, Strathman TA. (1980) Physiologic changes after 20 weeks of isotonic vs isokinetic circuit training. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 20, pp. 265-274.
- Gettman LR, Ward P, Hagan RD. (1982) A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 14, pp. 229-234.
- Gettman LR, Pollock ML. (1981) Circuit weight training: a critical review of its physiological benefits. *Phys Sports Med.*, 9, pp. 44-60.
- Goldberg L, Elliot DL, Kuehl KS. (1994) A comparison of the cardiovascular effects of running and weight training. *J. Strength. Cond. Res.*, 8, pp. 219-224.
- Gotshalk LA, Berger RA, Kraemer WJ. (2004) Cardiovascular responses to a high-volume continuous circuit resistance training protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), pp. 760-764.
- Haennel R, Teo KK, Quinney A. (1989) Effects of hydraulic circuit training on cardiovascular function. *Med Sci. Sports Exerc.*, 21 (5), pp. 605-612.
- Haennel R, Teo KK, Quinney A, Kappagoda T. (1989) Effects of hydraulic circuit training on cardiovascular function. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 21(5), pp. 605-612.
- Hakkinen K, Komi PV, Alen M. (1985) Effect of explosive type strength training on isometric force and relaxation time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiol. Scand.*, 125, pp. 587-600.
- Hakkinen K, Komi PV, Tesch P. (1981) Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force-time, muscle fibre, and metabolic characteristics of leg extensor muscles. *Scand. J. Sports Sci.*, 3, pp. 50-58.
- Hakkinen K, Komi PV. (1983) Changes in neuromuscular performance in voluntary and reflex contraction during strength training in man. *Int. J. Sports Med.*, 4, pp. 282-288.
- Hakkinen K, Pakarinen A, Kyrolainen H, Cheng S, Kim DH, Komi PV. (1990) Neuromuscular adaptations and serum hormones in females during prolonged power training. *Int. J. Sports Med.*, 11, pp. 91-98.
- Harber MP, Fry AC, Rubin MR, Smith JC, Weiss LW. (2004) Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 14, pp. 176-185.
- Harris KA, Holly RG. (1987) Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 19, pp. 246-252.
- Hempel LS, Wells CL. (1985) Cardiorespiratory cost of the Nautilus express circuit. *Phys. Sportsmed.*, 13, pp. 82-97.
- Hickson RC, Rosenkoetter MA, Brown MM. (1980) Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 12, pp. 336-339.

- Hoff J, Gran A, Helgerud J, (2002) Maximal strength training improves aerobic endurance performance, *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, 12, pp. 288-295.
- Hurley BF, Seals DR, Ehsani AA, Cartier LJ, Dal-sky GP, Hagberg JM, Holloszy JO. (1984) Ef-fects of high-intensity strength training on car-diovascular function. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 16, pp. 483-488.
- Ishii N. (2002) *Factors involved in the resistance-exercise stimulus and their relations to mu-scular hypertrophy.* In Nose H et al. (eds.) Exer-cise, nutrition and environmental stress. Coo-per, MI, USA, pp. 119-138.
- Ishii N, Madarame H, Odagiri K, Naganuma M, Shinoda K. (2005) Circuit training without ex-ternal load induces hypertrophy in lower-limb muscles when combined with moderate ve-nous occlusion *Int. J. Kaatsu Training Res.*, 1, pp. 24-28.
- Kaikkonen H, Yrjama M, Siljander E, Byman P, Laukkanen R. (2000) The effect of heart rate controlled low resistance circuit weight training and endurance training on maximal aerobic power in sedentary adults. *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, 10 (4), pp. 211-215.
- Kaikkonen H, Yrjama M, Siljander E, Byman P, Laukkanen R. (2000) The effect of heart rate controlled low resistance circuit weight training and endurance training on maximal aerobic power in sedentary adults *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 10, pp. 211-215.
- Kelemen MH, Stewart KJ. (1985) Circuit weight training: a new direction for cardiac rehabilita-tion. *Sports Med.*, 2, pp. 385-388.
- Kravitz, L. (1996) *The fitness professional's com-plete guide to circuits and intervals.* IDEA To-day, 14(1), pp. 32-43.
- Kyrolainen H, Avela J, McBride JM, Koskinen S, Andersen JL, Sipilä S, Takala TES, Komi PV. (2005) Effects of power training on muscle struc-ture and neuromuscular performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 15, pp. 58-64.
- Maiorana A, O'Driscoll G, Cheatham C, Collis J, Goodman C, Rankin S, Taylor R, Green D. (2000) Combined aerobic and resistance exer-cise training improves functional capacity and strength in CHF. *J. Appl. Physiol.*, 88, pp. 1565-1570.
- Maiorana A, O'Driscoll G, Dembo L, Goodman C, Taylor R, Green D. (2001) Exercise training, va-scular function, and functional capacity in mid-dle-aged subjects. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33, pp. 2022-2028.
- Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. (2002) Combined aerobic and resi-stance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 56, pp. 115-123.
- Marcinik EJ, Potts J, Schalbach G, Will S, Dawson P, Hurley BF. (1991) Effects of strength training on lactate threshold and endurance performan-ce. *Med. Sci. Sports Exerc.*; 23, pp. 739-743.
- McBride JM, Triplett-McBride T, Davie AJ, Aber-nethy PJ, Newton RU. (2003) Characteristics of titin in strength and power athletes. *Eur. J. Appl. Phys.*, 88, pp. 553-557.
- McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, New-ton RU. (2002) The effect of heavy versus li-ght load jump squats on the development of strength, power and speed. *J. Strength Cond. Res.*, 16, pp. 75-82.
- McDonagh MJ, Davies CT (1984) Adaptive re-sponse of mammalian skeletal muscle to exer-cise with high loads. *Eur J Appl Physiol Oc-cup Physiol* 52: 139-155.
- McGuigan MJ, Sharman MJ, Newton RU, Davie AJ, Murphy AJ, McBride JM. (2003) Effect of explosive resistance training on titin and myo-sin heavy chain isoforms in trained subjects. *J. Strength Cond. Res.*, 17, pp. 645-651.
- Mikkola JS, Rusko HK, Nummela AT, Paavolainen LM, Häkkinen K. (2007) Concurrent enduran-ce and explosive type strength training increa-ses activation and fast force production of leg extensor muscles in endurance athletes. *J Strength Cond Res.*, 21(2), pp. 613-620.

- Moritani T, deVries H. (1979) Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am. J. Physiol. Med.*, 58, pp. 115-130.
- Nakao M, Inoue Y, Murakami H. (1995) Longitudinal study of the effect of high intensity weight training on aerobic capacity. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 70, pp. 20-25.
- Novitsky S, Segal KR, Chatr-Aryamontri B, Guvakov D, Katch VL, (1995) Validity of a new portable indirect calorimeter: the AeroSport TEEM 100. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 70, pp. 462-467.
- Paavolainen L, Häkkinen K, Hämmäläinen I, Nummela A, Rusko H. (1999) Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J. Appl. Physiol.*, 86(5), pp. 1527-1533.
- Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Despres J-P, Dishman RK, Franklin BA, Ewing Garber C. (1998). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(6), pp. 975-991.
- Saunders PU, Telford RD, Pyne DB, Peltola EM, Cunningham RB, Gore CJ, Hawley JA. (2006) Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners, *J. Strength. Cond. Res.*, 20, 4, pp. 947-954.
- Sharman MJ, Newton RU, Triplett- McBride T, McGuigan MRM, McBride JM, Hakkinen A, Hakkinen K, Kraemer W. (2001) Changes in myosin heavy chain composition with heavy resistance training in 60- to 75-year-old men and women. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 84, pp. 127-132.
- Spurrs RW, Murphy AJ, Watsford ML. (2003) The effect of plyometric training on distance running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 89(1), pp. 1-7.
- Staron RS, Malicky ES, Leonard MJ, Falkel JE, Hagerman FC, Dudley GA. (1990) Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *Eur. J. Appl. Physiol*, 60, pp. 71-79.
- Stone MH, O'Bryant H. (1985) *The Scientific Basis of Weight Training*. Minneapolis: Belwether Press.
- Støren O, Helgerud J, Støa EM, Hoff J. (2008) Maximal strength training improves running economy in distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 40(6), pp. 1087-1092.
- Takarada Y, Ishii N. (2002) Muscular hypertrophy induced by lowintensity resistance training with short rest period in aged women. *J. Str. Cond. Res.*, 16, pp. 123-128.
- Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. (2000a) Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J. Appl. Physiol.*, 88, pp. 61-65.
- Takarada Y, Sato Y, Ishii N. (2002) Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 86, pp. 308-314.
- Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. (2000b) Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J. Appl. Physiol.*, 88, pp. 2097-2106.
- Turner AM, Owings M, Schwane JA. (2003) Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. *J. Strength. Cond. Res.*, 17(1), pp. 60-67.
- Verrill D, Shoup E, McElveen G, Witt K, Bergey D. (1992) Resistive exercise training in cardiac patients. Recommendations. *Sports Med.*, 13, pp. 171-193.
- Wilmore JH, Parr RB, Girandola RN, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, Pipes TV, Romero GT, Leslie P (1978) Physiological alterations consequent to circuit weight training. *Med. Sci. Sports*, 10, pp. 79-84.
- Wilmore JH, Parr RB, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, Pipes TV, Grimditch G, Leslie P. (1978) Energy cost of circuit weight training. *Med. Sci. Sports*, 10, pp. 75-78.